

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«РОССИЙСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ТРАВМАТОЛОГИИ И ОРТОПЕДИИ ИМЕНИ Р.Р.ВРЕДЕНА»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

КОРЧАГИН

Константин Леонидович

ОБОСНОВАНИЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ПОДХОДА  
К ВЫБОРУ МЕТОДИКИ АРТРОДЕЗИРОВАНИЯ  
КОЛЕННОГО СУСТАВА У ПАЦИЕНТОВ  
С ДЕФЕКТАМИ ОБРАЗУЮЩИХ ЕГО КОСТЕЙ

14.01.15 – травматология и ортопедия

диссертация на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

д.м.н. профессор Л.Н.Соломин

Санкт-Петербург

2018

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ.....	5
Глава 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЕКОНСТРУКТИВНОЙ ОРТОПЕДИИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ДЕФЕКТАМИ КОСТЕЙ, ОБРАЗУЮЩИХ КОЛЕННЫЙ СУСТАВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	14
1.1. Общие сведения о проблеме пациентов, имеющих дефекты костей, образующих коленный сустав.....	14
1.2. Методики артродеза коленного сустава у пациентов с ДКОКС, имеющих противопоказания к эндопротезированию.....	16
1.3. Реконструктивные операции при лечении пациентов с дефектами костей, образующих коленный сустав.....	23
1.4. Классификация как метод выбора оптимальной тактики лечения.....	27
1.5. Резюме.....	36
Глава 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	38
2.1. Общая характеристика диссертационной работы.....	38
2.2. Разработка клинической классификации дефектов костей, образующих коленный сустав, при наличии противопоказаний к эндопротезированию.....	39
2.3. Экспериментальное обоснование оптимальных компоновок аппарата внешней фиксации для выполнения артродеза коленного сустава.....	40
2.4. Усовершенствование способа артродеза коленного сустава длинным блокируемым стержнем.....	45
2.5. Изучение клинической эффективности лечения пациентов с дефектами костей, образующих коленный сустав .....	46
2.6. Статистическая обработка количественных данных.....	50
Глава 3. АНАЛИТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДОВ ВЫПОЛНЕНИЯ АРТРОДЕЗА КОЛЕННОГО СУСТАВА У ПАЦИЕНТОВ С ДЕФЕКТАМИ ОБРАЗУЮЩИХ ЕГО КОСТЕЙ.....	51

3.1. Разработка рабочей классификации дефектов костей, образующих коленный сустав, при наличии противопоказаний к эндопротезированию.....	51
3.2. Экспериментальное обоснование оптимальных компоновок аппарата внешней фиксации для артродеза коленного сустава.....	59
3.3. Обоснование усовершенствованного способа введения интрамедуллярного стержня для выполнения артродеза коленного сустава.....	65
3.4. Резюме.....	67
Глава 4. СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРИМЕНЕНИЯ АППАРАТА ВНЕШНЕЙ ФИКСАЦИИ И ДЛИННОГО СТЕРЖНЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ АРТРОДЕЗА КОЛЕННОГО СУСТАВА.....	68
4.1. Общая характеристика пациентов.....	68
4.2. Особенности использования методики артродеза коленного сустава в аппарате внешней фиксации.....	70
4.3. Особенности использования методики артродеза коленного сустава при помощи блокируемого интрамедуллярного стержня.....	73
4.4. Способ двухэтапного артродеза коленного сустава.....	79
4.5. Сравнение результатов лечения пациентов обеих подгрупп.....	81
4.6. Анализ осложнений у пациентов обеих подгрупп.....	87
4.7. Обсуждение полученных результатов.....	89
Глава 5. ВЫПОЛНЕНИЕ РЕКОНСТРУКТИВНЫХ ОПЕРАЦИЙ У ПАЦИЕНТОВ С ОБШИРНЫМИ ДЕФЕКТАМИ КОСТЕЙ, ОБРАЗУЮЩИХ КОЛЕННЫЙ СУСТАВ.....	91
5.1. Общая характеристика пациентов.....	91
5.2. Реконструкции по Илизарову (подгруппа 2.1.).....	92
5.2.1. Характеристика пациентов подгруппы 2.1.....	92
5.2.2. Особенности использования методики.....	93
5.2.3. Результаты лечения пациентов подгруппы 2.1.....	97
5.2.4. Осложнения у пациентов подгруппы 2.1.....	99

5.3. Реконструкции «поверх стержня» (подгруппа 2.2).....	105
5.3.1. Характеристика пациентов подгруппы 2.2.....	105
5.3.2. Особенности использования методики.....	106
5.3.3. Результаты лечения пациентов подгруппы 2.2.....	111
5.3.4. Осложнения у пациентов подгруппы 2.2.....	113
5.4. Обсуждение полученных результатов.....	120
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	125
ВЫВОДЫ.....	131
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	133
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	134
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	135

## ВВЕДЕНИЕ

### **Актуальность темы исследования**

Количество операций эндопротезирования коленного сустава от года в год неуклонно растет (Тихилов Р.М. с соавт., 2014; Корнилов Н.Н. с соавт., 2015; Iorio R. et al., 2008). Соответственно увеличивается число инфекционных осложнений и выполняемых в этой связи ревизионных вмешательств (Iorio R. et al., 2008; Furnes O.N. 2002; Сердобинцев М.С. с соавт., 2015).

В результате радикальной (иногда повторной) хирургической обработки очага инфекции области коленного сустава, удаления компонентов эндопротеза, установки спейсера приводит к образованию дефекта костной ткани дистального отдела бедренной и проксимального отдела большеберцовой кости, делающее последующее ревизионное эндопротезирование затруднительным или даже невозможным. При этом известно, что при ревизионном эндопротезировании угроза инфекционных осложнений возрастает до 6-10,8% (Куляба Т.А. с соавт., 2011). Таким образом, в настоящее время неуклонно увеличивается число пациентов с дефектами костей, образующих коленный сустав (ДКОКС). При этом реальные границы дефекта оказываются большими, чем это можно видеть на рентгенограмме, за счет девитализации концов фрагментов – кость «выжигается» изнутри используемым ранее костным цементом. Повторная установка спейсера после развития первого рецидива инфекции снижает эффективность saniрующих операций до 35,4%, а при повторном рецидиве – еще на 13,3% (Преображенский П.М., 2017).

В лечении пациентов с дефектами костей, образующих коленный сустав, при наличии противопоказаний к эндопротезированию, «золотым стандартом» является выполнение артродеза коленного сустава по Илизарову (Conway J.D. et al., 2004; Rozbruch S. et al., 2005; Иванов П.А. с соавт. 2013; Ключин Н.М. с соавт., 2014). Большинство авторов признало, что кольцевые аппараты, в частности именно аппарат Илизарова, при артродезе коленного сустава имеют значимые преимущества перед моноклатеральными аппаратами (Conway J.D. et al., 2004;

Kuchinad R. et al., 2014; Алиев Г., 2016). Вместе с этим, сторонники циркулярных конструкций не пришли к единому мнению по вопросам, какая компоновка является оптимальной: на основе спиц, стержней-шурупов или гибридная; а также сколько должно быть опор: две, три или четыре? (Conway J.D. et al., 2004; Соломин Л.Н., 2005; 2012; Bruno A.A.M. et al., 2017).

Необходимо отметить, что общепризнанные недостатки внешней фиксации, такие как воспаление мягких тканей в местах выходов чрескостных элементов, необходимость постоянного динамического наблюдения за пациентами, дискомфортность лечения (Conway J.D. et al., 2004; Salem K.H. et al., 2004; Rozbruch S. et al., 2005), явились основой для использования альтернативой фиксации при помощи погружных металлоконструкций: пластин, стержней и винтов (Кюо А.С. et al., 2005; Федоров В.Г. 2011; Lim H.C. et. al., 2009). Однако использование погружных конструкций ограничено сроками ремиссии инфекционного процесса, проходимостью костномозгового канала (для интрамедуллярного стержня). Применение пластин или винтов требует дополнительной внешней иммобилизации (Кюо А.С. et al., 2005; Федоров В.Г., 2011). При выполнении артрореза коленного сустава с использованием длинного интрамедуллярного стержня не решены проблемы восстановления механической оси конечности, уменьшения дренажных кровопотерь (Conway J.D. et al., 2004).

Существенным фактором после выполнения артрореза коленного сустава у пациентов с ДКОКС является значимое, до 6-8 и более см, укорочение нижней конечности (Conway J.D. et al., 2004; Salem K.H. et al., 2004; Rozbruch S. et al., 2005). Наличие обширного диастаза в ряде случаев делает невозможным одномоментное сопоставление концов костных фрагментов, вследствие выраженного гофрирования мягких тканей. Этой проблемы можно избежать, используя аппарат внешней фиксации и дозированное сближение фрагментов в послеоперационном периоде. Однако выполнение артрореза коленного сустава интрамедуллярным стержнем в данной ситуации до настоящего времени было невозможным.

Даже укорочение конечности в пределах 3-5 см является функционально значимым (Conway J.D. et al., 2004; Salem K.H. et al., 2004). Поэтому альтернативой

артродезу с укорочением конечности является замещение имеющегося ДКОКС по Илизарову (Шевцов В.И. с соавт., 1996; Manzotti A. et al., 2001). Технология позволяет создать опороспособную конечность и устранить укорочение. Однако при этом недостатки чрескостного остеосинтеза, описанные для артрореза коленного сустава, становятся еще более значимыми вследствие длительного периода внешней фиксации. Получивший развитие в последние 10 лет метод замещения дефектов поверх стержня – ЗДПГ (Bone Transport Over Nail – BTON) (Yang K.-H. et al., 2016; Ferchaud F. et al., 2017; Calder P.R. et al., 2017) еще не получил своего должного применения при замещении ДКОКС.

Известно, что классификация должна помогать определять тактику лечения и оценивать результат (Мюллер М.Е. с соавт., 1996). К сожалению, все известные на сегодняшний день классификации дефектов костей «привязаны» к конкретной методике лечения. Так, разработанные в РНЦ «ВТО» классификации предназначены для использования метода Илизарова (Шевцов В.И. с соавт., 1996). Другие классификации дефектов (Clatworthy M. et al., 2003; Qiu Y.Y. et al., 2011; Джигкаев А.Х., 2013) нацелены на определение тактики ревизионного протезирования. Таким образом, ни одна из существующих классификаций не может быть полноценно применена к рассматриваемому контингенту больных.

### **Степень разработанности темы**

Проведенный анализ существующей литературы по рассматриваемой теме показал достаточное количество публикаций в отечественной и зарубежной литературе по теме выполнения артрореза коленного сустава с применением различных методов фиксации. Несмотря на разнообразие методик выполнения артрореза коленного сустава, ни одна из них не является оптимальной. Не определено оптимальное количество опор при использовании внешней фиксации. При использовании интрамедуллярного блокируемого стержня существуют сложности с установкой стержня, наличие протяженного дефекта и невозможность одномоментного сопоставления концов костных фрагментов ограничивают применение данного способа. Количество публикаций, посвященных замещению

дефектов костей, образующих коленный сустав достаточно ограничено. Почти все публикации посвящены замещению дефекта в АВФ и только одна публикация – замещению дефекта «поверх стержня». Существующие методики замещения дефектов также требуют усовершенствования.

Таким образом, несмотря на большое количество применяемых различных методик выполнения артродеза коленного сустава, до сих пор не существует единого подхода к обоснованному выбору наиболее подходящей лечебной тактики для каждого конкретного пациента с учетом локализации и протяженности дефектов костей, образующих коленный сустав.

Научная и практическая значимость изложенных выше нерешенных вопросов, касающихся оптимальных методик хирургического лечения пациентов с дефектами костей, образующих коленный сустав у пациентов рассматриваемого профиля, обусловили необходимость проведения нашего диссертационного исследования, а также определили его цель и задачи.

### **Цель исследования**

Обосновать и апробировать в клинике усовершенствованные и обоснованные подходы к выбору рационального варианта оперативного лечения пациентов с дефектами костей, образующих коленный сустав и наличием противопоказаний к эндопротезированию.

### **Задачи исследования**

1. На основании анализа литературы и собственного клинического материала разработать рабочую классификацию дефектов костей, образующих коленный сустав.

2. Усовершенствовать методики внутреннего и чрескостного остеосинтеза при выполнении артродеза коленного сустава у пациентов рассматриваемого профиля и апробировать их в клинике.

3. Оценить эффективность внешней и внутренней фиксации при выполнении артродеза коленного сустава.

4. Оценить эффективность замещения дефектов костей, образующих коленный сустав, по Илизарову и с использованием комбинированных методик.

5. Предложить алгоритм выбора рационального метода лечения пациентов с дефектами костей, образующих коленный сустав при наличии противопоказаний к эндопротезированию.

### **Научная новизна исследования**

1. Разработана рабочая классификация дефектов костей, образующих коленный сустав при наличии противопоказаний к эндопротезированию.

2. Получены новые данные по жесткости фиксации чрескостного остеосинтеза при выполнении артродеза коленного сустава различными компоновками АВФ в эксперименте на пластиковых моделях костей.

3. Определена зависимость между поворотом интрамедуллярного стержня в канале бедренной и большеберцовой костей и показателями бедренно-большеберцового угла во фронтальной и сагиттальной плоскостях.

4. На основании разработанной классификации дефектов, полученных клинических и экспериментальных данных, разработан алгоритм выбора рационального хирургического лечения пациентов рассматриваемого профиля.

### **Теоретическая и практическая значимость работы**

1. На основании проведенных серий экспериментов определены оптимальные компоновки аппаратов внешней фиксации на основе 2-х, 3-х и 4-х опор для каждого из типов моделируемых дефектов (эпиметафизарный дефект с полным контактом костных поверхностей, эпиметафизарный дефект с площадью контакта костных поверхностей 50% и эпиметафизарный дефект с площадью контакта костных поверхностей 30%), позволяющие усовершенствовать методику чрескостного остеосинтеза при артродезе коленного сустава.

2. Разработан и апробирован в клинике проводник для введения интрамедуллярного стержня (патент РФ на полезную модель № 144667), позволяющий уменьшить операционный доступ в месте введения стержня.

3. Разработан и апробирован в клинике способ двухэтапного артродеза коленного сустава (патент РФ на изобретение № 2648863), позволяющий выполнить артродез коленного сустава интрамедуллярным стержнем с сопоставлением концов костных фрагментов во времени «поверх» стержня.

4. Разработан и апробирован в клинике способ выполнения артродеза коленного сустава (патент РФ на изобретение № 2661703), который позволяет выполнить артродез коленного сустава интрамедуллярным стержнем с сохранением механической оси нижней конечности.

5. Разработан и апробирован в клинике способ замещения дефекта длинной трубчатой кости (патент РФ на изобретение № 2376951) который позволяет минимизировать компоновку АВФ при замещении дефекта «поверх стержня».

6. Разработанная классификация ДКОКС, данные экспериментальных исследований и анализ клинического материала, явились основой для разработки алгоритма выбора оптимальной тактики лечения рассматриваемого контингента больных, направленного на улучшение результатов их хирургического лечения.

### **Методология и методы исследования**

Проведенное диссертационное исследование носит аналитический, экспериментальный и клинический характер. На основании анализа рентгенограмм пациентов с дефектами костей, образующих коленный сустав, при наличии противопоказаний к эндопротезированию, разработана рабочая классификация ДКОКС. Экспериментальная часть основана на определении жесткости чрескостного остеосинтеза на моделях пластиковых костей с разными типами дефектов с использованием биомеханического стенда и определению показателей бедренно-большеберцового угла во фронтальной и сагиттальной плоскостях при различной ориентации интрамедуллярного стержня. Клиническая часть работы основана на сравнительной оценке результатов лечения пациентов с артродезом коленного сустава, выполненном двумя разными методиками (артродез в АВФ и артродез интрамедуллярным стержнем). Дополнительно в клинической части диссертационного исследования проведен сравнительный анализ лечения

пациентов с обширными ДКОКС, которым выполнялись реконструктивные операции по методу Илизарова и с использованием комбинированных методик. В ходе выполнения диссертационного исследования были предложены и апробированы в клинической работе: проводник для введения интрамедуллярного стержня, способ двухэтапного артродеза коленного сустава, способ выполнения артродеза коленного сустава и способ замещения дефекта длинной трубчатой кости.

### **Положения, выносимые на защиту**

1. Разработанные компоновки аппарата Илизарова, проводник для введения интрамедуллярного стержня, способ двухэтапного артродеза коленного сустава, способ замещения дефекта длинной трубчатой кости и способ выполнения артродеза коленного сустава интрамедуллярным стержнем позволяют упростить выполнение оперативного вмешательства у пациентов с дефектами костей, образующих коленный сустав и улучшить послеоперационные результаты.

2. На основании разработанной классификации дефектов костей, образующих коленный сустав, полученных экспериментальных данных и собственного клинического материала, определены усовершенствованные подходы к выбору методики выполнения артродеза коленного, что явилось основой для разработки основы технологии лечения пациентов с ДКОКС при наличии противопоказаний к эндопротезированию.

### **Степень достоверности и апробация результатов**

Разработанный алгоритм лечения пациентов с обширными дефектами костей, образующих коленный сустав при наличии противопоказаний к эндопротезированию, а также полученные 4 патента РФ (на 3 изобретения и одну полезную модель) внедрены в практическую работу отделения №7 ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России.

Достоверность основных положений и выводов диссертационного исследования определяются выполненным аналитическим обзором современных

профильных научных публикаций, проведенным изучением достаточного клинического материала (85 наблюдений), его разделением на сопоставимые клинические группы и подгруппы пациентов, проведенными сравнениями результатов лечения пациентов, а также адекватной статистической обработкой полученных количественных данных.

Основные положения работы доложены на 8th International ASAMI Conference (India, Goa, 2014), 2nd. ASAMI Malaysia Congress (Clang, Malaysia, 2015), International Limb Lengthening and Reconstruction Society Congress (USA, Miami, 2015); Всероссийская научно-практической конференции с международным участием «Современные принципы и технологии остеосинтеза костей конечностей, таза и позвоночника» (Санкт-Петербург, 2015), ежегодной научно-практической конференции с международным участием «Вреденовские чтения» (Санкт-Петербург, 2015), VI Конференции молодых ученых Северо-Западного Федерального округа "Актуальные вопросы травматологии и ортопедии" (Санкт-Петербург, 2016), Крымском форуме травматологов-ортопедов (Ялта, 2016), Международной конференции травматологов-ортопедов «Применение современных технологий лечения в травматологии и ортопедии» (Москва, 2016), 1260-м заседании научно-практической секции ассоциации травматологов-ортопедов г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области (Санкт-Петербург, 2016), ежегодной научно-практической конференции с международным участием Приоровские чтения» (Москва, 2017), III Всероссийском конгрессе с международным участием «Медицинская помощи при травмах мирного и военного времени. Новое в организации и технологии» (Санкт-Петербург, 2018), XI Всероссийском съезде травматологов-ортопедов (Санкт-Петербург, 2018);

По теме диссертационного исследования опубликовано 17 печатных работ: 4 статьи в российских журналах, рецензируемых ВАК, 1 глава в монографии «Limb Lengthening and Reconstruction Surgery Case Atlas», 8 тезисов в материалах съездов, симпозиумов, научно-практических конференций. Получено 4 патента РФ на 3 изобретения и полезную модель.

Результаты проведенного диссертационного исследования внедрены в практическую работу клиники ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, а также используются на кафедре травматологии и ортопедии данного научно-исследовательского института при обучении клинических ординаторов, аспирантов и травматологов-ортопедов, проходящих усовершенствование по программам дополнительного образования.

### **Объем и структура диссертационного исследования**

Диссертация изложена на 144 страницах машинописного текста, содержит 15 таблиц и 44 рисунка и состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы. Список литературы включает 37 отечественных и 64 зарубежных источников.

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЕКОНСТРУКТИВНОЙ  
ОРТОПЕДИИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ДЕФЕКТАМИ  
КОСТЕЙ, ОБРАЗУЮЩИХ КОЛЕННЫЙ СУСТАВ И ИМЕЮЩИХ  
ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЮ  
(ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)**

**1.1. Общие сведения о проблеме пациентов, имеющих дефекты костей, образующих коленный сустав**

Дефект кости в травматологии и ортопедии определяется, как утрата костной ткани в результате травмы или заболевания, изменяющей анатомическое строение, физиологию и функцию кости как органа опоры и движения (Барабаш А.П., 1995). Наличие *дефектов костей, образующих коленный сустав (ДКОКС)*, приводит к стойкому нарушению функции всей нижней конечности и инвалидности (Petty W., 1999; Oostenbroek H.J. et al., 2001; Ключин Н.М. с соавт., 2010).

Основными причинами возникновения ДКОКС являются:

1. Врожденная патология;
2. Последствия травм: открытые переломы дистального отдела бедренной и/или проксимального отдела большеберцовой костей с дефектом костной ткани; результат радикальной хирургической обработки очага инфекции после металлоостеосинтеза переломов данной локализации;
3. Онкологическая патология: ГКО, остеогенная саркома и др.;
4. Последствия артропластики.

Последняя причина, по данным литературы становится год от года все более значимой. Увеличение количества операций первичного эндопротезирования коленного сустава приводит к увеличению общего числа инфекционных осложнений и выполняемых в этой связи ревизионных вмешательств (Furnes O.N., 2002; Iorio R. et al., 2008; Тихилов Р.М. с соавт., 2014; Корнилов Н.Н. с соавт., 2015). Несмотря на значимые достижения в области хирургической техники и дизайна компонентов эндопротезов, развитие антимикробной терапии, инфекция остается

основной проблемой. Зарегистрированные инфекционные осложнения после тотального эндопротезирования коленного сустава составляют, по разным авторам, от 0,57 до 15% (Oostenbroek H.J., 2001) и от 0,5 до 2% (Корнилов Н.Н. с соавт., 2012). В 2005 г. из 523 тыс. производимых операций эндопротезирования коленного сустава доля ревизионных вмешательств составляет 7,3% (Iorio R. et al., 2008).

В результате радикальной (часто – повторной) хирургической обработки очага инфекции области коленного сустава, удаления компонентов эндопротеза, установки антимикробного спейсера приводит к образованию дефекта костной ткани дистального отдела бедренной и проксимального отдела большеберцовой кости, что делает последующее ревизионное эндопротезирование затруднительным или даже невозможным. При инфицировании “онкологических” эндопротезов выполнение ревизионного вмешательства в большинстве случаев невозможно вследствие наличия обширного дефекта бедренной и/или большеберцовой костей (Hatzokos I. et al., 2011).

При невозможности выполнения операции ревизионного эндопротезирования коленного сустава, для восстановления опороспособной функции нижней конечности, единственным возможным вариантом (кроме ампутации и экзопротезирования) является выполнение операции артродеза коленного сустава.

При лечении пациентов с дефектами костей, образующих коленный сустав и невозможности выполнения операции ревизионного эндопротезирования, «золотым стандартом» считается выполнение операции артродезирования коленного сустава (Conway J.D. et al., 2004; Rozbruch S.R. et al., 2014; Митрофанов А.И. с соавт., 2013; Прохоренко В.М. с соавт., 2015).

## **1.2. Методики артродеза коленного сустава у пациентов с дефектами костей, образующих коленный сустав и имеющих противопоказания к эндопротезированию**

C.L. Nelson и C.M. Evarts в 1971 году предложили следующие показания для выполнения артродеза коленного сустава при невозможности эндопротезирования (Vlasak R. et al., 1995):

- высокие функциональные требования пациента;
- изолированное поражение одного сустава;
- относительно молодой возраст пациента;
- отсутствие разгибательного аппарата коленного сустава;
- дефицит мягких тканей в области коленного сустава;
- наличие у пациента очага инфекции, вызванного высоковирулентными микроорганизмами, требующими высокотоксичной антибактериальной терапии.

Относительными противопоказаниями к выполнению артродеза коленного сустава, по мнению J.D. Conway (2004) являются:

- наличие второго эндопротеза коленного сустава;
- наличие на больной конечности эндопротеза тазобедренного или голеностопного суставов;
- субтотальный или тотальный костный дефект;
- ампутация контралатеральной конечности.

В настоящее время существуют следующие варианты выполнения артродеза коленного сустава:

### 1. С применением внутренней фиксации:

1.1 Артродез коленного сустава с использованием винтов (Lim H.C. et al., 2009; Федоров В.Г., 2011);

1.2. Артродез коленного сустава с использованием пластин (Nichols S.J. et al., 1991; Kuo A.C. et al., 2005; Marby T.M. et al., 2007; Van Rensch P.J.H. et al., 2014);

1.3. Артродез коленного сустава и использованием интрамедуллярных стержней (Puranen J. et al., 1990; Vlasak R. et al., 1995; Lai K.A. et al., 1998; Marby

T.M. et al., 2007; Barsoum W.K. et al., 2008; Van Rensch P.J.H. et al., 2014; Razii N. et al., 2016);

2. С применением внешней фиксации:

2.1 Монолатеральными аппаратами (Hak D.J. et al., 1995; Van Rensch P.J.H. et al., 2014);

2.2 Циркулярными и гибридными аппаратами (Manzotti A. et al., 2001; Ключин Н.М. с соавт., 2010; 2014; Hatzokos I. et al., 2010);

Артродез *винтами* (рис. 1.1) относится к малотравматичным методам. Однако он требует в послеоперационном периоде ограничения осевой нагрузки и, как правило, внешней иммобилизации.

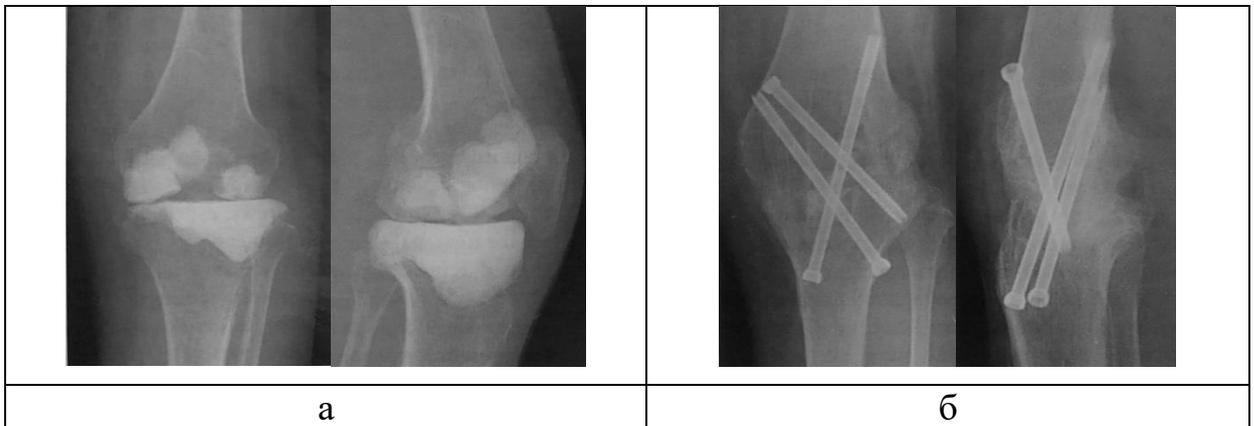


Рис. 1.1. Способ артрордеза коленного сустава винтами (Lim H.C., et al., 2009): а – рентгенограммы до операции; б – рентгенограммы после выполнения артрордеза

Описано большое количество вариантов применения *пластин* для выполнения артрордеза коленного сустава (рис. 1.2) (Куо А.С. et al., 2005). При использовании пластин имеется возможность их моделирования по форме мыщелков, создание вальгусного отклонения голени и положения сгибания в коленном суставе. Однако данный способ достаточно травматичен и требует достаточно длительного ограничения полной нагрузки на конечность.

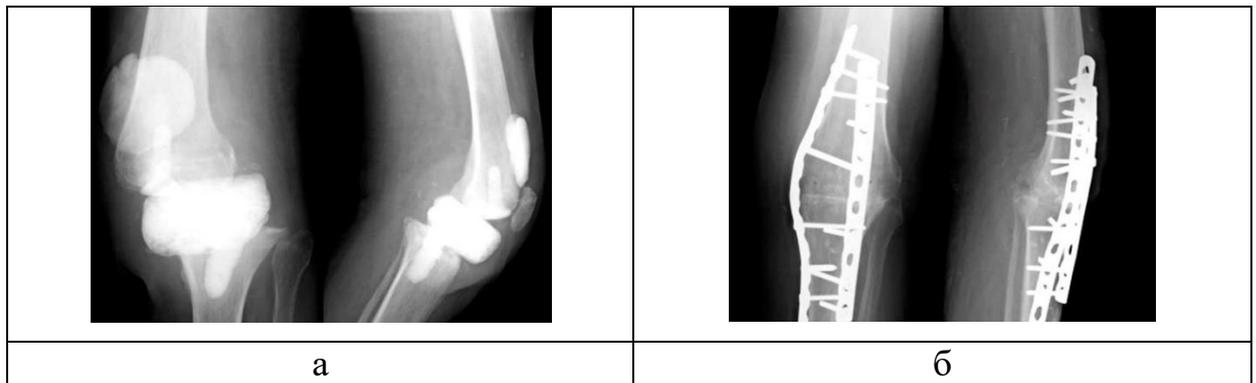


Рис. 1.2. Способ артродеза коленного сустава двумя пластинами (Кюо А.С. et al., 2005): а – рентгенограммы до операции; б – рентгенограммы после выполнения артродеза

Для артродеза могут быть использованы специальные модульные стержни или так называемые “длинные” интрамедуллярные стержни. Существуют следующие *модульные системы* для артродеза коленного сустава: Wichita (Stryker), Neff (Zimmer), Endo-Model Arthrodesis Nail SK (Link), Osteobridge IKA (Merete), Mayday nail (Orthodynamic) (рис. 1.3). Особенности конструкции не требуют рассверливания всего костномозгового канала бедренной и большеберцовой костей. Использование модульных стержней возможно при наличии других имплантов (например, эндопротеза тазобедренного сустава). Разные диаметры бедренного и большеберцового компонентов стержня учитывают разницу в размерах костномозговых каналов бедренной и большеберцовой костей (Iacono F. et al., 2012). Существуют версии стержней в возможность блокирования винтами в бедренной и большеберцовой костях (Barsoum W.K. et al., 2008).

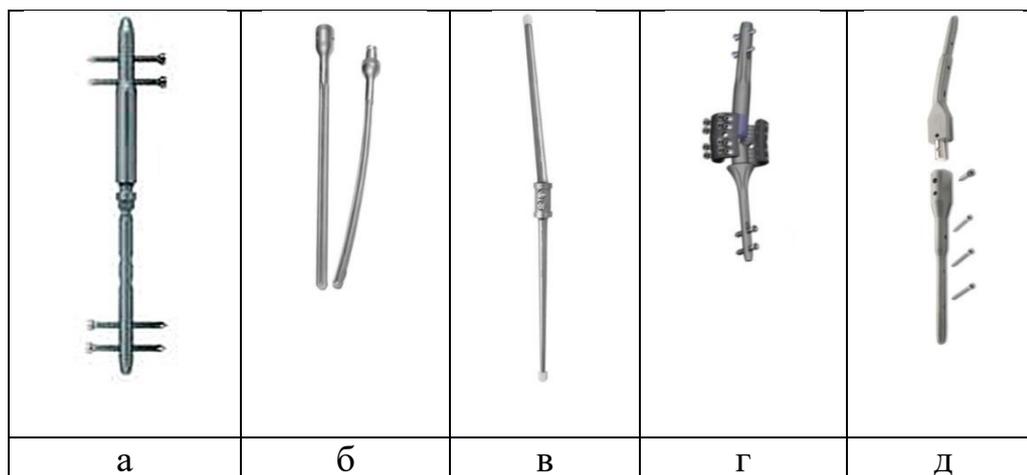


Рис. 1.3. Модульные стержни для выполнения артродеза коленного сустава: а – Wichita (Stryker); б – Neff (Zimmer); в – Endo-Model Arthrodesis Nail SK (Link); г – Osteobridge IKA (Merete); д – Mayday nail (Orthodynamic)

Одним из недостатков модульных стержней является то, что узел соединения бедренного и большеберцового компонентов существенно больше диаметра стержней, что требует дополнительного рассверливания метафизарной зоны бедренной и большеберцовой костей. Наличие обширного дефекта костной ткани, затрагивающего диафизарную часть бедренной и/или большеберцовой костей ограничивает их применение. Использование данных конструкций не подразумевает их удаление. Это может явиться проблемой, когда необходимость удаления конструкции все же появится: формирование неоартроза, обострение инфекционного процесса, необходимость последующего удлинения. Использовать модульные стержни для последующего «удлинения поверх гвоздя» (УПГ) невозможно.

В настоящее время применяются следующие так называемые “длинные” интрамедуллярные стержни (long fusion nail): Trigen knee fusion nail (Smith and Nephew), T2 Knee arthrodesis nail system (Stryker), Arthrodesis nail (Biomet), индивидуальный стержень ЦИТО (рис. 1.4). Все они, по сути, являют собой более “удлиненную” версию стандартного антеградного бедренного стержня.

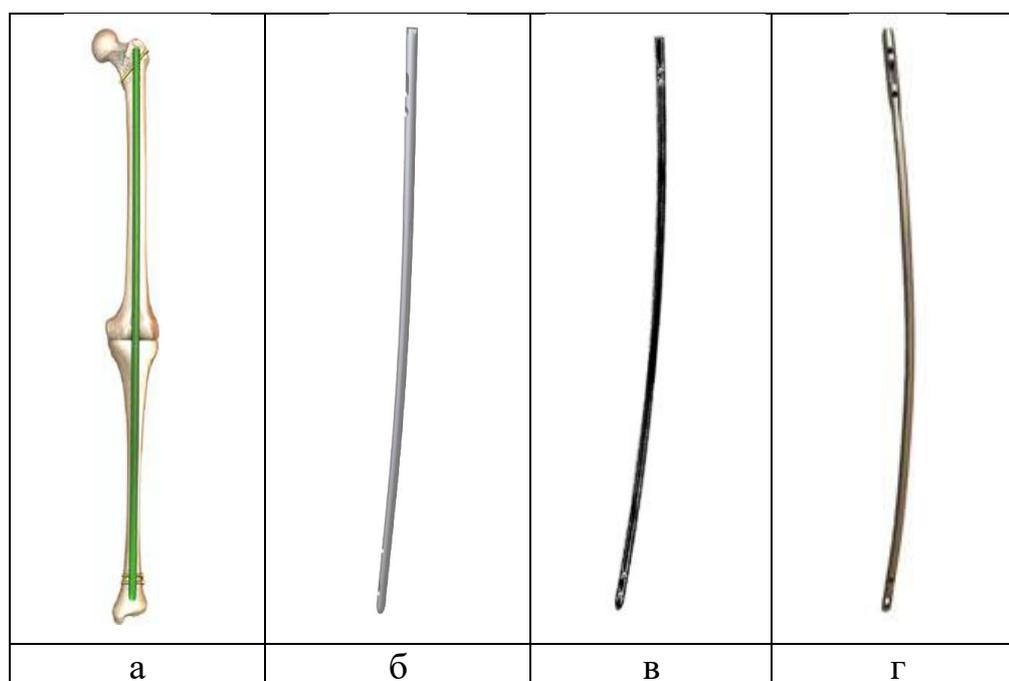


Рис. 1.4. Длинные интрамедуллярные стержни для артродеза коленного сустава: а – Trigen knee fusion nail (Smith & Nephew); б – T2 Knee arthrodesis nail system (Stryker); в – Arthrodesis nail (Biomet); г – “индивидуальный” стержень ЦИТО

Все конструкции позволяют на выбор хирурга использование как динамической, так и статической схем блокирования. Отсутствие узлов соединения модулей обеспечивают этим стержням большую механическую прочность и, как следствие, возможность ранней осевой нагрузки. После формирования анкилоза или по другим показаниям конструкция может быть удалена. Длинный стержень, в отличие от модульного, может быть использован также для выполнения реконструктивных операций.

Деформации костномозгового канала, наличие других имплантов, в том числе протеза тазобедренного сустава, делают использование длинных стержней невозможным. Длинный стержень имеет кривизну заданного радиуса, что создает сложности в восстановлении механической оси конечности и нужного угла сгибания в коленном суставе: имеется угроза перфорации задней кортикальной пластинки большеберцовой кости. Введение длинного стержня достаточно травматично: приходится полностью рассверливать костномозговые полости бедренной и большеберцовой костей. Это может привести к большой интраоперационной и дренажной кровопотере (Arroyo J.S. et al., 1997).

Следует отметить, что модульные и длинные гвозди (кроме «индивидуального» стержня ЦИТО) не лицензированы и не сертифицированы в РФ и опыта их применения в России нет.

Известно, что наличие инфекционного процесса ограничивает использование внутренних конструкций. При такой ситуации показано применение интрамедуллярных стержней с антибактериальным покрытием (цементной мантией, импрегнированной антибиотиком): изготовление «цементной мантии» на стандартном интрамедуллярном стержне с использованием силиконовой трубки (Иванов П.А. с соавт., 2009; 2013; Самохвалов И.М. с соавт., 2011). По нашим данным, применение цементной мантии при установке длинных стержней в литературе не описано.

При внешней фиксации для выполнения артродеза коленного сустава используются моностерильные аппараты Ortho-Fix; билатеральные аппараты Хоффмана-Видаля, Фишера (Conway J.D. et al., 2004), циркулярные аппараты (рис. 1.5).

При выполнении компрессионного артродеза коленного сустава при проведении чрескостных элементов нет необходимости использовать «рекомендуемые позиции», возможно использование также «позиций доступности» что увеличивает возможности мест проведения чрескостных элементов (Соломин Л.Н., 2005). Использование циркулярных внешних опор увеличивает стабильность конструкции, однако такие аппараты более громоздки и менее удобны для пациента, в свою очередь, более «комфортные» моностерильные аппараты имеют меньшую стабильность по сравнению с циркулярными и, как следствие, - худшие результаты (Нак D.J. et al., 1995).

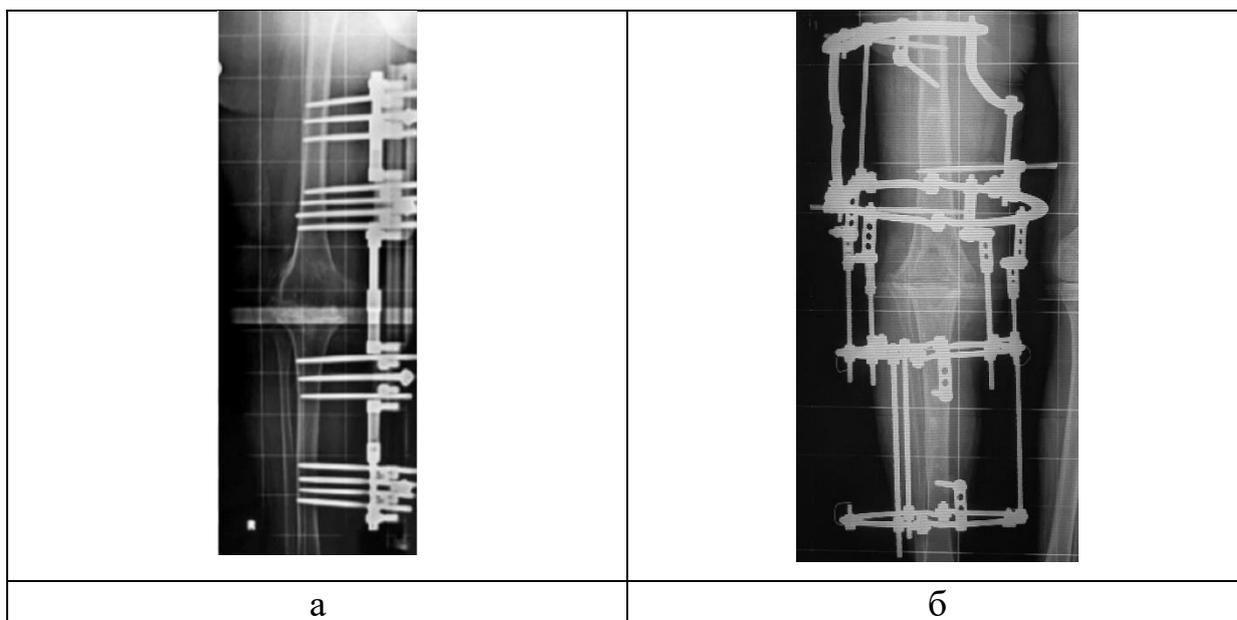


Рис. 1.5. Артродез коленного сустава аппаратами внешней фиксации: а – монолатеральным аппаратом (Orthofix); б – аппаратом Илизарова

«Золотым стандартом» выполнения операции артродеза коленного сустава является использование аппарата Г.А. Илизарова (Oostenbroek H.J. et al., 2001; Conway J.D. et al., 2004; Шевцов В.И. с соавт., 1996). Однако разные авторы описывают разные методики выполнения операции и компоновки аппаратов внешней фиксации, отсутствует алгоритм выбора количества внешних опор, чрескостных элементов в зависимости от объема мягких тканей, величины дефекта (Conway J.D. et al., 2004; Шевцов В.И. с соавт., 1996; Соломин Л.Н., 2005).

Как известно, для оптимизации ходьбы при наличии анкилозированного коленного сустава, функциональное укорочение должно составлять в пределах 1-1,5 см (Wood J.H. et al., 2015). Укорочение свыше 3 см является показанием для использования ортопедической обуви или выполнения реконструктивной операции. При лечении пациентов с ДКОКС, после выполнения артродеза остаточное укорочение может составлять 4-5 и более сантиметров, что требует последующего оперативного лечения, направленного на устранение неравенства длин конечностей (Conway J.D. et al., 2004).

Наличие обширного дефекта костной ткани дистального отдела бедренной и/или проксимального отдела большеберцовой костей (после металлоостеосинтеза, ревизионного или онкологического эндопротезирования) не позволяет

одномоментно сблизить и сопоставить костные фрагменты бедренной и большеберцовой костей. Данной группе пациентов показано выполнение реконструктивных операций (Kuchinad R. et al., 2014).

### **1.3. Реконструктивные операции при лечении пациентов с дефектами костей, образующих коленный сустав**

К настоящему времени при лечении пациентов с ДКОКС используются методики чрескостного остеосинтеза по Илизарову, а также комбинированные методы, когда внешняя и внутренняя фиксация дополняют друг друга.

При использовании внешней фиксации применяются «удлиняющий артродез» по Илизарову (Барабаш А.П., 1995; Manzotti A. et al., 2001), а также способы моно- или билокального удлинения конечности и моно- или билокального замещения дефекта костной ткани (Rozbruch S.R., 2002, Борзунов Д.Ю. с соавт., 2006) (рис. 1.6). Удлиняющий артродез, моно-(би-)локальное удлинение используются, когда во время операции удается адаптировать резецированные концы бедренной и большеберцовой костей. Однако при наличии обширного дефекта костей, образующих коленный сустав, одномоментное сопоставление концов костных фрагментов не представляется возможным вследствие гофрирования мягких тканей. Поэтому, если между концами бедренной и большеберцовой костей имеется диастаз, используют моно- или билокальное замещение дефекта по Илизарову.

Данные способы позволяют создать опороспособную конечность, устранить укорочение. К недостаткам данных способов следует отнести длительность и этапность лечения, неудобство для пациента, длительность периода остеосинтеза и связанные с этим проблемы наблюдения за пациентом (Paley D. et al., 2000, Conway J.D. et al., 2004). Данные способы требуют специализированной подготовки врача и наличия оборудования и часто ассоциируется с осложнениями: инфекция в области чрескостных элементов, несращение (Woon C.Y-L. et al., 2010, Борзунов Д.Ю. с соавт., 2006).

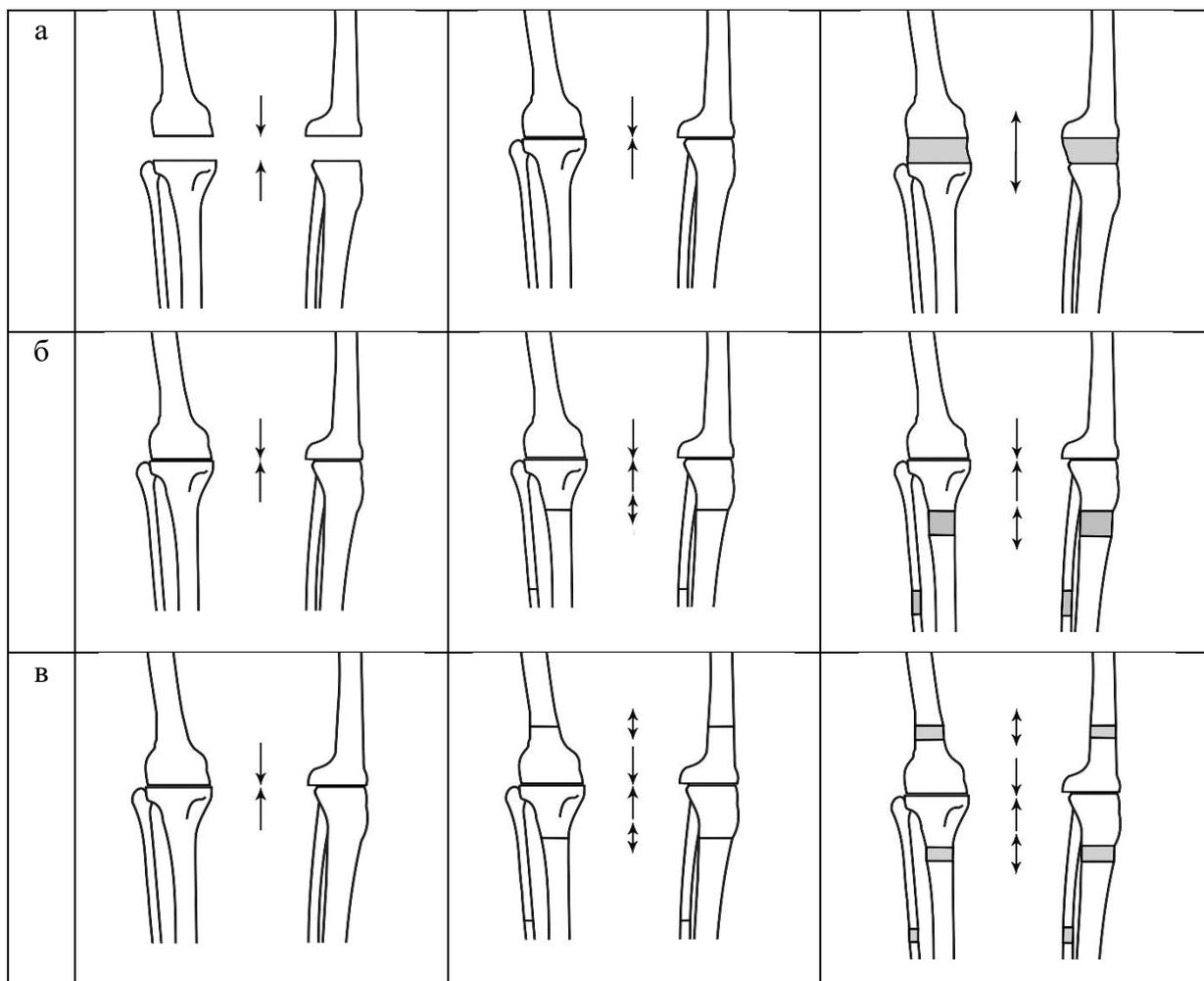


Рис. 1.6. Реконструктивные операции с использованием внешней фиксации: а – способ «удлиняющего артродеза» (Барабаш А.П., 1995); б – способ монолокального удлинения; в – способ биллокального замещения дефекта

В настоящее время, с целью сокращения «периода чрескостного остеосинтеза» все больше применяются методики комбинированного применения внешней и внутренней фиксации: «удлинение поверх гвоздя» (УПГ/LON – Lengthening Over Nail) (McCarthy J.J. et al., 2013) и «замещение дефекта поверх гвоздя» (ЗДПГ/BTON – Bone Transport Over Nail) (Oh C.W., 2008; Kocaoglu M. et al., 2015).

При УПГ длинных костей (рис. 1.7) используют интрамедуллярный стержень, который блокируют в проксимальном или дистальном отделе, «поверх гвоздя» накладывают аппарат внешней фиксации с использованием радиально проведенных чрескостных элементов и (или) экстракостальных фиксаторов (Сабилов Ф.К. с соавт., 2015). Выполняется остеотомия кости с последующей дистракцией во времени. По достижении необходимой величины удлинения

выполняют блокирование свободного конца стержня, аппарат внешней фиксации демонтируют. Применения данной методики при лечении пациентов с дефектами костей, образующих коленный сустав нами в литературе не найдено.

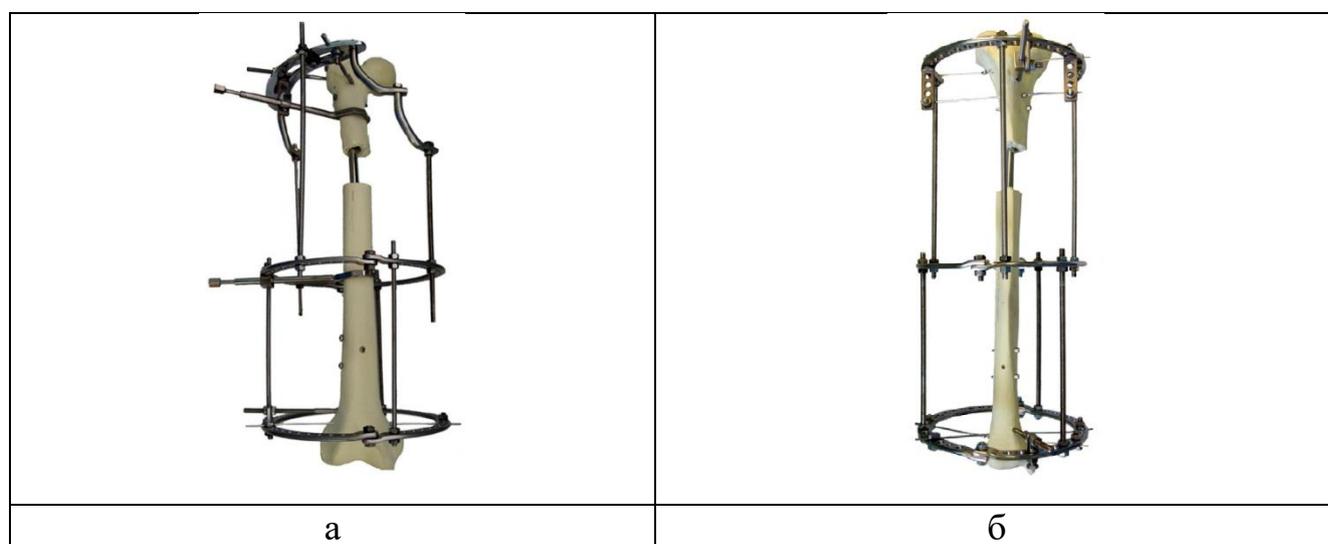


Рис. 1.7. Схема удлинения поверх гвоздя: а – бедра; б – голени

Применение методики замещения дефектов «поверх гвоздя» (ЗДПГ) (рис. 1.7) (Kühne С.А. et al., 2003, Eralp L. et al., 2007; Solomin L.N., 2012) позволяет сочетать одномоментное сопоставление концов костных фрагментов с удлинением конечности (бедренной и/или большеберцовой костей), что позволяет ускорить восстановление опороспособной функции конечности (за счет укорочения) и уменьшает сроки «ношения» аппарата внешней фиксации и связанных с этим осложнений (Oh С.W., 2008). После консолидации на уровне контакта костных фрагментов данные пациенты нуждаются в выполнении второго этапа реконструктивной операции – устранения неравенства длин конечностей.

В целом, применение комбинированных методик с использованием внутренних имплантов ограничено наличием активного инфекционного процесса (Kühne С.А. et al., 2003). Однако, теоретически, возможное использование антибактериальной цементной мантии на стержне может расширить возможности данного метода.

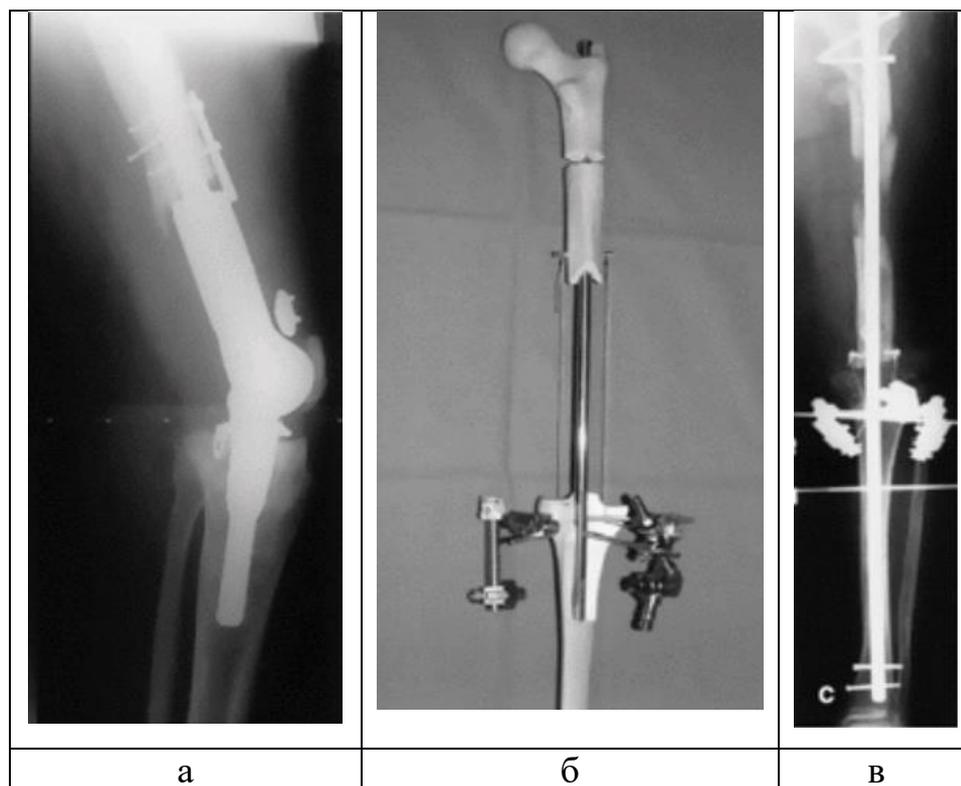


Рис. 1.7. Замещение дефекта поверх стержня при ДОКС после удаления онкологического протеза (Kühne С.А. et al., 2003): а – рентгенограмма нестабильного «онкологического» протеза коленного сустава; б – модель замещения дефекта; в – рентгенограммы на этапе лечения

Анализ вариантов лечения пациентов с ДКОКС будет неполным без упоминания возможности *одномоментной пластики* дефектов. Костная аутопластика для рассматриваемых ситуаций может рассматриваться, как вспомогательная операция вследствие ограниченности количества пластического материала. Также к недостаткам использования аутотрансплантатов можно отнести увеличение времени операции, дополнительная операционная травма, дискомфорт в донорской области, повышение риска послеоперационных осложнений (Lasanianos K. et al., 2010). Методика Маскулетт (Pelissier P. et al., 2004; Pipitone P.S. et al., 2014; Han W. et al., 2017) теоретически приемлема, но она имеет ограничения по тем же причинам – недостаток пластического материала, доступного для забора.

Возможность использования аллопластического костного материала теоретически не ограничена, но васкуляризация аллотрансплантатов и их перестройка протекают достаточно длительно. Требуется ограничение нагрузки на конечность весь период перестройки аллотрансплантата. При наличие очага

инфекции использование данного вида пластики ограничено (Столяров Е.А. с соавт., 2009).

Очень перспективным направлением выглядит применение структурных трансплантатов на основе титана (Lasanianos K. et al., 2009), наноуглеродных соединений (Шевцов В.И., 2015), а также комбинации костной пластики и кейджей (Lasanianos K. et al., 2009; Лазарев А.Ф. с соавт., 2009; 2011). Однако направление до сих пор не стало рутинной технологией, доступной для практического применения; хорошие и отличные результаты получены пока только “в руках авторов”. К тому же нам неизвестны результаты их применения при ДКОКС.

Завершая анализ современных возможностей при оперативном лечении пациентов с ДКОКС, которые имеют противопоказания для эндопротезирования, необходимо отметить, что согласно современным воззрениям данным пациентам для восстановления опороспособности и функции конечности необходимо как можно быстрее выполнить артродез коленного сустава с использованием внешней либо внутренней фиксации. При наличии укорочения свыше 3 см пациенту показана реконструктивная операция, направленная на устранение неравенства длин конечностей с использованием внешней фиксации, либо комбинированных методик (УПГ). Более неблагоприятной ситуацией является невозможность одномоментного сопоставления концов костных фрагментов в зоне дефекта. Такие пациенты нуждаются в выполнении реконструктивной операции: замещения дефекта в АВФ либо «поверх стержня» (ЗДПГ).

#### **1.4. Классификация, как метод выбора оптимальной тактики лечения**

Как известно, именно классификация призвана определять тактику лечения (выбор метода), прогнозировать и анализировать результаты (Мюллер М.Е. с соавт. 1996; Kellam J., 2013). Следует признать, что разнообразие дефектов длинных костей по величине, форме и локализации создает трудности для систематизации и разработки унифицированной классификации (Барабаш А.П., 1995).

Разработаны классификации дефектов *отдельных костей*. Так, в классификациях Илизарова Г.А., Девятова А.А. и Ларионова А.Е. (1977), Макушина

В.Д. (1987), Шевцова В.И. (1996) (рис. 1.8-1.10) отражаются анатомические особенности дефектов бедренной и большеберцовой костей: локализация, величина, форма.

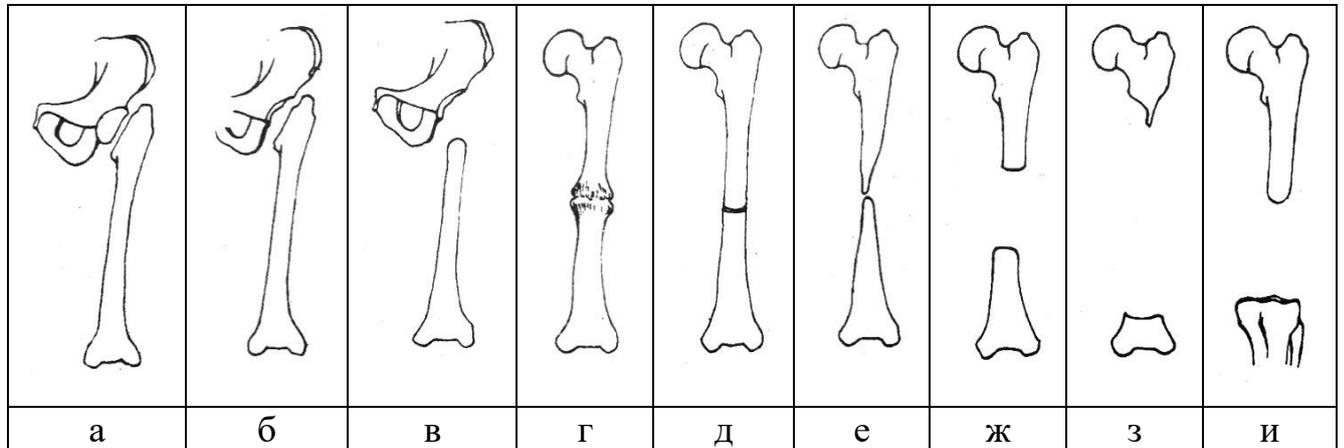


Рис. 1.8. Классификация дефектов бедренной кости (Шевцов В.И. с соавт., 1996 г.): а – дефект шейки; б – дефект головки и шейки; в – тотальный дефект проксимального конца бедра; г – дефект-псевдоартроз гиперпластической формы; д – дефект-псевдоартроз нормопластической формы; е – дефект-псевдоартроз гипопластической формы; ж – дефект-диастаз; з – дефект-диастаз субтотальный; и – дефект дистального конца бедра

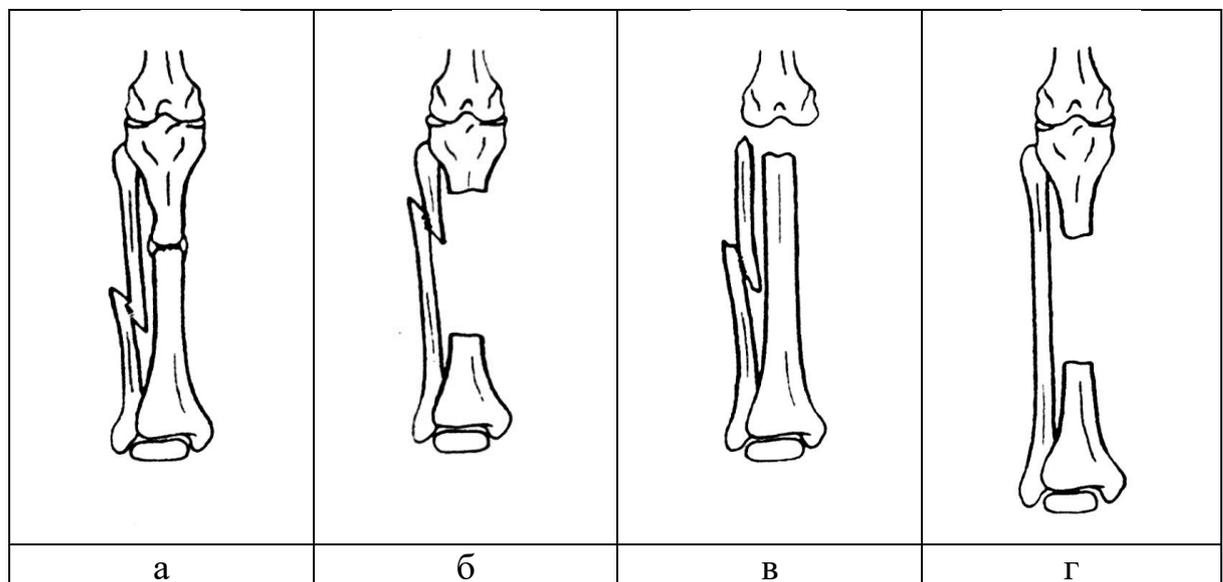


Рис. 1.9. Классификация дефектов большеберцовой кости (Шевцов В.И. с соавт., 1996 г.): а – дефект-псевдоартроз; б, в – дефект-диастаз с анатомическим укорочением; г – дефект-диастаз без анатомического укорочения

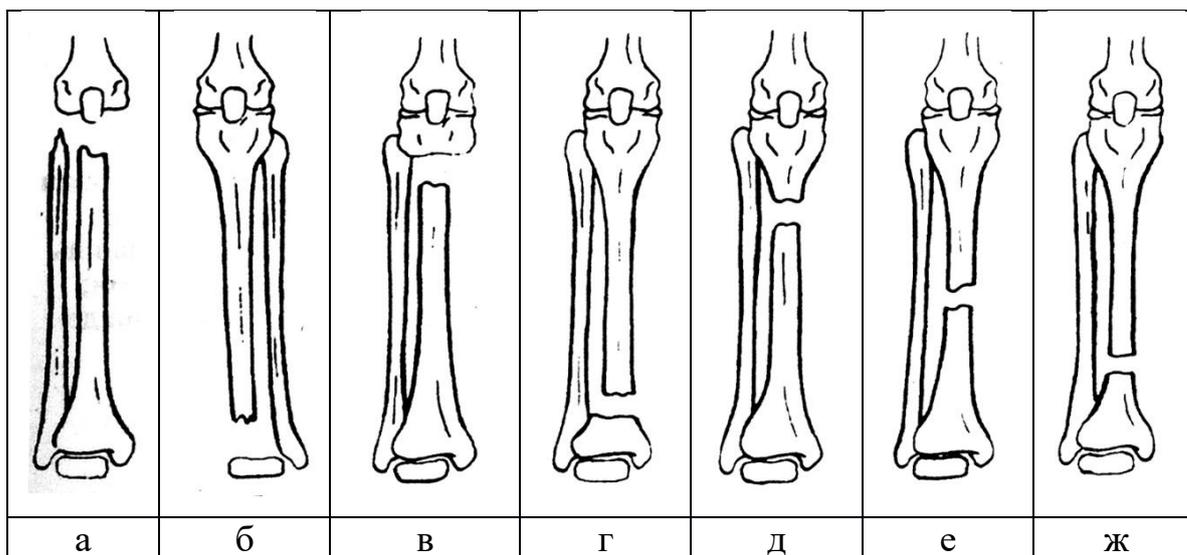


Рис. 1.10. Классификация дефектов большеберцовой кости (Шевцов В.И. с соавт., 1996 г.): а – проксимальный суставной конец; б – дистальный суставной конец; в – проксимальный: метафиз; г – дистальный метафиз; д – верхняя треть диафиза; е – средняя треть диафиза; ж – нижняя треть диафиза

Для диафизарных дефектов бедренной кости, осложненных хроническим посттравматическим остеомиелитом, Девятовым Т.А. (1998) предложена специальная классификация:

1. Дефект-псевдоартроз:

- а) с остеомиелитом одного из отломков вне зоны дефекта;
- б) с концевой формой остеомиелита одного из отломков;
- в) с концевой формой остеомиелита обоих отломков;
- г) с распространенным остеомиелитом одного из отломков;
- д) с распространенным остеомиелитом обоих отломков.

2. Дефект-диастаз:

- а) с остеомиелитом одного из отломков;
- б) с остеомиелитом обоих отломков;
- в) с остеомиелитом одного из отломков и свободно лежащими секвестрами или инородными телами;
- г) с остеомиелитом обоих отломков и свободно лежащими секвестрами или инородными телами;
- д) субтотальный краевой дефект-диастаз.

3. Пострезекционный дефект.

Следует отметить, что все вышеперечисленные классификации разработаны с позиций чрескостного остеосинтеза и предназначены для определения конкретного метода компрессионно-дистракционного остеосинтеза *по Илизарову*. Возможность выбора внутренней фиксации в них не рассматривается. Кроме этого, предложенные классификации рассматривают дефекты бедренной или большеберцовой костей «раздельно» и не включают сочетание дефектов обоих сегментов.

В иностранной литературе описаны и другие классификации костных дефектов и ложных суставов. Существует классификация М. Catagni (1991) для дефектов и ложных суставов конечностей:

тип В1: с сохранением длины сегмента конечности;

тип В2: сегмент конечности укорочен, но есть контакт между концами костных фрагментов;

тип В3: потеря костной ткани связана с укорочением сегмента конечности.

Классификация С. Karger (2012) разработана для диафизарных дефектов конечностей с позиции применения техники Маскулетт. В зависимости от величины дефекты были разделены на 4 типа:

тип I: дефект менее 20 мм;

тип II: дефект от 20 до 50 мм;

тип III: дефект от 50 до 100 мм;

тип IV: дефект более 100 мм.

Дополнительно дефекты были разделены на 2 типа:

S (segmented): сегментарные;

B (beveled): «скошенные», т.е. имеющие контакт.

С.М. Robinson (1995) предложил модифицированную классификацию для дефектов большеберцовой кости при открытых переломах:

trivial (обычные): частичный дефект, отсутствие контакта костных фрагментов менее 25%;

minor (малые): частичный дефект с контактом концов костных фрагментов от 25% до 50%, либо дефект с контактом костных фрагментов от 50% до 100% и максимальной величиной дефекта до 2,5 см;

moderate (средние): дефект с контактом костных фрагментов от 50% до 100% и максимальной величиной дефекта от 2,5 см до 10 см, либо циркулярный дефект величиной до 2,5 см;

severe (тяжелые): дефект с контактом костных фрагментов от 50% до 100% и величиной дефекта более 10 см, либо циркулярный дефект величиной более 2,5 см.

Для дефектов костей, образующих коленный сустав, с позиции *эндопротезирования*, предложено большое количество классификаций (таблица 1.1.) (Qiu Y.Y. et al., 2011).

Аналогичные классификации существуют и для дефектов костей, образующих тазобедренный сустав: Paprosky, Endoklinik, AAOS, Novel (Parry M.C. et al., 2010).

Отрицательной стороной классификаций, позволяющих проводить предоперационное планирование, является то, что наличие имплантов в области дефекта (металл, цемент) может маскировать истинные размеры дефекта, глубину и протяженность (Qiu Y.Y. et al., 2011). Все данные классификации рассматривают дефекты только эпифизарной или метаэпифизарной области костей, образующих коленный сустав, не затрагивая диафизарные дефекты. И главное – все они разработаны для решения вопросов, связанных с эндопротезированием.

Таким образом, в современной литературе до настоящего времени отсутствуют классификации дефектов костей, образующих коленный сустав, включающие в себя эпи- мета- и диафизарные дефекты как дистального отдела бедренной, так и проксимального отдела большеберцовой костей, а также их сочетание, и определяющие выбор метода оперативного вмешательства. Известные классификации предложены для определения разновидности конкретного метода лечения (эндопротезирование, чрескостный остеосинтез).

Классификации костных дефектов коленного сустава при  
эндопротезировании (Qiu Y.Y. et al., 2011)

Авторы	год	Оценка	сегмент	Оценка дефекта	Использование при предоперационном планировании
Dorr	1989	Интраоперационно	голень	внешний вид	Нет
Rand	1991	Интраоперационно	голень	размер, глубина	Нет
Bargar and Gross	1992	Интраоперационно	бедро и голень	внешний вид	Да
Elia and Lotke	1991	Интраоперационно	бедро и голень	Размер	Нет
Insall	1993	Интраоперационно	бедро и голень	внешний вид	Нет
Sloof and Malefijt	1995	Интраоперационно	бедро и голень	размер, область	Нет
AORI	1997	предоперационно и интраоперационно	бедро и голень	внешний вид, глубина	Да
Massachusetts General Hospital	2000	предоперационно и интраоперационно	бедро	глубина	Да
University of Pennsylvania	2003	Предоперационно	бедро и голень	внешний вид	Да
Clatworthy and Gross	2003	Интраоперационно	бедро и голень	Глубина	Да
Huff and Sculco	2007	предоперационно и интраоперационно	бедро и голень	внешний вид	Да

В 2014 году предложена классификация дефектов длинных костей, в основе которой лежит принцип классификации переломов АО: от простого к сложному, с буквенно-цифровым обозначением конкретного типа патологии (Solomin L.N.,

2016). Классификация имеет в основе деление дефектов на 4 типа в соответствии с их усложнением и клинической значимостью: А, В, С и D. В каждом типе определены группы и подгруппы.

#### Классификация дефектов длинных костей

(Solomin L.N., 2016)

А – ограниченные дефекты (<20%)

А1 – внесуставные (диафизарные)

А1.1 – дефект заполнен остеогенной тканью

А1.2 – “истинный” дефект (без заполнения)

А1.3 – дефект заполнен неостеогенной тканью

А2 – околосуставные (метафизарные)

А2.1 – дефект заполнен остеогенной тканью

А2.2 – “истинный” дефект (без заполнения)

А2.3 – дефект заполнен неостеогенной тканью

А3 – суставные (ограниченные)

А3.1 – дефект заполнен остеогенной тканью

А3.2 – “истинный” дефект (без заполнения)

А3.3 – дефект заполнен неостеогенной тканью

В – костные фрагменты имеют контакт

В1 – полный контакт с анатомическим укорочением

В1.1 – дефект-укорочение

В1.2 – ложные суставы (нормо- и гипертрофические)

В2 – ограниченный контакт без анатомического укорочения

В2.1 – контакт не менее 50%

В2.2 – контакт не менее 20%

В2.3 – контакт менее 20%

В3 – ограниченный контакт с анатомическим укорочением

В3.1 – контакт не менее 50%

В3.2 – контакт не менее 20%

В3.3 – контакт менее 20%

C – костные фрагменты не имеют контакта (сегментарные дефекты, дефект-диастазы)

C1 – сегментарные дефекты без укорочения

C1.1 – расстояние между концами костных фрагментов <15% от длины сегмента (“<4 см”)

C1.2 – расстояние между концами костных фрагментов <30% от длины сегмента (“<10 см”)

C1.3 – расстояние между концами костных фрагментов >30% от длины сегмента (“>10 см”)

C2 – сегментарные дефекты с укорочением

C2.1 – оба конца фрагментов косые (>30 гр.)

C2.2 – один из концов косой (>30 гр.)

C2.3 – концы поперечные (<30 гр.)

C3 – субтотальные дефекты

C3.1 – одной из костей «двукостных» сегментов

C3.2 – «однокостных» сегментов

C3.3 – обеих костей «двукостных» сегментов

D – суставные полные дефекты

D1 – эпифизарные

D1.1 – контакт с анатомическим укорочением

D1.2 – дефект-диастазы без укорочения

D1.3 – дефект-диастазы с укорочением

D2 – эпиметафизарные

D3 – эпиметадиафизарные

D4 – ампутационные

### Примечания

1. Так же, как и в классификации переломов Muller-АО может быть использовано цифровое обозначение костей и их сегментов.

2. Под остеогенными тканями принимаются такие, как организующаяся гематома и другие ткани, образующиеся на стадиях репаративного остеогенеза;

заполнение дефекта различными видами трансплантатов и т.п. Неостеогенные ткани применительно к данной классификации такие, как киста, опухолевая ткань, цемент; наличие замыкательных пластин и т.п.

3. Известно, что уменьшение диаметра кости более чем на 20% резко увеличивает опасность переломов. Именно поэтому данная величина использована в классификации.

4. При угловой деформации истинное укорочение (дефект) должны быть определены после моделирования устранения деформации.

5. Величина дефект-диастаза составляет сумму измерений: собственно расстояния между концами костных фрагментов и величины укорочения сегмента конечности.

6. Сегментарные дефекты до 4 см могут быть замещены монолокальным дистракционным остеосинтезом.

Дефект костной ткани может сочетаться с поражением мягких тканей, инфекционным процессом, нейро-сосудистыми нарушениями, деформацией сегмента, девитализацией костных фрагментов и так далее. В этом случае следует дополнительно использовать соответствующие классификации, в том числе разработанные АО.

Согласно данной классификации тема настоящего исследования затрагивает дефекты 33-D, 41-D и, отчасти, 33-A3 и 41-A3. Следует констатировать, что для ситуаций, когда эндопротезирование не показано, данная классификация должна быть детализирована. Детализация классификации, как мы надеемся, позволит использовать ее для определения оптимального метода лечения. В свою очередь это позволит проанализировать результаты лечения данного контингента больных.

## 1.5. Резюме

В настоящее время увеличивается количество пациентов с обширными дефектами костей, образующих коленный сустав, в результате увеличения числа операций ревизионного эндопротезирования, инфекционных осложнений после металлоостеосинтеза костей, образующих коленный сустав. В результате радикальной хирургической обработки очага инфекции области коленного сустава, удаления компонентов эндопротеза, формируется обширный дефект костной ткани, при котором последующее ревизионное эндопротезирование затруднительно или даже невозможно.

Разнообразие дефектов длинных костей по величине, форме и локализации создает трудности для систематизации и разработки унифицированной классификации. Существующие классификации дефектов костей, образующих коленный сустав разработаны с позиций эндопротезирования, классификации дефектов бедренной и большеберцовой костей – изолированные для каждого сегмента и не подразумевают их сочетания, разработаны с позиций чрескостного остеосинтеза. Отсутствует классификация, объединяющая в себе оба сегмента и определяющая возможную тактику оперативного лечения (артродез или реконструктивное вмешательство). Систематизированная классификация дефектов костей, образующих коленный сустав по нашему мнению позволит обосновать рациональные подходы к выбору методики артродезирования коленного сустава.

«Золотым стандартом» в лечении пациентов с дефектами костей, образующих коленный сустав, при невозможности выполнения ревизионного эндопротезирования, является выполнение операции артродеза коленного сустава с использованием различных методов фиксации: внешней или внутренней. Остается открытым вопрос: в каких случаях, при выполнении артродеза коленного сустава имеются преимущества для использования интрамедуллярного стержня, в каких – для аппарата внешней фиксации. Каково количество внешних опор в аппарате внешней фиксации, сочетающих в себе оптимальное соотношение между поставленной задачей (компрессионного артродеза коленного сустава) и удобством для пациента (минимизацией компоновки).

Наличие протяженного дефекта, невозможность одномоментного сопоставления концов костных фрагментов требует выполнения реконструктивных вмешательств (замещение дефекта поверх стержня или в аппарате внешней фиксации). Остаточное функционально значимое укорочение конечности также требует последующих реконструктивных операций.

Таким образом, наличие у пациента обширного дефекта костей, образующих коленный сустав требует создания алгоритма для выбора наиболее оптимальной тактики оперативного лечения, основанного на величине и характере дефекта. Поиску решения этих вопросов посвящено это исследование.

**ГЛАВА 2.****МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ****2.1. Общая характеристика диссертационной работы**

Диссертационное исследование выполнено в ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Министерства Здравоохранения Российской Федерации. Работа включает в себя аналитическую, экспериментальную и клиническую части. Все разделы диссертационного исследования объединены общей целью, направленной на обоснование дифференцированного подхода к выбору методики артрорезирования коленного сустава при наличии дефекта образующих его костей и наличии противопоказаний к эндопротезированию.

Аналитический раздел диссертационного исследования посвящен разработке клинической классификации дефектов костей, образующих коленный сустав при наличии противопоказаний к выполнению эндопротезирования. Предназначение данной классификации – служить основой для определения оптимального метода лечения пациентов с ДКОКС.

В экспериментальной части диссертационного исследования ставилась задача обосновать оптимальные компоновки аппарата Илизарова для выполнения артрореза коленного сустава в зависимости от типа дефекта. Кроме этого, в данной части диссертации ставилась задача усовершенствовать способ артрореза коленного сустава длинным блокируемым стержнем.

Клиническая часть диссертационного исследования посвящена изучению эффективности лечения 85 пациентов с дефектами костей, образующих коленный сустав.

Анализ полученных данных проводился: для групп артрорезов с использованием статистических методов: непараметрических критериев Манна-Уитни, медианного хи-квадрат, модуля ANOVA. Группа реконструктивных пациентов сравнивалась с данными литературы.

## 2.2. Разработка клинической классификации дефектов костей, образующих коленный сустав, при наличии противопоказаний к эндопротезированию

Для реализации данной задачи было проанализировано 70 рентгенограмм пациентов с дефектами костей, образующих коленный сустав (ДКОКС), которым было отказано в выполнении ревизионного эндопротезирования. В основе для отказа в выполнении ревизионного протезирования был алгоритм, разработанный в РНИИТО им. Р.Р. Вредена (Преображенский П.М., 2016). Все пациенты проходили лечение в ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Министерства Здравоохранения Российской Федерации.

Использовались цифровые и аналоговые рентгенограммы коленного сустава в двух стандартных проекциях. Для бедренной и большеберцовой кости выделяли следующие зоны: эпифизарную, метафизарную, диафизарную (рис. 2.4).

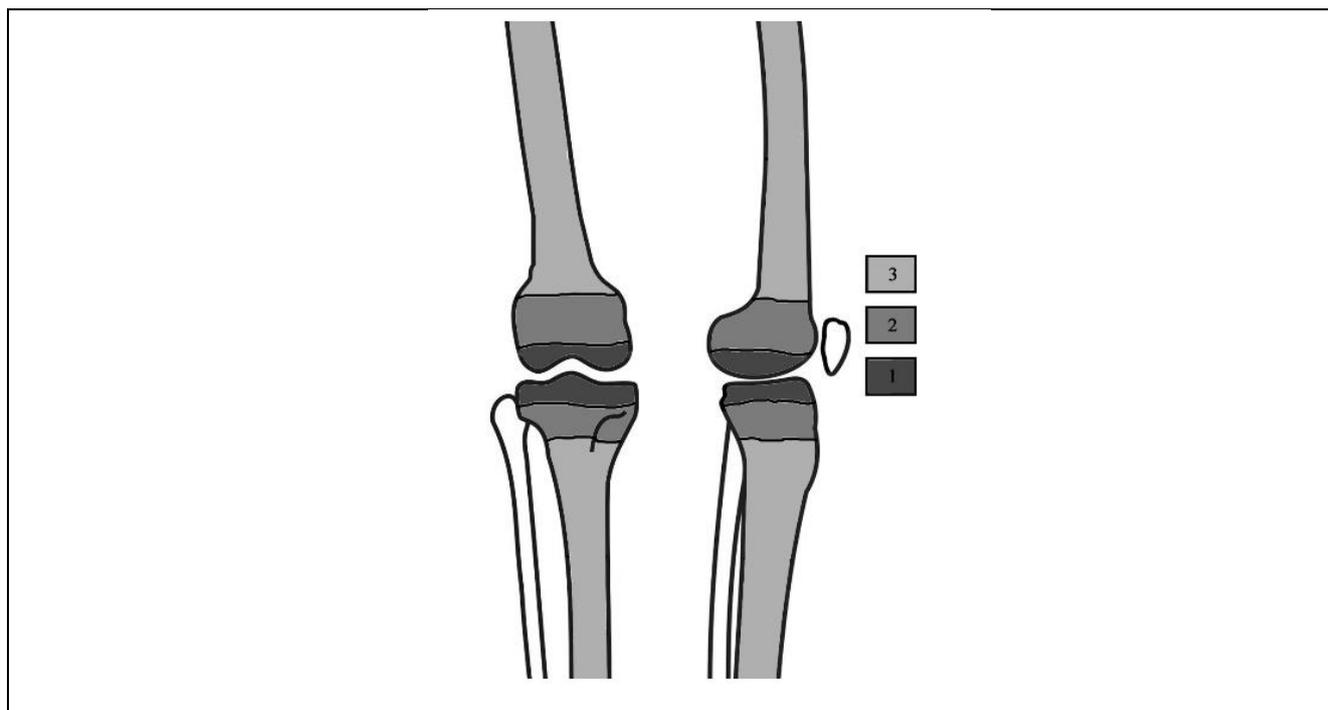


Рис 2.1. Границы дефекта бедренной и/или большеберцовой костей: 1. – эпифизарная зона; 2. – метафизарная зона; 3. – диафизарная зона

Дефекты костей, образующих коленный сустав, оценивали отдельно для бедренной и большеберцовой костей. На прямых рентгенограммах оценивали границы наружной и внутренней кортикальных пластинок; на боковых рентгенограммах, соответственно – границы передней и задней кортикальной

пластинок. При наличии цементного спейсера или имплантов, за границу принимали линию «кость-цемент» («кость-имплант»). Все выявленные варианты ДКОКС, имеющие сходные признаки по форме и размеру были приняты, как основа для классификации.

### **2.3. Экспериментальное обоснование оптимальных компоновок аппарата внешней фиксации для выполнения артродеза коленного сустава**

Как указывалось, в главе 1, для выполнения артродеза коленного сустава разные авторы используют компоновки на основе от двух до четырех внешних опор. Компоновки на основе 4-х опор, несомненно, обеспечивает большую жесткость фиксации костных фрагментов и могли бы быть использованы для всех названных типов ДКОКС. Однако минимальные (2 опоры) компоновки АВФ более удобны для пациента; наложение и уход за подобными конструкциями менее трудозатратны. Поэтому целью настоящего исследования было определить, при каких типах ДКОКС могут быть применены компоновки на основе 2-х и 3-х опор без потери необходимой жесткости фиксации костных фрагментов.

Для разработки компоновок использованы методические разработки по биомеханике чрескостного остеосинтеза (Соломин Л.Н., 2014), метод компоновок чрескостных аппаратов (Медицинская технология ФС №2009/120), «Метод унифицированного обозначения чрескостного остеосинтеза (МУОЧО) и «Атлас позиций для проведения чрескостных элементов» (Соломин Л.Н. с соавт., 2005, 2014). Таким образом, каждая из компоновок обеспечивала максимально возможную жесткость фиксации костных фрагментов, которая доступна данному количеству внешних опор при ограничении количества чрескостных элементов: не более 5-и в каждый фрагмент. С учетом возможности игнорировать смещения мягких тканей в нижней трети бедра и верхней трети голени при операции артродеза коленного сустава, использованы не только «рекомендуемые позиции», но и позиции доступности.

На основании разработанной классификации дефектов костей, образующих коленный сустав (Глава 3.2), для возможности выполнения артродеза коленного

сустава подходят эпифизарные и метаэпифизарные дефекты. В предложенной классификации нами выделяются дефекты с полным (тип I, ПА, ПС, ША) и частичным (ПВ, ШВ) контактом костных поверхностей. При частичном контакте костных поверхностей дефект включает в себя до  $2/3$  диаметра метаэпифизарной зоны одного или обоих сегментов. Дополнительно, в эксперименте нами использован промежуточный вариант дефекта – до  $1/2$  диаметра метаэпифизарной зоны, располагающейся по передней полуокружности обоих сегментов.

Принятые к исследованию компоновки представлены на рис. 2.2 (рис.2.2).

Таким образом, в эксперименте исследовали компоновки аппарата внешней фиксации для трех вариантов дефектов (рис. 2.3):

- эпиметафизарный дефект с полным контактом костных фрагментов;
- эпиметафизарный дефект с площадью контакта на стыке, составляющей 50% площади сечения кости;
- эпиметадиафизарный дефект с площадью контакта на стыке, составляющей 30% площади сечения кости.

В качестве имитатора кости использовали пластиковые модели бедренной и большеберцовой костей.

Каждая из компоновок была исследована в трех сериях эксперимента: для каждого из трех вариантов моделируемых дефектов.

Использовали стандартные кольцевые опоры, опоры  $2/3$  кольца диаметром 150 мм, 180 мм и 220 мм, а также секторные опоры 180 мм, как наиболее часто применяемые при чрескостном остеосинтезе бедра и голени. Подбор диаметра опор и их ориентацию относительно мягких тканей на каждом уровне бедренной и большеберцовой кости выполняли по принятым в чрескостном остеосинтезе правилам (Илизаров Г.А. с соавт., 1977; Шевцов В.И. с соавт., 1996; Андрианов М.В., 2007; Мыкало Д.А., 2009; Соломин Л.Н., 2014).

Тип модели	Фото модели	МУОЧО
а		<u>V,11,110; VI,8,90; VI,9-3; VII,1,80</u> →← 180 →← <u>II,11,90; III,4-10; III,11,90; IV,1,80</u> 150
б		<u>II,9,90; III,10,90; - V,11,90; VI,3-9; VI,1,90</u> ¼ 220 180 →← <u>III,1,90; IV,4-10; IV,1,90; V,1,110</u> 150
в		<u>II,9,90; III,10,90; - V,11,90; VI,3-9; VI,1,90</u> ¼ 220 180 →← <u>III,1,90; IV,4-10; IV,1,90; V,1,110</u> - 150 - <u>III,1,90; IV,4-10; VII(8-2)8-2; 4-10</u> 150

Рис. 2.2. Компоновки АВФ для выполнения артродеза коленного сустава: а. – на основе 2-х внешних опор; б. – на основе 3-х внешних опор; в. – на основе 4-х внешних опор

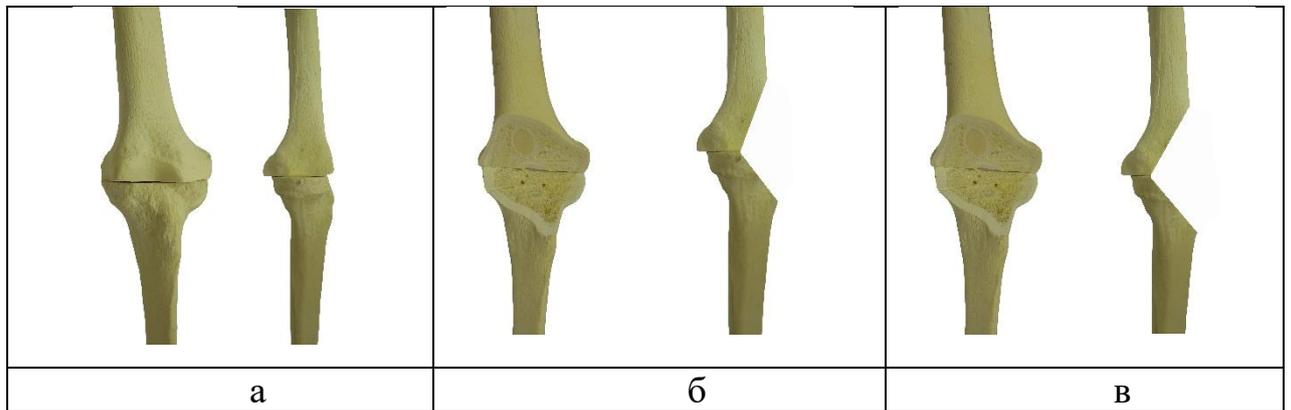


Рис. 2.3. Варианты моделируемых дефектов: а. – эпифизарный с полным контактом; б. – эпиметафизарный с площадью контакта костных поверхностей 50%; в. – эпиметадиафизарный с площадью контакта костных поверхностей 30%

Жесткость фиксации костных фрагментов при выполнении артродеза коленного сустава исследовалась согласно медицинской технологии: «Метод исследования жесткости чрескостного остеосинтеза при планировании операций» (Корнилов Н.В. с соавт., 2005).

Эксперимент включал в себя исследование реакции каждой компоновки в зависимости от смещающих усилий во фронтальной и сагиттальной плоскостях, а также по механической оси нижней конечности. Поперечную жесткость фиксации костных фрагментов во фронтальной плоскости исследовали, моделируя «отведение» и «приведение» сегмента конечности: силы  $F_{\text{отв}}$  и  $F_{\text{прив}}$ . Поперечную жесткость фиксации костных фрагментов в сагиттальной плоскости исследовали, моделируя «сгибание» и «разгибание»: силы  $F_{\text{сгиб}}$  и  $F_{\text{разгиб}}$ . Продольную жесткость остеосинтеза исследовали, прилагая нагрузку по механической оси конечности, под углом  $7^\circ$  к фрагменту диафиза модели бедренной кости, имитируя осевую нагрузку:  $F_{\text{осев}}$  (рис. 2.4).

Эксперименты проводились на основании следующего допущения: если смещение нагружаемого имитатора кости достигло 1 мм, нагрузка считалась предельной, и ее дальнейшее приращение прекращалось.

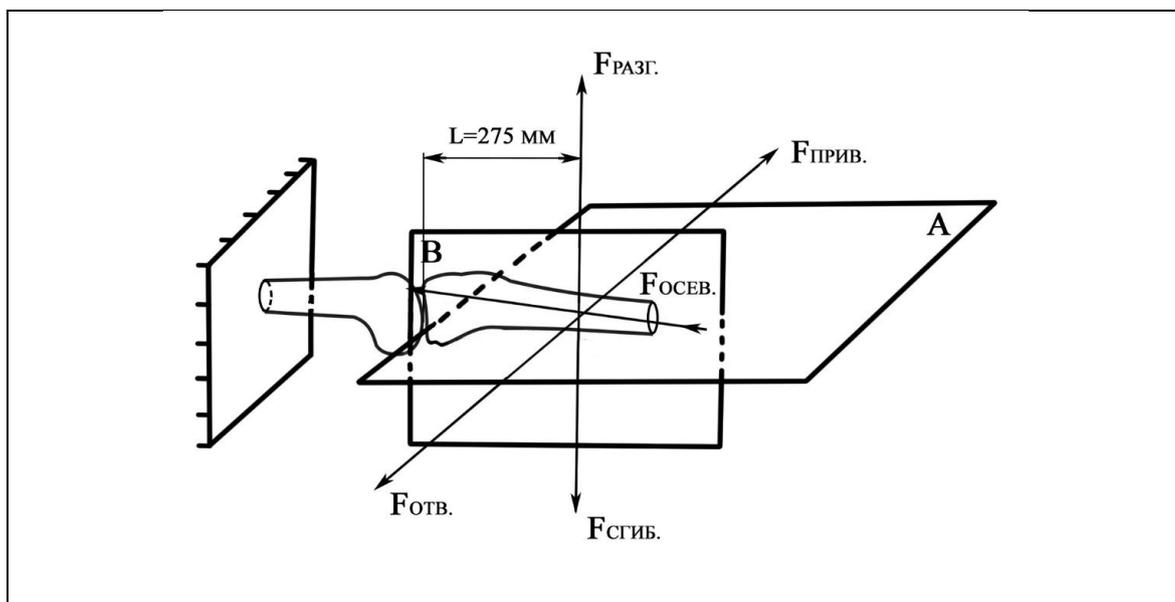


Рис. 2.4. Схема смещающих нагрузок:  $F_{\text{отв}}$  и  $F_{\text{прив}}$  – поперечная сила для моделирования отведения и приведения;  $F_{\text{сгиб}}$  и  $F_{\text{разгиб}}$  – поперечная сила для моделирования сгибания и разгибания;  $F_{\text{осев.}}$  – продольная сила для моделирования осевой нагрузки; А – фронтальная плоскость; В – сагиттальная плоскость

Исследуемая модель компоновки аппарата внешней фиксации закреплялись в биомеханическом стенде за имитатор бедренной кости. Концы костных фрагментов соприкасались до контакта. На расстоянии 275 мм от стыка фрагментов бедренной и большеберцовой костей к имитатору большеберцовой кости прилагалась нагрузка в зависимости от типа исследуемой жесткости (продольная, поперечная, осевая). На расстоянии 40 мм проксимальнее от места приложения нагрузки на имитаторе большеберцовой кости устанавливался первый индикатор линейных перемещений. Второй индикатор линейных перемещений устанавливался проксимальнее первого, на расстоянии 40 мм. При помощи тарированных грузов (100 гр) прикладывали нагрузку на имитатор большеберцовой кости с постепенным увеличением. Значения датчиков фиксировали до момента при котором происходило смещение в  $1^\circ$ .

При исследовании осевой нагрузки между имитаторами фрагментов бедренной и большеберцовой костей создавался диастаз равный 1 мм и, также при помощи тарированных грузов, прикладывали нагрузку по механической оси до соприкосновения концов имитаторов костных фрагментов.

Компоновки аппарата внешней фиксации для вариантов дефектов с неполным контактом костных поверхностей (контакт, составляющий 50% площади сечения кости и контакт, составляющий 30% площади сечения кости) дополнительно исследовали с созданием межфрагментарной компрессии 5 мм.

Для сравнения компоновок между собой использовали показатели коэффициента жесткости (K). Коэффициент жесткости – это отношение внешних нагрузок к линейным и угловым перемещениям. Для получения статистически достоверных данных нами было проведено по 30 серий экспериментов для каждой компоновки. Всего было выполнено 90 серий экспериментов: 30 серий для каждой из трех компоновок.

#### **2.4. Усовершенствование способа артродеза коленного сустава длинным блокируемым стержнем**

Используемый интрамедуллярный бедренный стержень для высоких и низких переломов бедренной кости имеет заданную кривизну ( $R=2$  м) в сагиттальной плоскости. При стандартном введении гвоздя это обеспечивает некоторое “сгибание в коленном суставе”, однако во фронтальной плоскости при этом возникает варусная деформация конечности за счет устранения физиологического вальгусного отклонения голени. Для эксперимента использовали пластиковую бедренную (длиной 43 см), большеберцовую кости (38 см) и стержень длиной 60 см. При моделировании артродеза стержень поэтапно разворачивали вовнутрь (рис. 2.4) на  $15^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$  и  $60^\circ$  и определяли изменение положения большеберцовой кости относительно бедренной во фронтальной и сагиттальной плоскостях, а также изменение положения механической оси нижней конечности во фронтальной плоскости.



Рис. 2.5. Схема поворота интрамедуллярного стержня

## 2.5. Изучение клинической эффективности лечения пациентов с дефектами костей, образующих коленный сустав

При изучении клинической эффективности лечения пациентов с обширными дефектами костей, образующих коленный сустав, нами был проведен сравнительный ретро- и проспективный анализ историй болезни пациентов с ДКОКС, проходивших лечение в ФГБУ РНИИТО им. Р.Р. Вредена в 2006-2016 гг.

Все рассматриваемые пациенты были разделены на две основные клинические группы. В первую группу (*Кл-1*) вошли пациенты, которым был выполнен артродез коленного сустава ( $n=60$ ). Во вторую группу (*Кл-2*) вошли пациенты, которым по причине обширного дефекта одномоментное сопоставление концов костных фрагментов было невозможным, и поэтому выполнялись реконструктивные вмешательства ( $n=25$ ).

Первая группа пациентов (артродез коленного сустава) была разделена на 2 подгруппы: *Кл-1.1* и *Кл-1.2*. Подгруппу *Кл-1.1* составили пациенты, артродез которым выполнялся при помощи внешней фиксации – аппаратом Илизарова ( $n=30$ ). Вторую подгруппу *Кл-1.2* составили пациенты, которым артродез коленного сустава был выполнен блокируемый интрамедуллярный остеосинтез (БИОС) с использованием бедренного стержня ЦИТО ( $n=30$ ). Для определения размеров требуемого стержня (длина и диаметр) пациентам выполнялись телерентгенограммы нижних конечностей в двух стандартных проекциях (Paley D.,

2005). Длина необходимого стержня измерялась от грушевидной ямки бедренной кости до границы средней и нижней трети большеберцовой кости; диаметр стержня замерялся по минимальной ширине костномозгового канала диафиза большеберцовой кости и составлял от 8 до 13 мм.

Вторая группа пациентов, также была разделена на подгруппы: Кл-2.1 и Кл-2.2. Подгруппа пациентов, которым реконструктивные вмешательства выполнялись с использованием чрескостного остеосинтеза (n=13) была обозначена, как *Кл-2.1*. Подгруппа пациентов, которым выполнялись реконструктивные вмешательства с использованием комбинированных методик (n=12) составила *Кл-2.2*. Методики, которые были использованы при лечении пациентов Кл-2.2 условно могут быть обозначены, как «Реконструкции Поверх Гвоздя» (РПГ). При выполнении реконструкций поверх гвоздя в одном случае у одного пациента последовательно были применены два метода: первым этапом выполнялось замещение дефекта поверх гвоздя, затем, вторым этапом выполнялось удлинение поверх гвоздя.

Таким образом, всего нами было проанализировано 85 случаев лечения пациентов с ДКОКС (табл. 2.1)

Таблица 2.1

Группы пациентов с дефектами костей, образующих коленный сустав

Группы пациентов	Количество	
	абс.	%
<b>1. Артродез коленного сустава (Кл-1)</b>	<b>60</b>	<b>70,5</b>
- при помощи АВФ (Кл-1.1)	30	35,25
- с использованием БИОС (Кл-1.2)	30	35,25
<b>2. Реконструктивно-пластические вмешательства (Кл-2)</b>	<b>25</b>	<b>29,5</b>
Замещение дефекта методом чрескостного остеосинтеза (Кл-2.1)	13	15,3
“Реконструкции поверх гвоздя” (РПГ) (Кл-2.2)	12	14,2

Пациенты клинической группы 1 (Кл-1.1 и Кл-1.2) были сравнимы по полу, возрасту, типу костного дефекта (табл. 4.1 – табл. 4.2, Глава 4). Данные группы

пациентов сравнивались также по длительности операции, величине кровопотери, длительности стационарного лечения, количеству предшествовавших операций, сроках наступления анкилоза, остаточному укорочению (табл. 4.3 – табл.4.4, Глава 4).

При исследовании пациентов Кл-2 во внимание принимались следующие показатели: пол, возраст, тип дефекта, количество предшествовавших операций, период чрескостного остеосинтеза, длительность стационарного лечения, осложнения, остаточное укорочение конечности. Следует отметить, что ввиду своей малочисленности, разнородности пациентов и типов дефектов, вторая клиническая группа (Кл-2), представлена нами описательно с выявлением тенденций и сравнением с данными мировой литературы.

Тип костного дефекта, укорочение конечности до и после операции оценивали при рентгенографическом исследовании. Для этих целей использовались телерентгенограммы нижних конечностей во фронтальной и сагиттальной проекциях, выполненных по стандартной методике (Paley D., 2005). Рентгенограммы выполнялись на сроках 3, 6, 12 месяцев после операции. При сомнениях в степени консолидации (10% случаев) выполнялась компьютерная томография области коленного сустава.

Для оценки функциональных результатов лечения у пациентов клинической группы 1 использовали неспецифический опросник SF-36 (англ. The Short Form-36). SF-36 состоит из 36 вопросов, сгруппированных в восемь шкал: физическое функционирование, ролевое функционирование, интенсивность боли, общее состояние здоровья, жизненная активность, социальное функционирование, эмоциональное функционирование и психологическое здоровье (Ware J.E. et al., 1995). Показатели каждой шкалы составлены таким образом, что чем выше значение показателя (от 0 до 100), тем лучше оценка по избранной шкале. Оценивали показатели опросника до операции, на сроках 3, 6 и 12 месяцев после операции.

При анализе осложнений у пациентов, пролеченных с использованием метода Илизарова (Кл1-1, Кл-2), применялась предложенная J.Caton классификация,

связывающая осложнения с результатами лечения (Lascombes P., 2012; Paley D., 1990) Данная классификация включает в себя три категории:

I категория: осложнения отсутствуют или имеются минимальные осложнения, не повлиявшие на результат лечения (контрактуры смежных суставов легкой степени, остаточные деформации, не нарушающие ось конечности, воспаления мягких тканей вокруг мест выходов чрескостных элементов, которые были купированы консервативным лечением, тракционная невропатия, устраненная консервативно);

II категория: осложнения, при которых требовались дополнительные хирургические вмешательства, не запланированные в начале лечения, но и не повлиявшие на его конечный результат (преждевременная консолидация, деформация или перелом на уровне регенерата с возможностью закрытой репозиции и восстановлением длины и оси конечности, достигнутых после основного этапа хирургического лечения, подвывих в смежном к удлиняемому сегменту суставе, воспаление мягких тканей вокруг мест выходов чрескостных элементов, потребовавших перепроведения последних);

III категория: значимые осложнения, потребовавшие дополнительных хирургических вмешательств и повлиявшие на конечный результат проводимого лечения, при которых планируемая цель лечения не была достигнута (переломы и деформации на уровне регенерата с невозможностью устранения деформации и восстановления достигнутой длины конечности при помощи репозиции, контрактуры тяжелой степени, потребовавшие хирургических вмешательств, обострение очага хронической инфекции, спицевой остеомиелит, стойкие неврологические нарушения не купировавшиеся консервативным путем).

В случае наличия у пациентов двух и более осложнений их относили к категории с более тяжелыми осложнениями.

Осложнения у пациентов, артродез которым выполнялся с использованием интрамедуллярного стержня (Кл-1.2) по следующим показателям: группа осложнений, не повлиявших на результат лечения (нестабильность дистальных

блокирующих винтов), и группа осложнений, повлиявших на результат лечения (рецидив глубокой инфекции, перелом металлоконструкции/стержня).

## **2.6. Статистическая обработка количественных данных**

Полученные результаты обрабатывались с использованием программного обеспечения STATISTICA for Windows (версия 9.0).

По массиву клинических результатов в анализируемых группах проводили полное статистическое описание полученных данных:

- исходное состояние пациентов (общие сведения, тип патологии, величина дефекта, количество предшествующих операций);
- характеристика проводимого лечения (применяемая методика, длительность операции, величина кровопотери);
- результаты лечения (продолжительность лечения, период фиксации, функциональные результаты, наличие осложнений).

Для анализа результатов, полученных в ходе эксперимента (оценка величины смещения в разных плоскостях), использовались критерии Манна-Уитни, медианный хи-квадрат и модуль ANOVA.

Сопоставление частотных характеристик качественных показателей (пол, диагноз, сопутствующая патология) проводилось с помощью непараметрических методов  $\chi^2$ ,  $\chi^2$  с поправкой Йетса (для малых групп), критерия Фишера.

Сравнение количественных параметров (возраст, продолжительность лечения, величина кровопотери) в исследуемых группах осуществлялось также с использованием непараметрических критериев Манна-Уитни, медианного  $\chi^2$  и модуля ANOVA.

Оценка изучаемых показателей в динамике (включая шкалы качества) после проведенного лечения выполнялись с помощью критерия знаков и критерия Вилкоксона.

Критерием статистической достоверности получаемых результатов мы считали общепринятую в медицине величину  $p < 0,05$ . Вывод о наличии или отсутствии достоверных различий делался в том случае, если мы имели одинаковые результаты по всему множеству применявшихся критериев, что

позволяло говорить об устойчивости формулируемых выводов (Реброва О.В., 2002; Юнкеров В.И. с соавт., 2005).

### **ГЛАВА 3.**

## **АНАЛИТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДОВ ВЫПОЛНЕНИЯ АРТРОДЕЗА КОЛЕННОГО СУСТАВА У ПАЦИЕНТОВ С ДЕФЕКТАМИ ОБРАЗУЮЩИХ ЕГО КОСТЕЙ**

В основе разработки алгоритма лечения пациентов с дефектами костей, образующих коленный сустав должна лежать классификация. Именно поэтому первая часть данной главы посвящена разработке рабочей классификации дефектов костей, образующих коленный сустав при наличии противопоказаний к эндопротезированию. В экспериментальной части работы в результате исследования жесткости чрескостного остеосинтеза обосновано использование оптимальных компоновок аппарата внешней фиксации в зависимости от типов дефектов. С целью усовершенствования методики артродеза коленного сустава интрамедуллярным стержнем обоснован способ его введения.

### **3.1. Разработка рабочей классификации дефектов костей, образующих коленный сустав, при наличии противопоказаний к эндопротезированию**

Материалы и методы исследования представлены в разделе 2.2.

Проведенный анализ рентгенограмм позволил определить, что в 6 случаях (8,6%) у пациентов имелись эпифизарные дефекты дистального отдела бедренной и/или проксимального отдела большеберцовой кости (рис. 3.1.). Причиной дефектов явились последствия перенесенного гнойного остеоартрита коленного сустава. Данная группа пациентов сформировала тип I ДКОКС.

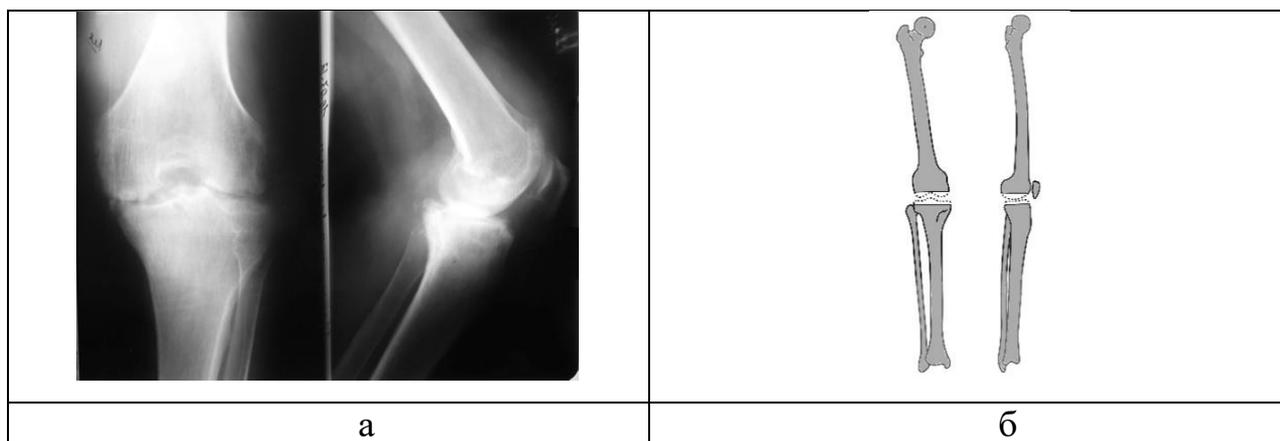


Рис. 3.1. Тип I ДКОКС. Рентгенограмма (а) и схема (б) эпифизарного дефекта костей, образующих коленный сустав

Дефекты костей, образующих коленный сустав, включающие эпиметафизарную зону, определены у 26 пациентов (8,6%). Их особенности позволили выделить тип II ДКОКС.

В трех случаях (4%) эпиметафизарный дефект включал один из мыщелков бедренной или большеберцовой костей. Данный дефект нами был отнесен к типу ПА (рис. 3.2а, б).

Эпиметафизарные дефекты, включающие до 2/3 объема эпиметафизарной зоны (тип ПВ) встречались у 17 пациентов (24,1%). При этом эпиметафизарный дефект располагался по передней поверхности бедренной и большеберцовой костей, что связано с особенностью формирования опилов при выполнении предшествующего эндопротезирования. По задней поверхности задняя часть метафиза была сохранена (рис. 3.2в, г).

Дефект, включающий всю эпиметафизарную зону бедренной и большеберцовой костей встречался у 6 пациентов (8,6% случаев). Данные дефекты отнесены к типу ПС (рис. 3.2д, е).

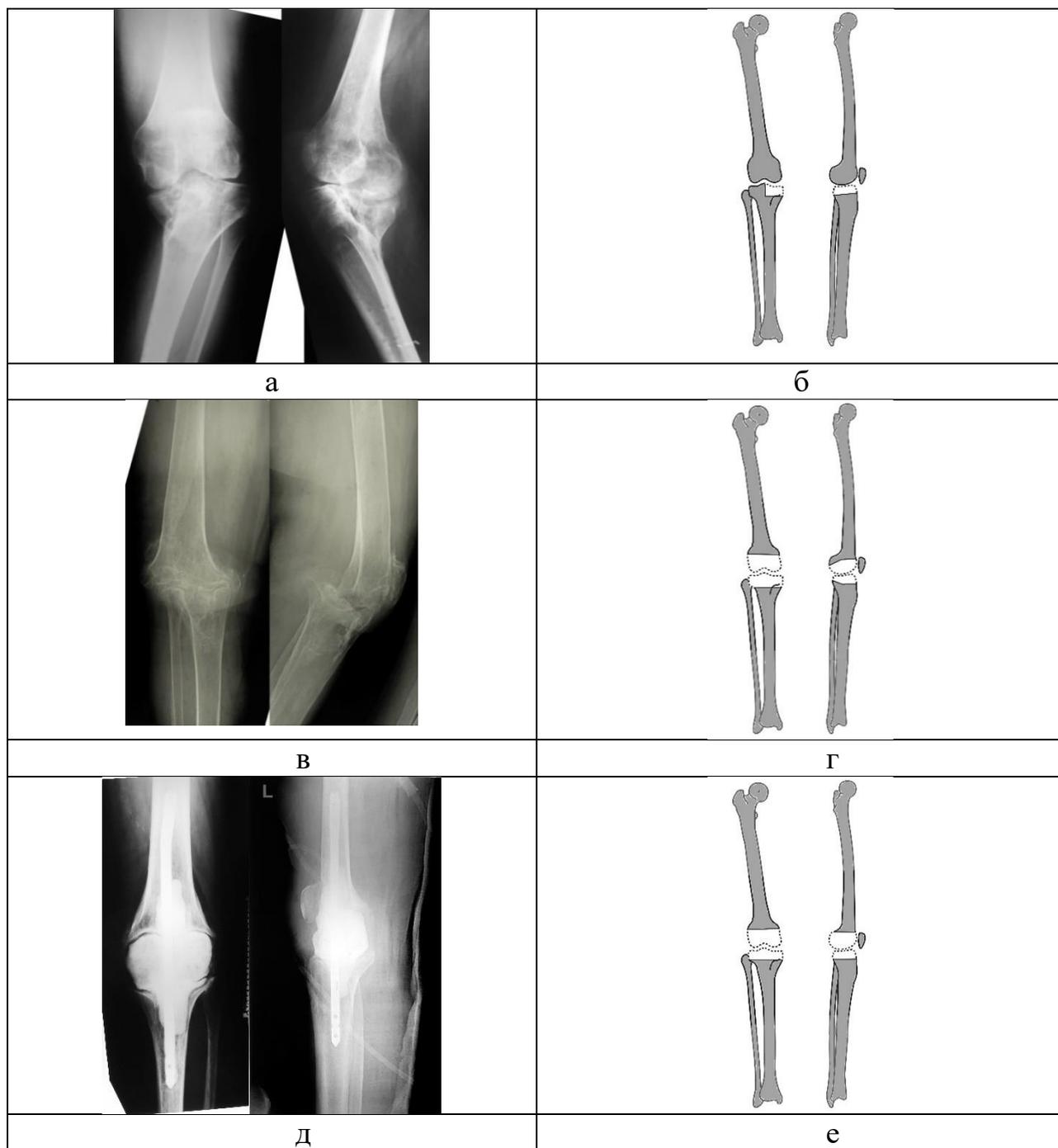


Рис. 3.2. Тип II ДКОКС. Рентгенограммы и схемы эпиметафизарных дефектов: а, б – включающих один из мыщелков бедренной или большеберцовой костей (IIА); в, г – включающих до 2/3 объема эпиметафизарной зоны обеих костей (IIВ); д, е – включающих всю эпиметафизарную зону обеих костей (IIС)

Дефекты, включающие эпифиз, метафиз и, либо *дистальную часть* диафиза бедренной, либо *проксимальную часть* диафиза большеберцовой костей, были отнесены к типу III ДКОКС. То есть диафизарная части дефекта не распространялась более 4 см от метафизарной зоны. Причиной формирования

дефектов типа III явилась резекция эпиметадиафизарной зоны по поводу глубокой инфекции (после эндопротезирования или металлоостеосинтеза).

В 7 случаях (9,8%) дефект включал в себя всю эпиметафизарную зону и до  $2/3$  передней полуокружности кортекса одного сегмента, при наличии у другого сегмента эпиметафизарного дефекта. Данный тип дефекта отнесен нами к типу IIIА ДКОКС (рис. 3.3а, б).

В 15 случаях (20,9%) оба сегмента имели дефекты, включающие всю эпиметафизарную зону и до  $2/3$  передней полуокружности кортекса. По задней поверхности (задняя  $1/3$  окружности) имелся лишь эпиметафизарный дефект. Данные особенности позволили определить тип IIIВ ДКОКС (рис. 3.3в, г).

В 12 случаях (17%) один из сегментов имел эпиметадиафизарный дефект включающий всю эпиметадиафизарную зону, тогда как на другом сегменте имелся эпиметафизарный дефект. Данный тип ДКОКС был обозначен, как IIIС (рис. 3.3д, е).

Тип IV ДКОКС составили обширные эпиметадиафизарные дефекты. В трех случаях (4%) дефект включал дистальную треть диафиза бедренной и проксимальную треть диафиза большеберцовой костей. Данные дефекты отнесены к типу IVA.

В двух случаях (3%) эпиметадиафизарный дефект включал среднюю треть диафиза обоих сегментов. Они отнесены к типу IVB ДКОКС (рис 3.4).

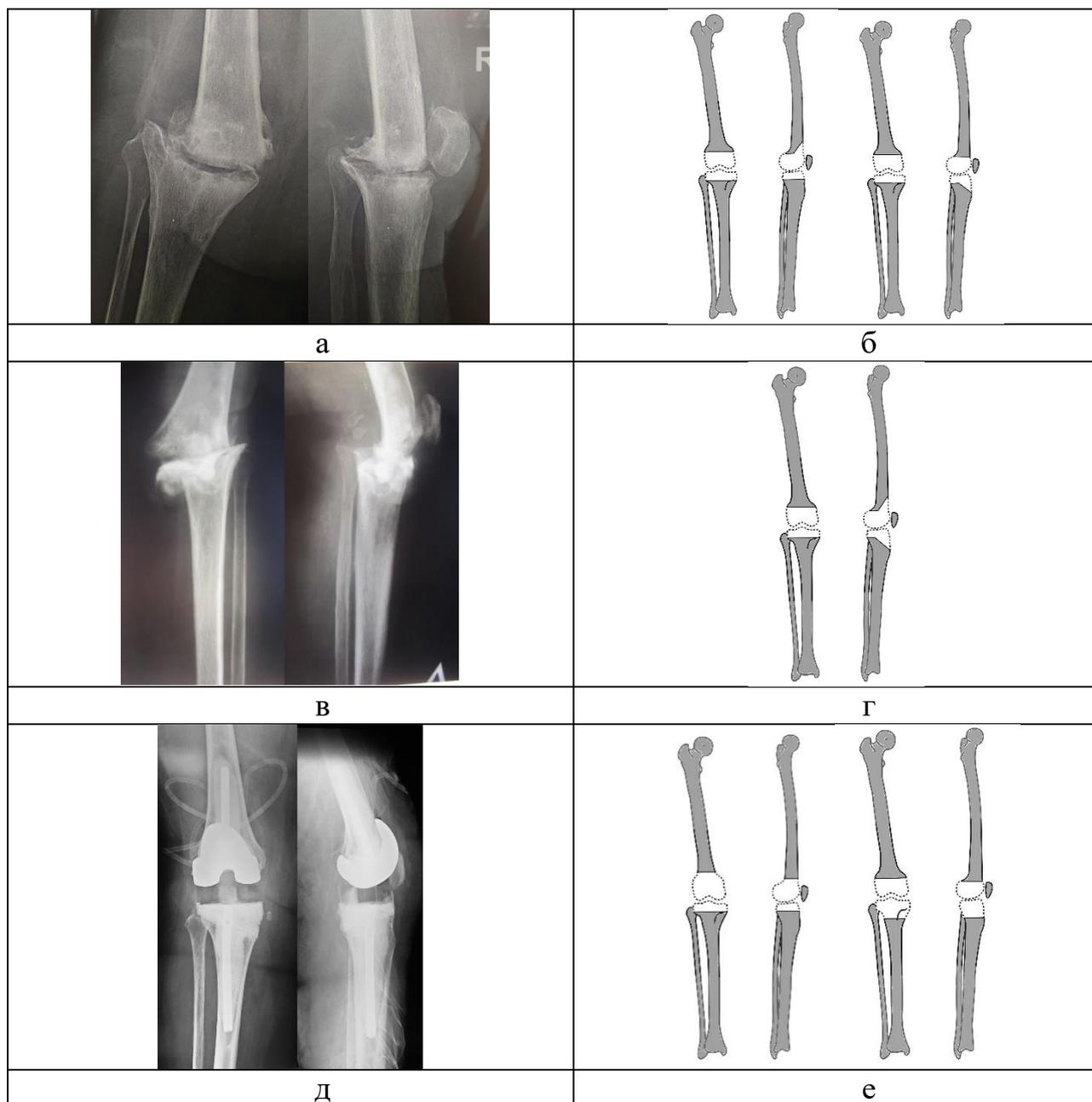


Рис. 3.3. Тип III ДКОКС. Рентгенограммы и схемы «ограниченных» эпиметадиафизарных дефектов: а, б – включающих всю эпиметафизарную зону и до  $2/3$  передней полуокружности кортекса одного сегмента, при наличии у другого сегмента эпиметафизарного дефекта (IIA); в, г – оба сегмента имеют дефекты, включающие всю эпиметафизарную зону и диафизарную часть, включающую до  $2/3$  передней полуокружности кортекса (IIВ); д, е – один из сегментов имеет эпиметадиафизарный дефект включающий всю эпиметадиафизарную зону, при наличии у другого сегмента эпиметафизарного дефекта (IIC)

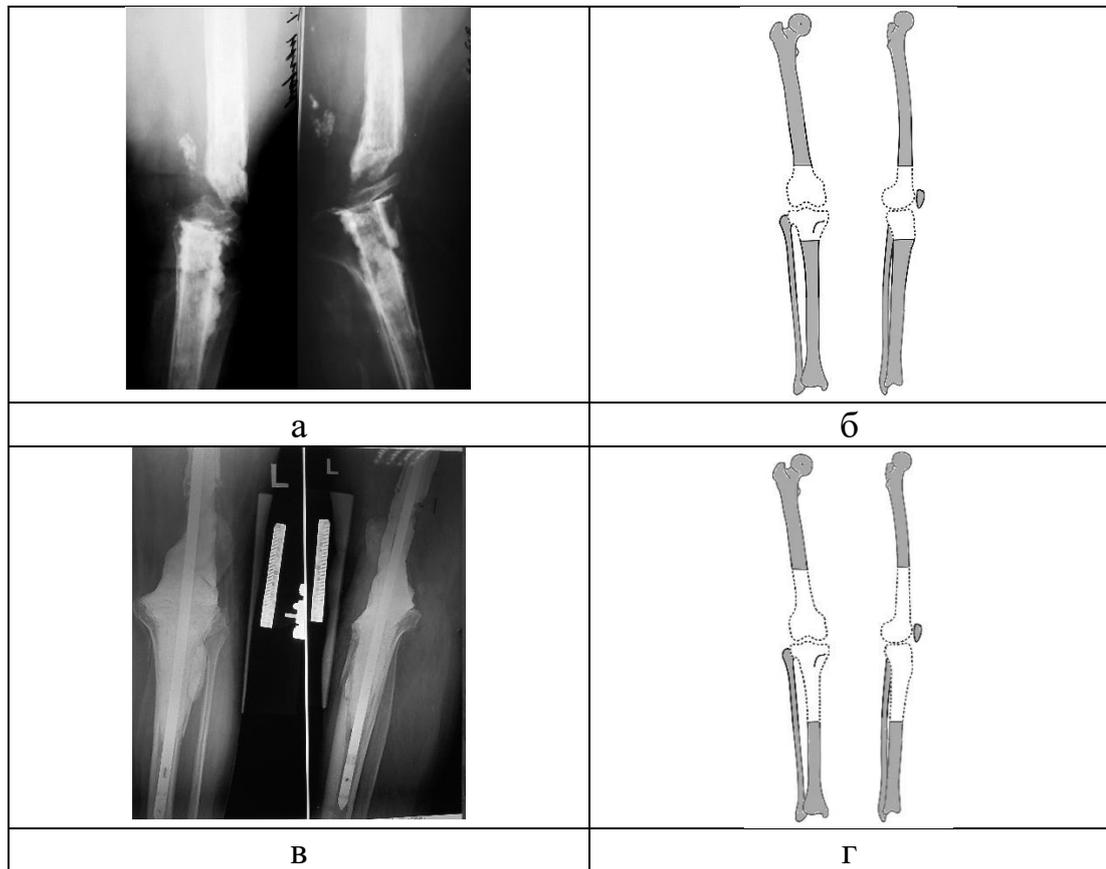
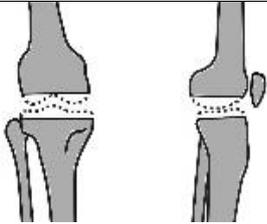
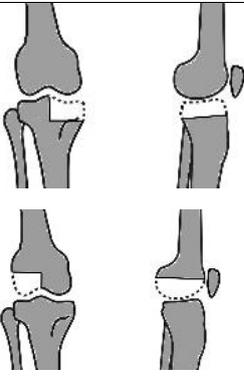
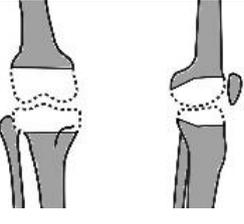
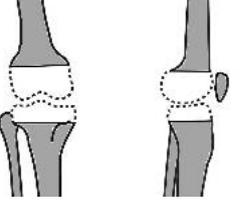


Рис. 3.4. Тип IV ДКОКС. Рентгенограммы и схемы эпиметадиафизарных дефектов: а, б – включающих дистальную треть диафиза бедренной и проксимальную треть диафиза большеберцовой костей (IVA); в, г – включающих среднюю треть диафиза бедренной и большеберцовой костей (IVB)

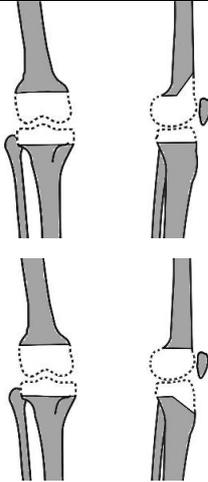
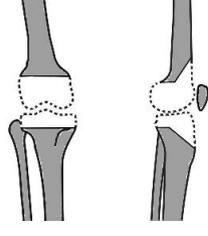
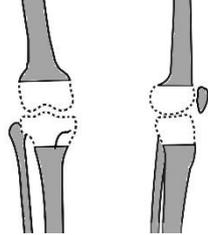
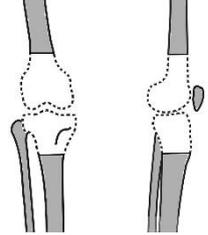
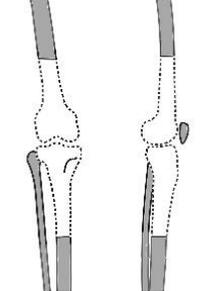
В обобщенном виде классификация ДКОКС представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Классификация дефектов костей, образующих коленный сустав, при наличии противопоказаний к эндопротезированию

тип	%	характеристика	схема
I	8,6	<i>эпифизарные дефекты</i>	
II	36,7	<i>эпиметафизарные дефекты</i>	
IIА	4	изолированные дефекты мыщелков	
IIВ	24,1	до 2/3 эпиметафизов	
IIС	8,6	полные эпиметафизарные	

Классификация дефектов костей, образующих коленный сустав, при наличии противопоказаний к эндопротезированию (продолжение)

<b>III</b>	47,7	<b>ограниченные эпиметадиафизарные дефекты</b>	
IIIА	9,8	эпиметафиз и до 2/3 передней полуокружности кортекса одного сегмента + эпиметафизарный дефект другого сегмента	
IIIВ	20,9	эпиметафиз и до 2/3 передней полуокружности кортекса обоих сегментов	
IIIС	17	дефект одного из сегментов включает всю эпиметадиафизарную зону, эпиметафизарный дефект другого сегмента	
<b>IV</b>	7	<b>обширные эпиметадиафизарные дефекты</b>	
IVА	4	дистальная треть диафиза бедренной кости, проксимальная треть диафиза большеберцовой костей	
IVВ	3	средняя треть диафиза бедренной и большеберцовой костей	

Таким образом, анализ 70 рентгенограммы пациентов с ДКОКС позволил выделить наиболее типичные дефекты костей, образующих коленный сустав. Процентное соотношение разных типов ДКОКС позволяет лучше планировать организацию лечения пациентов с данной патологией. Предложенная “рабочая” классификация ДКОКС, в отличие от известных, рассматривает сочетание дефектов бедренной и большеберцовой костей при невозможности выполнения ревизионного эндопротезирования и может служить основой для создания алгоритма лечения пациентов с данной патологией.

### **3.2. Экспериментальное обоснование оптимальных компоновок аппарата внешней фиксации для артродеза коленного сустава**

Согласно принятому дизайну (глава 2.3), нами было исследовано три варианта компоновок аппарата Илизарова для артродеза коленного сустава: на основе 2-х, 3-х и 4-х опор. Жесткость фиксации костных фрагментов (жесткость чрескостного остеосинтеза) оценивалась для трех вариантов контакта между концами костных фрагментов в каждой из компоновок:

- полный контакт,
- контакт, составляющий 50% площади сечения кости,
- контакт, составляющий 30% площади сечения кости.

Показатели, полученные в ходе исследования поперечной жесткости чрескостного остеосинтеза в сагиттальной плоскости (“сгибание/разгибание”) представлены в таблице 3.2.

Результаты стендовых исследований жесткости чрескостного остеосинтеза в сагиттальной плоскости (средние значения и стандартное отклонение)

Исследуемые модели	Коэффициент жесткости, Н/мм		
	2 опоры	3 опоры	4 опоры
Полный контакт костных поверхностей	29,2±4,1	32,8±3,5	34±2,5
Контакт, составляющий 50% площади сечения кости без компрессии	21,9±2,5	26,2±2,8	26,7±3,2
Контакт, составляющий 50% площади сечения кости с компрессией	25,1±3,8	29,4±3,8	29,7±3,3
Контакт, составляющий 30% площади сечения кости без компрессии	19,7±3,3	18,8±2,9	19,6±3,1
Контакт, составляющий 30% площади сечения кости с компрессией	22,8±2,8	23,03±2,4	24,03±3,2

Таким образом, при исследовании поперечной жесткости в сагиттальной плоскости (“сгибание/разгибание”) на моделях с полным контактом костных поверхностей и с контактом, составляющим 50% площади сечения кости компоновки на основе 3-х опор превосходят по показателю жесткости остеосинтеза компоновки на основе 2-х опор. Для моделей с *полным контактом* костных поверхностей показатель жесткости остеосинтеза увеличился на 10%, а для моделей с контактом, составляющим 50% площади сечения кости – на 18% со статистически значимой разницей ( $p < 0,05$ ). Для моделей с контактом, составляющим 30% площади сечения кости компоновки на основе 2-х и 3-х опор обеспечивали одинаковую жесткость остеосинтеза.

При сравнении показателей поперечной жесткости остеосинтеза в сагиттальной плоскости для моделей компоновок на основе 3-х и 4-х опор со всеми типами дефектов статистически достоверной разницы не получено ( $p > 0,05$ ).

Создание межфрагментарной компрессии в компоновках с контактом, составляющим 50% площади сечения кости увеличивает показатель жесткости

чрескостного остеосинтеза для компоновок на основе 2-х опор на 13%, для компоновок на основе 3-х опор на 11% и для компоновок на основе 4-х опор на 7%. Межфрагментарная компрессия для компоновок с контактом, составляющим 30% площади сечения кости увеличивает показатель жесткости чрескостного остеосинтеза на 21% для компоновок на основе 2-х и 3-х опор и на 26% для компоновок на основе 4-х опор. Полученные данные статистически значимы ( $p < 0,05$ ).

Показатели, полученные в ходе исследования поперечной жесткости чрескостного остеосинтеза во фронтальной плоскости (“отведение/приведение”), представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3

Результаты стендовых исследований жесткости чрескостного остеосинтеза во фронтальной плоскости (средние значения и стандартное отклонение)

Исследуемые модели	Коэффициент жесткости, Н/мм		
	2 опоры	3 опоры	4 опоры
Полный контакт костных поверхностей	22,3±2,4	31,4±2,6	33,4±2,2
Контакт, составляющий 50% площади сечения кости без компрессии	19,7±2,01	21,13±2,1	23,06±2,5
Контакт, составляющий 50% площади сечения кости с компрессией	22,13±2,8	25,5±2,5	24,5±2,2
Контакт, составляющий 30% площади сечения кости без компрессии	14,03±2,7	14,1±2,3	16±3,4
Контакт, составляющий 30% площади сечения кости с компрессией	15,7±3,9	17,4±2,3	19,9±3,8

При исследовании поперечной жесткости чрескостного остеосинтеза во фронтальной плоскости (“отведение/приведение”) при сравнении компоновок на основе 2-х и 3-х опор с полным контактом костных поверхностей и контактом, составляющим 50% площади сечения кости отмечено увеличение коэффициента

жесткости остеосинтеза. Для компоновок с полным контактом костных фрагментов коэффициент жесткости чрескостного остеосинтеза увеличился на 44%, для моделей с контактом, составляющим 50% площади сечения кости – на 10% со статистически достоверной разницей ( $p < 0,05$ ). Для моделей с контактом, составляющим 30% площади сечения кости компоновки на основе 2-х и 3-х опор обеспечивали одинаковую жесткость остеосинтеза ( $p > 0,05$ ). Сравнение компоновок на основе 3-х и 4-х опор показало увеличение на 9% показателя жесткости чрескостного остеосинтеза для моделей с полным контактом костных поверхностей, на 10% для моделей с контактом, составляющим 50% площади сечения кости и на 8% для моделей с контактом, составляющим 30% площади сечения кости. Полученные данные статистически достоверны ( $p < 0,05$ ). Создание межфрагментарной компрессии в компоновках с контактом, составляющим 50% площади сечения кости увеличивает показатель жесткости чрескостного остеосинтеза для компоновок на основе 2-х опор на 18%, для компоновок на основе 3-х опор на 21% и для компоновок на основе 4-х опор на 6% ( $p < 0,05$ ). Межфрагментарная компрессия для компоновок с контактом, составляющим 30% площади сечения кости увеличивает показатель жесткости чрескостного остеосинтеза на 11% для компоновок на основе 2-х опор, на 25% для компоновок на основе 3-х опор и на 22% для компоновок на основе 4-х опор. Полученные данные статистически достоверны ( $p < 0,05$ ).

Жесткость остеосинтеза при осевой нагрузке (в проекции механической оси нижней конечности) оценивали в трех компоновках аппарата внешней фиксации для одного типа дефекта (дефект с полным контактом костных поверхностей). Исследование продольной жесткости остеосинтеза для моделей с неполным контактом костных поверхностей нами не проводилось с учетом того, что частичный контакт не позволяет задать межфрагментарную компрессию без угрозы возникновения углового смещения или смещения по ширине. Показатели полученные в ходе исследования продольной жесткости компоновок представлены в таблице 3.4.

Результаты стендовых исследований продольной жесткости чрескостного остеосинтеза (средние значения и стандартное отклонение)

Исследуемые модели	Коэффициент жесткости, Н/мм		
	2 опоры	3 опоры	4 опоры
Полный контакт костных поверхностей	28±3,2	32,4±3,7	33,4±2,5

При исследовании продольной жесткости остеосинтеза (при осевой нагрузке) дополнительная опора на бедре (компоновка на основе 3-х опор) показывает более высокие показатели коэффициента жесткости чрескостного остеосинтеза по сравнению с компоновкой на основе 2-х опор: на 17% ( $p < 0,05$ ). Разницы в коэффициентах жесткости чрескостного остеосинтеза между компоновками на основе 3-х и 4-х опор не получено ( $p > 0,05$ ).

Таким образом, исследование жесткости чрескостного остеосинтеза для моделей, имитирующих три типа дефектов костей, образующих коленный сустав, выявило следующие особенности:

1. При дефекте с полным контактом костных поверхностей максимальную жесткость остеосинтеза обеспечивают компоновки на основе 4-х опор. При этом поперечная жесткость остеосинтеза во фронтальной плоскости у компоновок на основе 4-х опор на 9% ( $p < 0,05$ ) превышает аналогичную у компоновок на основе 3-х опор, и на 58% ( $p < 0,05$ ) у компоновок на основе 2-х опор. Поперечная жесткость остеосинтеза в сагиттальной плоскости у компоновок на основе 4-х опор превышает на 6% ( $p > 0,05$ ) аналогичную у компоновок на основе 3-х опор, и на 17% ( $p < 0,05$ ) у компоновок на основе 2-х опор.

2. Продольная жесткость остеосинтеза у компоновок на основе 4-х опор не превышает аналогичную у компоновок на основе 3-х опор ( $p > 0,05$ ) и статистически значимо превышает жесткость остеосинтеза у компоновок на основе 2-х опор ( $p < 0,05$ ).

3. При дефекте с контактом, составляющим 50% площади сечения кости максимальная жесткость остеосинтеза достигнута у компоновок на основе 4-х

опор. При этом поперечная жесткость остеосинтеза во фронтальной плоскости у компонок на основе 4-х опор на 9% ( $p < 0,05$ ) превышает аналогичную у компонок на основе 3-х опор, и на 21% ( $p < 0,05$ ) - у компонок на основе 2-х опор. Поперечная жесткость остеосинтеза в сагиттальной плоскости у компонок на основе 4-х опор на 3% ( $p > 0,05$ ) превышает аналогичную у компонок на основе 3-х опор, и на 22% ( $p < 0,05$ ) у компонок на основе 2-х опор.

4. При дефекте с контактом, составляющим 30% площади сечения кости максимальная поперечная жесткость остеосинтеза в сагиттальной плоскости достигнута у всех компонок (вне зависимости от количества опор) ( $p > 0,05$ ). При этом поперечная жесткость остеосинтеза во фронтальной плоскости у компонок на основе 4-х опор на 10% ( $p < 0,05$ ) превышает аналогичную у компонок на основе 3-х опор и на 11% ( $p > 0,05$ ) у компонок на основе 2-х опор.

5. Создание межфрагментарной компрессии в 5 мм для всех моделей статистически достоверно увеличивает жесткость чрескостного остеосинтеза ( $p < 0,05$ ). Для дефектов с контактом, составляющим 50% площади сечения кости поперечная жесткость в сагиттальной плоскости для компонок на основе 2-х опор увеличивается на 13% для компонок на основе 3-х опор – на 11% и для компонок на основе 4-х опор - на 7%. Поперечная жесткость во фронтальной плоскости для компонок на основе 2-х опор увеличивается на 18%, для компонок на основе 3-х опор - на 21% и для компонок на основе 4-х опор - на 6%. Для дефектов с контактом, составляющим 30% площади сечения кости поперечная жесткость в сагиттальной плоскости для компонок на основе 2-х и 3-х опор увеличивается на 21%, для компонок на основе 4-х опор - на 26%. Поперечная жесткость во фронтальной плоскости для компонок на основе 2-х опор увеличивается на 11%, для компонок на основе 3-х опор – на 25% и для компонок на основе 4-х опор на 22%.

### **3.3. Обоснование усовершенствованного способа введения интрамедуллярного стержня для выполнения артродеза коленного сустава**

Согласно предложенному в главе 2.4 дизайну исследования, моделировали и измеряли изменение положения большеберцовой кости относительно бедренной во фронтальной и сагиттальной плоскостях при повороте интрамедуллярного стержня вовнутрь.

Полученные в результате проведенного эксперимента модели артродеза коленного сустава с использованием интрамедуллярного стержня оценивались во фронтальной и сагиттальной плоскостях: определялось отклонение механической оси нижней конечности (mechanical axis deviation – MAD) и бедренно-большеберцовый угол в сагиттальной плоскости при повороте интрамедуллярного стержня на каждые  $15^\circ$  (рис. 3.5).

Результаты проведенного моделирования позволили определить, что при повороте интрамедуллярного стержня в канале бедренной и большеберцовой костей вовнутрь на  $45^\circ$  обеспечивается оптимальное прохождение механической оси нижней конечности (отклонение MAD на 3 мм кнутри). Данный поворот также обеспечивал физиологическое вальгусное отклонение голени, сохраняя при этом необходимое сгибание в «коленном суставе» (бедренно-большеберцовый угол  $5^\circ$ ). Данный способ введения стержня лег в основу патента РФ (Патент РФ на изобретение № 2661703). Этот способ апробирован нами в клинической практике на 30 пациентах (Глава 4).

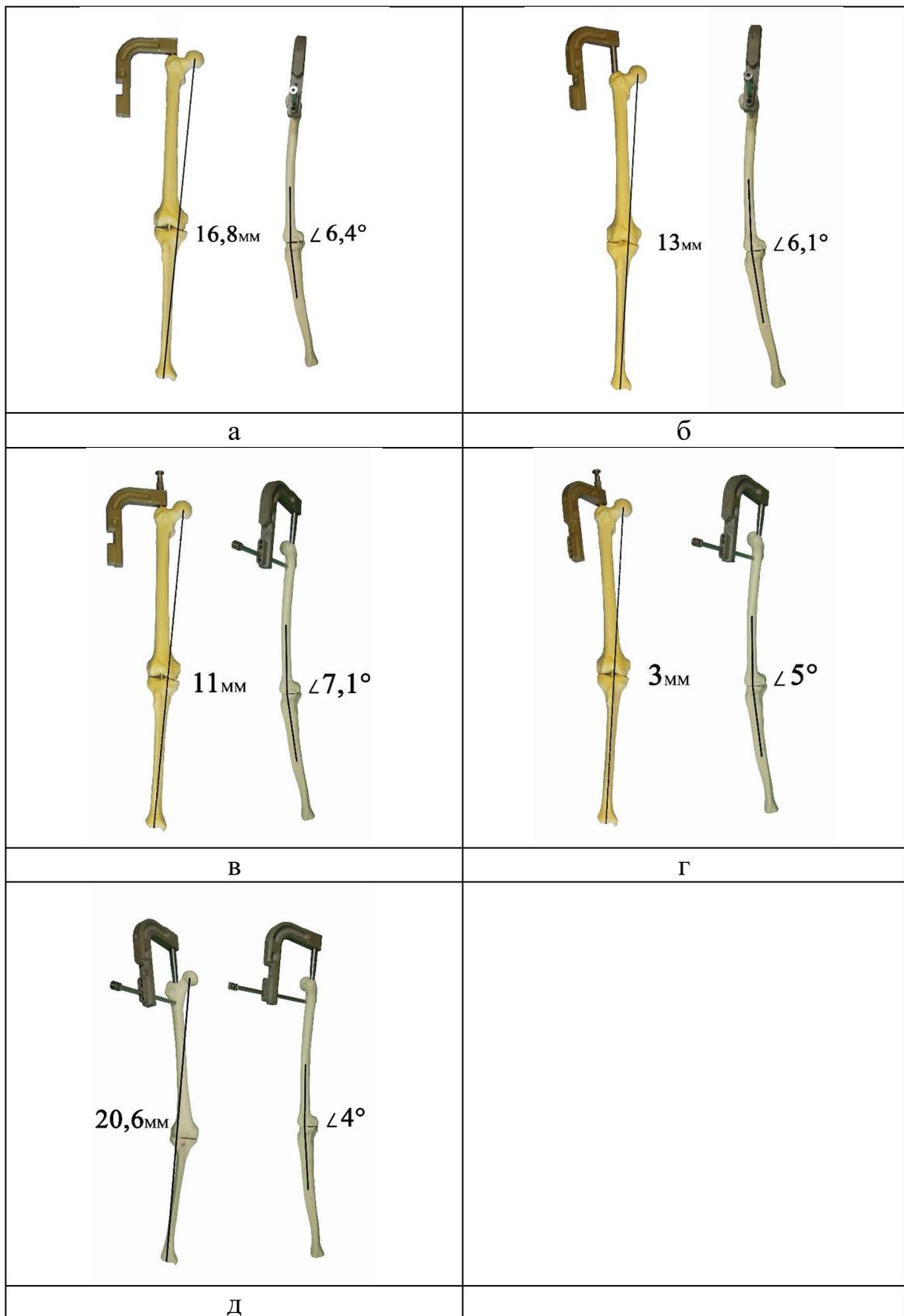


Рис. 3.5. Изменение механической оси нижней конечности и бедренно-большеберцового угла в сагитальной плоскости при повороте стержня: а. – 0°; б. – 15°; в. – 30°; г. – 45°; д. – 60°

### 3.4. Резюме

Разработанная классификация обширных дефектов костей, образующих коленный сустав, легла в основу разработки алгоритма лечения пациентов с указанной нозологией (Глава 6).

Экспериментальное обоснование компоновок аппарата внешней фиксации позволило определить наиболее подходящую компоновку для определенного типа дефектов. Так для дефектов I типа, типа IIА и типа IIВ следует использовать компоновки на основе 2-х опор, для типов дефектов типа IIС, IIIА и IIIВ - компоновки на основе 3-х опор, а для дефектов типов IIIС, IVА и IVВ – компоновки на основе 4-х опор.

Усовершенствованный способ введения интрамедуллярного стержня позволил обеспечить необходимый бедренно-большеберцовый угол во фронтальной и сагиттальной плоскостях.

**ГЛАВА 4.****СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРИМЕНЕНИЯ АППАРАТА  
ВНЕШНЕЙ ФИКСАЦИИ И ДЛИННОГО СТЕРЖНЯ ПРИ  
ВЫПОЛНЕНИИ АРТРОДЕЗА КОЛЕННОГО СУСТАВА****4.1. Общая характеристика пациентов**

Проанализировано 60 случаев лечения пациентов с дефектами костей, образующих коленный сустав, которым выполнялся артродез (клиническая группа 1) в ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р.Вредена» на протяжении 2006 - 2016 гг. Все пациенты были разделены на две подгруппы. Первую клиническую подгруппу (1.1) составили пациенты, которым артродез коленного сустава выполнялся с использованием аппарата Илизарова (n=30). Вторую клиническую подгруппу (1.2) составили пациенты, которым артродез коленного сустава выполнялся при помощи блокируемого интрамедуллярного стержня (n=30). Распределение пациентов по полу и возрасту представлено в таблице 4.1. Возраст пациентов, пролеченных с использованием аппарата Илизарова (клиническая подгруппа 1.1) составлял от 27 до 86 лет (средний возраст  $55 \pm 3,7$  лет). 53,2% пациентов относились к трудоспособному возрасту. Возраст пациентов, пролеченных с использованием блокируемого интрамедуллярного стержня (клиническая подгруппа 1.2) составлял от 18 до 84 лет (средний возраст  $57 \pm 3,7$  лет), из них 40% относились к трудоспособному возрасту. По возрастной характеристике значимых различий в обеих подгруппах не выявлено ( $p > 0,05$ ), что говорит о сопоставимости обеих групп.

Распределение пациентов по типу дефектов костей, образующих коленный сустав (на основе классификации, представленной в главе 3), представлено в таблице 4.2.

Распределение пациентов по полу и возрасту

Возраст	Артродез коленного сустава в АВФ (Клиническая подгруппа 1.1.)				Артродез коленного сустава блокир.стержнем (Клиническая подгруппа 1.2.)			
	Мужчины		Женщины		Мужчины		Женщины	
	п	%	п	%	п	%	п	%
до 59 лет	7	23,2	9	30	4	13,4	8	26,6
59-86 лет	4	13,4	10	33,4	6	20	12	40
всего	11	36,6	19	63,4	10	33,4	20	66,6

Таблица 4.2.

Распределение пациентов по типу дефекта

(согласно классификации дефектов костей, образующих коленный сустав)

Тип дефекта	Клиническая подгруппа 1.1		Клиническая подгруппа 1.2	
	п	%	п	%
I	4	13,3	3	10
IIА	2	6,7	1	3,3
IIВ	10	33,3	11	36,7
IIС	8	26,7	10	33,3
IIIА	6	20	5	16,7
Всего	30	100	30	100

Таким образом, в обеих группах преобладали полные эпиметафизарные дефекты и частичные эпиметадиафизарные дефекты: 80% и 86,7% соответственно ( $p < 0,05$ ). Таким образом, подгруппы сопоставимы по преобладанию типов дефектов.

Количество предшествующих операций у пациентов подгруппы 1.1 (артродез с использованием АВФ) составляло от 2 до 5 (среднее значение 3,4), для пациентов подгруппы 1.2 (артродез длинным интрамедуллярным блокируемым стержнем) составляло от 2 до 7 (среднее значение 3,8). У большинства пациентов первичной операцией явилась установка эндопротеза по поводу остеоартроза коленного сустава (80%), с последующим его удалением в результате saniрующей операции и установки антимикробного спейсера. В 12 случаях (20% пациентов) причиной

формирования дефекта явилась saniрующая операция после неуспешного металлоостеосинтеза переломов костей, образующих коленный сустав с последующей санацией, удалением металлоконструкций и установкой антимикробного спейсера. При анализе существующей литературы, количество предшествующих операций для данных подгрупп пациентов варьирует от 2 до 11 (среднее от 3,64 до 6) (Abdel-Salam A., 2010; Bruno A. et al., 2016; Chen A. et al., 2012; Incavo S. et al., 2000).

#### **4.2. Особенности использования методики артродеза коленного сустава в аппарате внешней фиксации (АВФ)**

После удаления компонентов эндопротеза или неартикулирующего спейсера выполнялась экономная резекция концов костных фрагментов до жизнеспособных тканей. Концы костных фрагментов адаптировали и временно диафиксировали спицами. Рана ушивалась послойно наглухо с оставлением двух активных дренажей. Проводились чрескостные элементы и монтировался АВФ из 2-х модулей. В зависимости от типа дефекта (глава 3.1) проксимальный модуль монтировался на бедре и состоял из одной опоры для компоновок на основе 2-х опор и двух опор – для компоновок на основе 3-х и 4-х опор. При использовании двух опор на бедре, проксимальная опора модуля на основе сектора  $90^\circ$  располагалась на II уровне бедренной кости, а дистальная опора на основе кольца располагалась на VI уровне бедренной кости. При использовании одной опоры, последняя, на основе кольца располагалась на VI уровне бедренной кости. Дистальный модуль располагался на голени и состоял для компоновок на основе 2-х опор из кольцевой опоры, располагающейся на IV уровне большеберцовой кости. В случае использования компоновок на основе 3-х и 4-х опор дистальный модуль состоял из двух кольцевых опор: проксимальная опора располагалась на IV уровне большеберцовой кости, а дистальная – на VII уровне большеберцовой кости (рис.4.1) Модули соединялись между собой шарнирами с созданием сгибания в сагиттальной плоскости  $7-10^\circ$ .

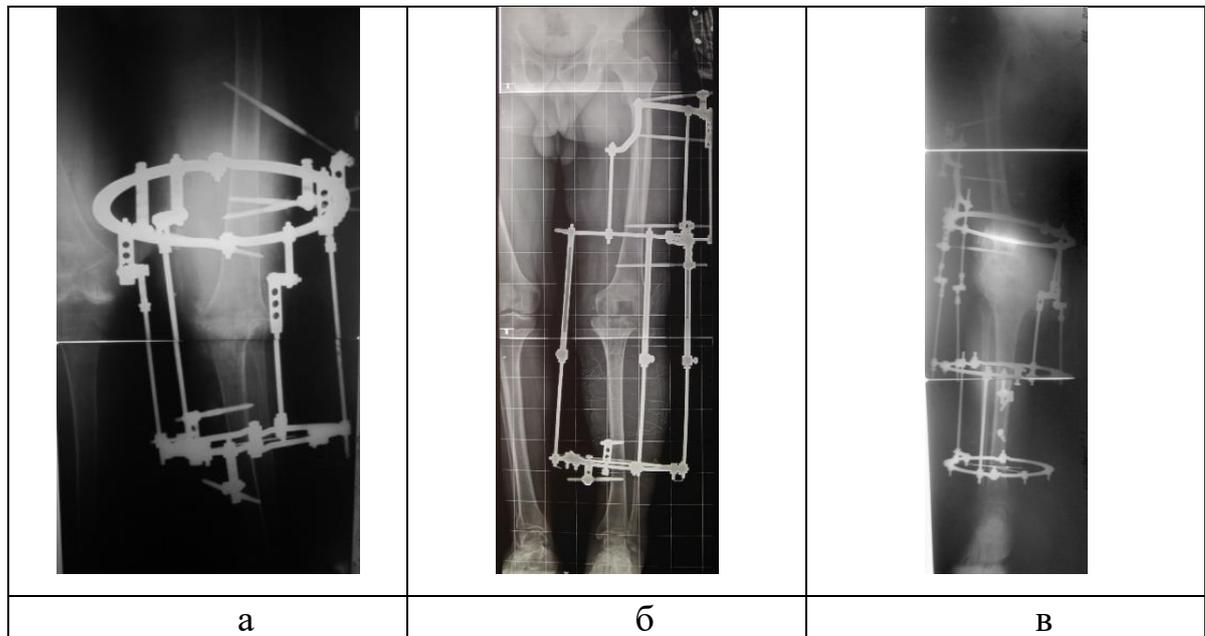


Рис. 4.1. Артродез коленного сустава в АВФ: а – на основе 2-х опор; б – на основе 3-х опор; в – на основе 4х опор

Аппарат внешней фиксации стабилизировался. Удалялись диафиксирующие спицы. Одновременно выполнялась компрессия на уровне стыка костных фрагментов 5-7 мм. Пациент активизировался на вторые сутки после операции. Дренажи удалялись на вторые-четвертые сутки после операции. В послеоперационном периоде пациент наблюдался в стационаре до заживления раны и снятия швов (14-16 дней). Проводились занятия ЛФК, пациент обучался ходьбе при помощи костылей с дозированной нагрузкой на оперированную конечность с компенсацией укорочения ортопедической обувью. Пациенты наблюдались амбулаторно с рекомендациями выполнения контрольных рентгенограмм каждые два месяца после операции. При рентгенологическом подтверждении формирования костного анкилоза выполнялась клиническая проба: определялась подвижность на стыке костных фрагментов. При отсутствии патологической подвижности АВФ динамизировали и, при отсутствии болевого синдрома, через одну неделю демонтировали. После демонтажа АВФ рекомендовали ношение брейса в течение одного месяца.

## Клинический пример артродеза коленного сустава при помощи АВФ.

Пациентка П., 54 лет, поступила в клинику ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» с диагнозом: дефект костей, образующих правый коленный сустав (тип ПВ), хронический посттравматический остеомиелит правого бедра, голени, фаза ремиссии. Из анамнеза: в 2010 г. по поводу правостороннего гонартроза выполнена операция эндопротезирования правого коленного сустава. В 2011 г., в связи с нагноением, выполнена операция ревизии, санации, дренирования, удаления эндопротеза, наложения АВФ. Артродез не состоялся. 22.02.2012 г. выполнена операция: моделирующая резекция дистального отдела бедренной и проксимального отдела большеберцовой костей, артродез правого коленного сустава в АВФ компоновкой на основе 4-х опор (рис 4.2.а-в). Костный анкилоз на уровне правого коленного сустава состоялся спустя 7 месяцев, АВФ демонтирован в сентябре 2012 г. Остаточное укорочение в 8 см, компенсирует ортопедической обувью (рис. 4.2.г).

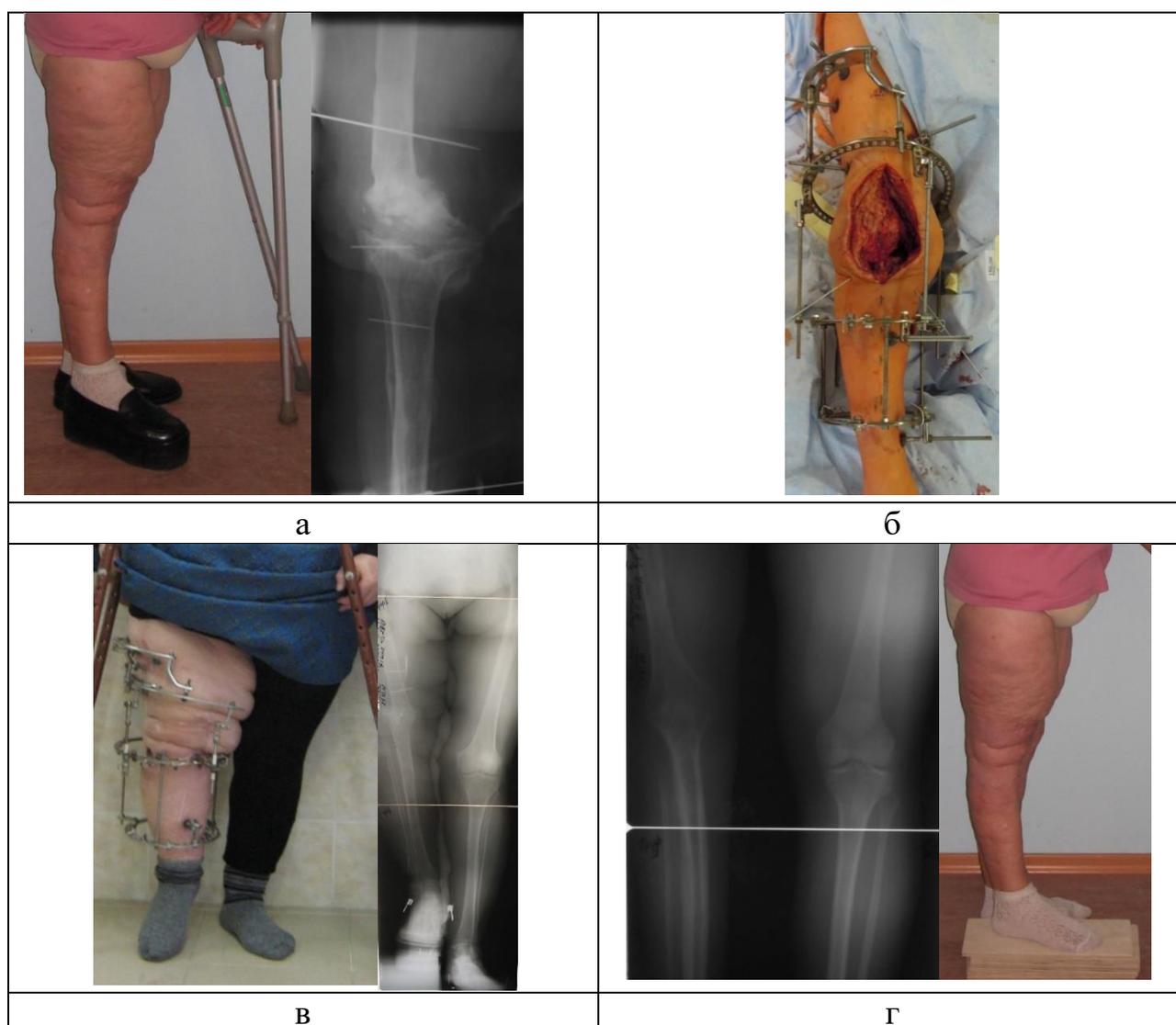


Рис. 4.2. Артродез при помощи АВФ: а. – фотографии и рентгенограммы пациентки до операции; б. – интраоперационные фотографии концов костных фрагментов, наложение АВФ; в. – фотографии и рентгенограммы пациентки после операции; г. – фотографии пациентки через 1 год после операции

#### **4.3. Особенности использования методики артродеза коленного сустава при помощи блокируемого интрамедуллярного стержня**

Для выполнения артродеза коленного сустава с использованием блокируемого интрамедуллярного стержня нами применялись бедренные неканюлированные титановые стержни для высоких и низких переломов бедренной кости (ВНПБ) гвозди «MetaDiaFix-F» производства ЦИТО. На этапе предоперационного планирования по телерентгенограммам измерялся и заказывался индивидуальный бедренный стержень. Диаметр стержня определяли по минимальной ширине диафиза бедренной и большеберцовой костей. Длина стержня определялась от

грушевидной ямки бедренной кости до границы средней/нижней трети диафиза большеберцовой кости.

После удаления компонентов эндопротеза или неартикулирующего спейсера, концы костных фрагментов обрабатывали до жизнеспособной кости. Из раны вскрывались костномозговые каналы бедренной и большеберцовой костей, последовательно обрабатывались развертками с шагом в 1 мм до диаметра 11-14 мм (на 1,5-2 мм больше диаметра стержня). После разработки костномозгового канала бедренной кости, в положении приведения конечности, разверткой перфорировалась грушевидная ямка вертельной области бедренной кости. Над пальпируемым острием развертки, выполнялся разрез кожи 2-3 см. После этого в проксимальный фрагмент вводился специально разработанный проводник (Патент РФ на полезную модель № 144667) (рис. 4.3).

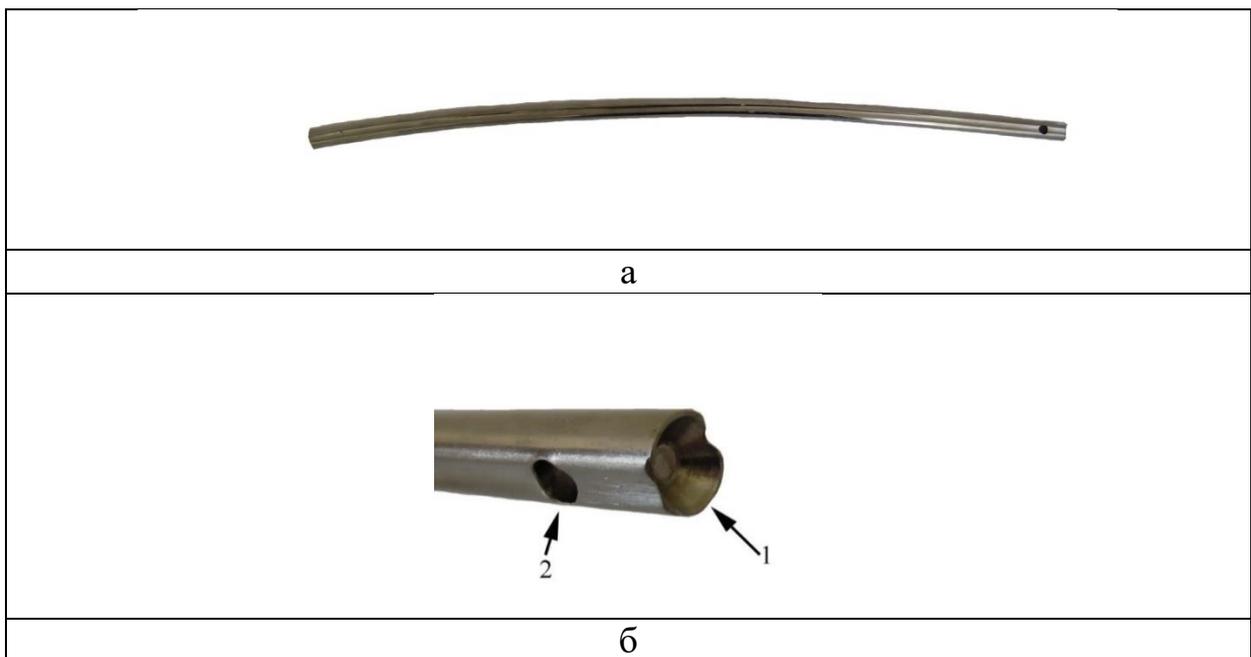


Рис. 4.3. Проводник для введения интрамедуллярного стержня: а – общий вид; б – погружной конец, где: 1 – воронкообразное углубление. 2 – канал для дополнительной фиксации к стержню

Проводник имеет кривизну, аналогичную изгибу интрамедуллярного стержня, его проксимальный конец снабжен воронкообразным углублением в виде обратного конуса, а под воронкообразным удлинением имеется поперечный канал. Вводимый интрамедуллярный стержень фиксировали к концу проводника при

помощи лавсановой нити. Проводник постепенно извлекался из костномозговой полости, а вслед за ним погружался интрамедуллярный стержень. После введения стержня в костномозговую полость лавсановая нить срезалась и проводник удалялся (рис. 4.4).

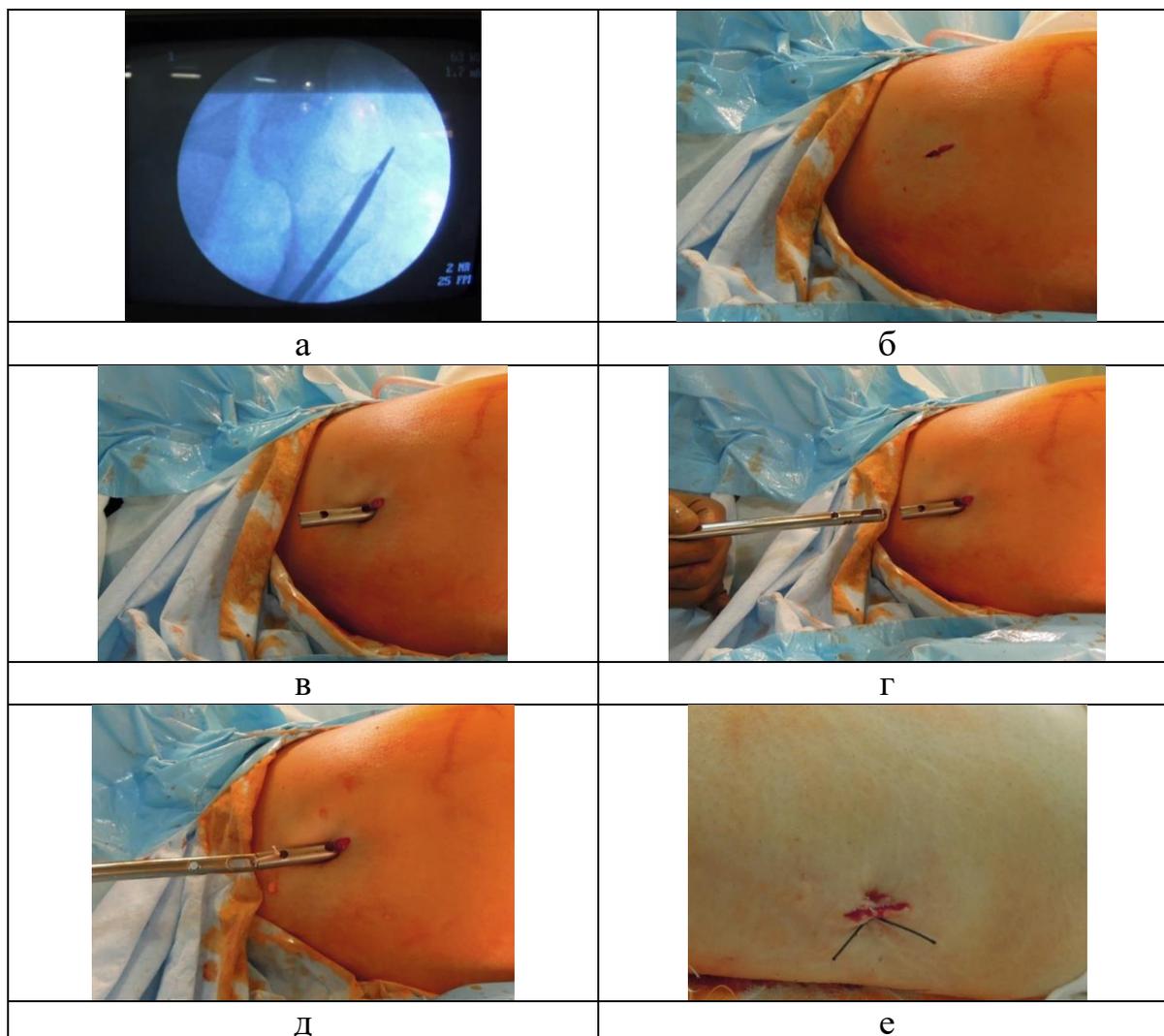


Рис. 4.4. Этапы использования проводника для введения интрамедуллярного стержня: а – перфорация проксимального фрагмента бедренной кости разверткой; б – разрез кожи, непосредственно над разверткой; в – выход проводника через кожу; г, д – соединение и фиксация интрамедуллярного стержня с проводником; е – фотография ушитой раны

Интрамедуллярный стержень устанавливался по стандартной методике. После установки в костномозговой канал, с целью создания вальгусного отклонения голени во фронтальной плоскости и незначительного «сгибания» в сагиттальной плоскости стержень поворачивали во внутрь на  $45^\circ$  (Патент РФ на изобретение № 2661703). Дистально стержень блокировался двумя или тремя винтами по

статической схеме методом «свободной руки». Интраоперационно создавалась компрессия на стыке костных фрагментов. Проксимальное блокирование стержня осуществляли по направителю. В случае наличия дефектов типа I, ПА, ПВ проксимально стержень блокировался одним винтом по динамической схеме (53,3%). При дефектах типа ПС и ША – проксимальное блокирование выполняли двумя или тремя винтами по статической схеме (46,6%). Для профилактики большой дренажной кровопотери в послеоперационном периоде, в костномозговой канал дистального конца бедренной и проксимального конца большеберцовой кости вводилась гемостатическая губка в объеме 100 см<sup>3</sup>. Рана дренировалась двумя активными дренажами, ушивалась послойно наглухо. Пациент активизировался на 2-е сутки после операции. Дренажи удалялись на вторые-третьи сутки после операции. В послеоперационном периоде пациент наблюдался в стационаре до заживления раны и снятия швов (14-16 дней). В случае использования динамической схемы блокирования пациентам разрешали увеличивать нагрузку на оперированную конечность до полной через 2-4 месяца после операции. Пациенты наблюдались амбулаторно с рекомендациями выполнения контрольных рентгенограмм каждые 2 месяца после операции. В случае использования статической схемы блокирования увеличение нагрузки до полной определялось сроком формирования костного анкилоза на стыке костных фрагментов. В четырех из 14-и случаев использования статической схемы блокирования, дополнительным этапом, потребовалась динамизация металлоконструкции (удаление статического блокирующего винта).

При отсутствии специальных показаний (инфекция, необходимость протезирования, перелом стержня) стержень не удалялся.

Клинический пример артродеза при помощи БИОС.

Пациентка К., 73 лет, госпитализирована в клинику ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» с диагнозом: дефект костей, образующих правый коленный сустав (тип ША), неартикулирующий спейсер правого коленного сустава. Хронический остеомиелит правого бедра, голени, фаза ремиссии. Из анамнеза: в 2005 г. по поводу правостороннего гонартроза выполнена операция эндопротезирования правого коленного сустава. В 2008 г. развилась инфекция области хирургического вмешательства. 20.01.2009 г. выполнена операция: ревизия, санация, дренирование, удаление эндопротеза, радикальная хирургическая обработка очага остеомиелита, установка неартикулирующего спейсера. 06.04.09 г. по поводу рецидива инфекции выполнена переустановка неартикулирующего спейсера.

15.10.09 г. выполнена реконструктивно-пластическая операция: удаление спейсера, артродез правого коленного сустава интрамедуллярным стержнем с блокированием. 27.04.10 г. выполнена операция: удаление проксимального блокирующего винта, динамизации конструкции. Наблюдалась амбулаторно. Артродез состоялся через 8 месяцев с момента операции (рис. 4.5). Остаточное укорочение конечности составляет 7 см, компенсирует ортопедической обувью.

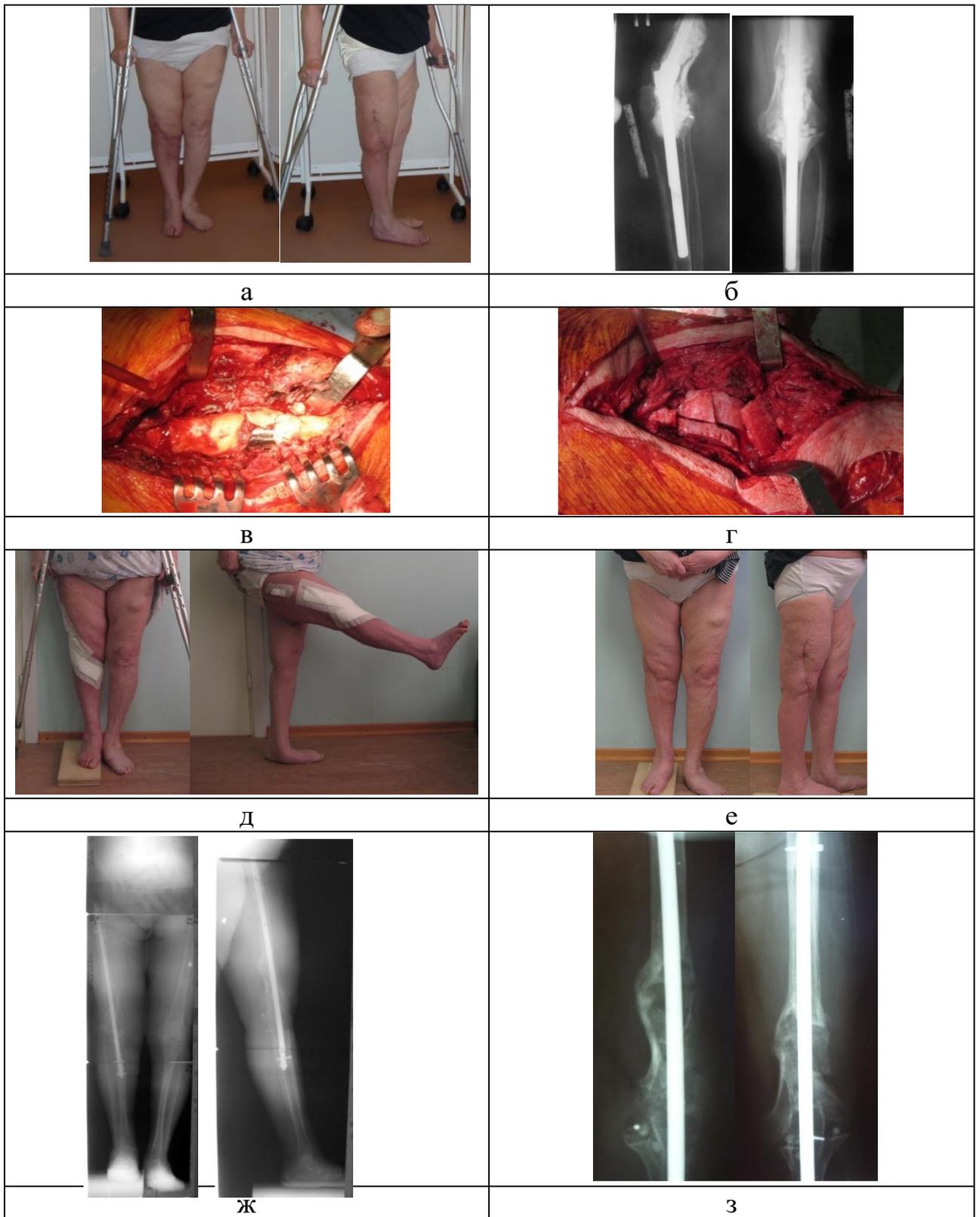


Рис. 4.5. Артродез при помощи интрамедуллярного блокируемого стержня: а, б – фотографии и рентгенограммы пациентки до операции; в – костный дефект с неартикулирующим спейсером; г – костный дефект заполнен аутотрансплантатами; д, е – фотографии пациентки после операции и через 8 месяцев; ж, з – телерентгенограммы через 8 месяцев после операции

#### **4.4. Способ двухэтапного артродеза коленного сустава**

При наличии дефектов костей, образующих коленный сустав типа ШВ, ШС (согласно предложенной в главе 3 классификации), при одномоментном сближении концов костных фрагментов на интрамедуллярном стержне возникает выраженное гофрирование мягких тканей, что делает невозможным ушивание раны. Использование пластики мягких тканей в подобных ситуациях также затруднено ввиду выраженных рубцовых изменений от повторных операций на предыдущих этапах лечения. Даже если в подобных ситуациях рану удастся ушить, риск некроза краев раны и ее расхождения очень высок.

Нами предложен способ двухэтапного артродеза коленного сустава (Патент РФ на изобретение № 2648863), при котором после резекции концов костных фрагментов и введения длинного интрамедуллярного стержня, стержень блокировали только проксимально, в бедренной кости. После этого, «поверх» стержня, накладывали АВФ, в котором спицы и стержни-шурупы были проведены эксцентрично, без контакта с интрамедуллярным стержнем; на диафизарной части бедренной кости использовали экстракортикальные фиксаторы (Патент на полезную модель № 187618). Рану ушивали без сближения костных фрагментов для лучшей адаптации краев раны. После заживления раны, на 10-14-е сутки после операции, при помощи АВФ начинали сближение концов костных фрагментов до их контакта и компрессии. Темп сближения зависел от состояния мягких тканей и величины дефекта, и составлял от 1 до 5 и более мм в сутки. По достижении контакта костных фрагментов и компрессии, в условиях операционной, выполняли дистальное блокирование стержня в большеберцовой кости методом «свободной руки», а аппарат внешней фиксации демонтировали (рис. 4.6).

Данный способ апробирован нами у трех пациентов с положительным результатом.

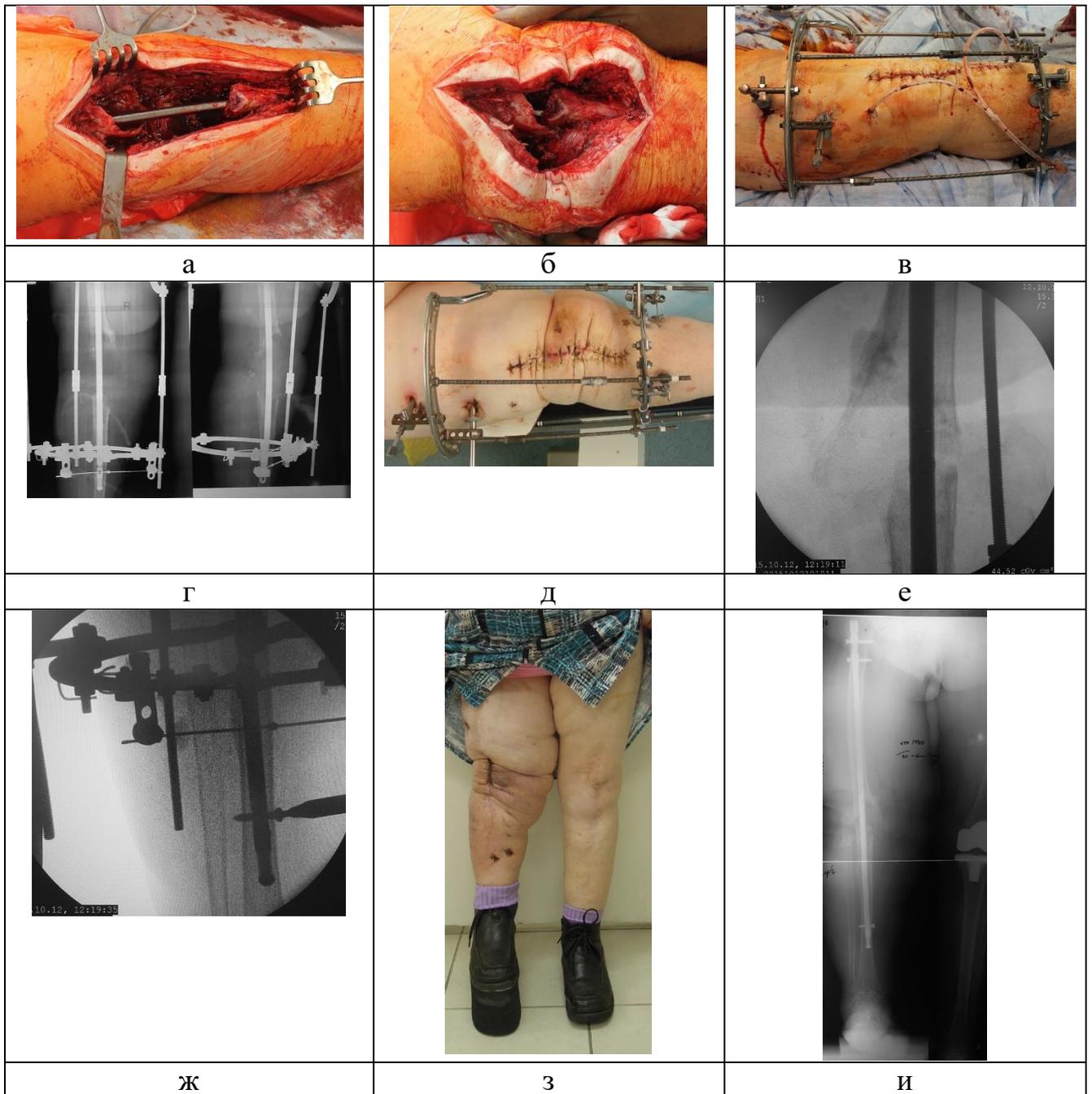


Рис. 4.6. Способ двухэтапного артродеза коленного сустава: а – фотография дефекта костей, образующих коленный сустав с установленным интрамедуллярным стержнем; б – фотография мягких тканей после сближения костных фрагментов – ушивание раны невозможно; в – фотография ушитой раны при наличии диастаза между костными фрагментами; г – рентгенограммы с наличием диастаза между фрагментами бедренной и большеберцовой костей; д – фотография мягких тканей после сближения концов костных фрагментов в АВФ; е – рентгенограммы после сближения костных фрагментов; ж – дистальное блокирование стержня под контролем ЭОП; з – фотографии мягких тканей после дистального блокирования стержня и демонтажа АВФ; и – телерентгенограммы после дистального блокирования стержня и снятия АВФ

#### 4.5. Сравнение результатов лечения пациентов обеих подгрупп

Обе подгруппы пациентов сравнивались нами по ряду показателей: длительности операции и величине кровопотери, укорочению до и после операции, срокам формирования анкилоза. Оценивалось качество жизни пациентов до и после оперативного вмешательства.

Длительность оперативного вмешательства и величина кровопотери представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3.

Длительность операции и объемы кровопотери в исследуемых группах

Показатель	Подгруппа 1.1, n=30	Подгруппа 1.2, n=30
Длительность операции, мин	100-220 (150±15)	80-180 (100±10)
Кровопотеря, мл		
-интраоперационная	200-800 (350±50)	300-1100 (400)
-дренажная	0-250 (100)	400-900 (500)

Таким образом, *длительность оперативного вмешательства* в подгруппе 1.1. была больше, чем в подгруппе 1.2 на 50 минут. Это объясняется большим временем, требующимся для монтажа АВФ, в сравнении с блокируемым интрамедуллярным остеосинтезом. Разница в величинах *интраоперационной и дренажной кровопотери* в двух подгруппах обусловлена тем, что в подгруппе 1.2 (артродез с использованием блокируемого интрамедуллярного стержня) при выполнении операции необходимо вскрыть и рассверливать костномозговые каналы бедренной и большеберцовой костей. Для уменьшения величины дренажной кровопотери нами использовалась стандартная гемостатическая губка размерами 90x90 мм, которая после установки интрамедуллярного стержня помещалась в костномозговые каналы бедренной и большеберцовой костей.

В литературных источниках указывается длительность оперативного вмешательства для артрореза коленного сустава с использованием внешней фиксации: средние значения составляют от 235 до 255 минут (Garberina M.J. et al., 2001; Bruno A. et al., 2017). Для артрореза с использованием интрамедуллярного

стержня таких данных нет. Величина интраоперационной кровопотери указывается в пределах 343-748 мл (Incavo S., et al., 2000; Garberina M.J. et al., 2001).

Общий срок стационарного лечения пациентов подгруппы 1.1 составлял  $48 \pm 12$  дней, для пациентов подгруппы 1.2 -  $34 \pm 3$  дня. ( $p < 0,05$ ). Длительность стационарного лечения у пациентов подгруппы 1.2 была отчасти обусловлена необходимостью ожидания изготовления металлоконструкции индивидуального типоразмера. Большая длительность стационарного лечения у пациентов подгруппы 1.1 обусловлена в 8 случаях (26,7%) потребовавшейся повторной госпитализацией в виду развившихся осложнений. 18 пациентам (60%) подгруппы 1.1. аппарат внешней фиксации по настоянию пациентов демонтировался в условиях стационара.

Формирование анкилоза коленного сустава оценивалось рентгенологически для обеих подгрупп и клинически для подгруппы 1.1. Для пациентов, которым артродез выполнялся с использованием внешней фиксации, после рентгенологического подтверждения костного анкилоза коленного сустава выполнялась клиническая проба: после временного удаления соединяющих проксимальный и дистальный модули шарниров, определялось наличие патологической подвижности. При ее отсутствии выполнялась динамическая клиническая проба: пациент продолжал ходьбу в аппарате внешней фиксации с динамизированными шарнирами в течение одной недели. При отсутствии болевого синдрома и патологической подвижности на уровне контакта костных фрагментов аппарат внешней фиксации демонтировался. После демонтажа аппарата внешней фиксации пациентам рекомендовалось использование “дисциплинирующего” брейса на коленный сустав в течение одного месяца.

Среднее время формирования костного анкилоза у пациентов подгруппы 1.1 составило  $192 \pm 20$  дней ( $p < 0,05$ ), у пациентов подгруппы 1.2 -  $210 \pm 14$  дней ( $p < 0,05$ ). По данным литературы сроки формирования анкилоза коленного сустава с использованием внешней фиксации составляли от 4 до 11,7 месяцев (Garberina M.J. et al., 2001; Corona P.S. et al., 2013; Gallusser N. et al., 2015; Bruno A. et al., 2017). Срок формирования анкилоза коленного сустава с использованием длинного

интрамедуллярного стержня по данным литературы составляет  $5\pm 1,5$  месяцев (Leroux B. et al., 2013).

Укорочение нижней конечности оценивали до и после операции. Было выделено 3 группы: укорочение до 30 мм, укорочение 30-60 мм и укорочение свыше 60 мм. Данные представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4.

Укорочение конечности до и после анкилоза коленного сустава в исследуемых подгруппах

Укорочение	Подгруппа 1.1. (n=30)		Подгруппа 1.2. (n=30)		Всего (n=60)	
	n	%	n	%	n	%
До операции:						
- до 30 мм:	19	63,3%	14	46,7%	33	55%
- 30-60 мм:	6	20%	9	30%	15	25%
- свыше 60 мм	5	16,7%	7	23,3%	12	20%
После операции:						
- до 30 мм	6	20%	5	16,7%	11	18,3%
- 30-60 мм	15	50%	14	46,7%	29	48,3%
- свыше 60 мм	9	30%	11	36,6%	20	33,4%

Таким образом, остаточное укорочение нижней конечности свыше 60 мм возникло у 20 пациентов обеих групп (33,4%), от 30 до 60 мм - у 29 пациентов (48,3%). Таким образом, 81,7% пациентов в дальнейшем будут нуждаться в оперативном лечении, направленном на последующее устранение неравенства длин конечностей.

Известно, что при выполнении артродеза коленного сустава неравенство длин нижних конечностей должно составлять 1-2 см (Parvizi J. et al., 2012). Укорочение до 3 см может компенсироваться ортопедической стелькой. Укорочение свыше 60 мм является показанием для последующего устранения неравенства длин нижних конечностей. Некоторые авторы оценивают только остаточное укорочение конечности после выполненного артродеза коленного сустава и приводят данные от 1,5 до 9 см (Incavo S. et al., 2000; Klinger H. et al., 2005; Leroux B. et al., 2013, Corona P. et al., 2013; Bruno A. et al., 2017).

После формирования анкилоза коленного сустава нами оценивалась механическая ось нижней конечности во фронтальной плоскости и угол пересечения анатомических осей бедренной и большеберцовой костей (бедренно-большеберцовый угол) в сагиттальной плоскости. Полученные данные представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5.

Контролируемые РЛУ	Подгруппа 1.1	Подгруппа 1.2
Отклонение механической оси нижней конечности (mechanical axis deviation - MAD), мм	от 15 мм вальгусного отклонения до 20 мм варусного отклонения	3 мм варусного отклонения $\pm$ 2 мм
Бедренно-большеберцовый угол в сагиттальной плоскости, °	10 $\pm$ 5,6	5 $\pm$ 2,7

При выполнении артрореза коленного сустава функционально выгодным для большинства случаев считается положение “сгибания в коленном суставе” 5-15° (Conway J.D. et al., 2004; Parvizi J. et al., 2012). Применение интрамедуллярного стержня (подгруппа 1.2.), как это указывалось в главе 3, из-за заданной кривизны фиксатора позволяет обеспечить значение бедренно-большеберцового угла в сагиттальной плоскости 5° при минимальном варусном отклонении механической оси нижней конечности (3 мм варусного отклонения).

Применение аппарата внешней фиксации (подгруппа 1.1.) позволяет обеспечить большее сгибание нижней конечности за счет установки шарниров между внешними опорами на уровне стыка костных фрагментов. Большая разница в показателях отклонения механической оси нижней конечности, обусловлена техническими особенностями выполнения оперативного вмешательства: ориентация внешних опор и точностью установки шарниров.

В литературе, после выполнения артрореза оценивались показатели бедренно-большеберцового угла во фронтальной плоскости: от 4° до 15° вальгусного отклонения голени (Balci H. et al., 2015; Bruno A. et al., 2017). В сагиттальной плоскости приводятся данные «угла сгибания к коленному суставу» (Incavo S. et al.,

2000; Klinger H. et al., 2005; Leroux V. et al., 2013; Balci H. et al., 2015) который составляет от  $0^{\circ}$  до  $30^{\circ}$ .

Качество жизни пациентов, которым выполнялся артродез коленного сустава оценивалось путем анализа данных, полученных на основе опросника SF-36 до операции и через 3, 6, 12 месяцев после операции (табл. 4.6).

При сравнении показателей в обеих подгруппах *до операции и на сроке 3 месяца после операции*, баллы незначительно отличаются между собой ( $p > 0,05$ ) во всех изучаемых параметрах качества жизни, кроме физического функционирования, общего состояния здоровья, жизненной активности, где баллы значительно выше в подгруппе 1.2 ( $p < 0,05$ ). Это может быть объяснено возможностью дозированной осевой нагрузки на оперированную конечности, частичным восстановлением опорной функции нижней конечности.

При сравнении пациентов до операции и подгруппы 1.2 было выявлено, что у всех больных до операции, показатели были значительно ниже ( $p < 0,05$ ) во всех изучаемых параметрах качества жизни по сравнению с подгруппой 1.1, кроме интенсивности боли (где баллы незначительно отличаются между исследуемыми подгруппами пациентов,  $p > 0,05$ ). Это может быть связано с сохраняющимся умеренным болевым синдромом в области коленного сустава у пациентов обеих подгрупп.

При сравнении подгрупп 1.1 и 1.2 было выявлено, что показатели качества жизни пациентов по баллам значительно выше в группе 1.2. по сравнению с результатами в подгруппе 1.1 ( $p < 0,05$ ), кроме интенсивности боли и общего состояния здоровья ( $p > 0,05$ ), где баллы незначительно отличаются между исследуемыми группами. По нашему мнению, это связано с неудобством, которое испытывали пациенты от наличия аппарата внешней фиксации: необходимостью ежедневного ухода, перевязок, дискомфорта в местах выходов чрескостных элементов. Наличие интрамедуллярного стержня (подгруппа 1.2.) исключало данные проблемы.

Сравнение показателей качества жизни по опроснику SF-36 до операции и на сроках 3, 6, 12 месяцев после операции в исследуемых подгруппах

Показатели SF-36	До операции и (n=60)	3 месяца после операции		6 месяцев после операции		12 месяцев после операции	
		Под-группа 1.1. (n=30)	Под-группа 1.2. (n=30)	Под-группа 1.1. (n=30)	Под-группа 1.2. (n=30)	Под-группа 1.1. (n=30)	Под-группа 1.2. (n=30)
Физическое функционирование (PF)	7,5±0,8	23±3,5	47±4,7	49±4,6	63±5,7	59±9,6	63±8,7
Ролевое (физическое) функционирование (RP)	2,5±0,4	5±1,1	43±9,6	22±3	49±6,2	49±7	50±8
Интенсивность боли (BP)	19±2,2	34,5±4,3	32±2,7	41±4,3	43±3,7	41±4,3	43±3,7
Общее состояние здоровья (GH)	18±2,5	56±2,5	59±2,7	59±2,8	62±2,9	59±2,8	62±2,9
Жизненная активность (VT)	29±1,8	49±1,2	57±1,5	60±2,1	61±1,9	62±2,2	61±2,0
Социальное функционирование (SF)	18,8±2,8	28,9±1,8	56,9±4,2	58,3±3,6	57±4,2	58,3±3,6	57,1±3,9
Эмоциональное функционирование (RE)	16±3,8	19±2,2	40,5±5,0	38,5±3,6	41,5±5,0	44,2±5,6	41,5±5,0
Психологическое здоровье (MH)	29,7±1,7	34,7±2,4	63,1±3,2	53,1±1,8	65,3±3	63,1±2,1	65,3±3

При сравнении качества жизни пациентов *на сроке 6 месяцев после операции* было выявлено, что показатели качества жизни пациентов обеих подгрупп по баллам незначительно отличаются во всех изучаемых параметрах качества жизни ( $p > 0,05$ ), кроме ролевого функционирования ( $p < 0,05$ ), где баллы значительно выше в подгруппе 1.2. по сравнению с результатами в подгруппе 1.1. В сравнении с показателями на сроке 3 месяца после операции в подгруппе 1.1. отмечено увеличение показателей качества жизни пациентов по всем параметрам ( $p < 0,05$ ), кроме общего состояния здоровья, где показатели незначительно отличаются между собой ( $p > 0,05$ ). Данная ситуация обусловлена тем, что аппарат внешней фиксации демонтировался в среднем через 6 месяцев после операции.

При сравнении качества жизни *на сроке 12 месяцев после операции* в исследуемых подгруппах выявлено, что показатели качества жизни пациентов по баллам в сравниваемых подгруппах незначительно отличаются между собой ( $p>0,05$ ).

В литературе результаты операций по артрозу коленного сустава оценивались по шкале SF-36 в одном случае (Klinger H. et al., 2005). Более часто использовался упрощенный вариант шкалы – SF-12, в которую входят два показателя: физическое функционирование и психологическое здоровье (Chen A. et al., 2012; Corona P. et al., 2013; Balci H. et al., 2015). Так Balci H. et al., (2015), приводит сравнение со *здоровым населением* указывая показатели для физического функционирования 39,3 баллов, в сравнении с 47,9 и 38,6 баллов для психологического здоровья в сравнении с 47,7 баллами.

#### **4.6. Анализ осложнений у пациентов обеих подгрупп**

Осложнения, возникшие в процессе лечения представлены в таблице 4.7.

Сравнение пациентов обеих групп затруднительно вследствие использования разных методик и, как следствие, - наличия специфических осложнений, присущих каждой из них. На наш взгляд, целесообразно сравнение осложнений категории II подгруппы 1.1 с 1 типом осложнений в подгруппе 1.2 и категории III, с типом 2. Осложнения, характерные для чрескостного остеосинтеза, такие как воспаление в области мест выходов чрескостный элементов (I категория по Caton), встречались у 14 пациентов подгруппы 1.1 (46,7%). Данный тип осложнений разрешился консервативными методами лечения и не повлиял ни на срок лечения, ни на конечный результат. Осложнения, потребовавшие повторной госпитализации пациента (II категория по Caton и 1 тип в подгруппе 1.2) встречались у 6 пациентов подгруппы 1.1 и 2 пациентов подгруппы 1.2. В обеих подгруппах потребовалась повторная госпитализация пациентов для перепроведения чрескостных элементов в случае подгруппы 1.1 и перепроведения дистальных блокирующих винтов в подгруппе 1.2. Данный вид осложнений увеличил срок стационарного лечения, но также не повлиял на срок формирования анкилоза. Самым серьезным

осложнением, повлиявшем на результат лечения явился рецидив инфекционного процесса у 2 пациентов в подгруппы 1.1 (категория III по Caton) и у 1 пациента подгруппы 1.2. Данным больным потребовался повторный saniрующий этап оперативного вмешательства. Встречавшиеся в двух случаях перелом интрамедуллярного стержня у пациентов подгруппы 1.2, потребовали также повторного оперативного вмешательства в объеме реостеосинтеза, что также повлияло на срок формирования анкилоза.

Таблица 4.7.

## Осложнения в обеих подгруппах

Осложнения	Количество	%
Подгруппа 1.1. по J. Caton		
I категория	14	46,7
II категория	6	20
III категория	2	6,7
Подгруппа 1.2.		
1 Тип: Осложнения, не повлиявшие на результат лечения: - нестабильность дистальных блокирующих винтов	2	6,7
2 Тип: осложнения, повлиявшие на результат лечения: - перелом металлоконструкции - рецидив глубокой инфекции	2 1	10

В литературе воспаление в области мест выходов чрескостных элементов (I категория по Catton) описываются как 16 случаев у 11 пациентов (Balci H. et al., 2015), 14 случаев у 19 пациентов (Bruno A. et al., 2017); переломы чрескостных элементов, потребовавших их замены (II категория по Catton) встречались у 11 пациентов из 17 (Balci H. et al., 2015) и трех пациентов из 19 (Bruno A. et al., 2017). Рецидив инфекционного процесса (III категория по Caton) описывается разными авторами от 12 до 14%. Для артродеза коленного сустава с использованием интрамедуллярного стержня приводятся осложнения в виде интраоперационного перелома бедренной кости у двух пациентов из 17, невропатия малоберцового нерва у двух пациентов из 17 (Leroux B. et al., 2013). Данные осложнения при наших операциях не встречались.

#### 4.7. Обсуждение полученных результатов

Сравнение двух методик выполнения артродеза коленного сустава (с использованием внешней фиксации и при помощи блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза) показало, что оперативное вмешательство было более травматичным у пациентов подгруппы 1.2, критерием чему служила большая интраоперационная и дренажная кровопотери.

Длительность стационарного лечения у пациентов подгруппы 1.1 превышала длительность лечения пациентов подгруппы 1.2 на 14 дней. Большая длительность стационарного лечения у пациентов подгруппы 1.1 обусловлена необходимостью повторной госпитализации в случаях развившихся осложнений и необходимости демонтажа аппарата внешней фиксации в условиях стационара.

Сроки констатации наступления анкилоза коленного сустава у пациентов подгруппы 1.1 меньше, чем группы 1.2 на 30-40 дней. Это может быть объяснено возможностью повышения стабильности фиксации за счет дозированной компрессии на уровне формирующегося анкилоза. В случае применения внешней фиксации срок наступления анкилоза определялся клинико-рентгенологически, при превалировании внимания к клиническому тесту.

В случае артродеза коленного сустава интрамедуллярным стержнем анкилоз подтверждался в основном рентгенологически, так как особенности конструкции обеспечивали нагрузку до полной у 80% пациентов через 4-6 месяцев после операции: клиническая проба была неприменима.

Остаточное укорочение нижней конечности свыше 60 мм у 20 пациентов обеих групп (33,4%) требует последующего устранения неравенства длин нижних конечностей. Укорочение от 30 до 60 мм определено у 29 пациентов (48,3%). Таким образом, не менее чем 81,7% пациентов в дальнейшем будут нуждаться в оперативном лечении.

Использование интрамедуллярного стержня (подгруппа 1.2), за счет заданной кривизны позволяет обеспечить только незначительное сгибание нижней конечности при сохранении механической оси нижней конечности. Применение аппарата внешней фиксации (подгруппа 1.1) позволяет обеспечить любое

требуемое сгибание нижней конечности за счет установки шарниров между внешними опорами на уровне стыка костных фрагментов. Большая разница в показателях отклонения механической оси нижней конечности в подгруппе 1.1, обусловлена техническими особенностями выполнения оперативного вмешательства, а именно ориентацией внешних опор и точностью установки соединяющих модули шарниров.

По оценке качества жизни (шкала SF-36) более ранняя реабилитация (на сроке 3 и 6 месяцев после операции) отмечена у пациентов подгруппы 1.2. Это объясняется возможностью более ранней нагрузки на оперированную конечность (использование динамической схемы блокирования), отсутствием физических неудобств и психологического дискомфорта от ношения аппарата внешней фиксации. На сроке 12 месяцев после операции показатели в обеих группах, практически, не отличались.

Количество осложнений, повлиявших на результат лечения у пациентов подгруппы 1.1 (артродез в АВФ), составило 6,7%, у пациентов подгруппы 1.2 (артродез БИОС), составило 10%. Однако необходимость постоянного ухода, перевязок, динамического наблюдения лечащим врачом на протяжении всего периода фиксации, наличие осложнений, связанных с его длительностью, делает методику артрореза коленного сустава блокирующим интрамедуллярным стержнем более комфортной.

## ГЛАВА 5.

**ВЫПОЛНЕНИЕ РЕКОНСТРУКТИВНЫХ ОПЕРАЦИЙ  
У ПАЦИЕНТОВ С ОБШИРНЫМИ ДЕФЕКТАМИ КОСТЕЙ,  
ОБРАЗУЮЩИХ КОЛЕННЫЙ СУСТАВ****5.1. Общая характеристика пациентов**

Проанализировано 25 случаев лечения пациентов с обширными дефектами костей, образующих коленный сустав, получивших лечение в ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» на протяжении 2006 - 2016 гг. Наличие обширного дефекта не позволяло одномоментно сопоставить концы костных фрагментов и выполнить артродез коленного сустава. У данных пациентов проводилось этапное лечение. *Первым этапом* выполнялось билокальное замещение дефекта костей, образующих коленный сустав. При этом мы не стремились восстановить неравенство длин конечностей, оставляя приоритет раннему контакту перемещаемых фрагментов. Таким образом, *вторым этапом*, по достижении контакта концов костных фрагментов, выполнялась открытая адаптация с костной аутопластикой из крыла подвздошной кости. *Третьим этапом* являлось устранение остаточного укорочения конечности.

Все пациенты были разделены на две подгруппы:

Подгруппа 2.1. – реконструкции по Илизарову.

Подгруппа 2.2. – реконструкции «поверх интрамедуллярного стержня».

Средний возраст пациентов в обеих подгруппах составил  $42,77 \pm 15,45$  лет (от 19 до 68). Из них 15 женщин (60%) и 10 мужчин (40%). Протяженность костного дефекта составила  $18,2 \pm 4,72$  см (от 7 до 26).

Распределение пациентов по типу дефектов костей, образующих коленный сустав (на основе классификации, представленной в главе 3), представлено в таблице 5.1.

**Распределение пациентов по типу дефекта**  
(согласно классификации дефектов костей, образующих коленный сустав)

Тип дефекта	Замещение дефекта методом Илизарова (клиническая подгруппа 2.1)		Замещение дефекта «поверх стержня» (клиническая подгруппа 2.2)	
	n	%	N	%
IIIС	1	7,7		
IVА	7	53,8	7	58
IVВ	5	38,5	5	42
Всего	13	100	12	100

В обеих подгруппах преобладали эпиметадиафизарные дефекты. У всех пациентов причиной формирования дефектов являлась радикальная хирургическая обработка очага остеомиелита: у 8 пациентов (32%) – после удаления онкологических эндопротезов, у 12 (48%) – после неудачи ревизионного эндопротезирования (неоднократный рецидив инфекции), у 5 пациентов (20%) – вследствие глубокой инфекции, возникшей после внутренней фиксации переломов. Количество предшествующих операций в обеих подгруппах составляло от 2 до 6 (среднее значение 3,7).

## **5.2. Реконструкции по Илизарову (подгруппа 2.1)**

В данном разделе представлены результаты лечения пациентов, которым обширный дефект костей, образующих коленный сустав, замещался по методу Илизарова.

### **5.2.1. Характеристика пациентов подгруппы 2.1**

Данную подгруппу составили 13 пациентов с эпиметафизарными дефектами костей, образующих коленный сустав. Величина дефекта составляла от 7 до 24 см (16,5±4,6 см). Дефект протяженностью 7 см был у одного пациента. В связи с выраженными рубцовыми изменениями мягких тканей одномоментная адаптация концов костных фрагментов и выполнение артродеза коленного сустава были

невозможны. Вследствие этого потребовалось замещение дефекта. По представленной выше классификации данный дефект отнесен к ШС типу. Величина костного дефекта 12-19 см имелась у 7 пациентов; 3 пациента имели дефект, размерами превышающими 20 см (20-26 см).

Выбор технологии замещения дефекта был обусловлен величиной и локализацией дефекта, состоянием мягких тканей. В двух случаях дефект замещали за счет перемещением фрагмента бедренной кости (тип дефекта IVB, включающий в себя большую треть диафиза большеберцовой кости). Выполнение кортикотомии с остеоклазией большеберцовой кости не выполнялось в связи с относительно малым размером (12-15 см) фрагмента большеберцовой кости. В одном случае дефект замещали за счет перемещения фрагмента большеберцовой кости (тип дефекта IVB, включающий в себя большую треть диафиза бедренной кости), в связи с малыми размерами (14 см) фрагмента бедренной кости. В остальных 10-и случаях ДКОКС был замещен билочально на двух уровнях за счет перемещения фрагментов бедренной и большеберцовой костей (все типы дефектов IVA и два дефекта типа IVB, распространяющихся до средней трети диафиза бедренной и/или большеберцовой костей).

Необходимо отметить, что все пациенты относились к малозащищенной категории населения: 100% были неработающими и имели установленную II группу инвалидности.

### **5.2.2. Особенности использования методики**

После удаления компонентов протеза или неартикулирующего спейсера, обработки концов костных фрагментов до жизнеспособной кости, проводились чрескостные элементы и монтировался АВФ из 2-х модулей по две опоры в каждом. Проксимальный модуль монтировался на бедре, таким образом, что проксимальная опора модуля на основе сектора  $90^\circ$  располагалась на уровне II бедренной кости, а дистальная опора на основе кольца располагалась на VI-VIII уровне бедренной кости в зависимости от величины дефекта (на 3-5 см проксимальнее дистального конца бедренной кости). Вторым модулем монтировался

на голени, таким образом, что дистальное кольцо располагалось на уровне VII или VIII большеберцовой кости, малоберцовая кость фиксировалась в данной опоре спицей VIII,(8-2),8-2 с целью стабилизации голеностопного сустава. Проксимальная опора модуля располагалась на 3-5 см ниже проксимального конца большеберцовой кости (II-IV уровни, в зависимости от величины дефекта). В 12 случаях (92,3%) использовалась пятая, так называемая «свободная опора», которая располагалась на уровне дефекта. Использование «свободной опоры» позволяло уменьшить длину штанг между модулями, увеличив, тем самым жесткость АВФ. В одном случае (7,7%), в виду относительно небольшого дефекта (7 см) применялся АВФ на основе 4-х опор (без «свободной опоры»). В одном случае (7,7%), в связи с наличием у пациента эндопротеза тазобедренного сустава на оперируемой конечности, потребовалось использование двух экстракортикальных фиксаторов для возможности фиксации проксимальной опоры на уровне ножки эндопротеза.

В 10-ти случаях для перемещения костных фрагментов использовали стержни-шурупы. В трех случаях (23%), для уменьшения опасности прорезывания мягких тканей чрескостными элементами, нами апробирована «кабельная техника» перемещения костных фрагментов. Для этого через дистальный конец бедренной кости проводилось два троса, которые выводились чрескожно на уровне верхней трети голени. Через проксимальный конец большеберцовой кости, также проводились два троса выведенные чрескожно на уровне нижней трети бедра (рис. 5.1.а,б). Тросы через ролики фиксировались в АВФ (рис. 5.1.в,г). Темп distraction при использовании «кабельной техники» был аналогичным, как и при замещении дефекта по Илизарову.

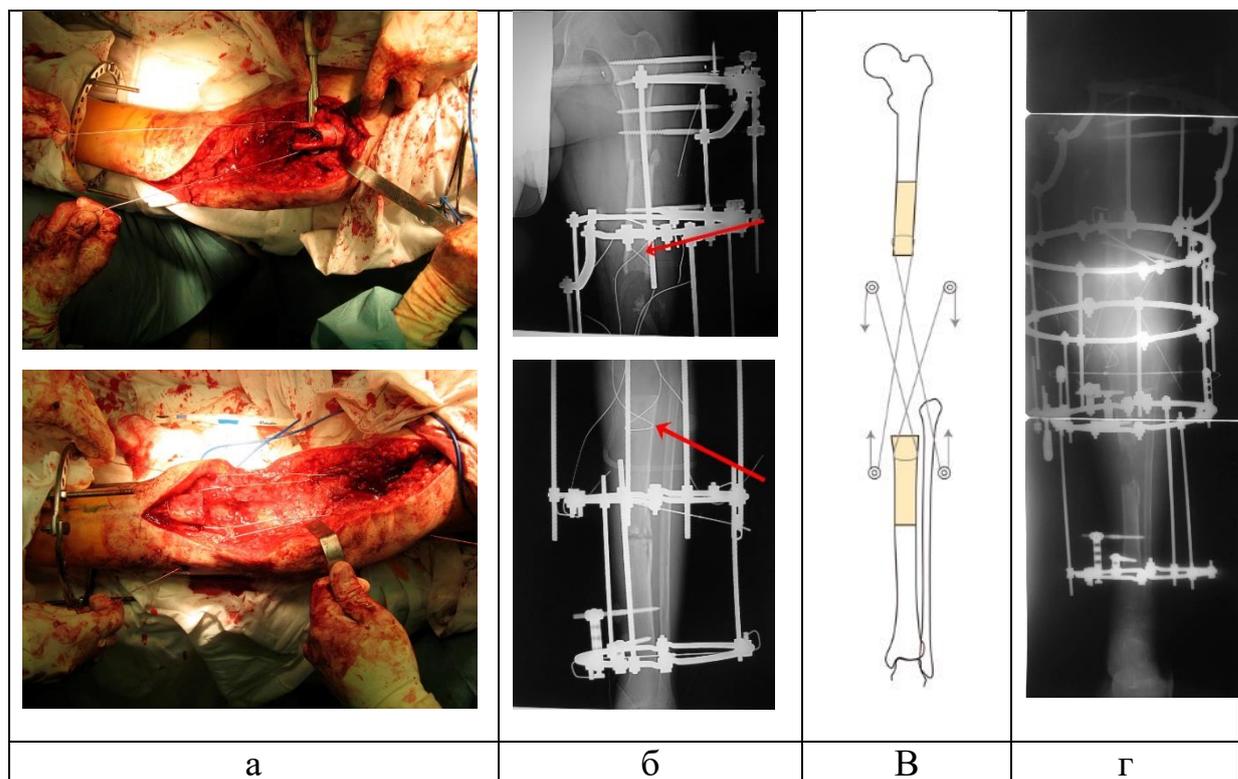


Рис. 5.1. Применение кабельной техники для замещения ДКОКС по Илизарову: а.- фотографии тросов, проведенных через концы костных фрагментов; б.- рентгенограмма нижней конечности после операции. Тросики обозначены стрелками; в. – схема замещения дефекта костей, образующих коленный сустав с использованием кабельной техники»; г. – телерентгенограмма нижних конечностей в конце перемещения костных фрагментов

Перед ушиванием раны концы костных фрагментов сближали на 3-5 см, что уменьшало величину дефекта и не препятствовало ушиванию раны. В одном случае (7,7%), при наличии дефекта 7 см, в связи с выраженными рубцовыми изменениями окружающих мягких тканей рана была ушита без сближения костных фрагментов.

Из разреза-прокола 1,0 см на границе верхней и средней трети бедра выполнялась кортикотомия с остеоклазией бедренной кости. На уровне средней трети голени выполнялась аналогичная кортикотомия с остеоклазией большеберцовой кости. Дистракция на уровнях остеотомий начиналась на пятые сутки после операции в темпе 1мм/сутки в течение первого месяца с последующим снижением до 0,75 мм/сутки – на основании ежемесячного рентгенологического контроля формирующихся дистракционных регенератов. По достижении контакта концов костных фрагментов выполнялась коррекция механической оси нижней конечности и ориентации голеностопного сустава. Трем пациентам (23%)

выполнялась коррекция по Илизарову, 10-и (77%) – с использованием ортопедического гексапода Орто-СУВ.

После этого выполнялась операция открытой адаптации концов костных фрагментов с костной аутопластикой из крыла подвздошной кости. При необходимости этот этап сопровождался заменой нестабильных чрескостных элементов. Троице пациентам (23%), в связи с выраженными рубцовыми изменениями мягких тканей потребовалось пластика местными тканями. При применении «кабельной техники» тросы удалялись на этапе открытой адаптации, перемещаемые костные фрагменты стабилизировались в АВФ стандартными чрескостными элементами: спицами и стержнями-шурупами.

При рентгенологическом подтверждении перестройки дистракционных регенератов и консолидации на стыке костных фрагментов выполнялась клиническая проба: определялась патологическая подвижность на уровнях регенератов и стыка костных фрагментов. При отсутствии патологической подвижности АВФ динамизировали. Через одну неделю, при отсутствии болевого синдрома, АВФ демонтировали и рекомендовали ношение брейса в течение одного месяца. В этот период рекомендовали довести нагрузку на конечность до 100%.

Остаточное укорочение нижней конечности пациенты компенсировали при помощи ортопедической обуви. При сохраняющемся значимом укорочении нижней конечности (свыше 3 см) и желании пациента, не ранее чем через год, выполнялся следующий этап оперативного лечения: устранение остаточного неравенства длин нижних конечностей.

При выполнении третьего этапа оперативного лечения (устранения остаточного укорочения) монтировался АВФ из 2-х модулей по две опоры в каждом. Аналогично первому этапу лечения выполнялись кортикотомия с остеоклазией бедренной и большеберцовой костей. Дистракцию на уровнях остеотомий начинали на пятые сутки в аналогичном темпе. По окончании дистракции выполнялась коррекция механической оси нижней конечности. АВФ демонтировался после клинико-рентгенологического подтверждения перестройки регенератов и выполнения клинической пробы.

### 5.2.3. Результаты лечения пациентов подгруппы 2.1

Период “чрескостного остеосинтеза” (период distraction + период фиксации) при лечении пациентов по Илизарову с обширными ДКОКС составил в среднем  $27,44 \pm 9,26$  месяцев. При замещении дефекта 7 см период чрескостного остеосинтеза составил 12 месяцев (340 дней), а индекс чрескостного остеосинтеза составил 49 дней/см. Для пациентов с дефектами 12-19 см период чрескостного остеосинтеза составил от 16 до 38 месяцев, а индекс чрескостного остеосинтеза от 55,7 дней/см до 88 дней/см. Для пациентов с величиной дефекта свыше 20 см (20-26 см) индекс чрескостного остеосинтеза составил от 50,7 дней/см до 75 дней/см. Следует отметить что только одному пациенту (при замещении дефекта в 7 см) не требовалось последующего устранения неравенства длин конечностей, в данном случае дефект был замещен одновременно с устранением укорочения.

В одном случае, при замещении дефекта 8 см период чрескостного остеосинтеза составил 800 дней, а индекс чрескостного остеосинтеза 100 дней/см. Столь длительный период чрескостного остеосинтеза в данном случае был обусловлен с одной стороны формированием гипотрофического регенерата и необходимостью дополнительного этапа оперативного вмешательства – костной аутопластики регенерата, а с другой стороны тем, что пациент в течение 1,5 лет, по независящим от нас причинам, не являлся на амбулаторный прием.

Только четверем пациентам полностью устранено неравенство длин нижних конечностей (30,8%). Трем пациентам укорочение нижней конечности устранено частично (23%), оставшиеся шесть пациентов (46,2%) после достижения сращения на стыке костных фрагментов бедренной и большеберцовой костей отказались от последующего удлинения и компенсируют неравенство длин нижних конечностей (4-14 см) ортопедической обувью.

Таким образом, завершающий, третий этап оперативного лечения был выполнен семи пациентам: четверем укорочение устранено полностью и трем частично. Период чрескостного остеосинтеза на данном этапе лечения составил от 390 до 818 дней и зависел от величины устраняемого укорочения. Индекс чрескостного остеосинтеза составил от 48,75 дней/см до 55 дней/см.

Качество жизни пациентов, которым выполнялось замещение дефекта костей, образующих коленный сустав по Илизарову оценивалось путем анализа данных, полученных на основе опросника SF-36 до операции и после этапа замещения дефекта и устранения остаточного укорочения (табл. 5.1).

Таблица 5.1.

## Сравнение показателей качества жизни по опроснику SF-36

Показатели SF-36	До операции (n=13)	После замещения дефекта (n=9)	После устранения неравенства длин нижних конечностей (n=4)
Физическое функционирование (PF)	8,6±7,8	61,7±18,9	63,8±11,1
Ролевое (физическое) функционирование (RP)	13,6±30,3	100	100
Интенсивность боли (BP)	42,5±15,1	100	96±8
Общее состояние здоровья (GH)	27,3±14,9	69,7±15,7	70,3±15,8
Жизненная активность (VT)	25±16,3	88,3±5,8	81,3±12,5
Социальное функционирование (SF)	51,4±8,8	50	50
Эмоциональное функционирование (RE)	30,5±37,9	100	100
Психологическое здоровье (MH)	33,8±15,4	84±10,6	75±11,5

При сравнении пациентов до операции и после замещения дефекта выявлено, что все показатели во всех изучаемых параметрах качества жизни стали гораздо выше после восстановления функции опороспособности нижней конечности.

Общий срок стационарного лечения пациентов на этапе замещения дефекта составлял от 108 до 187 койко-дней. На первом этапе замещения дефекта (наложение АВФ, выполнение кортикотомий с остеоклазией, начало периода distraction) продолжительность стационарного лечения составила от 60 до 75 койко-дней. На втором этапе лечения (выполнении открытой адаптации костных

фрагментов, костной аутопластики и коррекции механической оси нижней конечности) продолжительность стационарного лечения составляла от 30 до 42 койко-дней. Дополнительная госпитализация пациентов для перепроведения чрескостных элементов, а в четырех случаях - для выполнения костной аутопластики гипотрофических дистракционных регенератов, составила от 3 до 14 койко-дней. Длительность госпитализации для демонтажа АВФ составила от трех до семи койко-дней. Возможности сокращения пребывания пациентов в стационаре будут обсуждены в разделе 5.4 “Обсуждение полученных результатов”.

#### **5.2.4. Осложнения у пациентов подгруппы 2.1**

Осложнения оценивались нами по классификации J. Caton, согласно которой они были разделены на 3 категории:

Осложнения категории I встречались у всех 13-и (100%) пациентов подгруппы 2.1. Во всех случаях, в силу длительного периода чрескостного остеосинтеза, возникало воспаления мягких тканей вокруг мест выходов чрескостных элементов. Во всех случаях воспаления удалось купировать более частыми перевязками с мазью «Левомеколь» и пероральным приемом антибиотиков. В двух случаях произошли переломы чрескостных элементов. Сломанные чрескостные элементы были удалены на амбулаторном этапе. В данных случаях дополнительного перепроведения чрескостных элементов не потребовалось.

Осложнения категории II также встречались у всех пациентов (100%). Всем пациентам, также вследствие длительного периода чрескостного остеосинтеза, потребовалось перепроведение чрескостных элементов в виду их нестабильности, и как результат – не купируемого консервативно воспаления мягких тканей. В 10-и случаях, в результате переломов чрескостных элементов потребовалось их “перепроведение”. В двух случаях, при преимущественном замещении дефекта за счет голени и превышения ее исходной длины («переудлинения» голени) развилась невропатия малоберцового нерва и формирование контрактуры голеностопного сустава с эквинусной установкой стопы, что потребовало дополнительного хирургического лечения: удлинения ахиллова сухожилия, монтажа стопного

компонента с последующим устранением порочного положения стопы по времени. Формирование гипотрофических дистракционных регенератов в процессе замещения дефекта отмечено у четырех пациентов в процессе замещения дефекта в связи с формированием гипотрофического дистракционного регенерата (в двух случаях сформировался гипотрофический регенерат бедренной и в двух случаях – большеберцовой кости) потребовалась дополнительная аутокостная пластика из крыла подвздошной кости.

Категория III осложнений по Caton (категория осложнений, повлиявших на результат лечения) встречалась у трех пациентов (22,1%). В всех случаях возник рецидив инфекционного процесса, что потребовало повторного выполнения радикальной хирургической обработки очага инфекции.

Приводим клинический пример замещения обширного ДКОКС по Илизарову.

Пациентка П., 1962 г.р. В 1985 г. установлен диагноз: ГКО дистальной трети правой бедренной кости. Была выполнена резекция с последующим индивидуальным эндопротезированием по Воронцову. В 25.05.1993 г. и 20.05.2002 гг. выполнялись операции ревизионного эндопротезирования правого коленного сустава. В 2003 г. развилась глубокая инфекция области хирургического вмешательства. 05.06.03 г. выполнено удаление эндопротеза, радикальная хирургическая обработка очага остеомиелита. В результате сформировался костный дефект протяженностью 30 см. В 2004 г. выполнена пластика дефекта васкуляризированным трансплантатом из малоберцовой кости, кортикотомия большеберцовой кости, попытка замещение дефекта по Илизарову. В результате консолидация наступила только в месте контакта трансплантата и большеберцовой кости; в средней трети голени сформировался гипопластический регенерат. В 2006 г. поступила для лечения в РНИИТО им. Р.Р. Вредена с диагнозом: дефект костей, образующих правый коленный сустав 16 см, укорочение правой нижней конечности 12 см, гипотрофический дистракционный регенерат правой большеберцовой кости 6 см, хронический остеомиелит правого бедра, голени, фаза

ремиссии (рис. 5.2). Пациентка категорически отказывалась от ампутации, которая ей многократно предлагалась.



Рис. 5.2 Рентгенограммы пациентки с ДКОКС

Первым этапом, 25.01.06 г. выполнена операция: наложение комбинированного (гибридного) аппарата внешней фиксации (АВФ), кортикотомия с остеоклазией большеберцовой кости в средней трети с последующей дистракцией для замещения дефекта и компрессией на уровнях гипотрофического регенерата и дефекта (рис 5.3).

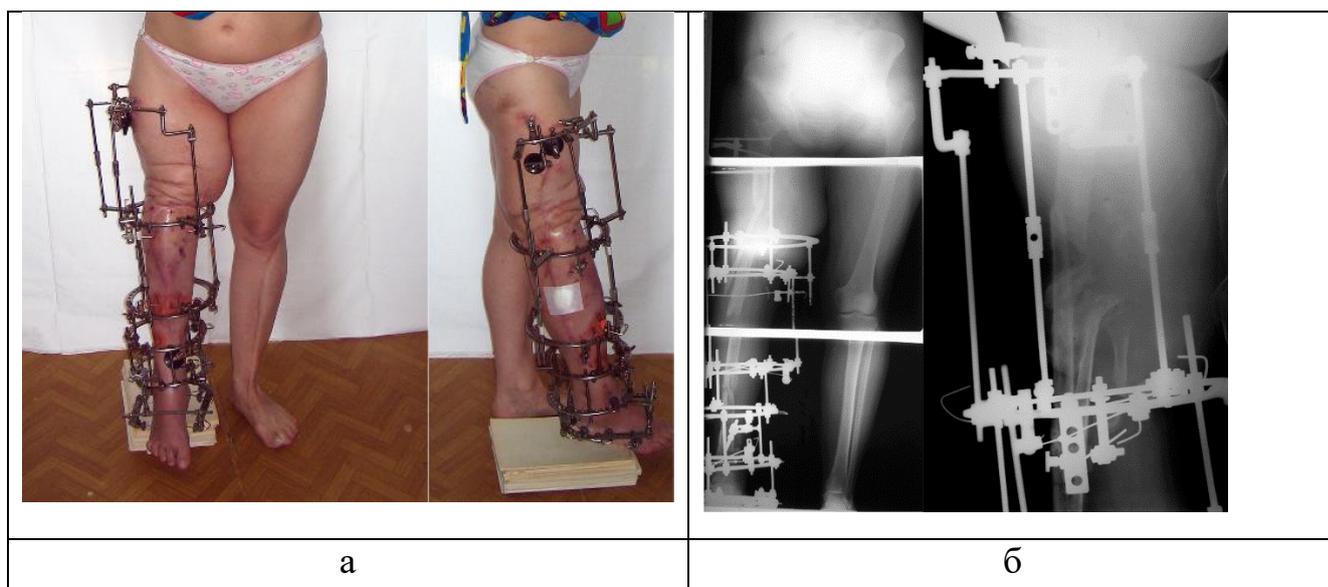


Рис. 5.3. Фотографии (а) и рентгенограммы (б) пациентки после наложения комбинированного (гибридного) аппарата внешней фиксации (АВФ), кортикотомия с остеоклазией большеберцовой кости в средней трети с последующей дистракцией для замещения дефекта и компрессией на уровнях гипотрофического регенерата и дефекта.

09.03.06 г. выполнена кортикотомия с остеоклазией бедренной кости с последующей дистракцией для замещения дефекта костей, образующих коленный сустав. За 120 дней дистракции получен дистракционный регенерат на бедре длиной 8 см, на голени 13 (рис. 5.4).

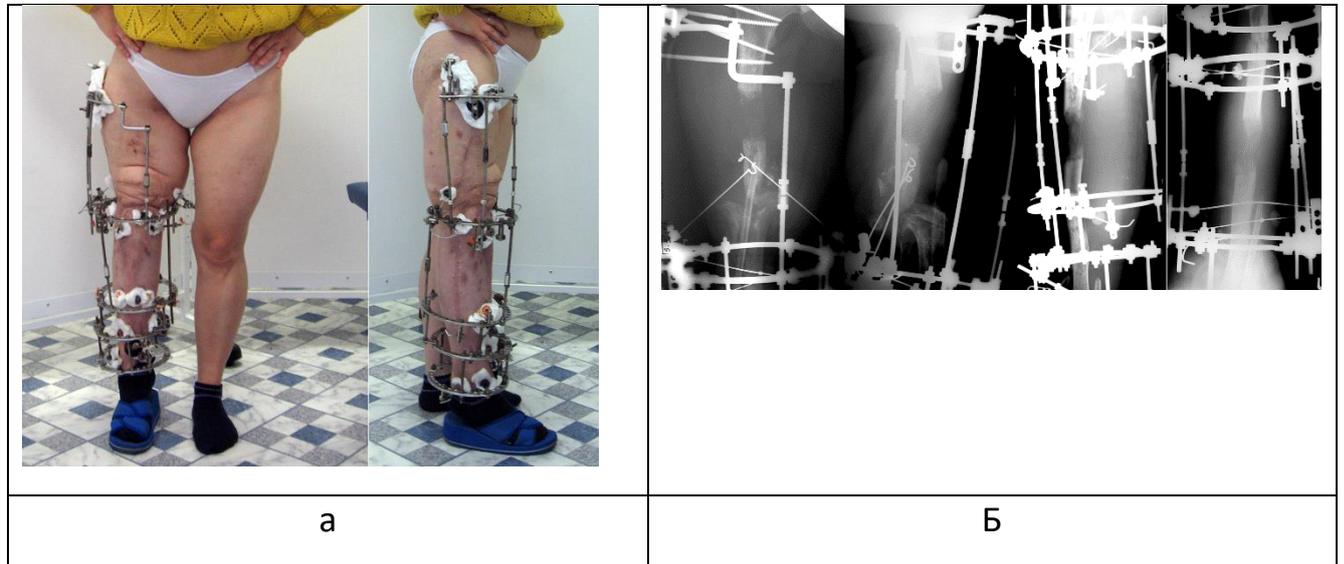


Рис. 5.4. Фотографии (а) и рентгенограммы (б) пациентки после кортикотомия с остеоклазией бедренной кости с последующей дистракцией для замещения дефекта костей, образующих коленный сустав.

Вторым этапом, 26.03.07 г. выполнена открытая адаптация на стыке костных фрагментов бедренной и большеберцовой костей. По поводу сформировавшейся эквинусной установки правой стопы выполнено удлинение ахиллова сухожилия и наложение шарнирного чрескостного модуля (рис. 5.5). Период остеосинтеза составил 30 месяцев (период дистракции 12 мес. + период фиксации 18 мес.) (рис. 5.6). АВФ демонтирован 10.09.08 г. Остаточное укорочение правой нижней конечности на тот момент составило 8 см.

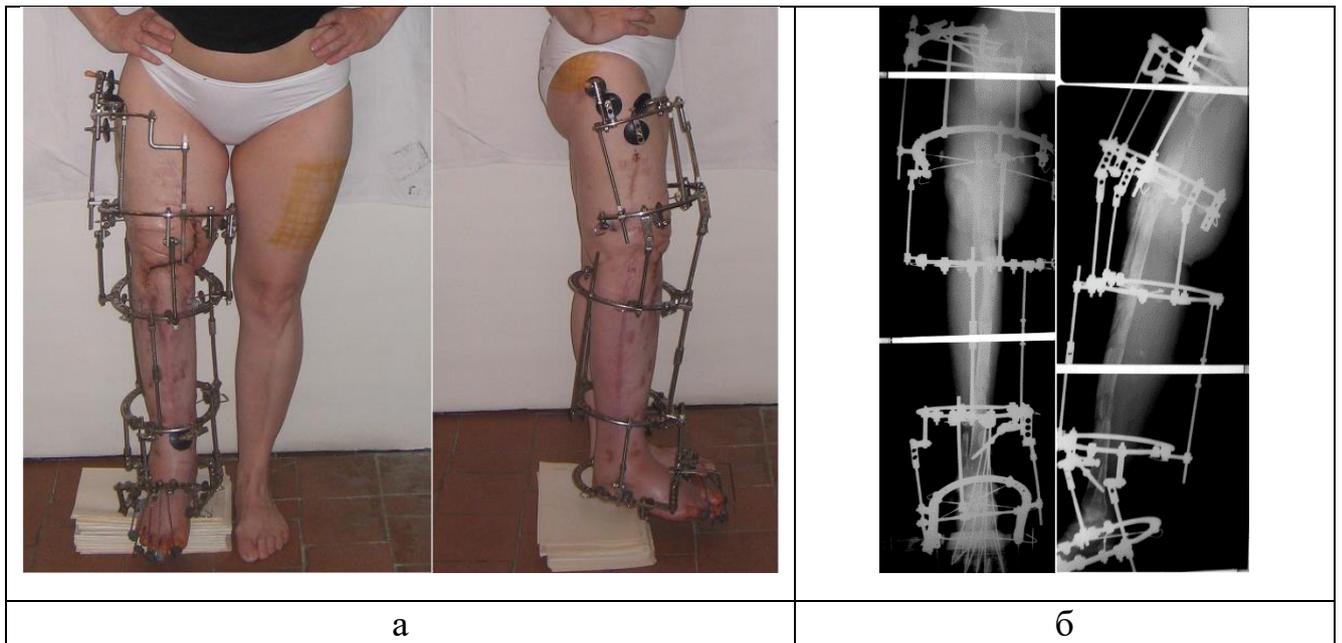


Рис. 5.5. Фотографии (а) и рентгенограммы (б) пациентки после удлинение ахиллова сухожилия и наложение шарнирного чрескостного модуля с целью устранения эквинусной установки стопы.



Рис. 5.6. Фото и рентгенограммы пациентки в фазе фиксации (а) и после демонтажа АВФ (б).

Третьим этапом, 05.10.10 г. выполнены наложение АВФ, кортикотомия с остеоклазией правой бедренной кости. Дистракция проводилась в течение 110 дней. В результате получен регенерат 8 см. По окончании дистракции проводилась коррекция механической оси нижней конечности при помощи аппарата Орто-СУВ. Период остеосинтеза этого этапа составил 13 месяцев: период дистракции – 3,5 мес. и период фиксации – 9,5 мес. (рис. 5.7).

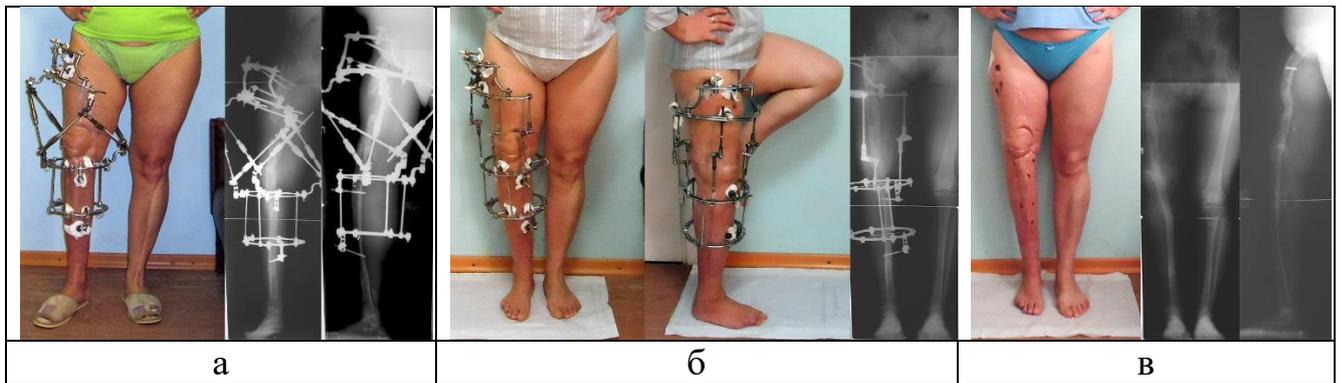


Рис. 5.7. Фото и рентгенограммы пациентки при устранении остаточного укорочения и коррекции механической оси нижней конечности (а), в фазе фиксации (б), после демонтажа АВФ (в).

Таким образом, общий срок лечения составил 67 мес. (5,5 лет). Совокупный период остеосинтеза (период дистракции + период фиксации) составил 43 мес. (3,5 года). За время лечения, в виду длительного периода остеосинтеза в АВФ, неоднократно возникало воспаление мягких тканей в области мест выходов чрескостных элементов, которое купировалось местным применением антибактериальных препаратов и перевязками (I категория осложнений по Caton). Дважды потребовался перемонтаж АВФ в виду нестабильности чрескостных элементов (II категория осложнений по Caton), что не повлияло на окончательный результат лечения.

Отдаленный результат оценен в ноябре 2016, спустя 5 лет с момента завершения третьего этапа лечения (рис. 5.8).



Рис. 5.8. Фото и рентгенограммы пациентки спустя 5 лет после окончания лечения.

Пациентка ходит без дополнительных средств опоры. Только при ходьбе на длительные расстояния использует трость. Правая нижняя конечность полностью опороспособна, нарушений кровообращения, иннервации нет. Длина нижних конечностей равная, механическая ось правой нижней конечности правильная. Пациентка водит автомобиль с ручным управлением. Замужем, воспитывает ребенка.

### **5.3. Реконструкции «поверх стержня» (подгруппа 2.2)**

В данном разделе представлены результаты лечения пациентов, которым обширный дефект костей, образующих коленный сустав, замещался «поверх интрамедуллярного стержня».

#### **5.3.1. Характеристика пациентов подгруппы 2.2**

Данную подгруппу составили 12 пациентов с эпиметафизарными дефектами костей, образующих коленный сустав, т.е. все пациенты имели дефекты, относящиеся к типам IVA-IVB. Величина дефекта составляла 12-26 см ( $17,7 \pm 5,1$  см). Дефект протяженностью 12-13 см был у четырех пациентов. Величина костного дефекта 16-20 см имела у пяти пациентов и два пациента имели дефект, размерами превышающими 20 см (25-26 см).

Выбор технологии замещения дефекта (аналогично подгруппе 2.1.) был обусловлен величиной и локализацией дефекта, состоянием мягких тканей. В 8-и случаях дефект замещали за счет перемещением фрагмента бедренной кости. Выполнение кортикотомии с остеоклазией большеберцовой кости не выполнялось по причине относительно небольшой величины дефекта (12-13 см) и интактной большеберцовой кости. В трех случаях дефект был замещен билокально на двух уровнях за счет перемещения фрагментов бедренной и большеберцовой костей и в одном случае дефект был замещен за счет перемещения фрагмента большеберцовой кости. Все пациенты (как и пациенты подгруппы 2.1) относились к малозащищенной категории населения: 100% были неработающими и имели установленную II группу инвалидности.

### 5.3.2. Особенности использования методики

На этапе предоперационного планирования по телерентгенограммам заказывался индивидуальный бедренный стержень. Диаметр стержня определяли по минимальной ширине костномозгового канала диафиза бедренной и большеберцовой костей, а длину от грушевидной ямки до границы средней/нижней трети диафиза большеберцовой кости с учетом планируемого интраоперационного укорочения конечности 5-7 см. Отсутствие возможности иметь “линейку” типоразмеров стержней, заставляет относиться к этому этапу планирования особенно ответственно. Однако во всех случаях мы обсуждали с пациентами “резервный” вариант реконструктивной операции по Илизарову, решение о котором могло быть принято интраоперационно.

Во время операции, после удаления неартикулирующего спейсера, обработки концов костных фрагментов до жизнеспособной кости, из раны в области коленного сустава вскрывались костномозговые каналы бедренной и большеберцовой костей. Костномозговые каналы последовательно обрабатывались развертками с шагом в 1 мм до диаметра, превышающего 2 мм диаметра стержня. Это требовалось для предотвращения возможного заклинивания перемещаемых костных фрагментов на стержне. Интрамедуллярный стержень устанавливался по стандартной методике. Для минимизации разреза в месте введения стержня (в вертельной области) использовался проводник для введения интрамедуллярного стержня (Патент РФ на полезную модель № 144667). После установки интрамедуллярного стержня концы костных фрагментов сближали на величину 5-7 см до возможности ушивания раны. Стержень блокировали проксимально по направителю по статической схеме двумя или тремя винтами, дистальное блокирование стержня осуществляли методом «свободной руки» двумя или тремя винтами, также по статической схеме.

В 11-и случаях для перемещения фрагмента бедренной кости применялась кабельная техника. Для этого через дистальный конец бедренной кости проводилось два троса, которые выводились на уровне верхней трети голени. В одном случае, при билокальном замещении дефекта за счет перемещения

фрагмента бедренной и большеберцовой костей кабельная техника использовалась для перемещения обоих фрагментов. Для этого, аналогично с дистальным фрагментом бедренной кости, через проксимальный конец большеберцовой кости также проводились два троса с выведением наружу на уровне нижней трети бедра (рис. 5.9.а). В двух случаях при билोकальном замещении дефекта для перемещения фрагмента большеберцовой кости использовались спицы. В одном случае, при замещении дефекта только за счет перемещения фрагмента большеберцовой кости также использовались спицы.

Необходимо отметить, что в 11-и случаях в качестве “тросов” использовалась серкляжная проволока, которую складывали вдвое и переплетали. В одном случаях использовали промышленно изготовленные тросы диаметром 2 мм, используемые для крепления перипротезной пластины.

Отступя на 4-6 см проксимальнее от дистального конца бедренной кости выполнялась остеотомия “поверх стержня”: задняя полуокружность бедренной кости пересекалось пилой Джигли, передняя полуокружность – остеотомом. Выбранное расстояние остеотомии определялось жизнеспособностью костной ткани и возможностью проведения и фиксации тросов. В четырех случаях, при замещении дефекта остеотомия выполнялась на 4-6 см дистальнее проксимального конца большеберцовой кости. Полученные в результате остеотомий фрагменты временно фиксировались к основным фрагментам спицами. Рана дренировалась двумя активными дренажами и ушивалась, после чего проводились чрескостные элементы и монтировался АВФ.

В четырех случаях (три случая замещения дефекта за счет перемещения фрагмента бедренной и один случай замещения дефекта за счет перемещения фрагментов бедренной и большеберцовой костей) АВФ состоял из 2-х модулей по две опоры в каждом (рис.5.9.б,в). Проксимальный модуль монтировался на бедре таким образом, что проксимальная опора модуля на основе сектора 90° располагалась на протяжении от уровня II до уровня IV бедренной кости. Наличие интрамедуллярного стержня обуславливало использование в этой опоре экстракорткальных фиксаторов и стержней-шурупов, проведенных

тангенциально для исключения контакта со стержнем. Дистальная опора проксимального модуля на основе кольца располагалась на протяжении уровней VI-VII бедренной кости, на 3-5 см проксимальнее дистального конца бедренной кости.

Второй модуль монтировался на голени таким образом, что дистальное кольцо располагалось на уровне VIII большеберцовой кости, ниже дистального конца интрамедуллярного стержня. Малоберцовая кость фиксировалась в данной опоре спицей VIII,(8-2),8-2 с целью стабилизации голеностопного сустава. Проксимальная опора модуля располагалась на 3-5 см ниже проксимального конца большеберцовой кости (уровни II-IV, в зависимости от величины дефекта). Тросы через ролики фиксировались в АВФ (рис. 5.9.б,в).

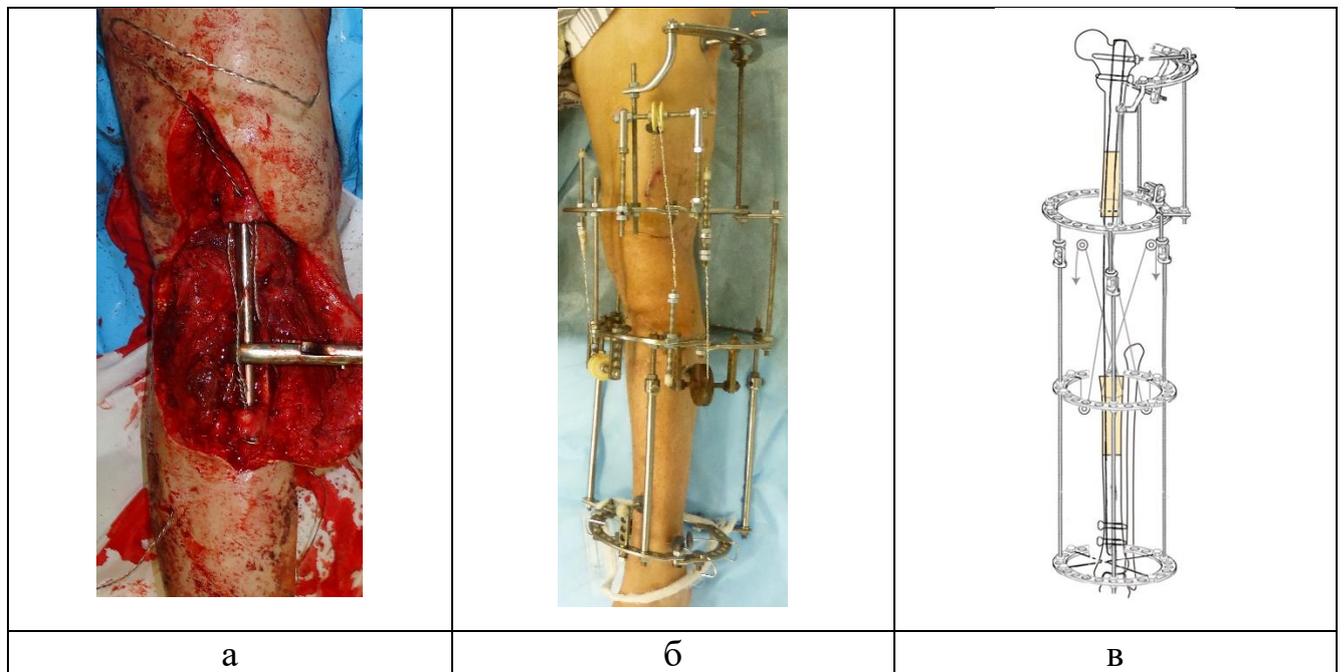


Рис. 5.9. Применение кабельной техники для замещения ДКОКС «поверх стержня» на примере замещения дефекта за счет фрагментов бедренной и большеберцовой костей: а.- фотография тросов, проведенных через концы костных фрагментов; б.- фотография нижней конечности на этапе замещения дефекта; в. – схема замещения дефекта костей

В семи случаях (5 случаев замещения дефекта за счет перемещения фрагмента бедренной и 2 случая замещения дефекта за счет перемещения фрагментов бедренной и большеберцовой костей) компоновка АВФ состояла только из одного модуля, располагающегося на голени (Патент РФ на изобретение № 2376951). При

этом дистальная опора, располагалась на уровне VIII большеберцовой кости, ниже дистального конца интрамедуллярного стержня. Малоберцовая кость фиксировалась в данной опоре спицей VIII,(8-2),8-2 с целью стабилизации голеностопного сустава (рис.5.10.). Проксимальная опора модуля располагалась на 3-5 см ниже проксимального конца большеберцовой кости (II-IV уровни, в зависимости от величины дефекта).

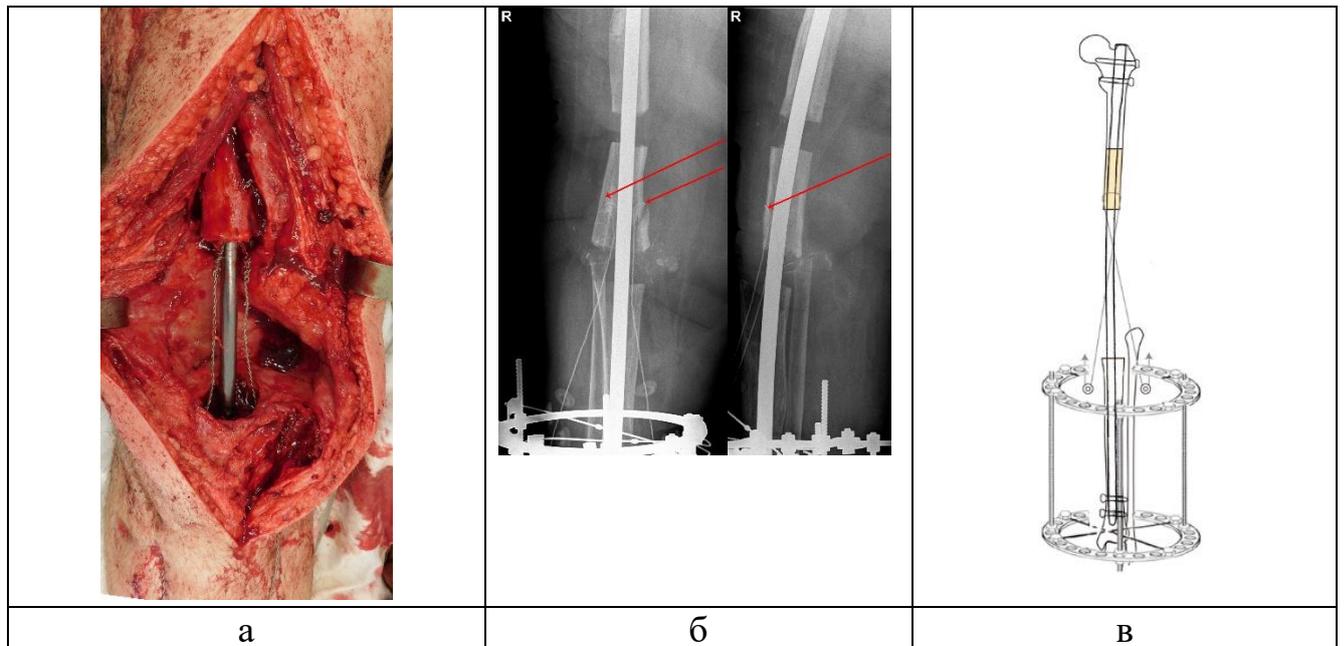


Рис. 5.10. Применение кабельной техники для замещения ДКОКС «поверх стержня» за счет перемещения фрагмента бедренной кости: а. - фотографии тросов, проведенных через дистальный конец фрагмента бедренной кости; б. - рентгенограмма нижней конечности после операции. Тросики обозначены стрелками; в. – схема замещения дефекта костей

Перемещение костных фрагментов начинали на седьмые-девятые сутки после операции в темпе 1 мм/сутки в течение первого месяца с последующим снижением до 0,75 мм/сутки – на основании ежемесячного рентгенологического контроль формирующихся дистракционных регенератов. Коррекции механической оси нижней конечности в случае замещения дефекта «поверх стержня» не требовалось.

По достижении контакта костных фрагментов бедренной и большеберцовой костей, вторым этапом выполнялась операция, которая включала удаление тросов, открытую адаптацию костных фрагментов, костную аутопластику из крыла подвздошной кости, фиксацию костных фрагментов пластиной LCP с

монокортикальным или тангенциальным введением винтов (рис. 5.11). Рана ушивалась, после чего АВФ демонтировался.

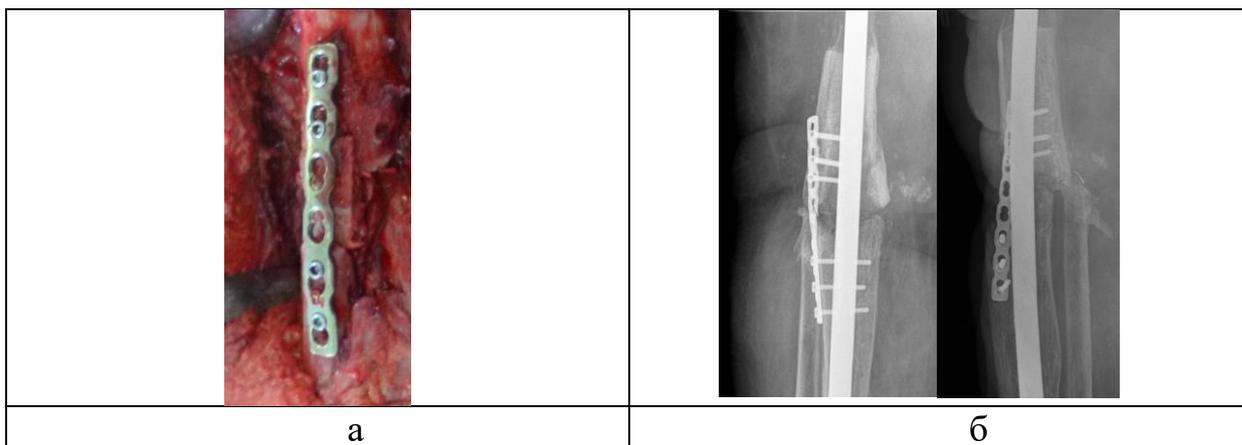


Рис. 5.11. Открытая адаптация, фиксация пластиной: а – интраоперационная фотография фиксированных костных фрагментов; б – рентгенограммы после операции

Пациенты продолжали амбулаторное наблюдение с рекомендациями ходьбы при помощи костылей с дозированной нагрузкой на конечность до 30-40% массы тела и выполнением контрольных рентгенограмм нижней конечности ежемесячно. Остаточное укорочение нижней конечности пациенты компенсировали при помощи ортопедической обуви. При рентгенологическом подтверждении перестройки дистракционных регенератов (на сроке 6-12 месяцев после открытой адаптации костных фрагментов) рекомендовали довести нагрузку на конечность до 100%. В шести случаях (50%) для подтверждения перестройки дистракционных регенератов выполнялась компьютерная томография.

Для выполнения *третьего этапа* оперативного лечения (устранения остаточного укорочения) удалялись дистальные блокирующие винты, повторно монтировался АВФ с использованием экстракортикальных фиксаторов и радиально проведенных чрескостных элементов. Выполнялась остеотомия бедренной и/или большеберцовой костей с последующей дистракцией на 7-е сутки в темпе 1 мм/сутки. После достижения необходимой величины дистракционного регенерата выполнялось повторное дистальное блокирование стержня и АВФ демонтировался.

### 5.3.3. Результаты лечения пациентов подгруппы 2.2

Результаты были оценены у 11 пациентов. При замещении дефекта поверх стержня период «чрескостного остеосинтеза» формально должен включать только период distraction (перемещения костных фрагментов), так как после их стабилизации АВФ может быть немедленно демонтирован. Однако во всех наших случаях пациенты имели вынужденный период фиксации аппаратом от 9 до 50 дней. Это было обусловлено невозможностью госпитализации пациентов в необходимые сроки.

Только в двух случаях дефект был полностью замещен в один этап, так как наличие дефекта-диастаза полностью компенсировало укорочение конечности. В одном случае при замещении дефекта размерами 10 см, за счет перемещения фрагмента бедренной кости, период чрескостного остеосинтеза у пациента составил 258 дней, а индекс чрескостного остеосинтеза 25,8 дней/см. В другом случае при замещении дефекта 12 см за счет перемещения фрагментов бедренной и большеберцовой костей период чрескостного остеосинтеза составил 169 дней, а индекс чрескостного остеосинтеза 14 дней/см.

В остальных случаях дефект-диастаз замещали с оставлением остаточного укорочения. При замещении дефекта-диастаза 6-8 см период чрескостного остеосинтеза составил от 112 до 240 дней, а индекс чрескостного остеосинтеза составил от 18,6 до 30,1 дней/см. При замещении дефекта-диастаза размерами 12-14,5 см период чрескостного остеосинтеза составил от 167 до 476 дней, а индекс чрескостного остеосинтеза от 13,8 до 32,8 дней/см.

Троим пациентам следующим этапом оперативного лечения устранено остаточное укорочение нижней конечности. Таким образом из 11-и пациентов у пяти (45,5%) полностью устранено неравенство длин нижних конечностей. Оставшиеся 6 пациентов (54,5%) нуждаются в последующем устранении неравенства длин нижних конечностей.

Качество жизни пациентов, которым обширный дефект костей, образующих коленный сустав, замещался «поверх интрамедуллярного стержня» оценивалось путем анализа данных, полученных на основе опросника SF-36 до операции и после

этапа замещения дефекта-диастаза и устранения остаточного укорочения (табл. 5.2).

Таблица 5.2.

## Сравнение показателей качества жизни по опроснику SF-36

Показатели SF-36	До операции (n=12)	После замещения дефекта (n=11)	После устранения неравенства длин нижних конечностей (n=4)
Физическое функционирование (PF)	6,9±6,5	45,8±19,8	70±9,1
Ролевое (физическое) функционирование (RP)	6,3±11,6	66,7±30,3	75±20,4
Интенсивность боли (BP)	37,5±5	94,6±8,2	95±10
Общее состояние здоровья (GH)	31,5±12,9	61,3±12,9	71,5±16,7
Жизненная активность (VT)	19,4±7,8	75±13	77±12,4
Социальное функционирование (SF)	53,3±11	52,2±5,3	50
Эмоциональное функционирование (RE)	8,5±15,7	100	100
Психологическое здоровье (MH)	30±16,1	75,3±10,3	85±6,8

При сравнении пациентов до операции и после замещения дефекта (как и в подгруппе замещения дефекта по Илизарову) выявлено, что все показатели во всех изучаемых параметрах качества жизни стали гораздо выше после восстановления функции опороспособности нижней конечности ( $p < 0,05$ ).

Общий срок стационарного лечения пациентов на этапе замещения дефекта составлял от 60 до 85 койко-дней. На первом этапе замещения дефекта (интрамедуллярный остеосинтез, наложение АВФ, выполнение остеотомий, начало периода distraction) продолжительность стационарного лечения составила от 31 до 42 койко-дней. На втором этапе лечения (выполнении открытой адаптации костных фрагментов, костной аутопластики и демонтажа АВФ)

продолжительность стационарного лечения составляла от 10 до 18 койко-дней. Дополнительная госпитализация потребовалась у восьми пациентов. В семи случаях выполнялось перепроведение чрескостных элементов: в шести случаях – проведение дополнительных спиц в связи с обрывом тросов, в одном – переустановка экстракортикального фиксатора. В одном случае госпитализация была необходима для выполнения костной аутопластики гипотрофического дистракционного регенерата. Срок дополнительной госпитализации составил от 3 до 16 койко-дней. Возможности сокращения пребывания пациентов в стационаре будут представлены в разделе 5.4 “Обсуждение полученных результатов”.

#### **5.3.4. Осложнения у пациентов подгруппы 2.2**

Осложнения, согласно классификации J.Caton, были разделены на 3 категории. Осложнения I категории возникли у всех 12 пациентов (100%) подгруппы 2.2. Во всех случаях возникало воспаления мягких тканей вокруг мест выходов чрескостных элементов. Данный тип осложнений разрешился консервативными методами лечения и не повлиял ни на срок лечения, ни на конечный результат.

Осложнения II категории встретились у семи пациентов данной подгруппы (58,3%). Осложнением, характерным только для использования «кабельной техники», был обрыв тросов. Данный тип осложнений встречался у шести пациентов (54,5%). Во всех этих случаях в виде кабелей была использована серкляжная проволока. В связи с этим во всех этих случаях потребовалось проведение дополнительных спиц для продолжения перемещения костного фрагмента. В одном случае выполнена переустановка экстракортикального фиксатора ввиду его нестабильности.

Формирование гипотрофического дистракционного регенерата в процессе замещения дефекта отмечено у одного пациента (8,3%); потребовалась костная аутопластика.

Осложнение, повлиявшее на результат лечения (III категория осложнений по J. Caton) возникло в одном случае (8,3%). После выполнения остеотомии и начала

дистракции пациентка в течении 12 месяцев не наблюдалась у ортопеда. При явке на осмотр были выявлены обрыв тросов, нестабильность АВФ и формирование атрофического дистракционного регенерата. После выполнения оперативного вмешательства (перемонтаж аппарата, реостеотомия) пациентка была выписана на амбулаторное наблюдение и до настоящего времени на контрольные осмотры не являлась. По почте объяснила это тем, что не имеет средств добраться до ближайшего специалиста.

Приводим клинический пример замещения ДКОКС с использованием комбинированных методик.

Пациентка Д., 1993 г.р. В июне 2012 г. в результате ДТП получила сочетанную травму, в том числе открытый перелом костей левой нижней конечности. В результате повторных хирургических обработок сформировался дефект дистального отдела бедра и проксимального отдела костей голени с дефектом мягких тканей.

В октябре 2012 г. обратилась в ФГБУ «РНИИТО им Р.Р. Вредена». В отделении микрохирургии выполнена пластика дефекта мягких тканей области левого коленного сустава реваскуляризированным торакодorzальным лоскутом, стабилизация конечности при помощи аппарата внешней фиксации. В феврале 2013 г. поступила в отделение №7 ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» с диагнозом: Посттравматический дефект костей, образующих левый коленный сустав 14 см, укорочение левой нижней конечности 11 см (рис. 5.12).

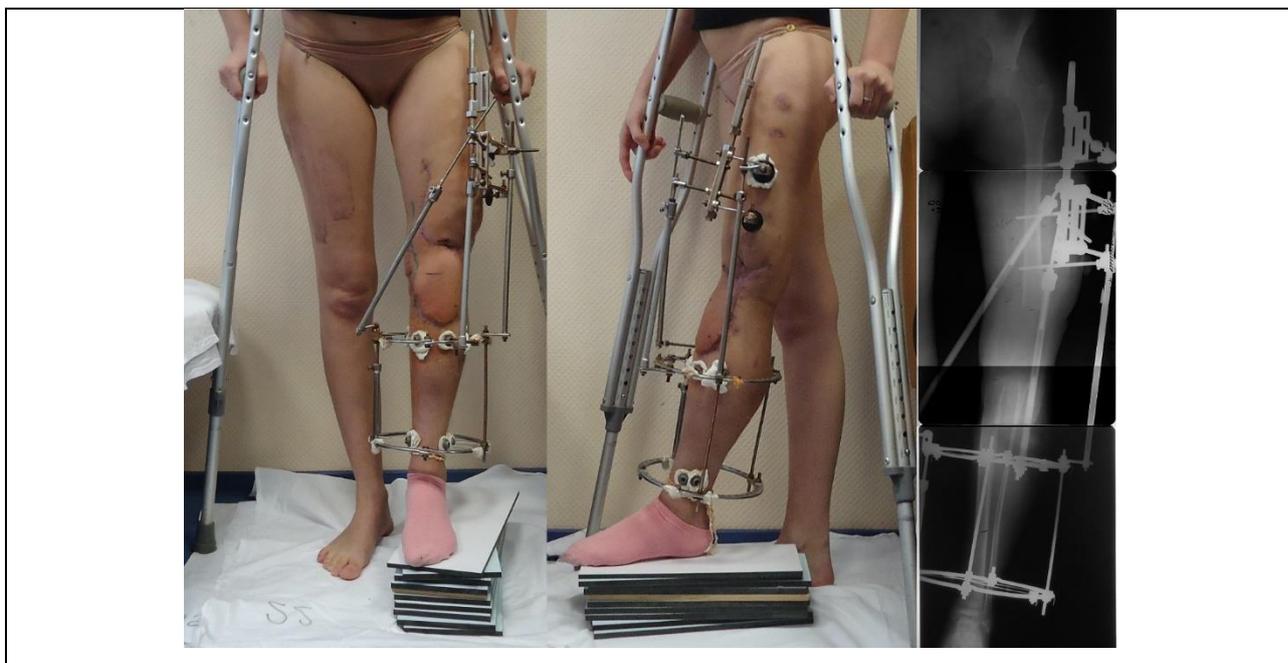


Рис. 5.12. Фото и рентгенограммы пациентки с ДКОКС при поступлении

Первым этапом, 05.03.13 г. выполнена операция: демонтаж фиксационного аппарата, моделирующая резекция дистального конца бедренной и проксимального конца большеберцовой костей, интрамедуллярный остеосинтез левой нижней конечности “длинным” стержнем ЦИТО с максимально возможным сближением на нем концов костных фрагментов. После этого стержень был с двух сторон блокирован по статической схеме. Затем “поверх гвоздя” был наложен чрескостный аппарат, в компоновке которого были использованы экстракорткальные фиксаторы. Выполнены остеотомии бедренной и большеберцовой костей для билокального замещения ДКОКС. При этом для перемещения костных фрагментов были использованы проволочные тяги (рис 5.13). Тракция на уровне остеотомий бедренной и большеберцовой костей начата на седьмые сутки после операции в темпе 0,75-1 мм/суткикратно за 4 приема.

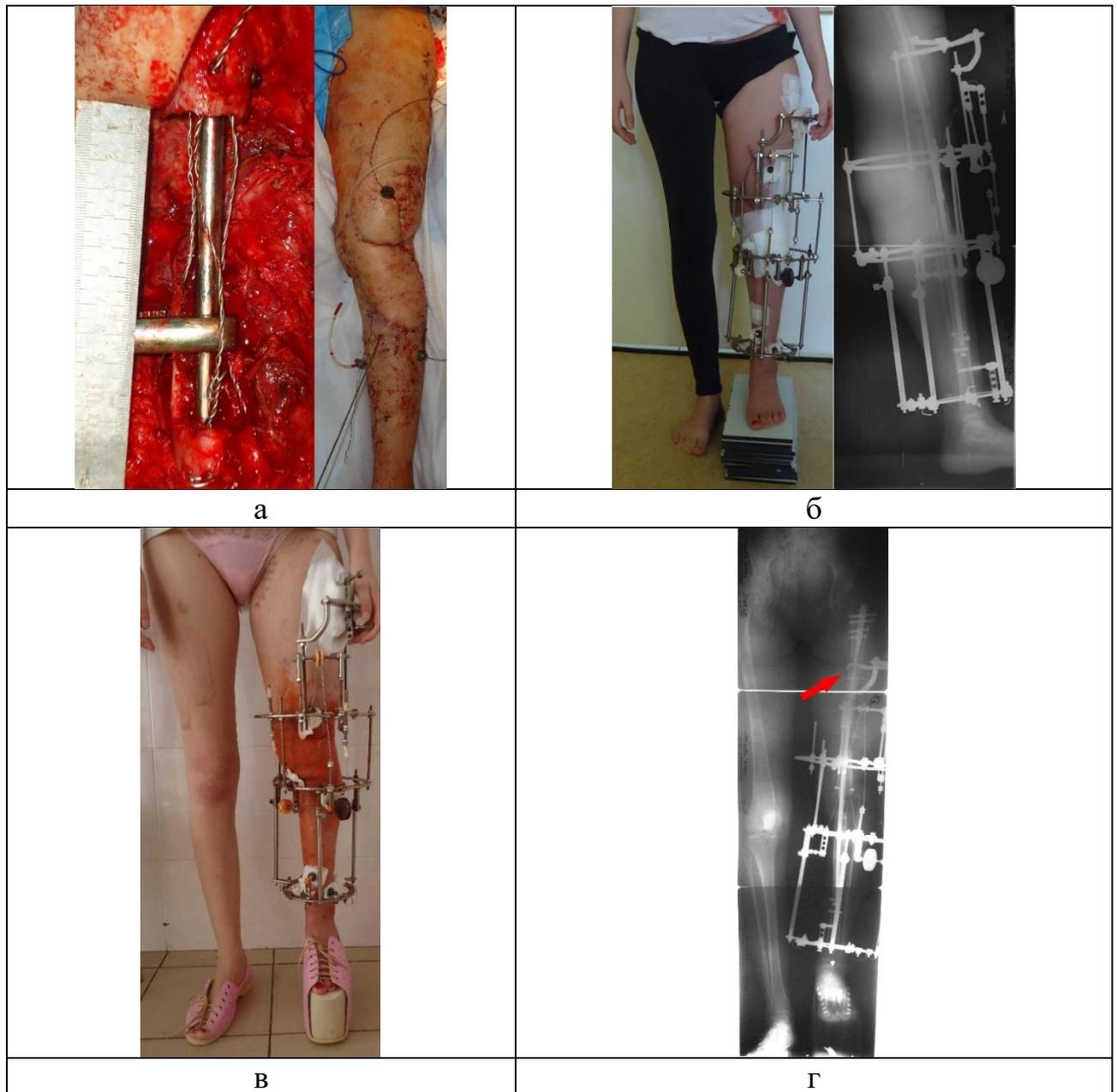


Рис. 5.13. Фото и рентгенограммы пациентки во время первого этапа лечения: а – концы фрагментов с заведенными проволочными тягами и вид конечности после ушивания раны. б. – фото и рентгенограммы пациентки после операции. в, г – фото и рентгенограммы после достижения стыковки перемещаемых фрагментов. Стрелкой указан экстракорткальный фиксатор

После достижения контакта перемещаемых фрагментов бедренной и большеберцовой костей, 19.08.13 г. выполнены: открытая адаптация костных фрагментов, костная аутопластика зоны контакта аутотрансплантатом из гребня подвздошной кости, накостный остеосинтез. Сразу после этого аппарат был демонтирован. На этот момент период чрескостного остеосинтеза составил 166 дней; были сформированы дистракционные регенераты бедренной кости 7 см и

большеберцовой кости - 5 см. Остаточное укорочение левой нижней конечности после завершения первого этапа замещения дефекта составило 13 см (рис. 5.14).

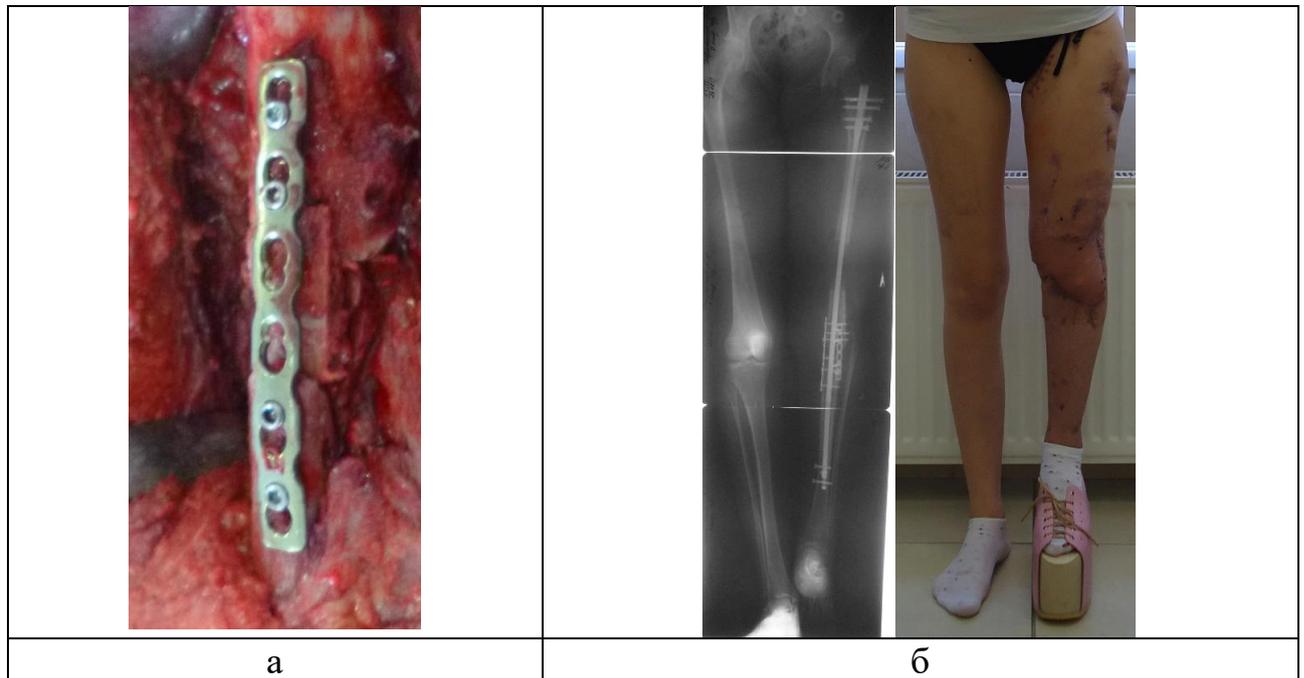


Рис. 5.14. Фото и рентгенограммы пациентки при завершении 1-го этапа лечения: а. – фотографии места открытой адаптации костных фрагментов, б. – фото и рентгенограммы после операции

02.07.14 г. для частичного устранения укорочения левой нижней конечности был выполнен следующий этап оперативного вмешательства: удаление дистальных блокирующих винтов, чрескостный остеосинтез левой бедренной кости и костей голени, остеотомия левой бедренной кости с последующим удлинением во времени «поверх» интрамедуллярного стержня. Дистракция на уровне остеотомии начата на шестые сутки после операции в темпе 1 мм в сутки за 4 приема. По достижении величины регенерата 5 см темп дистракции был уменьшен до 0,5 мм в сутки. В результате был сформирован дистракционный регенерат левой бедренной кости длиной 7 см. 05.11.14 г. выполнены дистальное блокирование стержня по статической схеме и демонтаж аппарата внешней фиксации. Период чрескостного остеосинтеза для этого этапа составил 126 дней. Остаточное укорочение левой нижней конечности к этому моменту сократилось до 6 см (рис. 5.15).

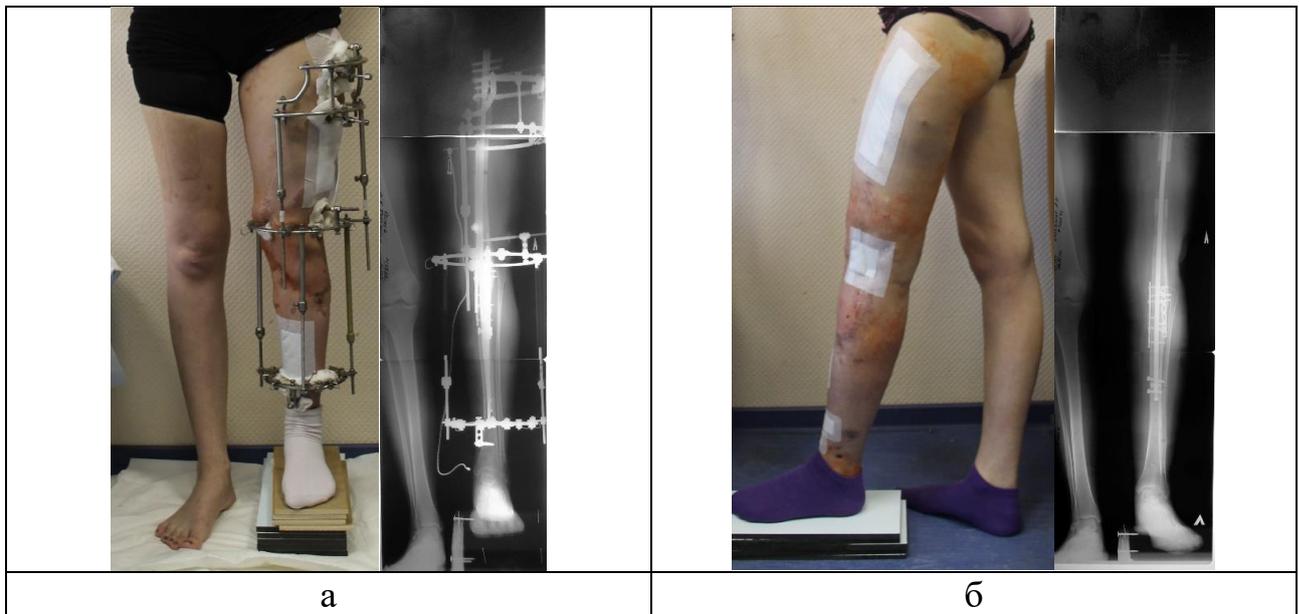


Рис. 5.15. Фото и рентгенограммы пациентки на втором этапе оперативного лечения: а. – после повторного наложения АВФ, дистального разблокирования интрамедуллярного стержня и остеотомии бедренной кости для УПГ, б. – после удлинения, дистального блокирования стержня и демонтажа АВФ

В октябре 2016 г. больная вновь была госпитализирована для устранения остаточного укорочения левой нижней конечности. С пациенткой обсуждено 2 варианта оперативного вмешательства: повторное удлинение левой ноги поверх интрамедуллярного стержня, или укорочение правой голени с интрамедуллярной фиксацией. Пациентка настояла на втором варианте. 17.10.16 г. выполнена резекция обеих костей голени на протяжении 4,5 см с интрамедуллярной фиксацией (рис. 5.16). Остаточное укорочение 1,5 см оставлено намеренно, для улучшения походки пациентки.

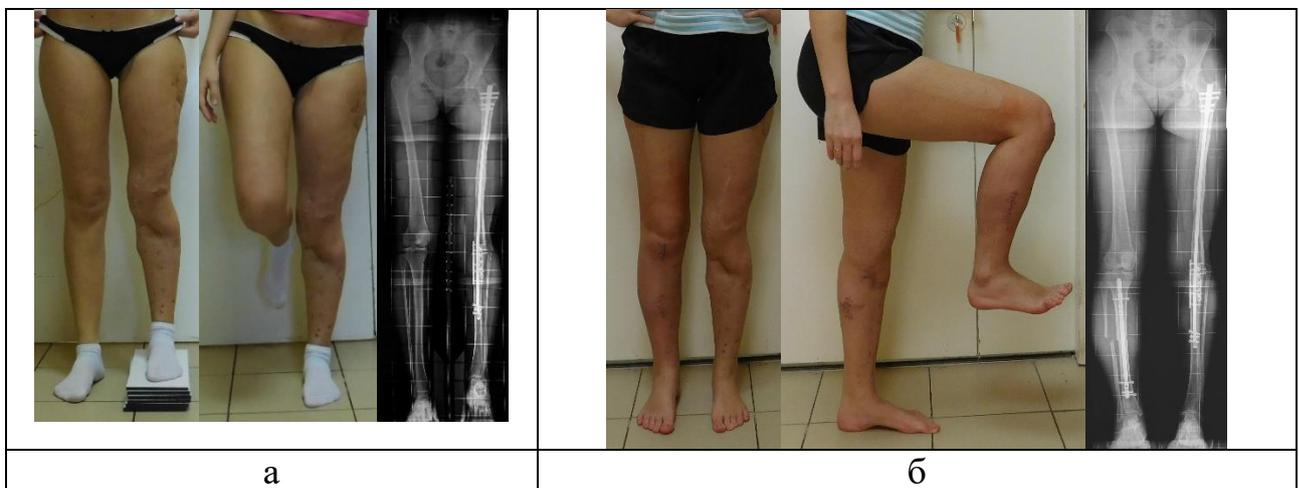


Рис. 5.16. Фото и рентгенограммы пациентки во время третьего этапа лечения: а. – до операции, б. – после операции

Общий срок лечения пациентки составил 42 месяца (3,5 года). Совокупный период чрескостного остеосинтеза составил 292 дня (9,7 месяцев). В целом больная провела в стационаре 197 дней (6,5 месяцев).

За все время лечения дважды возникало воспаление мягких тканей в области мест выходов чрескостных элементов, которое купировалось местным применением антибактериальных препаратов и перевязками (I категория осложнений по Caton). Один раз потребовалась, в виду нестабильности из-за выраженного остеопороза, переустановка экстракортикального фиксатора (II категория осложнений по Caton). Это также не повлияло на окончательный результат лечения.

Отдаленный результат оценен в августе 2017, спустя 10 месяцев с момента последней операции (рис. 5.17).

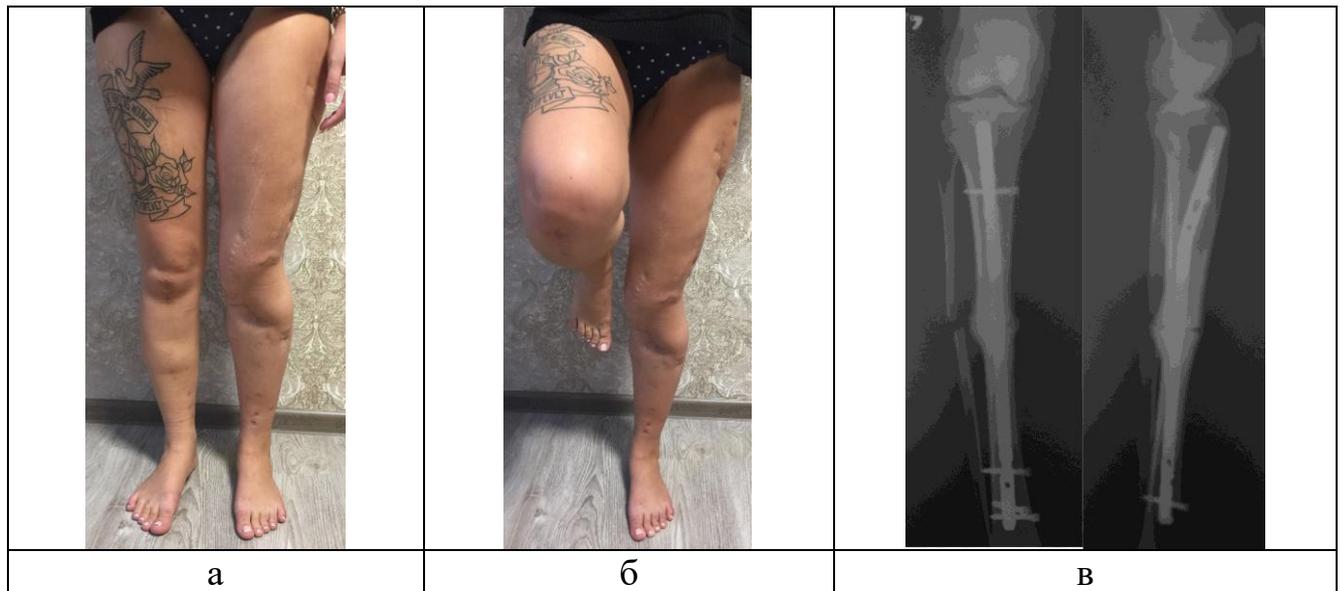


Рис. 5.17. Фото и рентгенограммы пациентки через 10 месяцев после окончания лечения

Пациентка ходит без дополнительных средств опоры. Левая нижняя конечность полностью опороспособна, нарушений кровообращения, иннервации нет. Механическая ось левой нижней конечности правильная. Пациентка водит автомобиль с автоматической коробкой передач, работает по специальности бухгалтером.

#### 5.4. Обсуждение полученных результатов

Представленные подгруппы пациентов с обширными дефектами костей, образующих коленный сустав, сравнимы по возрасту, этиологии и типу дефекта.

Средний возраст пациентов подгруппы 2.1 составил  $45,3 \pm 14,7$  лет, для подгруппы 2.2 -  $36,2 \pm 16,1$  лет. Статистически значимых различий по возрастному показателю не выявлено ( $p=0,127$ ), таким образом обе подгруппы сопоставимы по возрасту. По типу дефекта обе подгруппы также сопоставимы ( $p>0,05$ ): преобладали эпиметадиафизарные дефекты IVA и IVB. Дефекты типа IVA имелись у 53,8% пациентов подгруппы 2.1 и 58% пациентов подгруппы 2.2. Дефекты типа IVB имелись у 38,5% пациентов подгруппы 2.1 и 42% пациентов подгруппы 2.2.

По этиологии среди пациентов подгруппы 2.1. преобладали дефекты после удаления онкологических эндопротезов при санации глубокой инфекции, а подгруппы 2.2 – дефекты вследствие глубокой инфекции после внутренней фиксации переломов. В обеих подгруппах причиной формирования обширного дефекта явилась не только исходная патология, а и последующая санация очага глубокой инфекции при которой производилась резекция костных фрагментов. Таким образом, мы имели пострезекционные дефекты, что делает корректным сравнение данных подгрупп.

В большинстве случаев в обеих подгруппах дефект замещался в несколько этапов: этап собственно замещения дефекта-диастаза и последующее устранение остаточного укорочения.

Дефект-диастаз, при котором *не имелось укорочения* конечности, был замещен полностью в один этап лечения только у трех пациентов с общей величиной дефекта до 12 см: 1 пациент подгруппы 2.1 и 2 пациента подгруппы 2.2. Индекс чрескостного остеосинтеза в данном случае составил 49 дней/см для пациента подгруппы 2.1 и 14 и 25,8 дней/см для пациентов подгруппы 2.2. Двукратная разница в индексах чрескостного остеосинтеза при замещении дефект-диастаза для пациентов подгруппы 2.2 обусловлена тем, что в одном случае дефект-диастаз замещали за счет перемещения фрагмента бедренной кости (25,8 дней/см), а во

втором случае – за счет перемещения фрагментов бедренной и большеберцовой костей (14 дней/см).

На этапе замещения дефекта индекс чрескостного остеосинтеза у пациентов подгруппы 2.1 был во 3 раза больше, чем у пациентов подгруппы 2.2 (составлял  $70,5 \pm 17,1$  и  $22,7 \pm 6,8$  соответственно). Это обусловлено в первую очередь тем, что в подгруппе 2.2 АВФ демонтировали в ближайшие сроки после окончания перемещения костных фрагментов, а в подгруппе 2.1 продолжали фиксацию в АВФ.

Срок стационарного лечения на этапе замещения дефекта для пациентов подгруппы 2.1 составил от 108 до 187 койко-дней, для пациентов подгруппы 2.2 - от 60 до 85 койко-дней. Столь значимая разница в сроках стационарного лечения для пациентов подгруппы 2.1 обусловлена, в первую очередь, необходимостью дополнительных госпитализаций для выполнения коррекции механической оси нижней конечности и перепроведения чрескостных элементов при развитии осложнений II типа по классификации Caton. Для пациентов подгруппы 2.2 применение интрамедуллярного стержня исключает вторичную деформацию нижней конечности на этапе замещения дефекта, таким образом не требуется коррекции механической оси нижней конечности.

Наличие остаточного укорочения нижней конечности отмечено у 15 пациентов (9 пациентов подгруппы 2.1 и 6 пациентов подгруппы 2.2). Данная ситуация связана с тем, что части пациентов еще планируется этапное лечение по устранению неравенства длин нижних конечностей (10 пациентов), а остальные пациенты успешно компенсируют укорочение ортопедической обувью и отказались от дальнейшего оперативного лечения (пациенты возрастной группы старше 60 лет).

При оценке качества жизни (шкала SF-36) до операции и после замещения дефекта-диастаза в обеих подгруппах отмечено, что все показатели во всех изучаемых параметрах качества жизни стали гораздо выше после восстановления функции опороспособности нижней конечности (табл. 5.1 и 5.2). Достоверно значимой разницы в показателях всех изучаемых параметров качества жизни после

замещения дефекта и устранения неравенства длин нижних конечностей в обеих подгруппах не получено ( $p > 0,05$ ).

Наличие у пациентов обеих подгрупп 100% осложнений I категории по Caton (поверхностное воспаление мягких тканей в области мест проведения чрескостных элементов, купированное местным применением антибактериальных препаратов) имеет прямую связь с использованием метода чрескостного остеосинтеза.

Осложнения II категории по Caton в подгруппе 2.1 составили 100%, что было в 2 раза чаще, чем в подгруппе 2.2. Отличалась и структура этих осложнений: в подгруппе 2.2 встречались осложнения, связанные с применением «кабельной техники» - обрыв тросов. В то же время, в подгруппе 2.1 осложнения, в основном, были типичными для длительного применения внешней фиксации: переломы чрескостных элементов, не купируемое консервативными методами воспаление в области чрескостных элементов, что потребовало их замены.

Осложнения, повлиявшее на результат лечения (III категория осложнений по J. Caton) у пациентов подгруппы 2.1 отмечены в 3 раза чаще, чем у подгруппы 2.2. В подгруппе 2.1 во всех трех случаях это был рецидив инфекционного процесса, что потребовало повторного выполнения радикальной хирургической обработки очага инфекции. В то же время, в подгруппе 2.2 зарегистрировано одно осложнение этой категории, и оно не было связано с глубокой инфекцией. Однако возникновение нестабильности АВФ и формирование атрофического дистракционного регенерата, что было расценено нами как отрицательный результат, имело в основе длительное отсутствие какого-либо амбулаторного наблюдения за пациентом - пациент не выполнял данных ему рекомендаций.

Следует подчеркнуть, что замещение дефектов костей, образующих коленный сустав, требует регулярного наблюдения пациентов на амбулаторном этапе *специалистами* в этой области. На этапе перемещения костных фрагментов кратность контроля может достигать одного раза в 2-3 недели. Однако пациенты в связи с удаленным проживанием, социальным статусом не всегда могли позволить себе ежемесячное амбулаторное наблюдение не только специалистом в области удлинения и реконструкции конечностей, но и у травматолога-ортопеда по месту

жительства. Пациенты могли лишь самостоятельно обеспечить перевязки и уход за аппаратом внешней фиксации. Качество присылаемых рентгенограмм не всегда позволяло правильно оценить качество дистракционных регенератов, что в трех случаях привело к необходимости выполнения костной пластики сформировавшихся гипотрофических дистракционных регенератов.

Длительный период стационарного лечения пациентов с обширными дефектами костей, образующих коленный сустав, может быть снижен. Для пациентов подгруппы 2.1 коррекция оси нижней конечности может быть выполнена на амбулаторном этапе. Для пациентов подгруппы 2.2 подбор и заказ индивидуального стержня в амбулаторных условиях также мог бы сократить сроки стационарного лечения.

При анализе мировой литературы по лечению пациентов с обширными ДКОКС мы нашли 8 публикаций по теме замещения обширных дефектов костей, образующих коленный сустав методом Илизарова (Kinik H., 2009; Manzotti A. et al., 2001; Barwick T. et al., 2013; Rozbruch S. et al., 2005; Hatzokos I. et al., 2011; Tokizaki T. et al., 2004; Ключин Н.М. с соавт., 2010; 2014) и только 1 публикацию по методике замещение «поверх стержня» (Kuhne C. et al., 2003). Во всех девяти публикациях *суммарно* представлено 24 случая замещения дефекта по Илизарову и, соответственно, только 1 клинический случай замещения дефекта «поверх стержня». Из этих 25 случаев у 11-и пациентов причиной формирования дефекта явилась инфекция, развившаяся после внутренней фиксации перелома, у 6-и пациентов – вследствие эндопротезирования по поводу остеоартроза коленного сустава и у 8-и пациентов причиной формирования дефектов явились резекции вследствие удаления злокачественных новообразований. Величина представленный в публикация дефектов варьирует от 4 до 33 см. При оценке осложнений многие авторы (Kinik H., 2009; Manzotti A. et al., 2001; Barwick T. et al., 2013; Rozbruch S. et al., 2005; Hatzokos I. et al., 2011) ссылаются на классификацию Caton и указывают на 100% количество осложнений I категории. Остаточное укорочение после окончания лечения в представленных публикациях колеблется от 0,6 до 12 см. В представленных публикациях по замещению дефекта по

Илизарову не акцентируется внимание на коррекции оси нижней конечности при замещении дефекта. Большинство авторов описывают использование аппарата Илизарова, в двух случаях описывается применение ортопедического гексапода (TSF) (Barwick T. et al., 2013), в одном – монологатерального аппарата (Tokizaki T. et al., 2014). Единственная публикация, посвященная замещению обширного дефекта «поверх стержня» (Kuhne C. et al., 2003), сообщает о замещении 11 см дефекта за счет остеотомии бедренной кости. К сожалению, ни в одной из публикаций не указываются сроки стационарного лечения пациентов.

Замещение обширного дефекта костей, образующих коленный сустав, является альтернативой ампутации и последующего экзопротезирования. Длительное этапное лечение (от 1 до 6 лет, в зависимости от величины дефекта) позволяет сохранить опороспособность конечности, требует специальной организации и подготовленных специалистов на всех этапах лечения.

Выполнение реконструктивных операций с использованием интрамедуллярного стержня более предпочтительно вследствие уменьшения количества осложнений, связанных с длительностью периода чрескостного остеосинтеза (нестабильность, перелом чрескостных элементов).

Кроме этого, при замещении дефекта «поверх стержня» исключается вторичная деформация регенерата, повышается комфортность лечения для пациента. Наличие деформации костномозговых каналов бедренной и/или большеберцовой костей, наличие имплантов, активность инфекционного процесса ограничивает применение данного способа.

Разнородность дефектов по их величине, причине возникновения, наличия сопутствующей патологии определяет индивидуальный выбор метода лечения у данных пациентов в каждом рассматриваемом случае. Многие пациенты, в связи с многочисленными перенесенными операциями, после создания опороспособной конечности предпочитали компенсировать остаточное укорочение обувью и не возвращались для выполнения последующих операций, направленных на компенсацию неравенства длин конечностей.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью данного диссертационного исследования являлось обосновать и апробировать в клинической практике оптимальные подходы к выбору рационального варианта оперативного лечения пациентов с дефектами костей, образующих коленный сустав и наличием противопоказаний к эндопротезированию. В соответствии с поставленной целью исследование было спланировано в виде аналитической, экспериментальной и клинической частей.

Анализ мировой литературы показал, что в настоящее время существуют следующие варианты выполнения артродеза коленного сустава: с применением внутренней фиксации: винтов, пластин, интрамедуллярных стержней (Lim H.C. et al., 2009; Федоров В.Г., 2011; Nichols S.J. et al., 1991; Kuo A.C. et al., 2005; Puranen J. et al., 1990; Vlasak R. et al., 1995; Lai K. et al., 1998) и с применением аппаратов внешней фиксации (Manzotti A. et al., 2001; Ключин Н.М. с соавт., 2010; 2014; Hatzokos I. et al., 2010). Применение винтов и пластин требует длительного ограничения осевой нагрузки и, в случае использования только винтов, – дополнительно внешней иммобилизации. Интрамедуллярные стержни для выполнения артродеза коленного сустава разделяются на модульные и, так называемые «длинные» блокируемые стержни. Недостатком модульных стержней является наличие узла соединения между бедренным и большеберцовым компонентом, который превышает диаметр самих стержней, применение данных конструкций не подразумевает их удаление. «Длинные» интрамедуллярные стержни, представляющие собой удлиненную версию стандартного антеградного бедренного стержня, позволяют использовать как динамическую, так и статическую схему блокирования. Техническая невозможность введения интрамедуллярного стержня априори исключает применение данной методики.

«Золотым стандартом» в выполнении артродеза коленного сустава с использованием внешней фиксации является применение аппарата Г.А. Илизарова (Oostenbroek H.J. et al., 2001; Conway J.D. et al., 2004; Шевцов В.И. с соавт., 1996). Однако применение внешней фиксации требует больших трудозатрат, динамического наблюдения, некомфортно для пациента и имеет специфические, характерные только для внешней фиксации, осложнения.

Таким образом, на основании данных литературы, наиболее часто применяемыми методами при выполнении артродеза коленного сустава считается использование внешней фиксации (применение аппарата Г.А. Илизарова) и внутренней фиксации, а именно «длинного» интрамедуллярного стержня. При невозможности установки интрамедуллярного стержня показано применение внешней фиксации.

В *аналитической* части диссертационного исследования была разработана оригинальная рабочая классификация дефектов костей, образующих коленный сустав, при наличии противопоказаний к эндопротезированию. Выделено 4 типа костных дефектов: эпифизарные дефекты с полным контактом костных поверхностей (тип I), дефекты эпиметафизарной зоны (тип II), ограниченные эпиметадиафизарные дефекты (тип III) и обширные эпиметадиафизарные дефекты (тип IV). Предназначение данной классификации – быть основой для определения выбора оптимального метода лечения пациентов с ДКОКС.

В *экспериментальной* части исследования определены биомеханически обоснованные компоновки аппарата внешней фиксации для выполнения артродеза коленного сустава в зависимости от типа костного дефекта. Так, для дефектов I типа, типа IIА и типа IIВ следует использовать компоновки на основе 2-х опор, для типов дефектов типа IIС, IIIА и IIIВ - компоновки на основе 3-х опор, а для дефектов типов IIIС, IVА и IVВ – компоновки на основе 4-х опор. Также в ходе экспериментальной части установлено, что при повороте интрамедуллярного стержня в костномозговом канале бедренной и большеберцовой костей внутрь на  $45^\circ$  обеспечивается бедренно-большеберцовый угол в сагиттальной плоскости  $5^\circ$  и отклонения механической оси нижней конечности на 3 мм кнутри, что является оптимальным для биомеханики нижней конечности при замкнутом коленном суставе.

Клиническая часть диссертационного исследования была посвящена изучению результатов лечения 85 пациентов с ДКОКС. Среди них проанализировано 60 случаев лечения пациентов с ДКОКС, которым выполнялся артродез коленного сустава с использованием аппарата Илизарова и при помощи блокируемого интрамедуллярного стержня (2 подгруппы по 30 пациентов).

Сравнение двух методик показало большую травматичность оперативного вмешательства при применении блокируемого стержня за счет необходимости рассверливания костномозговых каналов бедренной и большеберцовой костей, и большой срок формирования анкилоза коленного сустава. Однако, использование блокируемого стержня имеет ряд преимуществ. В первую очередь, это возможность обеспечения полной осевой нагрузки сразу после операции при использовании динамической схемы блокирования, что позволяет раньше реабилитировать пациентов. Также, к преимуществам следует отнести отсутствие необходимости постоянного ухода за аппаратом внешней фиксации, выполнение перевязок. Значительно повышается комфортность лечения. Таким образом, только невозможность установки интрамедуллярного стержня или противопоказания к его применению, являются основанием для использования внешней фиксации.

Кроме этого, были проанализированы 25 случаев лечения пациентов с обширными (7-26 см) дефектами костей, образующих коленный сустав, которым выполнялись реконструктивные операции. В одной подгруппе (n=13) выполнялось замещение дефекта по Илизарову, во второй подгруппе (n=12) - реконструкции «поверх интрамедуллярного стержня». Сравнение двух методик реконструктивных операций показало, что выполнение реконструктивных операций с использованием интрамедуллярного стержня более предпочтительно вследствие уменьшения количества осложнений, связанных с длительностью периода чрескостного остеосинтеза: нестабильность, переломы чрескостных элементов, воспаления мягких тканей в местах выходов чрескостных элементов. Кроме этого, при замещении дефекта «поверх стержня» исключается вторичная деформация регенерата, повышается комфортность лечения для пациента. Наличие деформации костномозговых каналов бедренной и/или большеберцовой костей, наличие имплантов, активность инфекционного процесса ограничивает применение данного способа, оставляя выбор за применением внешней фиксации.

Известно, что укорочение нижней конечности от 1,5 до 2 см является необходимым условием для комфортной ходьбы с анкилозированным коленным суставом. Укорочение свыше 3 см следует компенсировать либо ортопедической обувью, либо оперативно: устранением неравенства длин нижних конечностей.

Однако, по нашему опыту в 89,4% случаев (76 из 85 пациентов) пациенты после восстановления функции опороспособности конечности предпочитали компенсировать остаточное укорочение обувью, так как не хотели подвергать себя дополнительному риску хирургического лечения.

Все вышеперечисленное явилось основой для создания алгоритма выбора методики хирургического лечения пациентов с ДКОКС при наличии противопоказаний к эндопротезированию (рис. 6.1).

Использование данного алгоритма основывается на определении типа дефекта костей, образующих коленный сустав, его величины, состояния костномозгового канала бедренной и большеберцовой костей, оценки срока ремиссии.

Ограниченные дефекты типа I, IIА, IIВ, IIС, IIIА и IIIВ являются показанием для выполнения артродеза коленного сустава. Обширные костные дефекты типа IIС, IVА, IVВ являются показанием для выполнения реконструктивных операций.

На следующем шаге планирования определяется техническая возможность установки интрамедуллярного стержня: проходимость костномозговых каналов бедренной и большеберцовой костей, наличие иных ортопедических имплантов, наличие подвижности в тазобедренной суставе, позволяющей ввести стержень. Также оценивается срок и стойкость ремиссии инфекционного процесса. При невозможности или нецелесообразности установки интрамедуллярного стержня следует остановиться на выборе метода внешней фиксации как при выполнении артродеза, так и при замещении дефекта.

При отказе от выполнения реконструктивной операции и невозможности ушивания раны при достижении контакта костных фрагментов, показано выполнение двухэтапного артродеза коленного сустава с использованием интрамедуллярного стержня (Патент РФ на изобретение № 2648863), либо применение внешней фиксации.

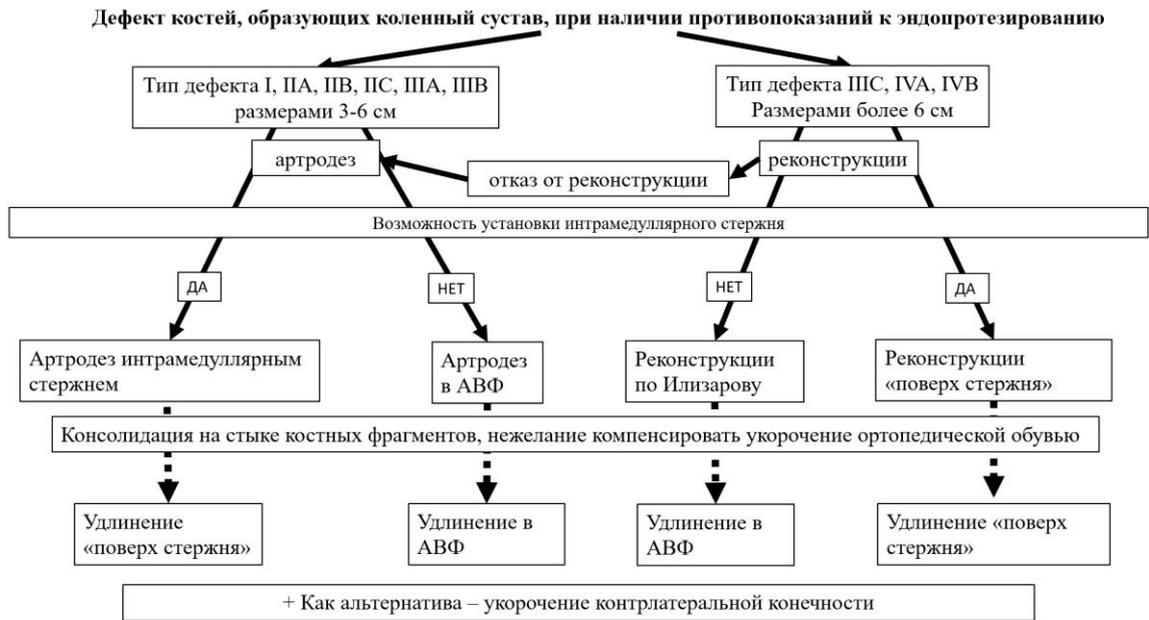


Рис.6.1 Алгоритм выбора методики хирургического лечения пациентов с ДЖОКС, при наличии противопоказаний к эндопротезированию

После формирования анкилоза на стыке костных фрагментов бедренной и большеберцовой костей, наличие укорочения нижней конечности свыше 3 см является показанием для выполнения следующего этапа оперативного лечения – устранения неравенства длин нижних конечностей. Наличие интрамедуллярного стержня позволяет использовать методику удлинения «поверх стержня». При использовании на предыдущем этапе АВФ показано удлинение в АВФ. В случае величины укорочения до 5 см альтернативной методикой является укорочение контрлатеральной конечности с использованием интрамедуллярной фиксации.

Таким образом, в результате проведенного диссертационного исследования были обоснованы и апробированы в клинической практике оптимальные подходы к выбору рационального варианта оперативного лечения пациентов с дефектами костей, образующих коленный сустав, и наличием противопоказаний к эндопротезированию. Разработанные в ходе диссертационного исследования и примененные в клинической работе 4 патента РФ подтвердили их практическую значимость. Полученные результаты проведенного сравнительного исследования предоставили необходимый материал для обоснования дифференцированных подходов к методикам выбора рационального варианта хирургического лечения пациентов с дефектами костей, образующих коленный сустав. В целом же, наше диссертационное исследование позволило сделать определенные выводы и сформулировать конкретные практические рекомендации, изложенные далее.

## ВЫВОДЫ

1. Проведенное аналитическое исследование позволило определить 4 типа дефектов костей, образующих коленный сустав (ДКОКС), в частности: эпифизарные бедренной и большеберцовой костей с полным контактом костных фрагментов (тип I), дефекты эпиметафизарной зоны (тип II), ограниченные эпиметадиафизарные дефекты (тип III) и обширные эпиметадиафизарные дефекты (тип IV). Каждый тип имеет разделение на группы А, В, С, характеризующие распространение дефекта, определение которых имеет существенное значение для тактики лечения.

2. Биомеханические стендовые исследования на пластиковых моделях костей, направленные на совершенствование методик чрескостного остеосинтеза, показали, что при артродезе коленного сустава при дефектах типов I, IIА и IIВ возможно использование компоновок чрескостного аппарата на основе 2-х опор, для дефектов типа IIС, IIIА и IIIВ следует использовать аппараты, комплектуемые из не менее, чем из 3-х опор, а для дефектов типа IIIС, IVА и IVВ – компоновки на основе 4-х опор.

3. При повороте интрамедуллярного стержня в костномозговом канале бедренной и большеберцовой костей внутрь на  $45^\circ$  обеспечивается бедренно-большеберцовый угол в сагиттальной плоскости  $5^\circ$  и отклонения механической оси нижней конечности на 3 мм кнутри, что является оптимальным для биомеханики нижней конечности при замкнутом коленном суставе (патент РФ на изобретение № 2661703). Разработанный проводник для введения интрамедуллярного стержня (патент РФ на полезную модель № 144667), способ двухэтапного артродеза коленного сустава (патент РФ на изобретение № 2648863) и способ замещения дефекта длинной трубчатой кости (патент РФ на изобретение № 2376951) позволяют снизить травматичность оперативного вмешательства и способствуют уменьшению опасности осложнений.

4. Сравнение двух методик выполнения артродеза коленного сустава показало, что кровопотеря при применении интрамедуллярной фиксации (n=30), в сравнении с чрескостной (n=30), в 2 раза больше, длительность стационарного

лечения у пациентов в 1,4 раза меньше, общее количество осложнений в 4,4 раза меньше, но осложнений, повлиявших на результат лечения в 1,5 раза больше ( $p < 0,05$ ). Различия в среднем времени формирования костного анкилоза статистически не значимы ( $p > 0,05$ ). Функциональные результаты лечения (опросник SF-36) в сроки 3 месяцев после операции при внутренней фиксации значительно выше ( $p < 0,05$ ), на сроке 6 месяцев после операции показатели качества жизни во всех изучаемых параметрах отличались незначительно ( $p > 0,05$ ), через 12 месяцев после операции показатели в обеих подгруппах отличались незначительно ( $p > 0,05$ ).

5. Сравнение двух методик замещения дефектов костей, образующих коленный сустав, показало, что комбинированное применение внешней и внутренней фиксации ( $n=12$ ), в сравнении с методом Илизарова ( $n=13$ ), обеспечивает уменьшение индекса чрескостного остеосинтеза в 3 раза, среднего срока стационарного лечения в 2 раза, количества осложнений – в 3 раза ( $p < 0,05$ ). При оценке качества жизни (по шкале SF-36) до операции и после замещения дефекта-диастаза в обеих подгруппах отмечено, что все показатели качества жизни стали гораздо выше после восстановления функции опороспособности нижней конечности ( $p < 0,05$ ).

6. Разработанный на основе полученных данных оригинальный алгоритм выбора метода лечения пациентов с ДКОКС включает определение типа дефекта костей, его величины, состояния костномозгового канала бедренной и большеберцовой костей и оценку ремиссии инфекционного процесса. При невозможности или нецелесообразности установки интрамедуллярного стержня следует использовать внешнюю фиксацию. Невозможность одномоментно адаптировать концы костных фрагментов является основным показанием для реконструктивных операций. При отказе от реконструктивной операции, показано выполнение двухэтапного артродеза коленного сустава.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Лечение пациентов с дефектами костей, образующих коленный сустав, должен заниматься специалист в области удлинения и реконструкции конечностей. Кроме использования чрескостного остеосинтеза аппаратом внешней фиксации при лечении дефектов, деформаций и ложных суставов необходимо уметь использовать все возможности внутренней фиксации при одномоментной коррекции, а также при ее комбинированном и последовательном использовании.

2. При типах дефектов I, ПА и ПВ с полным контактом костных поверхностей в случае сложностей обеспечения фиксации костных фрагментов, например, вследствие остеопороза, а также избыточного объема мягких тканей, следует использовать компоновки на основе 3-х или даже 4-х опор.

3. При использовании интрамедуллярного стержня для уменьшения риска большой дренажной кровопотери целесообразно применение гемостатической губки для тампонады свободного пространства костномозгового канала бедренной и большеберцовой костей.

4. Для обеспечения контроля положения ротации фрагмента бедренной кости следует использовать “джойстик” – введенное в вертельную область шило. Положение ротации оценивается как клинически, так и рентгенологически. Только после этого выполняется проксимальное блокирование интрамедуллярного стержня.

5. После замещения дефектов костей, образующих коленный сустав, методом чрескостного остеосинтеза, необходимо оценить референтные линии и углы нижней конечности и, при необходимости, выполнить их точную коррекцию по Илизарову или с использованием ортопедического гексапода.

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

АВФ – аппарат внешней фиксации

АО – ассоциация остеосинтеза

БИОС – блокируемый интрамедуллярный остеосинтез

ГКО – гигантоклеточная опухоль

ДКОКС – дефект костей, образующих коленный сустав

ЗДПГ/ВТОН – Bone Transport Over Nail – замещение дефекта «поверх гвоздя»

ЛФК – лечебная физкультура

МУОЧО – «Метод унифицированного обозначения чрескостного остеосинтеза»

Орто-СУВ – ортопедический гексапод

РПГ – реконструкции «поверх гвоздя»

УПГ/ЛОН – Lengthening Over Nail – удлинение «поверх гвоздя»

ЦИТО – Центральный Институт Травматологии и Ортопедии

ASAMI – Association for the Study and Application of the Methods of Ilizarov –

Международная ассоциация врачей по изучению метода Г.А. Илизарова

LCP – Locking Compression Plate – блокированная пластина

MAD – mechanical axis deviation (отклонение механической оси нижней конечности)

SF-36 – шкала оценки качества жизни

TSF – Taylor Spatial Frame – разновидность ортопедического гексапода

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алиев, Г.А. Сравнительный анализ жесткости остеосинтеза спице-стержневыми аппаратами, используемыми при артродезе коленного сустава / Г.А. Алиев, Ч.А. Али-Заде // Гений ортопедии. – 2016. – №4. – С. 36-41.
2. Андрианов, М.В. Комбинированный чрескостный остеосинтез при диафизарных переломах бедренной кости и их последствиях : автореф. дисс. ... канд. мед. наук / Андрианов М.В. – СПб., 2007. – 22 с.
3. Барабаш, А.П. Чрескостный остеосинтез при замещении дефектов длинных костей. – Иркутск, 1995. – 208 с.
4. Борзунов, Д.Ю. Несвободная кожная пластика по Илизарову в проблеме возмещения гетерогенных дефектов длинных костей / Д.Ю. Борзунов, В.Д. Макушин, А.Ю. Чевардин // Гений ортопедии. – 2006. №4 – С.43-46.
5. Девятова, Т.А. К вопросу классификации диафизарных дефектов бедренной кости, осложненных хроническим посттравматическим остеомиелитом / Т.А. Девятова, Л.М. Куфтырев, Н.М. Ключин // Гений ортопедии. – 1998. – №3 – С. 36-38.
6. Джигкаев, А.Х. Замещение дефектов медиального мыщелка большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава : дис. канд. мед. наук / Джигкаев А.Х. – СПб., 2013. – 132 с.
7. Иванов, П.А. Применение интрамедуллярных блокируемых штифтов с активным антибактериальным покрытием при лечении тяжелых открытых переломов и их осложнений / П.А. Иванов, В.А. Соколов, Е.И. Бялик, О.А. [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2009. – №1. – С. 13-18.
8. Иванов, П.А. Современные подходы к лечению открытых переломов костей конечностей у пострадавших с политравмой / П.А. Иванов, Е.Ю. Шибяев, А.В. Неведров, В.О. Каленский // Кремлевская медицина. Клинический вестник. – 2013. №2. – С. 113-118.
9. Илизаров, Г.А. Лечение дефектов костей голени аппаратом Илизарова в условиях гнойной инфекции: метод. рекомендации / сост.: Г.А. Илизаров, А.А. Девятов, А.Е. Ларионов. - Курган, 1977. – 31 с.
10. Ключин, Н.М. Результат артропластики коленного сустава после

септического артрита методом билочального компрессионно-дистракционного остеосинтеза по Илизарову с костной пластикой надколенником (Случай из практики) / Н.М. Ключин, Ю.В. Абабков, С.И. Бурнашов, А.М. Ермаков // Гений ортопедии. – 2014. – №4. – С. 89-92.

11. Корнилов, Н.Н. Артропластика коленного сустава / Н.Н. Корнилов, Т.А. Куляба. – СПб., 2012. – 228 с.

12. Корнилов, Н.Н. Данные регистра эндопротезирования коленного сустава РНИИТО им. Р.Р. Вредена за 2011-2013 годы / Н.Н. Корнилов, Т.А. Куляба, А.С. Филь, Ю.В. Муравьева // Травматология и ортопедия России. – 2015. – №1. – С. 136-151.

13. Куляба, Т.А. Способы компенсации костных дефектов при ревизионном эндопротезировании коленного сустава / Т.А. Куляба, Н.Н. Корнилов, А.В. Селин [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2011. – №3 С.5-12.

14. Лазарев, А.Ф. Оперативное лечение дефектов длинных трубчатых костей методом опорной каркасной металлопластики / А.Ф. Лазарев, А.А. Ильин, Э.И. Солод, М.Г. Какабадзе // Травматологии и ортопедия России. – 2006. – №2 С.183-184.

15. Лазарев, А.Ф. Новые возможности при оперативном лечении длинных трубчатых костей / А.Ф. Лазарев, Э.И. Солод, А.С. Роскидайло [и др.] // Медицинский алфавит. – 2011. – №8 С.19-22.

16. Макушин, В.Д. Лечение по Илизарову больных с дефектом костей голени : дис... д-ра мед. наук. – Пермь, 1987. – 475 с.

17. Метод исследования жесткости чрескостного остеосинтеза при планировании операций: методические рекомендации № ФС-2005/021 / сост.: Н.В. Корнилов [и др.]. – СПб, 2005. – 21 с.

18. Метод компоновок аппаратов для чрескостного остеосинтеза: медицинская технология / РНИИТО им. Р.Р. Вредена; сост.: Л.Н. Соломин, В.А. Виленский, С.С. Торопов [и др.] – СПб., 2010. – 28 с.

19. Метод унифицированного обозначения чрескостного остеосинтеза длинных трубчатых костей: методические рекомендации №2002/134 / сост. Л.Н. Соломин, Н.В. Корнилов, А.В. Войтович [и др.] – СПб, 2004. – 21 с.

20. Митрофанов, А.И. Возможности артрорезирования коленного сустава с

использованием компьютерной навигации / А.И. Митрофанов, А.В. Каминский, А.В. Поздняков // Гений ортопедии. – 2013. – №4. – С. 106-108.

21. Мыкало, Д.А. Комбинированный чрескостный остеосинтез при диафизарных переломах костей голени и их последствиях : автореф. дисс. ... канд. мед. наук / Мыкало Д.А. – СПб., 2008. – 24 с.

22. Мюллер, М.Е. / Руководство по внутреннему остеосинтезу / М.Е. Мюллер [и др.]. – Москва: Springer-Verlag, 1996. – 779 с.

23. Патент РФ на полезную модель № 87618 Экстракорткальный фиксатор Орто-СУВ / Соломин Л.Н., Утехин А.И., Виленский В.А. – заявл. 18.05.2009; опубл. 21.10.2009, бюл. №29.

24. Преображенский, П.М. Пути оптимизации ревизионного эндопротезирования коленного сустава у пациентов с перипротезной инфекцией : автореф. дис. ... канд. мед наук: 14.01.15 / Преображенский П.М. – СПб, 2017. – 24 с.

25. Прохоренко, В.М. Лечение парапротезной инфекции коленного сустава / В.М. Прохоренко, А.В. Злобин, А.А. Мамедов, В.С. Баитов // Современные проблемы науки и образования. 2015. – №6. – С.118.

26. Реброва, О.В. Статистический анализ медицинских данных с помощью пакета программ «Статистика» / О.В. Реброва. – М. : Медиа Сфера, 2002. – 380 с.

27. Сабиров, Ф.К. Осложнения, связанные с применением экстракорткальных фиксаторов при комбинированном и последовательном использовании чрескостного остеосинтеза и внутренней фиксации бедренной кости / Л.Н. Соломин, Ф.К. Сабиров // Травматология и ортопедия России. – 2015. – №4. – С. 103-110.

28. Самохвалов, И.М. Профилактика инфекционных осложнений у пострадавших с политравмой при многоэтапном лечении переломов длинных костей конечностей / И.М. Самохвалов, В.Н. Ганин, М.Б. Борисов [и др.] // Инфекции в хирургии. – 2011. – Т. 9, №3 С. 3-7.

29. Сердобинцев, М.С. Артикулирующие цементные спейсеры в хирургическом лечении туберкулезного артрита / М.С. Сердобинцев, А.И. Бердес, А.С. Кафтырев // Туберкулез и болезни легких. – 2015. – №6 С.133.

30. Соломин, Л.Н. Основы чрескостного остеосинтеза аппаратом Г.А. Илизарова

/ Л.Н. Соломин. – СПб : МОРСАР, 2005. – 544 с.

31. Соломин, Л.Н. Основы чрескостного остеосинтеза / под ред. Л.Н. Соломина. – М. : БИНОМ, 2014. – Т. 1. – 328 с.

32. Столяров, Е.А. Замещение остаточных костных полостей после некрсеквестрэктомии при хроническом остеомиелите / Е.А. Столяров, Е.А. Батаков, Д.Г. Алексеев, В.Е. Батаков // Гений ортопедии. – 2009. – №4 с.11-16.

33. Тихилов, Р.М. Сравнительный анализ регистров эндопротезирования коленного сустава (обзор литературы) / Р.М. Тихилов, Н.Н. Корнилов, Т.А. Куляба [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2014. – №2. – С.112-121.

34. Федоров, В.Г. Способ артродеза коленного сустава / В.Г. Федоров // Травматология и ортопедия России. – 2011. – №1 С.125-127.

35. Шевцов, В.И. Дефекты костей нижних конечностей / В.И. Шевцов, В.Д. Макушин, Л.М. Куфтырев. – Курган, 1996. – 504 с.

36. Шевцов, В.И. Об использовании наноструктурных и пористых углеродных имплантов в травматологии и ортопедии / В.И. Шевцов. // Материалы научно-практической конференции с международным участием «Илизаровские чтения». – Курган, 2015. – С.84.

37. Юнкеров, В.И. Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований. Лекции для адъюнктов и аспирантов / В.И. Юнкеров, С.Г. Григорьев. – СПб. : ВМедА, 2005. – 266 с.

38. Arroyo, J.S. Arthrodesis of the knee with a modular titanium intramedullary nail / J.S. Arroyo, K.L. Garvin, J.R. Neff // J. Bone Joint Surg. Am. – 1997. – Vol.79-A. – P. 26-35.

39. Balci, H. Knee arthrodesis in persistently infected total knee arthroplasty / H. Balci, Y. Saglam, T. Pehlivanoglu [et al.] // J. Knee Surg. – 2015. – Vol. 29, N 7. – P. 580-588.

40. Barsoum, W. K. Wichita fusion nail for patients with failed total knee arthroplasty and active infection / W. Barsoum, C. Hogg, V. Krebs, A. Klika // Am. J. Orthop. (Belle Mead. NJ). – 2008. – Vol. 37, N 1. – P. E6-E10.

41. Barwick, T.W. Knee arthrodesis with lengthening: Experience of using Ilizarov

techniques to salvage large asymmetric defects following infected peri-articular fractures / T.W. Barwick, R.J. Montgomery // *Injury*. – 2013. Vol. 44, N 8. – P. 1043-1048.

42. Bruno, A.A.M. Knee arthrodesis by the Ilizarov method in the treatment of total knee arthroplasty failure / A.A.M. Bruno, A. Kirienko, A. Peccati [et al.] // *Knee*. – 2017. Vol. 24, N 1. – P. 91-99.

43. Calder, P.R. The role of the intramedullary implant in limb lengthening / P.R. Calder, M. Laubscher, W. D. Goodier // *Injury*. 2017. – Vol. 48. – P. S52-S58.

44. Catagni, M.A. Management of fibular hemimelia using the Ilizarov method / M.A. Catagni, L. Bolano, R. Cattaneo // *Orthop. Clin. North Am.* – 1991. – Vol. 22, N 4. – P. 715-722.

45. Chen, A.F. Better function for fusions versus above-the-knee amputations for recurrent periprosthetic knee infection / A.F. Chen, N.C. Kinback, A.E. Heyl [et al.] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2012. Vol. 470, N 10. – P. 2737-2745.

46. Clatworthy, M. Management of bone defects in revision total knee replacement. *The adult knee.* / M.Clatworthy, A.Gross – Philadelphia, PA : Lippincott, Williams and Wilkins; 2003. – P.1455-1463.

47. Conway, J.D. Arthrodesis of the knee / J.D. Conway, M.A. Mont, H.P. Bezwada // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2004. – Vol. 86, N 4. – P. 835-848.

48. Corona, P.S. Outcome after knee arthrodesis for failed septic total knee replacement using a monolateral external fixator / P.S. Corona, A. Hernandez, M.M. Reverte-Vinaixa [et al.] // *J. Orthop. Surg.* – 2013. – Vol. 21, N 3. – P. 275-280.

49. Eralp, L. Reconstruction of segmental bone defects due to chronic osteomyelitis with use of an external fixation and an intramedullary nail. *Surgical technique* / L. Eralp, M. Kocaoğlu, H. Rashid // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2007. – Vol.89-A, Suppl. 2 – P. 183-195.

50. Ferchaud, F. Reconstruction of large diaphyseal bone defect by simplified bone transport over nail technique: A 7-case series / F. Ferchaud, L. Rony, F. Ducellier [et al.] // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* – 2017. – Vol. 103, N 7. – P. 1131-1136.

51. Furnes, O.N. Hip and knee replacement in Norway, 1987–2000. *The Norwegian Arthroplasty Register*. 2002 – Режим доступа: [www.eur.ortho.org](http://www.eur.ortho.org).

52. Gallusser, N. Knee arthrodesis with modular nail after failed TKA due to

infection / N. Gallusser, P. Goetti, A. Luyet, O. Borens // *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* – 2015. – Vol. 25, N 8. – P. 1307-1312.

53. Garberina, M.J. Knee arthrodesis with circular external fixation / M.J. Garberina, R.D. Fitch, E.D. Hoffmann [et al.] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2001. Vol. 382. – P. 168-178.

54. Hak, D.J. Single plane and biplane external fixators for knee arthrodesis / D.J. Hak, J.R. Lieberman, G.A. Finerman // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1995 – Vol.316. – P.134-144.

55. Han, W. Induced membrane technique: Advances in the management of bone defects / W. Han, J. Shen, H. Wu [et al.] // *Int. J. Surg.* 2017. – Vol. 42. – P. 110-116.

56. Hatzokos, I. Distraction osteogenesis as a salvage method in infected knee megaprotheses / I. Hatzokos, S.I. Stavridis, E. Iosifidou [et al.] // *Knee.* – 2011. – Vol.18, N 6. – P. 470-473.

57. Iacono, F. Knee arthrodesis with a press-fit modular intramedullary nail without bone-on-bone fusion after an infected revision TKA / F. Iacono, D. Bruni, M. Lo Presti [et al.] // *Knee.* – 2012. – Vol. 19, N 5. – P. 555-559.

58. Iorio, R. Orthopaedic surgeon workforce and volume assessment for total hip and knee replacement in the united states: preparing for an epidemic / R. Iorio, W.J. Robb, W.L. Healy [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2008. – Vol.90-A, N 7 – P. 1598-1605.

59. Incavo, S.J. Arthrodesis of the knee: experience with intramedullary nailing / S.J. Incavo, J.W. Lilly, C.S. Bartlett, D.L. Churchill // *J. Arthroplasty.* – 2000. Vol. 15, N 7. – P. 871-876.

60. Karger, C. Treatment of posttraumatic bone defects by the induced membrane technique / C. Karger, T. Kishi, L. Schneider [et al.] // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* – 2012. – Vol. 98, N 1. – P. 97-102.

61. Kellam, J. Invited Commentaries/ J. Kellam // *J. Orthop. Trauma.* – 2013. – Vol. 27, N 11. – P. 604-605.

62. Kinik, H. Knee arthrodesis with Ilizarov's bone transport method for large infected periarticular defects: a report of three cases / H. Kinik // *J. Trauma.* – 2009. Vol. 67, N 6. – P. E213-E219.

63. Klinger, H. Arthrodesis of the knee after failed infected total knee arthroplasty/ H. Klinger, G. Spahn, W. Schultz, M. Braums // *Knee Surg. Sport. Traumatol. Arthrosc.* – 2006. – Vol. 14, N 5. – P. 447-453.
64. Kocaoğlu, M. Advanced techniques in limb reconstruction surgery // *Advanced Techniques in Limb Reconstruction Surgery* / ed. Kocaoğlu M., Tsuchiya H., Eralp L. – Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg, 2015. – 471 p.
65. Kuchinad, R. Knee arthrodesis as limb salvage for complex failures of total knee arthroplasty / R. Kuchinad, M.S. Fourman, A.T. Fragomen, S.R. Rozbruch // *J.Arthroplasty.* – 2014. – Vol.29. – P. 2150-2155.
66. Kühne, C.A. Knee arthrodesis after infected tumor mega prosthesis of the knee using an intramedullary nail for callus distraction / C.A. Kühne, G. Taeger, D. Nast-Kolb, S. Ruchholtz // *Langenbeck's Arch. Surg.* – 2003. – Vol. 388, N 1. – P. 56-59.
67. Kuo, A.C. Knee fusion using dual platings with the locking compression plate / A.C. Kuo, J.P. Meehan, M. Lee // *J.Arthroplasty.* – 2005. – Vol.20, N 6. – P.772-776.
68. Lai, K.A. Arthrodesis with a short huckstep nail as a salvage procedure for failed total knee arthroplasty / K.A. Lai, W.J. Shen, C.Y. Yang // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 1998. – Vol. 80-A. – P.380-388.
69. Lasanianos, N.G. Current management of long bone large segmental defects / N.G. Lasanianos, N.K. Kanakaris, P.V. Giannoudis // *Orthop. Trauma.* – 2010. – Vol. 24, N 2. – P. 149-163.
70. Lascombes, P. Classification of complications after progressive long bone lengthening: Proposal for a new classification / P. Lascombes, D. Popkov, H. Huber [et al.] // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* – 2012. – Vol. 98, N 6. – P. 629-637.
71. Leroux, B. Arthrodesis in septic knees using a long intramedullary nail: 17 consecutive cases / B. Leroux, G. Aparicio, N. Fontanin [et al.] // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* – 2013. – Vol. 99, N 4. – P. 399-404.
72. Lim, H.C. Arthrodesis of the knee using cannulated screws / H.C. Lim, J.H. Bae, C.R. Hur [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 2009. – Vol.91-B. – P. 180-184.
73. Manzotti, A. Knee arthrodesis after infected arthroplasty using the Ilizarov method / A. Manzotti, C. Pullen, B. Deromedis, M.A. Catagni // *Clin.Orthop. Relat. Res.* – 2001. –

Vol.83. – P.50-54.

74. Marby, T.M. Comparison of intramedullary nailing and external fixation knee arthrodesis for the infected knee replacement / T.M. Marby, D.J. Jasofsky, G.J. Haidukewych, A.D. Hanssen // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2007. – Vol. 464. – P. 11-15.

75. McCarthy, J.J. Limb lengthening and reconstruction society AIM index reliably assesses lower limb deformity / J.J. McCarthy, C.A. Iobst, S.R. Rozbruch // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2013. – Vol. 471, N 2. – P. 621-627.

76. Nelson, C.L. Arthroplasty and arthrodesis at the knee joint / C.L. Nelson, C.M. Evarts // *Orthop. Clin. North Am.* – 1971. – Vol. 2. N 1. – P. 245-264.

77. Nichols, S.J. Arthrodesis with dual plates after failed total knee arthroplasty / S.J. Nichols, G.C. Landon, H.S. Tullos // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 1991. – Vol.73. – P. 1020-1023.

78. Oh, J.K. Treatment of femoral and tibial diaphyseal nonunions using reamed intramedullary nailing without bone graft / J.K. Oh, J.H. Bae, C.W. Oh [et al.] // *Injury.* 2008. – Vol. 39, N 8. – P. 952-959.

79. Oostenbroek, H.J. Arthrodesis of the knee after an infected arthroplasty using the Ilizarov method / Oostenbroek, H.J., van Roermund P.M. // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 2001. – Vol. 83, N 1. – P. 50-54.

80. Paley, D. Problems, obstacles and complications of limb lengthening by the Ilizarov technique / D. Paley // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1990. –N 250. – P. 81-104.

81. Paley, D. Ilizarov bone transport treatment for tibial defects / D. Paley, D.C. Maar // *J. Orthop. Trauma.* – 2000. – Vol. 14, N 2. – P. 76-85.

82. Parry, M.C. A comparison of the validity and reliability of established bone stock loss classification systems and the proposal of a novel classification system / M.C. Parry, M.R. Whitehouse, S.A. Mehendale [et al.] // *Hip Int.* – 2010. – Vol. 20, N 1. – P. 50-55.

83. Parvizi, J. *Operative Techniques in Adult Reconstruction Surgery* / J. Parvizi, R.H. Rothman, S.W. Wiesel. – Philadelphia : Wolters Kluwer, 2016. – 336 p.

84. Pelissier, P.H. Induced membranes secrete growth factors including vascular and osteoinductive factors and could stimulate bone regeneration / P.H. Pelissier, A.C. Masquelet, R. Bareille [et al.] // *J. Orthop. Res.* – 2004. – Vol. 22, N 1. – P. 73-79.

85. Pipitone, P.S. Management of Traumatic Bone Loss in the Lower Extremity / P.S. Pipitone, S. Rehman // *Orthop. Clin. North Am.* – 2014. – Vol. 45, N 4. – P. 469-482.
86. Puranen, J. Arthrodesis of the knee with intramedullary nail fixation / J. Puranen, P. Kortelainen, P. Jalovaara // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 1990. – Vol. 72-A. – P.433-442.
87. Qiu, Y.Y. Review Article: Bone Defect Classifications in Revision Total Knee Arthroplasty/ Y.Y. Qiu, C.H. Yan, K.Y. Chiu, F.Y. Ng // *J. Orthop. Surg.* – 2011. – Vol. 19, N 2. – P. 238-243.
88. Rand, J.A. Failed total knee arthroplasty treated by arthrodesis of the knee using the Ace-Fisher apparatus / J.A. Rand, R.S. Bryan, E.Y.S. Chao // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 1987. – Vol. 69-A. – P.39-45.
89. Razii, N. Knee arthrodesis with a long intramedullary nail as limb salvage for complex periprosthetic infections / N. Razii, A.M.I. Abbas, R. Kakar [et al.] // *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* – 2016. – Vol. 26, N 8. – P. 907-914.
90. Robinson, C.M. Tibial fractures with bone loss treated by primary reamed intramedullary nailing / C.M/ Robinson, G. McLauchlan, J. Christie [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Br.* – 1995. – Vol. 77, N 6. – P. 906-913.
91. Rozbruch, S.R. Knee arthrodesis with simultaneous lengthening using the Ilizarov method / S.R. Rozbruch, S. Ilizarov, A. Blyakher // *J. Orthop. Trauma.* – 2005. – Vol. 19, N 3. – P. 171-179.
92. Salem, K.H. Hybrid external fixation for arthrodesis in knee sepsis / K.H. Salem, P. Keppler, L. Kinzl, A. Schmelz // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2006. – Vol. 451. – P. 113-120.
93. Solomin, L.N. The basic principles of external skeletal fixation using the Ilizarov and other devices – 2nd Edition / L.N. Solomin // Milan Heidelberg, New-York : Springer-Verlag, 2012. – 1593 p.
94. Solomin, L.N. Long Bone Defect Classification: What It Should Be? / L.N. Solomin, T. Slongo // *J. Bone Reports Recomm.* – 2016. – Vol. 02, N 01. DOI: 10.4172/2469-6684.100016
95. Tokizaki, T. Distraction osteogenesis for knee arthrodesis in infected tumor prostheses / T/ Tokizaki, S. Abe, A. Tateishi [et al.] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2004. – N

424. – P. 166-172.

96. Van Rensch, P.J.H. Arthrodesis of the knee following failed arthroplasty / P.J.H. Van Rensch, G.J. Van de Pol, J.H.M. Goosen [et al.] // *Knee Surgery, Sport. Traumatol. Arthrosc.* – 2014. – Vol. 22, N 8. – P. 1940-1948.

97. Vlasak, R. Knee arthrodesis in the treatment of failed total knee replacement // R. Vlasak, P.F. Grearen, W. Petty // *Clin.Orthop.* – 1995. – N 321. – P.138-144.

98. Ware, J.E. The Status of Health Assessment 1994 / J.E. Ware // *Annu. Rev. Public Health.* – 1995. – Vol. 16, N 1. – P. 327-354.

99. Wood, J.H. Advanced concepts in knee arthrodesis / J.H. Wood, J.D. Conway // *World J. Orthop.* – 2015. – Vol. 6, N 2. – P. 202-210.

100. Yang, K.-H. Plate augmentation and autologous bone grafting after intramedullary nailing for challenging femoral bone defects: a technical note / K.-H. Yang, Y. Won, S.B. Kim [et al.] // *Arch. Orthop. Trauma Surg.* – 2016. – Vol. 136, N 10. – P. 1381-1385.

101. Yi-Loong Woon, C. Induced Membranes-A Staged Technique of Bone-Grafting for Segmental Bone Loss / C. Yi-Loong Woon, K.-W. Chong, M.-K. Wong// *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2010. – Vol. 92, N 1. – P. 196-201.