

НАО «Медицинский университет Астана»

УДК: 616.8-009.18-053.5:615.825(1-21)

МПК: А61Н1/00, А63В23/00

Кожамкулов Олжас Маратулы

**Тема: Комплексное применение средств физической реабилитации
при нарушениях осанки у детей младшего школьного возраста г.
Астана**

Диссертация на соискание академической степени магистра медицинских наук по специальности: 7М10102-«Медицина»

Научный руководитель: к.м.н., доцент НИИ профилактической медицины им. академика Е.Д. Даленова, Тарджибаева С.К.

Астана 2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....	4
ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	5
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	6
СПИСОК ДИАГРАММ, РИСУНКОВ И ТАБЛИЦ.....	7
ВВЕДЕНИЕ	8
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ НАУЧНЫХ ПОДХОДОВ К ПРОБЛЕМЕ НАРУШЕНИЙ ОСАНКИ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА (Обзор литературы) 12	
1.1. Морфофункциональные особенности формирования осанки в период младшего школьного возраста	12
1.2. Нейрофизиологические механизмы регуляции постурального баланса и поддержания вертикальной позы у детей.....	14
1.3. Этиопатогенетические факторы формирования нарушений осанки у младших школьников	19
1.4. Классификации постуральных изменений в детском возрасте	20
1.5. Эпидемиологическая характеристика нарушений осанки у детей.....	24
1.6. Современные методы скрининга и коррекции нарушений осанки у детей младшего школьного возраста	28
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	33
2.1. Характеристика исследуемой группы.....	33
2.2. Этические аспекты проведения исследования	34
2.3. Методика оценки осанки	34
2.4. Разработка и внедрение комплексной оздоровительной программы.	38
2.5. Методы статистической обработки результатов	44
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ	45
3.1. Первичная оценка осанки у детей младшего школьного возраста	45
3.2. Эффективность применения средств физической реабилитации в коррекции сколиотических изменений.....	48
3.3. Эффективность применения средств физической реабилитации в коррекции кифотической осанки	51

3.4. Обсуждение полученных данных и сопоставление с литературными источниками	52
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	54
ВЫВОДЫ.....	55
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	56
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	57
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Решение ЛКБ НАО МУА №8	67
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Информированное согласие на участие в исследовании.....	68

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей диссертации использованы ссылки на следующие стандарты:

- 1) Хельсинкская декларация Всемирной медицинской ассоциации (WMA), 1964 г., с последующими редакциями
- 2) Приказ Министра здравоохранения РК от 15 декабря 2020 года № ҚР ДСМ-264/2020 «Об утверждении правил, объема и периодичности проведения профилактических медицинских осмотров целевых групп населения, включая детей дошкольного, школьного возрастов, а также учащихся организаций технического и профессионального, послесреднего и высшего образования.
- 3) Кодекс Республики Казахстан от 7 июля 2020 года № 360-VI «О здоровье народа и системе здравоохранения»

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей диссертации применяют следующие термины с соответствующими определениями:

Постуральный баланс – способность человека поддерживать равновесие и осанку для предотвращения падений или отклонений как в статических, так и в динамических положениях.

Постуральный контроль – взаимодействие центральной нервной системы (ЦНС) и периферической нервной системы (ПНС), в ходе которого ЦНС регулирует сенсорную информацию, поступающую от различных систем организма, для обеспечения адекватной двигательной активности и поддержания вертикального положения тела.

Правильная осанка – привычное положение тела, обеспечивающее максимальное равновесие с наибольшей стабильностью, минимальным расходом энергии и минимальным напряжением анатомических структур.

Сколиотическая деформация — структурное изменение позвоночника, сопровождающееся смещением и ротацией позвонков, также известное как сколиотическая болезнь.

Соматосенсорная система – сложная сеть сенсорных нейронов и проводящих путей, реагирующих на изменения как на поверхности, так и внутри тела.

Кифотическая осанка – разновидность неправильной осанки, которая характеризуется усиленным грудным кифозом, выдвижением головы вперед и уплощением нижнего шейного лордоза.

Осанка человека – совокупность двигательных привычек, связанных с ежедневной деятельностью, являющаяся важным показателем здоровья.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

APESCS – Advanced Posture Evaluation and Correction System (программное обеспечение для оценки осанки)

ATR – Angle of Trunk Rotation (угол ротации туловища)

CVA – Craniovertebral Angle (краниовертебральный угол)

FAI – Frontal Asymmetry Index (фронтальный индекс асимметрии)

FHP – Forward Head Posture (вынесенная вперед голова – тип нарушения осанки)

NAI – Height Asymmetry Index (высотный индекс асимметрии)

POTSI – Posterior Trunk Symmetry Index (задний индекс симметрии туловища)

ИМТ – Индекс Массы Тела

ЛФК – Лечебная Физическая Культура

ОДА – Опорно-двигательный аппарат

ОП – Оздоровительная программа

ПНС – Периферическая нервная система

ЦНС – Центральная нервная система

СПИСОК ДИАГРАММ, РИСУНКОВ И ТАБЛИЦ

Рисунок 1– Линия центра тяжести тела в сагиттальной плоскости (Уриа А.М.)	15
Рисунок 2 – Регуляция постурального баланса.....	17
Рисунок 3 – Неструктурные изменения положения тела в сагиттальной плоскости	21
Рисунок 4 – Линия, соединяющей центр тяжести с центральной точкой опорной зоны	22
Рисунок 5 – Сколиометр.....	29
Рисунок 6 – Индекс POTSI (L. Stolinski и соавт. (2017))	31
Рисунок 7 – Схема исследования	34
Рисунок 8 – Электронный сколиометр (ЕТОРОО ZFC50).....	35
Рисунок 9 – Распределение исследованных по полу.....	46
Рисунок 10 – Заключение скрининга осанки	47
Рисунок 11– Нарушения осанки в зависимости от пола.....	47
Рисунок 12 – Нарушения осанки в зависимости от ИМТ.....	48
Таблица 1– Описательная статистика количественных переменных	45
Таблица 2 – Результаты первичного обследования.....	46
Таблица 3 – Характеристика респондентов	49
Таблица 4 – Анализ динамики сколиометрии в грудном отделе	50
Таблица 5 – Анализ динамики сколиометрии в поясничном отделе.....	50
Таблица 6 – Анализ динамики POTSI в зависимости от группы	51
Таблица 7 – Анализ динамики CVA.....	52

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы:

Заболевания опорно-двигательной системы занимают одну из ведущих мест среди патологии у детей младшего школьного возраста [1]. В связи с наступлением нового уклада жизни, режима дня, новых видов умственной деятельности, ребенок испытывает более тяжелые нагрузки [2]. Так, по результатам профилактического осмотра детей до 14 лет, число детей в 2021 году с нарушениями осанки составило 2,0 на 1000 осмотренных. Также по данным МЗ РК от 30% до 40% детей младшего школьного возраста сталкиваются с нарушениями осанки, которые могут в последующем эволюционировать в сколиоз к подростковому возрасту.

Среди основных факторов, способствующих формированию неправильной осанки у детей младшего школьного возраста является низкий уровень физической активности [3]. По данным исследования HSBC дети и подростки проводят в среднем 6-8 часов в день в сидячем положении. Более половины подростков тратят два часа и более в будний день на использования компьютеров и гаджетов, что подчеркивает наличие гиподинамии у детей.

Применение оздоровительных мероприятий по коррекции осанки в младшем школьном возрасте имеет долгосрочные последствия для их здоровья и способствует предотвращению дальнейшего развития нарушений осанки. Кроме того, эффективность коррекции осанки в младшем школьном возрасте обусловлена более выраженной пластичностью детей [4].

Недостаточная эффективность оздоровительных мероприятий при нарушениях осанки многими исследователями объясняется отсутствием объективных патогенетически обоснованных корригирующих технологий, неоправданно «щадящими» методиками физической реабилитации и недостаточным разнообразием используемых современных технологий [5]. Значительное количество научных и научно-методических разработок по вопросам профилактики, устранения нарушений осанки и достигнутые результаты, до настоящего времени не позволяют эффективно справляться с неуклонно растущей численностью детей с различными нарушениями осанки и сохраняют научно-практическую актуальность данной проблемы. В связи с чем на современном этапе возникла необходимость в разработке эффективных методов физической реабилитации.

Цель исследования:

Оценка оздоровительного влияния средств физической реабилитации на нарушения осанки у детей младшего школьного возраста г. Астана.

Объект и предмет исследования:

Объектом исследования являются дети младшего школьного возраста г. Астана.

Предметом исследования являются показатели нарушения осанки у детей младшего школьного возраста

Критерии для включения.

Планируется проведение проспективного исследования детей младшего школьного возраста. Критерием включения является возраст от 6 до 11 лет. Включение детей в указанный возрастной диапазон обосновано физиологическими особенностями развития и актуальностью проблем формирования осанки в данном периоде.

Критерии для исключения.

- 1) Наличие хронических заболеваний опорно-двигательной системы являющиеся противопоказанием для занятия физической активностью.
- 2) Отсутствие согласия родителей или законных представителей

Задачи исследования:

- 1) Оценить показатели физического развития у детей младшего школьного возраста для определения нарушения осанки у детей.
- 2) Провести анализ средств физической реабилитации и разработать оздоровительную программу, направленную для коррекции нарушений осанки у детей младшего школьного возраста.
- 3) Провести оценку физического развития у детей младшего школьного возраста с нарушением осанки после проведения оздоровительной программы средствами физической реабилитации.

Материал и методы исследования:

В исследовании приняли участие 264 детей в возрасте от 6 до 11 лет (62,5% - мальчики, 37,5% - девочки). Все участники были включены в исследование после предварительного получения информированного согласия от родителей. Протокол исследования был рассмотрен и одобрен на заседании локального этического комитета НАО «Медицинский университет Астана» (Протокол № 8 от 21.12.2023 г.).

Методы исследования:

- 1) Антропометрия.

Измерение массы тела и роста проводилось стандартным методом с использованием ростомера и весов.

- 2) Инструментальная оценка осанки.

Для оценки состояния позвоночника использовался электронный сколиометр ЕТОРОО ZFC50. Измерение угла торсии туловища (ATR) проводилось по тесту Адамса в грудном и поясничном отделах позвоночника.

- 3) Фотометрия во фронтальной плоскости.

Анализ фронтальной плоскости проводился с использованием мобильного программного обеспечения APECS. По фотоснимкам рассчитывался индекс симметрии туловища (POTSI), отражающий степень асимметрии тела относительно вертикальной оси.

- 4) Фотометрия в сагиттальной плоскости.

Измерения в сагиттальной плоскости также выполнялись с применением программного обеспечения APECS. На основе фотоснимков рассчитывался краниовертебральный угол (CVA), характеризующий положение головы относительно туловища.

Новизна исследования

Впервые в условиях г. Астаны проведено комплексное исследование, направленное на выявление нарушений осанки у детей младшего школьного возраста, что позволило получить актуальные данные о структуре и распространённости постуральных отклонений в данной возрастной группе.

Впервые получены данные об эффективности применения оздоровительной программы у детей со сколиотической осанкой, при которой отмечалась положительная динамика в показателях осевой симметрии и стабилизации позвоночника, а также у детей с кифотической осанкой – улучшение положения головы и выравнивание краниоцервикального сегмента.

Практическая значимость

Практическая значимость данного исследования проявляется в его способности предоставить конкретные рекомендации и методы для улучшения здоровья детей младшего школьного возраста с нарушениями осанки в г. Астана. Разработка оздоровительной программы на основе средств физической реабилитации может служить основой для создания эффективных методик профилактики и лечения нарушений осанки у детей данной возрастной группы.

Кроме того, результаты исследования могут быть использованы в образовательных учреждениях и медицинских центрах для формирования специализированных программ физической реабилитации, направленных на укрепление осанки и предотвращение проблем со здоровьем в будущем. Это позволит повысить качество жизни детей, улучшить их общее физическое состояние и уменьшить риск развития хронических заболеваний позвоночника и мышц спины.

База проведения исследования

Школа-гимназия №7 им. Гали Орманова, Школа-гимназия №65 им. Магжана Жумабаева.

Основные положения, выносимые на защиту

1) Нарушения осанки у детей младшего школьного возраста являются актуальной медико-социальной проблемой и могут быть достоверно выявлены с применением скрининговых методик, включающих сколиометрию и фотометрическую оценку.

2) Комплексная программа физической реабилитации с учетом индивидуального типа нарушения осанки способствует улучшению постуральных показателей и физического состояния детей.

3) Использование объективных показателей (ATR, POTSI, CVA) в рамках современных методов оценки повышает точность скрининга и эффективность контроля за динамикой коррекции.

Публикации по теме диссертации

1. Кожамкулов О. М., Тарджибаева С. К., Сыздыкова С. Ж. Применение оздоровительной программы при нарушениях осанки у детей // Биология и интегративная медицина. 2024. № Спецвыпуск.
2. Тарджибаева С.К., Кожамкулов О.М. Применение физической реабилитации при нарушениях осанки у детей младшего школьного возраста // Ozekty gylym : респ. науч. журн. – 2025. – № 8. – С. 104–109.

Объём и структура диссертации

Диссертация изложена на 68 страницах машинописного текста, включает 3 главы, заключение, выводы, практические рекомендации, список использованных источников из 96 наименований, а также приложения. Работа содержит 12 рисунков и 7 таблиц, иллюстрирующих основные этапы исследования и полученные результаты. Материалы оформлены в соответствии с требованиями, установленными в НАО «Медицинский университет Астана».

Практические рекомендации

- 1) Детям младшего школьного возраста рекомендуется регулярное выполнение дополнительных физических упражнений вне рамок основной школьной программы по физической культуре.
- 2) При наличии нарушений осанки целесообразно применение индивидуально подобранных упражнений с учётом типа постурального отклонения.
- 3) Для оценки динамики состояния осанки может быть использован скрининг с применением сколиометрии и простых фотометрических методик в школьных условиях.

Апробация работы:

Основные данные и результаты исследовательской работы были обсуждены на межкафедральном заседании НАО «Медицинский университет Астана» от 20.05.2025 года (протокол №15)

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ НАУЧНЫХ ПОДХОДОВ К ПРОБЛЕМЕ НАРУШЕНИЙ ОСАНКИ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА (Обзор литературы)

1.1. Морфофункциональные особенности формирования осанки в период младшего школьного возраста

Дисциплиной которая занимается научным и клиническим изучением осанки, является постурология [6]. В работе «Основы постурологии» Фабио Амбрози дает определение осанки как бессознательное и автоматическое положение тела, отражающее реакцию на воздействие гравитации земли [7]. В русскоязычных источниках осанке дают определение, как привычное положение тела человека в статике и в динамике [8]. Функция движения и положения тела, как в покое, так и при перемещении в пространстве, осуществляется благодаря работе опорно-двигательного аппарата [7].

Костная структура человеческого организма в своем развитии проходит через различные стадии формирования ткани, от хрящевой до костной. Развитие костной ткани начинается во внутриутробном периоде, примерно на 8-й неделе развития [9]. При этом формирование может происходить как из эмбриональной перепончатой ткани, так и из хрящевой ткани посредством остеогенеза. В процессе развития в толще эмбриональной соединительной ткани появляются несколько точек окостенения, так называемые остеобласты, из которых впоследствии формируются остециты. Именно из хрящевой ткани развиваются кости туловища, конечностей и основания черепа. В эпифизах будущей сформированной кости начинают появляться точки остеогенеза - области, которые ранее состояли из хряща. Со временем эти точки постепенно увеличиваются в размерах, и хрящевая ткань начинает заменяться костной. Данный процесс начинается с 8 недели эмбриогенеза [9].

В возрасте от 4-9 лет завершается полное окостенение эпифизов трубчатых костей и костей кисти рук. В возрасте с 9-15 лет подходит к концу окостенение апофизов и бугорков длинных трубчатых костей, лопаток, костей таза, тел и отростков позвонков [9].

Таким образом, скелет постепенно формируется и укрепляется, проходя через различные стадии роста и развития. Именно в данных возрастных промежутках опорно-двигательная система ребенка наиболее подвержена деформациям, но при этом считается наиболее подходящим для коррекции этих нарушений. Костная ткань у детей в эти периоды развития более гибкая и эластичная. По химическому составу в ткани преобладают органические компоненты, в основном белок коллаген. Именно эти органические соединения делают кости более подверженными деформациям. Это может привести к искривлению позвоночника в случае неправильной осанки. С возрастом содержание минеральных веществ, в основном кальция, в костях увеличивается, делая кости менее гибкими и более хрупкими [10].

Процесс окостенения скелета подходит к концу у лиц женского пола в возрасте от 17 до 21 года, а у лиц мужского пола – в возрасте от 19 до 25 лет. Окостенение различных частей скелета происходит в разные периоды.

Например, окостенение позвоночника завершается к 20-25 годам, в то время как окостенение копчиковых позвонков может продолжаться даже до 30 лет [11]

Структура и функции опорно-двигательной системы напрямую зависят от прямохождения и вертикального положения человека. Прямая осанка и способность к ходьбе сыграли ключевую роль в эволюции человека, особенно в развитии его двигательных навыков. Это привело к усложнению системы ориентации в пространстве и умению сохранять равновесие при изменении центра тяжести и уменьшении площади опоры в результате перехода к двуногой походке. Эти изменения обеспечили широкий спектр поз и движений, характерных для человеческого вида [12].

Поддержания вертикального положения тела осуществляется благодаря анатомическому строению всех отделов костной системы. Особую роль в поддержании вертикального положения выполняет позвоночный столб. Позвоночник поддерживает структуры всего тела и является базовым элементом скелета, служащим опорой для всего организма. Кроме того, позвоночный столб активно участвует в движении туловища и головы [13].

Позвоночник у детей начиная с трех лет растет неравномерно. Усиление темпа роста проходит в два этапа. Первый этап активного роста начинается с семи лет и завершается к девяти годам. На начальном этапе пубертатного периода рост позвоночного столба замедляется. Во втором этапе вновь начинается активный рост. У девочек он начинается к 12-13 годам, у мальчиков к 13-14 годам [14,15].

По мере продвижения от шеи к крестцу, позвонки поясничного отдела становятся всё более массивными, чтобы выдерживать возрастающую нагрузку. В той части позвоночника, которая несет вес головы, туловища и верхних конечностей, позвонки крестцового отдела сливаются, образуя одну крупную кость – крестец. Позвоночный столб имеет несколько изгибов, которые обеспечивают стабильность тела в вертикальном положении. Эти изгибы помогают поддерживать осанку и действуют как амортизаторы при движении, облегчая ходьбу и бег [13]. Изгибы позвоночника формируются не сразу после рождения. Постепенно возникают шейный и поясничный лордозы, обращенные выпуклостью вперед, а также грудной и крестцовый кифозы, выпуклые назад. К году жизни у ребенка начинает проявляться шейный лордоз и грудной кифоз, а к 7 годам эти изгибы становятся более выраженными. К 12-14 годам также формируется поясничный лордоз, который становится явным [13,16].

Активная часть опорно-двигательного аппарата, представленная скелетными мышцами, также развивается неравномерно. У новорожденного мышечная масса составляет всего 20% от общей массы тела. К семи годам эта масса увеличивается в 15-20 раз по сравнению с новорожденными, что связано с началом активной жизни. В период с 7 до 14 лет наблюдается интенсивный рост как мышц, так и сухожилий [11,17].

Мышцы также активно участвуют в поддержании осанки. Бергмарк и Ричардсон с соавторами предложили классифицировать мышцы скелета на две

группы: моноартикулярные, также известные как стабилизаторы, и полиартикулярные, которые могут быть как стабилизаторами так и мобилизаторами. По мнению этих специалистов, успешное взаимодействие между моноартикулярными и полиартикулярными мышцами играет ключевую роль в безопасном распределении нагрузки с грудной клетки на таз через сегменты позвоночника. Это взаимодействие помогает минимизировать нагрузку на поясничный отдел позвоночника при движении и во время физической активности. [18,19,20].

Моноартикулярные мышцы включают глубокие мышцы туловища, такие как диафрагма, поперечная мышца живота, межостистые мышцы, полуостистая мышца, многораздельные мышцы, мышцы тазового дна, центральная часть мышцы, выпрямляющей позвоночник, медиальные волокна квадратной мышцы поясницы, межпоперечные мышцы и задняя часть внутренней косой мышцы. Эти мышцы участвуют в стабилизации суставов и позвоночных сегментов, предотвращая смещения и обеспечивая стабильность всей позвоночной структуры [18,19,20].

Полиартикулярные мышцы глобального типа состоят из крупных мышц, которые в основном располагаются поверхностно в области туловища и конечностей. Эти мышцы играют как стабилизирующую, так и мобилизирующую роль. Глобальные стабилизаторы включают в себя антигравитационные мышцы, отвечающие за поддержание вертикального положения тела. В эту категорию входят поясничная часть мышцы, выпрямляющей позвоночник, средняя и нижняя части трапецевидной мышцы, короткая приводящая мышца, а также большая и средняя ягодичные мышцы. Они обеспечивают стабильность суставов во время движений [18,19,20].

Мобилизаторы включают мышцы, которые не участвуют в поддержании антигравитационной позы. Среди них - поясничная мышца, латеральная часть квадратной мышцы поясницы, наружные косые мышцы живота, длинная приводящая мышца, прямая мышца бедра, мышцы, выпрямляющие позвоночник в грудном отделе, сухожилия подколенного сустава, передняя часть внутренних косых мышц, боковые фасции и прямая мышца живота. Основная функция этих мышц заключается в осуществлении активных движений в суставах [18,19,20].

1.2. Нейрофизиологические механизмы регуляции постурального баланса и поддержания вертикальной позы у детей

С самого рождения начинается процесс биологической адаптации к физическим факторам окружающей среды. Ребенок, полностью оказавшись под воздействием гравитационных сил планеты, проходит через этапы постнатального развития, в ходе которых формируется постуральный баланс человека [12]. Постуральный баланс представляет собой способность человека поддерживать равновесие и осанку для предотвращения падений или

отклонений как в статических, так и в динамических положениях [8]. Баланс может быть:

- Статическим: способность тела сохранять статическое положение. При таком типе равновесия позвоночный столб вытягивается вверх от основания крестца в средне-сагиттальной плоскости с тремя физиологическими изгибами, которые формируются вдоль линии центра тяжести.

- Динамическим: способность тела поддерживать стабильное состояние во время различных повседневных действий.

Как при статическом, так и при динамическом равновесии центр тяжести поддерживается в соответствии с анатомическими структурами, но с минимальным потреблением энергии, распределяя вес тела по всей костной системе [7,8]. Линия центра тяжести тела в сагиттальной плоскости проходит через темя, наружный слуховой проход, зуб второго шейного позвонка, тело третьего поясничного позвонка, переднюю поверхность мыса крестца, середину сухожильного центра промежности, проецируется кпереди от линии лодыжек посередине опорного полигона стоп (рисунок 1) [8].

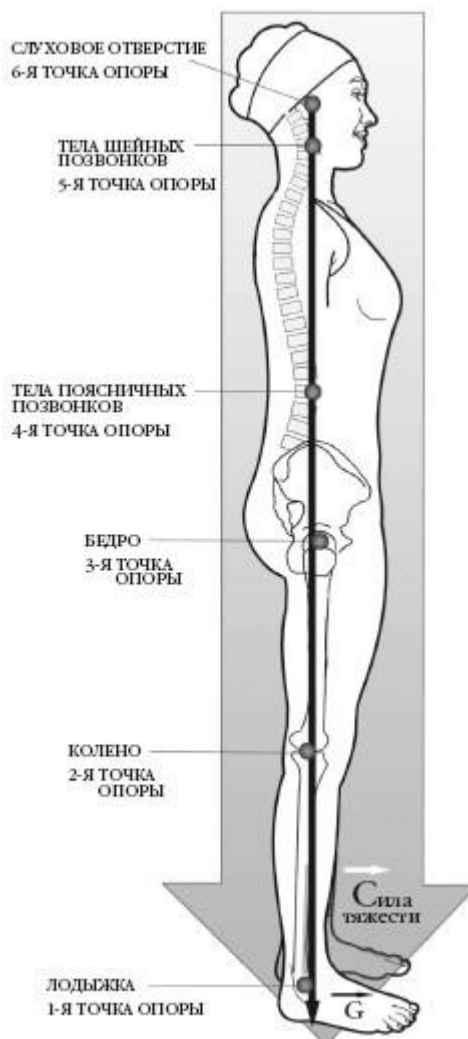


Рисунок 1– Линия центра тяжести тела в сагиттальной плоскости (Уриа А.М.)

Кроме того, мышечная система использует антагонистические изометрические сокращения, которые определяют тонус осанки, ответственный за поддержание осанки [7].

Баланс достигается за счет взаимодействия различных основных и второстепенных анатомических структур. К основным анатомическим структурам относятся вестибулярные органы, а также части центральной нервной системы, такие как мозжечок, ретикулярная формация и кора головного мозга. К второстепенным анатомическим структурам относятся экстерорецепторы, расположенные под стопой, проприорецепторы, расположенные в сухожилиях, суставных капсулах и мышцах, а также зрительные рецепторы. [8,21,22].

Основные функциональные цели пострурального контроля - это поструральная ориентация и равновесие [8,21,22,23]. Тело, находящееся в поструральном равновесии, характеризуется тем, что опорно-двигательная система, состоящая из костей и мышц, находится в состоянии сниженного механического напряжения, что позволяет мышцам потреблять меньше энергии. Для каждого действия существует оптимальный и сбалансированный способ выполнения, который потребляет наименьшее количество энергии [8,21,22,23].

Постуральный контроль - это взаимодействие центральной нервной системы (ЦНС) и периферической нервной системы (ПНС), в ходе которого ЦНС регулирует сенсорную информацию, поступающую от различных систем организма, для обеспечения адекватной двигательной активности и поддержания вертикального положения тела [8,21,22,23].

Регуляция пострурального баланса осуществляется двумя подсистемами: мышечно-скелетной и невральной. Мышечно-скелетная подсистема включает в себя такие характеристики, как форма, жесткость и гибкость позвоночного столба, биомеханику движения суставов и сокращения мышц. Опорно-двигательный аппарат действует как исполнитель команд, формируемых центральной нервной системой на основе информации, поступающей от различных анализаторов, включая зрительный, вестибулярный и соматосенсорный (рисунок 2) [8,21,22,23].

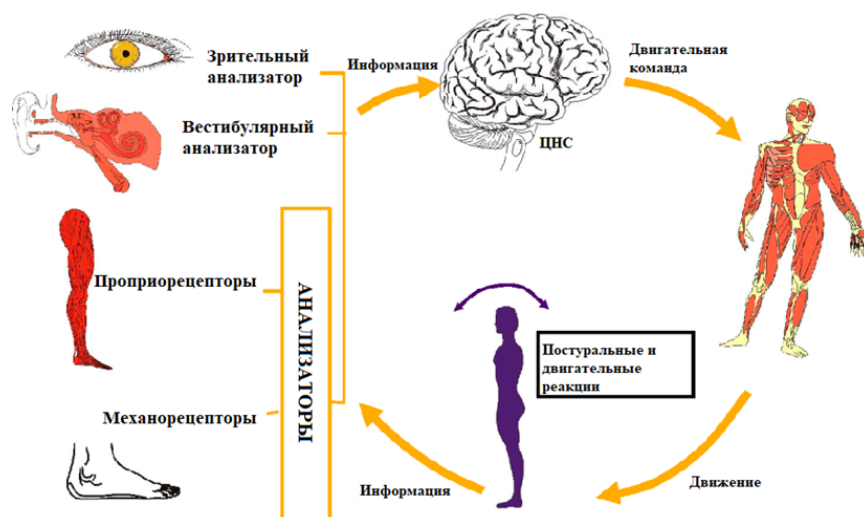


Рисунок 2 – Регуляция постурального баланса

Данные анализаторы, а также центральная нервная система являются невральной подсистемой. Взаимодействие подсистем осуществляется благодаря работе рефлекторных дуг, которые обеспечивают согласованную работу между различными элементами опорно-двигательной системы [8].

Зрительная система играет ключевую роль в приеме сенсорной информации для поддержания постурального баланса, и улучшение визуального окружения способствует повышению стабильности осанки [23,24]. Зрение выполняет важную функцию в поддержании постурального баланса, позволяя нам видеть и оценивать расстояния во всех направлениях. Визуальная информация необходима для удержания головы и туловища в фиксированном положении относительно окружающих объектов [23,24]. Что касается вклада зрения в поддержание равновесия, то закрытие глаз приводит к увеличению качания и нестабильности, в то время как открытые глаза уменьшают этот эффект. Это наблюдение лежит в основе теста Ромберга, при котором закрытие глаз пациентом приводит к увеличению качания или даже к потере равновесия, что называется положительным результатом теста Ромберга. Положительный результат теста Ромберга может свидетельствовать о заболеваниях проприоцептивного афферентного входа, но также указывает на активное использование зрения для поддержания вертикального равновесия. Кроме того зрительная система может усиливать реакцию или поддерживать другие сенсорные постуральные системы [24]. Таким образом, зрительная функция активно участвует в поддержании стабильности осанки [24].

Важная роль в поддержании равновесия у человека отведена вестибулярным рецепторам. Они определяют направление силы гравитации, в результате чего человек осознает положение головы и тела в пространстве, а также участвует в регулировании положения тела и управляет центром тяжести тела как в статическом, так и в динамическом положении с помощью постуральных реакций [25,26,27].

Вестибулярная система отличается от других сенсорных систем тем, что она является мультисенсорной и мультимодальной. Взаимодействие

вестибулярной системы с другими системами, такими как зрительная и проприоцептивная, играет ключевую роль в контроле осанки и равновесия. Например, вестибулярная система взаимодействует с проприоцептивной системой, что способствует последующей реализации двигательных движений и позволяет мозгу отличать активно генерируемые движения головы от пассивных. Кроме того, зрительная и проприоцептивная системы также взаимодействуют с вестибулярной системой и необходимы для контроля взгляда и осанки [25,26,27].

Соматосенсорная система представляет собой сложную сеть сенсорных нейронов и проводящих путей, реагирующих на изменения как на поверхности, так и внутри тела. Она играет важную роль в поддержании постурального равновесия, передавая информацию о положении тела в мозг и активируя соответствующие двигательные реакции или движения. Соматосенсорная информация является ключевым источником сенсорной информации для поддержания равновесия у здоровых взрослых. Она интегрируется в центральную нервную систему для формирования двигательных реакций и поддержания равновесия. Любые изменения в сенсорных системах могут привести к нарушениям равновесия и контроля осанки [26,27,28,29].

Механорецепторы – это специализированные сенсорные рецепторы, расположенные в мышечных веретенах. Они предоставляют нервной системе информацию о длине мышцы и скорости ее сокращения, что позволяет организму распознавать движения суставов и ощущать положение тела [26,27,28,29]. Кроме того, мышечные веретена обеспечивают афферентную обратную связь, которая может быть преобразована в соответствующие рефлексивные и произвольные движения [29]. Большое количество механорецепторов в мышечных веретенах играет важную роль в передаче информации в центральную нервную систему и обратно. Кроме того, сухожильный орган Гольджи, который чувствителен к малейшим изменениям в растягивающих усилиях, также вносит вклад в проприоцептивную информацию. Снижение мышечного тонуса и напряжения в сухожилиях происходит при активации сухожильных органов Гольджи, которые вызывают ингибирование альфа-мотонейронов. [30].

Информация от рецепторов поступает в мотонейроны спинного мозга по афферентным путям. Регуляция активности этих мотонейронов и, соответственно, поддержание тонуса скелетных мышц осуществляются при участии различных структур головного мозга, таких как продолговатый мозг, мозжечок, средний мозг, а также подкорковые ядра. Кора больших полушарий выполняет высшие функции контроля. Эти структуры головного мозга, посылая импульсы к вставочным и мотонейронам спинного мозга, способны корректировать тонус скелетных мышц, что приводит к изменению постуральных и двигательных реакций организма. [8].

Таким образом зрительная система, вестибулярная система, соматосенсорная система взаимодействуют и совместно образуют сложную систему контроля осанки. Все эти системы интегрируются на различных

уровнях в центральной нервной системе, что обеспечивает эффективную координацию и контроль за равновесием и осанкой человека [22,24,25,26].

1.3. Этиопатогенетические факторы формирования нарушений осанки у младших школьников

Осанка человека представляет собой важный показатель здоровья и определяется как совокупность двигательных привычек, связанных с ежедневной деятельностью [8].

Поддержание правильной осанки способствует симметрии тела и позволяет находиться в положении, при котором нагрузка на суставы и мышцы минимальна, создавая оптимальные условия для функционирования опорно-двигательного аппарата и всего организма в целом [31]. Она формирует баланс между мышцами и костной системой, защищая опорные структуры от возможных травм и деформаций в любых положениях, а также поддерживает нормальную работу внутренних органов. В условиях правильной осанки мышцы работают наиболее эффективно, а органы брюшной и грудной полостей находятся в оптимальном положении. Иными словами, правильная осанка - это любое положение, обеспечивающее максимальное равновесие с наибольшей стабильностью, минимальным расходом энергии и минимальным напряжением анатомических структур [7,8].

Неправильная осанка может рассматриваться как дефектная, охватывающая различные формы - от незначительных отклонений до выраженных патологий. Считается, что такая осанка увеличивает нагрузку на опорно-двигательный аппарат и снижает эффективность поддержания равновесия, а также может негативно влиять на функционирование внутренних органов. Например, гиподинамия, вызванная длительным пребыванием в сидячей позе, часто неправильной, приводит к рефлекторному выключению диафрагмы. В ответ организм активирует дополнительные дыхательные мышцы для компенсации, и человек начинает дышать в основном верхними отделами грудной клетки. Это приводит к нарушению дыхательных процессов и снижению уровня насыщения тканей организма кислородом [8,68,34].

Также неправильная осанка влияет на пищеварительную систему. По причине близости этих органов к позвоночному столбу, любые изменения осанки могут привести к дисфункции системы органов пищеварения, их птозу или спазмированию путей кишечного тракта [8,35]. Уменьшение поясничного лордоза также может привести и к опущению почек. Помимо этого, неправильная осанка может привести к нарушениям зрения и возникновению болевого синдрома в области спины, шеи и головы [8,68,36,37].

На формирование неправильной осанки могут влиять различные этиологические факторы, как эндогенные, так и экзогенные [36]. К эндогенным причинам относятся врожденные и наследственные патологии. Основными экзогенными факторами являются длительные статические положения. В возрасте 7 лет ребенок начинает ходить в школу, что влечет за собой изменение

образа жизни и дополнительные трудности. Начало школьного обучения связано с ограничением естественной подвижности ребенка, долгими часами сидячей работы и стрессом, возникающим в результате получения нового опыта. Эти факторы являются основной причиной для формирования неправильно сформированных привычек положения тела и дефектов осанки [38]. Кроме того, к проблемам осанки может привести неподходящая мебель, обувь и неправильно подобранная сумка или портфель [39,40]. Также многие исследования показали взаимосвязь между массой тела и формированием дефектов осанки. Дети с ожирением различного генеза чаще подвергаются нарушениям ОДА в следствии неправильно распределяющихся нагрузок на опорно-двигательный аппарат [41]. Также к этим факторам могут относиться нарушения зрительной и вестибулярной функции [81]. Не менее важным считается наличие миопии и других нарушений зрения. Как мы уже писали ранее, зрительный анализатор является важным элементом в поддержании осанки и постурального баланса. Также ребенок, испытывая трудности в визуализации, может принимать различные статические позы, которые могут войти в привычку [43]. Одной из самых актуальных проблем является длительное времяпрепровождение детей перед компьютерами и смартфонами, наличие гиподинамии, а также психоэмоциональный статус. Дети, испытывающие эмоциональный стресс, также принимают неправильное положение тела, такие как ходьба с опущенной головой и более скованной позой [44].

В основе патогенеза нарушений, вызванных указанными экзогенными факторами, лежит дисбаланс нагрузки на мышечную систему, включающую мышцы-стабилизаторы и мышцы-мобилизаторы, как описано в разделе анатомических особенностей. При длительном пребывании в положении сидя или лежа тонус стабилизирующих мышц ослабевает, что ведет к их слабости. В ответ на это запускается компенсаторный механизм, в котором мобилизующие мышцы начинают выполнять стабилизирующую функцию. В итоге долгосрочная компенсация вызывает избыточную активность мышц-мобилизаторов и снижает их гибкость, что в конечном итоге может привести к развитию патологических реакций в опорно-двигательном аппарате [18].

1.4. Классификации постуральных изменений в детском возрасте

Дефекты осанки классифицируются на нарушения, возникающие в фронтальной и сагиттальной плоскостях, а также подразделяются на структурные и неструктурные виды. Структурные дефекты включают различные специфические патологические состояния, такие как идиопатический сколиоз, кифоз Шейермана у подростков, врожденные аномалии позвоночника и последствия перенесенного остеомиелита [45]. Эти деформации связаны с морфологическими изменениями в костных и мягких тканях – фасциях, мышцах, связках и сухожилиях. Структурные нарушения

создают более сложные клинические задачи, поскольку их коррекция требует гораздо больше усилий по сравнению с неструктурными нарушениями [18,46].

Среди наиболее распространенных типов неструктурных изменений положения тела в сагиттальной плоскости как у детей, так и у взрослых можно выделить: лордотическую позу, кифотическую позу, иногда сопровождающуюся лордотической, образующую кифотическо-лордотическую позу, плоскую спину и позу с откидыванием назад (рисунок 3).

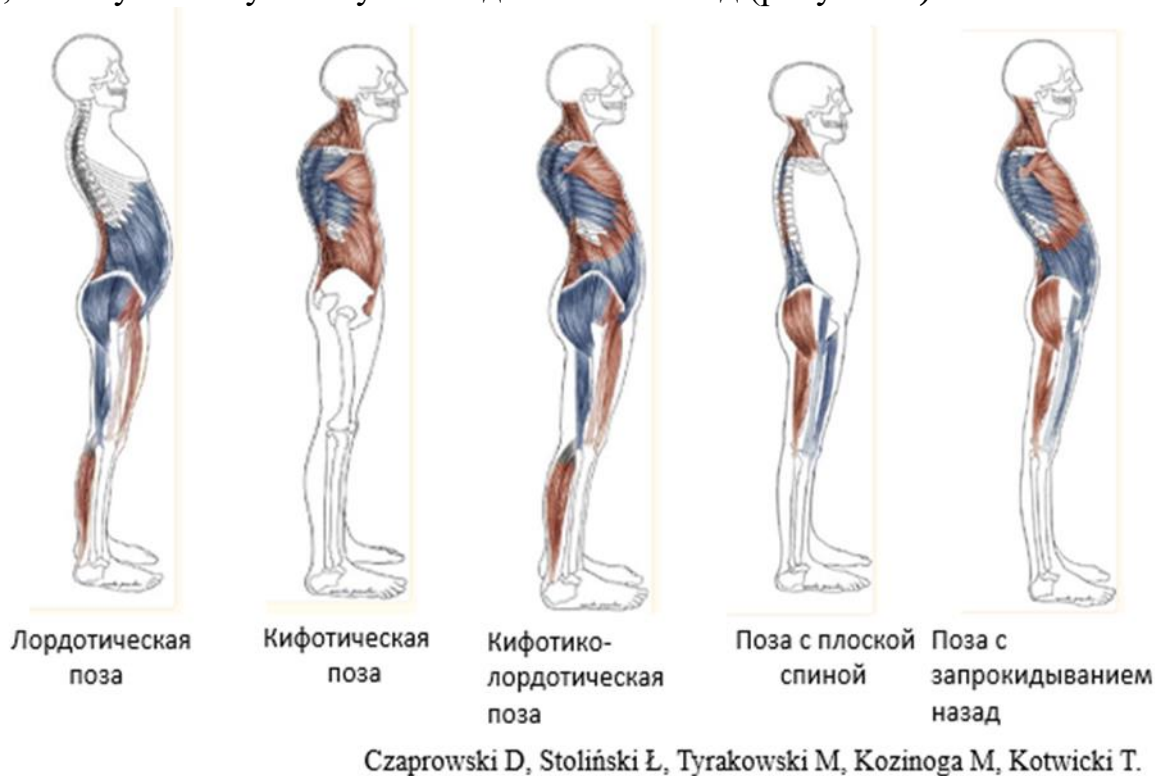


Рисунок 3 – Неструктурные изменения положения тела в сагиттальной плоскости

Биомеханический и функциональный анализы положения тела и мышечной активности, связанной с каждым типом неправильной позы, помогают выявить группы мышц, требующие коррекции [18,46,47]. Для оптимального положения тела необходимо соблюдение следующего выравнивания: линия, проходящая от наружного слухового прохода (А), должна идти вертикально через акромион (Б), тела поясничных позвонков, крестцовый мыс, затем слегка позади оси тазобедренного сустава (В), немного впереди оси коленного сустава (Г) и заканчиваться в области боковой лодыжки или немного перед ней (Д). При правильной осанке эта линия совпадает с базовой линией, соединяющей центр тяжести с центральной точкой опорной зоны. При наличии структурных нарушений в сагиттальной плоскости изменения затрагивают именно эти физиологические изгибы (рисунок 4) [8].

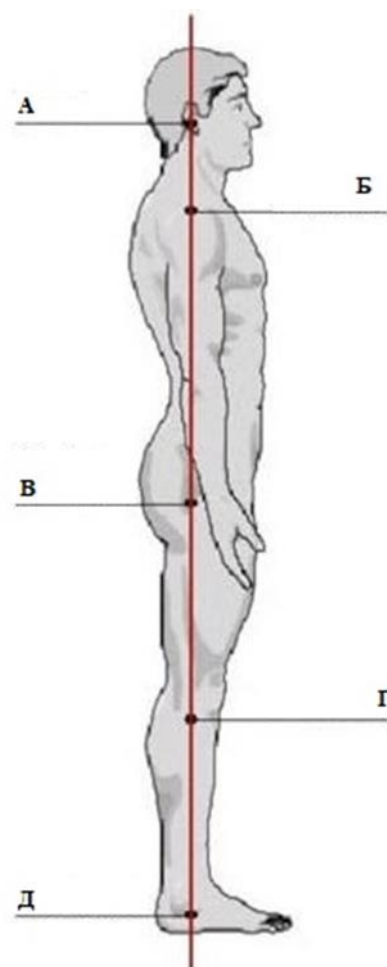


Рисунок 4 – Линия, соединяющей центр тяжести с центральной точкой опорной зоны

Лордотическая поза или плоско-вогнутая спина, характеризуется увеличенным лордозом поясничного отдела позвоночника и наклоном таза вперед.

При лордотической позе функциональное состояние мышц характеризуется сниженной активностью мышц-стабилизаторов, в первую очередь большой ягодичной мышцы. В результате этого возникает повышенная активность подколенных сухожилий, которые берут на себя стабилизирующую функцию таза и тазобедренных суставов, обычно выполняемую большой ягодичной мышцей. При этом мышцы живота, большая ягодичная мышца и задняя часть средней ягодичной мышцы находятся в состоянии гипотонуса, тогда как квадратная мышца поясницы и сгибатели бедра могут находиться в состоянии гипертонуса [18,46,49].

Кифотическая поза, или кругло-вогнутая спина, представляет собой разновидность неправильной осанки, которая характеризуется усиленным грудным кифозом, выдвижением головы вперед, уплощением либо обратным изгибом нижнего шейного лордоза, увеличением верхнего шейного лордоза, а также смещением плеч и лопаток вперед. В этой позе наблюдается снижение тонуса ромбовидных мышц, передней зубчатой мышцы, а также средней и нижней частей трапецевидной мышцы. Одновременно повышается тонус

грудино-ключично-сосцевидной мышцы, больших и малых грудных мышц, а также широчайшей мышцы спины, причём её укорочение обычно проявляется в области, прилегающей к мышцам плечевого пояса. Необходимо учитывать и мышцы брюшного пресса, которые могут находиться в гипертонусе из-за наклона грудной клетки, что важно учитывать при подборе корректирующих упражнений [18,46,49].

У некоторых людей наблюдается сочетание обоих упомянутых сагиттальных нарушений, что проявляется в виде кифотико-лордотической позы. В такой ситуации происходят объединение и наложение характеристик кифотической и лордотической осанок, что усиливает влияние каждой из них [18,46,49].

Поза с плоской спиной или плоская спина, характеризуется уплощением поясничного лордоза и грудного кифоза. Функциональное состояние мышц при позе с плоской спиной характеризуется гипотонусом мышц выпрямляющие спину в поясничном отделе. Большая ягодичная мышца находится в гипертонусе [18,46,49].

Поза с откидыванием назад, также известная как круглая спина, характеризуется смещением таза вперед и выраженным грудным кифозом, который распространяется на верхнюю часть поясничного отдела, удлиняя грудной кифоз. При этом поясничный лордоз становится менее выраженным, а наклон таза вперед нормальным или слегка уменьшенным [18,46,49].

Функциональное состояние мышц при такой позе определяется гипотонусом мышц, выпрямляющих позвоночник в верхнегрудном и верхнепоясничном отделах, а также мышц, стабилизирующих лопатки (передняя зубчатая мышца, средняя и нижняя части трапецевидной мышцы, ромбовидная мышца), нижней части брюшного пресса, подвздошно-поясничной мышцы и прямой мышцы бедра. В то же время мышцы шеи, грудино-ключично-сосцевидная мышца, большие и малые грудные мышцы, верхняя часть мышц живота, а также большая ягодичная мышца находятся в состоянии гипертонуса [18,46,49].

Нарушения осанки во фронтальной плоскости проявляются в виде сколиотических изменений позвоночника. Выделяют два типа таких изменений: сколиотическая осанка и сколиотическая деформация. Сколиотическая осанка характеризуется асимметрией, вызванной функциональными изменениями в мышечном тоне, и, как правило, поддается коррекции. Сколиотическая деформация представляет собой структурное изменение позвоночника, сопровождающееся смещением и ротацией позвонков, также известное как сколиотическая болезнь [8]. Это заболевание, в основном идиопатическое, то есть возникает без очевидной причины, и обычно сложнее поддается лечению. Чаще всего оно развивается в детском возрасте, в период активного роста [50].

По форме искривления выделяют (рис. 9):

- 1) С-образное сколиотическое искривление (имеется одна дуга искривления),

- 2) S-образное сколиотическое искривление (имеется две дуги искривления),
- 3) Z-образное сколиотическое искривление (имеется три дуги искривления);

По локализации различают искривление:

- 1) В грудном отделе позвоночника;
- 2) В поясничном отделе позвоночника;
- 3) В зоне грудопоясничного перехода;
- 4) Двойное S-образное искривление.

Поскольку сколиотическая деформация является серьезным заболеванием, требующим комплексного подхода, включая возможность хирургического лечения, в данном исследовании будет подробно рассмотрена оздоровительная программа для сколиотической осанки.

1.5. Эпидемиологическая характеристика нарушений осанки у детей

Нарушения осанки у детей являются одной из наиболее распространенных проблем здоровья во всем мире. По различным исследованиям, от 10% до 80% детей и подростков имеют те или иные отклонения в положении позвоночника [51]. Такой широкий диапазон обусловлен различиями в критериях оценки и методах диагностики. Тем не менее, многие авторы отмечают чрезвычайно высокую частоту этой патологии. В частности, в ряде публикаций указывается, что нарушения осанки встречаются у 60–80% детей [52]. Для иллюстрации: по крупномасштабному исследованию в Китае, проведенному до пандемии, неправильная осанка выявлялась у около 65,3% школьников [53]. После периода дистанционного обучения в связи с COVID-19 этот показатель возрос почти до 80% среди подростков [53]. Для сравнения, тяжелые структурные деформации позвоночника, такие как идиопатический сколиоз, имеют относительно невысокую распространенность – порядка 0,5–5% в глобальной детской популяции [53]. Однако функциональные нарушения осанки (например, кифотическая осанка, сколиотические изменения и др.) затрагивают значительно большую долю детей и нередко остаются недиагностированными на ранних этапах [53].

Глобальные тренды свидетельствуют о том, что проблема нарушений осанки у подрастающего поколения усугубляется. Во многих странах отмечен рост частоты поструральных нарушений, что связывают с изменениями образа жизни в последние десятилетия [54]. Дети стали менее активны физически и больше времени проводят сидя, что негативно сказывается на формировании опорно-двигательного аппарата. Всемирная организация здравоохранения отмечает, что недостаток физической активности входит в число ведущих факторов риска для здоровья [51]. Согласно рекомендациям ВОЗ, дети и подростки в возрасте 5–17 лет должны уделять не менее 60 минут в день физической активности умеренной и высокой интенсивности для нормального развития опорно-двигательной системы [51]. Однако в настоящее время более 80% подростков во всем мире не достигают этого норматива рекомендации ВОЗ, что создает предпосылки для повсеместного ухудшения показателей

осанки. Следует подчеркнуть, что наиболее уязвимыми периодами в отношении формирования правильной осанки являются младший школьный возраст (около 6–7 лет, период первого активного роста) и подростковый возраст (период пубертата) [51]. Тем не менее, потребности детей в движении часто не удовлетворяются: исследователи отмечают недостаточное число часов физкультуры и общего моторного режима в школьной программе, особенно в начальных классах [51].

В Российской Федерации показатели распространённости нарушений осанки среди детей и подростков остаются стабильно высокими. Согласно данным ряда исследований, функциональные отклонения осанки выявляются более чем у двух третей школьников, а при использовании инструментальных методов, таких как оптическая топография, - до 94% детей в возрасте 10–17 лет [52]. В Украине ситуация аналогична: по результатам популяционного исследования в Киеве, патологическая осанка диагностирована у 75,3% школьников, признаки функциональной сколиотической деформации - у 72,5%, при этом у девочек данные нарушения встречались значительно чаще, чем у мальчиков [55]. Клинически выраженные искривления (угол отклонения $\geq 5^\circ$), соответствующие критериям начальной стадии сколиоза, были выявлены у 9,9% обследованных [55]. В Республике Беларусь официальные данные за 2020 год фиксируют нарушения осанки у 5,1% детей и сколиоз у 2,8%, при этом за период 2016–2020 гг. отмечается умеренное снижение частоты нарушений осанки и одновременный рост доли случаев сколиоза [56]. Данные по распространённости нарушений осанки у детей в Казахстане ограничены. По официальной статистике РК, зарегистрированная заболеваемость сколиозом среди детей составляет примерно 1,6-2,0 случая на 1000 детей (то есть около 0,1640,2%). Аналогично, общее количество детей с нарушенной осанкой оценивается в пределах 1,8-2,4 на 1000 обследованных. Эти официальные показатели (на 2018-2022 гг.) существенно ниже цифр научных обследований. Научных публикаций именно по эпидемиологии постуральных расстройств у казахстанских школьников немного. Несмотря на более низкие показатели по сравнению с клиническими исследованиями, общая тенденция указывает на широкую распространённость постуральных нарушений среди детей школьного возраста в странах СНГ.

Нарушения осанки у детей младшего школьного возраста характеризуются высокой распространённостью и разнообразием клинических форм. В структуре постуральных отклонений можно выделить несколько основных типов, различающихся по патогенезу, клинической выраженности и частоте встречаемости.

Наиболее часто диагностируемым нарушением в младшем школьном возрасте является сколиотическая осанка - функциональное, неструктурное боковое отклонение позвоночника без устойчивых анатомических изменений. По данным многочисленных скринингов, её распространённость варьирует от 30% до 80% в зависимости от используемых диагностических критериев и региона обследования [54]. Так, в Польше нарушения осанки выявляются у 34–69% детей, в Китае - до 80%, однако большинство из них составляют именно функциональные формы [68]. В выборочных исследованиях частота признаков сколиоза при первичном осмотре у младших школьников может достигать 20–21%, однако чаще всего это не истинный сколиоз, а сколиотическая осанка, устраняемая при изменении положения тела.

Избыточная кифотическая деформация грудного отдела позвоночника (сутулость) - одно из часто встречающихся нарушений осанки у детей 6–10 лет. Согласно метаанализу, включающему данные 84 195 иранских школьников, средняя распространённость кифотической осанки составляет около 13,1% [64]. В отдельных выборках этот показатель варьирует - от 7,5% до 15%, в зависимости от используемой методики диагностики. Существенное влияние на вариативность данных оказывает способ оценки: визуальный осмотр, фотограмметрия, кифометрия или рентгенологические методы. При этом тяжёлые формы кифоза, включая болезнь Шейермана, встречаются крайне редко и составляют менее 1% среди детей младшего возраста [69].

ГНР представляет собой поструральное нарушение, при котором голова смещается вперёд относительно вертикальной оси тела, что увеличивает нагрузку на шейный и грудной отделы позвоночника. Его распространённость среди школьников в последние годы возрастает, в том числе из-за длительного использования цифровых устройств и низкой физической активности.

Так, в исследовании, проведённом в Иране, было установлено, что среди детей 7–12 лет краниовертебральный угол менее 48° (диагностический критерий ГНР) наблюдался у 46% участников, причём у детей с аллергическим ринитом этот показатель достигал 56% [65]. В другом исследовании среди испанских подростков частота ГНР составила 48,9%, а сопровождающая её антепозиция плеч – 80% (Villalba-Heredia et al., 2023) [66]. Эти нарушения положительно коррелировали с временем, проводимым за использованием гаджетов, особенно в сидячем положении.

Дополнительные данные, полученные в Польше, также подтверждают высокую распространённость ГНР среди детей с низким уровнем двигательной активности и избыточной массой тела. ГНР часто сочетается с другими

постуральными нарушениями – гиперлордозом, наклоном таза и нестабильностью плечевого пояса (Matłosz et al., 2023)[51].

Лордоз как постуральное нарушение у детей встречается реже, чем кифотическая или сколиотическая осанка. По отдельным источникам, гиперлордоз наблюдается у 5–8% детей, чаще в сочетании с нарушением мышечного баланса и слабостью брюшного пресса. Однако данные по распространённости варьируют и часто зависят от метода оценки (визуальный осмотр, фотограмметрия, палпаторные тесты).

В отличие от функциональных постуральных нарушений, истинный структурный сколиоз (идиопатический, с углом Cobb $\geq 10^\circ$) у детей 6–10 лет диагностируется значительно реже. Современные эпидемиологические оценки указывают на распространённость данного состояния в пределах 2–4% [64]. Мета-анализ данных из разных стран подтверждает среднюю частоту около 2,61% среди школьников [64]. При этом следует учитывать возрастную динамику: большинство случаев сколиоза манифестирует в период пубертата, но у части детей начальные формы патологии (I степень) могут быть выявлены уже в 7–10 лет [70]. Согласно одному из продольных наблюдений, частота сколиоза в младшем школьном возрасте составляла 9,7%, удваивалась к средней школе (до 19,5%) и достигала 38–39% в старших классах [71]. В раннем возрасте чаще всего фиксируются пограничные, минимальные отклонения, тогда как клинически значимые прогрессирующие формы в возрасте 6–10 лет встречаются единично. В целом, структурный сколиоз у младших школьников встречается существенно реже, чем функциональные или постуральные изменения.

Рост распространённости нарушений осанки среди детей преимущественно связан с модифицируемыми факторами образа жизни и образовательной среды. Наиболее значимыми из них являются гиподинамия и длительное пребывание в статических позах [54]. По данным международных опросов, около 44% школьников проводят у экранов более 4 часов в день в неучебное время [57], что способствует снижению двигательной активности и формированию неустойчивых поз. Современные исследования подтверждают связь между увеличением времени, проводимого с электронными устройствами, и ростом постуральных нарушений [60].

Школьная среда также оказывает негативное влияние: длительное сидение за партой, несоответствие мебели росту ребёнка и перегрузка учебной нагрузкой ограничивают физическую активность. По данным исследования в Центральной Польше, у первоклассников отмечается дефицит движения при высокой учебной занятости [59,60].

Дополнительным фактором риска является избыточный вес: у детей с ожирением постуральные отклонения диагностируются в 78,6% случаев, а при

избыточной массе тела – у 69,2% [63]. Лишний вес усиливает нагрузку на позвоночник, а слабый мышечный тонус усугубляет нарушения осанки.

Проблема отягощается повсеместным несоблюдением санитарных норм по массе школьных портфелей. В ряде стран, включая Польшу, рекомендовано ограничивать вес рюкзака до 10–15% от массы тела, однако в реальности норма часто превышает [61,62].

Внутренние медико-биологические причины (например, дисплазия соединительной ткани, рахит, мышечная гипотония) также способствуют формированию постуральных нарушений. В одном из исследований признаки перенесённого рахита выявлены у ~70% детей с нарушениями осанки [54].

Ситуация усугубляется под влиянием социальных факторов: урбанизация, ограничение подвижных игр, хронический стресс, нерациональное питание [54]. Исследования румынских врачей подтверждают омоложение проблемы: нарушения осанки всё чаще диагностируются у младших школьников и дошкольников [54].

Пандемия COVID-19 усилила данные тенденции. Согласно исследованию в Китае, охватившему 1,8 млн подростков, в 2020–2021 гг. после дистанционного обучения распространённость нарушений осанки значительно возросла [66]. Это подчёркивает критическую зависимость постурального статуса от условий среды и уровня физической активности.

1.6. Современные методы скрининга и коррекции нарушений осанки у детей младшего школьного возраста

Современная диагностика нарушений осанки у детей младшего школьного возраста основывается на применении неинвазивных, надёжных и валидных методов, позволяющих выявлять отклонения от физиологической нормы на ранних этапах, а также отслеживать динамику их коррекции в условиях школы или лечебно-физкультурных учреждений. Одним из таких методов является сколиометрия, а также цифровая фотограмметрия.

Для массового скрининга по-прежнему наиболее доступным методом остаётся измерение угла ротации туловища (ATR) с помощью сколиометра при тесте Адамса (рисунок 5).

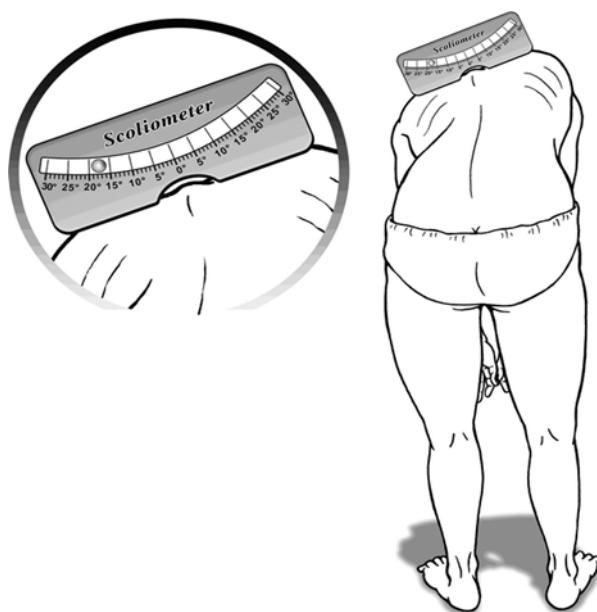


Рисунок 5 – Сколиометр

Наиболее важным параметром, определяющим эффективность метода, является точность измерения ATR, зависящая как от соблюдения стандарта теста, так и от используемого диагностического порога. Исследования показывают, что при пороге $ATR = 5^\circ$ чувствительность метода составляет порядка 100%, но специфичность – лишь около 47%, что связано с высоким числом ложноположительных результатов. При повышении порога до 7° , чувствительность снижается до 83%, но специфичность возрастает до 86% [Pierre et al.]. В исследовании Tahirbegolli et al. (2021, Косово) выявило $ATR \geq 5^\circ$ у 26,1% из 1619 обследованных школьников. Отмечен гендерный дисбаланс – у девочек такие изменения встречались значительно чаще [72]. В российском исследовании Черной Н. Л. (2011) положительный тест на сколиоз ($ATR \geq 7^\circ$) был зафиксирован у 25,7% школьников 12–14 лет, ещё у 36,3% – сомнительные значения ($5-6^\circ$).

В работе Adamczewska et al. (2020) скрининг 3933 детей 9–13 лет показал, что у значительной части наблюдался $ATR > 3^\circ$, с максимальными значениями до $15-18^\circ$. Показано, что возраст, пол и ИМТ статистически значимо связаны с выраженностью асимметрии туловища [73].

Следует отметить, что в исследованиях Zurita-Ortega et al. (2014, Мексика) и Ciaccia et al. (2017, Бразилия) скрининг проводился только с помощью теста Адамса с визуальной оценкой наличия рёберного горба без применения сколиометра. В первом случае подозрение на сколиоз было установлено у 14,2% из 295 школьников, во втором – у 24,3% из 954 детей. Авторы подчёркивают связь между нарушениями осанки и факторами образа жизни, включая сидячее поведение и лишний вес [74,75].

Также исследование в Вьетнаме (Hong et al., 2025) выявило $ATR \geq 5^\circ$ у 8,7% детей 10–17 лет [76].

Однако следует учитывать, что применение сколиометрии у детей младшего школьного возраста сопровождается рядом ограничений.

Исследования показывают, что стандартный диагностический порог $ATR \geq 7^\circ$, рекомендованный для направления к ортопеду, может быть недостаточно чувствительным для детей в возрасте 6–9 лет. Так, выявляется лишь около 34% случаев сколиоза, в то время как большинство остаются недиагностированными (ложно-негативные результаты) [77]. Это означает, что у значительной части младших школьников с реальными признаками сколиоза угол вращения туловища может не достигать 7° .

Кроме того, около 25% детей с $ATR \geq 7^\circ$ при проведении рентгенографии имели угол Кобба $<10^\circ$ или вовсе не демонстрировали структурных изменений позвоночника [78]. Иными словами, четверть "подозрительных" по результатам теста Адамса школьников младшего возраста не имеют клинически значимого сколиоза. Это указывает на слабую корреляцию между визуальными признаками, показателями сколиометра и фактическим состоянием позвоночника у детей младшего возраста. В связи с этим рядом специалистов предлагается пересмотреть диагностические пороги и использовать значение $ATR \geq 5^\circ$ для более раннего и чувствительного выявления постуральных нарушений у детей 6–10 лет [77].

Влияние индекса массы тела (ИМТ) на точность измерений угла торсионного вращения туловища (ATR) с использованием сколиометра является важным аспектом при скрининге сколиоза. Исследования показывают, что у пациентов с избыточным весом или ожирением мягкие ткани могут маскировать деформации позвоночника, что снижает точность измерений и может привести к позднему выявлению сколиоза. В частности, исследование, проведённое в Johns Hopkins Hospital, выявило, что у пациентов с ожирением наблюдаются более крупные искривления позвоночника при тех же значениях ATR, что и у пациентов с нормальным весом [80]. Это связано с тем, что увеличенная толщина грудной стенки у пациентов с высоким ИМТ может снижать чувствительность сколиометра к деформациям позвоночника. В результате, у таких пациентов сколиоз может быть выявлен на более поздних стадиях, когда искривление уже значительно выражено.

Помимо сколиометрии, всё более широкое применение получает цифровая фотограмметрия. Исследование L. Stolinski и соавт. (2017) представило стандартизованный протокол оценки осанки детей 7–10 лет с применением двухмерной цифровой фотографии. Авторы осуществили фотограмметрию 7782 детей, с определением количественных параметров осанки и построением перцентильных таблиц. Метод был признан быстрым и безопасным способом оценки постурального статуса в больших выборках (рисунок 6) [79].

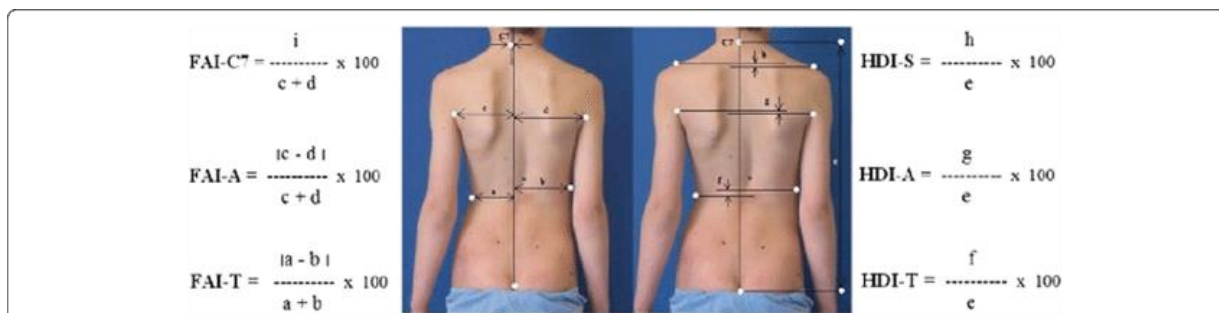


Рисунок 6 – Индекс POTSI (L. Stolinski и соавт. (2017))

Продольное исследование М.К. Labeska и др. (2021) позволило проанализировать изменения параметров осанки у детей 5–9 лет с признаками сколиотической осанки. В работе применялась фотограмметрическая система MORA с расчётом индексов симметрии POTSI и компенсации в сагиттальной плоскости. У детей астенического телосложения чаще сохранялись отклонения в фронтальной плоскости, а у детей с избыточной массой тела наблюдалось усиление прогибов [81]. Это подтверждает значимость учета соматотипа в диагностике и мониторинге поструральных нарушений.

Отдельное внимание уделяется оценке положения головы. Исследование Е. Szczygieł и соавт. (2022) показало, что почти 46% детей 9–11 лет имеют признаки выступающей вперёд головы (forward head posture, FHP), оцененной по краниовертебральному углу ($CVA < 48^\circ$). Нарушения были более выражены в положении сидя, что отражает влияние школьной позы на формирование поструральных отклонений [82].

Фотометрия на основе цифровой фотограмметрии широко применяется в оценке осанки у детей, однако на сегодняшний день метод остаётся недостаточно стандартизированным. В научной литературе подчёркивается, что отсутствуют единые протоколы проведения фотограмметрических измерений, а используемые программные решения основаны на различных алгоритмах и не всегда проходят клиническую валидацию. Это приводит к вариабельности результатов и снижает воспроизводимость данных при межисследовательских сравнениях. Кроме того, интерпретация фотометрических показателей, таких как углы наклона головы, плеч, таза и показатели асимметрии, также не регламентирована единым образом, что затрудняет выработку универсальных диагностических критериев. В ряде публикаций подчёркивается необходимость дальнейшего сопоставления фотограмметрических данных с рентгенологическими методами, особенно при выявлении поструральных нарушений в раннем возрасте (Cunha et al., 2016; Cancela et al., 2022; Duarte et al., 2022).

В последние годы особое внимание уделяется разработке и внедрению реабилитационных программ, направленных на коррекцию осанки у младших школьников. Исследование М. Slováková и М. Mandžáková (2024)

оценивало эффективность 18-недельной программы физических упражнений с элементами танцевально-ритмической гимнастики (2 раза в неделю по 45 минут). Участники программы – школьники около 10 лет –

продемонстрировали достоверное улучшение показателей осанки по модифицированному тесту Кляйна-Томаса: нормализация положения головы и шеи, формы грудной клетки, изгибов позвоночника, а также уменьшение наклона таза. Авторы делают вывод о высокой эффективности регулярной двигательной активности с музыкальным сопровождением как средства профилактики и коррекции нарушений осанки [83].

Дополнительную эффективность ритмической гимнастики в коррекции осанки показало рандомизированное контролируемое исследование А. Zhunussova и соавт. (2023). В течение 5 месяцев девочки 8–10 лет выполняли специальные упражнения ритмической гимнастики на уроках физкультуры. В экспериментальной группе у 78,5% детей удалось стабилизировать величину искривления позвоночника во фронтальной плоскости, тогда как в контрольной группе улучшение наблюдалось только у 28,5%. Авторы подчеркнули значимость включения ритмической гимнастики в школьные программы как доступного и эффективного метода коррекции осанки [84].

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Характеристика исследуемой группы

В исследование были включены 264 ребёнка младшего школьного возраста (в возрасте от 7 до 11 лет), обучающиеся в общеобразовательных школах города Астаны. Все участники прошли предварительный медицинский осмотр и соответствовали критериям включения.

Критериями включения являлись:

1. Возрастной диапазон от 6 до 10 лет;
2. Отсутствие хронических заболеваний опорно-двигательного аппарата, препятствующих участию в программе физической активности;
3. Наличие признаков нарушений осанки по результатам первичного скрининга (угол торсии туловища по данным сколиометрии свыше 5° , изменения по показателям фотометрического анализа).

Критериями исключения были:

1. Наличие противопоказаний к занятиям физической реабилитацией;
2. Отказ родителей или законных представителей от участия ребёнка в исследовании.

Из общего числа детей были сформированы контрольная и экспериментальная группы. В экспериментальную группу вошли дети с выявленными нарушениями осанки, которым назначалась индивидуальная оздоровительная программа. Контрольную группу составили дети с физиологически нормальной осанкой, не нуждавшиеся в коррекционных мероприятиях, но проходившие повторную диагностику для оценки динамики общего физического развития.

Группы были сопоставимы по полу, возрасту, росту, массе тела и индексу массы тела (ИМТ), что позволило объективно сравнивать результаты воздействия оздоровительной программы. Первичный анализ показателей физического развития и скрининговых данных осанки представлен в разделе 3.1. (рисунок 7).

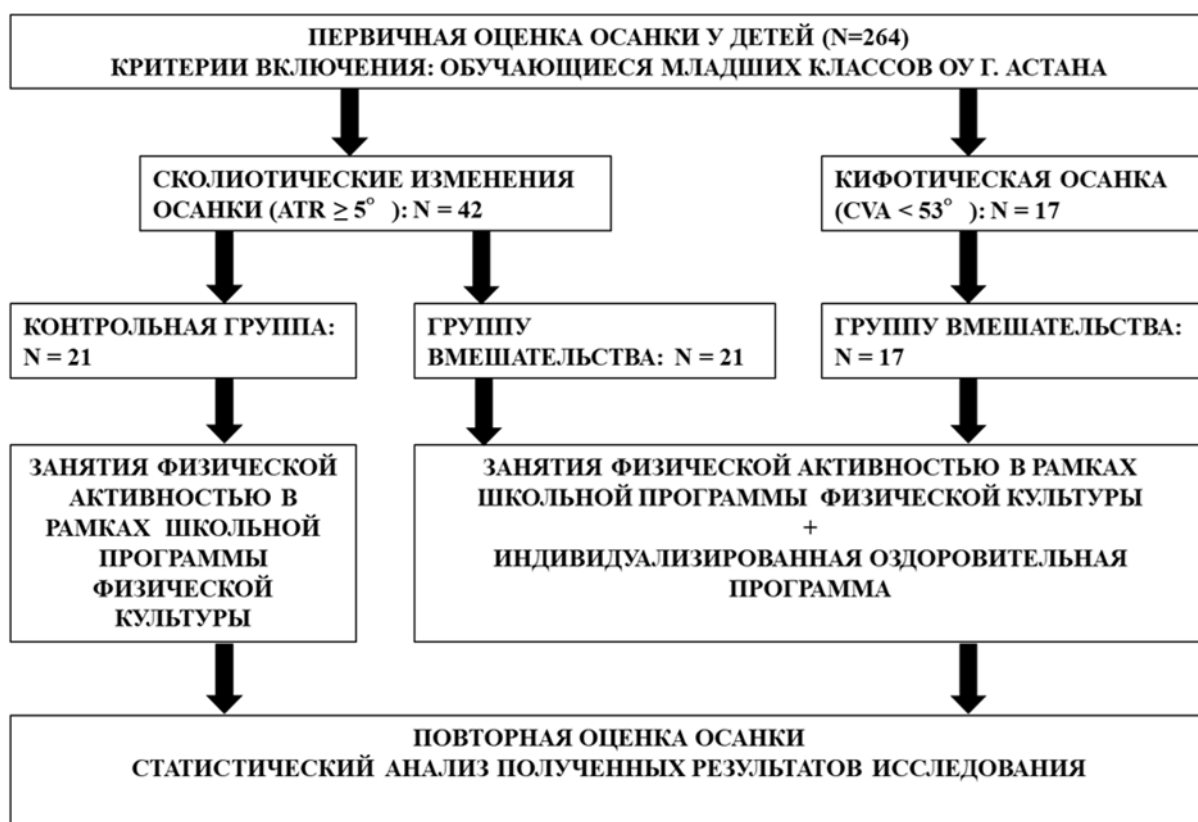


Рисунок 7 – Схема исследования

2.2. Этические аспекты проведения исследования

Данное исследование проводилось в соответствии с Хельсинкской декларацией, и все процедуры с участием человека были одобрены Комитетом по этике НАО Медицинский университет Астана (Протокол №8 от 21.12.2023 г.) Также мы получили информированное согласие на участие в исследовании у родителей всех респондентов. (Приложение 1, приложение 2)

2.3. Методика оценки осанки

Оценка осанки у школьников проводилась с использованием антропометрических и инструментальных методов.

Антропометрическая часть включала измерение роста и массы тела каждого ребёнка. Эти показатели регистрировались до начала инструментального обследования и использовались для общей характеристики выборки.

Инструментальные методы обследования включали два направления: измерение угла торсии туловища с использованием сколиометра и фотометрическую оценку параметров осанки на основе цифрового анализа изображения тела.

Для определения угла торсии туловища применялся электронный сколиометр (ЕТОРОО ZFC50) (рисунок -).



Рисунок 8 – Электронный сколиометр (ЕТОРОО ZFC50)

Измерения осуществлялись в рамках теста Адамса – стандартизированного метода выявления торсионной асимметрии позвоночника. При выполнении теста испытуемого просили осуществить медленный наклон туловища вперёд с расслабленными руками. Сколиометр устанавливался горизонтально вдоль линии остистых отростков позвоночника с регистрацией показателей в проекциях грудного (T5–T12) и поясничного (L1–L4) отделов. Применение электронного сколиометра обеспечивало повышение точности измерений за счёт цифровой фиксации значений. Конструктивно устройство аналогично традиционному механическому сколиометру, представляющему собой линейку с дугообразной шкалой и подвижным индикатором. Скрининг методом сколиометрии в сочетании с тестом Адамса признан надёжным инструментом ранней диагностики постуральных нарушений у детей [85,73,86].

Измерения угла ротации туловища (Angle of Trunk Rotation, ATR) проводились в проекциях грудного (T5–T12) и поясничного (L1–L4) отделов позвоночника. Сколиометр устанавливался горизонтально вдоль остистых отростков на уровне соответствующего сегмента. Для повышения точности результат фиксировался трижды, и в качестве окончательного значения принимался наибольший зарегистрированный показатель ATR.

Согласно литературным данным и клиническим рекомендациям, показатели ATR интерпретируются следующим образом:

1. ATR 0–5° – физиологическая осевая асимметрия, расцениваемая как вариант возрастной нормы;
2. ATR 5–7° – сколиотические изменения, требующие динамического наблюдения;
3. ATR $\geq 7^\circ$ – сколиотическая деформация, являющаяся показанием для рентгенографического обследования позвоночника.

На основании проведённого первичного обследования в контрольную и экспериментальную группы были включены дети, у которых по результатам теста Адамса и сколиометрического измерения был выявлен угол ротации туловища (ATR) свыше 5° . Таким образом, в исследование вошли дети, имеющие признаки сколиотических изменений, требующие динамического наблюдения и коррекционных мероприятий.

Фотометрическая оценка осанки осуществлялась с использованием мобильного программного обеспечения APECS (Advanced Posture Evaluation and Correction System), основанного на методе цифровой фотограмметрии. Анализ проводился по фотографии в положении стоя, снятой в стандартных условиях. На изображении автоматически определялись ключевые анатомические ориентиры, после чего рассчитывались пространственные параметры тела.

Во фронтальной плоскости оценивался индекс симметрии туловища – POTSI (Posterior Trunk Symmetry Index). POTSI представляет собой количественный показатель асимметрии задней поверхности туловища, предназначенный для объективной оценки нарушений осанки у детей.

Для расчета POTSI используются координаты восьми анатомических ориентиров, расположенных на задней проекции тела:

- 1) остистый отросток седьмого шейного позвонка (C7),
- 2) правый и левый акромионы (углы плеч),
- 3) правые и левые подмышечные складки,
- 4) правые и левые треугольники талии,
- 5) верхняя точка межъягодичной складки (крестец).

На основе координат этих точек рассчитываются два компонента:

- 1) HAI (Height Asymmetry Index) – индекс высотной асимметрии, отражающий разницу по вертикали между парными ориентирами (например, высота плеч, подмышек, талии),
- 2) FAI (Frontal Asymmetry Index) – индекс фронтальной асимметрии, показывающий боковое смещение ориентиров относительно центральной линии тела.

Сумма этих двух компонентов (HAI + FAI) формирует общее значение индекса POTSI, которое интерпретируется как количественная мера выраженности асимметрии туловища [87].

Интерпретация индекса POTSI основывалась на инструкции используемого программного обеспечения. Значения в диапазоне от 0 до 10 рассматривались как условная физиологическая норма, показатели от 10 и выше – как возможные сколиотические изменения, требующие наблюдения и дополнительной оценки. Подобная градация использовалась исключительно для ориентировочной классификации выраженности поструральных нарушений и не являлась диагностическим критерием. Данный метод оценки осанки применялся для обследования детей, у которых по результатам теста Адамса и сколиометрии угол ротации туловища (ATR) превышал 5° .

В настоящем исследовании в качестве количественного показателя выраженности кифотической осанки использовался краниовертебральный угол (CVA). Данное решение обусловлено тем, что при увеличении грудного кифоза у детей наблюдается характерное смещение головы вперёд – forward head posture (FHP), являющееся неотъемлемым компонентом кифотической осанки.

В сагиттальной плоскости рассчитывался краниовертебральный угол (CVA, Craniovertebral Angle) – показатель, характеризующий положение головы относительно туловища. Угол формируется между линией, соединяющей остистый отросток седьмого шейного позвонка (C7) и козелок уха (tragus), и горизонтальной линией, проходящей через точку C7 [90].

CVA применяется для количественной оценки нарушений осанки в области шейно-грудного перехода, в первую очередь таких, как выдвигание головы вперёд (forward head posture, FHP).

FHP представляет собой локальное изменение осанки в шейном отделе, однако в ряде исследований (Ruivo et al., 2014; Singla & Veqar, 2017) подчеркивается его тесная связь с нарушениями грудного отдела позвоночника [88]. В частности, формирование FHP у детей и подростков часто является компенсаторной реакцией на усиление грудного кифоза, направленной на сохранение равновесия головы.

Таким образом, наличие FHP может рассматриваться как косвенный признак кифотической осанки, особенно на ранних стадиях её формирования, когда ещё отсутствуют выраженные морфологические признаки сутулости.

Снижение CVA отражает нарушение вертикального соотношения головы и туловища и может использоваться как маркер функциональной постуральной дезорганизации в сагиттальной плоскости [89]. Применение CVA позволяет количественно оценить степень выраженности постуральных изменений, характерных для формирования кифотической осанки у детей младшего школьного возраста.

В норме значение краниовертебрального угла у детей школьного возраста составляет примерно 53–55°. Снижение CVA ниже 53° свидетельствует о смещении головы вперёд относительно туловища и может указывать на начальные признаки формирования синдрома "вынесенной вперёд головы" или кифотического изменения позвоночника [91].

В рамках настоящего исследования основанием для оценки краниовертебрального угла являлось несоответствие анатомических структур линии центра тяжести тела: при правильной осанке козелок уха, плечевой сустав, тазобедренный сустав и латеральная лодыжка должны располагаться приблизительно на одной вертикальной линии. Отклонение головы вперёд от этой линии, выраженное в уменьшении CVA, рассматривается как проявление нарушения статического положения головы и, соответственно, общей постуральной нестабильности.

Используемые методы являются неинвазивными, безопасными для здоровья детей и рекомендованы для проведения массовых скринингов постуральных нарушений

2.4. Разработка и внедрение комплексной оздоровительной программы.

Один из ключевых методов реабилитации детей с нарушениями осанки заключается в организации правильной физической активности. Этот подход направлен на укрепление мышц, стабилизирующих позвоночник, улучшение постурального контроля и предотвращение прогрессирования деформаций. Научные исследования свидетельствуют о том, что базовой двигательной активности, заложенной в школьной программе, недостаточно для поддержания нормальной осанки.

Так, исследование Dutkiewicz R. показало, что дополнительные физические нагрузки наиболее эффективны у младших школьников с постуральными нарушениями, обеспечивая значительное снижение выраженности грудного кифоза и поясничного лордоза [92]. Кроме того, работа Mateusz Kozinoga и соавт. (2022) продемонстрировала, что специализированные программы физической активности способствуют улучшению осанки у детей в возрасте 6–10 лет [93]. Это связано с тем, что в данном возрастном периоде опорно-двигательная система обладает наибольшей степенью пластичности и адаптивности. Таким образом, внедрение регулярных и целенаправленных упражнений на данном этапе развития организма является наиболее эффективным инструментом коррекции осанки.

Биомеханический и функциональный анализ нарушений осанки позволяет выявить ключевые мышечные группы, нуждающиеся в коррекции. Каждый тип нарушения требует индивидуального подхода, основанного на изменении тонуса как глубоких стабилизаторов, так и глобальных мышц, участвующих в поддержании вертикального положения тела [18].

Разработанная оздоровительная программа была направлена на устранение выявленных нарушений осанки у детей младшего школьного возраста. В ходе диагностики были определены два доминирующих типа постуральных нарушений:

- 1) Сколиотические изменения
- 2) Кифотическая осанка и ГНР

При этом такие типы нарушений, как плоская спина, лордотическая осанка и поза с запрокидыванием головы назад, у обследованных детей не были выявлены, поэтому отдельные коррекционные программы для этих форм не разрабатывались.

Занятия проводились ежедневно в течение 4 месяцев. Программа условно делится на два основных этапа:

- 1) Формирование навыка правильной осанки
- 2) Укрепление мышц и развитие двигательных стереотипов

Общие упражнения выполняются в два этапа, которое включает упражнения для формирования и закрепления привычки сохранения правильной осанки, и подготовка к индивидуальным упражнениям.

Первый этап:

1) Исходное положение – стоя у стены. Принять правильную осанку. Затылок, ягодичная область, голени, пятки касаются стенки.

2) Исходное положение – стоя у стены. Принять правильную осанку. Отойти от стены на один-два шага, сохраняя правильную осанку, вернуться в и. п.

3) Исходное положение – стоя у стены. Принять правильную осанку. Сделать два шага вперед, присесть, встать. Вернуться в исходное положение.

4) Исходное положение – стоя у стены. Принять правильную осанку. Приподняться на носки, задержаться в таком положении 3–4 секунды. Вернуться в исходное положение.

5) Исходное положение – стоя у стены. Принять правильную осанку. Сделать 1–2 шага вперед. Расслабить последовательно мышцы шеи, верхнего плечевого пояса, рук, туловища. Принять правильную осанку.

6) Ходьба по залу с остановками, с сохранением правильной осанки.

7) Исходное положение – стоя, мешочек с учебником на голове. Принять правильную осанку. Присесть, стараясь не уронить книгу. Вернуться в исходное положение.

8) Ходьба с учебником на голове с сохранением правильной осанки

Второй этап:

1) Планка

Исходное положение: лежа на животе, опираясь на предплечья и пальцы стоп.

Выполнение: поднять тело на предплечья и стопы так, чтобы тело было прямым от головы до пят. Необходимо держать положение в течение 20-секунд, постепенно увеличивая время удержания.

2) Мостик на плечах

Исходное положение: лежа на спине, согните ноги в коленях, стопы на полу на ширине бедер.

Выполнение: поднять бедра вверх, опираясь на плечи и стопы, создавая прямую линию от колен до плеч. Держите эту позу 10-15 секунд, затем медленно опустить бедра. Повторить 10-15 раз, выполните 2-3 подхода.

3) Кошка-корова

Исходное положение: на четвереньках, руки под плечами, колени под бедрами.

Выполнение: на вдохе, опустить живот вниз, поднимая голову и таз вверх. На выдохе, округлить спину вверх, опуская голову и таз вниз (поза кошки). Повторить 10-15 раз, выполнить 2-3 подхода.

4) Т-образные подъемы рук

Исходное положение: стоя прямо, ноги на ширине плеч.

Выполнение: поднять руки в стороны, создавая букву "Т". Медленно поднимать и опускать руки, держа их прямыми. Повторить 10-15 раз, выполнить 2-3 подхода.

5) Сведение лопаток

Исходное положение: стоя или сидя, руки опущены вдоль тела.

Выполнение: свести лопатки вместе, стараясь удерживать их в этом положении на 5-10 секунд. Повторить 10-15 раз, выполнить 2-3 подхода.

6) Упражнение "Птичка-собака"

Исходное положение: встаньте на четвереньки, руки под плечами, колени под бедрами.

На выдохе приподнять вверх левую руку и правую ногу, сохраняя баланс.

Не поднимать их слишком высоко.

Удерживать позу на несколько секунд, затем медленно опустить руку и ногу на вдохе. Повторить упражнение с противоположной рукой и ногой.

Повторить 10-15 раз для каждой стороны, сделайте 2-3 подхода.

7) Вращение головы:

Исходное положение: сидя на стуле, спина прямая.

Поворачивать голову вправо и влево, стараясь дотянуть подбородок к плечу.

Повторять 10-15 раз в каждую сторону.

8) Поднятие рук:

Исходное положение: сидя на стуле, руки вдоль тела.

Медленно поднимать руки в стороны до уровня плеч, затем опускать.

Повторять 10-15 раз.

9) Укрепление мышц спины:

Исходное положение: сидя на стуле, руки на пояснице или за головой.

Наклонять корпус вперед, стараясь дотянуть голову до колен.

Возвращаться в исходное положение.

Повторять 10-15 раз.

10) Сведение лопаток

Исходное положение: сидя на стуле, руки впереди на уровне груди.

Сводить лопатки вместе, напрягая мышцы спины.

Удерживать на несколько секунд, затем расслаблять.

Повторять 10–15 раз.

11) Вращение плеч

Исходное положение: сидя на стуле, руки вдоль тела.

Вращать плечи вперед и назад, стараясь максимально сжать лопатки.

Повторять 10–15 раз.

12) Повороты плеч

Исходное положение: сидя на стуле с прямой спиной и руками на бедрах.

Поворачиваем левое плечо вправо, удерживаем позу на несколько секунд, затем возвращаемся в исходное положение.

Поворачиваем правое плечо вправо, удерживаем позу и возвращаемся в исходное положение.

Повторяем каждое движение по 10–15 раз.

После общих упражнений применялись индивидуальные упражнения в зависимости от типа нарушения осанки. Для детей с кифотической осанкой и ГНР подбирался отдельный комплекс, направленный на укрепление мышц-разгибателей, улучшение подвижности грудного отдела позвоночника и коррекцию положения лопаток. Для детей со сколиотической деформацией использовались упражнения, способствующие выравниванию туловища, устранению асимметрии и формированию правильного постурального стереотипа [94,95].

Упражнения для исправления асимметричной осанки (сколиотическая деформация)

1) Упражнение №1

Попросите ребенка встать прямо, ноги расставить на ширину плеч, руки положить на затылок.

На выдохе пусть он наклонит туловище вперед до горизонтального положения, выпрямляя руки.

На вдохе ребенок возвращается в исходное положение.

Укажите, что спину во время выполнения упражнения нужно держать ровной, голову и руки не опускать.

Порекомендуйте повторить упражнение 6–20 раз.

Напомните, что упражнение выполняется в среднем темпе.

2) Упражнение №2

Попросите ребенка лечь на живот, ноги держать вместе, пальцы рук сплести под подбородком.

На выдохе пусть он приподнимет голову, плечи, грудь и прямые ноги над полом, прогибаясь в пояснице и выпрямляя руки вперед.

Пусть ребенок задержится в этом положении на 5–7 секунд.

На вдохе ребенок возвращается в исходное положение.

Порекомендуйте повторить упражнение 6–20 раз. Упражнение №3

Попросите ребенка лечь на живот, ноги держать вместе, сплести пальцы рук на затылке.

Пусть он приподнимет голову, грудь и плечи над полом, прогибая спину в пояснице, и задержится в этом положении на 5–7 секунд.

На выдохе ребенок возвращается в исходное положение.

Дыхание должно быть свободным, темп выполнения – средний.

Порекомендуйте повторить упражнение 6–20 раз.

3) Упражнение №4

Попросите ребенка лечь на живот, ноги держать вместе, пальцы рук сцепить под подбородком.

Пусть он поочередно поднимает ноги с максимальной амплитудой.

Дыхание должно быть свободным, темп выполнения – средний.

Порекомендуйте повторить упражнение 5–15 раз для каждой ноги.

Если ребенок освоил упражнение, усложните его, поднимая обе ноги одновременно.

4) Упражнение №5

Попросите ребенка лечь на спину, расставить ноги широко и развести руки в стороны ладонями вниз.

Опираясь на правую руку, пусть он приподнимет туловище и, наклоняясь вперед, дотянется левой рукой до правого носка – на выдохе.

На вдохе вернитесь в исходное положение.

Затем повторите то же самое, дотянувшись правой рукой до левого носка.

Порекомендуйте повторить упражнение 10–20 раз.

5) Упражнение №6

Попросите ребенка лечь на спину, согнуть ноги в коленях и положить руки вдоль тела.

На вдохе пусть он приподнимет таз, напрягая ягодичные мышцы и опираясь на стопы, руки и затылок.

На выдохе ребенок возвращается в исходное положение.

Порекомендуйте выполнить упражнение в среднем темпе, повторяя 5–10 раз.

6) Упражнение №7

Попросите ребенка стать на четвереньки.

На вдохе пусть он поднимет правую ногу назад и прогнет спину.

На выдохе ребенок возвращается в исходное положение.

Затем повторяет то же самое, поднимая левую ногу.

Порекомендуйте выполнять упражнение в среднем темпе, повторяя 6–16 раз для каждой ноги.

Для усложнения упражнения, одновременно с выпрямлением ноги, ребенок может поднимать вверх противоположную руку.

Упражнения для исправления кифотической осанки

1) Упражнение №1

Попросите ребенка встать прямо, ноги держать вместе, кисти рук сцепить на затылке.

На вдохе ребенок выпрямит руки вверх и отведет их назад, ладонями внутрь. Одновременно он должен отставить левую ногу назад на носок, прогибаясь в верхней части спины.

На выдохе ребенок должен вернуться в исходное положение.

Затем повторить упражнение, отставляя назад правую ногу.

Порекомендуйте выполнить 6–16 повторений.

2) Упражнение №2

Попросите ребенка встать на расстоянии одного шага от стены, прижаться спиной к стене, руки положить под головой.

На вдохе пусть он оперется затылком о стену и максимально прогнется в спине.

На выдохе ребенок должен вернуться в исходное положение.

Повторите упражнение 6–20 раз.

Убедитесь, что во время прогиба ноги остаются прямыми, не сгибаются.

3) Упражнение №3

Попросите ребенка сесть на стул со спинкой, руки положить за головой.
На вдохе пусть он выпрямит руки вверх и прогнется назад, касаясь лопатками спинки стула.

На выдохе ребенок должен вернуться в исходное положение.

Повторите упражнение 6–20 раз.

4) Упражнение №4

Попросите ребенка встать на колени, прижаться грудью к полу, руки положить на пол, спину прогнуть.

На вдохе пусть ребенок начнет медленно передвигаться вперед, делая мелкие «шажки», скользя руками по полу.

Дыхание должно быть свободным, не задерживайте его.

Порекомендуйте выполнить 20–50 таких «шагов».

5) Упражнение №5

Попросите ребенка лечь на живот рядом со стулом, ноги держать вместе, руки вдоль туловища.

На вдохе пусть он приподнимет туловище и одним движением перенесет прямые руки на край стула, «зацепившись» за него. Сделайте паузу.

На выдохе верните ребенка в исходное положение, снова сделав паузу.

Ребенок повторяет упражнение 6–16 раз.

6) Упражнение №6

Попросите ребенка встать на колени, сесть на пятки так, чтобы туловище легло на бедра, а выпрямленные вверх руки лежали на полу. Голова должна быть слегка приподнята.

На вдохе пусть ребенок прижимается грудью к полу, сильно прогибая спину, и продвигается туловищем вперед, чтобы лечь. Кисти рук остаются на месте, руки сгибаются в локтях, так что предплечья становятся вертикальными. Ноги постепенно разгибаются в коленных суставах и выпрямляются к концу движения.

На выдохе ребенок приподнимает голову, плечи и туловище, выпрямляет руки и возвращается в исходное положение, выполняя движение в обратном порядке.

Объясните, что это движение похоже на то, как кошка подлазит под забор. Дыхание должно быть свободным, не задерживайте его.

Порекомендуйте повторить упражнение 6–16 раз.

7) Упражнение №7.

Попросите ребенка лечь на спину, согнуть руки в локтях и упереться ими в пол возле головы (ладонями вниз, пальцы направлены к ногам). Ноги должны быть согнуты в коленях и расставлены на ширину плеч.

На вдохе пусть ребенок поднимет таз вверх, создавая «мост», опираясь на лоб, руки и ноги.

На выдохе вернитесь в исходное положение.

Порекомендуйте повторить упражнение 3–10 раз.

Укажите, что упражнение легче выполнять на мягкой подстилке.

Все указанные упражнения выполнялись детьми ежедневно в течение

четырёх месяцев. Регулярное и последовательное выполнение способствовало формированию устойчивого двигательного стереотипа, закреплению навыков правильной осанки и достижению стойкого постурального эффекта в условиях повседневной активности.

2.5. Методы статистической обработки результатов

Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 4.8.5 (разработчик – ООО «Статтех», Россия).

Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро–Уилка (при числе наблюдений менее 50) или критерия Колмогорова–Смирнова (при числе наблюдений более 50). Это позволяло выбрать корректные методы описания и сравнения данных.

При наличии нормального распределения количественные данные описывались через среднее арифметическое (М) и стандартное отклонение (SD), а также указывались границы 95% доверительного интервала (95% ДИ). В случае отклонения от нормального распределения использовались медиана (Me), нижний и верхний квартили (Q1 – Q3).

Категориальные переменные описывались с указанием абсолютных значений (n) и процентных долей (%), а 95% доверительные интервалы для долей рассчитывались по методу Клоппера–Пирсона, что позволяет обеспечить корректность оценки при малых выборках.

Для оценки различий между двумя независимыми группами по количественным показателям применялся независимый t-критерий Стьюдента, при условии нормального распределения и равенства дисперсий. В случае сравнения данных до и после вмешательства в одной группе использовался парный t-критерий Стьюдента.

Если распределение отличалось от нормального, применялись непараметрические методы: для сравнения двух групп – критерий Манна–Уитни, для трёх и более групп – критерий Краскела–Уоллиса, с последующими апостериорными сравнениями по методу Данна с поправкой Холма, позволяющей контролировать уровень ошибок множественного тестирования.

Для анализа зависимости между категориальными переменными использовался χ^2 -критерий Пирсона. В случаях, когда ожидаемые частоты в ячейках были менее 5, применялся точный критерий Фишера.

Все различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Первичная оценка осанки у детей младшего школьного возраста

В исследование были включены 264 ребёнка младшего школьного возраста (от 6 до 11 лет), обучающиеся в общеобразовательных школах г. Астаны. Все участники прошли комплексное первичное обследование, включавшее антропометрию, сколиометрию в проекциях грудного и поясничного отделов позвоночника (таблица 1).

Таблица 1– Описательная статистика количественных переменных

Показатели	Me	Q1 – Q3	n	min	max
Возраст	9,00	9,00 – 10,00	264	7,00	11,00
Рост	136,50	132,75 –142,00	264	116,00	159,00
Рост в метрах	1,37	1,33 – 1,42	264	1,16	1,59
Вес	31,10	27,00 – 37,00	264	19,40	69,60
ИМТ	16,37	15,13 – 19,09	264	11,60	34,52
Данные сколиометрии до ОП (T5 и T12)	3,20	2,18 – 4,50	264	1,00	7,10
Данные сколиометрии до ОП(L1 и L4)	3,25	2,18 – 4,40	264	1,00	6,70

Средний возраст обследованных составил 9,00 лет (Q1–Q3: 9,00–10,00), что соответствует пиковому периоду формирования поструральных навыков и позволяет считать выборку репрезентативной. Рост детей варьировал от 116,0 до 159,0 см, с медианным значением 136,50 см (Q1–Q3: 132,75–142,00). Масса тела колебалась в пределах от 19,4 до 69,6 кг, медиана составила 31,10 кг (Q1–Q3: 27,00–37,00). Индекс массы тела (ИМТ) – один из базовых индикаторов физического развития – имел медианное значение 16,37 кг/м² (Q1–Q3: 15,13–19,09), что соответствует нормативным возрастным значениям, хотя наблюдались отдельные случаи как недостаточной, так и избыточной массы тела.

Сколиометрия в грудном отделе (T5–T12) показала медианное значение угла торсии туловища (ATR) 3,20° (Q1–Q3: 2,18–4,50), а в поясничном отделе (L1–L4) – 3,25° (Q1–Q3: 2,18–4,40). Эти данные указывают на наличие у части детей признаков поструральной асимметрии, в то время как значения ATR выше 5° расцениваются как сколиотические изменения, требующие коррекции.

Распределение по полу показало преобладание мальчиков – 62,5% (n=165) против 37,5% девочек (n=99), что следует учитывать при

интерпретации дальнейших результатов и формировании групп вмешательства и контроля (рисунок 9).

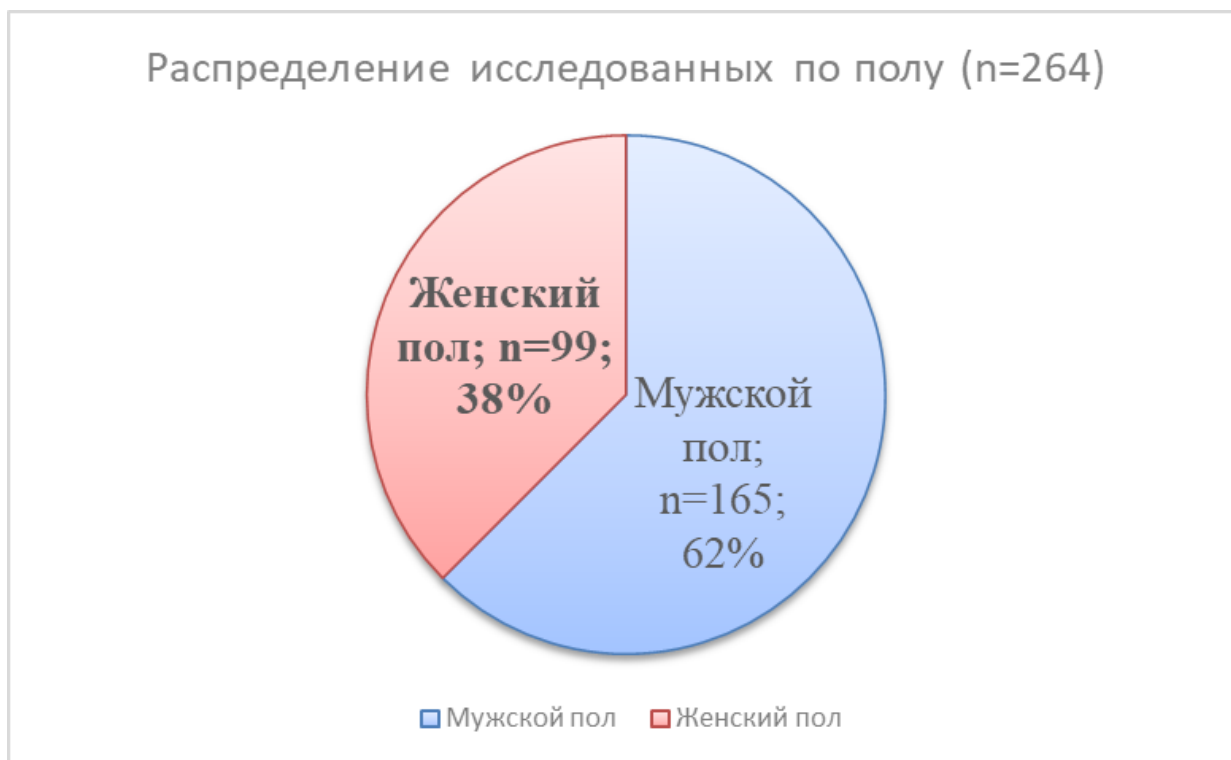


Рисунок 9 – Распределение исследованных по полу

По данным категориального анализа, большинство обследованных (77,7%) имели нормальную осанку, что подтверждает относительное благополучие общей выборки. Однако у 15,9% были выявлены сколиотические изменения, а у 6,4% – кифотическая поза. Эти дети подлежали дальнейшему наблюдению и участию в оздоровительной программе (таблица 2, рисунок 10).

Таблица 2 – Результаты первичного обследования

Показатели	Категории	Абс.	%	95% ДИ
Пол	Мужской пол	165	62,5	56,4 – 68,4
	Женский пол	99	37,5	31,6 – 43,6
Заключение	Нормальная осанка	205	77,7	72,1 – 82,5
	Сколиотическое изменение	42	15,9	11,7 – 20,9
	Кифотическая поза	17	6,4	3,8 – 10,1

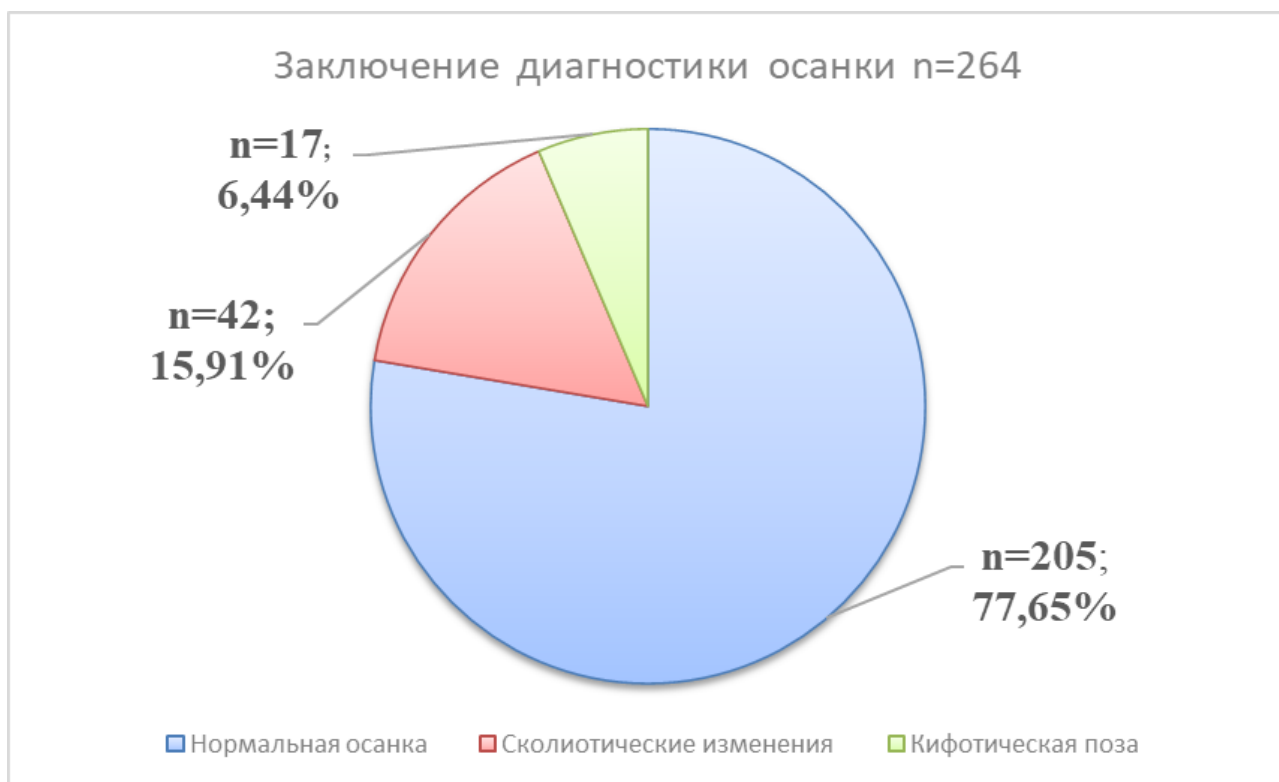


Рисунок 10 – Заключение скрининга осанки

На основании проведённого анализа также была выявлена статистически значимая зависимость между полом ребёнка и типом заключения по результатам пострурального осмотра ($p = 0,027$, χ^2 -критерий Пирсона).

Среди детей с нормальной осанкой доля девочек оказалась выше – 84,8% против 73,3% у мальчиков. Напротив, сколиотическое изменение осанки чаще встречалось у мальчиков – 20,6% против 8,1% у девочек. В категории кифотическая осанка различия были менее выраженными и статистически незначимыми: 6,1% у мальчиков и 7,1% у девочек (рисунок 11).

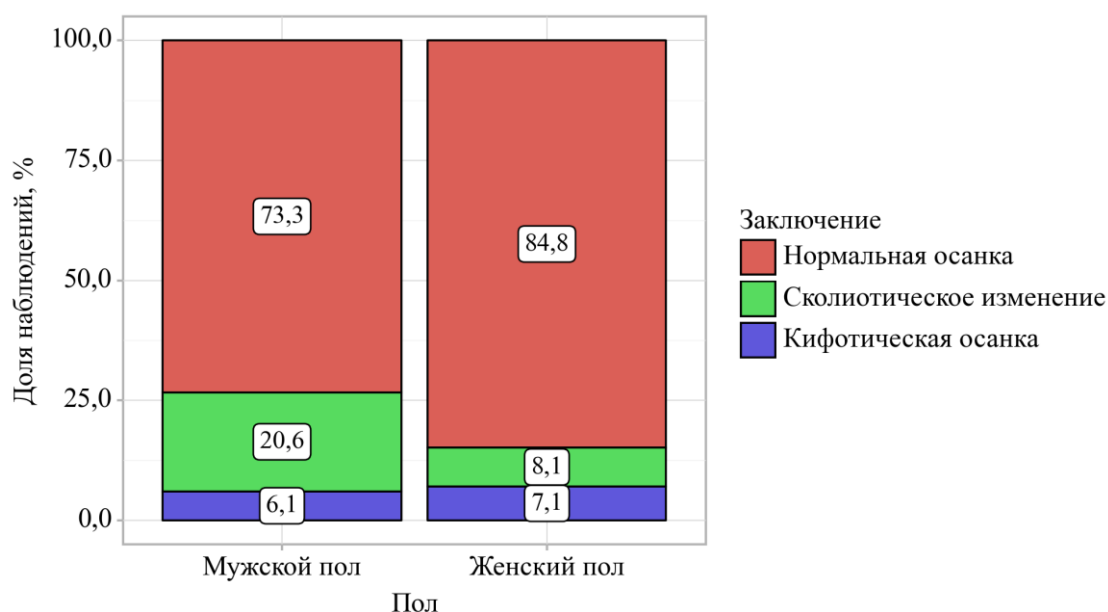


Рисунок 11– Нарушения осанки в зависимости от пола

По результатам анализа различия в ИМТ между группами оказались статистически незначимыми ($p = 0,088$) (рисунок 12). Это свидетельствует об отсутствии достоверной взаимосвязи между показателями ИМТ и наличием постуральных нарушений в выборке детей младшего школьного возраста, включённых в настоящее исследование.

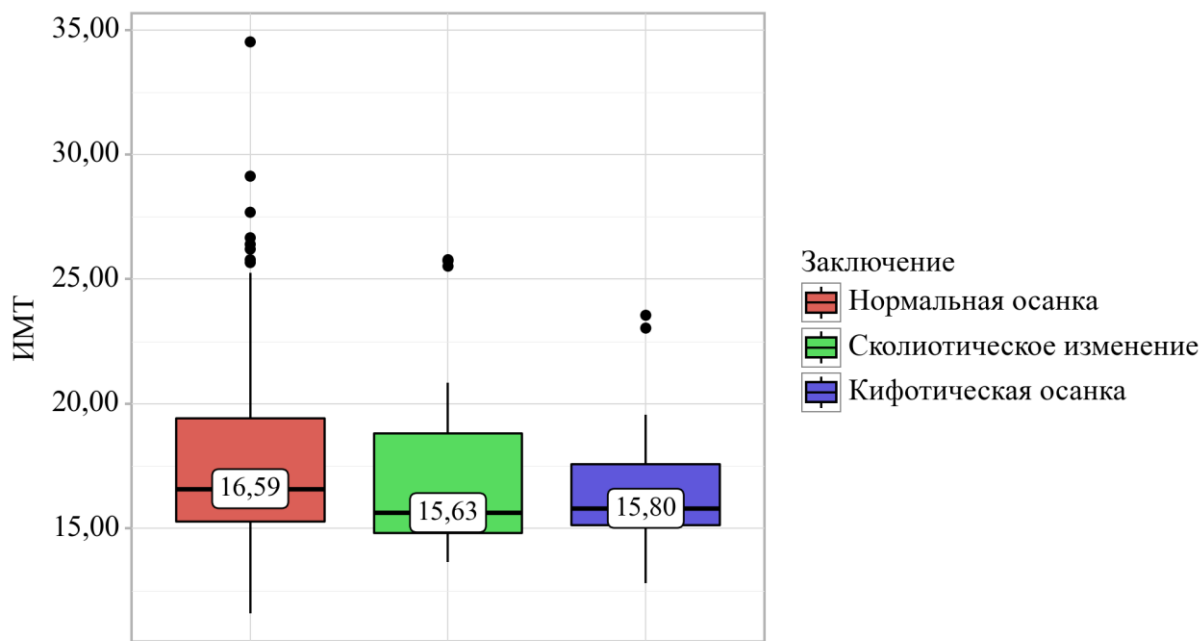


Рисунок 12 – Нарушения осанки в зависимости от ИМТ

Таким образом, первичная оценка позволила выделить группу детей с отклонениями в параметрах осанки, которые в дальнейшем стали объектом целенаправленной физической коррекции. Проведённая оценка также продемонстрировала обоснованность применения комплексного подхода, сочетающего антропометрию, инструментальные методы (сколиометрию) и фотометрический анализ в диагностике постуральных нарушений у детей младшего школьного возраста.

3.2. Эффективность применения средств физической реабилитации в коррекции сколиотических изменений.

С целью оценки эффективности комплексной оздоровительной программы, направленной на коррекцию сколиотических изменений осанки, были сформированы две группы: группа вмешательства ($n = 21$), в которой применялась оздоровительная программа на основе средств физической реабилитации, и контрольная группа ($n = 21$), получавшая лишь стандартные занятия в рамках школьной программы без дополнительной коррекции (Таблица 3).

Таблица 3 – Характеристика респондентов

Характеристика	Группа вмешательства	Группа контроля	P-значение
Количество чел.	21	21	
Возраст, годы	9,00 (9,00 – 10,00)	9,00 (9,00 – 10,00)	0,544
Рост, см	138,48 ± 8,24	135,95 ± 7,63	0,309
Масса тела, кг	32,00 (28,00 – 37,10)	27,60 (26,00 – 32,00)	0,148
ИМТ, масса, кг/м ²	15,81 (14,96 – 19,48)	15,38 (14,66 – 16,69)	0,359
Данные сколиометрии до ОП (T5 и T12)	6,03 ± 0,62	6,06 ± 0,68	0,906
Данные сколиометрии до ОП(L1 и L4), М ± SD	5,29 ± 0,63	5,16 ± 0,81	0,569
POTSI (до ОП), М ± SD	17,00 ± 3,28	16,76 ± 3,83	0,832

На момент включения в исследование группы были сопоставимы по основным антропометрическим и клиническим характеристикам. Средний возраст детей составил 9,00 лет ($p = 0,544$), рост – $138,48 \pm 8,24$ см в группе вмешательства и $135,95 \pm 7,63$ см в контрольной ($p = 0,309$), масса тела – медиана 32,00 кг против 27,60 кг соответственно ($p = 0,148$), а индекс массы тела (ИМТ) – 15,81 и 15,38 ($p = 0,359$).

Исходные сколиометрические данные также были статистически сопоставимы:

- 1) в грудном отделе позвоночника (T5–T12): $6,03 \pm 0,62^\circ$ против $6,06 \pm 0,68^\circ$ ($p = 0,906$);
- 2) в поясничном отделе (L1–L4): $5,29 \pm 0,63^\circ$ против $5,16 \pm 0,81^\circ$ ($p = 0,429$).

Индекс постурального отклонения POTSI, рассчитанный с использованием мобильного программного обеспечения для фотометрической оценки, также не различался статистически значимо между группами до начала программы: $17,00 \pm 3,28^\circ$ в группе вмешательства и $16,76 \pm 3,83^\circ$ в контрольной ($p = 0,832$). Это подтверждает однородность исходной выборки и корректность проведённого сравнения.

Анализ динамики показателей угла торсии туловища (ATR) и индекса POTSI проводился с использованием парного t-критерия Стьюдента (для сравнения внутри групп до и после оздоровительной программы) и независимого t-критерия Стьюдента (для межгруппового сравнения). Уровень статистической значимости устанавливался на уровне $p < 0,05$.

В группе вмешательства, прошедшей оздоровительную программу, выявлено статистически значимое снижение показателя ATR в грудном отделе позвоночника (T5–T12): с $6,03 \pm 0,62^\circ$ до $5,53 \pm 0,63^\circ$ ($p < 0,001$; парный t-критерий). Это указывает на достоверную положительную динамику состояния.

В контрольной группе аналогичных изменений не произошло: $6,06 \pm 0,68^\circ$ до $6,17 \pm 0,86^\circ$ ($p = 0,161$). При межгрупповом сравнении показателей после программы (независимый t-критерий) выявлены статистически значимые различия ($p = 0,009$), что подтверждает эффективность программы именно в условиях её применения (Таблица 4).

Таблица 4 – Анализ динамики сколиометрии в грудном отделе

Группа	Этапы наблюдения				p
	ATR (T) до ОП		ATR (T) после ОП		
	M ± SD	95% ДИ	M ± SD	95% ДИ	
Вмешательство	6,03 ± 0,62 (n=21)	5,75 – 6,32	5,53 ± 0,63 (n=21)	5,24 – 5,82	< 0,001*
Контроль	6,06 ± 0,68 (n=21)	5,75 – 6,36	6,17 ± 0,86 (n=21)	5,78 – 6,56	0,161
p	0,906		0,009*		—

* – различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$)

ATR в поясничном отделе позвоночника (L1–L4) также снизился в группе вмешательства с $5,29 \pm 0,63^\circ$ до $4,85 \pm 0,65^\circ$ ($p < 0,001$; парный t-критерий). В контрольной группе изменений не зафиксировано: $5,16 \pm 0,81^\circ$ до $5,18 \pm 0,92^\circ$ ($p = 0,746$). Однако сравнение между группами после вмешательства не показало статистически значимой разницы ($p = 0,183$; независимый t-критерий) (таблица 5).

Таблица 5 – Анализ динамики сколиометрии в поясничном отделе

Группа	Этапы наблюдения				p
	ATR (L) до ОП		ATR (L) после ОП		
	M ± SD	95% ДИ	M ± SD	95% ДИ	
Вмешательст во	5,29 ± 0,63° (n=21)	5,00 – 5,58	4,85 ± 0,65° (n=21)	4,56 – 5,15	< 0,001*
Контроль	5,16 ± 0,81° (n=21)	4,79 – 5,53	5,18 ± 0,92° (n=21)	4,76 – 5,60	0,746
p	0,569		0,188		—

* – различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$)

Индекс POTSI, рассчитанный с использованием мобильного программного обеспечения, в группе вмешательства также продемонстрировал выраженную положительную динамику: снижение с $16,95 \pm 3,20$ до $13,24 \pm 3,37$ ($p < 0,001$; парный t-критерий), что указывает на улучшение симметрии задней поверхности туловища. В контрольной группе статистически значимых

изменений не зафиксировано: $16,76 \pm 3,83$ до $16,19 \pm 4,18$ ($p = 0,083$). При этом сравнение показателей POTSI между группами после оздоровительной программы выявило достоверные различия ($p = 0,016$; независимый t-критерий), что дополнительно подтверждает эффективность вмешательства (таблица 6).

Таблица 6 – Анализ динамики POTSI в зависимости от группы

Группа	Этапы наблюдения				p
	POTSI (до ОП)		POTSI (После ОП)		
	М ± SD	95% ДИ	М ± SD	95% ДИ	
Вмешательство	16,95 ± 3,20 (n=21)	15,50 – 18,41	13,24 ± 3,37 (n=21)	11,70 – 14,77	< 0,001*
Контроль	16,76 ± 3,83 (n=21)	15,02 – 18,51	16,19 ± 4,18 (n=21)	14,29 – 18,09	0,083
p	0,862		0,016*		–

* – различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$)

3.3. Эффективность применения средств физической реабилитации в коррекции кифотической осанки

Для оценки эффективности оздоровительной программы у детей с кифотической осанкой был проведён анализ динамики краниовертебрального угла (CVA), являющегося одним из объективных параметров, отражающих положение головы и верхнегрудного отдела позвоночника в сагиттальной плоскости.

В исследование были включены 17 детей с установленной кифотической осанкой. Средний возраст респондентов составил 9 лет (межквартильный размах: 9,00–10,00 лет). Преобладали мальчики (58,8%). Средний рост участников составлял $138,35 \pm 6,93$ см, средняя масса тела – $32,31 \pm 7,14$ кг, а медианное значение индекса массы тела (ИМТ) – 15,80 (Q1–Q3: 15,12–17,58), что соответствовало нормативным возрастным значениям. Показатель CVA до начала оздоровительной программы составил в среднем $49,65 \pm 2,03^\circ$, при этом его значение после прохождения программы увеличилось до $51,71 \pm 3,37^\circ$. Для оценки изменений применялся парный t-критерий Стьюдента, поскольку распределение показателя соответствовало нормальному, что было установлено с помощью критерия Шапиро–Уилка. Статистический анализ выявил достоверные различия между показателями до и после вмешательства ($p = 0,003$), что свидетельствует о положительной динамике в положении головы и верхней части туловища (таблица 7).

Таблица 7 – Анализ динамики CVA

Этапы наблюдения				p
CVA (до ОП)		CVA1 (после ОП)		
M ± SD	95% ДИ	M ± SD	95% ДИ	
49,65 ± 2,03 (n=17)	48,60 – 50,69	51,71 ± 3,37 (n=17)	49,97 – 53,44	0,003*

* – различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$)

3.4. Обсуждение полученных данных и сопоставление с литературными источниками

Проведённое исследование подтвердило эффективность комплексного подхода к коррекции нарушений осанки у детей младшего школьного возраста. Динамика ключевых параметров (POTSI, CVA, ATR) демонстрирует достоверные положительные изменения, что позволяет говорить о результативности программы, направленной на восстановление мышечного баланса, стабилизацию позвоночника и формирование двигательных стереотипов правильной осанки.

Наибольшие изменения зафиксированы по показателю POTSI, отражающему симметрию задней поверхности тела. Снижение значений указывает на уменьшение асимметрии и выравнивание корпуса, что особенно важно при сколиотических нарушениях. Увеличение CVA отражает улучшение положения головы и шейного отдела, что согласуется с современными представлениями о необходимости включения упражнений, нормализующих кранио-цервикальную зону при постуральных отклонениях у детей.

Снижение ATR указывает на уменьшение торсионных проявлений в грудном и поясничном отделах, что подтверждает эффективность регулярной и целенаправленной тренировки мышц-стабилизаторов. Подобные изменения в ряде исследований связывают с улучшением нейромышечного контроля и перераспределением мышечного тонуса между передней и задней цепями тела, что, вероятно, и стало основным механизмом коррекции.

Результаты данного исследования в целом сопоставимы с данными, ранее полученными в других программах коррекции осанки, реализованных в школьных и клинических условиях [93,96]. Несмотря на различие в продолжительности, формах занятий и критериях оценки, большинство работ подчёркивают необходимость системного и непрерывного подхода, а также включения как статодинамических, так и координационных упражнений. Отдельные авторы также акцентируют внимание на значимости упражнений, направленных на проприоцептивную стимуляцию, работу с мышцами туловища и диафрагмой, что согласуется с логикой построения нашей оздоровительной программы.

В то же время важно учитывать ряд ограничений, сопровождавших проведение исследования. Оценка состояния осанки осуществлялась с использованием фотограмметрии и сколиометрии – методов, которые, несмотря на их распространённость и доступность, в настоящее время не обладают международной стандартизацией и полностью валидированными протоколами интерпретации. Кроме того, рентгенологическое подтверждение выявленных нарушений не проводилось, что ограничивает возможность однозначного суждения о наличии структурных деформаций позвоночника.

Наблюдение за участниками длилось 4 месяца, что позволяет судить о краткосрочном эффекте, однако не даёт оснований говорить о стойкости достигнутых изменений в отдалённой перспективе. Ещё одним ограничением является количественный и качественный состав выборки – участие принимали учащиеся одной возрастной категории, без равномерного полового распределения.

Тем не менее, несмотря на обозначенные методологические ограничения, результаты настоящего исследования подтверждают, что грамотно организованная программа физической реабилитации с регулярным и дозированным применением упражнений позволяет достигать значимых улучшений в состоянии осанки у детей младшего школьного возраста. Это подчёркивает практическую значимость таких программ в условиях образовательных учреждений и необходимость их внедрения в школьную практику на постоянной основе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведённого исследования были получены достоверные данные, подтверждающие эффективность комплексного применения средств физической реабилитации при нарушениях осанки у детей младшего школьного возраста.

Анализ современных научных данных показал, что неправильная осанка у детей в возрасте 6–11 лет является распространённой проблемой, обусловленной как внутренними, так и внешними факторами. Ведущую роль в её формировании играют гиподинамия, длительное пребывание в статических позах, несоответствие школьной мебели анатомо-физиологическим особенностям детей, а также недостаточный уровень физической активности.

Проведённая первичная оценка состояния осанки у 264 школьников г. Астаны выявила, что около 22,3% детей имеют признаки нарушений осанки, среди которых 15,9% – сколиотические изменения, и 6,4% – кифотическая осанка.

Разработанная и внедрённая комплексная оздоровительная программа, включающая общеукрепляющие и специально подобранные корректирующие упражнения, показала свою высокую эффективность. У детей из группы вмешательства, участвовавших в программе в течение четырех месяцев, наблюдалось значительное улучшение параметров осанки по данным сколиометрии и фотометрического анализа (индексы ATR, POTSI, CVA).

Проведённый сравнительный анализ между группами вмешательства и контроля подтвердил, что регулярное выполнение физической реабилитационной программы оказывает положительное влияние на постуральный статус детей, снижая выраженность асимметрии и улучшая общее физическое состояние.

Таким образом, комплексный подход к коррекции нарушений осанки с применением доступных и безопасных средств физической реабилитации может быть рекомендован к широкому внедрению в образовательных учреждениях. Это позволит не только повысить качество жизни детей, но и снизить риск формирования стойких деформаций опорно-двигательного аппарата в будущем.

ВЫВОДЫ

1) Постуральные нарушения были выявлены у 22,3% детей младшего школьного возраста, из них 15,9% – со сколиотическими изменениями, 6,4% - с кифотической осанкой.

2) На основе анализа современных подходов к физической реабилитации была разработана оздоровительная программа индивидуальных упражнений, направленная на коррекцию нарушений осанки у детей. Программа включала элементы, способствующие улучшению мышечного баланса, восстановлению симметрии туловища и нормализации положения головы. Занятия выполнялись ежедневно в течение четырёх месяцев без участия специалиста, в домашних условиях.

3) У детей со сколиотической осанкой после прохождения оздоровительной программы ATR в грудном отделе снизился в среднем на $0,5^{\circ}$, в поясничном – на $0,44^{\circ}$, показатель POTSИ уменьшился на 3,71 единицы. У детей с кифотической осанкой краниовертебральный угол (CVA) увеличился в среднем на $2,06^{\circ}$, что отражает улучшение положения головы.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Включать регулярную оценку осанки у детей в программы школьных осмотров с использованием неинвазивных методов: теста Адамса, сколиометрии и фотометрического анализа (например, индекс POTSI, угол ATR, угол CVA).

Организовать в школах занятия по физической реабилитации, направленные на профилактику и коррекцию нарушений осанки. Программы должны включать:

- 1) упражнения для формирования навыка правильной осанки,
- 2) укрепление мышц-стабилизаторов,
- 3) растяжку мышц, находящихся в гипертонусе,

Индивидуализировать реабилитационные программы в зависимости от выявленного типа нарушения осанки (кифотическая, лордотическая, сколиотическая и др.) с учётом биомеханических и функциональных особенностей каждого ребёнка.

Внедрять элементы коррекции осанки в повседневную деятельность детей: использовать эргономичную школьную мебель, контролировать вес и способ ношения школьного рюкзака, обеспечивать регулярные динамические паузы во время учебного процесса.

Осуществлять медико-педагогическое просвещение родителей и учителей, направленное на повышение осведомлённости о признаках нарушений осанки, факторах риска и значении своевременной коррекции.

Использовать современные цифровые технологии (например, мобильные приложения на основе фотограмметрии) для скрининга и мониторинга изменений осанки в динамике.

Обеспечить междисциплинарный подход к проблеме нарушений осанки с участием врачей (педиатра, невролога, ортопеда), специалистов по ЛФК, школьных педагогов и родителей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Schmidt, Kerstin & Friedrichs, Paula & Cornelsen, Hanna & Schmidt, Paul & Tischer, Thomas. (2021). Musculoskeletal disorders among children and young people: prevalence, risk factors, preventive measures: A Scoping Review. 10.2802/511243.
2. da Costa L, Lemes IR, Tebar WR, Oliveira CB, Guerra PH, Soidán JLG, Mota J, Christofaro DGD. Sedentary behavior is associated with musculoskeletal pain in adolescents: A cross sectional study. *Braz J Phys Ther.* 2022 Sep-Oct;26(5):100452. doi: 10.1016/j.bjpt.2022.100452. Epub 2022 Oct 13. PMID: 36257097; PMCID: PMC9579307.
3. Martinsone-Bērzkalne, Liene & Umbrasko, Silvija & Duļevska, Ilva. (2020). Influence of sedentary behaviour on posture symmetry and type among 4–7-year-old children in Riga. *Papers on Anthropology.* 29. 31-39. 10.12697/poa.2020.29.1.02.
4. Sharma, Sachi; Rawat, Vikas. The Importance of Body Posture in Adolescence and its Relationship with Overall Well-being. *Indian Journal of Medical Specialities* 14(4):p 197-205, Oct–Dec 2023. | DOI: 10.4103/injms.injms_29_23
5. Бурматов Н. А., Загинайко Т. Г., Ковалев С. В., Акименко Н. Л., Сергеев Г. К. Опыт оздоровления детей младшего школьного возраста с нарушениями осанки в период каникулярного отдыха // *Здравоохранение Югры: опыт и инновации.* 2019.
6. Conde Vázquez, Orlando & Calvo Moreno, Sofía & Villeneuve, Philippe. (2024). Pierre-Marie Gagey and the Evolution of Posturology: Unraveling the Complexity of the Fine Postural Control System. *Cureus.* 16. e69052. 10.7759/cureus.69052.
7. Carini, Francesco & Mazzola, Margherita & Fici, Chiara & Palmeri, Salvatore & Messina, Massimo & Damiani, Provvidenza & Tomasello, Giovanni. (2017). Posture and posturology, anatomical and physiological profiles: Overview and current state of art. *Acta Biomedica.* 88. 11-16. 10.23750/abm.v88i1.5309.
8. Профилактика постуральных и двигательных нарушений : учебник / Д. Е. Мохов, А. С. Могельницкий, Ю. П. Потехина. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2023. - 208 с. : ил. - DOI: 10.33029/9704-7286-6-PPD-2023-1-208. ISBN 978-5-9704-7286-6
9. Breeland G, Sinkler MA, Menezes RG. Embryology, Bone Ossification. [Updated 2023 May 1]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539718/>
10. Lin X, Patil S, Gao YG, Qian A. The Bone Extracellular Matrix in Bone Formation and Regeneration. *Front Pharmacol.* 2020 May 26;11:757. doi: 10.3389/fphar.2020.00757. PMID: 32528290; PMCID: PMC7264100.

11. Есаков С.А. Возрастная анатомия и физиология (курс лекций) /УдГУ. Ижевск, 2010.
12. Диленян Л.Р., Белкания Г.С., Диленян Л.Р., Багрий А.С., Рыжаков Д.И., Кононец В.В., Пухальская Л.Г. «Гравитационная биология – антропология» в антропогенетическом обосновании здоровья и нездоровья // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4. ;
13. DeSai C, Reddy V, Agarwal A. Anatomy, Back, Vertebral Column. [Updated 2023 Aug 8]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK525969/>
14. Dimeglio A, Canavese F. The immature spine: growth and idiopathic scoliosis. *Ann Transl Med.* 2020 Jan;8(2):22. doi: 10.21037/atm.2019.11.134. PMID: 32055613; PMCID: PMC6995907.
15. М. Р. Сапин, З. Г. Брыксина. /Анатомия и физиология детей и подростков : учеб. Пособие для студ. пед. вузов /, 5-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2007. – 432 с. ISBN 978-5-7695-4510-8
16. Saunders FR, Gregory JS, Pavlova AV, Muthuri SG, Hardy RJ, Martin KR, Barr RJ, Adams JE, Kuh D, Aspden RM, Cooper R, Ireland A. Motor development in infancy and spine shape in early old age: Findings from a British birth cohort study. *J Orthop Res.* 2020 Dec;38(12):2740-2748. doi: 10.1002/jor.24656. Epub 2020 Mar 18. PMID: 32162719; PMCID: PMC8641380.
17. Bolsterlee B, Chow BVY, Yu J, Davies S, Morgan C, Rae CD, Warton DI, Novak I, Lancaster A, Popovic GC, Rizzo RRN, Rizzo CY, Ball IK, Herbert RD. Childhood muscle growth: Reference curves for lower leg muscle volumes and their clinical application in cerebral palsy. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2025 Apr 8;122(14):e2416660122. doi: 10.1073/pnas.2416660122. Epub 2025 Mar 31. PMID: 40163724; PMCID: PMC12002353.
18. Czaprowski D, Stoliński Ł, Tyrakowski M, Kozinoga M, Kotwicki T. Non-structural misalignments of body posture in the sagittal plane. *Scoliosis Spinal Disord.* 2018 Mar 5;13:6. doi: 10.1186/s13013-018-0151-5. PMID: 29516039; PMCID: PMC5836359.
19. Chiba R, Takakusaki K, Ota J, Yozu A, Haga N. Human upright posture control models based on multisensory inputs; in fast and slow dynamics. *Neurosci Res.* 2016 Mar;104:96-104. doi: 10.1016/j.neures.2015.12.002. Epub 2015 Dec 30. PMID: 26746115.
20. Tikkanen O, Haakana P, Pesola AJ, Häkkinen K, Rantalainen T, Havu M, Pullinen T, Finni T. Muscle activity and inactivity periods during normal daily life. *PLoS One.* 2013;8(1):e52228. doi: 10.1371/journal.pone.0052228. Epub 2013 Jan 18. PMID: 23349681; PMCID: PMC3548884.

21. Gandolfi M, Valè N, Filippetti M, Dimitrova EK, Geroi C, Picelli A, Smania N. Postural Control in Individuals with Parkinson's Disease. *InPhysiotherapy* 2018 Nov 5.
22. Ivanenko Y, Gurfinkel VS. Human postural control. *Frontiers in neuroscience*. 2018 Mar 20;12:171
23. Thakkar RD, Kanase S. To Design and Investigate the Effectiveness of a Gaze Stabilization Application on Patients with Impaired Visual Vestibulo-ocular Reflex. *Journal of Ecophysiology and Occupational Health*. 2022 Jun;22(2):94-103.
24. Bronstein AM. A conceptual model of the visual control of posture. *Prog Brain Res*. 2019;248:285-302. doi: 10.1016/bs.pbr.2019.04.023. Epub 2019 May 23. PMID: 31239139.
25. Möller CL. Overview of balance and the vestibular system. *CHARGE syndrome*. 2021 Jan 12:65-76.
26. Gaerlan, Mary Grace, "The role of visual, vestibular, and somatosensory systems in postural balance" (2010).
27. Angelaki, D. & Cullen, K. (2008). Vestibular system: The many facets of a multimodal sense. *Annual Review Neuroscience*, 31, 125-150 doi:10.1146/annurev.neuro.31.060407.125555
28. Cobanoglu G, Suner-Keklik S, Gokdogan C, Kafa N, Savas S, Guzel NA. Static balance and proprioception evaluation in deaf national basketball players. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*. 2021;13(1):2.
29. Kröger S. Proprioception 2.0: novel functions for muscle spindles. *Current opinion in neurology*. 2018 Oct 1;31(5):592-8.
30. Shaffer SW, Harrison AL, Aging of the somatosensory system: a translational perspective. *Phys Ther*. 2007; 87 (2):193-207
31. Rosário, Jose Luis. "What is Posture? A Review of the Literature in Search of a Definition." (2017).
32. Yang L, Lu X, Yan B, Huang Y. Prevalence of Incorrect Posture among Children and Adolescents: Finding from a Large Population-Based Study in China. *iScience*. 2020 May 22;23(5):101043. doi: 10.1016/j.isci.2020.101043. Epub 2020 Apr 8. PMID: 32330860; PMCID: PMC7178490.
33. Rubén, Malmierca, Garcia. (2017). Factor postural com element etiogenèic en les dissimetries.
34. Sanchez-Ruiz R, de la Plaza San Frutos M, Sosa-Reina MD, Sanz-Esteban I, García-Arrabé M, Estrada-Barranco C. Associations between respiratory function, balance, postural control, and fatigue in persons with multiple sclerosis: an observational study. *Front Public Health*. 2024 Mar 20;12:1332417. doi: 10.3389/fpubh.2024.1332417. PMID: 38572010; PMCID: PMC10987765.

35. Meyer J.H., MacGregor I.L., Gueller R., Martin P., Cavalieri R. Effects of posture on gastric emptying and satiety ratings after a soup and oil meal. *American Journal of Physiology*. 2000;279(2):R684–R689. DOI: 10.1152/ajpregu.2000.279.2.R684
36. Mahmoud NF, Hassan KA, Abdelmajeed SF, Moustafa IM, Silva AG. The Relationship Between Forward Head Posture and Neck Pain: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2019 Dec;12(4):562-577. doi: 10.1007/s12178-019-09594-y. PMID: 31773477; PMCID: PMC6942109.
37. Al-Dabet, Saja & Turaev, Sherzod & Zaki, Nazar. (2025). Ocular-Induced Abnormal Head Postures: A Systematic Review and Analysis. *Survey of Ophthalmology*. 10.1016/j.survophthal.2025.01.016.
38. Hagner, Bak & Hagner-Derengowska (2011) Hagner W, Bak D, Hagner-Derengowska M. Changes in body posture in children between the 10th and 13th years of age. *Polish Annals of Medicine*. 2011;18(1):76–81. doi: 10.1016/S1230-8013(11)70025-X.
39. Araújo LGL, Rodrigues VP, Figueiredo IA, Medeiros MNL. Association between sitting posture on school furniture and spinal changes in adolescents. *Int J Adolesc Med Health*. 2020 Aug 24;34(6):469-475. doi: 10.1515/ijamh-2020-0179. PMID: 32841159.
40. Dullien S., Grifka J., Jansen P. Cluster-randomized, controlled evaluation of a teacher led multi factorial school based back education program for 10 to 12-year old children. *BMC Pediatrics*. 2018;18:312. DOI: 10.1186/s12887-018-1270-4
41. Kazimierz, Wielki., Ratko, Pavlovic. (2015). Dranje tijela kod djevojčica uzrasta od 7-15 godina u odnosu na njihov indeks tjelesne mase.
42. Labecka MK, Górniak K, Lichota M. Somatic determinants of changes in selected body posture parameters in younger school-age children. *PeerJ*. 2021 Feb 10;9:e10821. doi: 10.7717/peerj.10821. PMID: 33614285; PMCID: PMC7881716.
43. Kalajas-Tilga, Hanna & Kaljurand, Kuldar & Vahtrik, Doris. (2021). The quality of life, neck and shoulder area dysfunction and upper body posture of people with and without moderate myopia. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*. 13. 10.29359/BJHPA.13.1.04.
44. Dehcheshmeh, T.F., Majelan, A.S. & Maleki, B. Correlation between depression and posture (A systematic review). *Curr Psychol* (2023). <https://doi.org/10.1007/s12144-023-04630-0>
45. Sebaaly A, Farjallah S, Kharrat K, Kreichati G, Daher M. Scheuermann's kyphosis: update on pathophysiology and surgical treatment. *EFORT Open Rev*. 2022 Dec 7;7(11):782-791. doi: 10.1530/EOR-22-0063. PMID: 36475554; PMCID: PMC9780615.

46. Ludwig O. Posture Analysis in the Sagittal Plane–Practical Guidelines with Reference Values. *Anatomia*. 2025; 4(2):5. <https://doi.org/10.3390/anatomia4020005>
47. Wilczyński J. Own Typology of Body Posture Based on Research Using the Diers Formetric III 4D System. *J Clin Med*. 2025 Jan 14;14(2):501. doi: 10.3390/jcm14020501. PMID: 39860507; PMCID: PMC11765972.
48. Ludwig, Oliver. (2025). Posture Analysis in the Sagittal Plane–Practical Guidelines with Reference Values. *Anatomia*. 4. 5. 10.3390/anatomia4020005.
49. Chaffin, Don & Baker, William. (1970). A Biomechanical Model for Analysis of Symmetric Sagittal Plane Lifting. *AIIE Transactions*. 2. 16-27. 10.1080/05695557008974726.
50. Ovadia D. Classification of adolescent idiopathic scoliosis (AIS). *J Child Orthop*. 2013 Feb;7(1):25-8. doi: 10.1007/s11832-012-0459-2. Epub 2012 Dec 25. PMID: 24432055; PMCID: PMC3566250.
51. Baranowska A, Sierakowska M, Owczarczuk A, Olejnik BJ, Lankau A, Baranowski P. An Analysis of the Risk Factors for Postural Defects among Early School-Aged Children. *Journal of Clinical Medicine*. 2023; 12(14):4621. <https://doi.org/10.3390/jcm12144621>
52. Зиняков Н. Н., Болдырев С. Ю., Зиняков Н. Т., Барташевич В. В. К вопросу о распространенности нарушений осанки у школьников // Кубанский научный медицинский вестник. 2009. №8.
53. Mei, Y., Lin, YF., Gong, Z. et al. Prevalence of incorrect posture among school adolescents after the COVID-19 pandemic: a large population-based scoliosis screening in China. *J Orthop Surg Res* 20, 156 (2025). <https://doi.org/10.1186/s13018-025-05479-8>
54. Dop D, Pădureanu V, Pădureanu R, Niculescu SA, Drăgoescu AN, Moroşanu A, Mateescu D, Niculescu CE, Marcu IR. Risk Factors Involved in Postural Disorders in Children and Adolescents. *Life (Basel)*. 2024 Nov 12;14(11):1463. doi: 10.3390/life14111463. PMID: 39598261; PMCID: PMC11595710.
55. Afanasieva, I. & Khaitovych, Mykola & Viktoriya, Potaskalova & Andrushchenko, I.V. & Yevminov, V. & Kudelia, I.. (2020). The prevalence of posture pathology in school-aged children (results of a population-based study with the use of the computerized photo-geometric program “Posture”). *Zaporozhye Medical Journal*. 22. 10.14739/2310-1210.2020.3.204948.
56. Борисова , Т. С., Самохина , . Н. В., & Кушнерук , А. В. (2022). Донозологическая диагностика нарушений осанки у детей и подростков. *Эпомен: медицинские науки*, (2), 44–53.

57. Mazur, J.; Małkowska-Szcutnik, A. *Zdrowie Uczniów w 2018 Roku Na Tle Nowego Modelu Badań HBSC*; Instytut Matki i Dziecka: Warszawa, Poland, 2018. (In Polish)
58. Brzęk, A. Czynniki Egzogenne Wpływające na Kształtowanie Postawy Ciała u Dzieci i Młodzieży w Aspekcie Fizjoprofilaktyki Pierwotnej. In *Zdrowie Człowieka w Ontogenezie—Aspekty Biomedyczne i Psychospołeczne. Tom I. Aspekty Biomedyczne*; Plinta, R., Šramka, M., Brzęk, A., Eds.; Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach: Katowice, Poland, 2020; pp. 41–49. (In Polish)
59. Mańczak, M.; Raciborski, F. Uwarunkowania aktywności fizycznej warszawskich dzieci pierwszych klas szkoły podstawowej. *Probl. Hig. Epidemiol.* 2013, 94, 79–85. (In Polish)]
60. Kohl, H.W.; Craig, C.L.; Lambert, E.V.; Inoue, S.; Alkandari, J.R.; Leetongin, G.; Kahlmeier, S.; Lancet Physical Activity Series Working Group. The pandemic of physical inactivity: Global action for public health. *Lancet* 2012, 380, 294–305.
61. Khallaf, M.; Fayed, E.; Ashammery, R. The effect of schoolbag weight on cervical posture in schoolchildren. *Tur. J. Phys. Med. Rehab.* 2016, 1, 16–21. [Google Scholar] [CrossRef]
62. Malinowska-Borowska, J.; Flajsok, K. Czy wymagania zawarte w rozporządzeniu w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy w szkołach zapobiegają noszeniu przez dzieci zbyt ciężkich tornistrów? *Med. Pr.* 2020, 71, 687–697. (In Polish)
63. Maciałyk-Paprocka K, Stawińska-Witoszyńska B, Kotwicki T, Sowińska A, Krzyżaniak A, Walkowiak J, Krzywińska-Wiewiorowska M. Prevalence of incorrect body posture in children and adolescents with overweight and obesity. *Eur J Pediatr.* 2017 May;176(5):563-572. doi: 10.1007/s00431-017-2873-4. Epub 2017 Feb 22. PMID: 28229267; PMCID: PMC5415578.
64. Gheysvandi E, Dianat I, Heidari Moghadam R, Tapak L, Karimi-Shahanjarini A, Rezapour-Shahkolai F. Neck and shoulder pain among elementary school students: prevalence and its risk factors. *BMC Public Health.* 2019 Oct 16;19(1):1299. doi: 10.1186/s12889-019-7706-0. PMID: 31619204; PMCID: PMC6796365.
65. Maddah T, Daneshmandi H, Alizade MH, Rahmati MB. The investigation of relationship between allergic rhinitis with forward head posture and anxiety in children. *BMC Pediatr.* 2025 Feb 26;25(1):143. doi: 10.1186/s12887-025-05473-3. PMID: 40012039; PMCID: PMC11863804.
66. de-la-Iglesia L, Bravo C, Rubí-Carnacea F. Upper crossed syndrome in secondary school students: A mixed-method study. *J Taibah Univ Med Sci.* 2023 Jan 24;18(4):894-907. doi: 10.1016/j.jtumed.2023.01.008. PMID: 36852233; PMCID: PMC9958402.

67. Rusnák, R.; Kolarová, M.; Aštaryová, I.; Kutíš, P. Screening and Early Identification of Spinal Deformities and Posture in 311 Children: Results from 16 Districts in Slovakia. *Rehabil. Res. Pract.* 2019, 2019, 4758386
68. Yang, L.; Lu, X.; Yan, B.; Huang, Y. Prevalence of Incorrect Posture among Children and Adolescents: Finding from a Large Population-Based Study in China. *Iscience* **2020**, 23, 101043.
69. Lam JC, Mukhdomi T. Kyphosis. [Updated 2023 Aug 8]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK558945/>
70. Куликов А. Г., Зайцева Татьяна Николаевна, Пыжевская О. П., Иванова Е. Р. Сколиоз у детей: новые подходы к решению важной медикосоциальной проблемы // Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2016. №4.
71. Маклакова Ольга Анатольевна, Вандышева А. Ю., Штина И. Е., Валина С. Л. Особенности формирования нарушений осанки у детей в период школьного обучения // Гигиена и санитария. 2022. №6.
72. Tahirbegolli B, Obertinca R, Bytyqi A, Kryeziu B, Hyseni B, Taganoviq B, Shabani B. Factors affecting the prevalence of idiopathic scoliosis among children aged 8-15 years in Prishtina, Kosovo. *Sci Rep.* 2021 Aug 18;11(1):16786. doi: 10.1038/s41598-021-96398-1. PMID: 34408255; PMCID: PMC8373958.
73. Adamczewska, Katarzyna & Wernicka, Marzena & Malchrowicz-Moško, Ewa & Małecka, Joanna & Lewandowski, Jacek. (2019). The Angle of Trunk Rotation in School Children: A Study from an Idiopathic Scoliosis Screening. Prevalence and Optimal Age Screening Value. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 16. 3426. 10.3390/ijerph16183426.
74. Zurita Ortega F, Ruiz Rodríguez L, Zaleta Morales L, Fernández Sánchez M, Fernández García R, Linares Manrique M. Análisis de la prevalencia de escoliosis y factores asociados en una población escolar mexicana mediante técnicas de cribado [Analysis of the prevalence of scoliosis and associated factors in a population of Mexican schoolchildren using sifting techniques]. *Gac Med Mex.* 2014 Sep-Oct;150(5):432-9. Spanish. PMID: 25275845.
75. Ciaccia MCC, Castro JS, Rahal MA, Penatti BS, Selegatto IB, Giampietro JLM, Rullo VEV. PREVALENCE OF SCOLIOSIS IN PUBLIC ELEMENTARY SCHOOL STUDENTS. *Rev Paul Pediatr.* 2017 Apr-Jun;35(2):191-198. doi: 10.1590/1984-0462/;2017;35;2;00008. PMID: 28977336; PMCID: PMC5496730.
76. Hong KS, Van Minh P, Nguyen HT, Phan MH, Nguyen HN, Pham TP. Re-evaluation of Incorrect Posture as a Diagnostic Criterion for Scoliosis in School Screenings: A Cross-Sectional Study in Vietnam. *Cureus.* 2025 Mar

31;17(3):e81535. doi: 10.7759/cureus.81535. PMID: 40314041; PMCID: PMC12043434.

77. Kluszczyński, M., Pilis, A. & Czaprowski, D. The importance of the size of the trunk inclination angle in the early detection of scoliosis in children. *BMC Musculoskelet Disord* 23, 5 (2022). <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04965-4>
78. Grivas, T.B., Vasiliadis, E.S., Mihas, C. et al. The effect of growth on the correlation between the spinal and rib cage deformity: implications on idiopathic scoliosis pathogenesis. *Scoliosis* 2, 11 (2007). <https://doi.org/10.1186/1748-7161-2-11>
79. Stolinski L, Kozinoga M, Czaprowski D, Tyrakowski M, Cerny P, Suzuki N, Kotwicki T. Two-dimensional digital photography for child body posture evaluation: standardized technique, reliable parameters and normative data for age 7-10 years. *Scoliosis Spinal Disord.* 2017 Dec 19;12:38. doi: 10.1186/s13013-017-0146-7. PMID: 29276784; PMCID: PMC5738151.
80. Margalit A, McKean G, Constantine A, Thompson CB, Lee RJ, Sponseller PD. Body Mass Hides the Curve: Thoracic Scoliometer Readings Vary by Body Mass Index Value. *J Pediatr Orthop.* 2017 Jun;37(4):e255-e260. doi: 10.1097/BPO.0000000000000899. PMID: 27861214; PMCID: PMC5422115.
81. Labecka MK, Górniak K, Lichota M. Somatic determinants of changes in selected body posture parameters in younger school-age children. *PeerJ.* 2021 Feb 10;9:e10821. doi: 10.7717/peerj.10821. PMID: 33614285; PMCID: PMC7881716.
82. Szczygieł E, Waśniowski D, Chmiel J, Golec J: Is the forward head posture a health problem affecting children and adolescents?. *Journal of Kinesiology and Exercise Sciences* 2022; 32(98): 37-44. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0015.8788>.
83. Slováková M., Mandzáková M. Effect of an exercise program on the body posture of young school-aged pupils // *Journal of Physical Education and Sport.* – 2024. – Vol. 24, Issue 3. – P. 747–753. – DOI: 10.7752/jpes.2024.03088.
84. Mischenko N., Kolokoltsev M., Tyrina M., Mansurova N., Chalaya E., Vrachinskaya T., Balashkevich N., Zhunussova A., Aganov S., Anisimov M. Correction of posture disorders using methods of rhythmic gymnastics in 8–10-year-old girls // *Journal of Physical Education and Sport.* – 2023. – Vol. 23, No. 4. – P. 837–843. – DOI: 10.7752/jpes.2023.04106.
85. Larson JE, Meyer MA, Boody B, Sarwark JF. Evaluation of angle trunk rotation measurements to improve quality and safety in the management of adolescent idiopathic scoliosis. *J Orthop.* 2018 May 7;15(2):563-565. doi: 10.1016/j.jor.2018.05.032. PMID: 29881194; PMCID: PMC5990317.
86. Федотова З.И., Першин А.А. Обзор методов исследования деформации туловища и индексов деформации при сколиозе // *Физическая и*

реабилитационная медицина. – 2020. – Т. 2, № 2. – С. 35–50. – УДК 616.711-007.55. – ISSN 2658-4522. – eISSN 2658-7580.

87. Patias P, Grivas TB, Kaspiris A, Aggouris C, Drakoutos E. A review of the trunk surface metrics used as Scoliosis and other deformities evaluation indices. *Scoliosis*. 2010 Jun 29;5:12. doi: 10.1186/1748-7161-5-12. PMID: 20584340; PMCID: PMC2906414.

88. Furlanetto, Tássia. (2016). Photogrammetry as a tool for the postural evaluation of the spine: A systematic review. *World Journal of Orthopedics*. 7. 136. 10.5312/wjo.v7.i2.136.

89. Singla D, Veqar Z. Association Between Forward Head, Rounded Shoulders, and Increased Thoracic Kyphosis: A Review of the Literature. *J Chiropr Med*. 2017 Sep;16(3):220-229. doi: 10.1016/j.jcm.2017.03.004. Epub 2017 Sep 28. PMID: 29097952; PMCID: PMC5659804.

90. Fernandes T, Vila-Chã C, Polo-Ferrero L, Martín-Vallejo J, Puente-González AS, Méndez-Sánchez R. Effects of Global Postural Re-Education Versus Specific Therapeutic Exercises on Pain, Head Posture, and Pain-Related Psychosocial Factors in Women with Chronic Nonspecific Neck Pain: A Randomized Clinical Trial. *Journal of Clinical Medicine*. 2025; 14(5):1581. <https://doi.org/10.3390/jcm14051581>

91. Titcomb DA, Melton BF, Bland HW, Miyashita T. Evaluation of the Craniovertebral Angle in Standing versus Sitting Positions in Young Adults with and without Severe Forward Head Posture. *Int J Exerc Sci*. 2024 Jan 1;17(1):73-85. doi: 10.70252/GDNN4363. PMID: 38665167; PMCID: PMC11042887.

92. Dutkiewicz R. Skuteczność Zajęć Korekcyjno-Wyrównawczych w Zniekształceniach Statycznych Ciała u Dzieci w Wiek Szkolnym. Wydawnictwo Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego Jana Kochanowskiego; Kielce, Poland: 2010. (In Polish)

93. Kozinoga M, Stoliński Ł, Korbel K, Politarczyk K, Janusz P, Kotwicki T. Regular School Sport versus Dedicated Physical Activities for Body Posture-A Prospective Controlled Study Assessing the Sagittal Plane in 7-10-Year-Old Children. *J Clin Med*. 2022 Feb 25;11(5):1255. doi: 10.3390/jcm11051255. PMID: 35268346; PMCID: PMC8911120.

94. Л.А. Скиндер [и др.] ; Физическая реабилитация детей с нарушениями осанки и сколиозом : учебно-методическое пособие /— Брест. гос. ун-т имени А.С. Пушкина. – Брест : БрГУ, 2012. – 210 с.ISBN 978-985-473-942-7.

95. Котешева, И.А. Лечение и профилактика нарушений осанки / И.А. Котешева. – М. : Эксмо, 2002. – 208 с

96. Molina-Garcia P, Mora-Gonzalez J, Migueles JH, Rodriguez-Ayllon M, Esteban-Cornejo I, Cadenas-Sanchez C, Plaza-Florido A, Gil-Cosano JJ, Pelaez-

Perez MA, Garcia-Delgado G, Vanrenterghem J, Ortega FB. Effects of Exercise on Body Posture, Functional Movement, and Physical Fitness in Children With Overweight/Obesity. *J Strength Cond Res.* 2020 Aug;34(8):2146-2155. doi: 10.1519/JSC.0000000000003655. PMID: 32459738.

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Решение ЛКБ НАО МУА №8



«АСТАНА МЕДИЦИНА УНИВЕРСИТЕТІ» КеАҚ Локальды Биотикалық комитет

Решение ЛКБ НАО МУА №8

Заседание № 16

Дата (Д/М/Г) 21.12.2023 г.

Название протокола: Комплексное применение средств физической реабилитации при нарушении осанки у детей младшего школьного возраста г. Астана					
Основной исследователь:		Кожамкулов Олжас Маратулы , магистрант первого года обучения по специальности «Медицина» НАО «Медицинский Университет Астана» Руководитель: Тарджибаева Сауле Кенесбековна , к.м.н. заведующая лабораторией диагностики здоровья НИИ профилактической медицины имени Е.Д. Даленова			
Институт:		НАО «Медицинский университет Астана»			
Рассмотренные элементы		Приложены ✓		Не приложены	
Повторное рассмотрение да нет ✓		Дата предыдущего рассмотрения:			
Решение:		Разрешено (Р) ✓ Разрешено с рекомендациями (Рек) Повторная заявка (ПЗ) Не разрешено (НР)			
№.	Голосование членов ЛКБ	решение			
		Р	Рек	ПЗ	НР
1	Рахметова Венера Саметовна	✓			
2	Камалбекова Гульнара Маратовна	✓			
3	Жусупова Гульзира Кенжесовна	✓			
4	Дербисалина Гульмира Ахмадиновна	✓			
5	Фурсов Роман Александрович	✓			
6	Мукатова Ирина Юрьевна	✓			
7	Базарова Анна Викентьевна	✓			
8	Сливкина Наталья Владимировна	✓			
9	Жусупова Гульнара Даргеровна	✓			
10	Базарова Гульмира Сеитовна	✓			
11	Курмалаев Азамат Сайнович	✓			
12	Долгов Алексей Алексеевич	✓			
13	Кожамметов Сакен Кайруллинович				
14	Шукирбекова Алма Боранбековна	✓			
15	Муддахметов Мейрам Сейтжанович	✓			

Примечание: Р - Разрешено; Рек - Разрешено с рекомендациями; ПЗ - Повторная заявка; НР - Не разрешено

Принятое решение:

Разрешено проведение исследования.

Подпись:


 Председатель ЛКБ НАО МУА
 д.м.н., проф. Рахметова В.С.


 Секретарь ЛКБ НАО МУА
 Оуезханова Г.Н.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Информированное согласие на участие в исследовании

ИНФОРМИРОВАННОЕ СОГЛАСИЕ НА УЧАСТИЕ В ИССЛЕДОВАНИИ

Название исследования: Комплексное применение средств физической реабилитации при нарушении осанки у детей младшего школьного возраста г. Астана

Руководитель исследования: Тарджибаева Сауле Кенесбековна, к.м.н., ведущий научный сотрудник научно-исследовательского института профилактической медицины имени академика Е.Д. Даленова, НАО «Медицинский университет Астана»

Ответственный исследователь: Кожамкулов Олжас Маратулы, врач общей практики, магистрант научно-исследовательского института Профилактической медицины имени академика Е.Д. Даленова, НАО «Медицинский университет Астана»

Пациент в праве отказаться от предложенных исследований.

Критериями прерывания участия отдельных участников исследования является: наличие сопутствующей соматической патологии.

Вся полученная информация строго **конфиденциальна и разглашению не подлежит**.

Дополнительную информацию о ходе исследования можете получить по телефону: +77083091996 (Врач-исследователь Кожамкулов Олжас)

Письменное согласие участника на проведение перечисленных выше исследований

Я, Родитель /опекун _____,
проживающий по адресу _____,
Являюсь законным представителем (Ф.И.О. дата рождения ребенка
участника) _____
тел: _____

удостоверение личности (ИИН) _____
осведомлен врачом-исследователем Кожамкуловым О.М.

О характере планируемого клинического исследования:

Комплексное применение средств физической реабилитации при нарушении осанки у детей младшего школьного возраста г. Астана

Я получил(а) письменную и устную информацию о целях, задачах, характере предстоящего клинического исследования.

Имел(а) возможность обсудить с исследователем все интересующие меня вопросы и получить разъяснения по ним.

Добровольно соглашаюсь чтобы мой ребенок принял участие в клиническом исследовании, извещен, что имею право отказаться или в любой момент прекратить участие своего ребенка в данном исследовании, не объясняя причин своего решения.

Согласен(на) на проведение осмотра состояния осанки ребенка через визуальную диагностику, сколиометрию и оцифровку данных для дальнейшего анализа.

Согласен(на) на проведение снимка в боковой и передней проекции с последующей обработкой данных с использованием технологий искусственного интеллекта.

Согласен(на) выполнять инструкции, сотрудничать с врачом-исследователем и немедленно сообщать ему о любого рода нарушениях со стороны здоровья моего ребенка, изменениях самочувствия ребенка.

Согласен(на) с тем, что информация, полученная в ходе клинического исследования, будет использоваться в научных целях.

Согласен(на) на сбор, оцифровку и обработку данных участника исследования

Подпись родителя /опекуна участника исследования _____ дата _____

Подпись

Врача-исследователя исследования _____ дата _____