

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

На правах рукописи

ДИМИТРИЕВА

Алёна Юрьевна

МОБИЛЬНОЕ ПЛОСКОСТОПИЕ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО
ВОЗРАСТА

14.01.15 – травматология и ортопедия

Диссертация на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:

д.м.н. Кенис Владимир Маркович

Санкт-Петербург - 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....		6
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ		
1.1	История вопроса.....	15
1.2	Эпидемиология.....	17
1.3	Этиология.....	19
1.4	Диагностика плоскостопия.....	20
1.5	Категоризация и классификация плоскостопия.....	24
1.6	Подходы к классификации плоскостопия.....	25
1.7	Гипермобильность и плоскостопие.....	29
1.8	Роль проприоцепции.....	30
1.9	Классификация возрастных периодов.....	31
1.10	Плоскостопие и качество жизни.....	32
1.11	Психологический фон у детей с гипермобильностью и их родителей.....	35
1.12	Резюме.....	36
ГЛАВА 2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЦИЕНТОВ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ		
2.1	Планирование исследования.....	38
2.2	Общая характеристика клинического материала.....	50
2.3	Методы исследований.....	53
2.3.1	Клинический метод.....	53
2.3.1.1	Оценка гипермобильности суставов.....	54
2.3.1.2	Клиническая оценка мобильности стоп.....	59
2.3.1.3	Шкала FPI-6.....	62
2.3.2	Компьютерная плантография.....	65
2.3.3	Антропометрическая оценка высоты свода стоп.....	67
2.3.4	Компьютерная педобарометрия.....	67

2.3.5	Рентгенологическое обследование стоп.....	70
2.3.6	Методики оценки баланса тела.....	71
2.3.6.1	Шкала BESS.....	71
2.3.6.2	Компьютерная стабилметрия.....	73
2.3.7	Оценка порога болевой чувствительности.....	75
2.3.8	Методика оценки структуры жалоб и качества жизни детей.....	76
2.3.8.1	Оксфордский опросник состояния стопы у детей.....	76
2.3.8.2	Педиатрический опросник PedsQL™4.0.....	78
2.3.9	Психологическая оценка уровня тревожности.....	79
2.3.10	Статистический метод.....	80

ГЛАВА 3. ОЦЕНКА РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ПЛОСКОСТОПИЯ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ

3.1	Результаты антропометрической и плантографической диагностики плоскостопия.....	82
3.2	Распространенность плоскостопия согласно плантографическим и антропометрическим критериям оценки.....	85
3.3	Анализ чувствительности и специфичности подошвенного индекса свода.....	88
3.4	Результаты визуальной оценки формы и положения стоп.....	90
3.4.1	Межэкспертная и внутриэкспертная надежность визуальной диагностики плоскостопия	91
3.4.2	Шкала FPI-6: средние значения и межэкспертная надежность.....	97
3.4.2.1	Результаты сравнительной оценки данных согласно шкале FPI – 6 у детей младшего школьного возраста с мобильным плоскостопием и без деформаций стоп.....	100
3.5	Результаты клинической оценки тыльной флексии стопы у детей.....	101
3.6	Объективная оценка структуры жалоб согласно Оксфордскому опроснику состояния стоп у детей.....	102

3.6.1	Результаты сравнительной оценки структуры жалоб у детей младшего школьного возраста с мобильным плоскостопием и без деформаций стоп.....	105
3.6.2	Результаты сравнительной оценки структуры жалоб у детей младшего школьного возраста с мобильным плоскостопием на фоне генерализованной гипермобильности и без неё.....	106
3.7	Распространенность мобильного симптоматического и асимптоматического плоскостопия у детей школьного возраста.....	108
3.8.	Гипермобильность и плоскостопие	109
3.9	Результаты рентгенологического обследования при мобильном плоскостопии.....	111
3.9.1	Корреляция между антропометрическими и рентгенометрическими параметрами	111
3.9.2	Сравнительная оценка рентгенометрических параметров при симптоматической и асимптоматической форме мобильного плоскостопия.....	113
3.10	Резюме.....	115

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ТРЕНИРОВОК У ДЕТЕЙ С МОБИЛЬНЫМ ПЛОСКОСТОПИЕМ И ГИПЕРМОБИЛЬНОСТЬЮ

4.1	Оценка сопоставимости групп.....	117
4.2	Результаты клинической оценки общего баланса тела у детей с гипермобильностью.....	117
4.3	Результаты клинической оценки устойчивости в вертикальной позе у детей до и после тренировок по шкале BESS.....	119
4.4	Результаты педобарометрической оценки у детей до и после тренировок.....	121
4.5	Результаты стабилметрической оценки у детей до и после тренировок.....	126
4.6	Результаты оценки взаимосвязи гипермобильности и парамет-	

	ров баланса тела.....	133
4.7	Визуальная оценка высоты продольного свода у детей после тренировок.....	134
4.8	Результаты плантографической и антропометрической оценки высоты продольного свода стоп у детей после тренировок.....	139
ГЛАВА 5. ОЦЕНКА СТРУКТУРЫ ЖАЛОБ И КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ДЕТЕЙ С МОБИЛЬНЫМ ПЛОСКОСТОПИЕМ		
5.1	Шкала оценки качества жизни - педиатрический опросник PedsQL™4.0.....	147
5.2	Результаты сравнительной оценки параметров качества жизни у детей младшего школьного возраста с мобильным плоскостопием и без деформаций стоп.....	151
5.3	Результаты сравнительной оценки качества жизни детей младшего школьного возраста с мобильным плоскостопием на фоне генерализованной гипермобильности и без нее.....	152
5.4	Результаты оценки уровня ситуативной и личностной тревожности у детей с генерализованной гипермобильностью и их родителей	154
5.5	Результаты оценки порога болевой чувствительности у детей с мобильным плоскостопием	159
5.6	Резюме.....	164
5.7	Результаты оценки жалоб у детей младшего школьного возраста после тренировок.....	165
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	172
	ВЫВОДЫ.....	181
	ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	184
	СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	185
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	186

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Плоскостопие у детей является частой причиной обращения к ортопеду и характеризуется уплощением продольного свода стоп (Evans A.M., 2011; Mosca V.S., 2010; Benedetti MG. et al., 2011). По данным литературы частота встречаемости плоскостопия у детей составляет от 0,6% до 77,9% (Banwell H.A. et al., 2018; Didia B.C. et al., 1987; Gould N. et al., 1989). Данный диапазон обусловлен изменениями анатомии стопы ребенка с возрастом, отсутствием единых критериев по диагностике (Uden H. et al., 2017) и выбранным способом статистической обработки данных (Hernandez A.J. et al., 2007; Cavanagh P.R., Rodgers M.M., 1987). Большинство детей дошкольного возраста имеют асимптоматическое мобильное плоскостопие, являющееся доброкачественным физиологическим состоянием и сохраняющееся у 15-20 % взрослых (Ekcali O., Kosay C., 2006). У детей с генерализованной гипермобильностью суставов частота встречаемости плоскостопия существенно выше, чем в популяции, и составляет от 27,5 до 98,0% (Mato H., 2008). Боли в стопах у той же категории пациентов наблюдаются в 64,0% случаев (Grahame R., 2009). Ввиду того, что боль является также эмоциональным переживанием, имеется прямая зависимость между болевым синдромом и тревожностью, высокий уровень которой у лиц с гипермобильностью встречается в 16 раз чаще, чем у лиц без гипермобильности (Bulbena A., 1993).

Степень разработанности темы исследования

В настоящее время наиболее часто используемым способом диагностики плоскостопия среди врачей-ортопедов является визуальный (Chuckraiwong V. et al., 2009). Несмотря на то, что именно осмотр пациента является основным методом диагностики плоскостопия, данные, демонстрирующие степень его межэкс-

пертной и внутриэкспертной надежности в научной литературе очень ограничены, а результаты исследований противоречивы (Dahle L.K. et al., 1991; Cowan D.N. et al., 1994; Армасов А.Р., Киселев В.Я., 2010).

Считается, что, в среднем, медиальный продольный свод формируется в первое десятилетие жизни, тем не менее, согласно данным литературы, мобильное плоскостопие встречается у 15-20 % взрослых (Nemeth B., 2011; Ekcali O., Kosay C., 2006). Этиология мобильных форм плоскостопия до сих пор остается источником дискуссий. Некоторые исследования демонстрируют прямую связь между массой тела и высотой медиального продольного свода (Dowling A.M. et al., 2001; Tenenbaum S. et al., 2013). В большинстве подобных исследований в качестве метода диагностики была использована плантография. По мнению Wearing et al., избыток подкожно-жировой клетчатки в области подошвенной поверхности стопы способен имитировать визуальное уплощение продольного свода (Wearing S.C., 2004). Также в научной литературе отсутствует единый статистический подход по определению референтных значений используемых плантографических показателей (Яременко Д.А., 1985; Hernandez A.J. et al., 2007; Cavanagh P.R. et al., 1987).

Согласно некоторым исследованиям, генерализованная гипермобильность суставов чаще сопровождается снижением высоты медиального продольного свода стоп. Так, El et al. в своем исследовании пришли к выводу, что у детей с гипермобильностью суставов (более четырех баллов по шкале Бейтона) плоскостопие встречается в два раза чаще по сравнению с детьми без гипермобильности (27,6% и 13,4%, соответственно) (El O. et al., 2006). Lin et al. при осмотре детей дошкольного возраста также выявили, что гипермобильность имеет прямую корреляцию с высотой медиального продольного свода (Lin C-J. et al., 2001). Помимо повышенной растяжимости капсульно-связочного аппарата Aydin et al. в своём исследовании продемонстрировали, что у людей с генерализованной гипермобильностью снижены параметры устойчивости в вертикальной позе по сравнению с людьми без гипермобильности (Aydin E. et al., 2010). Поддержание баланса тела регулируется зрительным и вестибулярным анализаторами, проприорецепторами,

располагающимися в области сухожилий, суставных поверхностей и обеспечивающих ощущение положения тела в пространстве (Tomomitsu M.S. et al., 2013; Hassan B.S., 2001). По данным многочисленных исследований, у людей с гипермобильностью суставов снижена проприоцептивная чувствительность, преимущественно в области коленных и межфаланговых суставов (Sahin N. et al., 2008; Ferrell W.R. et al., 2004; Mallik A.K. et al., 1994). Также у людей с генерализованной гипермобильностью снижена сила мышц (Sahin N. et al., 2008). Таким образом, использующийся термин «дефицит общего баланса тела» при генерализованной гипермобильности подразумевает под собой дефицит активных (мышечная сила) и пассивных (сухожильно – связочный аппарат и проприоцептивная чувствительность) факторов (Rombaut L. et al., 2011; Mebes C. et al., 2008; Iatridou K. et al., 2014).

Несмотря на то, что Alpesh Kothari et al. в своем исследовании продемонстрировали снижение качества жизни детей с мобильным плоскостопием по сравнению с детьми без плоскостопия, авторы не учитывали возможные факторы, ассоциированные с имеющимся плоскостопием, как, например, гипермобильность (Kothari A. et al., 2014). При этом психиатр Antonio Vulbena в своей уникальной работе пришел к выводу, что гипермобильный синдром в 16 раз чаще встречается у людей с высоким уровнем тревожности (Vulbena A., 1993). Данные факты позволяют сделать предположение о том, что плоскостопие, возможно, является лишь сопутствующим состоянием, демонстрирующим статистическую связь с показателями качества жизни.

Таким образом, актуальность данного диссертационного исследования обусловлена высокой распространенностью плоскостопия у детей школьного возраста в отсутствие единого подхода к диагностике, отсутствием патогенетического подхода по необходимости назначения стандартного курса лечебной физкультуры у детей с мобильным плоскостопием и оценке эффективности данных упражнений, а также отсутствием критериев симптоматической и асимптоматической форм мобильного плоскостопия. Данные вопросы послужили поводом к планированию диссертационного исследования.

Цель исследования - на основании анализа данных научной литературы и собственного популяционного и клинического исследований обосновать оптимальный подход к диагностике мобильного плоскостопия и патогенетически обосновать эффективность тренировок баланса тела у детей младшего школьного возраста с мобильным плоскостопием.

Задачи исследования

1. На основании анализа данных репрезентативной группы детей школьного возраста определить частоту встречаемости мобильных симптоматических и асимптоматических форм плоскостопия в разных возрастных подгруппах.
2. Посредством анализа результатов опроса врачей-ортопедов определить уровень межэкспертной и внутриэкспертной согласованности между специалистами в отношении клинической диагностики плоскостопия у детей младшего школьного возраста для дальнейшего расчета референтных значений основных антропометрических и плантографических индексов.
3. На основании анализа данных репрезентативной группы детей младшего школьного возраста с мобильным плоскостопием и жалобами на боль в стопах определить критерии симптоматического плоскостопия.
4. Разработать и оценить эффективность комплекса тренировки баланса тела у детей младшего школьного возраста с мобильной формой плоскостопия при помощи специальных упражнений и устройств.
5. Оценить качество жизни и психологические аспекты восприятия своего состояния у детей младшего школьного возраста с мобильным плоскостопием и гипермобильностью, а также их родителей.

Научная новизна исследования

1. На основании дополненных критериев Оксфордского опросника состояния стоп у детей впервые определены параметры симптоматического и асимптоматического мобильного плоскостопия, а также частота данных форм плоскостопия в исследованной когорте детей школьного возраста.
2. На основании результатов опроса значимого числа врачей-ортопедов (32 человека) впервые произведен анализ данных по оценке межэкспертной и внутриэкспертной согласованности специалистов в отношении клинической диагностики плоскостопия у детей младшего школьного возраста.
3. Разработаны и внедрены в клиническую практику новый способ определения укорочения ахиллова сухожилия при продольном плоскостопии (патент РФ на изобретение № 2669863 от 16.10.2018), а также оригинальный способ определения мобильности деформации при продольном плоскостопии у детей с гипермобильностью (заявка на изобретение №2020116230).
4. Разработаны и внедрены в клиническую работу оригинальное устройство для тренировки баланса тела и прототип специального программно-аппаратного комплекса с возможностью применения биологической обратной связи (заявки на полезные модели №2020116265 и №2020119290).
5. Впервые показано, что разработанный комплекс тренировок баланса тела для детей младшего школьного возраста с мобильным плоскостопием и гипермобильностью, помимо улучшения параметров устойчивости в вертикальной позе при выполнении клинических тестов, способствует также улучшению положения стоп и параметров качества жизни.
6. На основании сравнительной оценки параметров качества жизни, уровня тревожности (личностной, ситуативной) детей с мобильным плоскостопием при наличии и отсутствия генерализованной гипермобильности суставов впервые продемонстрировано значение гипермобильности как базового патогенетического фактора формирования плоскостопия и имеющих жалоб.

Теоретическая и практическая значимость работы

1. Использование клинической шкалы оценки формы и положения стоп FPI – 6, обладающей доказанными нами высокими показателями внутриэкспертной и межэкспертной согласованности между специалистами, повышает точность и воспроизводимость результатов клинической диагностики плоскостопия, что необходимо в клинической практике и при проведении исследований.
2. Полученные данные значений основных антропометрических и плантографических показателей стоп, характеризующих высоту продольного свода, позволяют объективизировать диагностику плоскостопия у детей младшего школьного возраста и создают необходимую референтную базу для последующих научных исследований и повседневной практики детских ортопедов.
3. На основании выраженности гипермобильности и параметров устойчивости в вертикальной позе определены показания к применению комплекса тренировки баланса тела, позволяющему улучшить форму и положение стоп у детей младшего школьного возраста с мобильным плоскостопием.
4. Предложенный способ определения укорочения ахиллова сухожилия при продольном плоскостопии позволяет дифференцировать мобильную и ригидную формы плоскостопия (патент РФ на изобретение № 2669863) для последующего патогенетически обоснованного выбора тактики лечения во избежание необоснованных вмешательств.
5. Полученные данные в отношении психологических аспектов восприятия своего состояния детьми младшего школьного возраста с мобильной формой плоскостопия на фоне гипермобильности способствуют углубленному анализу имеющейся структуры жалоб и их влияния на параметры качества жизни, позволяют оценить преобладание объективных или субъективных проявлений плоскостопия, что определяет направленность действий врача и позволяет использовать оптимальный арсенал лечебных средств для каждого пациента.

Методология и методы исследования

Выполненное диссертационное исследование состояло из двух этапов. Первый этап данной работы основан на анализе результатов обследования 317 детей школьного возраста при помощи клинического осмотра, альгометрии, компьютерной плантографии, анкетирования (опросник качества жизни и по определению уровня тревожности). Второй этап данной работы основан на результатах обследования и тренировок 84 детей (7 – 11 лет) с мобильным плоскостопием и гипермобильностью. В контрольную группу нетренирующихся детей вошли 30 человек.

Основные использованные методы: клинический, антропометрический, плантографический, биомеханический, рентгенологический, клинко-психологический (анкетирование), статистический.

Положения, выносимые на защиту

1. Клиническая диагностика плоскостопия у детей должна основываться, прежде всего, на оценке: деформаций стоп с использованием унифицированной шкалы FPI-6, характеризующейся высокой степенью межэкспертной и внутриэкспертной согласованности профильных специалистов; мобильности имеющейся деформации – посредством тестов визуальной и мануальной мобильности; а также характера имеющихся жалоб – по Оксфордскому опроснику состояния стоп у детей.
2. Референтные значения антропометрических (индекс высоты свода) и плантографических показателей (подометрический индекс) высоты продольного свода стопы демонстрируют высокий уровень корреляции с основными рентгенометрическими параметрами (угол Meary, угол продольного костного свода), что позволяет использовать их в клинической практике для диагностики плоскостопия у детей ($r > 0,7$; $p < 0,001$).

3. Высота продольного свода и величина вальгусного положения заднего отдела стоп у детей с генерализованной гипермобильностью обусловлены, в том числе, дефицитом общего баланса тела, преимущественно во фронтальной плоскости, что позволяет обосновать использование комплекса тренировок баланса в качестве метода улучшения высоты продольного свода и положения стоп.
4. У детей младшего школьного возраста с симптоматическим мобильным плоскостопием на фоне генерализованной гипермобильности может быть эффективно использован разработанный нами комплекс тренировок баланса тела.
5. У детей младшего школьного возраста с симптоматическим мобильным плоскостопием на фоне генерализованной гипермобильности целесообразно оценивать порог болевой чувствительности и уровень тревожности для оценки влияния на структуру имеющихся жалоб.

Степень достоверности и апробация работы

Основные положения и результаты диссертационной работы доложены и обсуждены: на научно-практической конференции молодых ученых на английском языке «Будущее детской ортопедии и реконструктивной хирургии» (г. Санкт-Петербург, 2018, 2019, 2020); всероссийской научно-практической конференции «Приоровские чтения» (г. Москва, 2018, 2019); семинаре по детской ортопедии (г. Зальцбург, 2019); всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Мечниковские чтения - 2019» (г. Санкт-Петербург, 2019); научно-практической конференции молодых ученых Северо-Западного Федерального округа «Актуальные вопросы травматологии и ортопедии» (г. Санкт-Петербург, 2019); съезде травматологов-ортопедов Сибирского Федерального округа (г. Барнаул, 2019); ежегодной научно-практической конференции по актуальным вопросам травматологии и ортопедии детского возраста «Турнеровские чтения» (г. Санкт-Петербург, 2019); российском конгрессе с международным участием «Физическая и реабилитационная медицина» (финал конкурса научных работ «Реабилитация+») (г. Москва, 2019); всероссийской научно-практической

конференции с международным участием «Воронцовские чтения. Санкт – Петербург – 2020» (г. Санкт – Петербург, 2020).

По теме исследования опубликовано 13 печатных работ, из них 4 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикаций диссертантов. Получен патент РФ на изобретение № 2669863 от 16.10.2018. Поданы заявки на изобретение (№2020116230) и на полезные модели (№2020116265; №2020119290).

Результаты исследования внедрены и используются в клинической практике ГБУЗ «Детская городская поликлиника №29», ФГБУ санаторий «Трудовые резервы» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Санкт – Петербург) и в учебном процессе на кафедре детской травматологии и ортопедии «Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 203 страницах текста, набранного на компьютере, и состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, библиографического списка использованной литературы, включающего 183 источника (из них 37 отечественных и 146 – иностранных авторов), снабжена 43 рисунками и 48 таблицами.

ГЛАВА 1

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 История вопроса

Как отметил известный анатом начала XX века Frederick Wood Jones: «Стопа человека уникальна. Она существенно отличается от любой другой стопы. Это наиболее выраженное проявление анатомии всего человека. Это человеческая уникальность и, гордится он этим или нет, это его отличительная черта, и до тех пор, пока человек был человеком и до тех пор, пока он остается человеком, именно стопами он будет известен среди других членов животного мира» (Browner V.D. et al., 2009).

Формирование продольного свода у предков современного человека связывают с постепенным переходом от существования преимущественно на деревьях к прямоходящему образу жизни (Bennett M.R. et al., 2009, D'Aout K. et al., 2002). Как у древних, так и у современных человекообразных обезьян отсутствуют своды стопы, а при бипедальном передвижении отталкивание от горизонтальной поверхности у них происходит не в области головок плюсневых костей и пальцев, как у человека, а в области суставов среднего отдела стопы – так называемый «midtarsal break» (Crompton R.H. et al., 2012). Подобный механизм, обеспечиваемый высокой мобильностью суставов среднего отдела стопы, нужен для возможности удержания равновесия на ветках деревьев, имитируя хват (Meldrum D.J., 1991). Существует большое количество теорий, объясняющих формирование свода стопы (Holowka N.B. et al., 2017; Morton, D.J., 1922). При переходе на наземный образ жизни у предков современного человека возникла необходимость в передвижении на дальние расстояния (Harcourt-Smith W.E., Aiello L.C., 2004). Формирование биомеханического паттерна походки, близкого к современному, способствовало возникновению энергетически выгодного механизма натяжения подошвенного апоневроза в фазу опоры (DeSilva J.M., Throckmorton Z.J., 2010). С другой

стороны, DeSilva J.M. et al. в своем исследовании 414 взрослых людей 17 – 80 лет обнаружили, что у 8% участников отмечалось увеличение давления в фазу опоры в области латеральной части среднего отдела стопы (преимущественно пяточно-кубовидный и кубовидно-плюсневые суставы) более 200 кПа по данным педобарометрии, что авторы расценивали как «midtarsal break» (тыльная флексия стопы на уровне сустава Лисфранка). При оценке основных пространственно-временных характеристик цикла шага (длина шага, скорость, время опоры) у участников с «midtarsal break» и без него статистически достоверной разницы получено не было. Таким образом, авторы пришли к выводу, что возможно избыточная пронация стопы в фазу опоры снижает эффективность механизма натяжения подошвенного апоневроза, но не влияет на биомеханический паттерн походки (DeSilva J.M., 2010; Lovejoy C.O. et al., 2009).

Стопа человека имеет два основных свода – продольный и поперечный. Поперечный свод стопы представляет собой арку, проходящую в области среднего отдела стопы, которая анатомически включает в себя три клиновидные и кубовидную кости. Продольный свод стопы, или медиальный продольный свод, является условным образованием, состоящим из трех плюсневых, трех клиновидных, ладьевидной и пяточной костей (Ker R.F. et al., 1987) (рисунок 1).

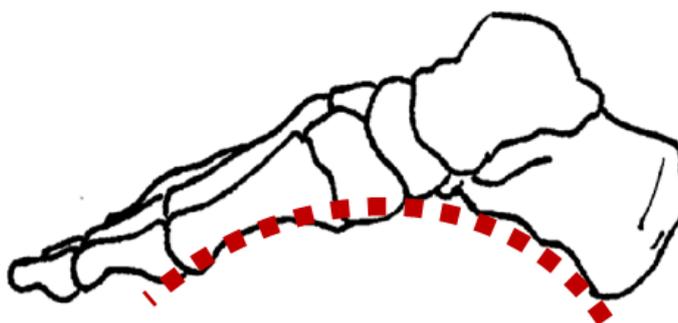


Рис. 1 Продольный свод стопы

Снижение высоты продольного свода как с вальгусным отклонением заднего отдела стопы, так и без него – плоскостопие, является одной из самых частых причин обращений к детскому ортопеду (Evans A.M., 2011).

1.2 Эпидемиология

Данные в отношении частоты плоскостопия в детской популяции разноречивы. По данным литературы частота плоскостопия у детей составляет от 0,6% до 77,9% (дети 5 – 14 лет и 11 мес. – 5 лет, соответственно) (Didia V.C. et al., 1987; Gould N. et al., 1989; Bordin D. et al., 2001; Echarri J.J., Forriol F., 2003). Такой широкий диапазон данных обусловлен изменениями анатомии стопы ребенка с возрастом, отсутствием единых критериев по диагностике (Uden H., 2017). Согласно El et al. (2006) частота умеренного и выраженного плоскостопия у детей 6 – 12 лет при плантографической оценке 579 человек составила 17,2% (El O. et al., 2006). Eschari et al. (2003) при плантографической оценке (индекс свода Staheli, индекс Шипраух-Смирак, угол Clarke's) 1851 обследуемого в возрасте 3 – 12 лет пришли к выводу, что более 75% детей 3 - 4 лет имеет плоскостопие согласно углу Clarke's, в то время как у детей 5 – 12 лет – его распространенность составляет 10 – 20% (Echarri J.J., Forriol F., 2003). По данным Rao et al. (1992), при плантографической оценке 2300 детей 4 – 13 лет частота плоскостопия составила 8,6% у детей, носивших обувь, и 2,8% у детей, постоянно ходивших босиком (Rao U., Joseph V., 1992). Rose et al. (1985) оценивали положение заднего отдела стопы, согласно их данным частота плоскостопия среди детей 5 – 12 лет составила 9,9% (Rose G.K. et al., 1985). Схожие данные были продемонстрированы Morley et al. (1957) и Bordin et al. (2001) (Morley A., 1957;2:976.; Bordin D. et al., 2001). В то время как Garcia-Rodriguez A. (1999) et al. при анализе данных 1180 детей 4 – 13 лет выявили, что только 2,7% из них соответствуют критериям плоскостопия, а Didia et al. (1987) – 0,6% среди детей 5 – 14 лет (Garcia-Rodriguez A. et al., 1999; Didia V.C. et al., 1987). По данным популяционных исследований частота выявляемого плоскостопия также зависит от возраста. Так, среди детей 3 – 7 лет частота плоскостопия составляет 64,8% - 77,9%, у детей старше 7 лет – 0,6% - 20% (Didia V.C. et al., 1987; Zokirhodzaev M., 2011; Echarri J.J., Forriol F., 2003). Большинство авторов при написании статей ссылаются на имеющиеся в литературе данные о частоте

плоскостопия в детской популяции, не анализируя представленный способ диагностики плоскостопия и статистической обработки данных. Так, Pfeiffer M. et al. (2006) при отборе пациентов в свое исследование ориентировались на субъективную оценку: авторы считали стопу плоской, если она выглядела плоской (Pfeiffer M. et al., 2006).

Cowan et al. (1994) оценили согласованность специалистов в отношении визуальной оценки высоты свода стоп и пришли к выводу, что межэкспертная согласованность в отношении того, какую стопу считать плоской, является низкой (Cowan D.N. et al., 1994).

Отсутствие единых критериев по диагностике плоскостопия и способу расчета референтных интервалов основных параметров, характеризующих высоту продольного свода, в том числе, обусловлены отсутствием унифицированного способа статистической обработки данных.

Наиболее часто используемыми статистическими методами оценки являются определение частоты плоскостопия по закону нормального распределения (при этом для расчета средних значений учитываются от одного до двух стандартных отклонений) (Яременко Д.А., 1985; Hernandez A.J. et al., 2007) и квартильный, или центильный, способы оценки (Cavanagh P.R., Rodgers M.M., 1987). При определении референтных значений основных антропометрических и плантографических параметров наиболее часто используют закон нормального распределения. Ширина референтного интервала в первую очередь будет зависеть от числа используемых стандартных отклонений. Так, если плоскостопием считается любое значение индекса, превышающее два стандартных отклонения, то частота встречаемости плоскостопия будет менее 2% (Didia B.C. et al., 1987; Hernandez A.J. et al., 2007; Garcia-Rodriguez A. et al.). Cavanagh P.R. и Rodgers M.M. (1987) при определении референтных интервалов для индекса высоты свода использовали квартильный способ оценки. По мнению исследователей, данный способ оценки больше соответствует тем данным, которые видит врач в своей клинической работе (Cavanagh P.R., Rodgers M.M., 1987).

Большинство отечественных исследований, посвященных частоте встречаемости плоскостопия, проведены более десяти лет назад. По данным ряда авторов частота плоскостопия у детей дошкольного и младшего школьного возраста составляет от 24,2% до 67,3% (Гросс Н.А., 2000; Моргунова О.Н., 2005; Стеркина Р.Б., 1996).

1.3 Этиология

Этиология плоскостопия у детей до сих пор остается до конца неизвестной. Некоторые исследования демонстрируют прямую связь между массой тела и высотой медиального продольного свода (Echarri J.J., Forriol F., 2003; Pfeiffer M. et al., 2006; Tenenbaum S. et al., 2013). Корреляцию между высотой медиального продольного свода и массой тела также продемонстрировали Villaroya et al. (2008) и Dowling et al. (2001) (Villarroya M.A. et al., 2008; Dowling A.M. et al., 2001). В большинстве подобных исследований в качестве метода оценки ширины продольного свода была использована плантография. По мнению Wearing et al. (2004) избыток подкожно-жировой клетчатки в области подошвенной поверхности стопы способен имитировать визуальное уплощение продольного свода (Wearing S.C. et al., 2004). В противоположность предыдущему тезису Riddiford-Harland et al. (2010) при ультразвуковом исследовании стоп продемонстрировали, что у детей с избыточной массой тела помимо жировой подушки в области свода также имелось истинное снижение высоты медиального продольного свода (Riddiford-Harland D.L. et al., 2010).

Согласно данным литературы, положение механической оси нижних конечностей также является предрасполагающим фактором к уплощению медиального продольного свода. Так, Lin et al. (1999) в своем исследовании продемонстрировали, что у детей с вальгусным отклонением механической оси нижних конечностей достоверно чаще встречается снижение высоты медиального продольного свода по сравнению с группой контроля (Lin C.J. et al., 1999). Практически в одно и то же время Singh et al. (2010) и Zafiroopoulos et al. (2009) пришли к выводу, что

величина антеторсии бедренной кости и наружной торсии большеберцовой кости, возможно, имеет связь с имеющимся плоскостопием (Singh A. et al., 2010; Zafirooulos G. et al., 2009). Также наследственность играет не последнюю роль при формировании свода стоп. С большой степенью вероятности с возрастом у ребенка сохранится уплощенный медиальный продольный свод стоп, если даже у одного из родителей имеется плоскостопие (Mosca V.S., 2010). Этническая принадлежность оказывает влияние на вероятность наличия плоскостопия. Согласно исследованию V. Mosca (2010) у представителей негроидной расы частота плоскостопия выше по сравнению с европеоидами (Mosca V.S., 2010).

Еще одним вероятным этиологическим фактором является анатомия суставной поверхности таранно – пяточного сочленения (Bruckner J., 1987; Bunning P.S., Barnett C.H., 1965). Так, гипоплазия или отсутствие передней фасетки подтаранного сустава согласно исследованию Kothari et al. приводят к нарушению артикуляции таранной и пяточной кости и, как следствие, более выраженному пронационному положению стопы (Kothari A. et al., 2014).

1.4 Диагностика плоскостопия

На сегодняшний день в литературе описано более 40 способов диагностики плоскостопия, которые можно объединить в четыре основные группы: визуальная оценка, антропометрическая оценка, плантография и рентгенография.

Визуальная оценка

Визуальная оценка считается наиболее частым методом диагностики среди специалистов (Chuckraiwong B. et al., 2009). Данный метод подразумевает под собой субъективную оценку специалистом формы и положения стопы. Даже при определении критериев оценки межэкспертная надежность, то есть мнение разных экспертов в отношении одной и той же стопы, имеет высокую вариабельность. Так, в своей работе Dahle et al. (1991) продемонстрировали хорошую согла-

сованность (каппа Коэна 0.72) (Dahle L.K. et al., 1991), в то время как Cowan et al. – плохую (тау Кендалла 0.35) (Cowan D.N. et al., 1994). Для того чтобы разработать унифицированную систему оценки, Redmond et al. (2006) проанализировали имеющиеся в литературе параметры визуальной оценки формы и положения стопы, и выделили из них шесть с самой высокой межэкспертной и внутриэкспертной надежностью. Таким образом была создана уникальная шкала оценки положения стопы – индекс положения стопы (Foot Posture Index - 6 (FPI-6)) (Redmond A.C. et al., 2006; Keenan A.M. et al., 2007; Evans A.M. et al., 2012). Данная методика оценки не лишена недостатков, в частности, отдельные параметры оценки продемонстрировали низкую воспроизводимость (Evans A.M. et al., 2003; Mentiplay B.F. et al., 2013).

Плантография

Основным инструментальным методом диагностики плоскостопия является плантография. Метод оценки подошвенных отпечатков, популяризированный Harris и Beath, широко используется для оценки состояния стопы в связи с простотой выполнения (Harris R.I., Beath T., 1948). Первоначально плантографии применяли простые приспособления для получения чернильного отпечатка, в настоящее время преимущественно используются оптические устройства. Данный метод оценки является предпочтительным в популяционных исследованиях, когда существует необходимость в быстром получении сканированного изображения стоп для дальнейшего статистического анализа (Didia B.C. et al., 1987; Echarri J.J., Forriol F., 2003; El O. et al., 2006).

При анализе как прямого отпечатка, так и сканированного изображения стоп (компьютерная плантография) рассчитываются специальные индексы. В настоящее время наиболее известными и имеющими диагностическую ценность критериями являются: индекс свода Staheli (отношение длин линии, проведенной в самой узкой части отпечатка среднего отдела стопы, и линии, проведенной в самой широкой части пяточной области) (Chang C.H. et al., 2014; Ezema C.I. et al.,

2014), индекс Chippaux-Smirak (отношение длин линии, проведенной в самой узкой части отпечатка среднего отдела стопы, и линии, проведенной в самой широкой части отпечатка стопы на уровне головок плюсневых костей) (Chang C.H. et al., 2014; Chen K.C. et al., 2011), угол Clarke's (угол между касательными, проведенными из наиболее медиально расположенной точки в области плюсны к вогнутой части дуги продольного свода и к медиальной поверхности пяточной области) (Chen K.C. et al., 2011; Pauk J., Szymul J., 2014), индекс свода (arch index) (индекс свода определяется как отношение среднего отдела стопы к длине стопы, исключая пальцы) (Galli M. et al., 2014; Galli M. et al., 2015), подометрический индекс (отношение высоты бугристости ладьевидной кости к длине стопы) (Яременко Д.А., 1985). В литературе описаны также иные плантографические индексы, которые используются сравнительно редко. Это К - индекс Мартиросова (Nikolaidou M.E., Boudolos K.D., 2006), индекс оценки отпечатка стопы (footprint evaluation – индекс) (Stavlas P. et al., 2005), instep – индекс (Abolarin T. et al., 2011), индекс подошвенного отпечатка стопы (plantar footprint – индекс) (Garcia-Rodriguez A. et al., 1999).

Антропометрический способ оценки

Под антропометрической оценкой применительно к стопе подразумевается количественная оценка ее параметров при помощи измерительных инструментов, таких как калипер, угломер (транспорти) и сантиметровая линейка. Данные параметры чаще всего измеряются по боковой и задней поверхности стопы.

В первую очередь оценивается длина стопы и высота стопы (расстояние от поверхности пола в области середины длины стопы до тыльной поверхности стопы), выраженные в мм или см. Williams and McClay (2001) в своей работе использовали индекс высоты свода (arch height index) (соотношение высоты стопы и длины стопы (без пальцев)) (Williams D.S. et al., 2001; Drefus L.C. et al., 2017). В связи с тем, что положение бугристости ладьевидной кости считается «ключом» к определению высоты медиального продольного свода, то определение ее высоты

от опорной поверхности является основополагающим параметром с хорошей воспроизводимостью (Cobb S.C. et al., 2011; Saltzman C.L. et al., 1995). Также параметром, определяющим высоту бугристости ладьевидной кости, является нормализованный индекс высоты ладьевидной кости, при котором определяется отношение высоты бугристости ладьевидной кости к длине стопы до уровня головок плюсневых костей (Cobb S.C. et al., 2011; Williams D.S., McClay I.S., 2000).

В связи с тем, что вальгусное положение заднего отдела стопы часто сопутствует уплощению медиального продольного свода, то определение степени отклонения оси пяточной кости играет немаловажную роль в диагностике (Процко В.Г., 2018). Многие исследования демонстрируют хорошую и отличную межэкспертную согласованность данного параметра (Smith-Oricchio K., 1990).

Рентгенологическая диагностика

Рентгенография стоп стоя в прямой и боковой проекциях является стандартным способом диагностики для клинических и научных целей. (Benedetti M.G. et al., 2010; Moraleda L., Mubarak S., 2011; Vanderwilde R. et al., 1988). Рентгенологический способ оценки является «золотым стандартом» для определения костной структуры, соотношений в суставах, наличия врожденных аномалий (Murley G.S. et al., 2009). Недостатками данного способа диагностики являются: лучевая нагрузка, невозможность оценки трехмерных структур по двумерному изображению, а также эффект параллакса – изменение в отображении анатомических структур в зависимости от ориентации рентгеновских лучей (Kelikian A.S., Sarrafian S.K., 2011.).

Предпочтительными параметрами оценки рентгенограмм стоп, выполненных в боковой проекции, согласно данным литературы, являются таранно-плюсневый угол, или угол Meary (угол между осями первой плюсневой кости и таранной кости), и угол наклона пяточной кости (угол между касательной, проведенной к нижней поверхности пяточной кости, и горизонтальной поверхностью) (Davids J.R., 2005).

1.5 Категоризация и классификация плоскостопия

В связи с тем, что изолированная оценка одним из представленных способов диагностики плоскостопия демонстрирует разнородность получаемых данных среди специалистов даже в отношении одного и того же пациента, были предприняты попытки разработать унифицированный протокол в отношении того, что считать плоскостопием.

Так, Murley et al. (2009) при отборе пациентов в свое исследование для определения критериев плоскостопия разработали следующий протокол: на первом этапе исследования проводилась антропометрическая и плантографическая оценка высоты свода стоп – авторы считали стопу плоской при среднем значении нормализованной высоты бугристости ладьевидной кости и индекса свода более двух стандартных отклонений; следующим этапом была проведена рентгенография стоп в двух проекциях – авторы считали стопу плоской при среднем значении угла Meary и угла наклона пяточной кости более одного стандартного отклонения. При дальнейшем использовании данного протокола авторы сообщили о 70% чувствительности (Murley et al., 2009).

Chuckwaipong et al. (2009) в своем исследовании для диагностики плоскостопия предложили использовать положение пяточной оси, индекс отпечатка стопы (foot print index) и индекс высоты свода (Chuckpaiwong B. et al., 2009).

Статистический анализ является альтернативным подходом для категоризации положения стоп. В первую очередь, используется кластерный анализ, позволяющий определить стопы в определенные группы со схожими свойствами - индексами и параметрами (De Cock A. et al., 2006). Так, Bohm H. et al. при помощи кластерного анализа выделили две группы детей 7 – 17 лет с мобильным плоскостопием: у первой группы детей в отличие от второй группы фаза толчка происходила в положении эверсии стопы, а не инверсии. Авторы предположили, что первая группа детей требует наблюдения в последующем (Bohm H. et al., 2019).

Перечисленные ранее способы и протоколы диагностики не учитывают наличие или отсутствие фиксированной деформации стоп. R. I. Harris и T. Beath одними из первых выделили мобильные и ригидные формы плоскостопия. Так, при анализе стоп 3619 рекрутов Канадской армии частота плоскостопия по данным авторов составила 23%, из них 26 % - плоскостопие с укорочением ахиллова сухожилия и ригидное плоскостопие, или перонеальный спазм, - 9%. По мнению авторов, плоскостопие с укорочением ахиллова сухожилия и ригидное плоскостопие сопровождаются болевым синдромом в стопах и нарушением функции (Harris R.I., Beath T., 1947).

Под мобильностью деформации подразумевается отсутствие ограничения движений в суставах стопы при визуальной и мануальной оценке.

К визуальной оценке относятся: тест «вставания на цыпочки», тест Jack.

Для проведения первого теста пациента просят в положении стоя встать на цыпочки. В норме – вальгусное положение оси пяточной кости переходит в варусное положение за счет движений в подтаранном суставе (тест отрицательный) (Mosca V., 2014).

Тест Jack был описан в 1953 году, данный тест состоит в пассивном разгибании первого плюснефалангового сустава в вертикальном положении пациента. Тест считается отрицательным при увеличении высоты продольного свода и уменьшении вальгусного отклонения оси пяточной кости. По мнению E. A. Jack, данный тест позволяет оценить мобильность деформации путем стабилизации ладьевидно-клиновидного сустава (Jack E. A., 1953).

К тестам мануальной мобильности относят оценку пассивной инверзии и эверзии стопы (Mosca V., 2014; Atik A. et al., 2014; Сапоговский А.В., Кенис В.М., 2015), а также определение величины тыльной флексии стоп (Mosca V., 2014).

1.6 Подходы к классификации плоскостопия

Root et al. (1977) предпринял одну из первых попыток разобраться, что считать нормальным положением стопы. При этом автор подчеркнул, что данное по-

ложение достигается, когда подтаранный сустав находится в нейтральном положении, а суставы среднего отдела стопы – «заблокированы» (Root M.L. et al., 1977.). Smith-Orrichio et al. (1990) и McPoil et al. (1995) в последующих работах продемонстрировали, что критерии, указанные в работе Root et al., являются «слишком строгими» и что лишь малая часть здоровых людей им соответствуют (Smith-Orrichio K., Harris B.A., 1990; McPoil T.G., Hunt G.C., 1995). Caillet (1984) определил, что в норме стопа должна быть безболезненной, с хорошим мышечным балансом, задний отдел стопы находится в нейтральном положении (Caillet R., 1983).

Плоскостопие, связанное с закономерным этапом формирования сводов стопы (developmental flatfoot)

H. Uden et al. (2017) опубликовали систематический обзор, в котором авторы пытались определить, что считать плоскостопием в конкретный возрастной период. Исследователи проанализировали 268 полнотекстовых статей и пришли к выводу, что понятие нормы в отношении высоты продольного свода зависит от возрастного этапа формирования стопы (Uden H. et al., 2017).

Существует большое количество исследований, посвященных формированию продольного свода стоп у детей. Считается, что в среднем продольный свод формируется в первые десять лет жизни (Forriol F., Pascual J., 1990; Onodera A.N. et al., 2008; Pfeiffer M. et al., 2006; Rao U., Joseph B., 1992; Stavlas P. et al., 2005; Volpon J.B., 1994). Плоскостопие у детей первых лет жизни анатомически обусловлено несколькими основными факторами: наличием жировой подушки в области продольного свода, повышенной растяжимостью капсульно – связочного аппарата (Fritz et al., 2013; Корж Н.А., Яременко Д.А., 2003; Лапкин Ю.А., Кенис В.М., 2011). Жировое тело Спитци (Spitzzy) в области продольного свода способствует амортизации нагрузки с началом самостоятельной ходьбы, с возрастом происходит его постепенная редукция (Hefti F., Brunner R., 1999; Staheli L.T., 1987).

N. Gould et al. (1989) в своем исследовании 125 детей в возрасте 11 – 14 месяцев продемонстрировали, что у всех детей было плоскостопие согласно педотопографии (фотографирование подошвенной поверхности стоп в вертикальном положении исследуемого), а после двух лет – отмечалось увеличение высоты продольного свода у большинства детей в не зависимости от того, носил ребенок обувь или нет (Gould N. et al., 1989).

Осификация костей продольного свода у ребенка совпадает с началом активной ходьбы и продолжается в среднем до 5 – 7 лет (Hallemans A. et al., 2006). Биомеханика походки у детей до 1,5 – 2 лет отличается от походки взрослого. В первую очередь, за счет отсутствия типичного переката «пятка – носок» (Hallemans A. et al., 2003).

Таким образом, данная форма плоскостопия является закономерным этапом формирования стопы ребенка и не требует какого – либо вмешательства (Evans A.M., Rome K., 2011; Лашковский В.В., Мармыш А.Г., 2011).

Ригидное плоскостопие (rigid flatfoot)

Данная форма плоскостопия характеризуется ограничением подвижности в суставах стопы при мануальной оценке, отсутствием формирования медиального продольного свода при визуальных и мануальных тестах (Jack – тест, тест вставания на цыпочки) (Jack A., 1953; Болтрукевич С.И., 2011). Тарзальные коалиции являются самой частой причиной ригидного плоскостопия и характеризуются патологическим сращением двух и более костей стопы между собой и, как следствие, приводящее к ограничению подвижности в суставах стопы (Сапоговский А.В. и соавт., 2015; Stormont D.M., Peterson H.A., 1983). Отдельной формой ригидного плоскостопия является врожденный вертикальный таран (Вавилов М.А. и соавт., 2019).

Мобильное плоскостопие (flexible flatfoot)

Несмотря на большое количество работ, проведенных в отношении мобильного плоскостопия, данное состояние по-прежнему вызывает интерес у исследователей (Mosca V.S, 2010). В настоящее время среди врачей отсутствует консенсус по поводу того, является ли мобильное плоскостопие деформацией стопы или вариантом естественного развития (Mosca V.S, 2010; Benedetti MG et al., 2011).

Мобильное плоскостопие характеризуется уплощением продольного свода при вертикальной нагрузке и его формированием при ее отсутствии (Олейник А.В., 2019). Уникальным в своем роде является популяционное исследование, проведенное Harris и Beath (1947) по обследованию стоп у 3600 новобранцев в Королевской Канадской армии, в котором было установлено, что мобильность подтаранного сустава и суставов среднего отдела стоп являются более важными показателями, чем статическая форма стопы. Мобильное, или гипермобильное, плоскостопие оказалось наиболее часто выявляемой формой плоскостопия в представленном популяционном исследовании. Данный вид плоскостопия был определен как естественный вид здоровой и устойчивой стопы, не вызывающий болевой синдром и нарушение функции (Harris R.I., Beath T., 1947).

Асимптоматическое мобильное плоскостопие является доброкачественным физиологическим состоянием, которое имеется у большинства детей до школьного возраста и сохраняется у каждого пятого взрослого человека (Ekcali O., Kosay S., 2006). Частота мобильного плоскостопия у детей школьного возраста варьирует от 2,7 до 18,1 % (Garcia -Rodriguez A. et al., 1999). Мобильное плоскостопие характеризуется возможностью активной и пассивной коррекции свода и отсутствием ограничения движений в голеностопном суставе и суставах стопы. Основной причиной мобильного плоскостопия может быть как конституциональная гипермобильность суставов, так и гипермобильный синдром.

1.7 Гипермобильность и плоскостопие

Гипермобильность суставов, ассоциированная с повышенной растяжимостью капсульно – связочного аппарата, также играет определенную роль в снижении высоты продольного свода. Гипермобильность суставов характеризуется увеличением амплитуды движений в суставах в сравнении со среднестатистическими популяционными показателями (Beighton P. et al., 1998). Для оценки выраженности гипермобильности суставов используют шкалу Бейтона. Данная девятибалльная шкала включает оценку таких элементов, как переразгибание в локтевых, коленных, пястно-фаланговых суставах большого пальца и мизинца кисти, избыточное сгибание на уровне поясничного отдела позвоночника (Beighton P. et al., 1973). Гипермобильность констатируется при наличии 4 баллов и более (Vulbena A. et al., 1992). El et al. (2006) в своем исследовании пришли к выводу, что у детей с гипермобильностью суставов (более четырех баллов по шкале Бейтона) плоскостопие встречается в два раза чаще по сравнению с детьми без гипермобильности (27,6% и 13,4%, соответственно) (El O. et al., 2006). При исследовании детей дошкольного возраста Lin et al. также показали, что уровень гипермобильности имел прямую корреляцию с высотой медиального продольного свода (Lin C-J. et al., 2001). При состояниях, ассоциированных с дисплазией соединительной ткани, плоскостопие встречается достоверно чаще. Так, например, при синдроме Марфана его частота составляет более 59% (по Laffargue et al.) (Laffargue F. et al., 2013).

Гипермобильный синдром, или синдром разболтанности, излишней подвижности (M35.7) в качестве самостоятельной нозологической единицы был выделен в 1967 году (Kirk J.A. et al., 1967). Гипермобильный синдром – системное невоспалительное состояние соединительной ткани, характеризующееся гипермобильностью суставов, жалобами со стороны опорно-двигательного аппарата при отсутствии какого-либо другого ревматического заболевания. Клиническая диагностика основана на Брайтонских критериях (большие и малые критерии). К

большим критериям относятся: избыточная подвижность в суставах (по шкале Бейтона четыре и более баллов), артралгия в четырех и более суставах на протяжении не менее трех месяцев. Малыми критериями считаются: избыточная подвижность в суставах (по шкале Бейтона три и более баллов, до двух баллов для людей старше 50 лет); артралгия (до трех суставов) или люмбалгия более трех месяцев; вывихи или подвывихи более чем в одном суставе, повторный вывих в одном суставе; марфаноидность; аномальная кожа: тонкость, гиперрастяжимость, стрии, атрофичные рубцы; офтальмологические проявления: нависающие веки, миопия высокой степени; варикозные вены, грыжи; опущение матки и/или прямой кишки (Grahame R. et al., 2000). Синдром гипермобильности диагностируется при наличии двух больших критериев, одного большого и двух малых критериев, или четырех малых. Таким образом, в типичных случаях синдром гипермобильности ассоциирован, помимо гипермобильности, с болевым синдромом, являющимся неотъемлемой частью при данном состоянии.

Частота плоскостопия у детей с гипермобильным синдромом существенно выше, чем в популяции, и составляет от 27,5 до 98,0% (Mato H. et al., 2008).

1.8 Роль проприоцепции

Помимо повышенной растяжимости капсульно–связочного аппарата Aydin et al. (2010) в своём исследовании продемонстрировали, что у людей с генерализованной гипермобильностью хуже параметры устойчивости в вертикальной позе по сравнению с людьми без гипермобильности (Aydin E. et al., 2010). Поддержание баланса тела является необходимым навыком в повседневной жизни (Савельев М.Ю., 2005). Оно обеспечивается зрительным и вестибулярным анализаторами, проприорецепторами, располагающимися в области сухожилий, суставных поверхностей и обеспечивающих ощущение положения тела в пространстве (Tomomitsu M.S. et al., 2013; Hassan B.S. et al., 2001; Кудряшова Д.А., 2017). П.И. Храмов (2009) в своем исследовании продемонстрировал, что дети с плоскостопием имеют более стабильное положение центра тяжести при стабилOMETриче-

ском исследовании (Храмцов П.И., 2009). В имеющейся литературе есть данные о том, что у людей с гипермобильностью снижена проприоцептивная чувствительность, преимущественно в области коленных и межфаланговых суставов (Sahin N. et al., 2008; Ferrell W.R. et al., 2004; Mallik A.K. et al., 1994). Также у людей с генерализованной гипермобильностью снижена сила мышц (Sahin N. et al., 2008). Таким образом, термин «дефицит общего баланса тела» при генерализованной гипермобильности подразумевает под собой дефицит активных (мышечная сила) и пассивных (сухожильно – связочный аппарат и проприоцептивная чувствительность) факторов (Rombaut L. et al., 2011; Mebes C. et al., 2008; Iatridou K. et al., 2014). Можно отметить, что поза с гиперпронацией стоп и отведением переднего отдела является биомеханически стабильной ввиду дефицита активных и пассивных факторов поддержания баланса тела.

1.9 Классификация возрастных периодов

Для сравнительной оценки данных в отношении высоты свода стоп, полученных у конкретного ребенка, со средневозрастными показателями необходимо определить возрастную группу, к которой ребенок относится.

Так, согласно ВОЗ выделяются следующие возрастные периоды (<https://www.who.int/hiv/pub/guidelines/arv2013/intro/keyterms/en/>):

- грудной возраст – до 1 года;
- детский возраст – до 19 включительно (в зависимости от законов конкретной страны);
- подростковый возраст – 10 – 19 лет

В нашей стране довольно часто используют следующую классификацию (Мазурин А.В., Воронцов И.М., 1985):

1. ранний неонатальный период до 7 суток;
2. поздний неонатальный период с 8 дня до 28 дня;
3. грудной возраст с 29 дня до 1 года;
4. преддошкольный период с 1 года до 3 лет;

5. дошкольный период 3-7 лет;
6. младший школьный возраст 7-11 лет;
7. старший школьный возраст 12-18 лет

Каждая возрастная группа характеризуется своими функциональными и анатомическими особенностями. Так, у детей младшего школьного возраста (7 – 11 лет) происходит постепенная оссификация большинства костей стопы (Matthews J.G., 1998; Садофьева В.И., 1990).

Существует множество методик, посвященных эффективности физического воспитания у детей младшего школьного возраста для нормализации высоты свода стоп. Данный возрастной период является предпочтительным в связи с заключительным этапом формирования продольного свода стоп, а также с возможностью активного участия детей в тренировках (Вареник Е.Н., 2009; Потапчук А.А. и соавт., 2007). Так, Е.А. Короткова, С.О. Филиппова, а также Н.Н. Кожухова и соавт. отмечают, что дошкольный и младший школьный возраст является более благоприятным для выполнения физических тренировок и способствует интенсивному формированию свода стоп (Короткова Е.А., Пенькова И.В., 2006; Кожухова Н.Н. и соавт., 2003). В то же время ряд специалистов подчеркивает отсутствие эффективности традиционных методик лечебной физкультуры в связи с тем, что они не учитывают имеющийся мышечный дисбаланс (Гросс Н.А., 2000; Епифанов В.А., 2015; Илларионов В.П., 1988).

Таким образом, в связи с возрастными этапами формирования продольного свода, завершением процессов оссификации, а также увеличением длительности произвольного внимания период младшего школьного возраста является оптимальным для назначения курса физических тренировок.

1.10 Плоскостопие и качество жизни

Согласно определению ВОЗ (1946), качество жизни – это «ощущение индивидуумом своего места в жизни в контексте культуры и личной системы ценностей, а также - в отношении целей, ожиданий и переживаний». Это термин, вклю-

чающий в себя все стороны жизни человека, в том числе - здоровье. В то время как здоровье, согласно уставу ВОЗ, «является состоянием полного физического, психического и социального благополучия, а не только отсутствием болезней» (<https://www.who.int/about/who-we-are/constitution>) (Баранов А.А. и соавт., 2005).

Проект всемирной организации здравоохранения по оценке качества жизни (WHOQOL) был создан в 1991 году. Вопрос в отношении того, вызывает ли плоскостопие снижение качества жизни у детей, по-прежнему остается открытым. Большинство исследований, анализирующих влияние плоскостопия у детей на качество их жизни, стратифицируют детей на две группы – с жалобами и без жалоб (Benedetti M.G. et al., 2010; Hosl M. et al., 2014; Moraleda L., Mubarak S., 2011). Такое бинарное разделение не способно в полной мере отобразить возможную природу жалоб у детей с плоскостопием (Streiner D.L., 2013).

Отдельной категорией можно выделить детей с гипермобильностью и гипермобильным синдромом. Боли в стопах у этой категории пациентов наблюдаются в 64% случаев, боли в коленных суставах - в 73% обращений (Scheper M.C. et al., 2015). Таким образом, среди детей с гипермобильным синдромом даже с точки зрения статистики имеется высокая вероятность сочетания болевого синдрома и плоскостопия в качестве общих проявлений этого состояния (Cimolin V. et al., 2014). По мнению профессора R. Grahame, боль является наиболее сложным и многофакторным компонентом из всех проявлений гипермобильности (Grahame R., 2009).

Международная ассоциация по изучению боли (IASP) дает следующее определение: боль — неприятное сенсорное и эмоциональное переживание, связанное с истинным или потенциальным повреждением ткани или описываемое в терминах такого повреждения (Kumar K.H., Elavarasi P., 2016). Поскольку боль является субъективным переживанием, предпочтительными методами оценки интенсивности болевого синдрома являются опросники и шкалы (Wong C. et al., 2012). Выбор типа опросника в первую очередь зависит от возраста ребенка и его возможности к полноценной коммуникации. Для детей дошкольного и младшего школьного возраста предпочтительными являются лицевые шкалы оценки боли, у

детей старше 12 лет – визуальная аналоговая шкала (ВАШ). Однако данные способы оценки боли являются рейтинговыми и не могут считаться количественными в строгом смысле слова. Для возможности количественной оценки боли используются специальные приборы – альгометры. Nikolajsen et al. (2011) показали, что оценка уровня болевого порога у детей с ортопедическими заболеваниями механическим альгометром давления имеет хорошую межэкспертную и внутриэкспертную надежность. К сожалению, данный способ диагностики широко не используется в детской практике (Nikolajsen L. et al., 2011). В связи с тем, что жалобы на боль у детей с гипермобильностью имеют мультифакторный характер, они также могут быть ассоциированы с низким порогом болевой чувствительности. Hashkes et al. (2004) в своей работе обнаружили, что у детей с болями роста достоверно ниже болевой порог (Hashkes P.J. et al., 2004). Когда данная группа детей была обследована через пять лет, авторы обнаружили, что у детей с продолжающимися жалобами на боль порог болевой чувствительности был достоверно ниже по сравнению с детьми, которые больше не имели подобных жалоб (Uziel Y. et al., 2010). Hogeweg et al. в своем исследовании обнаружили интересную закономерность: уровень болевого порога увеличился при давлении механическим альгометром в параспинальной области, но не изменился в области верхних и нижних конечностей (Hogeweg J.A. et al., 1996).

Известно, что факт наличия плоскостопия беспокоит родителей больше, чем детей (Staheli L.T., 1987). Goubert et al. (2009) в своем исследовании продемонстрировали, что родители склонны преувеличивать отношение детей к собственному состоянию, тем самым со временем усиливая акцентуацию детей на своем отношении к боли (Goubert L. et al., 2009; Caes L. et al., 2014). Таким образом, для того чтобы дифференцировать предвзятость родителей к проблеме их ребенка, важно, чтобы опросники качества жизни также отдельно имели родительскую версию. В связи с тем, что уровень качества жизни детей напрямую зависит от их физического и эмоционального благополучия, важно проводить оценку качества жизни, связанного со здоровьем (health – related quality of life). С этой целью был разработан педиатрический опросник PedsQL™4.0 (Varni J.W. et al., 2001). Для

оценки структуры жалоб у детей с патологией стоп был разработан Оксфордский опросник состояния стопы у детей (The Oxford ankle foot questionnaire for children) и его родительская версия (Morris C. et al., 2008).

Ввиду того, что боль является также эмоциональным переживанием, необходимо учитывать прямую зависимость между болевым синдромом и повышенной тревожностью (Woo A.K.M., 2010).

1.11 Психологический фон у детей с гипермобильностью и их родителей

Испанский психиатр Антонио Бульбена впервые провел оценку взаимосвязи гипермобильного синдрома и тревожных расстройств. По его данным у людей с тревожными расстройствами гипермобильный синдром встречается в 67,7% случаев. Также автором было продемонстрировано, что среди лиц с тревожными расстройствами гипермобильный синдром встречается в 16 раз чаще, чем в контрольной группе лиц без тревожных расстройств (Bulbena A. et al., 1993). Гипермобильный синдром значительно преобладает у пациентов с паническими расстройствами и может отражать конституциональную предрасположенность к тревожной акцентуации. При этом у лиц с гипермобильным синдромом среди тревожных расстройств преобладают социальные фобии и панические расстройства (Bulbena A. et al., 2011). Gratacòs et al. (2001) в своем исследовании продемонстрировали, что генерализованная гипермобильность суставов и повышенная тревожность ассоциированы с интерстициальной дупликацией в 15 хромосоме (DUP 25), имеющей наследуемый характер (Gratacòs M. et al., 2001). В 2003 году Tabiner M. et al. обследовали ДНК – пробы шестнадцати пациентов с выраженными тревожными расстройствами и социальными фобиями методом FISH-гибридизации, но ни в одном образце не было обнаружено искомой дупликации в 15 хромосоме (Tabiner M. et al., 2003). Также данную дупликацию не обнаружили Weiland Y. et al. при обследовании образцов ДНК 70 человек (Weiland Y. et al., 2003).

Eccles J. A. et al. (2012) в своей работе обследовали 36 пациентов с гипермобильностью и повышенной тревожностью и 36 здоровых добровольцев. Гипермобильность оценивалась по шкале Бейтона (от 3 баллов), уровень тревожности – с помощью опросника тревожности Бека (Beck A.T. et al., 1988). Всем участникам из основной и контрольной групп было проведено МРТ головного мозга. Авторы выявили двустороннее увеличение объема миндалевидного тела и структурные изменения в области поясной извилины в группе пациентов с гипермобильностью. В результате, между объемом миндалевидного тела и гипермобильностью суставов была обнаружена статистически достоверная связь. Полученные данные были трактованы как возможная причина повышенной тревожности у пациентов с гипермобильностью в связи с тем, что миндалевидное тело контролирует эмоциональные реакции человека, а область поясной извилины отвечает за когнитивный контроль боли и отрицательных эмоций (Eccles J.A., Beacher F.D., 2012).

Alpesh Kothari et al. (2014) в своем исследовании продемонстрировали, что у детей с мобильным плоскостопием имеется снижение качества жизни по сравнению с детьми без плоскостопия (Kothari A. et al., 2014). Однако, психологический дистресс, а также болевой синдром, не имеющие причинно-следственных связей с плоскостопием, а являющиеся признаками гипермобильного синдрома, могут быть независимыми факторами, снижающими качество жизни. Плоскостопие при этом может являться лишь сопутствующим состоянием, демонстрирующим корреляционную связь с показателями качества жизни.

1.12 Резюме

Анализ научной литературы продемонстрировал имеющуюся разнородность данных в отношении определения плоскостопия, частоты встречаемости в детской популяции, диагностики и подходов к классификации (Hayley U. et al., 2017; Mosca V.S., 2010; Cavanagh P.R., Rodgers M.M., 1987). Современные популяционные исследования в отношении частоты встречаемости плоскостопия у детей школьного возраста единичны, авторы данных публикаций в большинстве

случаев ссылаются на одни и те же работы. Также в данных публикациях отсутствует стандарт в отношении того, что считать плоскостопием и на какие диагностические критерии ориентироваться. Немногочисленные исследования, посвященные этиологии мобильного плоскостопия, разрознены и противоречат друг другу. В литературе имеется большое число публикаций в отношении гипермобильности суставов и гипермобильного синдрома, но практически отсутствуют данные о патогенезе мобильного плоскостопия при данном состоянии и роли проприоцепции.

В научной литературе также отсутствует единое мнение о качестве жизни людей с плоскостопием. Исследования, указывающие на снижение качества жизни, проведены с применением не болезнь – специфических опросников (педиатрический опросник PedSQL), а также опросников, оценивающих самочувствие и структуру жалоб, но не качество жизни (Оксфордский опросник состояния стопы у детей).

Таким образом, недостаточность научных данных в отношении поставленных вопросов являются поводом для продолжения исследований в данном направлении.

ГЛАВА 2

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЦИЕНТОВ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Планирование исследования

Данная научная работа состояла из двух этапов:

I. кросс-секционное исследование (317 человек)

II. проспективное когортное исследование (114 человек)

Для оценки частоты встречаемости мобильного плоскостопия в детской популяции нами было проведено кросс – секционное исследование.

Первый этап научной работы состоял из двух частей. В первой части исследования были проанализированы результаты профилактического осмотра 317 школьников (7 – 17 лет) в одной из школ Пушкинского района г. Санкт – Петербурга. Данный осмотр включал в себя:

- оценку величины гипермобильности по шкале Бейтона;
- клиническую оценку формы и положения стоп согласно шкале FPI - 6;
- определение мобильности стоп (мануальной и визуальной);
- фотографирование стоп в стандартных проекциях с отметкой положения бугристости ладьевидной кости для дальнейшего анализа основных антропометрических показателей;
- компьютерную плантографию на аппаратно-программном комплексе «Диаслед – Скан» (ООО «Диасервис»);
- альгометрию (определение порога болевой чувствительности механическим альгометром);
- оценка структуры жалоб при помощи Оксфордского опросника состояния стоп у детей (детская и родительская формы);

- определение качества жизни - педиатрический опросник качества жизни PedsQL (детская и родительская формы);
- определение уровня тревожности детей и родителей при помощи опросника Спилбергера (рисунок 2.1).

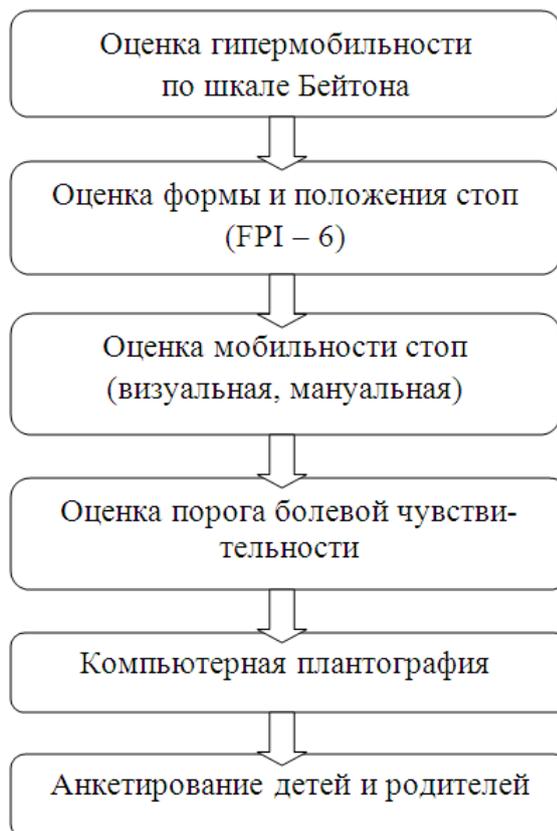


Рис. 2.1 Схема выполнения первой части исследования

Критерии включения в I этап исследования:

- отсутствие неврологических и ортопедических заболеваний, кроме патологии стоп;
- возраст 7 – 17 лет 6 мес.

Вторая часть I этапа данного диссертационного исследования носила статистический характер. Схема представлена на рисунке 2.2.

Оценка распространенности плоскостопия у детей школьного возраста (317 детей)	<ul style="list-style-type: none"> • плантографический метод • антропометрический метод • клинический метод
Оценка надежности визуальной диагностики плоскостопия (130 изображений стоп в стандартных проекциях)	<ul style="list-style-type: none"> • межэкспертная надежность • внутриэкспертная надежность
Определение референтных значений для основных антропометрических и плантографических индексов	<ul style="list-style-type: none"> • по изображениям стоп с максимальной межэкспертной согласованностью
Оценка мобильности стоп	<ul style="list-style-type: none"> • определение нормальности распределения с расчетом средних значений и стандартного отклонения
Оценка структуры жалоб. Определение критериев симптоматического плоскостопия	<ul style="list-style-type: none"> • анкетирование при помощи Оксфордского опросника состояния стоп у детей
Оценка взаимосвязи антропометрических и рентгенологических критериев высоты свода стоп	<ul style="list-style-type: none"> • корреляционный анализ
Сравнительный анализ рентгенометрических параметров симптоматического и асимптоматического мобильного плоскостопия у детей младшего возраста	<ul style="list-style-type: none"> • сравнение средних при помощи критерия Манна - Уитни

Рис. 2.2 Схема выполнения второй части исследования

Второй этап данной работы основан на результатах обследования и тренировок 84 детей (7 – 11 лет) с мобильным симптоматическим плоскостопием. В группу сравнения вошли 30 детей, не выполнявших каких-либо тренировок. Дан-

ные группы были сформированы из пациентов, обратившихся в ГБУЗ «Детская городская поликлиника №29» и консультативно – диагностическое отделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии им.Г.И. Турнера» Минздрава России.

Критерии включения в основную и контрольную группы:

- возраст 7 – 11 лет 6 мес.,
- гипермобильность по шкале Бейтона 5 и более баллов, по шкале LLAS (Lower Limbs Assessment Score) 12 и более баллов,
- наличие плоскостопия (FPI \geq 8 баллов),
- мобильность деформации,
- наличие жалоб на боли в стопах и быструю утомляемость (Оксфордский опросник состояния стоп у детей: физический компонент - 15 баллов и менее, эмоциональный компонент – 9 баллов и менее),
- отсутствие ранее проведенных оперативных вмешательств на стопах,
- отсутствие неврологических заболеваний.

Под мобильностью деформации подразумевалось:

- при мануальной оценке – величина тыльной флексии стоп более 10 градусов, отсутствие ограничения движений в суставах стопы;
- при визуальной оценке – тест Jack, тест «вставания на цыпочки» - отрицательные; тест в тандемной позе – отрицательный (регистрационная заявка на изобретение №2020116230).

В первой части исследования у всех детей основной и контрольной групп был произведен: сбор анамнеза с выяснением жалоб со стороны стоп (боли в области стоп, утомляемость – Оксфордский опросник состояния стоп у детей); определение уровня гипермобильности (шкала Бейтона, шкала оценки гипермобильности нижних конечностей LLAS (lower limbs assessment score)). Следующий

этап диагностики заключался в оценке высоты медиального продольного свода стоп. Для этого нами был проведен клинический осмотр с визуальной оценкой формы и положения стоп согласно шкале FPI-6, антропометрия, компьютерная плантография в трех плоскостях – подошвенной, медиальной боковой и задней с расчетом основных плантографических индексов. Для определения мобильности плоскостопия были использованы тесты визуальной и мануальной мобильности.

С целью дальнейшей сравнительной оценки данных параметров до и после тренировок, а также с течением времени, нами было проведено фотографирование стоп пациентов в строго определенных ракурсах и положениях.

Для оценки распределения нагрузки по поверхности стоп в цикле шага, стоя при вертикальной нагрузке и при балансировании на нестабильной платформе и определения эффективности тренировок была проведена компьютерная педобарометрия с помощью стелек – вкладышей, помещающихся в обувь пациента и оснащенных тензометрическими датчиками.

Для сравнительного анализа данных общего баланса тела пациентов до и после тренировок проведена оценка с помощью специальной клинической системы (шкала BESS – balance error scoring system) и компьютерной оценки положения тела в пространстве с помощью системы Хабилект (далее - стабилметрия) (модуль Habilect Motion Lab, ООО «Хабилект»). Данный прибор не является измерительным, и был использован нами в качестве дополнительной оценки.

Вторая часть исследования включала в себя сравнительный анализ эффективности специальных тренировок (стандартный комплекс лечебной физкультуры, специально разработанный комплекс тренировок общего баланса тела, тренировки на нестабильной платформе). Схема выполнения данной части исследования представлена на рисунке 2.3.

Для анализа эффективности тренировок нами производилась балльная оценка формы и положения стопы согласно шкале FPI-6, компьютерная плантография в трех проекциях, компьютерная педобарометрия (приборно – аппаратный комплекс «Диаслед – Скан», модули «ПлантоСкан» и «ДиаследСкан»), клиниче-

ская балльная оценка положения тела в пространстве с помощью шкалы BESS, непрямая стабилметрия (Habilect Motion Lab).

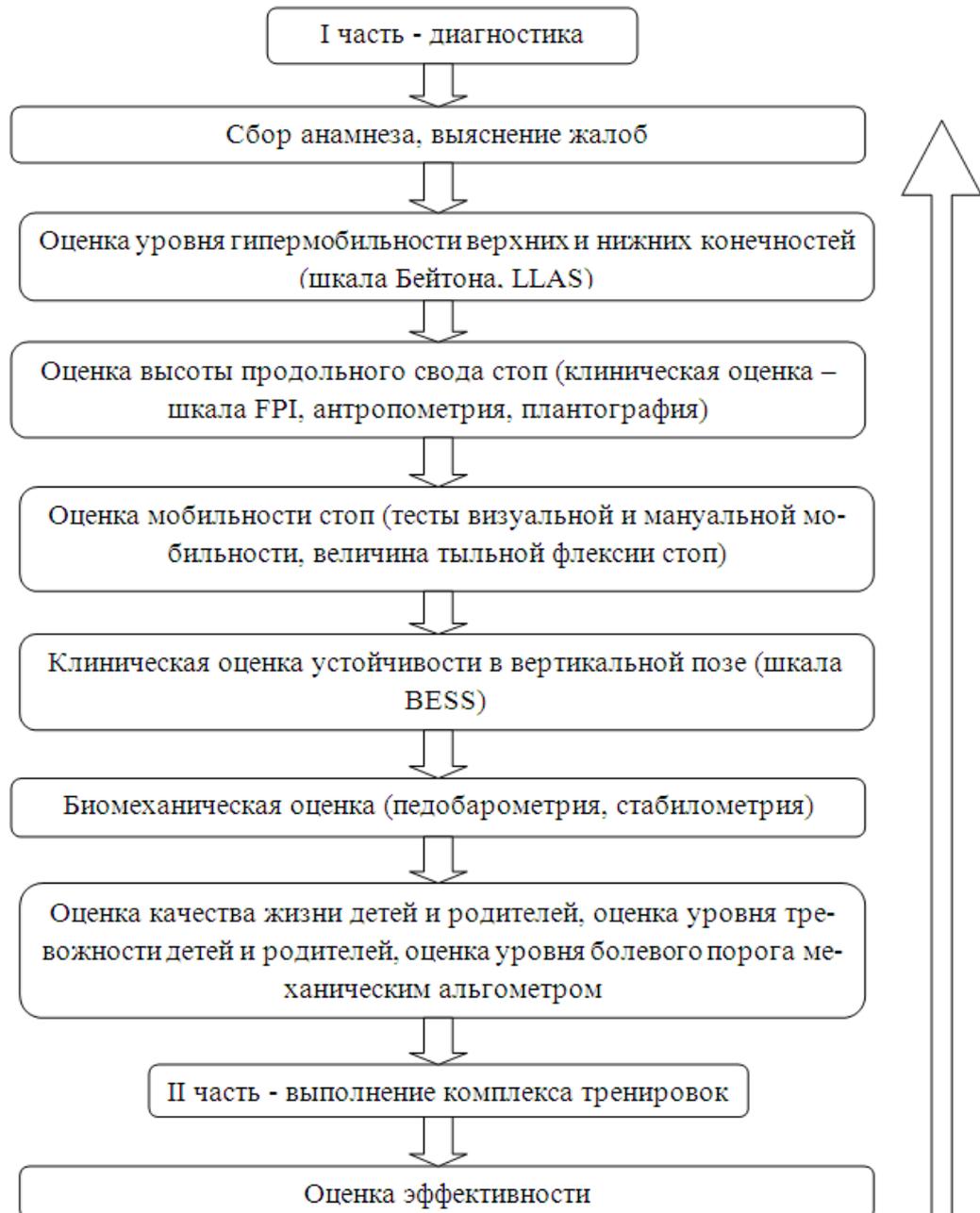


Рис. 2.3 Схема выполнения II этапа исследования

Оценка результатов проводилась в установленные нами сроки – после 4, 12 и 24 недель ежедневных 20 – минутных занятий и через шесть месяцев после окончания тренировок.

Как было оговорено ранее, дети II группы выполняли стандартный комплекс лечебной физкультуры, рекомендованный при плоскостопии. Протокол тренировок детей III и IV групп представлен ниже.

Протокол тренировок для детей III группы

Для детей данной группы был разработан специальный комплекс упражнений для тренировки баланса тела, преимущественно во фронтальной плоскости. Все изображения к упражнениям были выполнены на заказ у профессионального иллюстратора (Асфандиярова Анастасия, г. Краснодар, 2020).

1. И.П. (исходное положение) стоим прямо, смотрим вперед, руки на пояс, правую ногу отводим в сторону на 45 гр., удерживаем данное положение в течение 30 секунд. Выполняем то же упражнение на другой ноге. Повторяем 3-5 раз для каждой ноги (рисунок 2.4).

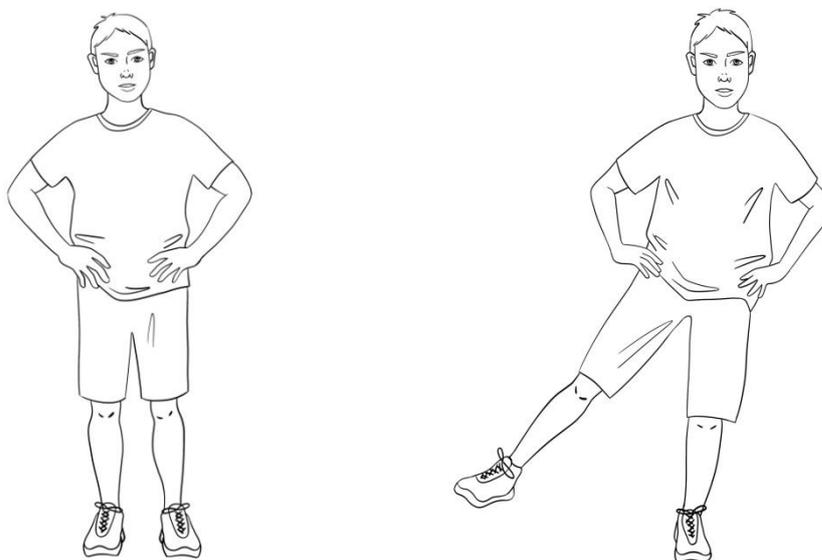


Рис. 2.4 Упражнение 1 - отведение нижней конечности, стоя на одной ноге, руки на пояс

2. И.П. стоим прямо, смотрим вперед, руки отводим в стороны, левую ногу отводим в сторону на 45 гр., удерживаем данное положение в течение 30 секунд.

Выполняем то же упражнение на другой ноге. Повторяем 3-5 раз для каждой ноги (рисунок 2.5).

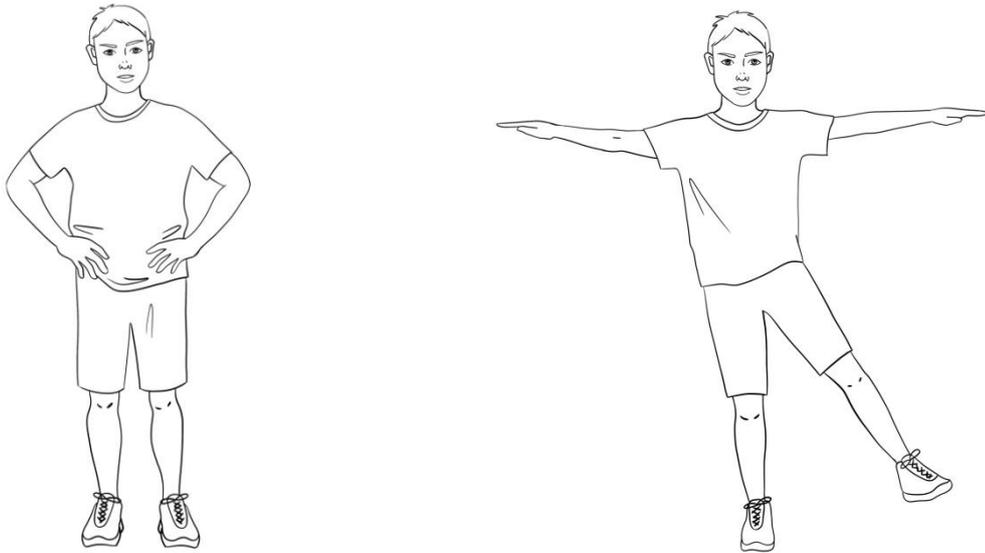


Рис. 2.5 Упражнение 2 – отведение нижней конечности, стоя на одной ноге, руки в стороны

3. И.П. стоим прямо, смотрим вперед, руки на пояс, правую ногу сгибаем в тазобедренном и коленном суставе, после - отводим прямой в сторону на 45 гр., возвращаем ногу в исходное положение, стараемся не опускать на пол. Повторяем от 15 до 30 раз. Выполняем то же упражнение на другой ноге (рисунок 2.6).



Рис. 2.6 Упражнение 3 – отведение и приведение нижней конечности, стоя на одной ноге, руки на пояс

4. Для выполнения следующего упражнения необходимо использовать устойчивую конструкцию высотой 25 – 30 см (табурет, платформа).

И.П. встаем на платформу, смотрим вперед, руки на пояс, сгибаем правую ногу в тазобедренном и коленном суставе до 90 гр., удерживаем данное положение в течение 10-15 секунд, опускаем правую ногу на пол, опускаем левую ногу на пол. Лево́й ногой встаем на платформу, при этом сгибая правую ногу в тазобедренном и коленном суставе до 90 гр. Повторяем данное упражнение 10 раз. Выполняем то же упражнение на другой ноге (рисунок 2.7).



Рис. 2.7 Упражнение 4 – балансирование, стоя на одной на ноге, на платформе

5. И.П. стоим прямо, смотрим вперед, руки на пояс, правую ногу сгибаем в тазобедренном и коленном суставе, стоим 5-10 секунд, после - осуществляем выпад в правую сторону, возвращаемся в положение, стоя на одной ноге. Повторяем 3-5 раз. Выполняем то же упражнение на другой ноге (рисунок 2.8).

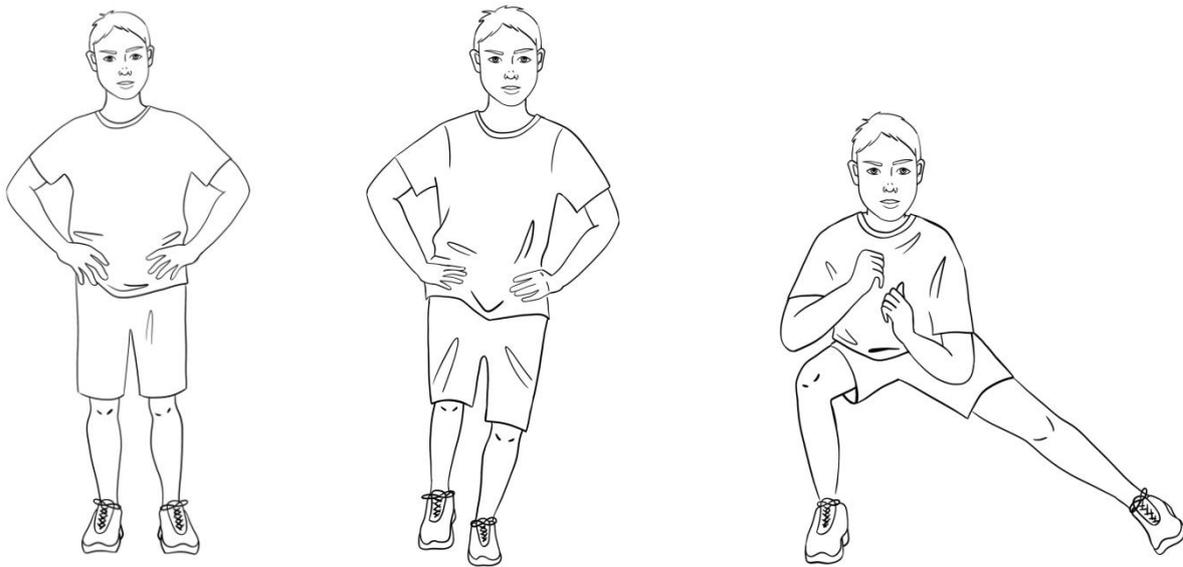


Рис. 2.8 Упражнение 5 – выпад в сторону из положения «стоя на одной ноге»

б. Для выполнения следующего упражнения необходимо использовать специальную неустойчивую конструкцию, разработанную нами (регистрационная заявка на полезную модель №2020119290). В устройстве для тренировки баланса, изготовленном из силикона, который препятствует скольжению, имеется верхняя часть, повторяющая контур стопы, и выпуклая нижняя часть, обеспечивающая неустойчивость конструкции, при этом в толще устройства имеется три полусферы из твердого пластика - одна под задним и две под передним отделом стопы (рисунок 2.9).

И.П. встаем левой ногой на устройство, смотрим вперед, руки на пояс, сгибаем правую ногу в тазобедренном и коленном суставе до 90 гр., удерживаем данное положение в течение 20-45 секунд. Повторяем данное упражнение до 10 раз. Выполняем то же упражнение на другой ноге.

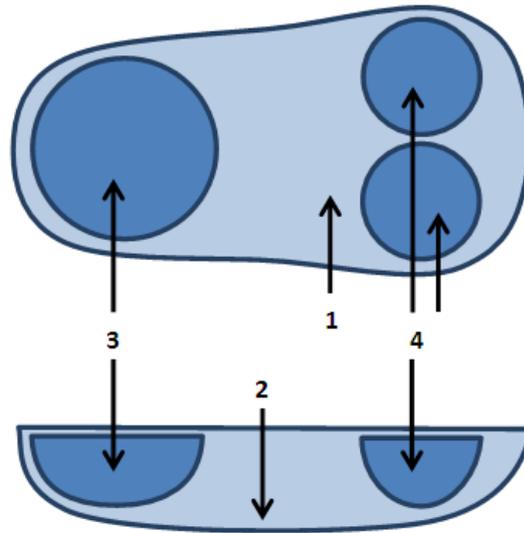


Рис. 2.9 Устройство для тренировки баланса: 1 - верхняя часть, повторяющая контур стопы; 2 - выпуклая нижняя часть, обеспечивающая нестабильность конструкции; 3 - полусфера из твердого пластика в толще устройства под задним отделом стопы; 4 - две полусферы из твердого пластика в толще устройства под передним отделом стопы

Протокол тренировок для детей IV группы

Дети данной группы выполняли упражнения на специальной нестабильной платформе. Высота и угол наклона платформы в процессе тренировок были адаптированы.

И.П. ребенок встает сначала одной ногой на платформу, затем – другой. Задача – удержать равновесие так, чтобы поверхность платформы находилась в горизонтальной плоскости. Стоим прямо, смотрим вперед, руки на пояс. Длительность тренировки – от 1-2 минут первоначально до 20 минут в последующем (рисунок 2.10).



Рис. 2.10 Упражнение – балансирование на нестабильной платформе

Данный временной интервал тренировок определен с целью повышения комплаентности. Единовременное занятие более 20 минут способствовало снижению мотивации и пропуску тренировок (согласно данным, представленным в главе 1).

Для определения симптоматической формы плоскостопия и качества жизни детей были использованы валидированные специальные опросники - Оксфордский опросник состояния стоп у детей и педиатрический опросник PedsQL, соответственно. Для анкетирования родителей были использованы родительские версии данных опросников. С целью сравнительного анализа уровня личностной и ситуативной тревожности детей как с гипермобильностью, так и без нее, и их родителей был использован опросник Спилбергера в модификации Ханина.

2.2 Общая характеристика клинического материала

Первый этап данной работы состоял из результатов обследования 317 школьников одной из школ Пушкинского района г. Санкт – Петербурга 7 – 17 лет. Исследование было проведено с официальным разрешением РОНО Пушкинского района г. Санкт – Петербург и с получением подписанных информированных согласий родителей или опекунов. Распределение по возрасту было следующим: 7 – 11 лет – 187 детей (374 стопы); 12 – 14 лет – 84 человека (168 стоп); 15 – 17 лет – 46 человек (92 стопы). Данный этап исследования позволил определить частоту различных форм плоскостопия среди детей школьного возраста (результаты данной оценки представлены в главе 3).

Расчет объема выборки для исследований распространенности производился по следующей формуле:

$$n = \frac{z^2 \times P(1-P)}{d^2}, \text{ где}$$

Z – для доверительной вероятности 95% = 1,96; 99% - 2,58; P – ожидаемая распространенность (если 30%, то 0,3); d – точность (если 5%, то 0,05).

Таким образом, при $n = \frac{1,96^2 \times 0,25(1-0,25)}{0,05^2} = 288$, наш объем выборки является достаточным.

Также размер данной выборки позволил сформировать группы детей для оценки уровня гипермобильности и ее взаимосвязи с уровнем тревожности и качеством жизни. Так, для анализа структуры жалоб, влияния состояния стоп и уровня тревожности на качество жизни детей было проведено анкетирование 283 школьников 7 – 17 лет и их родителей при помощи Оксфордского опросника состояния стопы у детей, опросника Спилбергера в модификации Ханина. Для сравнительной оценки структуры жалоб и качества жизни детей младшего школьного возраста с плоскостопием и без него при помощи Оксфордского опросника состояния стопы у детей и Педиатрического опросника качества жизни PedsQL нами

было сформировано две группы исследуемых: первая группа включала 50 человек с плоскостопием, вторая – 48 человек того же возраста без деформаций стоп и ортопедических, неврологических заболеваний.

Помимо этого нами был проведен сравнительный анализ результатов оценки жалоб, качества жизни детей и порога болевой чувствительности с мобильным плоскостопием на фоне генерализованной гипермобильности и без нее. Для выполнения этой задачи нами было сформировано две группы исследуемых: группа А - дети с мобильным плоскостопием и гипермобильностью (47 человек 7 – 11 лет) (по шкале Бейтона - 5 баллов и более); группа В – дети с мобильным плоскостопием, но без гипермобильности (47 человек 7 – 11 лет) (по шкале Бейтона - менее 5 баллов).

Для сравнения параметров тревожности, порога болевой чувствительности у детей с гипермобильностью и без нее нами было сформировано две группы детей 7 – 11 лет: группа С (50 человек) – дети с гипермобильностью (по шкале Бейтона – 5 и более баллов) и группа D (50 человек) – дети без гипермобильности (по шкале Бейтона – менее 5 баллов).

Для оценки корреляционных связей между основными антропометрическими и рентгенологическими параметрами, оцениваемыми по медиальной боковой поверхности, нами были проанализированы 30 изображений стоп в боковой проекции детей младшего школьного возраста с мобильной формой плоскостопия.

Для сравнительной оценки рентгенометрических параметров при симптоматической и асимптоматической формах мобильного плоскостопия нами было проведено исследование рентгенограмм стоп, выполненных в прямой и боковой проекции, двух групп детей младшего школьного возраста (7-11 лет): I группа – 30 детей с симптоматическим мобильным плоскостопием; II группа – 26 детей с асимптоматической формой мобильного плоскостопия. Рентгенография у детей с жалобами на боли в стопах была выполнена при обращении в ФБГУ «НМИЦ детской травматологии и ортопедии им.Г.И. Турнера Минздрава России, во II группу были включены дети, которым рентгенограмма стоп была выполнена прежде, в амбулаторных условиях.

Второй этап исследования основан на результатах комплексного обследования 84 пациентов с мобильным плоскостопием и гипермобильностью (168 стоп) в возрасте от 7 до 11 лет, которым был назначен курс тренировок по разработанной программе. В зависимости от вида выполняемых упражнений дети были разделены на три основные группы:

- дети, выполняющие стандартный комплекс лечебной физкультуры, рекомендуемый при плоскостопии (30 человек);
- дети, выполняющие специально разработанный комплекс упражнений для тренировки устойчивости в вертикальной позе (общий баланс тела) (28 человек);
- дети, занимающиеся на нестабильной платформе (26 человек).

Для проведения сравнительного анализа основных исследуемых параметров нами была сформирована группа сравнения, которая включала 30 детей младшего школьного возраста (7 – 11 лет) с мобильным плоскостопием и гипермобильностью. Дети данной группы представляли собой группу наблюдения и не выполняли каких-либо тренировок (таблица 2.1).

Характеристика пациентов основной и контрольной групп представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Характеристика пациентов основной и контрольной групп исследования

Параметры	Группы пациентов			
	I (группа сравнения)	II (ЛФК)	III (упражнения для тренировки баланса)	IV (нестабильная платформа)
Количество пациентов/стоп в группе	30/60	30/60	28/56	26/52
Соотношение полов (мальчики/девочки)	14/16	15/15	15/13	14/12
Средний возраст (лет)	8,7±1,52	8,9±1,5	8,9±1,36	8,7±1,3

FPI - 6	9,37±1,63	9,2±1,84	9,67±1,58	9,8±1,45
Гипермобильность по шкале Бейтона	7,3±1,4	6,9±1,1	7,7±1,9	7,8±1,5
Гипермобильность по шкале LLAS	16,1±1,55	15,5±1,3	16,8±1,72	15,9±1,6
p > 0,05				

Как видно по данным, представленным в таблице 2.1, группы сопоставимы по полу, возрасту, величине гипермобильности и выраженности деформации стоп, что позволяет нам проводить сравнительный анализ результатов, полученных в рамках данного исследования.

2.3 Методы исследований

2.3.1 Клинический метод

Клинический осмотр пациентов проводили по стандартной методике обследования ортопедического больного (Маркс В.О., 1978), во время которого оценивали позу пациента, положение оси нижних конечностей и стоп. Для дальнейшего анализа проводили фотографирование пациента в естественной позе, положение его стоп спереди, сбоку и сзади.

При клиническом осмотре стоп обращали внимание на положение переднего отдела (приведение, нейтральное положение, отведение) по отношению к костям голени, высоту медиального продольного свода по положению бугристости ладьевидной кости (которую отмечали фломастером после пальпации) и положение заднего отдела стоп (вальгусное, нейтральное, варусное). Количественная оценка проводилась при помощи антропометрии и шкалы оценки формы и положения стоп – FPI – 6.

2.3.1.1 Оценка гипермобильности

Гипермобильность суставов оценивалась по шкале Бейтона и шкале оценки гипермобильности суставов нижних конечностей (LLAS – Lower Limbs Assessment Score).

Шкала Бейтона включает в себя оценку возможности выполнения ряда положений:

- разгибание пятого пястно-фалангового сустава более 90 градусов;
- возможность пассивно дотронуться большим пальцем кисти до внутренней поверхности предплечья, или максимальное расстояние между большим пальцем кисти и внутренней поверхностью предплечья - менее 1 см;
- переразгибание локтевых суставов более 10 градусов;
- переразгибание коленных суставов более 10 градусов;
- способность дотронуться пола ладонной поверхностью кистей при наклоне туловища вперед, не сгибая ноги в коленных суставах (рисунок 2.11).





Рис. 2.11 Оценка гипермобильности суставов по шкале Бейтона

Способность выполнить любой из пунктов оценивается в один балл. Максимально возможная сумма баллов – девять.

В связи с тем, что шкала Бейтона позволяет оценить преимущественно гипермобильность суставов верхних конечностей, для оценки гипермобильности суставов нижних конечностей была использована шкала LLAS (lower limbs assessment score – шкала оценки нижних конечностей), которая включает в себя 12 основных параметров. Оценка производится следующим образом: ответ «да» - 1 балл; «нет» - 0 баллов (таблица 2.2).

Таблица 2.2

Шкала оценки гипермобильности нижних конечностей

Сгибание бедра	Оценка производится в положении лежа на спине. Исследователь максимально сгибает одну ногу пациента в тазобедренном суставе (до передней брюшной стенки), в то время как вторая нога находится в полностью разогнутом положении. Легко ли удается данная манипуляция?
----------------	---

Отведение бедра	Пациент в положении лежа на спине. Ноги согнуты в тазобедренных и коленных суставах. Производится максимальное разведение бедер, стопы пациента сведены между собой. Руки исследователя находятся на латеральных мышцах бедер. Касается ли тыльная поверхность кисти исследователя кушетки? (с минимальным приложением силы).
Переразгибание коленного сустава	Пациент в положении лежа на спине. Ноги расслаблены и выпрямлены. Исследователь одной рукой фиксирует колено пациента сверху, другой рукой приподнимает голень. Находится ли пятка пациента на высоте более 3 см от поверхности кушетки? (с минимальным приложением силы).
Тест переднего выдвижного ящика (коленный сустав)	Пациент в положении лежа на спине. Ноги согнуты в тазобедренных и коленных суставах (90°). Исследователь осторожно фиксирует передний отдел стопы своим весом. Одной рукой исследователь производит движение голени вперед, другой – с умеренной силой надавливает на мышечки бедра. Ощущается ли под рукой исследователя отчетливое смещение голени вперед?
Ротация голени	Пациент в положении лежа на спине. Ноги согнуты в тазобедренных и коленных суставах (90°). Исследователь пальпирует бугристость большеберцовой кости и производит внутреннюю и наружную ротацию голени, удерживая ногу за стопу. Происходит ли смещение бугристости

	боль-
Продолжение таблицы 2.2	
	шеберцовой кости медиально/латерально более 1 см в каждую сторону или суммарно более 2 см в обе стороны?
Тыльная флексия стопы	Пациент в положении лежа на спине. Колено согнуто под углом 45 °. Исследователь производит сгибание стопы к тылу. Тыльное сгибание стопы больше 15 °?
Тест переднего выдвижного ящика (голеностопный сустав)	Пациент в положении лежа на спине. Колено согнуто под углом 45°. Одна рука исследователя обхватывает задний отдел стопы пациента, другая рука – производит давление на переднюю поверхность голени. При достаточно выраженном усилии происходит ли смещение таранно – пяточного комплекса вперед по отношению к голени? Смещение любой степени выраженности расценивается как положительный симптом.
Инверзия в подтаранном суставе	Пациент в положении лежа на спине. Стопы свободно свешиваются с края кушетки. Исследователь производит инверзию стопы в подтаранном суставе (приведение, подошвенное сгибание, супинация). Объем движения больше 45 °? Если да, то при выполнении теста отчетливо заметна латеральная часть головки таранной кости.
Инверзия в суставах среднего отдела стопы	Пациент в положении лежа на спине. Стопы свободно свешиваются с края кушетки. Движения в среднем отделе стопы должны быть изолированы от движений в подтаранном суставе. Ис-

	следователь одной рукой обхватывает передний
--	--

Окончание таблицы 2.2

	отдел стопы на уровне головок плюсневых костей и осуществляет инверсию (приведение, сгибание и супинацию). Объем движения больше 45 °?
Приведение/отведение, тыльная/подошвенная флексия в суставах среднего отдела стопы	Пациент в положении лежа на спине. Стопы свободно свешиваются с края кушетки. Исследователь обхватывает и стабилизирует суставы заднего отдела стопы. Осуществляются движения передним отделом стопы – приведение/отведение, тыльная/подошвенная флексия. Движение в любой плоскости более 1 см расценивается как положительный симптом.
Движения в плюсне – фаланговых суставах	Пациент в положении лежа на спине. Стопы свободно свешиваются с края кушетки. Производится тыльное сгибание большого пальца стопы. Плюсне – фаланговый угол более 90 °? (с минимальным приложением силы)
Избыточная пронация в подтаранном суставе	Пациент шагает на одном месте. Затем по команде пациенту необходимо остановиться и произвести инверсионное движение стопами (развернуть вовнутрь) для того, чтобы ось подтаранного сустава находилась в максимально нейтральном положении. После этого пациента просят расслабить стопы. Происходит ли избыточное уплощение медиального продольного свода?

Максимально возможная сумма баллов – 12 (для каждой конечности).

2.3.1.2 Клиническая оценка мобильности стоп

Для оценки мобильности стопы использовались два основных способа: мануальное и визуальное определение мобильности.

К мануальному способу оценки мобильности суставов стопы мы относили определение амплитуды движений и подвижности всех сегментов посредством пассивной инверзии и эверзии стопы. Амплитуда тыльной флексии стопы оценивалась с разогнутым и согнутым коленным суставом поочередно с переразгибанием первого плюсне – фалангового сустава по предложенной нами методике (патент РФ №2669863 от 16.10.2018) (рисунок 2.12).

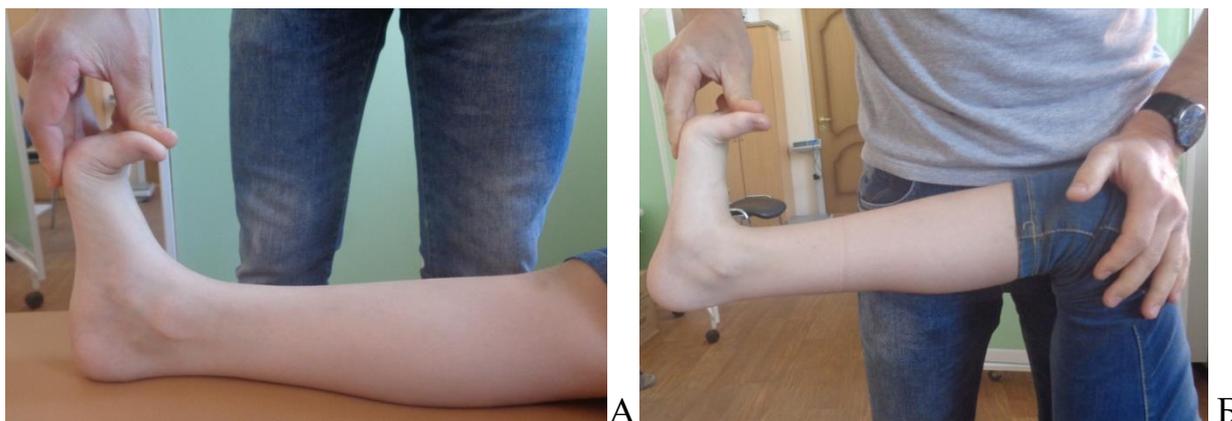


Рис. 2.12 Определение величины тыльной флексии стоп: А – с разогнутым коленным суставом; Б – с согнутым коленным суставом

Под укорочением ахиллова сухожилия в рамках настоящего исследования мы подразумевали ограничение тыльной флексии стопы при клиническом обследовании. Основным анатомическим фактором, определяющим величину тыльной флексии стопы, является трехглавая мышца голени, которая представляет собой комплекс двусуставной икроножной и односуставной камбаловидной, формирующих общее ахиллово сухожилие. Для оценки вклада икроножной мышцы в случае ее ретракции используется тест Сильвершельда, состоящий в оценке разницы

величины тыльной флексии стопы при сгибании и разгибании коленного сустава. Если тыльная флексия стопы с разогнутым коленным суставом менее 10 градусов, а с согнутым коленным суставом более 10 градусов, то имеется изолированная контрактура икроножной порции трехглавой мышцы голени. Если тыльная флексия стопы с согнутым и разогнутым коленным суставом менее 10 градусов, то в этом случае имеется истинная ретракция, или укорочение, обеих порций (икроножной и камбаловидной) трехглавой мышцы голени. Исследование проводилось симметрично с обеих сторон.

К тестам визуальной мобильности относили:

- тест «вставания на цыпочки»;
- тест Jack;
- определение мобильности деформации при продольном плоскостопии у детей с гипермобильностью (заявка на изобретение №2020116230)

Для проведения теста «вставание на цыпочки» пациента просят в положении стоя встать на цыпочки. В норме – вальгусное положение оси пяточной кости переходит в варусное положение за счет движений в подтаранном суставе (тест отрицательный). При отсутствии изменений – тест положительный. Тарзальные коалиции, а именно – пяточно-ладьевидная коалиция, являются самой распространенной причиной положительного теста (рисунок 2.13).

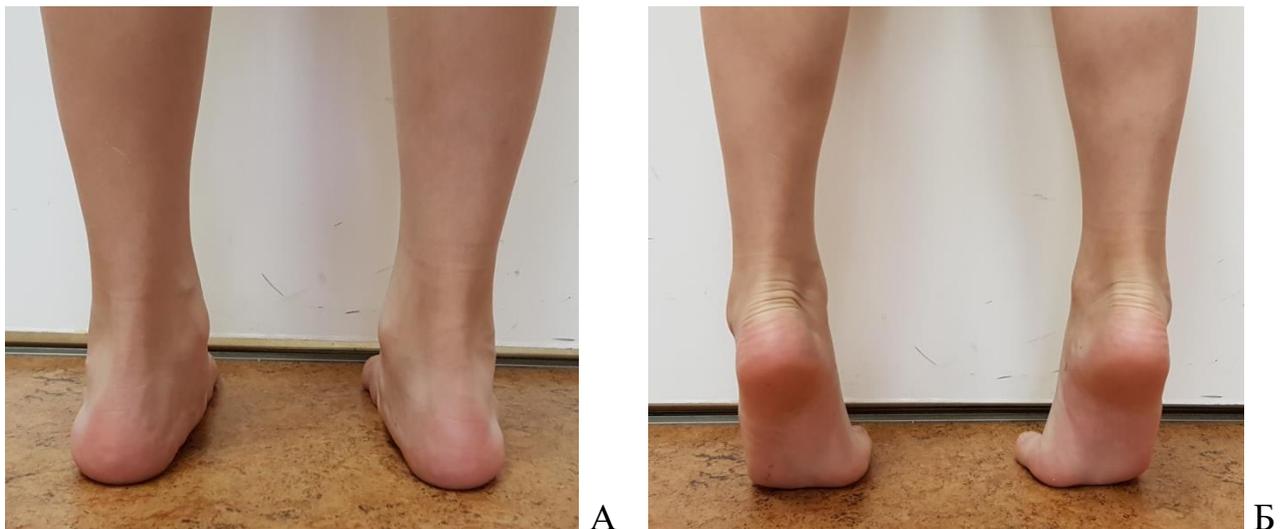


Рис. 2.13 Тест «вставания на цыпочки»: А – вальгус заднего отдела обеих стоп; Б – изменение положения заднего отдела стоп при плантофлексии – переход из

вальгусного положения в варусное положение (тест отрицательный с обеих сторон)

Тест Jack представляет собой пассивное разгибание первого плюснефалангового сустава в положении стоя. Тест считается отрицательным при увеличении высоты продольного свода и уменьшении вальгусного отклонения оси пяточной кости (рисунок 2.14).

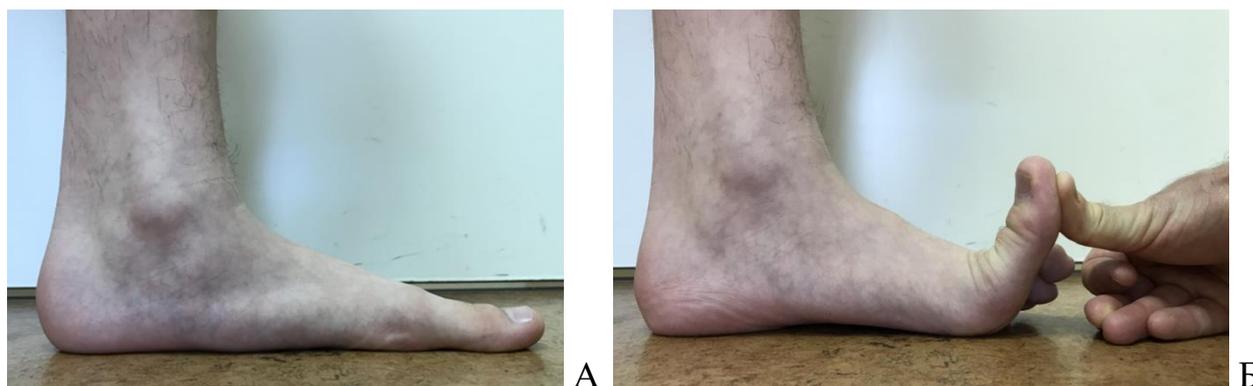


Рис. 2.14 Тест Jack: А – вид медиального продольного свода при вертикальной нагрузке; Б - увеличение высоты продольного свода при разгибании в плюснефаланговом суставе первого пальца (тест отрицательный)

Предложенный нами тест для определения мобильности деформации при продольном плоскостопии у детей с гипермобильностью включает визуальную оценку высоты медиального продольного свода при вертикальном положении ребенка в тандемной позе, при этом визуальное увеличение высоты продольного свода свидетельствует о мобильности имеющейся деформации, связанной с дефицитом баланса тела. Под тандемной позой понимается положение ребенка стоя, когда доминантная стопа находится строго впереди недоминантной стопы, при этом пальцы недоминантной стопы упираются в пяточный бугор впереди расположенной стопы. Доминантной стопой считается та стопа, которую предпочитает использовать ребенок при ударе по мячу при игре в футбол (рисунок 2.15).

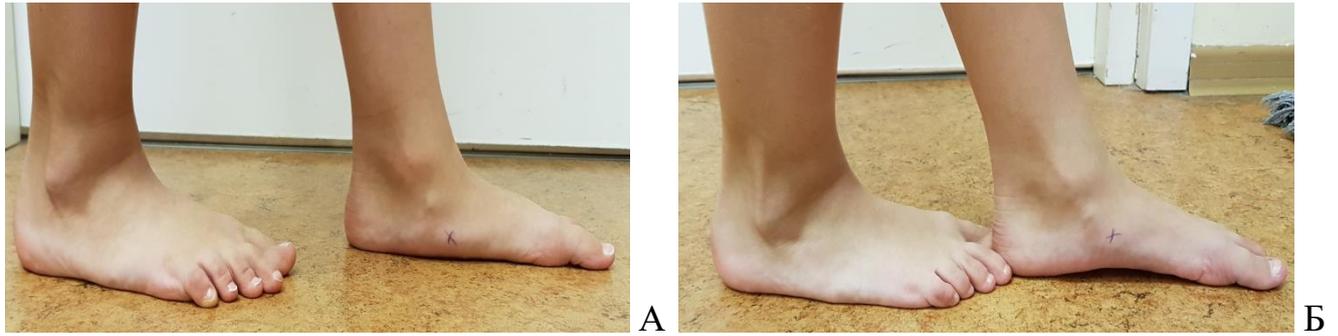


Рис. 2.15 Тест для определения мобильности деформации при продольном плоскостопии у детей с гипермобильностью: А – стопы пациента при вертикальной нагрузке; Б – увеличение высоты продольного свода стопы пациента в тандемной позе (тест отрицательный)

2.3.1.3 Шкала FPI-6

Для количественной оценки формы и положения стопы при вертикальной нагрузке была использована шкала FPI-6 (foot posture index). В большинстве случаев, констатация формы стопы – это словесное описание качественного признака врачом – исследователем. Преимуществом данной шкалы является возможность объективной оценки. Так, положение стопы суммарно оценивается от -12 (максимально супинационное) до +12 баллов (максимально пронационное). Шкала имеет шесть основных критериев оценки (рисунок 2.16).

1. Пальпация головки таранной кости



-2	-1	0	1	2
пальпируется только с латеральной стороны	пальпируется с латеральной стороны/ незначительно – с медиальной стороны	равномерно пальпируется с обеих сторон	пальпируется с медиальной стороны/ незначительно – с латеральной стороны	пальпируется только с медиальной стороны

2. Область таранно – ладьевидного сустава



-2	-1	0	+1	+2
отчетливо вогнутая	незначительно вогнутая	плоская	незначительно выпуклая	отчетливо выпуклая

3. Высота и плавность медиального продольного свода



-2	-1	0	+1	+2
Высокий свод с отчетливым изломом в конце	Свод умеренно – высокий с незначительным изломом в конце	Свод средней высоты с плавностью арки	Незначительное уплощение продольного свода (ПС)	Выражение снижения высоты ПС – контакт с поверхностью пола

4. Контуры наружной лодыжки



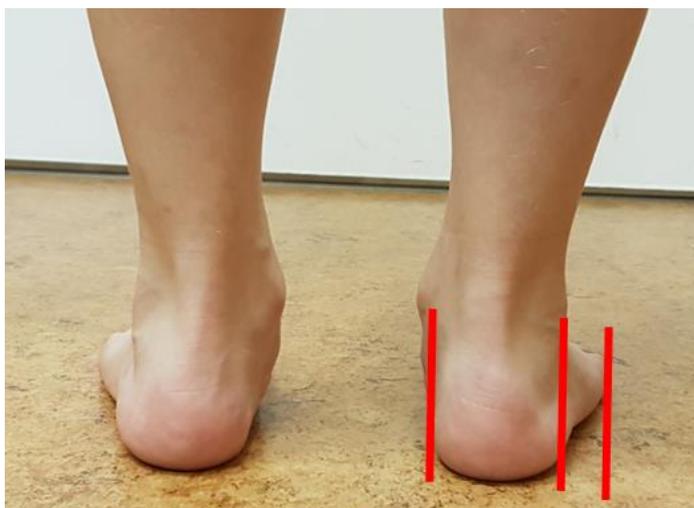
-2	-1	0	+1	+2
Контур под лодыжкой прямой или выпуклый	Контур под лодыжкой менее вогнутый, чем контур над лодыжкой	Контур над и под лодыжкой вогнутые в равной степени	Контур под лодыжкой более вогнутый, чем контур над лодыжкой	Контур под лодыжкой гораздо более вогнутый, чем контур над лодыжкой

5. Положение оси пяточной кости



-2	-1	0	+1	+2
Варусное отклонение оси пяточной кости $>5^\circ$	Варусное отклонение оси пяточной кости $0 - 5^\circ$	Вертикальное положение оси пяточной кости	Вальгусное отклонение оси пяточной кости $0 - 5^\circ$	Вальгусное отклонение оси пяточной кости $>5^\circ$

6. Приведение/отведение переднего отдела стопы



-2	-1	0	+1	+2
Пальцы видны с медиальной стороны стопы	Пальцы с медиальной стороны видны больше, чем с латеральной стороны	Пальцы с обеих сторон стопы видны одинаково	Пальцы с латеральной стороны видны больше, чем с медиальной стороны	Пальцы видны с латеральной стороны стопы

Рис. 2.16 Клиническая оценка формы и положения стоп согласно шкале FPI-6

2.3.2 Компьютерная плантография

Количественная оценка параметров стоп была проведена при помощи компьютерной плантографии, выполненной на аппаратно - программном комплексе «ДиаСлед-Скан» с использованием функционального модуля «ПлантоСкан» (ТНУК.944120.003). Данный модуль состоит из специализированного 3-х координатного оптического сканера, включающего горизонтально расположенный сканер для сканирования стоп снизу (формат А3) и вертикально расположенный сканер для сканирования стоп сзади и сбоку (формат А4). Также модуль «ПлантоСкан» оснащен программным модулем для регистрации и обработки изображений стоп. Для расчета плантографических индексов на отсканированных изображениях стоп необходимо расставить идентификационные точки и линии.

Для сравнительного анализа различных плантографических индексов между собой нами были рассчитаны: индексы подошвенного отпечатка стоп - индекс Chipraux-Smirak (отношение длин линии, проведенной в самой узкой части отпечатка среднего отдела стопы, и линии, проведенной в самой широкой части отпечатка стопы на уровне головок плюсневых костей), индекс свода Staheli (отношение длин линии, проведенной в самой узкой части отпечатка среднего отдела стопы, и линии, проведенной в самой широкой части пяточной области), угол Clarke's (угол между касательными, проведенными из наиболее медиально расположенной точки в области плюсны к вогнутой части дуги продольного свода и к медиальной поверхности пяточной области), предложенный нами подошвенный индекс свода (отношение длины линии, проведенной в самой узкой части отпечатка среднего отдела стопы, к сумме длин линий, проведенных в самой широкой части отпечатка стопы на уровне головок плюсневых костей, в самой узкой части отпечатка среднего отдела стопы и в самой широкой части пяточной области) (plantar arch index (PAI)); индексы медиальной поверхности стоп - индекс высоты свода (arch height index) (соотношение высоты продольного свода и длины стопы (без пальцев), выраженное в процентах), подометрический индекс (p, %) – отношение высоты бугристости ладьевидной кости к длине стопы, умноженное на 100; на задней поверхности – угол фронтального отклонения оси пяточной кости – угол между вертикалью и срединной линией пяточного отдела, проходящей через середину ахиллова сухожилия и середину опорной поверхности пятки (b, град.). Расчет и анализ дополнительных индексов производился путем обработки изображений в программе Sante DICOM viewer фирмы Santesoft (рисунок 2.17).

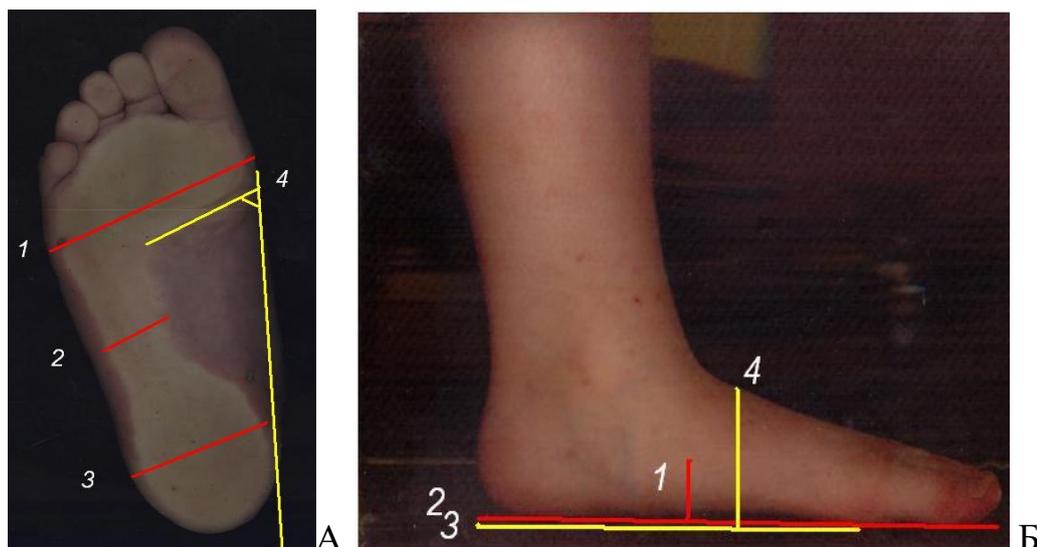


Рис. 2.17 Оценка плантографических и антропометрических параметров: А – плантографические индексы - $2/3$ - индекс свода Staheli; $2/1$ - индекс Chippaux-Smirak; 4 - угол Clarke's; $2/(1+2+3)$ – подошвенный индекс свода; Б – антропометрические индексы – $4/3$ - индекс высоты свода (arch height index); $1/2$ – подометрический индекс; 1 - высота бугристости ладьевидной кости.

2.3.3 Антропометрическая оценка высоты свода стоп

Антропометрический способ оценки подразумевает под собой анализ параметров стоп, которые, в первую очередь, можно количественно измерить при клиническом осмотре. Так, к таким параметрам были отнесены индексы, рассчитываемые по медиальной поверхности стоп – подометрический индекс, индекс высоты свода, высота бугристости ладьевидной кости (мм) (рисунок 2.17 Б).

2.3.4 Компьютерная педобарометрия

С целью анализа биомеханических характеристик и оценки эффективности проводимых тренировок нами был выполнен компьютерный анализ данных о распределении давления по подошвенной поверхности стоп в статике (стоя) и динамике (в цикле шага). Данная работа выполнена на аппаратно-программном комплексе «ДиаСлед-Скан» с использованием функционального модуля

«ДиаСлед-М». Данный комплекс представляет собой два модуля – преобразования (МП-011) и сопряжения (МС-014), семь пар функциональных стелек разного типоразмера и программное обеспечение для возможности регистрации и обработки изображений.

Педобарометрический модуль в виде функциональных стелек помещается в обувь или носки пациента. Каждая стелька оснащена 252 тензометрическими датчиками, регистрирующими давление веса тела на поверхность стопы. Модуль преобразования представляет собой переносной блок, который фиксируется на теле пациента при помощи пояса – кобуры и подключается к функциональным стелькам при помощи кабеля. Данный прибор реализует сбор данных с матрицы датчиков, их обработку и передачу посредством Bluetooth в приемник модуля сопряжения, который служит устройством сопряжения с персональным компьютером. Для анализа производится расчет таких параметров как медиолатеральный коэффициент опоры (отношение суммарного давления, которое приходится на медиальную часть области стопы, к давлению, воспринимаемому латеральной частью этой области). Данный показатель определяется для пяточной области стопы (основной коэффициент медиолатерального соотношения нагрузки в области пятки), области свода (основной коэффициент медиолатерального соотношения нагрузки в области свода), головок плюсневых костей (основной коэффициент медиолатерального соотношения нагрузки в области пучков), области пальцев (основной коэффициент медиолатерального соотношения нагрузки в области носка), а также для стопы в целом (основной коэффициент медио–латерального соотношения нагрузки в области измерительной стельки), характеризую распределение опорных нагрузок в медиолатеральном направлении. Также определяется парциальная нагрузка F' на область стопы (парциальная нагрузка на всю пятку (%), парциальная нагрузка на всю область продольного свода (%), парциальная нагрузка на всю область пучков (%), парциальная нагрузка на весь носок (%)) - отношение суммарного давления, которое приходится на отдельную область стопы, к давлению, воспринимаемому всей стопой.

В связи с тем, что данная программа предоставляет данные только в отношении парциальной нагрузки на всю область продольного свода (%), мы математически определили парциальную нагрузку на область медиального свода для каждой стопы отдельно. Например, если парциальная нагрузка на всю область продольного свода (медиальный и латеральный своды) составляет 32,4%, а основной коэффициент медиолатерального соотношения нагрузки в области свода – 0,92, то парциальная нагрузка на область латерального продольного свода составит X (%), а на область медиального продольного свода $0,92X$ (%). Таким образом, парциальная нагрузка на всю область продольного свода, в данном примере составляющая 32,4%, будет равна $X+0,92X=1,92X$. Тогда парциальная нагрузка на область латерального продольного свода (%) составит $32,4/1,92=16,87\%$, а парциальная нагрузка на область медиального продольного свода (%) – $16,87*0,92 = 15,52\%$.

Таким образом, уравнение расчета парциальной нагрузки на область медиального продольного свода (Partial loading medial) (PLmed, %) можно выразить следующей формулой:

$$PLmed = \frac{nPLtotal}{n+1}$$

где, n - основной коэффициент медиолатерального соотношения нагрузки в области свода; $PLtotal$ - парциальная нагрузка на всю область продольного свода.

Таким же способом возможно рассчитать парциальную нагрузку на медиальную часть пяточного бугра и головок плюсневых костей (пучков). Пример анализируемого изображения представлен на рисунке 2.18.

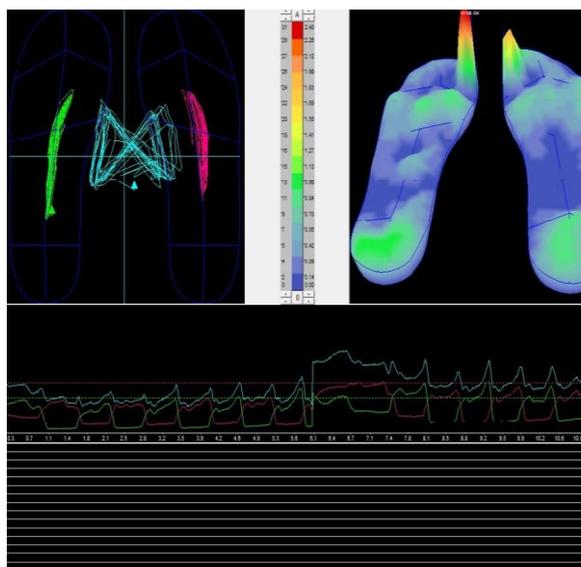


Рис. 2.18 Изображение педобарограммы

2.3.5 Рентгенологическое обследование стоп

Рентгенография стоп выполнялась в положении пациента стоя в двух взаимно перпендикулярных стандартных проекциях – прямой и боковой. Данное исследование производилось на аппарате PHILIPS medio 50 CP.

При анализе рентгенограмм стоп в стандартных проекциях были оценены следующие параметры:

- угол наклона пяточной кости (УНПК) – угол между касательной, проведенной к нижней поверхности пяточной кости, и горизонтальной поверхностью;
- угол продольного костного свода (УПКС) – угол, образованный опорной поверхностью пяточной, первой плюсневой костью и нижней точкой ладьевидно-клиновидного сустава;
- высоту продольного костного свода (ВПКС) – перпендикулярную линию, идущую от опорной поверхности к нижней точке ладьевидной кости;
- таранно-плюсневый угол в прямой и боковой проекции или угол Meary (ТПУ) – это угол между осями первой плюсневой кости и таранной кости;
- угол таранно-пяточной дивергенции в прямой и боковой проекции (УТПД) – угол, образованный продольной осью таранной и пяточной костей;

•угол таранно-ладьевидного соотношения (УТЛС) в прямой проекции – угол между линией, соединяющей крайние точки суставной поверхности ладьевидной кости и линией, соединяющей крайние точки суставной поверхности головки таранной кости.

Схематичное изображение исследуемых углов и величин представлено на рисунке 2.19.

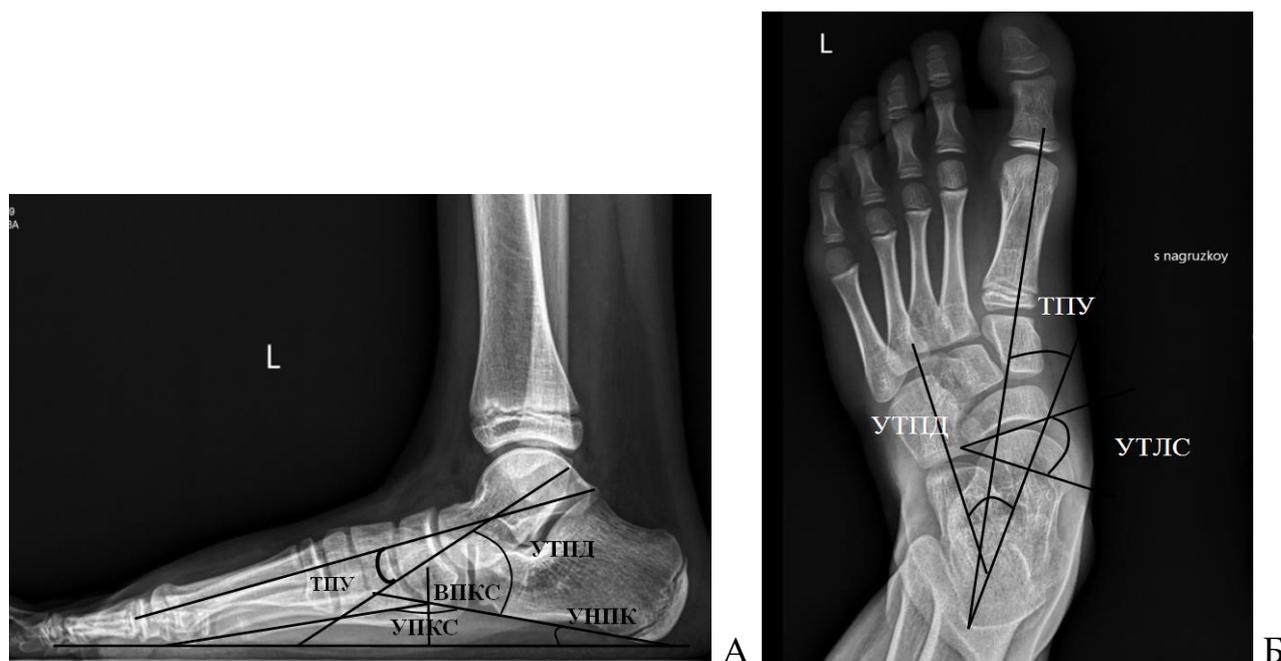


Рис. 2.19 Основные параметры, оценивавшиеся при рентгенографии стоп: А – в боковой проекции; Б – в прямой проекции

2.3.6 Методики оценки баланса тела

Оценка баланса проводилась двумя способами: путем клинического тестирования и непрямой стабилотрии.

2.3.6.1 Шкала BESS

Клиническая система оценки баланса на основании числа совершенных ошибок при выполнении специальных тестов, или BESS (balance error scoring system), является простой для выполнения и анализа системой оценки статического

баланса. Для выполнения данного теста используются: мягкая неустойчивая поверхность (спортивный мат, поролоновая подушка) 50×50 см, секундомер, таблица для внесения результатов.

Перед выполнением тестов исследователь инструктирует испытуемого о предстоящем задании. Затем исследователь отмеряет 20 секунд, в течение которых испытуемый пытается сохранить равновесие. На каждый подход дается одна попытка. Оценка проводится без обуви, стоя на твердой ровной поверхности в исходном положении - с закрытыми глазами, руками на поясе, положение стоп при этом меняется в каждой позе:

- стопы вместе;
- стоя на недоминантной ноге (доминантная нога – та, которую испытуемый предпочитает для того, чтобы бить по мячу);
- стоя в тандемной позе (тандемная поза – поза, при которой носок недоминантной ноги упирается в пятку впереди расположенной доминантной ноги) (рисунок 2.20).

Следующим этапом проводится оценка в тех же позах на неустойчивой поверхности (спортивный мат, поролоновая подушка).

В момент выполнения задания исследователь считает количество ошибок, совершенных испытуемым. К таким ошибкам относятся:

- отнятие рук от передней верхней подвздошной ости,
- открытие глаз,
- шаг в сторону/падение,
- отведение бедра больше, чем на 30 градусов,
- отнятие носка или пятки от поверхности,
- испытуемый не может занять нужную позицию более 5 секунд.

При совершении двух ошибок одновременно (например, открытие глаз и шаг в сторону) данная ситуация расценивается как одна ошибка. Одна ошибка соответствует одному баллу. Если испытуемый не может занять нужную позу более 5 се-

кунд, данная попытка оценивается максимальным числом баллов – 10. Затем пациент выполняет такие же задания на неустойчивой поверхности. Максимальное число ошибок за три подхода – 30.



Рис. 2.20 Фото пациента при выполнении первой части тестирования: А – стопы вместе; Б – стоя на недоминантной ноге; В – стоя в тандемной позе

2.3.6.2 Компьютерная стабилметрия

Для объективной количественной оценки баланса тела нами использовался комплекс NabilectMotionLab (ООО «Хабилект»), который представляет собой специальный комплекс для детального исследования движений пациента с оптической топографией, записью трехмерной модели человека и видео с нескольких ракурсов. Регистрация движений происходит без установки дополнительных меток с помощью бесконтактного инфракрасного сенсора Microsoft Kinect, который различает 25 основных точек человеческого тела. Комплекс записывает и анализирует движение каждой такой точки.

В связи с тем, что в научной литературе отсутствуют протоколы в отношении позы пациента при исследовании баланса тела, а также – референтные значе-

ния основных параметров, оценивающих позу и движение, нами производилась оценка баланса тела в трех основных позах:

- стоя, руки на поясе, глаза закрыты, стопы вместе (положение 1);
- стоя на левой ноге, руки на поясе, глаза открыты, правая нога согнута под углом 45 градусов (положение 2);
- стоя в тандемной позе (доминантная нога впереди недоминантной ноги) (положение 3).

Данная система позволила оценить все основные параметры баланса тела в трех плоскостях – фронтальной, сагиттальной и горизонтальной с представлением данных также в виде графического изображения «человека» и его движений (статокинезиограмма) (рисунок 2.21).

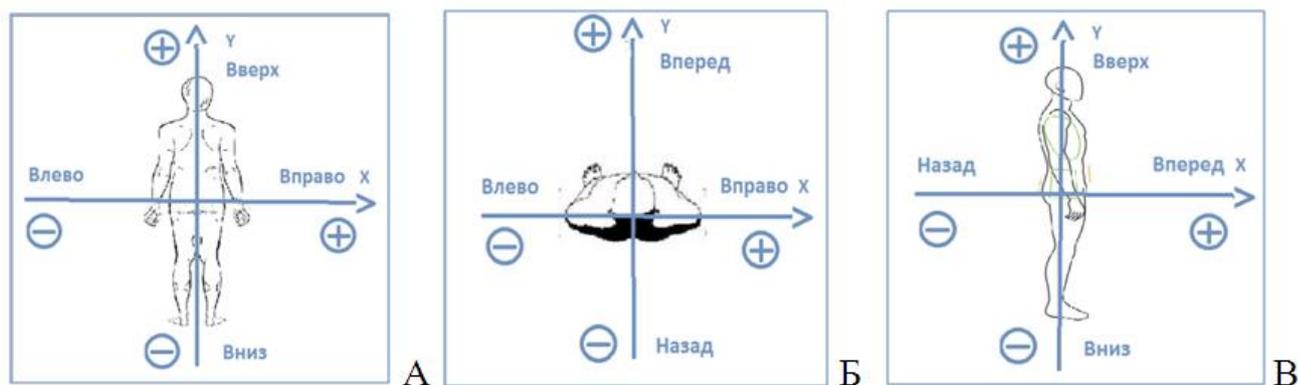


Рис. 2.21 Плоскости оценки основных параметров положения тела человека: А – фронтальная плоскость; Б – горизонтальная плоскость; В – сагиттальная плоскость

Для анализа параметров общего баланса тела у детей с гипермобильностью до и после тренировок нами было оценено более 50 параметров, и отобраны следующие основные показатели в трех плоскостях: минимальное положение центра тяжести (ЦТ) по оси X (см); минимальное положение ЦТ по оси Y(см); максимальное положение центра тяжести (ЦТ) по оси X (см); максимальное положение ЦТ по оси Y(см); среднее положение ЦТ по оси X; среднее положение ЦТ по оси Y; минимальная скорость ЦТ по оси X (см/сек); максимальная скорость ЦТ по оси X (см/сек); минимальная скорость ЦТ по оси Y (см/сек); максимальная скорость

ЦТ по оси Y (см/сек); средняя скорость ЦТ по оси X (см/сек); средняя скорость ЦТ по оси X (см/сек); длина траектории (см). Также были оценены параметры распределения нагрузки: среднее влево (см); среднее вправо (см); среднее назад (см); доля влево (%); доля вправо (%); доля вперед (%); доля назад (%); доля левая ступня (%); доля правая ступня (%); нагрузка на левую ногу (%); нагрузка на правую ногу (%). Для того чтобы избежать случайной ошибки, для выполнения каждого положения было выделено три попытки, в итоге - учитывалась средняя сумма значений всех попыток. Стабилометрия проводилась при первичном осмотре, спустя 3 и 6 месяцев тренировок, через 6 мес. после окончания тренировок. В связи с тем, что при оценке положения ЦТ в трех плоскостях отдельные параметры совпадают, как, например: положение ЦТ по оси X во фронтальной и горизонтальной плоскости; положение ЦТ по оси Y во фронтальной и сагиттальной плоскости; положение ЦТ по оси X в сагиттальной плоскости и ЦТ по оси Y в горизонтальной плоскости, то повторяющиеся параметры продублированы не были.

2.3.7 Оценка порога болевой чувствительности

Для возможности количественной оценки порога болевой чувствительности нами был использован механический альгометр фирмы Baseline (New York) с площадью контакта 1 см².

Альгометрия проводилась в 7 основных точках:

- дистальный отдел лучевой кости справа и слева;
- проксимальный отдел большеберцовой кости справа и слева;
- медиальный отдел ключицы справа и слева;
- остистый отросток С7.

Данные анатомические точки были выбраны ввиду поверхностного расположения костных ориентиров и возможности их пальпации (рисунок 2.22).

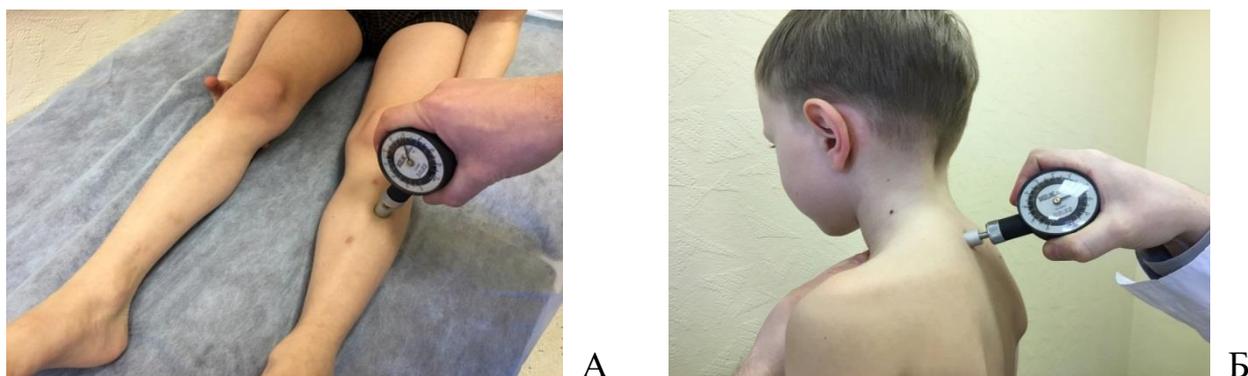


Рис. 2.22 Оценка порога болевой чувствительности механическим альгометром давления: А - проксимальный отдел большеберцовой кости; Б - остистый отросток С7

2.3.8 Методика оценки структуры жалоб и качества жизни детей

2.3.8.1 Оксфордский опросник состояния стопы у детей

Для оценки структуры жалоб детей и сравнительного анализа динамики показателей до и после тренировок использовался Оксфордский опросник состояния стопы у детей (The Oxford ankle foot questionnaire for children - ОхАFQ-С), который был переведен для русскоязычной аудитории. Разрешение на использование данного опросника было получено у разработчика (<https://innovation.ox.ac.uk/outcome-measures/the-oxford-ankle-foot-questionnaire-for-children-oxafq-c/>). С целью выяснить мнение родителей о влиянии деформации стоп на самочувствие их детей использовалась родительская версия данного опросника (The Oxford ankle foot questionnaire for parents - ОхАFQ-Р). Оксфордский опросник состояния стопы у детей состоит из трех основных блоков и пятнадцати вопросов, которые направлены оценить основные составляющие жизни ребенка: физический, социальный и эмоциональный компоненты (таблица 2.3).

Вопросы, представленные далее, составлены на основании того, как дети описывают состояние своих стоп. Перед тем как начать заполнение анкеты, мы

предложили обдумать вопросы, а затем выбрать тот вариант ответа, который более полно соответствует ощущениям за последнюю неделю.

Таблица 2.3

Оксфордский опросник состояния стопы у детей

№	Вопрос	Никогда	Редко	Иногда	Очень часто	Всегда
1	Бывает ли тебе трудно ходить из-за твоих стоп?	4	3	2	1	0
2	Бывает ли тебе трудно бегать из-за твоих стоп?	4	3	2	1	0
3	Бывает ли тебе трудно подолгу стоять из-за твоих стоп?	4	3	2	1	0
4	Бывают ли у тебя боли в стопах?	4	3	2	1	0
5	Бывают ли у тебя неприятные ощущения и боли в ногах после ходьбы или бега?	4	3	2	1	0
6	Чувствуешь ли ты усталость из-за твоих стоп?	4	3	2	1	0
7	Случалось ли, что из-за стоп ты не мог играть во дворе с друзьями наравне?	4	3	2	1	0
8	Случалось ли, что из-за стоп ты не мог пойти гулять дальше своего двора?	4	3	2	1	0
9	Случалось ли, что из-за стоп ты не мог пойти на урок или занятие физкультурой?	4	3	2	1	0
10	Случалось ли, что из-за стоп ты не мог пойти на другие занятия?	4	3	2	1	0

11	Беспокоит ли тебя то, как выглядят твои стопы?	4	3	2	1	0
12	Беспокоит ли тебя твоя походка?	4	3	2	1	0
13	Испытываешь ли ты неловкость перед другими из-за своих стоп?	4	3	2	1	0
14	Случалось ли, чтобы посторонним не нравились твои стопы?	4	3	2	1	0
15	Случалось ли, что ты не мог носить обувь, которая тебе нравится, из-за своих стоп?	4	3	2	1	0

Физический компонент включает в себя первые 6 вопросов (максимальная сумма баллов – 24), социальный – 4 (максимальная сумма баллов – 16) и эмоциональный – также 4 вопроса (максимальная сумма баллов – 16). Последний вопрос учитывается отдельно.

2.3.8.2 Педиатрический опросник PedsQL™4.0

Качество жизни испытуемых оценивалось с помощью педиатрического опросника PedsQL™4.0. Русскоязычная валидированная версия опросника была получена на сайте <https://eprovide.mapi-trust.org> непосредственно у разработчика. С целью выяснить мнение родителей о качестве жизни их детей использовалась родительская версия данного опросника.

Вопросы для детей и родителей детей были представлены в виде четырех блоков, характеризующих физический (5 вопросов), эмоциональный (4 вопроса), социальный (3 вопроса) и ролевой компоненты жизни ребенка (3 вопроса). Оценка результатов производилась для каждого ответа по балльной шкале с переводом в процентную шкалу. Например, сумма баллов за первый блок вопросов – 0 соот-

ветствует 100%. Чем выше процентный показатель, тем лучше качество жизни испытуемого.

2.3.9 Психологическая оценка уровня тревожности

Для оценки уровня тревожности детей и их родителей нами был использован опросник Спилбергера - Ханина. Данный опросник был выбран после консультации с психологами ввиду его репрезентативности, валидности и надежности. Бланк опросника Спилбергера - Ханина включает в себя инструкцию и 40 вопросов-суждений, 20 из которых предназначены для оценки уровня ситуативной тревожности (СТ) и 20 — для оценки уровня личностной тревожности (ЛТ). Обработка и интерпретация результатов производится с помощью специального «ключа». Вопросы для оценки уровня личностной тревожности представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4

Вопросы для оценки уровня личностной тревожности

№ п/п	Суждение	Ответы			
		нет, это не так	пожалуй, так	верно	совершенно верно
1	Я спокоен	1	2	3	4
2	Мне ничто не угрожает	1	2	3	4
3	Я нахожусь в напряжении	1	2	3	4
4	Я внутренне скован	1	2	3	4
5	Я чувствую себя свободно	1	2	3	4
6	Я расстроен	1	2	3	4
7	Меня волнуют возможные не- удачи	1	2	3	4
8	Я ощущаю душевный покой	1	2	3	4
9	Я встревожен	1	2	3	4

10	Я испытываю чувство внутреннего удовлетворения	1	2	3	4
11	Я уверен в себе	1	2	3	4
12	Я нервничаю	1	2	3	4
13	Я не нахожу себе места	1	2	3	4
14	Я взвинчен	1	2	3	4
15	Я не чувствую скованности, напряжения	1	2	3	4
16	Я доволен	1	2	3	4
17	Я озабочен	1	2	3	4
18	Я слишком возбужден и мне не по себе	1	2	3	4
19	Мне радостно	1	2	3	4
20	Мне приятно	1	2	3	4

Уровень тревожности оценивается согласно следующим параметрам:

- до 30 баллов — низкая тревожность или отсутствие таковой;
- 31-44 балла — умеренная тревожность;
- 45 и более — высокая тревожность.

2.3.10 Статистический метод

Полученные в процессе выполнения работы клинические результаты подверглись статистической обработке с использованием программы IBM SPSS Statistics v.23.

Определение принадлежности данных закону нормального распределения проводили при помощи критериев Колмогорова – Смирнова и Шапиро – Уилка с расчетом стандартного отклонения и средних значений. Данные, не соответствующие

ющие распределению Гаусса, оценивались с помощью критериев непараметрической статистики с расчетом медиан и пропорций. Сопоставление частотных характеристик (пол, результат) качественных показателей проводилось с помощью непараметрических методов χ^2 , χ^2 с поправкой Йетса (для малых групп), критерия Фишера. Сравнение количественных параметров (возраст, шкалы), в исследуемых группах осуществлялось с использованием критериев Манна-Уитни, Вальда, медианного хи-квадрат и модуля ANOVA. Для определения связей между переменными использовался корреляционный анализ по Пирсону. Сравнение трех независимых групп по одному признаку проводилось при помощи критерия Краскала-Уоллиса. Для определения межэкспертной согласованности нами были рассчитаны коэффициенты конкордантности w-Кендалла и корреляции тау-Кендалла. Для определения устойчивости мнения специалистов во времени (внутриэкспертная надежность) нами был рассчитан коэффициент К-Козна. При анализе взаимосвязи ответов детей и родителей при оценке качества жизни был рассчитан внутриклассовый коэффициент корреляции (ICC – intraclass correlation coefficient). Определение чувствительности и специфичности предложенного нами плантографического индекса проводилось при помощи построения ROC – кривой. Под чувствительностью подразумевался процент истинных положительных случаев, которые были правильно идентифицированы тестом. В то время как под специфичностью – процент истинных отрицательных случаев, которые были правильно идентифицированы тестом. Под параметром «1-специфичность» при построении ROC – кривой подразумевался процент ложноположительных результатов.

Таким образом, представленный клинический материал по дизайну, объему исследования и способу статистической обработки позволил решать задачи данного исследования.

ГЛАВА 3

ОЦЕНКА РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ПЛОСКОСТОПИЯ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ

Целью данного раздела исследования было определить надежность основных методов диагностики плоскостопия и оценить распространенность различных форм плоскостопия у детей школьного возраста.

3.1 Результаты антропометрической и плантографической диагностики плоскостопия

Нами был проведен сравнительный анализ частоты встречаемости плоскостопия на примере одной и той же популяции детей при использовании различных плантографических индексов, рассчитываемых по подошвенной поверхности, и антропометрических показателей, определяемых по медиальной боковой поверхности стопы.

По отсканированным изображениям стоп по подошвенной поверхности был произведен расчет таких критериев как индекс свода Staheli (отношение длины линии 2 к длине линии 3), индекс Chipraux-Smirak (отношение длины линии 2 к длине линии 1), угол Clarke's (4) (рисунок 3.1 А). Подометрический индекс (отношение линии 1 к линии 2) и индекс высоты свода (отношение длины линии 4 к длине линии 3) (arch height index) были определены по медиальной поверхности стоп (рисунок 3.1 Б). Данные индексы и параметры были выбраны из-за высокой воспроизводимости согласно данным литературы.

В связи с тем, что индексы, анализируемые по подошвенной поверхности, представляют собой отношение ширины среднего отдела стопы либо к ширине переднего, либо заднего отдела, нами предложен новый индекс - подошвенный индекс свода (plantar arch index (PAI)), учитывающий все отделы стопы при диа-

гностике плоскостопия (отношение длины линии 2 к сумме длин линий 1,2 и 3 (рисунок 3.1 А)).

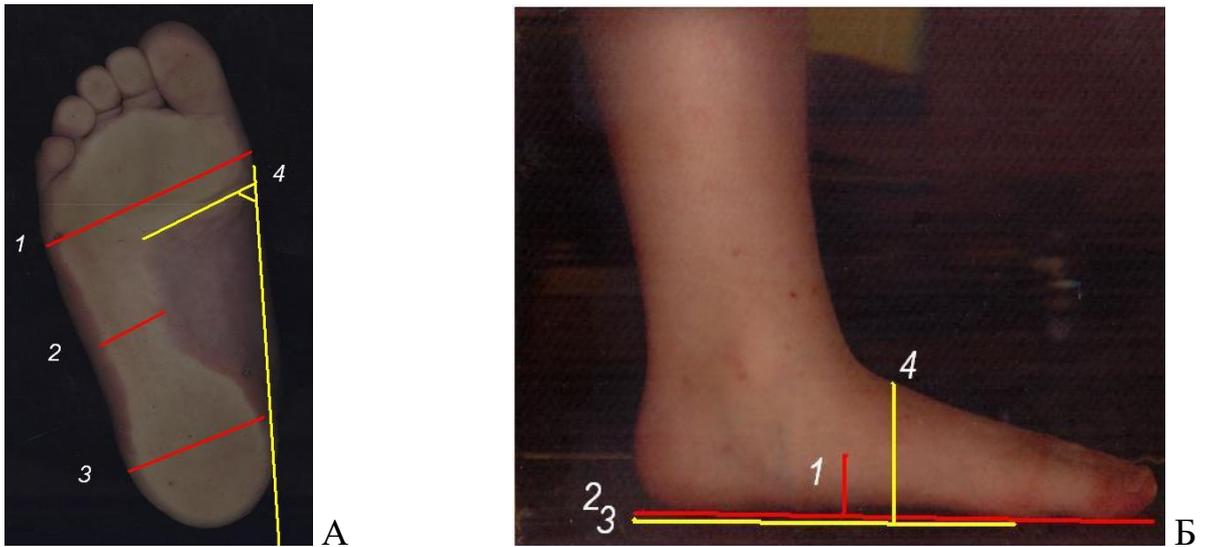


Рис. 3.1 Плантографические (А) и антропометрические индексы (Б)

Для определения нормальности распределения представленных данных нами были использованы методы описательной статистики с определением критериев Колмогорова – Смирнова и Шапиро - Уилка. Все представленные данные подчиняются закону нормального распределения.

Для определения средних значений и стандартных отклонений (от -2σ до $+2\sigma$) основных плантографических индексов нами проведена оценка 634 стоп у детей 7-17 лет. Результаты этой оценки представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Средние значения и стандартные отклонения основных плантографических индексов согласно закону нормального распределения

Индексы	7 – 11 лет			12 – 14 лет			15 – 17 лет		
	М	σ	$-2\sigma \dots +2\sigma$	М	σ	$-2\sigma \dots +2\sigma$	М	σ	$-2\sigma \dots +2\sigma$
SIR	0,53	0,11	0,3 – 0,76	0,48	0,12	0,28 – 0,73	0,45	0,09	0,28 – 0,65
SIL	0,54	0,13	0,28 – 0,8	0,5	0,11	0,28 – 0,72	0,46	0,09	0,28 – 0,64
CSIR	0,35	0,08	0,2 – 0,5	0,33	0,09	0,16 – 0,5	0,29	0,06	0,17 – 0,41
CSIL	0,35	0,08	0,2 – 0,5	0,33	0,08	0,16 – 0,48	0,3	0,05	0,2 – 0,4
PIR	12,2	3,5	5,9 – 19,6	13,1	3,6	6,1 – 20,3	14,2	3,2	7,8 – 20,6

PI L	12,4	3,4	5,7 – 19,3	13,2	3,6	5,9 - 20,46	14,3	3,73	6,2 – 21,1
CA R	50,2	7,6	37,0 – 67,4	53,4	7,75	37,9 – 68,9	58,4	5,25	47,9 – 68,9
CA L	50,7	6,8	39,1 – 66,3	53,4	6,6	40,1 – 66,7	56,9	3,7	49,5 – 64,3
ANI R	0,29	0,02	0,25 – 0,33	0,3	0,03	0,24 – 0,36	0,31	0,02	0,27 – 0,35
ANI L	0,29	0,02	0,25 – 0,33	0,3	0,03	0,24 – 0,36	0,31	0,03	0,25 – 0,37
PAI R	0,17	0,03	0,11 – 0,23	0,15	0,03	0,09 – 0,21	0,15	0,03	0,09 – 0,21
PAI L	0,17	0,03	0,11 – 0,23	0,15	0,02	0,11 – 0,19	0,15	0,03	0,09 – 0,21

В таблице: SI – индекс Staheli; CSI – индекс Chippaux – Smirak; PI – подометрический индекс; CA – угол Clarke; ANI – индекс высоты свода; PAI – подошвенный индекс свода; R/L – правая стопа/левая стопа; M – среднее арифметическое значение; σ – стандартное отклонение

Как показывают представленные в таблице 3.1 данные, среди анализируемых параметров имеется тенденция к возрастной динамике в изученных группах. Так, средние показатели индексов изменяются в сторону, количественно соответствующую увеличению высоты продольного свода стоп. Например, среднее значение такого параметра как подометрический индекс в возрасте 7 - 11 лет находится в пределах $12,2 \pm 3,5$, в 12 - 14 лет $13,1 \pm 3,6$, а в возрасте 15 – 17 лет – $14,2 \pm 3,2$. Это свидетельствует о постепенном формировании свода стоп у детей. Та же тенденция имеет место и в отношении других индексов. Статистически достоверной разницы в отношении правой и левой стопы получено не было.

Закон нормального распределения данных и стандартное отклонение наиболее часто используется в научных работах. Однако в литературе описаны и иные способы расчета референтных интервалов исследуемых параметров при плоскостопии. Для сравнения результатов диагностики плоскостопия по изученным индексам, полученным с помощью различных методов статистической оценки, нами определены средние значения рассчитанных плантографических и антропометрических показателей согласно квартильному способу. Результаты этой оценки представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2

Средние значения и квартильные отклонения основных плантографических индексов

Индексы	7 – 11 лет		12 – 14 лет		15 – 17 лет	
	М	IQR	М	IQR	М	IQR
SI R	0,53	0,41 – 0,58	0,48	0,4 – 0,56	0,45	0,41 – 0,58
SI L	0,54	0,4 – 0,56	0,5	0,42 – 0,59	0,46	0,41 – 0,58
CSI R	0,35	0,26 – 0,37	0,33	0,27 – 0,38	0,29	0,29 – 0,4
CSI L	0,35	0,26 – 0,37	0,33	0,29 – 0,4	0,3	0,3 – 0,42
PI R	12,2	8,1 – 11,4	13,1	8,9 – 12,46	14,2	10,2 – 14,8
PI L	12,4	7,8 – 10,8	13,2	9,16 – 12,8	14,3	9,8 – 14,7
CA R	50,2	36,5 – 51,1	53,4	30,2 – 42,2	58,4	58,2 – 81,5
CA L	50,7	33,8 – 47,3	53,4	32,3 – 45,2	56,9	62,2 – 87,2
ANI R	0,29	0,27 – 0,38	0,3	0,29 – 0,4	0,31	0,32 – 0,45
ANI L	0,29	0,27 – 0,38	0,3	0,29 – 0,4	0,31	0,31 – 0,44
PAI R	0,17	0,14 – 0,19	0,15	0,14 – 0,19	0,15	0,14 – 0,19
PAI L	0,17	0,14 – 0,19	0,15	0,14 – 0,19	0,15	0,14 – 0,19

В таблице: SI – индекс Staheli; CSI – индекс Chipraux – Smirak; PI – подометрический индекс; CA – угол Clarke; ANI – индекс высоты свода; PAI – подошвенный индекс свода; R/L – правая стопа/левая стопа; М – среднее арифметическое значение; IQR (interquartile rang) – межквартильный размах (диапазон значений между 25 - 75 центилями)

3.2 Распространенность плоскостопия согласно плантографическим и антропометрическим критериям оценки

Для определения частоты плоскостопия у детей обследованной группы нами проведен расчет данного показателя по всем изученным индексам согласно

параметрам, полученным при статистическом анализе (закон нормального распределения с удвоенным стандартным отклонением и квартильный способ оценки). Результаты этой оценки представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3

Частота встречаемости плоскостопия согласно критерию удвоенного стандартного отклонения и квартильному способу оценки

Индексы	Частота плоскостопия (%)					
	7 – 11 лет		12 – 14 лет		15 – 17 лет	
	-2σ ... +2 σ	IQR	-2σ ... +2 σ	IQR	-2σ ... +2 σ	IQR
SI R	2,9	25,2	2,0	20,1	1,6	15,8
SI L	3,3	26,3	3,0	14,4	2,1	9,7
CSI R	3,1	24,2	3,0	11	1,9	6,45
CSIL	3,4	24,7	3,0	9	2,7	5,75
PI R	2,1	15,2	1,7	14,0	1,4	13,3
PI L	2,1	14,7	1,8	14,2	1,5	12,2
CA R	4,0	3,8	3,7	3,0	3,2	21,5
CA L	4,8	2,3	3,8	2,1	3,2	21,3
ANI R	2,8	14,5	2,7	12,3	1,4	7,7
ANI L	2,8	13,2	2,7	11,7	1,4	5,7
PAI R	2,2	14,4	2,1	13,5	1,8	11,6
PAI L	2,2	14,2	2,1	13,1	1,8	11,1

В таблице: SI – индекс Staheli; CSI – индекс Chipraux – Smirak; PI – подометрический индекс; CA – угол Clarke; ANI – индекс высоты свода; PAI – подошвенный индекс свода; R/L – правая стопа/левая стопа; -2σ ... +2 σ – диапазон средних значений согласно закону нормального распределения; IQR (interquartile rang) – межквартильный размах (диапазон значений между 25 - 75 центилями)

Как видно из представленных в таблице данных, процент детей с плоскостопием зависит от используемого индекса, но в целом имеется тенденция к сни-

жению частоты встречаемости уплощенного свода с возрастом. Так, согласно данным индекса Staheli частота встречаемости плоскостопия варьирует от 3,3% в возрасте 7 – 11 лет до 1,6 % - в 15 – 17 лет. В то же время индекс Chippaux – Smirak демонстрирует схожие данные от 1,9 до 3,4%, также с преобладанием в младшем школьном возрасте. Согласно углу Clarke's частота встречаемости плоскостопия находится в диапазоне от 3,2 до 4,8%. По данным подометрического индекса частота плоскостопия находится в пределах от 1,4 до 2,1%, с преобладанием в возрасте 7 – 11 лет. По данным индекса высоты свода – 1,4 – 2,8 %.

Таким образом, согласно нашим данным, частота плоскостопия, определяемая на основании суммарного показателя индексов, рассчитанных по медиальной поверхности стоп, в 1,7 – 1,8 раз ниже по сравнению с частотой плоскостопия, определяемой по суммарному показателю индексов подошвенной поверхности стоп. Кроме того, частота плоскостопия, рассчитанная согласно закону нормального распределения (с удвоенным стандартным отклонением) в 5,5 - 5,9 раз ниже частоты плоскостопия, определяемой по квартильному способу оценки.

Большинство анализируемых индексов имели тенденцию к возрастной динамике в сторону, соответствующую увеличению высоты продольного свода стоп, кроме угла Clarke's при квартильном способе оценки. Вероятно, это связано с интервалом референтных значений. Так, диапазон рассчитанных средних значений на основании закона нормального распределения смещен в сторону более низких значений ($47,9^\circ - 68,9^\circ$) по сравнению с межквартильным размахом ($58,2^\circ - 87,2^\circ$). Clarke (1933) в своей работе указывал на погрешность индекса в связи с трудностью его определения при угле более 40° . Таким образом, данный параметр проявил свою несостоятельность для использования у детей старшей возрастной группы.

Суммируя сказанное, необходимо отметить, что частота встречаемости плоскостопия согласно квартильному способу оценки более близка к той частоте плоскостопия, которую видит специалист в своей практической работе и к тем данным, которые были получены нами при использовании рассчитанных рефе-

рентных значений по изображениям стоп с максимальной межэкспертной согласованностью.

3.3 Анализ чувствительности и специфичности подошвенного индекса свода

При анализе данных, полученных при помощи расчета подошвенного индекса свода, нами было продемонстрировано, что имеющиеся данные подчиняется закону нормального распределения согласно критерию Шапиро – Уилка.

Ниже представлена диаграмма по типу «ящик с усами», демонстрирующая диапазон средних значений (рисунок 3.2).

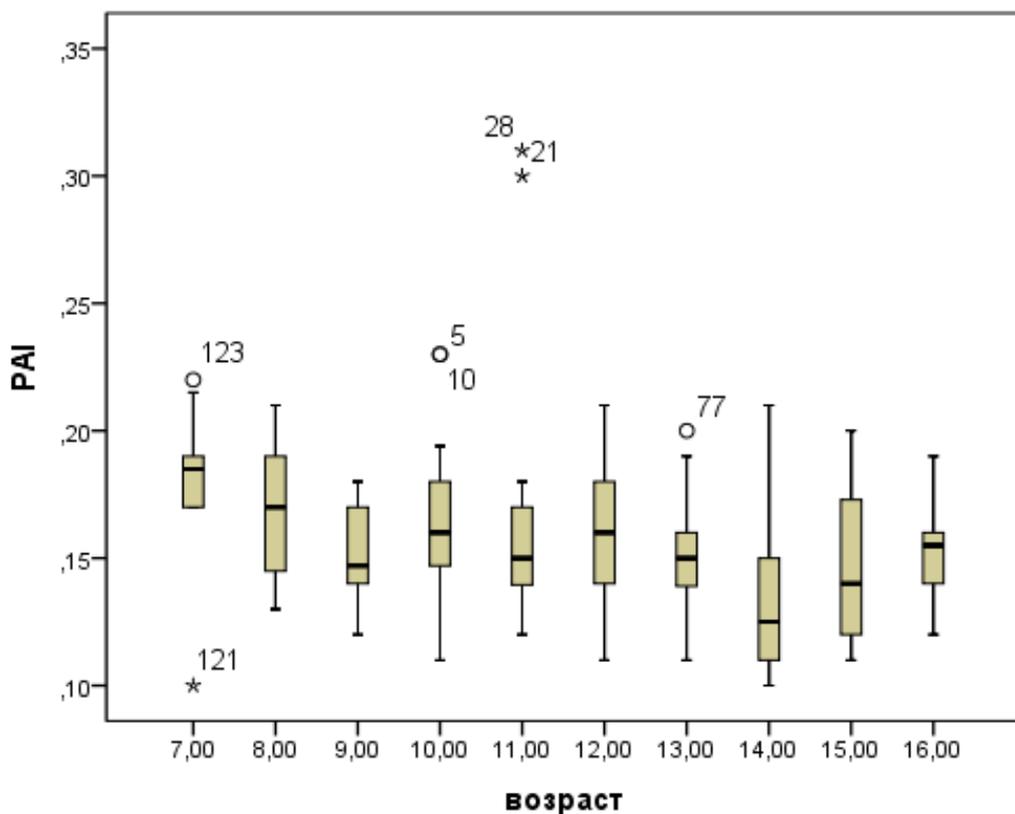


Рис. 3.2 Диапазон средних значений подошвенного индекса свода (РАI) в зависимости от возраста

Как видно по представленной диаграмме, диапазон средних значений в целом демонстрирует стабильную величину и динамику с возрастом, соответствующую увеличению высоты свода стоп. Значения, отмеченные звездочкой и рас-

положенные вне среднего диапазона, соответствуют стопам со значимым уплощением свода (21,28) или увеличением высоты свода (121).

Для анализа чувствительности и специфичности предложенного нами плантографического индекса (PAI) нами был проведен ROC – анализ. Индекс рассчитывался по стопам, имеющим максимальную согласованность среди экспертов, что позволило определить, насколько точно предложенный параметр соизмерим с клиническими данными высоты свода стоп.

Ниже приведена ROC – кривая, демонстрирующая связь между вероятностью ложноположительных результатов и вероятностью истинно положительных результатов согласно предложенному индексу (рисунок 3.3).

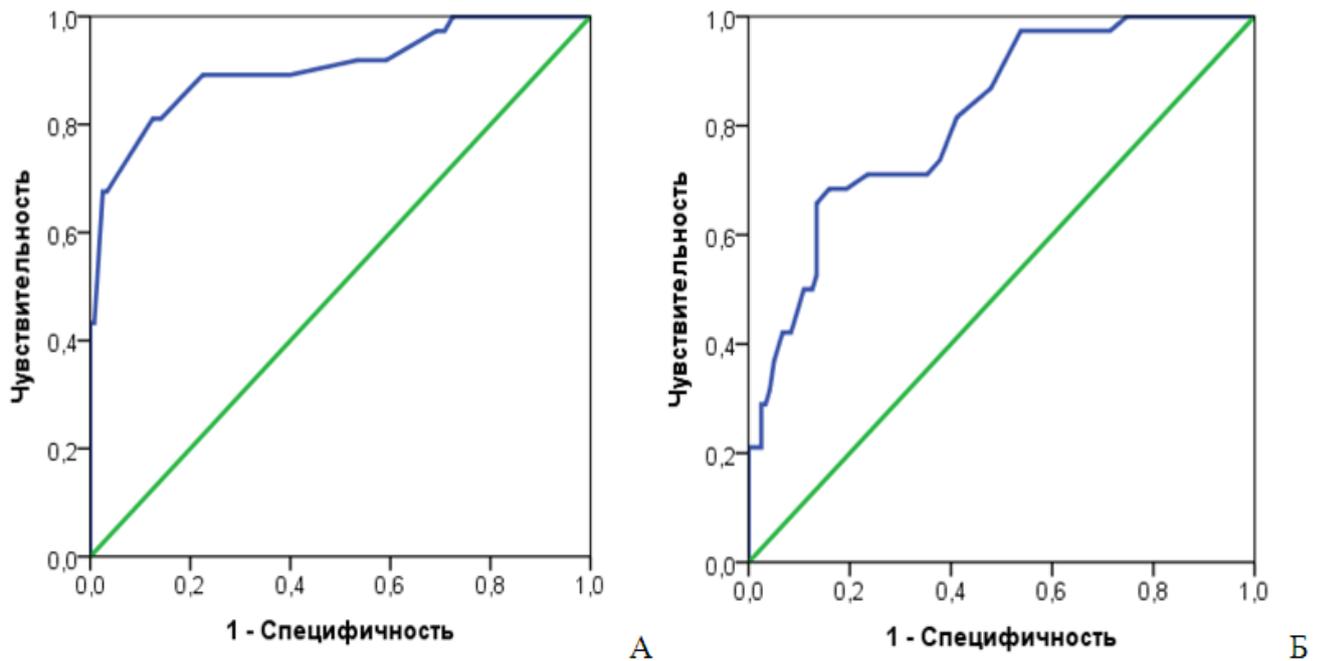


Рис. 3.3 ROC - анализ чувствительности и специфичности подошвенного индекса свода (А) и индекса Staheli (Б)

Согласно статистическому анализу площадь под кривой равна 0,904 (асимптотическая значимость $<0,001$), что соответствует отличной информативности предложенного индекса. При значениях плантографического индекса свода в интервале 0,177 – 0,197 чувствительность составляет более 82% с вероятностью ложноположительного результата менее 5%. Таким образом, предложенный плантографический индекс имеет высокий уровень чувствительности в сравнении

с индексом Staheli: площадь под кривой которого равна 0,816 и чувствительность которого составляет 71% при значении 0,65 – 0,9 с вероятностью ложноположительного результата более 15%.

Следующим этапом нами была произведена оценка визуальной диагностики плоскостопия, как самого распространенного метода диагностики согласно литературе.

3.4 Результаты визуальной оценки формы и положения стоп

Целью данного раздела было определить, каким способом (визуальная оценка, плантография, рентгенография) специалисты г. Санкт – Петербурга преимущественно ставят диагноз «плоскостопие». Для этого нами было проведено анкетирование 130 врачей-ортопедов. Результаты данной оценки представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4

Ответы специалистов в отношении предпочитаемого способа диагностики плоскостопия

Специальность	ВО	Пл	Р	ВО + Р	ВО + Пл	Пл + Р	ВО + Пл + Р
Врач – ортопед	46,1%	5,3%	6,5%	17,2%	10,7%	4,1%	10,1%

В таблице: ВО – визуальная оценка, Пл – плантография, Р – рентгенография

Как видно по представленным в таблице 3.4 данным, почти половина врачей-ортопедов для клинической диагностики плоскостопия используют только визуальную оценку. Каждый шестой специалист предпочитает рентгенографию в качестве дополнительного способа оценки, в то время как 10,7% врачей-ортопедов предпочитают дополнять данные осмотра плантографией.

В связи с распространенностью визуального способа диагностики плоскостопия среди специалистов нами было решено определить межэкспертную и внутриэкспертную надежность данного способа диагностики.

3.4.1 Межэкспертная и внутриэкспертная надежность визуальной диагностики плоскостопия

Для анализа межэкспертной надежности в отношении того, какую стопу специалисты считают плоской, 32 врачам-ортопедам (десять из которых составили врачи-эксперты - экспертами мы считали ортопедов, занимающихся преимущественно патологией стоп со стажем работы более пяти лет) были предоставлены изображения стоп в электронном виде, которые были отобраны случайным образом из каждой возрастной группы (7,8,9,10 и 11 лет, соответственно). Для того чтобы получить изображения, выполненные в стандартных проекциях – медиальной боковой и задней, нами было проведено сканирование стоп 187 школьников (7 – 11 лет) при помощи аппаратно-программного комплекса «Диаслед» с модулем «Плантоскан». Специалистам необходимо было отметить предпочтительный для них вариант ответа в отношении того, является ли стопа, представленная для анализа, плоской. Для возможности дальнейшего статистического анализа нами было проведено числовое кодирование ответов специалистов следующим образом: 1 – да, является; 2 – нет, не является; 3 – сомневаюсь. Пример используемого протокола представлен на рисунке 3.4.



Рисунок 20

Плоскостопие	Без плоскостопия	Сомневаюсь

Рис. 3.4 Протокол оценки изображений стоп

Для определения межэкспертной согласованности нами были рассчитаны коэффициенты конкордантности w-Кендалла (данный коэффициент показывает то, насколько мнение одного эксперта совпадает с мнением другого эксперта в отношении одной и той же стопы) и корреляции тау-Кендалла (τ) (показывает то, насколько ответ одного эксперта взаимосвязан с ответом другого эксперта). Коэффициент равный единице указывает на полное согласие между клиницистами. Так, нами был рассчитан первоначальный коэффициент конкордантности w-Кендалла и коэффициент конкордантности спустя пять месяцев. Результаты данной оценки представлены в таблице 3.5.

Таблица 3.5

Динамика коэффициента конкордантности w-Кендалла среди экспертов и ортопедов, не специализирующихся на патологии стоп

Параметр	Суммарный коэффициент		Эксперты		Ортопеды, не специализирующиеся на патологии стоп	
	0 мес.	5 мес.	0 мес.	5 мес.	0 мес.	5 мес.
Коэффициент w-Кендалла	0,333 p=0,0001	0,452 p=0,0001	0,58 p=0,0035	0,76 p=0,0001	0,27 p=0,004	0,29 p=0,003

В таблице: 0 мес. – коэффициент конкордантности, рассчитанный при первой оценке; 5 мес. – коэффициент конкордантности, определенный через пять месяцев.

Как видно по представленным в таблице 3.5 данным, согласованность среди ортопедов общей практики (преимущественно амбулаторного звена) первоначально составила 0,27 (p=0,0042) и 0,29 (p=0,003) – спустя пять месяцев. В то время как среди экспертов коэффициент согласованности w - Kendall в среднем в два раза выше и составил 0,58 (p=0,0035) при первоначальной оценке и 0,76 (p=0,0001) – при повторной оценке спустя пять месяцев. Уровень надежности согласно Коэну можно определить следующим образом: менее 0,2 – незначимая; 0,21 – 0,4 – удовлетворительная; 0,41 – 0,6 – умеренная; 0,61 – 0,8 – хорошая; 0,81 и более – отличная надежность. Таким образом, уровень надежности среди ортопедов, не специализирующихся на патологии стоп, соответствовал удовлетворительному уровню, а среди экспертов – умеренному и хорошему.

Для того чтобы определить степень корреляции между ответами специалистов, нами был рассчитан коэффициент тау-Кендалла (τ). Данный параметр также был определен при первичной оценке фотографий стоп и через пять месяцев. Результаты данной оценки представлены в таблице 3.6.

Таблица 3.6

Динамика коэффициента корреляции τ –Кендалла среди экспертов и ортопедов, не специализирующихся на патологии стоп

Параметр	Суммарный коэффициент		Эксперты		Ортопеды, не специализирующиеся на патологии стоп	
	0 мес.	5 мес.	0 мес.	5 мес.	0 мес.	5 мес.
Коэффициент тау-Кендалла (τ)	0,39 – 0,68*	0,28 – 0,7*	0,64 – 0,89*	0,65 – 0,84*	0,28 – 0,63*	0,21 – 0,67*

* $p < 0,05$

В таблице: 0 мес. – коэффициент корреляции, рассчитанный при первой оценке; 5 мес. – коэффициент корреляции, определенный через пять месяцев.

Как видно по данным, представленным в таблице 3.6, коэффициент корреляции Kendall's tau (τ) среди ортопедов, не специализирующихся на патологии стоп, соответствовал 0,28 - 0,63 ($p=0,015$ и $0,0001$, соответственно), спустя пять месяцев – 0,21 – 0,67 ($p=0,031$ и $0,0024$), а среди экспертов - 0,64 - 0,89 ($p = 0,0034$ и $0,0022$, соответственно) при первичной оценке и 0,65 – 0,84 ($p = 0,007$ и $0,011$) – при повторной. Таким образом, мнение экспертов соответствовало хорошему и отличному уровню согласованности, а также продемонстрировало стабильность во времени.

Для определения устойчивости мнения специалистов во времени в отношении визуальной диагностики плоскостопия нами был рассчитан коэффициент внутриэкспертной надежности К-Коэна для двадцати врачей спустя пять месяцев (восемь из которых составили эксперты).

Суммарный коэффициент К-Коэна среди экспертов продемонстрировал хороший уровень внутриэкспертной надежности (0,72; $p < 0,001$), в то время как среди ортопедов, не специализирующихся на патологии стоп, данный коэффициент соответствовал низкому уровню внутриэкспертной надежности (0,31; $p < 0,001$).

Таким образом, ответы экспертов в отношении визуальной диагностики плоскостопия продемонстрировали большую устойчивость во времени.

Для того чтобы продемонстрировать имеющуюся разницу в визуальном восприятии высоты свода стоп среди врачей-ортопедов, ниже приведена столбчатая диаграмма: как показывают представленные данные, частота плоскостопия согласно мнению экспертов в 1,7 раз ниже частоты плоскостопия, выявляемой врачами-ортопедами, не специализирующихся на патологии стоп, при анализе одних и тех изображений стоп. Также мнение экспертов в отношении клинической диагностики плоскостопия показало стабильность во времени.

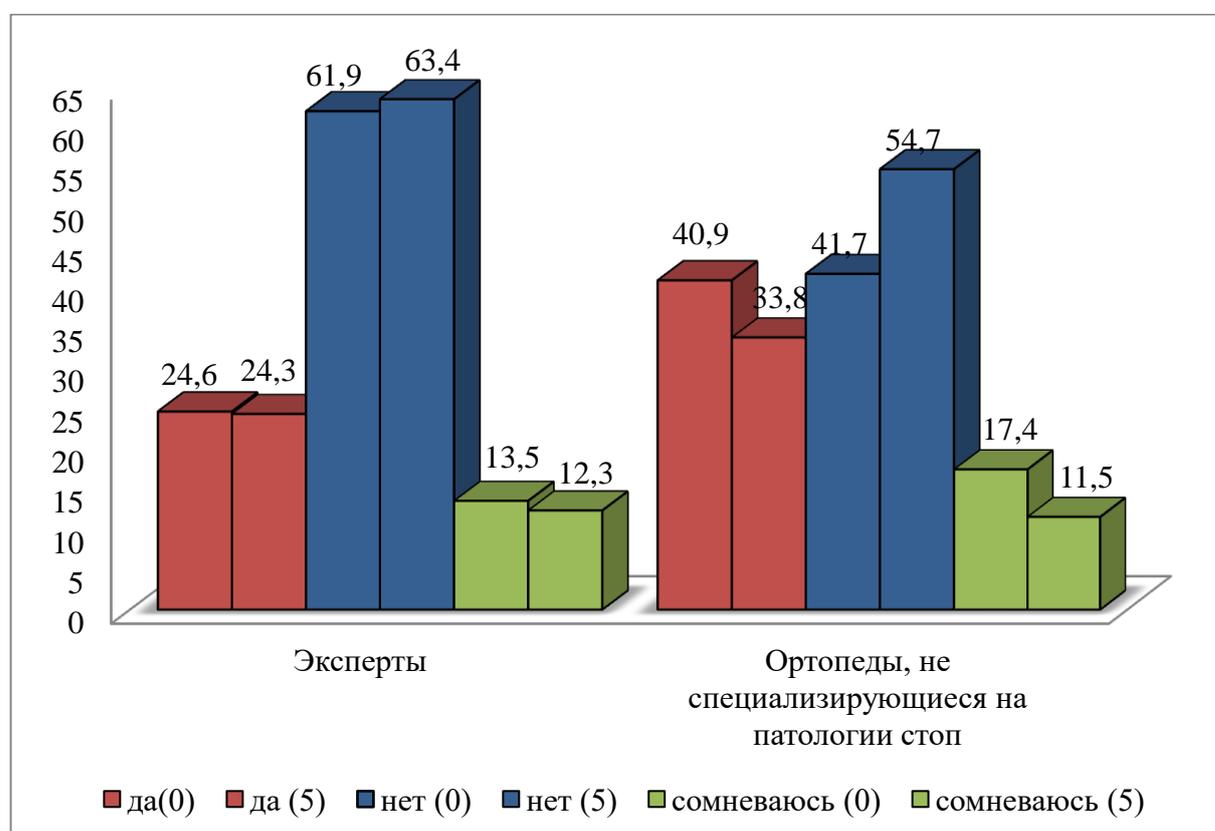


Рис. 3.5 Частота различных вариантов ответов специалистов в отношении анализируемых изображений стоп с течением времени

Примечание: да (0) – ответ «да, плоскостопие» при первичном анализе изображений стоп; да (5) - ответ «да, плоскостопие» при повторном анализе изображений стоп через пять месяцев; нет (0) - ответ «нет, не плоскостопие» при первичном анализе изображений стоп; нет (5) - ответ «нет, не плоскостопие» при повторном анализе изображений стоп через пять месяцев; сомневаюсь (0) – ответ «сомневаюсь» при первичном анализе изображений стоп; сомневаюсь (5) - ответ «сомневаюсь» при повторном анализе изображений стоп через пять месяцев.

юсь» при первичном анализе изображений стоп; сомневаюсь (5) – ответ «сомневаюсь» при повторном анализе изображений стоп через пять месяцев.

Несмотря на высокую распространенность плантографии в клинической практике, данный метод характеризуется вариабельностью данных в отношении того, какую стопу считать плоской, в зависимости от используемого индекса.

В связи с этим нами были определены референтные значения основных плантографических и антропометрических индексов для детей младшего школьного возраста по изображениям стоп, продемонстрировавших наибольшую согласованность среди экспертов в отношении наличия плоскостопия. Для определения нормальности распределения представленных данных нами были использованы методы описательной статистики с определением критерия Шапиро - Уилка. Все представленные данные подчиняются закону нормального распределения ($p > 0,05$) (таблица 3.7).

Таблица 3.7

Средние значения основных плантографических и антропометрических индексов при плоскостопии у детей младшего школьного возраста

Параметр оценки	М	σ	95% ДИ	p (Шапиро – Уилка)
SI	0,73	0,16	0,61 – 0,84	0,076
CSI	0,46	0,12	0,38 – 0,55	0,108
PI	8,4	1,3	7,4 – 9,3	0,228
АНИ	0,28	0,01	0,27 – 0,29	0,263
РАИ	0,21	0,02	0,19 – 0,22	0,11

В таблице: SI – индекс Staheli; CSI – индекс Chipraux – Smirak; PI – подометрический индекс; АНИ – индекс высоты свода; РАИ – подошвенный индекс свода; 95% ДИ – 95% доверительный интервал для средних значений; М – среднее арифметическое значение; σ – стандартное отклонение; p – статистическая значимость.

Суммируя сказанное, хочется отметить, что мнение экспертов продемонстрировало большую стабильность во времени и хороший уровень согласованности. Таким образом, изображения стоп с большей согласованностью среди экспертов могут быть использованы в качестве стандарта для определения референтных значений антропометрических и плантографических индексов у детей младшего школьного возраста.

В связи с тем, что визуальная оценка формы и положения стопы является распространенным способом диагностики среди специалистов (с низким уровнем межэкспертной надежности среди ортопедов, не занимающихся преимущественно патологией стоп), нами была использована унифицированная шкала FPI-6 для визуальной диагностики плоскостопия.

3.4.2 Шкала FPI-6: средние значения и межэкспертная надежность

Для определения нормальности распределения представленных данных нами были использованы методы описательной статистики с определением критериев Колмогорова – Смирнова и Шапиро - Уилка. Все представленные данные подчиняются закону нормального распределения.

Для определения средних значений и стандартных отклонений (от -2σ до $+2\sigma$) значений шкалы FPI-6 среди детей 7 – 17 лет нами было проанализировано 634 стопы. Результаты этой оценки представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8

Средние значения и стандартные отклонения параметров шкалы FPI-6 согласно закону нормального распределения

Параметр шкалы FPI	n	M	σ
ГТК	634	0,92	0,61
ТЛС	634	0,53	0,64
МПС	634	0,54	0,65
Изгиб наружной лодыжки	634	0,57	0,63
Пяточная ось	634	0,57	0,64
Передний отдел стопы	634	0,63	0,66

В таблице: ГТК – головка таранной кости; ТЛС – таранно-ладьевидный сустав; МПС – медиальный продольный свод; n – число проанализированных стоп; M – среднее значение; σ – стандартное отклонение

Также нами были определены средние значения и стандартные отклонения параметров шкалы FPI-6 в зависимости от возрастного периода (таблица 3.9).

Таблица 3.9

Средние значения и стандартные отклонения параметров шкалы FPI-6 в различные возрастные периоды

Возраст	n	M	σ
7 – 11	149	4,7	2,9
12 – 14	105	4,1	3,0
15 – 17	63	3,85	3,6

В таблице: n – количество детей; M – среднее значение; σ – стандартное отклонение

Как показывают представленные в таблице 3.9 данные, анализируемые параметры демонстрируют характерную тенденцию к возрастной динамике в изу-

ченных групп. Так, средние показатели изменяются в сторону, количественно соответствующую нейтральному положению стопы. Например, суммарное значение параметров в возрасте 7 – 11 лет находится в пределах $4,7 \pm 2,9$, в 12 - 14 лет – $4,1 \pm 3,0$, а в возрасте 15 – 17 лет – $3,85 \pm 3,6$. Это свидетельствует о постепенной тенденции к уменьшению степени выраженности пронационного положения стопы.

Для определения степени согласованности между ответами специалистов в отношении одного и того же параметра 12 врачами–ортопедами было проанализировано 30 детей (60 стоп) согласно шкале FPI-6. Затем нами был рассчитан внутриклассовый коэффициент корреляции (ICC – Intraclass correlation coefficient). Результаты данной оценки представлены в таблице 3.10.

Таблица 3.10

Внутриклассовый коэффициент корреляции параметров шкалы FPI-6

Параметр шкалы FPI	n	p	α	ICC
ГТК	12	0,0001	0,84	0,73
ТЛС	12	0,0001	0,82	0,8
МПС	12	0,0001	0,77	0,67
Изгиб наружной лодыжки	12	0,0036	0,86	0,78
Пяточная ось	12	0,0001	0,79	0,85
Передний отдел стопы	12	0,0001	0,87	0,79

В таблице: ГТК – головка таранной кости; ТЛС – таранно-ладьевидный сустав; МПС – медиальный продольный свод; n – количество участвующих врачей; p – достоверность различий; α - альфа Кронбаха (показатель надежности теста); ICC (Intraclass Correlation Coefficient) – коэффициент внутриклассовой корреляции

Как показывают представленные в таблице 3.10 данные, между ответами специалистов в отношении основных параметров положения стопы имеется хорошая и отличная абсолютная согласованность (ICC < 0,4 – плохая согласованность; 0,4 – 0,59 – достаточная; 0,6 – 0,74 – хорошая; > 0,74 – отличная согласован-

ность). Оценка высоты продольного свода демонстрирует меньшую степень согласованности по сравнению с другими параметрами (ICC 0,67), что соответствует представленным ранее данным в отношении межэкспертной надежности по оценке степени уплощения свода.

Таким образом, шкала FPI-6 продемонстрировала хорошую и отличную межэкспертную согласованность в отношении визуальной оценки формы и положения стопы и может использоваться в качестве инструмента по визуальной диагностике плоскостопия.

3.4.2.1 Результаты сравнительной оценки данных согласно шкале FPI – 6 у детей младшего школьного возраста с мобильным плоскостопием и без деформаций стоп

Для того чтобы сравнить средние значения параметров формы и положения стоп согласно шкале FPI – 6 у детей с мобильным плоскостопием и без деформаций стоп нами были оценены две группы детей 7 – 11 лет: I группа - дети с мобильным плоскостопием (30 человек); II группа – дети без деформаций стоп (30 человек). Результаты данной оценки представлены в таблице 3.11.

Таблица 3.11

Сравнительная оценка данных согласно шкале FPI – 6 у детей младшего школьного возраста с мобильным плоскостопием и без деформаций стоп

Параметр оценки	Плоскостопие «+»		Плоскостопие «-»		M diff.	p
	M	σ	M	σ		
Суммарная оценка согласно FPI – 6	8,1	1,7	3,9	1,5	4,2	0,0033

В таблице: плоскостопие «+» - наличие у ребенка мобильного плоскостопия; плоскостопие «-» - отсутствие деформаций стоп; M - среднее арифметическое значение; σ - стандартное отклонение; M diff. – разница средних значений (плоскостопие «+» - плоскостопие «-»); p - достоверность различий

Как видно по представленным в таблице данным, клиническая шкала оценки формы и положения стоп FPI – 6 продемонстрировала достоверную статистическую разницу ($p=0,0033$) у детей с мобильным плоскостопием и без деформаций стоп. Таким образом, в дальнейшем, под термином «плоскостопие» мы подразумевали суммарное значение по FPI – 6, соответствующее 8 баллам и более.

3.5 Результаты клинической оценки тыльной флексии стопы у детей

Для того чтобы определить пациентов с мобильной формой плоскостопия нами была произведена оценка визуальной (тест Jack, тест «вставания на цыпочки», тест в тандемной позе) и мануальной мобильности (пассивная эверзия/инверзия стоп, определение величины тыльной флексии стоп, тест Сильвершельда).

Для определения нормальности распределения представленных данных нами были использованы методы описательной статистики с определением критериев Колмогорова – Смирнова и Шапиро - Уилка. Все представленные данные подчиняются закону нормального распределения.

Для определения средних значений и стандартных отклонений (от -2σ до $+2\sigma$) величины тыльной флексии у детей нами проведена оценка 634 стоп у детей 7-17 лет. Результаты этой оценки представлены в таблице 3.12.

Таблица 3.12

Средние значения и стандартные отклонения величины тыльной флексии стоп у детей различного возраста согласно закону нормального распределения

Параметр оценки	7 – 11 лет (n=186)	12 – 14 лет (n=83)	15 – 17 лет (n=48)
	M±σ	M±σ	M±σ
RDF 1MPJ	10,3±4,2	8,8±3,9	7,9±3,1
RDF 1MPJ KNEE 90	27,1±6,5	24,3±5,8	22,4±6,2
LDF 1MPJ	10,1±3,3	8,3±2,4	7,4±2,6
LDF 1MPJ KNEE 90	26,3±5,9	23,7±6,2	21,5±6,8

В таблице: n – количество детей; RDF/LDF 1MPJ – флексия правой/левой стопы с разогнутым коленным суставом и переразгибанием первого плюснефалангового сустава; RDF/LDF 1MPJ KNEE 90 - флексия правой/левой стопы с согнутым коленным суставом и переразгибанием первого плюснефалангового сустава; M – среднее арифметическое значение; σ – стандартное отклонение

Как показано в таблице 3.12, величина тыльной флексии с возрастом снижается как с разогнутым коленным суставом (от 10,1° в 7 – 11 лет до 7,4° в 15 – 17 лет), так и согнутым (от 26,3° в 7 – 11 лет до 21,5° в 15 – 17 лет).

В дальнейшем под мобильностью деформации нами подразумевалось: величина тыльной флексии стоп более 10° с разогнутым коленным суставом и переразгибанием первого плюснефалангового сустава, отрицательные тесты визуальной мобильности, отсутствие ограничения движений при пассивной инверзии и эверзии стоп.

3.6 Объективная оценка структуры жалоб согласно Оксфордскому опроснику состояния стоп у детей

Для анализа структуры жалоб было проведено анкетирование 283 школьников 7 – 17 лет при помощи Оксфордского опросника состояния стопы у детей. С

целью выяснить мнение родителей о самочувствии их детей использовалась родительская версия данного опросника. Результаты данного анализа приведены в таблице 3.13.

Таблица 3.13

Процентное соотношение вариантов ответов школьников согласно Оксфордскому опроснику состояния стопы у детей

№	Вопрос	Никогда	Редко	Иногда	Очень часто	Всегда
1	Бывает ли тебе трудно ходить из-за твоих стоп?	194 (68,6%)	48 (17%)	36 (12,7%)	4 (1,4%)	1 (0,4%)
2	Бывает ли тебе трудно бегать из-за твоих стоп?	191 (67,5%)	52 (18,4%)	29 (10,2%)	8 (2,8%)	3 (1,1%)
3	Бывает ли тебе трудно подолгу стоять из-за твоих стоп?	186 (65,7%)	58 (20,5%)	33 (11,7%)	5 (1,8%)	1 (0,4%)
4	Бывают ли у тебя боли в стопах?	152 (53,7%)	79 (27,9%)	47 (16,6%)	5 (1,8%)	0 (0,0%)
5	Бывают ли у тебя неприятные ощущения и боли в ногах после ходьбы или бега?	135 (47,7%)	75 (26,5%)	54 (19,1%)	14 (4,9%)	5 (1,8%)
6	Чувствуешь ли ты усталость из-за твоих стоп?	179 (63,3%)	56 (19,8%)	35 (12,4%)	10 (3,5%)	3 (1,1%)
7	Случалось ли, что из-за стоп ты не мог играть во дворе с друзьями наравне?	239 (84,5%)	24 (8,5%)	19 (6,7%)	1 (0,4%)	0 (0,0%)
8	Случалось ли, что из-за стоп ты не мог пойти гулять дальше своего двора?	265 (93,6%)	10 (3,5%)	8 (2,8%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
9	Случалось ли, что из-за стоп ты не мог пойти на занятие физ-	248 (87,6%)	23 (8,1%)	11 (3,9%)	1 (0,4%)	0 (0,0%)

	культурой?					
10	Случалось ли, что из-за стоп ты не мог пойти на другие уроки или занятия?	263 (92,9%)	17 (6,0%)	3 (1,1%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
11	Беспокоит ли тебя то, как выглядят твои стопы?	235 (83,0%)	23 (8,1%)	13 (4,6%)	6 (2,1%)	6 (2,1%)
12	Беспокоит ли тебя твоя походка?	214 (75,6%)	41 (14,5%)	12 (4,2%)	5 (1,8%)	11 (3,9%)
13	Испытываешь ли ты неловкость перед другими из-за своих стоп?	255 (90,1%)	13 (4,6%)	9 (3,2%)	1 (0,4%)	5 (1,8%)
14	Случалось ли, чтобы посторонним не нравились твои стопы?	259 (91,5%)	15 (5,3%)	6 (2,1%)	1 (0,4%)	2 (0,7%)
15	Случалось ли, что ты не мог носить обувь, которая тебе нравится, из-за своих стоп?	210 (74,2%)	35 (12,4%)	25 (8,8%)	7 (2,5%)	6 (2,1%)

Как видно по представленным в таблице данным, неприятные ощущения и боли в ногах после ходьбы или бега являются превалирующей жалобой (20% опрошенных) в отношении физического компонента качества жизни (1 - 6 вопрос), в том числе 1,8% детей имеют подобные жалобы всегда. Следующей по частоте встречаемости жалобой является жалоба на боли в стопах с разной периодичностью возникновения. Несмотря на это, ни у одного ребенка из опрошенных не было жалоб на постоянные боли в стопах, в отличие от таких жалоб как усталость, трудности с бегом и длительной ходьбой, неприятные ощущения после физической нагрузки. Данный аспект демонстрирует то, что даже при выраженных деформациях стоп болевой синдром не является превалирующей жалобой. Блок социальных вопросов (7 - 10 вопросы) в первую очередь позволил оценить воз-

возможность ребенка участвовать в активной деятельности. Так, 6,7% школьников ответили, что не способны играть наравне с друзьями время от времени. В большинстве случаев дети не предъявляли жалоб, связанных с социальным взаимодействием и игрой. В отношении эмоциональной составляющей качества жизни (11 - 14 вопросы) основные жалобы были связаны с качеством походки и внешним видом стоп, в том числе у 2,1% детей (шесть человек) подобные жалобы были всегда, у данной группы детей величина гипермобильности суставов по шкале Бейтона составила от 7 до 9 баллов.

3.6.1 Результаты сравнительной оценки структуры жалоб у детей младшего школьного возраста с мобильным плоскостопием и без деформаций стоп

Для сравнительной оценки структуры жалоб у детей младшего школьного возраста с мобильным плоскостопием и без деформаций стоп из основной выборки нами было сформировано две группы исследуемых: первая группа включала 30 человек с мобильным плоскостопием, вторая – 30 человек того же возраста без деформаций стоп и ортопедических, неврологических заболеваний. Результаты данной оценки представлены в таблице 3.14.

Таблица 3.14

Сравнительная оценка структуры жалоб у детей с плоскостопием и без деформаций стоп

Параметр оценки	Плоскостопие «+»		Плоскостопие «-»		M diff.	p
	M	σ	M	σ		
ОхAFQ-С физ.	89,1	14,51	91,72	14,62	-2,62	0,088
ОхAFQ-С соц.	97,53	6,17	96,91	6,55	0,62	0,513
ОхAFQ-С эмоц.	83,1	15,84	86,05	11,77	-2,95	0,057

В таблице: плоскостопие «+» - наличие у ребенка мобильного плоскостопия; плоскостопие «-» - отсутствие деформаций стоп; M - среднее арифметическое значение; σ - стандартное отклонение; M diff. – разница средних значений (плос-

костопие «+» - плоскостопие «-»); p - достоверность различий; ОхAFQ-C физ. – физический компонент; ОхAFQ-C соц. – социальный компонент; ОхAFQ-C эмоц. – эмоциональный компонент

Как видно по представленным в таблице данным, статистически достоверной разницы ни по одному из составляющих структуры жалоб (физическая, социальная, эмоциональная составляющие) у детей младшего школьного возраста с плоскостопием и без него получено не было ($p > 0,05$). Таким образом, было продемонстрировано, что деформация стопы не является причиной жалоб у детей.

3.6.2 Результаты сравнительной оценки структуры жалоб у детей младшего школьного возраста с мобильным плоскостопием на фоне генерализованной гипермобильности и без нее

В связи с тем, что в структуре жалоб у детей с мобильным плоскостопием и без него не выявлено достоверной статистической разницы, было решено провести сравнительный анализ структуры жалоб у детей с мобильным плоскостопием на фоне генерализованной гипермобильности и без нее.

Для выполнения этой задачи из основной группы детей нами было сформировано две группы исследуемых: группа А - дети с мобильным плоскостопием и гипермобильностью (47 человек 7 – 11 лет) (по шкале Бейтона - 5 баллов и более); группа В – дети с мобильным плоскостопием, но без гипермобильности (47 человек 7 – 11 лет) (по шкале Бейтона - менее 5 баллов). Сравнение двух групп проводилось согласно Оксфордскому опроснику состояния стопы у детей. Результаты данной оценки приведены в таблице 3.15.

Таблица 3.15

Сравнительная оценка структуры жалоб детей младшего школьного возраста с плоскостопием на фоне генерализованной гипермобильности и без нее

Параметр оценки	n	ГМ «+»		ГМ «-»		M diff.	p
		M	σ	M	σ		
ОхAFQ-C физ.	47	62,3	10,73	87,4	8,05	25,1	0,045
ОхAFQ-C соц.	47	96,1	5,76	97,7	5,28	1,59	0,165
ОхAFQ-C эмоц.	47	56,1	12,9	85,3	5,67	29,2	0,0001

В таблице: n - число опрошенных участников; ГМ «+» - гипермобильность по шкале Бейтона ≥ 5 баллам; ГМ «-» - гипермобильность по шкале Бейтона < 5 баллов; M - среднее арифметическое значение; σ - стандартное отклонение; M diff. – разница средних значений (ГМ «-» - ГМ «+»); p - достоверность различий; ОхAFQ-C физ. – физический компонент; ОхAFQ-C соц. – социальный компонент; ОхAFQ-C эмоц. – эмоциональный компонент

По представленным в таблице 3.15 данным видно, что как физический, так и эмоциональный компонент жалоб имеют достоверную статистическую разницу у детей групп А и В ($p=0,045$ и $0,0001$, соответственно). Причем разница средних значений по эмоциональному компоненту в 1,2 раза больше по сравнению с физическим компонентом.

Таким образом, дети с гипермобильностью склонны придавать большую эмоциональную окраску своим переживаниям, чем дети без гипермобильности. Статистически достоверной разницы в отношении социальной составляющей жалоб получено не было ($p=0,165$). Данный факт позволил нам определить симптоматическую форму мобильного плоскостопия, при которой суммарная оценка согласно Оксфордскому опроснику составляет менее 9 баллов по эмоциональному компоненту и менее 15 баллов – по физическому.

3.7 Распространенность мобильного симптоматического и асимптоматического плоскостопия у детей школьного возраста

Под плоскостопием в рамках настоящего исследования понималось значение клинической шкалы формы и положения стоп FPI – 6, соответствующее 8 баллам и более, антропометрическая оценка высоты свода стоп проводилась в соответствии с определенными референтными значениями.

Клиническая оценка визуальной и мануальной мобильности позволила нам выделить мобильную форму плоскостопия. Анкетирование этих же детей согласно Оксфордскому опроснику состояния стоп у детей дало возможность выявить симптоматический характер плоскостопия. Результаты данной оценки представлены в таблице 3.16.

Таблица 3.16

Распространенность симптоматического и асимптоматического мобильного плоскостопия у детей школьного возраста

Возраст	Плоскостопие (%)	Асимптоматическое мобильное плоскостопие (%)	Симптоматическое мобильное плоскостопие (%)
7 – 11	21,3%	74,7%	10,1%
12 – 14	16,4%	65,1%	9,5%
15 – 17	12,3%	49,8%	7,2%

Как видно по представленным в таблице 3.16 данным, с возрастом происходит снижение частоты как плоскостопия в целом, так и мобильной формы в частности. Согласно нашим данным у детей после 14 лет частота ригидных форм плоскостопия незначительно превалирует над частотой мобильных форм. Данное

обстоятельство можно связать с тем, что с возрастом происходит закономерное уменьшение величины тыльной флексии стоп.

Для оценки влияния величины гипермобильности на частоту жалоб у детей с мобильным плоскостопием нами был проведен корреляционный анализ с расчетом критерия Пирсона (r). В качестве шкалы, позволяющей оценить выраженность жалоб, была использована шкала Оксфордского опросника состояния стоп у детей. Так, нами была выявлена отрицательная корреляционная связь между величиной гипермобильности согласно шкале LLAS и балльной оценкой физического компонента жалоб у детей ($r = -0,78$; $p = 0,0065$). Таким образом, симптоматическое мобильное плоскостопие достоверно чаще встречается у детей с генерализованной гипермобильностью.

3.8 Гипермобильность и плоскостопие

В первую очередь была проведена оценка силы взаимодействия между параметрами шкалы Бейтона и шкалы оценки гипермобильности суставов нижних конечностей (LLAS), а также параметров данных шкал и шкалы оценки формы и положения стоп FPI – 6.

Согласно результатам корреляционного анализа данные шкалы имеют прямую корреляционную связь высокой степени: $r = 0,72$, $p = 0,041$. В то же время шкала LLAS продемонстрировала большую силу взаимосвязи с параметрами шкалы FPI – 6 по сравнению со шкалой Бейтона ($r = 0,82$, $p = 0,001$ и $r = 0,7$, $p = 0,032$).

Для того чтобы оценить силу взаимосвязи между величиной гипермобильности (ГМ) и высотой медиального продольного свода нами был проведен корреляционный анализ с использованием шкалы LLAS (ГМ), суммарной оценкой формы и положения стопы согласно шкале FPI-6, индексом высоты свода (АНИ) и плантографическим индексом свода (РАИ). Результаты данной оценки приведены на рисунке 3.6.

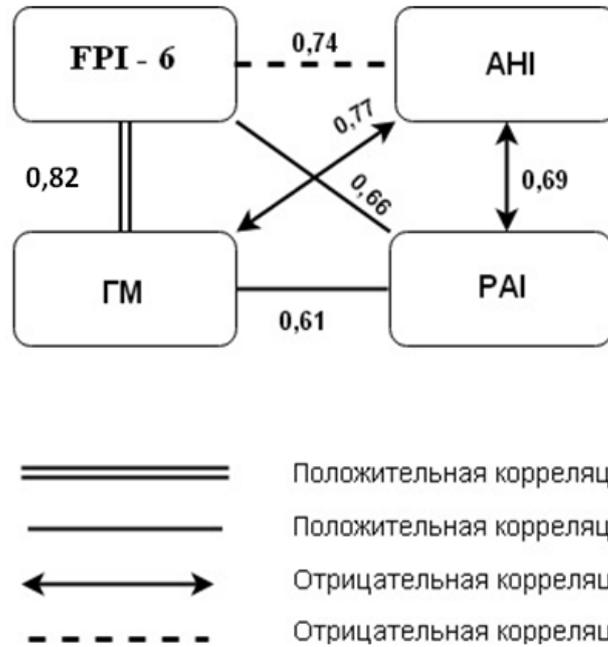


Рис. 3.6 Корреляционная плеяда силы взаимодействий величины гипермобильности и степенью уплощения медиального продольного свода согласно клиническим, антропометрическим и плантографическим параметрам

Как видно на представленном рисунке, величина гипермобильности демонстрирует высокую степень положительной корреляции с суммарной оценкой формы и положения стопы согласно FPI-6 ($r=0,82$; $p=0,0062$), высокую степень отрицательной корреляции с антропометрическим индексом высоты свода ($r=-0,77$; $p=0,033$) и положительную корреляцию средней степени с плантографическим индексом свода ($r=0,61$; $p=0,041$). Таким образом, все представленные параметры в среднем имеют следующую тенденцию: чем выше гипермобильность суставов нижних конечностей, тем ниже высота медиального продольного свода.

3.9 Результаты рентгенологического обследования при мобильном плоскостопии

3.9.1 Корреляция между антропометрическими и рентгенометрическими параметрами

Для того чтобы оценить силу взаимосвязи между основными антропометрическими и рентгенологическими параметрами, характеризующими высоту продольного свода, нами был проведен корреляционный анализ.

В связи с этим нами были проанализированы 30 изображений стоп в боковой проекции у детей младшего школьного возраста с мобильной формой плоскостопия (так как при клиническом осмотре врач оценивает высоту продольного свода по внутренней боковой поверхности стоп). Результаты корреляционного анализа представлены в таблице 3.17.

Таблица 3.17

Корреляции между основными антропометрическими и рентгенометрическими параметрами

	ТПУ	ВПКС	УТПД	УНПК	УПКС
АНІ	-0,72**	0,68*	-0,56	0,62*	0,74**
РІ	-0,64*	0,7*	-0,59*	0,71**	0,75**
ВБЛК	-0,66*	0,77**	-0,48	0,69**	0,68*

* $p < 0,05$

** $p < 0,01$

В таблице: АНІ (arch height index) – индекс высоты свода; РІ – подометрический индекс; ВБЛК – высота бугристости ладьевидной кости; ТПУ – таранно-плюсневый угол; ВПКС – высота продольного костного свода; УТПД – угол таранно-пяточной дивергенции; УНПК – угол наклона пяточной кости; УПКС – угол продольного костного свода

Для наглядности ниже приведена корреляционная плеяда, демонстрирующая имеющиеся корреляционные связи и их силу между анализируемыми индексами (рисунок 3.7).

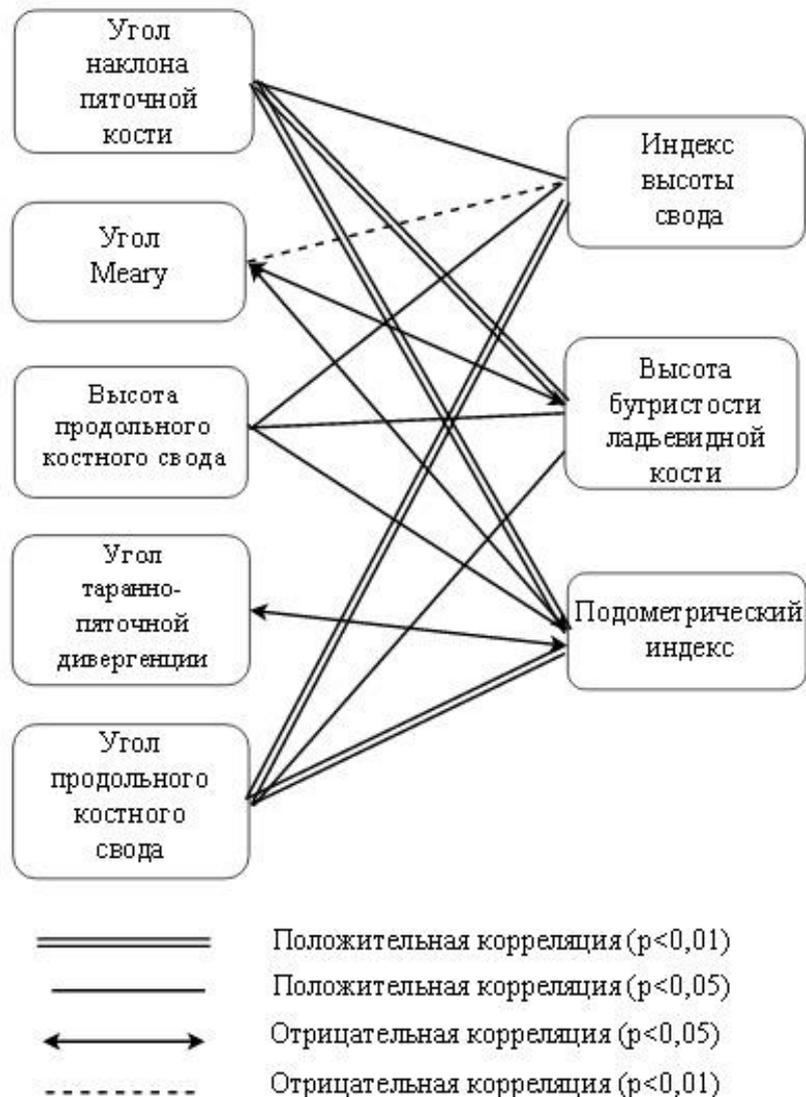


Рис. 3.7 Корреляционная плеяда силы взаимодействий основных антропометрических и рентгенометрических параметров

Как видно по представленным в таблице 3.17 и на рисунке 3.7 данным, корреляция между большинством антропометрических и рентгенометрических параметров соответствует среднему и высокому уровню. Так, индекс высоты свода имеет высокую силу корреляции с углом Meary ($r = -0,72$; $p = 0,003$) и углом продольного костного свода ($r = 0,74$; $p = 0,0041$). В тоже время подометрический индекс демонстрирует высокую степень корреляции с такими рентгенометрически-

ми параметрами как высота продольного костного свода ($r=0,7$; $p=0,044$), угол наклона пяточной кости ($r=0,71$; $p=0,002$), угол продольного костного свода ($r=0,75$; $p=0,008$). С другой стороны, высота бугристости ладьевидной кости, измеренная линейкой при клиническом осмотре, показывает высокую степень корреляции только с ВПКС ($r=0,77$; $p=0,0073$). Таким образом, большинство антропометрических параметров, определяемых при клинической оценке высоты свода стоп, статистически достоверно коррелируют с основными рентгенометрическими параметрами и могут использоваться для постановки диагноза «плоскостопие» в качестве альтернативы рутинному рентгенографическому исследованию стоп при мобильной форме плоскостопия у детей младшего школьного возраста, в первую очередь, в амбулаторной практике.

3.9.2 Сравнительная оценка рентгенометрических параметров при симптоматической и асимптоматической форме мобильного плоскостопия

Для сравнительной оценки рентгенометрических параметров при симптоматической и асимптоматической форме мобильного плоскостопия нами было проведено исследование рентгенограмм стоп, выполненных в прямой и боковой проекции, двух групп детей младшего школьного возраста (7-11 лет): I группа – 30 детей с симптоматическим мобильным плоскостопием; II группа – 26 детей с асимптоматической формой мобильного плоскостопия. Результаты данной оценки представлены в таблице 3.18.

Таблица 3.18

Сравнительная оценка рентгенометрических параметров при симптоматической и асимптоматической форме мобильного плоскостопия

Рентгенометрические параметры	Симптоматическое плоскостопие	Асимптоматическое плоскостопие	p
УТЛС	31,5±8,2	23,8±7,1	0,0031
ТПУ (пр.)	16,7±6,2	15,5±6,9	0,053
ТПУ (бок.)	19,1±4,8	14,6±5,3	0,026
УПКС	163,3±5,2	166,1±6,5	0,452
УТПД (пр.)	28,4±5,7	30,2±7,6	0,081
УТПД (бок.)	40,1±8,4	38,3±7,9	0,235
УНПК	13,5±5,1	15,1±6,4	0,072

В таблице: УТЛС – угол таранно-ладьевидного соотношения (прямая проекция); ТПУ (пр.) – таранно-плюсневый угол в прямой проекции; ТПУ (бок.) – таранно-плюсневый угол в боковой проекции; УПКС – угол продольного костного свода; УТПД (пр.) – угол таранно-пяточной дивергенции в прямой проекции; УТПД (бок.) – угол таранно-пяточной дивергенции в боковой проекции; УНПК – угол наклона пяточной кости; p – уровень статистической значимости

Как показывают представленные в таблице данные, у детей с симптоматическим и асимптоматическим мобильным плоскостопием статистически достоверные различия были обнаружены в отношении угла таранно-ладьевидного соотношения (31,5±8,2 и 23,8±7,1, соответственно; p=0,0031) и таранно-плюсневого угла Meary в боковой проекции (19,1±4,8 и 14,6±5,3, соответственно; p=0,026). Остальные рентгенометрические параметры не продемонстрировали статистически достоверной разницы у детей двух групп. Возможно, большее смещение ладьевидной кости способствует тому, что в фазу опоры положение стопы сохраняется преимущественно пронационным, не формируя жесткого рычага для полноценного толчка. Это приводит к снижению способности к перемещению общего

центра давления вперед, фокусируясь в большей степени в средней части стопы, увеличивая статическую нагрузку на связочно-мышечный аппарат. Ввиду того, что у детей с генерализованной гипермобильностью суставов отмечается повышенная растяжимость связочного аппарата, снижение проприоцептивного чувства, контроля положения стопы и мышечная гипотония, у данной группы детей существует больший риск возникновения усталостной боли по сравнению с детьми без генерализованной гипермобильности.

3.10 Резюме

При анализе распространенности плоскостопия среди детей школьного возраста согласно плантографической оценке было определено, что наличие или отсутствие уплощенного продольного свода стоп в первую очередь зависит от используемого индекса. В связи с тем, что основные индексы анализируют отношение ширины переднего или заднего отдела стоп по отношению к ширине среднего отдела, нами был предложен новый индекс - плантографический индекс свода, позволяющий оценить соотношение всех отделов стопы. Несмотря на это данные по распространенности плоскостопия, полученные при помощи плантографического метода диагностики, продемонстрировали высокую степень разнородности.

По нашим данным визуальная оценка является более распространенным способом диагностики среди врачей-ортопедов (46,1% специалистов). В связи с этим нами были определены межэкспертная и внутриэкспертная надежность данного способа диагностики среди экспертов и ортопедов, не специализирующихся на патологии стоп. Так, эксперты продемонстрировали хороший и отличный уровень межэкспертной (w -Кендалла = 0,58; $p=0,0035$ при первоначальной оценке и 0,76; $p=0,0001$ – при повторной оценке спустя пять месяцев) и внутриэкспертной надежности ($K - Коэна=0,72$; $p=0,0022$), что позволило определить референтные значения основных плантографических и антропометрических индексов высоты свода стоп у детей младшего школьного возраста с мобильным плоскостопием.

Для возможности количественной оценки параметров формы и положения стоп, определяемых при клиническом осмотре, нами была использована шкала FPI – 6. При сравнительной оценке параметров стоп у детей с мобильным плоскостопием и без него была выявлена статистически достоверная разница: среднее суммарное значение согласно данной шкале у детей без деформаций стоп соответствует $3,9 \pm 1,5$ баллам, то у детей с мобильным плоскостопием данный параметр составил $8,1 \pm 1,7$ баллам. Таким образом, в дальнейшем под плоскостопием нами подразумевалось суммарное значение, равное восемь и более баллов, согласно клинической шкале оценки формы и положения стоп. Симптоматический характер плоскостопия был определен при помощи Оксфордского опросника состояния стоп у детей как менее 9 баллов по эмоциональному компоненту и менее 15 баллов – по физическому.

В данной главе было установлено, что уровень гипермобильности коррелирует с высотой медиального продольного свода: чем выше гипермобильность, тем ниже медиальный продольный свод стопы. Оценка была проведена согласно FPI-6 ($r=0,72$; $p=0,0062$), антропометрическому индексу высоты свода ($r=-0,77$; $p=0,033$) и плантографическому индексу свода ($r=0,61$; $p=0,041$).

Также в данной главе было продемонстрировано, что основные антропометрические параметры, определяемые клинически по боковой поверхности стоп (индекс высоты свода, подометрический индекс) имеют высокую степень корреляции с такими рентгенометрическими параметрами как высота продольного костного свода ($r=0,7$; $p=0,044$), угол наклона пяточной кости ($r=0,71$; $p=0,002$), угол продольного костного свода ($r=0,75$; $p=0,008$). Сравнительная оценка рентгенометрических параметров при симптоматической и асимптоматической форме мобильного плоскостопия продемонстрировала отсутствие статистически достоверной разницы в отношении большинства рентгенометрических параметров, кроме угла таранно-ладьевидного соотношения ($31,5 \pm 8,2$ и $23,8 \pm 7,1$, соответственно; $p=0,0031$) и таранно-плюсневого угла Meary в боковой проекции ($19,1 \pm 4,8$ и $14,6 \pm 5,3$, соответственно; $p=0,026$).

ГЛАВА 4

РЕЗУЛЬТАТЫ ТРЕНИРОВОК У ДЕТЕЙ С МОБИЛЬНЫМ ПЛОСКОСТО- ПИЕМ И ГИПЕРМОБИЛЬНОСТЬЮ

4.1 Оценка сопоставимости групп

Для сравнительного анализа эффективности проводимых тренировок нами была проведена оценка сопоставимости имеющихся групп пациентов.

В первую очередь была проведена оценка принадлежности данных нормальному распределению. Так как представленные параметры не соответствовали распределению Гаусса, для сравнения средних значений, первичных и оцененных повторно через 1, 3, 6 и 12 месяцев, был использован критерий непараметрической статистики – критерий Манна – Уитни. Данные параметры были оценены для всех четырех групп наблюдаемых детей.

4.2 Результаты клинической оценки общего баланса тела у детей с гипермо- бильностью

Для сравнительной оценки параметров устойчивости в вертикальной позе нами было проведено исследование двух групп детей младшего школьного возраста (7-11 лет): I группа – 30 детей с гипермобильностью (по шкале Бейтона ≥ 5 баллов); II группа – 30 детей без гипермобильности (по шкале Бейтона < 5 баллов). Результаты данной оценки представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Сравнительная оценка отдельных параметров устойчивости в вертикальной позе у детей с гипермобильностью и без нее

Положение	Пол			Мат		
	ГМ «+»	ГМ «-»	p	ГМ «+»	ГМ «-»	p
	M±σ	M±σ		M±σ	M±σ	
Стоя на двух ногах	0,4±0,7	0,2±0,5	0,06	0,9±0,8	0,8±0,7	0,07
Стоя на одной ноге	5,1±1,6	3,2±1,5	0,041	7,6±0,9	5,1±1,4	0,022
Стоя в тандемной позе	7,2±1,7	4,2±1,2	0,003	8,8±1,2	5,3±1,4	0,0047
Суммарное количество ошибок (пол и мат)				29,54±6,31	18,77±7,1	0,037

В таблице: ГМ «+» - гипермобильность по шкале Бейтона ≥ 5 баллам; ГМ «-» - гипермобильность по шкале Бейтона < 5 баллов; М - среднее арифметическое значение; σ - стандартное отклонение; p - достоверность различий; «пол» - выполнение тестов на твердой поверхности; «мат» - выполнение тестов на неустойчивой поверхности

Как видно по представленным в таблице данным, нами не было обнаружено статистически достоверных различий между I и II группой детей в отношении положения «стоя на двух ногах» в отличие от тандемной позы и при стоянии на одной ноге. Это может быть обусловлено тем, что данные положения являются менее устойчивыми и более сложными для выполнения. Суммарное количество ошибок при выполнении всех тестов в 1,6 раз выше у детей с гипермобильностью ($p=0,037$).

Таким образом, параметры баланса тела в вертикальном положении и при выполнении тестов демонстрируют меньшую устойчивость в вертикальной позе у детей с гипермобильностью по сравнению с детьми без нее.

4.3 Результаты клинической оценки устойчивости в вертикальной позе у детей до и после тренировок по шкале BESS

Данные параметры были оценены для всех четырех групп наблюдаемых детей. Результаты данной оценки представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2

Параметры устойчивости согласно шкале BESS у детей четырех групп в течение года

I группа											
Положение	n	До тренировок		Через 1 мес.		Через 3 мес.		Через 6 мес.		Через 6 мес. без тренировок	
		М	σ	М	σ	М	σ	М	σ	М	σ
Пол	30	10,8	3,3	11,4	2,9	12,5	2,7	12,9	2,4	13,5*	3,7
Мат	30	16,5	4,2	17,1	3,7	16,9	3,8	17,7	3,2	19,4*	2,9
II группа											
Пол	30	12,7	3,1	11,8	2,8	12,5	3,0	11,3	3,5	12,2	2,9
Мат	30	16,3	2,9	17,2	2,5	17,8	2,2	16,6	2,8	17,1	1,8
III группа											
Пол	28	11,2	3,9	8,1*	1,8	4,2**	2,5	3*	1,7	3,7	1,8
Мат	28	15,9	5,9	10,6*	3,1	7,8**	1,3	5,5*	1,4	5,8	1,5
IV группа											
Пол	26	11,8	1,9	7,4*	1,5	3,3**	1,9	2,8	1,8	3,5	2,3
Мат	26	17,9	2,8	11,3**	2,2	8,6*	2,1	5,3*	1,5	6,0	2,1
*p<0,05; **p<0,01											

В таблице: М - среднее арифметическое значение; σ - стандартное отклонение; р - достоверность различий; «пол» - выполнение тестов на твердой поверхности; «мат» - выполнение тестов на неустойчивой поверхности

Представленные в таблице данные демонстрируют разнонаправленность динамики показателей общего баланса тела в зависимости от принадлежности к той или иной группе детей. Так, дети первой группы к концу периода наблюдения совершали достоверно большее количество ошибок в позах неустойчивости по сравнению с первоначальными данными. Общее число совершенных ошибок увеличилось в среднем в 1,2 раза. Дети второй группы не продемонстрировали статистически значимой динамики показателей за период выполнения комплекса ЛФК и последующий период наблюдения. В противоположность этому, параметры клинической оценки баланса тела у детей третьей и четвертой групп имели тенденцию к положительной динамике уже после первого месяца тренировок. Так, общее число ошибок, совершенных детьми третьей группы на неровной поверхности, снизилось на 5,3 пункта (-33,3%) за первый месяц, составив в общем, за шесть месяцев, снижение количества выполненных ошибок до 5,5 (-65,4%) ($p=0,022$). Дети четвертой группы снизили количество выполненных ошибок на неровной поверхности на 36,9% за первый месяц тренировок ($p=0,001$) и, в общем, на 71,4% за шесть месяцев занятий ($p=0,044$). При этом дети третьей и четвертой групп не продемонстрировали увеличения количества ошибок при выполнении теста даже спустя шесть месяцев наблюдения после окончания тренировок.

Ниже приведена линейная диаграмма, иллюстрирующая динамику суммарных значений параметров общего баланса тела, оцененных на неровной поверхности согласно шкале BESS, у детей четырех групп: как показывают представленные данные, у детей первой группы суммарное количество выполненных ошибок составило от $16,5 \pm 4,2$ в начале периода наблюдения до $19,4 \pm 2,9$ через один год; у детей второй группы в среднем отсутствовала статистически значимая динамика; у детей третьей и четвертой групп наблюдалась положительная дина-

мика: за шесть месяцев тренировок количество совершенных ошибок в позах неустойчивости снизилось на 65,4 и 71,4%, соответственно (рисунок 4.1).

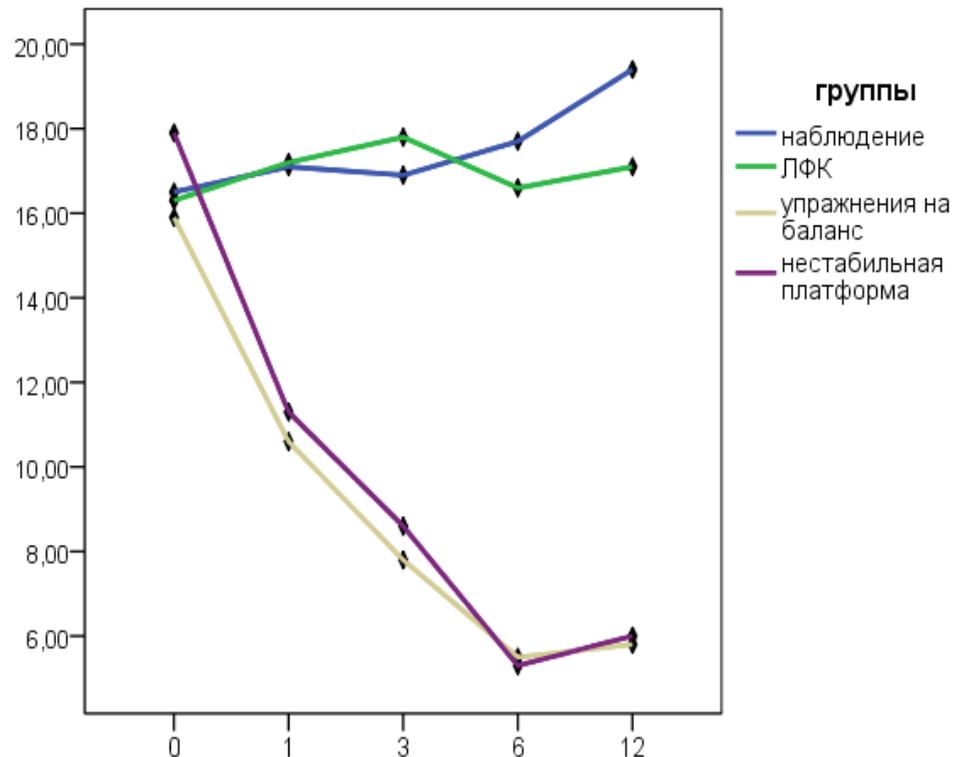


Рис. 4.1 Динамика суммарных значений параметров устойчивости в вертикальной позе согласно шкале BESS у детей четырех групп

Таким образом, тренировки баланса тела способствовали улучшению устойчивости в вертикальной позе, как при выполнении специальных упражнений, так и при занятиях на нестабильной платформе, в отличие от детей, выполнявших стандартный комплекс лечебной физкультуры. С другой стороны, контрольная группа детей, не выполнявшая каких-либо упражнений, продемонстрировала ухудшение параметров баланса тела в позах неустойчивости согласно клинической системе оценки BESS.

4.4 Результаты педобарометрической оценки у детей до и после тренировок

С целью анализа биомеханических характеристик и оценки эффективности проводимых тренировок нами был выполнен компьютерный анализ данных о

распределении давления по подошвенной поверхности стоп в статике (стоя) и динамике (в цикле шага).

В первую очередь нами были проанализированы следующие параметры: основной коэффициент медиолатерального соотношения нагрузки в области пятки, основной коэффициент медиолатерального соотношения нагрузки в области свода, основной коэффициент медиолатерального соотношения нагрузки в области пучков, парциальная нагрузка на медиальный продольный свод (%).

Результаты данной оценки в цикле шага у четырех групп детей представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3

I группа (*p<0,05)										
Коэффициент	До тренировок		Через 1 мес.		Через 3 мес.		Через 6 мес.		Через 6 мес. без тренировок	
	М	σ	М	σ	М	σ	М	σ	М	σ
K1	1,8	0,9	1,7	0,85	1,9	1,0	1,85	0,88	1,95	0,7
K2	1,15	0,75	1,2	0,68	1,12	0,7	1,1	0,8	1,2	0,72
K3	0,8	0,35	0,85	0,4	0,78	0,42	0,8	0,37	0,9	0,46
PLmed	20,6	5,6	21,5	4,7	20,1	5,1	19,7	4,3	21,5	5,7
II группа (*p<0,05)										
K1	1,9	1,1	1,8	0,77	1,65	0,9	1,4*	0,81	1,6	0,9
K2	1,05	0,8	1,0	0,75	0,8*	0,7	0,8	0,75	0,96*	0,8
K3	0,77	0,36	0,7	0,4	0,65	0,33	0,6	0,38	0,8	0,5
PLmed	18,9	4,8	18,0	4,9	14,4*	3,7	14,4	4,2	17,3*	3,6
III группа (*p<0,05)										
K1	1,76	0,8	1,5	0,74	1,1*	0,67	0,8*	0,5	0,95	0,7
K2	1,21	0,95	1,0*	0,8	0,7*	0,5	0,6	0,45	0,65	0,5
K3	0,72	0,4	0,63	0,34	0,55*	0,28	0,6	0,35	0,65	0,4
PLmed	22,5	6,7	18,6*	5,9	13,0*	4,8	11,2	3,6	12,1	3,9

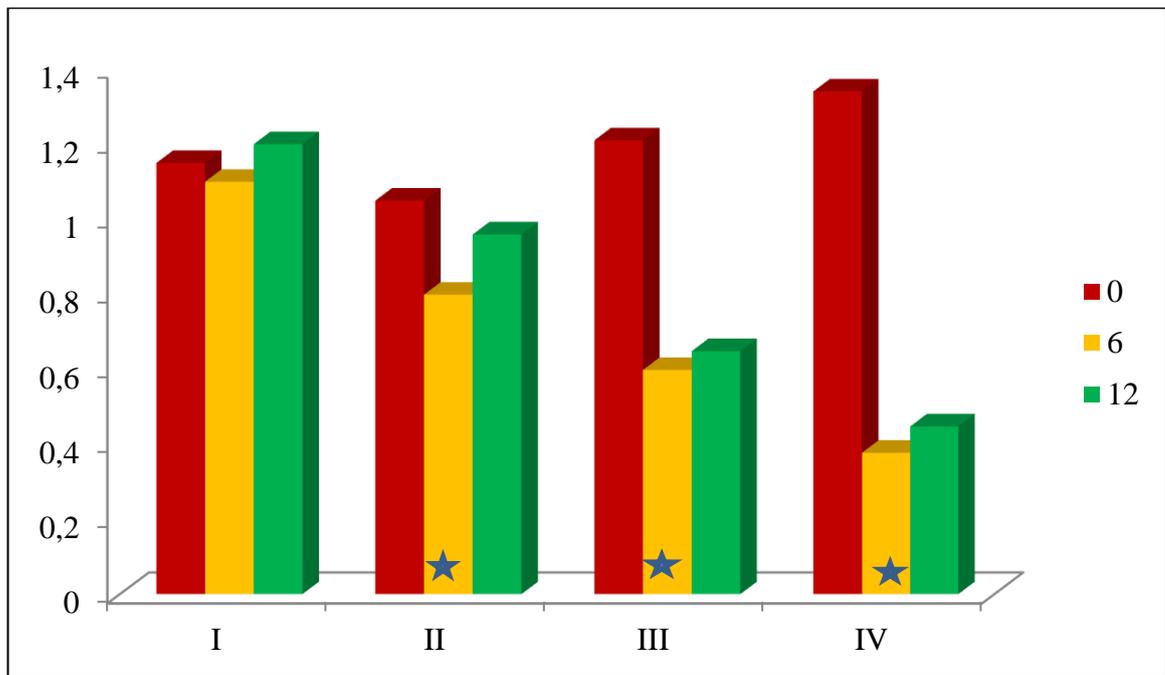
IV группа (*p<0,05)										
K1	1,87	1,0	1,4*	0,86	1,0*	0,73	0,7*	0,55	0,75	0,6
K2	1,34	1,1	0,9*	0,78	0,5*	0,2	0,38*	0,15	0,45	0,22
K3	0,83	0,52	0,76	0,44	0,7*	0,4	0,6	0,35	0,7	0,33
PLmed	21,9	5,5	14,7*	4,8	8,2*	3,5	6,2*	3,1	7,35	3,4

В таблице: K1 – основной коэффициент медиолатерального соотношения нагрузки в области пятки; K2 - основной коэффициент медиолатерального соотношения нагрузки в области свода; K3 - основной коэффициент медиолатерального соотношения нагрузки в области пучков; PLmed - парциальная нагрузка на медиальный продольный свод (%); М - среднее арифметическое значение; σ - стандартное отклонение; p - достоверность различий

Как видно по представленным в таблице данным, дети первой группы не продемонстрировали статистически достоверных изменений распределения нагрузки по поверхности стоп. Дети второй группы (ЛФК) продемонстрировали статистически достоверное изменение параметров только основного коэффициента медиолатерального соотношения нагрузки в области свода ($p=0,041$), таким образом, парциальная нагрузка на медиальный продольный свод в фазу опоры снизилась на 4,5% за три месяца тренировок. При этом дети данной группы также увеличили суммарную нагрузку на медиальный свод на 2,9% в последующие шесть месяцев наблюдения, тем самым приблизившись к значениям суммарной нагрузки до тренировок. С другой стороны, дети третьей и четвертой групп продемонстрировали статистически достоверное изменение параметров преимущественно в отношении суммарной нагрузки веса тела на медиальный продольный свод в фазу опоры уже через три месяца тренировок. Так, основной коэффициент медиолатерального соотношения нагрузки в области свода у детей третьей группы, выполнявших специальный комплекс упражнений для тренировки устойчивости в вертикальной позе, снизился в 1,7 раз ($p=0,027$). Это значит, что нагрузка

веса тела в фазу опоры стала приходиться преимущественно на латеральный край стопы, что соответствует правильному биомеханическому паттерну. Достигнутый результат сохранился через шесть месяцев наблюдения после окончания тренировок. Основным коэффициентом медиолатерального соотношения нагрузки в области пятки у данной группы детей также имел тенденцию к снижению нагрузки на медиальный край пяточного бугра в среднем в 2,2 раза через шесть месяцев тренировок. Основным коэффициентом медиолатерального соотношения нагрузки в области пучков (головок плюсневых костей) снизился в 1,3 раза, тем самым показав менее выраженную положительную динамику по сравнению с предыдущими параметрами. Данный факт, возможно, связан с тем, что преимущественная нагрузка в области медиальных головок плюсневых костей является физиологической в начальную фазу заднего толчка. В то же время дети четвертой группы, занимавшиеся на нестабильной платформе, продемонстрировали также статистически достоверное перераспределение нагрузки веса тела в области свода более латерально. Так, у данной группы детей нагрузка на медиальный продольный свод в фазу опоры снизилась на 7,2% через один месяц тренировок ($p=0,033$), а через три месяца занятий – на 6,5%. Таким образом суммарная нагрузка на медиальный продольный свод снизилась в 2,7 раз. При этом статистически достоверного регресса в течение шести месяцев после окончания тренировок отмечено не было. Парциальная нагрузка на медиальную часть пяточного бугра и головок плюсневых костей также уменьшилась в 2,67 и 1,4 раза, соответственно.

В качестве примера ниже приведена столбчатая диаграмма, иллюстрирующая динамику коэффициента медиолатерального соотношения в области свода в цикле шага у детей четырех групп: 0 – первоначальные значения коэффициента; 6 – через шесть месяцев тренировок; 12 - через шесть месяцев наблюдения после окончания тренировок (рисунок 4.2).



★ $p < 0,05$

Рис. 4.2 Динамика коэффициента медиолатерального соотношения в области свода в цикле шага у детей четырех групп

Как видно по представленным на диаграмме данным, у детей первой группы, не выполнявших каких-либо тренировок, коэффициент нагрузки на область медиального продольного свода не имел статистически достоверных изменений (1,1 – 1,2). В то время как дети второй группы, выполнявшие стандартный комплекс ЛФК, продемонстрировали статистически достоверное изменение коэффициента медиолатерального свода в латеральную сторону. Но при этом среднее значение данного параметра по-прежнему соответствовало пронационному положению стопы с преимущественной нагрузкой по медиальному продольному своду в цикле шага. С другой стороны, дети третьей и четвертой групп продемонстрировали статистически достоверные изменения в отношении распределения нагрузки по поверхности стопы. Так, коэффициент медиолатерального соотношения в области свода у детей третьей группы, выполнявших специальный комплекс упражнений для тренировки баланса тела, снизился в 2,01 раза за шесть месяцев без регресса в последующие полгода наблюдения. Дети четвертой группы, занимавшиеся на специальной нестабильной платформе, также имели статистически

достоверное снижение нагрузки по медиальной поверхности стопы в цикле шага в среднем в 3,53 раза по сравнению с первоначальными параметрами (таблица 4.4).

Таблица 4.4

Суммарное кратное изменение медиолатерального соотношения в области свода у детей четырех групп после шести месяцев наблюдения или тренировок

Коэффициент	I	II	III	IV
f14	1,04	1,3	2,01	3,53

В таблице: f14 – основной коэффициент медиолатерального соотношения в области свода

В данной таблице продемонстрировано, во сколько раз в среднем снизилась нагрузка на медиальный продольный свод в цикле шага (фаза опоры) у детей четырех групп в течение шести месяцев.

Таким образом, дети, выполнявшие тренировку устойчивости тела в вертикальной позе, продемонстрировали статистически достоверное снижение нагрузки веса тела на медиальный продольный свод в фазу опоры согласно педобарометрическому способу диагностики, что соответствует правильному биомеханическому паттерну распределения нагрузки по подошвенной поверхности в цикле шага.

4.5 Результаты стабилметрической оценки у детей до и после тренировок

Стабилметрия проводилась при первичном осмотре, спустя 3 и 6 месяцев тренировок, через 6 мес. после окончания тренировок. В связи с тем, что при оценке положения ЦТ в трех плоскостях отдельные параметры совпадают, как, например: положение ЦТ по оси X во фронтальной и горизонтальной плоскости; положение ЦТ по оси Y во фронтальной и сагиттальной плоскости; положение ЦТ по оси X в сагиттальной плоскости и ЦТ по оси Y в горизонтальной плоскости, то повторяющиеся параметры продублированы не были. Для большей наглядности результаты оценки показателей максимального и минимального по-

ложения ЦТ по оси X и Y в трех положениях у детей четырех групп представлены в таблицах 4.5 – 4.8.

Таблица 4.5

Минимальное и максимальное положение ЦТ у пациентов первой группы

Положение 1 (*p<0,05)								
Положение ЦТ	До тренировок		Через 3 мес.		Через 6 мес.		Через 6 мес. после окончания тренировок	
	М	σ	М	σ	М	σ	М	σ
ЦТ по оси X (ф) мин.	-0,5	0,1	-0,8	0,1	-1,4*	0,2	-1,1	0,4
ЦТ по оси X (ф) макс.	3,8	1,4	4,3	1,3	3,5	1,4	4,1	1,2
ЦТ по оси X (с) мин.	-4,1	1,4	-5,6	1,5	-4,9	1,5	-5,7*	1,4
ЦТ по оси X (с) макс.	-2,9	1,2	-3,8	1,3	-4,3*	1,5	-3,2	1,3
Положение 2 (*p<0,05)								
ЦТ по оси X (ф) мин.	-7,8	2,3	-9,1	1,9	-10,2*	1,6	-8,8	2,1
ЦТ по оси X (ф) макс.	-5,2	1,8	-6,9	2,0	-6,5	1,7	-7,0	1,9
ЦТ по оси X (с) мин.	-4,3	1,4	-4,8	1,7	-5,1	1,3	-4,6	2,2
ЦТ по оси X (с) макс.	5,1	2,1	7,7	1,9	6,4	2,0	7,2*	1,7
Положение 3 (*p<0,05)								
ЦТ по оси X (ф) мин.	-1,3	0,9	-1,9	0,6	-2,3*	1,1	-2,1	0,9
ЦТ по оси X (ф) макс.	4,4	0,7	6,1	0,8	5,8	1,2	6,3	0,5
ЦТ по оси X (с) мин.	-9,2	1,1	-10,9	1,7	-12,4	2,2	-11,1	1,4
ЦТ по оси X (с) макс.	-6,5	1,3	-6,1	1,0	-5,7	0,7	-6,8	1,2

В таблице: М - среднее арифметическое значение; σ - стандартное отклонение; p - достоверность различий; ЦТ – центр тяжести; ф. – фронтальная плоскость; с. - сагиттальная плоскость; мин. – минимальное значение положения ЦТ; макс. – максимальное значение положения ЦТ

Таблица 4.6

Минимальное и максимальное положение ЦТ у пациентов второй группы

Положение 1 (*p<0,05)								
Положение ЦТ	До трени- ровок		Через 3 мес.		Через 6 мес.		Через 6 мес. после окон- чания трени- ровок	
	М	σ	М	σ	М	σ	М	σ
ЦТ по оси X (ф) мин.	-1,2	0,3	-0,9	0,2	-1,3	0,3	-1,1	0,4
ЦТ по оси X (ф) макс.	4,2	1,7	3,7	1,6	3,9	1,0	4,1	1,5
ЦТ по оси X (с) мин.	-3,5	1,5	-2,6	1,3	-4,0	1,9	-3,7	1,8
ЦТ по оси X (с) макс.	-2,4	1,4	-1,9	1,1	-2,7	1,7	-3,1	1,5
Положение 2 (*p<0,05)								
ЦТ по оси X (ф) мин.	-8,6	2,1	-7,1	1,4	-7,9	1,7	-9,2	2,3
ЦТ по оси X (ф) макс.	-4,0	1,6	-2,3	2,0	-3,1	1,9	-3,5	2,1
ЦТ по оси X (с) мин.	-2,8	1,2	-2,3	1,5	-3,2	1,4	-3,7	1,8
ЦТ по оси X (с) макс.	5,3	2,3	6,5	1,8	6,1	2,2	6,8	1,2
Положение 3 (*p<0,05)								
ЦТ по оси X (ф) мин.	-1,9	0,7	-2,7	0,9	-2,2	1,2	-3,1	0,5
ЦТ по оси X (ф) макс.	3,3	0,9	4,2	1,8	4,7	1,8	3,9	1,4
ЦТ по оси X (с) мин.	-10,2	1,0	-11,4	1,4	-12,0	2,4	-10,8	1,6
ЦТ по оси X (с) макс.	-4,4	1,5	-3,8	1,6	-3,3	0,9	-4,1	1,1

В таблице: М - среднее арифметическое значение; σ - стандартное отклонение; p - достоверность различий; ЦТ – центр тяжести; ф. – фронтальная плоскость; с. - сагиттальная плоскость; мин. – минимальное значение положения ЦТ; макс. – максимальное значение положения ЦТ

Таблица 4.7

Минимальное и максимальное положение ЦТ у пациентов третьей группы

Положение 1 (*p<0,05)								
Положение ЦТ	До трени- ровок		Через 3 мес.		Через 6 мес.		Через 6 мес. после окон- чания тре- нировок	
	М	σ	М	σ	М	σ	М	σ
ЦТ по оси X (ф) мин.	-1,3	0,3	-0,5*	0,1	-0,3	0,2	-0,5	0,6
ЦТ по оси X (ф) макс.	2,6	1,2	0,8*	1,5	0,7	1,4	0,4	1,8
ЦТ по оси X (с) мин.	-5,9	0,9	-3,6*	1,2	-2,4	1,7	-2,7	1,4
ЦТ по оси X (с) макс.	-3,3	1,4	-1,4*	1,3	-0,9	1,6	-1,1	1,3
Положение 2 (*p<0,05)								
ЦТ по оси X (ф) мин.	-9,6	2,2	-7,1**	1,7	-5,9*	1,9	-6,2	2,1
ЦТ по оси X (ф) макс.	-3,5	1,9	-1,7**	2,3	0,2**	1,2	-0,3	1,6
ЦТ по оси X (с) мин.	-3,8	1,1	-2,2	1,5	-0,1	1,7	-0,5	2,0
ЦТ по оси X (с) макс.	5,1	2,0	3,5	1,7	2,9	2,1	3,2	1,8
Положение 3 (*p<0,05)								
ЦТ по оси X (ф) мин.	-2,1	0,6	-0,6*	0,9	0,7*	1,0	0,3	0,9
ЦТ по оси X (ф) макс.	4,2	0,8	1,5**	0,5	0,3*	0,9	0,6	0,7
ЦТ по оси X (с) мин.	-9,9	1,0	-7,3*	1,4	-5,9*	2,0	-7,1	1,6
ЦТ по оси X (с) макс.	-4,5	1,5	-1,4**	1,2	0,5	1,7	-0,2	1,4

В таблице: М - среднее арифметическое значение; σ - стандартное отклонение; p - достоверность различий; ЦТ – центр тяжести; ф. – фронтальная плоскость; с. - сагиттальная плоскость; мин. – минимальное значение положения ЦТ; макс. – максимальное значение положения ЦТ

Таблица 4.8

Минимальное и максимальное положение ЦТ у пациентов четвертой группы

Положение 1 (*p<0,05)								
Положение ЦТ	До трени- ровок		Через 3 мес.		Через 6 мес.		Через 6 мес. после окон- чания трени- ровок	
	М	σ	М	σ	М	σ	М	σ
ЦТ по оси X (ф) мин.	-0,8	0,4	-0,3	0,3	-0,1	0,2	-0,4	0,4
ЦТ по оси X (ф) макс.	3,1	1,1	1,8*	1,4	0,5*	1,6	1,1	1,5
ЦТ по оси X (с) мин.	-4,9	0,8	-5,6	1,5	-3,8	1,0	-4,4	1,3
ЦТ по оси X (с) макс.	-2,2	1,1	-1,7	1,6	-1,9	1,4	-2,1	1,5
Положение 2 (*p<0,05)								
ЦТ по оси X (ф) мин.	-9,2	2,0	-7,0*	1,8	-4,6*	1,7	-6,2	2,0
ЦТ по оси X (ф) макс.	-3,3	1,7	0,4**	2,1	0,2	1,5	-0,6	1,8
ЦТ по оси X (с) мин.	-3,9	1,4	-2,8	1,7	-3,0	1,9	-3,6	2,2
ЦТ по оси X (с) макс.	4,1	2,1	5,5	1,9	4,9	2,3	5,1	1,6
Положение 3 (*p<0,05)								
ЦТ по оси X (ф) мин.	-1,8	0,8	-0,9*	0,2	-0,4	1,3	-0,8	0,7
ЦТ по оси X (ф) макс.	3,9	1,1	1,9**	0,6	1,5	0,8	2,3	1,7
ЦТ по оси X (с) мин.	-	1,4	-10,0	1,7	-9,4	2,2	-10,7	1,8
	11,5							
ЦТ по оси X (с) макс.	-5,6	1,1	-4,7	1,4	-5,1	1,9	-5,4	2,4

В таблице: М - среднее арифметическое значение; σ - стандартное отклонение; p - достоверность различий; ЦТ – центр тяжести; ф. – фронтальная плоскость; с. - сагиттальная плоскость; мин. – минимальное значение положения ЦТ; макс. – максимальное значение положения ЦТ

Как видно по представленным в таблицах данным, у детей первой группы отмечалось статистически достоверное ухудшение параметров положения ЦТ в обеих плоскостях в трех положениях. У детей второй группы, выполнявшей стандартный комплекс ЛФК, статистически достоверных изменений отмечено не было. Параметры положения ЦТ у детей третьей и четвертой группы продемонстрировали статистически достоверное улучшение параметров устойчивости в вертикальной позе, преимущественно во фронтальной плоскости. В то же время ухудшения параметров отклонения ЦТ в сагиттальной плоскости выявлено не было. У детей третьей и четвертой группы имелось снижение амплитуды колебания ЦТ во фронтальной плоскости во всех положениях, выраженное в виде уменьшения разницы между максимальным и минимальным положением на оси координат уже в первые три месяца тренировок. При этом у детей третьей и четвертой групп после тренировок определена следующая тенденция – стабилизация ЦТ в положении, близком к центральному положению на оси координат. При этом в положении 2 имеющаяся стабилизация была выражена в меньшей степени. Возможно, это обусловлено тем, что в положении стоя на левой ноге ЦТ также больше стремится влево.

Таким образом, по данным стабилметрической оценки тренировки баланса тела у детей с генерализованной гипермобильностью способствуют стабилизации положения ЦТ во фронтальной плоскости с минимальной амплитудой колебаний, в то же время также не отмечается ухудшения параметров положения ЦТ в сагиттальной плоскости.

В качестве примера ниже приведены графики положения ЦТ во фронтальной плоскости одного из пациентов четвертой группы после трех месяцев тренировок: как видно на представленных графиках, амплитуда колебаний ЦТ демонстрирует тенденцию к снижению степени разброса вправо и влево по сравнению с первоначальными данными (рисунок 4.3).

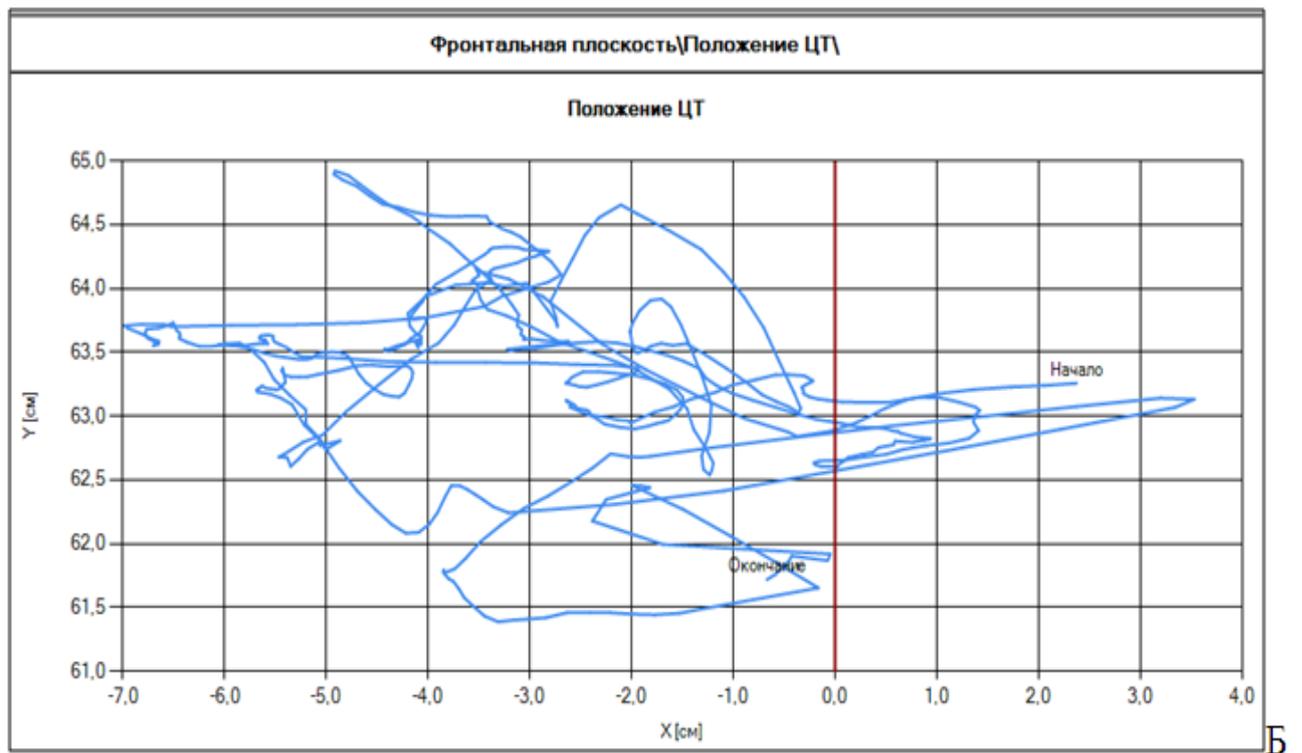
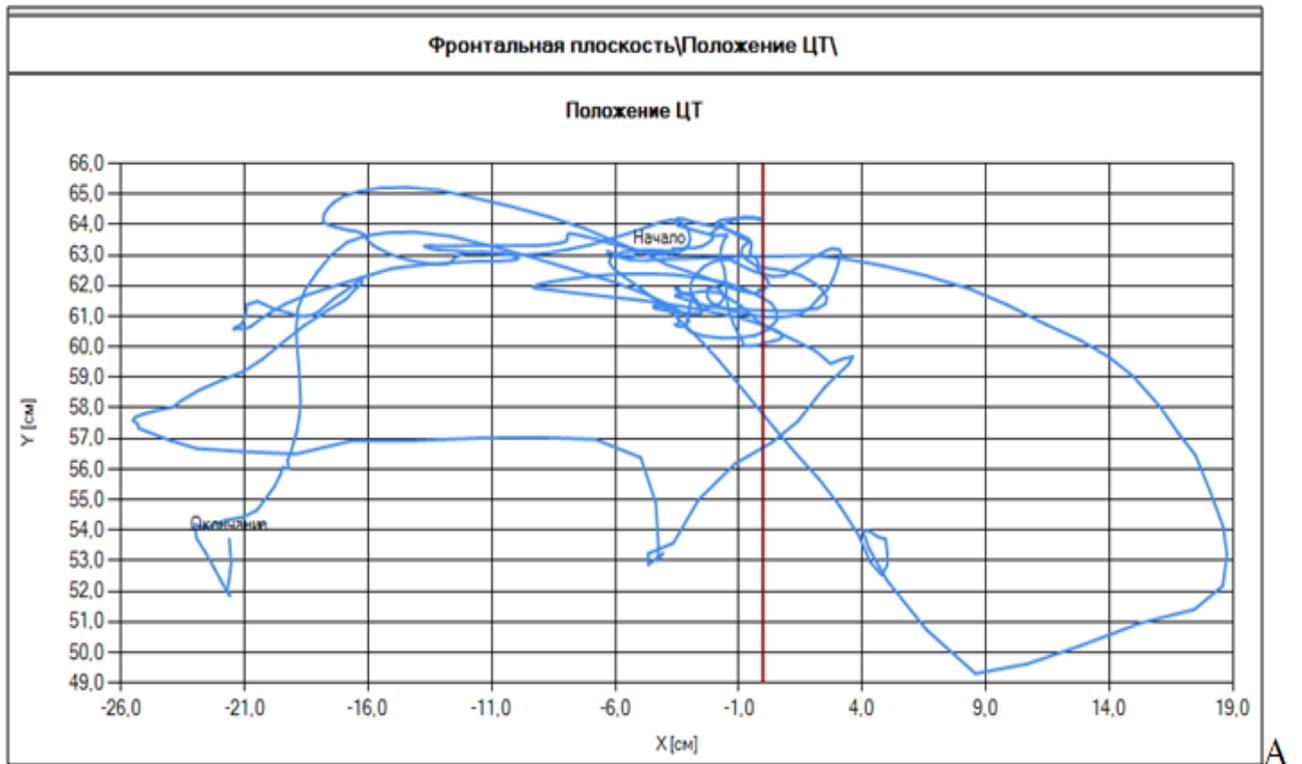


Рис. 4.3 Графики положения ЦТ во фронтальной плоскости в положении «стоя на одной ноге» до занятий на нестабильной платформе (А) и через три месяца тренировок – отмечается снижение амплитуды колебаний ЦТ (Б)

Как представлено на рисунке 4.3, первоначальная амплитуда колебаний ЦТ во фронтальной плоскости составила от -26,0 до +19,0 см, в то время как после трех месяцев ежедневных упражнений на нестабильной платформе диапазон значений составил от -7,0 до +3,5 см. Таким образом, стабильность положения ЦТ продемонстрировала улучшение в среднем в 4,3 раза.

4.6 Результаты оценки взаимосвязи гипермобильности и параметров баланса тела

Для того чтобы оценить силу взаимосвязи между гипермобильностью (ГМ) и параметрами устойчивости в вертикальной позе, нами был проведен корреляционный анализ между данными шкалы Бейтона (ГМ), суммарным количеством ошибок согласно шкале BESS, средним значением между максимальным и минимальным положением центра тяжести (ЦТ) во фронтальной плоскости. Результаты данной оценки приведены на рисунке 4.4.

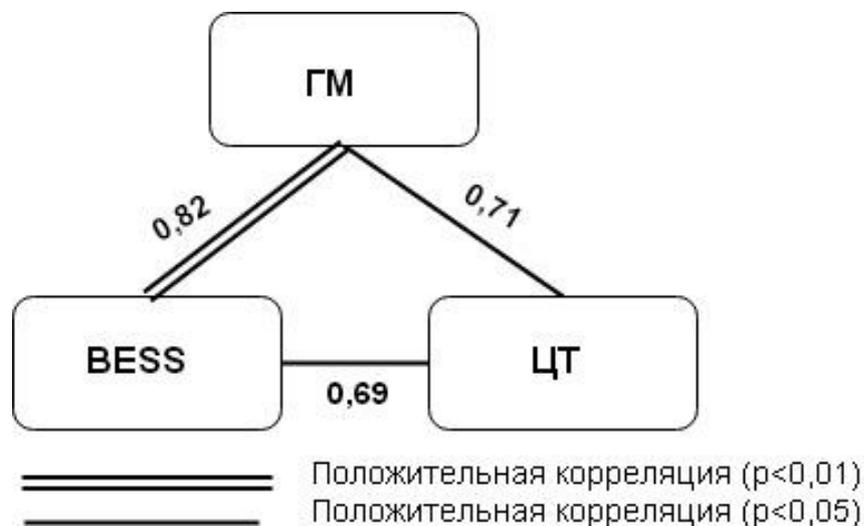


Рис. 4.4 Корреляционная плеяда силы взаимодействия величины гипермобильности и параметрами устойчивости в вертикальной позе согласно клинической и компьютерной топографической оценке

Как видно на представленном рисунке, между величиной гипермобильности и суммарным количеством ошибок согласно шкале BESS имеется положительная

корреляционная связь ($r=0,82$; $p=0,0047$) – чем выше гипермобильность, тем большее число ошибок совершает исследуемый при клинической оценке баланса тела. В то же время величина гипермобильности также демонстрирует положительную корреляционную связь со средним значением амплитуды колебаний центра тяжести во фронтальной плоскости ($r=0,71$; $p=0,038$). Таким образом, при генерализованной гипермобильности суставов отмечается снижение устойчивости в вертикальной позе при выполнении тестов согласно клинической и стабилметрической оценке.

4.7 Визуальная оценка высоты продольного свода у детей после тренировок

Для визуальной оценки плоскостопия у детей четырех групп была использована шкала FPI-6 как средство с высокой воспроизводимостью.

Результаты динамики суммарных значений анализируемых групп детей представлены в таблице 4.9.

Таблица 4.9

Результаты оценки по шкале FPI-6 у детей четырех групп в динамике

Группы детей	n	До		1		3		6		12	
		М	σ	М	σ	М	σ	М	σ	М	σ
I	30	9,37	1,63	9,73	1,23	9,8	1,2	9,9	1,15	10,03	1,03
II	30	9,2	1,84	8,3*	2,02	7,9*	1,7	7,74*	1,65	8,37*	1,47
III	28	9,67	1,58	8,13*	1,55	6,83**	0,91	5,83**	0,99	5,9	0,92
IV	26	9,8	1,45	7,76**	1,1	6,57*	0,86	4,9**	0,83	5,1	0,66
* $p<0,05$; ** $p<0,01$											

В таблице: n - число опрошенных участников; М - среднее арифметическое значение; σ - стандартное отклонение; p - достоверность различий

Как видно по представленным в таблице данным, у детей, занимавшихся как ЛФК, так и тренировками баланса тела, имеется достоверная положительная

динамика в отношении суммарных параметров формы и положения стопы. В то время как контрольная группа наблюдения продемонстрировала отсутствие статистически достоверных изменений в отношении формы и положения стопы за период наблюдения – 1 год. Вторая группа детей, выполнявшая стандартный комплекс лечебной физкультуры, рекомендованный при плоскостопии у детей, имела положительную динамику за шесть месяцев ежедневных занятий, но в целом суммарное количество баллов также соответствовало выраженному пронационному положению стопы (7,74 – 8,37 баллов). Также у детей второй группы после прекращения тренировок в течение шести месяцев наблюдался статистически достоверный регресс в отношении формы и положения стопы. С другой стороны, дети третьей группы, выполнявшие специальный комплекс упражнений для тренировки баланса тела, продемонстрировали статистически достоверное улучшение суммарных параметров в отношении формы и положения стопы в 1,65 раз по сравнению с данными параметрами до тренировок, приблизившись по суммарной оценке к среднепопуляционному значению для данного возраста ($4,7 \pm 2,9$). При этом в дальнейшем не произошло статистически достоверного регресса результатов согласно шкале FPI-6. Дети четвертой группы, тренировавшиеся на специальной нестабильной платформе, также продемонстрировали статистически достоверное улучшение формы и положения стопы, как и дети третьей группы, но при этом суммарное улучшение за шесть месяцев занятий произошло с $9,8 \pm 1,45$ до $4,9 \pm 0,83$ баллов, т.е. в два раза.

Таким образом, тренировки баланса тела продемонстрировали большую эффективность в отношении параметров формы и положения стопы у детей с плоскостопием на фоне гипермобильности по сравнению со стандартным комплексом лечебной физкультуры. Вероятно, это обусловлено тем, что тренировки баланса тела, помимо воздействия на активные факторы поддержания равновесия (мышцы голени и стопы), способствовали формированию постурального стереотипа, тем самым улучшив сознательный контроль в отношении положения стопы. Данный факт также объясняет отсутствие статистически достоверного регресса у

детей третьей и четвертой групп в течение шести месяцев после окончания тренировок.

В качестве примера ниже приведена линейная диаграмма, иллюстрирующая динамику суммарных значений параметров формы и положения стопы, согласно шкале FPI-6, у детей четырех групп. Как показывают представленные данные, у детей первой группы отсутствовала статистически значимая динамика в отношении формы и положения стопы, суммарное количество баллов составило от $9,37 \pm 1,63$ в начале периода наблюдения до $10,03 \pm 1,03$ баллов через один год; у детей второй группы имелась положительная динамика, преимущественно в первые три месяца тренировок (-1,3 балла), затем – незначительный регресс в период, равный шести месяцам после окончания тренировок (+0,63 балла); у детей третьей и четвертой групп также наблюдалась положительная динамика, особенно в первые три месяца, а после шести месяцев упражнений положение стопы приблизилось к среднепопуляционному ($5,83 \pm 0,99$ и $4,9 \pm 0,83$ баллов, соответственно) (рисунок 4.5).

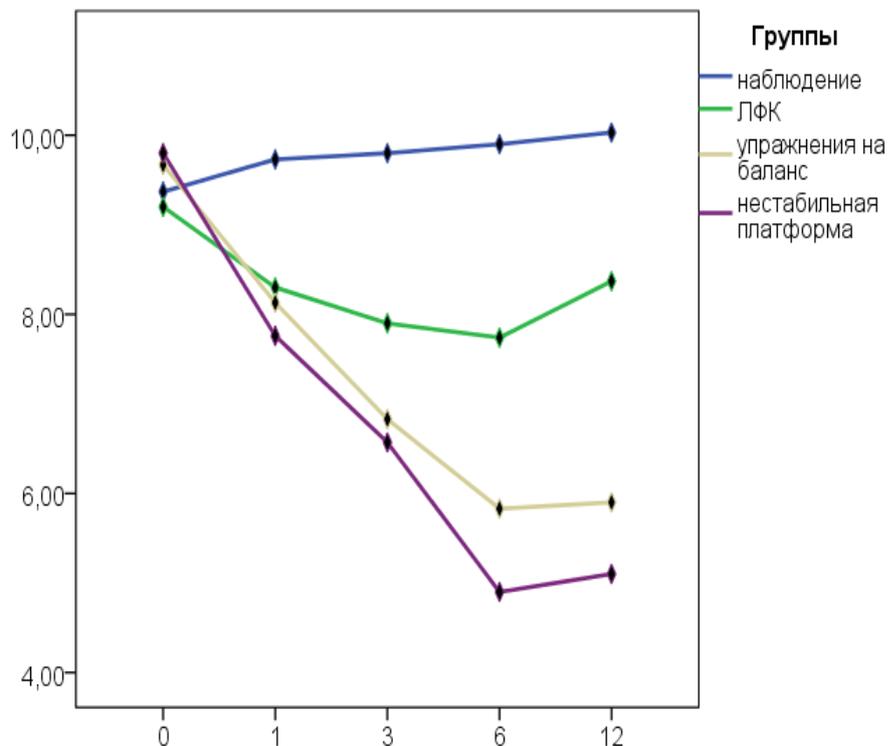


Рис. 4.5 Динамика суммарных значений параметров формы и положения стопы согласно шкале FPI-6 у детей четырех групп

Клинический пример.

Девочка К., 8 лет. Родители обратились с жалобами на деформацию стоп. У пациентки имелись жалобы на быструю утомляемость, боли в стопах и голени после длительной ходьбы (более двух часов). При осмотре была выявлена гипермобильность по шкале Бейтона – девять баллов (максимально возможная), по шкале оценки гипермобильности нижних конечностей LLAS - 20 баллов (максимальная сумма баллов – 24). При визуальной оценке мобильности стопы – тест «вставания на цыпочки» – отрицательный, тест Jack – отрицательный. Суммарная оценка формы и положения стопы по шкале FPI-6 составила 10 и 11 баллов (справа и слева, соответственно). При клинической оценке общего баланса по шкале BESS при удержании равновесия тела в позах неустойчивости было совершено десять ошибок на ровной поверхности и 16 – на мягком мате. Пациентка выполняла рекомендованный курс упражнений на нестабильной платформе в течение шести месяцев. В данном случае также важно, чтобы помимо выполнения курса упражнений пациент сознательно контролировал положение стопы. Результаты данных тренировок представлены на рисунке 4.6.



Рис. 4.6 Результаты тренировок на нестабильной платформе пациентки К., 8 лет:
 А – вид левой стопы сбоку до тренировок; Б – вид левой стопы сбоку после тренировок;
 В – вид правой стопы до тренировок; Г – вид правой стопы после тренировок;
 Д – вид сзади до тренировок; Е – вид сзади после тренировок

После шести месяцев тренировок пациентка отметила субъективное улучшение в виде отсутствия быстрой утомляемости и болей в стопах при продолжительной ходьбе, улучшение сознательного контроля положения стоп в виде облегчения выполнения, меньшего мышечного напряжения, в первую очередь, по латеральной поверхности голени, что было подтверждено при анкетировании со-

гласно Оксфордскому опроснику состояния стоп у детей: в отношении физического компонента улучшение произошло на 67,2%, в отношении эмоционального компонента – на 74,8%. Суммарная оценка формы и положения стопы по шкале FPI-6 составила пять и шесть баллов (справа и слева, соответственно). При клинической оценке общего баланса по шкале BESS при удержании равновесия тела в позах неустойчивости было совершено две ошибки на ровной поверхности и пять – на мягком мате. Таким образом, у данной пациентки после тренировок отмечалось как увеличение высоты медиального продольного свода, так и улучшение параметров общего баланса тела при клинической оценке.

4.8 Результаты плантографической и антропометрической оценки высоты продольного свода стоп у детей после тренировок

Результаты оценки антропометрических показателей, оцениваемых по медиальной боковой поверхности, представлены в таблице 4.10.

Таблица 4.10

Результаты оценки антропометрических показателей у четырех групп детей в течение года

Гр.	До		1		3		6		12	
	PI	ANI	PI	ANI	PI	ANI	PI	ANI	PI	ANI
	M±σ	M±σ	M±σ	M±σ	M±σ	M±σ	M±σ	M±σ	M±σ	M±σ
I	6,78 ±0,9	0,25± 0,01	6,76± 0,85	0,24± 0,02	7,1±0, 82	0,25±0 ,02	7,0±0, 71	0,25± 0,03	6,8±0, 65	0,24± 0,01
II	6,72 ±0,8	0,25± 0,01	7,27± 0,77	0,25± 0,013	7,85* ±0,66	0,26*± 0,01	7,57± 0,64	0,25± 0,012	6,64* ±0,75	0,25± 0,013
III	6,68 ±0,8	0,25± 0,01	7,85* ±0,66	0,26* ±0,01	9,92* *±1,1	0,28*± 0,01	10,44 *±0,9	0,3*± 0,02	10,1± 0,8	0,3±0, 01
IV	6,82 ±0,6	0,25± 0,013	8,27* *±0,4	0,26* ±0,01	10,1* *±0,7	0,29** ±0,01	10,6* ±0,85	0,3*± 0,01	10,2± 0,76	0,3±0, 04

В таблице: гр. – группы; n - число опрошенных участников; М - среднее арифметическое значение; σ - стандартное отклонение; p - достоверность различий; PI - подометрический индекс; АНІ – индекс высоты свода

Как видно по представленным в таблице данным, в контрольной группе детей не наблюдалось статистически достоверного изменения высоты медиального продольного свода стоп в течение всего периода наблюдения. В отношении второй группы детей, выполнявших комплекс упражнений ЛФК, имелась слабо выраженная положительная динамика после трех месяцев упражнений ($p < 0,05$), в дальнейшем, после шести месяцев наблюдения (без тренировок) высота медиального продольного свода стала соответствовать первоначальным значениям (до тренировок). Дети третьей группы, выполнявшие упражнения для тренировки баланса тела, продемонстрировали статистически достоверное увеличение высоты медиального продольного свода после первого месяца тренировок (ПИ $7,85 \pm 0,66$ вместо $6,68 \pm 0,78$; АНІ $0,26 \pm 0,01$ вместо $0,25 \pm 0,013$), максимальный прирост в отношении высоты продольного свода стоп наблюдался после трех месяцев тренировок (ПИ $9,92 \pm 1,1$; АНІ $0,28 \pm 0,01$), приблизившись к популяционным значениям. В дальнейшем, в течение последующих трех месяцев занятий положительная динамика сохранялась (ПИ $10,44 \pm 0,9$; АНІ $0,3 \pm 0,02$). В отношении детей четвертой группы, занимавшихся на нестабильной платформе, также имелась положительная динамика. Так, за первый месяц тренировок прирост в отношении высоты медиального продольного свода согласно подометрическому индексу составил 21,2%, в последующие два месяца тренировок – 22%, через шесть месяцев тренировок суммарный прирост составил 55,4% в сравнении с первоначальными данными. В отличие от детей второй группы у детей третьей и четвертой групп не отмечалось снижения высоты свода в течение шести месяцев наблюдения после окончания тренировок.

Ниже приведена столбчатая диаграмма, иллюстрирующая динамику высоты свода стоп согласно подометрическому индексу у детей четырех групп: 0 – пер-

воначальные значения высоты свода стоп; 6 – через шесть месяцев тренировок; 12 – через шесть месяцев наблюдения после окончания тренировок (рисунок 4.7).

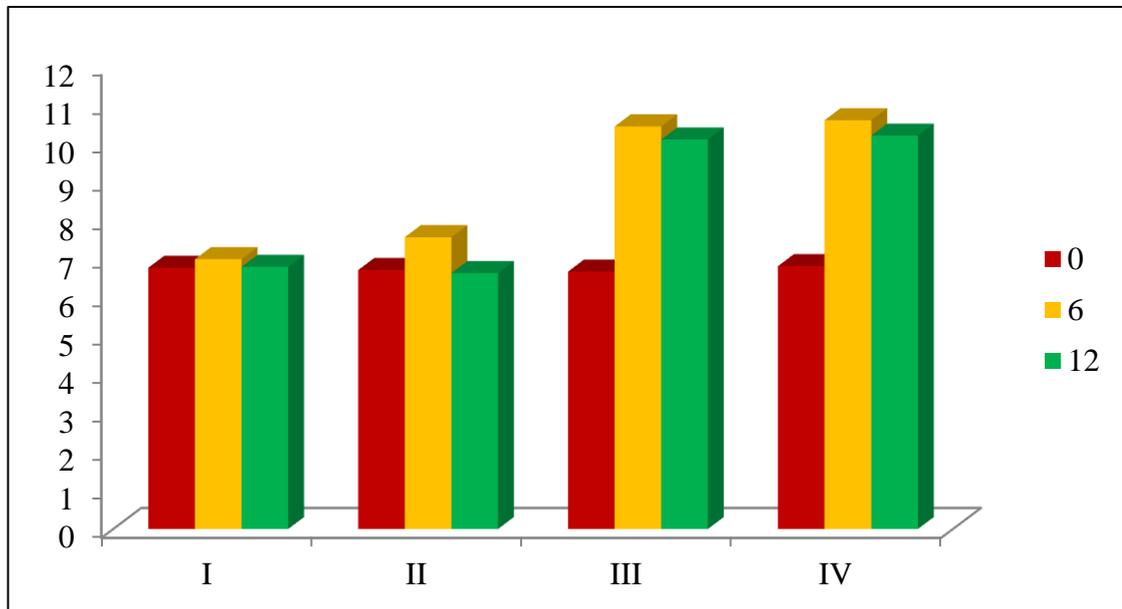


Рис. 4.7 Динамика высоты свода стоп у детей четырех групп согласно подометрическому индексу

Как видно на представленной диаграмме, у детей третьей и четвертой групп, выполнявших упражнения для тренировки фронтального баланса тела, имеется максимальное увеличение высоты медиального продольного свода стоп после шести месяцев упражнений с сохранением полученного результата в дальнейшем периоде наблюдения.

Положение оси пяточной кости оценивалось как качественно по шкале FPI-6, так и количественно по имеющимся отсканированным изображениям.

Средние значения отклонения пяточной оси от вертикали представлены в таблице. Положительные значения соответствуют вальгусному положению. Варусное положение не встречалось среди анализируемых групп пациентов (таблица 4.11).

Таблица 4.11

Результаты оценки отклонения оси пяточной кости у четырех групп детей в течение года

Группы	n	До		1		3		6		12	
		М	σ	М	σ	М	σ	М	σ	М	σ
I	30	9,5	$\pm 2,7$	9,8	$\pm 3,0$	10,1	$\pm 4,1$	9,6	$\pm 3,2$	9,8	$\pm 2,8$
II	30	11,3	$\pm 3,1$	10,7*	$\pm 2,3$	10,5	$\pm 2,8$	10,8	$\pm 2,9$	11,2	$\pm 3,3$
III	28	10,1	$\pm 2,5$	8,3*	$\pm 3,1$	6,8**	$\pm 2,7$	5,9*	$\pm 3,2$	6,1	$\pm 1,9$
IV	26	11,8	$\pm 3,4$	9,2**	$\pm 3,7$	6,4**	$\pm 2,9$	5,3*	$\pm 2,3$	5,7	$\pm 1,8$
* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$											

В таблице: n - количество детей; М - среднее арифметическое значение; σ - стандартное отклонение; p - достоверность различий

Представленные в таблице данные демонстрируют тенденцию к вальгусному отклонению оси пяточной кости во всех представленных группах. В контрольной группе величина вальгусного отклонения за весь период наблюдения составила, в среднем, от 9,5 до 10,1°. Во второй группе детей статистически достоверное уменьшение степени вальгусного отклонения было достигнуто через один месяц упражнений ($p=0,043$), в то время как в последующее время наблюдения статистически достоверных изменений отмечено не было. С другой стороны, у детей третьей и четвертой групп имелось статистически достоверное уменьшение степени вальгусного отклонения оси пяточной кости в течение всего периода наблюдения. Так, у детей третьей группы максимальное изменение степени вальгусного отклонения было отмечено спустя три месяца тренировок ($-3,3^\circ$) ($p=0,0012$). У детей четвертой группы также максимальное изменение степени выраженности вальгусного отклонения заднего отдела стоп было отмечено в первые три месяца занятий на нестабильной платформе ($-5,4^\circ$) ($p=0,0029$) (рисунок 4.8, 4.9).

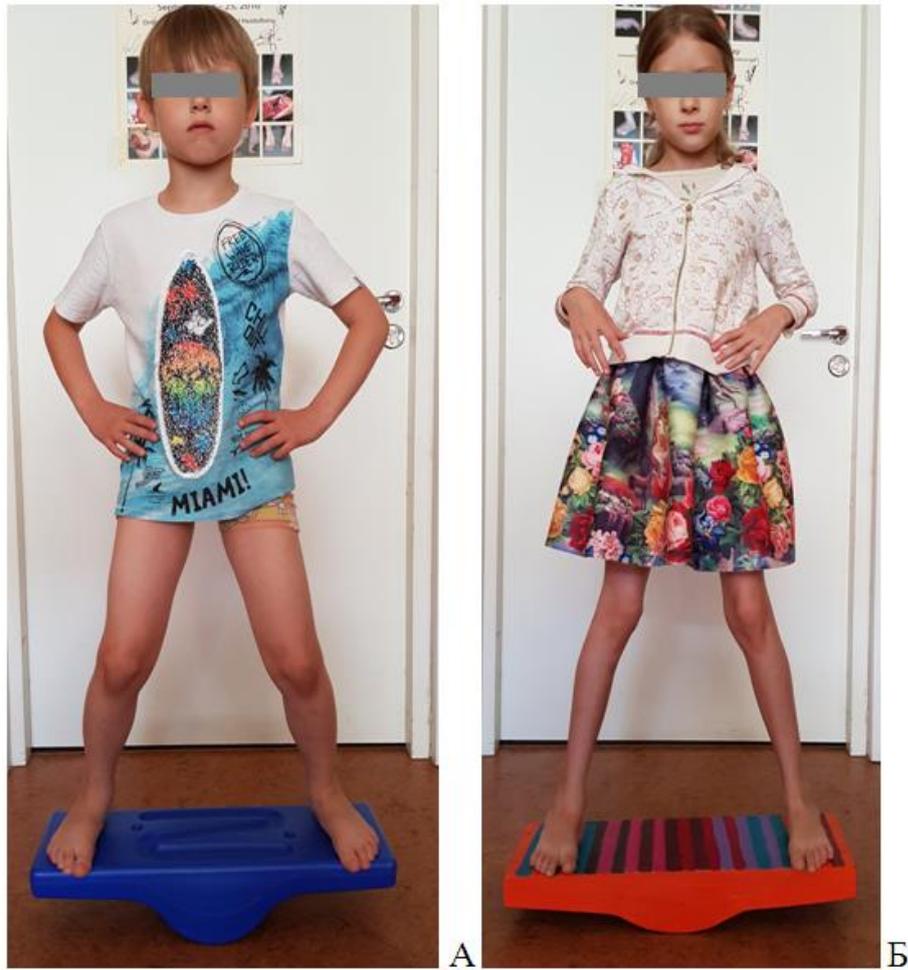


Рис. 4.8 Пациент А., 8 лет, первоначальный вариант платформы (А); пациентка К., 9 лет, окончательный вариант платформы (Б)



Рис. 4.9 Положение оси пяточной кости: А – до тренировки на нестабильной платформе; Б – через три месяца ежедневных занятий на нестабильной платформе

Суммируя сказанное, необходимо отметить, что тренировки баланса тела у детей (как специальные упражнения, так и занятия на нестабильной платформе) помимо увеличения высоты медиального продольного свода и уменьшения степени вальгусного отклонения оси пяточной кости в течение периода выполнения упражнений способствовали сохранению данного результата в последующие шесть месяцев наблюдения после окончания тренировок. Данный факт обусловлен формированием правильного постурального стереотипа в отношении положения стопы у детей, в том числе вследствие улучшения сознательного контроля положения стоп.

Динамика средних значений плантографических индексов в течение периода тренировок и последующего периода наблюдения представлена в таблице 4.12.

Таблица 4.12

Результаты оценки плантографических индексов у четырех групп детей в течение года

Индексы		I	II	III	IV
До	SI	0,93±0,1	0,97±0,14	0,91±0,08	1,02±0,11
	CSI	0,63±0,05	0,68±0,08	0,69±0,09	0,71±0,06
	PAI	0,2±0,03	0,21±0,02	0,21±0,03	0,22±0,02
1	SI	0,91±0,18	0,95±0,1	0,88±0,05	0,9*±0,1
	CSI	0,62±0,07	0,64±0,06	0,63±0,07	0,64*±0,05
	PAI	0,2±0,02	0,2±0,01	0,18±0,04	0,19*±0,03
3	SI	0,96±0,2	0,84*±0,06	0,78*±0,06	0,75**±0,09
	CSI	0,64±0,08	0,52*±0,03	0,51*±0,08	0,5*±0,04
	PAI	0,21±0,03	0,15**±0,03	0,15*±0,03	0,15**±0,03
6	SI	0,95±0,1	0,86±0,07	0,63**±0,08	0,67*±0,04
	CSI	0,62±0,06	0,55±0,09	0,46*±0,05	0,38*±0,07
	PAI	0,2±0,04	0,17±0,03	0,13**±0,02	0,13*±0,02
12	SI	0,97±0,1	0,93*±0,09	0,66±0,08	0,68±0,08

CSI	0,65±0,04	0,64*±0,08	0,48±0,05	0,4±0,06
PAI	0,21±0,02	0,19*±0,02	0,15±0,03	0,14±0,02
*p<0,05; **p<0,01				

В таблице: SI – индекс Staheli; CSI – индекс Chippaux – Smirak; PAI – подошвенный индекс свода

Как видно по представленным в таблице данным, в первой группе детей не было отмечено статистически достоверных изменений в отношении параметров свода стоп в течение всего периода наблюдения (один год). Вторая группа детей, выполнявшая стандартный комплекс лечебной физкультуры, продемонстрировала статистически достоверное улучшение высоты свода стоп спустя три месяца тренировок. Так, индекс Staheli составил $0,84 \pm 0,06$ вместо первоначального значения - $0,97 \pm 0,14$ ($p=0,035$), индекс Chippaux-Smirak - $0,52 \pm 0,03$ вместо $0,68 \pm 0,08$ ($p=0,042$), индекс PAI - $0,15 \pm 0,03$ вместо $0,21 \pm 0,02$ ($p=0,008$). Несмотря на имевшуюся положительную динамику, значения индексов соответствовали уплощенному медиальному своду, и в дальнейшем, при продолжавшихся тренировках, результата отмечено не было. В то же время нами наблюдалось статистически достоверное изменение индексов в сторону, соответствующую снижению высоты свода стоп, в течение шести месяцев после завершения тренировок. В то время как дети третьей группы, выполнявшие упражнения на поддержание равновесия, продемонстрировали как улучшение параметров свода стоп после трех месяцев тренировок, так и положительную динамику со временем. Так, спустя три месяца тренировок индексы Staheli, Chippaux-Smirak, PAI приняли значения, соответствующие среднестатистическим ($0,78 \pm 0,06$; $0,51 \pm 0,08$; $0,15 \pm 0,03$, соответственно). Дети четвертой группы, занимавшиеся на нестабильной платформе, также продемонстрировали изменения значений индексов в сторону, соответствующую увеличению высоты свода стоп. Спустя месяц занятий нами наблюдалась статистически достоверная положительная динамика в отношении свода стоп, через три месяца – значения индексов соответствовали популяционным данным

($0,75 \pm 0,09$; $0,5 \pm 0,04$; $0,15 \pm 0,03$, соответственно). Также у детей третьей и четвертой групп, в отличие от второй группы детей, не было отмечено регресса в отношении значений плантографических индексов спустя шесть месяцев наблюдения после окончания тренировок.

Динамика индекса Staheli в течение года у детей четырех групп (I – IV) представлена на рисунке 4.10.

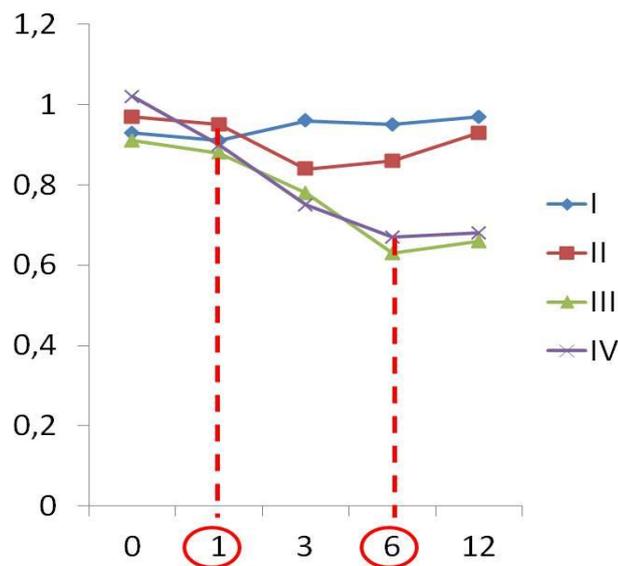


Рис. 4.10 Динамика индекса Staheli в течение года у детей четырех групп (I – IV)

Как видно на представленной диаграмме, отчетливая положительная динамика имеется у детей III и IV групп с первого по шестой месяц тренировок. У детей первой группы статистически достоверных изменений параметров отмечено не было, в то же время у детей II группы – минимальная положительная динамика в течение трех месяцев упражнений с постепенным регрессом результата.

Таким образом, упражнения для тренировки равновесия также продемонстрировали улучшение параметров свода стоп в отношении плантографических индексов.

ГЛАВА 5

ОЦЕНКА СТРУКТУРЫ ЖАЛОБ И КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ДЕТЕЙ С МОБИЛЬНЫМ ПЛОСКОСТОПИЕМ

5.1 Шкала оценки качества жизни - педиатрический опросник PedsQL™4.0

Согласно терминологии, предложенной ВОЗ (1946), качество жизни – это «ощущение индивидуумом своего места в жизни в контексте культуры и личной системы ценностей, а также - в отношении целей, ожиданий и переживаний» (<https://www.who.int/healthinfo/survey/whoqol-qualityoflife/en/>). Это определение, включающее в себя все стороны жизни человека, в том числе здоровье. В то время как здоровье, согласно уставу ВОЗ, «является состоянием полного физического, психического и социального благополучия, а не только отсутствием болезней» (<https://www.who.int/about/who-we-are/constitution>).

Для оценки качества жизни детей школьного возраста было проведено анкетирование при помощи педиатрического опросника PedsQL (SF-15), русская версия которого была предоставлена разработчиками. Нами была определена сумма баллов каждого из ответов. С целью выяснить мнение родителей о качестве жизни их детей использовалась родительская версия данного опросника. Результаты данного анализа приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Процентное соотношение вариантов ответов школьников согласно педиатрическому опроснику PedsQL

Вопрос	Никогда	Почти никогда	Иногда	Часто	Почти всегда
Мое здоровье и уровень активности (за последний месяц я испытывал/а следующие трудности...)					

Продолжение таблицы 5.1

Мне было трудно пройти пешком более 100 метров	235 (83,0%)	29 (10,2%)	16 (5,6%)	1 (0,4%)	2 (0,8%)
Мне было трудно бегать	220 (68,6%)	35 (17,0%)	20 (12,7%)	4 (1,4%)	4 (0,4%)
Мне было трудно играть в спортивные игры или делать физические упражнения	227 (77,7%)	30 (10,7%)	18 (6,4%)	4 (2,6%)	4 (2,6%)
Мне было трудно поднимать тяжелые вещи	186 (65,7%)	48 (17,0%)	33 (11,7%)	10 (3,5%)	6 (2,1%)
Мне было трудно выполнять домашние обязанности	244 (86,1%)	24 (8,5%)	12 (4,3%)	1 (0,4%)	2 (0,7%)
<i>Мое настроение (за последний месяц я испытывал/а следующие трудности...)</i>					
Мне бывало страшно	20 (7,2%)	246 (86,9%)	14 (4,9%)	1 (0,3%)	2 (0,7%)
Мне бывало грустно	36 (12,8%)	235 (83,0%)	10 (3,5%)	2 (0,7%)	0 (0,0%)
Бывало так, что я злился/лась	39 (13,7%)	232 (82,0%)	11 (3,9%)	1 (0,4%)	0 (0,0%)
Я переживал/а о том, что может со мной случиться	16 (5,6%)	258 (91,2%)	8 (2,8%)	1 (0,4%)	0 (0,0%)
<i>Общение (за последний месяц я испытывал/а следующие трудности...)</i>					
Мне трудно было общаться с другими детьми	272 (96,0%)	5 (1,8%)	4 (1,4%)	1 (0,4%)	1 (0,4%)
Другие дети не хотели со мной дружить	272 (96,0%)	5 (1,8%)	4 (1,4%)	1 (0,4%)	1 (0,4%)
Другие дети дразнили меня	265 (93,5%)	14 (5,0%)	2 (0,7%)	1 (0,4%)	1 (0,4%)
<i>О школе (за последний месяц я испытывал/а следующие трудности...)</i>					

Окончание таблицы 5.1

Мне было трудно быть внимательным/ой на уроках	234 (82,7%)	29 (10,2%)	16 (5,7%)	2 (0,7%)	2 (0,7%)
Случалось так, что я забывал/а что-то	225 (79,5%)	38 (13,4%)	18 (6,4%)	2 (0,7%)	0 (0,0%)
Мне было трудно справляться со школьными заданиями	246 (86,8%)	22 (7,8%)	13 (4,6%)	1 (0,4%)	1 (0,4%)

Как видно по представленным в таблице данным, большинство жалоб детей связано с физическим компонентом качества жизни. До 12,7% детей ответили, что иногда им тяжело бегать и поднимать тяжелые вещи. В отношении эмоционального компонента качества жизни большинство детей (более 82,0%) почти никогда за последний месяц не испытывали сильной злости, грусти, а до 4,9% детей ответили, что иногда испытывали подобные чувства. Меньше всего жалоб было отмечено в отношении социального компонента качества жизни и общения со сверстниками. В то время как периодические проблемы со школьными уроками и заданиями имели до 6,4% школьников.

Для определения корреляционной связи между ответами детей и родителей согласно Оксфордскому опроснику состояния стоп у детей (OxAFQ-C) и PedsQL™4.0 был рассчитан внутриклассовый коэффициент корреляции (ICC – Intraclass correlation coefficient). Из 283 опрошенных родителей 193 человека вернули заполненные анкеты. Результаты этой оценки представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2

Внутриклассовый коэффициент корреляции между ответами детей и родителей согласно OxAHQ-C и PedsQL™4.0 опросникам качества жизни

Параметр	n	M diff.	p	α	ICC
OxAHQ-C физ.	193	-2,81	0,0001	0,84	0,83
OxAHQ-C соц.	193	0,26	0,0001	0,8	0,8
OxAHQ-C эмоц.	193	-8,2	0,0001	0,76	0,71
PedsQL физ.	193	-3,11	0,0023	0,81	0,88
PedsQL эмоц.	193	-7,53	0,0001	0,79	0,67
PedsQL соц.	193	-0,34	0,0037	0,9	0,78
PedsQL ролев.	193	0,77	0,0001	0,83	0,76

В таблице: n - число опрошенных участников (дети и один из родителей); M diff. (Mean difference) – разница средних значений (M родительского опросника – M детского опросника); p - достоверность различий; α - альфа Кронбаха (показатель надежности теста); ICC (Intraclass Correlation Coefficient) – коэффициент межклассовой корреляции; OxAHQ-C (The Oxford ankle foot questionnaire for children) - Оксфордский опросник состояния стопы у детей; OxAHQ-C физ. – физический компонент качества жизни; OxAHQ-C соц. – социальный компонент; OxAHQ-C эмоц. – эмоциональный компонент; PedsQL – (Pediatric Quality of Life Inventory) – педиатрический опросник качества жизни; PedsQL физ. – физический компонент; PedsQL эмоц. – эмоциональный компонент; PedsQL соц. – социальный компонент (общение); PedsQL ролев. – ролевой компонент (школа)

Как видно по представленным в таблице данным, между ответами детей и родителей имеется хорошая и отличная абсолютная согласованность (ICC<40 – плохая согласованность; 0,4 – 0,59 – достаточная; 0,6 – 0,74 – хорошая; >74 – отличная согласованность). Параметры оценки физического компонента качества

жизни согласно OхAFQ-C и PedsQL демонстрируют большую степень согласованности по сравнению с другими параметрами (ICC 0,83 и 0,88, соответственно).

В то же время параметры эмоциональной составляющей качества жизни демонстрируют меньшую степень согласованности согласно тем же опросникам (0,71 и 0,67, соответственно).

5.2 Результаты сравнительной оценки параметров качества жизни у детей младшего школьного возраста с мобильным плоскостопием и без деформаций стоп

Для сравнительной оценки качества жизни детей младшего школьного возраста с плоскостопием и без деформаций стоп из основной выборки нами было сформировано две группы исследуемых: первая группа включала 50 человек с мобильным плоскостопием, вторая – 48 человек того же возраста без деформаций стоп и ортопедических, неврологических заболеваний. Результаты данной оценки представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3

Сравнительная оценка параметров качества жизни у детей с плоскостопием без деформаций стоп

Компоненты качества жизни	Плоскостопие «+»		Плоскостопие «-»		M diff.	p
	M	σ	M	σ		
PedsQL физ.	82,3	10,1	84,1	12,5	-1,8	0,061
PedsQL эмоц.	92,4	9,6	94,7	10,4	-2,3	0,087
PedsQL соц.	96,3	6,8	94,2	7,1	2,1	0,921
PedsQL ролев.	93,8	8,3	91,1	9,5	2,7	0,765

В таблице: плоскостопие «+» - наличие у ребенка плоскостопия; плоскостопие «-» - отсутствие плоскостопия; M - среднее арифметическое значение; σ - стандартное отклонение; M diff. – разница средних значений (плоскостопие «+» - плоскостопие «-»); p - достоверность различий; PedsQL физ. – физический компонент;

PedsQL эмоц. – эмоциональный компонент; PedsQL соц. – социальный компонент (общение); PedsQL ролев. – ролевой компонент (школа)

Как видно по представленным в таблице данным, статистически достоверной разницы ни по одному из составляющих (физическая, социальная, эмоциональная, ролевая составляющие) качества жизни детей младшего школьного возраста с плоскостопием и без него получено не было ($p > 0,05$) согласно педиатрическому опроснику PedsQL. Таким образом, имеющееся мобильное плоскостопие не является определяющим фактором, снижающим качество жизни детей.

5.3 Результаты сравнительной оценки качества жизни детей младшего школьного возраста с мобильным плоскостопием на фоне генерализованной гипермобильности и без нее

В связи с тем, что между параметрами качества жизни детей с мобильным плоскостопием и без него не было выявлено достоверной статистической разницы, было решено провести сравнительный анализ параметров качества жизни детей с мобильным плоскостопием на фоне генерализованной гипермобильности и без нее.

Для выполнения этой задачи из основной группы детей нами было сформировано две группы исследуемых: группа А - дети с мобильным плоскостопием и гипермобильностью (47 человек 7 – 11 лет) (по шкале Бейтона - 5 баллов и более); группа В – дети с мобильным плоскостопием, но без гипермобильности (47 человек 7 – 11 лет) (по шкале Бейтона - менее 5 баллов). Сравнение двух групп проводилось по критериям качества жизни согласно педиатрическому опроснику PedsQL. Результаты данной оценки приведены в таблице 5.4.

Таблица 5.4

Сравнительная оценка качества жизни детей младшего школьного возраста с мобильным плоскостопием на фоне генерализованной гипермобильности и без нее

Компоненты качества жизни	n	ГМ «+»		ГМ «-»		M diff.	p
		M	σ	M	σ		
PedsQL физ.	47	81,4	10,2	88,3	9,5	6,9	0,032
PedsQL эмоц.	47	76,3	12,2	89,1	11,8	12,8	0,0016
PedsQL соц.	47	92,5	8,1	93,7	9,2	1,2	0,254
PedsQL ролев.	47	93,8	7,9	94,6	8,3	0,8	0,057

В таблице: n - число опрошенных участников; ГМ «+» - гипермобильность по шкале Бейтона ≥ 5 баллам; ГМ «-» - гипермобильность по шкале Бейтона < 5 баллов; M - среднее арифметическое значение; σ - стандартное отклонение; M diff. – разница средних значений (ГМ «-» - ГМ «+»); p - достоверность различий; PedsQL физ. – физический компонент; PedsQL эмоц. – эмоциональный компонент; PedsQL соц. – социальный компонент (общение); PedsQL ролев. – ролевой компонент (школа)

По представленным в таблице 5.4 данным видно, что как физический, так и эмоциональный компонент качества жизни имеют достоверную статистическую разницу у детей I и II групп ($p=0,032$ и $0,0016$, соответственно). Причем разница средних значений по эмоциональному компоненту в 1,8 раз больше по сравнению с физическим компонентом.

Таким образом, дети с гипермобильностью склонны придавать большую эмоциональную окраску своим переживаниям, чем дети без гипермобильности. Статистически достоверной разницы в отношении социальной составляющей качества жизни получено не было ($p=0,254$).

В связи с этим нами была проведена оценка уровня ситуативной и личностной тревожности у детей с генерализованной гипермобильностью.

5.4 Результаты оценки уровня ситуативной и личностной тревожности у детей с генерализованной гипермобильностью и их родителей

Согласно данным литературы, у лиц с генерализованной гипермобильностью, и гипермобильным синдромом в частности, среди тревожных расстройств преобладают панические расстройства и социальные фобии. В связи с тем, что гипермобильный синдром наследуется аутосомно-доминантным способом, то нарушения со стороны опорно-двигательного аппарата и особенности тревожной акцентуации генетически детерминированы. В таких семьях часто имеется тревожная акцентуация у родителей и детей. Главное желание родителей – это «исправить пока еще не поздно», а дети, находясь под влиянием родителей, замечают, что с ними «что-то не так», чаще появляются жалобы на боль и плохую переносимость физических нагрузок. В связи с этим нами проводилась оценка уровня ситуативной и личностной тревожности у детей с генерализованной гипермобильностью и у одного из их родителей. Данная оценка была проведена при помощи опросника Спилбергера.

Для сравнения параметров тревожности у детей с гипермобильностью и без нее нами была проведена оценка детей групп А и В. Результаты данной оценки представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5

Сравнительная оценка уровня тревожности (ситуативной и личностной) у детей с гипермобильностью и без нее

Тревожность	n	ГМ «+»		ГМ «-»		M diff.	p
		M	σ	M	σ		
СТ	50	40,8	5,65	32,9	5,31	7,92	0,0001
ЛТ	50	36,8	5,64	29,6	5,59	7,12	0,0001

В таблице: n - число опрошенных участников; ГМ «+» - гипермобильность по шкале Бейтона ≥ 5 баллам; ГМ «-» - гипермобильность по шкале Бейтона < 5 бал-

лов; M - среднее арифметическое значение; σ - стандартное отклонение; $M \text{ diff.}$ – разница средних значений (ГМ «+» - ГМ «-»); p - достоверность различий; СТ – ситуативная тревожность; ЛТ – личностная тревожность

Как представлено в таблице 5.5, уровень ситуативной и личностной тревожности достоверно отличается у детей с гипермобильностью и без нее ($p=0,0001$): у детей с гипермобильностью имеется умеренный уровень ситуативной и личностной тревожности ($40,8 \pm 5,65$ и $36,8 \pm 5,64$, соответственно), в то время как у детей без гипермобильности выявляется умеренный уровень ситуативной тревожности ($32,9 \pm 5,31$) и низкий уровень личностной тревожности ($29,6 \pm 5,59$). При этом уровень ситуативной и личностной тревожности у детей с гипермобильностью, в среднем, в 1,24 раза выше уровня тревожности детей без гипермобильности (рисунок 5.1).

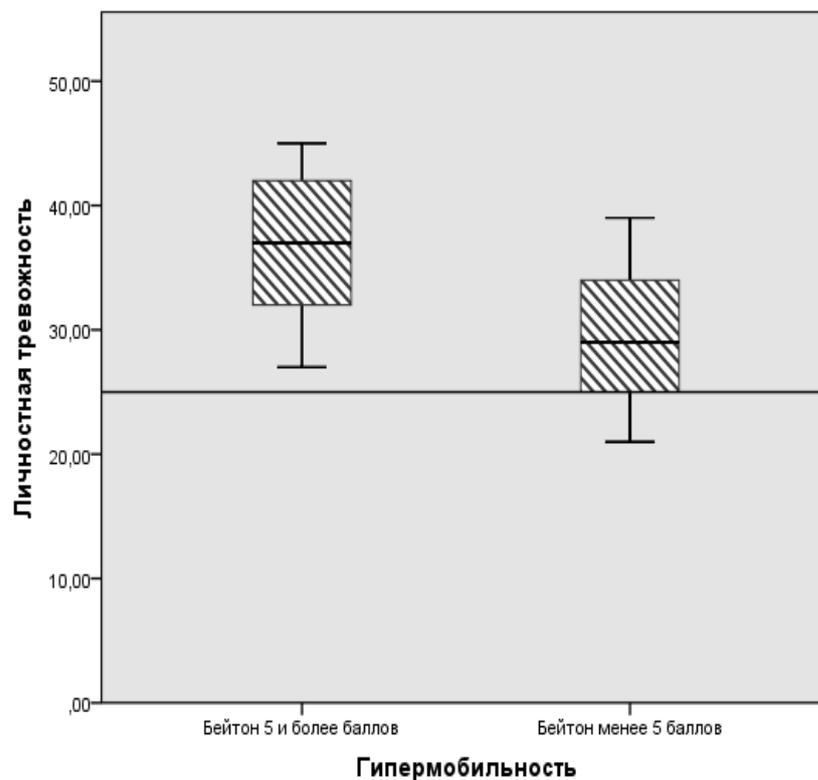


Рис. 5.1 Средние значения уровня личностной тревожности у детей с гипермобильностью (5 и более баллов по шкале Бейтона) и без нее (менее 5 баллов по шкале Бейтона)

Также нами были определены средние значения уровня тревожности родителей детей с гипермобильностью и без нее (таблица 5.6).

Таблица 5.6

Сравнительная оценка уровня тревожности (ситуативной и личностной) у родителей детей с гипермобильностью и без нее

Тревожность	n	ГМ «+»		ГМ «-»	
		М	σ	М	σ
СТ	50	37,5	5,42	28,9	5,36
ЛТ	50	48,4	5,47	35,9	5,28
* $p < 0,001$					

В таблице: n – количество исследуемых; ГМ «+» - гипермобильность по шкале Бейтона ≥ 5 баллам; ГМ «-» - гипермобильность по шкале Бейтона < 5 баллов; М - среднее арифметическое значение; σ - стандартное отклонение; p - достоверность различий; СТ – ситуативная тревожность; ЛТ – личностная тревожность

Как продемонстрировано в таблице, уровень ситуативной тревожности у родителей детей с гипермобильностью в 1,3 раза выше по сравнению с родителями детей без гипермобильности, а уровень личностной тревожности выше в 1,4 раза. При этом ситуативная тревожность родителей детей I группы (с гипермобильностью) соответствует умеренной выраженности, а личностная тревожность – высокому уровню. Это может быть обусловлено тем, что взрослые люди лучше контролируют уровень тревоги в конкретной ситуации (при общении с врачом), чем дети. Ситуативная тревожность родителей детей II группы (без гипермобильности) соответствует низкому уровню, в то время как личностная тревожность имеет умеренную степень выраженности. Таким образом, как дети с гипермобильностью, так и их родители имеют уровень тревожности, в среднем, в 1,24 – 1,3 раза выше уровня тревожности детей без гипермобильности и их родителей.

Для определения силы связи между ответами родителей и детей по уровню ситуативной и личностной тревожности, нами был определен внутриклассовый коэффициент корреляции. Результаты данной оценки приведены в таблице 5.7.

Таблица 5.7

Внутриклассовый коэффициент корреляции между ответами детей и родителей согласно опроснику Спилбергера

Тревожность	n	M diff.	p	α	ICC
ЛТ ГМ	50	8,64	0,0001	0,98	0,61
СТ ГМ	50	-3,36	0,0001	0,98	0,9
ЛТ	50	6,24	0,01	0,72	0,44
СТ	50	-4,04	0,0001	0,96	0,87

В таблице: n - число опрошенных участников (дети и один из родителей); M diff. (Mean difference) – разница средних значений (M родительского опросника – M детского опросника); p - достоверность различий; α - альфа Кронбаха (показатель надежности теста); ICC (Intraclass Correlation Coefficient) – коэффициент межклассовой корреляции; ЛТ ГМ – личностная тревожность детей с гипермобильностью и их родителей; СТ ГМ – ситуативная тревожность детей с гипермобильностью и их родителей; ЛТ - личностная тревожность детей без гипермобильности и их родителей; СТ – ситуативная тревожность детей без гипермобильности и их родителей

Как видно по представленным в таблице данным, между ответами родителей и детей (как с гипермобильностью, так и без нее) в отношении ситуативной тревожности имеется отличная согласованность (ICC 0,9 и 0,87, соответственно). Это значит, что, в среднем, родители и их дети имеют сопоставимый уровень тревожности в конкретной ситуации, хоть, как было продемонстрировано ранее, ситуативная тревожность родителей ниже ситуативной тревожности детей. С другой стороны, между уровнем личностной тревожности детей с гипермобильностью и их родителей имеется хорошая согласованность (ICC 0,61). Это связано с тем, что, в среднем, уровень личностной тревожности родителей в 1,2 раза выше уровня

личностной тревожности их детей. В то время как между уровнем личностной тревожности детей без гипермобильности и их родителей имеется лишь достаточная согласованность (ICC 0,44).

В связи с тем, что качество жизни детей с генерализованной гипермобильностью достоверно ниже в отношении эмоциональной составляющей, чем детей без генерализованной гипермобильности, нами было решено выяснить наличие корреляционных связей между величиной гипермобильности по шкале Бейтона, балльной оценкой эмоционального компонента жалоб у детей согласно педиатрическому опроснику PedsQL, уровнем ситуативной и личностной тревожности согласно опроснику Спилбергера. Для этого нами были использованы результаты осмотра и опроса 47 детей с гипермобильностью, статистическая оценка проводилась при помощи критерия Пирсона.

Для того чтобы наглядно продемонстрировать силу корреляционных взаимодействий ниже приведена корреляционная матрица (рисунок 5.2).

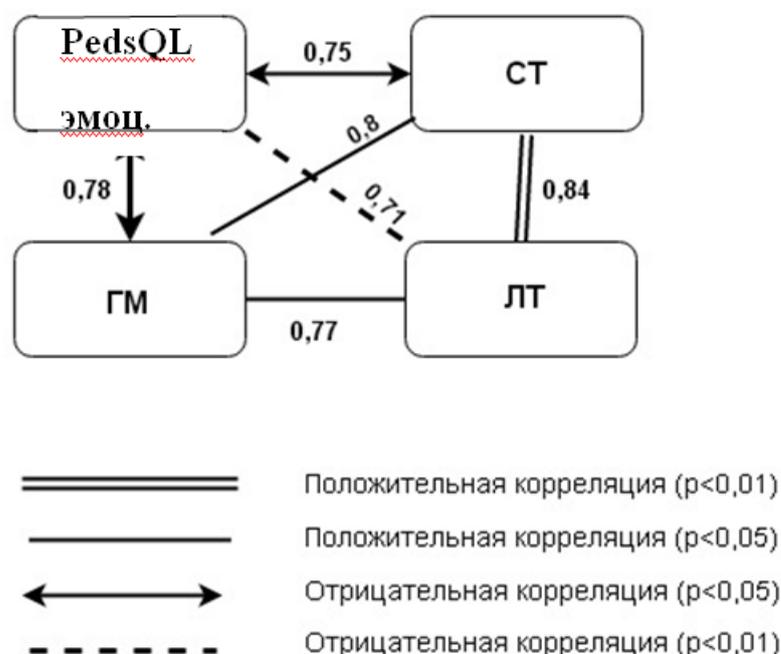


Рис. 5.2 Корреляционная плеяда силы взаимодействий между величиной гипермобильности (ГМ), балльной оценкой эмоционального компонента жалоб (ОхAFQ-C эмоц.), уровнем ситуативной (СТ) и личностной тревожности (ЛТ)

Как можно видеть на рисунке 5.2, между величиной гипермобильности, оцененной по шкале Бейтона, и эмоциональным компонентом качества жизни существует отрицательная корреляционная связь: чем больше гипермобильность по шкале Бейтона, тем ниже суммарная оценка в отношении эмоциональной составляющей жалоб ($r=-0,78$; $p=0,013$). В то же время между величиной гипермобильности и уровнем тревожности (как ситуативной, так и личностной) имеется положительная корреляционная связь, т.е. чем выше уровень гипермобильности по шкале Бейтона, тем выше уровень тревожности ($r=0,8$; $p=0,035$ и $r=0,77$; $p=0,043$, соответственно). Также имеется обратная корреляционная связь между уровнем тревожности (ситуативной и личностной) и эмоциональной составляющей жалоб ($r=-0,75$; $p=0,027$ и $r=-0,71$; $p=0,009$, соответственно).

Таким образом, параметры эмоционального компонента жалоб и уровень тревожности имеют статистически достоверную связь с величиной гипермобильности, что может обуславливать симптоматический характер имеющейся деформации стоп.

5.5 Результаты оценки порога болевой чувствительности у детей с мобильным плоскостопием

Для определения средних значений и стандартных отклонений порога болевой чувствительности нами проведен осмотр 285 детей 7-16 лет. Результаты этой оценки подчиняются закону нормального распределения и представлены в таблице 5.8.

Таблица 5.8

Средние значения и стандартные отклонения порога болевой чувствительности
детей 7-16 лет

Возраст	n	Dist. rad. R		Dist. rad. L		Prox. tib. R		Prox. tib. L		Med. clav. R		Med. clav. L		C7	
		M	σ	M	σ										
7	21	2,8	1,1	3,1	0,8	3,4	0,8	3,5	0,8	1,8	0,6	1,8	0,6	2,5	0,9
8	49	2,6	0,9	2,7	0,8	3,2	0,7	3,2	0,8	1,5	0,8	1,6	0,8	2,3	0,9
9	39	3,3	0,7	3,3	0,8	3,6	0,6	3,6	0,7	2,4	1,1	2,4	1,0	2,9	0,9
10	39	3,5	0,6	3,6	0,5	3,8	0,2	3,8	0,2	2,7	1,0	2,2	1,1	2,9	1,0
11	37	3,5	0,7	3,6	0,5	3,8	0,3	3,8	0,3	2,4	1,1	2,3	1,1	3,2	0,8
12	38	3,4	0,9	3,4	0,8	3,8	0,2	3,8	0,2	2,7	1,0	2,6	1,0	3,3	0,8
13	27	3,7	0,4	3,8	0,4	3,9	0,1	3,8	0,3	2,9	1,1	2,7	1,0	3,3	0,9
14	17	3,8	0,3	3,7	0,4	3,9	0,1	3,9	0,1	3,4	1,0	3,3	1,0	3,4	0,7
15	13	3,9	0,1	3,9	0,1	3,9	0,1	3,9	0,1	3,5	0,9	3,7	0,5	3,9	0,1
16	5	3,9	0,1	3,9	0,1	3,9	0,1	3,9	0,1	3,3	0,8	3,1	0,7	3,9	0,1

В таблице: dist. rad. – дистальный отдел лучевой кости; прох. tib. – проксимальный отдел большеберцовой кости; med. clav. – медиальный конец ключицы; C7 – остистый отросток седьмого шейного позвонка; R/L – справа/слева; n – количество наблюдений

Как показывают представленные в таблице данные, средние значения порога болевой чувствительности демонстрируют характерную возрастную динамику в изученных группах. Так, среднее значение порога болевой чувствительности в возрасте 7 лет варьирует от $1,8 \pm 0,6$ кг/см² до $3,5 \pm 0,8$ кг/см² в зависимости от анатомической локализации, в то время как в 16 лет данные значения находятся в диапазоне $3,1 \pm 0,7$ кг/см² – $3,9 \pm 0,1$ кг/см². Таким образом, с возрастом требуется приложить, в среднем, в 1,7 раз большее усилие до возникновения болевых ощущений, что может свидетельствовать о повышении порога болевой чувствитель-

ности. Максимальный показатель уровня болевого порога $3,9 \text{ кг/см}^2$ обусловлен техническими характеристиками используемого альгометра. Область медиального конца ключицы демонстрирует большую чувствительность к прилагаемой силе давления, так, до возникновения болевых ощущений требуется приложить меньшее по силе давление по сравнению с проксимальным отделом большеберцовой кости.

Для сравнительной оценки болевого порога у детей младшего школьного возраста с генерализованной гипермобильностью и без нее нами из основной группы нами было сформировано две группы детей 7 – 11 лет: группа С - 50 человек с гипермобильностью (по шкале Бейтона - 5 и более баллов), группа Д – 50 человек без гипермобильности (по шкале Бейтона – менее 5 баллов). Статистическая оценка проводилась при помощи определения t-критерия Стьюдента. Результаты данной оценки представлены в таблице 5.9.

Таблица 5.9

Сравнительная оценка уровня порога болевой чувствительности у детей с гипермобильностью и без нее

Анатомическая область	n	ГМ «+»		ГМ «-»		M diff.	p
		M	σ	M	σ		
Дистальный отдел лучевой кости справа	50	3,19	0,86	3,38	0,81	-0,18	0,033
Дистальный отдел лучевой кости слева	50	3,28	0,76	3,44	0,75	-0,15	0,027
Проксимальный отдел большеберцовой кости справа	50	3,65	0,52	3,68	0,53	-0,038	0,061
Проксимальный отдел большеберцовой кости слева	50	3,63	0,57	3,68	0,56	-0,053	0,055
Медиальный отдел ключицы справа	50	2,24	1,1	2,53	1,11	-0,3	0,007
Медиальный отдел ключицы слева	50	2,07	0,98	2,47	1,1	-0,4	0,008
Остистый отросток С7	50	2,8	0,9	3,03	0,95	-0,23	0,041

В таблице: n – количество исследуемых; ГМ «+» - гипермобильность по шкале Бейтона ≥ 5 баллам; ГМ «-» - гипермобильность по шкале Бейтона < 5 баллов; M - среднее арифметическое значение; σ - стандартное отклонение; $M \text{ diff.}$ – разница средних значений (ГМ «+» - ГМ «-»); p - достоверность различий

Как видно по представленным в таблице данным, у детей с гипермобильностью порог болевой чувствительности находится в пределах от $2,07 \pm 0,98 \text{ кг/см}^2$ (в зоне медиального отдела ключицы) до $3,65 \pm 0,52 \text{ кг/см}^2$ (в области проксимального отдела большеберцовой кости). У пациентов без гипермобильности (оценка по шкале Бейтона < 5 баллов) порог болевой чувствительности в целом выше, и составляет от $2,47 \pm 1,1 \text{ кг/см}^2$ в зоне медиального отдела ключицы слева до $3,68 \pm 0,53 \text{ кг/см}^2$ в области проксимального отдела большеберцовой кости. Уровень достоверности различий соответствовал $p < 0,05$ в большинстве анатомических зон, кроме проксимального отдела большеберцовой кости. Таким образом, генерализованная гипермобильность может быть предрасполагающим фактором к пониженной переносимости боли.

Для сравнения уровня порога болевой чувствительности у детей младшего школьного возраста (7 – 11 лет) с мобильным плоскостопием на фоне гипермобильности нами были оценены описанные ранее группы А и В. Результаты данной оценки представлены в таблице 5.10.

Таблица 5.10

Порог болевой чувствительности по данным альгометрии у детей с мобильным плоскостопием на фоне гипермобильности и без нее

Анатомическая область	Порог болевой чувствительности		
	ГМ “+” $n = 47$	ГМ “-” $n = 47$	P
	$M \pm \sigma$	$M \pm \sigma$	
Дистальный отдел лучевой кости справа	$1,56 \pm 0,27$	$2,62 \pm 0,38$	0,003
Дистальный отдел лучевой кости слева	$1,51 \pm 0,35$	$2,65 \pm 0,41$	0,0033

Проксимальный отдел большеберцовой кости справа	2,88±0,56	2,91±0,53	0,052
Проксимальный отдел большеберцовой кости слева	2,84±0,30	2,93±0,61	0,054
Медиальный отдел ключицы справа	1,62±0,25	1,98±0,47	0,0011
Медиальный отдел ключицы слева	1,63±0,18	2,05±0,39	0,0018
Остистый отросток С7	2,21±0,32	2,92±0,53	0,0026

В таблице: n – количество исследуемых; ГМ «+» - гипермобильность по шкале Бейтона ≥ 5 баллам; ГМ «-» - гипермобильность по шкале Бейтона < 5 баллов; М - среднее арифметическое значение; σ - стандартное отклонение; p - достоверность различий

Как видно по представленным данным, у пациентов с мобильным плоскостопием на фоне гипермобильности порог болевой чувствительности составляет от $1,51 \pm 0,35$ кг/см² (в зоне дистального эпифиза лучевой кости) до $2,88 \pm 0,56$ кг/см² (в области проксимального отдела большеберцовой кости). У пациентов с мобильным плоскостопием без гипермобильности порог болевой чувствительности в целом был выше, и составил от $2,62 \pm 0,38$ кг/см² в зоне дистального эпифиза лучевой кости до $2,93 \pm 0,61$ кг/см² в области проксимального отдела большеберцовой кости. Уровень достоверности различий соответствовал $p < 0,05$ в большинстве анатомических зон, кроме проксимального отдела большеберцовой кости. Данная тенденция была отмечена ранее при исследовании порога болевой чувствительности у детей 7 – 11 лет на фоне гипермобильности (таблица 5.9). Таким образом, при дальнейших исследованиях данная область может быть исключена из списка ключевых точек при использовании механического альгометра с предельным значением $3,9$ кг/см².

Для оценки взаимосвязи между величиной гипермобильности и болевым порогом нами был проведен корреляционный анализ с использованием критерия Пирсона. В связи с тем, что определение корреляции производится между двумя

переменными, в качестве точки анатомической локализации был выбран медиальный конец ключицы. В результате было определено, что между величиной гипермобильности и уровнем порога болевой чувствительности имеется сильная обратная корреляционная связь: чем выше величина гипермобильности по шкале Бейтона, тем ниже значение порога чувствительности, при котором возникают болевые ощущения ($r = -0,82$; $p = 0,002$).

Суммируя сказанное, необходимо отметить, что полученные результаты демонстрируют снижение порога болевой чувствительности в группе пациентов с гипермобильностью по сравнению с пациентами без гипермобильности при сопоставимой степени выраженности деформации стоп.

5.6 Резюме

На сегодняшний день по данным литературы, вопрос о том, почему у одних детей с мобильным плоскостопием есть жалобы, а у других – нет, остается неразрешенным. В данной главе исследования нами было продемонстрировано, что качество жизни у детей с генерализованной гипермобильностью достоверно ниже по сравнению с детьми без гипермобильности согласно педиатрическому опроснику PedsQLTM4.0. При оценке качества жизни детей младшего школьного возраста с мобильным плоскостопием достоверной статистической разницы получено не было ($p > 0,05$) ни по одному из компонентов качества жизни (физическая, социальная, эмоциональная составляющие) в сравнении с параметрами качества жизни детей без деформаций стоп. С другой стороны, при анализе параметров качества жизни детей с генерализованной гипермобильностью было определено, что как физический, так и эмоциональный компонент качества жизни имеют достоверную статистическую разницу с данными параметрами у детей без гипермобильности ($p = 0,032$ и $0,0016$, соответственно). Также нами была выявлена обратная корреляционная связь между уровнем гипермобильности и эмоциональной составляющей жалоб ($r = -0,78$; $p = 0,013$).

В связи с влиянием эмоционального компонента на качество жизни в целом нами был проведен анализ уровня тревожности детей и их родителей. Как показало наше исследование, у детей с гипермобильностью и их родителей уровень тревожности (личностной и ситуативной) достоверно выше по сравнению с детьми без гипермобильности и их родителей. При этом по данным альгометрии у пациентов с мобильным плоскостопием и генерализованной гипермобильностью требовалось меньшее усилие для ощущения боли. Таким образом, полученные результаты демонстрируют снижение порога болевой чувствительности в группе пациентов с мобильным плоскостопием на фоне гипермобильности по сравнению с пациентами без гипермобильности при сопоставимой степени выраженности деформации стоп.

Суммируя сказанное, можно предположить, что снижение порога болевой чувствительности и высокий уровень тревожности у детей с генерализованной гипермобильностью являются факторами, влияющими на качество жизни в большей степени, чем имеющаяся деформация стоп.

5.7 Результаты оценки жалоб у детей младшего школьного возраста после тренировок

Для сравнительного анализа динамики жалоб у детей четырех групп использовался Оксфордский опросник состояния стопы у детей (The Oxford ankle foot questionnaire for children). Результаты оценивались в динамике: через 1, 3, 6 месяцев и через 6 месяцев после окончания тренировок.

В первую очередь была проведена оценка принадлежности данных нормальному распределению. Так как представленные параметры не соответствовали распределению Гаусса, для сравнения средних значений, первичных и оцененных повторно, был использован критерий непараметрической статистики – критерий Манна – Уитни. Данные параметры были оценены для всех четырех групп наблюдаемых детей. Результаты оценки I группы детей представлены в таблице 5.11.

Динамика жалоб у детей I группы

Параметр оценки	n	До		Через 1 мес.		Через 3 мес.		Через 6 мес.		Через 12 мес.	
		М	σ	М	σ	М	σ	М	σ	М	σ
ОхAFQ-С физ.	30	67,3	10,8	69,4	9,5	68,9	8,8	62,8*	7,6	62,1	11,8
ОхAFQ-С соц.	30	96,6	1,3	96,3	1,1	96,3	1,6	96,8	1,4	96,1	1,2
ОхAFQ-С эмоц.	30	56,9	8,9	52,3*	11,8	54,9	9,9	47,7*	9,0	45,8	6,5

* $p < 0,05$

В таблице: n – число детей; М - среднее арифметическое значение; σ - стандартное отклонение; ОхAFQ-С физ. – физический компонент качества жизни; ОхAFQ-С соц. – социальный компонент; ОхAFQ-С эмоц. – эмоциональный компонент

Как видно по представленным в таблице данным, средние значения согласно Оксфордскому опроснику состояния стоп у детей имеют тенденцию к отрицательной динамике, т.е. наблюдается снижение качества жизни во всех сферах. Статистически достоверное снижение качества жизни наблюдается в отношении физического и эмоционального компонентов ($p=0,02$ и $0,007$, соответственно). Причем снижение данных параметров выражено больше в отношении эмоциональной составляющей (-16,2%). Таким образом, динамическое наблюдение продемонстрировало увеличение интенсивности жалоб у детей с мобильным плоскостопием и гипермобильностью преимущественно в отношении эмоционального компонента.

Для определения достоверности различий между жалобами у детей, выполняющих стандартные упражнения ЛФК, в динамике нами также был рассчитан критерий Манна – Уитни. Оценка производилась через 1, 3 и 6 месяцев тренировок, а также через полгода после окончания занятий. Результаты данной оценки представлены в таблице 5.12.

Динамика жалоб у детей II группы

Параметр оценки	n	До		Через 1 мес.		Через 3 мес.		Через 6 мес.		Через 12 мес.	
		М	σ	М	σ	М	σ	М	σ	М	σ
ОхAFQ-С физ.	30	65,1	11,6	67,1	11,6	70,6*	11,5	75,1*	8,9	74,4	7,7
ОхAFQ-С соц.	30	99,7	1,1	98,9	0,9	99,9	0,8	98,6	0,9	97,9	0,9
ОхAFQ-С эмоц.	30	58,2	9,2	58,5	6,7	57,8	7,3	60,2	7,5	56,4	7,5

В таблице: n – число детей; М - среднее арифметическое значение; σ - стандартное отклонение; ОхAFQ-С физ. – физический компонент качества жизни; ОхAFQ-С соц. – социальный компонент; ОхAFQ-С эмоц. – эмоциональный компонент

По представленным в таблице данным можно отметить, что для средних значений всех трех составляющих структуры жалоб имеется положительная динамика. Так, для физического компонента качества жизни, оценивающего такие жалобы со стороны стоп как быстрая утомляемость, боль, плохая переносимость физических нагрузок, улучшение составило +15,4% через 6 месяцев тренировок. В отношении остальных параметров положительная динамика минимальна – менее 1%.

Результаты оценки динамики жалоб у детей, выполнявших специальные упражнения для тренировки баланса тела, представлены в таблице 5.13.

Таблица 5.13

Динамика жалоб у детей III группы

Параметр оценки	n	До		Через 1 мес.		Через 3 мес.		Через 6 мес.		Через 12 мес.	
		М	σ	М	σ	М	σ	М	σ	М	σ
ОхAFQ-С физ.	28	61,1	11,9	72,4*	10,8	89,5**	7,2	94,0*	6,5	91,8	6,0
ОхAFQ-С соц.	28	99,7	1,1	97,8	0,8	99,8	0,8	100,0	0,7	99,3	0,9
ОхAFQ-С эмоц.	28	54,5	8,3	66,2*	8,0	79,7**	9,2	92,2*	7,5	89,5	8,3

В таблице: n – число детей; М - среднее арифметическое значение; σ - стандартное отклонение; ОхAFQ-С физ. – физический компонент качества жизни; ОхAFQ-С соц. – социальный компонент; ОхAFQ-С эмоц. – эмоциональный компонент

Как продемонстрировано в таблице, в отношении всех трех компонентов также имеется положительная динамика. Разница между параметрами до и после тренировок в отношении физического и эмоционального компонентов жалоб является статистически достоверной ($p = 0,007$ и $0,023$, соответственно). В данном случае уменьшение жалоб в отношении физического компонента составило 53,8%, что в 3,5 раза больше по сравнению со II группой детей. В то время как улучшение параметров эмоционального компонента жизни составило 69,2%.

Результаты оценки динамики жалоб у детей, выполнявших упражнения на нестабильной платформе, представлены в таблице 5.14.

Таблица 5.14

Динамика жалоб у детей IV группы

Параметр оценки	n	До		Через 1 мес.		Через 3 мес.		Через 6 мес.		Через 12 мес.	
		М	σ	М	σ	М	σ	М	σ	М	σ
ОхAFQ-С физ.	26	62,4	11,7	74,2*	11,0	93,1**	7,3	93,9	7,5	92,8	7,2
ОхAFQ-С соц.	26	99,7	1,1	97,8	0,9	99,8	0,8	98,7	0,9	99,5	1,0
ОхAFQ-С эмоц.	26	55,2	7,8	67,6*	6,6	92,8**	7,6	94,7	5,2	93,0	5,1

В таблице: n – число детей; М - среднее арифметическое значение; σ - стандартное отклонение; ОхAFQ-С физ. – физический компонент качества жизни; ОхAFQ-С соц. – социальный компонент; ОхAFQ-С эмоц. – эмоциональный компонент

Согласно данным представленным в таблице, в отношении физического и эмоционального компонентов структуры жалоб имеется статистически достоверная положительная динамика ($p=0,001$). Причем максимальное улучшение отмечается в первые три месяца тренировок: в отношении физической (+49,2%) и эмоциональной составляющей (+68,1%). Возможно, данная тенденция связана с тем, что детям нравилось заниматься на нестабильной платформе в отличие от выполнения упражнений.

Ниже приведена столбчатая диаграмма, иллюстрирующая средние значения структуры жалоб у детей четырех групп в течение шести месяцев: как показывают представленные данные, у детей I группы имеется тенденция к увеличению интенсивности жалоб, преимущественно в отношении эмоционального компонента (-16,2%); у детей II группы – положительная динамика, преимущественно в отношении физического компонента (+15,4%); у детей III и IV групп – положительная динамика как в отношении эмоционального, так и физического компонентов. Необходимо отметить, что у детей IV группы отмечается максимальное улучшение

ние эмоциональной составляющей структуры жалоб по сравнению с другими группами (+68,1%) (рисунок 5.3).

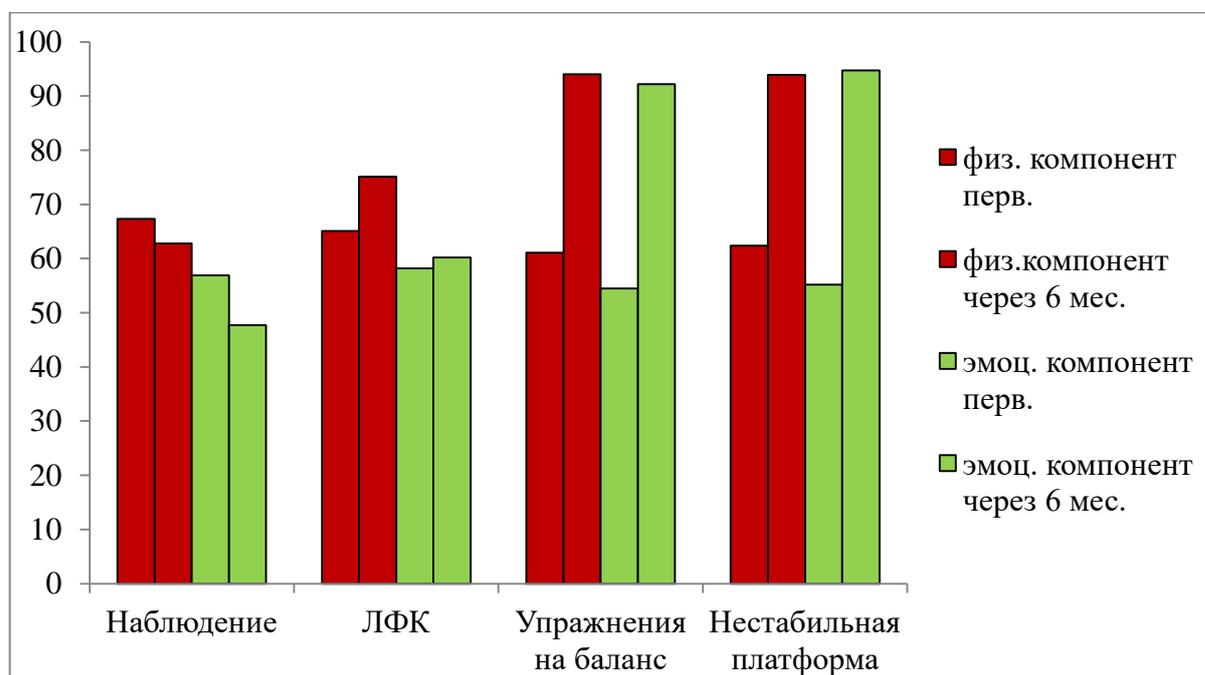


Рис. 5.3 Динамика физического и эмоционального параметров качества жизни у детей четырех групп в течение шести месяцев (физ. компонент перв. – параметры физического компонента качества жизни при первичном осмотре; эмоц. компонент перв. - параметры эмоционального компонента качества жизни при первичном осмотре)

Суммируя сказанное, необходимо отметить, что дети контрольной группы продемонстрировали постепенное увеличение интенсивности жалоб в течение шести месяцев. Так, общее снижение физического компонента жалоб составило 6,7%, а эмоционального – 16,2%, приблизившись к стабильной отметке. Имеющийся регресс обусловлен средним возрастом детей (8,7 лет \pm 1,52), ввиду первого ростового «скачка». Дети II группы, выполнявшие стандартный комплекс ЛФК, продемонстрировали снижение интенсивности жалоб в отношении физического компонента (+15,4%). Стоит отметить, что данное улучшение явилось закономерным, так как упражнения способствовали увеличению силы и выносливости мышц нижних конечностей, преимущественно трехглавой мышцы голени, что в свою очередь повысило общую выносливость при беге, прыжках, ходьбе. В то же

время значимого улучшения эмоционального компонента жалоб отмечено не было, что связано с тем, что лечебная физкультура требовала от детей дисциплины и больших физических усилий (по субъективной оценке детей). У детей III группы, выполнявших специальный комплекс упражнений для тренировки баланса тела, было отмечено улучшение параметров как физического (+53,8%), так и эмоционального компонента (+69,2%). Вероятно, это обусловлено тем, что упражнения помимо улучшения физической выносливости, способствовали формированию правильного пострурального стереотипа. Также дети отмечали субъективное улучшение походки через шесть месяцев тренировок. Дети IV группы, занимавшиеся на нестабильной платформе, также показали улучшение параметров как физического (+49,2%), так и эмоционального компонента (68,1%). Причем в отношении эмоциональной составляющей было отмечено наибольшее улучшение параметров. В то же время дети отмечали, что им нравилось заниматься на платформе.

Таким образом, как упражнения для тренировки баланса тела, так и занятия на нестабильной платформе могут быть рекомендованы детям младшего школьного возраста с мобильной формой симптоматического плоскостопия на фоне генерализованной гипермобильности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Плоскостопие является одним из самых распространенных состояний в детской ортопедии. В то же время существующие методы оценки высоты свода стопы не имеют унифицированного подхода, что приводит к разнородности данных в отношении частоты встречаемости плоскостопия. Согласно данным литературы у детей с генерализованной гипермобильностью суставов (более четырех баллов по шкале Бейтона) плоскостопие встречается в два раза чаще по сравнению с детьми без гипермобильности (27,6% и 13,4%, соответственно) (El O. et al., 2006). При исследовании детей дошкольного возраста Lin et al. также было показано, что уровень гипермобильности имеет прямую корреляцию с высотой медиального продольного свода (Lin C-J. et al., 2001). Помимо повышенной растяжимости капсульно-связочного аппарата Aydin et al. (2010) в своём исследовании продемонстрировали, что у людей с генерализованной гипермобильностью хуже параметры устойчивости в вертикальной позе по сравнению с людьми без гипермобильности (Aydin E. et al., 2010). В имеющейся литературе есть данные о том, что у людей с гипермобильностью снижена проприоцептивная чувствительность, преимущественно в области коленных и межфаланговых суставов (Sahin N. et al., 2008; Ferrell W.R. et al., 2004; Mallik A.K. et al., 1994). Жалобы на боли в стопах у детей с плоскостопием достоверно чаще встречаются при гипермобильном синдроме. Таким образом, плоскостопие и боль являются проявлениями одного состояния (Simolin V. et al., 2014). По мнению профессора Grahame R., из всех проявлений гипермобильности боль является наиболее тяжелым и трудно поддающимся лечению (Grahame R., 2009).

Целью настоящего исследования явилось повышение эффективности диагностики и лечения детей с мобильной формой плоскостопия.

Задача 1 состояла в оценке распространенности мобильного симптоматического и асимптоматического плоскостопия у детей школьного возраста (7 – 17 лет).

Для решения этой задачи нами был проведен осмотр 317 школьников. Визуальная оценка стоп проводилась при помощи шкалы FPI-6. Данная шкала позволяет количественно оценить положение стопы как нейтральное (от -4 до +4 баллов), незначительно супинационное (-5-8 баллов), незначительно пронационное (+5+8 баллов), выраженное супинационное (более 8 баллов) и выраженное пронационное (более 8 баллов). В первую очередь, нами было определено, что анализируемые данные соответствуют закону нормального распределения. Суммарные средние значения, характеризующие форму и положение стопы, у детей зависят от возраста. Так, значения данных параметров в возрасте 7 – 11 лет находятся в пределах $4,7 \pm 2,9$, в 12 - 14 лет – $4,1 \pm 3,0$, а в возрасте 15 – 17 лет – $3,85 \pm 3,6$. Это свидетельствует о постепенной тенденции к уменьшению степени выраженности пронационного положения стопы с возрастом. При этом степень согласованности между ответами специалистов в отношении одного и того же параметра соответствовала отличному уровню ($ICC > 0,74$). Таким образом, данная шкала клинической оценки может быть рекомендована для визуальной диагностики плоскостопия как средство с высокой степенью согласованности среди специалистов. Компьютерное сканирование стоп дало возможность оценить их форму и положение в трех стандартных проекциях – подошвенной, медиальной и задней. Для оценки подошвенного отпечатка были использованы индексы с высокой степенью воспроизводимости согласно данным литературы – индекс Staheli, индекс Chirraux – Smirak, угол Clarke's. В связи с тем, что представленные индексы изолированно оценивают отношение ширины переднего или заднего отдела стопы по отношению к среднему отделу, нами был предложен новый индекс - подошвенный индекс свода, оценивающий отношение всех трех отделов стопы, высокая чувствительность (более 82%) и специфичность которого была продемонстрирована при помощи ROC – анализа.

Клиническая оценка величины тыльной флексии позволила выделить мобильные формы плоскостопия - под мобильным плоскостопием мы подразумевали плоскостопие с величиной тыльной флексии более 10 градусов при стабилизации заднего отдела стопы (патент РФ на изобретение № 2669863 от 16.10.2018) , а

также отсутствием ограничений движений в суставах стопы при определении визуальной и мануальной мобильности. Анкетирование этих же детей в отношении наличия или отсутствия у них жалоб (боли в стопах, быстрая утомляемость, непереносимость адекватных физических нагрузок по возрасту) дало возможность выявить симптоматическую форму мобильного плоскостопия. Таким образом, согласно данным клинического осмотра и анкетирования частота встречаемости плоскостопия у детей 7 – 11 лет составила 21,3% (мобильная форма – 74,7%), у детей 12 – 14 лет – 16,4% (65,1%) и 15 – 17 лет – 12,3% (49,8%); частота симптоматического мобильного плоскостопия составила, в среднем, 10,1%, 9,5% и 7,2%, соответственно.

Задача 2 заключалась в оценке уровня межэкспертной и внутриэкспертной надежности визуальной диагностики плоскостопия у детей младшего школьного возраста для последующего определения референтных значений основных антропометрических и плантографических индексов.

Для анализа межэкспертной надежности в отношении того, какую стопу специалисты считают плоской, полученные при компьютерном сканировании изображения в стандартных проекциях – медиальной боковой и задней – были отобраны случайным образом из каждой возрастной группы (7,8,9,10 и 11 лет, соответственно) и предоставлены в электронном виде 32 врачам-ортопедам (десять из которых составили врачи-эксперты). Экспертами мы считали ортопедов, занимающихся преимущественно патологией стоп со стажем работы более пяти лет.

Для определения межэкспертной согласованности нами были рассчитаны коэффициенты конкордантности w -Кендалла и корреляции τ -Кендалла (τ). Согласованность среди ортопедов общей практики (преимущественно амбулаторного звена) первоначально составила 0,27 ($p=0,0042$) и 0,29 ($p=0,003$) – спустя пять месяцев. В то время как среди экспертов коэффициент согласованности w -Кендалл в среднем в два раза выше и составил 0,58 ($p=0,0035$) при первоначальной оценке и 0,76 ($p=0,0001$) – при повторной оценке спустя пять месяцев. Уровень надежности согласно Коэну можно определить следующим образом: менее 0,2 – незначимая; 0,21 – 0,4 – удовлетворительная; 0,41 – 0,6 – умеренная; 0,61 – 0,8 –

хорошая; 0,81 и более – отличная надежность. Таким образом, уровень надежности среди ортопедов, не специализирующихся на патологии стоп, соответствовал удовлетворительному уровню, а среди экспертов – умеренному и хорошему. В тоже время коэффициент корреляции Kendall's tau (τ) среди ортопедов, не специализирующихся на патологии стоп, соответствовал 0,28 - 0,63 ($p=0,015$ и $0,0001$, соответственно), спустя пять месяцев – 0,21 – 0,67 ($p=0,031$ и $0,0024$), а среди экспертов - 0,64 - 0,89 ($p = 0,0034$ и $0,0022$, соответственно) при первичной оценке и 0,65 – 0,84 ($p = 0,007$ и $0,011$) – при повторной.

Для определения устойчивости мнения специалистов во времени в отношении визуальной диагностики плоскостопия нами был рассчитан коэффициент внутриэкспертной надежности К-Коэна для двадцати врачей спустя пять месяцев (восемь из которых составили эксперты). Суммарный коэффициент К-Коэна среди экспертов демонстрирует хороший уровень внутриэкспертной надежности (0,72), в то время как среди ортопедов, не специализирующихся на патологии стоп, данный коэффициент соответствует низкому уровню внутриэкспертной надежности (0,31). Таким образом, мнение экспертов соответствовало хорошему и отличному уровню согласованности, а также продемонстрировало стабильность во времени. Данное обстоятельство позволило определить референтные значения для основных антропометрических и плантографических индексов у детей младшего школьного возраста с плоскостопием.

Задача 3 состояла в определении критериев симптоматического мобильного плоскостопия у детей младшего школьного возраста. Сравнительная оценка структуры жалоб детей младшего школьного возраста с мобильным плоскостопием на фоне генерализованной гипермобильности и без нее согласно Оксфордскому опроснику состояния стоп у детей позволила выделить симптоматическую форму мобильного плоскостопия, при которой суммарная оценка согласно Оксфордскому опроснику составляет менее 9 баллов по эмоциональному компоненту и менее 15 баллов – по физическому.

Задача 4 заключалась в разработке и оценке эффективности комплекса тренировок баланса тела у детей младшего школьного возраста с мобильной формой плоскостопия.

Для возможности сравнительного анализа эффективности проводимых тренировок нами были сформированы четыре группы детей с мобильным плоскостопием и гипермобильностью:

1. Группа сравнения – группа наблюдения без тренировок (30 детей: 14 мальчиков, 16 девочек; средний возраст $-8,7 \pm 1,52$);
2. Дети, выполняющие стандартные упражнения ЛФК, рекомендованные при плоскостопии (30 детей: 15 мальчиков, 15 девочек; средний возраст $-8,9 \pm 1,5$);
3. Дети, выполняющие специальный комплекс упражнений для тренировки баланса тела, преимущественно во фронтальной плоскости (28 детей: 15 мальчиков, 13 девочек; средний возраст $-8,9 \pm 1,36$);
4. Дети, занимающиеся на нестабильной платформе (26 детей: 14 мальчиков, 12 девочек; средний возраст $-8,7 \pm 1,3$).

Оценка эффективности тренировок включала как оценку изменений в отношении формы и положения стоп (шкала FPI-6, компьютерная плантография в трех проекциях, компьютерная педобарометрия), так и параметров общего баланса тела (клиническая шкала оценки устойчивости в вертикальной позе - BESS, компьютерный анализ общего баланса при помощи лазерной топографии).

Согласно шкале FPI-6 у детей первой группы отсутствовала статистически значимая динамика в отношении формы и положения стопы, суммарное количество баллов составило от $9,37 \pm 1,63$ в начале периода наблюдения до $10,03 \pm 1,03$ баллов через один год; у детей второй группы имелась положительная динамика, преимущественно в первые три месяца тренировок ($-1,3$ балла), затем – незначительный регресс в период, равный шести месяцам после окончания тренировок ($+0,63$ балла); у детей третьей и четвертой групп также наблюдалась положительная динамика, особенно в первые три месяца, а после шести месяцев упражнений положение стопы приблизилось к среднепопуляционному ($5,83 \pm 0,99$ и $4,9 \pm 0,83$

баллов, соответственно), при этом значимого регресса результата отмечено не было. При антропометрической оценке высоты медиального продольного свода стоп в группе сравнения не наблюдалось статистически достоверного изменения в течение всего периода наблюдения. В отношении второй группы детей, выполнявших комплекс упражнений ЛФК, имелась слабо выраженная положительная динамика после трех месяцев упражнений ($p < 0,05$), в дальнейшем, после шести месяцев наблюдения (без тренировок) высота медиального продольного свода стала соответствовать первоначальным значениям (до тренировок). Дети третьей группы, выполнявшие упражнения для тренировки баланса тела, продемонстрировали статистически достоверное увеличение высоты медиального продольного свода, максимальный прирост в отношении высоты продольного свода стоп наблюдался после трех месяцев тренировок (ПИ $9,92 \pm 1,1$; АНІ $0,28 \pm 0,01$), приблизившись к популяционным значениям. В дальнейшем, в течение последующих трех месяцев занятий положительная динамика сохранялась (ПИ $10,44 \pm 0,9$; АНІ $0,3 \pm 0,02$). В отношении детей четвертой группы, занимавшихся на нестабильной платформе, также имелась положительная динамика. Так, за первый месяц тренировок прирост в отношении высоты медиального продольного свода согласно подометрическому индексу составил 21,2%, в последующие два месяца тренировок – 22%, через шесть месяцев тренировок суммарный прирост составил 55,4% в сравнении с первоначальными данными. В отличие от детей второй группы у детей третьей и четвертой групп не отмечалось снижения высоты свода в течение шести месяцев наблюдения после окончания тренировок.

Согласно клинической шкале оценки баланса тела BESS у детей первой группы суммарное количество выполненных ошибок составило от $16,5 \pm 4,2$ в начале периода наблюдения до $19,4 \pm 2,9$ через один год; у детей второй группы в среднем отсутствовала статистически значимая динамика; у детей третьей и четвертой групп наблюдалась положительная динамика: за шесть месяцев тренировок количество совершенных ошибок в позах неустойчивости снизилось на 65,4 и 71,4%, соответственно.

При оценке согласно педобарометрии у детей первой группы, не выполнявших каких-либо тренировок, коэффициент нагрузки на область медиального продольного свода не имел статистически достоверных изменений (1,1 – 1,2). В то время как дети второй группы, выполнявшие стандартный комплекс ЛФК, продемонстрировали статистически достоверное изменение нагрузки в области медиолатерального свода в латеральную сторону, при этом среднее значение данного параметра по-прежнему соответствовало пронационному положению стопы с преимущественной нагрузкой по медиальному продольному своду в цикле шага. С другой стороны, дети третьей и четвертой групп продемонстрировали статистически достоверные изменения в отношении распределения нагрузки по поверхности стопы. Так, коэффициент медиолатерального соотношения в области свода у детей третьей группы, выполнявших специальный комплекс упражнений для тренировки баланса тела, снизился в 2,01 раза за шесть месяцев без регресса в последующие полгода наблюдения. Дети четвертой группы, занимавшиеся на специальной нестабильной платформе, также имели статистически достоверное снижение нагрузки по медиальной поверхности стопы в цикле шага в среднем в 3,53 раза по сравнению с первоначальными параметрами. Это значит, что нагрузка веса тела в фазу опоры стала приходиться преимущественно на латеральный край стопы, что соответствует правильному биомеханическому паттерну. Достигнутый результат сохранился через шесть месяцев наблюдения после окончания тренировок.

При оценке баланса тела с использованием лазерной топографии у детей первой группы отмечалось статистически достоверное ухудшение параметров положения ЦТ в обеих плоскостях (фронтальной и сагиттальной). У детей второй группы, выполнявшей стандартный комплекс ЛФК, статистически достоверных изменений отмечено не было. В то время как параметры положения ЦТ у детей третьей и четвертой групп продемонстрировали статистически достоверное улучшение параметров устойчивости в вертикальной позе, преимущественно во фронтальной плоскости. В то же время ухудшения параметров отклонения ЦТ в сагиттальной плоскости выявлено не было. Так, у детей третьей и четвертой

группы имелось снижение амплитуды колебания ЦТ во фронтальной плоскости, стабилизация ЦТ в положении, близком к центральному положению на оси координат.

Таким образом, тренировки баланса тела у детей с генерализованной гипермобильностью способствуют стабилизации положения ЦТ во фронтальной плоскости с минимальной амплитудой колебаний, в то же время также не отмечается ухудшения параметров положения ЦТ в сагиттальной плоскости.

Задача 5 состояла в оценке качества жизни и психологических аспектов восприятия своего состояния детьми младшего школьного возраста с мобильным плоскостопием и гипермобильностью, а также их родителями.

При анализе данных согласно Оксфордскому опроснику состояния стопы у детей и Педиатрическому опроснику качества жизни было выявлено, что физический и эмоциональный компонент качества жизни имеют достоверную статистическую разницу у детей I (с гипермобильностью) и II групп (без гипермобильности) ($p=0,045$ и $0,0001$, соответственно). Причем разница средних значений по эмоциональному компоненту в 2,64 раза больше по сравнению с физическим компонентом. Согласно педиатрическому опроснику также отмечается статистическая достоверная разница в отношении физического ($p=0,032$) и эмоционального компонента ($p=0,0016$) у детей двух групп. Таким образом, дети с генерализованной гипермобильностью склонны придавать большую эмоциональную окраску своим переживаниям, чем дети без гипермобильности. Согласно опроснику Спилбергера дети с мобильным плоскостопием на фоне гипермобильности имеют умеренно-высокий уровень тревожности, в то время как родители детей с гипермобильностью имеют высокий уровень тревожности и склонны переоценивать состояние их детей в худшую сторону.

При оценке эффективности тренировок в отношении параметров качества жизни было определено, что дети контрольной группы продемонстрировали постепенное снижение параметров качества жизни в течение шести месяцев. Так, общее снижение физического компонента качества жизни составило 10,4%, а эмоционального – 13,1%, приблизившись к стабильной отметке. Дети II группы,

выполнявшие стандартный комплекс ЛФК, продемонстрировали положительную динамику в отношении физического компонента качества жизни (7,8%). В то же время значимого улучшения эмоционального компонента качества жизни отмечено не было, что связано с тем, что лечебная физкультура требовала от детей дисциплины и больших физических усилий (по субъективной оценке детей). У детей III группы, выполнявших специальный комплекс упражнений для тренировки баланса тела, было отмечено улучшение параметров как физического (18,0%), так и эмоционального компонента качества жизни (14,3%). Вероятно, это обусловлено тем, что упражнения помимо улучшения физической выносливости, способствовали формированию правильного пострурального стереотипа. Также дети отмечали субъективное улучшение походки через шесть месяцев тренировок. Дети IV группы, занимавшиеся на нестабильной платформе, также показали улучшение параметров как физического (16,2%), так и эмоционального компонента качества жизни (18,8%). Причем в отношении эмоциональной составляющей было отмечено наибольшее улучшение параметров. В то же время дети отмечали, что им нравилось заниматься на платформе.

Таким образом, в ходе выполнения диссертационного исследования были решены все пять поставленных задач и реализована поставленная цель.

ВЫВОДЫ

1. По результатам проведенного клинического обследования установлено, что общая частота встречаемости плоскостопия у детей снижается с возрастом (с 21,3% в младшем школьном возрасте до 12,3% – в старшем) ($p=0,008$), но частота ригидных форм плоскостопия с возрастом увеличивается в среднем в 1,9 раз ($p=0,023$). При этом снижение частоты встречаемости плоскостопия происходит преимущественно за счет уменьшения доли его мобильных форм: с 74,7% в 7 – 11 лет до 65,1% – в 12 – 14 лет и до 49,8% – в 15 – 17 лет, частота встречаемости симптоматического мобильного плоскостопия практически не изменяется с возрастом и составляет в среднем 8,4% во всех возрастных группах.
2. Анализ результатов опроса врачей-ортопедов в отношении клинической диагностики плоскостопия у детей младшего школьного возраста показал, что межэкспертная согласованность среди ортопедов, не специализирующихся на патологии стоп, в 2,6 раз ниже по сравнению с профильными экспертами (коэффициенты w – Кендалла 0,29 и 0,76, $p < 0,001$, соответственно); при этом высокий уровень межэкспертной и внутриэкспертной согласованности в отношении клинической оценки стоп позволил определить референтные значения основных антропометрических и плантографических индексов, характеризующих высоту продольного свода стопы, которые объективизируют клиническую диагностику плоскостопия у детей младшего школьного возраста.
3. Предложенные способы определения укорочения ахиллова сухожилия при продольном плоскостопии и мобильности деформации при продольном плоскостопии у детей с гипермобильностью позволяют выделить группы с ригидной и мобильной деформациями стоп; а сравнительная оценка структуры жалоб детей младшего школьного возраста с мобильным плоскостопием на фоне генерализованной гипермобильности и без нее согласно Оксфордскому опроснику состояния стоп у детей позволила выделить симптоматическую форму

мобильного плоскостопия, при которой суммарная оценка составляет менее 9 баллов по эмоциональному компоненту и менее 15 баллов – по физическому.

4. Разработанный комплекс тренировок баланса тела для детей с симптоматическим мобильным плоскостопием и гипермобильностью продемонстрировал свою эффективность в отношении увеличения высоты продольного свода стоп и уменьшения величины вальгусного отклонения заднего отдела стоп в среднем в 1,7 раз ($p=0,014$) согласно клинической шкале FPI – 6, снижения интенсивности жалоб в среднем в 1,4 раза согласно Оксфордскому опроснику состояния стоп у детей, в первую очередь – для эмоциональной составляющей ($p<0,001$), улучшения параметров устойчивости в вертикальной позе в среднем в 3,4 раза согласно клинической шкале оценки BESS ($p<0,001$) и в 4,3 раза согласно непрямой стабилметрии ($p<0,001$); а стандартный комплекс ЛФК, рекомендуемый при плоскостопии, способствовал увеличению высоты продольного свода стопы в среднем в 1,2 раза и не продемонстрировал статистически достоверного улучшения параметров устойчивости в вертикальной позе и снижения интенсивности жалоб ($p>0,05$).
5. Сравнительная оценка структуры жалоб по Оксфордскому опроснику состояния стоп у детей показала, что интенсивность жалоб при мобильном плоскостопии и гипермобильности в среднем в 1,5 раза выше, чем при мобильном плоскостопии без гипермобильности, что относится к физической и эмоциональной составляющим ($p<0,001$), а анализ структуры жалоб у детей младшего школьного возраста с асимптоматическим мобильным плоскостопием и детей без деформаций стоп не выявил статистически значимой разницы ($p>0,05$). Проведенная альгометрия показала, что у детей с мобильным плоскостопием и гипермобильностью порог болевой чувствительности достоверно ниже ($p<0,05$), а между величиной гипермобильности и уровнем порога болевой чувствительности имеется сильная обратная корреляционная связь: чем выше величина гипермобильности по шкале Бейтона, тем ниже значение порога чувствительности, при котором возникают болевые ощущения ($r= -0,82$; $p=0,002$).

6. Наше клинико-психологическое исследование показало, что уровень личностной и ситуативной тревожности у детей с гипермобильностью достоверно выше по сравнению с детьми без гипермобильности ($p=0,0001$), а при мобильном плоскостопии на фоне гипермобильности имеются умеренно-высокий уровень тревожности, при этом родители детей с гипермобильностью имеют высокий уровень тревожности и склонны переоценивать состояние своих детей в худшую сторону.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При клинической диагностике плоскостопия у детей школьного возраста целесообразно использовать шкалу с высокой степенью межэкспертной и внутриэкспертной согласованности между специалистами, такую как FPI-6, а для оценки высоты продольного свода стопы – такие показатели как высота бугристости ладьевидной кости, подометрический индекс и индекс высоты свода стопы.
2. При клинической диагностике плоскостопия у детей школьного возраста необходимо оценивать величину тыльной флексии стоп, в том числе – по предложенной нами методике, с целью определения мобильности деформации. Структуру и интенсивность жалоб со стороны стоп следует оценивать согласно предложенным критериям Оксфордского опросника.
3. Разработанный комплекс тренировок баланса тела для детей с мобильным плоскостопием и гипермобильностью следует использовать в возрасте пациентов 7 – 11 лет, а для большей эффективности – с 7 до 9 лет с целью коррекции постурального баланса и пронационного положения стоп.
4. При оценке имеющихся жалоб на боли в стопах и быструю утомляемость у детей с мобильным плоскостопием целесообразно оценивать уровень гипермобильности по шкалам Бейтона и LLAS (шкала оценки гипермобильности нижних конечностей), порог болевой чувствительности – по данным альгометрии, а уровень тревожности (ситуативной, личностной) следует использовать для клинической оценки генерализованной гипермобильности как патогенетического фактора формирования плоскостопия и соответствующих жалоб.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ:

- BESS – balance error scoring system – клиническая система оценки баланса
- FPI-6 – foot posture index – клиническая шкала оценки формы и положения стопы
- LLAS – lower limbs assessment score – шкала оценки гипермобильности суставов нижних конечностей
- ВБЛК – высота бугристости ладьевидной кости
- ВПКС – высота продольного костного свода
- ГМ – гипермобильность
- ЛФК – лечебная физкультура
- ЛТ – личностная тревожность
- СТ – ситуативная тревожность
- ТПУ (пр.) – таранно-плюсневый угол в прямой проекции
- ТПУ (бок.) - таранно-плюсневый угол в боковой проекции
- УТЛС – угол таранно-ладьевидного соотношения (прямая проекция)
- УПКС – угол продольного костного свода
- УТПД (пр.) – угол таранно-пяточной дивергенции в прямой проекции
- УТПД (бок.) – угол таранно-пяточной дивергенции в боковой проекции
- УНПК – угол наклона пяточной кости
- ЦТ – центр тяжести

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Армасов, А.Р. Диагностическая ценность метода визуальной оценки стоп при диагностике плоскостопия у подростков / А.Р. Армасов, В.Я. Киселев // Гений Ортопедии. – 2010. - №3. – С.101-104.
2. Баранов, А.А. Изучение качества жизни в медицине и педиатрии / А.А. Баранов, В.Ю. Альбицкий, И.В. Винярская // Вопросы современной педиатрии. – 2005. - №2 – С.7-12.
3. Болтрукевич, С.И. Корректирующий латеральный артрориз подтаранного сустава для лечения нефиксированной формы плоскостопия у детей: инструкция по применению / С. И. Болтрукевич. – Гродно, 2011. – С. 32.
4. Вавилов, М.А. Артродезирующие операции у детей старше 10 лет с деформациями стоп различной этиологии / М.А. Вавилов, В.Ф. Бландинский, И.В. Громов [и др.] // Гений ортопедии. – 2016. – №3 – С.35–38.
5. Вавилов, М.А. Отдаленные результаты лечения детей с врожденной вертикальной таранной костью / М.А. Вавилов, В.Ф. Бландинский, И.В. Громов [и др.] // Гений ортопедии. – 2019. – №3 – С.330–336.
6. Вареник, Е.Н. Физкультурно-оздоровительные занятия с детьми 5 - 7 лет / Е.Н. Вареник. - М.: ТЦ «Сфера», 2009. - 128с.
7. Годунов, С.Ф. Патологическая анатомия «статической» плосковальгусной стопы / С. Ф Годунов // Ортопед. травматолог. – 1972. – № 10. – С.43–47.
8. Гросс, Н.А. Физическая реабилитация детей с нарушением опорно-двигательного аппарата / Н.А. Гросс. - М.: Советский спорт, 2000. – 224с.
9. Давыдова, Н. И. Плоскостопие и меры борьбы с ним. Стопа и вопросы построения рациональной обуви / Н. И. Давыдова. – М.: ЦИТО, 1960. – 157с.
10. Епифанов В.А. Реабилитация в травматологии и ортопедии / В.А. Епифанов. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 416с.
11. Кадурина, Т.И. Наследственные и многофакторные нарушения соединительной ткани у детей алгоритмы диагностики. Тактика ведения проект россий-

ских рекомендаций разработан комитетом экспертов педиатрической группы «дисплазия соединительной ткани» при российском научном обществе терапевтов / Т.И. Кадурина, С.Ф. Гнусаев, Л.Н. Аббакумова [и др.] // Медицинский вестник северного Кавказа. – 2015. - №1(10). – С.5-35.

12. Кенис, В.М. Мобильное плоскостопие у детей (обзор литературы) / В. М. Кенис, Ю.А. Лапкин, Р.Х. Хусаинов [и др.] // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. - 2014. - № 2. - С.44–54.

13. Кенис, В.М. Вариабельность частоты плоскостопия в зависимости от критериев диагностики и способа статистической обработки / В.М. Кенис, А.Ю. Дмитриева, А.В. Сапоговский // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. - 2019. - № 2. - С.41-50.

14. Кенис, В.М. Взаимосвязь между порогом болевой чувствительности и жалобами на боль у детей с мобильным плоскостопием / В.М. Кенис, А.Ю. Дмитриева, А.В. Сапоговский // Педиатрия. - 2019. - № 4. - С.263-268.

15. Кожухова, Н.Н. Теория и методика физического воспитания детей дошкольного возраста: схемы и таблицы / Н.Н. Кожухова, Л.А. Рыжкова, М.М. Борисова. - М.: Гуманит. изд. центр «ВЛАДОС», 2003. - 192с.

16. Корж, Н.А. Структурно-функциональные особенности стопы как органа опоры и передвижения / Н.А. Корж, Д.А. Яременко // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2003. – № 3. – С. 36–41.

17. Короткова, Е.А. Основные положения системы профилактики нарушений опорно-двигательного аппарата детей в процессе физического воспитания / Е.А. Короткова, И.В. Пенькова // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. - 2006. - №4. - С. 26-27.

18. Кошман, Г.А. Метод педобарографии в оценке функциональных результатов хирургической коррекции нефиксированного плоскостопия у детей / Г.А. Кошман, А.Г. Мармыш // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. - 2018. - №1. - С.41-46.

19. Круминь, К.А. О профилактике плоскостопия у детей / К.А. Круминь, М.Т. Ласунская, Л.П. Рийсалу [и др.] // Материалы докладов III пленума междуведом-

ственной комиссии по рациональной обуви и центрального института травматологии и ортопедии по вопросам обеспечения населения рациональной обувью и лечения заболеваний и деформаций стоп. – М.: ЦИТО, 1968. – С.120-122.

20. Кудряшова, Д.А. Количественные критерии оценки развития равновесия у людей разного возраста : диплом. работа : 49.03.01 / Д.А. Кудряшова. – Тольятти, 2017. – 53с.

21. Куслик, М.И. Плоскостопие (продольное плоскостопие): Многотомное руководство по хирургии / М. И. Куслик; под ред. В. Д. Чаклина. – М., 1960. – Т. 12. – С.531–545.

22. Лапкин, Ю.А. Варианты статической плоско-вальгусной деформации стоп тяжелой степени у детей / Ю.А. Лапкин, В.М. Кенис // Материалы II Евразийского конгресса и II съезда травматологов-ортопедов Кыргызстана : сб. – 2011. – № 4. – С.176.

23. Лашковский, В.В. Детская и подростковая подиатрия – современные подходы к диагностике и лечению заболеваний стоп / В.В. Лашковский, А.Г. Мармыш // Новости хирургии. – 2011. - №2. – С.94-100.

24. Мазурин, А.В. Пропедевтика детских болезней / А.В. Мазурин, И.М. Воронцов. – М.: Медицина, 1985. – 432с.

25. Моргунова, О.Н. Профилактика плоскостопия и нарушения осанки в ДОУ / О.Н. Моргунова. - Воронеж: ТЦ «Учитель», 2005. - 112с.

26. Илларионов, В.П. Плоскостопие. Лечебная физическая культура / В.П. Илларионов; под общ. ред. проф. С. Н. Попова. - М.: Физкультура и спорт, 1988. - 280с.

27. Олейник, А.В. Подтаранный артрозрез в лечении плосковальгусной деформации стоп у детей : дис. ... канд. мед. наук / Олейник Анатолий Васильевич. – М., 2019. – 97с.

28. Перепелкин, А.И. К вопросу о формировании продольного свода стопы у детей / А.И. Перепелкин, В.Б. Мандриков, А.И. Краюшкин [и др.] // Волгоградский научно-медицинский журнал. - 2016. - №1. - С.49.

29. Потапчук, А.А. Лечебная физическая культура в детском возрасте / А.А. Потапчук, С.В. Матвеев, М.Д. Дидур. – М.: Речь, 2007. – 472с.
30. Процко, В.Г. Хирургическое лечение плоскостопной деформации стоп у взрослых : дис. ... д-ра мед. наук / Процко Виктор Геннадиевич. – М., 2018. – 204с.
31. Савельев, М.Ю. Физиологическое обоснование стабилотрии в оценке статического равновесия у детей младшего школьного возраста в норме и при нарушениях двигательной функции : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 03.00.13, 14.00.51 // М.Ю. Савельев. – Архангельск, 2005. – 20с.
32. Садофьева, В.И. Нормальная рентгеноанатомия костно-суставной системы детей / В.И. Садофьева. – Ленинград: «Медицина», 1990. – 94с.
33. Сапоговский, А.В. Клиническая диагностика ригидных форм плосковальгусных деформаций стоп у детей / А.В. Сапоговский, В.М. Кенис // Травматология и ортопедия России. – 2015. – № 4. – С.46-51.
34. Стеркина, Р.Б. Качество дошкольного образования и основные тенденции его изменения / Р.Б. Стеркина // Дошкольное воспитание. – 1996. – №6. – С.2-14.
35. Храмов, П.И. Функциональная стабильность вертикальной позы у детей в зависимости от свода стоп / П. И. Храмов, А. М. Курганский // Вестн. Росс. акад. мед. наук. – 2009. – № 5. – С. 41–44.
36. Циркунова, Н.А. Плантография как метод диагностики плоскостопия / Н.А. Циркунова // Материалы докладов 3-го Пленума межведомственной комиссии по рациональной обуви. – М.: ЦИТО, 1968.- С.45-46.
37. Яременко Д.А. Диагностика и классификация статических деформаций стоп / Д.А. Яременко // Ортопедия, травматология и протезирование. — 1985. - № 11. - С.59-67.
38. Abolarin, T. Predictive factors for flatfoot: the role of age and footwear in children in urban and rural communities in south West Nigeria / T. Abolarin, A. Aiyegbusi, A. Tella [et al.] // Foot. – 2011. – Vol. 21, N 4. – P. 188–192.
39. Atik, A. Flexible flatfoot / A. Atik, S. Ozyurek // North clin Istanbul. – 2014. – Vol. 1, N 1. – P. 57-64.

40. Aydın, E. Postural balance control in women with generalized joint laxity / E. Aydın // Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation. – 2017. – Vol. 63, N 3. – P. 259–265.
41. Banwell, H.A. Paediatric flexible flat foot: how are we measuring it and are we getting it right? A systematic review / H.A Banwell, M.E Paris, S. Mackintosh [et al.] // J Foot Ankle Res. – 2018. – Vol. 11, N 1. – P. 21-33.
42. Beck, A.T. An inventory for measuring clinical anxiety: psychometric properties / A.T. Beck, N. Epstein, G. Brown [et al.] // J Consult Clin Psychol. - 1988. - Vol. 56, N 6. - P. 893-897.
43. Beighton, P. Ehlers-Danlos syndromes: revised nosology / P. Beighton, A. De Paepe, B. Steinmann [et al.] // Am J Med Genet. – 1998. – Vol. 77. – P. 31-37.
44. Beighton, P. Articular mobility in an African population / P. Beighton, L. Solomon, C.L. Soskolne // Annals of Rheumatic Diseases. – 1973. – Vol. 32, N 5. – P. 413-418.
45. Benedetti, M.G. Clinicoradiographic assessment of flexible flatfoot in children / M.G. Benedetti, L. Berti, S. Straudi [et al.] // Journal of the American Podiatric Medical Association. – 2010. – Vol. 100, N 6. – P. 463-471.
46. Benedetti, M.G. Diagnosis of flexible flatfoot in children: a systematic clinical approach / M.G. Benedetti, F. Ceccarelli, L. Berti [et al.] // Orthopedics. – 2011. – Vol. 34, N 2. – P. 94.
47. Bennett, M.R. Early hominin foot morphology based on 1.5-million-year-old footprints from Ileret, Kenya / M.R. Bennett, J.W. Harris, B.G. Richmond [et al.] // Science. – 2009. – Vol. 323, N 5918. – P. 1197–1201.
48. Bohm, H. Cluster analysis to identify foot motion patterns in children with flexible flatfeet using gait analysis—A statistical approach to detect decompensated pathology? / H. Bohm, C. Oestreich, R. Rethwilm [et al.] // Gait & Posture. – 2019. – Vol. 71. – P. 151–156.
49. Bordin, D. Flat and cavus foot, indexes of obesity and overweight in a population of primary-school children / D. Bordin, G. De Giorgi, G. Mazzocco [et al.] // Minerva Pediatrics. – 2001. – Vol. 53, N 1. – P. 7-13.

50. Browner, B.D. Skeletal trauma: basic science, management, and reconstruction / B.D. Browner, J.B. Jupiter, A.M. Levine. - Saunders: Elsevier, 2009. – 2704 p.
51. Bruckner, J. Variations in the human subtalar joint / J. Bruckner // Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 1987. – Vol. 8, N 10. – P. 489-494.
52. Bulbena, A. Clinical assessment of hypermobility of joints: assembling criteria / A. Bulbena, J.C. Duro, M. Porta [et al.] // J Rheumatol. – 1992. - Vol. 19, N 1. – P. 115–122.
53. Bulbena, A. Anxiety disorders in the joint hypermobility syndrome / A. Bulbena, J.C. Duro, M. Porta [et al.] // Psychiatry Res. - 1993. - Vol. 46, N 1. – P. 59-68.
54. Bulbena, A. Joint Hypermobility Syndrome is a risk factor trait for anxiety disorders: a 15-year follow-up cohort study / A. Bulbena, J. Gago, G. Pailhez [et al.] // Gen Hosp Psychiatry. - 2011. - Vol. 33, N 4. - P. 363-70.
55. Bunning, P.S. A comparison of adult and foetal talocalcaneal articulations / P.S. Bunning, C.H. Barnett // Journal of Anatomy. – 1965. – Vol. 99. – P. 71-76.
56. Caes, L. The relationship between parental catastrophizing about child pain and distress in response to medical procedures in the context of childhood cancer treatment: A longitudinal analysis / L. Caes, L. Goubert, P. Devos [et al.] // J Pediatr Psychol. – 2014. – Vol. 39, N 7. – P. 677-686.
57. Cavanagh, P.R. The arch index: A useful measure from footprints / P.R. Cavanagh, M.M. Rodgers // Journal of Biomechanics. – 1987. – Vol. 20, N 5. – P. 547–551.
58. Chang, C.H. Flatfoot diagnosis by a unique bimodal distribution of footprint index in children / C.H. Chang, Y.C. Chen, W.T. Yang [et al.] // PLoS One. – 2014. – Vol. 9, N 12. – P. e115808.
59. Chen, K.C. Footprint analysis of flatfoot in preschool-aged children / K.C. Chen, C.J. Yeh, J.F. Kuo [et al.] // Eur J Pediatr. – 2011. – Vol. 170, N 5. – P. 611–617.
60. Chen, K.C. Relevant factors influencing flatfoot in preschool-aged children / K.C. Chen, C.J. Yeh, L.C. Tung [et al.] // Euro J Paediatr. – 2011. – Vol. 170, N 7. – P. 931–936.

61. Chuckpaiwong, B. Correlation between static foot type measurements and clinical assessments / B. Chuckpaiwong, J.A. Nunley, R.M. Queen // *Foot and Ankle International*. – 2009. – Vol. 30, N 3. – P. 205-212.
62. Cimolin, V. Foot type analysis based on electronic pedobarography data in individuals with joint hypermobility syndrome/Ehlers-Danlos syndrome hypermobility type during upright standing / V. Cimolin, M. Galli, C. Celletti [et al.] // *Journal of the American Podiatric Medical Association*. – 2014. – Vol. 104, N 6. – P. 588-593.
63. Clarke, H.H. An objective method of measuring the height of the longitudinal arch in foot examinations / H.H. Clarke // *Res Q Am Phys Educ Assoc*. – 1933. – Vol. 4, N 3. – P. 99–107.
64. Cobb, S.C. A digital photographic measurement method for quantifying foot posture: validity, reliability, and descriptive data / S.C. Cobb, C.R. James, M. Hjertstedt [et al.] // *Journal of Athletic Training*. – 2011. – Vol. 46, N 1. – P. 20-30.
65. Cowan, D.N. Consistency of visual assessments of arch height among clinicians / D.N. Cowan, J.R. Robinson, B.H. Jones [et al.] // *Foot and Ankle International*. – 1994. – Vol. 15, N 4. – P. 213-217.
66. Crompton, R.H. Human-like external function of the foot, and fully upright gait, confirmed in the 3.66 million year old Laetoli hominin footprints by topographic statistics, experimental footprint-formation and computer simulation / R.H. Crompton, T.C. Pataky, R. Savage [et al.] // *J R Soc Interface*. - 2012. – Vol. 9, N 69. – P. 707–719.
67. D'Aout, K. Segment and joint angles of hind limb during bipedal and quadrupedal walking of the bonobo (*Pan paniscus*) / K. D'Aout, P. Aerts, D. De Clercq [et al.] // *Am J Phys Anthropol*. – 2002. – Vol. 119, N 1. – P. 37–51.
68. Dahle, L.K. Visual assessment of foot type and relationship of foot type to lower extremity injury / L.K. Dahle, M.J. Mueller, A. Delitto [et al.] // *Journal of Orthopaedics and Sports Physical Therapy*. – 1991. – Vol. 14, N 2. – P. 70-74.
69. Dars, S. The effectiveness of non-surgical intervention (Foot Orthoses) for paediatric flexible pes planus: A systematic review: Update / S. Dars, H. Uden, H.A. Banwell [et al.] // *PLoS ONE*. – 2018. – Vol. 13, N 2. – P. e0193060.

70. Dars, S. When, why and how foot orthoses (FOs) should be prescribed for children with flexible pes planus: a Delphi survey of podiatrists / S. Dars, H. Uden, S. Kumar [et al.] // *PeerJ*. – 2018. – Vol. 6. – P. e4667.
71. Davids, J.R. Quantitative segmental analysis of weight-bearing radiographs of the foot and ankle for children: normal alignment / J.R. Davids, T.W. Gibson, L.I. Pugh // *Journal of Pediatric Orthopaedics*. – 2005. – Vol. 25, N 6. – P. 769-776.
72. De Cock, A. A functional foot type classification with cluster analysis based on plantar pressure distribution during jogging / A. De Cock, T. Willems, E. Witvrouw [et al.] // *Gait & Posture*. – 2006. – Vol. 23, N 3. – P. 339–347.
73. DeSilva, J.M. Lucy's flat feet: the relationship between the ankle and rearfoot arching in early hominins / J.M. DeSilva, Z.J. Throckmorton // *PLoS One*. - 2010. – Vol. 5, N 12. – P. e14432.
74. DeSilva, J.M. Revisiting the “midtarsal break” / J.M. DeSilva // *Am J Phys Anthropol*. - 2010. – Vol. 141. – P. 245–258.
75. Didia, B.C. The use of footprint contact index II for classification of flat feet in a Nigerian population / B.C. Didia, E.T. Omu, A.A. Obuoforibo // *Foot Ankle*. – 1987. – Vol. 7, N 5. – P. 285–289.
76. Dowling, A.M. Does obesity influence foot structure and plantar pressure patterns in prepubescent children? / A.M. Dowling, J.R. Steele, L.A. Baur // *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*. – 2001. – Vol. 25, N 6. – P. 845-852.
77. Drefus LC. Reliability of the arch height index as a measure of foot structure in children / L.C. Drefus, P. Kedem, S.M. Mangan [et al.] // *Pediatr Phys Ther*. – 2017. – Vol. 29, N 1. – P. 83–88.
78. Eccles, J.A. Brain structure and joint hypermobility: relevance to the expression of psychiatric symptoms / J.A. Eccles, F.D. Beacher // *The British Journal of Psychiatry*. - 2012. - Vol. 200, N 6. - P. 250-259.
79. Echarri, J.J. The development in footprint morphology in 1851 Congolese children from urban and rural areas, and the relationship between this and wearing shoes / J.J. Echarri, F. Forriol // *J Pediatr Orthop B*. – 2003. – Vol. 12, N 2. – P. 141–146.

80. El, O. Flexible flatfoot and related factors in primary school children: a report of a screening study / O. El, O. Akcali, C. Kosay [et al.] // *Rheumatology International*. – 2006. – Vol. 26, N 11. – P. 1050-1053.
81. Elftman, H. Chimpanzee and human feet in bipedal walking / H. Elftman, J. Manner // *Am J Phys Anthropol*. – 1935. – Vol. 20, N 1. – P. 69–79.
82. Evans, A.M. Reliability of the foot posture index and traditional measures of foot position / A.M. Evans, A.W. Copper, R.W. Scharfbillig [et al.] // *Journal of the American Podiatric Medical Association*. – 2003. – Vol. 93, N 3. – P. 203-213.
83. Evans, A.M. A Cochrane review of the evidence for non-surgical interventions for flexible pediatric flat feet / A.M. Evans, K. Rome // *Eur j phys rehabil med*. – 2011. – Vol. 47. – P. 69 – 89.
84. Evans, A.M. The foot posture index, ankle lunge test, Beighton scale and the lower limb assessment score in healthy children: a reliability study / A.M. Evans, K. Rome, L. Peet // *Journal of Foot and Ankle Research*. – 2012. – Vol. 5, N 1. – P. 1-5.
85. Evans, A.M. The flat-footed child - to treat or not to treat - what is the clinician to do? / A.M. Evans // *J Am Podiatr Med Assoc*. – 2008. – Vol. 98, N 5. – P. 386–393.
86. Evans, A.M. The paediatric flat foot and general anthropometry in 140 Australian school children aged 7 - 10 years / A.M. Evans // *J Foot Ankle Res*. – 2011. – Vol. 4, N 1. – P.12.
87. Ezema, C.I. Flat foot and associated factors among primary school children: a cross-sectional study / C.I. Ezema, U.O. Abaraogu, G.O. Okafor // *Hong Kong Physio J*. – 2014. – Vol. 32, N 1. – P. 13–20.
88. Ferrell, W.R. Amelioration of symptoms by enhancement of proprioception in patients with joint hypermobility syndrome / W.R. Ferrell, N. Tennant, R.D. Sturrock [et al.] // *Arthritis Rheum*. – 2004. – Vol. 50, N 10. – P. 3323-3328.
89. Fleiss, J.L. The equivalence of weighted kappa and the intraclass correlation coefficient as measures of reliability / J.L. Fleiss, J. Cohen // *Educational and Psychological Measurement*. – 1973. – Vol. 33, N 3. – P. 613-619.
90. Forriol, F. Footprint analysis between three and seventeen years of age / F. Forriol, J. Pascual // *Foot and Ankle International*. – 1990. – Vol. 11, N 2. – P. 101-104.

91. Fritz, B. Foot development in childhood and adolescence / B. Fritz, M. Mauch // *Handbook of Footwear Design and Manufacture*, 2013. – P. 49–71.
92. Galli, M. Foot pressure distribution in children with cerebral palsy while standing / M. Galli, V. Cimolin, M. Pau [et al.] // *Res Dev Disabil.* – 2015. – Vol. 41-42. – P. 52–57.
93. Galli, M. The effects of low arched feet on foot rotation during gait in children with Down syndrome / M. Galli, V. Cimolin, C. Rigoldi [et al.] // *J Intellect Disabil Res.* – 2014. – Vol. 58, N 8. – P. 758–764.
94. Garcia-Rodriguez, A. Flexible flat feet in children: a real problem? / A. Garcia-Rodriguez, F. Martin-Jimenez, M. Carnero-Varo [et al.] // *Pediatrics.* – 1999. – Vol. 103, N 6. – P. e84.
95. Goubert, L. Catastrophizing about their children's pain is related to higher parent-child congruency in pain ratings: an experimental investigation / L. Goubert, T. Vervoort, A. Cano [et al.] // *Eur J Pain.* – 2009. – Vol. 13, N 2. – P. 196–201.
96. Gould, N. Development of the child's arch / N. Gould, M. Moreland, R. Alvarez [et al.] // *Foot Ankle.* – 1989. – Vol. 9, N 5. – P. 241–245.
97. Grahame, R. The revised (Brighton 1998) criteria for the diagnosis of benign joint hypermobility syndrome (BJHS) / R. Grahame, H.A. Bird, A. Child [et al.] // *J Rheumatol.* – 2000. – Vol. 27, N 7. – P. 1777-1779.
98. Grahame R. Joint hypermobility syndrome pain / R. Grahame // *Curr Pain Headache Rep.* – 2009. – Vol. 13, N 6. – P. 427-433.
99. Gratacòs, M. A polymorphic genomic duplication on human chromosome 15 is a susceptibility factor for panic and phobic disorders / M. Gratacòs, M. Nadal, R. Martín-Santos // *Cell.* - 2001. - Vol. 106, N 3. - P. 367-379.
100. Hallemans, A. Pressure distribution patterns under the feet of new walkers: the first two months of independent walking / A. Hallemans, K. D'Aout, D. De Clercq [et al.] // *Foot Ankle.* – 2003. – Vol. 24, N 5. – P. 444–453.
101. Hallemans, A. Changes in foot-function parameters during the first 5 months after the onset of independent walking: a longitudinal follow-up study / A. Hallemans, D. De Clercq, S.V. Dongen [et al.] // *Gait & Posture.* - 2006. – Vol. 23, N 2. – P. 142–148.

102. Harcourt-Smith, W.E. Fossils, feet and the evolution of human bipedal locomotion / W.E. Harcourt-Smith, L.C. Aiello // *J Anat.* – 2004. – Vol. 204, N 5. – P. 403–416.
103. Harris, R.I. Army foot survey. National Research Council of Canada / R.I. Harris, T. Beath // *British Journal of Surgery.* – 1949. – Vol. 37, N 146. – P. 255.
104. Harris, R.I. Hypermobility flat-foot with short tendo achillis / R.I. Harris, T. Beath // *Journal of Bone and Joint Surgery (American).* – 1948. – Vol. 30, N 1. – P. 116-150.
105. Hashkes, P.J. Decreased pain threshold in children with growing pains / P.J. Hashkes, O. Friedland, L. Jaber [et al.] // *J Rheumatol.* - 2004. – Vol. 31. – P. 610–613.
106. Hassan, B.S. Static postural sway, proprioception, and maximal voluntary quadriceps contraction in patients with knee osteoarthritis and normal control subjects / B.S. Hassan // *Ann Rheum Dis.* – 2001. – Vol. 60, N 6. – P. 612-618.
107. Hefti, F. Flexible arch of the foot / F. Hefti, R. Brunner // *Der Orthopaede.* - 1999. – Vol. 28. – P. 159-172.
108. Hernandez, A.J. Calculation of staheli's plantar arch index and prevalence of flat feet: a study with 100 children aged 5-9 years / A.J. Hernandez, L.K. Kimura, H.F. Laraya [et al.] // *Acta ortop. bras.* – 2007. – Vol. 15, N 2. – P. 68-71.
109. Hogeweg, J.A. The influence of site of stimulation, age, and gender on pain threshold in healthy children / J.A. Hogeweg, W. Kuis, R.A. Oostendorp [et al.] // *Phys Ther.* – 1996. – Vol. 76, N 12. – P. 1331–1339.
110. Holowka, N.B. Chimpanzee and human midfoot motion during bipedal walking and the evolution of the longitudinal arch of the foot / N.B. Holowka, M.C. O'Neill, J. Thompson [et al.] // *Hum. Evol.* - 2017. – Vol. 104. – P. 23-31.
111. Hosl, M. Does excessive flatfoot deformity affect function? A comparison between symptomatic and asymptomatic flatfeet using the Oxford Foot Model / M. Hosl, H. Bohm, C. Multerer [et al.] // *Gait and Posture.* – 2014. – Vol. 39, N 1. – P. 23-28.
112. Iatridou, K. Static and dynamic body balance following provocation of the visual and vestibular systems in females with and without joint hypermobility syndrome / K. Iatridou, D. Mandalidis, E. Chronopoulos [et al.] // *J Bodyw Mov Ther.* – 2014. – Vol. 18, N 2. – P. 159-164.

113. Jack, E.A. NAVICULO-CUNEIFORM FUSION IN THE TREATMENT OF FLAT FOOT / E.A. Jack // *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume.* – 1953. – Vol. 35-B, N 1. – P. 75–82.
114. Keenan, A.M. The Foot Posture Index: Rasch analysis of a novel, foot-specific outcome measure / A.M. Keenan, A.C. Redmond, M. Horton [et al.] // *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* – 2007. – Vol. 88, N 1. – P. 88-93.
115. Kelikian, A.S. Sarrafian's anatomy of the foot and ankle: descriptive, topographic, functional / A.S. Kelikian, S.K. Sarrafian. - Lippincott Williams and Wilkins, 2011. – 736 p.
116. Ker, R.F. The spring in the arch of the human foot / R.F. Ker, M.B. Bennett, S.R. Bibby [et al.] // *Nature.* – 1987. – Vol. 325, N 6100. – P. 147-149.
117. Kirk, J.A. The hypermobility syndrome. Musculoskeletal complaints associated with generalized joint hypermobility / J.A. Kirk, B.M. Ansell, E.G. Bywaters // *Annals of the Rheumatic Diseases.* - 1967. - Vol. 26, N 5. - P. 419.
118. Kothari, A. Health-related quality of life in children with flexible flatfeet: a cross-sectional study / A. Kothari, J. Stebbins, A.B. Zavatsky [et al.] // *Journal of children's orthopaedics.* - 2014. - Vol. 8, N 6. - P. 489-496.
119. Kumar, K.H. Definition of pain and classification of pain disorders / K.H. Kumar, P. Elavarasi // *Journal of Advanced Clinical & Research Insights.* – 2016. – Vol. 3. – P. 87-90.
120. Laffargue, F. Clinical signs of Marfan syndrome in children under 10 years of age / F. Laffargue, A. Lienhardt-Roussie, D. Lacombe [et al.] // *Archives of Pediatrics.* – 2013. – Vol. 20, N 11. – P. 1193-1200.
121. Lin, C-J. Correlating factors and clinical significance of flexible flatfoot in pre-school children / C-J. Lin, K-A. Lai, T-S. Kuan [et al.] // *Journal of Pediatric Orthopaedics.* – 2001. – Vol. 21, N 3. – P. 378-382.
122. Lin, C.J. Physiological knock-knee in preschool children: Prevalence, correlating factors, gait analysis, and clinical significance / C.J. Lin, S.C. Lin, W. Huang [et al.] // *Journal of Pediatric Orthopaedics.* – 1999. – Vol. 19, N 5. – P. 650-654.

123. Lovejoy, C.O. Combining prehension and propulsion: the foot of *Ardipithecus ramidus* / C.O. Lovejoy, B. Latimer, G. Suwa [et al.] // *Science*. – 2009. – Vol. 326, N 5949. – P. 72e1.
124. Mallik, A.K. Impaired proprioceptive acuity at the proximal interphalangeal joint in patients with the hypermobility syndrome / A.K. Mallik, W.R. Ferrell, A.G. McDonald [et al.] // *Br J Rheumatol*. – 1994. – Vol. 33, N 7. – P. 631-637.
125. Mato, H. A review of symptoms associated with Benign Joint Hypermobility Syndrome in children / H. Mato, T. Berde, N. Hasson [et al.] // *Pediatric Rheumatology*. – 2008. – Vol. 6, N S1. – P.155.
126. Matthews, J.G. The developmental anatomy of the foot / J.G. Matthews // *The Foot*. - 1998. – Vol. 8, N 1. – P. 17–25.
127. McPoil, T.G. Evaluation and management of foot and ankle disorders: present problems and future directions / T.G. McPoil, G.C. Hunt // *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. – 1995. – Vol. 21, N 6. – P. 381-388.
128. Mebes, C. Isometric rate of force development, maximum voluntary contraction, and balance in women with and without joint hypermobility / C. Mebes, A. Amstutz, G. Luder [et al.] // *Arthritis Rheum*. – 2008. – Vol. 59, N 11. – P. 1665-1669.
129. Meldrum, D.J. Kinematics of the cercopithecine foot on arboreal and terrestrial substrates with implications for the interpretation of hominid terrestrial adaptations / D.J. Meldrum // *Am J Phys Anthropol*. - 1991. – Vol. 84, N 3. – P. 273–289.
130. Mentiplay, B.F. Reliability and validity of the Microsoft Kinect for evaluating static foot posture / B.F. Mentiplay, R.A. Clark, A. Mullins [et al.] // *Journal of Foot and Ankle Research*. – 2013. – Vol. 6, N 1. – P. 1757.
131. Moraleda, L. Flexible flatfoot: differences in the relative alignment of each segment of the foot between symptomatic and asymptomatic patients / L. Moraleda, S. Mubarak // *Journal of Pediatric Orthopaedics*. – 2011. – Vol. 31, N 4. – P. 421-428.
132. Morley, A. Knock-knee in children / A. Morley // *British Medical Journal*. – 1957. – Vol. 2, N 5051. – P. 976-979.

133. Morris, C. The Oxford ankle foot questionnaire for children: scaling, reliability and validity / C. Morris, H.A. Doll, A. Wainwright [et al.] // *J Bone Joint Surg Br.* – 2008. – Vol. 90, N 11. – P. 1451–1456.
134. Morris, C. The Oxford Ankle Foot Questionnaire for Children: Review of Development and Potential Applications / C. Morris, H.A. Doll, A. Wainwright [et al.] // *Prosthetics and Orthotics International* [Internet]. - 2010. - Vol. 34, N 3. - P. 238–244.
135. Morton, D.J. Evolution of the human foot I / D.J. Morton // *Am. J. Phys. Anthropol.* – 1922. – Vol. 5, N 4. – P. 305-336.
136. Morton, D.J. Evolution of the human foot II / D.J. Morton // *Am. J. Phys. Anthropol.* – 1924. – Vol. 7, N 1. – P. 1-52.
137. Mosca, V.S. Flexible flatfoot in children and adolescents / V.S. Mosca // *Journal of children's orthopaedics.* – 2010. – Vol. 4, N 2. – P. 107-121.
138. Mosca, V.S. Principles and Management of Pediatric Foot and Ankle Deformities and Malformations / V.S. Mosca. - Lippincott Williams & Wilkins, 2014. – 352 p.
139. Murley, G.S. A protocol for classifying normal- and flat-arched foot posture for research studies using clinical and radiographic measurements / G.S. Murley, H.B. Menz, K.B. Landorf // *Journal of Foot and Ankle Research.* – 2009. – Vol. 2, N 1. – P. 22.
140. Nemeth, B. The diagnosis and management of common childhood orthopedic disorders / B. Nemeth // *Curr Prob Paediatr Ad.* – 2011. – Vol. 41, N 1. – P. 2–28.
141. Nikolaidou, M.E. A footprint-based approach for the rational classification of foot types in young schoolchildren / M.E. Nikolaidou, K.D. Boudolos // *Foot.* – 2006. – Vol. 16, N 2. – P. 82–90.
142. Nikolajsen, L. Intra-and interrater agreement of pressure pain thresholds in children with orthopedic disorders / L. Nikolajsen, A.D. Kristensen, L.K. Pedersen [et al.] // *Journal of children's orthopaedics.* – 2011. – Vol. 5, N 3. – P. 173-178.
143. Onodera, A.N. What is the best method for child longitudinal plantar arch assessment and when does arch maturation occur? / A.N. Onodera, I.C.N. Sacco, E.H. Morioka [et al.] // *The Foot.* – 2008. – Vol. 18, N 3. – P. 142-149.

144. Pauk, J. Differences in pediatric vertical ground reaction force between planovalgus and neutrally aligned feet / J. Pauk, J. Szymul // *Acta of Bioengineer Biomech.* – 2014. – Vol. 16, N 2. – P. 95–101.
145. Pfeiffer, M. Prevalence of Flat Foot in Preschool-Aged Children / M. Pfeiffer, R. Kotz, T. Ledl [et al.] // *Pediatrics.* – 2006. – Vol. 118, N 2. – P. 634–639.
146. Rao, U.B. The influence of footwear on the prevalence of flat foot. A survey of 2300 children / U.B. Rao, B. Joseph // *J Bone Joint Surg Br.* – 1992. – Vol. 74, N 4. – P. 525–527.
147. Redmond, A.C. Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: The Foot Posture Index / A.C. Redmond, J. Crosbie, R.A. Ouvrier // *Clinical Biomechanics.* – 2006. – Vol. 21, N 1. – P. 89-98.
148. Riddiford-Harland, D.L. Are the feet of obese children fat or flat? Revisiting the debate / D.L. Riddiford-Harland, J.R. Steele, L.A. Baur // *International Journal of Obesity.* – 2011. – Vol. 35, N 1. – P. 115-120.
149. Rombaut, L. Balance, gait, falls, and fear of falling in women with the hypermobility type of Ehlers-Danlos syndrome / L. Rombaut, F. Malfait, I. De Wandele // *Arthritis Care Res (Hoboken).* – 2011. – Vol. 63, N 10. – P. 1432-1439.
150. Root, M.L. Normal and abnormal function of the foot: *Clinical Biomechanics* / M.L. Root, W.P. Orien, J.H. Weed // *Physical Therapy.* - 1977. – Vol. 59, N 3. – P. 352.
151. Rose, G.K. The diagnosis of flat foot in the child / G.K. Rose, E.A. Welton, T. Marshall // *J Bone Joint Surg [Br].* – 1985. – Vol. 67-B, N 1. – P. 71-78.
152. Sachithanandam, V. The influence of footwear on the prevalence of flat foot: a survey of 1846 skeletally mature persons / V. Sachithanandam, B. Joseph // *J Bone Joint Surg Br.* – 1995. – Vol. 77-B, N 2. – P. 254–257.
153. Sadeghi-Demneh, E. Flatfoot and obesity in school-age children: a cross-sectional study / E. Sadeghi-Demneh, F. Azadinia, F. Jafarian [et al.] // *Clin Obes.* – 2016. – Vol. 6, N 1. – P. 42–50.
154. Sahin, N. Evaluation of knee proprioception and effects of proprioception exercise in patients with benign joint hypermobility syndrome / N. Sahin, A. Baskent, A. Cakmak [et al.] // *Rheumatol Int.* – 2008. – Vol. 28, N 10. – P. 995-1000.

155. Sahin, N. Isokinetic evaluation of knee extensor/flexor muscle strength in patients with hypermobility syndrome / N. Sahin, A. Baskent, H. Ugurlu [et al.] // *Rheumatol Int.* – 2008. – Vol. 28, N 7. – P. 643-648.
156. Saltzman, C.L. Measurement of the medial longitudinal arch / C.L. Saltzman, D. Nawoczenski, K. Talbot // *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* – 1995. – Vol. 76, N 1. – P. 45-49.
157. Scheper, M. Chronic pain in hypermobility syndrome and Ehlers - Danlos syndrome (hypermobility type): it is a challenge / M. Scheper, J.E. de Vries, J. Verbunt [et al.] // *Journal of Pain Research.* - 2015. – P. 591.
158. Singh, A. Analysis of ankle alignment abnormalities as a risk factor for paediatric flexible flat foot / A. Singh, A. Kumar, S. Kumar [et al.] // *Internet Journal of Medical Update.* – 2010. – Vol. 5, N 1. – P. 25-28.
159. Smith-Oricchio, K. Interrater reliability of subtalar neutral, calcaneal inversion and eversion / K. Smith-Oricchio, B.A. Harris // *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy.* – 1990. – Vol. 12, N 1. – P. 10-15.
160. Staheli, L.T. The longitudinal arch. A survey of eight hundred and eighty-two feet in normal children and adults / L.T. Staheli, D.E. Chew, M. Corbett // *J Bone Joint Surg.* – 1987. – Vol. 69, N 3. – P. 426–428.
161. Staheli, L.T. Corrective shoes for children: a survey of current practice / L.T. Staheli, L. Giffin // *Pediatrics.* – 1980. – Vol. 65, N 1. – P. 13-17.
162. Staheli, L.T. Evaluation of planovalgus foot deformities with special reference to the natural history / L.T. Staheli // *Journal of the American Podiatric Medical Association.* – 1987. – Vol. 77, N 1. – P. 2-6.
163. Stavlas, P. The evolution of foot morphology in children between 6 and 17 years of age: a cross-sectional study based on footprints in a Mediterranean population / P. Stavlas, T.B. Grivas, C. Michas [et al.] // *J Foot Ankle Sur.* – 2005. – Vol. 44, N 6. – P. 424–8.
164. Stormont, D.M. The relative incidence of tarsal coalition / D.M. Stormont, H.A. Peterson // *Clinical Orthopaedics and Related Research.* – 1983. – Vol. 181. – P. 28-36.

165. Streiner, D.L. Breaking Up Is Hard to Do: The Heartbreak of Dichotomizing Continuous Data / D.L. Streiner // *The Canadian Journal of Psychiatry*. – 2002. – Vol. 47, N 3. – P. 262-266.
166. Tabiner, M. Failure to Find DUP25 in Patients with Anxiety Disorders, in Control Individuals, or in Previously Reported Positive Control Cell Lines / M. Tabiner, S. Youngs, N. Dennis // *Am. J. Hum. Genet.* - 2003. - Vol. 72, N 3. - P. 535-538.
167. Tenenbaum, S. Flexible pes planus in adolescents: body mass index, body height, and gender--an epidemiological study / S. Tenenbaum, O. Hershkovich, B. Gordon [et al.] // *Foot and Ankle International*. – 2013. – Vol. 34, N 6. – P. 811-817.
168. Tomomitsu, MS. Static and dynamic postural control in low-vision and normal-vision adults / M.S. Tomomitsu, A.C. Alonso, E. Morimoto [et al.] // *Clinics (Sao Paulo)*. – 2013. – Vol. 68, N 4. – P. 517-521.
169. Uden, H. The typically developing paediatric foot: how flat should it be? A systematic review / H. Uden, R. Scharfbillig, R. Causby // *J Foot Ankle Res*. – 2017. – Vol. 10, N 1. – P. 37.
170. Uziel, Y. Five year outcome of children with “growing pains”: correlations with pain threshold / Y. Uziel, G. Chapnick, L. Jaber // *J Pediatr*. – 2010. – Vol. 156, N 5. – P. 838–840.
171. Vanderwilde, R. Measurement on radiographs of the foot in normal infants and children / R. Vanderwilde, L.T. Staheli, D.E. Chew [et al.] // *Journal of Bone and Joint Surgery (American)*. – 1988. – Vol. 70, N 3. – P. 407-415.
172. Varni, J.W. PedsQL 4.0: reliability and validity of the Pediatric Quality of Life Inventory version 4.0 generic core scales in healthy and patient populations / J.W. Varni, M. Seid, P.S. Kurtin // *Med Care*. – 2001. – Vol. 39, N 8. – P. 800–812.
173. Villarroya, M.A. Assessment of the medial longitudinal arch in children and adolescents with obesity: footprints and radiographic study / M.A. Villarroya, J.M. Esquivel, C. Tomas [et al.] // *European Journal of Pediatrics*. – 2009. – Vol. 168, N 5. – P. 559-567.
174. Volpon, J.B. Footprint analysis during the growth period / J.B. Volpon // *Journal of Pediatric Orthopaedics*. – 1994. – Vol. 14, N 1. – P. 83-85.

175. Wearing, S.C. The Arch Index: A Measure of Flat or Fat Feet? / S.C. Wearing, A.P. Hills, N.M. Byrne [et al.] // *Foot & Ankle International*. – 2004. – Vol. 25, N 8. – P. 575–581.
176. Weiland, Y. A Multicolor FISH Assay Does Not Detect DUP25 in Control Individuals or in Reported Positive Control Cells / Y. Weiland, J. Kraus, M.R. Speicher // *Am J Hum Genet*. - 2003. - Vol. 72, N 5. - P. 1349-1352.
177. Weimar, W. Arch height index normative values of college-aged women using the arch height index measurement system / W. Weimar, J. Shroyer // *J Am Podiatr Med Assoc*. – 2013. – Vol. 103, N 3. – P. 213–217.
178. Wenger, D.R. Corrective shoes and inserts as treatment for flexible flatfoot in infants and children / D.R. Wenger, D. Mauldin, G. Speck [et al.] // *J Bone Joint Surg Am*. – 1989. – Vol. 71, N 6. – P. 800–810.
179. Williams, D.S. Arch structure and injury patterns in runners / D.S. Williams, I.S. McClay, J. Hamill // *Clinical Biomechanics*. – 2001. – Vol. 16, N 4. – P. 341-347.
180. Wong, C. Pain management in children: Part 1—Pain assessment tools and a brief review of nonpharmacological and pharmacological treatment options / C. Wong, E. Lau, L. Palozzi [et al.] // *Canadian Pharmacists Journal*. – 2012. – Vol. 145, N 5. – P. 222-225.
181. Woo, A.K.M. Depression and anxiety in pain / A.K.M. Woo // *Reviews in pain*. – 2010. – Vol. 4, N 1. – P. 8-12.
182. Zafiropoulos, G. Flat foot and femoral anteversion in children--a prospective study / G. Zafiropoulos, K.S. Prasad, T. Kouboura [et al.] // *The Foot*. – 2009. – Vol. 19, N 1. – P. 50-54.
183. Zokirhodzaev, M. Diagnostic criteria of flatfoot and ways of rehabilitation therapy in children / M. Zokirhodzaev // *MHSJ*. – 2011. – Vol. 8. – P. 68-72.