

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СКОРОЙ ПОМОЩИ ИМ. И.И. ДЖАНЕЛИДЗЕ»

На правах рукописи

МАЙОРОВ

Борис Александрович

ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ
ПОСТРАДАВШИХ С ОКОЛОСУСТАВНЫМИ И ВНУТРИСУСТАВНЫМИ
ПЕРЕЛОМАМИ ДЛИННЫХ КОСТЕЙ, ФОРМИРУЮЩИХ КОЛЕННЫЙ
И ГОЛЕНОСТОПНЫЙ СУСТАВЫ

3.1.8. Травматология и ортопедия

Диссертация на соискание ученой степени
доктора медицинских наук

Научный консультант:
доктор медицинских наук, профессор
Беленький Игорь Григорьевич

Санкт-Петербург

2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
ГЛАВА 1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ОКОЛОСУСТАВНЫХ И ВНУТРИСУСТАВНЫХ ПЕРЕЛОМОВ ДЛИННЫХ КОСТЕЙ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ, ОБРАЗУЮЩИХ КОЛЕННЫЙ И ГОЛЕНОСТОПНЫЙ СУСТАВЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	26
1.1 Переломы дистального отдела бедренной кости	26
1.2 Переломы плато большеберцовой кости	39
1.3 Переломы пилона	57
1.4 Нестабильные переломы лодыжек и заднего края большеберцовой кости	69
1.5 Резюме	80
ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	83
2.1 Структура и общая характеристика диссертационной работы	83
2.2 Материалы и методы экспериментального исследования	86
2.2.1 Биомеханический эксперимент на модели нестабильного перелома дистального отдела бедренной кости	86
2.2.2 Материалы и методы биомеханического эксперимента на модели перелома проксимального отдела большеберцовой кости	89
2.3 Материалы и методы топографо-анатомического исследования	94
2.3.1 Материалы и методы топографо-анатомического обоснования усовершенствованного способа малоинвазивного остеосинтеза при переломах дистального отдела бедренной кости	94
2.3.2 Материалы и методы топографо-анатомического обоснования заднелатерального доступа к плато с остеотомией головки малоберцовой кости и прямого заднелатерального доступа	97
2.3.3 Материалы и методы топографо-анатомического обоснования заднелатерального и заднемедиального хирургических доступов к голеностопному суставу	106
2.4 Материалы и методы клинического исследования	111
2.4.1 Клиническое исследование результатов хирургического лечения около- и внутрисуставных переломов дистального отдела бедренной кости	114

2.4.2	Клиническое исследование результатов хирургического лечения переломов проксимального метаэпифиза большеберцовой кости	121
2.4.2.1	Применение переднелатерального доступа у пациентов с переломами латерального мыщелка большеберцовой кости	122
2.4.2.2	Применение расширенного заднемедиального доступа при переломах медиального мыщелка большеберцовой кости	125
2.4.2.3	Применение различных подходов к остеосинтезу переломов плато с вовлечением заднелатерального фрагмента	130
2.4.2.4	Применение различных подходов к остеосинтезу сложных двухмышцелковых переломов плато большеберцовой кости	132
2.4.3	Клиническое исследование результатов хирургического лечения около- и внутрисуставных переломов дистального метаэпифиза большеберцовой кости	141
2.4.3.1	Исследование результатов применения усовершенствованного двухэтапного протокола лечения пациентов с переломами дистального метаэпифиза большеберцовой кости	141
2.4.3.2	Исследование результатов хирургического лечения около- и внутрисуставных переломов дистального метаэпифиза большеберцовой кости методом малоинвазивного остеосинтеза при одноколонной и многоколонной фиксации	143
2.4.4	Исследование результатов хирургического лечения нестабильных переломов лодыжек с вовлечением заднего края большеберцовой кости	150
2.4.5	Методика статистической обработки полученных данных	157
ГЛАВА 3	ОБОСНОВАНИЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫХ МЕТОДИК МАЛОИНВАЗИВНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА ВНУТРИСУСТАВНЫХ ПЕРЕЛОМОВ ДЛИННЫХ КОСТЕЙ, ФОРМИРУЮЩИХ КОЛЕННЫЙ И ГОЛЕНОСТОПНЫЙ СУСТАВЫ	159
3.1	Результаты биомеханического исследования	159
3.1.1	Результаты биомеханического эксперимента на модели перелома дистального отдела бедренной кости	159
3.1.2	Результаты биомеханического эксперимента на модели перелома проксимального отдела большеберцовой кости	161
3.1.3	Обсуждение полученных результатов	164
3.2	Результаты топографо-анатомической части исследования	172

3.2.1	Результаты топографо-анатомического обоснования усовершенствованного способа малоинвазивного остеосинтеза дистального отдела бедренной кости	172
3.2.2	Результаты топографо-анатомического обоснования безопасности прямых хирургических доступов к заднелатеральному отделу латерального мыщелка большеберцовой кости	174
3.2.2.1	Результаты топографо-анатомического обоснования заднелатерального трансмалоберцового доступа	174
3.2.2.2	Результаты топографо-анатомического обоснования заднего доступа к латеральному мыщелку большеберцовой кости	178
3.2.3	Результаты топографо-анатомического обоснования заднелатерального и заднемедиального доступов к задней колонне дистального метаэпифиза большеберцовой кости	182
3.2.3.3	Сравнительный анализ полученных данных	182
3.2.3.2	Обсуждение полученных данных	185
3.3	Обоснование усовершенствованных методик малоинвазивного остеосинтеза внутрисуставных переломов длинных костей нижней конечности в области коленного и голеностопного суставов	191
3.3.1	Обоснование усовершенствованного способа малоинвазивного накостного остеосинтеза переломов дистального отдела бедренной кости при нестабильности медиальной колонны	191
3.3.2	Обоснование усовершенствованного способа репозиции костных отломков при переломе латерального мыщелка большеберцовой кости	194
3.3.3	Обоснование усовершенствованного способа малоинвазивного остеосинтеза дистального отдела большеберцовой кости	198
3.4	Резюме	207
ГЛАВА 4	РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ОКОЛОСУСТАВНЫМИ И ВНУТРИСУСТАВНЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ ДИСТАЛЬНОГО ОТДЕЛА БЕДРЕННОЙ КОСТИ	209
4.1	Результаты хирургического лечения пациентов с переломами дистального отдела бедренной кости при одноколонной фиксации	209

4.2	Результаты хирургического лечения пациентов с переломами дистального отдела бедренной кости при многоколонной фиксации	211
4.3	Сравнение результатов хирургического лечения пациентов с переломами дистального отдела бедренной кости	215
4.4	Обсуждение полученных результатов	217
ГЛАВА 5	РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ВНУТРИСУСТАВНЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ ПЛАТО БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ	220
5.1	Применение переднелатерального доступа у пациентов с переломами латерального мыщелка большеберцовой кости	220
5.1.1	Результаты	222
5.1.2	Обсуждение полученных результатов	222
5.2	Применение расширенного заднемедиального доступа при переломах медиального мыщелка большеберцовой кости	224
5.2.1	Результаты	224
5.2.2	Обсуждение полученных результатов	227
5.3	Применение различных подходов к остеосинтезу переломов плато с вовлечением заднелатерального фрагмента	233
5.3.1	Результаты применения прямого заднелатерального доступа и доступа по К. Frosch	233
5.3.2	Результаты применения доступа с остеотомией малоберцовой кости	241
5.3.3	Результаты применения комбинации расширенного заднемедиального и расширенного переднелатерального доступов	244
5.3.4	Результаты применения стандартного переднелатерального доступа при лечении пациентов с различными переломами плато, затрагивающими заднелатеральный отдел	250
5.3.5	Сравнение результатов применения различных подходов при лечении пациентов с различными переломами плато, затрагивающими заднелатеральный отдел	253
5.3.6	Обсуждение полученных результатов	257
5.4	Применение различных подходов к остеосинтезу сложных двухмышечковых переломов плато	262
5.4.1	Сравнительный анализ результатов лечения пациентов с переломами проксимального метаэпифиза большеберцовой кости в зависимости от качества первичной репозиции в аппарате внешней фиксации	262

5.4.2	Результаты применения стандартных доступов для остеосинтеза сложных внутрисуставных переломов плато	264
5.4.3	Результаты применения расширенного заднемедиального и модифицированных латеральных доступов для остеосинтеза сложных внутрисуставных переломов плато	267
5.4.4	Сравнительный анализ результатов применения стандартных доступов и модифицированных доступов для остеосинтеза сложных внутрисуставных переломов плато	270
5.4.5	Обсуждение полученных результатов	273
5.5	Обсуждение полученных результатов хирургического лечения переломов плато большеберцовой кости различных типов	278
ГЛАВА 6	РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ОКОЛОСУСТАВНЫМИ И ВНУТРИСУСТАВНЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ ДИСТАЛЬНОГО МЕТАЭПИФИЗА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ	282
6.1	Исследование результатов применения усовершенствованного двухэтапного протокола лечения пациентов с переломами дистального метаэпифиза большеберцовой кости	282
6.2	Результаты лечения пациентов с переломами дистального метаэпифиза большеберцовой кости при одноколонной фиксации	286
6.3	Результаты лечения пациентов с переломами дистального метаэпифиза большеберцовой кости при многоколонной фиксации	295
6.4	Сравнительный анализ результатов лечения двух групп пациентов с переломами дистального метаэпифиза большеберцовой кости	305
6.5	Обсуждение полученных результатов	309
ГЛАВА 7	РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ПЕРЕЛОМАМИ ЛОДЫЖЕК, ВКЛЮЧАЮЩИМИ ПЕРЕЛОМ ЗАДНЕГО КРАЯ БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ	316
7.1	Результаты применения традиционного подхода к остеосинтезу трехлодыжечных переломов	316
7.2	Результаты применения заднелатерального хирургического доступа к голеностопному суставу	320

7.3	Результаты применения заднемедиального хирургического доступа к голеностопному суставу	326
7.4	Сравнение результатов применения различных подходов к остеосинтезу переломов лодыжек с вовлечением заднего края большеберцовой кости	333
7.5	Обсуждение полученных результатов	335
ГЛАВА 8	СИСТЕМА ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ОКОЛОСУСТАВНЫМИ И ВНУТРИСУСТАВНЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ ДЛИННЫХ КОСТЕЙ, ФОРМИРУЮЩИХ КОЛЕННЫЙ И ГОЛЕНОСТОПНЫЙ СУСТАВЫ	344
8.1	Этап первичной диагностики	346
8.2	Этап первичной стабилизации перелома	348
8.3	Этап предоперационного планирования погружного остеосинтеза	352
8.4	Этап погружного остеосинтеза	354
8.4.1	Эффективность применения прямых хирургических доступов	354
8.4.2	Принцип достижения адекватной анатомичной репозиции внутрисуставных переломов	356
8.4.3	Эффективность принципа многоколонной фиксации при внутрисуставных переломах изученных локализаций	358
8.4.4	Эффективность принципа биологического остеосинтеза	364
8.5	Этап реабилитации профильных пациентов	366
8.6	Порядок практического применения предложенной системы	368
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	376
	ВЫВОДЫ	390
	ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	393
	СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	396
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	399
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1	440
	ПРИЛОЖЕНИЕ 2	442
	ПРИЛОЖЕНИЕ 3	444

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Лечение пациентов с околосуставными и внутрисуставными переломами в области коленного (КС) и голеностопного суставов (ГСС) остается актуальной проблемой современной травматологии с учетом частоты и тяжести таких повреждений, сложностей хирургического лечения, частых неудовлетворительных его исходов и отсутствия единых подходов к выбору лечебной тактики (Court-Brown C.M. et al., 2015; Wirbel A. et al., 2016; Khan A.M. et al., 2017; Buckley R.E. et al., 2018; Barış A. et al., 2020). Эти переломы имеют определённое сходство в диагностике и хирургическом лечении.

По данным научной литературы, распространенность переломов ДОБК составляет 0,4% от всех переломов и 6% – от переломов бедренной кости (Court-Brown C.M., Caesar B., 2006; Khan A.M. et al., 2017). Доля переломов проксимального отдела большеберцовой кости (ПОББК), включая плато большеберцовой кости (плато ББК), доходит до 4,0% (Court-Brown C.M., Caesar B., 2006; Vasanad G.H. et al., 2013), а доля переломов дистального отдела костей голени (ДОКГ), включая переломы дистального метаэпифиза – пилон ББК, составляет около 1,0% от всех переломов костей скелета (Martín O.F. et al., 2016; Tomas-Hernandez J. et al., 2017). Переломы лодыжек встречаются гораздо чаще – в 9% от переломов всех локализаций (Court-Brown Ch.M., Caesar B., 2006).

Все изучаемые группы переломов довольно часто происходят в результате высокоэнергетических повреждений, сопровождаются мягкотканными повреждениями, которые в ряде случаев определяют тактику хирургического лечения (Иванов П.А., 2009; Ивашкин А.Н. с соавт., 2019). Эти травмы приводят к нарушениям конгруэнтности суставных поверхностей в КС и ГСС и существенно нарушают функцию всей нижней конечности (Малышев Е.Е. с соавт., 2021). Значимую долю среди таких переломов занимают также низкоэнергетические травмы в результате воздействия непрямых ротационных сил, которые также вызывают около- и внутрисуставные переломы костей, формирующих КС и ГСС.

Такие повреждения нередко сопровождаются значительными смещениями костных отломков и создают дополнительные сложности при оперативном лечении, что повышает риски плохих результатов и инвалидизации пациентов.

Особенности и сложности лечения пациентов с перечисленными выше переломами определяют достаточно высокий уровень осложнений и неудовлетворительных исходов после операций остеосинтеза (Ганиев Р.Р. с соавт., 2021; Xu H.L. et al., 2012; Wirbel A. et al., 2016; Khan A.M. et al., 2017; Barış A. et al., 2020). При этом в современных научных публикациях отмечаются общие для всех этих переломов проблемы, требующие дальнейшего изучения и разработки, в частности обоснование и внедрение в клинику новых хирургических доступов, обеспечивающих достаточную визуализацию и пространство для фиксации поврежденных костных структур (Luo C.F. et al., 2010; Assal M. et al., 2015; Zhong S. et al., 2017; Yamakawa Y. et al., 2023), а также усовершенствованные хирургические приемы обеспечения надежной стабильности костных отломков для раннего начала разработки движений в коленном и/или голеностопном суставах (Penny P. et al., 2016; Schatzker J., 2022; Nauth A. et al., 2024).

По мнению ряда специалистов, все переломы обсуждаемых локализаций целесообразно рассматривать в свете применения многоколонной концепции, которая стремится объяснить биомеханическую стабильность метаэпифизов указанных выше отделов бедренной и большеберцовой костей с позиций пространственно целостной структуры, поддерживаемой несколькими костными колоннами (в упрощенной интерпретации – латеральной, медиальной и задней). В соответствии с этой концепцией целью операций остеосинтеза является восстановление опорности всех поврежденных костных колонн за счет их фиксации, достаточной для сохранения физиологических движений в коленном и/или голеностопном суставах на весь период консолидации переломов (Zhai Q. et al., 2014; Bai Z. et al., 2018; Haller J.M. et al., 2019).

В целом характер повреждений и задачи оперативного лечения около- и внутрисуставных переломов длинных костей, формирующих КС и ГСС, несмотря на определенные различия, имеют ряд существенных и принципиальных сходств,

позволяющих, на наш взгляд, концептуально объединить лечебные подходы в рамках создания единой системы хирургического лечения. Анализ профильных научных публикаций показал, что создание такой системы является весьма актуальным и своевременным, что и определило цель и задачи данного диссертационного исследования.

Степень разработанности темы исследования

На современном этапе развития травматологической науки, применением компьютерной томографии с возможностями 2D- и 3D-визуализации зон переломов, пересмотр классификаций с уточнением архитектоники костных повреждений, разработку и внедрение в клинику усовершенствованных открытых расширенных и ограниченных малоинвазивных хирургических доступов, а также новых приемов открытой и закрытой репозиции костных отломков, по-прежнему отмечается значительная доля неудовлетворительных исходов лечения пациентов с переломами ДОБК, плато и пилоне ББК, а также нестабильными переломами лодыжек и заднего края ББК (Ганиев Р.Р. с соавт., 2021; Малышев Е.Е. с соавт., 2021; Паршиков М.В. с соавт., 2024; Кошкин А.Б. с соавт., 2026; Xu H.L. et al., 2012; Wirbel A et al., 2016; Khan A.M. et al., 2017; Barış A. et al., 2020).

По данным литературы, при хирургическом лечении пациентов с переломами ДОБК доля пациентов с несостоятельностью остеосинтеза по причине несращения или миграции металлоконструкций превышает 9%, а доля повторных оперативных вмешательств у этих больных достигает 16,8% (Zlodowski M. et al., 2006, Koso R.E. et al., 2018). Другие исследователи публикуют данные о 25% неудовлетворительных результатов лечения подобных переломов (Toro G., 2015). Эти повреждения нередко являются компонентом множественных и сочетанных травм, что значительно ухудшает отдалённые результаты лечения (Бялик Е.И. с соавт., 2005). К подобным исходам приводит и наличие перелома ДОБК у пациентов с низкоэнергетическими переломами этой локализации на фоне остеопороза (Moloney G.B. et al., 2016).

Необходимо отметить, что при многооскольчатых переломах ДОБК (типы 33A3, 33C2 и 33C3 по классификации АО/ASIF), достаточно трудно добиться стабильной фиксации. При этом ведущей проблемой является обеспечение медиальной стабильности и ограниченные возможности ее восстановления традиционными способами (Zlowodzki M. et al., 2004; 2006; Henderson C.E. et al., 2011; Moloney G.B. et al., 2016; Dang K.H. et al., 2019). Эти вопросы нуждаются в дальнейшем изучении, а существующие подходы к остеосинтезу – в усовершенствовании.

Современные результаты оперативного лечения переломов проксимального метаэпифиза – плато ББК также сопровождаются значительной долей осложнений. Особенно высока доля неудовлетворительных исходов при сложных двухмыщелковых переломах типа 41C, сопровождающихся значительным разрушением суставной поверхности ББК. Так, при оценке результатов оперативного лечения 36 пациентов с закрытыми многооскольчатыми двухмыщелковыми переломами плато ББК были отмечены ранние осложнения, потребовавшие повторного хирургического вмешательства у 21,1% пациентов, в том числе у 3 пациентов (8,3%) отмечена инфекция, у 2 пациентов (5,6%) – компартмент-синдром, у 4 (11,1%) – миграция имплантатов. В отдаленном периоде 95% пациентов испытывали боль разной интенсивности, при этом у 4 из 36 (11,1%) было выполнено эндопротезирование коленного сустава в среднесрочной перспективе (Wirbel R. et al., 2016).

Частые плохие исходы лечения имеют свои анатомические предпосылки. Исследование В. Meulenkaмп с соавт. (2017) свидетельствует о том, что это связано с неустранённым смещением костных фрагментов, преимущественно в заднелатеральных отделах плато ББК. Поэтому проблемы лечения таких переломов являются предметом большого количества исследований (Малышев Е.Е., 2019; Малышев Е.Е. с соавт., 2019; Егiazарян К.А. с соавт., 2022; Бурыкин К.И. с соавт., 2025; Sohn H.S. et al., 2015; Krauze M. et al., 2016; Chen C. et al., 2019), которые так и не смогли сформировать единые согласованные лечебные подходы.

Во многом сходные проблемы и исходы хирургического лечения отмечаются в научных публикациях, посвященных переломам дистального метаэпифиза – пилон ББК. Так, М.М.Sajjadi с соавт. (2018) представили группу из 41 пациента с переломами пилон ББК типа С по классификации АО, в которой осложнения оперативного лечения были отмечены у 12 пациентов из 41 (29%): 6 случаев поверхностной инфекции, одно несращение и 5 случаев неправильного сращения.

Аналогично переломам плато ББК, проблемы неудовлетворительных результатов хирургического лечения при многооскольчатых переломах пилон ББК, находятся в некорректной репозиции задних фрагментов дистального отдела ББК. Так, J. Guan с соавт. (2019) опубликовали результаты лечения 13 пациентов с полными суставными переломами пилон ББК типа С, которым был выполнен остеосинтез из двух доступов (заднелатерального и переднемедиального). Среди них у 4 (30%) пациентов интраоперационно выявили недостаточную репозицию заднего фрагмента пилон ББК и в ходе операции имели возможность удалить часть фиксирующих винтов и поправить положение отломков из переднего доступа. Такой подход позволил авторам в 12 из 13 (92,3%) случаев получить качественную анатомичную реконструкцию суставной поверхности дистального эпифиза ББК, подтвержденную на послеоперационных КТ-сканах, на которых величина остаточной «ступеньки» была менее 2 мм.

Таким образом, можно констатировать, что при переломах обоих метаэпифизов ББК, как и при переломах ДОБК, окончательно не решены вопросы остеосинтеза, касающиеся полноценной визуализации поврежденных отделов фрагментов суставных поверхностей и качественной их фиксации, с последующей активной реабилитацией пациентов с целью максимально возможного восстановления функции КС и ГСС.

Современные результаты хирургического лечения при переломах лодыжек, по данным научных публикаций, также не в полной мере удовлетворяют травматологическое сообщество. Доля неудовлетворительных исходов после таких повреждений доходит до 38% (Горбатов Р.О. с соавт., 2015; Hor W.T. et al., 2025). При этом 36% пациентов после операций остеосинтеза страдают клинически

выраженным посттравматическим остеоартритом (Day G.A. et al., 2001; Valderrabano V. et al., 2009), а от 8,8% до 46% пациентов получают инвалидность (Яременко Д.А. с соавт., 1994; Омельченко Т.Н., 2013; Горбатов Р.О. с соавт., 2015). Следует отметить, что также, как и при других рассматриваемых нами локализациях переломов длинных костей бедра и голени, основными причинами неблагоприятных исходов лечения являются недостаточная визуализация всех компонентов переломов, отсутствие анатомичной репозиции костных отломков и нестабильная их фиксация (Cho J.-W. et al., 2017; Guan J. et al., 2019).

Следует также отметить отсутствие общепринятых среди специалистов подходов к выбору тактики хирургического лечения, что требует проведения дополнительных экспериментальных и клинических исследований. Поэтому с учетом ряда общих особенностей и лечебных подходов при околоуставных и внутрисуставных переломах длинных костей, формирующих КС и ГСС, темой данной диссертационной работы было избрано создание и внедрение в клинику единой усовершенствованной системы хирургического лечения при переломах, изучаемых в настоящем исследовании локализаций.

Цель исследования – на основании анализа профильных научных публикаций, а также собственных сравнительных экспериментальных и клинических исследований разработать и обосновать систему хирургического лечения пострадавших с околоуставными и внутрисуставными переломами длинных костей, формирующих коленный и голеностопный суставы.

Задачи исследования

1. Посредством анализа профильных научных публикаций определить нерешенные вопросы хирургического лечения при околоуставных и внутрисуставных переломах костей, формирующих коленный и голеностопный суставы.

2. В ходе биомеханических исследований сравнить устойчивость к деформирующим нагрузкам на моделях полных внутрисуставных переломов

дистального отдела бедренной кости при двухколонной фиксации двумя пластинами по сравнению с одноколонной фиксацией, а также на модели полного внутрисуставного перелома плато большеберцовой кости, фиксированного четырьмя пластинами по сравнению с традиционной фиксацией двумя пластинами.

3. Обосновать с топографо-анатомических и клинических позиций усовершенствованные хирургические доступы и способы остеосинтеза для улучшения результатов лечения пациентов с нестабильными переломами дистального отдела бедренной кости, многоколонными переломами плато и пилоне большеберцовой кости, нестабильными переломами лодыжек.

4. Выполнить сравнительное клиническое исследование в сопоставимых группах пациентов с применением разработанных усовершенствованных подходов и традиционных способов оперативного лечения переломов дистального отдела бедренной кости.

5. Провести сравнительный анализ эффективности хирургического лечения в сопоставимых группах пациентов с применением предложенных усовершенствованных подходов и традиционных методик оперативного лечения при внутрисуставных переломах проксимального метаэпифиза большеберцовой кости.

6. Проанализировать в ходе клинического исследования эффективность многоколонной фиксации в сравнении с традиционными способами оперативного лечения при околосуставных и внутрисуставных переломах дистального метаэпифиза большеберцовой кости.

7. Изучить клиническую эффективность ранней первичной репозиции костных отломков в аппаратах внешней фиксации при двухэтапном лечении пациентов со сложными переломами проксимального и дистального метаэпифизов большеберцовой кости.

8. Провести сравнительное клиническое исследование эффективности применения предложенных хирургических доступов и приемов по сравнению с традиционными методиками оперативного лечения при нестабильных переломах лодыжек, сочетающихся с переломами заднего края большеберцовой кости.

9. На основании обобщения результатов собственных экспериментальных и клинических исследований, а также анализа профильных научных публикаций сформулировать, апробировать в клинике и обосновать единую лечебную систему, включающую усовершенствованные подходы к хирургическому лечению пациентов с переломами изученных локализаций.

Научная новизна исследования

1. По результатам проведенных биомеханических экспериментов на модели нестабильного перелома ДОБК получены доказательства большей устойчивости к осевым циклическим нагрузкам предложенного варианта фиксации двумя пластинами по сравнению с традиционной методикой фиксации одной латеральной пластиной, а на модели полного внутрисуставного перелома проксимального эпифиза ББК выявлена большая устойчивость к осевым и боковым деформациям при трехколонной фиксации в сравнении с традиционной фиксацией двумя пластинами.

2. В ходе проведенных топографо-анатомических исследований доказаны техническая возможность и безопасность малоинвазивной медиальной наkostной фиксации при переломах ДОБК; фиксации пластиной заднелатерального фрагмента латерального мыщелка ББК из прямого заднелатерального и заднелатерального с остеотомией головки МБК доступов; применения для остеосинтеза заднемедиального и заднелатерального хирургических доступов при переломах лодыжек в сочетании с задним краем ББК, а также обоснован новый способ малоинвазивного наkostного остеосинтеза при переломах ДОБК с нестабильностью медиальной колонны, на который получен патент РФ на изобретение № 2665158.

3. В ходе сравнительного клинического исследования доказаны преимущества остеосинтеза опорной пластиной из модифицированных латеральных доступов перед наkostным остеосинтезом из традиционного переднелатерального хирургического доступа у пациентов с переломами

латерального мыщелка ББК с локализацией основных отломков в заднелатеральных его отделах.

4. Разработан и успешно внедрен в клиническую практику оригинальный способ малоинвазивной репозиции костных отломков при переломах латерального мыщелка ББК, на который получен патент РФ на изобретение № 2625651.

5. Получены новые данные о возможностях визуализации задней поверхности дистального эпифиза ББК в ходе оперативного вмешательства с применением заднелатерального или заднемедиального хирургических доступа, а также об эффективности использования изученных модификаций малоинвазивного накостного остеосинтеза при различных переломах дистальных эпифизов костей голени.

6. Разработан и внедрен в клиническую практику усовершенствованный способ малоинвазивного остеосинтеза при переломах дистального эпифиза – пилона ББК, на который получен патент РФ на изобретение № 2814412.

7. Обоснована и успешно внедрена в клинику усовершенствованная система хирургического лечения пациентов с около- и внутрисуставными переломами длинных костей, образующих коленный и голеностопный суставы.

Практическая значимость диссертационной работы

1. Выполненные биомеханические эксперименты показали адекватность многоколонной фиксации несколькими пластинами при переломах ДОБК и плато ББК, а также более высокую устойчивость к деформациям при такой фиксации на соответствующих моделях, что создает условия для более качественного восстановления функции у этих пациентов в клинической практике.

2. Предложенный способ малоинвазивного остеосинтеза при переломах ДОБК улучшает качество фиксации костных фрагментов, при уменьшении травматичности остеосинтеза и безопасен в отношении повреждений клинически важных анатомических структур в зоне операции.

3. Топографо-анатомические обоснования заднелатерального трансмалоберцового доступа и заднелатерального прямого доступа к плато ББК и

результаты клинического применения этих доступов позволяют сделать вывод о возможности их широкого использования для уменьшения доли осложнений и улучшения функциональных результатов лечения.

4. Корректировка показаний к выполнению операций внутренней фиксации из хирургических доступов к плато ББК в зависимости от индивидуальной архитектоники перелома позволяет повысить эффективность таких вмешательств.

5. Малоинвазивная закрытая репозиция костных фрагментов при внутрисуставных переломах латерального мыщелка ББК по предложенному способу уменьшает травматичность операций остеосинтеза, что будет способствовать улучшению исходов лечения.

6. Способ малоинвазивного накостного остеосинтеза при переломах дистального эпифиза ББК, предложенный и апробированный в клинике, расширил возможности остеосинтеза таких переломов.

7. Доказанная клиническая эффективность и выявленные преимущества многоколонной фиксации при хирургическом лечении пациентов с около- и внутрисуставными переломами дистального отдела ББК создали условия для более широкого применения таких операций в клинике с целью повышения стабильности остеосинтеза и достижения лучших функциональных исходов лечения.

8. Успешное применение обоснованных с топографо-анатомических позиций заднелатерального и заднемедиального доступов к голеностопному суставу, а также уточнение показаний к их использованию облегчают выполнение анатомичной репозиции костных отломков и их качественной фиксации при лечении пациентов с переломами пилона, нестабильными переломами лодыжек и заднего края ББК.

9. Обоснованная и успешно апробированная в клинике оригинальная лечебно-диагностическая система объединяет общие особенности и предполагает рациональные подходы к диагностике, предоперационному планированию и выполнению операций остеосинтеза у пациентов с около- и внутрисуставными переломами длинных костей, формирующих коленный и голеностопный суставы,

что будет способствовать достижению лучших результатов хирургического лечения.

Методология и методы исследования

Настоящее диссертационное исследование включало несколько взаимосвязанных последовательных этапов. Сначала для подтверждения актуальности изучаемой проблемы был осуществлен поиск по электронным базам научных публикаций (eLIBRARY, PubMed, Scopus), начиная с 2010 года, посвященных вопросам оперативного лечения при внутрисуставных переломах четырех интересовавших нас локализаций: дистального отдела бедренной кости, проксимального эпифиза – плато ББК, дистального эпифиза – пилон ББК, а также лодыжек в сочетании с задним краем ББК. На основании данных анализа научной литературы были уточнены задачи дальнейших этапов исследования, включавших биомеханические, топографо-анатомические и клинические исследования.

На следующем этапе работы выполнены биомеханические эксперименты, в ходе которых была изучена динамическая и статическая стабильность систем при фиксации двух моделей нестабильных переломов: дистального отдела БК и проксимального отдела ББК различными компоновками наkostных имплантатов. Данные этого этапа исследования позволили сделать вывод о биомеханических преимуществах фиксирующих систем из двух пластин при многоколонной фиксации и перейти к последующим этапам диссертационного исследования.

На третьем этапе диссертационного исследования было выполнено несколько серий прикладных топографо-анатомических исследований с целью изучения и отработки техники малоинвазивного медиального остеосинтеза дистального отдела БК, заднелатеральных доступов к латеральному мыщелку ББК, заднелатерального и заднемедиального доступов к дистальному эпифизу ББК. Полученные данные позволили сделать выводы о технической возможности и безопасности практического выполнения перечисленных выше хирургических доступов и методик остеосинтеза, что создало необходимые условия для их успешной клинической апробации.

Четвертый этап работы включал ее клиническую часть, которая объединила несколько серий сравнительных нерандомизированных проспективных когортных исследований, посвященных решению отдельных задач с учетом различной локализации переломов длинных костей, образующих коленный и голеностопный суставы. В частности, в рамках изучения эффективности усовершенствованного метода малоинвазивного остеосинтеза при переломах дистального отдела БК было проведено сравнительное исследование в двух группах профильных пациентов (39 и 25 человек). В рамках совершенствования тактики хирургического лечения при различных типах переломов плато ББК было выполнено 4 серии клинических исследований с включением 162 профильных пациентов. Эти исследования были объединены общим дизайном, предполагавшим оценку ближайших результатов восстановления анатомии плато ББК и коленного сустава, а также изучение функциональных исходов лечения по шкалам KSS и Lysholm, а также характер, структуру и долю осложнений.

При изучении результатов лечения переломов дистального эпифиза – пилоне ББК в одной группе пациентов (46 наблюдений) операции выполняли по предложенной усовершенствованной методике с фиксацией несколькими пластинами, выполняющими опорную функцию, в соответствии с теорией колонн пилоне ББК, а в другой группе (36 наблюдений) операцию выполняли одной опорной пластиной (медиальной или переднелатеральной) в зависимости от характера первичной деформации. В рамках оптимизации оперативного лечения при нестабильных переломах лодыжек и заднего края ББК были изучены результаты хирургического лечения 165 пациентов, разделённых на три группы. В этих группах выполнен сравнительный анализ рентгенологических, клинических и функциональных исходов лечения. При этом сравнивали качество репозиции суставной поверхности пилоне ББК в соответствии с результатами рентгенологических исследований, функциональные исходы лечения по шкале AOFAS, частоту и структуру осложнений.

Кроме того, в двух сериях клинических исследований было изучено влияние качества первичной репозиции в аппарате внешней фиксации на окончательные

результаты лечения при применении двухэтапного протокола у пострадавших с внутрисуставными переломами пилона и плато ББК.

На завершающем пятом этапе посредством анализа результатов собственных исследований и профильных научных публикаций была реализована общая цель всей диссертационной работы – разработана усовершенствованная система хирургического лечения пострадавших с околосуставными и внутрисуставными переломами длинных костей, формирующих коленный и голеностопный суставы.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Биомеханические модели нестабильных переломов проксимального отдела большеберцовой кости с разрушением трех костных колонн и дистального отдела бедренной кости с заинтересованностью двух костных колонн и более устойчивы к нагрузочным деформациям при фиксации пластинами всех поврежденных колонн, чем при традиционной фиксации.

2. Топографо-анатомические исследования показали, что малоинвазивная установка дополнительной медиальной пластины на дистальный отдел бедренной кости, а также установка пластин на заднелатеральный фрагмент латерального мыщелка большеберцовой кости из трансмалоберцового и заднего хирургических доступов технически выполнимы и безопасны в отношении повреждения клинически значимых сосудов и нервов.

3. Способы репозиции костных фрагментов и малоинвазивного остеосинтеза при переломах дистального отдела бедренной кости, плато и пилона ББК, защищенные патентами РФ и апробированные в клинике, повышают качество выполнения остеосинтеза и снижают риск послеоперационных осложнений.

4. При переломах плато ББК, затрагивающих заднюю костную колонну, использование изученных модифицированных доступов к задней колонне позволяет выполнить анатомичную репозицию костных отломков и последующую стабильную их фиксацию опорными пластинами, а также способствует снижению доли осложнений и улучшению функциональных результатов лечения.

5. Выполнение техники многоколонного малоинвазивного на костного остеосинтеза при лечении пациентов с переломами пилона ББК уменьшает необходимость фиксации переломов малоберцовой кости, статистически значимо уменьшает риски послеоперационных осложнений и улучшает среднесрочные функциональные результаты лечения этой категории пациентов.

6. Качественная первичная репозиция костных отломков в аппарате внешней фиксации (АВФ) с восстановлением длины и оси сегмента конечности при двухэтапном лечении пациентов с около- и внутрисуставными переломами проксимального и дистального отделов ББК положительно влияет на точность репозиции костных отломков в ходе окончательного остеосинтеза и обеспечивает более низкую частоту осложнений после второго этапа окончательной внутренней фиксации.

7. Заднемедиальный и заднелатеральный хирургические доступы к голеностопному суставу в своей совокупности обеспечивают полноценную визуализацию всей задней поверхности дистального метаэпифиза ББК, при этом обеспечивая техническую возможность выполнения остеосинтеза заднего края ББК и безопасность в отношении повреждения клинически значимых сосудов и нервов.

8. Практическое применение прямых задних хирургических доступов (заднемедиального и заднелатерального) способствует улучшению функциональных и анатомических исходов лечения при нестабильных переломах лодыжек и заднего края ББК.

Степень достоверности результатов исследования

Результаты настоящего диссертационного исследования, его выводы и практические рекомендации базируются на анализе более 350 профильных научных публикаций, а также на полученных соискателем результатах топографо-анатомических, биомеханических и клинических исследований.

Биомеханические исследования были проведены на моделях нестабильных переломов ДОБК и проксимального эпифиза ББК. При этом применялись современные искусственные материалы и имплантаты, используемые для

фиксации переломов этих локализаций в рутинной клинической практике, а также сертифицированное испытательное оборудование.

Топографо-анатомическое исследование было выполнено на нефиксированных препаратах нижних конечностей. Используемые при этом методики были адекватны поставленным задачам.

Клиническая часть настоящего исследования состояла в анализе функциональных и рентгенологических исходов, структуры и частоты осложнений при оперативном лечении 473 пациентов с внутрисуставными переломами длинных костей, образующих коленный и голеностопный суставы. Исследуемые пациенты с переломами всех четырех локализаций были разделены на сопоставимые по половому, возрастному составу и типам переломов группы, в отношении которых применялись изучаемые усовершенствованные и традиционные подходы и методики хирургического лечения. Функциональные исходы, оцененные по шкалам KSS и Lysholm, для коленного сустава и AOFAS для голеностопного сустава были прослежены до 24 месяцев после операций. Полученные данные были подвергнуты адекватному статистическому анализу с применением современных его методов, что, в сочетании с достаточным количеством исследуемых показателей, позволило добиться получения достоверных результатов.

Таким образом, результаты настоящего диссертационного исследования являются достоверными, а сделанные по его результатам выводы обоснованными.

Апробация и реализация результатов диссертационного исследования

По теме диссертационного исследования опубликовано 29 научных работ, из них 26 статей в журналах, рекомендованных ВАК для публикаций результатов диссертационных исследований, а также получено 3 патента РФ на изобретения: № 2665158, № 2625651 и № 2814412, относящиеся к новым способам репозиции костных отломков и к предложенным вариантам малоинвазивного остеосинтеза при переломах изученных локализаций.

Результаты диссертационной работы были неоднократно доложены на российских и международных конференциях: 1254-м заседании Ассоциации травматологов-ортопедов Санкт-Петербурга и Ленинградской области (Санкт-Петербург, 2015), 1269-м заседании Ассоциации травматологов-ортопедов Санкт-Петербурга (2017), Конференции молодых ученых Северо-Западного Федерального округа «Актуальные вопросы травматологии и ортопедии» (Санкт-Петербург, 2017), Втором всероссийском конгрессе травматологов с международным участием: «Медицинская помощь при травмах. Новое в организации и технологиях» (Санкт-Петербург, 2017), Евроазиатском ортопедическом форуме (Москва, 2017), VI Евразийском конгрессе травматологов-ортопедов (Казань, 2017), в рамках научно-образовательной школы «Инновации в травматологии и ортопедии – мультидисциплинарный подход» (Курск, 2018), Международной конференции травматологов-ортопедов «Травма-2018: Мультидисциплинарный подход» (Москва, 2018), на конгрессе Ассоциации по неотложной хирургии (Санкт-Петербург, 2021), Евразийском ортопедическом форуме (Москва, 2021; Москва, 2025), научно-практической конференции «Джанелидзе-ские чтения 2023» (Санкт-Петербург, 2023), IV Конгрессе Российской ассоциации хирургов стопы и голеностопного сустава (Москва, 2023), Конгрессе Межрегиональной ассоциации по неотложной хирургии 2023 года в рамках научно-практической конференции «Джанелидзе-ские чтения-2023 (Санкт-Петербург)», Научно-практической конференции «Джанелидзе-ские чтения-2024» (Санкт-Петербург, 2024), на II, VI и IX Всероссийском конгрессе с международным участием «Медицинская помощь при травмах. Новое в организации и технологиях» (Санкт-Петербург, 2017, 2021, 2026).

Результаты диссертационного исследования внедрены в практику работы травматологических отделений ГБУЗ «СПб НИИ скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», ГБУЗ ЛО «Всеволожская клиническая многопрофильная больница», ГБУЗ ЛО «Гатчинская клиническая многопрофильная больница», а также используются в клиниках ФГБУ «НМИЦ травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, ФГБОУ ВО «ПСПбГМУ им. И.П. Павлова»

Минздрава России, медицинского факультета ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», при обучении ординаторов, аспирантов и травматологов-ортопедов, проходящих усовершенствование по программам дополнительного образования.

Данные, полученные в ходе диссертационного исследования, включены в следующие клинические рекомендации, подготовленные Ассоциацией травматологов-ортопедов России и утвержденные Минздравом России в 2024–2025 годах: 904_1 «Переломы бедренной кости (кроме проксимального отдела)», 864_1 «Переломы проксимального отдела голени», 860_1 «Переломы дистального отдела костей голени», 855_1 «Переломы лодыжек».

Личное участие автора в получении результатов

Соискателем произведен всесторонний анализ отечественных и иностранных научных публикаций по теме исследования с выбором наиболее значимых публикации. Автор принимал непосредственное участие в проектировании и конструировании моделей нестабильных переломов ДОБК и плато ББК, а также предложил различные варианты остеосинтеза для использования их в биомеханических экспериментах. Он также принимал личное участие в проведении прикладных топографо-анатомических исследований с выполнением требуемых измерений и последующим анализом полученных результатов.

Соискатель лично определил характер групп клинического исследования, отбирал в них пациентов и лично выполнил большинство оперативных вмешательств во всех клинических группах. Он также непосредственно участвовал в лечении большинства прооперированных пациентов, с последующей оценкой функциональных исходов их лечения по шкалам KSS, Lysholm, AOFAS, в зависимости от локализации перелома. Им также была проведена статистическая обработка полученных количественных данных и их графическое представление в виде диаграмм и таблиц.

Соискатель обосновал, предложил и оформил в графическом виде оригинальную систему хирургического лечения пациентов с изучаемыми

травмами, сформулировал выводы, практические рекомендации и основные положения, выносимые на защиту, а также подготовил и отредактировал полный текст диссертации. Кроме того, автор активно участвовал в подготовке всех научных публикаций и заявок на изобретения по теме диссертации, а также выступал с научными и обучающими докладами по результатам выполненных исследований.

Объем и структура диссертации

Диссертационная работа включает 445 страниц текста и состоит из введения, аналитического обзора современной научной литературы, 8 глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и списка научной литературы, включающего 376 источников, в том числе 74 отечественных и 302 зарубежных. Диссертационное исследование содержит 48 таблицы и 74 рисунка.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ОКОЛОСУСТАВНЫХ И ВНУТРИСУСТАВНЫХ ПЕРЕЛОМОВ ДЛИННЫХ КОСТЕЙ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ, ОБРАЗУЮЩИХ КОЛЕННЫЙ И ГОЛЕНОСТОПНЫЙ СУСТАВЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

В этой главе нами будет представлено современное состояние проблемы лечения около- и внутрисуставных переломов области коленного и голеностопного суставов с определением сходства и особенностей хирургического лечения переломов длинных костей, образующих коленный и голеностопный суставы: дистального отдела бедренной кости, плато большеберцовой кости, пилона и нестабильных переломов лодыжек с заинтересованностью заднего края большеберцовой кости.

1.1 Переломы дистального отдела бедренной кости

Актуальность. Переломы дистального отдела бедренной кости встречаются не так часто (Crist B.D. et al., 2008). Их доля составляет 0,4% от всех переломов (Khan A.M. et al., 2017) и 3–6% от переломов бедренной кости всех локализаций (Martinet O., 2000; Court-Brown C.M., Caesar B., 2006).

Многие современные авторы отмечают рост числа пациентов старше 60 лет с изучаемой травмой, доля которых, по данным R. Elsoe с соавт. (2018), составляет более 50%. В группе низкоэнергетических переломов преобладают женщины, доля которых составляет 82,7% (Khan A.M. et al., 2017; Delgadillo C.A. et al., 2024).

При этом смертность после низкоэнергетических переломов дистального отдела бедренной кости достаточно высока и даже сопоставима со смертностью после переломов проксимального отдела бедренной кости (Butt M.S., 1996; Kammerlander C. et al., 2012; Schottel P.C. et al., 2015; Khan A.M. et al., 2017; Stoffel K. et al., 2022; Delgadillo C.A. et al., 2024; Chuluunbaatar Y. et al., 2024; Ward le B. et al., 2024).

Высокоэнергетические переломы дистального отдела бедренной кости преимущественно возникают у пациентов более молодого возраста, в основном у мужчин, доля которых составляет 70,5% (Khan A.M. et al., 2017). Эти переломы сочетаются с другими повреждениями в составе политравмы в 13-17% случаев (Бялик Е.И. с соавт., 2005), бывают открытыми в 5–10% (Dugan T.R. et al., 2013), имеют многооскольчатый характер с разрушением суставной поверхности, метафизарной зоны и формированием костного дефекта. В этой группе пострадавших чаще применяется двухэтапный протокол лечения с первичным наложением на поврежденную конечность аппарата внешней фиксации (Брижань Л.К. с соавт., 2015; Pape H.C., 2001; Mashru R.P., Perez E.A., 2007).

Ведущим методом лечения пациентов с переломами дистального отдела бедренной кости является оперативный (Pietu G. et al., 2014, 2017).

Несмотря на применение малоинвазивных технологий и современных анатомичных имплантов с угловой стабильностью винтов, доля неудовлетворительных исходов лечения пациентов с переломами дистального отдела бедренной кости остаётся достаточно высокой (Бялик Е.И. с соавт., 2005; Schazker J. et al., 2005; Zlodowski M. et al., 2006; Henderson C.E. et al., 2011).

Проблемы хирургического лечения около- и внутрисуставных переломов дистального отдела бедренной кости носят комплексный характер (Gangavalli A.K. et al., 2016). В первую очередь, это сложности при выполнении адекватной репозиции и последующей стабильной фиксации компонентов перелома (Zlowodzki M. et al., 2004, 2006; Henderson C.E. et al., 2011; Moloney G.B. et al., 2016; Buckley R.E. et al., 2018; Dang K.H. et al., 2019). Кроме того, успех операции и отсутствие осложнений зависят от сохранения кровоснабжения в зоне перелома и травматичности техники операции, которая может способствовать развитию дополнительных расстройств кровообращения в зоне перелома. Кроме того, корректное позиционирование имплантов, не вступающих в конфликт с мышцами и связками, участвующими в движениях коленного сустава, сосудами и нервами, также влияет на функцию нижней конечности (Court-Brown C.M. et al., 2015; Pietu G., Ehlinger M., 2017).

Ниже мы рассмотрим современные взгляды на классификацию и диагностику различных типов переломов, а также различные современные методы остеосинтеза, применяемые при лечении переломов изучаемой локализации, их преимущества и недостатки с точки зрения обеспечения описанных выше задач, а также предлагаемые с настоящее время в литературе опции по снижению риска осложнений, улучшению качества фиксации и результата лечения в целом.

Особенности классификации и диагностики. Переломы дистального отдела бедренной кости (ДОБК) классифицируются в соответствии с классификацией МКБ-10 как S72.40 – закрытые переломы без смещения отломков, а также S72.41 – открытые переломы со смещением отломков.

Для успешного хирургического лечения переломов дистального отдела бедренной кости необходимо хорошее знание особенностей анатомии сегмента (Гилев М.В. с соавт., 2016; Синельников Р.Д. с соавт., 2021) и референтных линий и углов нижней конечности (Соломин Л.Н., 2005), а также адекватных классификаций. Из существующих клинических классификаций, широко применяемых на практике для оценки тяжести перелома дистального отдела бедренной кости и планирования метода хирургического лечения, наибольшее значение имеет универсальная классификация переломов АО/ASIF. Она достаточно хорошо известна, используется большинством практикующих травматологов и делит переломы ДОБК (сегмент 33) на внесуставные, неполные суставные и полные суставные (Buckley R.E. et al., 2018; Meinberg E.G. et al., 2018).

Для определения типа перелома по классификации АО рекомендовано выполнение стандартных рентгенограмм всего сегмента бедренной кости, включая тазобедренный и коленный суставы, в двух проекциях: прямой переднезадней и боковой. При подозрении на внутрисуставной характер повреждения (типы 33В, 33С), как и при внутрисуставных переломах других локализаций, показано выполнение спиральной компьютерной томографии (СКТ) с тщательным анализом данных, полученных в различных режимах (Li W.H. et al., 2013; Bagaria V. et al., 2019; Chandraboze R. et al., 2019; Zhou Y. et al., 2019).

Для адекватного выполнения предоперационного планирования, кроме анализа архитектоники суставного компонента перелома, важно определить тип, характер смещения и конфигурацию перелома метафизарной зоны. В области дистального метаэпифиза бедренной кости логично выделять две несущие осевую нагрузку колонны – латеральную и медиальную, формирующиеся соответствующими мышечками, надмышечками и заднелатеральным и заднемедиальным гребнями. За счет эксцентричного расположения анатомической оси бедренной кости на медиальную колонну воздействуют силы компрессии, а на латеральную при этом – силы растяжения, что при недостаточной стабильности фиксации может привести к нарастанию варусной деформации. Эта проблема широко описана в литературе, встречается под терминами «варус-коллапс», «медиальная нестабильность» и в условиях остеосинтеза традиционной латеральной опорной пластиной проявляется развитием миграции и перелома имплантов, несращением или неправильным сращением с деформацией (Toro G. et al., 2015; Holzman M.A. et al., 2016; Steinberg E.L. et al., 2017).

Таким образом, при планировании операции необходимо на основе знания особенностей анатомии сегмента и определения индивидуальной архитектоники перелома определить последовательность репозиции всех суставных фрагментов и фиксации их с учетом типа перелома, восстановления биомеханической стабильности дистального метаэпифиза бедренной кости с учетом колонной теории его строения.

Далее мы рассмотрим различные методы остеосинтеза, их преимущества и недостатки, а также предлагаемые с настоящее время в литературе методы снижения риска осложнений и улучшения качества фиксации.

Метод наружной фиксации и этапное лечение при переломах дистального отдела бедренной кости может применяться в качестве временной или окончательной меры стабилизации перелома.

Окончательный остеосинтез переломов ДОБК может быть выполнен в один или несколько этапов (Солод Э.И. с соавт., 2020; Buckley R.E. et al., 2018). При переломе без значительного повреждения мягких тканей внутренний остеосинтез

может быть применён в качестве первичного и окончательного метода фиксации перелома. Если выполнение первичного внутреннего остеосинтеза в силу общего состояния пациента либо характера повреждения противопоказано, применяется стратегия двухэтапного лечения, согласно которой операции по окончательной фиксации перелома предшествует временная иммобилизация при помощи внешнего фиксатора (АВФ) (Брижань Л.К. с соавт., 2016; Хоминец В.В. с соавт., 2017; Алсмади Я.М. с соавт., 2021; Haidukewych G.J. et al., 2002; Bedes L. et al., 2014; de Ruijter M.A. et al., 2022).

Однако такой аппарат является лишь средством временной фиксации, в силу недостаточной для сращения перелома стабильности. Высок риск инфекционных осложнений, прежде всего связанных с инфекцией в области фиксирующих стержней, проходящих через мышечную ткань. Кроме того, аппарат блокирует коленный сустав (Court-Brown C.M. et al., 2015; Buckley R.E. et al., 2018). Тем не менее применение метода наружной фиксации как метода окончательного остеосинтеза при переломах ДОБК выполняется отдельными отечественными и зарубежными специалистами (Сепиашвили Г.Г., 2005; Соломин Л.Н. с соавт., 2005; Каллаев Н.О. с соавт., 2006; Панков И.О. с соавт., 2011; Arazi M. et al., 2001; Kumar P. et al., 2006; Bedes L. с соавт., 2014; Yadkikar S.V. et al., 2017; Kumar R. et al., 2019). Однако этому методу сопутствует ряд серьёзных осложнений (B.D. Crist с соавт., 2008). Это заставляет хирургов всё больше склоняться к тактике двухэтапного лечения подобных пострадавших, особенно на фоне множественной и сочетанной травмы и открытых переломов (Соколов В.А. с соавт., 2004; Литвина Е.А. с соавт., 2005).

Интрамедуллярный остеосинтез. Многие хирурги при переломах ДОБК отдают предпочтение интрамедуллярному остеосинтезу. При использовании техники интрамедуллярного остеосинтеза переломов ДОБК, как правило, применяется ретроградная методика введения гвоздя. Антеградная техника применяется крайне редко (Kulkarni S.G. et al., 2011; Heiney J. et al., 2012). Она возможна при переломах типа 33А (классификация АО/ASIF) с расположением линии перелома на 5 см и более проксимальнее суставной поверхности мыщелков

бедра (I. Dominguez с соавт. 1998; M. Stover 2001). B.D. Однако Crist с соавт. (2008) описывают технику антеградного введения интрамедуллярного стержня при полных суставных переломах 33C1 и 33C2. Преимуществами этой техники являются меньшие размеры хирургического доступа, а также отсутствие необходимости выполнять артротомию коленного сустава. Эта техника имеет ряд последователей (Виноградский А.Е. с соавт., 2007; Черняев С.Н. с соавт., 2008), однако она имеет ряд недостатков и сопровождается высокой долей осложнений (Zlowodzki M. et al., 2006). Исходя из этого, многие хирурги отдают предпочтение ретрограднему введению гвоздя для лечения переломов ДОБК, несмотря на травматизацию коленного сустава (Джоджуа А.В., 2008; Гильфанов С.И. с соавт., 2017; Heiney J.P. et al., 2012). Особенно отмечаются преимущества этой техники у пациентов с политравмой, с ипсилатеральными переломами шейки и диафиза бедренной кости, ипсилатеральными переломами бедренной и большеберцовой костей (флотирующим коленом) (Ostrum R.F., Maurer J.P., 2009). Для достижения правильного положения гвоздя в широкой части дистального отломка и упрощения репозиции при ретроградном его введении возможно применение поллерных спиц или винтов (Krettek C. et al., 1999; Ostrum R.F., Maurer J.P., 2009). Необходимо принимать во внимание, что применение открытая репозиция при ретроградном интрамедуллярном остеосинтезе увеличивает время оперативного вмешательства частоту несращений более чем в 2 раза (Henry S.L. et al., 2000; Crist B.D. et al., 2008). Следует также помнить о том, что возможны вторичные смещения отломков, обусловленные анатомическими особенностями сегмента (Wild M. et al., 2011). Поэтому при лечении переломов дистального отдела бедренной кости с помощью ретроградных интрамедуллярных стержней у больных с остеопорозом предпочтительнее использовать блокирующие винты с угловой стабильностью (Pekmezci M. et al., 2014). D.J. Paller с соавт. (2013), говорят о том, что дистальное блокирование болтом с мышцелковой шайбой, проведенным через блокирующее отверстие стержня, является оптимальной техникой.

Из осложнений интрамедуллярного остеосинтеза следует выделить инфекцию. Доля этого осложнения составляет 1,1% (G. Papadokostakis с соавт., 2005), при сроках сращения 3,4 месяца у 96,9% пациентов.

Несмотря на умеренную долю осложнений и хорошие функциональные результаты, метод интрамедуллярного остеосинтеза ограниченно применяется при лечении переломов дистального отдела бедренной кости (Khan A.M. et al., 2017). При этом с биомеханических позиций стержень имеет некоторые преимущества перед пластиной, так как его расположение в полости интрамедуллярного канала совпадает с анатомической осью, по которой распределяется осевая нагрузка, а одна пластина, располагающаяся по латеральной поверхности дистального отдела бедра, создает оффсет от анатомической оси, что при осевой нагрузке приводит к избыточным сгибающим силам и в случае отсутствия опоры по медиальной поверхности может приводить к усталостным переломам импланта. Эта проблема частично нивелируется при дополнительной фиксации медиальной колонны (Nauth A. et al., 2024). В случае внутрисуставных переломов типов 33C1 и 33C2, т.е. если имеется одна плоскость внутрисуставного перелома, также возможно применение интрамедуллярного фиксатора, но только в сочетании с предварительно выполненной межфрагментарной компрессией внутрисуставного перелома стягивающими винтами (Nauth A. et al., 2024).

Однако чаще всего характер перелома (многооскольчатость, короткий дистальный фрагмент, смещение суставного компонента перелома), а также отсутствие необходимого оснащения отделения имплантами и ограниченный хирургический опыт заставляют многих хирургов отдавать предпочтение остеосинтезу пластиной.

В настоящее время в литературе обсуждается вопрос о комбинированном применении пластин и ретроградного интрамедуллярного стержня при некоторых типах переломов дистального бедра, перипротезных переломах и несращениях с целью повышения стабильности системы в целом, однако имеющиеся в литературе публикации ограничены в основном сериями наблюдений пациентов с перипротезными переломами (Hussain M.S. et al., 2018; Liporace F.A., Yoon R.S.,

2019) и ложными суставами (Birjandinejad A. et al., 2009). Метод невозможно применять при оскольчатых внутрисуставных переломах дистального бедра, а целесообразность применения метода при лечении свежих околосуставных и простых внутрисуставных переломов требует дополнительного исследования.

Накостный остеосинтез. Сегодня накостный остеосинтез является ведущим методом хирургического лечения переломов ДОБК (Khan A.M. et al., 2017; Nauth A. et al., 2024). В публикациях 15–20-летней давности отмечаются хорошие результаты оперативного лечения различных типов переломов дистального отдела бедренной кости так называемыми традиционными компрессирующими пластинами. Техника установки таких конструкций подразумевала открытую репозицию отломков, обнажение зоны перелома и, соответственно, в определенном смысле компрометировала кровоснабжение метафизарной зоны. Однако результаты, приводимые разными авторами, представляются вполне приемлемыми (Sanders R. et al., 1989; Jeon I. et al., 2004; Iftikhar A., 2011). Представляет интерес то, что даже использование в качестве фиксатора 95-градусной мышцелковой пластины по традиционной открытой технике считают, что при оскольчатых переломах ДОБК предпочтительно, так как она не только способствует ротационной стабильности и не препятствует проведению стягивающих винтов в мышцелки бедренной кости (T.P. Rüedi с соавт., 2000; R.S. Yang с соавт., 1990).

Ещё одним имплантатом, который может быть применён при остеосинтезе переломов ДОБК, является опорная мышцелковая пластина (Buckley R.E. et al., 2018). С этим не соглашаются G. Petsatodis с соавт. (2010), которые считают, что фиксатор DCS, независимо от типа перелома, является предпочтительным.

Однако сегодня на рынке имеется большой ассортимент современных конструкций для накостного остеосинтеза, которые, в совокупности с развитием концепции биологического остеосинтеза изменили подходы к накостному остеосинтезу при переломах ДОБК. Ряд исследований подтверждает большую устойчивость к циклическим нагрузкам при подобных переломах у пластин с угловой стабильностью в сравнении с имплантатами предыдущих поколений

(Сироджов К.Х., Сафаров А.Х., 2020; Shahcheraghi G.H., Doroodchi H.R., 1993; Zlowodzki M. с соавт., 2004; Higgins T.F. с соавт., 2007; Crist D.B. et al., 2008).

Несомненным преимуществом пластин с угловой стабильностью является возможность введения как заблокированных винтов, так и винтов без угловой стабильности (Crist D.B. et al., 2008; Dalstrom D.J. с соавт., 2012). M.J. Gardner с соавт. (2006) также говорят о преимуществах гибридной фиксации, которая должна иметь достаточную рабочую длину и плотность введения винтов (Gautier E., Sommer Ch., 2003). При этом длина пластины должна быть как можно больше (Ricci M.W. et al., 2014; Märdian S. et al., 2021; Inacio J.V. et al., 2023).

По современным данным, при простом переломе дистального бедра типа 33A1 можно применять дополнительные межфрагментарные стягивающие винты вне пластины, что повышает устойчивость конструкции к деформации, снижает относительную микроподвижность в зоне перелома и повышает устойчивость конструкции к осевым и ротационным нагрузкам (Zhang W. et al., 2018; Zhang J. et al., 2021).

В то же время многие авторы считают применение винтов с угловой стабильностью предпочтительным и отвечающим сути биологического остеосинтеза, при котором важное значение имеет сохранение надкостницы как источника питания и образования костной мозоли (Schandelmaier P. et al., 2001; Schutz M. et al., 2001; Kregor P.J. et al., 2004; Kolb W. et al., 2008).

Однако, несмотря на наличие современных имплантатов, хирургические техники их использования нуждаются в дальнейшем совершенствовании в силу сохраняющейся большой доли неудовлетворительных исходов, особенно при тяжелых высокоэнергетических переломах и переломах на фоне снижения минеральной плотности костной ткани (Zlowodzki M. et al., 2006; Henderson C.E. et al., 2011; Toro G. et al., 2015; Moloney G.B. et al., 2016; Dang K.H. et al., 2019; Delgadillo C.A. et al., 2024). Имеющиеся нерешенные вопросы мы постарались сформулировать в двух важных, с нашей точки зрения, пунктах.

Проблема биомеханической стабильности фиксации костных отломков и варианты ее сохранения. Биомеханическая стабильность фиксации костных

отломков является важной характеристикой, определяющей эффективность выполненного остеосинтеза. Она является динамичной характеристикой, так как при успешном развитии процесса сращения перелома формирующаяся периостальная и эндостальная костная мозоль постепенно (со временем) повышает свою прочность, способствуя увеличению стабильности фиксации костных отломков. Таким образом, сохранение перифрактурной гематомы, кровоснабжения в зоне перелома, питания костных отломков, наряду с увеличением стабильности, влияет на биологическую составляющую остеосинтеза (Nauth A. et al., 2024). Одним из путей решения проблемы баланса биологии и механики стало практическое применение колонной теории строения дистального метаэпифиза бедренной кости, сутью которой является установка стандартной латеральной пластины и дополнительной медиальной пластины для фиксации медиальной колонны в ситуациях медиальной нестабильности. W. Zhang с соавт. (2018), К.-Н. Park с соавт. (2019), D. Wright с соавт. (2020) доказали биомеханические преимущества этой концепции.

Однако медиальная фиксация несёт в себе определённые риски повреждения клинически значимых сосудов, в частности нисходящей ветви латеральной огибающей бедренной артерии в области проксимального доступа (Jiamton C. с соавт., 2015).

Решением вопроса медиальной стабильности ДОБК могла бы стать имплантация короткой медиальной пластины в дополнение к традиционной латеральной фиксации. Такие операции, выполненные по стандартной открытой технике, впервые операции описали R. Sanders с соавт. (1991). Аналогичную технику фиксации двумя пластинами описывают и A. Khalil с соавт. (2012), которые использовали достаточно травматичный расширенный хирургический доступ по S. Olerud с остеотомией бугристости большеберцовой кости.

М. Holzman с соавт. (2016) выполняли костную пластику в сочетании с дополнительной фиксацией ДОБК медиальной пластиной при фиксации ложных суставов ДОБК.

Таким образом, на основании ряда описанных биомеханических экспериментов и клинических исследований мы можем сказать, что применение дополнительной медиальной пластины может повысить стабильность первичной фиксации костных отломков и теоретически снизить риск усталостных переломов металлоконструкции, замедленного сращения и несращения. Однако, на наш взгляд, существующих в литературе исследований недостаточно для верификации эффективности двусторонней колонной фиксации при многооскольчатых переломах дистального бедра. Необходимо проведение соответствующих биомеханических и клинических испытаний, определение показаний для ее применения, а также разработка новых малоинвазивных методов медиальной фиксации.

Концепция биологического остеосинтеза все прочнее входит в научную и клиническую практику при лечении около- и внутрисуставных переломов костей конечностей. Она подразумевает минимально допустимое обнажение зоны перелома, сохранение интактными надкостницы, связочного аппарата, мышц, окружающих поврежденный сегмент и сустав. Однако для выполнения анатомичной репозиции внутрисуставных фрагментов необходимы прямая манипуляция с отломками и визуализация линии перелома. Традиционно при этом применяются большие хирургические доступы, позволяющие обнажать полностью или частично дистальный эпифиз бедренной кости (Court-Brown C.M. et al., 2015).

Наиболее часто для подхода к дистальному отделу бедренной кости применяется *прямой латеральный доступ*. Его длина определяется архитектурой перелома и необходимостью визуализации суставной поверхности мыщелков бедренной кости (Court-Brown C.M. et al., 2015; Buckley R.E. et al., 2018).

Y. Yamakawa с соавт. (2023) для более качественной репозиции и фиксации латерального мыщелка предлагают модернизировать традиционный расширенный латеральный доступ, выполняя один кожный разрез и два фасциальных окна: переднелатеральное и заднелатеральное – спереди и сзади от илеотибиального тракта. При малоинвазивной имплантации длинной пластины выполняется два кожных разреза: проксимальный и дистальный (Tong G.O., Bavonratanavech S.,

2007; Buckley R.E. et al., 2018). Еще одну модификацию латерального малоинвазивного доступа описали Т.М. Wu с соавт. (2022). Кожный разрез начинают от бугорка Gerdy, продолжают его проксимально в продольном направлении, и на уровне середины надколенника поворачивают его под углом 90° кзади по направлению к латеральному надмыщелку бедра, формируя доступ в виде буквы лямбда. Большим преимуществом своего доступа авторы считают отсутствие обнажения метафизарной зоны и сохранение ее кровоснабжения, так как горизонтальный разрез проходит параллельно огибающей коленный сустав артерии, *geniculate artery*, что способствует сращению перелома.

Можно использовать как ограниченно открытый подход к внутрисуставному перелому *переднелатеральный парapatеллярный доступ* без обнажения метафизарной зоны, совмещая его с проксимальным мини-инвазивным для фиксации проксимального конца пластины (Court-Brown C.M. et al., 2015).

Переднемедиальный парapatеллярный доступ применяется для визуализации и контроля репозиции суставного перелома медиального мыщелка бедренной кости (Buckley R.E. et al., 2018). Этот доступ при переломах дистального бедра применяется реже латерального, так как ограничивает имплантацию опорной пластины по латеральной поверхности. Также есть мнение, что рассечение удерживающих надколенник структур по внутреннему его краю в большей степени компрометирует его кровоснабжение (Schütttrumpf J.P. et al., 2013).

Медиальный доступ, который называют также “sub-VMO approach” выполняется прямым кожным разрезом над бугорком приводящих мышц и распространяется проксимально вдоль задней границы внутренней широкой косой мышцы над медиальной колонной дистального отдела бедренной кости, обнажая медиальный мыщелок. Этот доступ дает хороший обзор суставной поверхности медиального мыщелка и показан при внутрисуставных его переломах (Endres N.K., Minas T., 2010).

A.J. Starr с соавт. в 1999 г. описали *Swashbuckler доступ* (доступ в форме теннисной ракетки), обнажающий всю суставную поверхность дистального отдела бедренной кости и нижней трети диафиза и в то же время не вступающий в

конфликт при необходимости последующего эндопротезирования коленного сустава, так как разрез кожи производится по средней линии. Этот доступ до сих пор сохраняет свою актуальность и применяется многими авторами в своем классическом или модифицированном вариантах (Beltran M.J. et al., 2013; Xiang C. et al., 2019; Touloupakis G. et al., 2022).

Расширенный доступ S. Olerund (1972) и его модификации (Khalil A. El-S. et al., 2012) подразумевают Y-образный разрез кожи с остеотомией бугристости ББК. Его использование представляется слишком травматичным, применение его сомнительно, особенно у пациентов более возрастной группы.

Таким образом, следует отметить, что доступы, применяемые для остеосинтеза переломов ДОБК, разнообразны и не ограничиваются одним латеральным доступом. Вместе с тем, значимой проблемой всех расширенных доступов является их излишняя травматичность и осложнения, связанные с заживлением послеоперационных ран, развитием инфекционных осложнений, нарушением питания костных отломков с нарушением консолидации, несращениями с неудовлетворительными исходами лечения.

Тщательная диагностика повреждения, уточнение индивидуальной архитектоники внутрисуставного перелома в рамках предоперационной подготовки, планирование необходимой области визуализации внутрисуставных фрагментов для их прямой репозиции и фиксации через короткие прямые «прицельные» доступы может снизить долю мягкотканых осложнений. Такой подход применения ограниченно открытых доступов для остеосинтеза суставных фрагментов в сочетании с малоинвазивной техникой установки основных опорных пластин имеет высокую актуальность и будет нами исследован в рамках этой работы.

Завершая обзор методов лечения переломов ДОБК, следует сказать, что применение техники МРО и современных имплантов с угловой стабильностью стало золотым стандартом при лечении большинства типов переломов дистального отдела бедренной кости (Pietu G., Ehlinger M., 2017; Nauth A. et al., 2024).

Однако остается ряд нерешенных вопросов:

- требует рассмотрения с биомеханических позиций вопрос медиальной стабилизации при сложных переломах дистального метаэпифиза бедренной кости;
- требует уточнения эффективности многоколонной фиксации в клинической практике при переломах ДОБК с отсутствием медиальной стабильности;
- отсутствуют чёткие показания для дополнительной имплантации медиальной пластины;
- метод малоинвазивного накостного остеосинтеза при переломах дистального отдела бедренной кости требует усовершенствования.

1.2 Переломы плато большеберцовой кости

Актуальность. Переломами плато ББК принято называть частично или полностью внутрисуставные переломы проксимального отдела ББК, т.е. переломы типов В и С по классификации АО/ASIF. По данным литературы, доля этих переломов составляет около 1% от всех переломов костей скелета у взрослых (Court-Brown C.M., Caesar B., 2006; Vasanad G.H. et al., 2013). У пациентов пожилого возраста частота этих переломов достигает 8% (Jacofsky D.J. et al., 2006), т.е. доля их повышается в общей структуре переломов. Эти переломы часто бывают высокоэнергетическими, сопровождаются разрушением суставной поверхности ББК в ее проксимальном отделе и закономерно приводят к нарушению функции коленного сустава и нижней конечности в целом, вызывая выраженное нарушение качества жизни пациента, ограничивая его работоспособность и повседневную жизнь (Zhu Y. с соавт., 2012; Albuquerque R.P. с соавт., 2013; McNamara I.R. et al., 2015; Haller J.M. et al., 2019). В то же время большую долю среди переломов плато ББК занимают низкоэнергетические переломы латерального мыщелка. В этой группе больше возрастных пациентов женского пола, у которых перелом может случиться на фоне сниженной плотности костной ткани (He Q.F. et al., 2018). Переломы плато ББК, требующие оперативного лечения, отличаются большим разнообразием типов и характеристик, при этом большую их долю занимают сложные переломы с вовлечением обоих мыщелков и их задних отделов.

Таким образом, мы можем отметить, что, как и для переломов дистального отдела бедренной кости, так и для переломов проксимального отдела ББК, свойственно следующее распределение на группы: молодые пациенты с высокоэнергетической травмой и возрастные пациенты с переломами на фоне остеопороза.

Несмотря на развитие современных методов диагностики, планирования и выполнения операций остеосинтеза, сохраняется большая доля неудовлетворительных исходов лечения переломов плато ББК как у молодых, так и у пожилых пациентов как с высоко-, так и с низкоэнергетическими повреждениями (Kokkalis Z.T. et al., 2016; Prat-Fabregat S. et al., 2016; Wirbel A. et al., 2016; Meulenkamp B. et al., 2017).

Безусловно, в последние годы достигнуты определенные успехи, и некоторые авторы сообщают о 82,7% отличных функциональных результатов оперативного лечения (Polat B. et al., 2019). Однако следует отметить, что подобные работы включают пациентов с переломами плато всех типов, а доля переломов типа С3 по классификации АО в них не превышает 10%. Если же брать только пациентов с высокоэнергетическими переломами, то результаты обычно значительно хуже.

По данным А. Cuéllar-Avaroma с соавт. (2007), в группе из 56 пациентов с переломами плато ББК IV–VI типов по Schatzker, средним возрастом $50,1 \pm 15,7$ (17–87) лет, выявлено 37,5% осложнений лечения с использованием различных методов остеосинтеза, из них 22,2% имели более одного осложнения.

А. Borade с соавт. (2017) выполнили оперативное лечение в соответствии с современными принципами 81 пациенту старше 50 лет с переломами плато ББК IV–VI типов по Schatzker: у 53 пациентов выполнено этапное лечение с первичным наложением АВФ и последующим накостным остеосинтезом, а у 28 пациентов – ранний первичный полный внутренний остеосинтез. Средний срок сращения составил 21,9 и 20,9 недель соответственно. Хорошие и отличные функциональные результаты составили 92% и 97%. Авторы связывают несколько худшие результаты лечения пациентов при применении этапного лечения с более простыми конфигурациями переломов и меньшим повреждением окружающих

мягких тканей в группе раннего полного лечения. Сравнивая результаты исследований А. Cuéllar-Avaroma с соавт. (2007) и А. Borade с соавт. (2017), мы можем сказать, что исходы лечения сложных переломов плато улучшаются, снижается доля осложнений, растёт понимание необходимости дифференцированного индивидуального подхода к лечению этой травмы. Однако во многих случаях сохраняются трудности с качеством репозиции отломков, реконструкции суставной поверхности и стабилизации костных отломков, необходимой для ранней активной реабилитации пациентов. Результатом этого, в частности, является высокий уровень посттравматического остеоартрита (Manidakis N. et al., 2010; Vega-Caicedo R. et al., 2013; Jagdev S. et al., 2018). Такие результаты имеют и анатомические предпосылки. В более чем 30% случаев оперативного лечения переломов плато ББК регистрируются значимые остаточные смещения, особенно характерные для заднелатеральных отделов плато (Meulenkamp B. et al., 2017). Поэтому вопросу репозиции и фиксации именно задних отделов плато ББК посвящено в последнее время большое количество исследований.

Далее мы рассмотрим особенности анатомии плато большеберцовой кости, современные классификации и диагностику различных типов переломов, возможные хирургические доступы к различным отделам плато, особенности выполнения остеосинтеза, а также возможные проблемы и осложнения, сопутствующие хирургическому лечению этих повреждений.

Клиническая анатомия. Мыщелки ББК – медиальный и латеральный – отличаются по плотности костной ткани. Медиальный мыщелок прочнее и более устойчив к аксиальной нагрузке. Поэтому переломы медиального мыщелка чаще бывают в виде раскола (split), для их возникновения требуется высокая энергия (Court-Brown C.M. et al., 2015). Медиальный мыщелок повреждается при переломах типов Schatzker IV-VI, чаще как компонент двухмыщелкового перелома. Проксимальный метаэпифиз большеберцовой кости, как и дистальный метаэпифиз бедренной кости, в настоящее время принято рассматривать с позиции колонной теории (Kfuri M., Schatzker J., 2018).

Современная трехколонная концепция строения проксимального отдела плато ББК существенно изменила понимание его архитектоники (Luo C.F. et al., 2010). По мнению многих авторов, в плато ББК нужно выделять медиальную латеральную и заднюю колонны и при планировании лечения оценивать повреждение каждой из колонн индивидуально.

Также S.M. Chang с соавт. (2014) подразделяют задний фрагмент на два квадранта: заднемедиальный и заднелатеральный, говоря об их принципиальных особенностях и различных подходах к их реконструкции и фиксации.

Переломы плато большеберцовой кости могут сопровождаться переломом проксимального отдела малоберцовой кости, которая примыкает к латеральному мыщелку в заднелатеральном его отделе. Следует принимать во внимание, что переломы головки и шейки малоберцовой кости в результате травмы или при остеотомии снижают латеральную стабильность коленного сустава (Court-Brown C.M. et al., 2015).

Мышцы и связочный аппарат коленного сустава являются важным фактором его стабилизации и функции (Court-Brown C.M. et al., 2015). Проходящий в подколенной ямке подколенный сосудисто-нервный пучок обычно отводится в сторону и остается интактным. Однако нельзя забывать о риске его повреждения как при травме, так и во время операции. Травматическое повреждение подколенных сосудов с их разрывом или тромбозом возможно при высокоэнергетических травмах, сопровождающихся переломовывихами голени. Также при подобной травме имеется высокий риск развития компартмент-синдрома (McNamara I.R. et al., 2015; Haller J.M. et al., 2019; Hadinoto S.A. et al., 2023). Важной с хирургической точки зрения является также топография передней большеберцовой артерии, отходящей от подколенной артерии на уровне нижнего края подколенной мышцы на расстоянии 5-6 см от задней суставной линии и прободающей межберцовую мембрану. Эта особенность ограничивает доступ к задней поверхности латерального плато. Применяемые в этой области фиксаторы не должны располагаться ниже 5 см от суставной линии во избежание ятрогенного повреждения передней большеберцовой артерии (Frosch K.H. et al., 2010). Общий

малоберцовый нерв проходит по медиальному краю сухожилия двуглавой мышцы бедра (которая и является ориентиром для его выделения и мобилизации), огибает шейку МБК латерально и входит в толщу длинной малоберцовой мышцы, где делится на поверхностную и глубокую ветви. Имеется риск его повреждения при выполнении заднелатеральных доступов с остеотомией или без остеотомии головки МБК, поэтому большинство авторов рекомендуют его идентификацию и мобилизацию (Frosch K.H. et al., 2010; Solomon L.B. et al., 2010; Kandemir U., Maclean J., 2014).

Для адекватной репозиции переломов проксимального отдела голени имеют большое значение не только реконструкция суставной поверхности, но и восстановление анатомической и механической осей конечности во фронтальной и сагиттальной проекциях, а также референтных углов отклонения суставной поверхности относительно этих осей (Соломин Л.Н. с соавт., 2012; Rosteijs T. et al., 2022). При переломе проксимального отдела ББК референтные оси и углы нарушаются под воздействием деформирующих сил, действующих на сегмент во время травмы. Возникают вальгусная или варусная деформация, изменение физиологических углов наклона суставной линии за счет импрессии и смещения суставных фрагментов как во фронтальной, так и в сагиттальной плоскостях, расширение суставной поверхности ББК относительно мыщелков дистального отдела бедренной кости (Yang G. et al., 2013; Sohn H.S. et al., 2015; Cho J.-W. et al., 2017; Johannsen A.M. et al., 2018; Trikha V. et al., 2019; Hu S. et al., 2020). Все это влияет на выбор и позиционирование импланта, а также на оценку возможности ранней реабилитации (Thamyongkit S. et al., 2022).

Конкретные варианты повреждений мыщелков мы разберем далее в ходе обсуждения классификаций переломов плато ББК.

Современные принципы классификации переломов плато и их значение для клинической практики. Традиционно классическими классификациями, используемыми специалистами для планирования оперативного лечения переломов плато ББК, были и остаются универсальная классификация АО/ASIF и классификация J. Schazker (1974).

Универсальная классификация АО/ASIF в сегменте 41 (проксимальный отдел голени) выделяет неполные и полные внутрисуставные переломы типов В и С соответственно. При этом группы неполного внутрисуставного перелома (В1, В2 и В3) описывают механизм повреждения кости – раскалывание, импрессию или сочетание раскалывания и импрессии и не говорят о преимущественной локализации повреждения. Полные внутрисуставные переломы типа С подразделяются также на три подгруппы по степени сложности, количеству осколков и распространению на метадиафизарную зону. Таким образом, сегодня для предоперационного планирования использования только классификации АО/ASIF является недостаточным (Meinberg E.G. et al., 2018).

Классификация J. Schazker (1974) основана на двухмерной рентгенологической картине перелома плато ББК. Она описывает преимущественно сагиттальные переломы и не отражает в полной мере переломы с коронарной плоскостью, т.е. переломы задних отделов плато. С широким внедрением КТ стало понятно, что частота переломов плато с вовлечением задних отделов достигает 60%, что и послужило поводом для разработки новых классификаций (Sohn H.S. et al., 2015).

На основании предложенной C.F. Luo с соавт. (2010) трехколонной теории строения проксимального плато ББК авторы разработали свою классификацию, исходя из локализации перелома и вовлечения соответствующей колонны. S.M. Chang с соавт. (2014) разделили плато на 4 квадранта: переднемедиальный, переднелатеральный, заднемедиальный и заднелатеральный и обосновывали показания для применения реверсивного L-образного заднемедиального доступа для репозиции и фиксации переднемедиального, заднемедиального и заднелатерального квадрантов. M. Krause с соавт. (2016) для более точной локализации поврежденной части суставной поверхности предложили выделять 10 сегментов плато – 5 передних и 5 задних. Авторы доказали высокую частоту вовлечения задних сегментов плато как при низкоэнергетических, так и при высокоэнергетических переломах и подтвердили необходимость более широкого и частого применения задних доступов для реконструкции этих отделов.

В то же время M.S. Dhillon с соавт. (2017) считают, что классификация M. Krause с соавт. не настолько удобна в клинической практике, как трехколонная классификации C.F.Luo и четырехквadrантная классификации S.M.Chang, так как последние имеют под собой анатомическое обоснование и помогают в выборе конкретных доступов и опорных пластин для поддержки поврежденных колонн. Кроме того, M. Krause с соавт. (2016) не акцентировали внимание на механизме повреждения – расколе или депрессии, что также недостаточно для определения вида и функции применяемого фиксатора и не дает представления о том, с какой стороны необходима опорная пластина (сторона компрессии), а с какой поддерживающая добавочная пластина (сторона растяжения или раскола).

Особого внимания, с нашей точки зрения, заслуживает работа M. Kfuri и J. Schatzker (2018), которые дополнили классическую классификацию J. Schatzker (1974) данными КТ. Добавление данных 3D-КТ позволило авторам охватить весь спектр переломов, оценивать их как в сагиттальной, так и во фронтальной плоскостях и детально их классифицировать с прицелом на возможные техники репозиции и фиксации.

Добавив к цифровым обозначениям буквенные (А – передний, Р – задний, М – медиальный, L – латеральный), авторы предлагают прицельно обозначать поврежденные фрагменты. При этом авторы определили так называемую плоскость экватора, разделяющую плато ББК на два передних и два задних фрагмента с границей, проходящей на латеральной стороне через переднелатеральную часть головки МБК (точка прикрепления латеральной коллатеральной связки), а на медиальной стороне – непосредственно кзади от места прикрепления поверхностной медиальной коллатеральной связки. Таким образом, получается четыре фрагмента, к каждому из которых можно применить определенный доступ, через который возможны прямая репозиция и фиксация отломков суставной поверхности при условии сохранения неповрежденными связочных структур, отвечающих за стабильность коленного сустава в целом. Кроме того, в случае перелома по типу раскола авторы отмечают точки выхода линии перелома на суставное кольцо «articular rim» соответствующими

прописными буквами *a* и *p*, а вершину клина в области метаэпифиза буквой *x*. Точная локализация этих ориентиров чрезвычайно важна для анатомичной репозиции отломков и для выбора доступа. Сагиттально ориентированные переломы имеют «перерыв суставного кольца» в передней и задней частях. Коронарно (фронтально) ориентированные переломы часто проходят в плоскости, параллельной «экватору», и могут иметь «перерыв» в двух передних точках или двух задних точках. С точки зрения аксиальной стабильности фиксации важно определить точку верхушки, чтобы опорная пластина была установлена параллельно плоскости перелома, а репозиция с помощью эффекта противоскольжения начиналась с верхушки фрагмента – скола. В случае оскольчатых одномышечковых и двухмышечковых переломов важно определить все плоскости перелома и стараться соблюдать приведенную технологию в отношении каждой из них. Кроме того, авторы отмечают, что локализация фрагмента-скола, определенного по точкам «перерыва» кортикала суставного кольца, определяет место (направление) нестабильности сустава.

Восстановление стабильности и кортикальной поддержки суставного кольца является одной из основных задач операции. В случаях сложных оскольчатых переломов с вальгусной или варусной деформацией восстановление целостности кортикальной поддержки по всему периметру плато является чрезвычайно важной задачей восстановления стабильности сустава. Учитывая это мнение, ряд авторов даже поддерживает применение так называемых «*gim plate*» – мини-пластин, устанавливаемых субхондрально по окружности суставной поверхности для восстановления ее кортикальных границ (Bermudez C.A. et al., 2008; Cho J.W., Samal P., 2016; Hu S. et al., 2020).

Следовательно, при переломах плато ББК в реальной клинической практике недостаточно применения какой-либо одной классификации. Необходимо использование нескольких классификаций, каждая из которых не исключает, а дополняет другие, предоставляя больше информации о переломе (He Q.F. et al., 2018).

Таким образом, как и при ДОБК, мы основываемся на колонной теории строения соответствующего метаэпифиза бедренной и большеберцовой костей. При сложных переломах плато ББК, как и при переломах ДОБК, в ходе диагностического поиска мы выделяем два фокуса нестабильности: разрушение суставной поверхности с вовлечением определенных колонн, а также распространение перелома на метафизарную и диафизарную зоны. В ходе остеосинтеза наши усилия направлены на точную анатомичную реконструкцию суставной поверхности, устранение зон импрессии и расколов, восстановление высоты кортикальной стенки эпифиза по всей окружности плато и создание опоры в зонах с компрометированной кортикальной стенкой, а также шинирование метафизарного и диафизарного компонентов перелома при сложных переломах, тем самым восстанавливая стабильность сустава в целом и сохраняя возможность для раннего начала физиологических движений.

Ниже мы рассмотрим применяемые для реализации этих целей способы остеосинтеза переломов плато ББК.

Современные принципы хирургического лечения при переломах плато большеберцовой кости. Классические принципы хирургического лечения при внутрисуставных переломах костей предполагают анатомичную репозицию костных отломков с участками суставного хряща и остеосинтез с достижением абсолютной стабильности фиксации для реализации возможностей ранней реабилитации (Мюллер М.Е. с соавт., 1996; Rasmussen P.S., 1973; Buckley R.E. et al., 2018). Безусловно, эти принципы актуальны и должны соблюдаться при оперативном лечении переломов рассматриваемой нами локализации. Однако среди специалистов, занимающихся лечением пациентов с такими повреждениями, в последние годы формируются новые тенденции лечебной тактики, которые заслуживают обсуждения.

Двухэтапная хирургическая тактика при высокоэнергетических повреждениях. Высокоэнергетический характер повреждений обуславливает повышенный риск развития посттравматического компартмент-синдрома. Склонность к компартмент-синдрому особенно характерна для пациентов с

тяжелыми переломами плато с вовлечением диафизарной части большеберцовой кости. Частота его среди всех переломов плато, по данным М. Colman с соавт. (2012), составляет 4,9%. Некоторые авторы приводят значительно большую частоту компартмент-синдрома при переломах плато – 17% при закрытых переломах и 18,7% – при открытых (Egol K.A. et al., 2005). Кроме того, остаётся высокой доля инфекционных осложнений по причине некорректной работы с мягкими тканями. Она составляет составляет 10–14% при переломах плато ББК (Berkson E.M., Virkus W.W., 2006). Безусловным плюсом двухэтапной тактики также является возможность улучшения первичного положения внутрисуставных отломков за счет лигаментотаксиса (Prat-Fabregat S., Camacho-Carrasco P., 2016). Кроме того, грамотно установленный АВФ помогает разобраться в архитектонике перелома на этапе диагностики, а также позволяет применять его в качестве дистрактора и облегчает последующие этапы реконструкции сложных переломов плато, т.е. является частью спланированного оперативного лечения каждого конкретного повреждения (Tao X. et al., 2017; Xingguang T., 2017; Stenquist D.S. et al., 2022).

С нашей точки зрения, заслуживает внимания работа J. Haller с соавт. (2016), в которой авторы сравнили риск инфекционных осложнений, риск компартмент-синдрома, длительность предоперационного периода и госпитализации, необходимость повторных вмешательств и не нашли значимых различий в группах пациентов со сложными переломами плато ББК и пилоне ББК, которым был наложен временный АВФ в рамках этапного лечения в срок до 12 и позднее 12 часов после травмы. Эта работа помогает решить ряд практических вопросов. С одной стороны, не всегда обязательно выполнять первичное наложение АВФ ночью при поступлении пациента в стационар, а можно отсрочить операцию первичной стабилизации до утра и прихода опытной бригады специалистов. С другой стороны, если пациент поступает в отсроченном порядке с уже сформировавшимся отеком мягких тканей, наружная фиксация все равно показана и может дать положительные результаты в общем комплексном хирургическом лечении пациента (Colman M., 2013). В то же время отметим, что влияние качества

репозиции после первичного наложения АВФ на окончательный результат оперативного лечения изучено недостаточно. Изучение этого параметра будет являться одной из задач нашего исследования.

Выбор хирургических доступов. Одной из новых тенденций в хирургическом лечении внутрисуставных переломов костей нижних конечностей, в том числе и переломов плато ББК, следует признать стремление оперирующих хирургов обеспечить при остеосинтезе кратчайший подход к «зоне наибольшего интереса», что, соответственно, предполагает выбор адекватного хирургического доступа, а чаще – даже комбинации доступов, минимально достаточных для ограниченно открытой прямой репозиции внутрисуставных фрагментов переломов (Court-Broun C.M. et al., 2015; Buckley R.E. et al., 2018; Kfuri M., Schatzker J., 2018; Schatzker J., 2022).

Принцип репозиции фрагмента раскола медиального мыщелка ББК хорошо описан в уже упомянутой нами выше работе М. Kfuri и J. Schatzker (2018). Он вполне применим и для расколов латерального мыщелка плато ББК, и для его заднего края. (Court-Broun C.M. et al., 2015; Buckley R.E. et al., 2018).

Репозиция суставного фрагмента импрессии выполняется за счет его обратной элевации. При этом доступ к области костной импрессии возможен через линию перелома путем отведения фрагментов или посредством вертикальной остеотомии по технике «открытой книги» (Chen H.W. et al., 2015; Wirbel R. et al., 2016; Cho J.-W. et al., 2017; Buckley R.E. et al., 2018; Kfuri M., Schatzker J., 2018). Второй способ реимпакции – формирование костного окна, сформированного в области метафиза ББК с постепенным «выстукиванием» импрессированного суставного фрагмента (Chen H.W. et al., 2015; Buckley R.E. et al., 2018; Kfuri M., Schatzker J., 2018). Так как в случаях сложных переломов плато ББК, включающих повреждение нескольких опорных костных колонн, имеется комбинация описанных повреждений, то для обеспечения возможности прямого подхода к разным колоннам в большинстве случаев необходима комбинация нескольких хирургических доступов. Существовавшая в прошлом концепция расширенных доступов с визуализацией всей области перелома в настоящее время считается

неэффективной ввиду высокого риска девитализации мягких тканей и костных отломков, а также из-за отсутствия прямого подхода к какой-либо части перелома, что снижает качество репозиции суставной поверхности и приводит к повышению риска осложнений (Court-Brown C.M. et al., 2015; Buckley R.E. et al., 2018). Напротив, повышается актуальность концепции ограниченных открытых доступов, как и при внутрисуставных переломах дистального отдела бедренной кости, обеспечивающих наиболее короткий прямой путь к «зонам наибольшего интереса» с возможностью прицельной репозиции и фиксации внутрисуставных фрагментов с последующим шинированием метафизарной зоны по принципу малоинвазивного остеосинтеза (Luo C.F. et al., 2010; Chang S.M. et al., 2014; Frosch K.H., 2020; Wu D. et al., 2020).

Многие специалисты при лечении переломов латерального мыщелка ББК, на долю которых приходится более 60% переломов плато (Krause M. et al., 2016), применяют классический *переднелатеральный доступ* с субменисковой артротомией и прямым подходом к переднелатеральному отделу латерального мыщелка ББК (Рюди Т.П. с соавт., 2013; Buckley R.E. et al., 2018). Однако при сложных двухмышцелковых переломах традиционной комбинацией является выполняющийся первым заднемедиальный доступ с обнажением медиального мыщелка, как правило, до его заднемедиального края, и дополнительный переднелатеральный доступ (Рюди Т.П. с соавт., 2013; Buckley R.E. et al., 2018).

Визуализация задних отделов плато ББК из указанных выше доступов ограничена. Поэтому многие авторы применяют различные варианты заднелатеральных, заднемедиальных и задних доступов к заднелатеральному и заднемедиальному квадрантам (колоннам) ББК. Такие задние доступы выполняют в положении пациента на животе или на боку. Заднемедиальный L-образный реверсивный доступ технически прост, дает хороший обзор медиального мыщелка с задней и внутренней поверхностей и позволяет произвести репозицию и установку опорной пластины в область задней поверхности латерального мыщелка ББК при импрессии его заднецентрального фрагмента.

В то же время задние доступы с латеральной стороны ограничены прохождением общего малоберцового нерва и передней большеберцовой артерии (Luo C.F. et al., 2010; Chang S.M. et al., 2014), требуют особой осторожности и не нашли пока широкого применения в клинике. Перспективным для визуализации заднелатерального отдела плато ББК считается доступ с остеотомией головки МБК, а также прямой заднелатеральный доступ без остеотомии головки малоберцовой кости (Frosch K.H. et al., 2010; Solomon L.B. et al., 2010; Kandemir U., Maclean J., 2014; Shen Q.J. et al., 2019), однако эти доступы тоже требуют специальной подготовки и хорошего знания анатомии. Кроме того, не доказана безопасность этих доступов в отношении повреждения магистральных сосудов и нервов, не выработаны показания к применению этих модификаций доступов при различных типах переломов плато большеберцовой кости. В то же время некоторые авторы разработали приемы по расширению возможностей стандартных переднелатеральных доступов для репозиции и фиксации переломов, распространяющихся на заднелатеральный фрагмент (Cho J.-W. et al., 2017; Hu S. et al., 2020). Ряд этих модификаций нуждается в верификации, изучении их клинической эффективности, определении показаний и ограничений. Известен также расширенный доступ К. Frosch с соавт. (2010), представляющий собой комбинацию переднелатерального и заднелатерального доступов из одного кожного разреза. По мнению авторов, он дает широкие возможности для реконструкции всего латерального плато. Однако его безопасность и клиническая эффективность в сравнении с другими доступами изучена также недостаточно.

В практической травматологии остается также много вопросов по возможности комбинации хирургических доступов при сложных двухмышечковых переломах плато ББК, особенно распространяющихся на его задние отделы. Существующая тенденция к интраоперационной визуализации в 360 градусов, то есть выполнения несколько небольших, преимущественно прямых доступов, чтобы иметь возможность произвести прямую открытую анатомичную репозицию всех поврежденных костных колонн, рядом авторов (Luo C.F., 2010; Chen Z. et al., 2015)

и, безусловно, заслуживает внимания. Однако необходимы дополнительные исследования для определения ее клинической эффективности.

Принципы репозиции и методы повышения стабильности фиксации костных отломков внутрисуставных переломов плато большеберцовой кости.

С современных позиций, стабильная фиксация костных отломков после качественной (анатомичной) репозиции внутрисуставных переломов должна обеспечивать возможность ранней активной реабилитации пациентов (Chen P. et al., 2017; Hu S. et al., 2020). В области перелома по типу раскола достаточно применения обычных пластин, даже без угловой стабильности винтов, например 1/3-трубчатых или реконструктивных пластин, так как при выполнении репозиции «зубец-в-зубец» восстанавливается опора на кортикальный слой кости, который будет противостоять осевой нагрузке. В области же импрессионных переломов для предотвращения вторичного смещения восстановленной суставной поверхности под действием деформирующих сил необходима опорная пластина. (Frosch K. et al., 2010; Chang S.M. et al., 2014). S. Hu с соавт. (2020) доказали преимущества заднелатерального доступа и заднелатеральной фиксации отдельной малой опорной пластиной у пациентов с переломами, захватывающими заднелатеральное плато, особенно если фрагмент составляет менее 20 мм в диаметре и/или при коронарной линии перелома. Многие авторы указывают на то, что установку заднелатеральной опорной мини-пластины можно выполнять не только из прямого заднелатерального доступа, но и из реверсивного L-образного заднемедиального доступа, который более универсален (Luo C.F. et al., 2010; He X. et al., 2013; Chang S.M. et al., 2014; Zhai Q. et al., 2014).

Таким образом, сегодня все бóльшую популярность при остеосинтезе сложных переломов плато ББК набирает концепция циркулярной фиксации или фиксации 360°, исходя из которой каждая поврежденная колонна должна быть фиксирована. С этой целью чаще всего применяются комбинации имплантатов, расположенных по разным колоннам плато ББК (Luo C.F. et al., 2010; Chang S.M. et al., 2014; Zhai Q. et al., 2014).

Ранее S. Samsami с соавт. (2020) представили результаты механических экспериментов, в которых они проверили механическую прочность фиксации анатомичной латеральной опорной пластиной с угловой стабильностью винтов двухмышечкового перелома плато ББК типа С по классификации АО/ASIF. Их эксперименты показали низкую устойчивость к нагрузкам при такой фиксации, особенно на модели с добавочной коронарной (фронтальной) внутрисуставной плоскостью перелома. Поэтому эти авторы сделали вывод о недостаточной стабильности фиксации сложных внутрисуставных переломов плато ББК с использованием только одной латеральной пластины, а также отметили, что добавочная медиальная фиксация увеличивает стабильность фиксации в целом и улучшает клинические результаты лечения. Этому же мнения придерживаются Y.W. Tarng и K.C. Lin (2019), которые применили комбинированный подход к оперативному лечению 16 пациентов с переломами плато ББК типа С3, начиная операцию с заднего реверсивного L-образного доступа из положения на животе для выполнения репозиции заднего фрагмента с установкой заднемедиальной опорной пластины и продолжая ее из положения на спине, выполняя переднелатеральный доступ и установку латеральной опорной пластины (Tarng Y.W., Lin K.C., 2019).

Еще одна интересная техника, о которой следует упомянуть – «rim plate», или «hoor plate», предполагает установку циркулярной пластины субхондрально по окружности задней части плато ББК. Она была предложена в 2008 г. С.А. Bermudes с соавт. Позднее V. Giordano с соавт. (2016) и R.E.S. Pires с соавт. (2016) применяли 1/3-трубчатые пластины, устанавливаемые из трансмалоберцового доступа и медиального мини-доступа горизонтально по задней поверхности плато ББК для восстановления кортикальной опоры в данной области, а вводимые в пластину винты создавали субхондральную поддержку суставной поверхности.

Таким образом, можно отметить, что за последнее время наметился определенный положительный сдвиг в возможности достижения анатомичной репозиции и стабильного остеосинтеза даже при сложных переломах плато ББК за счет применения комбинации хирургических доступов и многоколонной фиксации несколькими имплантами (Hong G. et al., 2020).

Однако следует сказать, что клиническая эффективность предложенных методов репозиции и фиксации сложных переломов плато ББК с применением комбинации пластин, уложенных по разным вовлеченным в повреждение колоннам, нуждается в дальнейшем исследовании. Требуется определение показаний к различным способам остеосинтеза при разных типах переломов плато ББК, в том числе и с вовлечением задней колонны. Для более широкого и безопасного применения указанных методов в клинической практике необходимо изучить преимущества и недостатки различных комбинаций хирургических доступов, обосновать с клинических позиций более высокую стабильность многоколонной фиксации при сложных переломах плато ББК.

Хирургическое лечение переломов плато ББК с вовлечением задних его отделов. Переломы с вовлечением заднелатерального плато, являющиеся следствием осевой и вальгусной нагрузки, встречаются с частотой 7–15% (Luo C.F. et al., 2010), хотя, если рассматривать сложные высокоэнергетические переломы Schazker V-VI, частота их закономерно повышается.

Другие авторы утверждают, что частота вовлечения фрагментов заднелатерального плато составляет от 36 до 65,2% при переломах типа В и 54,0–85,9% при переломах типа С по классификации АО/ОТА (Sohn H.S. et al., 2015; Krauze M. et al., 2016; Chen C. et al., 2019). Переломы заднемедиального фрагмента встречаются с частотой до 74% при двухмышцелковых переломах (Barei D.P. et al., 2008). Анализ научной литературы последних лет позволяет сказать, что есть два принципиальных подхода к задним отделам плато и, соответственно, в целом к хирургической реконструкции сустава.

Первый – выполнение традиционных классических доступов с прямой репозицией доступных фрагментов и не прямой закрытой репозицией фрагментов, не доступных прямой репозиции из выбранного доступа. Подход к заднелатеральному фрагменту плато в этих случаях производится из переднелатерального доступа, либо через линию перелома латерального мышцелка, которая обычно находится в передней части латерального мышцелка, либо через

кортикотомию последнего с последующим отведением его латеральной стенки и доступом к участку импрессии по типу «открытой книги».

D.-H. Sun с соавт. (2018) описали технику остеотомии латерального мыщелка ББК при переломе типа 41B3 с преимущественным повреждением задних отделов, переломом заднемедиального квадранта по типу раскола и переломом заднелатерального квадранта по типу депрессии. Получив доступ к заднелатеральному фрагменту, авторы произвели его элевацию и заполнение костной полости аллокостью. L. Jiang с соавт. (2018) с успехом оперируют переломы плато ББК, распространяющиеся на задние отделы, из переднелатерального доступа, выполняя сгибание коленного сустава до 90° с целью мобилизации и механического отведения ретрактором латеральной коллатеральной связки (FCL) и общего малоберцового нерва. Авторы называют свой доступ *расширенным переднелатеральным*. В ряде случаев для визуализации места импрессии суставной поверхности они проводили артроскопическую ассистенцию или выполняли стандартную субменисковую артротомию. Авторы подчеркивают важность введения не менее двух винтов в задний фрагмент для прогнозирования его устойчивости к вторичной импрессии. Хуже обстоит дело в случае оскольчатого перелома заднелатерального фрагмента, где описанная техника не работает (Jiang L. с соавт., 2018). Y. Yoon с соавт. (2015) предложили с целью визуализации заднелатерального фрагмента выполнять остеотомию латерального надмыщелка бедренной кости и его отведение вместе с прикрепленными к нему латеральной коллатеральной связкой и подколенной мышцей. Преимуществом описанной технологии перед прямыми задними доступами, а также доступом с остеотомией головки МБК авторы считают отсутствие необходимости мобилизации общего малоберцового нерва и, соответственно, меньший риск его повреждения, а также лучший, по их мнению, обзор суставной поверхности и возможность контролировать ее репозицию.

Заднелатеральный трансфибулярный доступ, скорее всего, можно отнести ко второй группе хирургических подходов к заднелатеральному фрагменту. Общей идеей этих доступов является прямой наиболее короткий путь к

«зоне наибольшего интереса», т.е. в данном случае к зоне заднелатеральной импрессии суставной поверхности. Его эффективность исследовали разные авторы (Lobenhoffer P. с соавт. 1997; Tao J. et al., 2008; Frosch K.H. et al., 2010; Kandemir U., Maclean J., 2013).

К таким же прямым подходам относится и задний доступ без остеотомии МБК. Y.W. Tarng и K.C. Lin (2019) выполняли прямой задний доступ из «pron» позиции и не выявили признаков посттравматического остеоартрита. С. Chen с соавт. (2019) также пропагандируют прямой задний латеральный доступ с отведением латеральной головки икроножной мышцы и визуализацией общего малоберцового нерва, поскольку он относительно безопасен и малотравматичен.

Прямой задний доступ не менее эффективен, чем заднелатеральный с остеотомией МБК, и в ряде случаев, особенно при многооскольчатом характере перелома заднелатерального плато, может обеспечить качественную «прицельную» поддержку заднелатерального кортикала и тем самым препятствовать вторичному «проседанию» суставной поверхности при активном сгибании коленного сустава. Q.J. Shen с соавт. (2019) в своей работе сравнили эффективность применения комбинации переднелатерального и прямого заднелатерального доступов с расширенным трансфибулярным доступом. При этом последний авторы выполняли с выделением и мобилизацией общего малоберцового нерва, отсечением и отведением проксимально головки МБК на прикрепленных к ней боковой коллатеральной связке и латеральной головке бицепса и получали широкий обзор всего латерального и заднелатерального плато с возможностью репозиции даже выраженной импрессии (большей, чем при прямом доступе) последнего и фиксацией отдельными пластинами как по латеральной, так и по задней поверхности. По мнению авторов, показанием к трансфибулярному доступу являются: депрессия и раскол латерального и заднелатерального плато, возможно единым блоком, с выраженным смещением суставной поверхности, ее «опусканием» более 12 мм, большее распространение на заднелатеральное плато и особенно на область проксимального межберцового сочленения. Показанием для комбинации прямого заднего и переднего подходов

является меньшая депрессия суставной поверхности заднего плато, меньшая степень оскольчатости, распространение на метафизарную область и необходимость установки переднелатеральной опорной пластины.

Таким образом, по данным современной литературы, и тот, и другой подход эффективны при лечении изучаемых переломов, а нюансы их применения пока остаются весьма субъективными, хотя поиск объективных решений продолжается. Остается еще много вопросов по выбору оптимальной модификации конкретных подходов, снижению их травматичности для мягких тканей и риска повреждения важных анатомических образований. Эти вопросы, безусловно, заслуживают дальнейшего научного и практического поиска и будут предметом нашего исследования.

Таким образом, плато большеберцовой кости остается проблемной зоной для хирургического лечения. Переломы этой локализации встречаются достаточно часто и отличаются большим разнообразием морфологических типов. Тем не менее, проксимальный метаэпифиз большеберцовой кости, как и дистальный метаэпифиз бедренной кости, следует рассматривать с позиций колонной теории и оценивать индивидуальную архитектуру перелома как сочетание повреждений, локализующихся в медиальной, латеральной и задней колоннах

Для широкого внедрения в практику задних доступов к заднемедиальному и заднелатеральному фрагментам необходимы дополнительные анатомические и клинические исследования, доказывающие их безопасность и клиническую эффективность. Принцип многоколонной фиксации, способствующий повышению стабильности остеосинтеза, также изучен недостаточно и требует дополнительных исследований, направленных на уточнение показаний к его использованию в клинической практике.

1.3. Переломы пилона

Актуальность. Переломы дистального отдела голени (пилон), по данным литературы, составляют 5–7% всех переломов большеберцовой кости (ББК) и около 1% всех переломов костей нижней конечности (Martín O.F. et al., 2016;

Tomas-Hernandez J. et al., 2017). Эта травма заслуженно привлекает внимание специалистов как одна из наиболее сложных, сопровождающихся значительной долей неудовлетворительных исходов (Сластинин В.В. с соавт., 2015; Помогаева Е.В., 2016; Хоминец В.В. с соавт., 2017; Аубакирова С.К. с соавт., 2023; Bonnin J.G., 1950; Canale S.T. et al., 2013; Court-Brown C.M. et al., 2015; Buckley R.E. et al., 2018).

Принято считать, что механизм травмы при переломах пилона существенно отличается от механизма возникновения перелома лодыжек. Для переломов пилона более механизм удара с расколом и импрессией суставной поверхности, чем сочетанные костные и связочные повреждения, свойственные ротационному механизму при переломах лодыжек (Сластинин В.В. с соавт., 2015; Якимов Л.А. с соавт., 2017; Ситник А.А., 2020; Buckley R.E. et al., 2018).

По современным представлениям, переломы пилона ББК, так же как и переломы дистального отдела бедренной кости и переломы плато ББК, принято разделять на две группы, исходя из преимущественного механизма повреждения (Помогаева Е.В. с соавт., 2015; Бояринцев В.В. с соавт., 2018; Миронов А.В. с соавт., 2020). Первая группа – это высокоэнергетические переломы, чаще возникающие в результате кататравмы или автодорожной травмы. Они часто сопровождаются обширными повреждениями мягких тканей, бывают открытыми и характеризуются значительным разрушением суставной поверхности и метадиафизарной зоны ББК (Гиршин С.Г., 2004; Иванов П.А., 2009; Бесаев Г.М. с соавт., 2015). Вторая группа – низкоэнергетические переломы, в возникновении которых большую роль играет ротационный механизм. Эти переломы могут быть результатом спортивной травмы (катания на горных лыжах или падения с высоты собственного роста) (Аубакирова С.К. с соавт., 2023; Машьянов П.А. с соавт., 2024; Ruedi T.P., Allgower M., 1969; Bartonicek J. et al., 2012). Низкоэнергетические переломы пилона часто возникают на фоне остеопороза (Canale S.T., Beaty J.H., 2013; Buckley R.E. et al., 2018).

Большинство переломов дистального отдела ББК сегодня лечится хирургическими методами (Хоминец В.В. с соавт., 2017; Миронов А.В. с соавт., 2018; Ван Ж. с соавт., 2022; Pollak A.N. et al., 2003).

Впервые этот подход применили в 1969 г. T.P. Rüedi и M. Allgöwer на основе предложенной ими классификации.

Попытки повторить опыт швейцарских коллег идти тем же путём столкнулись с большой долей неудач и инфекционных осложнений. Причиной этого были недооценка тяжести повреждения мягких тканей грубая хирургическая техника с применением традиционных доступов (Bourne R.B. et al., 1989; McFerran M.A. et al., 1992; Teeny S.M. et al., 1993; Wyrsch B. et al., 1996).

Это послужило поводом для широкого применения метода наружной фиксации как для временного, так и для окончательного остеосинтеза (Илизаров Г.А., 1971; Соломин Л.Н., 2005; Черныш В.Ю. с соавт., 2012; Артемьев А.А. с соавт., 2015; Королев М.А. с соавт., 2015; Ходжанов И.Ю. с соавт., 2024). В случаях, когда АВФ накладывали для окончательной стабилизации перелома, многие авторы сочетали применение циркулярного АВФ с ограниченной внутренней фиксацией внутрисуставных фрагментов (Tornetta P. с соавт., 1993). Однако высокий риск неправильного сращения и несращения, инфекция в области введения стержней и спиц, повреждение сосудисто-нервных пучков, ограниченные возможности реконструкции суставов и ранней реабилитации, при применении метода внешней фиксации ограничивают применение этого метода как метода окончательной фиксации в большинстве клинических ситуаций (Guo Y. et al., 2015; Meng Y.-C., Zhou X.-H. et al., 2016; Imren Y. et al., 2017).

В противовес этому временная фиксация перелома при первичном наложении АВФ в режиме умеренной дистракции с дальнейшей заменой его на внутренний остеосинтез получил широкое распространение благодаря работам M. Sirkin с соавт. (1999) и M.J. Patterson, J.D. Cole (1999) под термином «двухэтапный протокол», что позволило несколько снизить долю осложнений, прежде всего, связанных с мягкими тканями (Сластин В.В. с соавт., 2015; Якимов Л.А. с соавт., 2017; Бондаренко А.В. с соавт., 2021; Dujardin F. et al., 2014; Jacob N. et al., 2015).

Сама по себе операция открытой репозиции и внутренней фиксации при переломе пилона является вынужденной мерой, из-за необходимости точной

репозиции суставных фрагментов и стабильной их фиксации (Сластин В.В. с соавт., 2015; Ямщиков О.Н. с соавт., 2024). Однако широкое обнажение отломков приводит к описанным выше осложнениям (Andalib A. et al., 2021).

С целью снижения риска развития неудовлетворительных исходов лечения изучаемой травмы все больше специалистов склоняются в пользу малоинвазивных методов фиксации отломков без широкого их обнажения и визуализации (Сухих Ф.Ф. с соавт., 2009; Кондратьев И.П. соавт., 2012; Солод Э.И. соавт., 2015; Якимов Л.А. соавт., 2017; Leonard M. et al., 2009; Abdelgaid S.M. et al., 2013).

Интрамедуллярный остеосинтез имеет ограниченное применение при лечении переломов дистального отдела голени и особенно внутрисуставном характере переломов, так как не позволяет добиться стабильной фиксации отломков при коротком дистальном фрагменте ББК (Buckley R.E. et al., 2018).

Малоинвазивный накостный остеосинтез получил бурное развитие в последние годы за счет разработки низкопрофильных имплантатов с анатомической формой и угловой стабильностью винтов (Кондратьев И.П., 2012; Borg T. et al., 2004; Tong G.O., Bavonratanavech S., 2007; Li Q. et al., 2014; Paluvadi S.V. et al., 2014; Luo H. et al., 2016; Imren Y. et al., 2017). Однако недостаточно изучены пределы его возможностей. Имплантация медиальной пластины часто не обеспечивает достаточной стабильности, что является причиной варусной деформации в зоне перелома, приводящей к его неправильному сращению или несращению (Borg T. et al., 2004; Tong G.O., Bavonratanavech S. et al., 2007; Barış A. et al., 2020). Нельзя не принимать во внимание и необходимость дополнительной фиксации малоберцовой кости, которая требует выполнения дополнительного хирургического доступа (Мюллер М.Е. с соавт., 1996; Миронов А.В. с соавт., 2018). Усовершенствование метода малоинвазивного остеосинтеза пластинами, которое позволит добиться адекватной репозиции отломков при достаточной стабильности фиксации и низком уровне травматичности вмешательства расширит возможности метода и позволит использовать его при фиксации сложных суставных переломов пилона, а также снизит потребность в остеосинтезе малоберцовой кости.

Таким образом, сегодня травматологическая наука пришла к пониманию необходимости снижения инвазивности остеосинтеза, использования компьютерной томографии для предоперационного планирования с возможностью малоинвазивного остеосинтеза переломов пилон. Однако до настоящего времени лечение этих травм сопровождается большим количеством осложнений и неудовлетворительных результатов (Хоминец В.В. с соавт., 2017; Бояринцев В.В. с соавт., 2018; Аубакирова С.К. с соавт., 2023; Kent M. et al., 2015; Penny P. et al., 2016; Viberg B. et al., 2016). Их причинами являются как особенности анатомии сегмента, заключающиеся в малом объеме мягких тканей при наличии значительного количества клинически значимых сосудов и нервов, так и отсутствие единого взгляда на хирургическое лечение этих повреждений.

Диагностика, классификации и предоперационное планирование. Прикладная анатомия дистального отдела голени имеет ряд особенностей, обусловленных строением дистальных метаэпифизов большеберцовой и малоберцовой костей (Кованов В.В., 2001; Гайворонский И.В. с соавт., 2011; Островерхов Г.Е. с соавт., 2013; Assal M. et al., 2015; Wu D. et al., 2020).

Большое значение для исхода лечения имеет состояние мягких тканей, окружающих сломанную кость. Особенно важно это в случае высокоэнергетических травм. Внутрисуставной характер переломов пилон, с одной стороны, требует обнажения суставной поверхности для ее тщательной реконструкции, что увеличивает травматичность операции. С другой стороны, все важные анатомические образования должны быть сохранены при любых манипуляциях с отломками, что требует уменьшения травматичности хирургического вмешательства (Помогаева Е.В., 2015; Хоминец В.В. с соавт., 2017; Якимов Л.А. с соавт., 2017; Миронов А.В. с соавт., 2018; Ситник А.А., 2020; Buckley R.E. et al., 2018).

Строение пилон ББК с точки зрения современных представлений о сложных переломах этого сегмента принято рассматривать в виде трех колонн – медиальной, переднелатеральной и задней (Assal M. et al., 2015). Некоторые авторы также рассматривают дистальный отдел МБК в качестве четвертой латеральной колонны

(Помогаева Е.В., 2015; Миронов А.В. соавт., 2018; Tang X. et al., 2012). При внутрисуставном характере переломов в соответствии с колонным строением выделяют типичные суставные фрагменты: задний – фрагмент Фолькмана, переднелатеральный – фрагмент Tillaux-Chaput, медиальный фрагмент, включающий медиальную лодыжку и, в случае сложных переломов, фрагмент центральной импрессии – так называемый «die-punch» фрагмент (Topliss C. et al., 2005; Leonetti D. et al., 2017). Современные подходы к диагностике повреждения позволяют за счет анализа данных рентгенографии и спиральной компьютерной томографии определить имеющиеся в каждом конкретном клиническом случае фрагменты и спланировать операцию (Кошкин А.Б. с соавт., 2024; Sommer C. et al., 2017; Tomas-Hernandez J. et al., 2017).

Стандартные рентгенограммы должны выполняться в двух проекциях и включать весь сегмент голени с захватом коленного и голеностопного суставов (Хоминец В.В. соавт., 2017; Котельников Г.П., Миронов С.П., 2022) и дополняться прямой проекцией с внутренней ротацией в 15–20° (проекция mortise), показывающей наличие подвывиха в суставе и состояние ДМБС (Холин А.В., 2019; Court-Brown Ch.M. et al., 2015).

Предварительные сведения о характере перелома можно получить путём анализа стандартных рентгенограмм (Кутепов С.М., 2013; Машьянов П.А. с соавт., 2024; Canale S.T., Beaty J.H., 2013; Jacob N. et al., 2016; Wang X. et al., 2016; Busel G.A. et al., 2017). В последующем компьютерная томография позволяет детально оценить все компоненты повреждения и сегодня является стандартом диагностики переломов пилона. Причем, по мнению многих авторов, компьютерную томографию лучше выполнять после устранения первичного смещения отломков (Хоминец В.В. соавт., 2017; Jacob N. et al., 2015; Saad B.N. et al., 2019).

Для оценки характера перелома большинство авторов применяют классификацию Т.Р. Ruedi, M. Allgower, предложенную еще в 1969 году, а также классификацию Ассоциации остеосинтеза (АО/ASIF) в редакции 2018 года (Meinberg E.G. et al., 2018). Эти классификации основаны на оценке рентгенограмм в стандартных проекциях. Сегодня разработан ряд классификаций на основе

данных компьютерной томографии, которые позволяют точнее определить архитектуру перелома и более адекватно спланировать операцию остеосинтеза.

С. Topliss с соавт. (2005) на основе анализа данных компьютерной томографии выделяют 6 основных фрагментов пилон: передний, задний, медиальный, переднелатеральный, заднелатеральный и центральный импактированный. В зависимости от того, какие фрагменты повреждены, а также от преимущественной линии перелома на аксиальных КТ-срезах, авторы выделили различные типы переломов и сформировали из них две группы – сагиттальные и коронарные переломы (fracture families). В 2017 году D. Leonetti и D. Tiganì усовершенствовали классификацию С. Topliss с соавт. с учетом распространения перелома на суставную поверхность, величины смещения суставных фрагментов ББК и их числа, а также преимущественной плоскости перелома на уровне сустава и количества осколков. При этом было выделено четыре типа переломов. Тип I включает внутрисуставные переломы без смещения отломков (тип Ia) и околосуставные переломы (тип Ib). Тип II – внутрисуставные переломы со смещением при наличии двух основных отломков; подтип IIS – при сагиттальной плоскости перелома, разделяющей пилон на медиальный и латеральный фрагменты; подтип IIF – при фронтальной плоскости перелома, разделяющей пилон на передний и задний фрагменты. Тип III – при наличии трех основных фрагментов также подразделяется на подтипы IIIS и IIIF. Тип IV включает четырехфрагментарные и многооскольчатые переломы, в том числе с импакцией центрального фрагмента дистальной суставной поверхности ББК в метадиафизарную зону. По мнению авторов, определение типа перелома пилон, согласно предложенной классификации, позволяет более правильно планировать оперативное вмешательство, выбирать наиболее подходящий хирургический доступ или их комбинацию и применять для стабильной фиксации соответствующий имплантат.

Важно также учитывать наличие перелома МБК (Barei D.P. et al., 2006; Vasanad G.H. et al., 2016; Busel G.A., Watson J.T., 2017; Hong C.C. et al., 2022). Это важно, так как отдельные авторы выделяют дистальный отдел МБК в отдельную

латеральную колонну, которая важна для обеспечения латеральной стабильности голеностопного сустава (Tang X. et al., 2012; Chen H. et al., 2019).

Хирургические доступы, применяемые для остеосинтеза переломов пилона. Учитывая необходимость бережного отношения к мягким тканям и в то же время потребность в адекватной визуализации суставного компонента перелома для его точного сопоставления, большое значение имеют хирургические доступы, применяемые при остеосинтезе дистального отдела ББК. В настоящее время описано большое количество хирургических доступов к дистальному отделу ББК, среди которых выделяют медиальный, переднемедиальный, переднелатеральный, латеральный, заднелатеральный и заднемедиальный. Каждый из этих доступов позволяет визуализировать лишь часть пилона и выполнить репозицию соответствующего фрагмента его суставной поверхности. Вследствие этого для выполнения репозиции и фиксации при сложных переломах дистального метаэпифиза ББК возможно выполнение различных комбинаций этих доступов в зависимости от числа и локализации костных отломков (Assal M. et al., 2015). Расширенный переднемедиальный доступ достаточно травматичен и ограничивает визуализацию задней колонны (Assal M. et al., 2015).

Предложенная Z. Chen с соавт. (2015) концепция внутренней фиксации на 360° при лечении высокоэнергетических переломов пилона из двух доступов (переднемедиального и заднелатерального) показала отличные и хорошие результаты в 83% случаев в группе из 18 пациентов с внутрисуставными оскольчатыми переломами пилона. Другие авторы, также выбравшие два этих доступа, приводят сходные клинические результаты (Dai C.H. et al., 2017).

В то же время R. Carbonell-Escobar с соавт. (2017) применяли изолированный переднемедиальный или переднелатеральный доступ и получили похожие функциональные результаты в серии из 92 пациентов, хотя и с большей долей осложнений. Переднемедиальный доступ приводил к более частым некрозам кожи и ранним посттравматическим остеоартритам, чем переднелатеральный доступ.

Таким образом, до настоящего времени отсутствует консенсус в определении оптимальных доступов при остеосинтезе сложных переломов пилона. Все авторы

согласны с тем, что выбор хирургических доступов должен базироваться на 3D-реконструкции перелома, выполненной с помощью компьютерной томографии, учитывать локализацию повреждения и быть результатом тщательного предоперационного планирования (Хоминец В.В. с соавт., 2017; Кошкин А.Б. с соавт., 2024; Krettek C., Bachmann S., 2015). Всё больше авторов доказывают целесообразность применения нескольких доступов для улучшения визуализации внутрисуставных отломков и стабильной фиксации сложных переломов изучаемой локализации (Klaue K., 2017). Однако существует и противоположное мнение. D.S. Chan с соавт. (2017) отмечают, что применение второго заднего доступа повышает риск несращения переломов пилона за счет нарушения кровоснабжения отломков.

Следует отметить, что, независимо от количества применяемых доступов, в случаях высокоэнергетических переломов всегда имеется противоречие между желанием уменьшить травматичность вмешательства для того, чтобы избежать возможных осложнений, и необходимостью адекватной визуализации суставного компонента перелома, что требует выполнения обширных доступов, увеличивающих тяжесть операции (Borg T. et al., 2004; Tong G.O., Li Q. et al., 2014; Paluvadi S.V. et al., 2014; Luo H. et al., 2016; Imren Y. et al., 2017).

Современные принципы хирургического лечения переломов пилона не зависят от типа перелома и выбранного метода операции. Даже если в качестве метода остеосинтеза выбран малоинвазивный накостный остеосинтез, он должен обеспечивать анатомичную репозицию и абсолютную стабильность фиксации фрагментов суставной поверхности ББК, функциональную репозицию метафизарного компонента перелома с восстановлением оси, длины и ротации ББК с шинированием метадиафизарной зоны перелома, фиксацию всех поврежденных колонн, замещение костного дефекта, при сохранении кровоснабжения отломков и обеспечении возможности ранней активной разработки движений для скорейшего и полного восстановления функции голеностопного сустава (Canale S.T., Beaty J.H., 2013; Buckley R.E. et al., 2018).

Таким образом, с одной стороны хирург должен добиться максимально возможного восстановления анатомии поврежденного дистального отдела голени,

с другой – обеспечить стабильность фиксации отломков, достаточную для физиологических движений в голеностопном и коленном суставах без риска вторичного смещения и миграции имплантатов, а также осложнений со стороны мягких тканей (Tong G.O. et al., 2007).

Ряд авторов справедливо считают важным этапом лечения первичную дистракцию зоны перелома в простейшем аппарате внешней фиксации, что обеспечивает предварительную репозицию отломков за счет лигаментотаксиса (Hasenboehler E. et al., 2007; Court-Brown Ch.M. et al., 2015; Jacob N. et al., 2015; Vidovic D. et al., 2015; Saad B.N. et al., 2019) с последующим тщательным предоперационным планированием на основе изучения КТ (Lai T.C. et al., 2018).

О. Borens с соавт. (2006) представили технику закрытой репозиции отломков с применением остроконечных костодержателей и установку стягивающих винтов, фиксирующих относительно крупные суставные фрагменты через проколы кожи при полных суставных переломах пилона. Авторами не зарегистрировано ни одного инфекционного осложнения, перелома или миграции имплантатов. Функциональные результаты по шкале AOFAS составили в среднем 86,1 балла, при этом средний объем движений составил 30° (от 15 до 50°).

G.B. Kim с соавт. (2018) в подобных случаях комбинировали технику ограниченно открытого переднелатерального доступа, производя репозицию и фиксируя передние фрагменты Т-образной малой пластиной с винтами 3,5 или 2,4 мм, с малоинвазивным остеосинтезом из медиальных доступов, устанавливая низкопрофильную дистальную медиальную пластину или 1/3-трубчатую пластину. Обосновывая предложенный метод переднелатерального доступа, авторы отмечают, что именно переднелатеральный фрагмент является ключевым во многих случаях сложного внутрисуставного перелома, а он технически трудно достижим из медиальных доступов.

Многие авторы также отмечают, что медиальное позиционирование пластины не всегда позволяет добиться корректного восстановления оси ББК.

А. Bariş с соавт. (2020) проводили операцию малоинвазивного накостного остеосинтеза медиальной пластиной в раннем периоде без первичного наложения

АВФ, средний срок – 2 суток после травмы. Раннее оперативное лечение позволило авторам добиться репозиции отломков закрытыми методами, путем лигаментотаксиса, в то же время сохранив перифрактурную гематому и кровоснабжение отломков. Несмотря на хорошие функциональные результаты, авторы отмечают довольно большую долю остаточной угловой деформации, более выраженную в сагиттальной плоскости. Возможно, позиционирование пластины по передней или задней поверхности ББК могло бы улучшить данную ситуацию и снизить риск остаточного смещения в сагиттальной плоскости. D. Wu с соавт. (2020) попытались решить обозначенные выше проблемы открытой прямой репозиции суставных фрагментов и переднелатерального позиционирования опорной пластины, предложив метод малоинвазивного накостного остеосинтеза через изогнутый переднелатеральный доступ. Как отмечают авторы, обязательным условием применения метода являлась возможность выполнения репозиции внутрисуставного компонента перелома используемым методом, что решалось в ходе предоперационного планирования по данным КТ. Операцию окончательного малоинвазивного остеосинтеза выполняли в среднем через 7,6 дней после травмы. Авторам удалось выполнить анатомичную реконструкцию дистального отдела голени у 70,5% пациентов, хорошую репозицию – у 23,6%, и не удалось добиться этого у одного пациента (5,9%) (Wu D. et al., 2020).

Преимущества и недостатки малоинвазивного накостного остеосинтеза.

Метод малоинвазивного накостного остеосинтеза (minimally invasive plate osteosynthesis – MIPO), применяемый при переломах дистального отдела ББК и пилона, в полной мере соответствует концепции биологического остеосинтеза, сохраняет кровоснабжение отломков, перифрактурную гематому и способствует вторичному костному сращению, в то же время не ухудшая состояние мягких тканей, что, в свою очередь, сохраняет возможность ранней активной реабилитации, хороших функциональных результатов и низкого риска осложнений (Tong G.O. et al., 2007; Leonard M. et al., 2009; Li Q. et al., 2014; Ballal A.A. et al., 2016; Lakhotia D. et al., 2016; Luo H., 2016; Ding W. et al., 2023; Sourougeon Y. et al., 2023). Следует также сказать, что метод MIPO не лишен недостатков. Он мало

применим при внутрисуставном характере перелома, так как не позволяет выполнить открытую прямую репозицию при большинстве типов внутрисуставных переломов пилона. Кроме того, он довольно часто не до конца устраняет остаточную вальгусную деформацию и вальгусную нестабильность. В подобных случаях даже дополнительная фиксация МБК не всегда решает этот вопрос, так как при вальгусном переломе перелом МБК в большинстве случаев будет многооскольчатый (Chan R. et al., 2015; Kurylo J.C. et al., 2015; Vasanad G.H. et al., 2016; Mittlmeier T. et al., 2017). При изолированном применении медиальной опорной пластины отмечается склонность к «сагиттальной» нестабильности, остаточной ретро- и прокурвации (Barış A. et al., 2020). Техника позиционирования пластины по переднелатеральной поверхности с применением малоинвазивных техник в современной литературе описана недостаточно полно. Мы встретили лишь одну статью, посвященную подобной технике операции, с малым количеством наблюдений (Lakhotia D. et al., 2016). Многие авторы также указывают на замедленное сращение при простых переломах метадиафизарной зоны, требующих точной анатомичной репозиции, абсолютной стабильности и прямого сращения, чего сложно добиться при использовании малоинвазивного метода (Hasenboehler E. et al., 2007; Vidovic D. et al., 2015; Kim T.H. et al., 2024). При неточном моделировании имплантатов, а также применении пластин стандартного профиля многие пациенты жалуются на дискомфорт в области кожных покровов, что чаще требует удаления имплантатов (White T.O. et al., 2010).

Однако, несмотря на перечисленные недостатки, мы видим, что современные возможности метода МІРО расширяются, все больше авторов пытаются применять данную технику даже при сложных внутрисуставных переломах типа 43C3 (Court-Brown Ch.M. et al., 2015; Jacob N. et al., 2015; Kim G.B. et al., 2018; Wu D. et al., 2020; Shafiq B. et al., 2023). Справедливо и то, что необходимым условием для МІРО является тщательное планирование по данным всестороннего анализа компьютерной томографии и рентгенографии, а также понимание того, что цель операции – анатомичная репозиция суставной поверхности и функциональная

репозиция метадиафизарной зоны, а также стабильная фиксация отломков, что может быть достигнуто при выборе малоинвазивного накостного остеосинтеза.

Таким образом, проблема лечения внутрисуставных переломов дистального отдела большеберцовой кости, наряду с переломами дистального отдела бедренной кости и плато большеберцовой кости, сохраняет высокую актуальность. Нуждаются в усовершенствовании принципы оценки повреждения на основе колонной теории и предоперационного планирования с прицельным выбором доступов и определением возможности применения малоинвазивного остеосинтеза. Этапное лечение при сложных высокоэнергетических переломах пилона, также как при переломах плато ББК, доказало свою эффективность, однако в современной литературе мало исследований, изучающих влияние *ранней качественной репозиции* отломков в первичном АВФ на окончательный результат лечения.

Так же, как и при переломах плато и дистального отдела бедренной кости, многоколонная фиксация сложных переломов пилона может дать преимущества в плане повышения стабильности и возможности ранней реабилитации, что повысит функциональные результаты остеосинтеза. Усовершенствование методов малоинвазивного накостного остеосинтеза при оперативном лечении переломов пилона должно быть направлено на улучшение качества репозиции отломков, стабильности фиксации, уменьшение доли осложнений. В целом, решение описанных проблем хирургического лечения переломов пилона можно рассматривать в комплексе с остальными изучаемыми в настоящем исследовании локализациями внутрисуставных переломов нижней конечности в области коленного и голеностопного суставов.

1.4. Нестабильные переломы лодыжек и заднего края большеберцовой кости

Актуальность. По данным современной литературы, частота переломов лодыжек составляет до 9% от всех переломов костей конечностей (Court-Brown Ch.M., Caesar B., 2006). При этом в 7–44% случаев указанные переломы сочетаются

с повреждениями заднего края дистального метаэпифиза большеберцовой кости (Yi Y. et al., 2018; Vacas-Sanchez E. et al., 2020). По данным ряда авторов, при переломах лодыжек типов В и С по классификации АО частота перелома заднего края ББК достигает до 50% (Jaskulka R.A. et al., 1989; Jehlicka D. et al., 2002; Switaj P.J. et al., 2014). В отношении переломов заднего края ББК в литературе употребляются разные термины, косвенно характеризующие данное повреждение. Еще с XIX века в отношении заднего края ББК употребляется термин «треугольник Фолькмана» (Earle H., 1828; von Volkmann R., 1875; Ludloff K., 1926). Французский рентгенолог E. Destot в 1911 г. ввел термин «задняя лодыжка» – “mall’eoле post’erieure” (posterior malleolus). А термин «трехлодыжечный перелом» впервые использовал M.S. Henderson в 1932 г. С нашей точки зрения, сам термин «перелом заднего края суставной поверхности большеберцовой кости» – fractures of the posterior rim of the distal end of the tibia (Rammelt S., Bartoníček J., 2020) или posterior pilon variant (Chaparro F. et al., 2019) в некотором смысле перекликается с внутрисуставными переломами пилона и плато ББК, отражая его внутрисуставной характер и возникающую при этом нестабильность сустава. Логично, что целью его остеосинтеза является восстановление стабильности сустава при восстановлении анатомии суставной поверхности ББК. Переломы лодыжек в сочетании с переломом заднего края ББК составляют группу тяжелых нестабильных повреждений голеностопного сустава (ГСС), часто сопровождающихся подвывихами или полными вывихами стопы. При лечении таких пострадавших до настоящего времени наблюдается значительно большая доля неудовлетворительных исходов, обусловленных неанатомичной репозицией отломков (SooHoo N.F. et al., 2009; Berkes M.B. et al., 2013; Goost H. et al., 2014) или сопутствующими хондральными повреждениями, приводящими к развитию остеоартрита (Valderrabano V. et al., 2008; Braunstein M. et al., 2020).

Важность обсуждаемой проблемы подтверждается также большим количеством операций, выполняемых по поводу переломов лодыжек. При этом подходы к остеосинтезу латеральной и медиальной лодыжек обычно не вызывают дискуссий и заключаются в максимально точной анатомичной репозиции и

стабильной фиксации отломков с сохранением взаимоотношений в голеностопном суставе, но проблема фиксации отломков при сопутствующих переломах фрагмента заднего края ББК к настоящему времени не решена окончательно. В частности, не установлены четкие показания для фиксации костных отломков заднего края ББК, а также не определен оптимальный метод остеосинтеза и наиболее подходящие хирургические доступы. Поэтому в большинстве профильных стационаров операции остеосинтеза заднего края ББК выполняются у пациентов рассматриваемого профиля достаточно редко, что может быть причиной некорректного восстановления анатомии и стабильности поврежденного голеностопного сустава, что определяет неудовлетворительные исходы лечения при обсуждаемых травмах (Mingo-Robinet J. et al., 2011; Xu H.L. et al., 2012). Господствующая до недавнего времени концепция о необходимости фиксации заднего края только при его размере более 25% суставной поверхности ББК (Parachristou G., 2003), сегодня пересматривается (Xu H.L. et al., 2012), так как не только размер заднего края определяет показания к операции. Необходимо учитывать также конфигурацию перелома, степень смещения фрагментов и уровень нестабильности в голеностопном суставе (Drijfhout van Hooff C.C. et al., 2015; Mangnus L. et al., 2015; Chaparro F. et al., 2019). По современным представлениям, корректный остеосинтез заднего края ББК любого размера приводит к восстановлению стабильности задней порции ДМБС и конгруэнтности дистальной межберцовой вырезки, что является профилактикой нестабильности голеностопного сустава в целом и препятствуют развитию посттравматического остеоартрита (Chaparro F. et al., 2019). В то же время при традиционной непрямой технике репозиции и фиксации заднего края чрескожными винтами в 42% случаев сохраняется внутрисуставные ступени более 2 мм (Drijfhout van Hooff C.C. et al., 2015), а при применении прямой открытой репозиции через задние доступы качество репозиции внутрисуставных переломов выше (Huber M. et al., 1996; Shi H.F. et al., 2017; Vidovic D. et al., 2017; Baumbach S.F. et al., 2019; Chaparro F. et al., 2019; Rammelt S., Bartoníček J., 2020; Neumann A.P. et al., 2022). Кроме того, результаты лечения и склонность к посттравматическому остеоартриту

голеностопного сустава значительно меньше при анатомичном восстановлении суставной поверхности большеберцовой кости (Ху Н.Л. et al., 2012). Таким образом, подход к переломам заднего края ББК в сочетании с нестабильными переломами лодыжек аналогичен внутрисуставным переломам пилона, что и заставило включить данную группу повреждений в наше исследование.

Эти переломы имеют большое разнообразие типов и различные механизмы возникновения. Они могут быть результатом ротационного воздействия на область голеностопного сустава, формирующего отрывные переломы заднего края ББК в месте прикрепления задней порции дистального межберцового синдесмоза, при этом фрагмент заднего края ББК чаще всего небольшой по размеру и располагается в заднелатеральной области. Этот перелом может быть связан с ротацией таранной кости и ее «толкательным воздействием» на ЗКББК, при этом чаще формируются двухфрагментарные отломки (Mason L.W. et al., 2017, 2019). Третий механизм связан с осевой нагрузкой (Klammer G. et al., 2013), раскалыванием фрагмента ЗКББК. Эти переломы, как правило, проходят во фронтальной («коронарной») плоскости, бывают достаточно крупными, могут также состоять из заднемедиального и заднелатерального фрагментов и сопровождаться импрессией части суставной поверхности. Все описанные типы закономерно отличаются в плане методов репозиции и фиксации и, следовательно, нуждаются в распознавании и точном предоперационном планировании. Непонимание типа перелома, недостаточная предоперационная диагностика приводят к некорректной фиксации или ее отсутствию, что приведет к некачественному восстановлению анатомии голеностопного сустава и плохому исходу оперативного лечения. Более того, по данным современной литературы, в 34% случаев переломы заднего края ББК остаются нераспознанными на стандартных рентгенограммах голеностопного сустава (Vacas-Sanchez E. et al., 2020; Ræder B.W. et al., 2021), т.е. КТ-диагностика с изучением точной архитектоники данного перелома так же необходима, как и при других внутрисуставных переломах нижних конечностей. Таким образом, подходы к оперативному лечению при переломах заднего края ББК, как и при переломах пилона, плато ББК и дистального бедра, нуждаются в пересмотре.

Сходства в архитектонике переломов, принципах остеосинтеза на основе современных тенденций к анатомичной репозиции и стабильной фиксации являющегося внутрисуставным перелома заднего края ББК через доступы, которые используются при остеосинтезе переломов пилона, позволили нам рассмотреть лечение этих переломов в рамках данного исследования.

Классификации переломов в области голеностопного сустава. Для понимания логики во взглядах на оперативное лечение пациентов с обсуждаемой патологией целесообразно, прежде всего, оценить существующие классификации соответствующих повреждений, которые используются практическими врачами при выборе лечебной тактики. Важным моментом в этой связи является разделение рассматриваемых переломов на стабильные и нестабильные.

Следуя этой концепции, условную «трехзубую вилку» ГСС можно принять за кольцо, образованное тремя костями – двумя лодыжками и задним краем ББК, а также соединяющими их связками. Известно, что стабильность этого кольца определяется снаружи латеральной лодыжкой и связанным с нею латеральным связочным комплексом, изнутри – медиальной лодыжкой и дельтовидным связочным комплексом, спереди – передней порцией дистального межберцового синдесмоза, а сзади – задней порцией дистального межберцового синдесмоза и задним краем ББК. Одиночное повреждение структур указанного кольца, например изолированный перелом латеральной лодыжки, не приводит к переднезаднему или латеральному смещению таранной кости и является, таким образом, стабильным (Toth M.J. et al., 2017). Поэтому считается, что для формирования нестабильности в области ГСС при обсуждаемых травмах необходимо наличие двух и более повреждений перечисленных выше фиксирующих структур, например переломы обеих лодыжек, либо перелом одной лодыжки и разрыв одной из групп связок. При этом в группу нестабильных повреждений по определению входят любые переломы одной или двух лодыжек, сочетающиеся с переломом заднего края ББК, который обычно сопровождается несостоятельностью задней порции дистального межберцового синдесмоза (Toth M.J. et al., 2017).

Наиболее распространенной классификацией переломов лодыжек, учитывающей механизмы повреждений костно-связочного кольца ГСС, является классификация N. Lauge-Hansen, предложенная еще в 1950 году. Для выбора конкретной тактики остеосинтеза более удобна классификация Ассоциации остеосинтеза (АО), подразделяющая все переломы лодыжек на подсиндесмозные, чрезсиндесмозные и надсиндесмозные (Meinberg E.G. et al., 2018). Согласно современной концепции лечения внутрисуставных переломов, к которым относятся и переломы лодыжек, в результате оперативного лечения необходимо добиться точной (анатомичной) репозиции всех фрагментов, включающих суставные поверхности, а также надежно (стабильно) их фиксировать. Эти положения, несомненно, относятся и к фрагменту заднего края большеберцовой кости, но в отношении него единое мнение среди специалистов отсутствует, а вопросы его хирургической фиксации продолжают обсуждаться (Van den Bekerom M.P. et al., 2009; Toth M.J. et al., 2017).

Известные алгоритмы выбора лечебной тактики в отношении переломов заднего края ББК основываются преимущественно на размерах суставной поверхности, включенной в костный отломок ББК, а показания к его фиксации определяются вовлечением не менее 25–33% суставной поверхности (McDaniel W.J. et al., 1977; Hartford J.M. et al., 1995). Однако, как мы указывали выше, такой подход имеет множество ограничений. Так, определение размеров вовлеченной в перелом суставной поверхности ББК по стандартной боковой рентгенограмме неточно и не может быть стандартизовано, так как линия перелома не параллельна линии рентгеновских лучей (Irwin T.A. et al., 2013; Mangnus L. et al., 2015). Это обстоятельство привело отдельных исследователей к заключению о том, что 3D морфология фрагмента заднего края ББК более важна, чем его размер (Irwin T.A. et al., 2013; Mangnus L. et al., 2015). Основываясь на этой концепции, N. Haraguchi с соавт. в 2006 году впервые предложили классифицировать фрагменты заднего края ББК не по размеру, а по морфологии перелома. Они выделили три типа переломов обсуждаемой локализации: тип 1 – заднелатеральный косой, тип 2 – поперечный с распространением на медиальную поверхность, тип 3 – перелом кортикальной

пластинки. В 2015 г. J. Bartoníček с соавт. предложили свою классификацию, разделив все переломы на 4 типа: тип 1 – внеинцизурный фрагмент с интактной малоберцовой вырезкой (8%); тип 2 – интраинцизурный заднелатеральный фрагмент с вовлечением 1/3–1/4 малоберцовой вырезки (52%); тип 3 – интраинцизурный заднемедиальный двухфрагментарный перелом, включающий заднюю часть малоберцовой вырезки латерально и заднюю часть медиальной лодыжки медиально (28%); тип 4 – большой заднелатеральный фрагмент треугольной формы, включающий заднюю половину малоберцовой вырезки (9%).

В дальнейшем L. Mangnus с соавт. (2015) при анализе 3D-изображений компьютерной томографии показали, что корреляция между типом перелома заднего края ББК и степенью нестабильности перелома отсутствует, то есть нет взаимосвязи между характером перелома заднего края ББК и типом перелома по классификации Lauge-Hansen. Эти авторы также считают, что заднелатеральные фрагменты ББК должны быть исследованы на наличие импакции и фиксированы при наличии даже незначительного вовлечения суставной поверхности. При этом заднелатеральные отломки кортикальной пластинки ББК можно оставить нефиксированными в случае сохранения медиальной стабильности ГСС.

В противовес этим авторам, Y. Yi. с соавт. (2018) в аналогичном по дизайну исследовании установили, что в группе пострадавших с супинацией и наружной ротацией в основном были зафиксированы заднелатеральные косые фрагменты заднего края ББК, а в группе с пронацией и наружной ротацией – фрагментированный заднемедиальный фрагмент или большой заднелатеральный фрагмент ББК треугольной формы.

L.W. Mason с соавт. (2017, 2018, 2019) попытались описать переломы заднего края ББК у 50 пациентов, учитывая механизм повреждения. При этом тип 1, который встречался у 34% пациентов, возникал за счет ротации и характеризовался отрывным переломом места прикрепления задней нижней большеберцово-малоберцовой связки в виде тонкого внесуставного фрагмента и, по мнению авторов, в 100% случаев сопровождался повреждением ДМБС. При типе 2, наряду с отрывным механизмом, происходит т.н. «push-off» перелом за счет ротации

тарана в вилке сустава и соударения его с задним краем ББК, вызывая косой перелом, состоящий из одного заднелатерального фрагмента – тип 2а (24% пациентов) или двух заднемедиального и заднелатерального фрагментов – тип 2в (21%). При этом эти типы могут сопровождаться повреждением ДМБС в 50% случаев. Эти переломы, по мнению авторов, нуждаются в открытой репозиции и внутренней фиксации. При этом в случае 2в типа первым должен фиксироваться заднемедиальный фрагмент, так как косая линия перелома между заднемедиальным и заднелатеральным фрагментами может способствовать некорректной трансляции последнего в медиальную сторону и препятствовать точной анатомичной репозиции обоих фрагментов. При 2 типе авторы рекомендуют применять заднелатеральный, заднемедиальный доступ или их комбинацию. Тип 3 это коронарный перелом, возникающий за счет аксиальной компрессии в положении подошвенного сгибания стопы, встречается в 21% случаев, и, несмотря на то, что он часто сопровождается высоким переломом малоберцовой кости или длинным косым ее переломом, параллельно плоскости раскола заднего края, он значительно реже сопровождается повреждением ДМБС, однако при этом также рекомендована открытая репозиция и остеосинтез через заднемедиальный доступ. Такая интерпретация переломов ЗКББК в сочетании с переломами лодыжек не совсем соответствует классическим представлениям АО классификации, при котором мы ориентируемся на высоту перелома относительно ДМБС. Она заслуживает внимания и еще раз подчеркивает необходимость тщательной предоперационной диагностики, уточнения конфигурации всех компонентов повреждения, аналогично другим внутрисуставным переломам, изучаемым в рамках данной работы.

Все же, наибольшей надежностью и достоверностью обладает классификация J. Bartoníček с соавт. (2015) (Pflüger P. et al., 2022).

Таким образом, несмотря на отдельные различия, в основу всех упомянутых классификаций положены не столько размеры фрагмента заднего края ББК, сколько стабильность в голеностопном суставе, наличие суставного компонента

перелома, а также конгруэнтность малоберцовой вырезки и целостность дистального межберцового синдесмоза.

В целом, несмотря на некоторые противоречия в мнениях специалистов, большинство современных авторов считает, что фиксация отломков заднего края ББК показана при одномоментных повреждениях лодыжек или при разрывах задней порции дистального межберцового синдесмоза и имеет целью, прежде всего, обеспечение стабильности поврежденного голеностопного сустава, восстановление конгруэнтности межберцовой вырезки и анатомических взаимоотношений в суставе. Исключением из указанного правила могут являться только небольшие отломки кортикальной пластинки ББК, не включающие участки ее суставной поверхности, зафиксировать которые технически сложно, а порой и невозможно.

Техника фиксации отломков заднего края большеберцовой кости и современное состояние проблемы хирургического лечения переломов лодыжек с вовлечением заднего края большеберцовой кости. Техника фиксации заднего края ББК может существенно различаться в зависимости от типа перелома и предпочтений хирурга. Возможна закрытая репозиция костных отломков с малоинвазивной чрескожной фиксацией, а также прямая открытая репозиция через заднемедиальный или заднелатеральный хирургический доступ с введением винтов спереди назад или сзади наперед (Zhong S. et al., 2017). В данном случае имеется определенное сходство хирургической техники с фиксацией переломов дистального метаэпифиза ББК, пилона с повреждением задней его колонны.

При относительно небольшом смещении костного фрагмента возможны закрытая репозиция и фиксация винтами спереди назад. Однако малая площадь и ширина треугольника Фолькмана делают крайне затруднительным точное проведение винтов и подбор необходимой длины их резьбовой части. Такая техника может быть успешной при достаточно крупном фрагменте с умеренным смещением, которое возможно устранить закрыто, путем наложения остеоконечных фиксаторов, при «фронтальной плоскости перелома» IV тип по

классификации Bartoníček, а также при отсутствии интерпозиции в зоне перелома или участков импрессии суставной поверхности (Rammelt S., Bartoníček J., 2020). Обоснованным представляется мнение о том, что наиболее эффективным способом лечения подобных повреждений является открытая репозиция и внутренняя фиксация фрагмента заднего края ББК (Toth M.J. et al., 2017). Следует также отметить, что по современным представлениям, основанным на данных компьютерной томографии, только открытая репозиция и стабильная фиксация могут восстановить анатомию малоберцовой вырезки и дистальной суставной поверхности большеберцовой кости. Без этого восстановление стабильности в области дистального межберцового синдесмоза не приводит к достижению цели операции, так как отсутствие точного восстановления анатомии дистальной суставной поверхности ББК ведет к прогрессированию остеоартрита и нарушению функции ГСС (Xu H.L. et al., 2012; Von Ruden C. et al., 2015; Zhong S. et al., 2017).

Для открытой репозиции заднего края ББК с учетом архитектоники перелома могут быть использованы различные хирургические доступы: трансмалоберцовый, заднелатеральный или заднемедиальный. При этом выбор доступа зависит от типа перелома заднего края ББК, его размеров и степени смещения отломков. Кроме того, следует учитывать тип перелома малоберцовой кости (МБК) и характер повреждения медиальных связочных структур (Bartoníček J., Rammelt S., 2015).

Трансмалоберцовый хирургический доступ технически выполним и целесообразен при длинных косых переломах латеральной лодыжки типа В. В этих случаях наружная ротация и дистальное смещение дистального фрагмента латеральной лодыжки позволяют визуализировать малоберцовую вырезку и задний край ББК (Rammelt S. et al., 2013; Neumann A.P. et al., 2022). Однако такие переломы встречаются достаточно редко, а практический опыт применения этого метода весьма ограничен. Заднемедиальный хирургический доступ позволяет адекватно выполнить репозицию и фиксацию костных отломков при сочетании перелома заднего края ББК с переломом медиальной лодыжки (Bois A.J. et al., 2008). Поэтому он скорее подходит для переломов заднего края ББК типа 3 по Bartoníček с соавт. (2015) и типа 2 по N. Higuruchi с соавт. (2006). Заднелатеральный хирургический

доступ позволяет выполнить адекватную фиксацию при сочетаниях переломов латеральной лодыжки и заднего края ББК. Он особенно удобен при относительно небольших размерах фрагментов и оскольчатом характере перелома заднего края ББК, когда сложно выполнить непрямую репозицию костных отломков (Rammelt S. et al., 2013; Rammelt S., Bartoníček J., 2015; Toth M.J. et al., 2017).

Таким образом, по мнению многих современных авторов, открытая репозиция фрагмента заднего края ББК является более качественной в сравнении с закрытой. Следует также отметить, что, по мнению многих авторов, качественная фиксация заднего костного фрагмента Фолькмана снижает необходимость отдельной фиксации дистального межберцового синдесмоза винтами и, соответственно, потребность в их удалении, что положительно сказывается на возможности разработки ГСС после операции и восстановлении его функции (Magan A. et al., 2014; Toth M.J. et al., 2017). Это подтверждаются результатами ряда клинических исследований (Forberg J. et al., 2009; Klammer G. et al., 2013; Von Rüden C. et al., 2015; Mason L.W. et al., 2018). Приведенные этими авторами результаты подтверждают клиническую эффективность активной хирургической тактики в отношении смещенного фрагмента заднего края большеберцовой кости при рассматриваемых переломах.

Таким образом, переломы лодыжек относятся к категории внутрисуставных переломов, к которым, по современным представлениям, должны применяться базовые принципы лечения этой категории травм: точная (анатомичная) репозиция фрагментов суставной поверхности и стабильная их фиксация. Существовавшее ранее мнение о том, что фрагмент заднего края, содержащий менее 1/3 суставной поверхности ББК, можно не фиксировать, так как это не приводит к нарушениям стабильности голеностопного сустава и не влияет отрицательно на его функцию (Рюди Т.П. с соавт., 2013; Drijfhout van Hooff C.C. et al., 2015), ставится под сомнение. С накоплением клинического опыта и внедрением в повседневную клиническую практику компьютерной томографии стало очевидно, что переломы заднего края ББК обладают большим разнообразием, которое не позволяет удовлетворительно описать их в рамках известных классификаций. Этот факт

послужил толчком к созданию отдельных классификаций переломов заднего края ББК, учитывающих важные детали архитектоники таких повреждений (Naraguchi N. et al., 2006; Bartonícek J. et al., 2015) и предложенных ими классификаций. Несмотря на различия в подходах, этими классификациями можно пользоваться при планировании оперативного лечения пациентов обсуждаемого профиля.

Улучшить результаты лечения этой категории больных можно только путем качественного восстановления всех поврежденных структур голеностопного сустава, представляющих собой сложный комплекс костных и связочных анатомических образований. Следовательно, при рассматриваемых переломах необходимо качественно фиксировать в правильном положении не только латеральную и медиальную лодыжки, но и задний край большеберцовой кости с точным восстановлением анатомии малоберцовой вырезки. Безусловно, для реализации этой цели требуется тщательное предоперационное планирование и выполнение операции с интраоперационным контролем стабильности фиксации и положения имплантатов. Для точной конкретизации принципов остеосинтеза, изучения оптимальных хирургических доступов, подтверждения их клинической эффективности и безопасности, а также уточнения показаний к их применению в зависимости от морфологии рассмотренных переломов необходимо проведение дальнейших сравнительных клинических исследований в сопоставимых клинических группах.

1.5. Резюме

Как коленный, так и голеностопный суставы являются крупными суставами нижней конечности, которые несут большую осевую нагрузку. В то же время, в области этих суставов нет достаточного объёма мягких тканей при наличии большого количества клинически значимых сосудов и нервов. Эти обстоятельства заставляют хирургов обращать повышенное внимание на технику выполнения операций и выбор хирургических доступов при оперативном лечении переломов этих локализаций. Проанализировав данные современной литературы по проблемам хирургического лечения около- и внутрисуставных переломов длинных

костей нижней конечности, образующих коленный и голеностопный суставы, мы отметили ряд общих особенностей, касающихся четырех изучаемых локализаций.

Переломы всех изучаемых локализаций встречаются в клинической практике достаточно часто. Эти переломы могут быть сложными многооскольчатыми, являться результатом высокоэнергетических повреждений, сопровождаться обширным разрушением суставной поверхности, метафизарной зоны и окружающих мягких тканей, или могут быть низкоэнергетическими, характеризоваться простым типом перелома или происходить на фоне сниженной плотности костной ткани. При этом повреждение суставной поверхности соответствующего метаэпифиза происходит по типу раскола, с одной или несколькими плоскостями перелома, образующими внутрисуставные ступени за счет смещения отколотого фрагмента или импрессии с формированием области сминания губчатой кости под суставной поверхностью или в метафизарной зоне.

Исходя из современных представлений, дистальный метаэпифиз бедренной кости, проксимальный и дистальный метаэпифизы большеберцовой кости принято рассматривать с точки зрения колонной теории строения, выделяя латеральную и медиальную колонны дистального отдела бедренной кости, медиальную, латеральную и заднюю колонны проксимального метаэпифиза большеберцовой кости, переднелатеральную, медиальную и заднюю колонны дистального метаэпифиза большеберцовой кости, т.е. функциональные образования части суставной поверхности с кортикальной поддержкой, отвечающие за перераспределение нагрузки при осевом воздействии. С биомеханических позиций в ходе остеосинтеза необходимо не только выполнять репозицию суставной поверхности, но и восстанавливать опору поврежденных колонн, чтобы сломанная кость могла переносить осевую и другие виды нагрузки в процессе консолидации.

Реализация этих целей при лечении каждого пациента с внутрисуставными переломами изучаемых локализаций – сложная задача и требует системного подхода как в процессе диагностики, предоперационного планирования, так и в ходе операции – при выборе необходимых хирургических доступов, приемов репозиции, позиционировании и видов имплантов.

Анализ литературы показал, что оперативное лечение переломов изучаемых локализаций сопровождается высокой долей неудовлетворительных результатов, которые обусловлены следующими обстоятельствами:

- недооценкой тяжести перелома из-за недостаточно полной диагностики и отсутствия выявления всех повреждений;
- при сложных многооскольчатых высокоэнергетических переломах применяется этапное лечение с первичным наложением АВФ, однако качеству первичной репозиции в АВФ не всегда придается должное значение, что может снижать качество окончательной репозиции костных отломков и влиять на функциональный результат и долю осложнений;
- усовершенствованные прямые доступы, направленные на прицельную репозицию поврежденных фрагментов, в том числе к задним отделам плато ББК и пилон ББК, нуждаются в апробации и отработке техники для расширения возможностей их применения;
- традиционные хирургические доступы требуют обширного обнажения костных отломков в области внутрисуставного перелома, что часто вызывает конфликт с мягкими тканями, повышает травматичность остеосинтеза и риск осложнений; при этом результаты лечения могут быть улучшены путём усовершенствования методов малоинвазивного накостного остеосинтеза;
- фиксация всех повреждённых колонн способствует повышению стабильности остеосинтеза. Для подтверждения этой гипотезы и внедрения ее результатов в клиническую практику необходимо проведение биомеханических испытаний и клинической апробации.

Решению всех перечисленных вопросов и посвящено настоящее исследование, целью которого является обоснование, посредством анализа профильных научных публикаций и собственных сравнительных экспериментальных и клинических исследований, системы хирургического лечения пострадавших с околосуставными и внутрисуставными переломами длинных костей конечностей, формирующих коленный и голеностопный суставы.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Структура и общая характеристика диссертационной работы

Диссертационное исследование включало несколько последовательных этапов, направленных на достижение поставленной цели исследования.

Для определения современного состояния изучаемой проблемы был выполнен анализ более 350 научных публикаций отечественных и зарубежных авторов, касающихся оперативного лечению пострадавших с переломами ДОБК, проксимального и дистального отделов ББК, а также лодыжек. Были изучены вопросы практического применения колонных классификаций строения БК и ББК, многоколонной фиксации и биомеханической стабильности остеосинтеза при интересовавших нас переломах, а также определены факторы, влияющие, по мнению профильных специалистов, на повышение стабильности фиксации в зависимости от типа и локализации перелома.

Углубленному изучению были подвергнуты также научные публикации, посвященные различным модификациям хирургических подходов при операциях по поводу переломов бедренной, большеберцовой костей и лодыжек в их отделах, прилежащих к коленному и голеностопному суставам. Отдельным направлением проведенного анализа научной литературы была также этапная тактика лечения при внутрисуставных переломах изучаемых локализаций. В целом, на основании анализа современных источников научной литературы была решена первая задача диссертационного исследования, а именно, были показаны нерешенные вопросы остеосинтеза при переломах изучавшихся локализаций. Это позволило выполнить планирование биомеханических, топографо-анатомических и клинических исследований, которые в совокупности позволили бы обосновать систему хирургического лечения пострадавших с околосуставными и внутрисуставными переломами длинных костей, формирующих коленный и голеностопный суставы.

Второй этап исследования работы заключался в проведении двух серий биомеханических экспериментов на модели оскольчатого перелома ДОБК. На первой модели фиксация осуществлялась при помощи одной пластины,

установленной по латеральной поверхности бедренной кости. Вторая серия изучала аналогичную модель с фиксацией латеральной и медиальной пластинами. Модель с различными вариантами выполненного остеосинтеза модели подвергали циклическим нагрузкам по оси на испытательном стенде, оценивая амплитуду смещений фрагментов при помощи специально установленного с этой целью датчика.

Сходный биомеханический эксперимент был проведен на модели сложного перелома проксимального отдела ББК. При этом в первом варианте фиксации фрагментов модели две пластины были уложены по латеральной и заднемедиальной сторонам. Во втором варианте с учетом трехколонной концепции строения четыре пластины располагали по латеральной, медиальной, заднемедиальной и задней поверхностям проксимального отдела ББК. Были изучены деформации моделей при вертикальном и боковом нагружениях, измерено взаимное смещение фрагментов с помощью бесконтактного видеоэкстензометра. Результаты этих биомеханических исследований позволили доказать преимущества многоколонной фиксации при сложных переломах дистального отдела БК и проксимального отдела ББК и прийти к решению второй задачи диссертационного исследования.

Третий этап работы заключался в выполнении ряда прикладных топографо-анатомических исследований. Так, на 16 нефиксированных нижних конечностях кадаверов моделировали остеосинтез перелома ДОБК путём установки медиальной пластины по малоинвазивной технике из двух доступов. В дальнейшем путём прецизионного препарирования были определены взаимоотношения имплантированного фиксатора к клинически важным анатомическим структурам. Для определения технической возможности и безопасности выполнения заднелатерального трансмалоберцового (ЗЛТМБД) и заднего хирургических доступов (ЗД) к задней колонне плато ББК были использованы 24 препарата нижних конечностей, на которых из изучаемых доступов были имплантированы опорные пластины на заднелатеральные отдела плато ББК. На 18 нефиксированных препаратах нижних конечностей при использовании аналогичных методов было

исследовано применение заднелатерального и заднемедиального доступов к заднему краю ББК, отработана хирургическая техника их выполнения и определен объем визуализации фрагмента заднего края ББК для каждого из доступов. Эти топографо-анатомические эксперименты позволили решить третью задачу настоящей работы.

Четвертый этап диссертационной работы заключался в сравнительных клинических исследованиях исходов лечения 473 пациентов с внутрисуставными переломами четырех изучаемых локализаций, разделенных на ряд серий. Во всех этих сериях сопоставимые клинические группы пациентов сравнивались между собой. При этом сравнивались традиционные, общепринятые методики лечения и предлагаемые усовершенствованные подходы, заключающиеся в прицельной диагностике, тщательном планировании операций, использовании альтернативных хирургических доступов и/или способов остеосинтеза. Результаты этих сравнительных исследований показали эффективность разработанных нами подходов в клинической практике, позволили конкретизировать показания к их применению при лечении пациентов с исследуемыми локализациями. Это позволило решить четвертую, пятую, шестую, седьмую и восьмую задачи нашей работы.

На пятом, завершающем этапе диссертационной работы были обобщены результаты собственных исследований и данные научной литературы, что позволило обосновать и представить оригинальную систему хирургического лечения пострадавших с околосуставными и внутрисуставными переломами длинных костей конечностей, образующих коленный и голеностопный суставы, которая прошла успешную клиническую апробацию. Таким образом, была решена заключительная девятая задача и, соответственно, достигнута цель диссертационной работы.

2.2. Материалы и методы экспериментального исследования

2.2.1. Биомеханический эксперимент на модели нестабильного перелома дистального отдела бедренной кости

Биомеханический эксперимент был проведен на базе ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет путей сообщения имени императора Александра I». Он состоял из двух серий экспериментальных исследований смоделированных нестабильных переломов ДОБК на пенополиуретановых моделях правых бедренных костей (БК), соответствующих размерам натуральной бедренной кости.

Модели остеосинтеза нестабильного перелома ДОБК были выполнены следующим образом: на передней поверхности модели БК отмеряли 50 мм вверх от межмышцелковой вырезки. Затем на этом уровне параллельно плоскости суставной щели коленного сустава распиливали диафиза БК в поперечном направлении. Далее по линии, перпендикулярной линии горизонтального распила и проходящей через центр межмышцелковой вырезки, производили сагиттальный распил дистального фрагмента. В результате была получена модель, соответствующая полному суставному перелому ДОБК (тип 33C1 по классификации АО/ASIF). Затем во фронтальной плоскости проводили два спонгиозных винта диаметром 6,5 мм с неполной резьбой для фиксации мыщелков бедренной кости.

Затем моделировали остеосинтез дистальной бедренной пластиной длиной 260 мм, укладывая её на латеральную поверхность модели БК с фиксацией винтами с угловой стабильностью выше и ниже места смоделированного перелома. Затем в 50 мм параллельно и выше горизонтального распила выполняли второй горизонтальный распил модели БК. После этого циркулярный цилиндрический участок бедренной кости длиной 50 мм был удалён. Таким образом, была получена первая модель внутрисуставного многооскольчатого нестабильного перелома ДОБК типа 33C2 по классификации АО/ASIF с костным дефектом в области нижней трети диафиза, которая была фиксирована дистальной бедренной пластиной по латеральной стороне бедренной кости (рисунок 2.1 а). Вторая серия

экспериментов отличалась тем, что аналогичная модель с фиксацией латеральной пластиной дополнительно была фиксирована реконструктивной пластиной, длина которой составляла 197 мм. Эта пластина была смоделирована в соответствии с формой медиальной поверхности бедренной кости и фиксирована двумя винтами с угловой стабильностью выше и ниже сформированного дефекта бедренной кости (рис. 2.1 б).



Рисунок 2.1. Модели перелома бедренной кости с установленными датчиками перемещений: а – первая серия с латеральной фиксацией; б – вторая серия с двусторонней фиксацией

Биомеханический эксперимент проводили по следующей методике. На медиальную сторону обеих моделей БК в место отсутствующего участка в нижней трети устанавливали датчик перемещений, позволяющий регистрировать взаимные смещения основных фрагментов (см. рис. 2.1). Затем обе модели переломов последовательно устанавливали в сервогидравлической испытательной машине Amsler HB 250 в захваты из жесткого пластика, моделирующие суставы (рис. 2.2).



Рисунок 2.2. Установка моделей переломов в испытательной машине:
а – первая серия с латеральной фиксацией; б – вторая серия с двухсторонней (латеральной и медиальной) фиксацией

Нагрузку прикладывали вдоль механической оси БК, проходящей через центр ротации ее головки и середину межмышцелковой вырезки в циклическом режиме с увеличением амплитуды через каждые 5000 циклов. При этом последовательно использовали 6 нагрузочных диапазонов (от 2 до 20 кгс – первый, от 3 до 40 кгс – второй, от 5 до 60 кгс – третий, от 8 до 80 кгс – четвертый, от 12 до 100 – пятый и от 16 до 120 кгс – шестой диапазон). Изменения осевых циклических нагрузок в шести использованных диапазонах представлены на графике (рис. 2.3).



Рисунок 2.3. График изменений минимальных и максимальных нагрузок в шести последовательных циклах нагружения

Таким образом, максимальная нагрузка (F_{max}) в каждом из шести диапазонов составляла соответственно 20, 40, 60, 80, 100, 120 кгс, а коэффициент асимметрии нагрузки R был равен 0,1. Также по мере ступенчатого роста максимальной нагрузки происходило и увеличение амплитуды нагружения, так как минимальная нагрузка возрастала более плавно и на сравнительно меньшую величину.

2.2.2. Материалы и методы биомеханического эксперимента на модели перелома проксимального отдела большеберцовой кости

Биомеханический эксперимент на модели перелома плато ББК был проведен на той же базе, что и первый. На пенополиуретановых моделях правой ББК моделировали перелом мыщелков типа 41C3 по классификации АО/ASIF. В одном случае была смоделирована двусторонняя фиксация фрагментов: пластины уложены по латеральной и заднемедиальной сторонам. В другом случае была выполнена фиксация с учетом трехколонной концепции: металлоконструкции располагались по латеральной, медиальной, заднемедиальной и задней поверхностям модели. Линии предполагаемых распилов намечали следующим образом. От плоскости суставной поверхности отступали в дистальном направлении 2,5 см, где проводили 2 линии, перпендикулярные анатомической оси кости, на расстоянии 0,5 см друг от друга, соответствующие метафизарному компоненту модели изучаемого перелома. На поверхности плато ББК размечали линии распилов, соответствующих эпифизарному компоненту модели перелома. Первую линию проводили через наиболее выступающую точку бугристости ББК и через точку, соответствующую задней борозде плато ББК. Затем отмечали середину проведенной линии – центр плато. От данной точки проводили линию к переднему краю головки МБК. В медиальном направлении проводили линию, которая являлась перпендикуляром, восстановленным из центра плато к линии, проведенной в переднезаднем направлении. Далее в мыщелки обоих образцов с латеральной стороны во фронтальной плоскости проводили два спонгиозных винта диаметром 4,0 мм с неполной резьбой. Затем на обе модели ББК устанавливали

пластины. По латеральной поверхности метаэпифиза укладывалась анатомически предызогнутая опорная мышцелковая L-образная пластина и фиксировалась винтами. В проксимальный фрагмент проводили 5 винтов с угловой стабильностью, в дистальный – 1 кортикальный винт и 2 винта с угловой стабильностью. Все винты имели диаметр 3,5 мм.

Далее на модель двусторонней фиксации укладывали 1/3-трубчатую пластину с 7 отверстиями. Указанный имплантат предварительно моделировали по заднемедиальному гребню медиального мышцелка модели ББК. Фиксация осуществлялась тремя кортикальными винтами диаметром 3,5 мм (2 винта проводились в проксимальный фрагмент, 1 – в дистальный).

На модель трехколонной фиксации устанавливали три отмоделированные 1/3-трубчатые пластины (рис. 2.4).

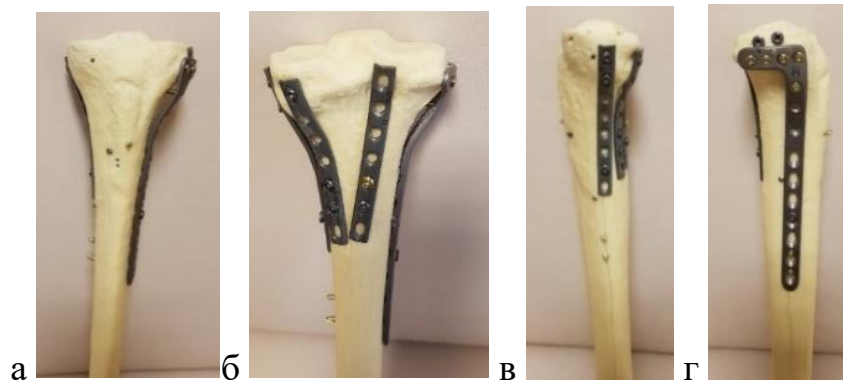


Рисунок 2.4. Расположение пластин на модели трехколонной фиксации для выполнения распилов: а – вид спереди; б – вид сзади; в – вид с латеральной стороны; г – вид с медиальной стороны

По медиальной поверхности имплантат с 8 отверстиями фиксировался тремя кортикальными винтами диаметром 3,5 мм (два были проведены в проксимальный фрагмент, один – в дистальный). Затем вдоль заднемедиального края проксимального метаэпифиза ББК укладывалась 1/3-трубчатая пластина на 7 отверстий. Фиксация данной пластины также выполнялась 3 кортикальными винтами диаметром 3,5 мм (один – в проксимальный фрагмент, два – в дистальный). Последней фиксировалась 1/3-трубчатая пластина с 7 отверстиями на задней поверхности метаэпифиза в косом направлении: проксимальный конец пластины располагался латерально, а дистальный – медиально. Фиксация

выполнялась двумя кортикальными винтами 3,5 мм. Оба винта проводились в дистальный фрагмент. Таким образом, пластина выполняла исключительно опорную функцию.

На следующем этапе подготовки моделей металлоконструкции демонтировались. По намеченным ранее линиям выполнялись распилы. Выпиленный метаэпифизарный сегмент модели ББК размером 5 мм удалялся. Таким образом, формировалась модель сложного внутрисуставного перелома мыщелков ББК типа 41C3 по классификации АО/ASIF. Эпифизарный компонент модели перелома плато ББК состоял из 4 фрагментов. Переднелатеральный и переднемедиальный фрагменты соответствовали латеральной и медиальной колоннам, а задняя колонна была представлена двумя фрагментами: заднелатеральным и заднемедиальным. Метаэпифизарному компоненту сложного перелома соответствовал поперечный дефект размером 5 мм. На завершающем этапе фрагменты модели кости фиксировались винтами и пластинами в описанном выше порядке.

Для обеспечения адекватной фиксации в испытательной машине было выполнено удаление дистальной части пластиковой модели ББК с фиксацией дистального опилов в специальной оснастке при помощи эпоксидной смолы.

В непосредственной близости от сформированного дефекта метафизарной зоны наносили метки для определения абсолютной деформации при вертикальном и боковом нагружении. Такое расположение меток позволило уменьшить погрешность, связанную с различиями нативной кости и изучаемого образца в способности к эластической деформации. При исследовании изучали изменения расстояний между нанесенными метками при разных вариантах нагрузок.

Для изучения деформаций при вертикальном нагружении образец помещали в испытательную машину Shimadzu EZ Test 5 kN (Shimadzu, Япония) и располагали его вертикально с приложением к нему нагрузки размером 300 Н со скоростью 1 мм/мин сверху вниз. Для изучения деформаций при боковом нагружении образец помещали в испытательную машину Shimadzu AG-300 (Shimadzu, Япония) консольно в горизонтальном положении. Нагрузку размером 50 Н со скоростью

1 мм/мин прикладывали к краю образца в четырех позициях: снаружи кнутри, изнутри кнаружи, спереди назад и сзади наперед (рис. 2.5).

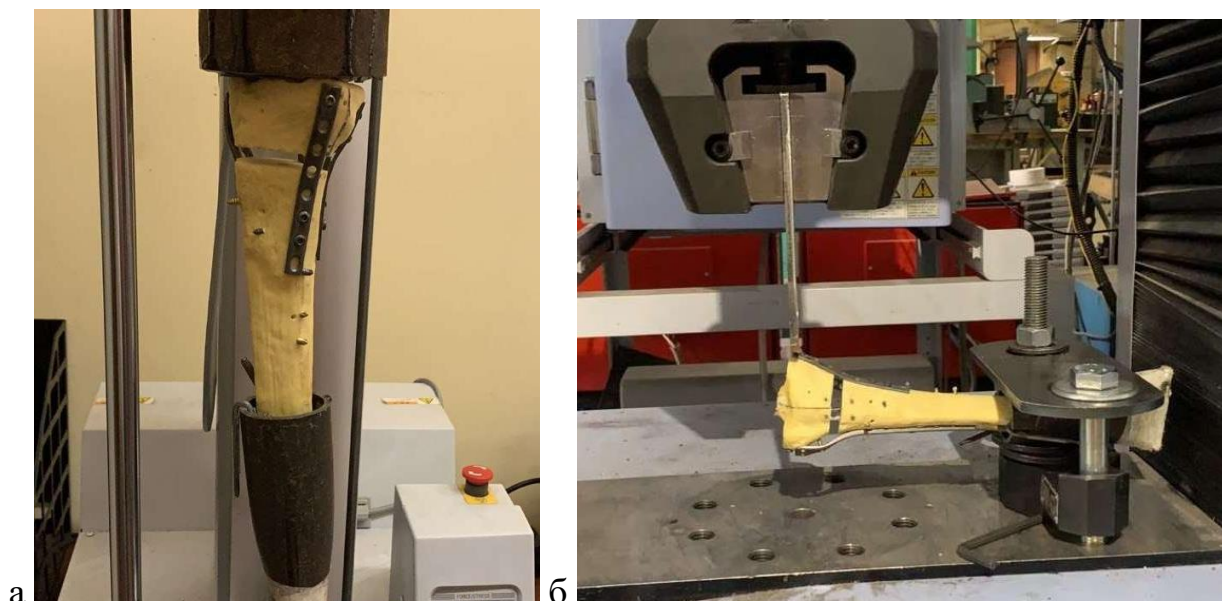


Рисунок 2.5. Модель трехколонной фиксации, установленная в испытательную машину для оценки смещений: а – при вертикальной нагрузке; б – при боковой нагрузке

Деформации определяли с помощью системы Imetrum (Aimil Ltd, India), которая представляет собой бесконтактный видеоэкстензометр для мультиточечного измерения положения, деформации и вращения конструкций или изделий. Процесс измерения деформаций заключается в съемке видеофрагмента непосредственно во время проведения эксперимента с последующим анализом с помощью специализированного программного обеспечения, установленного в контроллер.

На рисунке 2.6 представлены примеры разметки точек, использовавшиеся для измерения расстояний в ходе эксперимента.

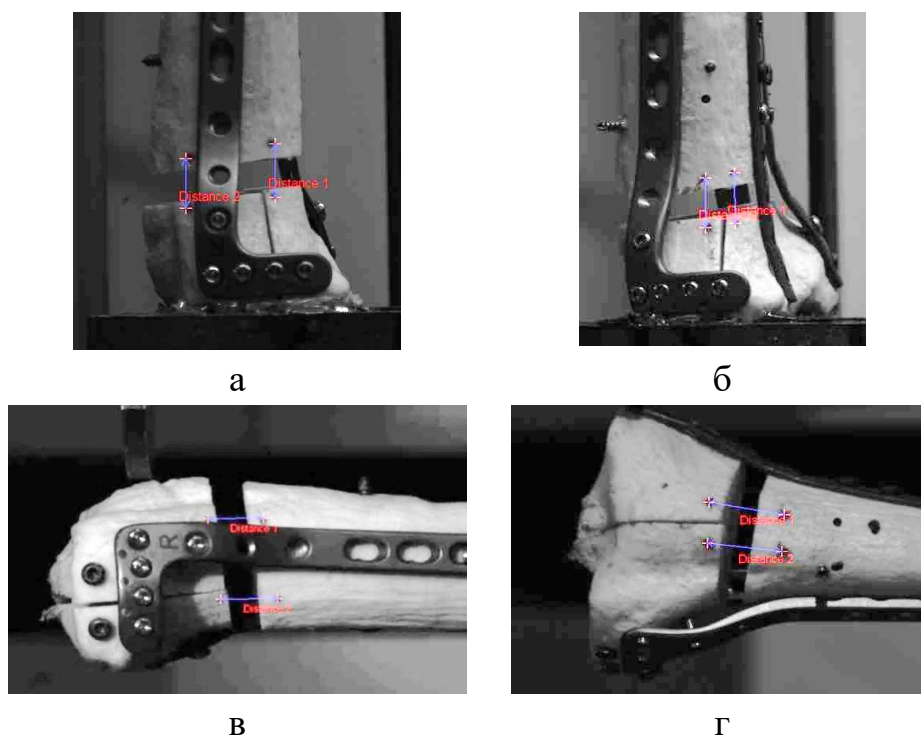


Рисунок. 2.6. Примеры виртуальной разметки отслеживаемых расстояний на моделях сложного перелома плато ББК: а – на латеральной поверхности модели двусторонней фиксации при вертикальной нагрузке; б – на латеральной поверхности модели трехколонной фиксации при вертикальной нагрузке; в – на латеральной поверхности модели двусторонней фиксации при боковой нагрузке; г – на передней поверхности модели трехколонной фиксации при боковой нагрузке

Статистическая обработка полученных результатов

Полученные результаты представлены в виде разницы абсолютных показателей, полученных в результате измерения. Произведено сравнение абсолютных величин между собой с расчетом относительной разницы между моделями, выраженной в процентах. При расчете из значений относительной разницы, полученных в ходе эксперимента на модели двусторонней фиксации, вычитались соответствующие значения, зафиксированные при исследовании модели трехколонной фиксации. Таким образом, положительное значение процентного показателя свидетельствовало о том, что модель трехколонной фиксации более устойчива к нагрузке, чем двусторонней. Отрицательные значения говорили об обратном.

Для оценки наличия статистически значимой разницы между показателями величины смещения фрагментов при нагрузке использовался U-критерий Манна – Уитни. Выбор непараметрического критерия обусловлен малым количеством наблюдений в выборке. При анализе использовались модули значений смещения фрагментов для получения корректных результатов статистического критерия. Сравнительный анализ величины смещения при вертикальной и боковой нагрузках проводился по отдельности.

Критический уровень значимости для исследования был выбран $\alpha=0,05$. Для статистической обработки данных использовались программы Excel (Microsoft, США) и SPSS Statistics 27 (IBM, США).

2.3. Материалы и методы топографо-анатомического исследования

Прикладные анатомические исследования выполнялись на базе кафедры оперативной хирургии с топографической анатомией ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Минобороны России.

2.3.1. Материалы и методы топографо-анатомического обоснования усовершенствованного способа малоинвазивного остеосинтеза при переломах дистального отдела бедренной кости

Наше прикладное топографо-анатомическое исследование было проведено на 16 нижних конечностях 9 нефиксированных трупов, умерших в возрасте от 54 до 72 лет, не имевших повреждений и деформаций в области бедер.

Основными задачами этой части работы была отработка на нефиксированном анатомическом материале рациональной хирургической техники малоинвазивного накостного остеосинтеза по предложенному способу в отношении установки медиальной пластины в нижней половине бедренной кости из двух мини-доступов, а также оценка безопасности операции в отношении повреждения крупных сосудов и нервов.

В ходе выполнения исследования отрабатывали использование предложенного нами «Способа малоинвазивного остеосинтеза при

многооскольчатых переломах дистального отдела бедренной кости», на который был получен патент РФ на изобретение № 2665158. Суть способа заключается в имплантации двух пластин при нестабильном переломе дистального отдела бедренной кости, причём вторая пластина устанавливается малоинвазивно на медиальную поверхность бедренной кости. Так как техника имплантации латеральной пластины является стандартной, исследовалась лишь технология медиальной фиксации.

В ходе проведенных экспериментов на нефиксированном анатомическом материале сначала моделировали прямую реконструктивную пластину длиной 197 мм по пластиковой модели, соразмерной правой или левой бедренной кости. Затем на коже препарата нижней конечности намечали на бедре необходимые анатомические ориентиры следующим образом.

Вначале проводили прямую линию, соединяющую верхнюю переднюю подвздошную ость с серединой лонного сочленения. Далее от середины этой линии проводили прямую линию к приводящему бугорку медиального надмыщелка бедренной кости. Указанная линия соответствовала проекции бедренной артерии на кожу бедра. Затем намечали на коже линии предполагаемых кожных разрезов для двух хирургических мини-доступов на медиальной и переднемедиальной поверхностях бедра. Дистальный кожный разрез длиной 4 см намечали от уровня нижнего края медиального надмыщелка бедренной кости вверх и параллельно проекционной линии бедренной артерии на 2 см кпереди от нее.

Линию проксимального медиального кожного разреза длиной 5 см проводили также на 2 см кпереди от проекционной линии бедренной артерии и параллельно ей на уровне верхнего конца пластины, которую прикладывали к оперируемому бедру (рис. 2.7).



Рисунок 2.7. Результаты разметки на коже правого бедра проекционной линии бедренной артерии и кожных разрезов двух мини-доступов: 1 – линия дистального доступа; 2 – линия проксимального доступа; 3 – намеченная пунктиром проекционная линия бедренной артерии

На следующем этапе выполняли дистальный медиальный разрез кожи и мягких тканей длиной 4 см по намеченной линии на глубину, достигающую латерального надмыщелка бедренной кости. Затем через этот разрез снизу вверх и эпипериостально вводили предварительно отмоделированную пластину на переднемедиальную поверхность бедра по направлению к верхней передней подвздошной ости до тех пор, пока дистальный ее конец не достигал нижнего края сделанного дистального разреза.

Далее на уровне проксимального конца введенной пластины на переднемедиальной поверхности бедра по ранее намеченной линии осуществляли проксимальный медиальный разрез кожи длиной 5 см. Вскрывали собственную фасцию бедра, визуализировали промежуток между прямой и медиальной широкой мышцами бедра. Затем, рассекая и разводя мягкие ткани в этом промежутке, походили вглубь между медиальной широкой и промежуточной широкой мышцами бедра, обнажали бедренную кость и визуализировали проксимальный конец введенной пластины. Далее через указанный доступ под заднюю поверхность бедренной кости вводили металлический ретрактор с целью профилактики повреждения магистральных сосудов бедра при проведении фиксирующих пластину винтов. Затем производили фиксацию установленной медиальной пластины винтами с угловой стабильностью диаметром 3,5 мм, вводя по два винта в проксимальную и в дистальную части пластины (рис. 2.8).



Рисунок 2.8. Вид правого бедра после малоинвазивной имплантации пластины на медиальную поверхность бедренной кости по предложенному способу: 1 – дистальный доступ; 2 – проксимальный доступ; 3 – намеченная пунктиром проекция бедренной артерии на кожу бедра

Последующее препарирование с обнажением магистральных сосудов и нервов медиальной поверхности бедра позволило оценить безопасность предлагаемой методики. Были выполнены измерения кратчайших расстояний от установленной пластины до бедренной вены, до бедренной артерии, до подкожного нерва, до места отхождения нисходящей коленной артерии от бедренной артерии, до места отхождения медиальной верхней коленной артерии от бедренной артерии, до большеберцовой коллатеральной связки коленного сустава. На завершающем этапе топографо-анатомического эксперимента проводили вариационно-статистическую обработку полученных количественных данных с определением средних, минимальных и максимальных значений каждого из параметров.

2.3.2. Материалы и методы топографо-анатомического обоснования заднелатерального доступа к плато с остеотомией головки малоберцовой кости и прямого заднелатерального доступа

В этой серии исследований изучали заднелатеральный трансмалоберцовый (ЗЛТМБД) и задний (ЗД) хирургический доступы к плато большеберцовой кости с определением технической возможности и безопасности имплантации пластин для остеосинтеза на заднелатеральную поверхность плато ББК.

В рамках изучения ЗЛТМБД были проведены две серии прикладного топографо-анатомического исследования на 14 неповрежденных нижних конечностях 8 нефиксированных трупов.

В первой серии на 12 нефиксированных нижних конечностях 7 трупов вначале отрабатывали технические детали заднелатерального трансмалоберцового доступа (ЗЛТМБД) к латеральному мыщелку большеберцовой кости (ББК), а также технику установки опорной L-образной пластины из набора для остеосинтеза больших костных фрагментов по заднелатеральной поверхности этого мыщелка с фиксацией кортикальными винтами диаметром 4,5 мм и спонгиозными винтами с короткой резьбой диаметром 6,5 мм.

В ходе проводившихся операций на анатомическом материале уточняли размеры и положение кожных разрезов, оценивали возникавшие технические сложности и риск повреждения важных анатомических структур, а также возможности визуализации из изучавшегося доступа задних отделов латерального мыщелка ББК и удобства при установке опорной L-образной пластины (рис. 2.9).

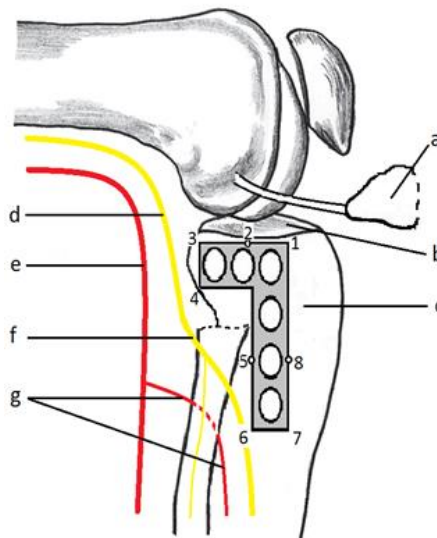


Рисунок 2.9. Схема расположения и разметки пластины для остеосинтеза плато большеберцовой кости при выполнении заднелатерального трансмалоберцового доступа: а – ГМБК (после остеотомии); б – плато ББК; с – латеральный мыщелок ББК; d – большеберцовый нерв; е – подколенная артерия; f – общий малоберцовый нерв; g – передняя большеберцовая артерия. Цифрами обозначены точки на пластине, от которых производились измерения

Изучавшийся хирургический доступ выполняли в положении «на здоровом боку» с валиком под голенью для придания конечности горизонтального положения в следующей последовательности. Вначале на коже области коленного сустава намечали необходимые анатомические ориентиры, как показано на представленной фотографии препарата (рис. 2.10).

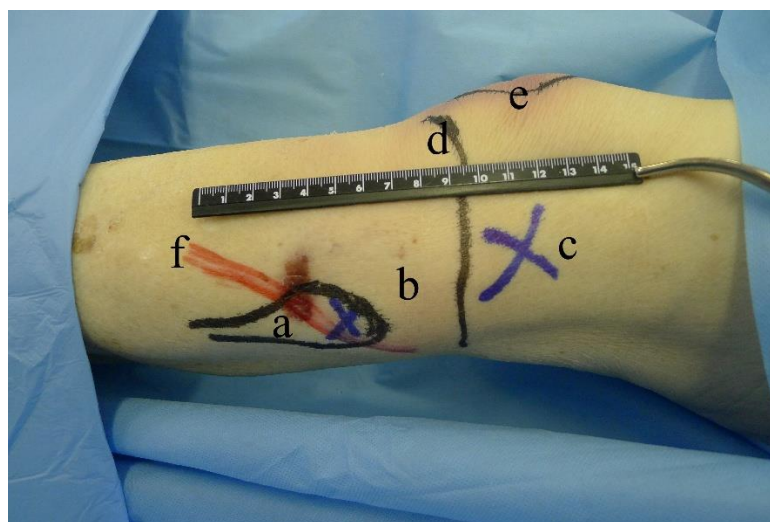


Рисунок 2.10. Намеченные анатомические ориентиры в области коленного сустава на препарате левой нижней конечности: а – ГМБК; b – латеральный мыщелок ББК; с – латеральный надмыщелок бедренной кости; d – проекция на кожу суставной щели; e – надколенник; f – линия кожного разреза

Далее выполняли дугообразный кожный разрез длиной 8–10 см над МБК, рассекали собственную фасцию, идентифицировали в ране и сохраняли общий малоберцовый нерв, огибающий снаружи МБК под острым углом. Затем производили косую остеотомию головки МБК в направлении сверху вниз и спереди назад, начиная ее на расстоянии 1,5–2,0 см от вершины головки. Скальпелем рассекали переднюю порцию проксимального межберцового синдесмоза и отводили верхнюю часть остеотомированной ГМБК латерально и кверху вместе с сухожилием двуглавой мышцы бедра и малоберцовой коллатеральной связкой коленного сустава. Затем выполняли субменисковую артротомию коленного сустава и визуализировали суставную поверхность латерального мыщелка ББК и его субхондральную часть (рис. 2.11).

В результате выполненного хирургического доступа, за счет отсечения головки МБК с прикрепленной латеральной коллатеральной связкой, хорошо визуализировалась и становились доступными для вмешательства вся суставная поверхность и прилежащие к ней снизу костные структуры заднелатеральной колонны плато большеберцовой кости от переднего края подвздошно-большеберцового тракта до сухожилия подколенной мышцы.

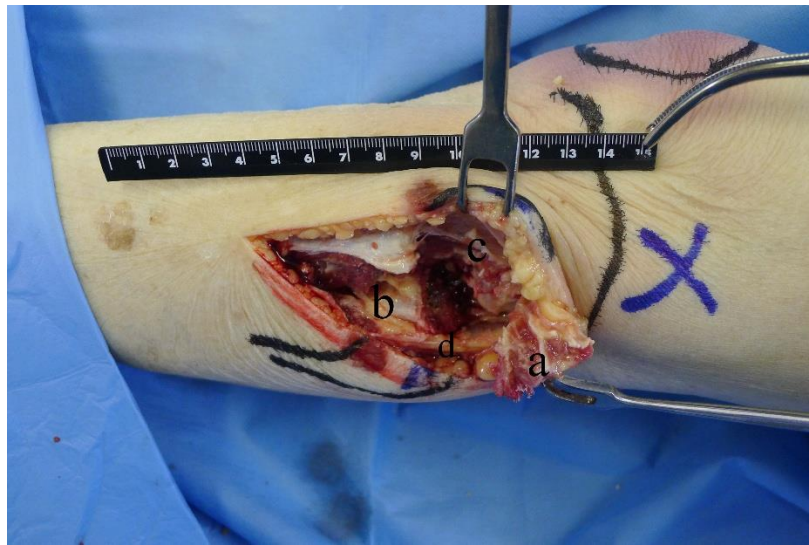


Рисунок 2.11. Трансмалоберцовый доступ после остеотомии головки МБК: а – головка МБК (отведена в сторону); б – дистальная часть головки и шейка МБК; с – латеральный мыщелок ББК (у суставной поверхности); d – общий малоберцовый нерв

Затем имплантировали на заднелатеральную поверхность латерального мыщелка большеберцовой кости опорную L-образную пластину из набора для остеосинтеза больших костных фрагментов с введением в мыщелки ББК двух фиксирующих спонгиозных винтов диаметром 6,5 мм и длиной 70 мм. Диафизарную часть пластины фиксировали двумя кортикальными винтами диаметром 4,5 мм и длиной 40 мм из отдельного дополнительного мини-доступа длиной 2–4 см, который выполняли на уровне дистального конца установленной пластины, как показано на представленных фотографиях препарата (рис. 2.12).



Рисунок 2.12. ЗЛТМБД с установленной пластиной: а – головка МБК (отведена в сторону); b – дистальная часть МБК; с – латеральный мыщелок ББК (с установленной пластиной); d – общий малоберцовый нерв; e – дистальный мини-доступ

После установки пластины остеотомированную часть головки МБК возвращали на место, размещали частично над горизонтальной частью установленной L-образной опорной пластины и фиксировали ее к дистальной части МБК стягивающим винтом диаметром 3,5 мм, который проводили сверху вниз и спереди назад в направлении, перпендикулярном плоскости остеотомии.

На следующем этапе первой серии топографо-анатомического исследования выполняли тщательное препарирование в области выполненного основного и дополнительного мини-доступа, выясняя взаимоотношения L-образной пластины, установленной по описанному способу, с важными анатомическими образованиями. Для уточнения положения установленных пластин относительно передних большеберцовых сосудов и общего малоберцового нерва на изготовленных препаратах производили измерения кратчайших расстояний от специально определенных точек на пластине, показанных на представленной ранее схеме (см. рис. 2.9), до указанных анатомических структур. Помимо этого, после завершения препарирования измеряли расстояния от суставной щели в области латерального мыщелка ББК и от верхушки головки малоберцовой кости (ВГМБК) до места прохождения передней большеберцовой артерии через межкостную мембрану, а также до места пересечения общим малоберцовым нервом шейки малоберцовой кости.

Полученные количественные данные подвергали статистической обработке с определением средних значений каждого из параметров.

Вторая серия прикладного анатомического исследования предполагала изготовление 4 гистотопограмм поперечных распилов двух препаратов нижних конечностей методом эпоксидной пластинации, после имплантации на латеральную поверхность латерального мыщелка L-образной опорной пластины из заднелатерального доступа с остеотомией головки малоберцовой кости. После установки пластин препараты замораживали в жидком азоте, затем на ленточной пиле с алмазным полотном производили по два поперечных распила через горизонтальную (проксимальную) и через вертикальную (дистальную) части имплантированных пластин. В дальнейшем препараты обезвоживали в ацетоне, импрегнировали смесью эпоксидной смолы и отвердителя в вакуумной камере, после чего заливали новой эпоксидной композицией и отверждали в плоских камерах из оргстекла (Старчик Д.А., 2015). На гистотопограммах прослеживали расположение крупных кровеносных сосудов, периферических нервов и мышц в области проксимального отдела ББК по отношению к контурам распилов предварительно установленных пластин, а также оценивали положение винтов, введенных в большеберцовую кость. При этом не выполняли каких-либо измерений, а лишь визуально определяли взаимное расположение указанных выше структур.

Третья серия анатомического исследования заключалась в изучении заднего доступа (ЗД) с использованием 10 нефиксированных нижних конечностей 6 кадаверов. На анатомическом материале выполняли экспериментальную операцию, заключающуюся в установке Т-образной малой опорной пластины из указанного доступа на заднюю поверхность наружного мыщелка ББК для фиксации его задней колонны. Далее в ходе последующего препарирования измеряли расстояния от различных точек пластины до подколенной артерии, передней большеберцовой артерии, большеберцового нерва, общего малоберцового нерва (рис. 2.13).

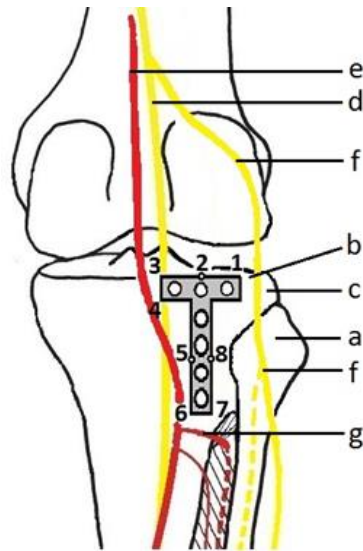


Рисунок 2.13. Схема расположения и разметки пластины, установленной на задней поверхности латерального мыщелка ББК из заднего хирургического доступа: а – ГМБК; б – плато ББК; с – латеральный мыщелок ББК; d – большеберцовый нерв; е – подколенная артерия; f – общий малоберцовый нерв; g – передняя большеберцовая артерия

Методика проведения указанных операций заключалась в следующем. Вначале имитировали положение нижней конечности «на здоровом боку», маркировали линию кожного разреза, намечали на коже необходимые анатомические ориентиры (рис. 2.14).

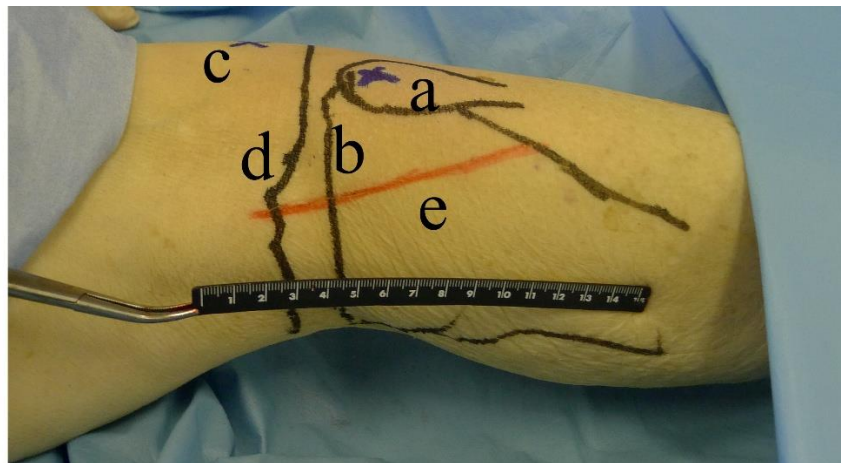


Рисунок 2.14. Основные анатомические ориентиры области коленного сустава при выполнении заднего доступа к латеральному мыщелку ББК: а – головка малоберцовой кости (ГМБК); б – латеральный мыщелок ББК; с – латеральный надмыщелок бедренной кости; d – проекция на кожу суставной щели коленного сустава; е – линия кожного разреза

Выполнение заднего доступа начинали с продольного разреза кожи длиной 9–10 см сверху вниз по намеченной линии, начиная его в центре подколенной ямки на уровне щели коленного сустава и на 3–4 см проксимальнее уровня верхушки головки малоберцовой кости (ГМБК) и проводили дистально и латерально, отступив на 2 см кнутри от ее медиального края. При этом нижняя точка разреза находилась обычно над межкостной мембраной на 6–7 см дистальнее верхушки ГМБК. На следующем этапе после рассечения собственной фасции, ориентируясь на внутренний край длиной головки двуглавой мышцы бедра и ее сухожилие, находили вблизи латерального края операционной раны общий малоберцовый нерв, частично мобилизовали его и отводили латерально.

Более глубокую часть доступа осуществляли между латеральной головкой икроножной и камбаловидной мышцей, мобилизуя и смещая первую из них медиально, а вторую – дистально к нижнему углу операционной раны. При этом подколенный сосудистый пучок и большеберцовый нерв оставались медиальнее зоны непосредственного разъединения тканей и не визуализировались в ране. Эти образования смещали крючком медиально вместе с мобилизованной латеральной головкой икроножной мышцы, одновременно защищая их от повреждений. Далее в глубине раны находили брюшко и начало сухожилия подколенной мышцы, которые старались максимально сохранить.

На следующем этапе экспериментальной операции выполняли вертикальную капсулотомию коленного сустава на задней поверхностью латерального мышцелка ББК и визуализировали его суставную и заднюю поверхности. При этом всегда хорошо была видна задняя поверхность этого мышцелка на протяжении 3–5 см дистальнее щели коленного сустава, что обеспечивало необходимые условия для установки задней опорной пластины. Далее устанавливали Т-образную пластину из набора для фиксации малых костных фрагментов, проводя ее сверху вниз и ориентируя поперечную часть параллельно суставной щели, а диафизарную часть размещали под отслоенным брюшком подколенной мышцы. Далее установленную пластину фиксировали проксимально тремя спонгиозными винтами диаметром 4,0

мм и длиной 50 мм, а дистально – двумя кортикальными винтами диаметром 3,5 мм и длиной 40 мм (рисунок 2.15).

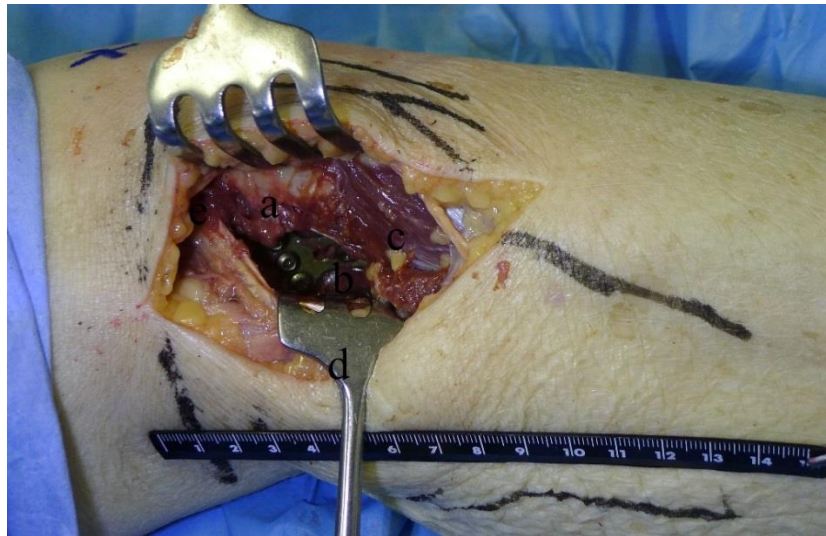


Рисунок 2.15. Задний доступ к латеральному мышцелку ББК после установки опорной Т-образной пластины: а – ГМБК; б – Т-образная пластина установлена на задней поверхности латерального мышцелка ББК; с – камбаловидная мышца отсепарована от ГМБК и смещена к нижнему углу операционной раны; д – латеральная головка икроножной мышцы мобилизована и смещена крючком медиально вместе с подколенными сосудами и большеберцовым нервом; е – суставная щель коленного сустава

Следующим этапом проводили тщательное препарирование области выполненного заднего доступа к латеральному мышцелку ББК, выясняя положение относительно краев операционной раны и установленной опорной Т-образной пластины ряда важных анатомических образований, указанных на рисунке 2.15. При этом производили измерения кратчайших расстояний от восьми определенных точек на установленных пластинах до указанных анатомических структур, а также специально определенных костных ориентиров, показанных на схеме. Результаты измерений вносили в специальный протокол, а основные этапы экспериментальных операций и конечные итоги препарирования фотографировали.

Все количественные данные были подвергнуты статистической обработке для определения средних значений и соответствующих средних квадратичных отклонений.

2.3.3. Материалы и методы топографо-анатомического обоснования заднелатерального и заднемедиального хирургических доступов к голеностопному суставу

Топографо-анатомическое исследование проведено на 18 нефиксированных препаратах голени и стопы без видимых повреждений, рубцов и оперативных вмешательств в этой области (по 9 для каждого из двух изученных хирургических доступов).

При выполнении заднелатерального доступа к дистальному метаэпифизу ББК изученные препараты голени и стопы позиционировали тыльной поверхностью вниз, моделируя положение пациента на животе на операционном столе. При производстве этого доступа использовали известную хирургическую технику, описанную в статье М.Assal с соавт. (2015). При реализации указанной техники прямой разрез кожи длиной 8 см выполняли на середине расстояния между латеральным краем ахиллова сухожилия и задним краем малоберцовой кости, начиная его на уровне верхушки латеральной лодыжки и продолжая продольно вверх. Углубляя операционную рану, достигали заднего края ББК. Затем предварительно отмоделированную по форме кости пластину в форме 1/3-трубки устанавливали как можно более медиально таким образом, чтобы ее нижний край находился на уровне субхондрального слоя ББК, а сама пластина была ориентирована вертикально параллельно длинной оси ББК и располагалась перпендикулярно суставной поверхности дистального метаэпифиза этой кости.

Далее пластину фиксировали двумя винтами диаметром 3,5 мм, введенными сзади наперед и перпендикулярно поперечнику дистального отдела ББК во фронтальной плоскости (рис. 2.16).

При моделировании заднемедиального доступа препараты голени и стопы располагали в положении на боку медиальной поверхностью вверх, моделируя положение больного на спине с согнутой в коленном и голеностопном суставах и ротируемой кнаружи в тазобедренном суставе нижней конечностью (положение «четверки»), как это обычно выполняется в клинике при производстве указанного доступа.



Рисунок 2.16. Заднелатеральный доступ к заднему краю большеберцовой кости: а – разметка операционного поля; б – хирургический доступ с имплантированной пластиной

Далее выполняли модификацию доступа, описанную М. Assal с соавт. (2014), а также Y. Wang с соавт. (2016) с некоторыми нашими доработками. В отличие от модификации расширенного доступа, предложенного Y. Wang с соавт., мы применяли только «вертикальное» продольное, параллельное медиальному краю ахиллова сухожилия «крыло» доступа, не загибая его кпереди параллельно ходу сухожилия задней большеберцовой мышцы, аналогично модификации М. Assal с соавт. Однако в отличие от последнего, мы проводили разрез, делая его несколько более коротким, ограничиваясь длиной 8 см, в отличие от М. Assal с соавт., у которых длина доступа составляла 12 см. Кроме того, сам доступ позиционировали несколько медиальнее (ближе к медиальной лодыжке) – на середине расстояния между ахилловым сухожилием и вершиной медиальной лодыжки, в отличие от М. Assal с соавт., которые производили доступ лишь на 1 см медиальнее этого сухожилия и параллельно ему.

Помимо этого, в ходе диссекции мы, в отличие от М. Assal с соавт., не выделяли ахиллово сухожилие, а брюшко длинного сгибателя большого пальца стопы отводили кзади (по направлению к медиальному краю ахиллова сухожилия), заходя спереди от указанной мышцы и от расположенного над этой мышцей

заднего большеберцового сосудисто-нервного пучка (ближе к медиальной лодыжке).

Таким образом, прямой заднемедиальный хирургический доступ длиной 8 см выполняли на середине расстояния между медиальным краем ахиллова сухожилия и задним краем медиальной лодыжки, начиная его дистально на уровне верхушки медиальной лодыжки и продолжая продольно вверх. После рассечения собственной фасции голени определяли в операционной ране сухожилия задней большеберцовой мышцы и длинного сгибателя пальцев стопы, а также брюшко длинного сгибателя большого пальца стопы с располагавшимися над ним задними большеберцовыми сосудами и большеберцовым нервом. Затем комплекс тканей, включавший указанный сосудисто-нервный пучок и брюшко длинного сгибателя большого пальца стопы, отводили единым блоком кзади – по направлению к медиальному краю ахиллова сухожилия.

В дальнейшем, по аналогии с заднелатеральным доступом, предварительно отмоделированную по форме кости пластину в форме 1/3-трубки устанавливали как можно более кпереди (по направлению к медиальной лодыжке) таким образом, чтобы ее нижний край находился на уровне субхондрального слоя ББК, а сама пластина была ориентирована вертикально параллельно длинной оси этой кости и располагалась перпендикулярно плоскости ее суставной поверхности. Далее пластину фиксировали двумя винтами диаметром 3,5 мм, введенными сзади наперед перпендикулярно поперечнику дистального метаэпифиза ББК во фронтальной плоскости (рис. 2.17).



Рисунок 2.17. Заднемедиальный доступ к заднему краю ББК: а – разметка операционного поля; б – хирургический доступ с имплантированной пластиной, формирование отверстия для дистального винта; в – хирургический доступ с имплантированной пластиной, измерение кратчайшего расстояния от пластины до сосудисто-нервного пучка; г – в заднюю большеберцовую артерию введен рентгеноконтрастный зонд

Для оптимизации процесса измерения кратчайших расстояний от установленных пластин до клинически значимых сосудов и нервов было выполнено введение рентгеноконтрастного зонда в заднюю большеберцовую артерию, что позволило на плоскостных рентгенограммах оценить взаимное расположение указанной артерии и имплантированных пластин в интересах повышения безопасности выполнения предложенной модификации остеосинтеза.

После выполнения остеосинтеза выполняли рентгенографию всех препаратов в прямой и боковой проекциях на рентгеновском аппарате General Electric OEC Elite MiniView. Измерения исследуемых параметров осуществляли в программе RadiAnt DICOM Viewer (Medixant, Польша) при помощи функции «линейка», используя в качестве ориентира объект округлой формы с известным

диаметром (монета достоинством 2 рубля диаметром 23 мм), который помещали в кадре рядом с исследуемой конечностью (рис. 2.18, 2.19).

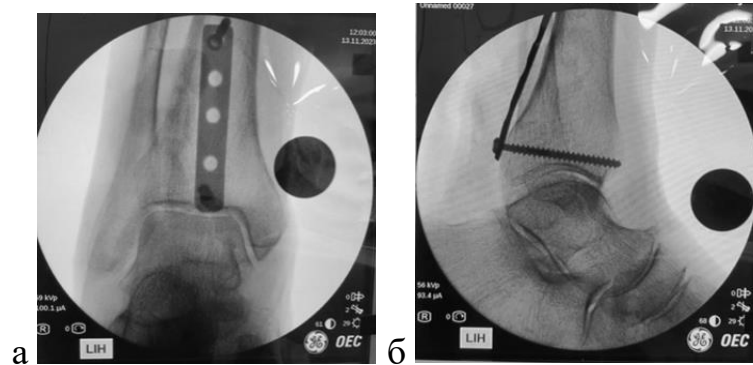


Рисунок 2.18. Рентгенограммы после имплантации металлоконструкций через заднелатеральный доступ: а – прямая проекция; б – боковая проекция

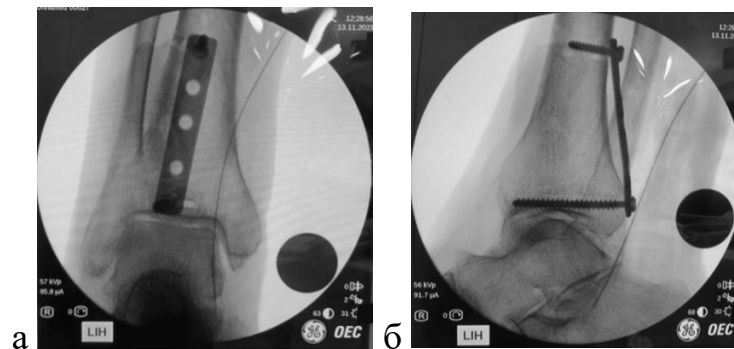


Рисунок 2.19. Рентгенограммы после имплантации металлоконструкций через заднемедиальный доступ: а – прямая проекция; б – боковая проекция

Далее на рентгенограммах в прямой проекции измеряли поперечный размер дистального метаэпифиза ББК на уровне суставной поверхности этой кости, проводя на этом уровне горизонтальную линию. Затем на этой линии отмечали точку, соответствующую середине установленных пластин. Далее вычисляли расстояния до этой точки от медиального и от латерального краев дистального метаэпифиза ББК, проводя измерения в абсолютных (мм) величинах, а также отражая их в процентах. На рентгенограммах в боковой проекции оценивали корректность положения дистального фиксирующего пластину винта по отношению к линии суставной поверхности ББК. На рентгенограмме в боковой проекции определяли корректность положения дистального винта по отношению к линии суставной поверхности ББК.

2.4. Материалы и методы клинического исследования.

Клиническая часть нашей работы включала ряд сравнительных проспективных исследований пациентов с переломами дистального отдела бедренной кости (ДОБК), плато ББК, пилона, нестабильных переломов лодыжек и заднего края ББК, получивших хирургическое лечение в различных стационарах Санкт-Петербурга и Ленинградской области (Всеволожская КМБ, Гатчинская КМБ, НИИСП им. И.И. Джанелидзе, ГБ №4, НМИЦ ТО им. Р.Р. Вредена, Александровская больница) в период 2017–2023 гг.

Клиническое исследование было одобрено Локальным этическим комитетом ГБУ СПб НИИСП им И.И. Джанелидзе 15.11.23, протокол №1-1.

В ходе исследований при переломах всех локализаций проводили сравнение анатомических, рентгенологических и функциональных результатов лечения пациентов с применением усовершенствованных подходов к планированию и оперативной тактике и без неё. Таким образом, интерпретация сравнительного анализа результатов лечения пациентов всех групп позволила сделать общие выводы и усовершенствовать систему их хирургического лечения.

Критериями включения в исследование являлись: наличие у пациента перелома ДОБК, проксимального отдела ББК внутрисуставного характера, перелома дистального отдела ББК, перелома лодыжек в сочетании с переломом заднего края ББК; возраст пациента старше 18 лет, отсутствие хронических заболеваний в стадии декомпенсации, отсутствие онкологической патологии, отсутствие системных заболеваний, требующих регулярного приема глюкокортикоидов, отсутствие очагов хронической инфекции, возможность оценить функциональные и анатомические результаты на конечных сроках наблюдения. Мы включили в исследование пациентов с закрытыми переломами и с открытыми переломами изучаемых локализаций при условии наличия раны, классифицируемой по Gustillo-Anderson I-II типа как с изолированной, так и с множественной и сочетанной травмой при условии тяжести повреждения, измеряемой по шкале ISS не более 17 баллов (Baker S.P. et al., 1974).

Критерии не включения в исследование: пациенты с переломами изучаемых локализаций, моложе 18 лет; наличие сопутствующих хронических заболеваний в стадии декомпенсации, системных заболеваний, требующих приема глюкокортикоидов, онкологической патологии. В исследование не включали переломы ДОБК типа 33В, а также переломы лодыжек, не сопровождающиеся переломом заднего края ББК или переломом заднего края ББК I типа по классификации J. Bartoníček (2015), а также переломы всех изучаемых локализаций при их открытом характере, классифицируемом как Gustillo-Anderson III и переломы на фоне политравмы при значении ISS более 17 баллов. Пациенты, не прослеженные в течение сроков наблюдения до 24 месяцев, также были исключены из исследования.

Таким образом, в клиническое исследование были включены 473 пациента с внутрисуставными переломами длинных костей, образующих коленный и голеностопный суставы, получивших оперативное лечение в виде различных изучаемых модификаций накостного остеосинтеза.

При поступлении пациентам выполняли рентгенографию поврежденного сегмента с включением коленного или голеностопного сустава, проводили первичную оценку типа перелома, используя Универсальную классификацию переломов AO/ASIF.

Первичная фиксацию переломов осуществляли методами внешней фиксации при реализации двухэтапного протокола лечения, скелетным вытяжением или гипсовой лонгетной повязкой.

В ходе предоперационной подготовки пациентам с внутрисуставными переломами всех изучаемых локализаций выполняли компьютерную томографию соответствующего сегмента конечности. С помощью анализа 3D-реконструкции, а также аксиальных, фронтальных и сагиттальных срезов были визуализированы тип внутрисуставного перелома, наличие фрагментов раскола и импрессии суставной поверхности, степень смещения внутрисуставных фрагментов. Исходя из полученных данных, уточняли тип перелома по классификации AO/ASIF, а также анализировали архитектуру перелома, используя колонные классификации, на основании которых планировали оперативное вмешательство.

Оценка результатов операции проводилась на основании послеоперационных рентгенограмм в стандартных проекциях, а также послеоперационной контрольной томографии при внутрисуставных переломах. При оценке качества восстановления анатомии руководствовались определением стандартных референтных линий и углов изучаемого сегмента, а также наличием остаточных угловых деформаций и внутрисуставных ступеней. Полученные рентгенологические результаты репозиции внутрисуставных переломов соответствующего сегмента оценивали как анатомичные, удовлетворительные и неудовлетворительные в соответствии с критериями, описанными ниже, в соответствующих разделах настоящей главы.

В послеоперационном периоде контрольные осмотры пациентов и рентгенографию в стандартных проекциях проводили в сроки 3, 6, 12, 24 мес. после операции. При этом на контрольной рентгенографии определяли наличие или отсутствие вторичного смещения отломков, миграции или перелома металлоконструкций, наличие признаков консолидации перелома.

Функциональные результаты оценивали в сроки 6, 12, 24 мес. после травмы. В ходе таких осмотров выполняли объективный осмотр и оценку функции коленного или голеностопного сустава поврежденной конечности и анкетирование пациентов с использованием оценочных шкал. Применяли три общепринятые оценочные шкалы: KSS (Knee Society Score) и шкалу Lysholm для пациентов с переломами ДОБК и ПОББК, шкалу AOFAS для пациентов с переломами ДОББК и переломами лодыжек.

Согласно шкале KSS, отличным признавался результат при наборе пациентом от 85 до 100 баллов, хорошим – от 70 до 84 баллов, удовлетворительным – от 60 до 69 баллов и неудовлетворительным результат признавался в случае набора меньше 60 баллов (приложение 1).

Аналогичная градация результатов анкетирования по шкале Lysholm предусматривала следующее деление в соответствии с набранными баллами для каждого конкретного пациента: отличный результат – в диапазоне 91–100 баллов,

хороший результат – 84–90 баллов, удовлетворительный – 65–83 балла и неудовлетворительный – меньше 65 баллов (приложение 2).

По шкале AOFAS результат считался отличным при значении 90 баллов и выше, хорошим – 75–89 баллов, удовлетворительным – 50–74 балла, неудовлетворительным – менее 50 баллов (приложение 3).

Амплитуду движения в ГСС рассчитывали, как сумму отклонений от нулевого положения стопы (90° относительно оси голени) при ее подошвенном и тыльном сгибании. Полученные данные использовали при подсчете значений по шкале AOFAS.

Во всех изучаемых группах анализировали ранние и отсроченные осложнения операций внутренней фиксации, такие как случаи поверхностной и глубокой инфекции, миграции имплантатов, замедленного сращения и несращения, вторичного смещения отломков, наличия посттравматического остеоартрита.

2.4.1. Клиническое исследование результатов хирургического лечения около- и внутрисуставных переломов дистального отдела бедренной кости

В исследование нами были включены 64 пациента переломами дистального отдела бедренной кости типов 33А и 33С по классификации АО/ASIF, которые были распределены на две группы. В первую группу было включено 39 пациентов, которым был выполнен остеосинтез латеральной дистальной бедренной пластиной по традиционной хирургической технике. Во вторую группу вошли 25 пациентов, которым в дополнение к аналогично выполненной пациентам первой группы латеральной фиксации произведен малоинвазивный остеосинтез медиальной пластиной по предложенному нами способу, на который был получен патент РФ на изобретение № 2665158.

В каждой группе были исследованы половой состав, средний возраст пациентов, механизм травмы, типы и группы переломов по классификации АО, а также метод первичной стабилизации перелома.

В группу одноколонной фиксации вошли 12 мужчин (30,8%) и 27 женщин (69,2%). Средний возраст составил $60,5 \pm 17,2$ лет и колебался от 27 до 89 лет. Высокоэнергетическая травма была зафиксирована у 16 (41,0%) пациентов, низкоэнергетическая травма – у 23 пациентов (59,0%).

В первой клинической группе у 4 пациентов (10,3%) был диагностирован перелом типа 33A2, у 16 пациентов (41,0%) – перелом типа 33A3, у 1 пациента (2,6%) – перелом типа 33C1, у 14 пациентов (35,9%) – типа 33C2, у 4 пациентов (10,3%) – перелом типа 33C3.

Первичная фиксация выполнена при помощи аппарата внешней фиксации у 20 (51,3%) пациентов первой группы, скелетное вытяжение – у 8 (20,5%) пациентов, гипсовую лонгетную повязку – в 10 случаях (25,6%). У одной пациентки с переломом типа 33A3 малоинвазивный накостный остеосинтез с применением латеральной опорной пластины был выполнен при поступлении в стационар.

Медиана предоперационного койко-дня составила 7,00 дней [3,00–10,00] (0,00; 35,00).

В группу двухколонной фиксации перелома ДОБК были включены 16 мужчин (64,0%) и 9 женщин (36%). Средний возраст составил $53,6 \pm 17,6$ лет (от 26 до 82 лет). Высокоэнергетическую травму получили 9 (36,0%) пациентов, низкоэнергетическая травма отмечена у 16 (64,0%). У 14 (56,0%) пациентов были диагностированы переломы ДОБК типа 33A3, у 1 (4,0%) пациента – перелом типа 33C1, у 5 (20,0%) – типа 33C2, а у 5 (20,0%) – перелом типа 33C3.

Первичная фиксация выполнена при помощи аппарата внешней фиксации у 15 больных (60,0%) первой группы, скелетное вытяжение – у 4 (16,0%), гипсовую лонгетную повязку – у 4 больных (16,0%). У 2 (8,0%) пациенток с низкоэнергетическими повреждениями оперативное лечение в объеме малоинвазивного остеосинтеза ДОБК по предложенному способу было выполнено в первые 24 часа с момента поступления в качестве метода первичной стабилизации перелома. Медиана предоперационного койко-дня составила 7,50 дня [4,00–11,25] (0,00; 20,00) (табл. 2.1.).

Таблица 2.1

Характеристики пациентов обеих групп исследования

Показатель		Группа		Значение p
		Первая, n=39	Вторая, n=25	
Возраст, лет		60,5±17,2	53,6±17,6	0,123
Пол	Муж.	12 (30,8%)	16 (64,0%)	0,009
	Жен.	27 (69,2%)	9 (36,0%)	
Тип перелома	33A2	4 (10,3%)	0	0,198
	33A3	16 (41,0%)	14 (56,0%)	
	33C1	1 (2,6%)	1 (4,0%)	
	33C2	14 (35,9%)	5 (20,0%)	
	33C3	4 (10,3%)	5 (20,0%)	
Механизм травмы	Высокая энергия	16 (41,0%)	9 (36,0%)	0,688
	Низкая энергия	23(59,0%)	16 (64,0%)	
Первичная иммобилизация	АВФ	20 (51,3%)	15 (60,0%)	0,624
	Скелетное вытяжение	8 (20,5%)	4 (16,0%)	
	Гипс	10 (25,6%)	4 (16,0%)	
	МИПО 1 сутки	1 (2,6%)	2 (8,0%)	
Дооперационный койко-день		7,00 [3,00–10,00] (0,00; 35,00)	7,50 [4,00–11,25] (0,00; 20,00)	0,553

Группы исследования были сопоставимы по всем представленным в таблице 2.1 показателям ($p>0,05$), кроме полового состава ($p=0,009$). Различие в количестве мужчин и женщин можно объяснить относительной редкостью изучаемой травмы, а также сплошным методом включения пациентов в группы, что не позволило сбалансировать половое распределение.

В первой группе исследования у пациентов с переломами типа 33А выполняли малоинвазивный остеосинтез по стандартной технике с малоинвазивной имплантацией латеральной опорной пластины. У пациентов второй группы с переломом типа 33А стандартный малоинвазивный остеосинтез латеральной опорной пластины комбинировали с малоинвазивной фиксацией

медиальной колонны, имплантацией медиальной опорной пластины по предложенному способу.

Хирургическая техника. В положении на спине нижнюю конечность помещали на операционный стол с валиком в подколенной области, чтобы обеспечить возможность рентгеновской визуализации бедра на протяжении. Латеральный дистальный разрез кожи и мягких тканей длиной 7–10 см до кости производили в проекции латерального надмыщелка БК. Устраняли смещение внесуставного компонента перелома с восстановлением оси, длины и ротации бедренной кости. Через латеральный дистальный хирургический доступ вводили дистальную бедренную пластину эпипериостально снизу вверх. На уровне проксимального конца пластины выполняли второй проксимальный мини-доступ с длиной 5–7 см, минимально необходимой для фиксации проксимальной части пластины. Выполняли фиксацию пластины к кости винтами с угловой стабильностью, выше и ниже зоны перелома, после чего выполняли послойный шов ран.

Далее выполняли медиальный дистальный мини-доступ с разрезом кожи и мягких тканей длиной 4 см, проводя его на 2 см кпереди и параллельно проекции на кожу бедра бедренной артерии, начиная разрез от уровня нижнего края медиального надмыщелка бедренной кости и продолжая его в проксимальном направлении. Далее предварительно отмоделированную по модели соразмерной бедренной кости линейную пластину длиной, достаточной для перекрытия зоны перелома, проводили эпипериостально снизу вверх по направлению к верхней передней подвздошной ости до тех пор, пока дистальный ее конец не достигнет нижнего края сделанного разреза.

Затем на уровне проксимального конца введенной пластины, выполняли переднемедиальный проксимальный разрез кожи длиной 5 см по линии, параллельной проекции на кожу бедренной артерии и отстоящей от нее на 2 см кпереди. Вскрывали собственную фасцию бедра, визуализировали промежуток между прямой и медиальной широкой мышцами бедра. Затем, рассекая и разводя мягкие ткани в этом промежутке, а глубже – между медиальной и промежуточной

широкими мышцами, обнажали бедренную кость и находили в ране проксимальный конец введенной пластины. Далее через указанный доступ под заднюю поверхность бедренной кости вводили металлический ретрактор с целью профилактики повреждения магистральных сосудов бедра при проведении фиксирующих пластину винтов. Затем производили фиксацию медиальной пластины винтами с угловой стабильностью диаметром 3,5 мм, вводя не менее двух винтов дистально и проксимально с последующим ушиванием операционных ран.

У пациентов с переломом типа 33 С и наличием смещения внутрисуставных фрагментов обоих мыщелков перед установкой опорной пластины выполняли репозицию и фиксацию дистального фрагмента. У пациентов с простым внутрисуставным переломом 33С1 и 33С2 выполняли закрытую репозицию мыщелков ДОБК относительно друг друга, сопоставляя их под контролем ЭОП с помощью остроконечных костодержателей и введения стягивающего спонгиозного винта 6,5 мм длиной от 65 до 80 мм. Пример такой техники представлен на рисунке 2.20.



Рисунок 2.20. Пример применения закрытой техники репозиции:

а – интраоперационная рентгенограмма после установки стягивающего винта между внутрисуставными фрагментами; б, в – мини-доступы и этапы закрытой репозиции; г, д – рентгенологический результат операции

У пациентов со значительным смещением внутрисуставных фрагментов, наличием многооскольчатого перелома и фронтальной плоскости перелома (по типу перелома Гоффа) для их визуализации и открытой прямой репозиции применяли открытый латеральный парapatеллярный доступ, ограничивая его

зоной суставной поверхности мыщелков ДОБК, без обнажения метафизарной зоны с целью сохранения кровоснабжения в зоне перелома метафиза. Выполняли репозицию суставной поверхности ДОБК, временную фиксацию остроконечным костодержателем и остеосинтез стягивающими винтами с короткой резьбой диаметром 6,5 см и /или безголовчатыми винтами (рис. 2.21).

После этого устанавливали стандартную опорную бедренную пластину, ориентируя ее по латеральной поверхности наружного мыщелка бедра, так как это было описано выше. Проксимальный конец пластины фиксировали винтами через дополнительный мини-доступ на латеральной поверхности бедра аналогично технике, использованной при переломах типа 33А.

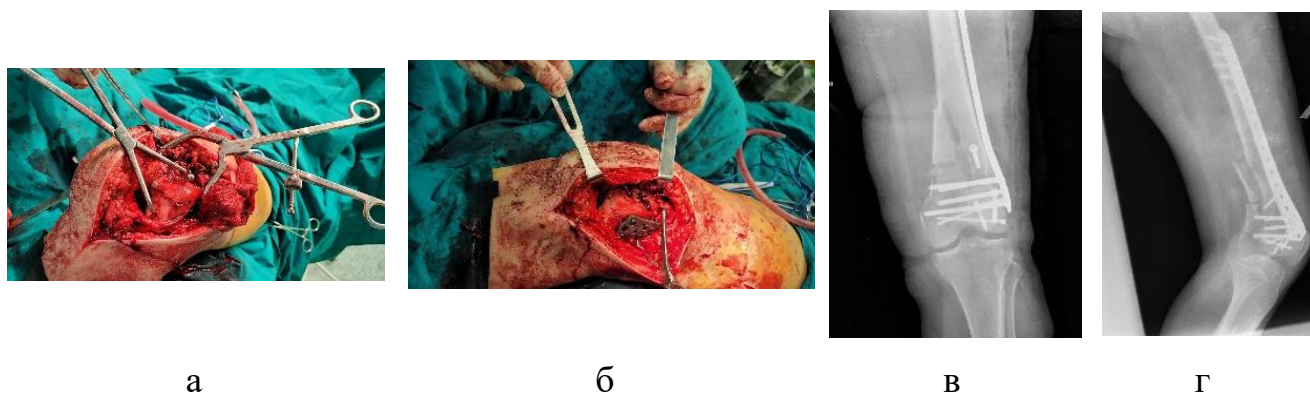


Рисунок 2.21. Клинический пример пациентки с многооскольчатым переломом ДОБК: а, б – латеральный парапателлярный доступ, этапы репозиции и остеосинтеза; в, г – рентгенологический результат остеосинтеза

У 11 пациентов второй группы с переломами типа 33С установку добавочной медиальной пластины выполняли с помощью той же предложенной нами малоинвазивной техники, описанной выше (рис. 2.22).

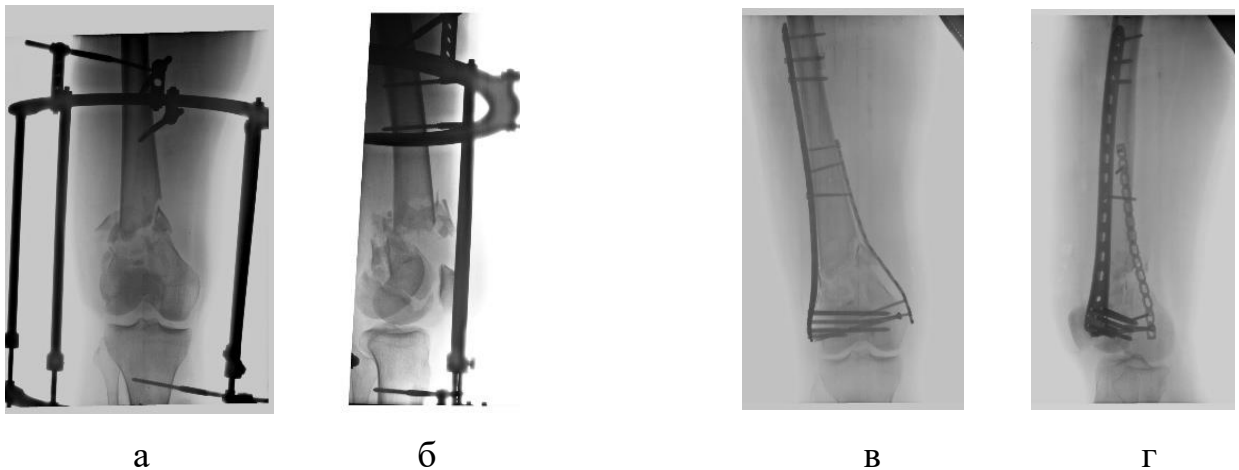


Рисунок 2.22. Клинический пример применения малоинвазивного остеосинтеза перелома ДОБК типа 33C2 с установкой добавочной медиальной опорной пластины у пациента 45 лет: а, б – рентгенограммы в прямой и боковой проекциях после наложения первичного АВФ; в, г – рентгенологический результат применения предложенного способа остеосинтеза

Положение отломков и имплантов в ходе операции контролировали с помощью интраоперационной рентгенографии, выполняя стандартные снимки бедра и коленного сустава в прямой и боковой проекциях электронно-оптическим преобразователем.

Критерии восстановления анатомии ДОБК. Репозицию костных отломков ДОБК считали **анатомичной** при условии отсутствия остаточной угловой деформации в сравнении с контралатеральной конечностью на прямой и боковой рентгенограммах (во фронтальной и сагиттальной плоскости), или угол между анатомическими осями бедренной и большеберцовой костей укладывался в диапазон 5–10°. Относительное укорочение было менее 10 мм, отсутствовало ротационное смещение, а смещение по ширине костных отломков в области метафиза и нижней трети диафиза бедренной кости не превышало 1/3 поперечника кости в обеих проекциях. Остаточное смещение по линии суставного перелома превышало 2 мм.

Репозицию отломков считали **удовлетворительной**, если внутрисуставная ступень не превышала 5 мм, остаточная угловая деформация была менее $<7^\circ$, по сравнению с контралатеральной конечностью или укладывалась в диапазон 3–12° между анатомическими осями бедренной и большеберцовой костей, ротационное

смещение не превышало 10° , смещение по ширине костных отломков в области метафиза и нижней трети диафиза БК не превышало $1/2$ поперечника кости в обеих проекциях.

Репозицию отломков считали **неудовлетворительной**, если внутрисуставная ступень превышала 5 мм, остаточная угловая деформация была более 7° по сравнению с контралатеральной конечностью или не укладывалась в диапазон $3-12^\circ$ между анатомическими осями бедренной и большеберцовой, ротационное смещение превышало 10° , смещение по ширине костных отломков в области метафиза и нижней трети диафиза бедренной кости превышало $1/2$ поперечника кости в одной из стандартных рентгенологических проекций.

2.4.2. Клиническое исследование результатов хирургического лечения переломов проксимального метаэпифиза большеберцовой кости

В исследование вошли 162 пациента с внутрисуставными переломами плато ББК. Оно состояло из несколько частей.

Учитывая частоту встречаемости и практическую значимость, первым этапом мы посчитали необходимым изучить результаты применения стандартного переднелатерального хирургического доступа при оперативном лечении переломов плато ББК, распространяющихся на передний отдел латерального мыщелка. Вторым этапом мы изучили возможности расширенного заднемедиального доступа из положения на животе при лечении различных типов переломов плато ББК. Третьим этапом было проведено сравнительное клиническое исследование результатов применения различных хирургических подходов к остеосинтезу внутрисуставных переломов плато ББК разных типов с вовлечением заднелатерального фрагмента. Четвертым этапом явился сравнительный анализ результатов хирургического лечения пациентов со сложными двухмышцелковыми переломами плато ББК. Предварительно в двух группах исследования мы изучили влияние качества первичной репозиции отломков в АВФ, установленном в рамках первого этапа двухэтапного протокола лечения сложных переломов проксимального метаэпифиза ББК. Далее было проведено сравнительное

исследование двух групп пациентов, которым выполняли погружной накостный остеосинтез с применением стандартных заднемедиального и переднелатерального хирургических доступов из положения на спине и расширенного заднемедиального доступа из положения на животе в комбинации с различными модификациями латеральных доступов.

Критерии восстановления анатомии ПОББК, применяемые нами для всех типов его переломов. Репозицию отломков считали **анатомичной**, если внутрисуставная ступень не превышала 2 мм; расширения суставной щели по сравнению с шириной надмыщелков бедренной кости не выявлено; не было остаточной угловой деформации в сравнении с контралатеральной конечностью, или угол между анатомическими осями бедренной и большеберцовой костей укладывался в диапазон 5–10°. Репозицию отломков считали **удовлетворительной**, если внутрисуставная ступень не превышала 5 мм; расширение суставной щели по сравнению с шириной надмыщелков бедренной кости было <5 мм; остаточная угловая деформация была <5° по сравнению с контралатеральной конечностью или укладывалась в диапазон 5–10° между анатомическими осями бедренной и большеберцовой костей. Репозицию отломков считали **неудовлетворительной**, если внутрисуставная ступень превышала 5 мм; расширение суставной щели по сравнению с шириной надмыщелков бедренной кости было более 5 мм; остаточная угловая деформация была более 5° по сравнению с контралатеральной конечностью или не укладывалась в диапазон 5–10° между анатомическими осями бедренной и большеберцовой костей.

2.4.2.1. Применение переднелатерального доступа у пациентов с переломами латерального мыщелка большеберцовой кости

Изучены результаты оперативного лечения 45 пациентов с переломами латерального мыщелка ББК. В группу вошли 20 (44,4%) женщин, 25 (55,6%) мужчин; медиана возраста составила 52,0 [38,0–60,0] (24,0; 68,0) лет. По классификации АО перелом типа 41B1 был у 6 (13,3%) пациентов (Schatzker I), B2 – у 4 (8,9%) (Schatzker III), B3 – у 35 (77,8%) пациентов (Schatzker II). Механизмом

травмы у 11 пациентов явилось дорожно-транспортное происшествие, одна пациентка сбита электричкой, 5 пациентов упали с высоты более 3 м, двое получили травмы, катаясь на горных лыжах, трое получили удар по ноге, остальные 23 упали с высоты роста. Таким образом, высокоэнергетический механизм травмы определялся у 17 пациентов (37,8%).

Первичная фиксация у всех 45 пациентов была выполнена гипсовыми лонгетными повязками. На предоперационных КТ оценивали локализацию импрессии суставной поверхности, т.е. распространение на переднелатеральную область плато, которая определялась как площадь суставной поверхности кпереди от передней границы головки МБК, степень проседания фрагментов суставной поверхности, которая оценивалась как значимая при импрессии более 2 мм.

Операция у всех пациентов этой группы была выполнена из стандартного переднелатерального хирургического доступа в положении пациента на спине с поврежденной нижней конечностью, уложенной на поддерживающий валик с обеспечением сгибания в коленном суставе до 30–60°.

У 6 (13,3%) пациентов перелом латерального мыщелка представлял собой раскол с вертикальной плоскостью перелома, проходившей в сагиттальной плоскости через передний и задний его отделы. Эти переломы требовали точного сопоставления костных отломков в области суставной поверхности по принципу «зубец в зубец». У этих пациентов использовали способ репозиции отломков, на который был получен патент РФ RU 2625651 C1. Его техника описана в следующей главе этой работы.

После рентгенологического контроля положения отломков производилась межфрагментарная компрессия стягивающими спонгиозными винтами с последующей установкой анатомичной нейтрализующей пластины с угловой стабильностью винтов (рис. 2.23).

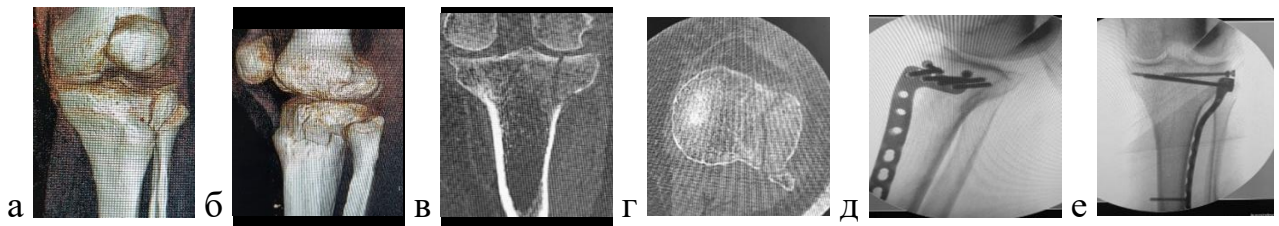


Рисунок 2.23. Перелом латерального мыщелка левой ББК по типу I. Schatzker
Данные КТ: а – 3D-реконструкция, вид спереди; б – 3D-реконструкция, вид сбоку;
в – фронтальный срез; г – аксиальный срез, данные интраоперационной
флюороскопии: д, е – фиксация винтами и пластиной – прямая и боковая проекции

У 35 (77,8%) пациентов перелом носил характер сочетания раскола и импрессии. У всех пациентов этой группы распространение зоны импрессии и плоскость раскола приходились на передний отдел латерального мыщелка. Это позволило выполнить операцию из переднелатерального доступа, визуализировать зону импрессии через стандартную субменисковую артротомию, а устранение импрессии – через линию раскола по принципу «открытой книги».

Доступ к импрессированному участку суставной поверхности при этом осуществлялся через линию раскола мыщелка через окно, образующееся при отведении латеральной стенки мыщелка кнаружи с последующим подъемом вдавленной суставной поверхности, замещением образовавшейся полости аутокостью (3 пациента – 8,6%), аллокостью (23 пациента – 65,7%) и синтетическим заменителем кости (7 пациентов – 20,0%) с последующей временной фиксацией установленной на место отколотой латеральной стенки спицами. Следующим этапом выполнялась «рафтинговая» поддержка суставной поверхности специальной анатомичной пластиной с угловой стабильностью винтов (рис. 2.24). У 2 (5,7%) пациентов заполнение дефекта не было произведено из-за незначительного объема импрессии.

Еще у 4 (8,9%) пациентов с переломами типа 41B2 (Schatzker III) выявлена импрессия переднелатерального отдела латерального мыщелка без раскола наружной стенки. При этом в ходе операции, произведенной из стандартного переднелатерального доступа, также выполняли сублимбальную артротомию, визуализируя зоны импрессии.

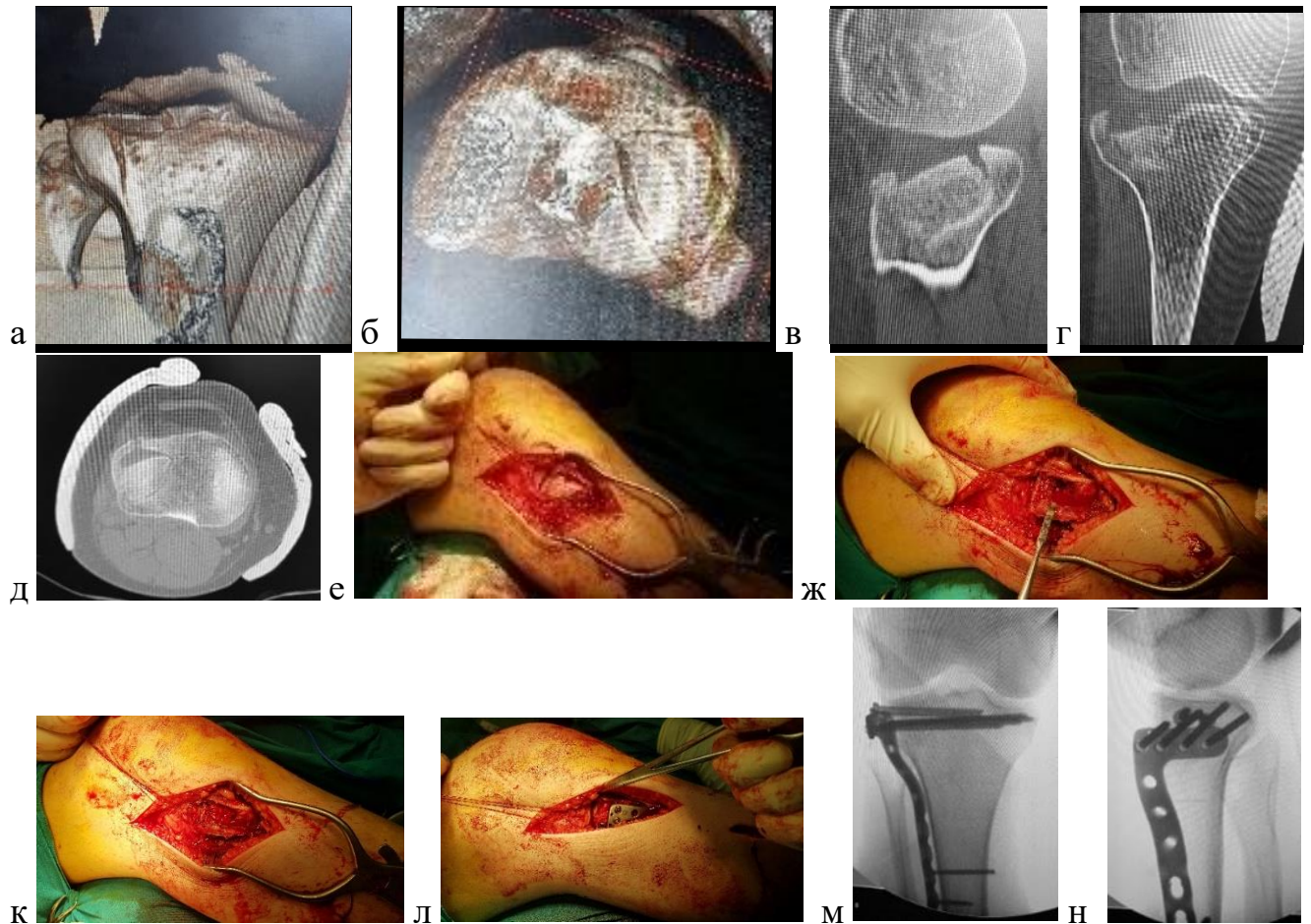


Рисунок 2.24. Перелом латерального плато типа Schatzker II: а – д – данные КТ, е – л – последовательные этапы реконструкции суставной поверхности; м, н – данные интраоперационной флюороскопии

Для доступа к зоне импрессии выполняли вертикальную остеотомию наружной стенки с ее отведением аналогично методу открытой книги. Замещение дефекта произведено аутокостью в трех случаях и аллокостью – в одном с «рафтингом» суставной поверхности винтами и анатомичной пластиной.

2.4.2.2. Применение расширенного заднемедиального доступа при переломах медиального мыщелка большеберцовой кости

Нами проанализированы результаты лечения 32 пациентов с переломами плато ББК различных типов, при остеосинтезе которых мы применили усовершенствованный заднемедиальный доступ из положения на животе (или

полубоком – в позиции «floating position». В составе группы было 13 (40,6%) мужчин и 19 (59,4%) женщин, средний возраст которых составил $48,9 \pm 13,4$ лет.

По классификации АО/ASIF: перелом типа 41C3 с вовлечением обоих мыщелков плато выявлен у 25 (78,1%) пациентов, типа C1 – у 1 (3,1%) пациента, изолированный перелом медиального мыщелка B1.2 – у 4 (12,5%), перелом типа B3.3 с вовлечением медиального мыщелка с переходом на заднелатеральный отдел – у 2 (6,3%). По классификации J. Schatzker у 16 пациентов (50,0%) выявлен перелом плато ББК типа VI, т.е. определялся полный около- и внутрисуставной перелом с участком импрессии суставной поверхности, тип V наблюдался у 13 пациентов (40,6%), т.е. перелом распространялся на медиальный и латеральный мыщелки, однако сохранялась часть суставной поверхности латерального или переднемедиального фрагмента, не отделенная от диафизарного компонента. У 3 пациентов (9,4%) перелом локализовался в пределах медиального мыщелка и расценивался нами как перелом типа IV по классификации Schatzker (1974).

У 20 (62,5%) пациентов в качестве первичной стабилизации было выполнено наложение АВФ, у 12 (37,5%) гипсовая иммобилизация. Медиана длительности предоперационного периода составила 12,5 [9,0–14,8] (7,0; 36,0) дней.

Предоперационное планирование выполняли по данным компьютерной томографии. При этом определяли архитектуру перелома медиального мыщелка, величину заднемедиального фрагмента, наличие или отсутствие смещения фрагментов медиального мыщелка, а также локализацию верхушки расколотого заднемедиального фрагмента (в области медиальной поверхности медиальной колонны, по заднемедиальному гребню или по задней поверхности ББК кзади от него. Этот факт определял необходимость расширения доступа кпереди и проведения медиальной сублимбальной артротомии, а также количество фиксирующих пластин и их позиционирование. Кроме того, учитывали вид первичного смещения фрагмента медиального мыщелка: наличие варусного смещения, т.е. ротации мыщелка относительно сагиттальной оси, а также его ротации относительно фронтальной оси. Исходя из этого, планировали позиционирование опорной пластины по задне-внутренней и/или задней

поверхностям медиального мыщелка. При наличии значимой (более 2 мм) внутрисуставной ступени между заднемедиальной и переднемедиальной частями суставной поверхности планировали визуализацию этой зоны (путем сублимбальной артротомии), а также установку стягивающих винтов перпендикулярно соответствующей фронтальной плоскости перелома.

У 12 (37,5%) пациентов перелом затрагивал весь медиальный мыщелок целиком и был представлен в виде единого фрагмента суставной поверхности (рис. 2.25 а, б). У 9 (28,1%) пациентов при этом перелом всего плато расценен как многооскольчатый двухмышцелковый 41С3 (из них у 7 – Schatzker тип VI; у 2 – Schatzker тип V), у 2 (6,3%) пациентов – 41В3 (Schatzker тип V), у 3 (9,4%) пациентов – 41В1.3 (Schatzker тип IV). У этих пациентов в ходе операции остеосинтеза, как правило, не требовалось выполнение артротомии для визуализации и устранения внутрисуставной ступени. Репозицию медиального мыщелка проводили с использованием техники противоскользящей пластины, ориентируясь на «вершину» раскола мыщелка. Медиальный мыщелок фиксировали одной пластиной у 3 пациентов (9,4%) или двум пластинами, установленными по задней и внутренней поверхностям медиального мыщелка, у 9 пациентов (28,1%).

У 10 (31,3%) пациентов этой группы перелом распространялся только на заднемедиальный фрагмент медиального мыщелка (рис. 2.25 в, г). При этом у 7 (21,9%) пациентов перелом обозначен как тип 41С3 (1 – Schatzker тип VI, 6 – Schatzker тип V), у 3 (9,4%) пациентов – 41В1.2 (2 – Schatzker тип IV, 1 – Schatzker тип V). В данной группе пациентов при выполнении репозиции заднемедиального фрагмента требовалось не только ориентироваться на верхушку данного фрагмента и выполнять его опору по задней и внутренней поверхностям, но также обнажать «точку» контакта заднемедиального фрагмента и переднемедиальной части медиального мыщелка, связанной с диафизом, путем артротомии для точного сопоставления суставной поверхности и устранения внутрисуставной ступени. Фиксацию заднемедиального фрагмента проводили 2 пластинами у 5 пациентов и

одной пластиной и дополнительными стягивающими винтами, проводимыми спереди назад перпендикулярно плоскости перелома, – у 5 других пациентов.

Распространение перелома на отдельные переднемедиальный и заднемедиальный фрагменты медиального мыщелка выявлены у 10 (31,3%) пациентов (рис. 2.25 д, е). При этом у 9 (28,1%) из них перелом носил многооскольчатый характер – тип 41C3 (8 – Schatzker J. тип VI, 1 – Schatzker J. тип V), у 1 (3,1%) пациента – 41C1 (Schatzker J. тип V). Здесь, как и в случае отдельного заднемедиального фрагмента, выполняли артротомию, визуализировали точку внутрисуставной ступени, которая, как правило, располагалась за медиальной боковой связкой и требовала ее частичной мобилизации, выполняли сопоставление отломков между собой и фиксировали их стягивающими винтами и «опорными» пластинами. У 7 пациентов для фиксации медиального мыщелка использовано 2 пластины, у 1 пациента – 3 пластины и у 2 пациентов – 4 пластины.

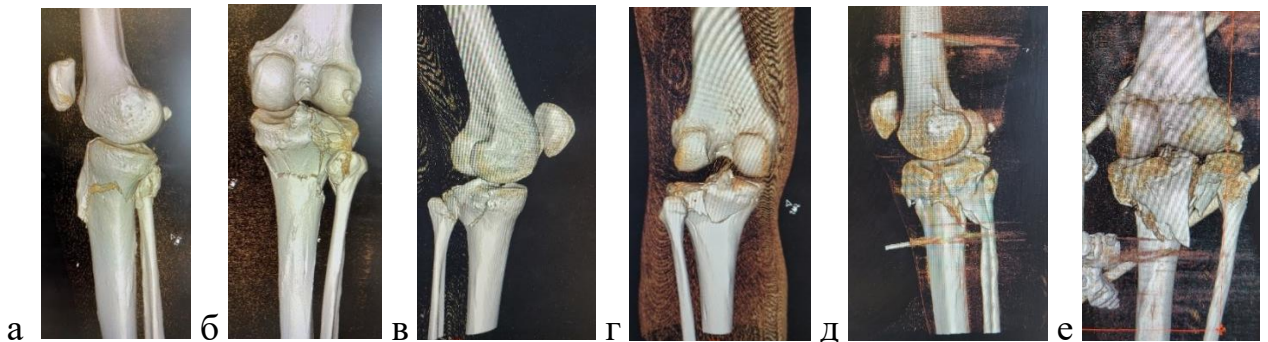


Рисунок 2.25. 3D-реконструкция КТ разных типов перелома медиального мыщелка ББК: а, б – перелом медиального мыщелка в виде целого фрагмента; в, г – перелом медиального мыщелка в виде заднемедиального фрагмента; д, е – перелом медиального мыщелка в виде переднемедиального и заднемедиального фрагментов

Также отдельно отмечали наличие сочетанной импрессии или раскола заднелатерального фрагмента, требующего коррекции (репозиции) и необходимость подхода к нему. Смещение в области заднелатерального фрагмента выявлена нами у 29 (90,6%) из 32 описываемых здесь пациентов. Наличие значимой импрессии, требующей элевации и/или реимпакции заднелатерального фрагмента, отмечено у 26 пациентов (81,3%).

Сочетание перелома медиального мыщелка ББК с переломом, вовлекающим передний отдел латерального мыщелка, отмечено у 22 пациентов (68,8%). Из них у 21 (65,6%) повреждение распространялось и на передний, и на задний отделы латерального мыщелка, у 1 (3,1%) пациента затрагивало только передний отдел латерального мыщелка. Соответственно, у 3 (9,4%) пациентов перелом затрагивал заднелатеральный отдел и не распространялся на переднелатеральный отдел плато ББК. Наличие и тип перелома латерального мыщелка, локализация его импрессии определяли выбор дополнительного хирургического доступа.

У 11 пациентов (34,3%) репозицию заднелатерального фрагмента удалось произвести из заднемедиального хирургического доступа. У них имелось сочетание раскола и импрессии центральной части заднелатерального фрагмента, для репозиции которого производили элевацию этого фрагмента элеватором Хомана, с последующей фиксацией субхондральными спонгиозными винтами, введенными снаружи кнутри и установленными из отдельных латеральных проколов кожи. У 7 пациентов (21,9%) применяли реимпакцию вдавленного заднелатерального фрагмента суставной поверхности с последующим замещением костного дефекта ауто- или аллокостью. В подобных случаях для создания опоры заднелатеральной кортикальной пластинки на уровне перелома из заднемедиального доступа устанавливали опорную пластину, имитирующую заднюю стенку заднелатерального фрагмента. Эффективность такой комбинации имплантов доказана в нашем биомеханическом эксперименте, описанном в главе 3 настоящей работы. У остальных 13 (40,6%) из 26 пациентов со значимым смещением заднелатерального фрагмента для устранения его смещения и остеосинтеза латерального мыщелка применяли различные разновидности латеральных доступов: у 3 – прямой заднелатеральный доступ, у 4 – двухоконный доступ по К. Frosch (2010), у 8 – расширенный переднелатеральный доступ. В 8 случаях (25,0%) у пациентов с переломами типа 41C3 заднемедиальный и латеральный этапы разделяли на отдельные операционные сессии.

2.4.2.3. Применение различных подходов к остеосинтезу переломов плато с вовлечением заднелатерального фрагмента

В группу исследования вошли 100 прооперированных пациентов с внутрисуставными переломами плато ББК, у которых мы выявили распространение перелома в область заднелатерального отдела латерального мыщелка. Из них 59 женщин (59,0%), 41 мужчины (41,0%), медиана возраста составила 53,0 лет [37,0–62,3] (21,0; 79,0). Распределение пациентов по классификации АО: В1 – 3 (3,0%) пациента, В2 – 8 (8,0%) пациентов, В3 – 42 (42,0%) пациента, С3 – 47 (47,0%) пациента. По классификации Schatzker J.: тип VI – 27 (27,0%) пациентов, тип V – 24 (24%) пациента, тип IV – 1 (1,0%) пациент, тип III – 7 (7%) пациентов, тип II – 40 (40%) пациентов, тип I – 1 (1,0%) пациент.

Первичная стабилизация в АВФ выполнена у 34 пациентов (34,0%). Скелетное вытяжение применялось у 2 (2,0%) пациентов. Остальным 64 (64,0%) пациентам при поступлении была выполнена гипсовая иммобилизация. Средний дооперационный койко-день составил $11,2 \pm 4,6$. У 7 пациентов (7,0%) медиальный и латеральный этапы были разделены в две и более операционные сессии. Медиана длительности госпитализации составила 17,0 [13,3–21,0] (10,0; 40,0) дней.

Для выполнения репозиции заднелатерального фрагмента применяли различные хирургические доступы: прямой заднелатеральный доступ, двухоконный доступ K.Frosch (2010), расширенный заднемедиальный доступ, расширенный переднелатеральный доступ, доступ с остеотомией головки малоберцовой кости, стандартный переднелатеральный доступ.

Для проведения сравнительного клинического анализа были выделены четыре группы пациентов. В первую вошли пациенты, при лечении которых мы применили прямой заднелатеральный доступ или доступ K.Frosch (2010). Во вторую группу включены пациенты, которым применили доступ с остеотомией малоберцовой кости. В третьей группе применяли заднемедиальный и расширенный переднелатеральный доступы (в комбинации или по отдельности). В четвертую вошли пациенты, при остеосинтезе у которых, несмотря на распространение перелома на заднелатеральный отдел латерального мыщелка,

применялся стандартный переднелатеральный доступ. Демографические характеристики и характеристики переломов в группах пациентов представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Демографические характеристики и характеристики переломов у пациентов, прооперированных с применением заднелатеральных доступов

Параметр	Группа				Значение p
	Первая, n=25	Вторая, n=22	Третья, n=26	Четвертая, n=27	
Возраст, лет	48,0±15,9	54,3±13,5	52,4±12,5	48,9±16,2	0,451
Пол, n (%)					
Женщины	15 (60,0%)	13 (59,1%)	16 (61,5%)	15 (55,6%)	0,976
Мужчины	10 (40,0%)	9 (40,9%)	10 (38,5%)	12 (44,4%)	
Срок от травмы до операции, дни	13,00 [9,00-15,00] (4,00; 19,00)	9,00 [4,00-12,00] (3,00; 19,00)	10,00 [9,00-13,50] (7,00; 21,00)	12,00 [9,75-17,00] (9,00; 20,00)	0,116
Тип по АО/ASIF, n (%)					0,013
B1	0 (0,0%)	1 (4,5%)	2 (7,7%)	0 (0,0%)	
B2	4 (16,0%)	4 (18,2%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	
B3	12 (48,0%)	11 (50,0%)	10 (38,5%)	9 (33,3%)	
C3	9 (36,0%)	6 (27,3%)	14 (53,8%)	18 (66,7%)	
Тип по Schatzker, n (%)					0,001
1	0 (0,0%)	1 (4,5%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	
2	12 (48,0%)	11 (50,0%)	8 (30,8%)	9 (33,3%)	
3	3 (12,0%)	4 (18,2%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	
4	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (3,8%)	0 (0,0%)	
5	3 (12,0%)	6 (27,3%)	5 (19,2%)	10 (37,0%)	
6	7 (28,0%)	0 (0,0%)	12 (46,2%)	8 (29,6%)	
Первичная фиксация					0,004
АВФ	9 (36,0%)	1 (4,5%)	13 (50,0%)	11 (40,7%)	
Гипс	16 (64,0%)	20 (90,9%)	12 (46,2%)	16 (59,3%)	
Скелетное в-е	0 (0,0%)	1 (4,5%)	1 (3,8%)	0 (0,0%)	

По результатам сравнительного анализа исходных демографических и клинических параметров пациенты в четырех группах были сопоставимы по

возрасту и полу ($p > 0,05$), что свидетельствует об однородности выборки по этим базовым характеристикам. Срок от травмы до операции также не различался между группами ($p = 0,116$).

В то же время между группами выявлены статистически значимые различия по типу перелома по классификациям АО/ASIF и Schatzker ($p = 0,013$ и $p = 0,001$ соответственно). При сравнении пропорций было обнаружено, что в четвертой группе перелом типа С3 встречался статистически значимо ($p = 0,036$) чаще, чем во второй группе. По остальным категориям, пригодным для анализа, различия не достигали уровня статистической значимости. АВФ во второй группе применялся статистически значимо реже, чем в первой ($p = 0,003$) и третьей ($p = 0,020$) группах. При этом гипсовая иммобилизация во второй группе, напротив, применялась чаще, чем в третьей группе ($p = 0,006$).

Хирургическая техника выполнения доступов, применяемая в данном исследовании, соответствовала описанной в литературных источниках (Luo C.F. et al., 2010; Galla M., Lobenhoffer P., 2003; Cho J.-W. et al., 2017; Frosch K.H. et al., 2010; Frosch K.H. et al., 2020; Krause M. et al., 2016; Buckley R.E. et al., 2018).

2.4.2.4. Применение различных подходов к остеосинтезу сложных двухмышцелковых переломов плато большеберцовой кости

Изучение результатов лечения пациентов со сложными переломами плато ББК включало две серии. В первой серии было изучено влияние качества первичной репозиции в АВФ на окончательный результат лечения – тем самым было выполнено клиническое обоснование усовершенствования двухэтапного протокола хирургического лечения пациентов со сложными переломами ПОББК. Верификация гипотезы о положительном влиянии контроля качества первичной репозиции на окончательный результат остеосинтеза при изучаемых переломах проксимального и дистального метаэпифизов ББК явилась 7-й задачей нашего исследования, а хирургическая тактика, включающая первичную трансартикулярную фиксацию в АВФ с восстановлением оси и длины

поврежденного сегмента, была сформулирована нами как **усовершенствованный двухэтапный протокол лечения.**

Во второй серии сравнивали результаты применения традиционных и усовершенствованных подходов к накостному остеосинтезу с использованием соответственно стандартных и модифицированных хирургических доступов.

Исследование результатов применения усовершенствованного двухэтапного протокола лечения пациентов с полными внутрисуставными переломами плато ББК включало 40 пациентов с переломами типа 41С (АО/ASIF). Всем пациентам в качестве метода первичной стабилизации перелома накладывали АВФ в стержневом или спице-стержневом циркулярном виде, применяя простейшую компоновку, вводя чрескостные элементы выше и ниже зоны перелома в области диафиза бедренной кости по переднелатеральной поверхности бедра и в большеберцовую кость по переднемедиальной поверхности голени, обеспечивая режим умеренной дистракции с первичной закрытой репозицией с восстановлением оси и длины нижней конечности (рис. 2.26).

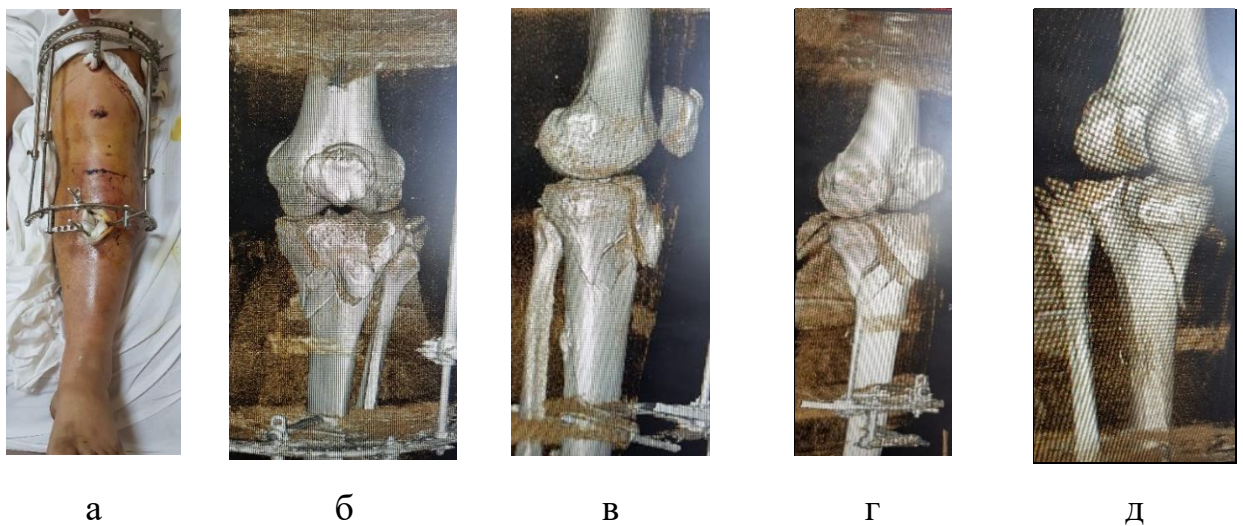


Рисунок 2.26. Внешний вид и 3D-реконструкция КТ пациента с многооскольчатым двухмыщелковым переломом плато левой ББК, состояние после первичной фиксации АВФ: а – вид конечности в АВФ; б – д – данные КТ

По данным контрольных рентгенограмм коленного сустава с захватом нижней трети диафиза бедра и верхней трети диафизов костей голени в двух стандартных проекциях определяли критерии восстановления оси и длины сегмента. Положение отломков в АВФ считали удовлетворительным, если на контрольных рентгенограммах в прямой проекции угол между анатомическими осями бедренной и большеберцовой костей составлял 5–10°. В боковой проекции оценивали угол наклона суставной поверхности ББК относительно ее анатомической оси, который в норме составляет 81° (84–77°). Удовлетворительным считали отклонение от угла наклона, не выходящее за указанные пределы.

Укорочение ББК оценивали на рентгенограммах в прямой и боковой проекциях как относительное захождение отломков, включающих кортикальную стенку латерального или медиального мыщелка ББК в метафизарной зоне относительно предполагаемого места его выкола на дистальном отломке. Значимым укорочением считали захождение отломков относительно горизонтальной линии более 10 мм. В случаях, когда сохранялось значимое укорочение ББК и/или угловая деформация, положение отломков после установки первичного АВФ считали неудовлетворительным.

Ротационное смещение на этом этапе нами не оценивалось, так как не имело существенного влияния на течение раннего посттравматического периода. Остаточные смещения внутрисуставных фрагментов в виде импрессии суставной поверхности, расхождения линии перелома и/или ступени между отломками на этом этапе нами также не учитывались, так как их коррекция в АВФ не представляется возможной.

На основании сформулированных критериев в группу удовлетворительной репозиции в АВФ были включены 23 пациента, а в группу неудовлетворительной – 17 пациентов. Распределение пациентов по полу, возрасту и типам переломов по классификации АО в группах исследования было сопоставимо и представлено в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Характеристики пациентов, включенных в исследование

Параметр		Всего, n=40	Группа		Значение р
			Удовл. АВФ, n=23	Неудовл. АВФ, n=17	
Возраст, лет Me [Q1-Q3] min; max		53,00 [37,00-61,00] 29,00; 74,00	49,50 [35,50-60,75] 31,00; 74,00	55,00 [48,00-61,00] 29,00; 63,00	0,438
Пол, n (%)	мужской	19 (47,5)	11 (48)	8 (47)	0,962
	женский	21 (52,5)	12 (52)	9 (53)	
Тип перелома, n (%)	41C1	4 (10)	4 (18)	-	0,123
	41C2	1 (2,5)	1 (4)	-	
	41C3	35 (87,5)	18 (78)	17 (100)	
Открытый перелом G-A II, n (%)		2 (5)	1 (4)	1 (6)	1,000

Удовл. АВФ – удовлетворительная репозиция в АВФ,

Неудовл. АВФ – неудовлетворительная репозиция в АВФ.

На основании данных КТ, выполненного после установки АВФ, выбирали оптимальные комбинации хирургических доступов. Соотношение пациентов в группах, в которых применялись стандартные и расширенные доступы, было сопоставимым: $\chi^2=0,251$; $p=0,617$ (табл. 2.4).

Операцию окончательного внутреннего остеосинтеза, т.е. второй этап хирургического лечения, проводили после нормализации состояния мягких тканей, уменьшения отека, заживления ран, эпителизации фликтен. Были определены среднее время ожидания оперативного вмешательства и средняя длительность госпитализации. Применявшаяся нами хирургическая техника накостного остеосинтеза, критерии восстановления анатомии, методы и сроки оценки функциональных результатов и осложнений соответствовали методам, использованным на предшествующих этапах клинического исследования результатов лечения пациентов с переломами плато ББК.

Таблица 2.4

Хирургические доступы, применявшиеся при окончательном остеосинтезе

Хирургические доступы		Группа	
		Удовл. АВФ, n=23	Неудовл. АВФ, n=17
Стандартные заднемедиальный и переднелатеральный, n (%)		9 (39)	8 (47)
Расширенный заднемедиальный, n (%)	расширенный переднелатеральный	7 (30)	4 (23)
	заднелатеральный и переднелатеральный	3 (13)	1 (6)
	по K. Frosch	3 (13)	1 (6)
	расширенный переднелатеральный и переднемедиальный	1 (5)	3 (18)

Исследование результатов применения стандартных доступов в сравнении с применением расширенного заднемедиального и модифицированных латеральных доступов для остеосинтеза сложных внутрисуставных переломов плато ББК. В это исследование вошли 58 пациентов с переломами типа 41C (AO/ASIF). Пациенты были разделены на две группы в зависимости от хирургических доступов, из которых был выполнен остеосинтез. Первую группу составили 32 больных, которым был выполнен накостный остеосинтез из стандартных переднелатерального и заднемедиального доступов, вторую – 26 больных, которым остеосинтез выполняли из расширенного заднемедиального доступа в положении на животе в комбинации с хирургическими доступами, обеспечивающими визуализацию заднелатеральных отделов плато ББК при их заинтересованности (расширенным переднелатеральным доступом, доступом по K.Frosch (2010), прямым заднелатеральным доступом или стандартным переднелатеральным доступом при отсутствии заинтересованности заднелатеральных отделов ББК в соответствии с теорией колонн.

В первую группу были включены 18 (56,3%) женщин и 14 (43,8%) мужчин, медиана возраста составила 55,50 лет [45,50–61,75] (29,00; 69,00).

Из 32 пациентов первой группы у 8 (25,0%) перелом носил характер C1, у 1 (3,1%) пациента – C2, у 23 (71,9%) пациентов – C3, имел многооскольчатый характер с импрессией участка суставной поверхности. По классификации J.Schatzker у 17 (53,1%) пациентов перелом был оценен как тип V, у 15 (46,9%) – перелом плато определен как тип VI. В составе перелома имелся фрагмент заднелатеральной импрессии у 19 пациентов (59,4%). У 15 пациентов (46,9%) в качестве первичной фиксации был выполнено наложение стержневого перемикающего коленного сустава АВФ. При этом у 9 (28,1%) пациентов в результате наложения АВФ удалось добиться восстановления оси коленного сустава, с улучшением положения отломков. Остеосинтез выполняли из двух стандартных заднемедиального и переднелатерального доступов из положения на спине с визуализацией зоны импрессии из сублимбальной артротомии и применением пластин с угловой стабильностью винтов.

У 15 (46,9%) пациентов выполняли замещение субхондрального костного дефекта (аутокостью у 13 (40,6%) пациентов, аллокостью – у 2 (6,3%) пациентов).

У 4 из 32 (12,5%) пациентов операцию выполняли из одного стандартного переднелатерального доступа с имплантацией одной опорной латеральной пластины. В одном случае фрагмент медиального мыщелка фиксировали малоинвазивно двумя субхондральными спонгиозными винтами, установленными из проколов кожи над медиальным мыщелком плато ББК. У остальных 28 (87,5%) пациентов остеосинтез медиального и латерального мыщелков выполняли из двух отдельных стандартных доступов, производимых последовательно в одну операционную сессию из положения на спине. Интраоперационный результат контролировали с применением ЭОП.

Применяемые для остеосинтеза накостные имплантаты распределились следующим образом. У 5 (15,6%) пациентов для фиксации сложного перелома плато ББК использовали одну опорную латеральную пластину (у 3 пациентов – анатомичную с угловой стабильностью винтов, у одного Т-образную с угловой стабильностью винтов, у одного L-образную без угловой стабильности винтов. У двух из этих пациентов для фиксации медиального мыщелка применили

спонгиозные винты диаметром 6,5 мм, установленные из внутреннего мыщелка. У 25 (78,1%) пациентов для фиксации сложного перелома применили комбинацию из двух пластин, установленных соответственно из обоих стандартных доступов. Медиальный мыщелок у 16 пациентов фиксировали стандартной 1/3-трубчатой пластиной, у 4 анатомичной медиальной пластиной, уложенной по внутренней поверхности медиального мыщелка, у 3 пациентов большой Т-образной пластиной, у 1-го пластиной для латеральной лодыжки и у 1-го малой Т-образной пластиной. При этом 1/3-трубчатую пластину стандартно позиционировали по задневнутреннему гребню медиального мыщелка ББК, фиксируя ее винтами без угловой стабильности.

У 22 из этих 25 пациентов остеосинтез латерального мыщелка выполнили с использованием анатомичной латеральной опорной пластины с угловой стабильностью винтов. У трех пациентов для остеосинтеза латерального мыщелка применили Т- или L- образную пластину без угловой стабильности винтов.

У двух пациентов для фиксации перелома плато применили три пластины, две на медиальном мыщелке, уложенных по внутренней поверхности и заднему гребню. У одного пациента сочетание двух реконструктивных пластин, у второго сочетание медиальной анатомичной пластины и 1/3-трубчатой пластины. Латеральный мыщелок у этих пациентов фиксирован латеральной анатомичной опорной пластиной с винтами с угловой стабильностью.

Во вторую группу вошли 16 (61,5%) женщин и 10 (38,5%) мужчин. Медиана возраста составила 49,50 лет [37,75–62,25] (21,00; 74,00). По классификации АО большинство пациентов имели перелом типа 41C3 (25 пациентов, 96,2%), и только у одного (3,8%) перелом был расценен как простой внутрисуставной типа 41C1. По классификации J.Schatzker перелом обозначен как V тип у 8 (30,8%) пациентов, как VI тип – у 18 (69,2%) пациентов. Наличие фрагмента заднелатеральной импрессии выявлено у 22 (84,6%) из 26 пациентов.

У 19 (73,1%) пациентов первично был наложен трансартикулярный аппарат внешней фиксации режиме умеренной тракции для первичной репозиции отломков за счёт лигаментотаксиса, что способствовало улучшению положения отломков и

позволило восстановить ось коленного сустава до удовлетворительного положения у 11 пациентов (42,3%).

В качестве окончательного метода лечения использовали комбинацию расширенного заднемедиального доступа из положения на животе и одного из латеральных доступов (расширенного переднелатерального у 13 пациентов, доступа по K.Frosch у 4 пациентов, прямого заднелатерального у 4 пациентов).

У 3 пациентов кроме расширенного заднемедиального доступа применили комбинацию прямого заднелатерального и переднелатерального доступов. У 3 пациентов комбинацию заднемедиального, переднемедиального и переднелатерального доступов. У одной пациентки с преимущественным задним расположением повреждения применили комбинацию расширенного заднемедиального доступа и прямого заднелатерального доступов.

Кроме того, важно отметить, что у 8 пациентов этап расширенного медиального и латерального доступов подразделяли на отдельные операционные сессии с перерывом в среднем 7–10 дней. У 4 из этих пациентов потребовалось три операционные сессии и выполнение комбинации трех отдельных доступов (у двух из них выполняли комбинацию расширенного заднемедиального, переднемедиального и расширенного латерального доступов; у двух отдельно выполняли расширенный заднемедиальный доступ, прямой заднелатеральный доступ и расширенный переднелатеральный доступы в отдельные операционные сессии).

Для остеосинтеза медиального мыщелка, выполненного из расширенного заднемедиального доступа, у 17 пациентов применили комбинацию из двух пластин, уложенных по задней и внутренней боковой поверхностям (многоколонная фиксация), еще у двух пациентов применили комбинацию из 3 и 4 пластин соответственно. У 5 пациентов остеосинтез медиального мыщелка ББК выполнен одной опорную пластину. Анатомичную медиальную пластину мы применили у 9 пациентов, у 7 (из них) в сочетании с одной или несколькими низкопрофильными пластинами.

Остеосинтез латерального мыщелка у 25 пациентов, т.е. у всех, кроме одного больного, сделали анатомичными пластинами с угловой стабильностью винтов. У одной пациентки с переломом, включающим задние отделы обоих мыщелков без распространения на их передние отделы, выполнена операция из заднемедиального и прямого заднелатерального доступов в положении на животе с репозицией заднемедиального и заднелатерального фрагментов, замещением субхондрального дефекта заднего отдела латерального мыщелка аллокостью, фиксацией соответствующих фрагментов двумя 1/3-трубчатыми пластинами и субхондральными спонгиозными винтами диаметром 4,0 мм, введенными вне пластины.

Замещение субхондрального дефекта после элевации импрессированного фрагмента суставной поверхности латерального мыщелка в этой группе пациентов применялось у 21 пациента (80,7%). Для этого использованы аллокость и аутокость в объеме от 10 до 30 мл. При этом в большинстве случаев старались добиться плотного и полноценного заполнения дефекта для репозиции и удержания суставной поверхности. У одной пациентки со значительным дефектом латерального мыщелка применили сочетание аллокости и аутокости из гребня подвздошной кости.

У 13 пациентов фиксацию заднелатерального фрагмента выполнили отдельной пластиной. У 9 пациентов ее произвели из заднемедиального доступа, у 4 пациентов из прямого заднелатерального доступа. У 4 пациентов репозицию заднелатерального фрагмента выполнили из доступа K.Frocsch (2010) с формированием заднего окна. У 5 пациентов репозицию импрессированного заднелатерального фрагмента выполнили из расширенного переднелатерального доступа. У остальных 4 пациентов в заднелатеральной области имелся раскол без значимой импрессии.

Качество репозиции после выполненного остеосинтеза, функциональные результаты, частоту и структуру осложнений оценивали в каждой группе исследования аналогично предшествующим сериям клинических испытаний у пациентов с переломами плато ББК.

2.4.3. Клиническое исследование результатов хирургического лечения около- и внутрисуставных переломов дистального метаэпифиза большеберцовой кости

Аналогично группе полных внутрисуставных переломов проксимального метаэпифиза ББК, при изучении результатов лечения пациентов с переломами дистального метаэпифиза ББК было поставлено две задачи.

В первой серии клинического исследования нами была установлена клиническая эффективность применения усовершенствованного двухэтапного протокола с изучением влияния качества первичной репозиции в аппарате внешней фиксации при внутрисуставных переломах дистального метаэпифиза ББК на окончательный результат лечения. Во второй серии проведено сравнительное исследование применения одноколонной и многоколонной фиксации при остеосинтезе переломов пилона различных типов.

2.4.3.1. Исследование результатов применения усовершенствованного двухэтапного протокола лечения пациентов с переломами дистального метаэпифиза большеберцовой кости

В первую серию вошли 50 пациентов с переломами дистального метаэпифиза ББК, у которых мы применили метод наружной фиксации, выполняя установку перемыкающего голеностопный сустав стержневого аппарата простейшей конфигурации с введением 2-3 диафизарных чрескостных стержней в область средней трети диафиза ББК и дистальных стержней в область пяточной кости и/или оснований 1-й и 5-й плюсневых костей, соединяя их при помощи трубок универсальными зажимами.

У ряда пациентов были применены гибридные спице-стержневые АВФ из компонентов аппарата Илизарова на двух кольцевых опорах с введением стержней в область диафиза ББК (ББК) выше зоны перелома дистального метаэпифиза и введением спиц в область бугра пяточной кости и диафизов плюсневых костей.

После первичной фиксации в АВФ выполняли рентгенограммы голени и голеностопного сустава в двух стандартных прямой и боковой проекциях.

Согласно результатам контрольной рентгенографии, делили больных на две группы. При этом первую группу составили 30 больных с удовлетворительным положением фрагментов после первичной фиксации в АВФ. Вторую группу, соответственно, составили 20 больных с неудовлетворительным положением костных отломков после первого этапа лечения.

Критериями удовлетворительного положения отломков считали: остаточную угловую деформацию – вальгус, варус, антеретрокурвация не превышающую 5° наклона суставной поверхности по сравнению с контралатеральной конечностью при отсутствии укорочения. Неудовлетворительное положение отломков считали сохранение значимого укорочения ББК (более 1 см) и угловой деформации более 5°. Ротационное смещение на этом этапе нами не оценивалось, так как не имело существенного влияния на течение посттравматического периода. Распределение пациентов по полу, возрасту и типам переломов по классификации АО в клинических группах представлено в таблице 2.5.

Операцию окончательного внутреннего остеосинтеза проводили после нормализации состояния мягких тканей, уменьшения отека, заживления ран, эпителизации фликтен. Были определены средний предоперационный койко-день и длительность стационарного лечения.

В качестве метода окончательной хирургической стабилизации перелома применяли метод накостного остеосинтеза в различных вариантах. Особенности применяемой техники операции при различных типах переломов пилона, а также критерии качества репозиции костных отломков, методы оценки функциональных результатов и регистрация осложнений проводились в соответствии с представленными ниже сведениями во второй серии клинических исследований.

Таблица 2.5

Распределение пациентов по полу, возрасту и типам переломов по классификации АО в группах исследования

Параметр		Группа 1	Группа 2
Возраст, лет, $M \pm \sigma$		42,7 $\pm$ 12,9	50,7 $\pm$ 14,8
Пол, n (%)	Муж.	21 (70)	13 (65)
	Жен.	9 (30)	7 (35)
Тип перелома, n (%)	A1	1 (3)	-
	A3	3 (10)	3 (15)
	B2	2 (7)	-
	B3	8 (27)	1 (5)
	C1	3 (10)	2 (10)
	C2	4 (13)	3 (15)
	C3	9 (30)	11 (55)
Открытые		2 (7)	3 (15)
Всего		30	20

2.4.3.2. Исследование результатов хирургического лечения около- и внутрисуставных переломов дистального метаэпифиза большеберцовой кости методом малоинвазивного остеосинтеза при одноколонной и многоколонной фиксации

В исследование этой категории больных мы включили 82 пациента. Все больные были разделены на две группы в зависимости от количества зафиксированных в ходе операции окончательного остеосинтеза колонн. При этом регистрировали пол, возраст, механизм травмы, характер повреждений по классификации АО, а также метод первичной стабилизации костных фрагментов до выполнения окончательного остеосинтеза.

Диагностировали характер повреждений в соответствии с теорией колонн, верифицировали зоны раскола и импрессии компонентов перелома. Отдельно оценивали дистальный межберцовый синдесмоз и положение малоберцовой кости по отношению к большеберцовой.

Группа одноколонной фиксации с остеосинтезом одной опорной пластиной включила 36 больных с около- и внутрисуставными переломами пилона. Она состояла из 21 мужчины (58%) и 15 женщин (42%) со средним возрастом 47,4 $\pm$ 13,8

года. В первой группе у 2 пациентов имелся крупный фрагмент медиальной колонны, у 3 пациентов имелось два фрагмента медиальной и задней колонн, медиальной и переднелатеральной колонны, переднелатеральной колонны и центральной импрессии, у 2 пациентов имелись фрагменты медиальной, переднелатеральной и задней колонн. У 7 пациентов с переломами 43С перелом включал все три колонны – медиальную, переднелатеральную, заднюю колонны, фрагмент центральной импрессии. У 3 пациентов с подобными переломами импрессия отсутствовала, у 10 пострадавших диагностирован простой перелом с одной плоскостью и отдельным задним фрагментом.

В группу многоколонной фиксации вошли 46 пациентов: 33 мужчин (72%) и 13 женщин (28%), средний возраст составил $45,9 \pm 14,4$ лет. У 13 пациентов этой группы диагностировано повреждение медиальной, переднелатеральной, задней колонн и центральная импрессия, у 17 пациентов подобная травма не сопровождалась центральной импрессией фрагмента, у 9 пациентов типа 43В выявили повреждение двух колонн. Повреждение задней колонны выявлено у 34 (74%) пациентов этой группы: у 20 (43%) смещение задней колонны оценено как значимое, потребовавшее отдельного хирургического доступа для его репозиции и фиксации. У 15 пациентов мы применили заднемедиальный доступ к голеностопному суставу, описанный и апробированный нами в анатомической части нашей работы, у 4 применили заднелатеральный доступ, также описанный выше и у одного пациента мы применили оба задних линейных доступа к голеностопному суставу.

Имеющаяся первичная деформация, количество и конфигурация фрагментов, наличие и тип перелома МБК учитывалась нами при выборе хирургических доступов, вида и положения необходимого импланта (табл. 2.6).

Сравнительная характеристика групп исследования

Показатель		Группа исследования		Значение p
		Первая	Вторая	
Средний возраст, лет		47,4±13,8	45,9±14,4	0,625
Пациенты, n (%)	Всего	36 (100)	46(100)	–
	Мужчины	21 (58)	33 (72)	0,160
	Женщины	15 (42)	13 (28)	
Тип перелома, n (%)	43A1	1 (3)	3 (6,5)	0,004 0,393*
	43A2	2 (5,5)	1 (2)	
	43A3	6 (17)	3 (6,5)	
	43B1	4 (11)	-	
	43B2	2 (5,5)	2 (5)	
	43B3	1 (3)	12 (26)	
	43C1	8 (22)	3 (7)	
	43C2	3 (8)	8 (17)	
	43C3	9 (25)	14 (30)	
Количество фрагментов при типе 43С и В, n (%)	4	9 (25)	13 (28)	0,036
	3	4 (11)	17 (37)	
	2	10 (27)	9 (20)	
	1	2 (6)	0	
Перелом МБК, n (%)	Всего	27 (75)	36 (78)	-
	Простой перелом	14 (39)	16 (35)	0,616
	Сложный перелом	13 (36)	20 (43)	
Первичная деформация, n (%)	Вальгус	14 (38)	19 (41)	0,125
	Варус	8 (22)	13 (28)	
	Нейтральн.	14 (38)	7 (15)	
	Кзади		7 (15)	
	Кпереди		4 (9)	
Открытый перелом Gustilo-Andersen II, n (%)		3 (8)	5 (11)	1,000

Продолжение таблицы 2.6

Первичная иммобилизация, п (%)	АВФ	16 (44)	27 (59)	0,211
	Скелетное вытяжение	17 (47)	13 (28)	
	Гипс	3 (8)	6 (13)	
Предоперационный койко-день, дней		10,00 [9,00–14,00] (3,00; 28,00)	12,00 [10,00–23,00] (7,00; 52,00)	0,061
Длительность госпитализации, дней		16,00 [14,00–19,25] (11,00; 27,00)	18,00 [5,00–29,50] (8,00; 61,00)	0,133

* Критерий χ^2 Пирсона, рассчитанный при делении по типам перелома (А, В, С).

Показатели предоперационного койко-дня и длительности госпитализации представлены в виде Me; (Q1-Q3); min-max.

Определялась средняя длительность предоперационного периода и длительность госпитализации в каждой группе пациентов.

Сравнение полученных данных в группах исследования осуществляли с использованием следующих критериев: половой состав – χ^2 Пирсона ($p=0,160$); средний возраст – t-критерий Стьюдента для независимых выборок ($p=0,580$); тип перелома – точный критерий Фишера-Фримана-Холтона ($p=0,004$); перелом МБК – χ^2 Пирсона ($p=0,616$); первичная деформация – критерий χ^2 Пирсона ($p=0,125$); первичная фиксация – критерий χ^2 Пирсона ($p=0,211$). По длительности предоперационного периода ($p=0,061$) и длительности госпитализации ($p=0,133$) группы также статистически значимо не различались (критерий Манна – Уитни).

Частота встречаемости различных типов переломов по классификации АО статистически значимо различалась между группами ($p=0,004$). Однако при группировке пациентов по типам переломов (А, В, С) различий между группами получено не было ($p=0,393$).

Статистически значимые межгрупповые различия зарегистрированы в частоте большого числа фрагментов при переломах типов 43С и 43В (согласно точному критерию Фишера-Фримана-Холтона $p=0,036$). Переломы, состоящие из 3 и 4 стандартных фрагментов («колонн») были у 13 пациентов (36%) первой группы и у 30 пациентов (65%) – второй группы. Переломы, оцененные нами как

В2 и В3, представлены у 3 пациентов первой группы (8%) и у 14 (31%) второй группы, С2 и С3 – у 12 (33%) пациентов первой группы и у 22 (48%) – второй группы. При попарных сравнениях было обнаружено, что статистически значимо чаще в группе многоколонной фиксации встречались переломы типа 43В3 ($p=0,004$), а в группе одноколонной фиксации – переломы типа 43С1 ($p=0,038$). Этот факт нами не принимался во внимание по причине наличия этого признака только у части больных.

Таким образом, нами был сделан вывод о сопоставимости групп исследования по основным признакам.

В зависимости от типа перелома пациентам обеих групп выполняли разновидности малоинвазивной фиксации, подробно изложенные ниже.

Малоинвазивный накостный остеосинтез околоуставных переломов дистального отдела ББК (тип 43А) производили пластиной, установленной по медиальной и/или переднелатеральной поверхности ББК из дистального и проксимального мини-доступов.

Стремились к выполнению преимущественно закрытой репозиции ББК, для чего в ряде случаев использовали дистрактор и/или остроконечные костодержатели. Старались сохранить перифрактурную гематому и метафизарную зону ББК интактной.

Дистальную медиальную пластину во всех случаях имплантировали по стандартной методике через два мини-доступа: в области медиальной лодыжки и над верхним концом пластины.

Переднелатеральную пластину имплантировали с применением двух вариантов хирургической техники. В первом традиционно выполняли два мини-доступа: продольный разрез на передней поверхности нижней трети голени, и проксимальный над верхним концом пластины на переднелатеральной поверхности голени. Далее в продольном направлении рассекали удерживатель сухожилий разгибателей для отведения сухожилий медиально и обнажения переднелатеральной поверхности дистального эпифиза ББК.

У 5 пациентов в качестве дистально применили предложенный нами поперечный доступ на 1-2 см выше щели голеностопного сустава длиной 3-4 см, с продольной диссекцией и формированием двух окон для введения винтов между проксимальной и дистальной порциями удерживателя сухожилий разгибателей для доступа к ББК: первое – между длинным разгибателем первого пальца стопы и длинным разгибателем пальцев стопы, второе – латеральное длинного разгибателя пальцев стопы.

При необходимости имплантации дополнительных пластин, использовали аналогичную хирургическую технику, ограничивая длину доступов необходимостью введения фиксирующих винтов.

Малоинвазивный наkostный остеосинтез полных простых внутрисуставных переломов дистального отдела ББК (43B1, 43C1 и 43C2) применяли при условии умеренного смещения отломков и простой линии внутрисуставного перелома. Перед установкой пластин выполняли закрытую репозицию внутрисуставных костных отломков с помощью остроконечных костодержателей. Результаты остеосинтеза контролировали при помощи электронно-оптического преобразователя в ходе операции.

Малоинвазивный наkostный остеосинтез с ограничено открытой репозицией внутрисуставных переломов дистального отдела ББК применяли при многооскольчатых переломах типов 43B2, 43B3, 43C3 со значительным смещением суставных фрагментов. Выполняли ограниченную открытую репозицию суставных фрагментов перелома через стандартные переднелатеральный или переднемедиальный доступы, делая их протяжённость достаточной для визуализации суставных фрагментов, стремясь к максимально точной их репозиции под визуальным контролем. Фрагмент центральной импрессии при его наличии репонировали, подходя к нему через линию перелома между переднелатеральным и медиальным фрагментами с замещением зоны импрессии ауто- или аллокостью.

Показаниями к остеосинтезу малоберцовой кости считали следующие ситуации: первичная вальгусная деформация в месте перелома; остаточная

вальгусная деформация и/или латеральная нестабильность, выявляемая стресс-тестами под контролем рентгеноскопии; значительное смещение отломков МБК, компрометирующее положение латеральной лодыжки в вырезке МБК на ББК. В последнем случае устанавливали позиционный винт по общепринятой технологии. Активные движения в голеностопном суставе рекомендовали на следующий день после операции. Осевую нагрузку ограничивали до 8 – 10 недель. Позиционный винт (при его установке) удаляли на сроке 8–10 нед. после операции.

Сравнивали между группами длительность предоперационного периода, качество репозиции костных фрагментов, долю и структуру осложнений, сращение перелома через 3,6,12, месяцев, функцию голеностопного сустава по шкале AOFAS через 6,12,24 месяца.

Критерии качества репозиции. Восстановление анатомии дистального отдела ББК оценивали с точки зрения восстановления референтных линий и углов сегмента, а также устранения смещения внутрисуставных фрагментов. Репозицию считали **анатомичной** при отсутствии остаточной угловой деформации, ротации и укорочения прооперированной голени. Репозицию считали **удовлетворительной** при сохранении угловой деформации не более 5° (вальгус, варус, анте- и ретрокурвация), при относительном укорочении не более 1 см. Репозицию отломков считали **неудовлетворительной** при наличии угловой деформации более 5° и укорочение более 1 см. Репозицию внутрисуставного компонента перелома считали **анатомичной**, когда на контрольных рентгенограммах не определяли внутрисуставной ступени между фрагментами, не было видимой щели перелома, отсутствовал подвывих в голеностопном суставе. Удовлетворительной репозицией называли положение внутрисуставных отломков с определяемой степенью или расхождением щели перелома в 2 мм. Неудовлетворительная репозиция определялась при наличии ступени или расхождения щели перелома в 5 мм или наличие подвывиха в голеностопном суставе.

Сращение перелома по данным контрольных рентгенограмм определяли как видимую костную мозоль или отсутствие видимой линии перелома.

2.4.4. Исследование результатов хирургического лечения нестабильных переломов лодыжек с вовлечением заднего края большеберцовой кости

В этой части исследования нами были отобраны 165 пациентов с нестабильными переломами лодыжек с вовлечением заднего края ББК, из них 50 мужчин и 115 женщин, средний возраст которых составил $50,1 \pm 13,1$ лет. В зависимости от выбранной хирургической тактики пациенты были разделены на три клинические группы.

Первую группу составили 35 пациентов, при лечении которых мы применили традиционный подход к оперативному лечению трехлодыжечных переломов в отношении фрагмента заднего края ББК, описанный в руководстве Рюди Т.П. с соавт. (2013). При этом фрагмент заднего края ББК, занимающий менее 25% протяженности суставной поверхности, определяемый на боковой рентгенограмме, не требовал прицельной фиксации. Остеосинтез фрагмента ЗКББК более 0,25 (25%) протяженности суставной поверхности проводился с использованием техники закрытой репозиции и установки стягивающего винта с передней поверхности дистального метаэпифиза ББК, через разрез-прокол кожи, в направлении заднего фрагмента ББК. В этой группе было 15 (42,8%) мужчинам и 20 (57,2%) женщин со средним возрастом $50,7 \pm 14,6$ лет.

Во вторую группу вошли 55 пострадавших, из них 19 (34,5%) мужчин и 36 (65,5%) женщин, которым выполнена открытая репозиция и внутренняя фиксация фрагмента заднего края ББК с использованием заднелатерального хирургического доступа. Средний возраст пациентов второй группы составил $49,2 \pm 12,5$ лет.

Третью группу составили 75 больных, которым были выполнены открытая репозиция и остеосинтез заднего края ББК из заднемедиального доступа. Из них 16 (21,3%) были мужчины, а 59 (78,7%) – женщины. Средний возраст больных этой группы составил $50,4 \pm 13,1$ лет.

Распределение пациентов в группах исследования по классификации АО/ASIF и классификации J.Bartoníček представлены в таблице 2.7.

Таблица 2.7

Общая характеристика групп пациентов, n (%)

Параметр	Группа 1 n=35	Группа 2 n=55	Группа 3 n=75	Значение p	Всего n=165
Пол: мужчины женщины	15 (42,8) 20 (57,2)	19 (34,5) 36 (65,5)	16 (21,3) 59 (78,7)	0,052	50(30,3) 115 (69,7)
Возраст, лет, M±SD	50,7±14,6	49,2±12,5	50,4±13,1	0,852	50,1±13,1
Первичная стабилизация: гипс СВ АВФ	33 (94,3) 2 (5,7) 0	51 (92,7) 0 4 (7,3)	64 (85,3) 6 (8,0) 5 (6,7)	0,090	148 (89,7) 8 (4,8) 9 (5,5)
АО/ASIF: B3 C1.3 C2.3 C3.3	29 (82,9) 0 4 (11,4) 2 (5,7)	39 (70,9) 2 (3,6) 12 (21,8) 2 (3,6)	50 (66,7) 8 (10,7) 14 (18,7) 3 (4,0)	0,279	118 (71,5) 10 (6,1) 30 (18,2) 7 (4,2)
Тип (Bartoníček): 2 3 4	21 (60,0) 5 (14,3) 9 (25,7)	32 (58,2) 5 (9,1) 18 (32,7)	27 (36,0) 32 (42,7) 16 (21,3)	<0,001	80 (48,5) 42 (25,5) 43 (26,1)
Средний относительный размер	0,25 [0,15-0,40] (0,10; 0,50)	0,25 [0,20-0,40] (0,10; 0,50)	0,25 [0,20-0,40] (0,10; 0,50)	0,371	0,25 [0,20- 0,40] (0,10; 0,50)
Chaput Le Fort Импрессия / интерпозиция	1 (2,8) 2 (5,7) Не оценивали	0 5 (9,0) 8 (14,5)	4 (5,3) 12 (16,0) 9 (12,0)	-	5 (3,0) 19 (11,5) 17 (10,3)

Также мы определяли медиану размера фрагмента заднего края ББК, как доля проекции суставной поверхности дистального метаэпифиза ББК, входящая в состав фрагмента заднего края, на боковой рентгенограмме голеностопного сустава. Были проанализированы методы первичной иммобилизации переломов во всех группах исследования. При анализе данных КТ у пациентов второй и третьей групп определяли наличие передних фрагментов малоберцовой кости (фрагмент Le

Fort) и переднелатерального фрагмента ББК Tillaux-Charput, наличие интерпозиции и вдавления суставной поверхности в плоскости перелома заднего края ББК, так как по нашему мнению это влияло на выбор хирургического доступа и объема остеосинтеза.

С целью выбора хирургической тактики и проведения предоперационного планирования по данным предоперационной рентгенографии определяли:

- характер и уровень перелома малоберцовой кости;
- наличие, и характер перелома медиальной лодыжки и степень её смещения;
- размер перелома заднего края ББК по боковой рентгенограмме в долях от величины всей суставной поверхности.

Далее выполняли СКТ для уточнения характера перелома заднего фрагмента ББК и выбор хирургического доступа для его остеосинтеза производили по результатам компьютерной томографии.

По данным КТ определяли:

- тип фрагмента заднего края ББК, используя классификацию J.Bartoníček;
- уточняли архитектуру перелома МБК, выявление фрагментов Le Fort и Tillaux-Charput, степень их смещения;
- наличие интерпозиции фрагментов суставной поверхности в плоскости перелома заднего края ББК или дистальном межберцовом синдесмозе.

По данным, полученным при анализе результатов рентгенографии и компьютерной томографии, формулировали план оперативного вмешательства.

Пациентам в первой группе исследования производили стандартный остеосинтез латеральной и медиальной лодыжек из положения на спине, используя стандартные доступы. Им из латерального доступа фиксировали латеральную лодыжку пластиной и винтами диаметром 3,5 мм. После этого выполняли остеосинтез медиальной лодыжки, с фиксацией её двумя винтами, или одним винтом и спицей Киршнера.

У пациентов с фрагментом заднего края, составляющим менее 0,25 доли от величины суставной поверхности на боковой рентгенограмме, его оставляли без фиксации. У пациентов с фрагментом заднего края ББК, составляющем более 0,25

доли, закрыто под контролем ЭОП выполняли репозицию фрагмента заднего края ББК. Фиксацию его осуществляли одним или двумя стягивающими спонгиозными винтами 4,0 мм с неполной резьбой, проведенным в направлении спереди назад.

Пациентам второй группы исследования остеосинтез заднего края ББК выполняли из заднелатерального хирургического доступа. Техника выполнения доступа соответствовала использованной нами в ходе топографо-анатомического эксперимента, описанного выше. Линейный разрез кожи и мягких тканей длиной 8-10 см выполняли на середине расстояния между задним краем МБК и латеральным краем ахиллова сухожилия от вершины латеральной лодыжки проксимально. Длина доступа определялась локализацией и типом перелома МБК.

Для обнажения и необходимой визуализации ЗКББК также рассекали глубокую фасцию и отводили медиально сухожилие длинного сгибателя большого пальца стопы, защищавшее задний большеберцовый сосудисто-нервный пучок. Фиксацию начинали с остеосинтеза заднего края ББК. Для создания межфрагментарной компрессии выполняли остроконечными костодержателями, затем вводили винты для губчатой кости с короткой резьбой перпендикулярно плоскости перелома.

У пациентов с относительно крупным фрагментом, классифицируемым как тип 4 по J. Bartoníček или при наличии перелома типа 3 по Bartoníček и двухфрагментарного ЗКББК применяли комбинацию из стягивающих винтов, устанавливаемых вне пластины, и противоскользких низкопрофильных пластин. Во всех случаях для оценки качества репозиции и контроля положения имплантатов применяли интраоперационный ЭОП-контроль.

Затем из того же доступа выполняли остеосинтез латеральной лодыжки с ориентацией пластины по заднелатеральной или латеральной поверхностям малоберцовой кости. Также некоторую техническую сложность представляла фиксация передних фрагментов Le Fort и/или Tillaux-Chaput, так как это требовало добавочного мини-доступа и технически сложно из положения на животе.

Сочетанное повреждение медиальной лодыжки фиксировали из отдельного классического медиального доступа, выполняемого из того же положения пациента со сгибанием или разворотом нижней конечности.

Остеосинтез медиальной лодыжки выполняли двумя винтами с неполной резьбой, одним винтом и спицей или двумя спицами Киршнера и стягивающей проволочной петлей, в зависимости от клинической ситуации. Рутинно при отсутствии подвывиха в голеностопном суставе и целостности медиальной лодыжки шов дельтовидной связки не выполняли. При сохраняющейся нестабильности ДМБС устанавливали позиционный винт по общепринятой технике.

В третьей группе пациентов операцию производили в положении лежа на спине из заднемедиального доступа в двух его модификациях, с согнутой в коленном суставе и ротированной кнаружи нижней конечностью, называемым в литературе положением «четверки» (Wang Y. et al 2016). В зависимости от типа перелома заднего края ББК, состояния мягких тканей, сочетанного перелома внутренней лодыжки и предпочтений оперирующего хирурга мы применяли две известные модификации заднемедиального хирургического доступа.

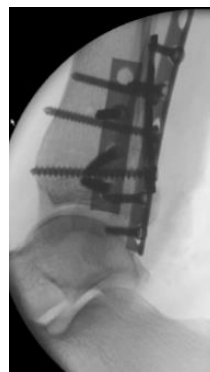
Расширенный заднемедиальный доступ, описанный Y. Wang с соавт. (2016) выполняли следующим образом. Продольный разрез кожи начинали на расстоянии 10 см от верхушки медиальной лодыжки по середине расстояния между медиальным краем ахиллова сухожилия и лодыжкой, начиная его вертикально с последующим изгибом кпереди в нижней ее трети и с продолжением чуть ниже ее верхушки. Собственную фасцию голени и удерживатель сухожилий сгибателей рассекали продольно, получая два «хирургических окна»: между сухожилиями задней большеберцовой мышцы и длинного сгибателя пальцев, а также между сухожилиями последней мышцы и длинного сгибателя большого пальца стопы, сосудисто-нервный пучок отводили кзади без его мобилизации.

У части пациентов применяли линейный заднемедиальный доступ, аналогичный использованному в нашем топографо-анатомическом эксперименте.

Репозицию костных отломков начинали с манипуляций с фрагментом ЗКББК, аналогично техники, применяемой при заднелатеральном доступе, устраняя интерпозицию костных фрагментов при ее наличии. У нескольких пациентов удалось выполнить прицельную реимпакцию фрагмента суставной поверхности ЗКББК. Фрагмент ЗКББК фиксировали винтами для губчатой кости с неполной резьбой 4,0 мм и низкопрофильными пластинами. У пациентов с переломом типа 3 по Bartoníček старались использовать несколько фиксаторов для отдельной фиксации заднемедиального и заднелатерального фрагментов, ориентируя последние по центру фрагмента и устанавливая винты перпендикулярно плоскости перелома, выявленной по данным предоперационного КТ. При типе 4 перелома заднего края ББК по J. Bartoníček у некоторых пациентов также использовали комбинацию фиксаторов – пластин и винтов для повышения стабильности и точности остеосинтеза (рис. 2.27).



а



б



в

Рисунок 2.27. Остеосинтез фрагмента заднего края ББК из заднемедиального доступа: а – вид операционной раны после остеосинтеза; б, в – рентгенограммы голеностопного сустава в прямой и боковой проекциях

Остеосинтез медиальной лодыжки выполняли стандартными имплантами из переднего окна расширенного заднемедиального доступа или при использовании линейного заднемедиального доступа выполняли дополнительный переднемедиальный мини-доступ. Шов дельтовидной связки рутинно не выполняли, так как подвывих стопы удавалось устранить после остеосинтеза заднего края ББК, латеральной лодыжки и шинирования дистального межберцового синдесмоза.

Репозицию и фиксацию латеральной лодыжки низкопрофильной пластиной и винтами проводили из латерального доступа в положении пациента на спине. В ряде случаев применяли малоинвазивный остеосинтез из двух латеральных минидоступов. В нескольких случаях при переломах 44С3.3 остеосинтез МБК не проводили, так как зона перелома находилась в верхней ее трети. Однако в этих случаях произвели фиксацию ДМБС позиционным винтом. При наличии фрагментов Le Fort или Tillaux-Chaput выполняли их остеосинтез. После остеосинтеза лодыжек и заднего края ББК выполняли контроль стабильности дистального межберцового синдесмоза и при необходимости производили его стабилизацию одним или двумя позиционными винтами.

Критерии качества репозиции нестабильного перелома лодыжек и фрагмента ЗКББК расценивали как **анатомичные** при отсутствии внутрисуставных ступенек, диастаза между отломками и подвывиха в ГСС. **Удовлетворительным** результатом считали наличие ступеньки суставной поверхности и/или диастаз в зоне перелома до 2 мм, наличие углового смещения латеральной лодыжки при отсутствии подвывиха в голеностопном суставе. **Неудовлетворительным** результатом признавали смещение костных отломков по линии суставной поверхности и/или диастазом в зоне перелома более 2 мм и/или подвывих в ГСС.

В раннем послеоперационном периоде всем пациентам ограничивали осевую нагрузку на оперированную конечность, допускалось только касание стопой пола. С 7-й недели до сращения перелома разрешали частичную нагрузку весом тела с дополнительной опорой на костыли. Позиционный винт при его наличии удаляли через 8–10 недель после операции.

Во всех группах оценивали следующие показатели: длительность предоперационного периода, длительность госпитализации.

На контрольных рентгенограммах в сроки 3, 6, 12 и 24 месяца после операции отмечали наличие возможных признаков несостоятельности остеосинтеза, миграции имплантатов, потери репозиции и нарастания деформации, а также появление признаков рентгенологического сращения переломов заднего края ББК,

МБК и медиальной лодыжки. Оценивали появление признаков посттравматического артроза, особенно при наличии к этим срокам клинических проявлений последнего, заключающихся в персистирующем болевом синдроме, отеках и выраженном ограничении объема движений в ГСС. К таковым относили видимое сужение суставной щели, наличие остеофитов, нарастание деформации, подвывиха в области сустава.

Функциональные результаты лечения оценивали по шкале AOFAS.

2.4.5. Методика статистической обработки полученных данных

Формирование базы данных проводилось в табличном редакторе Excel (Microsoft, США). Статистический анализ переменных был произведен в программе IBM SPSS Statistics 27.0.1 (IBM, США). Распределение значений количественных переменных проверялось на соответствие закону нормального распределения. Для этого использовались критерии Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка. В случае нормального распределения для описания меры центральной тенденции использовалось среднее значение (M) со стандартным отклонением (SD). При описании выборки с распределением отличным от нормального указывались медиана (Me) с межквартильным размахом [$Q1$ - $Q3$], а также минимальные (min) и максимальные (max) значения переменной.

Анализ категориальных переменных, имеющих биномиальное распределение, производился путем построения четырехпольных таблиц сопряженности. С целью определения статистически значимых различий между группами рассчитывался критерий χ^2 Пирсона и относительный риск (OR) с 95% доверительным интервалом (95% ДИ). При наличии в таблице сопряженности ячеек со значением ожидаемых частот менее 5 для анализа применялся точный критерий Фишера. Для анализа многопольных таблиц сопряженности использовался критерий χ^2 Пирсона или точный критерий Фишера-Фримана-Холтона. При сравнении двух независимых выборок в случае нормального распределения данных применялся t -критерий Стьюдента. Предварительно проводилась оценка равенности дисперсий с помощью теста Левена. В случае

неравности дисперсий для оценки различий между средними значениями использовался t-критерий Стьюдента с поправкой Уэлча. Сравнительный анализ двух независимых переменных, имеющих ненормальное распределение производилась с применением U-критерия Манна – Уитни.

Оценка статистической значимости изменений с течением времени измерявшихся параметров производилась при помощи непараметрических критериев Уилкоксона (для парных переменных) или Фридмана (для трех и более связанных выборок). Межгрупповой анализ проводился с применением однофакторного дисперсионного анализа для нормально распределенных переменных (ANOVA или ANOVA Уэлча при неравных дисперсиях) или критерия Краскела-Уоллиса в случае ненормального распределения.

При сравнении трех и более групп выполнялись апостериорные сравнения. Они проводились с применением теста Тьюки для переменных, имеющих нормальное распределение, или с применением теста Данна с поправкой к уровню значимости на множественные сравнения в случае ненормального распределения количественных переменных. При анализе качественных переменных в виде многопольных таблиц для оценки разницы долей применялся Z-критерий для пропорций. При интерпретации полученного значения p также вводилась поправка на множественные сравнения. Во всех случаях множественных сравнений использовалась поправка Бонферрони к уровню значимости.

Для оценки влияния факторов и их взаимодействия на исход, выраженной количественной переменной, применялся двухфакторный дисперсионный анализ с расчетом F-критерия. Уровень значимости для настоящего исследования был $\alpha=0,05$. Относительные величины представлены в виде абсолютных чисел и долей, выраженных в процентах.

ГЛАВА 3. ОБОСНОВАНИЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫХ МЕТОДИК МАЛОИНВАЗИВНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА ВНУТРИСУСТАВНЫХ ПЕРЕЛОМОВ ДЛИННЫХ КОСТЕЙ, ФОРМИРУЮЩИХ КОЛЕННЫЙ И ГОЛЕНОСТОПНЫЙ СУСТАВЫ

3.1. Результаты биомеханического исследования

3.1.1. Результаты биомеханического эксперимента на модели перелома дистального отдела бедренной кости

В результате проведенных экспериментов было установлено, что при исключительно латеральной фиксации смоделированного перелома (первая серия) перемещения фрагментов бедренной кости во всех нагрузочных диапазонах были значимо больше по абсолютным значениям, чем при двусторонней фиксации (вторая серия), что подтверждается результатами измерений датчиков перемещений (табл. 3.1, 3.2).

Таблица 3.1

Результаты измерений смещения фрагментов бедренной кости в первой серии
биомеханических экспериментов

Нагрузочные Диапазоны, кгс	Параметры		
	Смещения при F_{min} , мм	Смещения при F_{max} , мм	Амплитуда, мм
I (2 – 20)	0,3	0,6	0,3
II (3 – 40)	0,4	0,9	0,5
III (5 – 60)	0,5	1,3	0,8
IV (8 – 80)	0,6	1,7	1,1
V (12 – 100)	0,7	2,2	1,5
VI (16 – 120)	0,9	2,8	1,9

Результаты измерений смещения фрагментов бедренной кости во второй серии биомеханических экспериментов

Нагрузочные диапазоны, кгс	Параметры, мм		
	Смещения при $F_{\min}$, мм	Смещения при $F_{\max}$, мм	Амплитуда, мм
I (2 – 20)	0,1	0,45	0,35
II (3 – 40)	0,2	0,6	0,4
III (5 – 60)	0,3	0,8	0,5
IV (8 – 80)	0,4	1,1	0,7
V (12 – 100)	0,5	1,3	0,8
VI (16 – 120)	0,6	1,55	0,95

Эта закономерность хорошо видна на представленном графике (рис. 3.1). Следует также отметить, что амплитуда смещений тоже была больше в первой серии экспериментов во всех нагрузочных диапазонах, за исключением первого.

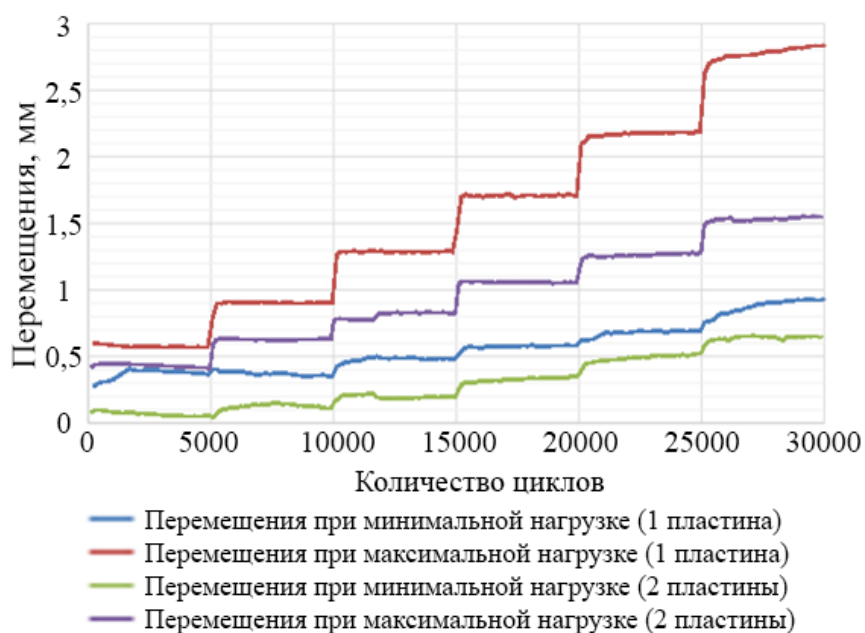


Рисунок 3.1. Взаимные вертикальные перемещения фрагментов моделей бедренной кости при нагружении в шести разных диапазонах в двух сериях экспериментов

На основании проведенных биомеханических экспериментов и сравнения полученных данных мы сделали вывод о том, что фиксация многооскольчатых переломов дистального отдела бедренной кости двумя пластинами, расположенными не только по латеральному, но и по медиальному краю бедренной кости, обеспечивает большую стабильность и, соответственно, создает сравнительно лучшие условия для консолидации костных отломков.

3.1.2. Результаты биомеханического эксперимента на модели перелома проксимального отдела большеберцовой кости

Нами был проведен биомеханический эксперимент на пенополиуретановой модели проксимального метаэпифиза большеберцовой кости, соответствующей натуральному размеру кости человека. Выполняли моделирование нестабильного перелома ПОБК типа 41C3, который фиксировали различной компоновкой имплантатов. В первой конфигурации экспериментального остеосинтеза фрагментов модели пластины были уложены по латеральной и заднемедиальной сторонам. Во втором, с учетом трехколонной концепции, имплантаты располагались по латеральной, медиальной, заднемедиальной и задней поверхностям. На обе модели по латеральной поверхности укладывалась предызогнутая опорная мышцелковая L-образная пластина, а по заднемедиальной – 1/3-трубчатая пластина. На второй вариант модели дополнительно устанавливались две 1/3-трубчатые пластины: по заднемедиальной и задней поверхностям в косом направлении. Для изучения деформаций при вертикальном нагружении образцы помещали вертикально в испытательную машину с приложением нагрузки 300 Н со скоростью 1 мм/мин сверху вниз. Для изучения деформаций при боковом нагружении образцы помещали в испытательную машину консольно в горизонтальном положении. Нагрузку 50 Н со скоростью 1 мм/мин прикладывали к краю образца в четырех позициях: снаружи кнутри, изнутри кнаружи, спереди назад и сзади наперед. Измерение взаимного смещения фрагментов моделей осуществлялось с помощью бесконтактного видеоэкстензометра. Результаты представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3

Результаты испытаний моделей при осевой нагрузке

Модель фиксации	Фрагмент модели	Расстояние между метками при нагрузке, мм		Смещение фрагментов, мм	Относительная разница, %
		0 Н	300 Н		
Двусторонняя	ПМФ	16,064	15,192	0,872	81
Трехколонная		14,021	13,858	0,163	
Двусторонняя	ЗМФ	15,780	15,272	0,508	74
Трехколонная		14,289	14,155	0,134	
Двусторонняя	ПЛФ	12,558	12,260	0,298	50
Трехколонная		12,539	12,390	0,149	
Двусторонняя	ЗЛФ	13,448	13,172	0,276	26
Трехколонная		12,668	12,465	0,203	

Н – ньютон; ПМФ – переднемедиальный фрагмент; ЗМФ – заднемедиальный фрагмент; ПЛФ – переднелатеральный фрагмент; ЗЛФ – заднелатеральный фрагмент.

В представленной таблице положительные значения смещения свидетельствуют об уменьшении расстояния между фрагментами при нагрузке. Сравнение полученных данных показало, что на модели двусторонней фиксации при вертикальной нагрузке зона метафизарного перелома деформировалась больше, чем на модели трехколонного остеосинтеза ($p=0,021$). Это также подтверждается показателями относительной разницы: все значения положительные. Результаты измерений смещения фрагментов модели перелома при боковой нагрузке представлены в таблице 3.4.

Положительные значения смещения в таблице 3.2 свидетельствуют об уменьшении расстояния между фрагментами модели, отрицательные – об увеличении. Увеличение расстояния между фрагментами обусловлено тем, что отслеживаемые метки располагались между источником нагрузки и осью вращения фрагментов под действием этой нагрузки.

Результаты испытаний моделей при боковой нагрузке

Образец	Направление нагрузки	Фрагмент модели	Расстояние между метками при нагрузке, мм		Смещение фрагментов, мм	Относительная разница, %
			0 Н	50 Н		
Двусторонняя	Р-А	ЗМФ	17,619	17,526	0,093	73
Трехколонная		ЗМФ	15,323	15,298	0,025	
Двусторонняя		ПМФ	17,288	17,202	0,086	63
Трехколонная		ПМФ	14,822	14,790	0,032	
Двусторонняя	А-Р	ПЛФ	13,245	13,322	-0,077	77
Трехколонная		ПЛФ	14,330	14,348	-0,018	
Двусторонняя		ЗЛФ	13,539	13,491	0,048	60
Трехколонная		ЗЛФ	14,859	14,840	0,019	
Двусторонняя	L-M	ЗЛФ	19,000	19,254	-0,254	79
Трехколонная		ЗЛФ	19,200	19,254	-0,054	
Двусторонняя		ЗМФ	18,513	18,775	-0,262	56
Трехколонная		ЗМФ	18,875	18,990	-0,115	
Двусторонняя	M-L	ПМФ	16,518	16,424	0,094	9
Трехколонная		ПМФ	17,879	17,793	0,086	
Двусторонняя		ПЛФ	16,574	16,522	0,052	8
Трехколонная		ПЛФ	17,531	17,483	0,048	

Н – ньютон; Р-А – нагрузка сзади наперед; А-Р – нагрузка спереди назад; L-M – нагрузка снаружи кнутри; M-L – нагрузка изнутри кнаружи; ПМФ – переднемедиальный фрагмент; ЗМФ – заднемедиальный фрагмент; ПЛФ – переднелатеральный фрагмент; ЗЛФ – заднелатеральный фрагмент.

В целом величины смещений фрагментов под действием боковой нагрузки на модели двусторонней фиксации были статистически значимо больше ($p=0,035$), чем на модели трехколонного остеосинтеза. Положительные значения процентных показателей относительной разницы смещений также свидетельствуют о большей устойчивости модели трехколонной фиксации к боковой нагрузке.

Таким образом, модель трехколонной фиксации сложного перелома плато большеберцовой кости продемонстрировала большую устойчивость к деформации

под действием вертикальной и боковой нагрузок по сравнению с моделью, фиксированной по традиционной методике двумя пластинами. Дополнительная установка двух опорных пластин для обеспечения фиксации всех трех колонн проксимального отдела ББК позволила повысить стабильность системы имплантат-кость.

3.1.3. Обсуждение полученных результатов

Полученные результаты проведенного экспериментального биомеханического исследования свидетельствуют о том, что наличие или отсутствие медиальной опоры после остеосинтеза играет важную роль для обеспечения стабильности при многооскольчатых переломах рассматриваемой локализации. На наш взгляд, важность наличия медиальной опоры для полноценного обеспечения опорной функции во многом определяется анатомией дистального отдела бедренной кости, где диафизарная часть в форме цилиндра расширяется и переходит в надмыщелки и мыщелки, через которые осевая нагрузка передается на суставную поверхность большеберцовой кости. При этом из-за несовпадения анатомической и механической осей бедренной кости большая часть нагрузки приходится на ее медиальный мыщелок. При многооскольчатых переломах дистального отдела бедренной кости при осевой нагрузке концентрация сил растяжения происходит по латеральной стороне, а концентрация сил сжатия – по медиальной стороне кости.

Пластина для остеосинтеза переломов рассматриваемой локализации, традиционно имплантируется по латеральной стороне бедренной кости, нейтрализует силы растяжения, однако силам сжатия по ее медиальной стороне противостоит лишь незначительно. Это приводит к избыточной подвижности в зоне перелома, которая препятствует сращению и может явиться причиной несостоятельности фиксации, а в итоге привести к замедленной консолидации или формированию ложного сустава. Риски таких осложнений освещены в научной литературе (Henderson C.E. et al., 2011), а также подтверждаются результатами нашего биомеханического эксперимента.

Необходимо отметить, что на современном этапе развития оперативной травматологии при переломах длинных костей в местах, характеризующихся неравномерным распределением функциональной нагрузки, особое внимание уделяется полноценному обеспечению стабильности костных отломков в ходе операций остеосинтеза. Поэтому, наряду с общепринятыми методиками остеосинтеза, выбор которых основан на традиционных классификациях, в последние годы все чаще в дополнение к традиционным используются классификации, разделяющие поврежденный сегмент на несколько колонн, несущих функциональные нагрузки. Такое разделение во многом условно, однако позволяет более рационально планировать операции остеосинтеза, так как ориентирует хирургов на достижение стабильной фиксации переломов с восстановлением важных в функциональном отношении колонн.

Выполненные нами стендовые испытания на моделях полного внутрисуставного перелома дистального метаэпифиза бедренной кости типа 33C2 с отсутствием контакта костных отломков по медиальной колонне (медиальная нестабильность) показали статистически значимое преимущество в устойчивости к циклическим нагрузкам по оси бедра при его фиксации двумя пластинами по латеральной и медиальной колоннам, перед традиционно осуществляемой в клинической практике одной латерально расположенной анатомичной опорной пластиной.

Аналогичные выводы можно сделать в отношении полных внутрисуставных переломов плато ББК. Полученные в ходе проведенного биомеханического эксперимента данные можно рассматривать как показатели устойчивости модели перелома ББК типа 41C3, фиксированного двумя различными способами, к вертикальной и боковой нагрузкам. Сила в 300 Н, которая прикладывалась при имитации осевой нагрузки на модель остеосинтеза, можно представить как воздействие весом 30,6 кг. В случае боковой нагрузки 50 Н соответствуют 5,1 кг.

Наибольший клинический интерес представляют результаты измерения смещений при вертикальной нагрузке, так как именно такого рода воздействие чаще всего встречается в послеоперационном периоде у пациента,

прооперированного по поводу сложного перелома плато ББК. Исследование смещений при боковой нагрузке было проведено для общей оценки устойчивости двух вариантов фиксации подобного повреждения. При вертикальной нагрузке фрагменты модели при трехколонном остеосинтезе смещались меньше, чем при двусторонней фиксации. Для большинства измерений эта разница была более чем двукратной. Необходимо отметить, что в модели двусторонней фиксации смещение медиальных фрагментов было наиболее выраженным (максимальная разница с латеральными фрагментами – 0,6 мм). На модели трехколонного остеосинтеза значения смещений медиальных фрагментов варьировались в пределах 0,07 мм, то есть установка дополнительных металлоконструкций позволила повысить стабильность фиксации медиальных отделов плато.

При исследовании устойчивости моделей к боковой нагрузке меньшее смещение фрагментов продемонстрировала модель трехколонной фиксации. В случае действия деформирующей силы сзади наперед, спереди назад и снаружи кнутри значения смещений фрагментов модели двусторонней фиксации более чем в два раза превышали значения, полученные в ходе эксперимента на модели трехколонного остеосинтеза. Наименьшие показатели относительной разницы смещений (9% и 8%) были отмечены при имитации боковой нагрузки изнутри кнаружи. В этом случае оценивалось смещение переднемедиального и переднелатерального фрагментов. Обращает на себя внимание минимальная разница показателей между двумя изученными моделями. При подобном направлении нагрузки оба варианта фиксации демонстрируют высокую стабильность, что может быть обусловлено высокой жесткостью латеральной пластины на изгиб и минимальным влиянием дополнительных пластин на стабильность системы в случае трехколонной фиксации.

Полученные результаты можно учитывать при планировании остеосинтеза плато ББК и оценке стабильности фиксации в послеоперационном периоде. Установку имплантатов на заднюю колонну ББК удобнее всего выполнять из задних доступов, однако практический алгоритм выбора хирургических доступов в зависимости от конфигурации перелома в настоящее время отсутствует (Sun H.

et al., 2015; Cho J.W. et al., 2017; Tarng Y.W., Lin K.C., 2019). Кроме того, не все хирургические доступы можно комбинировать друг с другом. При необходимости выполнения переднелатерального доступа использование заднелатерального может быть ограничено в силу их близости, и в некоторых клинических ситуациях, например при высокоэнергетическом переломе и наличии отека и трофических изменений кожи, может привести к нарушению питания мягкотканного мостика между ними. В силу тех же обстоятельств комбинация заднемедиального и заднелатерального доступов также не всегда осуществима. Также следует отметить, что при применении заднелатерального доступа высок риск повреждения общего малоберцового нерва (Kandemir U., Maclean J., 2014), что тоже может ограничивать его широкое применение в клинической практике. Предложенное нами решение позволяет создать опору для задней поверхности латерального мыщелка ББК из заднемедиального L-образного реверсивного доступа (Sun H. et al., 2015; Tarng Y.W., Lin K.C., 2019), избегая выполнения отдельного заднелатерального доступа. В этом случае технически невозможно ввести проксимальные винты в латеральную пластину, и она выполняет только опорную функцию. Тем не менее, как показало наше экспериментальное исследование, стабильности, достигнутой в результате такой операции, должно быть достаточно для начала ранних активных движений без риска вторичного смещения фрагментов перелома. Мы планируем проверить данное утверждение в ходе клинических исследований, описанных в последующих главах.

Настоящее исследование не решает все проблемы биомеханики фиксации проксимального отдела ББК, но предоставляет дополнительные данные, которые могут быть полезны при выборе варианта остеосинтеза. Поиск путей повышения стабильности фиксации необходим во многих клинических ситуациях при лечении многооскольчатых переломов плато ББК. И одним из этих путей может стать более широкое применение методов комбинированной многоплоскостной фиксации или фиксации всех поврежденных колонн. К подобным выводам пришли и другие авторы в результате проведенных экспериментов.

В 2020 г. S. Samsami с соавт. изучили механическую прочность фиксации

анатомичной латеральной опорной пластиной с угловой стабильностью винтов двухмышечкового перелома типа С по классификации АО и показали низкую устойчивость к нагрузкам при такой фиксации, особенно в модели с добавочной коронарной (фронтальной) внутрисуставной плоскостью перелома. Авторы делают вывод о недостаточной стабильности при фиксации сложных внутрисуставных переломов плато ББК одной латеральной пластиной, а также отмечают, что добавочная медиальная фиксация увеличивает стабильность фиксации в целом и улучшает клинические результаты лечения.

N. Forna с соавт. в 2022 году использовали метод конечных элементов для сравнения стабильность фиксации на 3D КТ-модели плато ББК при сложном переломе типа 41C1.1, фиксированного тремя вариантами анатомичных пластин с угловой стабильностью винтов: медиальной, латеральной и двумя сразу. Авторы моделировали устойчивость модели к физиологической циклической нагрузке (в виде цикла медленной ходьбы у пациента весом 70 кг) и измеряли напряжение в области перелома при трех вариантах виртуального остеосинтеза. Исследователи отметили наибольшее значение сил напряжения в области линии перелома суставной поверхности плато. При этом фиксация двумя пластинами показала большую биомеханическую устойчивость по сравнению с односторонней фиксацией. Это положение косвенно доказано и в ряде клинических исследований, в которых авторы получали хорошие клинические результаты и низкий риск вторичных смещений суставных фрагментов при остеосинтезе сложных переломов плато, используя описанную выше концепцию применения комбинации имплантатов, установленных на разных колоннах поврежденного сегмента.

Q. Zhai с соавт. в 2014 году опубликовали отчет о наблюдении серии из 26 пациентов с тяжелыми двухмышечковыми переломами плато ББК. Авторы выполняли остеосинтез с использованием 3–5 пластин, устанавливая их из реверсивного L-образного заднемедиального и переднелатерального доступов, и доказали эффективность выбранной ими тактики в лечении сложных многооскольчатых переломов плато большеберцовой кости. О целесообразности

применения концепции колонн при фиксации переломов плато ББК свидетельствуют и М. Sameer с соавт. (2022).

Все большую популярность при остеосинтезе сложных переломов плато ББК набирает концепция циркулярной фиксации или фиксации 360°, согласно которой каждая поврежденная колонна должна быть фиксирована (Luo C.F. et al., 2010; Zhai Q. et al., 2014; Lin W. et al., 2016; Tarng Y.W., Lin K.C., 2019). Аналогичный принцип фиксации всех поврежденных фрагментов справедлив и для переломов дистального метаэпифиза большеберцовой кости (Chen Z. et al., 2015). Результаты наших биомеханических экспериментов в совокупности с данными изученных клинических исследований, позволяют говорить о высокой стабильности многоплоскостной многоколонной фиксации переломов плато ББК.

Проведенные нами биомеханические эксперименты на моделях дистального отдела бедренной кости и проксимального отдела большеберцовой кости убедительно доказывают преимущества многоколонной фиксации в плане устойчивости к осевым статическим и динамическим нагрузкам. При анализе литературных источников мы обнаружили аналогичные эксперименты, изучающие биомеханическую стабильность при сложных переломах пилона большеберцовой кости и переломах заднего края и нестабильных переломах лодыжек.

О.Ф. Окен с соавт. (2017) провели биомеханический эксперимент методом конечных элементов биомеханической устойчивости виртуальной модели перелома пилона типа 43C1, фиксированного отдельно дистальной медиальной или дистальной переднелатеральной пластиной. Авторы рекомендуют чаще применять переднелатеральное расположение пластин при остеосинтезе переломов пилона, т.к. оно дает меньше осложнений в сравнении с медиальным позиционированием. Z.C. Yenna с соавт. (2011) также получили схожую устойчивость переднелатеральной и дистальной медиальной пластин в биомеханических испытаниях на пенополиуретановой модели дистального перелома голени типа 43A. Р. Penny с соавт. (2016), изучая позиционирование 10 стандартных анатомичных пластин для фиксации переломов дистального отдела большеберцовой кости и траекторию блокирующих винтов, пришли к выводу, что

большинство из них при изолированном использовании не способны стабилизировать все три типичных фрагмента перелома пилона типа 43C, а для повышения стабильности требуется добавочная пластина, установленная по другой колонне. По данным J.M. Haller с соавт. (2019), дополнительная фиксация медиальной колонны медиальной пластиной снижает риск образования несращения как при варусном, так и при вальгусном переломе пилона типа 43C. Другие авторы также поддерживают эффективность многоколонной фиксации при оскольчатых переломах пилона, предлагая дополнительно к переднелатеральной пластине малоинвазивную установку медиальной низкопрофильной пластины (Bear J. et al., 2018; Bastias C. et al., 2020).

В-Н. Wang с соавт. (2024) провели серию биомеханических испытаний на пенополиуретановых моделях дистального отдела большеберцовой кости Synbone, на которых были выполнены остеотомии клиновидного дефекта медиальной колонны с его удалением и без удаления и 4 вида фиксации металлоимплантами: только переднелатеральной пластиной, а также дополнительно к ней фиксация медиальной колонны двумя спицами Киршнера диаметром 2,5 мм, двумя длинными солидными винтами 3,5 мм, низкопрофильной малой пластиной LCP, отмоделированной по переднемедиальному краю пилона. Все модели испытывали с градиентно возрастающей скоростью 1 мм на 1 мин., аксиальной нагрузкой интенсивностью 200, 400, 600, 800 и 1000 N. В группах с удаленным фрагментом наибольшую прочность и устойчивость к нагрузкам продемонстрировали модели, у которых медиальная колонна была отдельно фиксирована дополнительными солидными винтами или низкопрофильной пластиной. В то же время в группах с сохраненным «выпиленным» клином статистического различия в устойчивости моделей к нагрузкам при разных типах фиксации выявлено не было. Авторы делают вывод о том, что фиксация медиальной колонны необходима, особенно в случаях невозможности анатомичной ее репозиции и восстановления костного контакта.

А. Anwar с соавт. в 2018 и в 2020 гг. в экспериментах на кадаверных костях методом компьютерного моделирования, используя методику конечных

элементов, доказали биомеханические преимущества фиксации заднего края большеберцовой кости в комплексе перелома лодыжек расположенной сзади пластиной перед введенными сзади-наперед и спереди-назад стягивающими винтами. I. Kucher и A. Liabakh в 2023 г. получили аналогичные данные о повышенной устойчивости к осевой нагрузке в 700 N при остеосинтезе задней пластиной по сравнению с винтами независимо от типа перелома заднего края, в том числе и состоящего из заднелатерального и заднемедиального фрагментов. Фиксация переднезадними винтами показала наибольшую относительную деформацию, смещение и наименьшую устойчивость к осевой нагрузке.

Таким образом, в отношении сложных переломов лодыжек с вовлечением заднего отдела пилона ББК, как и в отношении переломов пилона, плато и дистального отдела бедренной кости, справедливо утверждение о том, что прицельная стабильная фиксация поврежденных колонн отдельным имплантом (пластиной) имеет биомеханические преимущества, относительно большую стабильность фиксации и, следовательно, теоретически лучшие функциональные результаты за счет более ранней безболезненной реабилитации и меньшую долю осложнений. Однако для подтверждения этой гипотезы требуются расширенные клинические исследования, которые будут описаны нами в последующих разделах настоящей диссертационной работы. Также следует сказать, что для снижения риска осложнений большое значение имеют биологичность выполняемой операции остеосинтеза и имплантации металлофиксаторов. Проведенные нами топографо-анатомические исследования, посвященные изучению безопасности применяемых хирургических доступов, а также предлагаемые нами усовершенствованные методы малоинвазивного остеосинтеза переломов изучаемых локализаций, описаны далее.

3.2. Результаты топографо-анатомической части исследования

3.2.1. Результаты топографо-анатомического обоснования усовершенствованного способа малоинвазивного остеосинтеза дистального отдела бедренной кости

Топографо-анатомическое исследование было выполнено на 16 нижних конечностях 9 нефиксированных кадаверов. В отношении проведенных экспериментов на анатомическом материале следует отметить, что ни на одном из 16 препаратов в ходе препарирования не были зафиксированы повреждения важных анатомических структур или непосредственный контакт пластины с ними. Напротив, было определено, что пластина, установленная в нижней половине бедра из двух мини-доступов по предложенному малоинвазивному способу, всегда находилась на безопасном расстоянии от изученных анатомических структур, локализующихся на медиальной поверхности бедра в нижней его трети (рис. 3.2).

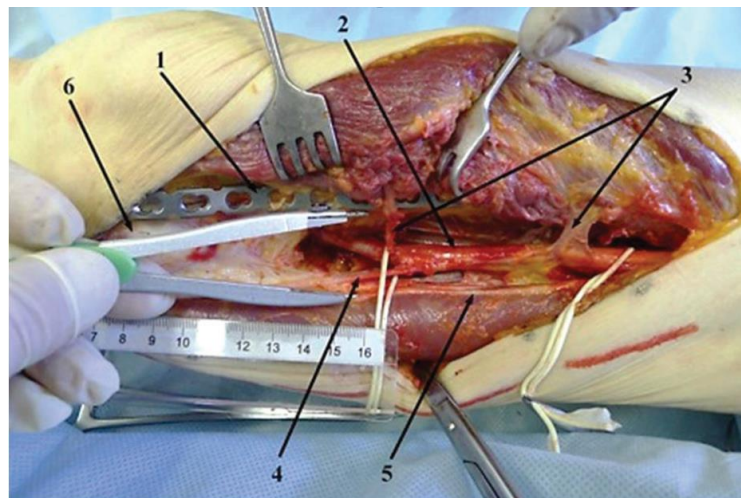


Рисунок 3.2. Результат препарирования препарата правого бедра после малоинвазивной установки медиальной пластины в нижней половине бедренной кости: 1 – установленная пластина; 2 – бедренная артерия; 3 – мышечные ветви бедренной артерии; 4 – нисходящая коленная артерия; 5 – подкожный нерв; 6 – большеберцовая коллатеральная связка коленного сустава

При этом минимальные расстояния от пластины до бедренной артерии и вены составили соответственно 16 и 17 мм, а крупные ветви этих сосудов к мышцам передней группы бедра всегда находились поверхностнее и кзади от пластины,

установленной эпипериостально и располагавшейся непосредственно вдоль надкостницы бедренной кости (табл. 3.5).

Таблица 3.5

Средние значения измеренных расстояний от установленной пластины до изученных образований дистального отдела бедра, мм

Расстояние	Значение		
	Мин.	Макс.	Среднее
МР от пластины до бедренной вены (БВ)	16	32	24±5
МР от приводящего бугорка (ПБ) до места измерения на БВ	112	139	124±8
МР от пластины до бедренной артерии (БА)	17	33	25±5
МР от ПБ до места измерения на БА	112	137	124±8
МР от пластины до подкожного нерва (ПН)	19	37	27±5
МР от ПБ до места измерения на ПН	106	137	123±8
МР от пластины до места отхождения от БА нисходящей коленной артерии (НКА)	24	40	30±5
МР от ПБ до места отхождения НКА	115	144	132±9
МР от пластины до места отхождения от БА медиальной верхней коленной артерии (МВКА)	23	37	29±4
МР от ПБ до места отхождения МВКА	64	100	79±10
МР от пластины до большеберцовой коллатеральной связки коленного сустава (БКСКС)	11	14	12±1
МР от ПБ до БКСС	20	26	22±2

МР – измеренные расстояния.

От нисходящей коленной и медиальной верхней коленной артерий установленная пластина также находилась достаточно далеко – минимум 24 и 23 мм соответственно. Минимальные измеренные расстояния до подкожного нерва и до большеберцовой коллатеральной связки коленного сустава оказались также безопасными и составили соответственно 19 и 11 мм.

На основании оценки представленных результатов был сделан вывод о возможности безопасной установки медиальной пластины в нижней половине бедра по предложенному способу при условии соблюдения разработанной техники операции.

3.2.2. Результаты топографо-анатомического обоснования безопасности прямых хирургических доступов к заднелатеральному отделу латерального мыщелка большеберцовой кости

С целью обоснования безопасности трансмалоберцового и прямого заднего доступов к задней колонне наружного мыщелка большеберцовой кости нами были выполнены несколько серий экспериментальных операций на кадаверном материале, в ходе которого была отработана хирургическая техника изучаемых доступов, выполнена установка опорных пластин, применяемых для остеосинтеза при переломах плато соответствующей локализации, а также изучены взаимоотношения установленных имплантов с важными анатомическими образованиями области коленного сустава.

3.2.2.1. Результаты топографо-анатомического обоснования заднелатерального трансмалоберцового доступа

В ходе выполненных экспериментальных операций по имплантации опорной L-образной пластины из заднелатерального трансмалоберцового доступа и последующего препарирования были получены количественные данные, представленные в таблице 3.6.

Таблица 3.6

Средние значения измерений на изученных препаратах
в первой серии топографо-анатомического исследования

Показатели и единицы измерений		M±SD
Длина изученных сегментов нижней конечности, см	ВППО – ВЛЛ	85,7 ± 4,5
	ВГМБК – ВЛЛ	37,3 ± 2,1
Окружность голени, см	Верхняя треть	36,2 ± 3,9
	Средняя треть	37,2 ± 4
Кратчайшие расстояния от суставной щели до ориентиров (точек) установленных пластин, мм	1	8,2 ± 1,1
	2	6,1 ± 0,7
	3	5 ± 0,9
	4	19,5 ± 1,1
	5	58,7 ± 1,5
	6	116,7 ± 2,8
Кратчайшие расстояния от ориентиров (точек) пластин до передней большеберцовой артерии, мм	1	45 ± 4,0
	2	45,6 ± 3,2
	3	47,6 ± 3,7
	4	31,1 ± 3,0
	5	9,2 ± 2,1
	6	11,5 ± 2,4
Кратчайшие расстояния от ориентиров (точек) пластин до общего малоберцового нерва, мм	1	50,9 ± 2,4
	2	29,3 ± 2,9
	3	13,8 ± 2,5
	4	14,5 ± 3,3
	5	34,3 ± 3,1
Кратчайшее расстояние от суставной щели до ВГМБК, мм		10,3 ± 1,5
Кратчайшее расстояние от суставной щели до передней большеберцовой артерии, мм		58,1 ± 3,5

ВППО – верхняя подвздошная ость; ВЛЛ – вершина латеральной лодыжки; ВГМБК – вершина головки малоберцовой кости.

Было установлено, что при соблюдении техники выполнения заднелатерального трансмалоберцового доступа и установки опорной пластины все части пластины находились на определенном расстоянии и не соприкасались с изученными кровеносными сосудами и нервом, что видно на представленной фотографии препарата (рис. 3.3).

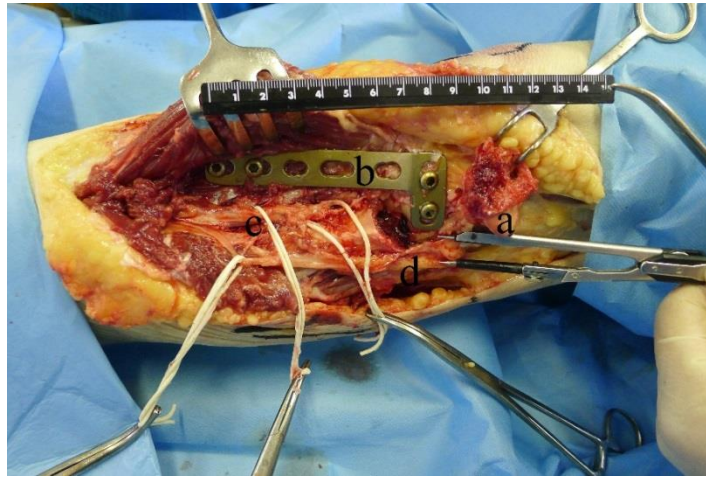


Рисунок 3.3. Результат препарирования после установки пластины из заднелатерального трансмаллоберцового доступа: а – головка МБК; б – пластина на латеральном мыщелке ББК; с – передняя большеберцовая артерия с сопутствующими венами; d – общий малоберцовый нерв

Особого внимания, на наш взгляд, заслуживают следующие установленные факты. Во-первых, общий малоберцовый нерв при условии соблюдения правильной техники заднелатерального трансмаллоберцового доступа и технологии остеосинтеза опорной L-образной пластиной всегда находится на безопасном от нее расстоянии и не должен повреждаться. Среднее минимальное расстояние от края имплантата до общего малоберцового нерва (без принудительного его отведения) составило $13,8 \pm 2,5$ мм (в точке 3), а среднее максимальное – $50,9 \pm 2,4$ мм (в точке 1). Указанный нерв всегда находили на уровне шейки МБК, которую он пересекал под углом в $12\text{--}20^\circ$ на среднем расстоянии 28 ± 6 мм от вершины ее головки.

Во-вторых, расположение дистальной части пластины на большеберцовой кости под мышцами голени, по сути, исключает возможность повреждения ею передней большеберцовой артерии и сопутствующих одноименных вен. При этом среднее расстояние от суставной поверхности ББК до точки выхода этой артерии в передний костно-фасциальный футляр голени (в месте прободения ею межкостной мембраны) составило $58,1 \pm 3,5$ мм. После этого ствол передней большеберцовой артерии сразу уходил дистально, изгибаясь под прямым углом, а минимальное расстояние от артерии до края пластины составило $9,2 \pm 2,1$ мм (в точке 5).

Во второй серии топографо-анатомического исследования ЗЛТМБД на изготовленных методом пластинации гистотопограммах, определяли пространственные взаимоотношения установленной L-образной пластины и фиксирующих ее винтов с латеральным мышцелком ББК, общим малоберцовым нервом и подколенным сосудисто-нервным пучком (рис. 3.4).

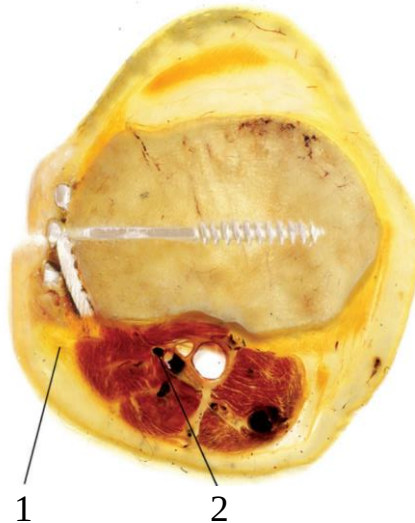


Рисунок 3.4. Гистотопограмма поперечного среза препарата левой голени на уровне горизонтальной ветви, установленной через изученный хирургический доступ L-образной опорной пластины (вид сверху): 1 – общий малоберцовый нерв; 2 – передняя большеберцовая артерия

Было установлено, что на поперечных срезах (распилах) горизонтальная часть L-образной пластины располагалась на задней части латерального мышцелка над головкой малоберцовой кости. Направление винтов, проведенных через нее, позволяло адекватно фиксировать предполагаемые суставные фрагменты заднелатеральной области плато, а сама пластина служила поддержкой для таких костных фрагментов, выполняя опорную функцию. Также было подтверждено, что не только на уровне вертикальной, но и горизонтальной части установленных пластин общий малоберцовый нерв находится на безопасном расстоянии от импланта, равно как и подколенный сосудисто-нервный пучок, расположенный кзади от брюшка подколенной мышцы.

Таким образом, вторая серия топографо-анатомического исследования существенно дополнила результаты первой его серии, подтвердив безопасность выполнения изучаемого заднелатерального трансмалоберцового доступа.

3.2.2.2. Результаты топографо-анатомического обоснования заднего доступа к латеральному мышелку большеберцовой кости

В ходе выполненных экспериментальных операций по имплантации опорной малой Т-образной пластины из заднего доступа и последующего препарирования были получены количественные данные, отражающие взаимоотношения указанной пластины и важных анатомических образований подколенной области. В результате такого препарирования было установлено, что все 10 экспериментальных операций, выполненных на анатомическом материале, ни разу не сопровождались визуальным подтвержденным повреждением изученных артерий, вен и нервов. Все эти важные анатомические образования всегда находились на определенном и безопасном расстоянии от установленной на задней поверхности латерального мышелка ББК опорной Т-образной пластины, что видно на представленной фотографии препарата (рис. 3.5).

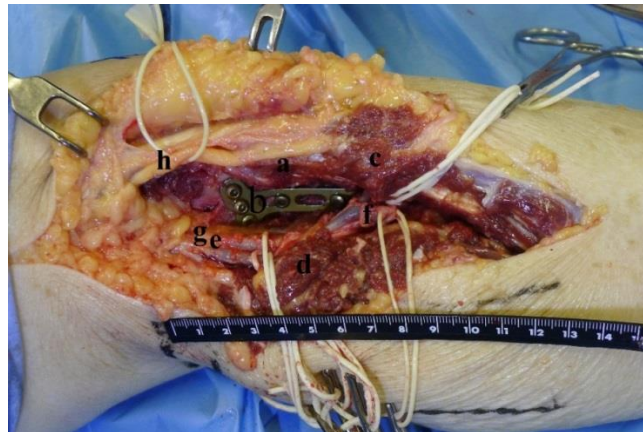


Рисунок 3.5. Результат препарирования после выполненной экспериментальной операции: а – ГМБК; б – Т-образная пластина установлена на задней поверхности латерального мышелка ББК; с – камбаловидная мышца; d – латеральная головка икроножной мышцы отсечена проксимально и смещена медиально; е – подколенные артерия и вена; f – передняя большеберцовая артерия с одноименными венами; g – подколенная мышца рассечена в ходе препарирования; h – общий малоберцовый нерв

Было показано, что при условии соблюдения техники выполнения обсуждаемого доступа и установки опорной пластины по задней поверхности латерального мыщелка ББК можно гарантированно избежать повреждения крупных сосудов и нервов, в области операции

С целью определения кратчайших расстояний от различных ориентиров (точек) установленной Т-образной опорной пластины до ближайших крупных кровеносных сосудов и периферических нервов после завершения препарирования были проведены соответствующие измерения, результаты которых представлены в таблице 3.7.

По отношению к передней большеберцовой артерии (ПБА) наиболее близкими ориентирами пластины являлись точки 6 и 7, отстоявшие от этого кровеносного сосуда соответственно в среднем на $6,1 \pm 3,4$ и $5,9 \pm 2,5$ мм. При этом кратчайшее расстояние до ПБА от щели коленного сустава составило в среднем $56,6 \pm 5,5$ мм.

Относительно большеберцового нерва, всегда располагающегося в пределах подколенной ямки кзади от подколенных сосудов, кратчайшие расстояния до установленной опорной пластины в точках 3 и 4 были равны в среднем $9,7 \pm 6,5$ мм и $10,9 \pm 7,2$ мм, что превышало минимальное расстояние до подколенной артерии. Поэтому нежелательный конфликт обсуждаемого имплантата с этим нервом практически можно исключить.

Общий малоберцовый нерв располагался по отношению к различным точкам Т-образной пластины на среднем расстоянии от $16,8 \pm 4,7$ мм (в точке 1) до $40,1 \pm 4,7$ мм (в точке 6).

Таблица 3.7

Средние значения выполненных измерений на изученных препаратах после выполнения заднего доступа и установки Т-образной опорной пластины по задней поверхности латерального мыщелка ББК

Показатели и единицы измерения		M±SD
Длина сегментов конечностей, см	ВППО – ВЛЛ	85,5 ± 4,6
	ВГМБК – ВЛЛ	37,4 ± 1,7
Окружность голени, см	Верхняя треть	34,9 ± 5,5
	Средняя треть	34,6 ± 7,4
Кратчайшее расстояние от ориентиров (точек) пластины до подколенной артерии, мм	1	18,3 ± 2,8
	2	9,9 ± 2,1
	3	6,0 ± 3,0
	4	4,9 ± 2,9
	5	6,3 ± 1,8
	6	6,3 ± 0,8
Кратчайшее расстояние от ориентиров (точек) пластины до передней большеберцовой артерии (ПБА), мм	1	51,5 ± 5,0
	2	50,4 ± 5,8
	3	50,1 ± 6,4
	4	37,2 ± 8
	5	23,7 ± 4,9
	6	6,1 ± 3,4
	7	5,9 ± 2,5
Кратчайшее расстояние от ориентиров (точек) пластины до общего малоберцового нерва, мм	1	16,8 ± 4,7
	2	20,8 ± 4,3
	3	29,4 ± 4
	4	34,3 ± 6,5
	5	38,7 ± 6,0
	6	40,1 ± 4,7
	7	32,1 ± 6,9
	8	32,4 ± 4,4
Кратчайшее расстояние от ориентиров (точек) пластины до большеберцового нерва, мм	1	28,7 ± 3,7
	2	19,4 ± 1,2
	3	9,7 ± 6,5
	4	10,9 ± 7,2
	5	12,4 ± 4,7
	6	8,5 ± 2,3
	7	18,5 ± 2,3
	8	22,4 ± 4,7
Кратчайшее расстояние от суставной щели до передней большеберцовой артерии, мм		56,6 ± 5,5

ВППО – верхняя подвздошная ость; ВЛЛ – вершина латеральной лодыжки;
ВГМБК – вершина головки малоберцовой кости.

Среди всех изученных сосудов и нервов он находился в сравнительно наиболее безопасном положении с точки зрения возможных повреждений во время установки опорной Т-образной пластины. При производстве доступа он специально идентифицировался в операционной ране и защищался крючком, которым этот нерв отводили латерально вместе с сухожилием двуглавой мышцы бедра. После проведения и фиксации пластины винтами общий малоберцовый нерв находился сзади от нее на сравнительно большем расстоянии, чем другие близко расположенные сосуды и нервы.

В целом проведенные серии топографо-анатомических экспериментальных операций с использованием трансмалоберцового и прямого заднего хирургических доступов с последующим изучением взаимоотношений установленных пластин с важными анатомическими образованиями области коленного сустава позволили доказать возможность их выполнения в реальной клинической практике у пациентов с переломами проксимального метаэпифиза ББК с заинтересованностью задних отделов наружного мыщелка.

Оба изученных доступа обеспечивают прямой подход к суставной поверхности наружного мыщелка для ее репозиции и позволяют уложить опорную пластину так, чтобы субхондрально расположенные винты установленные в горизонтальное крыло пластины, проходили над головкой МБК в заднюю часть наружного мыщелка, обеспечивая ее поддержку, необходимую при соответствующих переломах. Кроме того, при использовании прямого заднего доступа мы установили малую опорную пластину непосредственно на заднюю поверхность наружного мыщелка ББК, сзади от головки МБК, и тоже не получили повреждений значимых анатомических образований. Такое положение импланта позволяет обеспечить репозицию и фиксацию задней колонны плато, что может быть предпочтительней при ее переломах.

Сравнению клинической эффективности применения предлагаемых хирургических доступов у пациентов с соответствующими переломами будет посвящен отдельный раздел пятой главы настоящего диссертационного исследования.

3.2.3. Результаты топографо-анатомического обоснования заднелатерального и заднемедиального доступов к задней колонне дистального метаэпифиза большеберцовой кости

3.2.3.1 Сравнительный анализ полученных данных

Проведенный топографо-анатомический эксперимент позволил выявить технические особенности заднелатерального и заднемедиального доступов к голеностопному суставу, применяемых при оперативном лечении внутрисуставного перелома пилона большеберцовой кости или нестабильного перелома лодыжек. Были установлены возможности позиционирования имплантов с использованием каждого из изучаемых доступов. Также были проанализированы сравнительные результаты измерений, с целью обоснования подхода к выбору предпочтительного хирургического доступа.

Измерения, проводимые на анатомических препаратах, в ходе выполнения экспериментального заднелатерального доступа представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8

Результаты измерений позиционирования имплантированных пластин при выполнении остеосинтеза из заднелатерального хирургического доступа

Номер препарата	Ширина метаэпифиза на рентгенограмме, мм	Расстояние от середины пластины до латерального края метаэпифиза ББК, мм / %	Расстояние от середины пластины до медиального края метаэпифиза ББК, мм / %
1	46,0	23 / 50,0	23 / 50,0
2	69,2	24,7 / 35,7	44,5 / 64,3
3	67,9	26,5 / 39,0	41,4 / 61,0
4	69,7	27,9 / 35,8	41,8 / 64,2
5	64,8	26,1 / 40,3	38,7 / 59,7
6	43,7	16,3 / 37,3	27,4 / 62,7
7	57,6	25,9 / 45,0	31,7 / 55,0
8	52,0	20,2 / 38	31,8 / 62
9	49,7	18,7 / 38	31 / 62

Рассчитанные средние значения измеренных величин приведены в таблице 3.9.

Таблица 3.9

Параметры заднелатерального хирургического доступа, мм

Параметр	М±σ (95% ДИ)
Ширина метаэпифиза	57,8±10,4 (49,9–65,8)
Расстояние от пластины до латерального края метаэпифиза	23,3±4,0 (20,2–26,3)
Расстояние от пластины до медиального края метаэпифиза	34,6±7,3 (29,0–40,2)

Измерения, проводимые на анатомических препаратах, в ходе выполнения экспериментального заднемедиального доступа представлены в таблице 3.10.

Таблица 3.10

Результаты измерений позиционирования имплантированных пластин при выполнении остеосинтеза из заднемедиального хирургического доступа

Номер препарата	Ширина метаэпифиза на рентгенограмме, мм	Расстояние от середины пластины до латерального края метаэпифиза ББК, мм / %	Расстояние от середины пластины до медиального края метаэпифиза ББК, мм / %
1	46,0	18 / 39,1	28 / 60,9
2	52,1	17,1 / 32,9	35 / 67,1
3	55,4	20,2 / 36,5	25,2 / 63,5
4	66,1	30,9 / 46,7	35,2 / 53,3
5	56,2	21,9 / 39,0	34,3 / 61,0
6	68,5	30,5 / 44,5	38,0 / 55,5
7	55,5	25,7 / 46,3	29,8 / 53,7
8	54,6	18,9 / 34,6	35,7 / 65,4
9	52,1	22,5 / 43,2	29,6 / 56,8

Рассчитанные средние значения измеренных величин приведены в таблице 3.11.

Таблица 3.11

Параметры заднемедиального хирургического доступа, мм

Параметр	$M \pm \sigma$ (95% ДИ)
Ширина метаэпифиза	$56,3 \pm 7,0$ (50,9–61,6)
Расстояние от пластины до латерального края метаэпифиза	$22,9 \pm 5,1$ (18,9–26,8)
Расстояние от пластины до медиального края метаэпифиза	$32,3 \pm 4,3$ (29,0–35,6)

Следует сказать, что на рентгенограммах в боковой проекции во всех случаях при использовании обеих разновидностей хирургических доступов дистальный фиксирующий пластину винт по отношению к линии суставной поверхности ББК был введен корректно и располагался не выше 10 мм от линии суставной поверхности этой кости. Мы не выполняли статистический анализ этих данных, так как в реальной клинической практике введение винтов проводится под прямым рентгеноскопическим контролем. Однако данные, полученные в ходе экспериментов на нефиксированном анатомическом материале, наглядно подтвердили техническую возможность корректного проведения винтов из обоих исследуемых хирургических доступов.

Статистический анализ представленных выше измерений продемонстрировал отсутствие статистически значимой разницы между расстояниями от середины установленных пластин до латерального ($p=0,49$) и медиального ($p=0,43$) краев дистального метаэпифиза ББК в зависимости от использованного хирургического доступа (табл. 3.12). Согласно представленным данным, заднелатеральный хирургический доступ позволяет осуществить адекватную имплантацию вертикально ориентированной пластины с последующим корректным направлением винтов сзади наперед на протяжении около 40% ($40,4 \pm 4,4\%$) ширины дистального метаэпифиза ББК, начиная от его латерального края, а заднемедиальный – на протяжении около 60% ($58,8 \pm 5,1\%$) ширины дистального метаэпифиза ББК, начиная от его медиального края.

Средние значения позиционирования имплантированных пластин
при выполнении остеосинтеза в зависимости от хирургического доступа

Показатели	Заднелатеральный доступ $M \pm \sigma$ (95% ДИ)	Заднемедиальный доступ $M \pm \sigma$ (95% ДИ)
Ширина метаэпифиза, мм	$57,8 \pm 10,4$ (49,9-65,8)	$56,3 \pm 7,0$ (50,9-61,6)
Расстояние от пластины до латерального края метафиза, мм/%	$23,3 \pm 4,0$ (20,2-26,3) / $40,4 \pm 4,4\%$ (37,0-43,8%)	$22,9 \pm 5,1$ (18,9-26,8) / $41,2 \pm 5,1\%$ (37,3-45,1%)
Расстояние от пластины до медиального края метафиза, мм/%	$34,6 \pm 7,3$ (29,0-40,2) / $59,6 \pm 4,4\%$ (56,2-63,0%)	$32,3 \pm 4,3$ (29,0-35,6) / $58,8 \pm 5,1\%$ (54,9-62,7%)

Таким образом, при любой конфигурации перелома заднего края ББК существует возможность выбора хирургического доступа, позволяющего осуществить качественную фиксацию отломка заднего края ББК путем имплантации противоскользящей пластины в оптимальном положении с введением в нее винтов в направлении сзади наперед.

3.2.3.2. Обсуждение полученных результатов

Современные взгляды на оперативное лечение переломов пилона ББК с вовлечением задней колонны, а также трехлодыжечных переломов голеностопного сустава говорят о том, что фиксация заднего края ББК путем открытой анатомичной репозиции из задних хирургических доступов предпочтительнее метода закрытой репозиции и установки переднезадних стягивающих винтов (Bartoníček J. et al., 2015; Neumann A.P., Rammelt S., 2022). Предложено несколько вариантов выполнения заднелатеральных и заднемедиальных доступов (Wang Y. et al., 2016; Assal M. et al., 2017; Zhong S. et al., 2017; Philpott M.D.G. et al., 2020). Заднелатеральный доступ показан при сочетании переломов заднего края ББК с переломом латеральной лодыжки на том уровне, который позволяет зафиксировать этот перелом из того же доступа (Bartoníček J. et al., 2015; Philpott M.D.G. et al., 2020). Заднемедиальный доступ может применяться в нескольких модификациях

из положения на животе или на спине (Arrondo G.M., Joannas G., 2020; Lai Z.B. et al., 2021). Описаны прямой заднемедиальный доступ (Assal M. et al., 2014) и заднемедиальный доступ, огибающий медиальную лодыжку (Wang Y. et al., 2016). Во втором случае из этого доступа возможно одновременно фиксировать как перелом заднего края ББК, так и перелом медиальной лодыжки. К преимуществам этого подхода относится также возможность работать из четырех окон, что обеспечивает адекватную визуализацию всех заднемедиальных структур в области голеностопного сустава (Wang Y. et al., 2016). Однако расширенный заднемедиальный доступ приводит к значительному скелетированию кожного лоскута, что, в свою очередь, может являться причиной осложнений. Прямой заднемедиальный доступ несколько менее функционален в плане визуализации, однако имеет ряд преимуществ в биологическом аспекте, так как не приводит к обширному скелетированию мягкотканного лоскута (Assal M. et al., 2017).

До сегодняшнего дня остается открытым вопрос о том, какой доступ можно использовать в тех случаях, когда есть выбор между заднелатеральным и заднемедиальным доступами. Имеющиеся исследования показывают, что визуализация заднего края ББК из заднелатерального доступа меньше, чем из заднемедиального (Assal M. et al., 2014; Philpott M.D.G. et al., 2020). Однако недостатками исследования М. Assal и соавт. (2014), является то, что площадь визуализации на кадаверном материале авторы ограничивали введением спиц. Эта методика может давать ложные результаты, так как техническая возможность введения спиц еще не означает возможности адекватного выполнения остеосинтеза.

В нашем исследовании была продемонстрирована техника остеосинтеза противоскользкой пластиной, которая установлена максимально латерально при заднемедиальном доступе и максимально медиально при заднелатеральном доступе. При этом пластина была расположена параллельно длинной оси большеберцовой кости, а винт в дистальный ее метаэпифиз вводили перпендикулярно поперечнику дистального отдела ББК во фронтальной плоскости. Такое положение пластины и дистального винта в клинической

практике максимально способствует адекватной фиксации фрагмента заднего края ББК с обеспечением противоскользкого эффекта и межфрагментарной компрессии такого костного фрагмента (Buckley R.E. et al., 2018). Полученные данные свидетельствуют о том, что заднемедиальный и заднелатеральный доступы в своей совокупности обеспечивают визуализацию всей задней поверхности дистального метаэпифиза ББК. Это позволяет хирургу на этапе предоперационного планирования выбрать оптимальный хирургический доступ в зависимости от архитектоники перелома заднего края ББК.

Доля поперечника дистального метаэпифиза ББК, которая доступна хирургу для установки имплантата из заднемедиального доступа приближается к 60%, в то время как из заднелатерального – около 40%. Рассчитанные 95% доверительные интервалы для средних значений свидетельствуют о том, что разница этих показателей статистически значима (см. табл. 3.12).

По данным J. Bartonicek с соавт. (2015), предложившего классификацию переломов заднего края ББК, показания к остеосинтезу последнего имеются при всех типах, кроме первого, когда имеется тонкий внеинцизурный фрагмент задней стенки ББК, фиксировать который технически невозможно. Переломы 2-го типа (заднелатеральный косой интраинцизурный фрагмент) предпочтительно фиксировать из заднелатерального доступа, переломы 3-го типа (состоящего из двух заднелатерального и заднемедиального фрагментов) – из заднемедиального доступа, а 4-го типа (большой фрагмент с фронтальной плоскостью перелома) – из обоих доступов в зависимости от клинической ситуации. Однако с учетом полученных нами данных можно сделать заключение о том, что переломы 2-го типа по J. Bartonicek с соавт. также можно фиксировать из заднемедиального прямого хирургического доступа, так как 60% ширины поперечника метафиза вполне достаточно для выполнения качественного остеосинтеза заднелатерального фрагмента. Этот подход позволит в значительной мере оптимизировать выполнение операции остеосинтеза при переломах 2-го типа, так как заднемедиальный доступ позволит выполнить всю операцию в положении на спине и не будет вступать в конфликт с латеральным или переднелатеральным

хирургическими доступами для фиксации перелома латеральной лодыжки и ревизии межберцового синдесмоза. При 3-м типе перелома заднего края с имеющимся заднемедиальным фрагментом ББК по J. Bartonícek с соавт., требующем отдельной фиксации, выполнить качественную репозицию и фиксацию перелома заднего края ББК из заднелатерального доступа значительно сложнее, так как введение винтов в перпендикулярном плоскости перелома заднемедиального фрагмента из заднелатерального доступа будет проблематичным. Эти данные подтверждают и другие авторы, изучавшие группу подобных переломов (Klammer G. et al., 2013; Mason L.W. et al., 2017) и отмечающие необходимость фиксации заднелатерального и заднемедиального фрагментов ББК отдельными имплантами, винтами или противоскользящими пластинами, а в ряде случаев – необходимость использования комбинации заднелатерального и заднемедиального доступов в подобных клинических ситуациях для адекватного остеосинтеза переломов заднего края ББК (Mason L.W. et al., 2017). Переломы 4-го типа по J. Bartonícek с соавт. характеризуются крупным фрагментом, который также как и 4-й тип, может состоять из двух фрагментов и требовать фиксации комбинацией имплантов. По нашему мнению, заднемедиальный доступ дает больше возможностей для качественной репозиции и остеосинтеза такого перелома.

Перелом пилона, в составе которого имеется перелом заднего края большеберцовой кости, также возможно фиксировать из заднемедиального или заднелатерального доступа, а также из их сочетания – в зависимости от других компонентов повреждения и состояния мягких тканей. Выбор применяемого заднего доступа необходимо осуществлять в процессе предоперационного планирования с учетом анализа архитектоники перелома и других необходимых доступов к переднелатеральной, медиальной колоннам и малоберцовой кости. Аналогичный подход к предоперационному планированию при сложных переломах лодыжек, по нашему мнению, обязателен и может улучшить результаты лечения в целом.

Апробированные хирургические доступы к ЗКББК имеют ряд особенностей. Заднелатеральный доступ менее опасен с точки зрения рисков повреждения

крупных кровеносных сосудов и нервов. При его выполнении есть риск пересечения ветвей икроножного нерва, но его основной ствол ни разу не встретился нам вблизи краев смоделированных операционных доступов. В реальной же клинической практике хирурги могут ориентироваться на расположение обычно достаточно легко идентифицируемой на голени малой подкожной вены ноги (*vena saphena parva*), рядом с которой располагается основной ствол икроножного нерва. При необходимости эту вену можно также обнаружить посредством ультразвукового предоперационного исследования и заранее точно обозначить на коже ее ход.

В отношении модифицированного нами заднемедиального доступа необходимо отметить реальный риск повреждения при его выполнении задних большеберцовых сосудов и большеберцового нерва, которые находятся как раз в проекции кожного разреза. Однако указанный сосудисто-нервный пучок располагается под собственной фасцией голени, после осторожного рассечения которой указанные артерия, сопутствующие ей парные комитантные вены и большеберцовый нерв легко визуализируются над брюшком длинного сгибателя большого пальца стопы. При этом в рамках модифицированной нами техники прямого заднемедиального доступа этот крупный сосудисто-нервный пучок и подлежащая мышца смещаются пластинчатым крючком кзади (в сторону медиального края ахиллова сухожилия) что, по нашему мнению, обеспечивает лучший осмотр и расширенные возможности для манипуляций на ЗКББК по сравнению с известной модификацией доступа по М. Assal с соавт. (2014). На наш взгляд, рассечение собственной фасции голени в области лодыжкового канала с соблюдением необходимых мер безопасности, например с использованием желобоватого зонда, а также осторожное смещение пластинчатым крючком кзади (к медиальному краю ахиллова сухожилия) блока тканей, включающего задние большеберцовые сосуды, большеберцовый нерв и расположенное глубже брюшко длинного сгибателя большого пальца стопы, обеспечивают достаточно надежную защиту от повреждений важных анатомических структур в зоне обсуждаемого хирургического доступа.

Таким образом, изученные заднелатеральный и заднемедиальный хирургические доступы к заднему краю большеберцовой кости можно эффективно использовать при операциях остеосинтеза переломов лодыжек и переломах пилона, включающих перелом заднего края ББК.

Проведенное нами топографо-анатомическое исследование доказало безопасность выполнения этих доступов в отношении повреждения клинически значимых анатомических структур. При этом заднелатеральный доступ предпочтительнее в случаях сочетания перелома заднего края ББК с низким переломом латеральной лодыжки, так как из этого доступа можно последовательно выполнить остеосинтез сначала заднего края большеберцовой кости, а затем латеральной лодыжки, что значительно снижает травматичность всего вмешательства.

В остальных случаях целесообразно использование заднемедиального хирургического доступа, который является более универсальным и имеет больший спектр показаний к применению. Так, прямой заднемедиальный доступ можно сочетать как с латеральным, переднелатеральным, так и с ограниченным переднемедиальным для остеосинтеза отломка медиальной лодыжки.

В случае же выполнения расширенного дугообразного заднемедиального доступа из него возможно выполнение как остеосинтеза заднего края ББК, так и медиальной лодыжки. Кроме того, в ходе нашего исследования были уточнены некоторые правила безопасного выполнения двух изученных хирургических доступов, а в отношении прямого заднемедиального доступа разработаны конкретные технические приемы защиты задних большеберцовых сосудов и большеберцового нерва от возможных ятрогенных повреждений.

3.3. Обоснование усовершенствованных методик малоинвазивного остеосинтеза внутрисуставных переломов длинных костей нижней конечности в области коленного и голеностопного суставов

3.3.1. Обоснование усовершенствованного способа малоинвазивного накостного остеосинтеза переломов дистального отдела бедренной кости при нестабильности медиальной колонны

Проведенные нами биомеханический и топографо-анатомический эксперименты на модели бедренной кости и кадаверном материале позволили обосновать усовершенствованный способ малоинвазивного накостного остеосинтеза переломов ДОБК при нестабильности медиальной колонны, на который получен патент РФ на изобретение № 2665158.

Биомеханические стендовые испытания показали существенную статистически значимую разницу устойчивости модели сложного внутрисуставного перелома ДОБК типа 33C1 к динамическим осевым нагрузкам в зависимости от наличия медиальной фиксации. По нашему мнению, дополнительная имплантация опорной пластины на медиальную колонну ДОБК повышает стабильность системы «имплант-кость» и препятствует развитию «варус-коллапса», обусловленного анатомическими особенностями строения бедренной кости, разницей между ее среднediaфизарной и механической осью и соответствующим распределением осевой нагрузки, преимущественно по внутреннему кортикалу дистального метаэпифиза. При этом под действием сохраняющейся нагрузки по вертикали стандартная латеральная опорная пластина при ее имплантации на наружную поверхность БК препятствует силам растяжения, однако противостоя силам компрессии при отсутствии костного контакта, испытывает повышенную механическую нагрузку, выражающуюся в повторяющейся микроподвижности и зачастую приводящей к усталостным переломам металлоимплантов или их миграции из кости. Подобное состояние сопровождается развитием имплантат-ассоциированных осложнений хирургического лечения при переломах ДОБК или нарушении консолидации.

В ходе данного исследования мы предложили выделять в дистальном метаэпифизе бедренной кости латеральную и медиальную колонны, состоящие из соответствующего мыщелка и части метафиза и, рассматривая конфигурацию перелома, определять наличие и тип повреждения соответствующей колонны. Наличие оскольчатого перелома медиальной колонны или костного дефекта в данной области принято называть термином «медиальная нестабильность», т.е. отсутствие медиальной стабильности, выражающееся возможностью восстановления опоры кортикальных слоев кости в области внутренней поверхности метафизарной зоны ДОБК при его репозиции и фиксации латеральной опорной пластиной.

Реализация двухколонной схемы установки имплантов в области дистального отдела бедренной кости имеет ряд ограничений, которыми, прежде всего, являются имеющиеся в данной области важные анатомические образования – коллатеральные связки, стабилизирующие коленный сустав, магистральные сосуды и нервы, которые не должны быть повреждены в ходе остеосинтеза. Поэтому предлагаемые некоторыми авторами расширенные хирургические доступы к дистальному отделу бедренной кости с обнажением обеих колонн (расширенный доступ S. Olerund, Swashbuckler approach) даже при сложных переломах типа 41C не нашли широкого клинического применения. При необходимости обнажения суставной поверхности мыщелков бедренной кости рекомендуется ограниченный латеральный или медиальный парapatеллярный доступ в сочетании с малоинвазивной фиксацией проксимальной части пластины (Court-Brown C.M. et al., 2015; Buckley R.E. et al., 2018). Применение двух традиционных доступов – латерального и медиального с обнажением зоны метафиза с позиций биологического остеосинтеза может вызывать излишнее обнажение отломков, эвакуацию перифрактурной гематомы и компрометировать процесс костного сращения.

С учетом сказанного представляется логичным использование предложенного нами подхода, при котором медиальная стабильность в нижней трети диафиза поврежденной бедренной кости достигается путем остеосинтеза

двумя пластинами, а травматичность операции снижается за счет малоинвазивной техники их имплантации. При этом отсутствует необходимость применения излишне длинной медиальной пластины. Это позволяет фиксировать проксимальный ее конец на уровне средней трети бедра, а соответствующий хирургический мини-доступ выполнять через межмышечные промежутки между брюшками прямой и медиальной широкой, а глубже – между промежуточной широкой и медиальной широкой мышцами бедра, в которых отсутствуют крупные кровеносные сосуды.

Полученные данные, суммированные в ранее представленной таблице 3.3, позволяют сделать вывод о том, что при эпипериостальной имплантации предварительно отмоделированной реконструктивной пластины на медиальную поверхность бедренной кости с соблюдением разработанной рациональной хирургической техники предложенного нами способа остеосинтеза значимые анатомические образования в дистальном отделе бедра не должны повреждаться. Все они располагаются на достаточно безопасном расстоянии от устанавливаемой пластины и от места выполнения двух хирургических мини-доступов по медиальной поверхности бедра. Например, минимальное расстояние от пластины до бедренных артерии и вены варьирует 16 до 33 мм, а сами указанные сосуды находятся вне зон малоинвазивных хирургических доступов, что практически исключает их повреждение в ходе операции.

В ходе проведенного исследования было также установлено, что ветви бедренной артерии к латеральной широкой мышце бедра отходят кзади от фиксированной на кости пластины и более поверхностно, а значит они не могут быть повреждены при эпипериостальном ее проведении так же, как и при выполнении двух описанных выше хирургических доступов.

В целом проведенные биомеханический эксперимент и прикладное топографо-анатомическое исследование показали, что предложенный нами способ малоинвазивного остеосинтеза двумя пластинами при переломах дистального метаэпифиза бедренной кости повышает стабильность фиксации костных отломков, особенно при переломах, склонных к развитию медиальной

нестабильности и «варус-коллапсу», обладает высокой безопасностью, так как не связан с высоким риском повреждения значимых анатомических образований бедра в области оперативного вмешательства. Указанные положения определяют, на наш взгляд, перспективность применения предложенного способа хирургического лечения пациентов с медиально нестабильными переломами ДОБК, а также возможность его клинической апробации.

3.3.2. Обоснование усовершенствованного способа репозиции костных отломков при переломе латерального мыщелка большеберцовой кости

С целью оптимизации процесса репозиции костных отломков и снижения травматичности оперативного вмешательства при внутрисуставных переломах наружного мыщелка ББК типа 41B1 (рис. 3.6) нами был разработан способ закрытой репозиции костных отломков при внутрисуставных переломах мыщелков большеберцовой кости.

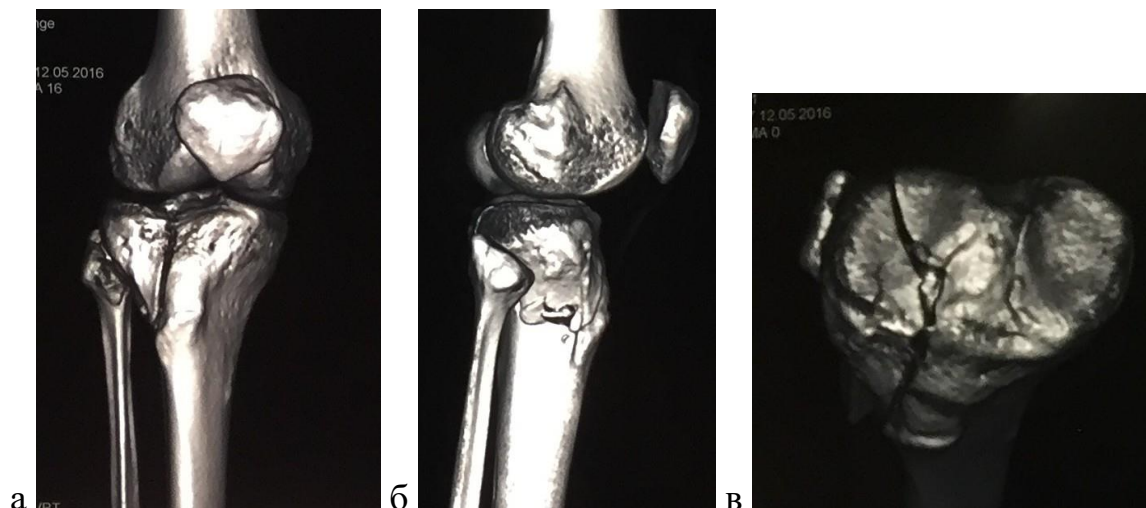


Рисунок 3.6. Данные КТ – перелом наружного мыщелка типа 41B1 у пациента 36 лет

Суть предложенного способа состоит в качественной закрытой репозиции отломков при внутрисуставных переломах мыщелков большеберцовой кости с воссозданием суставной поверхности указанных мыщелков под точным интраоперационным рентгеновским контролем. Преимуществами предложенного способа являются сокращение времени операции и скорейшее восстановление

функции и объема движений в коленном суставе, а также предупреждение нежелательных последствий, связанных с развитием посттравматического гонартроза в отдаленном послеоперационном периоде.

Хирургическая техника. Поврежденную нижнюю конечность пациента укладывают на операционном столе на подставку при сгибании в коленном суставе под углом 165° и положением голени параллельно поверхности операционного стола. Далее чрескожно в каждый смещенный фрагмент мышцелка большеберцовой кости вводят по два фиксирующих элемента, например по две спицы диаметром 2,5-3,0 мм или по два винта Шанца диаметром 3-4 мм в зависимости от размеров костного фрагмента, располагая их таким образом, чтобы между наружными их концами было возможно расположить поперечно другой фиксирующий элемент. Затем наружные концы введенных фиксирующих элементов (спиц или винтов Шанца) прочно закрепляют универсальными зажимами стержневого аппарата наружной фиксации и соединяют между собой при помощи другого фиксирующего элемента, например трубки от аппарата наружной фиксации, образуя при этом жесткую систему «костный отломок – введенные внутрикостно фиксирующие элементы – внешний фиксирующий элемент (трубка)», вследствие чего появляется возможность посредством движений собранной конструкцией перемещать смещенные костные фрагменты в трех плоскостях (рис. 3.7).

Источник рентгеновского излучения ориентируют спереди назад под углом $7-10^\circ$ (в зависимости от анатомических особенностей проксимального отдела большеберцовой кости пациента) по отношению к перпендикуляру длинной оси большеберцовой кости с центрацией его на суставную щель коленного сустава. При этом условная плоскость суставной поверхности мышцелков большеберцовой кости должна совпадать с направлением рентгеновского излучения. В этом случае неповрежденные участки суставной поверхности большеберцовой кости визуализируются в виде линии.

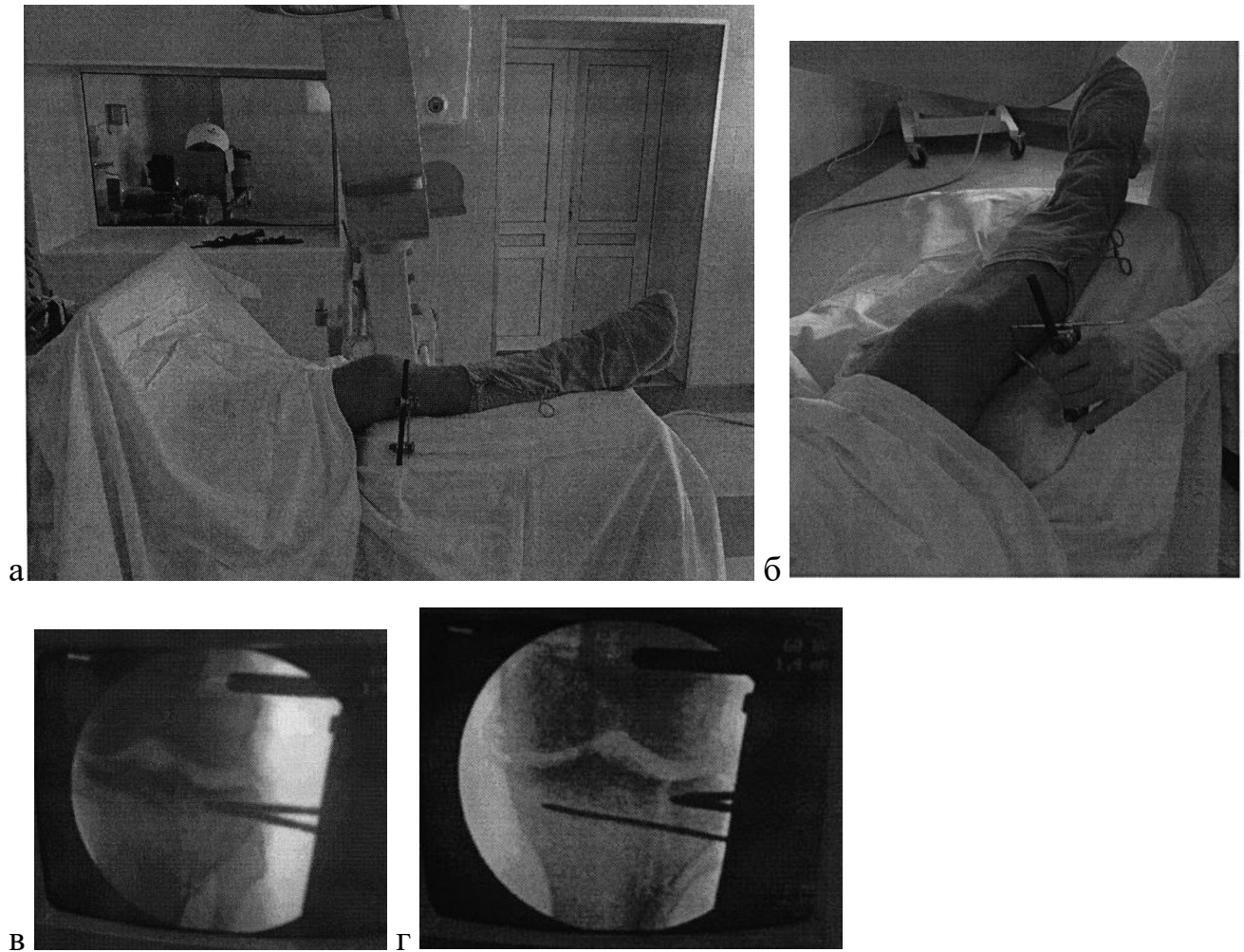


Рисунок 3.7. Способ закрытой репозиции костных отломков при внутрисуставных переломах мыщелков большеберцовой кости: а – внешний вид смонтированного устройства и положение ЭОП; б – закрытая репозиция костного отломка с использованием жесткой системы «отломок - фиксирующие элементы - трубка»; в – положение костных отломков после закрытой репозиции; г – совпадение линии суставной поверхности неповрежденного участка мыщелка с линией суставной поверхности костного отломка, предварительная фиксация спицей

Манипулируя каждым смещенным фрагментом при помощи фиксированной в нем наружной конструкции, под прямым рентгенологическим контролем добиваются совпадения линии неповрежденной суставной поверхности большеберцовой кости с линией суставной поверхности поврежденного мыщелка, что свидетельствует о качественной репозиции. Затем осуществляют предварительную фиксацию перелома спицами и окончательный остеосинтез опорной пластиной и/или стягивающими винтами (рис. 3.8).

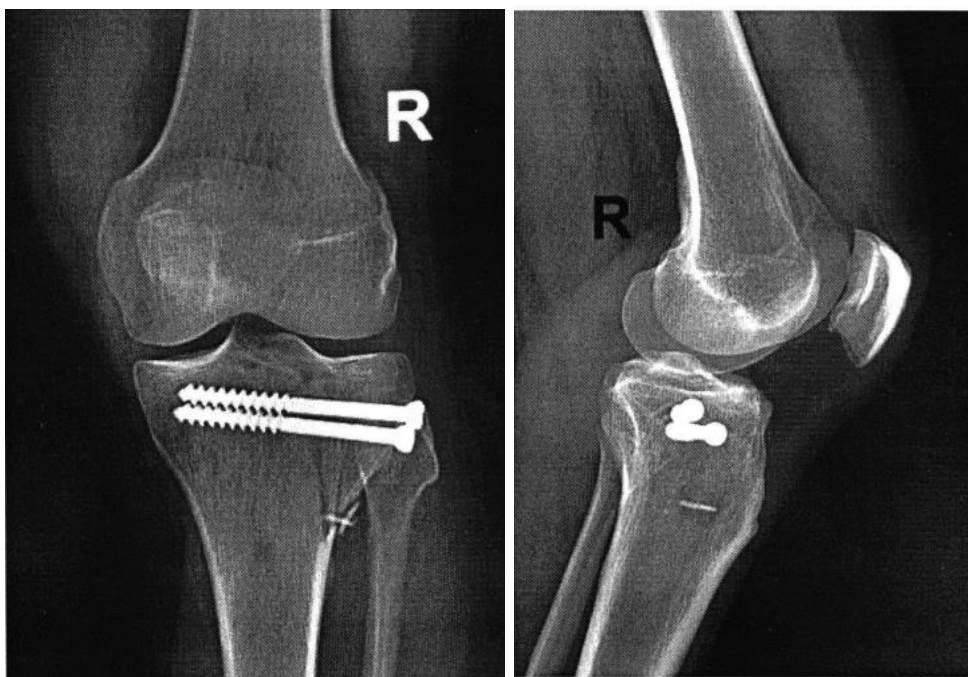


Рисунок 3.8 Рентгенограммы пациента с переломом типа 41B1 после операции в прямой и боковой проекциях

Описанный способ репозиции фрагмента наружного мыщелка ББК без артротомии коленного сустава мы применили в 6 случаях у пациентов с переломами плато ББК с переднелатеральной локализацией повреждения при использовании стандартного переднелатерального доступа, и результаты которого представлены в первой серии клинических исследований главы диссертации. Новизна предлагаемого способа верифицирована патентом Российской Федерации на изобретение RU 2625651 C1.

3.3.3. Обоснование усовершенствованного способа малоинвазивного остеосинтеза дистального отдела большеберцовой кости

В данном разделе описан разработанный нами усовершенствованный способ малоинвазивного накостного остеосинтеза, который предназначен для окколосуставных и внутрисуставных переломов дистального метаэпифиза большеберцовой кости. Способ был предложен нами как модификация трех известных способов малоинвазивного остеосинтеза, описанных ниже.

Способ, описанный в руководстве G.O. Tong, S. Bavonratanavech (2007), включает следующие этапы: открытую репозицию и фиксацию МБК из латерального доступа пластиной, уложенной по задней или латеральной поверхности в случае ее простого перелома; непрямую репозицию в случае оскольчатого перелома МБК с восстановлением оси и длины МБК с ее фиксацией пластиной; непрямую репозицию отломков ББК с наложением дистрактора; закрытую репозицию суставного компонента перелома из дистального переднемедиального или заднемедиального хирургических доступов с применением костодержателей и стягивающих винтов в зависимости от архитектуры перелома с последующим формированием подкожного туннеля и проведением в него пластины, проксимальный конец которой фиксируется из дополнительного проксимального разреза кожи и мягких тканей.

К недостаткам способа следует отнести отсутствие фиксации латеральной колонны ББК и восстановления ее длины в ходе репозиции, так как латеральная стабилизация достигается за счет остеосинтеза МБК. Кроме того, относительно высокий профиль медиальной пластины может компрометировать мягкие ткани медиальной поверхности нижней трети голени из-за дефицита мягких тканей этой области.

Способ малоинвазивного накостного остеосинтеза перелома дистального метаэпифиза ББК с переднелатеральным позиционированием анатомичной пластины представлен D. Lakhotia и соавторами (2016). Они сочетали традиционный заднелатеральный открытый остеосинтез малоберцовой кости с малоинвазивным накостным остеосинтезом большеберцовой кости из короткого

переднелатерального продольного доступа, находящегося кпереди, на среднем расстоянии 5,7 см от доступа к малоберцовой кости. Проксимальная фиксация пластины также выполнялась из мини-доступа. Авторы сохраняли поверхностный малоберцовый нерв, а верхний удерживатель разгибателей рассекали продольно и проводили прямую репозицию внутрисуставных фрагментов через поперечную артротомию. К недостаткам данной методики можно отнести травматизацию тканей из-за продольного малоинвазивного доступа, требующего значительной ретракции тканей, рассечение проксимальной порции удерживателя разгибателей, решение проблемы стабильности путем остеосинтеза МБК, а не за счет стабилизации медиальной колонны. Кроме того, узкий промежуток между переднелатеральным и заднелатеральным доступами может компрометировать ткани этой области и приводить к ишемии мягкотканного мостика, что отмечают сами авторы. В группе из 42 пациентов с закрытыми переломами пилона типов 43А и 43С, большинство из которых были высокоэнергетическими, развились осложнения, связанные с плохим заживлением кожи и формированием краевого некроза послеоперационной раны (4 случая) и мягких тканей, поверхностной инфекцией (1 случай), а также замедленное сращение перелома (2 случая). Всего осложнения выявлены у 10 (23,8%) пациентов. Можно отметить, что большинство осложнений были связаны с излишней травматизацией мягких тканей в области продольного переднелатерального мини-доступа, так как подобный подход требует чрезмерной ретракции мягких тканей для репозиции отломков и установки блокирующих винтов в горизонтальное плечо пластины. Кроме того, авторы проводили фиксацию малоберцовой кости у всех пациентов из открытого заднелатерального доступа, что, с нашей точки зрения, не всегда оправдано, так как при корректной установке переднелатеральной пластины и восстановлении длины латеральной колонны проблема вальгусной деформации и латеральной стабильности может быть решена без необходимости отдельной фиксации малоберцовой кости

Д. Wu с соавт. (2020) попытались решить проблему открытой репозиции суставных фрагментов и переднего позиционирования пластины, предложив

изогнутый передний доступ, который начинают от верхушки медиальной лодыжки и продлевают в косом направлении в сторону передней поверхности ДМБС длиной от 6 до 8 см. Удерживатель сухожилий разгибателей рассекают горизонтально параллельно линии сустава, визуализацию и репозицию суставных фрагментов проводят через образовавшиеся 4 окна между сухожилиями разгибателей и передним сосудисто-нервным пучком. Окончательную фиксацию перелома проводят устанавливаемой ретроградно из того же доступа переднелатеральной пластиной с введением дистальных винтов через указанные дистальные мини-окна, проксимальных винтов – через дополнительные разрезы кожи на переднелатеральной поверхности голени. В группе из 17 пациентов с переломами типов 43В и 43С у 11 пациентов выполняли открытый остеосинтез МБК. Несмотря на это и на латеральное расположение пластины, у 2 пациентов (11,8%) сохранилась остаточная вальгусная деформация более 5°. Отдаленные функциональные результаты авторы оценили как отличные и хорошие у 15 (88,6%) пациентов в срок более 2 лет после операции. Авторы отмечают относительно низкую долю осложнений, которая составила 5 (29,4%) случаев: один случай поверхностной инфекции, 2 случая временной невропатии малоберцового нерва и 2 случая посттравматического артроза голеностопного сустава легкой степени. Однако малое количество наблюдений, неизученный с анатомических позиций риск повреждения сосудов и нервов, отсутствие стабилизации медиальной колонны не позволяют рекомендовать данный способ для широкого применения.

Все три представленных способа малоинвазивного остеосинтеза, применяемого при оперативном лечении пациентов с переломами дистального метаэпифиза ББК, имеют свои недостатки. Способ, представленный в руководстве G.O. Tong, S. Bavonratanavech (2007), предлагает медиальное позиционирование опорной пластины, что не всегда оправдано с точки зрения колонной теории строения дистального метаэпифиза ББК. Способы остеосинтеза Lakhotia с соавт. (2016) и D. Wu с соавт. (2020) предлагают переднелатеральное позиционирование опорной пластины, что также может быть недостаточно в ряде клинических ситуаций. Разработанный нами усовершенствованный способ малоинвазивного

накостного остеосинтеза при переломах дистального метаэпифиза ББК направлен на создание многоколонной стабильной фиксации с сохранением малоинвазивной техники установки опорных пластин по латеральной и медиальной колоннам.

Хирургическая техника предложенного способа остеосинтеза при переломах дистального отдела костей голени включает репозицию костных отломков с их последующей фиксацией переднелатеральной пластиной с угловой стабильностью винтов, устанавливаемой эпипериостально через два окна между длинным разгибателем первого пальца стопы и длинным разгибателем пальцев стопы и латеральное длинное разгибателя пальцев стопы. Кожный разрез выполняется в виде поперечного прямого доступа протяженностью 4 см на 1-2 см выше проекции щели ГСС и на 1 см кнутри от переднего контура малоберцовой кости. После рассечения кожи и подкожной клетчатки и последующей ограниченной диссекции мягких тканей с формированием вышеобозначенных окон заходили между верхним и нижним удерживателями сухожилий разгибателей. После установки переднелатеральной пластины выполняли продольный медиальный дистальный разрез кожи и мягких тканей длиной 1-2 см, начиная его проксимальнее верхушки медиальной лодыжки. Затем предварительно отмоделированную по форме кости низкопрофильную пластину с длиной, достаточной для перекрытия зоны перелома, проводят эпипериостально снизу вверх до тех пор, пока ее дистальный конец не достигнет нижнего края сделанного разреза. Затем на уровне проксимального конца низкопрофильной пластины выполняли вертикальный медиальный проксимальный разрез кожи, и осуществляли фиксацию низкопрофильной пластины винтами через оба выполненных доступа дистальнее и проксимальнее зоны перелома. Проникновение к зоне перелома между верхним и нижним удерживателями сухожилий разгибателей не приводит к нарушению функции сухожилий, причиной которых является полное или частичное рассечение этого анатомического образования.

Далее с целью повышения стабильности фиксации производится малоинвазивная имплантация дополнительной медиальной низкопрофильной пластины. Многоколонная фиксация ББК допускает отсутствие остеосинтеза МБК

из заднелатерального или латерального хирургического доступа, тем самым исключая ишемические расстройства мягких тканей между доступами к малоберцовой и большеберцовой костям, не приводя при этом к значимому увеличению общей травматичности вмешательства, так как установка медиальной пластины выполняется из двух мини-доступов. Так как медиальная пластина является дополнением к фиксации переднелатеральной пластиной, возможно использование низкопрофильных ее версий, что значительно снижает травматизацию тканей и способствует снижению доли осложнений, связанных с профилем имплантата в сравнении с используемой для основной фиксации медиальной пластиной.

Клинический пример, который является апробацией предложенного способа, представлен ниже. Пациент Б., 65 лет, получил травму в результате дорожно-транспортного происшествия. При поступлении в травматолого-ортопедическое отделение №2 ГБУЗЛО «Всеволожская КМБ» установлен следующий диагноз: сочетанная травма головы, конечностей; ЗЧМТ. Сотрясение головного мозга. Закрытый перелом медиальной стенки левой орбиты. Рвано-ушибленная рана области лба. Закрытый чрезвертельный перелом левой бедренной кости со смещением отломков. Закрытый перелом обеих костей правой голени в нижней трети со смещением отломков. Сопутствующий: ИБС; сердечная недостаточность 2 функционального класса; пароксизмальная форма фибрилляции предсердий; артериальная гипертензия 2-й степени; риск сердечно-сосудистых осложнений 3.

Выполнена операция: закрытая репозиция, блокируемый интрамедуллярный остеосинтез левой бедренной кости проксимальным бедренным гвоздем, внеочаговый остеосинтез правой голени аппаратом наружной фиксации, ПХО раны лба. На этапе предоперационного планирования выполнена спиральная компьютерная томография (рис. 3.9).

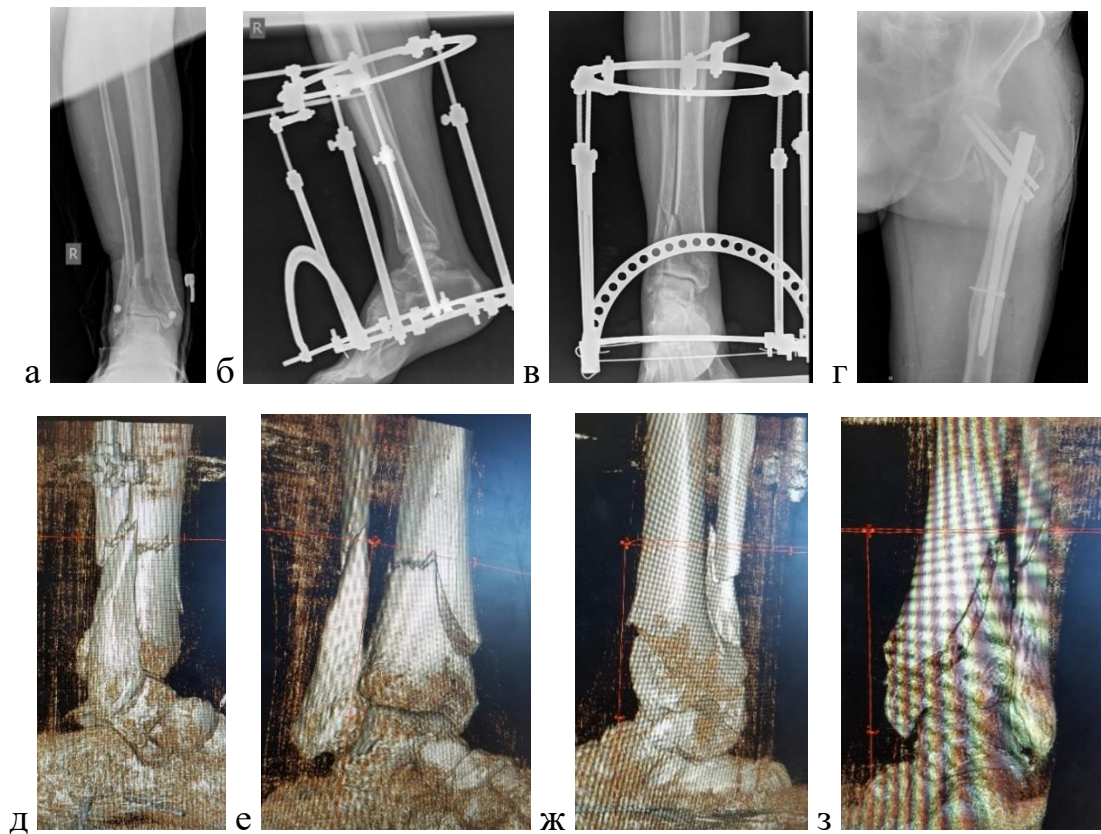


Рисунок 3.9. Результаты лучевого обследования пациента Б., 65 лет:

а – первичная рентгенограмма голени и голеностопного сустава в прямой проекции; б, в – первичная закрытая репозиция аппаратом наружной фиксации; г – результат интрамедуллярного остеосинтеза перелома проксимального бедра; д – з – 3D-реконструкция по данным КТ

Через 10 дней после травмы выполнен остеосинтез пилон ББК с использованием предложенного способа. Поврежденную нижнюю конечность уложили на рентгенопрозрачный стол. После демонтажа АВФ с целью контроля оси и длины голени наложен бедренный дистрактор с фиксацией верхней трети ББК и пяточной кости и продольной резьбовой штангой, установленной по наружной стороне голени (рис. 3.10).



Рисунок 3.10. Дистрактор, установленный на голень, не препятствует выполнению остеосинтеза

Выполнен поперечный доступ к передней поверхности дистального метаэпифиза ББК в соответствии с описанной выше техникой через два межсухожильных окна между порциями удерживателя сухожилий разгибателей: первое – между длинным разгибателем первого пальца стопы и длинным разгибателем пальцев стопы, второе – латеральное длинного разгибателя пальцев стопы. Далее снизу вверх, по надкостнице ББК, введена анатомичная переднелатеральная пластина, которая ориентирована по кости с помощью остроконечных щипцов. Проксимальный мини-доступ выполнен по наружной поверхности голени на уровне верхнего конца установленной пластины длиной 3 см. Пластина фиксирована к кости винтами с угловой стабильностью через указанные мини-доступы с установкой в поперечное и продольное крылья по 4 винта. Затем произведена установка второй опорной низкопрофильной пластины. Выполнен медиальный дистальный разрез кожи и мягких тканей длиной 2 см, начиная на 2 см проксимальнее вершины медиальной лодыжки и продолжая в проксимальном направлении. Предварительно отмоделированную по форме дистального отдела ББК линейную 1/3-трубчатую пластину длиной, достаточной для перекрытия зоны перелома, провели эпипериостально снизу вверх до тех пор, пока дистальный ее конец не достиг нижнего края сделанного разреза. Затем на

уровне проксимального конца введенной пластины произведен продольный минидоступ протяженностью до 2 см для введения двух винтов 3,5 мм с угловой стабильностью. Аналогично в нижний конец пластины введено два винта 3,5 мм с угловой стабильностью (рис. 3.11, 3.12).



Рисунок 3.11. Малоинвазивный остеосинтез и имплантация металлоконструкций:
а – закрытая репозиция остроконечными репозиционными щипцами;
б, в – интраоперационный вид конечности после установки имплантов;
г, д – интраоперационные рентгенограммы этапов имплантации пластин



Рисунок 3.12. Рентгенограммы в боковой и прямой проекциях после выполнения малоинвазивного наkostного остеосинтеза

Пациент осмотрен в срок 3 месяца после операции. Он ходит с частичной опорой на оперированную конечность – с тростью. Болевой синдром отсутствует. Тильное сгибание и разгибание голеностопного сустава в объеме 90–130°,

функциональный результат по шкалам AOFAS – 76 баллов (рис. 3.13). Через 24 месяца после операции тыльное сгибание и разгибание голеностопного сустава в объеме 85–140°, функциональный результат по шкале AOFAS – 86 баллов.

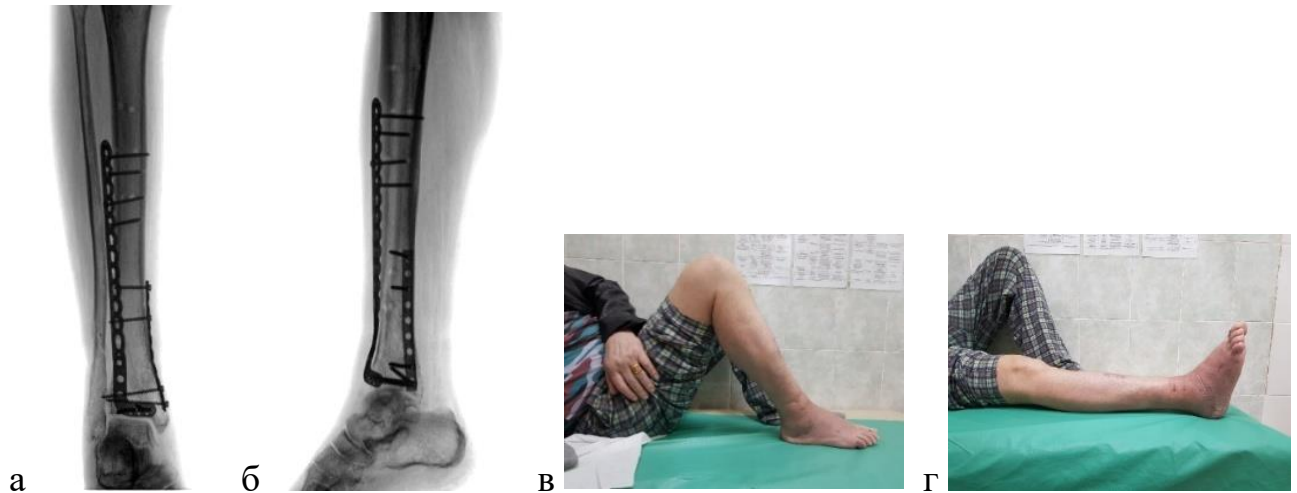


Рисунок 3.13. Результат оперативного лечения через 3 месяца после вмешательства: а, б – контрольные рентгенограммы в прямой и боковой проекциях – определяется сращение перелома; в, г – функциональный результат лечения

Представленный клинический пример является клинической апробацией предложенного усовершенствованного способа малоинвазивного остеосинтеза, применяемого при переломах дистального метаэпифиза ББК. Способ улучшает стабильность фиксации при переломах дистального отдела голени, даже без необходимости фиксации МБК, снижает долю несостоятельности остеосинтеза и послеоперационных осложнений, связанных с заживлением послеоперационных ран, позволяет выполнить репозицию отломков и их фиксацию при переломах дистального отдела костей голени. При этом подход к зоне перелома осуществляется между верхним и нижним удерживателями сухожилий разгибателей без их повреждения. На «Способ остеосинтеза при переломах дистального отдела костей голени» получен патент на изобретение РФ № 2814412.

В ходе нашего клинического исследования, результаты которого отражены в главе 6, мы применили данный способ малоинвазивного остеосинтеза у пяти пациентов с переломами пилона большеберцовой кости.

3.4. Резюме

На основании современных тенденций развития теории остеосинтеза дистальный метаэпифиз бедренной кости, проксимальный и дистальный метаэпифизы большеберцовой кости принято рассматривать с точки зрения колонной теории строения, выделяя латеральную и медиальную колонны дистального отдела бедренной кости, медиальную, латеральную и заднюю колонны проксимального и дистального метаэпифизов большеберцовой кости. Целью хирургического лечения с биомеханических позиций является восстановление высоты и опороспособности всех вовлеченных в повреждение колонн, которые можно определить как костные стабилизаторы, отвечающие за стабильность коленного или голеностопного сустава, необходимую для ранних безболезненных движений еще до формирования костного сращения.

Так как область коленного и голеностопного суставов отличается отсутствием большого объема мягких тканей при относительно высокой концентрации клинически значимых сосудов и нервов, проблема выбора хирургических доступов и техники остеосинтеза при переломах этих локализаций имеет большое значение. Основная проблема заключается в том, что в целях более адекватной стабильности хирурги стремятся выполнить более качественную фиксацию. Однако это стремление приводит к увеличению травматичности оперативного вмешательства и, как следствие, увеличению доли осложнений со стороны мягких тканей и инфекции.

Таким образом, разработка усовершенствованных подходов к остеосинтезу, сочетающих улучшение качества фиксации при многоколонных переломах и в то же время не увеличивающих критически травматичность операции, представляется логичной и своевременной. Именно таким исследованиям и была посвящена эта глава диссертации. В ней последовательно было доказано в серии биомеханических экспериментов, что многоколонная фиксация при нестабильных переломах дистального отдела бедренной кости и проксимального метаэпифиза большеберцовой кости обладает большей биомеханической стабильностью и устойчивостью к нагрузочным деформациям. Так как этот тезис в отношении

дистального отдела большеберцовой кости убедительно доказан данными современной научной литературы, базируется на результатах биомеханических экспериментов и исследований на основании методов конечных элементов, проведение собственных биомеханических экспериментов на модели переломов дистального отдела большеберцовой кости признано нами нецелесообразным.

После биомеханических исследований нами в ходе топографо-анатомических исследований были изучены хирургические доступы, позволяющие реализовать концепцию многоколонной фиксации при переломах изучаемых локализаций. При этом была доказана техническая возможность выполнения и безопасность в отношении повреждения клинически значимых сосудов и нервов при выполнении остеосинтеза медиальной колонны дистального отдела бедренной кости, задних отделов латерального мыщелка и заднего края большеберцовой кости. На основании этих исследований были предложены способы остеосинтеза, защищенные патентами Российской Федерации.

Полученные нами результаты биомеханических и топографо-анатомических исследований свидетельствуют о решении второй и третьей задач диссертационного исследования. Последующие главы диссертации посвящены вопросам верификации клинической эффективности предложенных подходов к оперативному лечению внутрисуставных переломов четырех изучаемых локализаций.

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ОКОЛОСУСТАВНЫМИ И ВНУТРИСУСТАВНЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ ДИСТАЛЬНОГО ОТДЕЛА БЕДРЕННОЙ КОСТИ

В этой главе мы сравнили результаты хирургического лечения 64 пациентов с околосуставными и внутрисуставными переломами ДОБК с применением традиционного метода малоинвазивного остеосинтеза с одноколонной фиксацией латеральной опорной пластиной и двухколонной фиксации с дополнительной медиальной опорной пластиной, установленной при помощи предлагаемого нами усовершенствованного метода малоинвазивного остеосинтеза, разработанного и обоснованного в серии биомеханических и топографо-анатомических экспериментов.

4.1. Результаты хирургического лечения пациентов с переломами дистального отдела бедренной кости при одноколонной фиксации

В качестве контрольной группы отобрана группа из 39 пациентов с переломами ДОБК, оперативное лечение которых выполнено по традиционной технологии с установкой одной латеральной опорной пластины.

Рентгенологические результаты восстановления анатомии ДОБК признаны анатомичными в 18 (47,4%) случаях, удовлетворительными – в 14 (35,9%) случаях за счет остаточной вальгусной деформации (9 случаев) и смещения отломков по ширине (5 случаев), неудовлетворительными – в 7 (17,9%) случаях за счет значимой угловой деформации (4 случая вальгусной деформации, 1 случай вальгусной деформации и рекурвации более 5°, 1 случай укорочения более 1 см и значимой ротационной деформации, 1 случай остаточной ступени между внутрисуставными отломками более 5 мм).

Медиана длительности госпитализации в данной группе составила 16,00 дней [14,00–22,00] (10,00; 44,00).

Функция коленного сустава, оцененная по двум шкалам Lysholm и KSS, отражена в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Функция коленного сустава в сроки наблюдения

Срок наблюдения	Шкала	
	Lysholm	KSS
6 мес.	57,50 [40,00–69,75] (30,00; 83,00)	60,50 [49,25–68,50] (40,00; 85,00)
12 мес.	78,00 [60,75–82,25] (38,00; 88,00)	75,00 [64,00–84,00] (40,00; 88,00)
24 мес.	85,00 [72,00–92,00] (38,00; 99,00)	84,00 [66,00–90,00] (43,00; 93,00)
Значение p	<0,001	<0,001

Отмечено статистически значимое улучшение функциональных показателей по обеим шкалам в течение периода наблюдения ($p < 0,001$). Медиана по шкале Lysholm увеличилась с 57,50 [40,00–69,75] баллов через 6 мес. до 85,00 [72,00–92,00] баллов через 24 мес., а по шкале KSS — с 60,50 [49,25–68,50] баллов до 84,00 [66,00–90,00] баллов соответственно. Результаты парных сравнений показали статистически значимое улучшение по обеим шкалам в каждом интервале наблюдения: между 6 и 12 мес. ($p = 0,027$ для Lysholm и $p = 0,008$ для KSS), между 12 и 24 мес. ($p = 0,027$ для Lysholm и $p = 0,008$ для KSS).

Доля осложнений в группе пациентов с традиционной одноколонной фиксацией ДОБК составила 13 случаев из 39 пациентов (33,3%). Структура осложнений представлена следующими наблюдениями.

Периимплантная инфекция у пациентки К., 69 лет, манифестировала через 13 дней после операции в виде гнойного отделяемого из послеоперационной раны. Выполненная ревизия раны и санация с удалением перифрактурной гематомы с последующим местным лечением и антибактериальной терапией привели к купированию явлений инфекции. В ходе последующего наблюдения отмечено сращение перелома в срок 9 мес. после остеосинтеза, функциональный результат через 2 года после операции расценен как удовлетворительный: по шкале Lysholm – 72 балла, по шкале KSS – 67 баллов. Посттравматический остеоартрит выявлен у

четырех пациентов. Клинически он проявлялся наличием болевого синдрома, ограничением движений в коленном суставе, снижением функциональных результатов по шкалам Lysholm и KSS.

У пяти пациентов в послеоперационном периоде на сроках до 6 мес. произошел перелом металлоконструкции (пластины – в 1 случае, блокирующих винтов – в 4 случаях) и «варус коллапс» бедренной кости. Всем этим пациентам было выполнено повторное оперативное лечение, которое заключалось в удалении металлоконструкции, коррекции варусной деформации дистального отдела бедренной кости, замене металлофиксатора с установкой латеральной опорной пластины, а также дополнительной медиальной пластины по предложенному методу малоинвазивного остеосинтеза. Еще у трех пациентов в срок от 6 мес. до 1 года выявлено несращение перелома ДОБК без нарушения целостности металлофиксатора. В этих случаях также было выполнено повторное оперативное лечение с костной пластикой зоны ложного сустава и реостеосинтезом. В одном случае несращения на этапе реостеосинтеза произведена установка медиальной опорной пластины из двух медиальных мини-доступов по предложенному нами способу. Таким образом, у шести пациентов первой группы был выполнен реостеосинтез ДОБК с применением разработанной нами малоинвазивной техники многоколонной фиксации перелома. В последующем у всех этих пациентов произошло сращение перелома ДОБК в течение 6 мес. после повторной операции. Функциональный результат в срок 2 года после первичной операции расценен как удовлетворительный или хороший по двум применяемым нами шкалам.

4.2. Результаты хирургического лечения пациентов с переломами дистального отдела бедренной кости при многоколонной фиксации

В основную группу пациентов с переломами ДОБК были включены 25 пациентов, у которых мы применили двухколонную фиксацию дистального метаэпифиза бедренной кости по предложенному способу малоинвазивного остеосинтеза, хирургическая техника которого описана во второй и третьей главах настоящей работы.

Рентгенологические результаты репозиции отломков у пациентов второй группы исходя из предложенных нами критериев оценены как анатомичные у 17 (68,0%) пациентов, удовлетворительные – у 6 (24,0%), неудовлетворительные – у 2 (8,0%) пациентов.

Из 6 пациентов с удовлетворительной репозицией у 4 сохранилась вальгусная угловая деформация, у 1 пациента сохранилось смещение по ширине, более 1/3 поперечника диафиза БК на уровне нижней трети над метафизом на рентгенограмме в прямой или боковой проекции. Еще у одного пациента отмечено относительное укорочение отломков до 1 см. У 2 пациентов с неудовлетворительным положением отломков отмечена остаточная вальгусная деформация более 12°, расхождение отломков по ширине более 1/2 поперечника диафиза бедренной кости и рекурвация более 5°, выявленные на рентгенограмме в боковой проекции.

Медиана длительности госпитализации в данной группе составила 18,00 дней [14,75–24,25] (12,00; 32,00). Функция коленного сустава, оцененная по шкалам Lysholm и KSS отображена в таблице 4.2.

Таблица 4.2

Функция коленного сустава в сроки наблюдения

Срок наблюдения	Шкала	
	Lysholm	KSS
6 мес.	59,00 [42,25–66,00] (36,00; 74,00)	64,00 [54,00–75,75] (46,00; 83,00)
12 мес.	71,50 [65,00–80,75] (52,00; 85,00)	79,00 [72,25–84,75] (50,00; 93,00)
24 мес.	86,00 [73,25–90,00] (56,00; 100,00)	89,50 [83,25–92,75] (50,00; 98,00)
Значение p	<0,001	<0,001

Выявлено статистически значимое улучшение функционального состояния коленного сустава по обеим шкалам в течение периода наблюдения ($p < 0,001$). Медиана по шкале Lysholm увеличилась с 59,00 [42,25–66,00] баллов на сроке 6

мес. до 86,00 [73,25–90,00] баллов через 24 мес., а по шкале KSS — с 64,00 [54,00–75,75] баллов до 89,50 [83,25–92,75] баллов, соответственно. Полученные данные свидетельствуют о выраженной положительной динамике клинического восстановления и постепенном улучшении функции коленного сустава в послеоперационном периоде. Статистически значимое увеличение показателей по обеим шкалам происходило как в интервал с 6 до 12 мес. ($p=0,003$ для шкалы Lysholm и $p=0,007$ для шкалы KSS), так и в период с 12 до 24 мес. ($p=0,001$ для шкалы Lysholm и $p=0,002$ для шкалы KSS).

Применение способа двухколонной малоинвазивной фиксации перелома ДОБК демонстрирует следующий клинический пример.

Пациент Б., 32 лет, поступил в травматологическое отделение с диагнозом: открытый перелом нижней трети правой бедренной кости со смещением отломков, тип 33C3, Gustilo-Andersen II. Травма получена в результате ДТП (рис. 4.1 а, б).

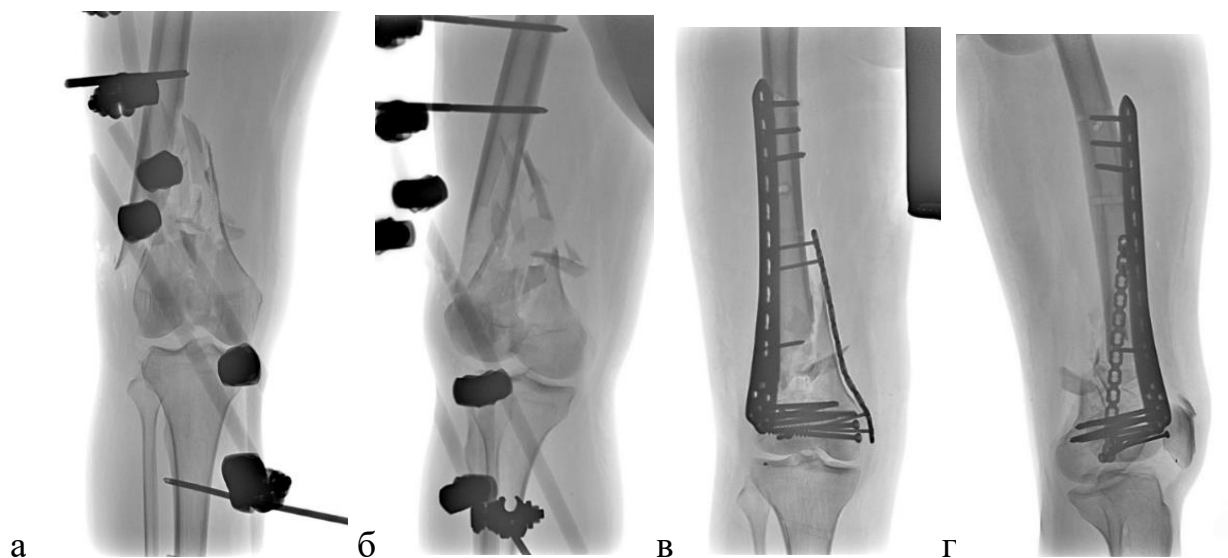


Рисунок 4.1. Рентгенограммы пациента Б.: а, б – после наложения первичного трансартикулярного АВФ; в, г – послеоперационные рентгенограммы

Первичная фиксация в трансартикулярном стержневом АВФ, этап погружного остеосинтеза выполнен на 10-й день после травм в виде ограниченно открытого остеосинтеза суставного фрагмента и малоинвазивной фиксации ДОБК предложенным способом с установкой двух опорных пластин (рис. 4.1 в, г).

Результат хирургического лечения в срок 24 месяца расценен как отличный (KSS – 90 баллов, Lysholm – 90 баллов). На контрольных рентгенограммах визуализируется консолидированный перелом ДОБК без признаков нестабильности и миграции металлоконструкции (рис. 4.2).



Рисунок 4.2. Пациент Б., 32 года: а – рентгенограммы ДОБК через 12 месяцев; б – функциональный результат через 12 месяцев

Доля осложнений, выявленных в данной группе при многоколонной фиксации ДОБК, составила 16,0% у 4 пациентов. Ниже приведена структура осложнений.

Один случай периимплантной инфекции у пациента Б., 37 лет, с многооскольчатый высокоэнергетическим переломом типа 33С3. Несмотря на выполненный остеосинтез с применением двух опорных пластин, у этого пациента развилась глубокая инфекция области остеосинтеза, выявленная на сроке 5 мес. после операции с развитием нестабильности фиксации и миграцией наружной опорной пластины. Пациенту были выполнены удаление пластин, санация очага инфекции, фиксация АВФ до 8 месяцев после первичной травмы. Перелом ДОБК консолидирован. Через 24 месяца функциональный результат расценен как неудовлетворительный (59 баллов по шкале KSS и 43 балла по шкале Lysholm).

Один случай несращения ДОБК выявлен у пациента К., 27 лет, с переломом типа 33А3, прооперированного с применением разработанного нами метода малоинвазивного остеосинтеза. В срок 12 месяцев после первичной операции

сохранялся болевой синдром, несмотря на отсутствие признаков миграции металлоконструкции и удовлетворительный функциональный результат с полным объемом движений в коленном суставе. Выполненная КТ поврежденного сегмента ДОБК позволила диагностировать несращение перелома ДОБК. Повторное оперативное вмешательство в объеме костной пластики метафизарной зоны через переднемедиальный мини-доступ без замены фиксатора привело к сращению перелома через 3 мес. после повторной операции. Функция коленного сустава в срок 24 месяца отличная по обеим шкалам (Lysholm – 95 баллов, KSS – 95 баллов).

В двух случаях выявлен посттравматический остеоартрит коленного сустава с выраженными рентгенологическими и клиническими проявлениями. У пациентов отмечалось наличие болевого синдрома, ограничение движений в коленном суставе, снижение функциональных результатов по шкалам Lysholm и KSS.

Таким образом, следует отметить, что явления нестабильности фиксации металлоконструкций и связанный с этим варус-коллапс ДОБК выявлен только у одного пациента во второй клинической группе исследования.

4.3. Сравнение результатов хирургического лечения пациентов с переломами дистального отдела бедренной кости

Имеющееся различие в качестве репозиции отломков свидетельствует о некотором преимуществе у пациентов второй группы при дополнительной фиксации медиальной колонны. Эта разница не достигла уровня статистической значимости ввиду малых размеров выборки ($p=0,213$). Тем не менее мы считаем важным подчеркнуть, что основным показателем погрешности в репозиции в обеих группах исследования стала остаточная вальгусная деформация, контроль которой технически сложен из одного латерального доступа и может быть улучшен при применении дополнительного медиального доступа и остеосинтеза медиальной колонны (табл. 4.3).

Таблица 4.3

Сравнительный анализ результатов хирургического лечения пациентов с переломами дистального отдела бедренной кости

Параметр	Группа		p
	Первая (одноколонная фиксация) n=39	Вторая (двухколонная фиксация) n=25	
MIPO	23 (59,0%)	20 (80,0%)	0,080
ORIF	16 (41,0%)	5 (20,0%)	
Репозиция:			0,213
анатомичная	18 (46,2%)	17 (68,0%)	
удовл.	14 (35,9%)	6 (24,0%)	
неудовл.	7 (17,9%)	2 (8,0%)	
Осложнения	13 (33,3%)	4 (16,0%)	0,126
Реоперации	8 (20,5%)	2 (8,0%)	0,292
Инфекция	1 (2,6%)	1 (4,0%)	1,000
Lysholm 24 мес.	79,00 [72,00–85,00] (38,00; 92,00)	84,00 [66,00–90,00] (43,00; 93,00)	0,046
KSS 24 мес.	81,00 [66,00–85,00] (43,00; 93,00)	89,50 [83,25–92,75] (50,00; 98,00)	0,001

Различия в функциональных результатах на сроках наблюдения 6 и 12 мес. не достигли статистической значимости по обеим оценочным шкалам ($p > 0,05$). Однако через 24 мес. после операции по шкале Lysholm ($p = 0,046$) и по шкале KSS ($p = 0,001$) были получены статистически значимые различия.

Также следует отметить, что разница в частоте осложнений ($p = 0,126$) и в частоте реопераций ($p = 0,292$) в первой и второй группах исследования не достигла уровня статистической значимости, что может объясняться малой статистической мощностью анализа вследствие ограниченного количества наблюдений в группах исследования. Тем не менее стоит обратить внимание на то, что большая доля осложнений у пациентов первой группы была проявлением «медиальной нестабильности», широко описанной в современной литературе (Sanders R. et al.

1991; Khalil A. et al., 2012; Zhang W. et al., 2018). В нашем исследовании подобная проблема у 8 пациентов привела к развитию несращения ДОБК, перелому и миграции имплантов. Все пациенты были повторно прооперированы. В 6 из указанных случаев мы применили предложенный метод малоинвазивного накостного остеосинтеза медиальной опорной пластиной с положительным результатом, сращением перелома и восстановлением функции нижней конечности.

Считаем формирование в ходе исследования данной подгруппы пациентов дополнительным доказательством эффективности предложенного метода многоколонной фиксации переломов ДОБК, которое может найти практическое применение, в том числе при лечении последствий перелома ДОБК (миграции и перелома импланта, замедленного сращения и несращения).

Следует отметить низкую долю инфекционных осложнений в обеих группах нашего исследования, что положительно характеризует оба примененных нами подхода к остеосинтезу с этапным хирургическим лечением в случае высокоэнергетической травмы и малоинвазивной техникой операции с сохранением кровоснабжения отломков метафизарной зоны.

Даже применение ограниченно открытой репозиции внутрисуставных фрагментов из латерального парapatеллярного доступа в 41,0% случаев в первой группе и в 20,0% случаев во второй группе не вызвало увеличения доли периимплантной инфекции.

4.4. Обсуждение полученных результатов

В описанной серии сравнительного клинического исследования двух групп пациентов с околосуставными и внутрисуставными переломами ДОБК мы изучили клиническую эффективность предложенного метода малоинвазивного накостного остеосинтеза с многоколонной фиксацией двумя опорными пластинами.

Полученные нами результаты коррелируют с данными литературы. Так, А. El-Sayed Khalil и М.А. Ayoub (2012) приводят данные о лечении 12 пациентов в среднем возрасте 33,5 лет с высокоэнергетическими переломами типа 33С3 с

использованием расширенного доступа Olerud, сопровождающимся остеотомией бугристости ББК и обнажением всей передней поверхности дистального отдела бедренной кости с последующей открытой репозицией отломков и имплантацией двух опорных пластин: дистальной бедренной пластины и дополнительной медиально расположенной реконструктивной пластины. У всех пациентов авторы получили близкое к анатомичному положение отломков, смещение внутрисуставных фрагментов менее 2 мм, не более 5° угловой деформации и укорочение не более 1 см, добились сращения перелома в среднем в срок 18,3 недели. Из осложнений авторы отмечают 2 случая поверхностной инфекции, 2 случая замедленного заживления раны и 2 случая замедленного сращения остеотомированной бугристости ББК. Авторы отмечают отсутствие в своей группе случаев глубокой инфекции, варус-коллапса и несращения. Отдаленные функциональные результаты оценены как отличные у 2 (16,7%) пациентов, хорошие – у 5 (41,7%) пациентов, удовлетворительные – у 3 (25%), неудовлетворительные – у 2 (16,7%) пациентов. Сравнительно низкий процент осложнений, отсутствие глубокой инфекционных осложнений и миграции металлоимплантов авторы объясняют прецизионной техникой работы с мягкими тканями и стремлением к точной анатомичной репозиции отломков и высокой стабильностью достигнутой с применением техники имплантации двух пластин.

Мы в своей работе использовали тот же подход к повышению биомеханической стабильности остеосинтеза с применением двух пластин, устанавливаемых по латеральной и медиальной колоннам, сочетая ограниченно открытый парapatеллярный доступ или латеральный мини-инвазивный доступ с мини-инвазивной установкой медиальной опорной пластины у 25 наших пациентов с переломами типов 33A3 и 33C. Мы также получили высокую долю пациентов с анатомичной и удовлетворительной репозицией отломков, низкую долю инфекционных осложнений и эпизодов варус-коллапса и миграции металлоимплантов в сравнении с данными контрольной группы, в которой мы применили традиционный одноколонный остеосинтез. В то же время применение малоинвазивного метода остеосинтеза в противовес расширенному доступу

S. Olerud (1972), применяемому в указанной работе, считаем более оправданным и менее травматичным.

Наши результаты доказывают высокую клиническую эффективность предложенного метода остеосинтеза переломов ДОБК.

ГЛАВА 5. РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ВНУТРИСУСТАВНЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ ПЛАТО БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ

В этой главе представлены результаты хирургического лечения 162 пациентов с внутрисуставными переломами проксимального метаэпифиза большеберцовой кости различных типов в соответствии с локализацией выявленных повреждений, использованных хирургических доступов и методов оперативного лечения.

5.1. Применение переднелатерального доступа у пациентов с переломами латерального мыщелка большеберцовой кости

5.1.1. Результаты

Средняя длительность госпитализации пациентов данной группы составила $15,9 \pm 5,9$ дней. Медиана длительности предоперационного периода составила 11,0 [8,0–14,0] (6,0; 23,0) дней.

Оценка рентгенологических результатов репозиции по предложенным нами критериям показала, что анатомичное положение отломков плато ББК удалось добиться у 35 (77,8%) пациентов, удовлетворительное – у 10 (22,2%) пациентов, у которых отмечены остаточные внутрисуставные ступени не более 5 мм, расширение плато не более 5 мм, вальгусная деформация не более 5 градусов. Неудовлетворительная репозиция костных отломков внутрисуставного перелома наружного мыщелка не выявлена ни у одного пациента.

Функциональные результаты по шкалам Lysholm и KSS статистически значимо улучшались в течении периода наблюдения ($p < 0,001$). Так, медианное значение по шкале Lysholm увеличилось с 79,00 [73,00–84,00] на сроке 6 мес. до 94,00 [85,50–95,00] через 24 месяца, а по шкале KSS – с 78,00 [76,00–86,00] до 95,00 [88,00–95,00] соответственно, что свидетельствует о выраженном восстановлении функции коленного сустава и улучшении клинических исходов (табл. 5.1).

Функциональные результаты

Срок наблюдения	Шкала	
	Lysholm	KSS
6 мес.	79,00 [73,00–84,00] (49,00; 93,00)	78,00 [76,00–86,00] (52,00; 95,00)
12 мес.	90,00 [84,00–95,00] (74,00; 100,00)	94,00 [87,00–95,00] (71,00; 100,00)
24 мес.	94,00 [85,50–95,00] (78,00; 100,00)	95,00 [88,00–95,00] (81,00; 100,00)
Значение p	<0,001	<0,001

Необходимо отметить, что в период с 6 до 12 мес. по обеим шкалам было отмечено статистически значимое увеличение балльных показателей ($p=0,002$ для Lysholm и $p<0,001$ для KSS). Улучшение функции в период с первого по второй год не было настолько же выраженным, и разница между результатами по шкалам не достигла уровня статистической значимости ($p=0,062$ и $p=0,651$ соответственно).

Осложнения отмечены у 5 (11,1%) пациентов, в том числе два (4,4%) случая инфекции в области операционной раны, пролеченные ревизией, санацией и антибактериальной терапией. Инфекционные осложнения купированы без удаления имплантов. Также зарегистрировано три случая вторичного смещения отломков. Ниже мы опишем детальнее эти осложнения.

У пациента 60 лет с высокоэнергетическим переломом типа 41B3 отмечена многооскольчатая импрессия в центре переднелатерального отдела плато ББК с дефектом суставной поверхности. В силу возможной миграции костной крошки в полость сустава замещение субхондрального дефекта не проводилось. В срок 6 мес. на контрольных рентгенограммах выявлено вторичное проседание суставной поверхности переднелатеральной части наружного мыщелка с формированием вальгусной деформации в 5° . В срок 9 мес. выполнена повторная операция –

внутрисуставная остеотомия, реостеосинтез с костной пластикой, приведшая к сращению в срок 12 мес. после первой операции, удовлетворительному функциональному результату по шкале Lysholm (74 балла) и хорошему по шкале KSS (76 баллов) в срок 24 мес.

Также имелось два случая (4,4%) вторичного проседания суставной поверхности латерального мыщелка до 5 мм с формированием умеренного посттравматического остеоартрита без значимых клинических нарушений. У обоих пациентов в срок 24 мес. после операции отмечен хороший функциональный результат по двум шкалам, используемым в настоящем исследовании.

5.1.2. Обсуждение полученных результатов

Доля переломов латерального мыщелка среди всех переломов плато большеберцовой кости, по данным литературы, составляет 70% (Berkson E.M., 2006). Частота распространения переломов в переднелатеральной и переднелатерально-центральной областях наружного мыщелка составляет 64,6% и 60,9% среди всех переломов типа В (Krause M. et al., 2016). Как правило, эти переломы являются следствием низкоэнергетической травмы, хотя могут быть следствием и высокоэнергетического механизма (Zhu Y. et al., 2012; Albuquerque R.P. et al., 2013; Reátiga Aguilar J., 2022).

Несмотря на разнообразие предложенных методов оперативного лечения переломов наружного мыщелка большеберцовой кости (Jiang L. et al., 2018; Shamrock A.G. et al., 2020), в клинике наиболее распространенным остается метод открытого остеосинтеза из переднелатерального хирургического доступа, особенно при переломах типов 41B1, 41B2 и 41B3 при переднелатеральной локализации импрессии (Рюди Т.П. с соавт., 2013; Court-Brown C.M. et al., 2015; Buckley R.E. et al., 2018).

Целью операции остеосинтеза внутрисуставных переломов плато большеберцовой кости является анатомичная репозиция суставной поверхности, восстановление стабильности коленного сустава, в первую очередь за счет восстановления «костных стабилизаторов» (высоты и ширины мыщелков ББК), что

обеспечивает возврат ранних активных безболезненных движений (Rosteijs T. et al., 2022; Schatzker J. et al., 2022). При некорректном лечении это повреждение может привести к неправильному сращению, развитию нестабильности коленного сустава, посттравматическому деформирующему артрозу и значимому нарушению функции. Оценка возможности применения стандартного переднелатерального доступа для переломов латерального мыщелка, распространяющихся преимущественно на его передние отделы, и явилась целью этого этапа настоящего исследования.

Представленная группа пациентов выделена по принципу локализации и характера перелома латерального мыщелка ББК типов 41B1, 41B2, 41B3 с преимущественным распространением на переднелатеральный отдел наружного мыщелка. Механизмом травмы послужили как высокоэнергетические (37,8% случаев), так и низкоэнергетические причины (62,2%). У всех данных пациентов оперативное лечение было выполнено в отсроченном порядке – медиана составила 11,0 [8,0–14,0] дней после купирования отека мягких тканей и предоперационного планирования по результатам анализа КТ-исследования.

Хирургическая техника заключалась в выполнении стандартного переднелатерального доступа, артротомии, репозиции суставной поверхности плато большеберцовой кости, субхондральной поддержке и «рафтинга» суставной поверхности винтами. Замещение костного дефекта осуществили у 37 из 45 пациентов (82,2%) ауто-, аллокостью или синтетическим заменителем кости. Остеосинтез произведен современными анатомичными имплантатами с угловой стабильностью винтов. Рентгенологический результат операции расценен как анатомичный в 35 (77,8%) случаях, как удовлетворительный – в 10 случаях (22,2%).

Функциональный результат по шкалам Lysholm и KSS расценен как отличный и хороший у большинства пациентов. Медиана показателей через 24 мес. после травмы составила 94,00 [85,50–95,00] и 95,00 [88,00–95,00] баллов, что соответствует отличному результату.

Доля осложнений в группе составила 11,1%, что не превышает данные, приведенные в литературе (Jiang L. et al., 2018; Rosteijs T. et al., 2022) и

свидетельствует о сохранении актуальности изучаемой методики (типа, характера и локализации переломов).

Таким образом, полученные данные свидетельствуют, что применение стандартного переднелатерального доступа при сагиттальном направлении плоскости раскола переломов 41В1 и передней локализации переломов 41В2 и 41В3 эффективно для выполнения адекватной репозиции суставной поверхности в большинстве случаев. Качественное замещение субхондрального дефекта ауто-, аллокостью или синтетическим остеокондуктивным материалом, «рафтинг» суставной поверхности имплантами, применение опорных пластин анатомического дизайна способствуют стабильной фиксации перелома, профилактике вторичного смещения и потери репозиции, приводя в большинстве случаев к хорошему функциональному результату и низкой доле осложнений.

5.2. Применение расширенного заднемедиального доступа при переломах медиального мыщелка большеберцовой кости

5.2.1. Результаты

Реверсивный L-образный доступ выполнен нами у 7 (21,8%) пациентов, прямой заднемедиальный доступ – у 25 (78,2%) пациентов. В группу вошли пациенты с переломами плато различных типов, распространяющиеся на внутренний мыщелок ББК. Продолжительность госпитализации в данной группе пациентов составила $20,3 \pm 4,5$ дней.

Из 12 пациентов (37,5%), у которых перелом затрагивал весь медиальный мыщелок целиком и был представлен в виде единого фрагмента суставной поверхности, анатомичный результат репозиции достигнут у 7 (21,8%), удовлетворительная репозиция констатирована у 5 (15,6%) пациентов.

Из 10 пациентов (31,3%), у которых перелом распространялся только на заднемедиальный фрагмент медиального мыщелка ББК, анатомичная репозиция выявлена у 8 (25,0%), удовлетворительная – у 2 (6,3%) пациентов за счет сохранившегося расширения латерального плато относительно надмыщелков бедренной кости до 5 мм.

У 10 пациентов (31,3%), у которых имелись переднемедиальный и заднемедиальный фрагменты, репозиция признана анатомичной у 4 (12,5%), удовлетворительной за счет сохранения внутрисуставных ступеней или вальгусной деформации – у 5 (15,6%) пациентов, неанатомичная репозиция за счет более значимой ступени латерального мыщелка и вальгуса отмечена у 2 (6,3%) пострадавших.

Из 11 (34,4%) пациентов, у которых из заднемедиального доступа одновременно с репозицией внутреннего мыщелка производили репозицию заднелатерального фрагмента, рентгенологический результат расценен как анатомичный в 9 (28,1%) случаях, удовлетворительный – в 2 (6,3%) случаях.

Всего в группе из 32 пациентов анатомичное восстановление плато большеберцовой кости достигнуто у 19 (59,4%), удовлетворительная репозиция – у 10 (31,3%), неудовлетворительная репозиция – у 2 (6,3%) пациентов. Функциональные результаты представлены в таблице 5.2.

Отмечено статистически значимое улучшение показателей по обеим шкалам в течение периода наблюдения ($p < 0,001$). Медиана по шкале Lysholm увеличилась с 69,00 [65,00–73,00] на сроке 6 мес. до 87,50 [80,00–94,00] через 24 месяца, а по шкале KSS — с 73,00 [65,25–77,50] до 88,50 [77,25–95,00] соответственно. Это отражает восстановление функции коленного сустава и положительную динамику клинических исходов в послеоперационном периоде.

Статистически значимое улучшение балльных показателей происходило в интервал между 6-м и 12-м месяцами наблюдения. Это различие характерно для обеих шкал ($p=0,002$ для Lysholm и $p<0,001$ для KSS). Настолько же значимого улучшения функции в период между первым и вторым годами после операции обнаружено не было ($p=0,215$ и $p=0,690$ соответственно).

Функциональные результаты

Срок наблюдения	Шкала	
	Lysholm	KSS
6 месяцев	69,00 [65,00–73,00] (14,00; 90,00)	73,00 [65,25–77,50] (32,00; 89,00)
12 месяцев	83,50 [72,75–94,00] (16,00; 98,00)	85,50 [72,25–94,25] (39,00; 97,00)
24 месяца	87,50 [80,00–94,00] (66,00; 100,00)	88,50 [77,25–95,00] (66,00; 100,00)
Значение p	<0,001	<0,001

Осложнения отмечены у 4 (12,5%) пациентов. В том числе один случай вторичного смещения и нарастания вальгусной деформации за счет вторичной депрессии в подгруппе с целым фрагментом медиального мыщелка и удовлетворительной послеоперационной репозицией за счет остаточной депрессии заднелатерального фрагмента. Три случая клинически значимого посттравматического остеоартрита выявлены в подгруппе больных с двумя фрагментами медиального мыщелка. При этом у двух пациентов отмечена неудовлетворительная репозиция плато ББК, у одного пациента достигнута анатомичная репозиция. У всех четырех пациентов с осложнениями перелом носил характер многооскольчатого – тип 41C3.

Кроме того в нашей группе пациентов мы оценили некоторые особенности остеосинтеза внутреннего мыщелка ББК при трех выделенных нами вариантах: целом фрагменте медиального мыщелка, отдельном заднемедиальном фрагменте и двух переднем и заднем фрагменте. Эти особенности и рентгенологические результаты остеосинтеза приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3

Количественные и качественные особенности остеосинтеза из расширенного заднемедиального доступа при различных вариантах переломов медиального мыщелка большеберцовой кости, абс. (%)

Параметр		Тип перелома медиального мыщелка			Всего (n=32)
		ММ (n=12)	ЗМ (n=10)	ЗМ+ПМ, (n=10)	
Количество пластин	1	3 (25,0)	5 (50,0)	0	8 (25,0)
	2	9 (75,0)	5 (50,0)	7 (70,0)	21 (65,6)
	3 и более	0	0	3 (30,0)	3 (9,4)
Репозиция	анатомичная	7 (58,3)	8 (80,0)	4 (40,0)	19 (59,4)
	удовл.	5 (41,7)	2 (20,0)	4 (40,0)	11 (34,4)
	неудовл.	0	0 (0,0)	2 (20,0)	2 (6,2)
Осложнения		0 (0,0)	1 (10,0)	3 (30,0)	4 (12,5)

5.2.2. Обсуждение полученных результатов

По современным представлениям переломы плато ББК, распространяющиеся на внутренний мыщелок, часто являются высокоэнергетическими, происходят по типу раскола суставной поверхности, в отличие от наружного мыщелка, за счет лучшего качества кости и распространяются на заднюю его часть (Luo C.F. et al., 2010; Zhu Y. et al., 2012; Chang S.M., 2014; Hake M.E., Goulet J.A., 2016; Krause M. et al., 2016).

Эти переломы являются крайне нестабильными с тенденцией к заднемедиальному подвывиху голени, а при ошибках репозиции – к ускорению посттравматического остеоартрита и выраженному болевому синдрому с невозможностью ранней реабилитации. Именно точная анатомичная репозиция медиального мыщелка при сложных двухмыщелковых переломах является ведущей задачей, определяющей как стабильность остеосинтеза, так и коленного сустава в целом, а значит, и возможность сохранения функции (Schatzker J. et al., 2022).

Большинство современных специалистов также поддерживает применение различных модификаций заднемедиального доступа из положения на животе –

прямого или реверсивного L-образного, считая их относительно малотравматичными с широкими возможностями расширения и репозиции как заднемедиального фрагмента, так и переднемедиального и заднелатерального фрагментов. Кроме того, большинство авторов для остеосинтеза указанных переломов применяет технику противоскользящих пластин, используя различные малые пластины с винтами 3,5 мм и многоколонную фиксацию, устанавливая опорные пластины не только по задней, но и по внутренней сторонам медиального мыщелка и косо к заднелатеральному фрагменту, соблюдая принцип многоколонной фиксации, способствующий повышению стабильности остеосинтеза в целом (Zhang B.B. et al., 2019).

В данной серии исследования мы представили результаты хирургического лечения пациентов с переломами плато ББК, распространяющимися на внутренний мыщелок, с использованием двух модификаций заднемедиального доступа из положения на животе: прямого заднемедиального доступа (Galla M., Lobenhoffer P., 2003) и реверсивного L-образного доступа (Luo C.F. et al., 2010).

Многие авторы (Luo C.F. et al., 2010; Zhu Y. et al., 2012; Chang S.M., 2014; Hake M.E., Goulet J.A., 2016; Krause M. et al., 2016) являются сторонниками применения именно подобных модификаций заднемедиального доступа из положения на животе, так как они дают адекватную визуализацию при различных вариантах переломов, включающих заднюю колонну плато ББК, обеспечивая возможность выполнения качественной репозиции и стабильной фиксации перелома с последующим хорошим функциональным результатом и низким риском осложнений даже при сложных переломах плато.

W.J. Qiu с соавт. (2015) описали серию из 95 пациентов с двухмышцелковыми и одномышцелковыми переломами, при лечении которых применялся реверсивный заднемедиальный L-образный доступ изолированно или в комбинации (78 из 95 пациентов) с переднелатеральным доступом. Авторы также отметили низкую долю осложнений (4,2%) и отличный средний функциональный результат по шкалам HSS (96,1 балла) и SF-36 – (94,2 балла).

M. Reul с соавт. (2017) описали серию из 14 пациентов с двухмышечковыми переломами, у которых они также применяли комбинацию L-образного доступа из положения на животе и переднелатерального доступа, выводя конечность в боковое положение. В послеоперационном периоде большинство пациентов продемонстрировало анатомичную репозицию суставной поверхности (внутрисуставная ступень менее 2 мм): по данным КТ (8 из 14 – 57%), восстановление осевых взаимоотношений в суставе (10 из 14 – 71%), восстановление полного объема движений в срок 4 мес. (10 из 14 – 71%). Из осложнений отмечен 1 случай глубокой инфекции.

R. Berber с соавт. (2014) сообщают о серии из 16 пациентов, средний возраст которых составил 53 года, с высокоэнергетическими переломами, включающими коронарные переломы заднемедиального и у 8 пациентов (50%) – заднелатерального плато ББК. В ходе оперативного лечения авторы применяли такую же комбинацию L-образного доступа из положения на животе, у 5 пациентов – переднелатерального доступа. У большинства пациентов (15 больных) авторы отмечают анатомичную репозицию отломков, в том числе и заднелатерального фрагмента.

V. Trikha с соавт. (2019) при лечении 53 пациентов с высокоэнергетическими переломами плато ББК, средний возраст которых составил 38,4 года, применили современный, аналогичный нашему, подход, основанный на прицельной оценке архитектоники перелома с применением КТ-исследования и колонной классификации C.F. Luo с соавт. (2010). При этом у одного пациента отмечен одноколонный перелом, у 51 – двухколонный, у одного – трехколонный. У 8 пациентов было применено этапное лечение с первичным наложением АВФ. Средний дооперационный период составил 8,6 дня. В ходе оперативного лечения авторы применяли заднемедиальный доступ Lobenhoffer с соавт. (1997). При этом они стремились к анатомичной репозиции суставной поверхности, фиксации каждой из поврежденных колонн отдельным имплантом, восполнению костного дефекта аллокостью. У 46 пациентов применили остеосинтез двумя пластинами, у 5 – тремя пластинами. В послеоперационном периоде функциональный результат,

оцененный по шкале KSS, составил в среднем 95,42 баллов. Осложнения выявлены у 7 пациентов (13%): один случай периимплантной инфекции, два случая поверхностной инфекции и 4 случая варусного смещения до 5–10°. Авторы делают вывод о том, что применение трехколонной классификации C.F. Luo (2010) обеспечивает лучшее понимание перелома, а репозиция и фиксация всех поврежденных колонн повышает качество операции и улучшает функциональный результат.

Наши данные в целом сопоставимы с приведенными данными других авторов. В представленной серии наблюдений из 32 пациентов нам удалось добиться качественного восстановления анатомии проксимального метаэпифиза большеберцовой кости у 94% пациентов, и только у двух пациенток со сложными многооскольчатыми переломами обоих мыщелков со значительной импрессией латерального мыщелка нам не удалось добиться удовлетворительной репозиции плато ББК в целом. При этом следует подчеркнуть, что наши данные не хуже результатов, приводимых M. Reul с соавт. (2017).

Удовлетворительные и неудовлетворительные результаты репозиции часто определялись не ошибками в репозиции медиального мыщелка, а погрешностями в выполнении последующего латерального этапа (некачественная репозиция заднелатерального фрагмента). С этим же, по нашему мнению, могут быть связаны последующие осложнения в виде прогрессирования вальгусной деформации коленного сустава и развития посттравматического остеоартрита.

Выбранная техника репозиции и стабилизации медиального мыщелка низкопрофильными опорными пластинами по принципу противоскольжения, а также дифференцированный подход в зависимости от типа его перелома позволяют, по нашему мнению, чаще добиваться корректной репозиции по сравнению с применением стандартного заднемедиального доступа из положения на спине и ригидных опорных пластин. Наше дальнейшее исследование подтвердило это мнение.

Функциональные результаты, полученные в данной группе пациентов, также можно сравнить с данными других авторов. В нашем исследовании баллы по

шкалам Lysholm и KSS в срок 2 года составили: 87,50 [80,00–94,00] и 88,50 [77,25–95,00], что соответствует хорошему и отличному результатам соответственно. Этот результат сопоставим с данными других авторов (Luo C.F. et al., 2010; Trikha V. et al., 2019). Следует отметить, что в нашей группе не отмечено ни одного случая инфекционных осложнений, что говорит о достаточно низкой травматичности предлагаемых модификаций заднемедиального доступа. Четыре осложнения (12,5%), возможно, связаны с погрешностями последующих этапов операции и тяжестью разрушения суставной поверхности латерального мыщелка во время травмы.

Разделение разновидностей переломов медиального мыщелка на три варианта основано на практическом применении трехколонной (Luo C.F. et al., 2010) и четырехколонной (Chang S.M. et al., 2014) классификаций, а также модифицированной классификации J. Schatzker (Kfuri M., Schatzker J., 2018): целостный медиальный мыщелок, заднемедиальный фрагмент медиального мыщелка, два фрагмента (переднемедиальный и заднемедиальный), анализ их ротационного смещения вокруг сагиттальной и фронтальной осей, локализация и смещение вершины отколотого заднемедиального фрагмента, степень внутрисуставной ступени между заднемедиальным и переднемедиальным фрагментами. Такой анализ индивидуальной конфигурации перелома по данным СКТ направлен на выбор рациональных доступов, приемов репозиции и положения имплантов.

Заднемедиальный доступ из положения пациента на животе позволяет обеспечить качественную репозицию медиального мыщелка при различных его типах: целостном фрагменте медиального мыщелка, расколе заднемедиального фрагмента, двухфрагментарном переломе переднемедиального и заднемедиального отделов медиального мыщелка, а также в сочетании его перелома с импрессией заднелатерального фрагмента.

При этом существующие разновидности заднемедиального доступа (прямой или L-образный), по нашему мнению, не имеют существенных преимуществ и, скорее, могут являться предметом предпочтений оперирующего хирурга, так как,

по данным литературы (Kandemir U., Maclean J., 2014; Trikha V. et al., 2019), эти доступы отличаются только модификацией кожного разреза, оставляя идентичной глубокую диссекцию.

Подход к репозиции медиального мыщелка ББК с учетом топической диагностики его вершины и «точек перерыва суставного кольца» с применением техники противоскользких пластин и стягивающих винтов, проводимых в перпендикулярном плоскости перелома направлении, также показал свою эффективность. Многоплоскостная фиксация низкопрофильными пластинами, установленными по задней и внутренней поверхностям ББК в зависимости от имеющегося первичного смещения, обеспечивает достаточную для ранней разработки стабильность остеосинтеза и не приводит к вторичным смещениям (являются профилактикой вторичных смещений).

Анатомичная репозиция медиального мыщелка или его заднего фрагмента облегчили репозицию остальных фрагментов (латерального мыщелка) и позволили в большинстве случаев добиться анатомичной или удовлетворительной репозиции даже при сложных переломах. Качественная репозиция и стабильная фиксация плато обеспечили в большинстве случаев хороший функциональный результат и низкую долю осложнений. Репозиция заднелатерального фрагмента из использованного нами заднемедиального доступа у ряда пациентов расширила его возможности в плане достижения репозиции и стабильной фиксации всего плато ББК.

Таким образом, применение расширенного заднемедиального хирургического доступа из положения на животе для остеосинтеза при переломах медиального мыщелка большеберцовой кости является обоснованным и может активно применяться в клинической практике.

5.3. Применение различных подходов к остеосинтезу переломов плато с вовлечением заднелатерального фрагмента

5.3.1. Результаты применения прямого заднелатерального доступа и доступа по K. Frosch

В группе прямых подходов к заднелатеральному фрагменту мы объединили 25 пациентов, у которых в хирургическом лечении мы применяли прямой заднелатеральный доступ, апробированный нами в ходе топографо-анатомического исследования, изолированно или в комбинации с переднелатеральным, или доступ К. Frosch (2010).

Прямой заднелатеральный доступ без остеотомии головки малоберцовой кости мы применили у 12 (48,0%) из 25 пациентов. Операция выполнялась из положения на животе (в случае изолированного применения) у 9 пациентов или в положении полубоком у 3 пациентов, у которых применяли комбинацию заднелатерального и переднелатерального доступов. У 4 пациентов, кроме того, предварительно применили заднемедиальный доступ из положения на животе для репозиции заднемедиального фрагмента.

Репозицию заднелатерального фрагмента производили путем горизонтальной остеотомии параллельно линии инклинации суставной поверхности, клиновидной элевации субхондральной площадки и замещения дефекта аутокостью или аллокостью.

Остеосинтез из заднелатерального доступа производили малыми короткими пластинами (фрагменты 1/3-трубчатой, реконструктивной, пяточной пластин или малыми Т-образными пластинами с винтами 3,5 мм), выполнявшими опорную функцию. В ряде случаев дополнительно вводили отдельные субхондральные винты для создания субхондральной поддержки. У 3 пациентов дополнительно выполняли остеосинтез латерального мыщелка анатомичной опорной латеральной пластиной.

В результате проведенной операции получено анатомичное восстановление отломков плато ББК у 6 пациентов (50,0%) (у 5 с переломом 41В3 и одной с

переломом 41С3), удовлетворительное положение – у 5 пациентов (41,7%), неудовлетворительное – у 1 пациента (8,3%).

Приводим клинический пример пациентки К., 21 года, у которой после падения с самоката произошел перелом ББК типа 41С3. При КТ исследовании выявлено преимущественное повреждение задних отделов обоих мыщелков (рис. 5.1 а–д). При этом заднемедиальный фрагмент был поврежден по типу раскола с фронтальной плоскостью перелома, проходящей на 1/3 кпереди от заднемедиального гребня с образованием внутрисуставной ступени с его импрессией и варусной ротацией. В задней области латерального мыщелка определялись откол задней стенки и импрессия суставной поверхности заднелатерального фрагмента. Переднелатеральный и переднемедиальный отделы плато ББК остались интактными. В ходе операции остеосинтеза пациентке в положении на животе были выполнены прямые заднемедиальный и заднелатеральный хирургические доступы. Из заднемедиального доступа произведена репозиция заднемедиального фрагмента с ориентированием на его вершину, расположенную на задней поверхности кзади от заднемедиального гребня, и «точку» контакта заднемедиального фрагмента и неповрежденной переднемедиальной части медиального мыщелка, визуализированную через сублимбальную артротомию. Заднемедиальный фрагмент фиксирован «противоскользкой» 1/3-трубчатой пластиной и отдельным стягивающим винтом, установленным спереди назад. Из прямого заднелатерального доступа после мобилизации и отведения общего малоберцового нерва обнажена задняя стенка латерального мыщелка (рис. 5.1 е, ж). Выполнены элевация суставной поверхности путем горизонтальной остеотомии и замещение дефекта 10 мл аллокости с последующей фиксацией 1/3-трубчатой пластиной и субхондральными стягивающими винтами. В результате операции достигнуто анатомичное положение отломков (рис. 5.1 з, и). Послеоперационные раны зажили без осложнений. Пациентка осмотрена в сроки 3, 6, 12 мес. Перелом консолидировался. Функция коленного сустава отличная, начиная со срока 12 месяцев (Lysholm 95

баллов, KSS – 95 баллов) с улучшением к 24 месяцам до 100 баллов по обеим шкалам (рис. 5.1 к).

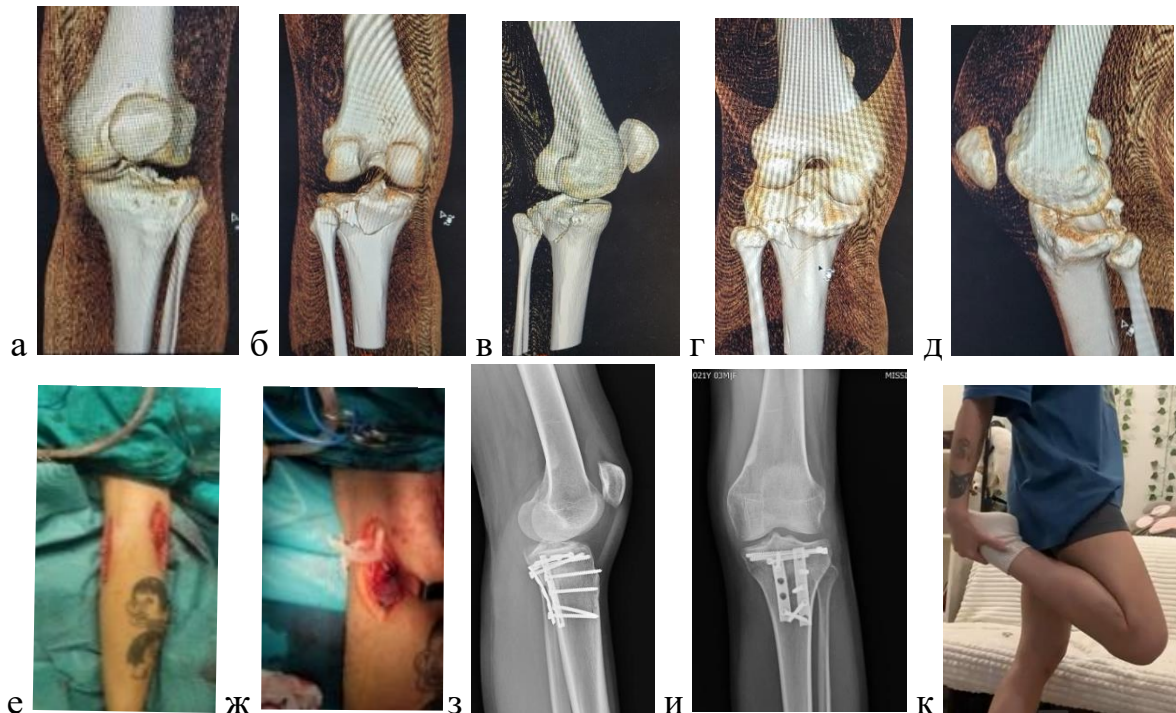


Рисунок 5.1. Пример перелома типа 41C3 у пациентки К. 21 года: а – д – данные предоперационного КТ; е, ж – интраоперационные фотографии хирургических доступов; з – к – контрольные рентгенограммы и функция сустава через 1 год после операции

Из остальных пациентов, у которых мы применили прямой заднелатеральный доступ, удовлетворительное положение отломков за счет остаточных ступеней до 5 мм и расширение плато до 5 мм выявлено у 3 пациентов с переломами типа 41B3 и у двух с переломами типа 41C3 (Schatzker VI). Неудовлетворительное положение отломков отмечено у одной пациентки с многооскольчатый переломом типа 41C3 (Schatzker VI) с выраженным первичным смещением и обширным костным дефектом латерального мышцелка.

Доступ К. Frosch с соавт. (2010) применен нами у 13 из 25 пациентов (52,0%). Этот доступ обеспечивает прямой подход к заднелатеральному фрагменту через заднее хирургическое окно аналогично прямому заднему доступу, возможность прямой репозиции суставной поверхности, замещения дефекта под суставной поверхностью заднелатерального фрагмента и имплантации короткой малой

пластины (не более 5 см от щели коленного сустава), а также введения фиксирующих, в том числе и субхондральных винтов через пластину или вне ее.

Кроме того, переднее хирургическое окно доступа К. Frosch представляет собой модификацию стандартного переднелатерального доступа с возможностью его расширения кзади с мобилизацией пространства под латеральной коллатеральной связкой с соответствующей сублимбальной артротомией и возможностью репозиции и остеосинтеза всей поверхности наружного мыщелка.

У 5 пациентов с переломами типа 41С3 применили АВФ: у 3 больных с восстановлением оси коленного сустава и первичной удовлетворительной репозицией отломков, у 2 – с целью фиксации и неудовлетворительным первичным положением отломков. Также у 5 пациентов с переломами типа 41С3 перед латеральным этапом выполнили расширенный заднемедиальный доступ из положения на животе для репозиции и фиксации медиального мыщелка.

У 8 пациентов при выполнении доступа К. Frosch из заднего окна выполняли только репозицию заднелатерального фрагмента путем элевации его суставной поверхности и замещением сформированного клиновидного дефекта аллокостью или аутокостью без имплантации опорных пластин. Остеосинтез выполняли из переднего окна с мобилизацией подсвязочного пространства и более задним позиционированием анатомичной опорной латеральной пластины. В 4 случаях применили комбинацию анатомичной латеральной пластины и короткой низкопрофильной пластины, установленной из заднего окна доступа.

У пациента Г., 70 лет, получившего травму в результате падения с высоты 2,5 м, мы применили сочетание доступа К. Frosch (2010) с добавочной остеотомией головки МБК, с многооскольчатый переломом 41В3 и значительной импрессией всего латерального мыщелка, особенно его заднелатеральной части, находящейся за головкой МБК. С целью репозиции последней доступ К. Frosch сочетали с остеотомией головки МБК (рис 5.2).

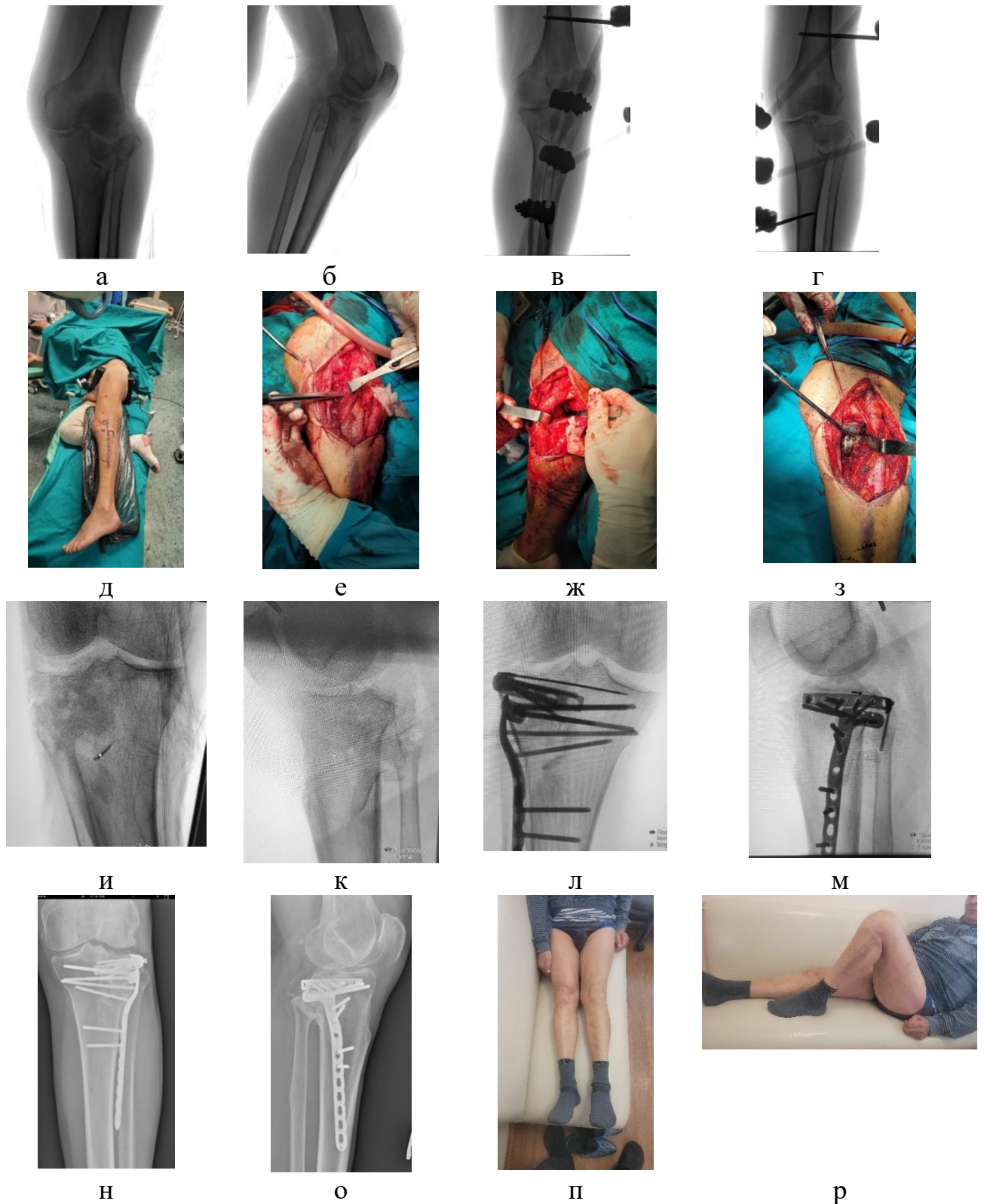


Рисунок 5.2. Клинический пример пациента Г., 70 лет: а, б – первичные рентгенограммы; в, г – рентгенограммы после наложения первичного АВФ; д, е, ж, з – интраоперационные фотографии – укладка, доступ и этапы репозиции; и, к – интраоперационные рентгенограммы после замещения дефекта; л, м – после установки пластин; н – р – рентгенограммы и функция через 24 мес. после травмы

После элевации суставной поверхности и замещения костного дефекта аллокостью в объеме 15 мл для его фиксации применили установку циркулярно изогнутой 1/3-трубчатой пластины в субхондральной зоне под суставной поверхностью латерального плато ББК, фиксированную из двух окон винтами и одной опорной латеральной пластиной.

В результате операции получено удовлетворительное положение отломков. Послеоперационный период протекал без осложнений. Функциональный результат в срок 2 года по шкалам Lysholm и KSS составил 87 и 86 баллов соответственно.

Всего при применении доступа К. Frosch добились анатомичной репозиции суставной поверхности плато ББК у 9 пациентов (69,2%), у 4 (30,8%) – удовлетворительного положения отломков за счет сохранившихся внутрисуставных ступеней, не превышающих 5 мм.

Таким образом, в группе прямого заднелатерального доступа и доступа К. Frosch результаты репозиции отломков в ходе операции остеосинтеза отмечены нами в виде анатомичной у 15 пациентов (60,0%), удовлетворительной – у 9 (36,0%) пациентов и неудовлетворительной – у 1 (4,0%) пациента.

Медиана длительности госпитализации составила 13,00 дней [11,50-19,00] (11,00; 20,00). Функциональный результат, оцененный по шкалам Lysholm и KSS в сроки 6, 12 и 24 мес., представлен в таблице 5.4.

Данные таблицы демонстрируют статистически значимое улучшение функциональных исходов по обеим шкалам в течение периода наблюдения ($p < 0,001$). Медианное значение по шкале Lysholm увеличилось с 73,00 [68,25–83,75] через 6 мес. до 87,00 [78,25–93,75] через 24 мес., а по шкале KSS — с 75,50 [66,25–84,25] до 87,00 [78,50–93,75] соответственно.

Функциональные результаты применения прямого заднелатерального доступа
и доступа по К. Frosch

Срок наблюдения	Шкала	
	Lysholm	KSS
6 мес.	73,00 [68,25–83,75] (64,00; 90,00)	75,50 [66,25–84,25] (63,00; 89,00)
12 мес.	84,00 [76,50–93,00] (68,00; 95,00)	83,00 [76,50–92,50] (66,00; 95,00)
24 мес.	87,00 [78,25–93,75] (68,00; 100,00)	87,00 [78,50–93,75] (66,00; 100,00)
Значение p	<0,001	<0,001

Полученные данные отражают выраженную положительную динамику восстановления функции коленного сустава в отдаленные сроки послеоперационного наблюдения. Аналогично предыдущим проанализированным группам статистически значимая разница в балльных показателях была отмечена на сроках наблюдения 6 и 12 мес. ($p=0,001$ для Lysholm и $p<0,001$ для KSS) при отсутствии статистически значимой разницы в период 12–24 мес. ($p=0,583$ и $p=0,671$ соответственно). Осложнения зарегистрированы нами у 4 (16,0%) пациентов данной подгруппы.

У пациентки У., 75 лет, со значительной импрессией латерального мыщелка после выполнения остеосинтеза с элевацией суставной поверхности и замещением значительного костного дефекта аллокостью в виде двух блоков по 12 мл из доступа К. Frosch, в послеоперационном периоде развился поверхностный некроз кожи переднего кожного лоскута в области послеоперационной раны, который зажил вторичным натяжением без хирургических вмешательств (рис. 5.3).

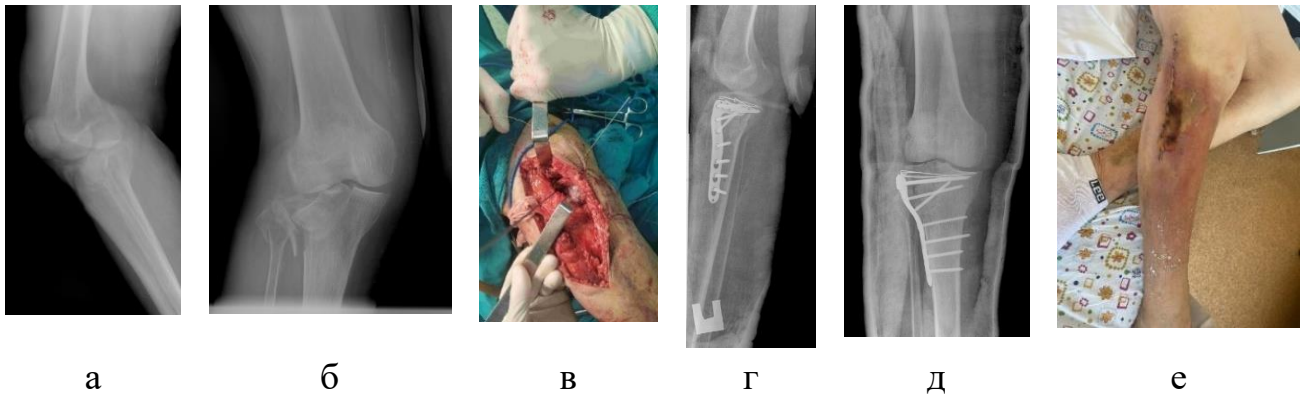


Рисунок 5.3. Клинический случай пациентки У., 75 лет: а, б – данные рентгенографии после травмы; в – интраоперационная фотография – выполненный доступ по К. Frosch; г, д – рентгенография после операции; е – фотография раны через 14 дней после операции

Пациентка осмотрена в срок 6 мес. Отмечено умеренное вторичное проседание суставной поверхности латерального мыщелка менее 5 мм и нарастание вальгусной деформации менее 5°. В дальнейшем деформация не прогрессировала, явления нестабильности в суставе не выявлено. В срок 24 мес. функциональный результат был оценен как удовлетворительный и составил 68 и 69 баллов по шкалам Lysholm и KSS.

Клинический случай пациентки П., 62 лет, с многооскольчатым двухмышцелковым переломом плато ББК, состоящим из четырех стандартных фрагментов (переднемедиального, заднемедиального, заднелатеральной импрессии и переднелатеральной импрессии с расколом), погружной остеосинтез выполнен в три этапа. Первым этапом выполнен расширенный заднемедиальный доступ из положения на животе с репозицией переднемедиального и заднемедиального фрагментов и фиксацией их двумя опорными пластинами (1/3-трубчатой и анатомичной медиальной). Вторым этапом выполнен прямой заднелатеральный доступ в сочетании с переднелатеральным для репозиции и замещения дефекта латерального мыщелка аутокостью и фиксацией его фрагментом треть-трубчатой пластины по задней поверхности и анатомичной латеральной пластиной по латеральной поверхности. Однако на послеоперационных рентгенограммах результат расценен как неудовлетворительный из-за недостаточной элевации суставной поверхности

латерального мыщелка и значимой вальгусной деформации более 10°. Выполнен третий этап: реостеосинтез латерального мыщелка из переднелатерального доступа с дополнительной элевацией суставной поверхности и замещением субхондрального дефекта блоком 3,0 x 3,0 x 1,0 см. Послеоперационные рентгенограммы показали удовлетворительное положение отломков. Пациентка осмотрена в срок 24 мес. – отмечен удовлетворительный функциональный результат 73 и 66 баллов по шкалам Lysholm и KSS.

Еще у двух пациенток имелись транзиторные неврологические расстройства после доступа К. Frosch, назначена нейротропная терапия. У пациентки Б., 60 лет, выявлен дефицит разгибания 1-го пальца, купированный в срок 6 мес. У пациентки М., 41 год, наблюдались парестезии кожи тыла стопы без двигательных расстройств. Необратимых двигательных неврологических осложнений не выявлено ни у одного пациента.

5.3.2. Результаты применения доступа с остеотомией малоберцовой кости

Подгруппа пациентов, в которой мы применили доступ с остеотомией малоберцовой кости, включала 22 пациента.

У 5 пациентов с переломами типа 41C3 дополнительно к доступу с остеотомией малоберцовой кости выполняли заднемедиальный доступ. У двух пациентов его выполняли из положения на животе, у трех – из стандартного положения на спине. Фиксация заднемедиального фрагмента отдельной пластиной выполнена у 4 пациентов. У одного пациента, 54 лет, несмотря на перелом типа 41C3, медиальный доступ не производили, так как смещение фрагмента медиального мыщелка первоначально расценено как незначительное.

Хирургическая техника доступа с остеотомией головки малоберцовой кости подробно описана нами ранее в разделе, посвященном соответствующему топографо-анатомическому эксперименту. Выполняли косую остеотомию головки малоберцовой кости, отводили ее кнаружи и кзади, тем самым обнажая зону импрессии наружного мыщелка, распространяющуюся на заднелатеральный отдел

наружного мыщелка. Импрессию устраняли путем доступа с отведением наружной стенки (способ «открытая книга») или методом горизонтальной субхондральной остеотомии и элевации всей суставной поверхности. Замещение дефекта проводили с использованием аутокости у 18 (81,8%) пациентов или аллокости – у 2 (9,1%) пациентов.

В результате у 14 пациентов (63,6%) положение костных отломков признано анатомичным, у 6 пациентов (27,3%) – удовлетворительным за счет сохранившейся остаточной внутрисуставной импрессии до 5 мм, расширения линии перелома до 5 мм, расширения плато относительно мыщелков бедренной кости до 5 мм. У 2 пациентов (9,1%) с переломами типа 41C3 отмечено неудовлетворительное положение отломков за счет сохранившегося расширения латерального плато, вальгусной деформации из-за некорректной репозиции медиального мыщелка и остаточной депрессии суставной поверхности в центральной части заднелатерального фрагмента.

За период наблюдения отмечено статистически значимое улучшение функционального состояния коленного сустава по обеим шкалам ($p < 0,001$). Так, медианное значение по шкале Lysholm увеличилось с 74,00 [55,00–78,00] через 6 мес. до 87,00 [63,00–95,00] через 24 мес., а по шкале KSS — с 75,00 [59,00–80,00] до 86,00 [68,50–93,50].

Полученные результаты свидетельствуют о стойком повышении функциональных показателей и положительной динамике клинического восстановления в послеоперационном периоде. Статистически значимая разница в балльных показателях была отмечена на сроках наблюдения 6 и 12 мес. ($p = 0,043$ для Lysholm и $p = 0,032$ для KSS) при отсутствии статистически значимой разницы в интервале 12–24 мес. ($p = 0,607$ и $p = 0,842$ соответственно).

Функциональные результаты, оцененные по шкалам Lysholm и KSS представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5

Функциональные результаты пациентов группы применения доступа
с остеотомией малоберцовой кости

Срок наблюдения	Шкала	
	Lysholm	KSS
6 мес.	74,00 [55,00–78,00] (50,00; 92,00)	75,00 [59,00–80,00] (50,00; 90,00)
12 мес.	83,00 [61,00–90,25] (50,00; 97,00)	84,50 [67,75–90,00] (50,00; 95,00)
24 мес.	87,00 [63,00–95,00] (50,00; 97,00)	86,00 [68,50–93,50] (50,00; 95,00)
Значение p	<0,001	<0,001

Осложнения в этой подгруппе отмечены в 4 случаях (18,2%): один случай периимплантной инфекции, три случая ошибок при репозиции, вторичного нарастания угловой деформации и посттравматического гонартроза.

Пострадавший П., 53 лет, при падении с лестницы получил перелом ББК типа 41C3; были выполнены первичная гипсовая иммобилизация и операция остеосинтеза на 4-е сутки после травмы. Первым этапом был выполнен заднемедиальный доступ из положения на здоровом боку с ротацией нижней конечности и выведением задней поверхности, использована ригидная Т-образная пластина с винтами 5,0 мм с угловой стабильностью, уложенная по задней поверхности. В ходе операции не удалось устранить варусное положение медиального мыщелка и излишнюю латерализацию латерального мыщелка, возможно, из-за ошибки позиционирования пластины и ограниченного выведения внутренней боковой поверхности медиального мыщелка, установка пластины по которой, возможно, препятствовало бы этому. Кроме того, сохранился избыточный наклон суставной поверхности кзади. В эту же операционную сессию из того же положения на здоровом боку выполнен латеральный доступ с остеотомией МБК, элевацией суставной поверхности задней части латерального мыщелка и замещением дефекта аутокостью и его фиксацией. Однако ошибки репозиции

медиального мыщелка не позволили выполнить корректное восстановление анатомии плато в целом, сохранилось значимое расширение латерального мыщелка до 10 мм. В раннем послеоперационном периоде развилась инфекция области хирургического вмешательства, купированная санацией и антибактериальной терапией, удалось сохранить импланты. В последующем развился остеоартрит коленного сустава, планируется удаление имплантов и плановое эндопротезирование.

Еще у одного пациента С., 54 лет, с переломом типа 41С3 было также недооценено варусное смещение медиального мыщелка. Остеосинтез выполнен только из латерального доступа с остеотомией головки МБК. Несмотря на устранение импрессии заднелатеральной области с пластикой аутокостью и фиксацию латерального мыщелка анатомичной опорной пластиной, на послеоперационных рентгенограммах выявлено выраженное расширение суставной поверхности до 10 мм и сохранившаяся импрессия заднелатерального фрагмента. В последующем, через 1 год после травмы, на контрольных рентгенограммах валгусная деформация коленного сустава усилилась и развились признаки остеоартрита. Еще у двух пациенток с переломами типов 41С3 и 41В3 рентгенологический результат остеосинтеза расценен как удовлетворительный. Развившиеся явления ДОА, оцененные в срок до 24 мес., имели умеренные проявления с удовлетворительным функциональным результатом по двум шкалам.

Таким образом, результаты оперативного лечения группы пациентов с применением трансфибулярного доступа показали его клиническую эффективность и безопасность и позволили подтвердить данные топографо-анатомического эксперимента.

5.3.3. Результаты применения комбинации расширенного заднемедиального и расширенного переднелатерального доступов

В данной подгруппе, в которую вошли 26 пациентов, мы применили подход при выполнении остеосинтеза к заднелатеральному фрагменту из заднемедиального и/или переднелатерального расширенного доступов. У 13

(50,0%) пациентов в качестве первичной стабилизации применили наложение перемыкающего коленный сустав АВФ, при этом у 9 (34,6%) пациентов в аппарате удалось восстановить ось и длину конечности и улучшить положение отломков.

Заднемедиальный доступ в данной группе пациентов применили у 17 пациентов (65,4%). При этом у всех 17 пациентов этот доступ использовали для репозиции и фиксации медиального мыщелка, а у 12 пациентов из них – также для репозиции и фиксации заднелатерального фрагмента. У 20 (76,9%) пациентов применили расширенный переднелатеральный доступ. Репозицию и фиксацию заднелатерального фрагмента из расширенного переднелатерального доступа выполняли у 14 (53,8%) пациентов. Сочетание двух расширенных доступов использовали при операции у 11 (42,3%) пациентов с двухмышцелковыми переломами 41С3.

Расширенный переднелатеральный доступ выполняли из положения пациента полубоком. В случаях, когда ему предшествовал заднемедиальный доступ, меняли положение конечности из положения на животе, поворачивая поврежденную конечность вбок. У пациентов, у которых применяли только переднелатеральный доступ, пациента укладывали на спину и сгибали нижнюю конечность под углом от 60° до 90° на треугольном валике. Выполняли стандартный продольный разрез кожи, центрируя его над бугорком Gerdy, в том же направлении рассекали илиотибиальный тракт, выполняли поднадкостничное обнажение наружной поверхности латерального мыщелка, продолжая его кзади над головкой МБК, под латеральную коллатеральную связку. Далее выполняли сублимбальную артротомию, прошивали наружный край латерального мениска, поднимая его кверху, заводили элеватор Хомана за задний край латерального мыщелка, тем самым обнажая суставную поверхность латерального мыщелка в переднем и заднем отделах. Визуализировали зону импрессии. У 3 (11,5%) пациентов для расширения обзора и доступа к зоне импрессии заднелатерального фрагмента выполнили остеотомию латерального надмыщелка бедренной кости в зоне прикрепления латерального связочного комплекса с последующим его отведением.

Устраняли импрессию суставной поверхности, отводя наружную стенку латерального мыщелка ББК через плоскость перелома или выполняя вертикальную остеотомию последнего. Замещали костный дефект аллокостью в объеме от 5 до 15 мл или аутокостью. Далее устанавливали опорную анатомичную латеральную пластину с наличием опции «рафтинга» суставной поверхности винтами с угловой стабильностью.

В ряде случаев над пластиной выполняли отдельную субхондральную поддержку спонгиозными винтами или спицами Киршнера. Рентгенологические результаты расценены как анатомичные у 20 (76,9%) пациентов, удовлетворительные – у 5 (19,2%) пациентов, неудовлетворительные – у одного (3,8%) пациента. Функциональный результат, оцененный по шкалам Lysholm и KSS в сроки 6, 12, 24 мес., представлен в таблице 5.6.

Таблица 5.6

Функциональные результаты в подгруппе применения комбинации расширенного заднемедиального и расширенного переднелатерального доступов

Срок наблюдения	Шкала	
	Lysholm	KSS
6 мес.	69,00 [62,50–77,00] (14,00; 88,00)	73,00 [67,50–78,00] (32,00; 88,00)
12 мес.	87,00 [73,00–94,00] (16,00; 100,00)	87,00 [72,00–95,00] (39,00; 100,00)
24 месяца	88,00 [73,00–95,00] (16,00; 100,00)	87,00 [72,00–95,00] (39,00; 100,00)
Значение p	<0,001	<0,001

Было статистически подтверждено значимое улучшение функционального состояния коленного сустава по обеим шкалам в течение периода наблюдения ($p < 0,001$). Медиана по шкале Lysholm увеличилась с 69,00 [62,50–77,00] баллов на сроке 6 мес. до 88,00 [73,00–95,00] баллов через 24 мес. Медиана значений шкалы KSS увеличилась с 73,00 [67,50–78,00] баллов на сроке 6 мес. до 87,00 [72,00–95,00]

баллов через 24 мес. Статистически значимое улучшение балльных показателей происходило в интервал между 6 и 12 мес. наблюдения. Это различие характерно для обеих шкал ($p=0,003$ для Lysholm и $p<0,001$ для KSS). Столь же значимого улучшения функции в период между 1-м и 2-м годами после операции обнаружено не было ($p=1,000$ и $p=1,000$ соответственно).

Клинический пример репозиции заднелатерального фрагмента из комбинации расширенного заднемедиального и переднелатерального доступов у пациентки Р. в возрасте 51 года, получившей травму в результате падения на коленный сустав с высоты 1 метр. При поступлении у нее выявлен многооскольчатый перелом плато правой ББ кости типа 41C3.3. Двухэтапный протокол заключался в первичной наружной фиксации циркулярным АВФ с умеренной дистракцией и попыткой первичной репозиции за счет лигаментотаксиса. Выполненная после наложения АВФ компьютерная томография позволила детально оценить разрушение суставной поверхности и мыщелков ББК. Выявлен раскол медиального мыщелка со смещением и ротацией вокруг сагиттальной оси с варусным его положением и локализацией вершины скола в области заднемедиального края метафиза ББК и импрессия латерального мыщелка в области его центральной и заднелатеральной частей с многооскольчатым переломом заднелатеральной стенки, при этом переднелатеральная часть и латеральная стенка латерального мыщелка относительно диафизарного фрагмента были смещены незначительно по типу незавершенного перелома. Следует отметить, что в АВФ сохранилось значительное смещение латерального мыщелка по ширине, а также некоторое укорочение в области медиального мыщелка, что косвенно могло свидетельствовать о недостаточной дистракции при монтаже АВФ.

Операция окончательного остеосинтеза была выполнена на 13-й день после травмы после регресса отёка и нормализации трофики тканей зоны перелома. При этом из положения пациентки полубоком, выполнен реверсивный заднемедиальный доступ в форме буквы L, для обнажения медиальной и задней поверхностей внутреннего мыщелка, задней поверхности наружного мыщелка ближе к центральной ее части. После точной репозиции «зубец в зубец» фрагментов

медиального мыщелка для осуществления опоры по медиальной и заднемедиальной его поверхностям установлены две пластины 1/3-трубки. Из этого же доступа на заднелатеральную поверхность латерального мыщелка ББК в несколько косом направлении изнутри кнаружи установлена опорная пластина для воссоздания кортикальной поддержки заднелатеральной части плато ББК. Для этого использована волярная пластина для остеосинтеза дистального отдела лучевой кости, фиксированная двумя кортикальными винтами 3,5 мм только в диафизарной части, с целью воссоздания опоры задней стенки наружного мыщелка. Затем из расширенного переднелатерального доступа обнажена латеральная поверхность латерального мыщелка. Произведена вертикальная остеотомия латерального мыщелка ББК с формированием доступа к области импрессии в центральной части заднелатерального его фрагмента, поднимание просевших фрагментов суставного хряща, замещение костной полости под ним чипсами аллокости, имплантация двух субхондрально расположенных спонгиозных винтов и анатомичной опорной L-образной пластиной, фиксированной винтами с угловой стабильностью. Получена анатомичная репозиция и стабильная фиксация внутрисуставного перелома плато ББК, с последующей ранней активной реабилитацией. Пациентка осмотрена в срок 24 месяца после травмы. Жалоб не предъявляет, ведет активный образ жизни, ходит без дополнительной опоры, не хромает. Функциональный результат признан отличным: по шкале Lysholm – 94 балла, по шкале KSS – 95 баллов. На контрольных рентгенограммах не выявлено вторичного смещения отломков, потери репозиции и миграции металлоимплантов (рис 5.4).

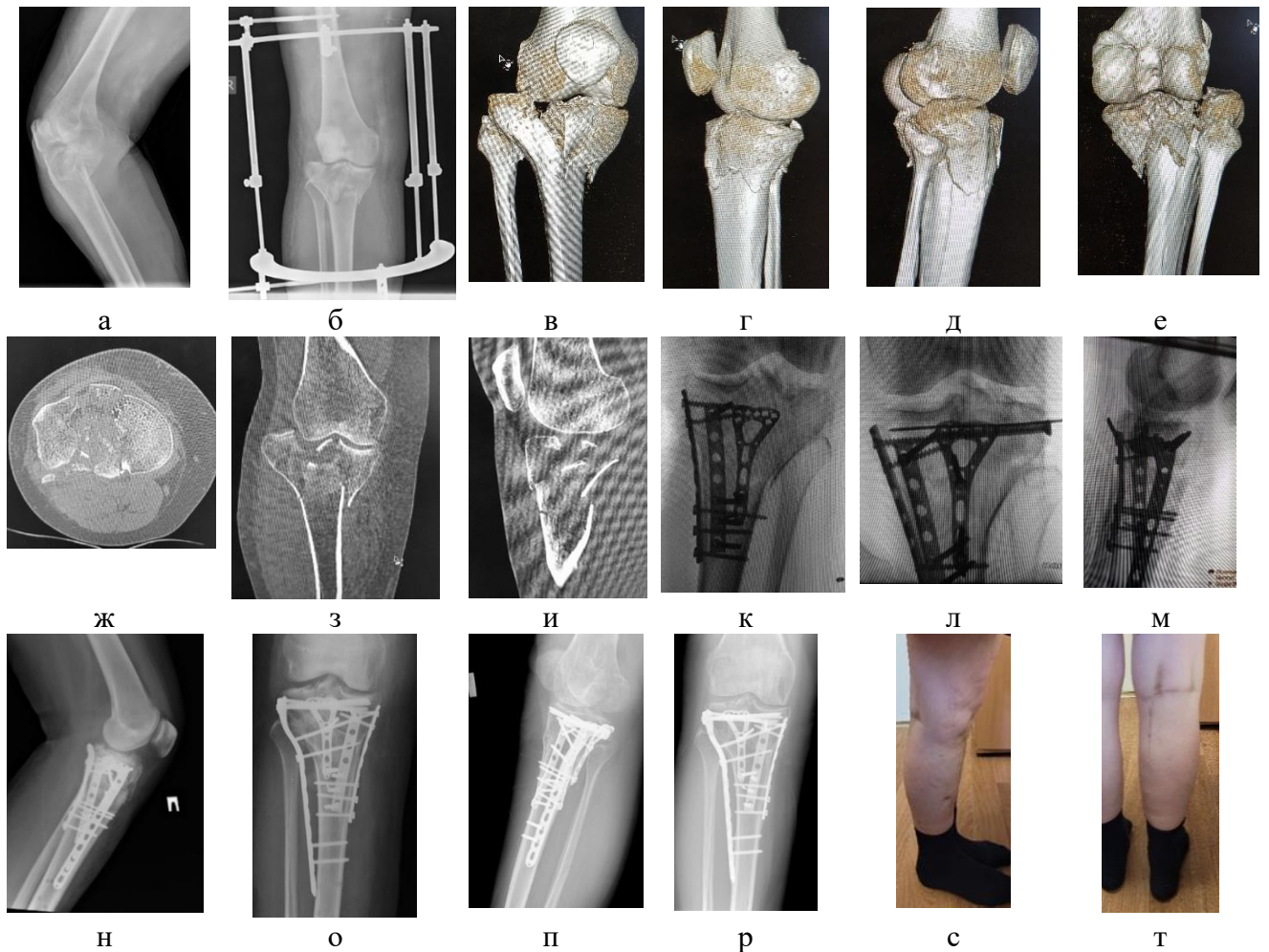


Рисунок 5.4. Клинический пример пациентки Р., 51 года: а – первичная рентгенограмма правого коленного сустава после травмы; б – рентгенограмма в прямой проекции после наложения АВФ; в – е – результат 3D-КТ-реконструкции; ж, з, и – данные КТ – аксиальный, фронтальный и сагиттальный срезы; к, л, м – интраоперационные рентгенограммы на этапах остеосинтеза; н, о – рентгенограммы через 6 нед. после травмы; п, р – через 2 года после травмы; с, т – функция коленного сустава и вид послеоперационных рубцов через 2 года после травмы

Осложнения в группе расширенных заднемедиального и переднелатерального доступов выявлены у 5 пациентов (19,2%). Из них 1 случай (4%) инфекции в области операции, развившийся у пациентки П., 71 года, с переломом типа 41В3, купированный в результате серии санаций и лечения с применением спейсеров с антибиотиками. Получен окончательный функциональный результат 79 и 80 баллов по шкалам Lysholm и KSS в срок 24 месяца после травмы.

Наблюдали один случай значимой потери репозиции у пациентки В., 63 лет, со сложным высокоэнергетическим четырехфрагментарным переломом типа 41С3

со значительным разрушением плато ББК и депрессией большей части суставной поверхности заднелатерального фрагмента латерального мыщелка более 10 мм, с формированием дефекта в заднелатеральной области, которая была отделена от наружной и задней стенок и представляла собой цельный ротированный фрагмент, лишенный связи с мягкими тканями. У этой пациентки в результате многоэтапного лечения удалось восстановить ось сустава в пределах 5° вальгусной деформации, однако не удалось добиться удовлетворительной репозиции, остаточная ступень суставной поверхности наружного мыщелка превышала 5 мм. В срок 6 месяцев развилась вторичная депрессия латерального мыщелка за счет его частичного лизиса и нарастание вальгусной деформации более 10°. Пациентка готовится к плановому эндопротезированию коленного сустава.

Еще у трех пациентов произошло умеренное вторичное смещение отломков за счет депрессии латерального мыщелка, не превышающей 5 мм, и развитие посттравматического остеоартрита. У двух из них выполнено удаление имплантов через 1 год после травмы. У этих трех пациентов функциональный результат по шкалам расценен как удовлетворительный. Эндопротезирование коленного сустава в срок наблюдения до 2 лет не выполнено ни одному пациенту.

5.3.4. Результаты применения стандартного переднелатерального доступа при лечении пациентов с различными переломами плато, затрагивающими заднелатеральный отдел

В группу стандартного переднелатерального доступа, применявшегося у пациентов с вовлечением заднелатерального фрагмента, вошло 27 пациентов. Первичная фиксация отломков в АВФ была выполнена 11 пациентам (40,7%), при этом удовлетворительное восстановление оси коленного сустава достигнуто у 5 (18,5%) пациентов. У 16 (59,3%) пациентов с переломами типа 41C3 в ходе той же операционной сессии был выполнен стандартный заднемедиальный доступ из положения на спине со сгибанием в коленном суставе и наружной ротацией поврежденной конечности для репозиции и фиксации медиального мыщелка. У одного пациента с переломом типа 41C3 фиксацию медиального мыщелка

выполнили двумя винтами 6,5 мм закрыто, без выполнения заднемедиального доступа. Еще у одной пациентки с переломом медиального мыщелка без смещения его отдельная фиксация не производилась.

Рентгенологические результаты остеосинтеза из стандартного переднелатерального доступа признаны анатомичными у 7 (25,9%) пациентов, удовлетворительными у 9 (33,3%) пациентов (имелись внутрисуставные ступени или остаточная депрессия, не превышавшая 5 мм, расширение суставной поверхности относительно ширины надмыщелков бедра не более 5 мм, угловая деформация не более 5°), неудовлетворительными – у 11 (40,7%) пациентов.

В процессе динамического послеоперационного наблюдения определялось статистически значимое улучшение функциональных показателей по обеим шкалам ($p < 0,001$). Так, медиана баллов по шкале Lysholm возросла с 59,00 [50,00–68,75] через 6 мес. до 68,00 [50,00–87,50] через 24 месяца, а по шкале KSS — с 59,50 [50,25–72,25] до 66,00 [50,00–88,50] соответственно (табл. 5.7).

Таблица 5.7

Функциональные результаты пациентов с различными переломами плато ББК, затрагивающими заднелатеральный отдел

Срок наблюдения	Шкала	
	Lysholm	KSS
6 мес.	59,00 [50,00–68,75] (11,00; 78,00)	59,50 [50,25–72,25] (34,00; 78,00)
12 мес.	63,00 [50,00–84,00] (11,00; 90,00)	66,00 [50,00–84,50] (34,00; 90,00)
24 мес.	68,00 [50,00–87,50] (11,00; 92,00)	66,00 [50,00–88,50] (34,00; 94,00)
Значение p	<0,001	<0,001

Полученные результаты указывают на постепенное восстановление функции коленного сустава и положительную динамику клинических исходов в течение двух лет послеоперационного наблюдения. Статистически значимое улучшение

балльных показателей было отмечено только по шкале KSS в интервал между 6-м и 12-м месяцами наблюдения ($p=0,040$).

По шкале Lysholm статистически значимого улучшения отмечено не было ($p=0,051$), хотя разница была на границе значимости, и с учетом результатов предыдущих групп может иметь клиническое значение. Значимого улучшения функции в период между первым и вторым годами после операции обнаружено не было ($p=0,867$ и $p=1,000$ соответственно).

Осложнения отмечены нами у 15 (55,6%) пациентов, в основном проявившиеся посттравматическим остеоартритом со значимыми клиническими проявлениями (снижение показателей по шкалам в срок 24 мес. меньше удовлетворительного значения: Lysholm – менее 65, KSS – менее 60 баллов).

У 2 (7,4%) пациентов в раннем послеоперационном периоде выявлены признаки периимплантной инфекции, потребовавшие санации или удаления имплантов в срок 4 и 8 мес. соответственно, с последующим двухэтапным протезированием коленного сустава связанным эндопротезом.

Кроме этого, еще у двух (7,4%) пациентов проявления остеоартрита привели к необходимости эндопротезирования в срок до 3 лет после травмы.

У остальных 11 (40,7%) пациентов явления остеоартрита имели различную степень клинических проявлений, связанных с первичной неанатомичной репозицией, тяжестью перелома – у 6 пациентов (22,2%) и прогрессированием вторичного смещения, вторичной депрессии и нарастания вальгусной деформации у 5 пациентов (18,5%).

5.3.5. Сравнение результатов применения различных подходов при лечении пациентов с различными переломами плато, затрагивающими заднелатеральный отдел

В четыре группы нашего исследования вошли 100 пациентов с переломами плато большеберцовой кости со значимым смещением заднелатерального фрагмента. Результаты сравнения групп представлены в таблице 5.8.

Таблица 5.8

Сравнительные результаты остеосинтеза в четырех группах исследования

Параметр	Прямой ЗЛ+К.Frosch, n=25	ОМБК, n=22	Расшир. ПЛ+ЗМ, n=26	ПЛ стандарт., n=27	p
Возраст, лет	48,0±15,9	54,3±13,5	52,4±12,5	48,9±16,2	0,451
Пол:					
женщины	15 (60,0%)	13 (59,1%)	16 (61,5%)	15 (55,6%)	0,976
мужчины	10 (40,0%)	9 (40,9%)	10 (38,5%)	12 (44,4%)	
АВФ	9 (36,0%)	1 (4,5%)	13 (50,0%)	11 (40,7%)	0,008
АВФ удов	6 (66,7%)	1 (100,0%)	9 (69,2%)	5 (45,5%)	0,779
ЗМ доступ для медиального мышцелка	9 (36,0%)	5 (22,7%)	17 (65,4%)	14 (51,9%)	0,018
Замещение дефекта	23 (92,0%)	20(90,9%)	19 (76,0%)	11 (40,7%)	<0,001
Репозиция:					
анатомичная	15 (60,0%)	14 (63,6%)	20 (76,9%)	7 (25,9%)	<0,001
удовл.	9 (36,0%)	6 (27,3%)	5 (19,2%)	9 (33,3%)	
неудовл.	1 (4,0%)	2 (9,1%)	1 (3,8%)	11 (40,7%)	
Осложнения	4 (16,0%)	4 (18,2%)	5 (19,2%)	15 (55,6%)	0,003
Инфекция	0	0	1 (3,8%)	2 (7,4%)	0,616
Lysholm 24 мес., баллы	87,00 [78,25–93,75] (68,00; 100,00)	87,00 [63,00–95,00] (50,00; 97,00)	88,00 [73,00–95,00] (16,00; 100,00)	68,00 [50,00– 87,50] (11,00; 92,00)	0,015
KSS 24 мес., баллы	87,00 [78,50–93,75] (66,00; 100,00)	86,00 [68,50–93,50] (50,00; 95,00)	87,00 [72,00–95,00] (39,00; 100,00)	66,00 [50,00– 88,50] (34,00; 94,00)	0,019

Средний возраст пациентов составил $50,8 \pm 14,6$ лет и был сопоставим во всех группах. Половой состав также сопоставим в группах наблюдения с некоторым превосходством женщин, доля которых составила от 55,6% до 61,5%.

Большая доля переломов во всех группах исследования пришлась на переломы типов 41B3 и 41C3. Доля переломов 41C3 была наибольшей в группах расширенных заднемедиального и переднелатерального доступов и стандартного переднелатерального доступа ($p=0,036$). В группах прямых задних доступов и доступа с остеотомией МБК преобладали пациенты с переломами 41B3 ($p=0,013$).

Также следует сказать, что в группах прямых доступов, расширенных доступов и стандартного подхода мы чаще применяли этапное лечение с первичным наложением АВФ. В группе расширенного ПЛ и ЗМ доступов ($p=0,003$) и в группе стандартного ПЛ доступа ($p=0,040$) статистически значимо чаще использовали АВФ для первичной фиксации перелома.

Также в соответствии с большей долей переломов типа 41C3 мы чаще применяли комбинацию заднемедиального и латерального доступов при лечении пациентов в группах расширенного ПЛ и ЗМ доступов и стандартного ПЛ доступа. Статистически значимо различалась частота применения заднемедиального доступа у пациентов третьей группы по сравнению со второй ($p=0,019$). В то же время в группе расширенных доступов у ряда пациентов репозицию заднелатерального фрагмента производили из заднемедиального доступа, а фиксацию их — с помощью малоинвазивных субхондральных винтов, устанавливаемых с наружной поверхности латерального мыщелка.

В группах прямых доступов (5 пациентов), а также в группе расширенных доступов (3 пациента) у ряда пациентов с переломами типа 41C3 мы производили остеосинтез в несколько операционных сессий в соответствии с концепцией этапного лечения.

Также следует отметить, что в процессе репозиции суставной поверхности плато ББК мы применяли замещение костного дефекта субхондральной зоны алло- или аутокостью. При этом мы отметили меньшую долю пациентов, у которых мы применяли данную опцию в группе стандартных доступов (40,7%) и статистически

значимо большую долю в двух первых группах – 92,0% ($p=0,001$) и 90,9% ($p=0,002$).

Результаты репозиции внутрисуставного перелома плато ББК в группах исследования представлены в таблице 5.12. В первых трех группах исследования доля пациентов с анатомичной и удовлетворительной репозицией сопоставимы. Доля анатомичной репозиции во второй и третьей группах статистически значимо превышает таковую в четвертой группе ($p=0,048$ и $p=0,001$ соответственно), а доля неудовлетворительной репозиции статистически значимо выше в четвертой группе по сравнению с первой ($p=0,010$) и второй ($p=0,008$) группами. В последней группе доля неудовлетворительной репозиции достаточно высока и составила 40,7%.

Доля и структура осложнений также отличались по группам исследования. Наибольшая доля осложнений отмечена в четвертой группе стандартного переднелатерального доступа. Осложнения в этой группе отмечены у 55,6% пациентов, что статистически значимо выше, чем в остальных группах исследования ($p=0,018$ против первой группы, $p=0,045$ против второй группы, $p=0,038$ против третьей группы). В структуре осложнений превалирует потеря репозиции и прогрессирование посттравматического остеоартрита. У 4 пациентов (14,8%) в группе стандартного подхода, в течении периода наблюдения, выполнено эндопротезирование коленного сустава, в отличие от остальных групп исследования.

Функциональные результаты по шкалам Lysholm и KSS на сроке 24 мес. после операции статистически значимо различались между группами ($p=0,015$ и $p=0,019$, соответственно). При апостериорных сравнения значима разница была обнаружена между первой и четвертой группами ($p=0,045$ для Lysholm и $p=0,041$ для KSS) и между третьей и четвертой группами ($p=0,020$ для Lysholm и $p=0,029$ для KSS).

Для оценки влияния тяжести перелома (по классификации AO/ASIF) на функциональный результат по шкалам Lysholm и KSS на сроке 24 мес. с учетом различий между четырьмя группами лечения была построена общая линейная

модель с включением факторов «Группа исследования» и «Классификация АО/ASIF», а также их взаимодействия.

Анализ межгрупповых эффектов показал, что взаимодействие указанных факторов оказывает статистически значимое влияние на показатель по шкале Lysholm на конечном сроке наблюдения ($F=2,138$; $p=0,032$; частичная $\eta^2=0,292$), что указывает на зависимость функциональных результатов от комбинации хирургического доступа и тяжести травмы.

В качестве опорной категории была выбрана комбинация перелом типа С3 по АО/ASIF у пациентов, которым выполнен стандартный переднелатеральный доступ. По сравнению с этой категорией пациенты других групп демонстрировали более высокие балльные показатели (в том числе при переломах других типов). Например, у пациентов, которым выполнялся прямой заднелатеральный доступ или доступ по К. Frosch с типами переломов В3 и С3, функциональный результат был на 23,5 ($p=0,004$) и 22,2 ($p=0,005$) балла, соответственно, выше, чем у пациентов опорной категории. Также пациенты второй группы (остеотомия МБК) с переломами типов В1 и В3 набирали в среднем на 33,5 ($p=0,015$) и 23,4 ($p=0,011$) балла больше, чем пациенты опорной категории и пациенты третьей группы (расширенный переднелатеральный и заднемедиальный доступы) с переломом типом В3 набирали в среднем на 25,2 балла ($p=0,004$) больше пациентов опорной категории.

Для шкалы KSS на конечном сроке наблюдения аналогичный анализ показал, что взаимодействие факторов «Группа исследования» и «Тип перелома по АО/ASIF» оказывает статистически значимое влияние и на показатель по шкале KSS на конечном сроке наблюдения ($F=2,235$; $p=0,025$; частичная $\eta^2=0,301$), что соответствует умеренному эффекту и указывает на зависимость функциональных результатов от сочетания метода хирургического доступа и типа перелома. По сравнению с этой категорией пациенты других групп демонстрировали более высокие значения по шкале KSS. Так, у пациентов, которым выполнялся прямой заднелатеральный доступ или доступ по К. Frosch при переломах типов В3 и С3,

средний показатель KSS был на 19,3 ($p=0,005$) и 18,1 ($p=0,007$) балла выше, соответственно, чем в опорной группе.

Кроме того, во второй группе (трансмалоберцовый доступ) при переломах 41B1 и 41B3 функция в баллах KSS: на 26,6 ($p=0,023$) и на 19,6 ($p=0,012$) выше по сравнению с баллами пациентов опорной категории. В третьей группе (расширенные переднелатеральный и заднемедиальный доступы) при переломах типа B3 показатель KSS был выше в среднем на 20,7 балла ($p=0,005$), а при типе C3 – на 14,7 балла ($p=0,023$) относительно опорной комбинации.

Таким образом, полученные результаты отражают неодинаковое влияние тяжести перелома в разных группах лечения. При этом худшие функциональные результаты были характерны для пациентов с переломами типа C3 (во второй и четвертой группах). При этом очевидно, что стандартный переднелатеральный доступ менее эффективен при переломах латерального мыщелка, локализующихся в задних его отделах. Это проявляется как худшими результатами репозиции, так и статистически значимым снижением функциональных показателей.

5.3.6. Обсуждение полученных результатов

В современной травматологии определилась тенденция к расширению показаний к хирургическому лечению переломов плато ББК с вовлечением заднелатерального фрагмента при наличии его смещения, со стремлением к точной анатомичной репозиции суставной поверхности и стабильной фиксации соответствующей колонны. В литературе достаточно данных по различным вариантам фиксации заднелатерального фрагмента. Репозиция и стабильная его фиксация возможна как из прямых задних доступов, так и из альтернативных вариантов модификации стандартных переднелатеральных подходов (Hu S. et al., 2020).

В данной работе мы рассмотрели различные варианты остеосинтеза при переломах плато ББК с вовлечением заднелатерального фрагмента. Четыре группы пациентов были сформированы нами, исходя из различных широко применяемых в клинике современных подходов, применяемых к хирургическому лечению таких

переломов. В первую группу исследования вошли пациенты, при лечении которых мы применили прямые доступы к заднелатеральному фрагменту (прямой заднелатеральный доступ и доступ K.Frosch), во вторую пациенты, при лечении которых применялся латеральный доступ с остеотомией МБК, также с прямой репозицией заднелатерального фрагмента, в третью – пациенты, у которых применялись расширенный переднелатеральный и заднемедиальный доступы и прямая, но «отдаленная» репозиция заднелатерального фрагмента. В четвертую группу вошли пациенты, у которых был выявлен перелом заднелатерального фрагмента, но применялся стандартный переднелатеральный доступ без прицельной репозиции и фиксации заднелатерального фрагмента.

Эта часть нашего исследования пациентов с переломами, распространяющимися на заднелатеральный фрагмент плато ББК, включила 100 пациентов, что составило 61,7% от всех проанализированных пациентов с переломами плато, включенных в исследование. При этом большая часть относилась к переломам типов 41В3 и 41С3.

Сформированные нами 4 группы пациентов в зависимости от хирургического подхода, применяемого для остеосинтеза, оказались сопоставимы по количеству, возрастному и половому составу. В то же время в группах прямых доступов и остеотомии малоберцовой кости оказалось больше пациентов с изолированными переломами латерального мыщелка (тип В), а в группах расширенного переднелатерального доступа и стандартного переднелатерального доступа больше пациентов со сложными двухмышцелковыми переломами типа 41С3. При этом мы относительно чаще применяли первичное наложение трансартикулярного АВФ в режиме умеренной тракции у пациентов в группах прямых доступов и расширенных доступов, практически у всех пациентов с переломами типа С, что, возможно, повлияло на конечные результаты лечения. В группе стандартного переднелатерального доступа мы применили АВФ только у 37% пациентов и только у 19% с удачной первичной репозицией, что также могло повлиять на окончательные результаты репозиции.

Также в большинстве случаев переломов типа С3 мы применяли комбинацию доступов, начиная операцию с заднемедиального доступа для остеосинтеза медиального мыщелка. При этом мы отдаем предпочтение заднемедиальному доступу из положения на животе, о чем мы упоминали в предыдущем разделе этой главы. Также в последующем разделе мы представим результаты сравнительного анализа применения комбинации расширенных и стандартных доступов у пациентов с переломами типа 41С3.

Замещение субхондрального дефекта мы применяли в большинстве случаев при устранении импрессии суставной поверхности заднелатеральной области в первых трех группах пациентов, так как считаем этот технический момент важным элементом достижения репозиции и стабильности. В группе стандартного переднелатерального доступа замещение дефекта использовалось только в 40% случаев, что, по нашему мнению, негативно повлияло на качество репозиции суставной поверхности и последующее прогрессирование деформации, за счет потери репозиции.

Позиционирование опорных имплантов, с нашей точки зрения и по мнению других авторов (Cho J.-W. et al., 2017; Hu S. et al., 2020), также играет ведущую роль в состоятельности остеосинтеза.

Три подхода, использованные нами в трех первых группах, объединяет стремление к прицельной точной репозиции заднелатерального фрагмента и стабильной фиксации достигнутой репозиции, которая может служить профилактикой вторичного смещения при активной разработке (сгибании-разгибании в коленном суставе) и последующей осевой нагрузке. В первой группе прямых доступов у 17 (68,0%) пациентов мы использовали заднее позиционирование малой опорной пластины, а у 16 (64,0%) пациентов устанавливали латеральную опорную пластину как можно больше кзади в надмалоберцовый промежуток. Во второй группе с остеотомией головки МБК у 4 пациентов (18,2%) мы установили малую опорную пластину на заднелатеральный фрагмент и у 18 пациентов (81,8%) – на латеральную опорную пластину располагали кзади в надмалоберцовый промежуток. В третьей группе у

всех 26 пациентов (100,0%) латеральную опорную пластину располагали кзади над головкой МБК. В группе стандартного переднелатерального доступа прицельная фиксация заднелатерального фрагмента не проводилась, так как применялось стандартное позиционирование переднелатеральной опорной пластины.

Такая тактическая разница в подходах к репозиции и фиксации заднелатерального фрагмента и послужила, по нашему мнению, причиной различий в результатах репозиции, функциональных результатов и доли осложнений в группах исследования.

По данным современной литературы и по нашему мнению, именно точная анатомичная или близкая к ней репозиция важна для хорошего функционального результата и низкой доли осложнений. Мы получили статистически значимое снижение доли осложнений, более качественную репозицию отломков и более высокие показатели функции у пациентов первых трех групп в сравнении с четвертой. При этом статистически значимых различий по этим показателям между тремя первыми группами получено не было, что свидетельствует о возможности применения всех описанных подходов с учетом конфигурации перелома и других клинических обстоятельств.

Актуальной проблемой является алгоритм выбора доступа в зависимости от характера перелома, так как к задней колонне ББК можно подойти разными путями, что и продемонстрировало наше исследование. На наш взгляд, здесь неприменим четкий алгоритм, построенный на ответах на бинарные вопросы. Это связано с тем, что фиксация в каждом конкретном случае может быть успешно выполнена с использованием разных доступов. Так, например, репозицию и фиксацию заднелатерального фрагмента можно выполнить из заднелатерального доступа, доступа с остеотомией головки МБК, доступа К. Frosch, заднемедиального доступа. Разница будет только в методике фиксации и технике ее исполнения.

Например, доступ с остеотомией головки МБК, безусловно, расширяет возможности стандартного переднелатерального доступа, но ограничивает прямой подход к заднелатеральному фрагменту в отношении имплантации дополнительной пластины на его заднюю поверхность. Доступ К.Frosch

достаточно травматичен, но обеспечивает более качественную визуализацию задней колонны ББК. Прямой заднелатеральный доступ ограничивает манипуляции на латеральном мыщелке расстоянием до 5–6 см от линии суставного хряща на задней его поверхности из-за опасности повреждения передней большеберцовой артерии. Таким образом, при выборе доступа необходимо руководствоваться конфигурацией перелома, учитывая необходимость выполнения других доступов (в частности, для фиксации медиального мыщелка ББК), качество кости, состояние мягких тканей. Большое значение имеют также предпочтения хирурга, его квалификация и наличие необходимого оборудования и имплантатов. Однако, несмотря на принятое решение, операция должна завершиться максимальным восстановлением анатомии суставной поверхности и восстановлением «суставного кольца», которое обеспечивает стабильность в коленном суставе. Как показало наше исследование, эти факторы являются определяющими в восстановлении функции.

Безусловно, на конечный результат лечения сложных переломов плато большеберцовой кости, влияет множество других факторов. В первую очередь, это качество репозиции и фиксации медиального мыщелка ББК. Этим вопросам посвящен предыдущий раздел настоящего исследования. В этом разделе, посвященном переломам латерального мыщелка ББК, мы старались подчеркнуть важность выполнения качественной репозиции и фиксации фрагментов задней колонны ББК и влияния этих факторов на анатомический и функциональный результат лечения.

В целом наши результаты убедительно доказывают правомочность тактики применения альтернативных хирургических доступов к задним отделам латерального мыщелка ББК. В то же время применение стандартного переднелатерального доступа и стандартного позиционирования переднелатеральной пластины при наличии значимого смещения в заднелатеральной области латерального мыщелка недостаточно для восстановления анатомии суставной поверхности. Такая тактика грозит высокой долей осложнений и худшим функциональным результатом.

5.4. Применение различных подходов к остеосинтезу сложных двухмышцелковых переломов плато

В группе пациентов со сложными двухмышцелковыми переломами плато ББК мы апробировали предложенный усовершенствованный подход к этапному протоколу оперативного лечения, заключающийся в контроле первичной репозиции отломков на этапе наружной фиксации, а также оценили результаты применения двух подходов к накостному остеосинтезу у этих пациентов. В первой части мы сравнили две группы из 23 и 17 пациентов в зависимости от качества первичной репозиции в АВФ.

Во вторую часть мы включили 32 пациента, при остеосинтезе у которых применялись стандартные заднемедиальный и переднелатеральный доступы из положения на спине, и 26 пациентов, при остеосинтезе у которых мы применяли расширенный заднемедиальный доступ из положения на животе в комбинации с хирургическими доступами, обеспечивающими визуализацию заднелатеральных отделов плато ББК при их заинтересованности – расширенным переднелатеральным доступом, доступом по K.Frosch, прямым заднелатеральным доступом, переднемедиальным доступом (т.е. комбинации различных модификаций медиальных и латеральных доступов) или стандартным переднелатеральным доступом при отсутствии заинтересованности заднелатеральных отделов ББК в соответствии с теорией колонн.

5.4.1. Сравнительный анализ результатов лечения пациентов с переломами проксимального метаэпифиза большеберцовой кости в зависимости от качества первичной репозиции в аппарате внешней фиксации

Дооперационный койко-день в группе пациентов с удовлетворительной репозицией в АВФ составил $13,2 \pm 3,8$ (9–18) дней, в группе с неудовлетворительной – $12,3 \pm 3,3$ (9–21) дней. Различия по этому параметру не были статистически значимыми: $t=0,926$; $p=0,366$. Также не было выявлено значимых различий в

длительности госпитализации: $21,4 \pm 4,4$ (14–27) дней и $17,7 \pm 3,7$ (14–22) дней соответственно ($t=-1,913$; $p=0,076$).

Результаты оценки итоговой репозиции после выполнения окончательного внутреннего остеосинтеза плато ББК, функциональные результаты на сроках наблюдения, а также доля осложнений представлены в таблице 5.9.

Таблица 5.9

Результаты окончательного остеосинтеза у пациентов с переломами плато ББК

Показатель			Группа		p
			Удовл. АВФ, n=23	Неудовл. АВФ, n=17	
Репозиция, n (%)		Анат.	15 (65)	5 (29)	<0,001
		Удовл.	8 (35)	3 (18)	
		Неудовл.	0	9 (53)	
Функциональный результат, баллы	6 мес.	Lysholm	69,00 [67,50-72,00] (56,00; 73,00)	69,00 [20,00-75,50] (11,00; 78,00)	0,896
		KSS	69,00 [67,50-72,00] (56,00; 73,00)	65,00 [40,50-79,00] (32,00; 80,00)	0,357
	12 мес.	Lysholm	83,50 [79,00-85,75] (67,00; 95,00)	69,00 [41,50-90,50] (11,00; 94,00)	0,084
		KSS	85,50 [81,50-87,75] (66,00; 95,00)	69,50 [47,25-93,50] (34,00; 95,00)	0,122
	24 мес.	Lysholm	85,00 [83,00-92,00] (65,00; 95,00)	73,00 [60,00-92,00] (16,00; 94,00)	0,174
		KSS	88,00 [80,00-93,00] (65,00; 95,00)	75,00 [58,00-95,00] (39,00; 95,00)	0,290
Осложнения, n (%)			3 (13%)	9 (53%)	0,006

Жирным шрифтом выделены статистически значимые показатели $p < 0,05$.

Необходимо отметить, что анатомичная репозиция после окончательного остеосинтеза в группе с удовлетворительной репозицией в АВФ встречалась статистически значимо чаще, чем в группе с неудовлетворительной репозицией ($\chi^2=5,013$; $p=0,025$).

Из всех случаев осложнений у пациентов с первичным удовлетворительным положением костных отломков в АВФ в одном случае наблюдалась глубокая инфекция, а в двух было отмечено развитие посттравматического остеоартрита без показаний к эндопротезированию в срок наблюдения.

В группе пациентов с первичным неудовлетворительным положением отломков в АВФ осложнения встречались статистически значимо чаще ($p=0,006$): 2 случая глубокой инфекции, потребовавшие раннего удаления имплантатов и санации очага инфекции; 3 случая потери репозиции и нарастания деформации и 4 случая посттравматического остеоартрита. Одному пациенту с остеоартритом потребовалось выполнение раннего эндопротезирования коленного сустава.

Таким образом, качественная первичная репозиция в АВФ способствует как более качественной репозиции отломков в ходе операции окончательного остеосинтеза, так и улучшению функциональных результатов лечения.

5.4.2. Результаты применения стандартных доступов для остеосинтеза сложных внутрисуставных переломов плато

Результатом остеосинтеза у пациентов со сложными переломами плато ББК в первой группе, у которых был применен стандартный подход с использованием стандартных заднемедиального и переднелатерального доступов из положения на спине, оцененным на контрольных рентгенограммах, стало анатомичное положение отломков в 15 (46,9%) случаях (9 из них 41C1 и 41C2 и 6 41C3). Удовлетворительная репозиция внутрисуставного перелома отмечена в 6 (26,1%) случаях переломов плато 41C3, в силу остаточного внутрисуставного смещения до 5 мм. В 11 (47,8%) случаях переломов плато 41C3 не удалось добиться удовлетворительного положения отломков за счет внутрисуставных ступеней, относительного расширения плато и остаточной вальгусной деформации.

Функциональный результат у пациентов первой группы по шкалам Lysholm и KSS на сроках 6, 12, 24 мес. представлен в таблице 5.10.

Отмечено статистически значимое изменение функциональных показателей по обеим шкалам в течение периода наблюдения ($p<0,001$). Медианные значения

по шкале Lysholm увеличились с 68,00 [37,00–73,00] через 6 мес. до 74,00 [57,00–84,00] через 12 мес. с последующей стабилизацией к 24 месяцам – 74,00 [55,25–89,25].

Таблица 5.10

Функциональный результат применения стандартных заднемедиального и переднелатерального доступов для остеосинтеза полных внутрисуставных переломов плато большеберцовой кости

Срок наблюдения	Шкала	
	Lysholm	KSS
6 мес.	68,00 [37,00–73,00] (11,00; 77,00)	66,00 [58,00–76,00] (34,00; 80,00)
12 мес.	74,00 [57,00–84,00] (11,00; 90,00)	69,00 [62,00–88,00] (34,00; 95,00)
24 месяца	74,00 [55,25–89,25] (50,00; 91,00)	73,00 [59,00–93,25] (50,00; 95,00)
Значение p	<0,001	<0,001

Аналогичная динамика наблюдалась по шкале KSS: рост с 66,00 [58,00–76,00] до 69,00 [62,00–88,00] на сроке 12 мес. и до 73,00 [59,00–93,25] к концу периода наблюдения. Полученные данные свидетельствуют об улучшении функции коленного сустава в течение первого года после операции с последующим сохранением достигнутых результатов.

Статистически значимое улучшение балльных показателей было отмечено по обоим шкалам в интервал между 6-м и 12-м месяцами наблюдения ($p=0,016$ для шкалы Lysholm и $p=0,006$ для шкалы KSS). Значимого улучшения функции в период между 1-м и 2-м годами после операции обнаружено не было ($p=0,791$ и $p=0,249$ соответственно).

Клинический пример успешного применения стандартных хирургических доступов у пациента Д., 45 лет, с переломом 41C3 представлен на рисунке 5.5.

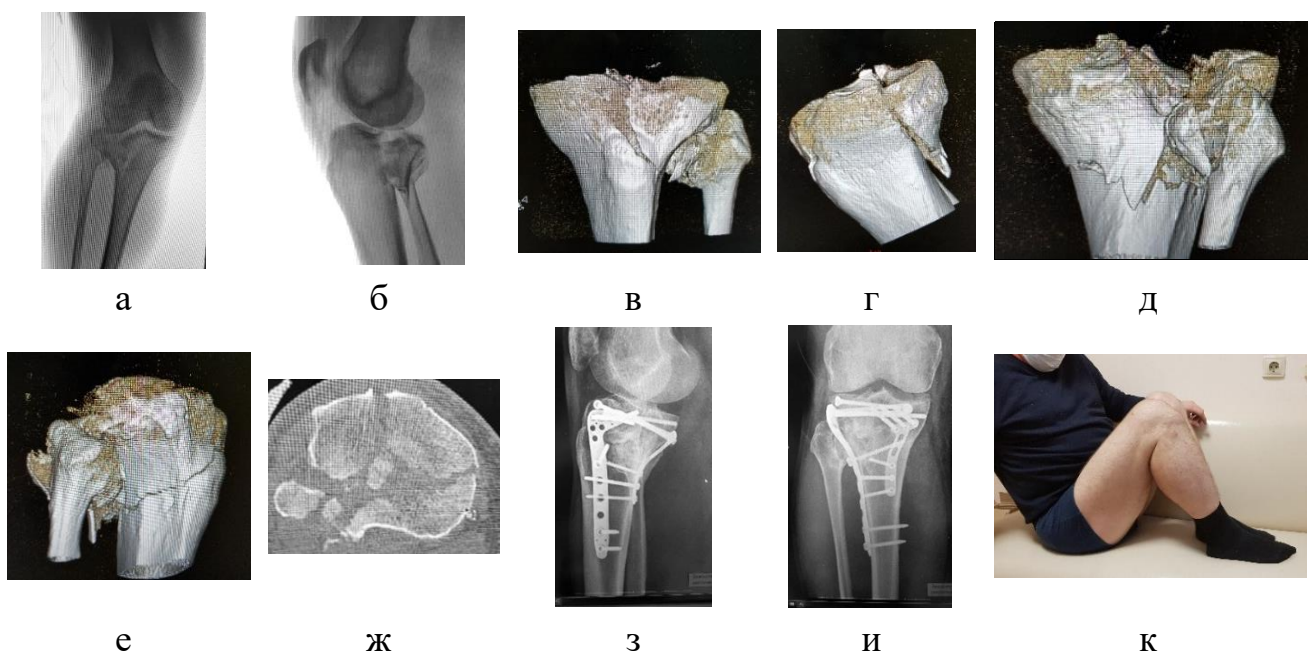


Рисунок 5.5. Многооскольчатый перелом плато большеберцовой кости в результате высокоэнергетической травмы у пациента Д., 45 лет: а, б – первичные рентгенограммы; в – ж – данные КТ; з, и – контрольные рентгенограммы; к – функциональный результат через 10 мес. после операции

Функциональный результат в срок 24 мес. после операции составил 90 баллов по шкале Lysholm, 93 балла – по шкале KSS.

Осложнения развились у 14 (43,8%) пациентов этой группы, при этом у ряда пациентов диагностировано более одного осложнения.

В 3 случаях развилась острая периимплантная инфекция. Во всех случаях была выполнена санация очага инфекции в течение текущей госпитализации (в срок до 10 дней с момента остеосинтеза). У всех больных явления ранней инфекции были купированы и не потребовали удаления имплантатов. Еще у одного пациента выявлены явления поздней периимплантной инфекции – остеомиелита проксимального отдела большеберцовой кости, гонита коленного сустава через 2,5 года после остеосинтеза, потребовавшие санации, удаления имплантатов, установки спейсера проксимального отдела большеберцовой кости.

У 5 пациентов с изначально неудовлетворительным положением отломков на послеоперационных рентгенограммах в срок 3 мес. отмечено значимое нарастание вальгусной деформации (более 5°) и вторичной депрессией наружного мыщелка.

У 9 пациентов в сроки наблюдения 6–12 мес. выявлены рентгенологические признаки выраженного посттравматического остеоартрита 3-4 стадии по классификации Kellgren – Lawrence (1957).

У одного пациента в срок 6 мес., у которого остеосинтез был выполнен одной латеральной опорной пластиной и спонгиозными винтами со стороны медиального мыщелка, выявлена значимая деструкция медиального мыщелка с пенетрацией винтов в полость сустава. С целью подготовки к этапному тотальному эндопротезированию коленного сустава, металлоимпланты были удалены, через 12 месяцев после травмы установлен протез типа RHK.

Еще у одной пациентки протезирование коленного сустава выполнено после удаления металлоконструкций через 4 года после травмы.

Еще одна пациентка, остеосинтез которой выполнен 3 года назад, находится в очереди на плановое эндопротезирование.

У 6 пациентов проявления посттравматического остеоартрита имели умеренный характер и проявлялись болевым синдромом при выраженной физической нагрузке, умеренным ограничением функциональных показателей через 24 месяца после травмы не ниже 65 баллов по шкалам Lysholm и KSS. Они не были нами зарегистрированы как осложнения.

5.4.3. Результаты применения расширенного заднемедиального и модифицированных латеральных доступов для остеосинтеза сложных внутрисуставных переломов плато

Во второй группе пациентов, в которой применяли различные расширенные модификации заднемедиальных и латеральных доступов для остеосинтеза сложных переломов плато ББК, рентгенологические результаты репозиции после операции, показали, что у 14 (53,8%) пациентов данной группы получено анатомичное положение внутрисуставных отломков (1 пациент с переломом типа C1 и 13 – с переломами типа C3), у 10 (38,5%) пациентов положение отломков расценено как удовлетворительное (все с типом C3). У 2 (7,7%) пациентов с переломами типа C3 этой группы нам не удалось добиться удовлетворительного

положения отломков за счет сохранившейся импрессии латерального мыщелка и остаточной вальгусной деформации более 10° .

Функциональные результаты, оцененные в срок 6, 12, 24 мес. по шкалам Lysholm и KSS, представлены в таблице 5.11.

Выявлено статистически значимое улучшение функциональных показателей по обеим шкалам ($p < 0,001$). Так, медиана по шкале Lysholm увеличилась с 69,00 [64,50–73,00] через 6 мес. до 86,50 [73,00–93,75] через 24 месяца, а по шкале KSS – с 73,00 [64,00–77,00] до 87,00 [75,00–94,75] соответственно.

Таблица 5.11

Функциональный результат применения расширенного заднемедиального и модифицированных латеральных доступов для остеосинтеза сложных внутрисуставных переломов плато большеберцовой кости

Срок наблюдения	Шкала	
	Lysholm	KSS
6 мес.	69,00 [64,50–73,00] (14,00; 90,00)	73,00 [64,00–77,00] (32,00; 89,00)
12 мес.	83,00 [69,00–94,00] (16,00; 95,00)	85,00 [70,00–94,00] (39,00; 95,00)
24 мес.	86,50 [73,00–93,75] (16,00; 100,00)	87,00 [75,00–94,75] (39,00; 100,00)
Значение p	$<0,001$	$<0,001$

Эти результаты отражают выраженную положительную динамику восстановления функции коленного сустава и улучшение клинических исходов в течение двух лет после операции. Статистически значимое улучшение балльных показателей было отмечено по обеим шкалам в интервал между 6-м и 12-м мес. наблюдения ($p=0,006$ для шкалы Lysholm и $p=0,001$ для шкалы KSS). Значимого улучшения функции в период между 1-м и 2-м годами после операции обнаружено не было ($p=0,249$ и $p=0,820$ соответственно).

Клинический пример применения комбинации расширенных хирургических доступов у пациента Н., 35 лет, со сложным переломом типа 41C3 представлен на

рисунке 5.6. Оперативное лечение проводилось в три этапа. Первично наложен трансартикулярный АВФ в режиме умеренной тракции с восстановлением оси коленного сустава. На 6-й день выполнен расширенный заднемедиальный доступ с установкой двух опорных пластин. На 18-й день выполнен прямой заднелатеральный и переднелатеральный доступы для устранения заднелатеральной импрессии и установки Т-образной мини-пластины по задней поверхности наружного мыщелка и переднелатеральной анатомичной пластины.

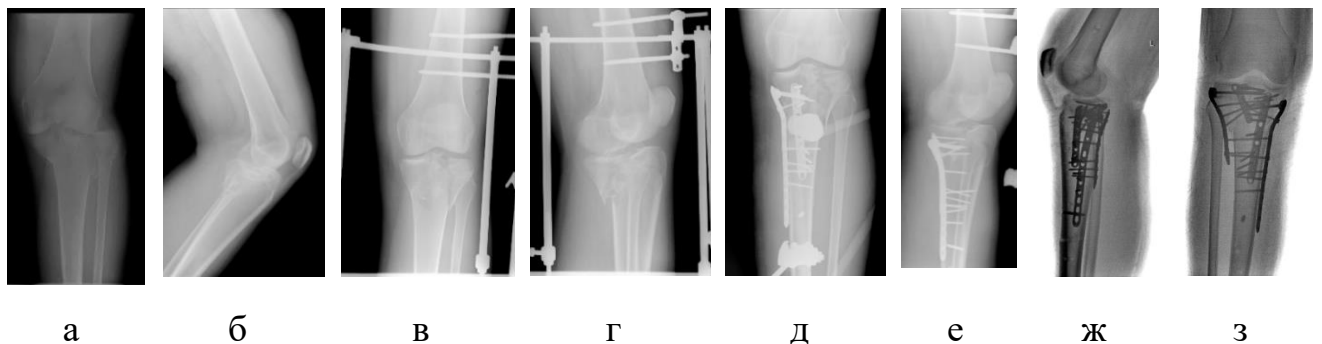


Рисунок 5.6. Многооскольчатый перелом плато в результате высокоэнергетической травмы у пациента Н., 35 лет: а, б – первичные рентгенограммы; в, г – после установки первичного АВФ; д, е – после выполнения заднемедиального доступа; ж, з – после выполнения заднелатерального и переднелатерального доступов

Функция коленного сустава через 24 месяца оценена как 83 балла по шкале Lysholm и 85 баллов по шкале KSS.

Осложнения развились у 5 (19,2%) пациентов. При этом инфекционных осложнений в раннем послеоперационном периоде, а также в отсроченном периоде на контрольных осмотрах не выявлено нами ни у одного пациента этой группы.

Выраженное вторичное смещение, нарастание вальгусной деформации в срок 6 мес. выявлено у пациентки К., 63 лет, со сложным многооскольчатым четырехколонным высокоэнергетическим переломом типа 41C3 со значительным смещением фрагментов внутреннего мыщелка, разрушением суставной поверхности наружного мыщелка с формированием отдельного ротированного центрального фрагмента не связанного с мягкими тканями, который в ходе операции был вынужденно выделен и помещен обратно в область дефекта в сочетании с костной аутопластикой из гребня подвздошной кости и препаратом

аллокости в объеме 30 мл. Остеосинтез плато выполнен в три операционные сессии через заднемедиальный, переднемедиальный, расширенный переднелатеральный доступы с имплантацией 5 опорных пластин и замещением дефекта латерального мыщелка. В послеоперационном периоде в срок 6 мес. после операции выявлена вторичная импрессия суставной поверхности латерального мыщелка, нарастание вальгусной деформации до 20°. Пациентка ходит с частичной опорой на поврежденную нижнюю конечность, сгибание коленного сустава до 90°, дефицит разгибания до 10°. Пациентка нуждается в эндопротезировании коленного сустава после удаления накостных фиксаторов.

Явления посттравматического остеоартрита со снижением функции коленного сустава, проявляющегося относительно низкими показателями по шкалам и характерными рентгенологическими проявлениями, выявлены нами у 4 пациентов. Операция эндопротезирования не была выполнена ни одному пациенту в срок до 24 месяцев после травмы.

5.4.4. Сравнительный анализ результатов применения стандартных доступов и модифицированных доступов для остеосинтеза сложных внутрисуставных переломов плато

Сравнительный анализ результатов остеосинтеза сложных переломов плато у пациентов обеих групп исследования представлен в таблице 5.12. Группы пациентов были сопоставимы по половому и возрастному составу.

Для пациентов, у которых применялся стандартный заднемедиальный и переднелатеральный доступы, были более характерны переломы типа C1 ($p=0,027$), а у пациентов, которым были выполнены расширенные доступы, – переломы типа C3 ($p=0,015$). При этом по классификации J.Schatzker статистически значимых различий выявлено не было ($p=0,087$).

В первой группе импрессия суставной поверхности в заднелатеральной области латерального мыщелка выявлена у 59,4% пациентов, во второй у 84,6%. Наличие импрессии заднелатерального фрагмента было более характерно для пациентов второй группы ($p=0,036$).

Таблица 5.12

Результаты остеосинтеза сложных переломов плато ББК

Параметр	Стандартный 3М и ПЛ доступ, n=32	Расширенный 3М и расширенный латеральный, n=26	p
Пол:			
женщины	18 (56,2%)	16 (61,5%)	0,684
мужчины	14 (43,8%)	10 (38,5%)	
Возраст, лет	55,50 [45,50–61,75] (29,00; 69,00)	49,50 [37,75–62,25] (21,00; 74,00)	0,481
АВФ	15 (46,9%)	19 (73,1%)	0,044
АВФ удовл.	9 (28%)	11 (42%)	0,901
3М доступ для медиального мыщелка	28 (87,5%)	26 (100,0%)	0,120
Репозиция:			
Анатомичная	15 (46,9%)	14 (53,8%)	0,035
Удовл.	6 (18,8%)	10 (38,5%)	
Неудовл.	11 (34,4%)	2 (7,7%)	
Осложнения	14 (43,8%)	5 (19,2%)	0,048
Lysholm 24 месяца	74,00 [55,25–89,25] (50,00; 91,00)	86,50 [73,00–93,75] (16,00; 100,00)	0,047
KSS 24 месяца	73,00 [59,00–93,25] (50,00; 95,00)	87,00 [75,00–94,75] (39,00; 100,00)	0,169

В качестве первичной стабилизации АВФ в первой группе применялся у 15 (46,9%) пациентов, при этом удовлетворительная коррекция положения отломков достигнута у 9 (60,0%), во второй группе АВФ применили у 19 (73,1%) пациентов, с удовлетворительной коррекцией положения отломков у 11 (57,9%). Т.е. во второй группе исследования мы чаще ($p=0,044$) придерживались многоэтапной тактики лечения.

У 8 пациентов (32,0%) второй группы с переломами типа 41C3 этап погружного остеосинтеза разделяли на две и более операционные сессии с целью снижения травматичности операции и риска осложнений.

Возможно, этим фактом объясняется отсутствие инфекционных осложнений во второй группе. Доля пациентов с удовлетворительным положением отломков в

АВФ сопоставима в обеих группах. Вопрос влияния качества первичной репозиции в аппарате внешней фиксации на окончательный результат лечения рассмотрен нами ранее.

Медиана дооперационного койко-дня сопоставима в обеих группах ($p=0,880$). В первой группе он составил 12,00 дней [9,50–14,50] (4,00; 20,00), во второй – 13,00 [9,00–14,75] (8,00; 36,00). Этот показатель косвенно отражает тяжесть повреждения и длительность, необходимую для нормализации состояния мягких тканей.

В первой группе остеосинтез выполняли из двух стандартных доступов у всех, кроме 4 пациентов, у которых применили только переднелатеральный доступ. Во второй группе у 20 пациентов применили комбинацию расширенного заднемедиального и какого-либо латерального доступов, у 6 пациентов применили три доступа. То есть у пациентов второй группы мы старались применить рациональное сочетание нескольких коротких хирургических доступов обеспечивающих прямой подход к заинтересованным колоннам плато ББК, а также фиксацию заднелатерального фрагмента при его наличии.

Остеосинтез сложного перелома плато ББК в первой группе пациентов выполнялся с использованием одного латерального наkostного импланта у 5 пациентов (15,6%), двух медиальной и латеральной пластин у 25 пациентов (78,1%) и трех пластин (двух медиальных и латеральной) – у 2 пациентов (6,3%).

Во второй группе у 2 (7,7%) пациентов использовано 2 пластины, у 13 (50,0%) – 3 пластины, у 9 (34,6%) – 4 пластины, у 2 (7,7%) – 5 пластин. Можно отметить, что во второй группе пациентов для остеосинтеза сложного перелома плато применили относительно большее количество наkostных пластин, так как стремились к «многоколонной фиксации», которая, по данным биомеханических испытаний имеет ряд преимуществ (см. главу 3).

Замещение субхондрального дефекта в первой группе пациентов применили у 15 пациентов (46,8%), при этом у большинства из них с использованием аутокости. Во второй группе замещение субхондрального дефекта выполняли у 21 пациента (80,7%), т.е. статистически значимо чаще ($p=0,009$), при этом во всех

случаях применяли официальный препарат аллокости (у одной пациентки в сочетании с аутокостью).

Рентгенологические результаты репозиции в двух группах представлены в таблице 5.16. Можно отметить, что во второй группе удалось добиться анатомичного и удовлетворительного положения отломков в 92,3% случаев, а в первой группе в 65,7% случаев. По доле неудовлетворительного результата репозиции имелась статистически значимая разница, в пользу второй группы пациентов ($p=0,015$).

Функция коленного сустава у пациентов первой и второй групп также несколько различались на отдаленных сроках. На сроке наблюдения 6 мес. статистически значимой разницы по шкалам Lysholm и KSS получено не было (6 мес.: $p=0,378$ и $p=0,517$). На сроке наблюдения 12 мес. появились статистически значимые различия между группами по шкале Lysholm ($p=0,047$), которые сохранились к сроку 2 года ($p=0,047$). Однако по шкале KSS статистически значимых различий на сроках 1 и 2 года наблюдения получено не было ($p=0,066$ и $p=0,169$). Доля осложнений в первой группе составила 43,8%, во второй – 19,2% ($p=0,048$). Ведущим осложнением стало формирование посттравматического остеоартрита коленного сустава.

Таким образом, несмотря на относительно большую тяжесть переломов у пациентов второй группы, тактика их хирургического лечения в соответствии с теорией колонн и использованием оптимальных хирургических доступов в соответствии с архитектурой каждого конкретного перелома показала статистически значимые различия в качестве репозиции костных отломков, функции коленного сустава и частоте неудовлетворительных исходов.

5.4.5. Обсуждение полученных результатов

Сложности оперативного лечения переломов проксимального метаэпифиза большеберцовой кости связаны с внутрисуставным характером повреждения, увеличением частоты низкоэнергетических переломов сопровождающихся значимой импрессией суставной поверхности, так и с возрастанием доли

высокоэнергетических повреждений области коленного сустава (Albuquerque R.P. et al., 2013; Reátiga Aguilar J., 2022). Наибольшая доля неудовлетворительных результатов отмечается у пациентов с переломами задних фрагментов латерального и медиального мыщелков ББК. В связи с этим разработан ряд классификаций, которые, в отличие от используемых ранее классификаций АО/ASIF (Meinberg E.G. et al., 2018) и J. Schatzker (1974), подразделяют плато ББК на колонны и выделяют передние и задние отделы плато ББК (Luo C.F. et al., 2010; Chang S.M. et al., 2014; Krause M. et al., 2016). На основе этих классификаций ряд авторов предлагают хирургические доступы к задним отделам плато ББК с публикацией доказательств технической возможности и безопасности их выполнения на кадаверном материале и результатов их клинического применения (Frosch K.H. et al., 2010; Luo C.F. et.al., 2010; Cho J.-W., 2017; He Q.F., 2018). Мы в своей работе сравнили принципиальные подходы к лечению полных суставных переломов плато ББК и выделили группу пациентов, у которых при выполнении остеосинтеза использованы хирургические доступы, отличные от стандартных переднелатерального и заднемедиального хирургических доступов, выполняемых в положении на спине. Таким образом, мы постарались усовершенствовать ряд общепринятых подходов к оперативному лечению этих повреждений и обосновать их целесообразность.

В первой части клинического исследования мы доказали улучшение результатов репозиции отломков сложных внутрисуставных переломов плато ББК, а также статистически значимое снижение доли осложнений при применении **усовершенствованного двухэтапного протокола** с первичным контролем восстановления оси и длины проксимального отдела голени при наружной фиксации.

Во второй части клинического исследования этапный подход к лечению пациентов, который заключался в первичном наложении АВФ с конверсией на погружной остеосинтез, в первой группе применили у 46,9% пациентов, во второй группе – у 73,1% пациентов. Кроме того, у 32,0% пациентов второй группы этап конверсии был разделен на две и более сессии. Такой подход, с нашей точки зрения,

снизил долю инфекционных осложнений и позволил добиться более качественной репозиции во второй группе пациентов, несмотря на относительно большее количество хирургических доступов и использованных имплантатов.

Во всех случаях во второй группе на этапе предоперационной подготовки выполняли КТ-исследование для обоснованного выбора доступа, который определялся конкретной архитектурой перелома, исходя из выявления вовлеченности колонн (переднемедиальной, заднемедиальной, переднелатеральной, заднелатеральной), расположения плоскостей перелома и верхушки раскола заднемедиального фрагмента, ротации медиального мыщелка вокруг сагиттальной оси (наличия варусного отклонения, для устранения которого необходима опора по внутренней поверхности) и необходимости визуализации области сопоставления суставной поверхности переднемедиального и заднемедиального фрагментов, наличия и степени выраженности импрессии заднелатерального и переднелатерального фрагментов, локализация плоскости раскола латерального мыщелка, сохранность задней стенки латерального мыщелка. Таким образом, можно сказать, что во второй группе выбор доступов был более индивидуальным.

Во второй группе пациентов для репозиции медиального мыщелка мы чаще применяли принцип противоскольжения (антиглайд) и использовали низкопрофильные пластины (см. главу 2).

Мы не разделяем мнение, согласно которому низкопрофильные пластины (1/3-трубчатая, реконструктивная) не обеспечивают достаточной стабильности при фиксации ими медиального мыщелка. По нашему мнению, при достижении качественной репозиции медиального мыщелка и его заднемедиального фрагмента с ориентиром на вершину раскола восстанавливаются межкортикальный контакт и костная опора, что компенсирует недостаточную жесткость имплантата. В то же время точная репозиция медиального мыщелка облегчает репозицию латерального мыщелка, сохраняет стабильность коленного сустава и предотвращает потерю репозиции в дальнейшем. Доказательством этих позиций может служить то, что в первой группе мы чаще применяли жесткие пластины для остеосинтеза

медиального мыщелка и получили худшие рентгенологические результаты репозиции отломков и большую долю послеоперационных осложнений, связанных со вторичной потерей репозиции и развитием посттравматического остеоартрита. Кроме того, две низкопрофильные пластины позволяют удерживать фрагмент медиального мыщелка в двух плоскостях, что повышает качество его фиксации. Замещение дефекта субхондральной кости латерального мыщелка у большей доли пациентов во второй группе пациентов, по нашему мнению, также способствовало лучшему рентгенологическому результату и профилактике вторичной потери репозиции.

Принцип прицельной репозиции области импрессии суставной поверхности, в частности локализующейся в заднелатеральном отделе плато ББК, также апробирован нами в данном исследовании. Заднелатеральная импрессия выявлена у 22 (84,6%) пациентов второй группы. Мы производили ее репозицию различными методами: у 9 пациентов – из заднемедиального доступа, у 4 – из прямого заднелатерального доступа, у 4 – из доступа К.Frosch, у остальных 5 пациентов – из расширенного переднелатерального доступа. У 13 пациентов (59,1% пациентов с импрессией заднелатеральной области) заднелатеральная область плато ББК и ее задняя «стенка» фиксированы отдельной пластиной. В первой группе фрагмент заднелатеральной импрессии выявлен у 19 (59,4%) пациентов, прицельная репозиция его не осуществлялась.

Различия в репозиционной тактике в первой и второй группах наблюдения отразились в рентгенологических результатах, а также в достигнутой стабильности фиксации и доле осложнений. Традиционный подход с использованием стандартных переднелатерального и заднемедиального хирургических доступов в положении на спине, по нашему мнению, приемлем и показан при переломах типов 41C1, 41C2 (при необходимости восстановления стабильности медиальной и латеральной колонн с установкой опорных пластин по медиальной и латеральной поверхностям проксимального отдела ББК), при отсутствии значимой импрессии в заднелатеральных отделах и крупных фрагментах раскола медиального и латерального мыщелков, а также при переднелатеральной локализации импрессии

в латеральном мыщелке и в основном при варусном отклонении фрагмента медиального мыщелка, т.е. когда возможна качественная репозиция медиального мыщелка из стандартного заднемедиального доступа с расположением пластины по внутренней поверхности или по гребню ББК.

Безусловно, представленная нами тактика лечения многооскольчатых переломов плато ББК имеет ряд недостатков. Используемые при этом хирургические доступы достаточно травматичны, требуют хорошего знания анатомии области коленного сустава и хорошей хирургической техники. Кроме того, большое количество имплантатов и кожные разрезы, отличающиеся от стандартного доступа для эндопротезирования коленного сустава, могут быть препятствием при последующем выполнении эндопротезирования коленного сустава в случаях прогрессирования явлений посттравматического остеоартрита. Однако, с другой стороны, предлагаемая тактика лечения позволяет более качественно восстановить анатомию сустава и обеспечить возможность раннего функционального лечения, что снижает вероятность последующего эндопротезирования.

Таким образом, апробированный усовершенствованный подход к хирургическому лечению сложных переломов плато большеберцовой кости с достижением адекватной репозиции отломков и восстановлением оси и длины конечности на первом этапе, а также с дальнейшим использованием расширенных хирургических доступов, прицельной репозиции в зависимости от архитектоники перелома и стабильной многоколонной фиксации, дает лучшие функциональные результаты и меньшую долю осложнений в сравнении с традиционным подходом.

5.5. Обсуждение полученных результатов хирургического лечения переломов плата большеберцовой кости различных типов

Изученные результаты оперативного лечения 162 пациентов с внутрисуставными переломами плато ББК различных типов позволили сделать следующие заключения. При переломах латерального мыщелка плато большеберцовой кости типа 41B1 при сагиттальной плоскости раскола, а также и при передней локализации импрессии переломов типов 41B2 и 41B3 оперативное лечение из стандартного переднелатерального доступа достаточно для выполнения адекватной репозиции суставной поверхности в большинстве случаев. Качественное замещение субхондрального дефекта ауто-, аллокостью или синтетическим заменителем кости, субхондральная поддержка («рафтинг»), имплантация современных анатомичных пластин с угловой стабильностью винтов могут обеспечить хороший функциональный результат и низкий уровень осложнений при изучаемых переломах, локализующихся в переднелатеральной области плато ББК.

При переломах латерального мыщелка типов 41B2 и 41B3 с распространением зоны импрессии на заднелатеральный отдел возможно применение различных хирургических подходов в зависимости от конфигурации перелома, состояния мягких тканей и предпочтений хирурга. Стандартный переднелатеральный хирургический доступ и стандартное позиционирование анатомичной латеральной опорной пластины в большинстве подобных случаев не позволяет выполнить качественную репозицию и фиксацию заднелатерального фрагмента.

Прямая прицельная репозиция и фиксация заднелатерального фрагмента отдельным имплантом имеют биомеханическое преимущество. Для этого необходимо применение расширенных вариантов переднелатерального доступа, доступа с остеотомией головки малоберцовой кости, прямого заднелатерального доступа без остеотомии малоберцовой кости. Применение этих хирургических доступов позволяет добиться анатомичной или удовлетворительной репозиции

внутрисуставного перелома у большинства пациентов, хорошего функционального результата при низком уровне осложнений.

При распространении перелома на переднелатеральный и заднелатеральный квадранты возможно применение доступа K.Frosch или комбинации прямого заднелатерального и переднелатерального доступов. Для корректного остеосинтеза необходима тщательная топическая диагностика повреждения на основе данных предоперационного КТ в объеме 3D-реконструкции, аксиальных, фронтальных и сагиттальных срезов. Все эти доступы имеют свои анатомические ограничения, которые необходимо знать при их выполнении.

При сложных двухмышцелковых переломах плато ББК со смещением медиального мышцелка в сочетании с импрессией заднелатеральной области показано применение расширенного заднемедиального доступа, из которого возможно выполнить непрямую элевацию заднелатерального фрагмента, замещение субхондрального дефекта и имплантацию опорной пластины для поддержки задней стенки наружного мышцелка.

Расширенный переднелатеральный доступ с мобилизацией пространства над головкой малоберцовой кости, а также доступ с остеотомией головки малоберцовой кости позволяют визуализировать суставную поверхность заднелатерального квадранта, выполнить репозицию и его фиксацию за счет установки субхондральных винтов и расположения опорной пластины кзади над головкой малоберцовой кости.

Деление разновидностей перелома медиального мышцелка ББК на три варианта, основанное на практическом применении трехколонной (Luo C.F. et al., 2010) и четырехколонной (Chang S.M. et al., 2014) классификаций, а также модифицированной классификации J. Schatzker (2018), облегчает процесс предоперационного планирования, выбора хирургического доступа, позиционирования и типа имплантов. По данным КТ в режиме 3D-реконструкции мы выделяли три варианта перелома медиального мышцелка: целостный медиальный мышцелок, заднемедиальный фрагмент, два фрагмента: переднемедиальный и заднемедиальный.

В процессе предоперационного планирования проводили анализ их ротационного смещения (вокруг сагиттальной и фронтальной осей), расположение и смещение вершины отколото заднемедиального фрагмента, степень внутрисуставной ступени между заднемедиальным и переднемедиальным фрагментами.

Заднемедиальный доступ из положения пациента на животе позволяет обеспечить качественную репозицию медиального мыщелка при различных его типах, а также в сочетании его с импрессией заднелатерального фрагмента. При этом существующие разновидности заднемедиального доступа (прямой или L-образный реверсивный), по нашему мнению, не имеют существенных преимуществ и, скорее всего, могут являться предметом предпочтений оперирующего хирурга, так как, по данным литературы (Tripathi V. et al., 2019), эти доступы отличаются только модификацией кожного разреза, оставляя идентичной глубокую диссекцию.

Подход к репозиции медиального мыщелка с учетом топической диагностики его вершины и «точек перерыва суставного кольца» с применением техники противоскользких пластин и использованием стягивающих винтов, проводимых в перпендикулярном плоскости перелома направлении, также показал свою эффективность.

Многоплоскостная фиксация низкопрофильными пластинами, установленными по задней и внутренней поверхностям, в зависимости от имеющегося первичного смещения, обеспечивает достаточную для ранней разработки стабильность остеосинтеза и не приводит к вторичным смещениям (является профилактикой вторичных смещений).

Анатомичная репозиция медиального мыщелка или его заднего фрагмента облегчает репозицию остальных фрагментов (латерального мыщелка) и позволяет в большинстве случаев добиться анатомичной или удовлетворительной репозиции даже при сложных переломах.

При сложных двухмышцелковых переломах плато ББК показано применение расширенного заднемедиального доступа в комбинации с одним из модифицированных латеральных доступов.

Апробированный нами усовершенствованный подход к хирургическому лечению сложных переломов плато большеберцовой кости с использованием расширенных хирургических доступов, этапного оперативного лечения, прицельной репозиции в зависимости от архитектоники перелома, стабильной многоколонной фиксации, дает лучшие функциональные результаты и меньшую долю осложнений в сравнении с традиционным подходом.

В этой главе изложены результаты лечения пациентов с различными типами внутрисуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости. Как видно из наших данных эти переломы обладают высоким разнообразием, однако предложенные и разработанные в ходе биомеханических, топографо-анатомических и клинических исследований подходы, могут с успехом применяться при оперативном лечении различных типов переломов плато, в том числе и при распространении повреждения на задние отделы мышцелков ББК. В целом совокупность предлагаемых подходов может представлять систему хирургического лечения внутрисуставных переломов в области коленного сустава, применение которой направлено на улучшение результатов лечения профильных пациентов.

ГЛАВА 6. РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ОКОЛОСУСТАВНЫМИ И ВНУТРИСУСТАВНЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ ДИСТАЛЬНОГО МЕТАЭПИФИЗА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ

В этой главе мы описали результаты оперативного лечения пациентов с около- и внутрисуставными переломами дистального метаэпифиза большеберцовой кости. Сначала по аналогии с данными, представленными в предыдущей главе, нами было изучено влияние качества первичной репозиции после выполнения наружной фиксации как первого этапа усовершенствованного двухэтапного протокола на результаты лечения пациентов с переломами пилона. Далее представлены результаты сравнительного анализа результатов хирургического лечения пациентов с переломами дистального метаэпифиза ББК всех типов после выполнения традиционного остеосинтеза с использованием одной опорной пластины и усовершенствованного метода остеосинтеза с использованием нескольких опорных пластин, фиксирующих поврежденные колонны пилона.

6.1. Исследование результатов применения усовершенствованного двухэтапного протокола лечения пациентов с переломами дистального метаэпифиза большеберцовой кости

В первой группе (30 пациентов) была достигнута качественная первичная репозиция во временном аппарате внешней фиксации в соответствии с описанными выше критериями восстановления длины и оси голени, во второй группе (20 пациентов) положение отломков расценено как неудовлетворительное.

Медиана предоперационного периода составила в первой группе 11 дней (IQR – 9; min – 2, max – 29), во 2-й группе – 23 дня (IQR – 17, min – 0, max – 52). Медиана длительности стационарного лечения в первой группе составила 16 дней (IQR – 7, min 14, max – 37), во второй группе – 32 дня (IQR – 22; min – 11, max – 61). Оба параметра были статистически значимо меньше для первой группы пациентов ($p=0,038$ и $p=0,005$ соответственно).

В качестве метода окончательного накостного остеосинтеза у пациентов первой группы применялось МІРО у 10 пациентов (33%), а ограниченная ORIF из переднелатерального или переднемедиального доступа – у 20 пациентов (67%). Во второй группе пациентов МІРО был выполнен 4 пациентам (20%), ограниченная ORIF из различных доступов и их сочетаний – у 16 пациентов (80%).

Распределение результатов репозиции отломков в группах исследования в зависимости от метода накостного остеосинтеза представлено в таблице 6.1.

Таблица 6.1

Результаты репозиции отломков пациентов с переломами
дистального метаэпифиза ББК

Техника	Удовл. АВФ, n=30	Неудовл. АВФ, n=20
МІРО анатом.	7 (23%)	2 (10%)
МІРО удовл.	3 (10%)	2 (10%)
МІРО неудовл.	-	-
МІРО всего	10 (33%)	4 (20%)
ORIF анатом.	18 (60%)	5 (25%)
ORIF удовл.	2 (7%)	6 (30%)
ORIF неудовл.	-	5 (25%)
ORIF всего	20 (67%)	16 (80%)

Анализ представленной таблицы показал, что МІРО и ORIF в первой группе применялись с той же частотой, что и во второй группе ($\chi^2=1,058$; $p=0,304$).

В целом анатомичная репозиция определялась у 25 пациентов (83%), удовлетворительные – у 5 пациентов (17%) первой группы. Во второй группе анатомичная репозиция определялась у 7 пациентов (35%), удовлетворительная – у 8 пациентов (40%), неудовлетворительная – у 5 пациентов (25%).

Согласно расчетам без учета техники остеосинтеза, разница между группами по параметрам восстановления анатомии дистального метаэпифиза ББК признана статистически значимой (точный критерий Фишера – Фримана – Холтона равен 14,4; $p<0,001$). В первой группе анатомичной репозиции удавалось добиться статистически значимо чаще, а неудовлетворительная репозиция встречалась статистически значимо реже, чем во второй группе ($p=0,011$ для обоих сравнений).

В случае применения МРО статистической разницы между группами выявлено не было ($p=0,580$). Однако у пациентов, которым была выполнена ORIF, мы обнаружили, что качественная репозиция на этапе внешней фиксации статистически значимо чаще была связана с анатомичной репозицией после остеосинтеза (точный критерий Фишера – Фримана – Холтона 13,793; $p<0,001$).

В первой группе консолидация перелома отмечена у 5 пострадавших (17%) в срок 3 мес., у 17 пациентов (57%) – в срок 6 мес., у 7 пациентов (23%) – в срок 12 мес. У одного пациента (3%) в срок 12 мес. отмечено несращение. Во второй группе аналогичные данные по срокам наблюдения составили: в срок 3 мес. сращение перелома не отмечено ни у одного пациента, в срок 6 мес. – у 7 пациентов (35%), в 12 мес. – у 11 (55%). У двух пациентов (10%) в срок 12 мес. отмечено несращение.

Медианные значения функциональных результатов по шкале AOFAS в срок 6, 12 и 24 мес. в первой группе составили: 71,00 балл [62,25–75,00] (42,00; 84,00), 75,00 баллов [66,50–80,50] (51,00; 95,00), 77,50 баллов [72,00–85,00] (54,00; 93,00) соответственно.

Во второй группе исследования медиана функциональных результатов в баллах в те же сроки составила 62,00 балла [45,00–78,00] (39,00; 82,00); 66,50 балла [47,00–90,50] (44,00; 94,00), 73,00 балла [70,50–95,50] (70,00; 97,00) соответственно. На каждом из сроков наблюдения статистически значимой разницы между группами в показателях не получено.

Доля и структура осложнений в обеих группах исследования, прослеженные нами в сроки до 2 лет после операции, несколько различались. В первой группе выявлены следующие осложнения у 7 (23%) пострадавших: 2 случая замедленной консолидации перелома, один случай формирования ложного сустава, один случай неправильной консолидации с выраженной вальгусной деформацией, 3 случая остеоартрита ГСС.

Во второй группе у 9 пострадавших (45%) выявлены: 2 случая инфекции (оба – первично открытые переломы с последующим удалением имплантата после сращения), 2 случая несращения; 7 клинически значимых случаев остеоартрита, 3 из которых потребовали выполнения артродезирования голеностопного сустава в

срок до 2 лет после травмы. Различия доли осложнений в группах не достигли статистической значимости ($p=0,108$) (табл. 6.2).

Таблица 6.2

Результаты окончательного остеосинтеза у пациентов с переломами пилона большеберцовой кости

Показатель			Группа		p
			Удовл. АВФ, n=30	Неудовл. АВФ, n=20	
Репозиция, %		Анат.	25 (83)	7 (35)	<0,001
		Удовл.	5 (17)	8 (40)	
		Неудовл.	0	5 (25)	
Функциональный результат, баллы	6 мес.	AOFAS	71,00 [62,25–75,00] (42,00; 84,00)	62,00 [45,00–78,00] (39,00; 82,00)	0,341
	12 мес.	AOFAS	75,00 [66,50–80,50] (51,00; 95,00)	66,50 [47,00–90,50] (44,00; 94,00)	0,440
	24 мес.	AOFAS	77,50 [72,00–85,00] (54,00; 93,00)	73,00 [70,50–95,50] (70,00; 97,00)	0,905
Осложнения, %			7 (23)	9 (45)	0,108

Жирным шрифтом выделены значения $p<0,05$.

В первой группе повторные оперативные вмешательства нами были выполнены у 4 пациентов (13%). При этом у двух пациентов были выполнены операции реостеосинтеза с заменой фиксатора и замещением дефекта метафизарной зоны аутокостью. В обоих случаях мы добились сращения перелома. Еще у двух пациентов первой группы были удалены металлоконструкции по настоянию пациентов. Во второй группе повторные оперативные вмешательства выполнялись у 6 пациентов (30%). Из них у 2 пациентов с инфекционными осложнениями было выполнено удаление имплантатов и санация ложа. У других 2 пациентов для оптимизации процесса сращения перелома было выполнено замещение дефекта метафизарной зоны ауто- и аллокостью. У 3 пациентов второй группы выполнено артродезирование большеберцово-таранного сустава.

6.2. Результаты лечения пациентов с переломами дистального метаэпифиза большеберцовой кости при одноколонной фиксации

В первую группу были включены 36 пациентов с переломами дистального метаэпифиза ББК всех типов, у которых остеосинтез выполнили одной опорной пластиной, установленной по медиальной или переднелатеральной колоннам.

Так, техника малоинвазивного наkostного остеосинтеза (MIPO), без обнажения внутрисуставного перелома, была использована в 22 (61%) случаях. В 18 (81%) случаях установили дистальную медиальную пластину, в 3 (19%) случаях – переднелатеральную опорную пластину. В 15 случаях (68%) результат репозиции костных отломков признан анатомичным. В 5 случаях (23%) – удовлетворительным, из-за сохранившейся вальгусной деформации до 5° или остаточной рекурвации. В 2 случаях (9%) сохранилось неудовлетворительное положение отломков из-за остаточного вальгуса свыше 5°.

Техника ограниченного ORIF, с использованием переднелатерального (9 случаев (64%)) или переднемедиального (5 случаев (36%)) доступов, в соответствии с описанной в главе 2, применялась нами у 14 (39%) пострадавших. Дистальную медиальную пластину установили в 4 (29%) случаях, переднелатеральную анатомичную пластину установили в 9 (64%) случаях, еще в одном случае при переломе 43B2 установили третьетрубчатую пластину в качестве основного фиксатора по переднелатеральной колонне. В одном случае перелома 43C3 потребовалась костная пластика центрального дефекта с помощью аутокости.

Рентгенологический результат расценен как анатомичный в 9 случаях (64%), удовлетворительный в 3 случаях (21%) за счет ступени суставной поверхности до 2 мм, неудовлетворительный в 2 случаях (14%) за счет вальгусной деформации свыше 5° и подвывиха ГСС. Фиксация МБК пластиной произведена в 21 случае, т.е. в 77% случаев всех выявленных переломов МБК.

В целом в первой группе анатомичная репозиция костных отломков отмечена у 24 (66%) пострадавших, удовлетворительная – у 8 (22%) пострадавших и неудовлетворительная – у 4 (11%) (табл. 6.3).

Таблица 6.3

Рентгенологический результат остеосинтеза первой группы, n (%)

Показатель	МИРО	Огранич.ORIF	Всего
Пострадавшие	22 (62)	14 (38)	36 (100)
Медиальная пластина	18 (43)	4 (11)	22 (62)
Переднелатеральная пластина	3 (8)	9 (25)	12 (33)
Низкопрофильная пластина	1 (3)	1 (3)	2 (6)
Анатомичная репозиция	15 (42)	9 (25)	24 (67)
Удовлетворительная репозиция	5 (14)	3 (8)	8 (22)
Неудовлетворительная репозиция	2 (6)	2 (6)	4 (11)

МИРО – малоинвазивный накостный остеосинтез,
 ORIF – открытая репозиция и внутренняя фиксация.

Медиана предоперационного койко-дня составила 10,00 [9,00–14,00] (min – 3,00; max – 28,00). Медиана длительности госпитализации составила 16,00 дней [14,00–19,25] (min – 11,00; max – 27,00).

Консолидация перелома дистального метаэпифиза ББК отмечена через 3 месяца в 9 (25%) случаях, через 6 месяцев – в 18 (50%) случаях, через 12 месяцев – в 7 (19%) случаях.

Функциональные показатели по шкале AOFAS по срокам наблюдения представлены в таблице 6.4. Медиана показателя в срок 6 месяцев – 69,00 баллов, в срок 12 месяцев – 73,00 баллов, в срок 24 месяца – 76,00 баллов.

Таблица 6.4

Функциональный результат по шкале AOFAS у пациентов первой группы, баллы

Срок	Значение
6 мес.	69,00 [50,00–75,00] (39,00; 84,00)
12 мес.	73,00 [65,00–81,00] (50,00; 95,00)
24 мес.	76,00 [67,00–85,00] (50,00; 97,00)
Количество и частота осложнений (%)	11 (31%)

Медиана (Me), межквартильный размах [Q1-Q3], (min) и (max)

У пациентов первой группы исследования выявлено 11 случаев осложнений, что составило 31% от общего числа пострадавших. Нами были выявлены 2 случая глубокой инфекции в области остеосинтеза (6%), один случай поверхностной инфекции (3%), один случай вторичного смещения (3%), один случай замедленного сращения (3%), один случай несращения (3%), 2 случая остаточной угловой деформации (6%), 3 случая (8%) посттравматического остеоартрита со значимыми клиническими проявлениями.

Периимплантная инфекция выявлена у пациента Ч., 46 лет, с открытым простым внутрисуставным переломом (43C1, Gustilo-Andersen II) дистального метаэпифиза ББК и МБК, которому после периода первичной фиксации в АВФ в течение 13 дней выполнен малоинвазивный остеосинтез медиальной пластиной с дополнительной установкой стягивающих винтов в зону простого внутрисуставного перелома и простого метафизарного перелома и остеосинтеза МБК. Явления местной периимплантной инфекции с нестабильностью металлоконструкции в срок 3 месяца после травмы потребовали удаления имплантов, санации и перехода на наружную фиксацию. Окончательный функциональный результат через 24 месяца удовлетворительный (65 баллов по AOFAS).

Второй случай глубокой перимплантной инфекции у пациента К., 40 лет, с закрытым четырехфрагментарным переломом дистального метаэпифиза ББК (43C3) и интактной МБК, с первичной иммобилизацией скелетным вытяжением в течение 8 дней и последующей ограниченно открытой ORIF из переднемедиального доступа с установкой межфрагментарных спонгиозных винтов и опорной анатомичной медиальной пластины. Результатом операции стало восстановление конгруэнтности ГСС. Через 3 мес. после операции у пациента выявлен остеомиелит ББК в виде свищей в области медиальной поверхности дистального отдела голени со скудным отделяемым, но без признаков нестабильности металлоимплантов. На контрольном осмотре в срок 6 мес. после травмы выявлена консолидация перелома. Выполнено удаление металлоимплантатов. Окончательный функциональный результат через 24 мес. после травмы – удовлетворительный (69 баллов по AOFAS).

Случай поверхностной инфекции в виде краевого некроза послеоперационной раны переднемедиального хирургического доступа, из которого производили репозицию внутрисуставных фрагментов и установку дистальной медиальной пластины, отмечен у пациента Л., 55 лет, с переломом дистального метаэпифиза ББК типа 43C2, который возник вследствие удара по нижней конечности. В последующем послеоперационная рана зажила путем вторичного натяжения. Перелом ББК консолидирован через 6 мес. после травмы без признаков глубокой инфекции и нестабильности имплантов. Через 24 мес. после травмы функциональный результат удовлетворительный (65 баллов по AOFAS), отмечаются рентгенологические признаки посттравматического артроза.

Случай вторичного смещения дистального метаэпифиза ББК выявлены нами у пациента М., 43 лет, с переломами типов 43C3 и 43F2A. В ходе ограниченного ORIF из переднелатерального доступа выполнены установка переднелатеральной анатомичной пластины и остеосинтез МБК. Рентгенологический результат операции показал анатомичную репозицию внутрисуставного перелома. Через 3 мес. после травмы произошел перелом пластины с формированием вторичного смещения, потребовавший удаления металлоимплантов, конверсии на наружную

фиксацию циркулярным АВФ до консолидации перелома в срок 6 мес. после первичной травмы (рис. 6.1). Через 24 мес. функциональный результат после травмы удовлетворительный (73 балла по AOFAS).



Рисунок 6.1. Перелом типа 43C3 у пациента М., 43 лет: а – первичная рентгенограмма после травмы: б – рентгенограммы в боковой и прямой проекциях после накостного остеосинтеза; в – рентгенограммы через 3 мес. после травмы – перелом металлоимпланта, вторичное смещение; г – результат повторной операции – наложение циркулярного АВФ

Нарушения консолидации перелома отмечены нами у двух пациентов первой группы исследования. Пациент К., 57 лет, открытый перелом дистального метаэпифиза ББК (43C3, Gustilo-Andersen II) в результате падения с высоты 3

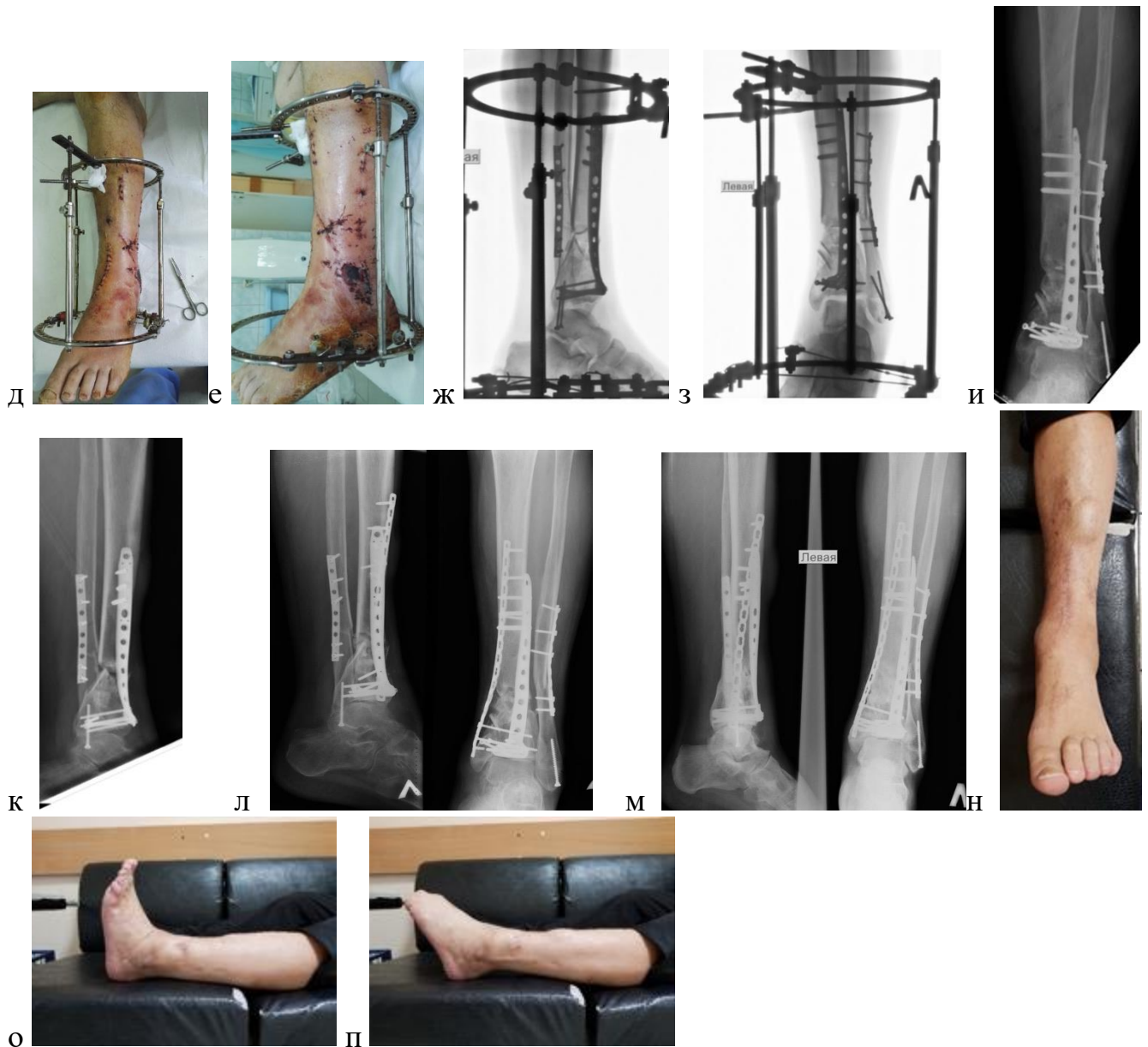
метров. Первично наложенный циркулярный АВФ позволил восстановить ось и длину ББК, ограниченный ORIF через 14 дней после травмы из переднемедиального доступа без демонтажа аппарата наружной фиксации, позволил выполнить анатомичную репозицию внутрисуставного перелома пилон и его фиксацию переднелатеральной пластиной.

Однако несмотря на сочетанный остеосинтез МБК и сохранение первичного АВФ до 6 недель после травмы, через 8 мес. констатировано формирование несращения метафизарной зоны. Выполненная в этот срок отсроченная костная пластика и добавочная малоинвазивная установка медиально расположенной реконструктивной пластины привели к сращению перелома в срок 12 мес. после травмы (рис. 6.2).

Функциональный результат через 24 мес. хороший (76 баллов по AOFAS).



Рисунок 6.2. Перелом пилон у пациента К., 57 лет: а – первичная рентгенограмма голеностопного сустава и голени; б – вид нижней конечности после первичной хирургической обработки и наложения фиксирующего АВФ; в, г – рентгенограммы после первичной фиксации в АВФ



Продолжение рисунка 6.2. Перелом пилона у пациента К, 57 лет: д, е – вид нижней конечности через 1 неделю после операции внутреннего остеосинтеза; ж, з – рентгенограммы после открытого остеосинтеза перелома пилона ББК в прямой и боковой проекциях; и, к – рентгенограммы голени и голеностопного сустава в прямой и боковой проекциях в срок 6 месяцев после травмы (определяется несращение с костным дефектом в метафизарной зоне); л – результат реостеосинтеза медиальной колонны, замещение дефекта метафизарной области аутокостью; м – рентгенограммы через 24 мес. после травмы; н, о, п – вид нижней конечности и функциональный результат через 24 мес. после травмы

У пациента Л., 36 лет, с простым внутрисуставным низкоэнергетическим переломом дистального метаэпифиза ББК (43C1) и простым переломом МБК (43F3A) выполнено МИРО ББК с установкой дистальной медиальной пластины с

удовлетворительной репозицией перелома за счет сохранившегося расхождения отломков в области метафизарного контакта. В последующем на контрольных осмотрах в срок 3 и 6 мес. сохранялись умеренный болевой синдром и рентгенологические признаки замедленного сращения. Консолидация перелома констатирована в срок 12 мес. после травмы с полной безболезненной нагрузкой весом тела. Функциональный результат через 24 мес. хороший (80 баллов по AOFAS).

Два случая клинически значимой остаточной угловой вальгусной деформации отмечены у пациенток Б., 51 год и Д., 51 год.

Пациентка Б., 51 год, оперирована по поводу простого низкоэнергетического околоуставного перелома дистального метаэпифиза ББК (43A2) и оскольчатого перелома МБК (43F3B) с первичной вальгусной деформацией. Малоинвазивный остеосинтез с установкой переднелатеральной опорной пластины из двух переднелатеральных мини-доступов не привел к устранению вальгусной деформации. Через 3 мес. после травмы произведено повторное оперативное вмешательство с коррекцией оси ББК за счет остеотомии и малоинвазивного многоколонного остеосинтеза по предложенному нами способу переднелатеральной и низкопрофильной пластинами. Через 6 мес. после травмы отмечено сращение перелома. Функциональный результат через 24 мес. – отличный (94 балла по AOFAS).

Второй случай клинически значимой остаточной угловой деформации выявлен нами у пациентки Д., 51 года, с открытым многооскольчатым переломом пилона (43C3, Gustilo-Andersen II) на фоне инсулинозависимого сахарного диабета. Несмотря на первичное удовлетворительное восстановление оси и длины ББК в первичном АВФ, выбранный в силу высокого риска инфекционных осложнений малоинвазивный остеосинтез пилона с закрытой репозицией и фиксацией внутрисуставных фрагментов стягивающими винтами и установкой дистальной медиальной опорной пластины не привел к анатомичному положению внутрисуставных фрагментов. Рентгенологический результат погружного остеосинтеза, выполненного через 21 день после травмы, расценен как

удовлетворительный (вальгус ББК 5° и рекурвация ББК 5°). Через 12 мес. у пациентки отмечено отсутствие болевого синдрома, хороший объем движений в голеностопном суставе, однако констатированы прогрессирование вальгусной деформации, расхождение ДМБС в голеностопном суставе на контрольных рентгенограммах и признаки посттравматического остеоартрита. Функциональный результат также прогрессивно ухудшался, через 12 мес. он составил 68 баллов, через 24 месяца – 50 баллов.

Посттравматический остеоартрит и его клинически значимые проявления, выявленные нами у нескольких пациентов, безусловно, связаны с тяжестью внутрисуставного перелома, ошибками первичной репозиции внутрисуставных фрагментов и неанатомичным восстановлением суставной поверхности пилона ББК и голеностопного сустава. У двух таких пациентов первой группы 74 лет и 25 лет отмечен высокоэнергетический перелом дистального метаэпифиза ББК (43C3). У пациента О., 74 лет, первичная фиксация в АВФ, последующий ORIF оскольчатого перелома МБК из латерального доступа и внутрисуставного перелома пилона ББК из переднемедиального доступа с установкой переднелатеральной опорной пластины не привели к удовлетворительному положению отломков за счет сохранения вальгусной деформации 7°. Консолидация перелома отмечена в срок 3 мес. Функциональный результат через 24 мес. снижен до 56 баллов за счет развития признаков посттравматического остеоартроза.

У пациентки И. также выявлены первичная вальгусная деформация дистального отдела голени и антекурвация. Однако пациентка отказалась от первичной фиксации в АВФ, а операция погружного остеосинтеза выполнена только через 22 дня после травмы. Ограниченная ORIF внутрисуставного перелома, переднемедиальный доступ и установка переднелатеральной пластины ББК и 1/3-трубчатой пластины МБК привели к удовлетворительной репозиции отломков за счет сохранения внутрисуставной ступени до 2 мм. Через 12 мес. после консолидации перелома выполнено удаление металлоимплантатов. У пациентки прогрессировали рентгенологические и клинические проявления

посттравматического артроза, возможно, за счет избыточного веса. Функциональный результат – 63 балла через 12 мес., 53 балла – через 24 мес.

Еще у одного пациента М., 32 лет, с низкоэнергетическим неполным внутрисуставным переломом 43B2 ограниченная ORIF из переднелатерального доступа с фиксацией отмоделированной низкопрофильной пластиной переднелатеральной колонны пилона не привела к удовлетворительному положению отломков из-за остаточной внутрисуставной ступени более 5 мм и подвывиха в ГСС. В последующем у пациента развился выраженный посттравматический остеоартрит с болевым синдромом и неудовлетворительным функциональным результатом в срок 12 мес. (50 баллов по AOFAS). Для купирования клинических проявлений остеоартрита пациенту выполнена операция по удалению имплантов и артродезированию большеберцово-таранного сустава канюлированными винтами.

Следует отметить, что у двух пациентов с осложнениями мы в ходе повторного оперативного вмешательства выполняли установку двух опорных пластин по медиальной и переднелатеральной колоннам с положительным результатом в виде консолидации и значимого улучшения функциональных показателей.

6.3. Результаты лечения пациентов с переломами дистального метаэпифиза большеберцовой кости при многоколонной фиксации

Во вторую группу были включены 46 пациентов с переломами дистального метаэпифиза всех типов, у которых остеосинтез выполнялся с учетом выявленных поврежденных колонн с имплантацией двух и более опорных пластин.

Техника малоинвазивного накостного остеосинтеза (MIPO) без обнажения внутрисуставного перелома была использована в 17 (37%) случаях. В 6 (13%) случаях установили дистальную медиальную пластину, в 7 (41%) случаях – переднелатеральную опорную пластину. В 4 (26%) случаях для повышения стабильности фиксации установили обе анатомические пластины – дистальную медиальную и переднелатеральную. Кроме того, в 5 случаях дополнительно был

выполнен остеосинтез задней колонны 1/3-трубчатой пластиной (в 4 случаях из заднемедиального доступа, в 1 – из заднелатерального доступа), в 4 случаях дополнительно фиксировали фрагмент Тилло-Шапута отдельным спонгиозным винтом. Добавочными пластинами, фиксирующими поврежденные колонны, служили низкопрофильные пластины (прямая малая, реконструктивная, третьетрубчатая), установленные на переднелатеральную, медиальную или заднюю колонны.

В 14 случаях (82%) результат репозиции костных отломков признан анатомичным, в 2 случаях (12%) – удовлетворительным. Еще в 1 случае (6%) сохранилось неудовлетворительное положение отломков из-за остаточного вальгуса свыше 5°.

Пример применения описанной методики оперативного лечения пациента с открытым переломом пилона. Пациент К., 37 лет, упал с лестницы. При поступлении выявлен открытый перелом типа 43C2, G-A II типа, с раной размером 5 см в переднемедиальной области голеностопного сустава. Выполнена хирургическая обработка раны, наложен стержневой фиксирующий АВФ. После заживления раны на 29-е сутки после травмы выполнено оперативное вмешательство в объеме малоинвазивного остеосинтеза переднелатеральной пластиной из дистального поперечного мини-доступа и добавочной отмоделированной прямой малой пластиной, установленной из двух медиальных мини-доступов. Сопутствующий перелом малоберцовой кости 43F3B не фиксирован с целью минимизации риска повреждения мягких тканей. На послеоперационных рентгенограммах визуализируется анатомичная репозиция перелома пилон ББ кости (рис. 6.3). Пациент выписан на 37-е сутки с момента травмы после первичного заживления послеоперационных ран.

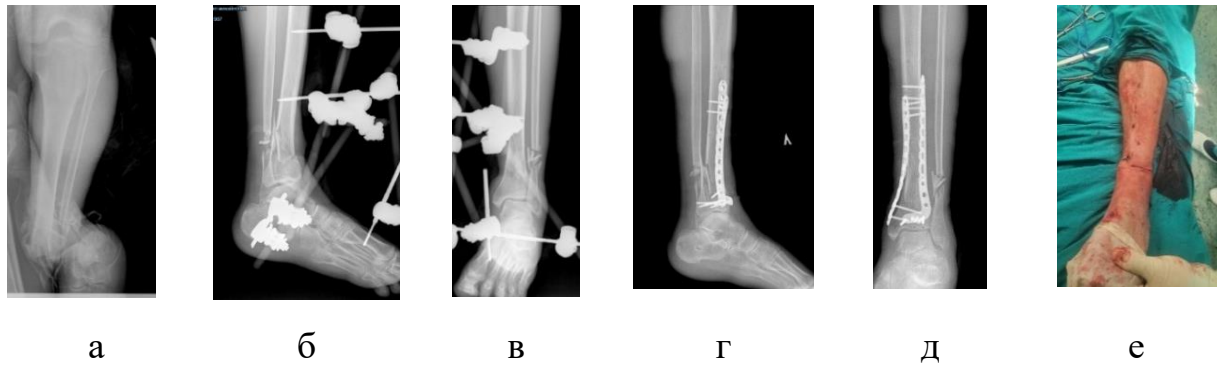


Рисунок 6.3. Перелом типа 43C2 у пациента 37 лет: а – первичная рентгенограмма после травмы: б, в – рентгенограммы в боковой и прямой проекциях после первичного наложения АВФ; г, д – рентгенограммы после операции; е – вид конечности после проведения малоинвазивного остеосинтеза по предложенному нами способу остеосинтеза

Еще один клинический пример также иллюстрирует успешное применение метода малоинвазивного на костного остеосинтеза открытого перелома дистального отдела голени типа 43C2. Пациентка Г., 64 лет, упав со стремянки, получила открытый перелом типа 43C2, G-A II типа с раной 7 см с внутренней стороны нижней трети голени. Выполнена хирургическая обработка раны с ушиванием, наложением спице-стержневого трансартикулярного фиксирующего АВФ. После заживления раны, на 23-е сутки после травмы, выполнено оперативное вмешательство в объеме заднелатерального хирургического доступа для остеосинтеза задней колонны большеберцовой кости, медиальных мини-доступов с установкой дистальной медиальной анатомичной пластины, чрезкожной фиксации переднелатеральной колонны спонгиозным стягивающим винтом, малоинвазивного остеосинтеза малоберцовой кости реконструктивной пластиной. Послеоперационные рентгенограммы оценены как анатомичная репозиция перелома пилон ББК. Консолидация перелома наступила через 6 мес. после травмы. Функциональный результат по шкале AOFAS составил 76 баллов (рис. 6.4).



Рисунок 6.4. Перелом типа 43C2, G-A II типа у пациентки Г. 64 лет:
 а, б – рентгенограммы после травмы в прямой и боковой проекциях;
 в, г – после наложения первичного АВФ; д – и – данные КТ;
 к – фотография в день операции остеосинтеза до демонтажа АВФ;
 л, м – рентгенологический результат остеосинтеза; н – р – вид конечности и объем движений в голеностопном суставе через 6 мес. после остеосинтеза

У данной пациентки, несмотря на первичную вальгусную деформацию, из-за достаточно большой поперечной раны в нижней трети голени на медиальной

поверхности для выполнения точной репозиции суставных фрагментов мы выполнили заднелатеральный доступ для остеосинтеза заднелатерального фрагмента большеберцовой кости и малоинвазивно имплантировали дистальную медиальную пластину для эпипериостального остеосинтеза метаэпифиза большеберцовой кости. С целью повышения латеральной стабильности нами был выполнен малоинвазивный остеосинтез малоберцовой кости. Сращение перелома в срок до 6 мес. и хороший функциональный результат демонстрируют корректность выбранной хирургической тактики. Аналогичный пример применения усовершенствованного нами способа малоинвазивного остеосинтеза описан в главе 3.

Техника ограниченной ORIF с использованием переднелатерального или переднемедиального доступа применялась нами у 29 (63%) пострадавших. При переломах 43С мы применили репозицию внутрисуставных фрагментов через переднелатеральный доступ в 10 (34%) случаях, переднемедиальный доступ – в 5 (17%) случаях. При переломах 43В в 4 случаях (9%) использован переднелатеральный доступ, в трех из них в комбинации с медиальными малоинвазивными мини-доступами, в 5 случаях (11%) применили сочетание переднемедиального и заднемедиального доступов, в одном (2%) – сочетание переднемедиального и заднелатерального, в двух (4%) – изолированного заднемедиального доступа и еще в одном (2%) – сочетание двух задних доступов: заднемедиального и заднелатерального. В 11 (38%) случаях применяли комбинацию переднелатеральной пластины, в 7 (24%) дистальной медиальной пластины и низкопрофильных пластин, в 11 (38%) случаях переломов 43В применяли сочетание двух и более низкопрофильных пластин, уложенных по пострадавшим колоннам дистального метаэпифиза ББК. Остальные колонны фиксировали различными низкопрофильными пластинами (1/3-трубчатой, реконструктивной, малой прямой). В 6 случаях для фиксации всех трех колонн – задней, медиальной и переднелатеральной – установили три пластины (анатомичную и две низкопрофильных). В 3 случаях было выполнено замещение

костного субхондрального дефекта центральной области пилона алло- или аутокостью.

Рентгенологический результат расценен как анатомичный в 23 (79%) случаях (50%), удовлетворительный – в 6 (21%) случаях за счет остаточной вальгусной деформации до 5° и остаточной ступени между внутрисуставными фрагментами до 5 мм.

Фиксация МБК пластиной произведена в 19 случаях, что составило 53% от всех пациентов с сочетанным ее переломом.

В целом во второй группе анатомичная репозиция костных отломков отмечена у 37 пострадавших (80,4%), удовлетворительная – у 8 (17,4%), неудовлетворительная – у 1 (2,2%) пострадавшего (табл. 6.5).

Таблица 6.5

Рентгенологический результат остеосинтеза второй группы, n (%)

Показатель	МИРО	Ограниченное ORIF+МИРО	Всего
Пострадавшие	17 (37)	29 (63)	46 (100)
Медиальная пластина	6 (13)	7 (15)	13 (28)
Переднелатеральная пластина	7 (15)	11 (24)	18 (39)
Обе пластины	4 (9)	0	4 (9)
Низкопрофильные пластины	0	11 (24)	11 (24)
Анатомичная репозиция	14 (30)	23 (45)	37 (80)
Удовлетворительная репозиция	3 (7)	6 (13)	8 (17)
Неудовлетворительная репозиция	1 (2)	0	1 (2)

Медиана предоперационного койко-дня составила 12,00 [10,00–23,00] (min – 7,00; max – 52,00). Медиана длительности госпитализации – 18,00 дней [5,00–29,50] (min – 8,00; max – 61,00).

Консолидация перелома дистального метаэпифиза ББК отмечена через 3 мес. в 15 (33%) случаях, через 6 мес. в 23 (50%), через 12 мес. – в 7 (15%) случаях.

Функциональные показатели в баллах по шкале AOFAS по срокам наблюдения: 75,00 баллов [63,00-81,00] (39,00; 84,00); 84,00 балла [69,00-87,00] (51,00; 99,00); 84,50 баллов [70,50-94,75] (54,00; 100,00) (табл. 6.6).

Таблица 6.6

Функциональный результат по шкале AOFAS у пациентов второй группы, баллы

Срок	Значение
6 мес.	75,00 [63,00–81,00] (39,00; 84,00)
12 мес.	84,00 [69,00–87,00] (51,00; 99,00)
24 мес.	84,50 [70,50–94,75] (54,00; 100,00)
Количество и частота осложнений	5 (11%)

Медиана (Me), межквартильный размах [Q1-Q3], (min) и (max).

Структура осложнений у пациентов второй группы исследования включила 5 случаев с многооскольчатыми внутрисуставными переломами дистального метаэпифиза ББК (типы 43C3 и 43B3 по классификации АО), что составило 11% от общего числа пострадавших. Нами были выявлены 2 случая инфекции в области остеосинтеза (4%), один случай несращения (2%), 2 случая посттравматического остеоартрита со значимыми клиническими проявлениями (4%).

Периимплантная инфекция выявлена у пациента Д. 56 лет (четырёхфрагментарный перелом пилон 43C3). Операция ограниченной ORIF из заднемедиального и переднелатерального доступов с установкой 1/3-трубчатой пластины на заднюю колонну, дистальной медиальной пластины на медиальную колонну и малоинвазивной фиксацией 1/3-трубчатой пластиной переднелатеральной колонны завершилась анатомичной репозицией отломков. Явления местной инфекции в виде отека и гиперемии кожи отмечены через 5 мес.

после операции, преимущественно в области заднемедиального доступа. Лихорадки не было, в анализах крови – умеренный лейкоцитоз до $11,41 \cdot 10^9/\text{л}$. На контрольных рентгенограммах отмечено сращение перелома. Выполнена санация очага инфекции, удаление задней и медиальной опорных пластин с благополучным разрешением инфекционного процесса. На контрольном осмотре в срок 24 мес. функциональный результат составил 85 баллов по AOFAS.

Второй случай периимплантной инфекции выявлен у пациентки Т., 45 лет, получившей открытый перелом пилона типа 43В3 с вывихом стопы кпереди, импрессией передних отделов латеральной и медиальной колонн, а также частичным повреждением ахилова сухожилия и раной на задней поверхности голеностопного сустава. Выполнены первичная хирургическая обработка раны и наложен АВФ с эквинусной установкой стопы. Состояние мягких тканей позволило выполнить остеосинтез только в срок 2 мес. после травмы. Далее развилась инфекция в свищевой форме, удаление имплантов и санация очага инфекции выполнены в срок 8 мес. Последующая реабилитация позволила восстановить функцию голеностопного сустава. В срок 2 года после травмы результат лечения составил 74 балла по шкале AOFAS (рис. 6.5).



Рисунок 6.5. Перелом пилона типа 43В3 у пациентки Т., 45 лет: рентгенограммы после операции на костного остеосинтеза с многоколонной фиксацией через 2 мес. после травмы; положение отломков удовлетворительное

Случай формирования ложного сустава дистального метаэпифиза ББК выявлен у пациента П., 30 лет с четырехфрагментарным переломом типа 43C3 со значимой центральной импрессией и формированием костного дефекта в метафизарной зоне после ее устранения, репозиции суставной поверхности через ограниченно открытый переднелатеральный доступ. Многоколонная фиксация дистального метаэпифиза заключалась в установке дистальной медиальной анатомичной пластины из двух мини-доступов, реконструктивной пластины по переднелатеральной колонне и фиксации высокого перелома МБК 1/3-трубчатой пластиной. Рентгенологический результат остеосинтеза расценен как анатомичный. Через 3 мес. пациент начал ходьбу с частичной опорой на поврежденную конечность и трость. Через 6 мес. после операции на контрольных рентгенограммах не отмечено формирования костной мозоли метафизарной зоны. Через 12 мес. на КТ исследовании подтвержден диагноз несращения дистального метаэпифиза ББК и частичной миграции медиальной опорной пластины. Однако следует отметить, что многоколонная фиксация позволила пациенту ходить с опорой на несросшийся перелом пилона, без нарастания угловой деформации, выраженного болевого синдрома и манифестации инфекции. В срок 12 мес. выполнены операция костной аутопластики метафизарной области и рефиксация медиальной опорной пластиной, приведшая к консолидации перелома через 3 мес. после реостеосинтеза. Окончательный функциональный результат в срок 24 мес. хороший – 81 балл по AOFAS.

Два случая выраженного посттравматического артроза ГСС 3-4 степени по Kellgren-Lawrence с рентгенологическими и клиническими проявлениями выявлены у пациента К. 39 лет и пациента К., 63 лет на контрольных осмотрах в срок 24 мес. после травмы.

Пациент К., 39 лет, с переломом типа 43C3 и первичной варусной деформацией, которая была устранена с помощью циркулярного чрезсуставного АВФ. На 10-й день после травмы был выполнен малоинвазивный накостный остеосинтез из ограниченно открытого переднелатерального и малоинвазивного медиального доступов с фиксацией ББК анатомичной переднелатеральной

пластиной, дополнительной 1/3-трубчатой пластиной и открытого остеосинтеза наружной лодыжки 1/3-трубчатой пластиной, результатом которого явилось удовлетворительное положение костных отломков с остаточной вальгусной деформацией до 5°. В последующем перелом дистального метаэпифиза консолидирован в срок 6 мес., явлений нестабильности, миграции имплантов не выявлено. Однако отмечен выраженный посттравматический артроз ГСС. От предложенной операции артродезирования большеберцово-таранного сустава пациент отказался.

Пациент К., 63 лет, получил перелом типа 43В3 в результате падения с лестницы (рис. 6.6).

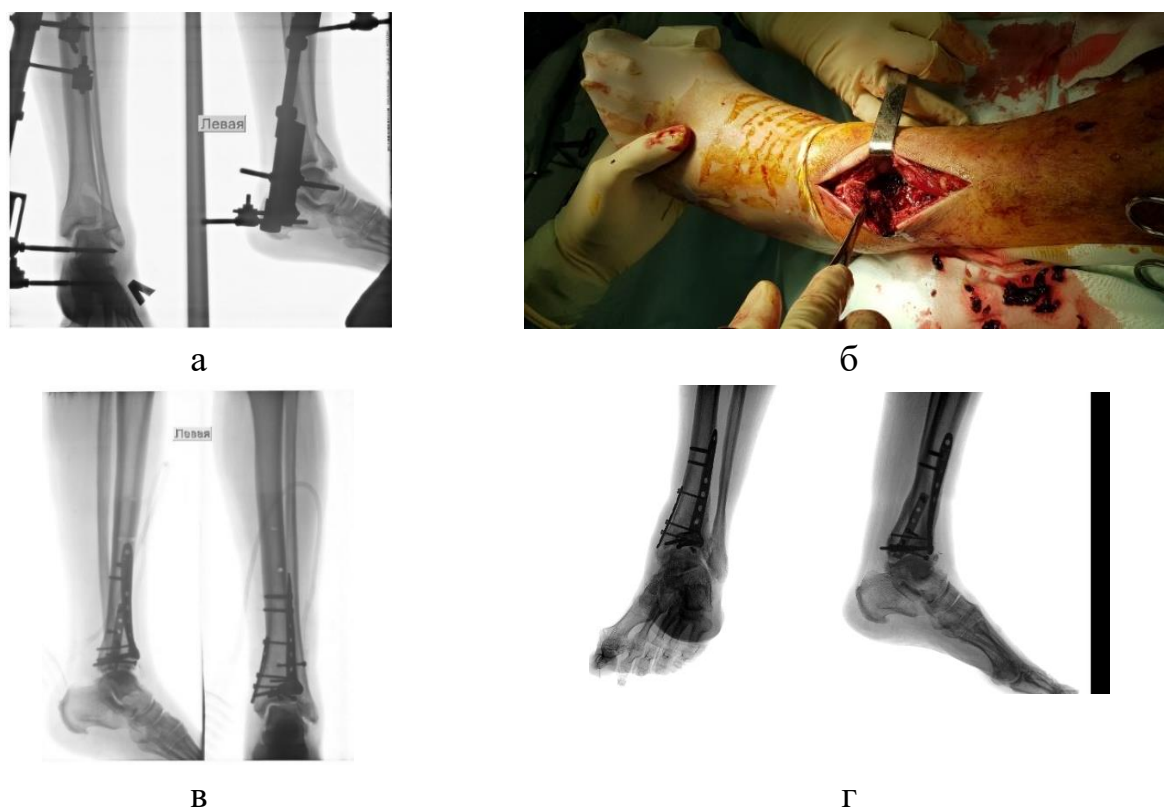


Рисунок 6.6. Перелом пилона типа 43В3 у пациента К., 63 лет: а – рентгенограммы после наложения первичного АВФ; б – интраоперационная фотография: переднелатеральный линейный доступ; в – рентгенограммы после операции остеосинтеза; г – рентгенография ГСС в срок 24 мес. после травмы, отмечаются рентгенологические признаки посттравматического остеоартроза голеностопного сустава

В ходе операции остеосинтеза выполнены переднелатеральный ограниченный доступ, открытая репозиция суставных фрагментов с устранением смещения, субхондральной поддержкой двумя стягивающими винтами, переднелатеральной опорной анатомичной пластиной и 1/3-трубчатой пластиной по медиальной поверхности. Послеоперационные рентгенограммы показали анатомичную репозицию отломков. Однако в ходе последующего наблюдения в сроки 6, 12 и 24 мес. последовательно развивались явления посттравматического остеоартрита с болевым синдромом и ограничением функции в голеностопном суставе.

6.4. Сравнительный анализ результатов лечения двух групп пациентов с переломами дистального метаэпифиза большеберцовой кости

Исследованные нами группы пациентов с переломами дистального метаэпифиза ББК были статистически сопоставимы, как мы указали во второй главе настоящей работы.

Метод МІРО был использован нами при оперативном лечении 22 (61%) пострадавших первой группы, 17 (37%) пострадавших второй группы. Группы исследования отличались по выбору основной опорной пластины. В первой группе медиальную анатомичную пластину мы применили у 18 пациентов (82%), переднелатеральную – у 3 (14%) и низкопрофильную – у 1 (4%) пациента. Во второй группе дистальную медиальную пластину мы имплантировали 6 пациентам (35%), переднелатеральную – 7 (41%), конфигурацию из двух пластин – 4 (24%) пациентам. Таким образом, мы несколько чаще стали применять переднелатеральную опорную пластину при сопоставимых типе и конфигурации повреждений.

Метод ограниченной ORIF был использован нами при лечении 14 (38%) пострадавших первой группы и 29 (63%) пострадавших второй группы. Переднелатеральный доступ в первой группе мы использовали у 9 (64%) пациентов, переднемедиальный – у 5 (36%) пациентов. Во второй группе из 29 пациентов, у которых мы применили ограниченно открытый остеосинтез, у 14

пациентов (31%) использовали переднелатеральный доступ, у 11 (24%) – переднемедиальный доступ, у 4 (9%) репозиция внутрисуставных фрагментов осуществлялась только из задних доступов. Замещение субхондрального дефекта было выполнено у 1 пациента первой группы и у 3 пациентов второй группы. Сравнение групп исследования по использованным доступам и имплантам отражены в таблице 6.7

Таблица 6.7

Рентгенологические результаты остеосинтеза

Показатель		Группа 1	Группа 2	Значение <i>p</i>
МИРО, n (%)		22 (61)	17 (37)	0,045
Пластина, n (%)	Медиальная	18 (43)	6 (13)	NA
	Переднелатеральная	3 (8)	7 (15)	
	Обе пластины	0	4 (9)	
	Низкопрофильная	1 (3)		
Репозиция, n (%)	Анатомичная	15 (42)	14 (30)	0,647
	Удов.	5 (14)	2 (5)	
	Неудов.	2 (6)	1 (2)	
Ограниченное ORIF, n (%)		14 (39)	29 (63)	0,045
Пластина, n (%)	Медиальная	4 (11)	7 (15)	NA
	Переднелатеральная	9 (25)	11 (24)	
	Низкопрофильная	1 (3)	11 (24)	
Репозиция, n (%)	Анатомичная	9 (25)	23 (50)	0,137
	Удов.	3 (8)	6 (13)	
	Неудов.	2 (6)	0	
Всего, n (%)		36 (100)	46 (100)	-
Репозиция, n (%)	Анатомичная	24 (67)	37 (80)	0,197
	Удов.	8 (22)	8 (18)	
	Неудов.	4 (11)	1 (2)	

NA – показатели не сравнивали, так как в группе многоколонной фиксации пациентам имплантировали две и более пластин.

Нам удалось восстановить анатомию дистального метаэпифиза ББК у 67% пациентов первой группы и у 80% пациентов второй группы. Доля пациентов с удовлетворительной репозицией составила соответственно 22% и 18%.

Неудовлетворительная репозиция выявлена в 11% и 2% случаев. Следует отметить, что несмотря на некоторое преимущество во второй группе исследования доли анатомичной репозиции, различия в качестве восстановления анатомических взаимоотношений ГСС не достигли статистической значимости (точный критерий Фишера-Фримана-Холтона – 3,253, $p=0,197$).

Доли пациентов, которым потребовалась дополнительная фиксация малоберцовой кости, различались и составили 77% и 53% соответственно. Сравнение статистическими методами показало значимость этих различий (критерий χ^2 Пирсона составил 4,160; $p=0,041$; OR=3,132 (95% ДИ 1,023–9,585).

Консолидация перелома в обеих группах исследования определялась нами рентгенологически. Мы не получили статистически значимых различий по этому показателю (критерий χ^2 равен 0,654, $p=0,721$) (табл. 6.8)

Таблица 6.8

Результаты консолидации перелома дистального метаэпифиза ББК

Срок наблюдения	Группа 1	Группа 2
3 мес.	9 (25%)	15 (33%)
6 мес.	18 (50%)	23 (50%)
12 мес.	7 (19%)	7 (12%)
Всего	36 (100%)	46 (100%)

При сравнении функциональных показателей в баллах по шкале AOFAS мы отметили статистически значимые различия на сроке 6 мес. ($p=0,042$) и 12 мес. после операции ($p=0,039$).

Пациенты после многоколонной фиксации перелома демонстрировали лучшую функцию голеностопного сустава по сравнению с пациентами, которым синтез перелома был выполнен с фиксацией одной колонны. В срок 24 мес. тенденция к более высоким показателям в баллах сохранялась, однако статистической значимости различий выявлено не было (табл. 6.9).

Таблица 6.9

Результаты сравнения функциональных показателей и частоты осложнений по шкале AOFAS, баллы

Срок наблюдения	Группа 1	Группа 2	<i>p</i>
6 месяцев	69,00 [50,00–75,00] (39,00; 84,00),	75,00 [63,00-81,00] (39,00; 84,00);	0,042
12 месяцев	73,00 [65,00–81,00] (50,00; 95,00),	84,00 [69,00-87,00] (54,00; 99,00)	0,039
24 месяца	76,00 [67,00–85,00] (50,00; 97,00).	84,50 [70,50-94,75] (54,00; 100,00)	0,114
Осложнения (%)	11 (31%)	5 (11%)	0,026

Значения представлены в виде Me; (Q1-Q3); min; max.

Доля и структура осложнений у пациентов обеих групп проанализирована нами в сравнительном плане (табл. 10). Доля осложнений в первой группе (31%) статистически значимо превышала таковую во второй группе (11%). Критерий χ^2 Пирсона составил 4,983, $p=0,026$; OR = 2,811 (95% ДИ 1,073–7,364).

Таблица 6.10

Доля и структура осложнений

Осложнение	Первая группа	Вторая группа
Инфекция	2 (6%)	2 (4%)
Поверхностная инфекция	1 (3%)	0
Вторичное смещение	1 (3%)	0
Замедленное сращение	1 (3%)	0
Несращение	1 (3%)	1 (2%)
Остаточная угловая деформация	2 (6%)	0 (0)
Посттравматический остеоартрит	3 (8%)	2 (4%)
Всего	11 (31%)	5 (11%)

Структура осложнений в обеих группах исследования подробно описана в предыдущих разделах настоящей главы. Результаты анализа полученных результатов будут представлены в следующем разделе.

6.5. Обсуждение полученных результатов

В первой части исследования мы сравнили результаты оперативного лечения группы пациентов, у которых применили усовершенствованный двухэтапный протокол хирургического лечения с наложением первичного АВФ с корректным восстановлением оси и длины дистального отдела голени, с группой пациентов, у которых первичный АВФ был наложен в фиксирующем варианте, без восстановления оси и длины сегмента. Мы получили статистически значимое преимущество в результатах окончательной репозиции после остеосинтеза, а также лучшие функциональные результаты и меньшую долю осложнений, которые, однако, не достигли статистической значимости. Мы считаем полученные нами результаты закономерными, свидетельствующими о необходимости первичной наружной фиксации с корректной репозицией костных отломков, так как это улучшает и облегчает этап последующего остеосинтеза. Мы подробнее разберем сделанные нами на основе данной части исследования выводы в последней главе нашей работы.

Во второй части исследования проанализированы результаты лечения двух групп пациентов с около- и внутрисуставными переломами дистального метаэпифиза большеберцовой кости (пилона), у которых мы применили два типа фиксации костных отломков. В первой группе мы придерживались традиционной одноколонной фиксации костных отломков, во второй применили многоколонную фиксацию, основанную на оценке индивидуальной архитектоники перелома, с использованием комбинации доступов и комбинации металлоимплантов. Всем пациентам в ходе предоперационной подготовки выполняли спиральную компьютерную томографию с детальным изучением наличия и конфигурации типичных внутрисуставных фрагментов — медиального, переднелатерального, заднего и фрагмента центральной импрессии и типа перелома малоберцовой кости.

Мы выявили наличие трех- и четырехфрагментарных переломов пилона с типичными фрагментами у 43 (50%) пациентов. Также мы считали важным выявить на первичных рентгенограммах характер деформации дистального отдела голени, вальгусная деформация оси ББК определялась в 33 (40%) случаях, варусная деформация оси ББК – в 21 (26%) случае, нейтральная ось ББК сохранилась в 21 (26%) случае. В группе переломов типа 43В у 11 (13%) пациентов отмечалось преимущественно переднее или заднее смещение дистального фрагмента и стопы. Эти сведения были необходимы при планировании применяемых опорных имплантов и их позиционировании. Так, при вальгусной деформации мы применяли переднелатеральную анатомичную пластину (у 30 пациентов) или устанавливали дополнительную опорную пластину по переднелатеральной колонне ББК для поддержки латеральной стабильности.

У всех пациентов в обеих группах в ходе остеосинтеза мы придавали значение качеству репозиции внутрисуставных фрагментов, а также по возможности применяли малоинвазивный накостный остеосинтез или ограниченно открытые доступы, обнажающие только внутрисуставные фрагменты для их точной репозиции и сохранения интактной метафизарной зоны. Об этом свидетельствует достаточно низкая доля мягкотканых осложнений в обеих группах исследования. Инфекционные осложнения выявлены у 5 (6%) пациентов; замедленное сращение и несращение, потребовавшее реоперации, которое также частично может свидетельствовать о снижении кровоснабжения в зоне перелома, зафиксировано у 3 (4%) пациентов обеих групп.

Для выполнения остеосинтеза в обеих группах исследования мы применяли три варианта техники малоинвазивного остеосинтеза, описанные во второй главе. Возможность применения задних доступов для остеосинтеза задней колонны большеберцовой кости исследована нами в ходе топографо-анатомического эксперимента и описана в главе 3. Выполненное нами исследование доказало безопасность применения этих доступов при переломе задней колонны пилона. Заднелатеральный хирургический доступ позволяет осуществить адекватную имплантацию вертикально ориентированной пластины с последующим

корректным направлением винтов сзади наперед на протяжении около 40% ($40,4 \pm 4,4\%$) ширины дистального метаэпифиза ББК, начиная от его латерального края, а заднемедиальный – на протяжении около 60% ($58,8 \pm 5,1\%$) ширины дистального метаэпифиза ББК, начиная от его медиального края. На эти данные мы ориентировались в ходе предоперационного планирования.

Полученные данные свидетельствуют о том, что заднемедиальный и заднелатеральный доступы в совокупности обеспечивают визуализацию всей задней поверхности дистального метаэпифиза ББК. У одного из наших пациентов с тяжелым переломом 43В3 мы применили оба доступа для остеосинтеза задней колонны.

Остеосинтез задней колонны из отдельных доступов выполнен в 21 (46%) случае во второй группе нашего исследования. В 16 случаях мы применили заднемедиальный доступ, в 4 случаях заднелатеральный доступ, в одном случае при переломе 43В3 с оскольчатым переломом задней колонны и центральной импрессией, комбинацию обоих линейных задних доступов.

При этом при применении апробированных в ходе топографо-анатомического эксперимента задних доступов к голеностопному суставу с установкой низкопрофильной пластины по принципу «антиглайд», мы добились анатомичной репозиции костных отломков у 16 (76%) пациентов, удовлетворительного положения отломков – у 4 (19%), неудовлетворительного у 1 (5%) пациента. В ходе последующего наблюдения ни в одном случае у этих пациентов не выявлено несостоятельности фиксации. Мы считаем достигнутый результат хорошим, учитывая сложность изучаемой травмы.

Следует отметить, что детальный статистический анализ групп исследования по тяжести переломов типов 43С и 43В показал большую долю многоколонных переломов во второй группе исследования. Переломы, состоящие из 3 и 4 стандартных фрагментов («колонн») были у 13 пациентов (36%) первой группы и у 30 пациентов (65%) – второй группы. Несмотря на это, полученные нами результаты восстановления анатомии дистального метаэпифиза большеберцовой кости сопоставимы в обеих группах с несколько лучшими результатами во второй

группе. У 80% пациентов второй группы исследования, у которых мы применили многоколонный принцип репозиции и остеосинтеза, заключающийся в последовательной репозиции и фиксации каждой из поврежденных колонн из комбинации задних и передних хирургических доступов, мы добились анатомического положения отломков, восстановили конгруэнтности и стабильность голеностопного сустава.

Вопрос необходимости дополнительной фиксации МБК заслуживает отдельного обсуждения. Частота встречаемости его (77%) среди исследованных пациентов с переломами дистального метаэпифиза ББК сопоставима с упоминаемой в литературных источниках (Bastias C., Lagos L., 2020). Мы выполняли остеосинтез малоберцовой кости в тех случаях, когда расценивали травму как перелом латеральной лодыжки, приводящий к подвывиху стопы и нестабильности в голеностопном суставе или когда считали, что фиксация малоберцовой кости способствует устранению вальгусной деформации и повышает латеральную стабильность. Подробнее показания к остеосинтезу малоберцовой кости мы описывали в первой главе нашего исследования. У ряда пациентов с переломом малоберцовой кости, расположенным выше дистального межберцового синдесмоза, мы считали, что проблему латеральной стабильности можно решить установкой опорной пластины на латеральную колонну большеберцовой кости, тем самым избежав дополнительных кожных разрезов для остеосинтеза МБК и снизив тем самым травматичность операции. У пациентов второй группы это получилось статистически значимо чаще, лишь у 53% из них мы выполнили фиксацию малоберцовой кости. Низкая доля вторичных смещений и нестабильности остеосинтеза во второй группе пациентов подтверждает выбранную нами тактику.

Функциональные результаты полученные нами на сроках наблюдения в обеих группах исследования сопоставимы с данными других авторов (Bakan Ö.M. et al., 2023). Мы получили статистически значимое преимущество у пациентов второй группы в срок 6 и 12 мес. после операции, что, по нашему мнению, связано

с лучшими результатами восстановления анатомии голеностопного сустава и меньшей долей осложнений.

Доля и структура осложнений в первой и второй группах исследования несколько отличались. В первой группе было 3 случая инфекции, 2 случая замедленного сращения и несращения, 2 случая остаточной деформации. Все эти проблемы, возможно объясняются вынужденно избыточной диссекцией в области остеосинтеза при применении одного хирургического доступа, необходимого для полноценной визуализации внутрисуставного перелома, в сравнении с несколькими короткими доступами, которые мы использовали у пациентов второй группы.

Стабильность фиксации костных отломков также влияет на частоту развития несращения и на возможность вторичного смещения отломков. Как показали биомеханические эксперименты, проводимые современными авторами (Penny P. et al., 2016; Haller J.M. et al., 2019), многоколонная фиксация, примененная нами во второй группе клинического исследования, повышает стабильность и снижает риск развития подобных осложнений.

Остаточная угловая деформация выявлена нами у 2 пациентов первой группы и может быть связана с некорректной репозицией, а также с тяжестью и характером перелома. В одном из этих случаев через 3 месяца мы выполнили корригирующую остеотомию и повторный остеосинтез с исправлением оси ББК с установкой переднелатеральной и добавочной медиальной низкопрофильной пластиной по предложенному нами малоинвазивному способу остеосинтеза. Результатом повторной операции стало сращение перелома и отличный функциональный результат в срок 24 месяца после травмы (94 балла по AOFAS).

Повторные вмешательства потребовались еще у 7 наших пациентов: у двух пациентов из-за развившейся нестабильности произведена замена пластины на циркулярный АВФ в срок 3 мес., у одного пациента в срок 8 мес. для коррекции несращения костная пластика метафизарной зоны и переход на многоколонную фиксацию, у двух – удаление металлоимплантов и у одного – артродез голеностопного сустава. Во второй группе повторные операции выполнены у 3 из

5 пациентов с осложнениями: два удаления имплантов и один реостеосинтез с костной пластикой. В целом количество повторных операций сопоставимо с количеством осложнений в обеих группах, но следует отметить, что во второй группе не было повторных хирургических вмешательств, связанных с нестабильностью фиксации и вторичным смещением отломков, а также конверсией в метод наружной фиксации. Этот факт также косвенно доказывает большую стабильность фиксации при многоколонной тактике.

Нерешенным вопросом остается проблема развития посттравматического остеоартрита после сложных внутрисуставных переломов пилона. Доля посттравматического остеоартрита сопоставима и в большей степени отражает тяжесть самой травмы, приводящей к повреждению внутрисуставного хряща, не всегда связанного с погрешностями в выполнении операции. Хотя следует отметить, что из 5 пациентов, у которых мы зарегистрировали выраженный посттравматический остеоартрит, результаты послеоперационной репозиции различались: у одного пациента была анатомичная репозиция, у 3 пациентов – удовлетворительная репозиция с сохранением внутрисуставной ступени или умеренной вальгусной деформации, у одного пациента – неудовлетворительная репозиция, которая привела к необходимости раннего артродезирования голеностопного сустава. Таким образом, наши данные также свидетельствуют о необходимости стремления к анатомичной репозиции с целью снижения выраженности и частоты развития посттравматического ДОА.

Предшествующими исследованиями доказано, что малоинвазивный остеосинтез при переломах пилона обладает рядом преимуществ в сравнении с традиционным остеосинтезом из обширных хирургических доступов (Vidovic D. et al., 2015, Bear J. et al., 2018, Wu D. et al., 2020). Мы же сравнили два принципиальных варианта техники малоинвазивного остеосинтеза при подобных травмах – одноколонную и многоколонную фиксацию дистального метафиза большеберцовой кости. В реальной клинической практике могут быть использованы обе разновидности малоинвазивной фиксации при переломах пилона

с учетом архитектоники перелома, состояние мягких тканей и возможности комбинации хирургических доступов.

В целом, выполненное нами исследование в группах пациентов с переломами дистального метаэпифиза большеберцовой кости различной сложности продемонстрировало клинически значимые преимущества предлагаемых усовершенствованных подходов к оперативному лечению. Первичная наружная фиксация с контролем качества восстановления оси и длины сегмента увеличивала долю анатомичной репозиции после погружного остеосинтеза, увеличивала функциональные показатели по шкале AOFAS в баллах и уменьшало долю осложнений. Применение концепции многоколонной фиксации при всех типах переломов пилон ББК также способствовало улучшению качества окончательного остеосинтеза и позволило увеличить долю анатомичной репозиции до 80%. Кроме того, этот подход позволил статистически значимо снизить необходимость остеосинтеза малоберцовой кости без увеличения риска нестабильности остеосинтеза, а также улучшить функциональные показатели по шкале AOFAS в срок 6 и 12 месяцев и уменьшить долю осложнений.

ГЛАВА 7. РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ПЕРЕЛОМАМИ ЛОДЫЖЕК, ВКЛЮЧАЮЩИМИ ПЕРЕЛОМ ЗАДНЕГО КРАЯ БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ

7.1. Результаты применения традиционного подхода к остеосинтезу трехлодыжечных переломов

В первой группе исследования результатов лечения пациентов с нестабильными трехлодыжечными переломами мы применили традиционный подход к хирургическому лечению пациентов с данными повреждениями. При этом мы выполняли остеосинтез только относительно крупных фрагментов ЗКББК, размер которых превышал 0,25 суставной поверхности дистального метаэпифиза ББК, измеренной на рентгенограмме в боковой проекции в независимости от типа и конфигурации фрагмента Фолькмана. Таким образом, в первой группе у 16 (45,7%) пациентов мы выполнили только остеосинтез латеральной и медиальной лодыжек, а отдельная фиксация ЗКББК не выполнялась. Средний относительный размер фрагмента заднего края составил здесь 0,18 [0,15–0,20]. У 9 из этих пациентов выполнили фиксацию ДМБС позиционным винтом, у 7 пациентов фиксация ДМБС не проводилась.

У 19 пациентов (54,3%), кроме остеосинтеза латеральной и медиальной лодыжек, выполнили установку винтов с введением их спереди назад. Медиана относительного размера ЗКББК составила у этих пациентов 0,33 [0,28– 0,40] мм. У 13 пациентов для фиксации ЗКББК использовали 1 винт, у 6 пациентов – 2 винта. У 11 из них также потребовалась фиксация ДМБС позиционным винтом. Всего ДМБС фиксировали у 20 пациентов (57,1%).

Рентгенологический результат оперативного лечения в первой группе пациентов представлен следующими данными: репозиция костных отломков лодыжек признана анатомичной у 11 (31,4%) пациентов, у которых отсутствовали остаточная внутрисуставная ступень и расхождение линии перелома, а суставные поверхности таранной и большеберцовой костей были конгруэнтны; удовлетворительная репозиция, когда сохранялась внутрисуставная ступень или

расхождение линии перелома до 2 мм, определялась у 17 пациентов (48,6%); неудовлетворительное положение отломков отмечено у 7 пациентов (20,0%), у которых на контрольных рентгенограммах выявлен подвывих в голеностопном суставе.

Средняя длительность предоперационного периода составила: $7,3 \pm 2,5$ день, средняя длительность госпитализации – $19,5 \pm 4,5$ дней.

Медиана функционального результата по шкале AOFAS в сроки 6, 12, 24 мес. в первой группе наблюдения составила соответственно: 70,0 балла [63,0–78,0] (50,0; 87,0); 72,0 балла [66,0–85,0] (50,0; 95,0); 74,0 балла [66,0–87,0] (50,0; 95,0).

Клинический пример остеосинтеза ЗКББК с переднезадней фиксацией одним стягивающим винтом представлен на рисунке 7.1. Позиционный винт удален в срок 8 недель. Пациент наблюдался, осложнений не выявлено. Функциональный результат в срок 2 года отмечен как отличный – 95 баллов по AOFAS.



Рисунок 7.1. Результат остеосинтеза перелома латеральной лодыжки и ЗКББК переднезадним винтом с анатомичной репозицией

Осложнения хирургического лечения нестабильных переломов лодыжек в первой группе исследования выявлены нами у 12 пациентов, что составило 34,3%. При этом у пациента К., 52 лет, отмечена глубокая инфекция в области латеральной лодыжки, проявившаяся через 6 мес. после первичной операции, потребовавшая удаления имплантов с латеральной лодыжки, санации очага инфекции с последующим заживлением раны. Однако этот процесс замедлил реабилитацию и

привел лишь к удовлетворительному функциональному результату в срок 2 года после травмы, на котором оценка по AOFAS составила 71 балл.

У двух пациентов в раннем послеоперационном периоде на фоне неудовлетворительной первичной репозиции отломков выявлены рентгенологические признаки миграции имплантов и нарастание подвывиха в голеностопном суставе. Подобный клинический случай пациента Л., 49 лет, представлен на рисунке 7.2. Был выполнен реостеосинтез с удовлетворительным положением отломков после повторного вмешательства., в последующем перелом консолидирован, функциональный результат в срок 24 месяца 65 баллов по шкале AOFAS.

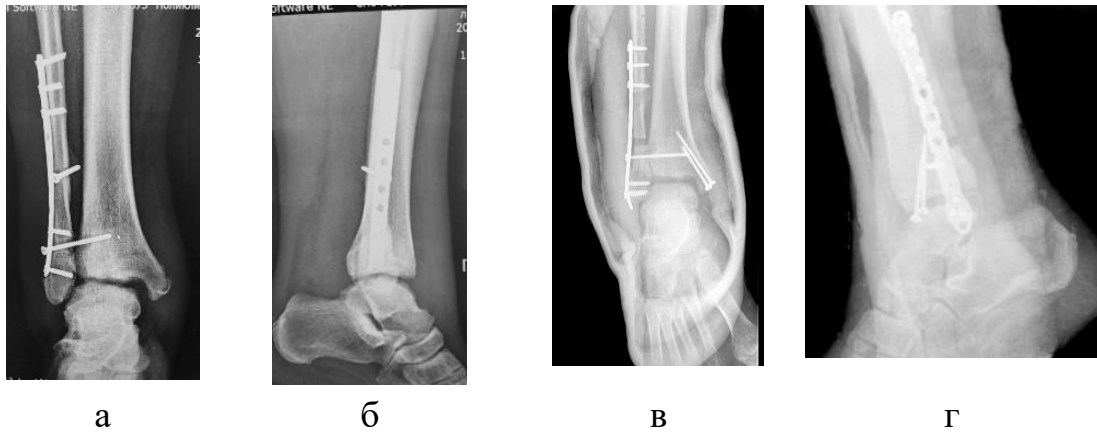


Рисунок 7.2. Рентгенограммы пациента Л., 49 лет, в прямой и боковой проекциях: а, б – рентгенограммы через 3 мес. после первичного остеосинтеза; в, г – результат реостеосинтеза

В данном случае при первичном остеосинтезе небольшой фрагмент ЗКББК не был фиксирован, однако не была достигнута и анатомичная репозиция остальных компонентов повреждения, в частности не было восстановлено положение МБК в вырезке ББК, и сохранились подвывих стопы и латеральная нестабильность, приведшие к необходимости реостеосинтеза. В ходе реоперации была восстановлена конгруэнтность голеностопного сустава.

У остальных 9 пациентов выявлен посттравматический остеоартрит III-IV степени по Kellgren – Lawrence. При этом учитывали только пациентов с явными рентгенологическими признаками остеоартрита голеностопного сустава (сужение

суставной щели, остеофиты, деформация сустава) со снижением функционального показателя ниже 70 баллов по AOFAS, т.е. с наличием постоянного болевого синдрома и ограничением объема движений в суставе.

Клинический пример пациента А., 51 года, через 12 мес. после остеосинтеза без фиксации малого фрагмента ЗКББК представлен на рисунке 7.3.



Рисунок. 7.3. Рентгенограммы пациента, 51 год, в прямой и боковой проекциях через 12 мес. после остеосинтеза по традиционной методике

На рисунке 7.4 также представлены рентгенограммы пациентки К., 70 лет, через 12 мес. после остеосинтеза перелома ЗКББК типа 4 по Bartoníček с относительным размером 0,4.

В ходе остеосинтеза переднезадним винтом достигнута удовлетворительная репозиция, сохранилась внутрисуставная ступень в 2 мм. В срок 12 мес. пациентка отмечает персистирующий умеренный болевой синдром, снижение функции голеностопного сустава до 67 баллов по шкале AOFAS.



Рисунок 7.4. Рентгенограммы пациентки К., 70 лет, в прямой и боковой проекциях через 12 мес. после остеосинтеза по традиционной методике

7.2. Результаты применения заднелатерального хирургического доступа к голеностопному суставу

У 55 пациентов второй группы нашего исследования с трехлодыжечными переломами оперативное лечение включало открытую репозицию и внутреннюю фиксацию фрагмента ЗКББК через заднелатеральный доступ. У 5 пациентов после открытой репозиции производилась фиксация фрагмента ЗКББК винтом или двумя винтами (3 пациента). У всех этих пациентов выявлен 2-й тип перелома по Bartoníček. У 43 (78,2%) пациентов для остеосинтеза ЗКББК применили одну низкопрофильную пластину, при этом у 27 (49,1%) пациентов выявлен 2-й тип перелома ЗКББК, у 2 (3,6%) пациентов – 3-й тип, у 14 (25,5%) – 4 тип перелома. Сочетание пластины и винта вне пластины для остеосинтеза ЗКББК мы применили у 7 (12,7%) пациентов, у 3 из которых определялся 3-й тип перелома по Bartoníček, у 4 пациентов – 4-й тип.

У 46 (83,6%) пациентов остеосинтез латеральной лодыжки выполняли из заднелатерального доступа, у 39 (70,9%) из этих пациентов перелом латеральной лодыжки классифицировался как 44В3, т.е. находился на уровне ДМБС и фрагмента ЗКББК, у 7 (12,7%) пациентов - 44С2.3. Однако позиционирование пластины на наружную поверхность латеральной лодыжки у пациентов с относительно высокими переломами типа 44 С 2.3 имело некоторые технические сложности и вызывало больший риск со стороны травмы мягких тканей или худший контроль положения отломков МБК при многооскольчатом переломе, что отразилось на рентгенологическом результате оперативного лечения.

Например, у пациента М., 71 года, с переломом 43С2.3 и 4-го типа по Bartoníček из-за выраженных изменений в мягких тканях и распространенных фликтен в области предполагаемых стандартных медиального и латерального доступов для остеосинтеза заднего края ББК и относительно низкого надсиндесмозного перелома МБК выбран заднелатеральный доступ, однако высокое расположение перелома МБК потребовало более протяженного доступа, длина которого составила 14 см (рис. 7.5). Был выполнен остеосинтез ЗКББК, латеральной лодыжки низкопрофильными 1/3-трубчатыми пластинами и фиксация

ДМБС позиционным винтом. В ходе операции было достигнуто удовлетворительное положение отломков ЗКББК с внутрисуставной ступенью менее 2 мм, верифицированное данными контрольной рентгенографии и КТ. Послеоперационные раны зажили без осложнений.

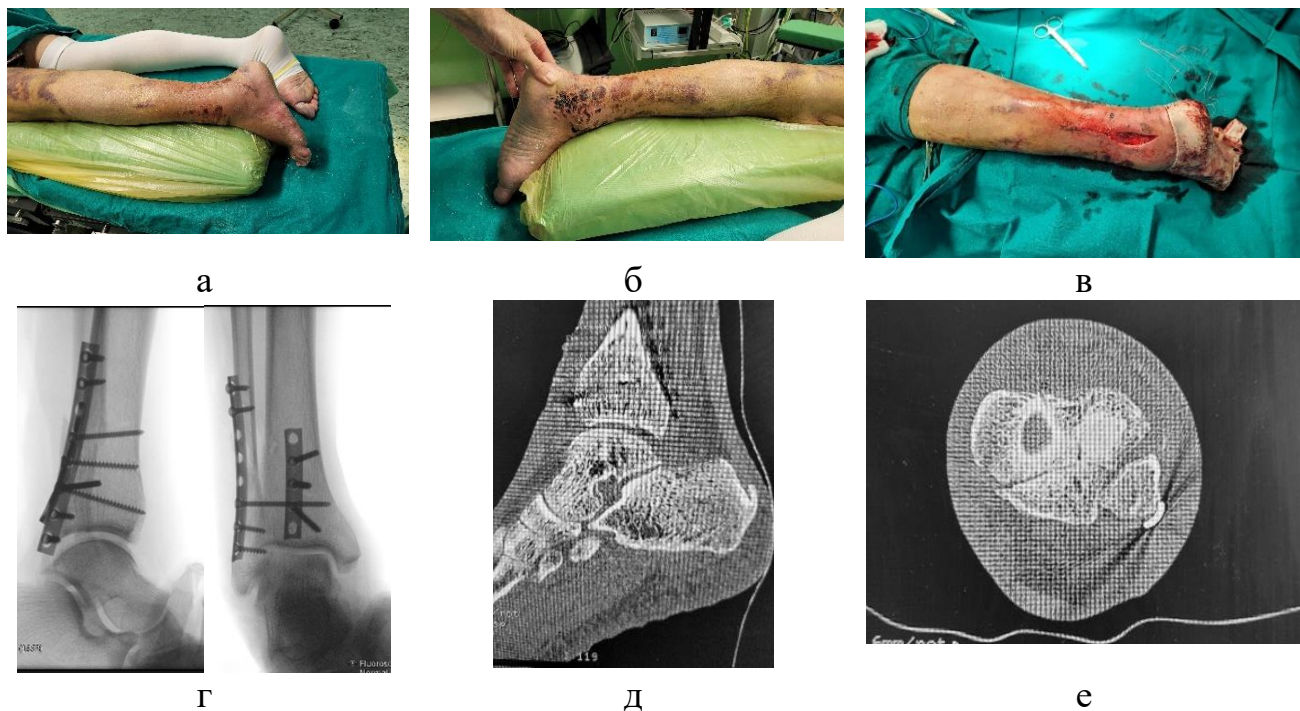


Рисунок 7.5. Перелом типа 44C2 у пациента М. 71 года: а, б, в – вид нижней конечности и ее положение на операционном столе; г – рентгенограммы после операции; д, е – данные послеоперационного КТ

У шести пациентов остеосинтез латеральной лодыжки был выполнен из отдельного латерального мини-доступа или двух мини-доступов выше уровня заднелатерального доступа, из которого производился остеосинтез ЗКББК.

Пример подобного остеосинтеза показан на рисунке 7.6. Пациентка Б., 22 лет, получила перелом 44C2.3, 2-й тип по Bartoníček, при катании на скейтборде. Выполнены открытая репозиция с фиксацией ЗКББК, минимально инвазивный остеосинтез МБК, ревизия медиального синуса, установка позиционных винтов. Достигнута анатомичная репозиция ЗКББК, хорошая репозиция всех структур голеностопного сустава. Рентгенологический контроль через 8 недель перед удалением позиционных винтов показал отсутствие подвывиха стопы и признаков несостоятельности остеосинтеза.



Рисунок 7.6. Перелом типа 44C2 у пациентки Б., 22 лет: а – рентгенограммы правого голеностопного сустава в прямой и боковой проекциях; б, в – интраоперационные фотографии нижней конечности и выполненных заднелатерального и мини-инвазивных латеральных доступов; г – рентгенограммы после операции в прямой и боковой проекциях

У трех пациентов ввиду высокого перелома МБК остеосинтез ее не выполнялся, а производилась фиксация ДМБС одним или двумя позиционными винтами. Однако следует отметить, что именно у одного такого пациента Д., 43 лет, с высоким переломом 44C3.3, фиксированного одним позиционным винтом, отмечена неудовлетворительная рентгенологическая картина после операции в виде сохранившегося подвывиха в голеностопном суставе.

Остеосинтез медиальной лодыжки во второй группе пациентов потребовался 35 пациентам. При этом в зависимости от конфигурации перелома применяли фиксацию винтами 4,0 с частичной резьбой, спицами Киршнера, медицинской проволокой или их сочетанием. У двух пациентов с переломом ЗКББК 3-го типа по Bartoníček из дополнительного медиального доступа выполнили остеосинтез

заднемедиального фрагмента, переходившего на медиальную лодыжку, низкопрофильной пластиной с хорошим анатомическим результатом.

Фиксация ДМБС была выполнена у 16 (29,1%) из 55 пациентов второй группы исследования. При этом у 11 (20,0%) из них был надсиндесмозный перелом МБК типа 44С. Таким образом, у пациентов с переломом типа 44В, по результату интраоперационного теста стабильности, фиксация ДМБС потребовалась только 5 (12,8%) из 39 пациентов.

Рентгенологический результат оперативного лечения во второй группе пациентов представлен следующими данными: анатомичная репозиция достигнута у 39 (70,9%) пациентов. Удовлетворительное положение отломков трехлодыжечного перелома в соответствии с принятыми нами критериями отмечено у 12 пациентов (21,8%). При этом у 4 пациентов удовлетворительное положение отломков связано с остаточной угловой деформацией МБК, видимой на стандартных послеоперационных рентгенограммах. Неудовлетворительное положение отломков с сохранившимся подвывихом в голеностопном суставе выявлено у 4 пациентов (7,3%) второй группы исследования.

Анализируя результаты репозиции перелома у пациентов с различными типами перелома ЗКББК по Bartoníček, мы установили что в группе заднелатерального доступа из 32 пациентов с 2-м типом по Bartoníček у 21 пациента (65,6%) отмечен анатомичный результат, у 8 пациентов (25,0%) – удовлетворительный, у 3 пациентов (9,4%) – неудовлетворительный. Среди пациентов с 3-м типом у 3 (60,0%) выявлено анатомичное положение отломков, у 2 – (40,0%) удовлетворительное. Из пациентов с 4-м типом у 15 (83,3%) выявлено анатомичное положение отломков, у 2 (11,1%) – удовлетворительное, у 1 (5,6%) – неудовлетворительное.

В зависимости от типа перелома МБК распределение пациентов по качеству репозиции было следующим. При чрезсиндесмозном характере трехлодыжечного перелома (44В3) анатомичная репозиция отмечена у 30 пациентов, удовлетворительная у 6 пациентов, неудовлетворительная у 3 пациентов.

При надсиндесмозном характере повреждения (44С) анатомичная репозиция выявлена у 9 пациентов, удовлетворительная у 6 пациентов, неудовлетворительная у 1 пациента (табл. 7.1, 7.2).

Таблица 7.1

Качество репозиции в зависимости от типа перелома МБК, n (%)

Тип перелома	Анатомичная	Удовлетв.	Неудовлетв.	Всего
44В3	30 (77)	6 (15)	3 (8)	39 (100)
44С	9 (56)	6 (38)	1 (6)	16 (100)

Таблица 7.2

Качество репозиции с учетом типа перелома ЗКББК по J.Bartoníček, n (%)

Тип перелома	Анатомичная	Удовлетв.	Неудовлетв.	Всего
2-й	21 (66)	8(25)	3(9)	32 (100)
3-й	3 (60)	2 (4%)	0	5 (100)
4-й	15 (83)	2 (11)	1 (6)	18 (100)
Всего	39 (71)	12 (22)	4(7)	55 (100)

Средняя длительность предоперационного периода во второй группе исследования составила: $12,7 \pm 4,5$ дней, средняя длительность госпитализации – $17,9 \pm 3,6$ дней. Функциональный результат по шкале AOFAS в сроки 6, 12, 24 мес. во второй группе наблюдения составил соответственно: 66,5 [42,5–77,0] (23,0; 87,0); 73,0 [41,5–86,5] (23,0; 97,0); 77,5 [45,0–88,8] (23,0; 100,0) балла.

Осложнения отмечены нами у 11 пациентов (20,0%) второй группы исследования. Однако у трех пациентов осложнения проявились краевым некрозом в области послеоперационной раны заднелатерального доступа и замедленным ее заживлением, что не повлияло на развитие отсроченных осложнений и функциональный результат. Все они имели перелом МБК типа 44В3 и крупный фрагмент ЗКББК 4-го типа по Bartoníček.

В ходе остеосинтеза пластина на латеральную лодыжку была уложена по латеральной поверхности, что, по-видимому, и привело к проблемам с заживлением операционной раны. Однако достигнутый анатомический результат репозиции

внутрисуставных фрагментов обусловил хороший функциональный результат у всех трех пациентов (рис. 7.7).



Рисунок 7.7. Результат оперативного лечения трехлодыжечного перелома типа 44B3, 4-го типа по J.Bartoníček, у пациента В., 37 лет. Определяется краевой поверхностный некроз раны заднелатерального доступа, рентгенологически достигнута анатомичная репозиция перелома ЗКББК, латеральной и медиальной лодыжек. ДМБС не фиксирован, так как Hook-тест был отрицательным

У одного пациента В., 53 лет, отмечена инфекция в области операции с развитием остеомиелита латеральной лодыжки через 6 мес. после операции, приведшая к необходимости удаления имплантов и санации очага инфекции с ее купированием и развитием выраженного посттравматического остеоартрита в срок 24 месяца.

У одной пациентки Б., 66 лет, с открытым переломом 44C2.3, 4-й тип по J.Bartoníček, через 6 месяцев после остеосинтеза ЗКББК и малоинвазивного остеосинтеза МБК из двух латеральных мини-доступов, не смотря на достигнутую анатомичную репозицию отломков, развился ложный сустав МБК, верифицированный по данным КТ исследования, потребовавший реоперации с костной пластикой из латерального доступа. В результате через 3 месяца после реостеосинтеза констатировано сращение перелома МБК. Окончательный функциональный результат в срок 24 месяца после травмы хороший: 85 баллов по AOFAS.

У остальных 7 пациентов (12,7%) в процессе послеоперационного наблюдения выявлены явления выраженного посттравматического остеоартрита с рентгенологическими и клиническими его проявлениями, снижением функциональной оценки по AOFAS менее 70 баллов. Из этих 7 пациентов у всех имелся перелом латеральной лодыжки типа 44B3, у 4 имелся перелом ЗКББК 2-го типа, у 1 пациента – 3-го типа, у двух – 4-го типа. По результатам репозиции у трех пациентов выявлена неудовлетворительная репозиция с остаточным подвывихом, у 2 – удовлетворительная с остаточной внутрисуставной ступенькой более 2 мм, у 2 – удовлетворительное положение отломков.

Таким образом, можем отметить, что из 4 пациентов второй группы, у которых нам не удалось добиться удовлетворительного положения отломков в результате операции остеосинтеза, у 3 выявлены явления выраженного посттравматического остеоартрита голеностопного сустава. Мы обсудим эти факты в соответствующем разделе нашей работы.

7.3. Результаты применения заднемедиального хирургического доступа к голеностопному суставу

В третью клиническую группу пациентов с нестабильными переломами голеностопного сустава с вовлечением заднего края ББК нами были включены 75 пациентов, которым был выполнен открытый остеосинтез заднего края ББК через одну из модификаций заднемедиального хирургического доступа в соответствии с хирургической техникой, описанной во второй главе настоящего исследования. При этом расширенный заднемедиальный доступ с формированием одного дугообразного кожного разреза и нескольких операционных окон для визуализации внутрисуставных фрагментов заднего края ББК и медиальной лодыжки мы применили у 52 (69,3%) пациентов.

Линейную модификацию кожного разреза заднемедиального доступа мы применили у 23 (30,7%) пациентов нашей группы. У 15 (20,0%) пациентов его сочетали с мини-переднемедиальным доступом для остеосинтеза медиальной лодыжки и ее переднего бугорка. Мы не отметили существенной разницы в

заживлении послеоперационных ран при использовании двух этих модификаций заднемедиального доступа, за исключением одного клинического случая, когда у пациентки при расширенном доступе развился краевой некроз послеоперационной раны, заживший вторичным натяжением.

Остеосинтез ЗКББК был выполнен винтами у 5 (6,7%) пациентов. У трех из них с переломом 3-го типа по J.Bartoníček с использованием двух винтов, достигнута анатомичная репозиция. У двух пациентов использован один винт, при этом у пациента с переломом 2-го типа репозиция ЗКББК отмечена как анатомичная, у второго с переломом 4-го типа - удовлетворительная.

Накостный остеосинтез ЗКББК был выполнен одной низкопрофильной пластиной у 44 (58,7%) пациентов. При этом из 24 (32,0%) пациентов с переломом ЗКББК 2-го типа по Bartoníček у 20 (26,7%) было достигнуто анатомичное положение отломков, а у оставшихся 4 (4,3%) – удовлетворительное. У 9 (12,0%) пациентов наблюдался перелом 4-го тип по Bartoníček, из них у 6 (8,0%) была достигнута анатомичная репозиция, у 3 (4,0%) – удовлетворительная. Из 11 (14,7%) пациентов с 3-м типом перелома ЗКББК у 10 (13,3%) пациентов отмечена анатомичная рентгенологическая репозиция, у 1 (1,3%) пациента – удовлетворительная. У 26 (34,7%) пациентов применяли фиксацию ЗКББК пластиной и винтом или двумя пластинами. При этом 2-й тип перелома отмечен только у 2 (2,7%) пациентов. У этих пациентов имелаась интерпозиция фрагмента в линии перелома. В результате операции у одного пациента достигнута удовлетворительная репозиция, у второго не удалось добиться удовлетворительной репозиции, сохранилось расхождение линии перелома на боковой рентгенограмме и умеренный подвывих в голеностопном суставе. Тем не менее окончательный функциональный результат у обоих пациентов через 2 года расценен как хороший (85 баллов). У 5 (6,7%) пациентов с перелом 4-го типа по Bartoníček также применили комбинацию из двух пластин или пластины и винтов и получили анатомичную послеоперационную репозицию. У 19 (25,3%) пациентов с 3-м типом перелома ЗКББК по Bartoníček, у которых применяли комбинацию имплантов (у 13

пациентов – 2 низкопрофильные пластины). У 16 (21,3%) из указанных пациентов получили анатомичную репозицию и удовлетворительную у 3 (4,0%) пациентов.

В целом результаты репозиции в третьей группе нашего исследования расценены как анатомичные у 61 пациента (81,3%) (у 21 – 2-й тип, у 29 – 3-й тип, у 11 – 4-й тип), удовлетворительные у 13 (17,3%) (у 5 – 2-й тип, у 4 пациентов – 3-й тип, у 4 – 4-й тип), неудовлетворительное – у одного (2-й тип) (1,3%) пациента.

Исходя из разделения по типам переломов ЗКББК по классификации J.Bartoníček: у 27 пациентов со 2-м типом хорошая репозиция отмечена у 21 (77,8%) пациента, удовлетворительная – у 5 (18,5%) пациентов, неудовлетворительная – у 1 (3,7%) пациента. Из 33 пациентов с 3-м типом у 29 пациентов (87,9%) хорошая репозиция, у 4 (12,1%) пациентов – удовлетворительная. Из 15 пациентов с 4-м типом у 11 (73,3%) пациентов – хорошая репозиция, у 4 (26,7%) пациентов – удовлетворительная. Можно отметить, что в подгруппе с переломом ЗКББК 3 типа по J.Bartoníček отмечен несколько больший процент анатомичной репозиции, однако это различие не достигло статистической значимости ($p=0,423$).

Из 50 пациентов с переломом 43В3 у 43 (86,0%) добились анатомичной репозиции, у 7 (14,0%) – удовлетворительной. Из 25 пациентов с переломами типа 43С у 18 (72,0%) достигнута анатомичная репозиция, у 6 (24,0%) – удовлетворительная, у 1 (4,0%) – неудовлетворительная (табл. 7.3).

Таблица 7.3

Результаты репозиции по классификациям J. Bartoníček и АО/ASIF, n (%)

Тип перелома	Анатом.	Удовлетв.	Неудовлетв.	Всего
Классификация J. Bartoníček				
2-й тип	21 (77,8)	5(18,5)	1(3,7)	27(100,0)
3-й тип	29(87,9)	4(12,1)	0	33(100,0)
4-й тип	11 (73,3)	4(26,7)	0	15(100,0)
Всего	61 (81,3)	13 (17,3)	1 (1,3)	75 (100,0)
Классификация АО/ASIF				
44B3	43 (86,0)	7 (14,0)	0	50 (100,0)
44C	18 (72,0)	6 (24,0)	1 (4,0)	25 (100,0)
Всего	61 (81,3)	13 (17,3)	1 (1,3)	75 (100,0)

Фиксацией ДМБС в третьей группе исследования была выполнена у 27 пациентов (36,0%). При этом позиционный винт устанавливали у 16 (64,0%) из 25 пациентов с переломом типа 44C и у 11 (22,0%) из 50 пациентов с типом 44B3.

Средняя длительность предоперационного периода составила: $12,9 \pm 5,9$ дней, средняя длительность госпитализации – $16,2 \pm 5,7$ дней.

Функциональный результат по шкале AOFAS в сроки 6, 12, 24 мес. в третьей группе наблюдения составил соответственно: 79,5 баллов [74,8–83,3] (50,0; 95,0); 85,0 [83,0–87,0] (50,0; 97,0); 95,0 [86,0–97,0] (50,0; 100,0).

Клинический пример применения расширенного заднемедиального доступа при сложном переломе ЗКББК с фрагментом интерпозиции суставной поверхности у пациентки С., 41 года, с переломом 44B3, 3-й тип по Bartoníček, показан на рисунке 7.8.

В результате операции устранена интерпозиция, получено анатомичное положение отломков, фиксация ДМБС не потребовалась.

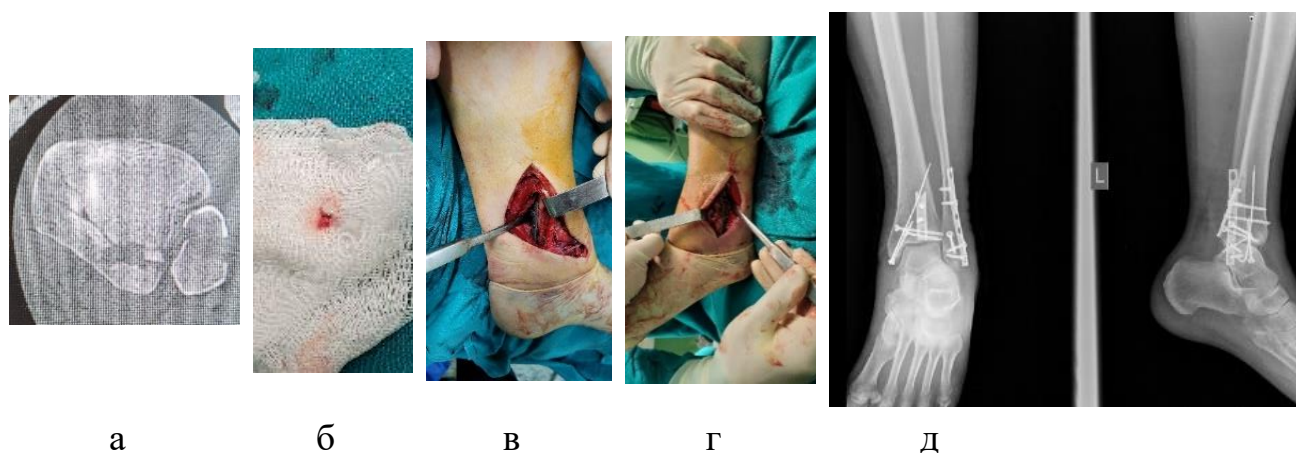


Рисунок. 7.8. Перелом типа 44B3 у пациентки С., 41 года: а – аксиальный срез КТ, 3 тип ЗКББК и наличие фрагмента-интерпозиита в плоскости перелома; б – фрагмент интерпозиции, удаленный во время операции из заднемедиального доступа; в, г – интраоперационные фотографии расширенного заднемедиального и линейного латерального доступов; д – рентгенологический результат операции

Также приводим пример прямого заднемедиального доступа (рис. 7.9).

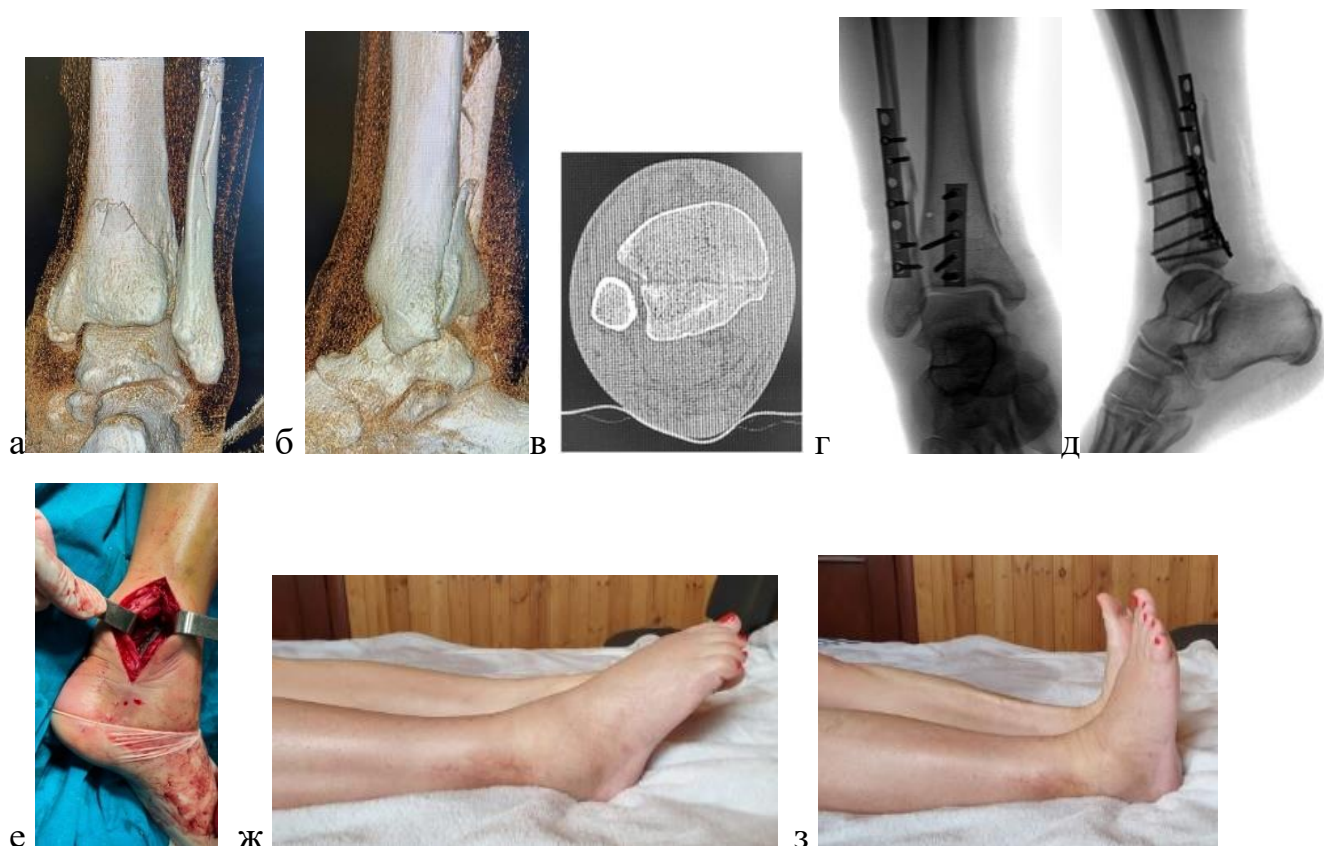


Рисунок. 7.9. Хирургическое лечение пациентки Т., 44 лет, с переломом типа 44 C2.3: а, б, в – данные КТ, показывающие крупный фрагмент ЗКББК типа 4 по J.Bartoníček; г, д – рентгенологический результат: анатомичная репозиция костных отломков; е – интраоперационная фотография заднемедиального доступа; ж, з – функциональный результат лечения через 24 мес. после травмы

Осложнения в третьей группе нашего исследования выявлены у 5 (6,7%) пациентов.

У пациентки Н., 71 года, расширенный заднемедиальный доступ, выполненный по поводу трехлодыжечного перелома 44В3 и 3 тип ЗКББК по J. Bartoníček, осложнился развитием краевого некроза послеоперационной раны, который зажил вторичным натяжением, без дополнительного оперативного вмешательства. В последующем перелом ГСС консолидирован, функциональный результат в срок 24 месяца, расценен как удовлетворительный по шкале AOFAS (73 балла).

Для профилактики подобного осложнения у 15 наших пациентов в случаях необходимости сочетанного подхода к ЗКББК и медиальной лодыжки мы применяли комбинацию заднемедиального и мини-переднемедиального доступов, у всех с первичным заживлением послеоперационных ран.

У двух пациентов третьей группы через год после первичного оперативного лечения развился выраженный остеоартрит голеностопного сустава, потребовавший раннего артродезирования.

У одного пациента А., 51 года, с переломом типа 44В3, 2-м типом перелома ЗКББК по Bartoníček и полным вывихом в суставе остеосинтез выполнен на 12-й день после ведения на скелетном вытяжении. Выполнен расширенный заднемедиальный доступ – остеосинтез ЗКББК 1/3-трубчатой пластиной, медиальной лодыжки двумя спицами и винтом, латеральной лодыжки анатомичной пластиной. Фиксация ДМБС позиционным винтом не выполнялась. Рентгенологический результат расценен как анатомичный, однако в срок шесть месяцев после травмы у пациента выявлены рентгенологические признаки выраженного посттравматического артроза, а в виде субхондрального склероза, уменьшения суставной щели большеберцово-таранного сустава, перисуставных остеофитов. Через 1 год после травмы выполнен артродез голеностопного сустава из переднелатерального доступа без удаления имплантов из ЗКББК.

У второй пациентки 44 лет с переломом типа 44B3, крупным фрагментом ЗКББК 4-го типа по J.Bartoníček, со значительным смещением отломков первичная иммобилизация выполнена в гипсовой повязке. В течение дооперационного периода сохранялись подвывих в голеностопном суставе и смещение отломков. Остеосинтез выполнен через 15 дней после травмы через прямой заднемедиальный, переднемедиальный и латеральный доступы, с фиксацией фрагмента Фолькмана 1/3-трубчатой пластиной, медиальной лодыжки по Веберу, латеральной лодыжки предизогнутой анатомичной пластиной. Достигнутое положение отломков расценено как удовлетворительное за счет сохранения диастаза между фрагментом ЗКББК и дистальным эпифизом ББК до 2 мм. Через год у пациентки выявлено несращение медиальной лодыжки, выраженный остеоартрит голеностопного сустава. Выполнена операция артродезирования голеностопного сустава канюлированными винтами без удаления пластины ЗКББК. Такое развитие клинически значимого посттравматического деформирующего артроза голеностопного сустава в этих двух клинических случаях мы связываем с тяжестью первичного повреждения и, возможно, с неадекватной первичной фиксацией, приведшей к дополнительной травматизации суставного хряща в предоперационном периоде. Более широкое применение метода наружной фиксации с первичной репозицией костных отломков и устранением подвывиха голеностопного сустава, возможно, способствовало бы сохранению жизнеспособности суставной поверхности.

Еще у двух пациентов в третьей группе проявления остеоартрита в срок 2 года после травмы были умеренными и привели к снижению функциональных показателей по AOFAS до удовлетворительных значений. Мы, как и в двух других группах нашего исследования, не включили этих пациентов в список осложнений.

Инфекционных осложнений, миграции имплантов, несращения у остальных пациентов в третьей группе исследования выявлено не было.

7.4. Сравнение результатов применения различных подходов к остеосинтезу переломов лодыжек с вовлечением заднего края большеберцовой кости

Сравнительные результаты оперативного лечения в трех группах нашего исследования представлены в таблице 7.4.

Таблица 7.4

Сравнительные результаты оперативного лечения в трех группах

Параметр	Первая группа (традиционный доступ), n=35	Вторая группа (ЗЛ доступ), n=55	Третья группа (ЗМ доступ), n=75	Значение p
Фиксация ДМБС	20 (57,1%)	16 (29,1%)	27(36,0%)	0,025
Репозиция				
Анатомичная	11(31,4%)	39 (70,9%)	61(81,3%)	<0,001
Удовл.	17 (48,6%)	12 (21,8%)	13(17,3%)	
Неудовл.	7 (20,0%)	4 (7,3%)	1(1,3%)	
Предоперационный период, дней	7,3±2,5	12,7±4,5	12,9±5,9	<0,001
Стационарное лечение, дни	19,5±4,5	17,9±3,6	16,2±5,7	0,105
АOFAS, баллы 6 мес.	70,0 [63,0 - 78,0] (50,0; 87,0)	66,5 [42,5 - 77,0] (23,0; 87,0)	79,5 [74,8–83,3] (50,0; 95,0)	0,006
АOFAS, баллы 12 мес.	72,0 [66,0–85,0] (50,0; 95,0)	73,0 [41,5–86,5] (23,0; 97,0)	85,0 [83,0–87,0] (50,0; 97,0)	0,006
АOFAS, баллы 24 мес.	74,0 [66,0–87,0] (50,0; 95,0)	77,5 [45,0–88,8] (23,0; 100,0)	95,0 [86,0–97,0] (50,0; 100,0)	<0,001
Осложнения	12 (34,3%)	11 (20,0%)	5 (6,7%)	0,001
Заживление раны	0	3(5,5%)	1 (1,3%)	NP*
Инфекция	1 (2,9%)	1 (1,8%)	0	
Тяжелый Артроз – артродез	1 (2,9%)	0	2 (2,7%)	
Умеренный артроз – без артродеза	8 (22,9%)	7(12,7%)	2 (2,7%)	
Миграция, несращение, реостеосинтез	2 (5,7%)	1 (1,8%)	0	

* Межгрупповой анализ структуры осложнений не проводился.
Жирным шрифтом выделены значения $p < 0,05$.

Фиксация ДМБС статистически значимо чаще ($p=0,024$) выполнялась у пациентов первой группы по сравнению с пациентами второй группы. Анатомичная репозиция статистически значимо чаще была получена в группе заднемедиального ($p<0,001$) и заднелатерального ($p=0,001$) доступов по сравнению с традиционным доступом. Удовлетворительная репозиция статистически значимо чаще наблюдалась у пациентов с традиционным доступом ($p=0,024$ при сравнении с заднелатеральным, $p=0,002$ при сравнении с заднемедиальным). Неудовлетворительная репозиция была выявлена в группе традиционного подхода к остеосинтезу ЗКББК статистически значимо чаще ($p=0,001$), чем в группе заднемедиального доступа.

В первой группе пострадавших предоперационный койко-день был статистически значимо меньше, чем в двух других группах исследования. При традиционном доступе пациенты ожидали операции в среднем на 5,1 дня (95% ДИ 3,3–7,9) меньше ($p<0,001$), чем при заднемедиальном доступе, и на 5,4 дня (95% ДИ 2,6–8,2) меньше ($p<0,001$), чем при заднелатеральном. Показатель длительности госпитализации статистически значимо не различался между группами исследования ($p=0,105$).

Количественные значения функциональных показателей между первой и третьей группами пациентов статистически значимо различались на всех сроках наблюдения: 6 мес. – $p=0,004$, 12 мес. – $p=0,003$, 24 мес. – $p<0,001$. При этом пациенты, которым был выполнен остеосинтез из заднемедиального доступа, показали более высокие баллы по AOFAS. Различия между первой и второй группами не достигли уровня статистической значимости.

Осложнения чаще встречались в группе традиционного доступа по сравнению с группой заднемедиального доступа ($p=0,001$). Между группами традиционного и заднелатерального доступов статистически значимых различий получено выявлено не было.

7.5. Обсуждение полученных результатов

В данное исследование вошли 165 пациентов с трехлодыжечными переломами, сопровождающимися вовлечением заднего края ББК, которых мы лечили хирургическим путем, применяя два распространенных на практике подхода. Первая клиническая группа была сформирована из пострадавших, у которых выполняли остеосинтез фрагмента Фолькмана, занимающие более четвертой части суставной поверхности дистального эпифиза ББК (0,25), применяя закрытую репозицию и установку переднезадних спонгиозных стягивающих винтов.

Вторая и третья группы состояли из пациентов, у которых для остеосинтеза заднего края ББК применяли метод открытой прямой репозиции, независимо от величины фрагмента, и внутреннюю фиксацию из заднелатерального (вторая группа) и заднемедиального хирургических доступов (третья группа). Во вторую группу вошли 55 пациентов, в третью – 75 пациентов. Во второй группе у 46 пациентов выполняли одновременный остеосинтез малоберцовой кости. Еще у 6 пациентов остеосинтез высокого перелома МБК выполнен из отдельного латерального доступа по минимально инвазивной технологии, также из положения на животе. Как правило, при низкой локализации перелома МБК пластина укладывалась на ее заднюю поверхность. Мы испытали некоторые технические трудности в позиционировании пластины на боковой поверхности МБК у ряда пациентов. У трех пациентов развились осложнения, связанные с заживлением послеоперационной раны, у четырех выявили остаточную угловую деформацию МБК. У пациентов первой и третьей клинических групп мы использовали стандартный латеральный доступ из положения пациента на спине и не отметили подобных проблем при остеосинтезе МБК. Поэтому мы считаем оправданным мнение о том, что одним из показаний к заднелатеральному доступу является низкий перелом МБК типа 44B3, при котором фиксирующая пластина может быть установлена по задней поверхности наружной лодыжки.

В группе заднемедиального доступа, применяя расширенный его вариант у одной пациентки, мы выявили краевой некроз кожи послеоперационной раны.

В связи с этим мы считаем расширенный вариант заднемедиального доступа с разворотом кожного разреза вокруг верхушки внутренней лодыжки в большинстве случаев избыточным и рекомендуем чаще использовать линейный вариант заднемедиального доступа, при необходимости сочетая его с переднемедиальным для остеосинтеза переднего бугорка медиальной лодыжки. Мы не получили проблем с заживлением раны и инфекционных осложнений ни у одного пациента с подобным подходом. Меньшая доля кожных осложнений в группе заднемедиального доступа в сравнении с заднелатеральной, возможно, объясняется ангиосомным кровоснабжением кожи и локализацией типичных перфорантных сосудов, которые могут повреждаться при выполнении диссекции мягких тканей заднелатеральной поверхности ГСС.

Остеосинтез заднего края ББК, выполненный тремя различными методами, позволил сравнить возможности техник репозиции и фиксации фрагмента Фолькмана, опираясь на рентгенологические результаты. Мы получили статистически значимое преимущество метода открытой репозиции и внутренней фиксации из прямых задних доступов перед традиционным методом в отношении доли пациентов с анатомичной репозицией ЗКББК 71% и 81% во второй и третьей группах против 31% в первой группе. Следовательно, мы можем сказать, что возможности достижения репозиции при открытом подходе к фрагменту заднего края ББК значительно превосходят традиционный подход, а это, в свою очередь, влияет на результат восстановления анатомии сустава в целом.

На качество репозиции заднего края существенное влияние оказывает тип перелома, а также наличие интерпонирующих костных отломков в зоне перелома, которые визуализируются во время предоперационного КТ-исследования. Проведенное нами исследование показало большое разнообразие форм и конфигураций фрагмента ЗКББК.

Проведенное нами ранее топографо-анатомическое исследование показало некоторое преимущество заднемедиального доступа перед заднелатеральным в отношении визуализации задней поверхности дистального метаэпифиза большеберцовой кости. Этот факт объясняет лучшие результаты репозиции при

использовании заднемедиального доступа. При этом в третьей группе исследования имелись пациенты со всеми типами переломов ЗКББК и наибольшая доля пациентов с 3-м типом по Bartoníček, который, по нашему мнению, является наиболее сложным с точки зрения репозиции отломков. По данным литературы, этот тип перелома часто требует последовательной репозиции заднемедиального заднелатерального фрагментов и комбинации нескольких имплантов (Klammer G. et al., 2013). Используя заднемедиальный доступ, мы у 19 из 33 пациентов (57,6%) применили две низкопрофильные пластины или пластину и винт, ориентируя их относительно конфигурации отломков, и получили качественную репозицию у большинства пациентов. У части пациентов с переломом 4-го типа по Bartoníček, имеющих крупный фрагмент ЗКББК, мы тоже применили комбинацию из двух имплантов и получили анатомичную репозицию. У большинства пациентов со 2-м типом по Bartoníček и более латеральным расположением фрагмента ЗКББК заднемедиальный доступ также позволял применить одну противоскользкую пластину, расположить ее по центру имеющегося отломка и позиционировать винты перпендикулярно кривой плоскости перелома, получая анатомичную репозицию у большинства пациентов.

В группе пациентов с заднелатеральным доступом у большинства пациентов также получены хорошие результаты репозиции отломков. В этой группе преобладали пациенты со 2-м типом перелома ЗКББК по Bartoníček. Среди них более чем у 90% пациентов получен анатомичный или удовлетворительный результат репозиции внутрисуставного перелома. Аналогично при 4-м типе перелома ЗКББК по Bartoníček, оперированных из заднелатерального доступа, у 94,4% пациентов получен анатомичный или удовлетворительный результат.

При 3-м типе перелома ЗКББК мы редко использовали заднелатеральный доступ, предпочитая заднемедиальный, так как, по результатам выполненного анатомического эксперимента и по данным литературы, возможности визуализации заднемедиального фрагмента из заднелатерального доступа ограничены. Тем не менее, у 3 пациентов (60,0%) с 3-м типом по Bartoníček мы получили анатомичное положение отломков и у 2 (40,0%) – удовлетворительное.

Таким образом, мы можем отметить, что при всех типах перелома по классификации Bartoníček не всегда удается добиться анатомичного положения отломков. Относительно меньший процент анатомичной репозиции выявлен нами при 2-м и 4-м типах, хотя данные различия статистически не значимы. В то же время при 3-м типе и заднелатеральном доступе мы тоже испытывали некоторые ограничения при репозиции отломков.

Удовлетворительные и неудовлетворительные результаты лечения, по нашему мнению, не всегда были связаны с техническими погрешностями в репозиции и фиксации фрагмента ЗКББК, а также с ошибками, допущенными при остеосинтезе остальных компонентов повреждения (латеральной и медиальной лодыжки, ДМБС). В частности, с нашей точки зрения, заднелатеральный доступ при высоком переломе латеральной лодыжки ограничен с точки зрения возможности позиционирования пластины по наружной поверхности МБК, опасности мягкотканых осложнений и остаточной угловой деформации. Соответственно при высоком переломе МБК, а также необходимости латерального позиционирования пластины следует отдавать предпочтение заднемедиальному хирургическому доступу в сочетании со стандартным латеральным доступом. В то же время относительно высокая доля удовлетворительных (20%) и неудовлетворительных результатов (7%) при использовании заднелатерального доступа значительно меньше доли, полученной при традиционном подходе, продемонстрированном в первой группе исследования, что говорит в пользу его применения с целью анатомичной репозиции ЗКББК.

Показанием к отдельной фиксации ДМБС позиционным винтом мы считали результаты интраоперационного hook-теста. Фиксация ДМБС была выполнена у 57,1% пациентов первой группы, у 29,1% и 36,0% пациентов второй и третьей групп. Это различие было статистически значимо. Кроме того, следует отметить, что во второй и третьей группах доля пациентов с переломами типа 44С выше, чем в первой группе, что также повлияло на данный показатель. При большей доле переломов типа С в первой группе различия, по-видимому, были бы еще значительнее. Мы убедились, что повреждение ДМБС в составе нестабильной

травмы голеностопного сустава требует отдельного внимания, особенно при переломе типа 44С, и фиксация заднего края ББК не во всех случаях является достаточной. Однако анатомичная репозиция заднего края ББК способствует восстановлению конгруэнтности межберцовой вырезки и корректной фиксации ДМБС позиционным винтом. Это показали данные контрольных КТ-исследований, которые мы выполняли ряду наших пациентов (см. рис. 7.5). Напротив, неанатомичное положение ЗКББК, препятствует восстановлению конгруэнтности вырезки МБК на наружной поверхности ББК, приводя к остаточному подвывиху в голеностопном суставе (рис. 7.10).

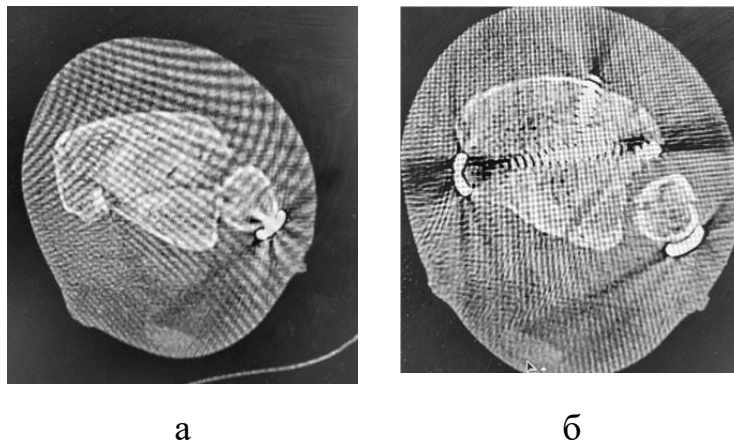


Рисунок 7.10 Аксиальные срезы дистального отдела голени у пациентки с переломом ЗКББК 3-го типа по Bartoníček: а – первичный остеосинтез переднезадними винтами при сложном переломе ЗКББК 3-го типа по Bartoníček, привел к некорректной репозиции; б – ранний реостеосинтез из заднемедиального доступа оказался эффективным, анатомичное положение ЗКББК восстановлено

Как показало данное исследование, доля ошибок при репозиции, проявляющаяся более высокой долей удовлетворительных и неудовлетворительных результатов у пациентов с переломами типа 44С, выше во всех группах исследования. Таким образом, при переломах типа С, несмотря на остеосинтез ЗКББК, часто показана фиксация ДМБС, но только после анатомичной репозиции всех остальных повреждений.

Также при наличии у пациента фрагмента переднего бугорка латеральной лодыжки (фрагмент Le-Fort), к которой прикрепляется передняя порция ДМБС (передняя большеберцово-малоберцовая связка), бугорка Tillaux-Chaput,

нуждающихся в репозиции и отдельной фиксации, необходимость ревизии переднего отдела синдесмоза, при подозрении на интерпозицию в этой области фрагментов связки или костных отломков, также могут определять выбор хирургического доступа. Эти манипуляции удобнее выполнять из стандартного латерального доступа, переднелатерального доступа в стандартном или малоинвазивном варианте из положения на спине. Соответственно, применение заднелатерального доступа в такой ситуации из положения на спине ограничено.

Отдельного упоминания заслуживает проблема повреждения мягких тканей при нестабильной травме лодыжек. Наличие распространенных фликтен, ран в случае открытого перелома также может ограничивать применение оптимального хирургического доступа.

Безусловным показанием к выбору того или иного доступа при прочих равных условиях может явиться предпочтение хирурга. В нашем исследовании мы всегда первично в ходе предоперационного планирования оценивали все компоненты повреждения и состояние мягких тканей. С точки зрения показаний к применению заднемедиального доступа (в третьей группе нашего исследования) можно сказать, что у 33 пациентов (44%) имелся перелом заднего края 3-го типа по Bartoníček, у 20 пациентов (21%) был выявлен высокий перелом МБК, у 12 пациентов (15%) имелся видимый на предоперационной КТ фрагмент Le-Fort или фрагмент Tillaux-Chaput. Мы не нашли объективных показаний к применению заднемедиального доступа только у 10 пациентов (13%) третьей группы, и выбор доступа в данных случаях зависел от предпочтений оперирующего хирурга.

Результаты восстановления функции голеностопного сустава статистически значимо различались между группами традиционного и заднемедиального доступов, причем пациенты, которым был выполнен заднемедиальный доступ, показали более высокие баллы на всех сроках. В срок 24 месяца в первой группе исследования у большинства пациентов отмечена удовлетворительная функция ГСС (51 – 74 балла). В то же время во второй и третьей группах большинство пациентов имело хороший функциональный результат, т.е. значение функционального показателя превышало 75 баллов. Этот факт, с нашей точки

зрения, связан с лучшими показателями восстановления анатомии и меньшей долей осложнений, полученных нами во второй и третьей группах исследования.

Анализ осложнений показал, что в целом их доля, равная 17,0%, соответствует данным других авторов (Forberger J. et al., 2009; Von Rüden C. et al., 2015; Mason et al., 2017). Однако различия между частотой осложнений в первой, второй и третьей группах статистически значимы. Во второй и третьей группах при использовании открытого остеосинтеза ЗКББК мы имели проблемы с заживлением послеоперационной раны у нескольких пациентов, однако у всех этих пациентов раны зажили, и сохранились хорошие функциональные результаты. По нашему мнению, неправомерна точка зрения о допустимости погрешностей репозиции в угоду малой травматичности при нестабильных переломах области голеностопного сустава, т.к. при внутрисуставном характере перелома первичной задачей является анатомичная репозиция всех поврежденных структур. Абсолютно логичным кажется более высокая доля посттравматического остеоартрита в первой группе исследования в сравнении с двумя другими.

Таким образом, полученные в нашем исследовании данные подтверждают существующую в настоящее время тенденцию к расширению показаний к прямой открытой репозиции фрагментов ЗКББК при нестабильном переломе голеностопного сустава, обосновывая это клиническими преимуществами подобного подхода. Наши данные соответствуют данным литературы, изученным в ходе первого этапа нашего исследования (Bartoniček J. et al., 2015; Magnus L. et al., 2015; Yi Y et al., 2018; Neumann A.P., Rammelt S., 2022).

Преимуществами анатомичной репозиции ЗКББК являются:

- восстановление суставной поверхности пилона ББК и конгруэнтности голеностопного сустава;
- восстановление стабилизирующей роли задней большеберцово-малоберцовой связки и стабильности голеностопного сустава;
- восстановление конгруэнтности малоберцовой вырезки на большеберцовой кости, способствующее репозиции МБК.

Считаем традиционный подход с отсутствием остеосинтеза заднего края ББК при величине фрагмента менее 0,25 от суставной поверхности ББК неоправданным и сопровождающимся высоким риском неудовлетворительной репозиции, плохого функционального результата и осложнений. Абсолютно необходимым в ходе предоперационного планирования считаем проведение КТ-исследования и изучение типа и особенностей перелома ЗКББК, наличие и архитектоники остальных компонентов повреждения, с учетом концепции «круга стабильности» голеностопного сустава (Neer C.S., 1953). Проведенное исследование позволило сформулировать показания к применению различных вариантов остеосинтеза ЗКББК.

Показания к применению заднелатерального доступа:

- перелом ЗКББК 2-го типа по J.Bartoníček;
- перелом ЗКББК 4-го типа по J.Bartoníček;
- перелом 44В3, простой или клиновидный перелом наружной лодыжки при отсутствии смещения фрагмента Le-Fort;
- наличие фрагментов импрессии суставной поверхности или фрагмента интерпозиции в зоне заднелатерального фрагмента ЗКББК;
- локализация фликтен и ран на наружной поверхности ГСС;
- выбор оперирующего хирурга.

Показания к применению заднемедиального доступа:

- перелом ЗКББК 3-го типа по J.Bartoníček;
- перелом ЗКББК 2-го и 4-го типов по J.Bartoníček;
- перелом МБК типа 44С, а также многооскольчатый перелом типа 44В3;
- перелом бугорка Tillaux-Charput, наличие фрагмента Le-Fort;
- необходимость ревизии передней порции ДМБС;
- предпочтение хирурга.

Показания к применению переднезадней фиксации:

- перелом заднего края ББК 2–4-го типов по J.Bartoníček без смещения отломков при наличии крупного фрагмента с возможностью корректной установки стягивающих винтов, с учетом направления плоскости перелома и при отсутствии интерпозиции или импрессии суставной поверхности.

На наш взгляд, место закрытой репозиции и переднезадней фиксации ЗКББК в современной тактике лечения этой травмы отражено в работе A.P. Neumann, S. Rammelt (2022), которые выполняли остеосинтез винтами спереди назад при переломе ЗКББК 4-го типа по Bartoníček, контролируя репозицию фрагмента по суставной поверхности через линию чрезсиндесмозного перелома латеральной лодыжки. В группе из 100 пациентов с переломами ЗКББК только в 14 случаях они применили описанную методику, отдавая предпочтение открытой репозиции и остеосинтезу из заднелатерального или заднемедиального доступа.

Нам представляется, что метод закрытой репозиции и переднезадней фиксации винтами показан при наличии достаточно крупного фрагмента суставной поверхности, не менее 0,25 мм, при наличии простого перелома с одной плоскостью и минимальном смещении фрагмента. Однако при этом необходим анализ данных предоперационной КТ, уточнение конфигурации перелома заднего края ББК и определение траектории винта, чтобы его положение соответствовало середине фрагмента заднего края, а направление его введения было строго перпендикулярно плоскости перелома во избежание вторичных смещений и остаточной дисконгруэнтности межберцовой вырезки.

ГЛАВА 8. СИСТЕМА ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ОКОЛОСУСТАВНЫМИ И ВНУТРИСУСТАВНЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ ДЛИННЫХ КОСТЕЙ, ФОРМИРУЮЩИХ КОЛЕННЫЙ И ГОЛЕНОСТОПНЫЙ СУСТАВЫ

С целью обоснования разработанной системы хирургического лечения пациентов с околосуставными и внутрисуставными переломами костей в области коленного и голеностопного суставов нами были проведено несколько серий, связанных общей идеей биомеханических, топографо-анатомических и клинических исследований. Обобщение полученных экспериментальных и клинических данных позволило успешно апробировать в клинике ряд усовершенствованных подходов и технических приемов хирургического лечения пациентов изученного профиля. Эффективность этих подходов и приемов была подтверждена в ходе сравнительных клинических исследований, проведенных в сопоставимых группах пациентов с переломами четырех локализаций: дистального отдела бедренной кости, проксимального и дистального отделов большеберцовой кости, а также лодыжек.

При разработке системы мы учитывали, что, по современным представлениям, дистальный метаэпифиз БК, а также проксимальный и дистальный метаэпифизы ББК целесообразно рассматривать с позиций колонной теории их строения на этапах диагностики, предоперационного планирования и остеосинтеза. При этом остеосинтез таких переломов должен обеспечить восстановление конгруэнтности суставных поверхностей за счет анатомичной репозиции внутрисуставных фрагментов с сохранением кровоснабжения в зонах эпифиза и метафиза для создания благоприятных биологических условий для сращения переломов. Кроме того, операция остеосинтеза должна быть направлена на достижение достаточного уровня стабильности костных отломков с целью создания необходимых условий для ранней разработки движений в коленном и голеностопном суставах. Предложенная нами система представлена в виде схемы на рисунке 8.1.

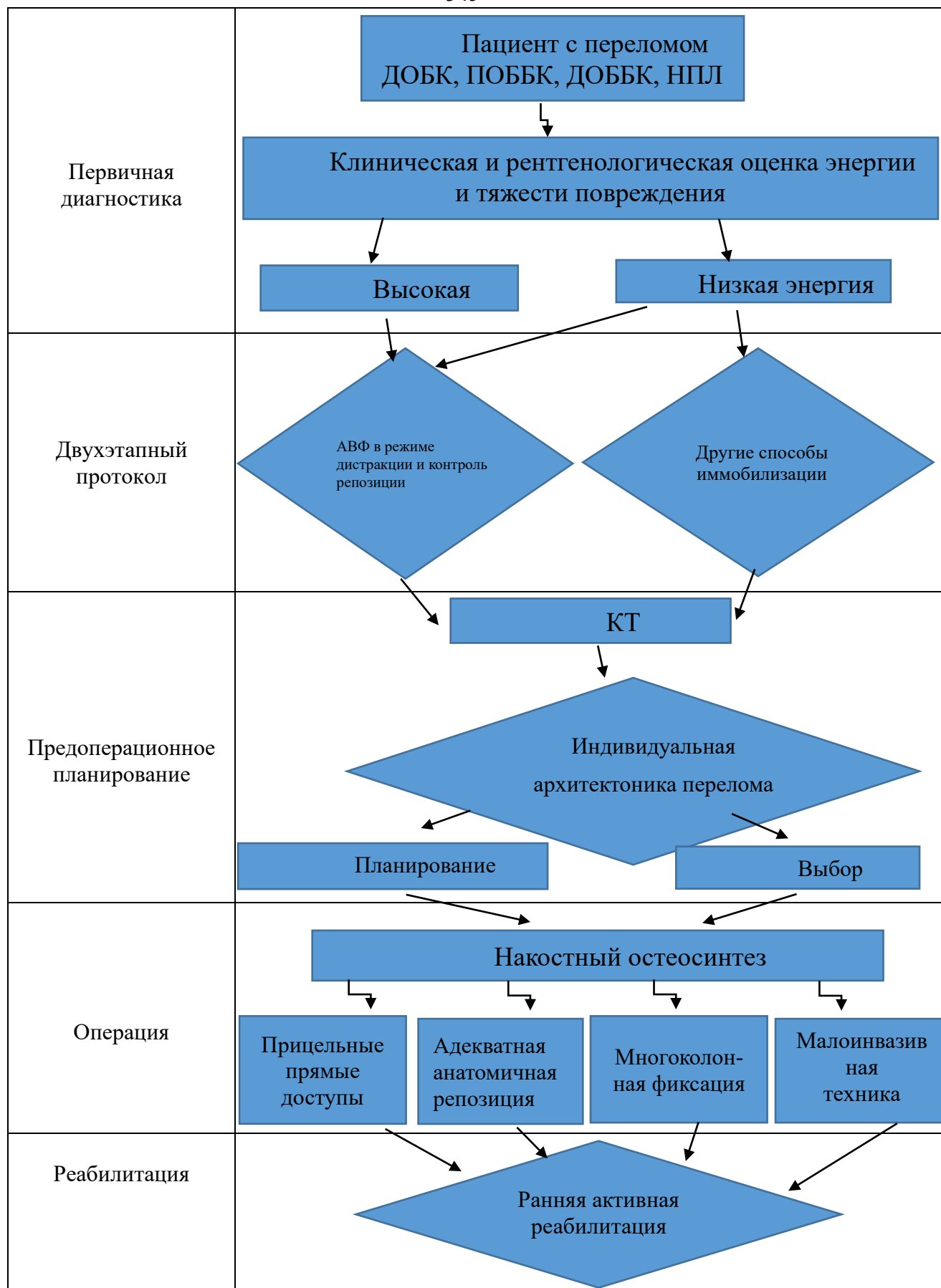


Рисунок 8.1. Схема разработанной системы хирургического лечения пациентов с около- и внутрисуставными переломами в области коленного и голеностопного суставов

Все указанные выше диагностические и лечебные этапы, представленные на схеме, последовательно рассмотрены и обсуждены далее в соответствующих разделах настоящей главы применительно к хирургическому лечению пациентов изученного нами профиля.

8.1. Этап первичной диагностики

При поступлении пациента с околосуставным или внутрисуставным переломом длинных костей в области коленного или голеностопного сустава в травматологический стационар после сбора анамнеза и первичного клинического осмотра в соответствии с разработанной нами системой выполняли рентгенографию голени в стандартных прямой и боковой проекциях, включавшую также два смежных сустава. Такие рентгенограммы необходимы для оценки нарушения референтных осей сегмента во фронтальной и сагиттальной плоскостях, формирования патологического варуса, вальгуса, антекурвации, ретрокурвации, нарушения длины и ротации поврежденного метаэпифиза относительно диафиза бедренной или большеберцовой кости.

Кроме того, стандартные рентгенограммы, проанализированные с точки зрения многоколонной теории строения БК и ББК, позволяют предварительно оценить вовлеченность каждой из известных колонн в перелом соответствующего метаэпифиза БК или ББК, а также тип и локализацию повреждения суставных поверхностей указанных костей (раскол, импрессия и их сочетания), количество и размеры костных фрагментов метафизарной зоны, а также наличие и локализацию субхондральных костных дефектов.

При переломах в области голеностопного сустава посредством стандартной рентгенографии определяют типы переломов латеральной и медиальной лодыжек, наличие перелома ЗКББК, степень расхождения ДМБС, наличие вывиха или подвывиха голеностопного сустава.

Кроме того, в большинстве случаев стандартной плоскостной двухмерной рентгенографии достаточно для типирования повреждения с точки зрения универсальной классификации АО и планирования метода первичной

стабилизации перелома с учетом энергии травмы и прогноза ухудшения состояния мягких тканей.

При определении показаний к выбору метода первичной стабилизации рассматриваемых переломов большое значение имеет непосредственный механизм травмы, который может иметь высокоэнергетический или низкоэнергетический характер. Высокоэнергетические переломы характеризуются высокой степенью оскольчатости в метафизарной зоне, разрушением суставных поверхностей, а также значимыми повреждениями мягких тканей: их разрывами и размозжениями (особенно при открытых переломах), длительным сдавлением, а также повреждениями магистральных сосудов и нервов в области соответственно коленного или голеностопного суставов.

Следует особо отметить, что мы не включали в свое исследование пациентов с открытыми переломами типов IIIB и IIIC по Gustillo-Andersen, а также пациентов с дефектами мягких тканей, требующими применения методов пластической и реконструктивной хирургии, так как это не входило в задачи нашего исследования. Однако практическое применение предложенной системы хирургического лечения, безусловно, предполагает тщательную первичную оценку состояния мягких тканей, контроль динамики их изменений на этапах лечения и во многом определяет не только сроки предоперационной подготовки, но и выбор хирургических доступов, а также приемов репозиции и стабилизации костных отломков.

Таким образом, мы рассматриваем понятие высокоэнергетических переломов несколько шире обычного, относя к ним не только пациентов, получивших травму в результате дорожно-транспортных происшествий или падения с высоты более 4 метров (кататравма), но и пострадавших с переломами, характеризующимися высокой степенью оскольчатости и смещения костных отломков, вызывающих нестабильность суставов, а также при подозрении на значительные повреждения мягких тканей или развитие в ближайшие дни после травмы массивного отека мягких тканей и трофических изменений кожи. При этом безусловным преимуществом обладает тактика этапного хирургического лечения с

первичным ранним наложением чрезсуставной наружной фиксации в режиме умеренной тракции с последующей конверсией на погружной остеосинтез.

8.2. Этап первичной стабилизации перелома

Показанием к первичному наложению АВФ в рамках протокола двухэтапного оперативного лечения пациентов с переломами в области коленного и голеностопного суставов являются высокоэнергетический характер травмы, а также открытые и закрытые переломы при низкоэнергетическом механизме травмы, сопровождающейся значительным смещением костных отломков, вывихами в суставах, а также деформациями на уровне суставов и метафизарных зон.

Этап первичной стабилизации переломов в АВФ в режиме умеренной тракции позволяет восстановить ось и длину бедренной кости и костей голени, а также за счет механизма лигаментотаксиса осуществить первичную репозицию костных отломков в области указанных суставов. Принцип контроля качества первичной репозиции в АВФ на первом этапе двухэтапного протокола хирургического лечения при внутрисуставных переломах изучаемых локализаций считаем одним из важнейших компонентов предложенной нами системы.

Для обоснования этого компонента обсуждаемой системы было проведено собственное клиническое исследование влияния качества первичной репозиции в АВФ на окончательный результат остеосинтеза при внутрисуставных переломах проксимального эпифиза (плата) и дистального эпифиза (пилона) ББК, при которых был применен усовершенствованный нами двухэтапный протокол лечения.

В обеих изученных локализациях анатомические результаты накостного остеосинтеза в группах пациентов, при лечении которых применялся усовершенствованный подход к первому этапу двухэтапного протокола, предполагавший достижение удовлетворительного положения отломков во временном АВФ, имели статистически значимое преимущество. В них не наблюдалось случаев неудовлетворительной окончательной репозиции, а у

большинства пациентов (в 65% случаев при переломах плато ББК и в 83% случаев при переломах пилон ББК) удалось получить анатомичное положение внутрисуставных костных отломков. При этом в контрольных группах при неполном восстановлении исходной анатомии в ходе первичной внешней фиксации неудовлетворительная репозиция аналогичных костных отломков после внутреннего остеосинтеза на втором этапе была отмечена в 53% случаев переломов плато ББК и в 25% случаев переломов пилон ББК. Эти различия имели, по нашим данным, статистическую значимость.

Кроме того, следует отметить, что у 33% пациентов с переломами дистального метаэпифиза ББК первой группы и у 20% больных второй группы мы посчитали достаточным применить малоинвазивный остеосинтез с закрытой репозицией внутрисуставных фрагментов под рентгенологическим контролем. Как показал проведенный статистический анализ, различия в этих показателях не достигли статистически значимой величины. Однако несколько бóльшая доля пациентов, у которых мы смогли применив малоинвазивную технику МПРО после корректной первичной репозиции отломков в АВФ, добиться качественной репозиции внутрисуставного перелома пилон свидетельствует о положительном влиянии принципа первичной репозиции в АВФ на соблюдение концепции биологического остеосинтеза, а значит снижает травматичность второго этапа хирургического лечения и уменьшает риск развития послеоперационных осложнений.

В аналогичном сравнительном исследовании двух групп пострадавших со сложными переломами плато ББК, при лечении которых применяли двухэтапный протокол лечения, независимо от применения стандартных или модифицированных хирургических доступов мы также доказали преимущество первичной ранней репозиции костных отломков, восстановления оси и длины поврежденного сегмента при наложении временного АВФ. Так же, как и у пациентов с переломами пилон ББК, корректное применение метода наружной фиксации улучшает качество репозиции костных отломков во время операции окончательного погружного остеосинтеза.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что качество первичной репозиции в АВФ влияло на качество репозиции в ходе окончательного остеосинтеза независимо от техники его выполнения. Кроме того, качественная первичная репозиция фрагментов переломов облегчала выполнение окончательного погружного остеосинтеза, что, безусловно, снижало травматичность операции в соответствии с концепцией биологического остеосинтеза.

Напротив, выполнение первичного этапа с временной наружной фиксацией без соблюдения принципа первичной качественной репозиции отломков имело негативные последствия у большей доли пациентов. Так, более чем у половины пациентов с переломами плато ББК (53%) с неудовлетворительной репозицией в АВФ были отмечены осложнения после окончательного остеосинтеза. Основная часть таких осложнений была связана с потерей репозиции, недостаточной стабильностью и посттравматическим остеоартритом. Последний, наиболее вероятно, был обусловлен большой долей пациентов с неудовлетворительной послеоперационной репозицией отломков и сохранением смещения суставных фрагментов с развитием угловых деформаций, что приводило к развитию нестабильности коленного сустава. Ее закономерное прогрессирование, по нашему мнению, являлось основной причиной низких показателей функционального результата оперативного лечения.

В группе пациентов с удовлетворительным положением отломков в АВФ доля осложнений составила 13%, что существенно ниже как показателя, полученного в группе сравнения, так и значений, которые приводят иностранные авторы (Cuéllar-Avaroma A. et al., 2007; Prat-Fabregat S. et al., 2016; Meulenkamp B. et al., 2017). На наш взгляд, это может косвенно свидетельствовать о положительном влиянии первичного восстановления анатомии коленного сустава в АВФ на частоту осложнений, особенно при тяжелых переломах плато ББК.

При переломах пилона ББК, аналогично переломам плато ББК, доля осложнений в группе неудовлетворительного положения отломков в АВФ была больше. Осложнения были выявлены в 45% случаев неудовлетворительного

положения отломков в АВФ и в 23% – при удовлетворительном положении. В силу малого числа наблюдений данное различие не достигло статистической значимости. В группе неудовлетворительного положения также была выше доля повторных операций. Разница между функциональными результатами на всех сроках наблюдения не была статистически значимой. Тем не менее у пациентов с переломами плато ББК, у которых мы применили усовершенствованный протокол с достижением удовлетворительного положения отломков в АВФ, на конечных сроках наблюдения функциональные результаты по шкалам Lysholm и KSS соответствовали хорошим и отличным значениям, а в группе сравнения функциональные показатели классифицировались как удовлетворительные.

В группе переломов пилона ББК, в которой мы применили усовершенствованный двухэтапный протокол лечения, функциональный показатель в баллах по шкале AOFAS (77,50 баллов) также относился к хорошему результату, а в группе неудовлетворительного положения костных отломков в АВФ – к удовлетворительному (73,00 балла).

Таким образом, наше исследование показало, что качество первичной репозиции костных отломков при внешней фиксации на первом этапе двухэтапного протокола лечения пациентов с внутрисуставными переломами проксимального и дистального метаэпифизов ББК положительно влияет на качество репозиции в ходе окончательного погружного остеосинтеза и снижает риск осложнений. При наложении первичного АВФ пациентам с внутрисуставными переломами изученных локализаций следует стремиться к качественной первичной репозиции костных отломков для улучшения окончательного результата репозиции, снижения травматичности остеосинтеза и улучшения функциональных результатов.

Следующим важным элементом рассматриваемой системы лечения при околосуставных и внутрисуставных переломах области коленного и голеностопного суставов считаем принцип топической диагностики внутрисуставного перелома, реализуемый на основании данных КТ и позволяющий уточнить архитектуру перелома с учетом колонной теории строения БК и ББК. Указанный принцип, помимо анализа данных КТ, предполагает

обоснованный выбор рациональных хирургических доступов и приемов для прицельной прямой репозиции поврежденных колонн и внутрисуставных костных фрагментов, а также определение адекватной конфигурации и правильного позиционирования фиксирующих конструкций (имплантов) на этапе предоперационного планирования, которому посвящен следующий раздел настоящей главы.

8.3. Этап предоперационного планирования погружного остеосинтеза

У всех пациентов с околосуставными и внутрисуставными переломами изученных локализаций при выполнении оперативного лечения мы стремились к анатомичной репозиции костных отломков, содержащих суставную поверхность. Важным этапом реализации данной задачи являлось предоперационное планирование, в ходе которого мы выполняли спиральную компьютерную томографию (СКТ).

В отличие от стандартных рентгенограмм, дающих «плоскостную картину», анализ 3D-реконструкции поврежденного дистального метаэпифиза БК, а также проксимального и дистального метаэпифизов ББК и МБК позволяет определить и учесть детали индивидуальной архитектоники переломов. Применение при анализе данных КТ колонных классификаций позволяет также определить распространенность повреждений на соответствующие костные колонны. При этом необходимо выделять тип повреждения колонны и суставной поверхности. В частности, следует идентифицировать раскол с определением его плоскости, вершины, смещения (ступени) в области соприкосновения фрагментов на суставной поверхности, а также целостность и оскольчатость стенки отколотого фрагмента для уточнения возможности его репозиции и фиксации стягивающими винтами, низкопрофильной пластиной по принципу «антиглайд» с восстановлением частичной опоры соприкасающихся кортикальных костных слоев или опорной пластиной, восстанавливающей опороспособность поврежденной колонны. При наличии импрессии колонны и суставной поверхности требуется определить ее локализацию, глубину и распространенность в пределах одной или

нескольких колонн, наличие или отсутствие вовлечения кортикальной стенки поврежденной кости.

Анализ аксиальных срезов поврежденного метаэпифиза в субхондральном слое дает дополнительную информацию о расположении плоскости перелома и ее пересечении с окружностью края суставной поверхности, а также о локализации и распространении участка костной импрессии и его взаимоотношениях с плоскостью раскола для определения кратчайшего расстояния от стенки эпифиза в области предполагаемого хирургического доступа. Послойный анализ сагиттальных и фронтальных срезов поврежденного метаэпифиза позволяет уточнить размер фрагментов костного раскола и наличие внутрисуставной ступени.

Описанный подход к анализу данных КТ применим к внутрисуставным переломам всех четырех изученных нами локализаций и был описан в ходе анализа научных публикаций применительно к каждой из них. Основанные на уточнении полученной информации современные прикладные классификации повреждений каждой из соответствующих костных колонн помогают структурировать полученные данные и определять выбор комбинаций прямых «прицельных» хирургических доступов, а также рационального дизайна и правильного позиционирования имплантов.

Оперативное лечение, проведенное на основании описанных выше принципов предоперационного планирования, имеет преимущество, доказанное результатами нескольких серий клинических исследований применительно ко всем четырем локализациям переломов костей нижних конечностей.

8.4. Этап погружного остеосинтеза

Операции погружного остеосинтеза, выполненные на основании проведенного предоперационного планирования, являются, по нашему мнению, реализацией четырех известных принципов концепции биологического остеосинтеза, адаптированной нами к изученным переломам и включающей: применение прямых (кратчайших и прицельных) хирургических доступов или их рациональных комбинаций; качественной анатомичной репозиции костных отломков; многоколонной фиксации с учетом колонного строения БК и ББК; реализацию подходов малоинвазивного остеосинтеза с максимально возможным сохранением кровоснабжения костных отломков.

8.4.1. Эффективность применения прямых хирургических доступов

Клиническое применение усовершенствованных и обоснованных нами в ходе нескольких серий топографо-анатомических исследований прямых хирургических доступов позволило осуществить прицельную репозицию и остеосинтез поврежденных колонн метаэпифизов бедренной, большеберцовой и малоберцовой костей при внутрисуставных переломах всех изученных локализаций, что отражено в соответствующих главах и разделах данной диссертационной работы. В частности, сравнительное клиническое исследование исходов лечения пациентов с переломами плато ББК с вовлечением заднелатерального фрагмента при прямой его репозиции из модифицированных латеральных доступов показало сравнительно лучшие результаты репозиции при таких внутрисуставных переломах ($p < 0,001$) в сравнении с возможностями стандартного переднелатерального хирургического доступа.

Качественная (анатомичная) репозиция костных отломков при использовании прямого заднелатерального доступа и доступа по K.Frosch (2010) отмечена у 60% пациентов, при использовании доступа с остеотомией головки малоберцовой кости – у 63,6% пациентов, а в случаях применения по соответствующим показаниям расширенных заднемедиального и переднелатерального доступов – у 76,9% пациентов.

В то же время использование при переломах заднелатерального плато ББК стандартного переднелатерального доступа позволило добиться анатомичной репозиции только у 25,9% пациентов. При этом статистически значимые различия в пользу прямых доступов с прицельной репозицией отмечены нами при анализе функциональных показателей в срок 24 мес. по шкалам Lysholm ($p=0,015$) и KSS ($p=0,019$), а также в структуре и доле осложнений ($p=0,003$).

Тактика последовательного восстановления анатомии медиального мыщелка ББК из расширенного заднемедиального доступа на животе и латерального мыщелка, в том числе заднелатерального его фрагмента, из модифицированных латеральных доступов (прямого заднелатерального, доступа K.Frosch, расширенного переднелатерального) при хирургическом лечении полных внутрисуставных переломов плато ББК на основании точной топической диагностики повреждения также показала преимущества перед традиционным подходом с использованием стандартных заднемедиального и переднелатерального доступов, как нами было показано при анализе использования принципа многоколонной фиксации.

Принцип топической диагностики с последующей последовательной прицельной репозицией отломков (сначала задней колонны, затем переднелатеральной и медиальной колонн) при сложных переломах пилон ББК, когда мы выполняли операцию ограниченно открытого остеосинтеза из комбинации коротких прямых доступов – задних (заднемедиального или заднелатерального, апробированных в ходе анатомического эксперимента) и передних (переднелатерального или переднемедиального), также показал преимущество в результатах репозиции костных отломков.

Мы получили анатомичную репозицию у 23 из 29 пациентов (79%) второй группы, у которых применяли данный подход к остеосинтезу. В группе сравнения анатомичная репозиция отмечена у 9 из 14 пациентов (64%). И хотя данное различие не имело статистической значимости, тенденция более качественной репозиции внутрисуставных фрагментов при остеосинтезе с учетом топической диагностики и колонной теории прослеживается довольно отчетливо.

Прицельная фиксация заднего края ББК при нестабильных переломах лодыжек с учетом типа и конфигурации последних, выполняемая из прямых заднемедиального и заднелатерального доступов, продемонстрировала преимущества описанного подхода в отношении качества репозиции костных структур голеностопного сустава ($p < 0,001$), функциональных результатов и доли осложнений ($p = 0,001$) в сравнении с традиционным подходом, при котором производили стандартный остеосинтез латеральной и медиальной лодыжек, а фрагмент заднего края ББК, независимо от его конфигурации, оставался нефиксированным или фиксированным при его размере более 25% по протяженности относительно боковой проекции ББК.

8.4.2. Принцип достижения адекватной анатомичной репозиции внутрисуставных переломов

Как уже упоминалось выше, при оперативном лечении всех пациентов с внутрисуставными переломами четырех изученных локализаций мы всегда стремились максимально точно и полно восстановить исходную анатомию соответствующих метаэпифизов бедренной и большеберцовой костей, что соответствует общепринятому принципу хирургического лечения при внутрисуставных переломах. В частности, мы старались сопоставить внутрисуставные костные фрагменты максимально точно, воссоздав конгруэнтность суставной поверхности, а также восстановив осевые, угловые и ротационные взаимоотношения эпифизов и диафизов БК и ББК на этапах остеосинтеза у каждого пациента при использовании как традиционных, так и усовершенствованных подходов. При этом сравнительный анализ полученных результатов показал, что при травмах всех изученных локализаций в случаях применения усовершенствованных подходов качество репозиции внутрисуставных переломов было значимо лучше и достигалось относительно легче.

При сравнении клинических групп с переломами дистального отдела БК была отмечена более высокая доля анатомичной репозиции у пациентов второй группы, у которых применяли усовершенствованный метод остеосинтеза.

У пациентов с переломами плато ББК лучшие результаты репозиции внутрисуставных отломков были отмечены в случаях первичного качественного наложения АВФ в группах с прицельной репозицией заднелатерального фрагмента из модифицированных латеральных хирургических доступов, а также у пациентов со сложными переломами плато ББК, у которых мы применили расширенные и модифицированные доступы, основанные на топической диагностике и многоколонной фиксации поврежденных костей.

При сравнительном анализе было выявлено статистически значимое превосходство в исходах внутрисуставной репозиции костных отломков в основных клинических группах с различными типами переломов проксимального метаэпифиза ББК.

Аналогичные различия были выявлены нами также при сравнительном анализе результатов лечения пациентов с переломами дистального метаэпифиза ББК. Лучшие исходы восстановления анатомии голеностопного сустава были отмечены как при качественном первичном наложении АВФ, так и при многоколонной фиксации, доля анатомичной репозиции, при которой составила 80%.

При сравнении результатов оперативного лечения пациентов с переломами лодыжек с вовлечением заднего края ББК также были выявлены аналогичные закономерности, заключающиеся в более высокой доле анатомичной репозиции в группах пациентов, у которых мы применяли современные подходы к остеосинтезу заднего края ББК, основанные на точной репозиции костных фрагментов из прямых задних хирургических доступов.

Кроме того, следует отметить, что в основных клинических группах исследования всех локализаций с лучшими результатами репозиции отломков были отмечены преимущества в отношении функциональных исходов лечения и меньшие доли наблюдавшихся осложнений.

8.4.3. Эффективность принципа многоколонной фиксации при внутрисуставных переломах изученных локализаций

Принцип многоколонной фиксации, заключающийся в восстановлении опорности каждой поврежденной костной колонны, показал свои преимущества при выполнении остеосинтеза переломов костей бедра и голени во всех исследованных нами локализациях. В частности, при остеосинтезе многооскольчатых переломов БК области дистального метаэпифиза с образованием так называемой «медиальной нестабильности» шинирование зоны перелома с применением фиксации латеральной и медиальной колонн отдельными пластинами показало преимущества, прежде всего, в плане биомеханической устойчивости. Это было оценено нами в ходе биомеханического эксперимента на модели перелома дистального отдела БК, а также в ходе клинических исследований, при которых мы получили меньшую долю осложнений и статистически значимо лучшие функциональные исходы по шкалам Lysholm и KSS через 24 месяца после остеосинтеза с применением многоколонной фиксации дистального метаэпифиза БК по сравнению со стандартной латеральной установкой опорной пластины. При этом в группе традиционного малоинвазивного остеосинтеза в восьми случаях (20,5%) мы отметили вторичную нестабильность фиксации, развитие варус-коллапса. При этом повторная операция с применением предложенной нами многоколонной фиксации дистального метаэпифиза БК привела к сращению перелома.

Приводим клинический пример пациентки А., 62 лет, с оскольчатым переломом типа 33A3 и формированием медиальной нестабильности в метафизарной зоне. Первичное оперативное лечение в объеме традиционного малоинвазивного остеосинтеза с латеральным расположением анатомичной опорной пластины осложнилось переломом фиксирующих винтов через 8 мес. после выполненной операции. Повторный остеосинтез по предложенной нами методике с дополнительной малоинвазивной медиальной фиксацией привел к сращению перелома (рис. 8.2).

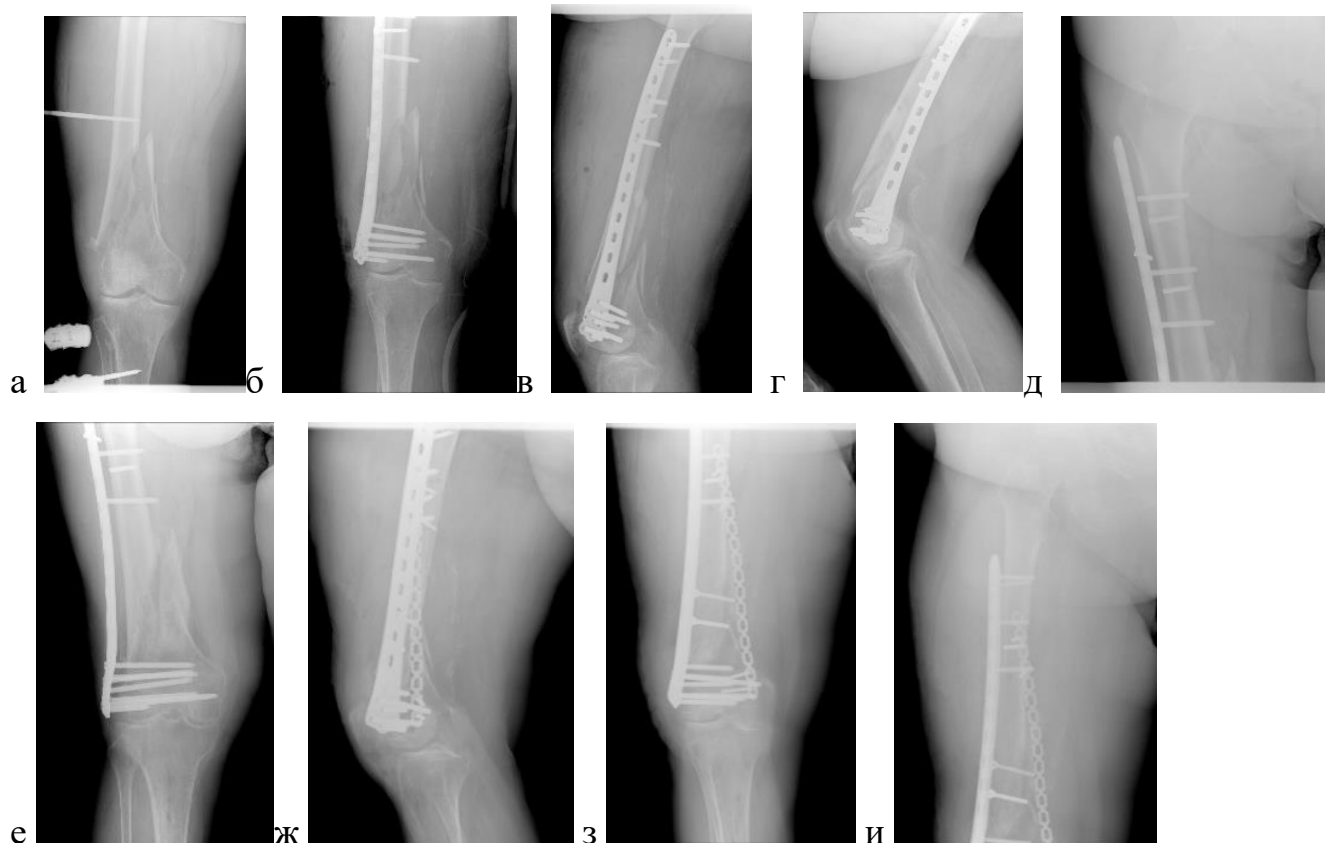


Рисунок 8.2. Многооскольчатый околосуставной перелом типа 33A3 у пациентки А. 62 лет: а – результат первичной фиксации в АВФ; б, в – результат первичного остеосинтеза; г, д, е – рентгенограммы через 8 мес. после остеосинтеза – перелом проксимальных фиксирующих винтов; ж, з, и – результат повторного остеосинтеза с многоколонной фиксацией дистального отдела бедренной кости

В группе переломов плато ББК преимущества принципа многоколонной фиксации также были отмечены нами как при биомеханических испытаниях, так и при сравнении результатов хирургического лечения пациентов с полными внутрисуставными переломами этой локализации. Биомеханическое исследование модели трехколонной фиксации сложного перелома плато ББК продемонстрировало большую ее устойчивость к деформациям под действием вертикальной ($p=0,021$) и боковой ($p=0,035$) нагрузок по сравнению с моделью, фиксированной по традиционной методике двумя пластинами. Дополнительная установка двух опорных пластин для обеспечения фиксации всех трех колонн проксимального отдела ББК позволила повысить стабильность системы имплантат-кость, что было доказано нами в ходе биомеханического эксперимента.

В клиническом исследовании при изучении исходов лечения пациентов со сложными трехколонными переломами плато ББК мы сравнили клинические группы, в которых применяли многоколонную фиксацию через расширенный заднемедиальный доступ в комбинации с модифицированным латеральным доступом у 26 пациентов и комбинацию стандартных переднелатерального и заднемедиального доступов из положения на спине у 32 пациентов. При этом было отмечено, что у большинства пациентов (92%) с усовершенствованными доступами для фиксации плато ББК применяли три пластины и более, фиксируя медиальную, латеральную и заднюю колонны.

В группе традиционных доступов к плато ББК у большинства (78%) пациентов применяли традиционную компоновку из двух опорных пластин, установленных по заднемедиальному гребню и в переднелатеральной области плато ББК, как на использованной нами контрольной модели проведенного биомеханического эксперимента. При этом в группе многоколонной фиксации мы получили лучше результаты репозиции внутрисуставных переломов: доля анатомичной и удовлетворительной репозиции в ней составила 92,3% против 65,6%. Функциональные исходы через 24 мес. ($p=0,047$) и доля осложнений ($p=0,048$) также отличалась в пользу группы пациентов с многоколонной фиксацией. Усовершенствованная техника операции с трехколонной фиксацией обсуждаемых переломов представлена в следующем клиническом примере. Эффективность такой комбинации имплантов была доказана и в нашем биомеханическом эксперименте, результаты которого описаны в третьей главе диссертации.

Пациентка К., 37 лет, получила травму в результате падения с велосипеда. Выполненные рентгенограммы в двух стандартных проекциях и СКТ выявили сложный внутрисуставной перелом плато ББК типа 41C3 по классификации АО/ASIF или Schatzker VI с повреждением задней колонны (рис. 8.3). В соответствии с концепцией трехколонной фиксации этой пациентке было необходимо выполнить анатомичную репозицию костного фрагмента с суставной поверхностью (медиальный мыщелок, импрессированный заднелатеральный

фрагмент, переднелатеральный фрагмент), после чего осуществить стабильный остеосинтез всех поврежденных костных колонн: медиального мышелка, заднелатерального фрагмента и всего латерального мышелка ББК.

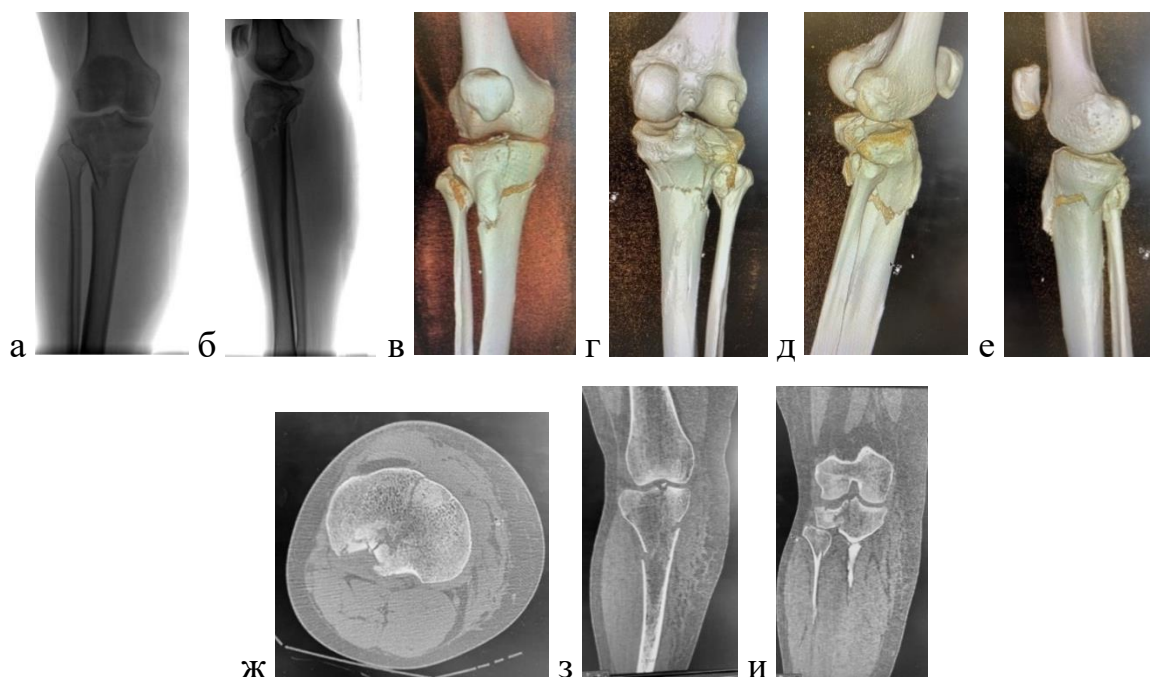


Рисунок 8.3. Многооскольчатый перелом плато большеберцовой кости у пациентки К., 37 лет: а, б – первичные рентгенограммы в прямой и боковой проекциях; в, г, д, е – данные 3D-КТ-реконструкции: определяется многооскольчатый двухмышелковый перелом плато ББК с импрессией заднелатерального фрагмента латерального мышелка; ж, з, и – аксиальный и фронтальные срезы, демонстрирующие локализацию импрессии суставной поверхности ББК

Репозиция (подъем и обеспечение субхондральной поддержки с помощью аллокостных чипсов в объеме 10 мл) и фиксация заднелатерального фрагмента выполнены из заднемедиального реверсивного L-образного хирургического доступа. При этом опорная пластина установлена в косом направлении снизу вверх от заднемедиального к заднелатеральному фрагменту. Установка винтов в проксимальные отверстия заднелатеральной пластины оказалась технически невозможной, однако это не скомпрометировало опорную функцию имплантата. В ходе операции было получено полное восстановление анатомии суставной поверхности плато ББК, которое было подтверждено на контрольных рентгенограммах (рис. 8.4).

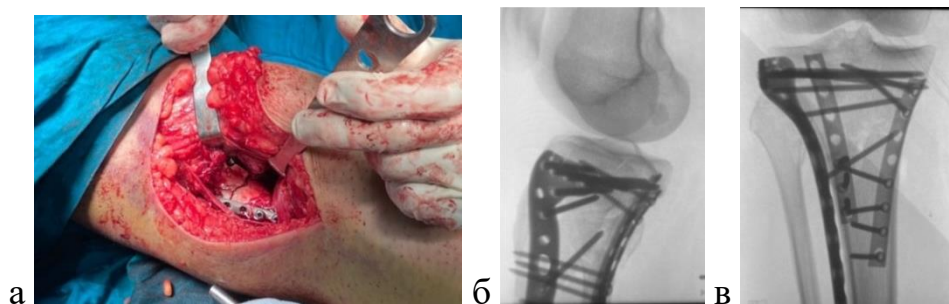


Рисунок 8.4. Остеосинтез плато ББК у пациентки К., 37 лет:

а – интраоперационная фотография заднемедиального реверсивного L-образного доступа: визуализируется задняя поверхность медиального мышелка после репозиции и фиксации 1/3-трубчатой пластиной; б, в – интраоперационные рентгенограммы после остеосинтеза: достигнута анатомичная репозиция суставной поверхности

С первых дней после операции проводилась реабилитация, заключавшаяся в активных движениях в коленном суставе. Осевая нагрузка на нижнюю конечность была разрешена через 3,5 мес. после операции. Через 6 мес. отмечено рентгенологическое сращение перелома, отсутствие вторичного смещения отломков, хороший функциональный результат (рис. 8.5).

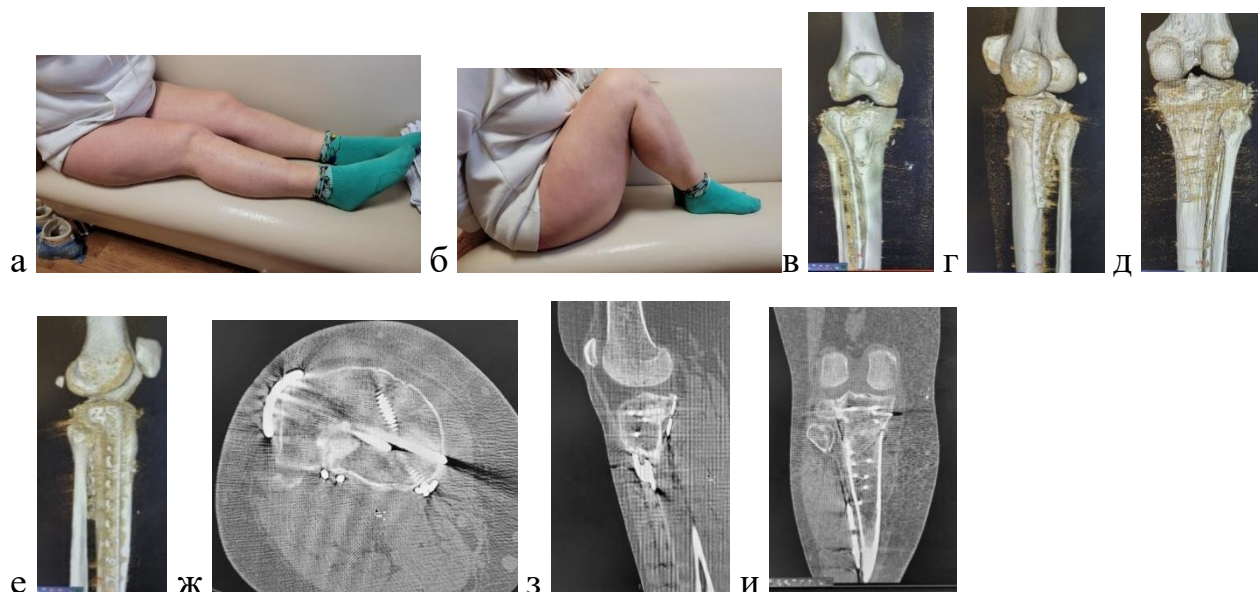


Рисунок 8.5. Результат хирургического лечения пациентки К., 37 лет через 6 мес. после операции: а, б – функциональный результат; в, г, д, е – 3D КТ-реконструкция; ж, з, и – консолидация перелома, отсутствие вторичного смещения по данным аксиального, сагиттального и фронтального срезов в области импрессионного перелома заднелатерального фрагмента латерального мышелка ББК

При переломах дистального метаэпифиза ББК мы также напрямую сравнили результаты применения многоколонной и одноколонной фиксации в сопоставимых группах своих пациентов. По данным профильной научной литературы, многоколонная фиксация имеет биомеханическое преимущество в плане достижения стабильности. В нашем исследовании мы получили лучшие функциональные исходы в сроки 6 ($p=0,042$) и 12 мес. ($p=0,039$) по шкале AOFAS, а также более низкую долю осложнений ($p=0,026$) и меньшую потребность в остеосинтезе малоберцовой кости ($p=0,041$) в группе пациентов, у которых при остеосинтезе применяли принцип фиксации всех поврежденных колонн пилона ББК.

У двух наших пациентов с переломами дистального метаэпифиза большеберцовой кости, также как в группе пациентов с переломами дистального отдела бедренной кости, в результате развившихся осложнений мы в ходе повторного оперативного вмешательства выполняли установку двух опорных пластин по медиальной и переднелатеральной колоннам с положительным исходом в виде сращения переломов и восстановления хорошей функции голеностопного сустава.

Принцип рациональной многоколонной фиксации при остеосинтезе нестабильных переломов лодыжек с вовлечением заднего края ББК, с нашей точки зрения, также был достаточно изучен в группе пациентов, у которых мы применяли прямые задние доступы и производили фиксацию фрагментов заднего края ББК в зависимости от его конфигурации одной или несколькими низкопрофильными пластинами. При этом, по сути, создавалась опора для заднего фрагмента с суставной поверхностью ББК, которая препятствовала его вторичному смещению, заднему подвывиху стопы и прогрессированию нестабильности с последующим развитием посттравматического остеоартрита голеностопного сустава.

8.4.4. Эффективность принципа биологического остеосинтеза

С точки зрения современной травматологии концепция биологического остеосинтеза рассматривается в настоящее время более широко и направлено на оптимизацию процесса сращения перелома и восстановление наиболее полной функции травмированной конечности, прежде всего, за счет обеспечения возможностей для ранней реабилитации. Такой подход невозможен без стремления к анатомичной репозиции суставных поверхностей и стабильной фиксации костных отломков независимо от типа перелома. На практике эти цели реализуются за счет минимально достаточного обнажения области перелома (как правило, только внутрисуставного его компонента) без обнажения метафизарной зоны, а также применения малоинвазивных методов репозиции костных отломков и последующего остеосинтеза.

Мы стремились следовать этой концепции при лечении каждого нашего пациента с внутрисуставными переломами изучаемых локализаций. В рамках проведенного исследования были оптимизированы методы малоинвазивного остеосинтеза дистального метаэпифиза бедренной кости, проксимального и дистального метаэпифизов большеберцовой кости, целью которых было повышение качества репозиции и фиксации костных отломков при снижении травматичности оперативного вмешательства.

Как упоминали выше, усовершенствованный метод малоинвазивного остеосинтеза при переломах ДОБК позволил снизить частоту осложнений и улучшить функциональные результаты к профильным пациентам. В то же время в группе традиционной фиксации была отмечена достаточно высокая доля осложнений (33%), большая часть из которых была связана с недостаточной стабильностью, имплантат-ассоциированными осложнениями и нарушениями консолидации. В целом предложенная модификация малоинвазивного на костного остеосинтеза ДОБК, предполагавшая реализацию принципов биологического остеосинтеза, обеспечила более низкую долю инфекционных осложнений и нарушений консолидации, а также статистически значимо лучшие функциональные исходы лечения.

В клиническом исследовании, посвященном апробации ряда наших подходов к хирургическому лечению при переломах плато ББК, мы выполняли ограниченно открытые хирургические доступы, обеспечивавшие минимально необходимые условия для обнажения внутрисуставных фрагментов и анатомичного устранения смещений и импрессии суставной поверхности плато ББК. При этом в большинстве случаев мы сохраняли интактной метафизарную зону, выполняя дистальную фиксацию пластин из отдельных мини-доступов на протяжении. Эффективность подобного подхода подтверждена отсутствием инфекционных осложнений и низкой долей других осложнений (19,2%) в основной группе наших пациентов даже при сложных полных внутрисуставных переломах плато ББК.

Кроме того, в группе пациентов с изолированными переломами латерального мыщелка плато ББК по типу раскола, предложенный способ малоинвазивной репозиции фрагмента наружного мыщелка (патент РФ на изобретение № 2625651), позволил добиться анатомичной репозиции внутрисуставных переломов у всех шести прооперированных пациентов с подобными повреждениями.

Применение концепции биологического остеосинтеза при малоинвазивном накостном остеосинтезе было изучено нами также в исследовании, посвященном выявлению преимуществ первичной ранней репозиции костных отломков с использованием АВФ при переломах дистального метаэпифиза ББК. При этом удалось статистически значимо чаще ограничиться малоинвазивной установкой опорных пластин без обнажения метафизарной зоны, получив лучшие результаты репозиции костных отломков в ходе окончательного накостного остеосинтеза.

Предложенный нами способ малоинвазивного остеосинтеза, заключающийся в многоколонной фиксации при переломах дистального отдела большеберцовой кости, был также апробирован в клинике и показал лучшую клиническую эффективность в сравнении с традиционным методом. Так, в основной группе исследования из 46 пациентов с преимущественно сложными многоколонными переломами пилона ББК мы, применяя малоинвазивный биологический остеосинтез и многоколонную фиксацию, получили сравнительно низкую долю

осложнений (11%) и хорошие средние функциональные исходы (84,5 балла по AOFAS).

Принцип биологического остеосинтеза мы применяли также и при оперативном лечении пациентов с трехлодыжечными переломами. Не смотря на сравнительно большую травматичность задних хирургических доступов, относительно традиционной переднезадней фиксации, преимущества в качестве репозиции фрагмента ЗКББК, которые были доказаны в ходе нашего сравнительного исследования, более высокой долей анатомичной репозиции во второй и третьей группах, позволяет относить данный подход к биологическому остеосинтезу. Сравнительно низкая частота осложнений (20,0% и 6,7%), в том числе связанных с инфекцией или проблемами с заживлением ран в двух основных группах исследования, доказывает целесообразность предложенного подхода.

Таким образом, проведенные сравнительные клинические исследования позволили изучить и апробировать в клинике ряд хирургических подходов, являющихся, по нашему мнению, частью концепции биологического остеосинтеза, который с успехом можно применять при лечении пациентов с околоуставными и внутрисуставными переломами в области коленного и голеностопного суставов.

8.5. Этап реабилитации профильных пациентов

Пятым важным этапом лечения пациентов с рассматриваемыми внутрисуставными переломами нижних конечностей являлась послеоперационная реабилитация и наблюдение в динамике. Всем прооперированным пациентам мы рекомендовали лечебную физкультуру с пассивной и активной разработкой движений в коленном и голеностопном суставах, ограничение осевой нагрузки на прооперированную конечность до появления признаков консолидации перелома с последующим ее дозированным расширением и возвращением к режиму ходьбы со средствами разгрузки конечности и без них. При последующем наблюдении в сроки 6, 12, 24 мес. после операции мы оценивали функциональные исходы по шкалам KSS, Lysholm и AOFAS.

Следует особо отметить, что изучение конкретных программ послеоперационной реабилитации не входило в задачи данного диссертационного исследования. Однако одной из очевидных целей усовершенствований, вошедших в представленную выше систему хирургического лечения, являлось обеспечение реальных возможностей для ранней реабилитации профильных пациентов.

В ходе клинических исследований мы отметили преимущества достигнутых функциональных показателей после оперативного лечения в группах пациентов, в которых мы применяли именно усовершенствованные подходы к остеосинтезу применительно ко всем четырем изученным локализациям переломов. В частности, статистически значимо лучшие показатели в баллах по шкалам KSS и Lysholm были отмечены нами у пациентов с переломами дистального метаэпифиза бедренной кости после остеосинтеза с использованием усовершенствованного способа малоинвазивного остеосинтеза, у пациентов с переломами плато большеберцовой кости, распространяющимися на заднелатеральный отдел, после применения модифицированных доступов и у пациентов со сложными переломами плато после применения комбинации расширенных модифицированных доступов. Значимо лучшая функция по шкале AOFAS была отмечена нами в случаях применения многоколонной фиксации и прицельных доступов при переломах пилона ББК; а также при использовании заднемедиального доступа в группе пациентов с нестабильными переломами лодыжек, включающими перелом заднего края ББК.

Полученные нами данные и прежде всего лучшие функциональные результаты у наших пациентов, получивших оперативное лечение в соответствии с предложенной, разработанной и апробированной системой, безусловно свидетельствуют о ее преимуществах в отношении качества восстановления анатомии коленного и голеностопного суставов, стабильной фиксации костных отломков, что соответственно расширяет возможности для ранней реабилитации пациентов способствует полноценному восстановлению функции коленного и голеностопного суставов.

8.6. Порядок практического применения предложенной системы

Завершая представление предложенной нами системы хирургического лечения пациентов с околоуставными и внутрисуставными переломами длинных костей нижней конечности, формирующих коленный и голеностопный суставы, целесообразно будет рассмотреть порядок ее практического применения на конкретных клинических примерах, которые приведены и кратко обсуждены далее в настоящем разделе восьмой главы диссертационной работы.

Первый клинический пример иллюстрирует успешное использование нашей системы при сложном внутрисуставном переломе в области коленного сустава.

Пациентка Н., 50 лет, получила травму в результате падения с велосипеда. При поступлении в стационар у нее был выявлен многооскольчатый перелом плато правой ББК типа 41C3.3 по классификации АО (рис. 8.6 а). В соответствии с концепцией биологического остеосинтеза в отношении данной пациентки нами была реализована предложенная система хирургического лечения при внутрисуставных переломах проксимального метаэпифиза ББК.

С учетом особенностей высокоэнергетической травмы было принято решение применить усовершенствованный двухэтапный протокол хирургического лечения. Временная фиксация поврежденной нижней конечности была произведена посредством трансартикулярного наложения циркулярного АВФ с установкой стержней на уровне средних третей правого бедра и голени с умеренной дистракцией, восстановлением оси и длины нижней конечности, а также с первичной репозицией костных отломков за счет лигаментотаксиса (рис. 8.6 б).

При этом первичная репозиция проксимального метаэпифиза ББК в АВФ была признана удовлетворительной. С целью предоперационного планирования архитектура перелома была оценена по данным спиральной компьютерной томографии в режиме 2Д и 3Д визуализации (рисунок 8.6 в–з). Перелом был классифицирован нами по J.Schatzker (1974) как V тип. Отмечался целый единый фрагмент раскола медиального мыщелка ББК, переходящий на заднелатеральную его область с формированием фрагмента стенки задней поверхности латерального мыщелка и с локализацией вершины раскола медиального мыщелка в области

заднемедиального гребня проксимального метаэпифиза ББК (рис. 8.6 в, г). Помимо этого, была выявлена также импрессия латерального мыщелка ББК в области его центральной и заднелатеральной частей (рис. 8.6 е, ж, з). При этом переднелатеральная часть и латеральная стенка латерального мыщелка относительно диафизарного фрагмента ББК были смещены незначительно – по типу незавершенного перелома (рис 8.6 д).

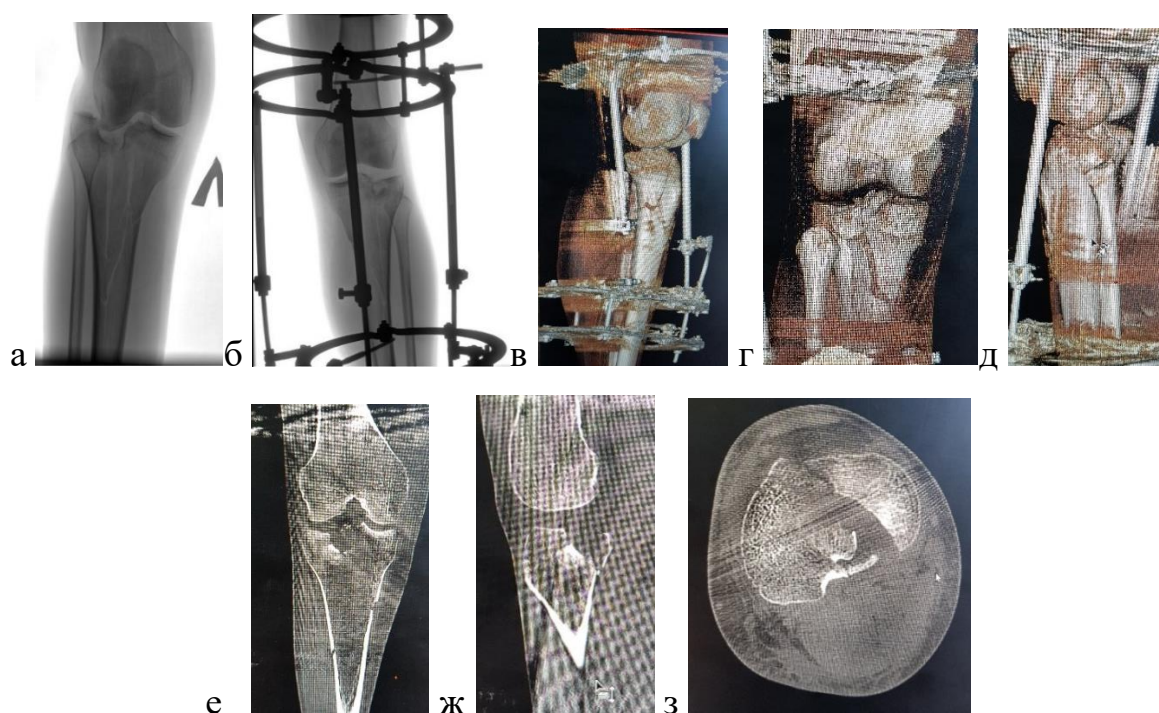


Рисунок 8.6. Перелом типа 41C3 у пациентки Н., 50 лет: а – рентгенограмма коленного сустава при поступлении; б – рентгенограмма после наложения первичного АВФ; в, г, д– КТ с 3D-реконструкцией перелома медиального мыщелка плато ББК; е, ж, з, – КТ в режиме плоскостных срезов

С учетом сложной конфигурации перелома в ходе предоперационного планирования была определена последовательность этапов операции. Вначале для остеосинтеза медиального мыщелка ББК необходимо было обеспечить подход к области вершины его раскола по заднемедиальному гребню, а для его фиксации нужна была установка двух низкопрофильных пластин по внутренней поверхности, учитывая первичную варусную деформацию медиальной колонны, а также по задней поверхности проксимального метаэпифиза ББК, учитывая значительное расхождение щели перелома сзади. При этом медиальный мыщелок ББК был

представлен единым фрагментом, а для его анатомичной репозиции артротомия не требовалась. Линия заднего перелома медиального мыщелка переходила в фрагмент задней стенки латерального мыщелка ББК, а для ее поддержки, на наш взгляд, требовалась установка опорной пластины из расширенного заднемедиального доступа в косом направлении.

Вторым этапом необходимо было обеспечить восстановление суставной поверхности латерального мыщелка ББК путем устранения зоны импрессии, находящейся в его центральной и заднелатеральной областях. Для подхода к ней было решено использовать расширенный переднелатеральный доступ с мобилизацией пространства под латеральной коллатеральной связкой для более заднего позиционирования горизонтального крыла опорной L-образной пластины, субменисковой артротомии и вертикальной остеотомии латеральной стенки латерального мыщелка для ее отведения, визуализации зоны импрессии, поднятия фрагментов суставной поверхности и замещения субхондрального дефекта аллокостью с последующим восстановлением целостности латерального мыщелка.

Операция окончательного остеосинтеза была выполнена в соответствии с намеченным предоперационным планом на 10-й день с момента травмы после регресса отека и нормализации трофики тканей в зоне перелома. При этом расширенный заднемедиальный реверсивный L-образный доступ был выполнен из положения пациента на животе и без демонтажа АВФ, который в качестве дистрактора сохранял достигнутое положение костных отломков и не потребовал повторной репозиции медиального мыщелка ББК (рис. 8.7 а).

Реверсивный L-образный заднемедиальный доступ обеспечил прямой подход к фрагменту медиального мыщелка и вершине его раскола, а также достаточную визуализацию его задней и боковой поверхностей и частично задней поверхности латерального мыщелка в области дефекта заднелатеральной стенки. После точной репозиции «зубец в зубец» фрагментов медиального мыщелка для создания опоры по медиальной и заднемедиальной его поверхностям были установлены прямая малая и 1/3-трубчатая пластины, обеспечившие многоколонную фиксацию как медиальной, так и заднемедиальной колонн проксимального отдела ББК.

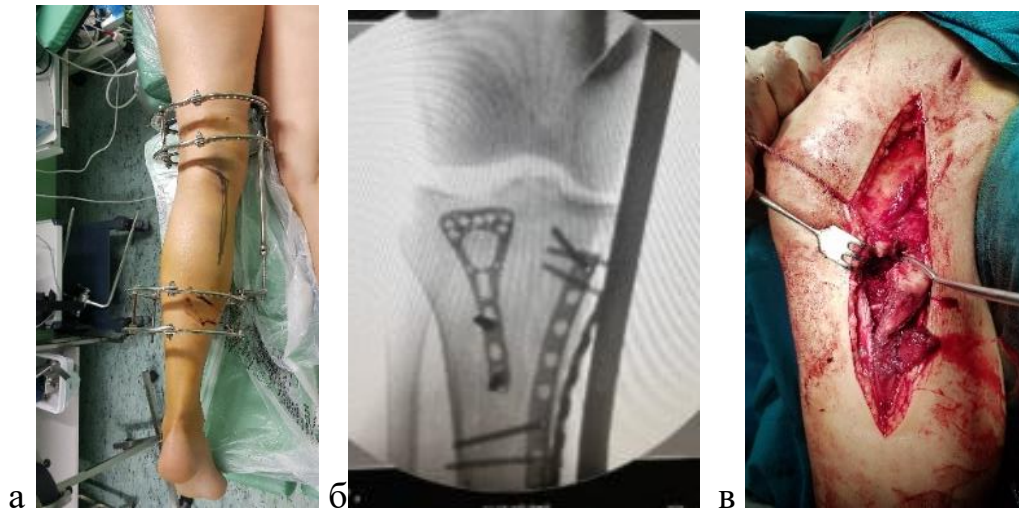


Рисунок 8.7. Перелом типа 41С3 у пациентки Н., 50 лет: а – положение конечности на операционном столе для выполнения L-образного реверсивного доступа; б – интраоперационная рентгенограмма в прямой проекции после остеосинтеза медиального мыщелка ББК и установки опорной пластины на заднюю стенку латерального мыщелка ББК; в – переднелатеральный доступ после выполнения вертикальной остеотомии для доступа к зоне импрессии суставной поверхности

Из этого же доступа для обеспечения опоры смещенного заднелатерального фрагмента и его задней стенки была установлена волярная пластина в косом направлении с диафизарной ее фиксацией двумя кортикальными винтами, диаметром 3,5 мм. Проксимальная часть пластины оставлена без фиксации. Несмотря на это, пластина успешно выполнила опорную функцию, восстановив целостность задней стенки латерального мыщелка (рис. 8.7 б).

Затем из расширенного переднелатерального доступа со сгибанием коленного сустава до угла 90° и релизом латеральной боковой связки была адекватно визуализирована вся латеральная поверхность наружного мыщелка ББК. Далее была произведена его вертикальная остеотомия с формированием доступа к области импрессии в центральной части заднелатерального фрагмента (рис. 8.7 в). Это позволило выполнить элевацию импрессированных фрагментов суставной поверхности с заполнением образовавшегося дефекта аллокостью в объеме 15 см^3 с последующей установкой субхондральных винтов 4,0 мм и анатомичной опорной L-образной пластины, фиксированной винтами с угловой стабильностью. В итоге для остеосинтеза плато ББК было использованы 4 опорные пластины и реализован

принцип многоколонной фиксации, при котором каждая поврежденная костная колонна была фиксирована отдельным имплантом.

Следует отметить, что нам удалось восстановить анатомию суставной поверхности плато ББК, стабильно зафиксировать отломки и создать условия для ранней активной реабилитации пациентки. На наш взгляд, был в полной мере реализован принцип анатомичной репозиции внутрисуставного перелома.

Пациентка была осмотрена через два года после травмы (рис. 8.8 а, б). Она не предъявляла жалоб, вела активный образ жизни, ходила без дополнительной опоры, не хромала. Функциональный результат ее лечения был признан отличным и составил по шкале Lysholm 95 баллов, а по шкале KSS – 90 баллов. На контрольных рентгенограммах не было выявлено вторичного смещения костных отломков, потери репозиции и миграции имплантов (рис. 8.8 в, г).

С учетом отсутствия осложнений и отличного функционального исхода лечения, можно сказать, что в ходе лечения данной пациентки нами была соблюдена концепция биологического остеосинтеза и реализована предложенная система хирургического лечения в отношении внутрисуставного перелома проксимального метаэпифиза ББК.

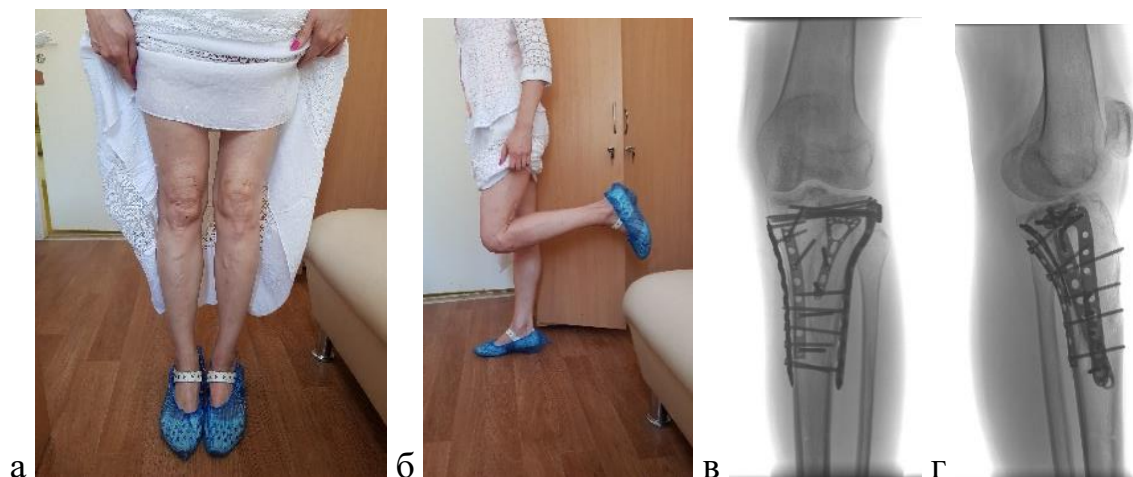


Рисунок 8.8. Перелом типа 41C3 у пациентки Н., 50 лет:
а, б, в, г – функциональный результат; в, г – контрольные рентгенограммы в срок 24 мес. после оперативного лечения

Клинической иллюстрацией использования предложенной системы хирургического лечения внутрисуставного перелома в области голеностопного сустава является следующий случай.

Пациент Л., 19 лет, получил травму в результате падения с 8-го этажа. Он был переведен в наш стационар с гипсовой иммобилизацией через 16 дней после травмы. Данные КТ выявили многооскольчатый перелом дистального метаэпифиза ББК типа 43С3 с первичной вальгусной деформацией и рекурвацией дистального метаэпифиза ББК с вовлечением всех трех колонн и центральной импрессией суставной поверхности (рис. 8.9).

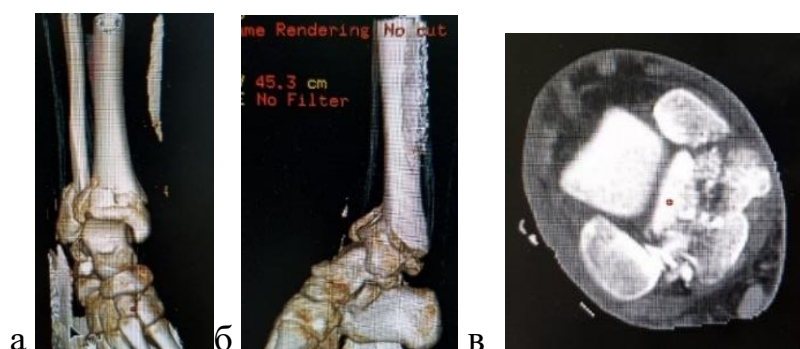


Рисунок 8.9. Томограммы пациента Л., 19 лет, с переломом пилона типа 43С3: а, б – режим 3D-визуализации – вид спереди и с внутренней стороны; в – аксиальный срез

Учитывая значительное смещение отломков сложного многооскольчатого перелома пилона ББК, мы применили усовершенствованный двухэтапный протокол с первичным наложением АВФ для коррекции оси и длины голени и голеностопного сустава. Повторное КТ-исследование позволило провести топическую диагностику повреждения. При этом был выявлен многоколонный перелом с вовлечением задней, медиальной, переднелатеральной колонн дистального метаэпифиза ББК, зона центральной импрессии суставной поверхности.

В ходе операции окончательного погружного остеосинтеза через 25 дней после травмы, для прямого прицельного доступа к поврежденным костным колоннам были выбраны короткие ограниченные заднемедиальный и переднелатеральный доступы. С точки зрения профилактики остаточной

вальгусной деформации планировался также остеосинтез малоберцовой кости из заднелатерального доступа. Принцип биологического остеосинтеза был реализован в короткой протяженности доступов к дистальным метаэпифизам ББК и МБК, а также в малоинвазивной фиксации проксимального конца переднелатеральной опорной пластиной. При этом для повышения биомеханической стабильности был применен принцип многоколонной фиксации с основной опорной переднелатеральной пластиной (первичная вальгусная деформация) и дополнительными низкопрофильными пластинами, установленными по задней и медиальной колоннам. На послеоперационных контрольных рентгенограммах выявлено анатомичное положение костных отломков внутрисуставного перелома дистального метаэпифиза большеберцовой кости.

Пациент был осмотрен в сроки через 3, 6, 12 и 24 мес. после операции. Было отмечено сращение перелома через 3 мес. после операции. Функциональный результат по шкале AOFAS составил 78 баллов через 6 мес. и 94 балла через 24 мес. после травмы (рис. 8.10).

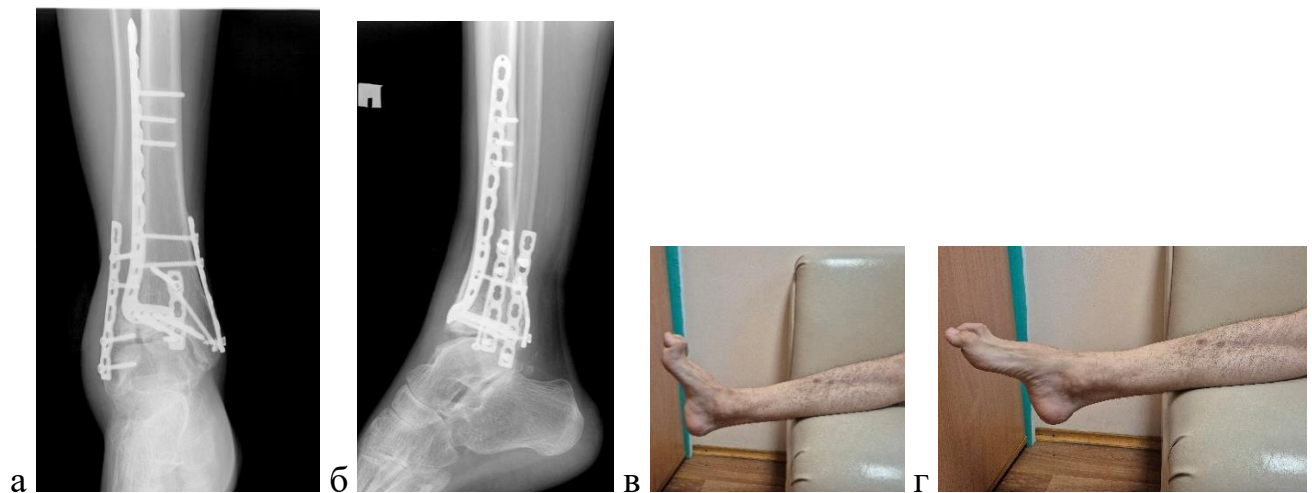


Рисунок 8.10. Контрольные рентгенограммы и вид конечности пациента Л. через 24 мес. после травмы: а – прямая проекция; б – боковая проекция; в, г – объем движений в голеностопном суставе

Оба приведенных клинических примера, по нашему мнению, достаточно полно иллюстрируют основные этапы применения и практическую значимость разработанной системы хирургического лечения пациентов с околосуставными и внутрисуставными переломами костей в области коленного и голеностопного

суставов, которая позволила получить хорошие результаты лечения даже в случаях достаточно сложных переломов изученных локализаций. Накопленный нами клинический опыт использования этой системы позволяет заявить о ее эффективности при лечении внутрисуставных переломов длинных костей, формирующих коленный и голеностопный суставы и рекомендовать предложенную систему для более широкого клинического применения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью настоящей диссертационной работы явились разработка и обоснование системы хирургического лечения пострадавших с околоуставными и внутрисуставными переломами длинных костей, формирующих коленный и голеностопный суставы. Для реализации этой цели были сформулированы и последовательно решены девять взаимосвязанных задач.

На первом этапе был проведен анализ более 350 профильных научных публикаций, посвященных хирургическому лечению пациентов с переломами дистального метаэпифиза бедренной кости, проксимального и дистального метаэпифизов большеберцовой кости, нестабильных переломов лодыжек с вовлечением заднего края большеберцовой кости. Переломы этих локализаций встречаются относительно часто в работе травматологических отделений, занимающихся оперативным лечением при экстренных травмах и до настоящего времени создают большие сложности в лечении, так как оно сопровождается высокой долей осложнений и неудовлетворительных исходов. Их доля, по данным литературы, достигает во всех перечисленных локализациях 30–40% и более.

Большая часть метаэпифизарных переломов костей нижних конечностей в области коленного и голеностопного суставов являются следствием высокоэнергетических травм, которые могут сопровождаться обширным повреждением мягких тканей. В подобных случаях переломы имеют многооскольчатый характер, являются внутрисуставными и часто сопровождаются импрессией отломков с суставной поверхностью. Поэтому при оперативном лечении, с одной стороны, требуется соблюдение принципов биологического остеосинтеза с бережным отношением к мягким тканям, сохранением надкостницы как источника кровоснабжения костных отломков, особенно в метафизарной зоне, сохранением связочного аппарата и мышц как резерва для восстановления стабильности суставов и возможности ранней активной реабилитации. С другой стороны, принципиальным правилом остеосинтеза при внутрисуставных переломах является достижение анатомичной репозиции внутрисуставных

фрагментов и их стабильная фиксация, продолжающаяся во времени до полноценного сращения переломов, характеризующегося интрамембранозной оссификацией с последующим ремоделированием костной ткани, на что может потребоваться от 6 месяцев до одного года и более.

Поэтому в случае перелома суставной поверхности по типу раскола в одной плоскости с переломом необходимо выполнять его фиксацию с точной репозицией «зубец в зубец» в области кортикального слоя кости, тем самым восстанавливая кортикальную опору. Помимо этого, необходимо обеспечить межфрагментарную компрессию стягивающими винтами, вводимыми перпендикулярно плоскости перелома, повышающими тем самым трение между отломками с дополнительной нейтрализацией сил растяжения и скручивания опорной пластиной.

При остеосинтезе внутрисуставного перелома с импрессией необходимо восстановить непрерывность суставной поверхности, покрытой суставным хрящом, заполнить субхондральный дефект аутокостью, аллокостью или синтетическим материалом, что станет опорой для импрессированной суставной поверхности, а также выполнить стабильный остеосинтез опорной пластиной. При этом применение так называемого «рафтинга» суставной поверхности за счет субхондрального введения имплантов (винтов, спиц) вне пластины или через нее повышает устойчивость суставной поверхности к осевой нагрузке. При любом типе внутрисуставного перелома анатомичная репозиция суставных фрагментов должна обеспечить восстановление конгруэнтности сустава, а стабильная фиксация – сращение, профилактику вторичной потери репозиции и раннюю реабилитацию.

Анализ профильных научных публикаций показал, что соблюдение принципов биологического малоинвазивного остеосинтеза, анатомичной репозиции внутрисуставных фрагментов, функциональной репозиции переломов, затрагивающих метафизарную зону, высокого уровня стабильности фиксации актуально для переломов всех изученных нами локализаций и требует системного подхода как к их диагностике, так и к хирургическому лечению.

Анализ научной литературы и собственный клинический опыт убедили нас в том, что для дистального метаэпифиза БК, проксимального и дистального

метаэпифизов ББК справедлива и применима на практике колонная теория, рассматривающая соответствующий метаэпифиз как совокупность функциональных колонн, обеспечивающих устойчивость суставной поверхности к нагрузкам. Современные подходы к диагностике на основании детального анализа данных рентгенографии и компьютерной томографии с изучением архитектоники перелома, определением комбинации имеющихся повреждений функциональных колонн в виде их раскола или импрессии с формированием внутрисуставных фрагментов можно представить как принцип «топической диагностики» внутрисуставного перелома. Данные о типе и локализации повреждений каждой из костных колонн должны служить основанием для выбора рациональных доступов, типа и позиции применяемых имплантов, порядка и последовательности приемов репозиции, определяемых в ходе предоперационного планирования. Соответственно, точная топическая диагностика поврежденных колонн и внутрисуставных фрагментов позволяет выполнять прицельную анатомичную репозицию внутрисуставных фрагментов из коротких линейных доступов без обнажения метафизарной зоны. В то же время обеспечение опоры каждой поврежденной колонны за счет многоколонной фиксации должно повысить стабильность остеосинтеза в целом. К пониманию этих важных вопросов мы пришли путем изучения современной профильной литературы и нашего многолетнего практического опыта. Таким образом, в ходе реализации первой задачи нашей работы были определены общие подходы к лечению около- и внутрисуставных переломов четырех изучаемых локализаций, намечены пути повышения качества хирургического лечения за счет снижения травматичности операций при надежном решении всех реконструктивных задач.

С целью решения второй задачи исследования были проведены две серии биомеханических испытаний устойчивости модели нестабильного перелома дистального отдела БК с вовлечением латеральной и медиальной колонн и модели четырехколонного перелома проксимального метаэпифиза ББК к статической и динамической нагрузкам в ходе стендовых испытаний. Мы моделировали два типа фиксации при одинаковых переломах: традиционный (широко применяемый в

клинической практике) и усовершенствованный, предлагаемый нами для внедрения в клиническую практику.

На модели ДОБК искусственный перелом фиксировали традиционной латеральной опорной пластиной в комбинации с реконструктивной пластиной, уложенной по переднемедиальной поверхности БК с введением двух винтов с угловой стабильностью в проксимальном и дистальном концах пластины, как это предлагается нами при использовании усовершенствованного малоинвазивного метода остеосинтеза при переломах ДОБК. Аналогично во второй серии на модели перелома проксимального метаэпифиза ББК с повреждением четырех костных колонн выполняли традиционную фиксацию двумя пластинами (анатомичной переднелатеральной и низкопрофильной 1/3-трубчатой), которые обычно устанавливаются из стандартных переднелатерального и заднемедиального доступов, или дополнительно фиксировали перелом двумя низкопрофильными 1/3-трубчатыми пластинами по переднемедиальной и заднелатеральной колоннам по схеме, реализация которой на практике доступна при использовании расширенного заднемедиального доступа из положения на животе, применение которого мы реализовали в ходе одной из серий наших клинических исследований.

Наши биомеханические эксперименты показали, что многоколонная фиксация при нестабильных переломах дистального отдела БК и плато ББК имеет преимущества перед традиционным остеосинтезом в отношении устойчивости к статическим и динамическим циклическим нагрузкам. Аналогичные результаты сравнительно большей стабильности при многоколонной фиксации при переломах дистального отдела ББК, а также расположенной сзади пластиной при фиксации заднего края ББК при нестабильном переломе лодыжек были выявлены нами при анализе современной научной литературы и базируются на сериях биомеханических экспериментов и исследованиях методом конечных элементов (Oken O.F. et al., 2017; Anwar A. et al., 2018; 2020; Kucher I., Liabakh A., 2023; Wang B-H et al., 2024).

Таким образом, была решена вторая задача исследования, что подтвердило целесообразность применения многоколонной фиксации при нестабильных

переломах ДОБК, ПОББК и ДОББК, а также показало, что использование низкопрофильных пластин, имплантация которых должна проводиться с минимальной дополнительной травматизацией мягких тканей, повышает общую стабильность и устойчивость системы имплант-кость к предполагаемым физиологическим нагрузкам.

По нашему мнению, применение более устойчивой к нагрузкам механической фиксирующей перелом системы должно сопровождаться соблюдением ряда биологических требований и не повышать критически общую травматичность оперативного вмешательства, а имплантация пластин производиться малоинвазивно из мини-доступов, шинируя метафизарную зону поврежденной кости.

Обоснование методов малоинвазивного остеосинтеза, реализующих концепцию многоколонной фиксации при переломах изученных локализаций, стала третьей задачей нашего исследования, для чего на нефиксированном кадаверном материале были проведены три серии топографо-анатомических исследований. Малоинвазивный наkostный остеосинтез дистального отдела БК из двух переднемедиальных доступов с имплантацией отмоделированной реконструктивной пластины показал техническую возможность и безопасность предложенной методики в отношении повреждения крупных сосудов и нервов в дистальном отделе бедра.

Во второй серии топографо-анатомических исследований на нефиксированных нижних конечностях была отработана техника прямых доступов, обеспечивающих возможность прямой визуализации, прямой репозиции заднелатерального фрагмента латерального мыщелка ББК, а также имплантации опорной L-образной пластины за головкой малоберцовой кости (МБК) из трансмалоберцового доступа. Гистотопограмма поперечного распила проксимального отдела голени с установленной пластиной, выполненная по методу Д.А. Старчика (2015), позволила визуализировать положение пластины и винтов, а также продемонстрировала техническую возможность фиксации заднелатерального фрагмента винтами, введенными в горизонтальную часть

пластины кзади от головки МБК. Была также отработана техника заднего доступа к заднему фрагменту латерального мыщелка ББК без остеотомии головки МБК и имплантация Т-образной малой пластины для его фиксации. При этом была доказана безопасность доступа в отношении повреждения общего малоберцового нерва, подколенной артерии и ее значимых ветвей.

В третьей серии топографо-анатомических исследований на нефиксированном анатомическом материале была отработана техника заднелатерального и заднемедиального доступов к голеностопному суставу, доказана их безопасность в отношении повреждения крупных сосудов и нервов, доказана возможность остеосинтеза фрагмента заднего края ББК из любого из этих доступов, определен объем визуализации заднего края ББК, получены сведения о некотором преимуществе заднемедиального доступа и возможности фиксации как заднемедиального, так и заднелатерального фрагментов заднего края ББК при его использовании.

Итогом топографо-анатомической части нашего исследования стало внедрение в клинику усовершенствованного способа малоинвазивного накостного остеосинтеза переломов ДОБК при нестабильности медиальной колонны (патент РФ на изобретение №2665158), прямых доступов к задней колонне проксимального и дистального отделов ББК, усовершенствованного способа закрытой репозиции костных отломков при внутрисуставных переломах мыщелков большеберцовой кости (патент РФ на изобретение № 2625651) и усовершенствованного способа остеосинтеза при переломах дистального отдела костей голени (патент РФ на изобретение № 2814412).

Эти способы малоинвазивного остеосинтеза и репозиции костных отломков использовались нами далее в ходе клинической части нашей работы. Были проведены четыре серии сравнительных клинических исследований, которые позволили последовательно решить пять поставленных задач нашего диссертационного исследования – с четвертой по восьмую.

В первой из указанных серий мы сравнили результаты оперативного лечения пациентов с переломами ДОБК типов 33A2, A3, C1, C2, C3 в двух группах,

отличающихся по использованным методам фиксации костных отломков. У пациентов первой группы был применен метод малоинвазивного или ограниченно открытого остеосинтеза с традиционной одноколонной фиксацией отломков анатомичной дистальной латеральной бедренной пластиной. У пациентов второй группы применялся малоинвазивный или ограниченно открытый остеосинтез с дополнительной установкой медиальной опорной пластины по предложенному нами способу. Обе группы были сопоставимы по среднему возрасту пациентов, механизмам травм и типам переломов. В результате в группе двухколонной фиксации были выявлены лучшие функциональные результаты по шкалам Lysholm ($p=0,046$) и KSS ($p=0,001$). Кроме того, в группе одноколонной фиксации была отмечена более высокая доля осложнений, ведущим из которых стали осложнения, связанные с формированием медиальной нестабильности и «варус-коллапса». Шести (15,4%) пациентам первой группы потребовалась повторная операция, в ходе которой применили двухколонную фиксацию с установкой дополнительной опорной пластины по предложенному нами способу с удовлетворительным отдаленным исходом и сращением переломов у всех пациентов.

Во второй серии клинических исследований, соответствовавшей второй выбранной локализации переломов, были изучены исходы хирургического лечения 162 пациентов с частичными и полными внутрисуставными переломами проксимального метаэпифиза ББК. Анализ результатов лечения 45 пациентов с переломами латерального мыщелка ББК при условии локализации импрессии в переднелатеральном отделе и с применением стандартного переднелатерального доступа показал анатомичную репозицию отломков у 77,8% пациентов и отличный в среднем функциональный исход по обоим использованным оценочным шкалам. При подготовке к операции прицельно анализировали распространение плоскости раскола и зоны импрессии, а в ходе операции стремились к достижению анатомичной репозиции отломков, замещению субхондральных дефектов ауто- или аллокостью (82,2% пациентов) и выполняли субхондральную поддержку суставной поверхности анатомичными пластинами. В итоге низкая доля осложнений (11,1%) подтвердила правильность выбранной тактики остеосинтеза.

Это позволило сделать вывод о целесообразности применения переднелатерального доступа для остеосинтеза переломов, затрагивающих на переднелатеральный отдел плато ББК.

Далее нами были проанализированы результаты хирургического лечения группы из 32 пациентов с различными типами переломов плато ББК, включающими перелом медиального мыщелка, с применением модификаций заднемедиального хирургического доступа из положения на животе. Несмотря на то, что доля наиболее сложных переломов типа 41C3 в этой группе составила 71,8%, использованные нами подходы к остеосинтезу позволили достигнуть анатомичной и удовлетворительной репозиции отломков у 93,8% пациентов, хорошего функционального результата: 87,5 балла и 88,5 баллов по шкалам Lysholm и KSS и, соответственно, низкой доли осложнений в 12,5%.

В ходе операций мы придерживались принципа топической диагностики повреждений медиального мыщелка ББК, выделяя три его типа: фрагмент целого медиального мыщелка, заднемедиальный фрагмент и перелом медиального мыщелка, включающий передний и медиальный фрагменты, в зависимости от которых выбирали позиции имплантов, применяя у большинства пациентов многоплоскостную фиксацию низкопрофильными пластинами, установленными по принципу противоскольжения с межфрагментарной компрессией стягивающими винтами. Полученные клинические результаты, по нашему мнению, доказали высокую эффективность использованного модифицированного заднемедиального доступа и подходов к остеосинтезу при изученных переломах.

В следующей части нашего клинического исследования были проанализированы результаты лечения 100 пациентов, у которых область перелома распространялась на задний отдел латерального мыщелка ББК. При этом были изучены четыре метода остеосинтеза переломов с вовлечением заднелатерального фрагмента в четырех сопоставимых группах пациентов. В первой группе из 25 пациентов мы использовали прямой задний доступ и доступ по К. Frosch (2010), обеспечивающие прямую репозицию заднелатерального фрагмента и его остеосинтез короткой низкопрофильной пластиной, установленной на задней

поверхности латерального мыщелка ББК. Во второй группе у 22 пациентов для прямой репозиции заднелатерального фрагмента применяли трансмалоберцовый доступ. В третьей группе использовали расширенный переднелатеральный доступ с мобилизацией пространства над головкой МБК для прямой визуализации заднелатерального фрагмента и/или расширенный заднемедиальный доступ, из которого также выполняли прямую репозицию заднелатерального фрагмента. В четвертой группе были объединены пациенты, у которых, несмотря на наличие импрессии заднелатерального фрагмента, выполняли стандартный переднелатеральный доступ и стандартное переднелатеральное позиционирование опорной пластины.

В первых трех группах пациентов, в отличие от четвертой группы, значительно чаще (от 76% до 92%) применяли замещение субхондрального дефекта. В этих группах, в отличие от четвертой, были получены сравнительно лучшие исходы репозиции костных отломков (анатомичная репозиция от 60% до 76,9%, $p < 0,001$), лучшие функциональные исходы по шкалам Lysholm ($p = 0,015$) и KSS ($p = 0,019$) и более низкая доля осложнений ($p = 0,003$). В четвертой группе пациентов при отсутствии прицельной репозиции заднелатерального фрагмента были получены худшие результаты репозиции, которая была неудовлетворительной в 40,7% случаев. В этой группе была отмечена высокая доля послеоперационных осложнений (55,6%), а четырем (14,8%) пациентам потребовалось раннее тотальное эндопротезирование коленного сустава.

Таким образом, результаты применения трех подходов к оперативному лечению пациентов с переломами плато ББК с возможностью прямой репозиции заднелатерального фрагмента при переломах различных типов, включающих импрессию задней колонны латерального мыщелка, показали их преимущество перед традиционным подходом с использованием стандартного переднелатерального доступа. Низкий уровень осложнений и хорошие функциональные результаты в срок 24 месяца после травмы могут способствовать более широкому практическому применению всех трех изученных способов

остеосинтеза с прицельной репозицией и фиксацией заднелатерального фрагмента латерального мыщелка ББК.

Еще одним направлением нашего клинического исследования стало изучение результатов лечения пациентов с полными внутрисуставными переломами плато ББК, в рамках которого мы сравнили две группы пациентов, в одной из которых при двухэтапном протоколе лечения на первом этапе нам удавалось достичь удовлетворительной репозиции отломков в аппаратах внешней фиксации (АВФ), а во второй – с неудовлетворительным положением отломков в АВФ. При первичном раннем восстановлении оси и длины сегмента конечности нами были получены значимо лучшие исходы репозиции после окончательного внутреннего остеосинтеза, а доля анатомичной репозиции составила 65% при 29% в контрольной группе ($p < 0,001$). Различия в функциональных исходах в баллах по шкалам Lysholm и KSS также были в пользу группы пациентов с удовлетворительным положением отломков в АВФ на всех сроках наблюдения. Они не достигли статистической значимости, но доля осложнений была значимо ниже ($p = 0,006$).

Помимо этого, нами было проведено сравнение результатов хирургического лечения пациентов со сложными переломами плато ББК в двух группах пациентов: с применением стандартного подхода с использованием комбинации стандартных переднелатерального и заднемедиального доступов и усовершенствованного подхода, предполагавшего применение расширенного заднемедиального доступа из положения на животе, и модификации латерального доступа, выбор которого был обусловлен конкретной архитектурой перелома, установленной по данным КТ и возможностью прицельной репозиции заднелатерального фрагмента. При этом у большинства пациентов второй группы мы применили этапное лечение (73,1%), а у 8 пациентов (32%) разделяли этап окончательного погружного остеосинтеза на две и более операционные сессии. Также у большинства пациентов второй группы (84,6%) мы производили прицельную репозицию заднелатеральной импрессии, замещение субхондрального костного дефекта (80,7%) и получили

сравнительно лучшие исходы репозиции плато ББК ($p=0,035$), лучшие функциональные исходы ($p=0,047$) и более низкую долю осложнений ($p=0,048$).

Таким образом, изучение результатов хирургического лечения пациентов с переломами плато ББК показало преимущества усовершенствованных подходов к остеосинтезу, заключающиеся в топической диагностике локализации и типов повреждений суставной поверхности плато ББК с учетом колонной теории строения, первичной ранней репозиции сложных высокоэнергетических переломов в АВФ, использовании коротких прямых доступов, обеспечении субхондральной поддержки участков импрессии суставной поверхности и стремлении к точной анатомичной репозиции и многоколонной фиксации, перед традиционными подходами.

В третьей серии клинических исследований, посвященных третьей выбранной локализации переломов, были изучены исходы хирургического лечения при около- и внутрисуставных переломах дистального метаэпифиза (пилона) ББК. Вначале мы сравнили две группы пациентов, в которых применили двухэтапный протокол лечения с контролем репозиции костных отломков в АВФ, и, как и при переломах плато ББК, получили лучшие анатомические исходы после окончательного остеосинтеза в группе качественной репозиции в АВФ (доля анатомичной репозиции составила 80% в сравнении с 35% в контрольной группе), а также статистически значимо меньшую долю осложнений и лучшие функциональные исходы. Кроме того, после качественной первичной репозиции в АВФ у пациентов с переломами ДОББК мы чаще могли применять на втором этапе малоинвазивный остеосинтез без обнажения суставных отломков, выполняя их закрытую репозицию, что также считаем преимуществом в плане снижения травматичности окончательного остеосинтеза и уменьшения риска осложнений.

Далее в двух группах пациентов, сопоставимых по половому составу и среднему возрасту, при переломах пилона различных типов мы выполняли малоинвазивный или ограниченно открытый наkostный остеосинтез с применением одноколонной или многоколонной фиксации, для которой использовали комбинацию хирургических доступов, в том числе в 46% случаев –

остеосинтез задних фрагментов из заднемедиального и заднелатерального доступов. В группе многоколонной фиксации, несмотря на большую долю многофрагментарных переломов ($p=0,036$) и переломов типа 43B3 и 43C3 ($p=0,004$), мы получили преимущество в отношении доли анатомичной репозиции костных отломков (80%), лучшие средние баллы по шкале AOFAS в срок 6 и 12 месяцев и статистически значимую меньшую долю осложнений ($p=0,026$).

Кроме того, в группе многоколонной фиксации мы статистически значимо реже выполняли остеосинтез малоберцовой кости ($p=0,041$), уменьшая тем самым объем и травматичность операции. В то же время при традиционном подходе к остеосинтезу с одноколонной фиксацией мы получили сравнительно более высокую долю осложнений (31%), большинство из которых были связаны с инфекцией, замедленным сращением, несращением, вторичной потере репозиции, что, по нашему мнению, было обусловлено травматичностью операций и недостаточной стабильностью фиксации. При многоколонной же фиксации осложнений, связанных с недостаточной стабильностью костных отломков, выявлено не было.

В четвертой серии наших клинических исследований были изучены в сравнительном плане исходы хирургического лечения пациентов с нестабильными переломами лодыжек в сочетании с переломом заднего края ББК. Мы сравнили традиционный подход к хирургическому лечению профильных пациентов, при котором производился остеосинтез только достаточно крупных фрагментов ЗКББК, имеющих протяженность от 0,25 сагиттального контура пилон, определяемого на боковой рентгенограмме, с последующей фиксацией переднезадними стягивающими винтами с получившим более широкое распространение в последнее время новым подходом, который схож с подходами к лечению всех внутрисуставных переломов с открытой прицельной анатомичной репозицией и стабильной фиксацией из заднелатерального или заднемедиального доступов. Безопасность и преимущества таких доступов были доказаны нами в ходе топографо-анатомической части нашего исследования.

В трех сопоставимых клинических группах мы получили преимущество в качестве репозиции суставной поверхности в группах прямых задних доступов. В группе заднемедиального доступа были статистически лучшие функциональные исходы по шкале AOFAS во все сроки наблюдения ($p < 0,005$) и значимо меньшая доля осложнений ($p = 0,001$) в сравнении с группой традиционного подхода. Кроме того, в группе пациентов с традиционным подходом мы статистически чаще выполняли фиксацию дистального межберцового синдесмоза, что требовало выполнения повторного оперативного вмешательства для удаления фиксатора.

Таким образом, во всех четырех сериях наших клинических исследований, в которых были изучены в сравнительном плане переломы четырех выбранных локализаций, были выявлены схожие преимущества применения усовершенствованных подходов к хирургическому лечению. Во всех группах пациентов, оперативное лечение которых предполагало применение предложенных методов, мы получили лучшие рентгенологические исходы репозиции внутрисуставных отломков, лучшие функциональные результаты и меньшую долю осложнений, что позволило решить пять задач (с четвертой по восьмую) клинической части нашей работы.

В совокупности, обоснованные нами в ходе биомеханических и топографо-анатомических исследований и успешно апробированные в клинике усовершенствованные подходы к диагностике, предоперационному планированию и хирургическому лечению позволили сформировать и предложить единую систему лечения пострадавших с околосуставными и внутрисуставными переломами костей нижних конечностей, образующих коленный и голеностопный суставы, что являлось девятой (заключительной) задачей нашей диссертационной работы.

Сформулированные элементы предложенной системы: топическая диагностика перелома по данным анализа результатов компьютерной томографии с учетом колонной теории строения, этапное лечение при высокоэнергетических переломах с ранней первичной качественной репозицией отломков, предоперационное планирование с учетом индивидуальной архитектоники

перелома, прицельная репозиция костных отломков в ходе окончательного остеосинтеза из комбинации коротких линейных доступов и многоколонная фиксация низкопрофильными пластинами, устанавливаемыми с использованием малоинвазивной техники, прошли успешную клиническую апробацию при лечении пациентов с внутрисуставными переломами всех четырех изучаемых локализаций и продемонстрировали преимущества предложенного системного подхода.

Таким образом, по нашему мнению, можно сделать заключение о том, что все поставленные задачи настоящего исследования, объединенные общей целью диссертационной работы и логически связанные друг с другом, были последовательно решены, а цель исследования достигнута, что позволило сформулировать представленные далее выводы и практические рекомендации.

ВЫВОДЫ

1. Анализ профильной научной литературы позволил отметить сохраняющийся высокий уровень неудовлетворительных исходов лечения пострадавших с околосуставными и внутрисуставными переломами длинных костей, формирующих коленный и голеностопный суставы, а также выделить важнейшие вопросы, требующие дальнейшей научной разработки и клинической апробации, касающиеся топической диагностики повреждения с учетом колонной теории, предоперационного планирования с выбором хирургических доступов, прицельной репозиции и многоколонной фиксации всех компонентов повреждения с необходимостью создания целостной системы хирургического лечения пациентов указанного профиля.

2. Собственные биомеханические исследования, проведенные на моделях полных внутрисуставных нестабильных переломов дистального отдела бедренной кости и плато большеберцовой кости, показали сравнительно большую устойчивость к деформирующим нагрузкам при двухколонной фиксации на модели бедренной кости двумя пластинами по сравнению с одноколонной фиксацией, а также при фиксации смоделированного перелома плато большеберцовой кости четырьмя пластинами по сравнению с традиционной фиксацией двумя пластинами, что подтверждает целесообразность многоколонной фиксации при переломах указанных локализаций.

3. Проведенные прикладные топографо-анатомические исследования позволили отработать рациональную хирургическую технику малоинвазивного остеосинтеза дистального отдела бедренной кости, заднелатерального трансмалоберцового и заднего доступов к плато большеберцовой кости, заднелатерального и заднемедиального доступов к голеностопному суставу, продемонстрировали их безопасность в отношении повреждения значимых анатомических структур и пригодность для имплантации опорных пластин, что было подтверждено клинической практикой и позволило получить три патента РФ на новые способы остеосинтеза при переломах изученных локализаций.

4. Сравнительное клиническое исследование показало, что двухколонная фиксация в сравнении с одноколонной при околоуставных и полных внутрисуставных переломах дистального отдела бедренной кости по предложенному нами способу малоинвазивного накостного остеосинтеза (патент РФ на изобретение 2665158) статистически значимо улучшает функциональные результаты хирургического лечения ($p < 0,05$), а также снижает долю послеоперационных осложнений и потребность выполнения повторных операций.

5. В ходе четырех серий проведенных клинических исследований показана более высокая эффективность успешно примененных нами в клинике хирургических доступов и усовершенствованных подходов при различных внутрисуставных переломах проксимального метаэпифиза большеберцовой кости, что подтверждается статистически значимыми улучшениями качества репозиции костных отломков ($p < 0,05$) и более высокими функциональными результатами ($p < 0,05$) проведенного оперативного лечения, а также снижением доли послеоперационных осложнений.

6. Проведенное проспективное сравнительное клиническое исследование показало, что многоколонная фиксация по сравнению с одноколонной при околоуставных и внутрисуставных переломах дистального метаэпифиза большеберцовой кости и сопоставимом качестве репозиции костных отломков статистически значимо снижает потребность в остеосинтезе сочетанного перелома малоберцовой кости ($p = 0,041$) и улучшает функциональные исходы лечения в сроки через 6 месяцев ($p = 0,039$) и 12 месяцев после операции ($p = 0,042$), а также статистически значимо снижает риск послеоперационных осложнений ($p = 0,026$).

7. Качественное восстановление осевых взаимоотношений и длины поврежденного сегмента при первичной репозиции костных отломков в аппаратах внешней фиксации на первом этапе двухэтапного протокола лечения пациентов со сложными переломами проксимального и дистального метаэпифизов большеберцовой кости статистически значимо улучшает качество окончательной репозиции в ходе последующих операций внутреннего остеосинтеза ($p < 0,001$) и снижает долю послеоперационных осложнений.

8. Проспективное сравнительное клиническое исследование в группах пациентов с нестабильными переломами лодыжек и заднего края большеберцовой кости показало статистически значимые различия в качестве восстановления анатомии голеностопного сустава при использовании изученных прямых заднелатерального и заднемедиального доступов, прямой репозиции и рациональной фиксации костных отломков, что обеспечило статистически значимое снижение потребности в фиксации дистального межберцового синдесмоза ($p=0,024$) и соответствующие улучшения функциональных исходов лечения на всех сроках наблюдения: 6 месяцев ($p=0,004$), 12 месяцев ($p=0,003$), 24 месяца ($p<0,001$), а также существенно меньшую долю послеоперационных осложнений ($p=0,001$).

9. Сформулированная, апробированная и обоснованная нами система хирургического лечения пациентов с околосуставными и внутрисуставными переломами длинных костей, формирующих коленный и голеностопный суставы, предполагающая точную топическую диагностику переломов четырех изученных локализаций, тщательное предоперационное планирование с учетом принципов биологического остеосинтеза, а также выполнение операций внутренней фиксации из рациональных прямых хирургических доступов с прицельной репозицией и многоколонной фиксацией всех выявленных костных повреждений, повышает анатомические и функциональные результаты лечения, снижает риск осложнений и может быть рекомендована для более широкого клинического применения.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для корректного предоперационного планирования при лечении пациентов с околосуставными и внутрисуставными переломами длинных костей, формирующих коленный и голеностопный суставы, необходим анализ данных рентгенографии и компьютерной томографии с определением первичной деформации, выявлением поврежденных костных колонн, типа их перелома (раскол или импрессия), локализации вершины раскола и направления плоскости перелома, а также локализации и площади импрессии.

2. При сложных внутрисуставных переломах проксимального и дистального метаэпифизов большеберцовой кости рекомендовано применение двухэтапного протокола лечения с первичным наложением трансартикулярного аппарата внешней фиксации в режиме умеренной тракции с восстановлением длины и оси сегмента, устранением его ротации, а также первичной не прямой репозицией внутрисуставных костных отломков за счет лигаментотаксиса.

3. Разработанные и обоснованные с теоретических и клинических позиций усовершенствованные методы малоинвазивного накостного остеосинтеза дистального отдела бедренной кости и дистального отдела большеберцовой кости могут быть рекомендованы для применения при хирургическом лечении пациентов с переломами указанных локализаций при многоколонной их фиксации.

4. При несостоятельности фиксации изученных переломов дистального отдела бедренной кости (перелом пластины или винтов, миграция металлоконструкции) после остеосинтеза одной латеральной пластиной по традиционной технологии целесообразно для повышения стабильности системы имплантат-кость выполнить реостеосинтез с применением предложенного нами малоинвазивного способа фиксации костных отломков двумя пластинами, расположенными по латеральной и медиальной сторонам бедренной кости.

5. Переломы латерального мыщелка большеберцовой кости по типу раскола, а также импрессии при их локализации в переднем отделе (кпереди от головки малоберцовой кости) могут быть успешно прооперированы из стандартного

переднелатерального доступа со стандартным позиционированием анатомичной латеральной опорной пластины после анатомичной репозиции внутрисуставного перелома, устранения импрессии, создания субхондральной поддержки и замещения субхондрального костного дефекта. При переломе латерального мыщелка по типу раскола (41B1) для снижения травматичности вмешательства репозиция смещенного фрагмента латерального мыщелка может быть рекомендовано применение предложенного способа малоинвазивной закрытой репозиции костных отломков (патент РФ на изобретение RU 2625651 C1) без субменисковой артротомии коленного сустава.

6. При планировании остеосинтеза медиального мыщелка плато большеберцовой кости рекомендуется учитывать конфигурацию перелома, ротационное смещение относительно сагиттальной и фронтальной осей, локализацию вершины отколотого фрагмента на задней или боковой поверхности метаэпифиза и точек контакта по суставной поверхности с определением биомеханически выгодного положения пластин по внутренней и задней поверхностям поврежденного участка большеберцовой кости. При этом низкопрофильные пластины целесообразно имплантировать по принципу «противоскольжения».

7. При остеосинтезе переломов плато большеберцовой кости с импрессией, локализующейся в заднелатеральном отделе плато, необходимы прямая репозиция, замещение субхондрального дефекта и обеспечение опоры, в качестве которой может использоваться низкопрофильная пластина, установленная по задней поверхности большеберцовой кости из заднемедиального и заднелатерального доступов или стандартная анатомичная латеральная пластина, установленная кзади в промежутке над головкой малоберцовой кости и плато большеберцовой кости, или циркулярно расположенная пластина, установленная из расширенного переднелатерального или заднелатерального трансмалоберцового доступа.

8. При оперативном лечении пациентов со сложными полными внутрисуставными переломами плато большеберцовой кости с целью выполнения анатомичной репозиции внутрисуставных фрагментов этап внутреннего остеосинтеза можно разделить на несколько операционных сессий для снижения травматичности остеосинтеза при использовании комбинации хирургических доступов, дающих прямой подход к заинтересованным областям эпифиза большеберцовой кости и ее суставной поверхности с обеспечением поддержки всех поврежденных костных колонн.

9. Малоинвазивный остеосинтез дистального отдела большеберцовой кости показан при околосуставных и простых полных внутрисуставных переломах, а при его выполнении целесообразно применение усовершенствованного способа остеосинтеза, предложенного в настоящей работе и предполагающего многоколонную фиксацию. При этом позиционирование опорных пластин должно учитывать первичную угловую деформацию, преимущественную плоскость перелома и конфигурацию внутрисуставных костных фрагментов.

10. Окончательный остеосинтез при полных и неполных внутрисуставных переломах пилон большеберцовой кости со смещением костных отломков возможно выполнять в соответствии с концепцией многоколонной фиксации из комбинации ограниченно открытых доступов, достаточных для анатомичной репозиции внутрисуставных костных фрагментов.

11. Для выполнения остеосинтеза при переломах заднего края большеберцовой кости в составе нестабильного перелома лодыжек предпочтительно использовать заднелатеральный или заднемедиальный хирургический доступ, так как они позволяют обеспечить анатомичную репозицию костного фрагмента Фолькмана (Volkmann's), что улучшает анатомические и функциональные результаты хирургического лечения по сравнению с традиционным подходом к его репозиции и фиксации винтами, проведенными в направлении спереди назад.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АВФ – аппарат внешней фиксации
АНФ – аппарат наружной фиксации
БА – бедренная артерия
БВ – бедренная вена
ББК – большеберцовая кость
БК – бедренная кость
БКСКС – большеберцовая коллатеральная связка коленного сустава
ВГМБК – верхушка головки малоберцовой кости
ВИЧ – вирус иммунодефицита человека
ВЛЛ – верхушка латеральной лодыжки
ВПО – верхняя подвздошная ость
ГМБК – головка малоберцовой кости
ГСС – голеностопный сустав
ДИ – доверительный интервал
ДМБС – дистальный межберцовый синдесмоз
ДОБК – дистальный отдел бедренной кости
ДОКГ – дистальные отделы костей голени
ДТП – дорожно-транспортное происшествие
ЗД – задний доступ к коленному суставу
ЗКББК – задний край большеберцовой кости
ЗЛТМБД – заднелатеральный трансмалоберцовый доступ
ЗМ – заднемедиальный доступ для медиального мышцелка
ЗЛФ – заднелатеральный фрагмент
ЗМФ – заднемедиальный фрагмент
ИБС – ишемическая болезнь сердца
КС – коленный сустав
КТ – компьютерная томография

МБК – малоберцовая кость

МВКА – медиальная верхняя коленная артерия

МКР – межквартильный размах

МР – минимальное расстояние

Н – ньютон (единица силы)

НКА – нисходящая коленная артерия

ПБ – приводящий бугорок

ПБА – передняя большеберцовая артерия

ПЛФ – переднелатеральный фрагмент

ПМФ – переднемедиальный фрагмент

ПН – подкожный нерв

ПОББК – проксимальный отдел большеберцовой кости

СКТ – спиральная компьютерная томография

ЭОП – электронно-оптический преобразователь

А-Р - нагрузка спереди назад АО; АО/ОТА; АО/ASIF –Arbeitsgemeinschaft fur Osteosynthesefragen (нем.) / Orthopaedic Trauma Association (англ.) – Ассоциация остеосинтеза / Ассоциация травматологии и ортопедии

АOFAS – American Orthopedic Foot and Ankle Score (англ.) – шкала оценки стопы и голеностопного сустава американских ортопедов

Р-А – нагрузка сзади наперед; А-Р - нагрузка спереди назад; L-М – нагрузка снаружи кнутри; М-L – нагрузка изнутри кнаружи

DCS – dynamic condylar screw (англ.) – динамический бедренный винт

FAOS – Foot and Ankle Outcome Score (англ.) – шкала оценки исходов стопы и голеностопного сустава

FCL – fibula collateral ligament (англ.) – латеральная коллатеральная связка

Fmin – минимальная нагрузка

Fmax – максимальная нагрузка

IQR – interquartile range (англ.) – межквартильный размах

KOOS – Knee And Osteoarthritis Outcome Score – шкала оценки исходов остеоартрита и заболеваний коленного сустава (англ.)

KSS – Knee Society Score – шкала оценки общества коленного сустава (англ.)

L-M – нагрузка снаружи кнутри; M-L – нагрузка изнутри кнаружи

LISS – Less Invasive Stabilization System (англ.) – малоинвазивная система фиксации

M-L – нагрузка изнутри кнаружи

Me – медиана

MIPO – англ. minimally invasive plate osteosynthesis – минимально инвазивный остеосинтез пластиной

OMS – англ. Olerud-Molander Score – шкала оценки Олеруд-Моландера

ORIF – англ. Open Reduction Internal Fixation – открытая репозиция и внутренняя фиксация

R – коэффициент асимметрии нагрузки

SF-36 – Short Form-36 – краткий опросник-36 (англ.)

VAS – Visual Analogue Scale (англ.) – визуальная аналоговая шкала оценки боли

VR – Volume Rendering (англ.) – объемный рендеринг

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алсмади, Я.М. Значение выбора конфигурации аппарата наружной фиксации при конверсионном остеосинтезе у пациентов с политравмой / Я.М. Алсмади, Э.И. Солод, А.Ф. Лазарев [и др.] // Политравма. – 2021. – № 3. – С. 37–45.
2. Артемьев, А.А. Внешний остеосинтез по Илизарову как метод окончательной фиксации сложных переломов голеностопного сустава / А.А. Артемьев, Н.В. Загородний, А.Н. Ивашкин [и др.] // Клиническая практика. – 2015. – Т. 6, № 1. – С. 10–16.
3. Аубакирова, С.К. Исходы лечения внутрисуставных переломов пилона. Ретроспективное поперечное исследование / С.К. Аубакирова, М.А. Жанаспаев, А.О. Мысаев [и др.] // Наука и здравоохранение. – 2023. – Т. 25, № 4. – С. 146–152.
4. Бесаев, Г.М. Особенности лечения сочетанных повреждений конечностей / Г.М. Бесаев, А.Н. Тулупов, В.Г. Багдасарьянц, С.Ш. Тания // Тяжелая сочетанная травма. – Гл. 14. – Санкт-Петербург : Русский Ювелир, 2015. – С. 300–313.
5. Бондаренко, А.В. Остеосинтез переломов голени на втором этапе damage control (контроля повреждений) при политравме / А.В. Бондаренко, Р.Г. Гусейнов, И.А. Плотников // Политравма. – 2021. – № 3. – С. 28–36.
6. Бояринцев, В.В. Лечение переломов пилона большеберцовой кости / В.В. Бояринцев, И.А. Редько, А.В. Миронов // Кремлевская медицина. Клинический вестник. – 2018. – № 2. – С. 139–146.
7. Брижань Л.К. Применение нового аппарата наружной фиксации для лечения раненых и пострадавших с повреждениями костей конечностей и таза / Л.К. Брижань, Д.В. Давыдов, А.А. Керимов [и др.] // Медицина катастроф. – 2015. – № 2. – С. 37–40.
8. Брижань, Л.К. Применение комплекта стержневого военно-полевого (КСВП) в двухэтапном последовательном остеосинтезе у раненых с огнестрельными переломами костей конечностей / Л.К. Брижань, Д.В. Давыдов, В.В. Хоминец [и др.] // Гений ортопедии. – 2015. – № 3. – С. 26–30.

9. Брижань, Л.К. Современное комплексное лечение раненых и пострадавших с боевыми повреждениями конечностей / Л.К. Брижань, Д.В. Давыдов, В.В. Хоминец [и др.] // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. – 2016. – Т. 11, № 1. – С. 74–80.
10. Бурыкин, К.И. Хирургические методы профилактики развития посттравматического остеоартрита при лечении пациентов с импрессионными переломами наружного мыщелка большеберцовой кости / К.И. Бурыкин, М.В. Паршиков, В.В. Гурьев // Медико-фармацевтический журнал «Пульс». – 2025. – Т. 27, № 1. – С. 28-33. – DOI 10.26787/nydha-2686-6838-2025-27-1-28-33.
11. Бялик, Е.И. Закрытый блокируемый остеосинтез внутри- и околосуставных переломов дистального отдела бедра у пострадавших с сочетанной травмой / Е.И. Бялик, М.Н. Семенова, Д.А. Холявкин // Диагностика и лечение тяжелых внутрисуставных переломов дистального отдела бедра у пострадавших с политравмой. – Москва, 2005. – С. 13–16.
12. Ван, Ж. Артродез голеностопного сустава: реалии и перспективы на фоне новых технологий. Обзор литературы / Ж. Ван, И.Ф. Ахтямов, Б.Г. Зиятдинов, Г.М. Файзрахманова // Вестник восстановительной медицины. – 2022. – Т. 21, № 2. – С. 115–126.
13. Виноградский, А.Е. Закрытый интрамедуллярный остеосинтез с блокированием в лечении больных с переломами дистального отдела бедренной кости / А.Е. Виноградский, А.И. Реутов, А.Н. Челноков // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2007. – № 3. – С. 44–48.
14. Гайворонский, И.В. Анатомия и физиология человека. – 6-е изд., перераб. и доп. / И.В. Гайворонский, Г.И. Ничипорук, А.И. Гайворонский. – Москва : Академия, 2011. – 496 с.
15. Ганиев, Р.Р. Аутоотрансплантация лоскутов при лечении периимплантной инфекции после накостного остеосинтеза (анализ клинических наблюдений) / Р.Р. Ганиев, А.В. Неведров, Р.И. Валиева [и др.] // Неотложная медицинская помощь. Журнал им. Н.В. Склифосовского. – 2021. – Т. 10, № 3. – С. 575–581. – DOI 10.23934/2223-9022-2021-10-3-575-581.

16. Гилев, М.В. Анатомия коленного сустава: учебное пособие / М.В. Гилев, В.Д. Гвоздевич, Е.А. Волокитина, Ю.В. Антониади. – Екатеринбург : УГМУ, 2016. – 60 с.
17. Гильфанов, С.И. Ретроградный остеосинтез переломов дистального отдела бедра у лиц пожилого и старческого возраста / С.И. Гильфанов, М.А. Абдулхабирова, Т.М. Алиев [и др.] // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. – 2017. – Т. 17, № 3. – С. 5–10.
18. Гиршин, С.Г. Клинические лекции по неотложной травматологии / С.Г. Гиршин. – Москва : Азбука, 2004. – 544 с.
19. Голяховский, В. Руководство по чрескостному остеосинтезу методом Илизарова / В. Голяховский, В. Френкель. – Санкт-Петербург : Бином, 1999. – 300 с.
20. Горбатов, Р.О. Современное оперативное лечение переломов лодыжек и их последствий (обзор) / Р.О. Горбатов, Д.В. Павлов, Е.Е. Малышев // Современные технологии в медицине. – 2015. – Т. 7, № 2. – С. 153–167.
21. Джоджуа, А.В. Ретроградный остеосинтез бедренной и плечевой костей / А.В. Джоджуа // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. – 2008. – Т. 3, № 2. – С. 25–27.
22. Егиазарян, К.А. Патент на полезную модель № 216558 U1 Российская Федерация, МПК А61В 17/80. Устройство для остеосинтеза нестабильных переломов проксимального метаэпифиза большеберцовой кости : № 2022128053 : заявл. 28.10.2022 : опубл. 14.02.2023 / К.А. Егиазарян, С.В. Донченко, А.Ф. Лебедев, Я. В. Березкин.
23. Зыкин, А.А. Корректирующие остеотомии в лечении гонартроза / А.А. Зыкин, Н.А. Тенилин, Е.Е. Малышев, С.А. Герасимов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4. – С. 288.
24. Иванов, П.А. Лечение открытых переломов длинных костей конечностей у пострадавших с множественной и сочетанной травмой : дис. ... д-ра мед. наук / Иванов Павел Анатольевич. – Москва, 2009. – 234 с.
25. Ивашкин, А.Н. Модульное устройство для внеочагового остеосинтеза переломов длинных трубчатых костей на основе компрессионно-дистракционного

аппарата Г.А. Илизарова / А. Н. Ивашкин, Н.В. Загородний, В. Ф. Зубрицкий [и др.] // Медицинский вестник МВД. – 2019. – № 6 (103). – С. 33–38.

26. Илизаров, Г.А. Основные принципы остеосинтеза компрессионного и дистракционного / Г.А. Илизаров // Ортопедия, травматология и протезирование. – 1971. – № 1. – С. 7–11.

27. Иржанский, А.А. Валидация и культурная адаптация шкал оценки исходов заболеваний, повреждений и результатов лечения коленного сустава WOMAC, KSS И FJS-12 / А.А. Иржанский, Т.А. Куляба, Н.Н. Корнилов // Травматология и ортопедия России. – 2018. – Т. 24, № 2ю – С. 70–79. doi.org/10.21823/2311-2905-2018-24-2-70-79

28. Каллаев, Н.О. Оперативное лечение внутрисуставных переломов коленного сустава / Н.О. Каллаев, В.В. Зубов, Т.Н. Каллаев // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2006. – № 3. – С. 47–51.

29. Кованов, В.В. Оперативная хирургия и топографическая анатомия / В.В. Кованов. – 4-е изд., доп. – Москва : Медицина, 2001. – 408 с.

30. Кондратьев, И.П. Метод накостного остеосинтеза переломов костей дистального отдела голени одним фиксатором из единого доступа / И.П. Кондратьев // Medline.ru. Российский биомедицинский журнал. – 2012. – Т. 13. – С. 716–725.

31. Королев, М.А. Случай успешного лечения переломов пилона, таранной и пяточной костей у больного с тяжелой сочетанной травмой (клиническое наблюдение) / М.А. Королев, Д.О. Ярмач, Е.А. Мирошникова [и др.] // Вестник Российского государственного медицинского университета. – 2015. – № 3. – С. 25–28.

32. Кошкин, А.Б. Хирургическое лечение открытого оскольчатого перелома дистальных метаэпифизов костей голени: 3D-планирование как способ уменьшить травматичность операции / А.Б. Кошкин, М.В. Паршиков, С.В. Новиков [и др.] // Наука молодых (Eruditio Juvenium). – 2024. – Т. 12, № 3. – С. 438–447.

33. Кошкин, А.Б. Выбор хирургического доступа при остеосинтезе переломов дистального метаэпифиза большеберцовой кости / А.Б. Кошкин,

М.В. Паршиков, Н.В. Ярыгин, М.В. Говоров // Гений ортопедии. – 2026. – Т. 32, № 1. – С. 107–115. – DOI 10.18019/1028-4427-2026-32-1-107-115.

34. Кутепов, С.М. Аугментация костных дефектов дистального отдела большеберцовой кости синтетическим β -трикальций фосфатом и ксенопластическим материалом «Остеоматрикс» при хирургическом лечении внутрисуставных импрессионных переломов / С.М. Кутепов, Е.А. Волокитина, М.В. Гилев [и др.] // Гений ортопедии. – 2016. – № 3. – С. 14–20.

35. Литвина, Е.А. Оперативное лечение переломов дистального отдела бедра у больных с сочетанной и множественной травмой / Е.А. Литвина, А.В. Скороглядов, С.Ю. Мельниченко, С.А. Радкевич // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2005. – № 4. – С. 4–9.

36. Малышев, Е.Е. Выбор доступа при хирургическом лечении внутрисуставных переломов проксимального отдела большеберцовой кости / Е.Е. Малышев, И.А. Воронкевич, А.И. Втюрин // Современные проблемы науки и образования. – 2019. – № 2. – С. 127.

37. Малышев, Е.Е. Отдаленные результаты реконструктивных операций при посттравматических деформациях проксимального эпиметафиза большеберцовой кости / Е.Е. Малышев, А.А. Зыкин, Р.О. Горбатов [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2021. – Т. 28, № 4. – С. 5–12. – DOI 10.17816/vto83921.

38. Малышев, Е.Е. Совершенствование системы комплексного хирургического лечения пациентов с внутрисуставными переломами проксимального отдела большеберцовой кости и их последствиями : дис. ... д-ра мед. наук / Малышев Евгений Евгеньевич. – Санкт-Петербург, 2019. – 318 с.

39. Машьянов, П.А. Общие вопросы и особенности лечения разных типов внутрисуставной перелом дистального отдела большеберцовой кости – перелом pilon (обзор литературы) / П.А. Машьянов, М.Н. Бездетко, М.С. Куцина // Оригинальные исследования. – 2024. – Т. 14, № 4. – С. 77–90.

40. Миронов, А.В. Метод открытой репозиции и внутренней фиксации в лечении пациентов с переломом пилона / А.В. Миронов, И.А. Редько,

З.М. Магомедова // Кремлевская медицина. Клинический вестник. – 2018. – Т. 2, № 4. – С. 32–37.

41. Миронов, А.В. Современные представления об оперативном лечении переломов пилона / А.В. Миронов, И.А. Редько, В.В. Бояринцев // Кремлевская медицина. Клинический вестник. – 2020. – № 1. – С. 124–129.

42. Мюллер, М.Е. Руководство по внутреннему остеосинтезу : Методика рекоменд. группой АО (Швейцария) / М.Е. Мюллер, М. Алльговер, Р. Шнайдер, Х. Виллинеггер. – Москва : Ad Marginem, 1996. – 750 с.

43. Омельченко, Т.Н. Переломы лодыжек и быстро прогрессирующий остеоартроз голеностопного сустава: профилактика и лечение / Т.Н. Омельченко // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2013. – № 4 (593). – С. 35–40.

44. Островерхов, Г.Е. Оперативная хирургия и топографическая анатомия / Г.Е. Островерхов, Ю.М. Бомаш, Д.Н. Лубоцкий. – 5-е изд., испр. – Москва : Медицинское информационное агентство, 2013. – 736 с.

45. Панков, И.О. Особенности диагностики и лечения переломов пилона большеберцовой кости / И.О. Панков, В.И. Айдаров, В.Л. Огаркова // Медицинский вестник МВД. – 2020. – № 3. – С. 30–36.

46. Панков, И.О. Чрескостный остеосинтез при лечении внутрисуставных переломов области коленного сустава / И.О. Панков, И.В. Рябчиков, А.Л. Емелин // Практическая медицина. – 2011. – № 55. – С. 89–93.

47. Паршиков М.В. Опыт применения 3D-моделирования в лечении переломов пилона (дистального метаэпифиза большеберцовой кости) / М.В. Паршиков, А.Б. Кошкин, Н.В. Ярыгин [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2024. – Т. 31, № 1. – С. 31–43. DOI: 10.17816/vto606713

48. Помогаева, Е.В. Вопросы терминологии и классификации внутрисуставных переломов дистального отдела костей голени / Е.В. Помогаева // Вестник Уральской медицинской академической науки. – 2015. – № 4 (55). – С. 132–138.

49. Рюди, Т.П. АО-Принципы лечения переломов / Т.П. Рюди, Р.Э. Бакли, К.Г. Моран. – Т. 2: Пер. на рус. язык А.А. Ситника. – 2-е доп. и перераб. изд. – Берлин, 2013. – С. 871–896.
50. Сепиашвили, Г.Г. Лечение больных с переломами дистального отдела бедренной кости : автореф. дис. ... канд. мед. наук / Сепиашвили Гоча Георгиевич. – Курган, 2005. – 19 с.
51. Синельников, Р.Д. Атлас анатомии человека / Р.Д. Синельников, Я.Р. Синельников, А.Я. Синельников. – Москва: Новая волна, 2021. – Т. 1. – 488 с.
52. Сироджов, К.Х. Преимущества пластины с угловой стабильностью при остеосинтезе внутрисуставного перелома дистального отдела бедра у больных с множественной травмой / К.Х. Сироджов, А.Х. Сафаров // Вестник последипломного образования в сфере здравоохранения. – 2020. – № 3. – С. 73–78.
53. Ситник, А.А. Внутрисуставные переломы дистального отдела большеберцовой кости – современные концепции лечения / А.А. Ситник // Военная медицина. – 2020. – № 2. – С. 132–140.
54. Сластинин, В.В. Внутрисуставные переломы дистального отдела большеберцовой кости: эволюция взглядов на хирургическое лечение (обзор литературы) / В.В. Сластинин, И.Ю. Клюквин, О.П. Филиппов, Ю.А. Боголюбский // Журнал им. Н.В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь». – 2015. – № 3. – С. 23–29.
55. Соколов, В.А. Оперативное лечение переломов дистального отдела бедра у пострадавших с сочетанной и множественной травмой / В.А. Соколов, Е.И. Бялик, А.Т. Такиев, О.И. Бояршинова // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2004. – № 1. – С. 20–26.
56. Солод, Э.И. Возможности малоинвазивного остеосинтеза при лечении переломов лодыжек / Э.И. Солод, А.Ф. Лазарев, Е.Г. Ермолаев // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2015. – Т. 22, № 3. – С. 54–59.
57. Солод, Э.И. Лечение внутри- и околосуставных переломов нижней трети бедренной кости у больных с политравмой методом конверсионного

остеосинтеза / Э.И. Солод, Н.В. Загородний, А.Ф. Лазарев [и др.] // Трудный пациент. – 2020. – Т. 18, № 3. – С. 41–45.

58. Соломин, Л.Н. Определение референтных линий и углов длинных трубчатых костей : пособие для врачей / Л.Н. Соломин, Е.А. Щепкина, П.Н. Кулеш [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург : РНИИТО им. Р.Р. Вредена, 2012. – 48 с.

59. Соломин, Л.Н. Основы чрескостного остеосинтеза аппаратом Г.А. Илизарова / Л.Н. Соломин. – Санкт-Петербург : МОРСАР АВ, 2005. – 521 с.

60. Старчик, Д.А. Методические основы пластинации распилов тела / Д.А. Старчик // Морфология. – 2015. – № 4. – С. 56–61.

61. Сухих, Ф.Ф. Накостный малоинвазивный остеосинтез при внутрисуставных переломах дистального метаэпифиза костей голени / Ф.Ф. Сухих, Ю.А. Назаренко, К.С. Костюченко [и др.] // Российские медицинские вести. – 2009. – Т. 14, № 1. – С. 42–46.

62. Травматология и ортопедия : учебник / под ред. Н.В. Корнилова, А.К. Дулаева. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 656 с.

63. Травматология: национальное руководство/ под ред. Г.П. Котельникова, С.П. Миронова. – 4-е изд. – Москва : Гэотар-Медиа, 2022. – 784 с.

64. Фомичев, В.А. Кросс-культурная адаптация и валидация русскоязычной версии шкалы Американской ассоциации хирургов стопы и голеностопного сустава AOFAS-AHS / В.А. Фомичев, Е.П. Сорокин, Н.С. Коновальчук [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2023. – Т. 29, № 4. – С. 78-86. – doi: 10.17816/2311-2905-16494.

65. Ходжанов, И.Ю. Временный остеосинтез костей голени при лечении пострадавших с множественными и сочетанными травмами / И.Ю. Ходжанов, Л.А. Амонов, Ф.М. Махсудов // Гений ортопедии. – 2024. – Т. 30, № 5. – С. 717–727.

66. Холин, А.В. Диагностика патологий конечностей лучевыми методами / А.В. Холин. – Санкт-Петербург : СпецЛит, 2019. – 190 с.

67. Хоминец, В.В. Внешний остеосинтез в современном лечении пострадавших с высокоэнергетическими переломами длинных костей конечностей / В.В. Хоминец // Травма 2017 – мультидисциплинарный подход : сборник тезисов международной конференции. – Москва: Научная книга, 2017. – С. 426.
68. Хоминец, В.В. Сравнительный анализ результатов лечения пострадавших с переломами дистального метаэпифиза большеберцовой кости типов В и С / В.В. Хоминец, А.Л. Кудяшев, А.Л. Печкуров [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2017. – Т. 23, № 3. – С. 69–79.
69. Черныш, В.Ю. Возможности наружного чрескостного остеосинтеза при лечении переломов дистального отдела костей голени / В.Ю. Черныш, А.Я. Лобко, В.Д. Приколота [и др.] // Травма. – 2012. – Т. 13, № 1. – С. 32–35.
70. Черняев, С.Н. Применение блокирующего остеосинтеза при метафизарных переломах бедренной кости / С.Н. Черняев, В.А. Неверов, А.А. Хромов [и др.] // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. – 2008. – Т. 167, № 6. – С. 55–58.
71. Шерматов, К.Р. Летальность при переломах дистального отдела бедренной кости (обзор литературы) / К.Р. Шерматов, М.В. Паршиков, К.М.А. Меджидов // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2024. – Т. 31, № 1. – С. 101–108. – DOI: 10.17816/vto582010.
72. Якимов, Л.А. Современное состояние проблемы лечения пострадавших с тяжелыми внутрисуставными переломами дистального метаэпифиза большеберцовой кости (обзор литературы) / Л.А. Якимов, Л.Ю. Слияков, А.А. Кашеев [и др.] // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2017. – № 3 (29). – С. 74–81.
73. Ямщиков, О.Н. Успешная открытая репозиция оскольчатого внутрисуставного перелома большеберцовой кости с последующим остеосинтезом титановой пластиной и винтами / О.Н. Ямщиков, С.А. Емельянов, Р.В. Чумаков, К.А. Павлова // Вестник СурГУ. Медицина. – 2024. – Т. 17, № 1. – С. 62–66.
74. Яременко, Д.А. Внутрисуставные повреждения нижних конечностей как причины стойкой утраты трудоспособности / Д.А. Яременко, Е.Г. Шевченко,

В.Б. Таршис // Ортопедия, травматология и протезирование. – 1994. – Приложение. – С. 46–47.

75. Abdelgaid, S.M. Minimally invasive treatment protocol for closed pilon fractures / S.M. Abdelgaid, M.A. Ahmed, E.G. AbdelMageed // J. Clin. Res. Foot. Ankle. – 2013. – N 1. – P. 100–108.

76. Albuquerque, R.P. Epidemiological study on tibial plateau fractures at a level I trauma center / R.P. Albuquerque, R. Hara, J. Prado [et al.] // Acta Ortop. Bras. – 2013. – Vol. 21, N 2. – P. 109–115.

77. Andalib, A. Treatment of pilon fractures with low profile plates / A. Andalib, M.R. Etemadifar, A. Rafiee Zadeh, P. Moshkdar // Int. J. Burns Trauma. – 2021. – Vol. 11, N 6. – P. 486–493.

78. Arazi, M. Ilizarov external fixation for severely comminuted supracondylar and intercondylar fractures of the distal femur / M. Arazi, R. Memik, T.C. Ogün, M. Yel // J. Bone Joint Surg. Br. – 2001. – Vol. 83, N 5. – P. 663–667.

79. Arrondo, G.M. Complex ankle fractures: practical approach for surgical treatment / G.M. Arrondo, G. Joannas // Foot Ankle Clin. – 2020 – Vol. 25, N 4. – P. 587–595. DOI: 10.1016/j.fcl.2020.08.002.

80. Assal, M. Strategies for surgical approaches in open reduction internal fixation of pilon fractures / M. Assal, A. Ray, R. Stern // J. Orthop. Trauma. – 2015. – Vol. 29, N 2. – P. 69–79.

81. Bagaria, V. A proposed radiological classification system of Hoffa's fracture based on fracture configuration and consequent optimal treatment strategy along with the review of literature / V. Bagaria, G. Sharma, C. Waghchoure [et al.] // SICOT J. – 2019. – Vol. 5. – P. 18.

82. Bai, Z. Comparison of Clinical Efficacy of Lateral and Lateral and Medial Double-plating Fixation of Distal Femoral Fractures / Z. Bai, S. Gao, Z. Hu [et al.] // Sci. Rep. – 2018. – Vol. 8, N 4863. DOI. 10.1038/s41598-018-23268-8

83. Baker, S.P. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care / S.P. Baker, B. O'Neill, W. Haddon Jr., W.B. Long // J. Trauma. – 1974. – Vol. 14, N 3. – P. 187–196.

84. Ballal, A. A Prospective Study on Functional Outcome of Internal Fixation of Tibial Pilon Fractures with Locking Plate using Minimally Invasive Plate Osteosynthesis Technique / A. Ballal, H.R. Rai, S.M. Shetty [et al.] // *J. Clin. Diagn. Res.* – 2016. – Vol. 10, N 1. – P. RC01–RC04.
85. Barei, D.P. Is the absence of an ipsilateral fibular fracture predictive of increased radiographic tibial pilon fracture severity? / D.P. Barei, S.E. Nork, C. Bellabarba, B.J. Sangeorzan // *J. Orthop. Trauma.* – 2006. – Vol. 20, N 1. – P. 6–10.
86. Barei, D.P. Frequency and fracture morphology of the posteromedial fragment in bicondylar tibial plateau fracture patterns / D.P. Barei, T.J. O'Mara, L.A. Taitsman [et al.] // *J. Orthop. Trauma.* – 2008. – Vol. 22, N 3. – P. 176–182.
87. Barış, A. Minimally invasive medial plate osteosynthesis in tibial pilon fractures: Longterm functional and radiological outcomes / A. Barış, E. Çirci, Z. Demirci, Y. Öztürkmen // *Acta Orthop. Traumatol. Turc.* – 2020. – Vol. 54, N 1. – P. 20–26.
88. Bartoníček, J. Anatomy, biomechanics and pathomechanics of the tibial pilon / J. Bartoníček, T. Mittlmeier, S. Rammelt // *Fuß & Sprunggelenk.* – 2012. – Vol. 10. – P. 3–11.
89. Bartoníček, J. Anatomy and classification of the posterior tibial fragment in ankle fractures / J. Bartoníček, S. Rammelt, K. Kostlivý [et al.] // *Arch. Orthop. Trauma Surg.* – 2015. – Vol. 135. – P. 506–516.
90. Bartoníček, J. Posterior malleolar fractures of the ankle / J. Bartoníček, S. Rammelt, M. Tuček, O. Naňka // *Eur. J. Trauma Emerg. Surg.* – 2015. – Vol. 41, N 6. – P. 587–600.
91. Bastias, C. New Principles in Pilon Fracture Management: Revisiting Rüedi and Allgöwer Concepts / C. Bastias, L. Lagos // *Foot Ankle Clin.* – 2020. – Vol. 25, N 4. – P. 505–521. DOI: 10.1016/j.fcl.2020.08.004.
92. Baumbach, S.F. Open reduction and internal fixation of the posterior malleolus fragment frequently restores syndesmotic stability / S.F. Baumbach, V. Herterich, A. Dambelmont [et al.]. – *Injury.* – 2019. – Vol. 50, N 2. – P. 564–570.

93. Bear, J. Evolution in Management of Tibial Pilon Fractures / J. Bear, N. Rollick, D. Helfet // *Curr. Rev. Musculoskelet. Med.* – 2018. – Vol. 11, N 4. – P. 537–545. DOI: 10.1007/s12178-018-9519-7.
94. Bedes, L. External fixation of distal femoral fractures in adults' multicentre retrospective study of 43 patients / L. Bedes, P. Bonneville, M. Ehlinger [et al.] // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* – 2014. – Vol. 100, N 8. – P. 867–872.
95. Beltran, M.J. Articular exposure with the swashbuckler versus a “Mini-swashbuckler” approach / M.J. Beltran, J.A. Blair, J. Huh [et al.] // *Injury.* – 2013. – Vol. 44, N 2. – P. 189–193.
96. Berber, R. Postero-medial approach for complex tibial plateau injuries with a postero-medial or postero-lateral shear fragment / R. Berber, C.P. Lewis, D. Copas [et al.] // *Injury.* – 2014. – Vol. 45, N 4. – P. 757–765.
97. Berkes, M.B. Articular congruity is associated with short-term clinical outcomes of operatively treated SER IV ankle fractures / M.B. Berkes, M.T. Little, L. Lazaro [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2013. – Vol. 95, N 19. – P. 1769–1775.
98. Berkson, E.M. High-energy tibial plateau fractures / E.M. Berkson, W.W. Virkus // *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* – 2006. – Vol. 14, N 1. – P. 20–31.
99. Bermúdez, C.A. Use of Horizontal Rafting Plates for Posterior Elements of Complex Tibial Plateau Fractures: Description and Case Reports / C.A. Bermúdez, B.H. Ziran, M.K. Barrette-Grischow // *J. Trauma.* – 2008. – Vol. 65, N 5. – P. 1162–1167.
100. Birjandinejad, A. Augmentation plate fixation for the treatment of femoral and tibial nonunion after intramedullary nailing / A. Birjandinejad, M.H. Ebrahimzadeh, H. Ahmadzadeh-Chabock // *Orthopedics.* – 2009. – Vol. 32, N 6. – P. 409.
101. Bister, V. Intra-articular Distal Tibial Fractures Cause a Major Burden to Individual Patients and Also Stresses the Public Health Care System / V. Bister, T. Lenkkeri, M. Parkkinen, J. Lindahl // *Injury.* – 2022. – Vol. 53, N 8. – P. 2888–2892.
102. Bois, A.J. Posterior fracture dislocation of the ankle: technique and clinical experience using a posteromedial surgical approach / A.J. Bois, W. Dust // *J. Orthop. Trauma.* – 2008. – Vol. 22. – P. 629–636.

103. Bonnin, J.G. Injuries to the ankle / J.G. Bonnin. – London : William Heinemann Medical Books Ltd, 1950. – 412 p.
104. Borade, A. Is “early total care” a safe and effective alternative to “staged protocol” for the treatment of Schatzker IV-VI tibial plateau fractures in patients older than 50 years? / A. Borade, H. Kempegowda, R. Richard [et al.] // J. Orthop. Trauma. – 2017. – Vol. 31, N 12. – P. e400–e406.
105. Borens, O. Minimally invasive treatment of pilon fractures with a low profile plate: preliminary results in 17 cases / O. Borens, P. Kloen, J. Richmond [et al.] // Arch. Orthop. Trauma Surg. – 2009. – Vol. 129, No. 5. – P. 649–659.
106. Borg, T. Percutaneous plating of distal tibial fractures. Preliminary results in 21 patients / T. Borg, S. Larsson, U. Lindsjö // Injury. – 2004. – Vol. 35, N 6. – P. 608–614.
107. Bourne, R.B. Pylon fractures of the distal tibia / R.B. Bourne // Clin. Orthop. Relat. Res. – 1989. – N 240. – P. 42–46.
108. Braunstein, M. Arthroscopically assisted treatment of complex ankle fractures: intra-articular findings and 1-year follow-up / M. Braunstein, S.F. Baumbach, M. Urresti-Gundlach [et al.] // J. Foot Ankle Surg. – 2020. – Vol. 59, N 1. – P. 9–15.
109. Buckley, R.E. AO principles of fracture management / R.E. Buckley, C.G. Moran, T. Apivattthakakul. – 3rd Edition. – Stuttgart : Thieme Medical Publishers, 2018. – 1060 p.
110. Busel, G.A. Evaluation of fibular fracture type vs location of tibial fixation of pilon fractures / G.A. Busel, J.T. Watson, H. Israel // Foot Ankle Int. – 2017. – Vol. 38, N 6. – P. 650–655.
111. Busel, G.A. Plating of pilon fractures based on the orientation of the fibular shaft component: a biomechanical study evaluating plate stiffness in a cadaveric fracture model / G.A. Busel, J.T. Watson // J. Orthop. – 2017. – Vol. 14, N 2. – P. 308–312.
112. Butt, M.S. Displaced fractures of the distal femur in elderly patients. Operative versus non-operative treatment / M.S. Butt, S.J. Krikler, M.S. Ali // J. Bone Joint Surg. Br. – 1996. – Vol. 78, N 1. – P. 110–114.

113. Canale, S.T. Campbell's Operative Orthopaedics / S.T. Canale, J.H. Beaty. – 12th ed. – St. Louis, Missouri : Mosby Elsevier, 2013. – 4635 p.
114. Carbonell-Escobar, R. Analysis of the variables affecting outcome in fractures of the tibial pilon treated by open reduction and internal fixation / R. Carbonell-Escobar, J.C. Rubio-Suarez, A. Ibarzabal-Gil, E.C. Rodriguez-Merchan // J. Clin. Orthop. Trauma. – 2017. – Vol. 8, N 4. – P. 332–338. doi: 10.1016/j.jcot.2017.05.014.
115. Chan, D.S. Does a staged posterior approach have a negative effect on OTA 43C fracture outcomes? / D.S. Chan, P.M. Balthrop, B. White [et al.] // J. Orthop. Trauma. – 2017. – Vol. 31, N 2. – P. 90–94.
116. Chan, R. Optimal management of high-energy pilon fractures / R. Chan, B.C. Taylor, J. Gentile // Orthopedics. – 2015. – Vol. 38, N 8. – P. 708–714.
117. Chandrabose, R. A computed tomography-based classification of Hoffa fracture: Surgical treatment considerations and prognostic outcome with assessment of reproducibility / R. Chandrabose, S. Saha, H. Kumar [et al.] // J. Orthop. – 2019. – Vol. 18, N 20. – P. 21–27.
118. Chang, S.M. A Surgical Protocol for Bicondylar Four-Quadrant Tibial Plateau Fractures / S.M. Chang, S.J. Hu, Y.Q. Zhang [et al.] // Int. Orthop. – 2014. – Vol. 38, N 12. – P. 2559–2564.
119. Chaparro, F. Posterior pilon fracture: Epidemiology and surgical technique / F. Chaparro, X. Ahumada, C. Urbina [et al.] // Injury. – 2019. – Vol. 50, N 12. – P. 2312–2317.
120. Chen, C. Combined Direct Posterior Split-Gastrocnemius Approach for the Posterolateral Tibial Plateau Involved Fractures / C. Chen, L. Huang, H. Zheng, L. Liu [et al.] // Ther. Clin. Risk Manag. – 2019. – Vol. 15. – P. 1461–1467.
121. Chen, H. Staged procedure protocol based on the four-column concept in the treatment of AO/OTA type 43-C3.3 pilon fractures / H. Chen, X. Cui, B. Ma [et al.] // J. Int. Med. Res. – 2019. – Vol. 47. – P. 2045–2055.
122. Chen, H.W. Posterior Tibial Plateau Fracture: A New Treatment-Oriented Classification and Surgical Management / H.W. Chen, C.Q. Chen, X.H. Yi // Int. J. Clin. Exp. Med. – 2015. – Vol. 8, N 1. – P. 472–479.

123. Chen, P. Newly designed anterolateral and posterolateral locking anatomic plates for lateral tibial plateau fractures: a finite element study / P. Chen, H. Lu, H. Shen [et al.] // J. Orthop. Surg. Res. – 2017. – Vol. 12, N 1. – P. 35.
124. Chen, Z. 360 degrees internal fixation by double approaches for high-energy closed pilon fractures / Z. Chen, D. Chen, H. Yang [et al.] // Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi. – 2015. – Vol. 29, N 10. – P. 1226–1229.
125. Cho, J.-W. Approaches and Fixation of the Posterolateral Fracture Fragment in Tibial Plateau Fractures: A Review with an Emphasis on Rim Plating Via Modified Anterolateral Approach / J.-W. Cho, J. Kim, W.-T. Cho [et al.] // Int. Orthop. – 2017. – Vol. 41, N 9. – P. 1887–1897.
126. Cho, J.-W. Rim plating of posterolateral fracture fragments (PLFs) through a modified anterolateral approach in tibial plateau fractures / J.-W. Cho, P. Samal, Y.S. Jeon [et al.] // J. Orthop. Trauma. – 2016. – Vol. 30, N 11. – P. e362–e368.
127. Chuluunbaatar, Y. Early and 1-year mortality of native geriatric distal femur fractures: A systematic review and time-to-event meta-analysis / Y. Chuluunbaatar, N. Benachar, H. Khroud-Dhillon [et al.] // J. Clin. Orthop. Trauma. – 2024. – Vol. 50. – P. 102375.
128. Colman, M. Prolonged operative time increases infection rate in tibial plateau fractures / M. Colman, A. Wright, G. Gruen [et al.] // Injury. – 2013. – Vol. 44, N 2. – P. 249–252.
129. Court-Brown, C.M. Epidemiology of adult fractures: a review / C.M. Court-Brown, B. Caesar // Injury. – 2006. – Vol. 37, N 8. – P. 691–697.
130. Court-Brown, C.M. Rockwood and Green's fractures in adults / Ch.M. Court-Brown, J.D. Heckman, M.M. McQueen, [et al.]. – 8th ed. – Wolters Kluwer Health, 2015. – 2769 p.
131. Crist, D.B. Treatment of acute distal femur fractures / D.B. Crist, J.G. Della Rocca, M.Y. Murtha // Orthopedics. – 2008. – Vol. 31, N 7. – P. 681–690.
132. Cuéllar-Avaroma, A. Complicaciones en las fracturas complejas de la meseta tibial y factores asociados / A. Cuéllar-Avaroma, A.C. King-Martínez,

A. Hernández-Salgado, R. Torres-González // *Cir. Cir.* – 2006. – Vol. 74, N 5. – P. 351–357.

133. Dai, C.H. Omnidirectional internal fixation by double approaches for treating Rüedi-Allgöwer type III pilon fractures / C.H. Dai, J. Sun, K.Q. Chen, H.B. Zhang // *J. Foot Ankle Surg.* – 2017. – Vol. 56, N 4. – P. 756–761.

134. Dalstrom, J.D. The protective effect of locking screw placement on nonlocking screw extraction torque in an osteoporotic supracondylar femur fracture model / J.D. Dalstrom, B.D. Nelles, P. Vinit [et al.] // *J. Orthop. Trauma.* – 2012. – Vol. 26, N 9. – P. 523–527.

135. Dang, K.H. Outcomes of distal femur fractures treated with the Synthes 4.5 mm VA-LCP curved condylar plate / K.H. Dang, C.A. Armstrong, R.A. Karia, B.A. Zelle // *Int. Orthop.* – 2019. – Vol. 43, N 7. – P. 1709–1714.

136. Day, G.A. Operative treatment of ankle fractures: a minimum ten-year follow-up / G.A. Day, C.E. Swanson, B.G. Hulcombe // *Foot Ankle Int.* – 2001. – Vol. 22, N 2. – P. 102–106.

137. de Ruijter, M.A. Patient experience from a doctor's perspective: A case report concerning treatment, fracture healing and rehabilitation of multiple complex injuries due to a high energy motor vehicle collision / M.A. de Ruijter, J.A. Lucke, J.Z. Yuan, R.J. Derksen // *Trauma Case Rep.* – 2022. – Vol. 42. – P. 100699.

138. Delgadillo, C.A. Geriatric distal femoral fractures: post-operative complications and nine-year mortality-a retrospective analysis of two tertiary trauma centres / C.A. Delgadillo, J. Rojas Lievano, C.M. Olarte // *Int. Orthop.* – 2024. – Vol. 48, N 3. – P. 841–848.

139. Destot, E. Traumatismes du pied et rayons X: malléoles, astragale, calcaneum, avant-pied / E. Destot. – Paris : Masson, 1911. – 306 p.

140. Dhillon, M.S. Simple Four Column Classification Can Dictate Treatment for Intra Articular Tibial Plateau Fractures Much Better Than Ten Segment Classification / M.S. Dhillon, S. Patel, K. Puneeth // *Injury.* – 2017. – Vol. 48, N 6. – P. 1276–1278.

141. Ding, W. Comparative study on the clinical efficacy of small plate assisted anatomic plate and traditional double plate in the treatment of Rüedi and Allgöwer II–III

pilon fracture / W. Ding, J. Xu, Y. Zhu [et al.] // BMC Surg. – 2023. – Vol. 23, N 1. – P. 352.

142. Dominguez, I. Antegrade nailing for fractures of the distal femur / I. Dominguez, E. Moro Rodriguez, J.A. De Pedro Moro [et al.] // Clin Orthop Relat Res. – 1998. – N 350. – P. 74–79.

143. Drijfhout van Hooff, C.C. Influence of fragment size and postoperative joint congruency on long-term outcome of posterior malleolar fractures / C.C. Drijfhout van Hooff, S.M. Verhage, J.M. Hoogendoorn // Foot Ankle Int. – 2015. – Vol. 36, N 6. – P. 673–678.

144. Dugan, T.R. Open supracondylar femur fractures with bone loss in the polytraumatized patient – Timing is everything! / T.R. Dugan, M.G. Hubert, P.A. Siska [et al.] // Injury. – 2013. – Vol. 44, N 12. – P. 1826–1831.

145. Dujardin, F. Total fractures of the tibial pilon / F. Dujardin, H. Abdulmutalib, A.C. Tobenas // Orthop. Traum. Surg. Res. – 2014. – Vol. 100. – P. 65–74.

146. Earle, H. Simple, succeeded by compound dislocations forwards of the inferior extremity of the tibia. With fracture of its posterior edge comminuted fracture of the fibula, amputation of the leg, and death / H. Earle // Lancet. – 1828. – Vol. 2, N 6. – P. 346–348.

147. Egol, K.A. Staged management of high-energy proximal tibia fractures (OTA types 41): the results of a prospective, standardized protocol / K.A. Egol, N.C. Teiwani, E.L. Capla [et al.] // J. Orthop. Trauma. – 2005. – Vol. 19. – P. 448–455.

148. Elsoe, R. Population-based epidemiology and incidence of distal femur fractures / R. Elsoe, A.A. Ceccotti, P. Larsen // Int. Orthop. – 2018. – Vol. 42, N 1. – P. 191–196.

149. Forberger, J. Posterolateral approach to the displaced posterior malleolus: functional outcome and local morbidity / J. Forberger, Ph.V. Sabandal, M. Dietrich [et al.] // Foot Ankle Int. – 2009. – Vol. 30, N 4. – P. 309–314.

150. Frosch, K.H. A new posterolateral approach without fibula osteotomy for the treatment of tibial plateau fractures / K.H. Frosch, P. Balcarek, T. Walde, K.M. Stürmer // J. Orthop. Trauma. – 2010. – Vol. 24, N 8. – P. 515–520.

151. Frosch, K.H. The Concept of Direct Approach to Lateral Tibial Plateau Fractures and Stepwise Extension as Needed / K.H. Frosch, A. Korthaus, D. Thiesen [et al.] // *Eur. J. Trauma Emerg. Surg.* – 2020. – Vol. 46, N 6. – P. 1211–1219.
152. Galla, M. Direct posterior approach for the treatment of posteromedial tibial head fractures / M. Galla, C. Riemer, P. Lobenhoffer // *Oper. Orthop. Traumatol.* – 2009. – Vol. 21, N 1. – P. 51–64.
153. Gangavalli, A.K. Management of distal femur fractures in adults: an overview of options / A.K. Gangavalli, C.O. Nwachuku // *Orthop. Clin. North Am.* – 2016. – Vol. 47, N 1. – P. 85–96.
154. Gao, M. Surgical treatment and rehabilitation of medial Hoffa fracture fixed by locking plate and additional screws: A retrospective cohort study / M. Gao, J. Tao, Z. Zhou [et al.] // *Int. J. Surg.* – 2015. – Vol. 19. – P. 95–102.
155. Gardner, M.J. Hybrid locked plating of osteoporotic fractures of the humerus / M.J. Gardner, M.H. Griffith, D. Demetrakopoulos [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2006. – Vol. 88, N 9. – P. 1962–1967.
156. Gautier, E. Biological internal fixation – guidelines for the rehabilitation / E. Gautier, Ch. Sommer // *Ther. Umsch.* – 2003. – Vol. 60, N 12. – P. 729–735.
157. Giordano, V. The "Hoop" Plate for Posterior Bicondylar Shear Tibial Plateau Fractures: Description of a New Surgical Technique / V. Giordano, J. Schatzker, M. Kfuri // *J. Knee Surg.* – 2017. – Vol. 30, N 6. – P. 509–513.
158. Goost, H. Fractures of the ankle joint: investigation and treatment options / H. Goost, M.D. Wimmer, A. Barg [et al.] // *Dtsch. Arztebl. Int.* – 2014. – Vol. 111, N 21. – P. 377–388.
159. Guan, J. Treatment of AO/OTA 43-C3 Pilon Fracture: Be Aware of Posterior Column Malreduction / J. Guan, M. Huang, Q. Wang [et al.] // *Biomed. Res. Int.* – 2019. – 2019. – P. 4265782.
160. Guo, Y. External fixation combined with limited internal fixation versus open reduction internal fixation for treating Ruedi-Allgower type III pilon fractures / Y. Guo, L. Tong, S. Li, Z. Liu // *Med. Sci. Monit.* – 2015. – Vol. 21. – P. 1662–1667.

161. Hadinoto, S.A. Dealing with soft tissue compromised in tibial plateau fractures by using a hybrid external fixation / S.A. Hadinoto, T. Sumarwoto, T. Sibarani [et al.] // *Int. J. Surg. Case Rep.* – 2023. – Vol. 105. – P. 108105.
162. Haidukewych, G.J. Temporary external fixation for the management of complex intra- and periarticular fractures of the lower extremity / G.J. Haidukewych // *J. Orthop. Trauma.* – 2002. – Vol. 16, N 9. – P. 678–685.
163. Hake, M.E. Open Reduction and Internal Fixation of the Posteromedial Tibial Plateau via the Lobenhoffer Approach / M.E. Hake, J.A. Goulet // *J. Orthop. Trauma.* – 2016. – Vol. 30, Suppl. 2. – P. S35–36.
164. Haller, J.M. Does Early versus Delayed Spanning External Fixation Impact Complication Rates for High-energy Tibial Plateau and Plafond Fractures? / J.M. Haller, D. Holt, D.L. Rothberg [et al.] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2016. – Vol. 474, N 6. – P. 1436–1444.
165. Haller, J.M. Risk factors for tibial plafond nonunion: medial column fixation may reduce nonunion rates / J.M. Haller, M. Githens, D. Rothberg [et al.] // *J. Orthop. Trauma.* – 2019. – Vol. 33, N 9. – P. 443–449.
166. Haraguchi, N. Pathoanatomy of posterior malleolar fractures of the ankle / N. Haraguchi, H. Haruyama, H. Toga, F. Kato // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2006. – Vol. 88. – P. 1085–1092.
167. Hartford, J.M. Tibiotalar contact area. Contribution of posterior malleolus and deltoid ligament / J.M. Hartford, J.T. Gorczyca, J.L. McNamara, M.B. Mayor // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1995. – N 320. – P.182–187.
168. Hasenboehler, E. Locking compression plate with minimally invasive plate osteosynthesis in diaphyseal and distal tibial fracture: a retrospective study of 32 patients / E. Hasenboehler, D. Rikli, R. Babst // *Injury.* – 2007. – Vol. 38, N 3. – P. 365–370.
169. He, Q.F. Tibial plateau fractures in elderly people: an institutional retrospective study / Q.F. He, H. Sun, L.Y. Shu [et al.] // *J. Orthop. Surg. Res.* – 2018. – Vol. 13, N 1. – P. 276.

170. He, X. A posterior inverted L-shaped approach for the treatment of posterior bicondylar tibial plateau fractures / X. He, P. Ye, Y. Hu [et al.] // Arch. Orthop. Trauma Surg. – 2013. – Vol. 133, N 1. – P. 23–28.
171. Heiney, J.P. Distal femoral fixation: a biomechanical comparison of retrograde nail, retrograde intramedullary nail, and prototype locking retrograde nail / J.P. Heiney, S. Battula, J.A. O'Connor [et al.] // Clin. Biomech. (Bristol). – 2012. – Vol. 27, N 7. – P. 692–696.
172. Henderson, C.E. Locking plates for distal femur fractures: is there a problem with fracture healing? / C.E. Henderson, L.L. Kuhl, D.C. Fitzpatrick, J. Marsh // J. Orthop. Trauma. – 2011. – Vol. 25, N 1. – P. 8–14.
173. Henderson, M.S. Trimalleolar fracture of the ankle / M.S. Henderson // Surg. Clin. North Am. – 1932. – Vol. 12. – P. 867–872.
174. Henry, S.L. Supracondylar femur fractures treated percutaneously / S.L. Henry // Clin. Orthop. Relat. Res. – 2000. – N 375. – P. 51–59.
175. Higgins, T.F. Distal femoral fractures / T.F. Higgins // J. Knee Surg. – 2007. – Vol. 20, N 1. – P. 56–66.
176. Hoekstra, H. Direct fixation of fractures of the posterior pilon via a posteromedial approach / H. Hoekstra, W. Rosseels, S. Rammelt, S. Nijs // Injury. – 2017. – Vol. 48, N 6. – P. 1269–1274.
177. Holzman, M.A. Addition of a medial locking plate to an in situ lateral locking plate results in healing of distal femoral nonunions / M.A. Holzman, B.D. Hanus, J.W. Munz [et al.] // Clin. Orthop. Relat. Res. – 2016. – Vol. 474, N 6. – P. 1498-1505.
178. Hong, C.C. Should the location of distal tibial plating be influenced by the varus or valgus fracture pattern of tibial pilon fracture? / C.C. Hong, S. Saha, S.H.S. Tan [et al.] // Arch. Orthop. Trauma Surg. – 2022. – Vol. 142, N 11. – P. 2999–3007.
179. Hong, G. An analysis on the effect of the three-incision combined approach for complex fracture of tibial plateau involving the posterolateral tibial plateau / G. Hong, X. Huang, T. Lv, X. Li // J. Orthop. Surg. Res. – 2020. – Vol. 15, N 1. – P. 43.

180. Hor, W.T. Risk factors for complications after ankle fracture surgery: a review of 531 cases / W.T. Hor, Y. Liu, A. Chua [et al.] // *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* – 2025. – Vol. 35, N 1. – P. 405.
181. Hu, S. Treatment of Isolated Posterolateral Tibial Plateau Fracture with a Horizontal Belt Plate through the Anterolateral Supra-Fibular-Head Approach / S. Hu, S. Chen, S. Chang [et al.] // *Biomed. Res. Int.* – 2020. – 2020. – P. 4186712.
182. Huber, M. Open reduction and internal fixation of the posterior malleolus with a posterior antiglide plate using a postero-lateral approach – a preliminary report / M. Huber, P.M. Stutz, C. Gerber // *Foot Ankle Surg.* – 1996. – Vol. 2, N 2. – P. 95–103.
183. Hussain, M.S. Stable Fixation and Immediate Weight-Bearing After Combined Retrograde Intramedullary Nailing and Open Reduction Internal Fixation of Noncomminuted Distal Interprosthetic Femur Fractures / M.S. Hussain, S.K. Dailey, F.R. Avilucea // *J. Orthop. Trauma.* – 2018. – Vol. 32, N 6. – P. e237-e240.
184. Iftikhar, A. Surgical outcome of supracondylar and intercondylar fractures femur in adults treated with dynamic condylar screw / A. Iftikhar, S. Din // *J. Postgrad. Med. Inst.* – 2011. – Vol. 25, N 1. – P. 49–55.
185. Imren, Y. Mid-term results of minimally invasive plate osteosynthesis and circular external fixation in the treatment of complex distal tibia fractures / Y. Imren, E.E. Desteli, M. Erdil [et al.] // *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* – 2017. – Vol. 107, N 1. – P. 3–10.
186. Inacio, J.V. Rethinking the 10% strain rule in fracture healing: A distal femur fracture case series / J.V. Inacio, P. Schwarzenberg, A. Kantzos [et al.] // *J. Orthop. Res.* – 2023. – Vol. 41, N 5. – P. 1049–1059.
187. Insall, J.N. Rationale of the Knee Society clinical rating system / J.N. Insall, L.D. Dorr, R.D. Scott, W.N. Scott // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1989. – N 248. – P. 13–14.
188. Irwin, T.A. Posterior malleolus fracture / T.A. Irwin, J. Lien, A.R. Kadakia // *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* – 2013. – Vol. 21. – P. 32–40.

189. Jacob, N. Management of high-energy tibial pilon fractures / N. Jacob, A. Amin, N. Giotakis [et al.] // *Strategies Traum. Limb Recon.* – 2015. – Vol. 10. – P. 137–147.
190. Jacofsky, D.J Tibia plateau fractures / D.J. Jacofsky, G.J. Haidukerwych // *Insall & Scott Surgery of the knee.* - Philadelphia : Churchill Livingstone, 2006. – P. 1133–1146.
191. Jagdev, S. Functional outcome and incidence of osteoarthritis in operated tibial plateau fractures / S. Jagdev, S. Pathak, H. Kanani, A. Salunke // *Arch. Bone Jt Surg.* – 2018. – Vol. 6, N 6. – P. 508–516.
192. Jaskulka, R.A. Fractures of the posterior tibial margin: their role in the prognosis of malleolar fractures / R.A. Jaskulka, G. Ittner, R. Schedl // *J. Trauma.* – 1989. – Vol. 29, N 11. – P. 1565–1570.
193. Jehlicka, D. Fracture-dislocations of the ankle joint in adults. Part I: epidemiologic evaluation of patients during a 1-year period / D. Jehlicka, J. Bartoníček, F. Svatos, J. Dobiáš // *Acta Chir. Orthop. Traumatol. Cech.* – 2002. – Vol. 69, N 4. – P. 243–247.
194. Jeon, I.H. Minimally invasive percutaneous plating of distal femoral fractures using the dynamic condylar screw / I.H. Jeon, C.W. Oh, S.J. Kim [et al.] // *J. Trauma.* – 2004. – Vol. 57, N 5. – P. 1048–1052.
195. Jia, S.H. Surgical treatment for posterior Pilon fracture through posterolateral approach / S.H. Jia, C.L. Huang, H.W. Xu, S.L. Gong // *Zhongguo Gu Shang.* – 2016. – Vol. 29, N 6. – P. 557–560.
196. Jiamton, C. The safety and feasibility of minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) on the medial side of the femur: a cadaveric injection study / C. Jiamton, T. Apivatthakakul // *Injury.* – 2015. – Vol. 46, N 11. – P. 2170–2176.
197. Jiang, L. Comparison of extended anterolateral approach in treatment of simple/complex tibial plateau fracture with posterolateral tibial plateau fracture / L. Jiang, Q. Zheng, Z. Pan // *J. Orthop. Surg. Res.* – 2018. – Vol. 13, N 1. – P. 303.
198. Johannsen, A.M. Defining the width of the normal tibial plateau relative to the distal femur: Critical normative data for identifying pathologic widening in tibial

plateau fractures / A.M. Johannsen, A.M. Cook, M.J. Gardner, J.A. Bishop // *Clin. Anat.* – 2018. – Vol. 31, N 5. – P. 688–692.

199. Kammerlander, C. Functional outcome and mortality in geriatric distal femoral fractures / C. Kammerlander, P. Riedmüller, M. Gosch [et al.] // *Injury.* – 2012. – Vol. 43, N 7. – P. 1096–1101.

200. Kandemir, U. Surgical approaches for tibial plateau fractures / U. Kandemir, J. Maclean // *J. Knee Surg.* – 2014. – Vol. 27, N 1. – P. 21–29.

201. Kent, M. The service impact of failed locking plate fixation of distal tibial fractures: a service and financial evaluation at a major trauma centre / M. Kent, A. Mumith, J. McEwan, N. Hancock // *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* – 2015. – Vol. 25, N 8. – P. 1333–1342.

202. Kfuri, M. Revisiting the Schatzker Classification of Tibial Plateau Fractures / M. Kfuri, J. Schatzker // *Injury.* – 2018. – Vol. 49, N 12. – P. 2252–2263.

203. Khalil, A.El-S. Highly unstable complex C3-type distal femur fracture: can double plating via a modified Olerud extensile approach be a standby solution? / A. El-S. Khalil, M.A. Ayoub // *J. Orthop. Traumatol.* – 2012. – Vol. 13, N 4. – P. 179–188.

204. Khan, A.M. The Epidemiology of Adult Distal Femoral Shaft Fractures in a Central London Major Trauma Centre Over Five Years / A.M. Khan, Q.O. Tang, D. Spicer // *Open Orthop. J.* – 2017. – Vol. 11. – P. 1277–1291.

205. Kim, G.B. Treatment of AO/OTA Type C Pilon Fractures Through the Anterolateral Approach Combined with the Medial MIPO Technique / G.B. Kim, O.J. Shon, C.H. Park // *Foot Ankle Int.* – 2018. – Vol. 39, N 4. – P. 426–432.

206. Kim, T.H. Fracture gap and working length are important actionable factors affecting bone union after minimally invasive plate osteosynthesis for the treatment of simple diaphyseal or distal metaphyseal tibia fractures / T.H. Kim, Y.M. Heo, K.K. Kim [et al.] // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* – 2024. – Vol. 110, N 2. – P. 103770.

207. Klammer, G. Posterior pilon fractures: a retrospective case series and proposed classification system / G. Klammer, A.R. Kadakia, D.A. Joos [et al.] // *Foot Ankle Int.* – 2013. – Vol. 34, N 2. – P. 189–199.

208. Klaue, K. Operative access for treatment of pilon fractures / K. Klaue // Unfallchirurg. – 2017. – Vol. 120, N 8. – P. 648–651.
209. Kokkalis, Z.T. What's new in the management of complex tibial plateau fractures? / Z.T. Kokkalis, I.D. Iliopoulos, C. Pantazis, E. Panagiotopoulos // Injury. – 2016. – Vol. 47, N 6. – P. 1162–1169.
210. Kolb, W. Fixation of distal femoral fractures with the less invasive stabilization system: a minimally invasive treatment with locked fixed-angle screws / W. Kolb, H. Guhlmann, C. Windisch [et al.] // J. Trauma. – 2008. – Vol. 65, N 6. – P. 1425–1434.
211. Koso, R.E. Healing, nonunion, and re-operation after internal fixation of diaphyseal and distal femoral fractures: a systematic review and meta-analysis / R.E. Koso, C. Terhoeve, R.G. Steen, R. Zura // Int. Orthop. – 2018. – Vol. 42, N 11. – P. 2675–2683.
212. Krause, M. Intra-articular Tibial Plateau Fracture Characteristics According to the "Ten Segment Classification" / M. Krause, A. Preiss, G. Müller [et al.] // Injury. – 2016. – Vol. 47, N 11. – P. 2551–2557.
213. Kregor, P.J. Treatment of distal femur fractures using the less invasive stabilization system: surgical experience and early clinical results in 103 fractures / P.J. Kregor, J.A. Stannard, M. Zlowodzki, P.A. Cole // J. Orthop. Trauma. – 2004. – Vol. 18, N 8. – P. 509–520.
214. Krettek, C. Pilon fractures. Part 1: Diagnostics, treatment strategies and approaches / C. Krettek, S. Bachmann // Chirurg. – 2015. – Vol. 86, N 1. – P. 87–101.
215. Krettek, C. Pilon fractures. Part 2: Repositioning and stabilization technique and complication management / C. Krettek, S. Bachmann // Chirurg. – 2015. – Vol. 86, N 2. – P. 187–201.
216. Krettek, C. The use of Poller screws as blocking screws in stabilising tibial fractures treated with small diameter intramedullary nails / C. Krettek, C. Stephan [et al.] // J. Bone Joint Surg. Br. – 1999. – Vol. 81, N 6. – P. 963–968.

217. Kulkarni, S.G. Antegrade interlocking nailing for distal femoral fractures / S.G. Kulkarni, A. Varshneya, G.S. Kulkarni [et al.] // J. Orthop. Surg. (Hong Kong). – 2012. – Vol. 20, N 1. – P. 48–54.
218. Kumar, P. Treatment of Gustilo grade III B supracondylar fractures of the femur with Ilizarov external fixation / P. Kumar, G.K. Singh, M. Singh, S. Bajraacharya // Acta Orthop. Belg. – 2006. – Vol. 72, N 3. – P. 332–336.
219. Kumar, R. Primary Ilizarov external fixation in open grade III type C distal femur fractures: our experience / R. Kumar, S.S. Mohapatra, N. Joshi [et al.] // J. Clin. Orthop. Trauma. – 2019. – Vol. 10, N 5. – P. 928–933.
220. Kurylo, J.C. Does the fibula need to be fixed in complex pilon fractures? / J.C. Kurylo, N. Datta, K.N. Iskander // J. Orthop. Trauma. – 2015. – Vol. 29. – P. 424–427.
221. Lai, T.C. Minimally invasive plate osteosynthesis for distal tibia fractures / T.C. Lai, J.J. Fleming // Clin. Podiatr. Med. Surg. – 2018. – Vol. 35, N 2. – P. 223–232.
222. Lai, Z.B. Modified posteromedial approach via lateral side of flexor hallucis longus for the treatment of posterior Pilon fracture / Z.B. Lai, Y.Z. Zhu, Y.X. Zou [et al.] // Zhonghua Yi Xue Za Zhi. – 2021. – Vol. 101, N 15. – P. 1077–1082. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20200828-02484.
223. Lakhotia, D. Minimally invasive osteosynthesis of distal tibial fractures using anterolateral locking plate: evaluation of results and complications / D. Lakhotia, G. Sharma, K. Khatri [et al.] // Chin. J. Traumatol. – 2016. – Vol. 19, No. 1. – P. 39–44.
224. Lareau, C.R. Emergency Department External Fixation for Provisional Treatment of Pilon and Unstable Ankle Fractures / C.R. Lareau, A.H. Daniels, B.G. Vopat, P.M. Kane // J. Emerg. Trauma Shock. – 2015. – Vol. 8, N 1. – P. 61–64.
225. Lauge-Hansen, N. Fractures of the ankle. II. Combined experimental-surgical and experimental-roentgenologic investigations / N. Lauge-Hansen // Arch. Surg. (1920). – 1950. – Vol. 60, N 5. – P. 957–985.
226. Leonard, M. Minimally-invasive treatment of high velocity intra-articular fractures of the distal tibia / M. Leonard, P. Magill, G. Khayyat // Int. Orthop. – 2009. – Vol. 33, N 4. – P. 1149–1153.

227. Leonetti, D. Pilon Fractures: A New Classification System Based on CT-scan / D. Leonetti, D. Tigani. – Injury. – 2017. – Vol. 48, N 10. – P. 2311–2317.
228. Li, Q. Locking compression plate (LCP) combined with minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) for the treatment of Pilon fracture / Q. Li, W.B. Zhao, C.Q. Tu [et al.] // Zhongguo Gu Shang. – 2014. – Vol. 27, N 12. – P. 1029–1032.
229. Li, W.H. Hoffa fracture: the CT classification system / W.H. Li, Y. Liu, M. Wang // Chin. J. Orthop. Trauma – 2013. – N 12. – P. 737–741.
230. Liporace, F.A. Nail plate combination technique for native and periprosthetic distal femur fractures / F.A. Liporace, R.S. Yoon // J. Orthop. Trauma. – 2019. – Vol. 33, N 2. – P. e64-e68.
231. Lobenhoffer, P. Treatment of posterior tibial plateau fractures via posteromedial and posterolateral exposures / P. Lobenhoffer, T. Gerich, C. Bertram [et al.] // Unfallchirurg. – 1997. – Vol. 100, N 12. – P. 957–967.
232. Lou, Z. Outcomes of tibial pilon fracture fixation based on four-column theory / Z. Lou, Z. Wang, C. Liu, X. Tang // Injury. – 2023. – Vol. 54, Suppl. 2. – P. S36–S42.
233. Ludloff, K. Zur Frage der Knochelbrüche mit Heraussprengung eines hinteren Volkmann'schen Dreiecks / K. Ludloff // Zentralbl. Chir. – 1926. – Vol. 53. – P. 390–391.
234. Luo, C.F. Three-Column Fixation for Complex Tibial Plateau Fractures / C.F. Luo, H. Sun, B. Zhang, B.F. Zeng // J. Orthop. Trauma. – 2010. – Vol. 24, N 11. – P. 683–692.
235. Luo, H. Minimally invasive treatment of tibial pilon fractures through arthroscopy and external fixator-assisted reduction / H. Luo, L. Chen, K. Liu [et al.] // Springerplus. – 2016. – Vol. 5, N 1. – P. 1923.
236. Lysholm, J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale / J. Lysholm, J. Gillquist // Am. J. Sports Med. – 1982. – Vol. 10, N 3. – P. 150–154.

237. Magan, A. Evaluation and management of injuries of the tibiofibular syndesmosis / A. Magan, P. Golano, N. Maffulli, V. Khanduja // *Br. Med. Bull.* – 2014. – Vol. 111, N 1. – P. 101–115.
238. Mangnus, L. Posterior malleolar fracture patterns / L. Mangnus, D.T. Meijer, S.A. Stufkens [et al.] // *J. Orthop. Trauma.* – 2015. – Vol. 29, N 9. – P. 428–435.
239. Manidakis, N. Tibial plateau fractures: functional outcome and incidence of osteoarthritis in 125 cases. fracturas de la meseta tibial: resultado funcional e incidencia de osteoartritis en 125 casos / N. Manidakis, A. Dosani, R. Dimitriou [et al.] // *Ortop. Int.* – 2010. – Vol. 34, N 4. – P. 565–570. doi: 10.1007/s00264-009-0790-5.
240. Märdian, S. What constitutes a good osteosynthesis? / S. Märdian, S. Tsitsilonis, S. Ahmad [et al.] // *Chirurg.* – 2021. – Vol. 92, N 10. – P. 863–872.
241. Martín, O.F. Tibial pilon fractures / O.F. Martín, P.Z. Acosta, A.V. Castrillo [et al.] // *J.S.M. Foot Ankle.* – 2016. – Vol. 1, N 1. – P. 1001.
242. Martinet, O. The epidemiology of fractures of the distal femur / O. Martinet, J. Cordey, Y. Harder // *Injury.* – 2000. – Vol. 31, N 3. – P. 62–63.
243. Mashru, R.P. Fractures of the distal femur: current trends in evaluation and management / R.P. Mashru, E.A. Perez // *Current Opinion in Orthopaedics.* – 2007. – Vol. 18, N 1. – P. 41–48.
244. Mason, L.W. Pathoanatomy and associated injuries of posterior malleolus fracture of the ankle / L.W. Mason, W.J. Marlow, J. Widnall, A.P. Molloy // *Foot Ankle Int.* – 2017. – Vol. 38, N 11. – P. 1229–1235.
245. Mason, L.W. Posterior malleolar ankle fractures: an effort in improving outcomes / L.W. Mason, J. Widnall, J. Redfern [et al.] // *Foot Ankle Orthop.* – 2018. – Vol. 3, N 3.
246. McDaniel, W.J. Trimalleolar fractures of the ankle. An end result study / W.J. McDaniel, F.C. Wilson // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1977. – N 122. – P. 37–45.
247. McFerran, M.A. Complications encountered in the treatment of pilon fractures / M.A. McFerran, S.W. Smith, H.J. Boulas [et al.] // *J. Orthop. Trauma.* – 1992. – Vol. 6, N 2. – P. 195–200.

248. McNamara, I.R. Surgical fixation methods for tibial plateau fractures / I.R. McNamara, T.O. Smith, K.L. Shepherd [et al.] // *Cochrane Database Syst. Rev.* – 2015. Vol. 9. – CD009679.
249. Meinberg, E.G. Fracture and dislocation classification compendium-2018 / E.G. Meinberg, J. Agel, C.S. Roberts [et al.] // *J. Orthop. Trauma.* – 2018. – Vol. 32, N 1. – P. S1-S170.
250. Meng, Y.-C. External fixation versus open reduction and internal fixation for tibial pilon fractures: A meta-analysis based on observational studies / Y.-C. Meng, X.-H. Zhou // *Chin. J. Traumatol.* – 2016. – Vol. 19. – P. 278–282.
251. Meulenkamp, B. Incidence, Risk Factors, and Location of Articular Malreductions of the Tibial Plateau / B. Meulenkamp, R. Martin, N.M. Desy [et al.] // *J. Orthop. Trauma.* – 2017. – Vol. 31, N 3. – P. 146–150.
252. Minator Sajjadi, M. The Outcomes of Pilon Fracture Treatment: Primary Open Reduction and Internal Fixation Versus Two-stage Approach / M. Minator Sajjadi, A. Ebrahimpour, M.A. Okhovatpour [et al.] // *Arch. Bone Jt Surg.* – 2018. – Vol. 6, N 5. – P. 412–419.
253. Mingo-Robinet, J. Ankle fractures with posterior malleolar fragment: management and results / J. Mingo-Robinet, L. López-Durán, J.E. Galeote, C. Martinez-Cervell // *J. Foot Ankle Surg.* – 2011. – Vol. 50, N 2. – P. 141–145.
254. Mittlmeier, T. Treatment strategy and planning for pilon fractures / T. Mittlmeier, A. Wichelhaus // *Unfallchirurg.* – 2017. – Vol. 120, N 8. – P. 640–647.
255. Moloney, G.B. Geriatric distal femur fracture: Are we underestimating the rate of local and systemic complications? / G.B. Moloney, T. Pan, C.F. Van Eck [et al.] // *Injury.* – 2016. – Vol. 47, N 8. – P. 1732–1736.
256. Moore, T.M. Fracture-dislocation of the knee, section II, general orthopaedics / T.M. Moore // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1981. – N 156. – P. 128–140.
257. Nauth, A. Distal femur fractures: basic science and international perspectives / A. Nauth, J. Haller, P. Augat [et al.] // *OTA Int.* – 2024. – Vol. 7, Suppl. 2. – P. e320.
258. Neer, C.S. Injuries of the ankle Joint: evaluation / C.S. Neer // *Conn. State Med. J.* – 1953. – Vol. 17. – P. 580.

259. Neumann, A.P. Ankle fractures involving the posterior malleolus: patient characteristics and 7-year results in 100 cases / A.P. Neumann, S. Rammelt // Arch. Orthop. Trauma Surg. – 2022. – Vol. 142, N 8. – P. 1823–1834.
260. Nork, S.E. The association between supracondylarintercondylar distal femoral fractures and coronal plane fractures / S.E. Nork, D.N. Segina, K. Aflatoon [et al.] // J. Bone Joint Surg. Am. – 2005. – Vol. 87. – P. 564–569.
261. Olerud, S. Operative treatment of supracondylar-condylar fractures of the femur. Technique and results in fifteen cases / S. Olerud // J. Bone Joint Surg. Am. – 1972. – Vol. 54, N 5. – P. 1015–1032.
262. Ostrum, R.F. Distal third femur fractures treated with retrograde femoral nailing and blocking screws / R.F. Ostrum, J.P. Maurer // J. Orthop. Trauma. – 2009. – Vol. 23, N 9. – P. 681–684.
263. Paller, D.J. A three-dimensional comparison of intramedullary nail constructs for osteopenic supracondylar femur fractures / D.J. Paller, S.W. Frenzen, C.S. Bartlett 3rd // J. Orthop. Trauma. – 2013. – Vol. 27, N 2. – P. 93–99.
264. Paluvadi, S.V. Management of fractures of the distal third tibia by minimally invasive plate osteosynthesis – A prospective series of 50 patients / S.V. Paluvadi, H. Lal, D. Mittal, K. Vidyarthi // J. Clin. Orthop. Trauma. – 2014. – Vol. 5, N 3. – P. 129–136.
265. Papachristou, G. Early weight bearing after posterior malleolar fractures: an experimental and prospective clinical study / G Papachristou, N. Efsthopoulos, C. Levidiotis, E. Chronopoulos // J. Foot Ankle Surg. – 2003. – Vol. 42, N 2. – P. 99–104.
266. Papadokostakis, G. The role and efficacy of retrograding nailing for the treatment of diaphyseal and distal femoral fractures: a systematic review of the literature / G. Papadokostakis, C. Papakostidis, R. Dimitriou, P.V. Giannoudis // Injury. – 2005. – Vol. 36, N 7. – P. 813–822.
267. Pape, H.C. Major secondary surgery in blunt trauma patients and perioperative cytokine liberation: determination of the clinical relevance of biochemical markers / H.C. Pape, M. Van Griensven, J. Rice [et al.] // J Trauma. – 2001. – Vol. 50, N 6. – P. 989–1000.

268. Park, K.H. Additional fixation of medial plate over the unstable lateral locked plating of distal femur fractures: a biomechanical study / K.H. Park, C.W. Oh, I.H. Park [et al.] // *Injury*. – 2019. – Vol. 50, N 10. – P. 1593–1598.
269. Patterson, M.J. Two-staged delayed open reduction and internal fixation of severe pilon fractures / M.J. Patterson, J.D. Cole // *J. Orthop. Trauma*. – 1999. – Vol. 13, N 2. – P. 85–91.
270. Pekmezci, M. Retrograde intramedullary nails with distal screws locked to the nail have higher fatigue strength than locking plates in the treatment of supracondylar femoral fractures: a cadaver-based laboratory investigation / M. Pekmezci, E. McDonald, J. Buckley, U. Kandemir // *Bone Joint J*. – 2014. – Vol. 96-B, N 1. – P. 114–121.
271. Penny, P. Ability of modern distal tibia plates to stabilize comminuted pilon fracture fragments: Is dual plate fixation necessary? / P. Penny, M. Swords, J. Heisler [et al.] // *Injury*. – 2016. – Vol. 47, N 8. – P. 1761–1769.
272. Petsatodis, G. Condylar buttress plate versus fixed angle condylar blade plate versus dynamic condylar screw for supracondylar intra-articular distal femoral fractures / G. Petsatodis, A. Chatzisyneon, P. Antonarakos [et al.] // *J. Orthop. Surg*. – 2010. – Vol. 18, N 1. – P. 35–38.
273. Pflüger, P. Evaluation of ankle fracture classification systems in 193 trimalleolar ankle fractures / P. Pflüger, F. Harder, K. Müller [et al.] // *Eur. J. Trauma Emerg. Surg*. – 2022. – Vol. 48, N 5. – P. 4181–4188.
274. Pietu, G. Epidemiology of distal femur fractures in France in 2011-12 / G. Pietu, M. Lebaron, X. Flecher [et al.] // *Orthop. Traumatol. Surg. Res*. – 2014. – Vol. 100, N 5. – P. 545–548.
275. Piétu, G. Minimally invasive internal fixation of distal femur fractures / G. Piétu, M. Ehlinger // *Orthop. Traumatol. Surg. Res*. – 2017. – Vol. 103, N 1S. – P. S161-S169.
276. Pires, R.E.S. Complications and Outcomes of the Transfibular Approach for Posterolateral Fractures of the Tibial Plateau / R.E.S. Pires, V. Giordano, A. Wajnsztein [et al.] // *Injury*. – 2016. – Vol. 47, N 10. – P. 2320–2325.

277. Polat, B. Factors Influencing the Functional Outcomes of Tibia Plateau Fractures After Surgical Fixation / B. Polat, T. Gurpinar, A.E. Polat, Y. Ozturkmen // Niger. J. Clin. Pract. – 2019. – Vol. 22, N 12. – P. 1715–1721.
278. Pollak, A.N. Outcomes after treatment of high-energy tibial plafond fractures / A.N. Pollak, M.L. McCarthy, R.S. Bess [et al.] // J. Bone Joint Surg. Am. – 2003. – Vol. 85, N 10. – P. 1893–1900.
279. Prat-Fabregat, S. Treatment strategy for tibial plateau fractures: an update / S. Prat-Fabregat, P. Camacho-Carrasco // EFORT Open Rev. – 2016. – Vol. 1, N 5. – P. 225–232.
280. Qiu, W.J. A posterior reversed L-shaped approach for the tibial plateau fractures – A prospective study of complications (95 cases) / W.J. Qiu, Y. Zhan, H. Sun [et al.] // Injury. – 2015. – Vol. 46, N 8. – P. 1613–1618.
281. Ræder, B.W. Prognostic value of the Haraguchi classification in posterior malleolar fractures in A0 44-C type ankle fractures / B.W. Ræder, M.R. Andersen, J.E. Madsen [et al.] // Injury. – 2021. – Vol. 52, N 10. – P. 3150–3155.
282. Rammelt, S. Operative treatment of pronation fracture-dislocations of the ankle / S. Rammelt, H. Zwipp, T. Mittlmeier // Oper. Orthop. Traumatol. – 2013. – Vol. 25. – P. 273–293.
283. Rammelt, S. Posterior Malleolar Fractures / S. Rammelt, J. Bartoníček // JBJS Rev. – 2020. – Vol. 8, N 8. – P. e19.00207.
284. Rasmussen, P.S. Tibial condylar fractures. Impairment of knee joint stability as an indication for surgical treatment / P.S. Rasmussen // J. Bone Joint Surg. Am. – 1973. – Vol. 55, N 7. – P. 1331–1350.
285. Reátiga Aguilar, J. Epidemiological characterization of tibial plateau fractures / J. Reátiga Aguilar, X. Rios, E. González Edery [et al.] // J. Orthop. Surg. Res. – 2022. – Vol. 17, N 1. – P. 106.
286. Reul, M. Intra-articulair tibial Plateau Fractures / M. Reul, S. Nijs, P.M. Rommens, H. Hoekstra // Z. Orthop. Unfall. – 2017. Vol. 155, N 3. – P. 352–370.

287. Ricci, M.W. Risk factors for failure of locked plate fixation of distal femur fractures: an analysis of 335 case / M.W. Ricci, N.P. Streubel, S. Morshed [et al.] // J. Orthop. Trauma. – 2014. – Vol. 28, N 2. – P. 83–89.
288. Rosteijs, T. Factors influencing the outcome after surgical reconstruction of OTA type B and C tibial plateau fractures: how crucial is the restoration of articular congruity? / T. Rosteijs, V. Rausch, S. Pätzholz [et al.] // J. Arch. Orthop. Trauma Surg. – 2023. – Vol. 143, N 4. – P. 1973–1980.
289. Rüedi, T.P. AO principles of fracture management / T.P. Rüedi, M.W. Murphy. – Stuttgart, New York : Thieme, 2000. – 864 p.
290. Ruedi, T.P. Fractures of the lower end of the tibia into the ankle-joint / T.P. Ruedi, M. Allgower // Injury. – 1969. – Vol. 1, N 2. – P. 92–99.
291. Ruedi, T.P. The operative treatment of intra-articular fractures of the lower end of the tibia / T.P. Ruedi, M. Allgower // Clin. Orthop. Relat. Res. – 1979. – N 138. – P. 105–110.
292. Saad, B.N. Pilon fractures: Challenges and solutions / B.N. Saad, J.M. Yingling, F.A. Liporace, R.S. Yoon // Orthop. Res. Rev. – 2019. – Vol. 11. – P. 149–157.
293. Samsami, S. The Effect of Coronal Splits on the Structural Stability of Bi-Condylar Tibial Plateau Fractures: A Biomechanical Investigation / S. Samsami, R. Pätzold, M. Winkler [et al.] // Arch. Orthop. Trauma Surg. – 2020. – Vol. 140, N 11. – P. 1719–1730.
294. Sanders, R. Treatment of supracondylar-intracondylar fractures of the femur using dynamic condylar screw / R. Sanders, P. Regazzoni, T.P. Ruedi // J. Orthop. Trauma. – 1989. – Vol. 3, N 3. – P. 214–222.
295. Sanders, R. Double-plating of comminuted, unstable fractures of the distal part of the femur / R. Sanders, M. Swiontkowski, H. Rosen, D. Helfet // J Bone Joint Surg Am. – 1991. – Vol. 73, N 3. – P. 341–346.
296. Schandelmaier, P. Distal femoral fractures and LISS stabilization / P. Schandelmaier, A. Partenheimer, B. Koenemann [et al.] // Injury. – 2001. – Vol. 32, N 3. – P. 55–63.

297. Schatzker, J. The tibial plateau fracture. The Toronto experience 1968-1975 / J. Schatzker, R. McBroom, D. Bruce // Clin. Orthop. Relat. Res. – 1979. – N 138. – P. 94–104.
298. Schatzker, J. Supracondylar fractures of the femur (33-A, B, and C) / J. Schatzker, M. Tile // The rationale of Operative Fracture Care. – 3rd ed. – Berlin : Springer, 2005. – P. 409–439.
299. Schatzker, J. Revisiting the management of tibial plateau fractures / J. Schatzker, M. Kfuri // Injury. – 2022. – Vol. 53, N 6. – P. 2207–2218.
300. Schottel, P.C. Time trade-off as a measure of healthrelated quality of life: long bone nonunions have a devastating impact / P.C. Schottel, D.P. O'Connor, M.R. Brinker // J. Bone Joint Surg. Am. – 2015. – Vol. 97, N 17. – P. 1406–1410.
301. Schüttrumpf, J.P. Radiologically Hyperdense Zones of the Patella Seem to Be Partial Osteonecroses Subsequent to Fracture Treatment / J.P. Schüttrumpf, C. Behzadi, P. Balcarek [et al.] // J. Knee Surg. – 2013. – Vol. 26, N 5. – P. e1.
302. Schutz, M. Minimally invasive fracture stabilization of distal femoral fractures with the LISS: a prospective multicenter study. Results of a clinical study with special emphasis on difficult cases / M. Schutz, M. Muller, C. Krettek [et al.] // Injury. – 2001. – Vol. 32, N 3. – P. 48–54.
303. Shafiq, B. Reducing complications in pilon fracture surgery: surgical time matters / B. Shafiq, B. Zhang, D. Zhu [et al.] // J. Orthop. Trauma. – 2023. – Vol. 37, N 10. – P. 532–538.
304. Shahcheraghi, G.H. Supracondylar fracture of the femur: closed or open reduction? / G.H. Shahcheraghi, H.R. Doroodchi // J. Trauma. – 1993. – Vol. 34. – P. 499–502.
305. Shamrock, A.G. Trends and Complications of Arthroscopic-Assisted Tibial Plateau Fracture Fixation: A Matched Cohort Analysis / A.G. Shamrock, Z. Khazi, T.R. Gulbrandsen [et al.] // Arthrosc. Sports Med. Rehabil. – 2020. – Vol. 2, N 5. – P. e569–e574.

306. Shen, Q.J. Surgical Treatment of Lateral Tibial Plateau Fractures Involving the Posterolateral Column / Q.J. Shen, J.L. Zhang, G.S. Xing [et al.] // *Orthop. Surg.* – 2019. – Vol. 11, N 6. – P. 1029–1038.
307. Shi, H.F. Comparison of the direct and indirect reduction techniques during the surgical management of posterior malleolar fractures / H.F. Shi, J. Xiong, Y.X. Chen [et al.] // *BMC Musculoskelet. Disord.* – 2017. – Vol. 18, N 1. – P. 109.
308. Sirkin, M. A staged protocol for soft tissue management in the treatment of complex pilon fractures / M. Sirkin, R. Sanders, T. DiPasquale [et al.] // *J. Orthop. Trauma.* – 1999. – Vol. 13, N 2. – P. 78–84.
309. Sohn, H.S. Incidence and fracture morphology of posterolateral fragments in lateral and bicondylar tibial plateau fractures / H.S. Sohn, Y.C. Yoon, J.W. Cho [et al.] // *J. Orthop. Trauma.* – 2015. – Vol. 29, N 2. – P. 91–97.
310. Solomon, L.B. Posterolateral transfibular approach to tibial plateau fractures: technique, results, and rationale / L.B. Solomon, A.W. Stevenson, R.P. Baird, A.P. Pohl // *J. Orthop. Trauma.* – 2010. – Vol. 24, N 8. – P. 505–514.
311. Sommer, C. Quality of fracture reduction assessed by radiological parameters and its influence on functional results in patients with pilon fractures – A prospective multicenter study / C. Sommer, S.E. Nork, M. Graves [et al.] // *Injury.* – 2017. – Vol. 48, N 12. – P. 2853–2863.
312. SooHoo, N.F. Complication rates following open reduction and internal fixation of ankle fractures / N.F. SooHoo, L. Krenek, M.J. Eagan [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2009. – Vol. 91, N 5. – P. 1042–1049.
313. Sourougeon, Y. Outcomes following minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) application in tibial pilon fractures – A systematic review / Y. Sourougeon, Y. Barzilai, Y. Haba [et al.] // *Foot Ankle Surg.* – 2023. – Vol. 29, N 8. – P. 566–575.
314. Starr, A.J. The "swashbuckler": a modified anterior approach for fractures of the distal femur / A.J. Starr, A.L. Jones, C.M. Reinert // *J. Orthop. Trauma.* – 1999. – Vol. 13, N 2. – P. 138–140.

315. Steinberg, E.L. A double-plating approach to distal femur fracture: a clinical study / E.L. Steinberg, J. Elis, Y. Steinberg [et al.] // *Injury*. – 2017. – Vol. 48, N 10. – P. 2260–2265.
316. Stenquist, D.S. Is It Safe to Prep the External Fixator In Situ During Staged ORIF of Bicondylar Tibial Plateau Fractures? A Retrospective Comparative Cohort Study / D.S. Stenquist, C.M. Yeung, T. Guild [et al.] // *J. Orthop. Trauma*. – 2022. – Vol. 36, N 8. – P. 382–387.
317. Stoffel, K. Double fixation for complex distal femoral fractures / K. Stoffel, C. Sommer, M. Lee [et al.] // *EFORT Open Rev*. – 2022. – Vol. 7, N 4. – P. 274–286.
318. Stover, M. Distal femoral fractures: current treatment, results and problems / M. Stover // *Injury*. – 2001. – Vol. 32, N 3. – P. SC3–SC13.
319. Sun, D.H. Anterolateral tibial plateau osteotomy as a new approach for the treatment of posterolateral tibial plateau fracture: A case report / D.H. Sun, Y. Zhao, J.T. Zhang [et al.] // *Medicine (Baltimore)*. – 2018. – Vol. 97, N 3. – P. e9669.
320. Switaj, P.J. Evaluation of posterior malleolar fractures and the posterior pilon variant in operatively treated ankle fractures / P.J. Switaj, B. Weatherford, D. Fuchs [et al.] // *Foot Ankle Int*. – 2014. – Vol. 35, N 9. – P. 886–895.
321. Tang, X. Pilon fractures: A new classification and therapeutic strategies / X. Tang, P.F. Tang, M.Y. Wang [et al.] // *Chin. Med. J. (Engl)*. – 2012. – Vol. 125. – P. 2487–2492.
322. Tao, J. The posterolateral shearing tibial plateau fracture: treatment and results via a modified posterolateral approach / J. Tao, D.H. Hang, Q.G. Wang [et al.] // *Knee*. – 2008. – Vol. 15, N 6. – P. 473–479.
323. Tao, X. External fixation combined with delayed internal fixation in treatment of tibial plateau fractures with dislocation / X. Tao, N. Chen, F. Pan, B. Cheng // *Medicine (Baltimore)*. – 2017. – Vol. 96, N 41. – P. e8221.
324. Tarng, Y.W. A Combined Prone and Supine Approaches for Complex Three Column Tibial Plateau Fracture with Posterolateral Articular Injury / Y.W. Tarng, K.C. Lin // *Injury*. – 2019. – Vol. 50, N 10. – P. 1756–1763.

325. Teeny, S.M. Open reduction and internal fixation of tibial plafond fractures: Variables contributing to poor results and complications / S.M. Teeny, D.A. Wiss // Clin. Orthop. Relat. Res. – 1993. – N 292. – P. 108–117.
326. Thamyongkit, S. Weightbearing after combined medial and lateral plate fixation of AO/OTA 41-C2 bicondylar tibial plateau fractures: a biomechanical study / S. Thamyongkit, P. Abbasi, B.G. Parks [et al.] // BMC Musculoskelet. Disord. – 2022. – Vol. 23, N 1. – P. 86.
327. Tomas-Hernandez, J. High-energy pilon fractures management: State of the art / J. Tomas-Hernandez // EFORT Open Rev. – 2017. – Vol. 1, N 10. – P. 354–361.
328. Tong, G.O. Tibia and Fibula Distal / G.O. Tong, S. Bavonratanavech // AO Manual of fracture management. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO). – Davos : AO Publishing, 2007. – Ch. 18 – P. 305–325.
329. Topliss, C. Anatomy of pilon fractures of the distal tibia / C. Topliss, M. Jackson, R. Atkins // J. Bone Joint Surg. Br. – 2005. – Vol. 87, N 5. – P. 692–697.
330. Tornetta, P. 3rd. Pilon fractures: treatment with combined internal and external fixation / P. Tornetta 3rd, L. Weiner, M. Bergman [et al.] // J. Orthop. Trauma. – 1993. – Vol. 7, N 6. – P. 489–496.
331. Toro, G. Locking plate fixation of distal femoral fractures is a challenging technique: a retrospective review / G. Toro, G. Calabrò, A. Toro [et al.] // Clin. Cases Miner. Bone Metab. – 2015. – Vol. 12, Suppl. 1. – P. 55–58.
332. Toth, M.J. What's new in ankle fractures / M.J. Toth, R.S. Yoon, F.A. Liporace, K.J. Koval // Injury. – 2017. – Vol. 48., N 10. – P. 2035–2041.
333. Touloupakis, G. A modified anterolateral swashbuckler approach for distal femoral fractures: description and outcomes / G. Touloupakis, S. Ghirardelli, E. Theodorakis [et al.] // Acta Biomed. – 2022. – Vol. 93, N 1. – P. e2022005.
334. Trikha, V. CT based management of high energy tibial plateau fractures: A retrospective review of 53 cases / V. Trikha, S. Gaba, P. Agrawal [et al.] // J. Clin. Orthop. Trauma. – 2019. – Vol. 10, N 1. – P. 201–208.
335. Vacas-Sánchez, E. How to address the posterior malleolus in ankle fractures? A decision-making model based on the computerised tomography findings / E. Vacas-

Sánchez, C. Olaya-González, A. Abarquero-Diezhandino [et al.] // *Int. Orthop.* – 2020. – Vol. 44. – P. 1177–1185.

336. Valderrabano, V. Etiology of ankle osteoarthritis / V. Valderrabano, M. Horisberger, I. Russell [et al.] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2009. – Vol. 467, N 7. – P. 1800–1806.

337. Van den Bekerom, M.P. Biomechanical and clinical evaluation of posterior malleolar fractures. A systematic review of the literature / M.P. Van den Bekerom, D. Haverkamp, P. Kloen // *J. Trauma.* – 2009. – Vol. 66. – P. 279–284.

338. Vasanad, G.H. Surgical management of tibial plateau fractures – a clinical study / G.H. Vasanad, S.M. Antin, R.C. Akkimaradi [et al.] // *J. Clin. Diagn. Res.* – 2013. – Vol. 7, N 12. – P. 3128–3130.

339. Vasanad, G.H. The role of fibular fixation in distal tibial fractures / G.H. Vasanad, S.M. Antin, R.C. Akkimaradi [et al.] // *J. Clin. Diagn. Res.* – 2016. – Vol. 10, N 4. – P. 12–14.

340. Vega-Caicedo, R. Descripción epidemiológica y evaluación de los desenlaces de interés de las fracturas de platillos tibiales / R. Vega-Caicedo, D.F. Piñeros-Ramírez, F. Galván-Villamarín, C. Medina-Castiblanco // *Rev. Facult. Med.* – 2013. – Vol. 61. – P. 25–33.

341. Viberg, B. Complications and functional outcome after fixation of distal tibia fractures with locking plate – A multicentre study / B. Viberg, S. Kleven, E. Hamborg-Petersen, O. Skov // *Injury.* – 2016. – Vol. 47, N 7. – P. 1514–1518.

342. Vidović, D. Minimally-invasive plate osteosynthesis in distal tibial fractures: Results and complications / D. Vidović, A. Matejčić, I. Ivica [et al.] // *Injury.* – 2015. – Vol. 46, Suppl. 6. – P. S96–S93.

343. Vidović, D. Posterior fragment in ankle fractures: anteroposterior vs posteroanterior fixation / D. Vidović, E. Elabjer, I.V.A. Muškardin [et al.] // *Injury.* – 2017. – Vol. 48, Suppl. 5. – P. S65–S69.

344. Von Rüden, C. The posterolateral approach-An alternative to closed anteriorposterior screw fixation of a dislocated posterolateral fragment of the distal tibia

in complex ankle fractures / C. Von Rüden, S. Hackl, C. Hierholzer // Z. Orthop. Unfall. – 2015. – Vol. 153, N 3. – P. 289-295.

345. von Volkmann, R. Beitrage zur Chirurgie / R. von Volkmann. – Leipzig : Breitkopf und Hartel, 1875. – 388 p.

346. Wang, B.H. Biomechanical evaluation of different medial column fixation patterns for valgus pilon fractures / B.H. Wang, B.B. Zhang, Z.L. Gong [et al.] // BMC Musculoskelet. Disord. 2024. – Vol. 25, N 1. – P. 533.

347. Wang, X. Preliminary application of virtual preoperative reconstruction planning in pilon fractures / X. Wang, Z. Wei, J. Huang [et al.] // Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi. – 2016. – Vol. 30, N 1. – P. 44–49.

348. Wang, Y. Modified posteromedial approach for treatment of posterior pilon variant fracture / Y. Wang, J. Wang, C.F. Luo // BMC Musculoskelet Disord. – 2016. – Vol. 5, N 17. – P. 328.

349. Wardle, B. Weightbearing versus non-weight bearing in geriatric distal femoral fractures: a systematic review and meta-analysis / B. Wardle, J.T. Lynch, T. Staniforth [et al.] // Eur. J. Trauma Emerg. Surg. – 2024. – Vol. 50, N 6. – P. 2807–2818.

350. Watson, J.T. Pilon fractures. Treatment protocol based on severity of soft tissue injury / J.T. Watson, B.R. Moed, D.E. Karges, K.E. Cramer // Clin. Orthop. Relat. Res. – 2000. – N 375. – P. 78–90.

351. White, T.O. The results of early primary open reduction and internal fixation for treatment of OTA 43.C-type tibial pilon fractures: A cohort study / T.O. White, P. Guy, C.J. Cooke [et al.] // J. Orthop. Trauma. – 2010. – Vol. 24, N 12. – P. 757–763.

352. Wild, M. Do locked compression intramedullary nails improve the biomechanical stability of distal femoral fractures? / M. Wild, S. Thelen, V. Spoor [et al.] // J. Trauma. – 2011. – Vol. 70, N 4. – P. 832–837.

353. Wirbel, R. Midterm Results for Quality of Life After Surgical Treatment of Moore Type V Fractures of the Tibial Plateau / R. Wirbel, A. Weber, J. Heinzmann [et al.] // Z. Orthop. Unfall. – 2016. – Vol. 154, N 5. – P. 513–520.

354. Wolinsky, P. The distal approach for anterolateral plate fixation of the tibia: An anatomic study / P. Wolinsky, M. Lee // J. Orthop. Trauma. – 2008. – Vol. 22. – P. 404–407
355. Wright, D.J. Supplemental fixation of supracondylar distal femur fractures: a biomechanical comparison of dual-plate and plate-nail constructs / D.J. Wright, D.J. DeSanto, M.H. McGarry // J. Orthop. Trauma. – 2020. – Vol. 34, N 8. – P. 434–440.
356. Wu, D. Novel anterior curved incision combined with MIPO for Pilon fracture treatment / D. Wu, C. Peng, G. Ren [et al.] // BMC Musculoskelet. Disord. – 2020. – Vol. 21, N 1. – P. 176.
357. Wu, T.M. A novel approach to distal femur: a minimally invasive technique for supracondylar and intercondylar fracture / T.M. Wu, C.S. Chien, S.H. Lin // J. Orthop. Surg. Res. – 2022. – Vol. 17, N 1. – P. 180.
358. Wyrsh, B. Operative treatment of fractures of the tibial plafond. A randomized, prospective study / B. Wyrsh, M.A. McFerran, M. McAndrew [et al.] // J. Bone Joint Surg. Am. – 1996. – Vol. 78, N 11. – P. 1646–1657.
359. Xiang, C. Early effectiveness of mini-Swashbuckler approach for distal femoral type C fractures / C. Xiang, K. Jiang, Q. Chen [et al.] // Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi. – 2019. – Vol. 33, N 9. – P. 1127–1132.
360. Xingguang, T. External Fixation Combined with Delayed Internal Fixation in Treatment of Tibial Plateau Fractures with Dislocation / T. Xingguang, C. Nong, P. Fugen, B. Cheng // Medicine (Baltimore). – 2017. – Vol. 96, N 41. – P. e8221.
361. Xu, H.L. A retrospective study of posterior malleolus fractures / H.L. Xu, X. Li, D.Y. Zhang [et al.] // Int. Orthop. – 2012. – Vol. 36, N 9. – P. 1929–1936.
362. Yadkikar, S. Role of the Ilizarov ring fixator in management of severely comminuted supracondylar & intercondylar fractures of the distal femur / S. Yadkikar, V. Yadkikar, S. Das // Genij Ortopedii. – 2017. – Vol. 23, N 1. – P. 6–11.
363. Yamakawa, Y. Double plating via anterolateral and posterolateral approach for distal femoral fracture / Y. Yamakawa, Y. Masada, R. Okuda [et al.] // Trauma Case Rep. – 2023. – Vol. 44. – P. 100803.

364. Yang, G. The incidence of posterior tibial plateau fracture: an investigation of 525 fractures by using a CT-based classification system / G. Yang, Q. Zhai, Y. Zhu [et al.] // *Arch. Orthop. Trauma Surg.* – 2013. – Vol. 133, N 7. – P. 929–934.
365. Yang, R.S. Supracondylar fractures of the femur / R.S. Yang, H.C. Liu, T.K. Liu // *J. Trauma.* – 1990. – Vol. 30, N 3. – P. 315–319.
366. Yi, Y. Morphological characteristics of the posterior malleolar fragment according to ankle fracture patterns: a computed tomography-based study / Y. Yi, D.I. Chun, S.H. Won [et al.] // *BMC Musculoskelet. Disord.* – 2018. – Vol. 19, N 1. – P. 51.
367. Yoon, Y.C. Combined lateral femoral epicondylar osteotomy and a submeniscal approach for the treatment of a tibial plateau fracture involving the posterolateral quadrant / Y.C. Yoon, J.A. Sim, D.H. Kim, B.K. Lee // *Injury.* – 2015. – Vol. 46, N 2. – P. 422–426.
368. Zhai, Q. Multi-plate reconstruction for severe bicondylar tibial plateau fractures of young adults / Q. Zhai, C. Hu, C. Luo // *Int. Orthop.* – 2014. – Vol. 38, N 5. – P. 1031–1035.
369. Zhang, B.B. Reliability and repeatability of tibial plateau fracture assessment with an injury mechanism-based concept / B.B. Zhang, H. Sun, Y. Zhan [et al.] // *Bone Joint Res.* – 2019. – Vol. 8, N 8. – P. 357–366.
370. Zhang, J. Interfragmentary lag screw and locking plate combination in simple distal femoral fractures: A finite element analysis / J. Zhang, Y. Wei, G. Li [et al.] // *Acta Orthop. Traumatol. Turc.* – 2021. – Vol. 55, N 1. – P. 9–15.
371. Zhang, W. Biomechanical assessment of single LISS versus double-plate osteosynthesis in the AO type 33-C2 fractures: a finite element analysis / W. Zhang, J. Li, H. Zhang [et al.] // *Injury.* – 2018. – Vol. 49, N 12. – P. 2142–2146.
372. Zhong, S. Comparison of posteromedial versus posterolateral approach for posterior malleolus fixation in trimalleolar ankle fractures / S. Zhong, L. Shen, J. Zhao [et al.] // *Orthop. Surg.* – 2017. – Vol. 9, N 1. – P. 69–76.

373. Zhou, Y. Hoffa fracture of the femoral condyle: Injury mechanism, classification, diagnosis, and treatment / Y. Zhou, Y. Pan, Q. Wang [et al.] // *Medicine* (Baltimore). – 2019. – Vol. 98, N 8. – P. e14633.
374. Zhu, Y. Computed tomography-based Three-Column Classification in tibial plateau fractures: introduction of its utility and assessment of its reproducibility / Y. Zhu, G. Yang, C.F. Luo [et al.] // *J. Trauma Acute Care Surg.* – 2012. – Vol. 73, N 3. – P. 731–737.
375. Zlowodzki, M. Biomechanical evaluation of the less invasive stabilization system and the 95-degree angled blade plate for the internal fixation of distal femur fractures in human cadaveric bones with high bone mineral density / M. Zlowodzki, S. Williamson, L.D. Zardiackas, P.J. Kregor // *J. Trauma.* – 2006. – Vol. 60, N 4. – P. 836–840.
376. Zlowodzki, M. Operative treatment of acute distal femur fractures: systematic review of 2 comparative studies and 45 case series (1989 to 2005) / M. Zlowodzki, M. Bhandari, D.J. Marek [et al.] // *J. Orthop. Trauma.* – 2006. – Vol. 20, N 5. – P. 366–371.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Шкала оценки коленного сустава Lysholm

Пациент: _____ Срок наблюдения, мес: 6 9 12

Хромота	Баллы	Боль в коленном суставе	Баллы
Нет хромоты при ходьбе	+5	Нет болей	+25
Незначительная или периодическая хромота при ходьбе	+3	Периодические или слабые боли при интенсивной физической нагрузке	+20
Выраженная или постоянная хромота при ходьбе	+0	Выраженные боли при интенсивной физической нагрузке	+15
Дополнительная опора		Выраженные боли во время или после ходьбы более чем на 1 км	+10
Не использую	+5	Выраженные боли во время или после ходьбы менее чем на 1 км	+5
Использую трость или костыли с частичной опорой	+2	Постоянные боли	+0
Не могу нагружать травмированную ногу	+0		
Подвижность сустава	Баллы	Отек	Баллы
Нет ощущения ограничения движений или тугоподвижности	+15	Нет отека	+10
Есть тугоподвижность, но нет ощущения ограничений движений	+10	Отек только после интенсивной физической нагрузки	+6
Движения в колене иногда ощущаются ограниченными	+6	Отек после обычной физической нагрузки	+2
Движения в колене часто ощущаются ограниченными	+2	Отек постоянно	+0
Движения в колене постоянно ощущаются ограниченными	+0	Пользование лестницей	Баллы
		Нет проблем при пользовании лестницей	+10
		Незначительные проблемы при пользовании лестницей	+6
		Могу одолеть только один пролет за раз	+2
		Не могу пользоваться лестницей	+0
Нестабильность	Баллы	Приседания	Баллы
Не ощущаю нестабильности в колене	+25	Нет проблем при приседании	+5
Редко ощущаю нестабильность, только при интенсивной физической нагрузке	+20	Незначительные проблемы при приседании	+4
Часто ощущаю нестабильность при	+15	Не могу глубоко присесть (сгибание более 90°)	+2
		Не могу присесть из-за колена	+0
		Результат	Баллы

интенсивной физической нагрузке, т.е. не могу себе позволить такую нагрузку	+10	Отличный	91 – 100
Иногда ощущаю нестабильность при обычной нагрузке	+5	Хороший	84 – 90
Часто ощущаю нестабильность при обычной нагрузке	+0	Удовлетворительный	65 – 83
Ощущаю нестабильность при каждом шаге		Неудовлетворительный	менее 65
		ВСЕГО _____ баллов	

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Шкала оценки общества коленного сустава (Knee Society Score – KSS)

Пациент: _____ Срок наблюдения, мес: 6 9 12

I. Коленные баллы (исходно 100 баллов)			
Боль	Баллы	Дефицит активного разгибания	Баллы
Нет	0	0°	0
Легкая/периодическая	-5	Меньше 10°	-5
Легкая (при использовании лестницы)	-10	10 - 20°	-10
Легкая (при ходьбе и использовании лестницы)	-20	Больше 20°	-15
Умеренная/периодическая	-30	Сгибательная контрактура	
Умеренная/продолжающаяся	-40	Меньше 5°	0
Сильная	-50	5 - 10°	-2
		10 - 15°	-5
		15 - 20°	-10
		Больше 20°	-15
Амплитуда движений	Баллы	Ось (варус и вальгус)	Баллы
0 - 5°	-24	0°	-15
6 - 10°	-23	1°	-12
11 - 15°	-22	2°	-9
16 - 20°	-21	3°	-6
21 - 25°	-20	4°	-3
26 - 30°	-19	5-10°	0
31 - 35°	-18	11°	-3
36 - 40°	-17	12°	-6
41 - 45°	-16	13°	-9
46 - 50°	-15	14°	-12
51 - 55°	-14	15°	-15
56 - 60°	-13	Больше 15°	-20
61 - 65°	-12		
66 - 70°	-11		
71 - 75°	-10		
76 - 80°	-9		
81 - 85°	-8		
86 - 90°	-7		
		Стабильность	Баллы

91 - 95°	-6	<i>Переднее-задняя</i>	
96 - 100°	-5	Меньше 5 мм	0
101 - 105°	-4	5 – 10 мм	-5
106 - 110°	-3	Больше 10 мм	-10
111 - 115°	-2	<i>Срединно-боковая</i>	
116 - 120°	-1	Меньше 5°	0
121 - 125°	0	6 - 9°	-5
		10 - 14°	-10
		Больше 15°	-15

ВСЕГО баллов

II. Функциональные баллы			
Ходьба	Баллы	Лестница	Баллы
Без ограничений	50	Обычный подъем и спуск	50
Больше 10 кварталов	40	Обычный подъем, спуск с перилами	35
5 – 10 кварталов	30	Подъем и спуск в перилами	20
Меньше 5 кварталов	20	Подъем с перилами, спуск невозможен	10
Только дома	10	Невозможность использования лестницы	0
Невозможна	0		
Дополнительная опора	Баллы	Результат	Баллы
Не использую	0	Отличный	85 – 100
Трость/костыль	-5	Хороший	70 – 84
Две трости/костыли	-10	Удовлетворительный	60 – 69
Передвижная опора (ходунки)	-20	Неудовлетворительный	меньше 60

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Русскоязычная версия опросника AOFAS-AHS

Боль (40 баллов)	
1. Как бы Вы охарактеризовали боль в области голеностопного сустава и пятки?	
Отсутствует	40
Лёгкая, возникает периодически	30
Умеренная, возникает ежедневно	20
Сильная, присутствует почти всегда	0
Функция (50 баллов)	
2. Испытываете ли Вы ограничения в повседневной жизни? Нуждаетесь ли Вы в средствах дополнительной опоры (костыли, трость, ходунки)?	
Ограничений нет, в дополнительной опоре не нуждаюсь	10
Нет ограничений в повседневной жизни, ограничения при занятиях спортом, в дополнительной опоре не нуждаюсь	7
Ограничения при повседневной жизни и при любых активных занятиях, есть необходимость в использовании трости	4
Сильно выраженные ограничения в повседневной жизни и при любых активных занятиях; есть необходимость в использовании специальной обуви для ходьбы, костылей, коляски, жёсткого фиксатора	0
3. Какую максимальную дистанцию в метрах Вы сможете пройти?	
более 2400	5
1600 – 2400м	4
400-1200м	2
менее 400 метров	0
4. Испытываете ли Вы затруднения при ходьбе?	
Не испытываю затруднений	5
Некоторые затруднения при ходьбе по неровным поверхностям, ступеням, при подъёме в горку	3

Значимые затруднения при ходьбе по неровным поверхностям, ступеням, при подъёме в горку	0
5. Отмечаете ли Вы нарушение походки?	
Нет, незначительное нарушение	8
Заметное	4
Выраженное	0
6. Какой объём движений в голеностопном суставе (сгибание и разгибание)?	
В норме или лёгкое ограничение (60%-100% от нормы)	8
Есть умеренное ограничение (30%-59% от нормы)	4
Есть выраженное ограничение (менее, чем 25% от нормы)	0
7. Какой объём боковых движений в заднем отделе стопы (кнутри и кнаружи) ?	
В норме или слегка ограничены (75%-100% от нормы)	6
Есть умеренное ограничение (25%-74% от нормы)	3
Есть выраженное ограничение (менее, чем 25% от нормы)	0
8. Отмечаете ли Вы нестабильность в голеностопном суставе и заднем отделе стопы?	
Нет, стабильный	8
Да, отмечается нестабильность	0
Деформация и опороспособность (10 баллов)	
9. Отмечаете ли Вы наличие деформаций в заднем отделе стопы и голеностопном суставе?	
Нет, деформаций нет	10
Да, есть незначительные нарушения, опороспособность не нарушена, незначительная деформация в заднем отделе или голеностопном суставе, отсутствуют какие-либо симптомы	8
Да, неопороспособная стопа, выраженная деформация, наличие симптомов	0