

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет медицини і фармації

Кафедра фізичної реабілітації, спортивної медицини та валеології

Лисакова Єлизавета Юріївна

---

Прізвище, ім'я, по батькові здобувача освіти

**ВПЛИВ БАЛАНСУЮЧИХ ПОВЕРХОНЬ НА РЕАБІЛІТАЦІЮ  
ДІТЕЙ ШКІЛЬНОГО ВІКУ З ІДІОПАТИЧНИМ СКОЛІОЗОМ**

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра  
за спеціальністю 227 «Терапія та реабілітація»  
спеціалізація 227.01 Фізична терапія

**Науковий керівник:**

РУДЕНКО Олексій Олександрович  
викладач кафедри фізичної реабілітації,  
спортивної медицини та валеології  
(підпис)

---

**Рецензент:**

ВАСИЛЕНКО Євген Олександрович  
викладач кафедри фізичної реабілітації,  
спортивної медицини та валеології  
(підпис)

---

Роботу рекомендовано до захисту  
на засіданні кафедри фізичної реабілітації,  
спортивної медицини та валеології  
Протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_ р.  
Завідувач кафедри

Роботу захищено на засіданні ЕК  
з оцінкою \_\_\_\_ / \_\_\_\_ /  
(за 200-бальною шкалою / шкалою ЄКТС)  
Протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_ р.  
Голова ЕК

# ЗМІСТ

ЗМІСТ.....	2
АНОТАЦІЯ.....	3
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ .....	4
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 . РОЛЬ КОРЕКЦІЇ ПРИ РЕАБІЛІТАЦІЇ ІДІОПАТИЧНОГО СКОЛІОЗУ .....	9
1.1. Анатомо-морфологічна будова хребта.....	9
1.1.2. Етіологія та патогенез ідіопатичного сколіозу .....	11
1.2. Клінічні особливості пацієнтів з ідіопатичним сколіозом.....	13
1.2.1. Спеціальні вправи при сколіозі.....	16
1.2.2. Обґрунтування використання балансуючих платформ під час тренувань .....	18
Висновки до розділу 1.....	20
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ .....	21
2.1. Методи дослідження .....	21
2.2 Організація дослідження .....	37
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.....	42
3.1. Вплив занять на балансуючій поверхні на покращення загального функціонального стану дітей з підлітковим ідіопатичним сколіозом.....	42
3.2. Аналіз ефективності реабілітації із застосуванням балансуючих поверхонь, порівняно з традиційною фізичною терапією у дітей з ПС .....	46
Висновки до розділу 3.....	53
ВИСНОВКИ .....	55
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ .....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	57

## АНОТАЦІЯ

Лисакова Є.Ю. Вплив балансуєчих поверхонь на реабілітацію дітей шкільного віку з ідіопатичним сколіозом. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 227 Терапія та реабілітація, спеціалізація 227.01 Фізична терапія – Дніпровський державний медичний університет, Дніпро, 2026.

Науковий керівник: викладач кафедри фізичної реабілітації, спортивної медицини та валеології Дніпровського державного медичного університету, Руденко О. О.

У роботі досліджується ефективність використання методики занять з використанням балансуєчих поверхонь.

Актуальність роботи продиктована прогресивним збільшенням кількості дітей з підлітковим ідіопатичним сколіозом, а основна причина цього захворювання до кінця невідома. В роботі вивчалися функціональні та фізичні особливості, які є характерними для дітей з ПС. Обґрунтовано доцільність використання балансуєчих поверхонь в поєднанні з традиційними методами фізичної терапії.

Результати: Впровадження програми фізичної терапії показало достовірне покращення функціональних показників організму — збільшення статичної силової витривалості м'язів спини та живота, зменшення асиметрії м'язів тулуба при дослідженні дуги викривлення. Проведено порівняльний аналіз, який показав що, застосування вправ на балансуєчих поверхнях в програмі фізичної терапії сприяє ефективнішій динаміці занять. Порівняно з стандартною фізичною терапією, було досягнуто кращих результатів функціональних тестувань.

Мета дослідження: Підвищення ефективності фізичної реабілітації у дітей шкільного віку з ідіопатичним сколіозом на довготривалому періоді реабілітації, шляхом розробки та обґрунтування програми терапевтичних тренувань зі використанням балансуєчих поверхонь.

Наукова новизна дослідження полягає в обґрунтуванні та апробації програми фізичної терапії з використанням балансуєчих поверхонь.

Практична значущість роботи: отримані в ході дослідження результати можуть бути використані у клінічній практиці мультидисциплінарної команди.

Ключові слова: підлітковий ідіопатичний сколіоз, фізична терапія, діти шкільного віку, використання балансуєчих поверхонь.

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ПІС – Підлітковий ідіопатичний сколіоз

ЦМ – центр мас

ОО – основа опори

ХС - хребетний стовп

ММТ – мануальне м'язове тестування

ВООЗ - Всесвітньої організації охорони здоров'я

PSSE - Physiotherapeutic Scoliosis Specific Exercises

SEAS - Scientific Exercise Approach to Scoliosis

FITS - функціональна індивідуальна терапія сколіозу

## ВСТУП

**Обґрунтування вибору теми дослідження.** На даний час проблема сколіозу є однією з найпоширеніших проблем у світі, підлітковий ідіопатичний сколіоз (ПІС) відноситься до найбільш складних питань сучасної ортопедії. Поширеність ПІС становить від 0,47% до 5,20% у всьому світі [1]. Ідіопатичний сколіоз характеризується складними тривимірними змінами в нормальній анатомії хребта, включаючи деформації в аксіальній, корональній та сагітальній площинах. Основна причина захворювання до кінця невідома [2]. Тяжкий сколіоз може призвести до значних ускладнень зі здоров'ям : серцево-судинні проблеми, зниження функції легень, хронічний біль та психологічний дистрес. ПІС зазвичай виявляється в дитинстві та підлітковому віці, особливо в періоди швидкого росту [3].

Через дефекти постави знижується фізична підготовленість дитини, що в свою чергу призводить до зниження контролю рівноваги тіла та слабшої реакції на раптову втрату рівноваги. Рівновага, також відома як постуральна стабільність, – це здатність контролювати взаємозв'язок між центром мас тіла (ЦМ) та основою опори (ОО). Як статична, так і динамічна рівновага вимагають скоординованої дії нервово-м'язової системи та інтеграції зорової, вестибулярної та соматосенсорної систем. Дослідження показали, що сколіоз впливає на координацію між сегментами тіла, анатомічну структуру хребта, симетрію тулуба та змінює нормальний характер ходи [4].

Ведучу роль при початкових структурних змінах у хребті на ранніх стадіях сколіотичної деформації відіграє консервативне лікування. Консервативне лікування сколіозу включає фізичну терапію, що ліквідує функціональні сегментарні блоки, нормалізує розвиток паравертебральної м'язової маси, усуває торсії і максимально можливо нормалізує положення хребців, дозволяючи мобілізувати хребці і домогтися зменшення торсії. Сучасні можливості дозволяють

доповнити заняття використанням спеціальних балансуючих поверхонь. Недавні дослідження показали, що порівняно з традиційними тренуваннями, тренування стабілізації корпусу є більш ефективним у зменшенні ротаційної деформації та болю у пацієнтів з ПС, що свідчить про те, що тренування стабілізації корпусу є ефективним методом раннього лікування ПС. Крім того, повідомляється, що 12-тижневі вправи для стабілізації корпусу значно зменшують кут Кобба та покращують силу поперекових м'язів у пацієнтів з ПС. Таким чином, можна вважати, що тренування для стабілізації корпусу можуть мати більш позитивний вплив на морфологію хребта та баланс сили м'язів спини у пацієнтів з ПС [5].

Відсутність чітких стандартів лікування потребує визначення актуальності і доцільності різних методів фізичної терапії.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дослідження є підвищення ефективності фізичної реабілітації у дітей шкільного віку з ідіопатичним сколіозом на довготривалому періоді реабілітації, шляхом розробки та обґрунтування програми терапевтичних тренувань зі використанням балансуючих поверхонь.

Для досягнення мети дослідження було сформульовано завдання, що включають:

- 1) Встановити функціональний стан постави дітей шкільного віку з ідіопатичним сколіозом на довготривалому періоді реабілітації.
- 2) Надати наукове обґрунтування застосуванню балансуючих поверхонь.
- 3) Розробити методику диференційованого підходу до побудови терапевтичних тренувань для дітей шкільного віку з ідіопатичним сколіозом.
- 4) Оцінити ефективність застосування балансуючих поверхонь у порівнянні з стандартизованими методами реабілітації у дітей шкільного віку з ідіопатичним сколіозом.
- 5) Сформулювати рекомендації щодо впровадження балансуючих поверхонь у систему реабілітації дітей шкільного віку з ідіопатичним сколіозом.

**Об'єкт та предмет дослідження.** Об'єктом дослідження є фізичний стан дітей з ідеопатичним сколіозом та особливості його корекції за допомогою впливу балансуєчих поверхонь. Предметом дослідження є викривлення хребта, коригувальні вправи, балансуєчі поверхні.

**Методи дослідження.** У магістерській роботі застосовано комплекс методів: аналіз наукової літератури, клінічні методи, у тому числі інструментальні, статистичний аналіз одержаних даних. Основними інструментами оцінки виступили: візуальна аналогова шкала, визначення наявності структурованого викривлення хребта (тест Адамса), розрахування ризику прогресії сколіозу, U-критерій Манна-Уїтні, мануально-м'язове тестування (ММТ), тест Ріссера.

**Наукова новизна роботи.** Момент початку повномасштабного вторгнення Російської федерації в Україну спричинив вимушений перехід дітей на дистанційне навчання, що в свою чергу викликало тривале перебування дітей у вимушених статичних позах, підвищуючи ризик виникнення деформацій хребта. Вперше запропоновано форму реабілітації дітей шкільного віку з ідіопатичним сколіозом з використанням балансуєчих поверхонь, таких як: балансувальна півсфера BOSU, балансувальна подушка, балансборд, що сприяють зменшенню больового синдрому, покращенню координації рухів, балансу та функціонального стану хребта. На основі отриманих даних сформовано практичні рекомендації щодо застосування методики використання балансувальних поверхонь у практичній діяльності під час занять фізичної терапії.

**Теоретична значущість.** Дослідження справило значний вплив у доцільності інтеграції балансувальних поверхонь, як інструмента фізичної терапії для покращення функціонального стану хребта, збільшення м'язової витривалості і координації рухів. Це сприятиме подальшому розвитку теоретичних основ вдосконалення реабілітаційних програм.

**Практична значущість.** Отримані в ході дослідження результати можуть бути використані у клінічній практиці мультидисциплінарної команди. За

допомогою розробленої програми вправ на балансувальних платформах в поєднанні з класичними тренуваннями, продемонстрували позитивну динаміку занять і можливість створення індивідуального плану втручань для впливу на ідіопатичний сколіоз. Завдяки доступності балансуючих поверхонь, виконання програми реабілітації може бути інтегровано поза межами закладу охорони здоров'я – в домашніх умовах.

**Особистий внесок здобувача.** Розробка програми фізичної терапії для дітей шкільного віку з ідіопатичним сколіозом із використанням балансуючих поверхонь, самостійне укладання методології експериментального дослідження з її застосуванням на практиці та безпосередньому проведенні експериментальної програми у групах дослідження та контролю з самостійним фіксуванням і опрацюванням отриманих результатів.

**Апробація матеріалів кваліфікаційної роботи.** Здійснювалась у форматі тези: Лисакова Є.Ю., Руденко О.О. Актуальність використання балансуючих поверхонь у реабілітації дітей шкільного віку з ідіопатичним сколіозом в довготривалому періоді, що була представлена на берлінській конференції «PROCEEDINGS OF II INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE SEPTEMBER 28-30, 2025» ст 96-98.

**Структура та обсяг кваліфікаційної роботи.** Кваліфікаційну роботу представлено такими структурними елементами: вступ, три основні розділи з відповідними підрозділами, що становлять основний зміст роботи, загальні висновки, практичні рекомендації, список використаних джерел 60. Текст роботи викладено на 66 сторінках, з них основна частина складає 51 сторінок.

## РОЗДІЛ 1

# РОЛЬ КОРЕКЦІЇ ПРИ РЕАБІЛІТАЦІЇ ІДІОПАТИЧНОГО СКОЛІОЗУ

### 1.1. Анатомо-морфологічна будова хребта

Хребет людини є основним компонентом кісткової системи, що має доволі складну анатомічну будову, яка змінюється, а також відмінну довжину між його ділянками. Викривлення хребта функціонують як пружина, поглинаючи удари і протидіючи силам діючим на певні сегменти хребта. Серед основних функцій хребта: захист спинного мозку, підтримка фізіологічного стану розташування внутрішніх органів грудної клітки та черевної порожнини [6]. Хребет складається з 33-34 хребців, з'єднаних між собою міжхребцевими дисками. Хребетний стовп (ХС) складається з п'яти відділів, серед яких: шийний – 7 хребців, грудний – 12 хребців, поперековий – 5 хребців, крижовий – 5 і куприковий – 4 хребці [7].

Міжхребцеві диски забезпечують рухливість, зберігаючи опорну міцність хребта, про яку згадувалось вище. Спинномозкові нерви виходять через проміжки, що утворені міжхребцевими дисками разом із пластинками, суглобовими відростками і ніжками [8].

Хребет має передню та задню області. Передня частина хребта утворюється циліндричними тілами хребців, утримується передньою та задньою поздовжніми зв'язками. Завдяки сильній рухливості шийних і поперекових сегментів хребта, вони мають найбільші IV диски. Саме передня частина хребта є амортизатором рухів тіла. Дуги та відростки хребців утворюють задню частину хребця. Кожна дуга хребця має передню пару циліндричних ніжок та задню пару пластинок. Інші структури, що виходять від дуги хребця, включають 2 латеральні поперечні відростки, 1 задній відросток та 2 верхні та 2 нижні суглобові фасетки. Фасеткові суглоби утворюються внаслідок з'єднання верхньої та нижньої фасеток. Спинний

мозок знаходиться у спинномозковому каналі, утворений тілами хребців та міжхребцевими дисками спереду та дугами хребців ззаду. Нервові корінці виходять вище відповідних тіл хребців через міжхребцевий канал [9].

Так, як в кваліфікаційній роботі досліджувався саме торакальний сколіоз, тобто у грудному відділі хребта, хотілось би більше розкрити цю тему. Грудний відділ містить 12 хребців позначених від Th1 до Th12. Разом ці хребці сприяють кіфотичному викривленню хребта. Також, на відміну від інших хребців, вони володіють додатковою функцією зчленування ребер. Розмір тіл хребців збільшується від верхнього до нижнього відділу. Кожен грудний хребець містить 6 реберних фасеток, включаючи дві фасети на поперечних відростках та чотири напівфасети. Фасети на поперечних відростках зчленовуються з горбком відповідного ребра, що оптимізує процес стабільності дихання. Остистий відросток довгий і спрямований назад-нижче, слугуючи розширеним плечем важеля для прикріплення параспинальних м'язів. Ця задня проекція збільшує плече моменту цих м'язів відносно миттєвої осі обертання грудного рухового сегмента, який під час згинання та розгинання розташований у міжхребцевому диску. Отримана механічна конфігурація покращує ефективність роботи параспинальних м'язів. Також, грудні хребці є точками прикріплення для багат шарових внутрішніх стабілізаторів та м'язів: напівостистий, багатороздільний та обертальні м'язи, та коротких міжсегментарних: міжостистий і поперечний м'язи, що підтримують сегментарний контроль. Грудні хребці закріплюють зовнішні м'язи: трапецієподібний, найширший, ромбоподібний, задній зубчастий м'яз і селезінковий м'яз, що відповідають за з'єднання осьового скелету з плечовим поясом та грудною стінкою [10].

Щодо параметрів хребта, існує три послідовності викривлення починаючи від краніального до каудального: шийний лордоз, грудний кіфоз та поперековий лордоз. Форма шийного відділу хребта вимірюється між кінцевою пластиною C2 і кінцевою нижньою пластиною C7. Шийний відділ хребта може мати певний лордоз

або кіфоз, може бути нейтральним, що залежить від значення нахилу C7. В свою чергу, грудний кіфоз вимірюється між верхньою пластиною Th1 та нижньою кінцевою Th12. Поперековий лордоз вимірюється між точкою перегину від поперекового лордозу до грудного кіфозу та верхньою кінцевою пластиною S1 [11]. Хребет діє цілком структурно як єдина центральна вісь тіла для перенесення ваги, підтримки голови та перенесення ваги тулуба та живота на нижні кінцівки [12].

Як вже було вказано вище, хребет є ключовим компонентом людської скелетної системи, з доволі складною анатомічною структурою, що і дає можливість виконувати численні функції, включаючи підтримку правильної вертикальної постави. Поставу людини трактують як рухову звичку, сформовану морфологічними і функціональними змінами індивіда. Вона поєднує в собі взаємодію між м'язовою, нервовою системами та кінестетичним чуттям. Слід наголосити, що постава може змінюватись з віком, особливо в періоди активного росту та розвитку. Серед факторів формування: навколишнє середовище, харчування, спосіб життя, фізична активність і генетична схильність. Однак, навіть не дивлячись на адаптованість організму, сучасний спосіб життя призводить до дефектів постави [6].

### **1.1.2. Етіологія та патогенез ідіопатичного сколіозу**

В даний час причина ідіопатичного сколіозу незрозуміла і може бути пов'язана з багатьма факторами, такими як генетика, навколишнє середовище, гормони, метаболізм та неврологія. Широко визнано, що генетичні чинники сприяють розвитку сколіозу [13, 14]. Різні теорії намагаються пояснити патогенез ПС, але найновіші статті все ж таки зосереджені на генетичних факторах. Дослідження близнюків Сімонні, спрямоване на з'ясування залежності ПС від генетичного фактору, довело вищий рівень конкорданції в мноозиготних парах, ніж у дизиготних парах [15]. Дослідження показали, що у досліджуваних дітей зі

сколіозом різних ступенів уражено 11% родичів першого ступеня, а також 2,4 і 1,4% родичів другого і третього ступеня відповідно. Думки щодо точного способу успадкування захворювання все ще неоднозначні. Припускають, що домінує аутосомно-домінантний тип успадкування.

Підтверджено транскрипційну активність TGF- $\beta$ 2, TGF- $\beta$ 3 і TGFBR2 (трансформуючі фактори росту та їх рецептори) та профіль експресії TGF- $\beta$ -чутливих генів. Зазначено, що залежно від віку в якому виник сколіз та сторони в яку відбулась сколіотична кривина відрізняються транскриптоми паравертебральних м'язів. Припущено, що це явище може означати різну участь сигналізації TGF- $\beta$  у патогенезі підліткових кривих. Аналіз генів, що реагують на TGF- $\beta$ , які відрізняються у транскриптомах увігнутих і опуклих паравертебральних м'язів пацієнтів з ПС, підкреслює посилення регуляції генів, локалізованих у позаклітинній області увігнутої сторони кривої. Це відкриття може свідчити про те, що позаклітинна область паравертебральних м'язів є цікавою темою для майбутніх молекулярних досліджень патогенезу ПС [16].

Вчені також запропонували полігенний спосіб успадкування, для того аби пояснити настільки широку варіабельність проявів сколіозу серед членів сім'ї.

Прогрес у картографуванні геному людини та сучасна генетична методологія тепер дозволяють перевірити весь геном людини. В дослідженнях автори навели різноманітні хромосомні лакмуси, пов'язані зі сколіозом, які були ідентифіковані в різних сім'ях. Як інструмент для дослідження складних захворювань нещодавно до генетичних досліджень ПС було застосовано загальногеномні дослідження асоціацій (GWAS) [17].

Хотілось би зауважити, що ще у 2013 році ідентифіковано рецептор 126 - GPR126, зв'язаний з G-білком, який може бути причетним до розвитку ПС. Функціональні наслідки GPR126 також були підтверджені експериментами. Було виявлено, що GPR126 мали меншу довжину тіла та затримку окостеніння хребців, а також повільніші реакції втечі, що вказує на можливі неврологічні дефекти [18].

Не звертаючи увагу на постійні зусилля вчених, досі не було знайдено жодного гена, пов'язаного виключно зі сколіозом. Тобто, можна стверджувати, що сколіоз є складним генетичним розладом із залученням одного або кількох генів, які разом із факторами навколишнього середовища можуть призвести до деформацій хребта [19]. Однак існують деякі тести, які можуть оцінити ймовірність прогресування деформації. Довіряючи дослідженню, на основі забору слини ДНК за допомогою спеціальних маркерів можна оцінити ризик прогресування і стратифікувати ризик для пацієнта від 1 до 200. Звісно, тест напевно не може відповісти нам на питання про причину захворювання, але він дозволяє приймати персоналізовані медичні рішення щодо алгоритмів лікування та покращувати якість лікування [20].

## **1.2. Клінічні особливості пацієнтів з ідіопатичним сколіозом**

Як зазначалось в попередньому підрозділі, ідіопатичний сколіоз не має відомої причини виникнення та може бути поділений залежно від віку в якому почався: дитячий ідіопатичний сколіоз включає пацієнтів віком 0-3 роки, ювенільний ідіопатичний сколіоз включає пацієнтів віком 4-10 років, а підлітковий ідіопатичний сколіоз вражає людей віком від 10 років. ПІС є найпоширенішою деформацією хребта, яку спостерігають лікарі [21].

Забезпечення нормального функціонування усіх частин тіла залежить від правильної постави у пацієнтів. Зазвичай утримувати правильне положення тіла дуже складно, особливо для дітей шкільного віку. Однією з основних груп, які страждають від сколіозу через своє оточення є школярі.

Зовнішні фактори змушують їх приймати невідповідні пози від шкільних меблів, тривалого сидіння в неправильній позі, зайвої ваги від малорухомого

способу життя, асиметричної підтримки рюкзака або сумок, а також від повсякденних життєвих звичок, прийнятих у цьому середовищі та поза ним.

Під шкідливими щоденними звичками маємо на увазі зростання використання мобільних телефонів, планшетів, відеоігор та настільних комп'ютерів, що підштовхує до переважно сидячого положення протягом дня. Як наслідок, простежуємо зв'язок з захворюваннями, включаючи серцево-судинні розлади, гіпертонію, діабет та порушення опорно-рухового апарату. У свою чергу, останнє може бути пов'язане з небажаними позами у школярів на додаток до виникнення дискомфорту [22].

Судячи з деяких досліджень, можна зауважити, що більшість пацієнтів із сколіозом мають загальні характеристики такі як: низька системна кісткова маса, нижчий індекс маси тіла, більш високий зріст.

Хотілось би наголосити, що гірша мінеральна щільність кісток зустрічається у дітей з ПС, і пов'язано це з тяжкістю кривої, а також зазвичай зберігається і після пубертатного періоду та досягнення пікової кісткової маси порівняно з контрольною групою, до якої було включено здорових дітей [23]. У 27-38% випадків низьку мінеральну щільність кісток пов'язують з ПС, а остеопенія може слугувати основним фактором, що сприяє деформації хребта при ПС, а не бути вторинним результатом [24].

Пацієнти з діагнозом грудний сколіоз, частіше за інших страждають від болю в шиї, спині та попереку через наявність деформації корональної площини, зменшення грудного кіфозу та порушення біомеханіки хребта в цілому. Часто можна спостерігати патологічні зміни в хребті, пришвидшену дегенерацію дисків, що негативно впливає на якість життя пацієнта саме через втрату фізіологічної кривизни [25]. Крім того, порушення пропріоцепції і рівноваги також пов'язують з аномаліями постави, такими як ПС. Порушення сагітального профілю хребта може призводити до зміщення загального центру ваги тіла та змінювати механіку постурального контролю. Зміна фізіологічних вигинів хребта знижує

амортизаційну здатність та погіршує стабілізацію тулуба, що в свою чергу негативно впливає на утримання рівноваги. При зміні положення тіла вперед або назад збільшується момент сили відносно осі самого тіла, що потребує постійного м'язового контролю для зпобігання падінню, як наслідок відбувається активізація переважно поверхневих м'язових груп, а глибокі м'язи стабілізатори поступово втрачають свою ефективність. Перераховане вище, знижує якість постуральної стабілізації та сприяє виникненню м'язового дисбалансу. Таке хронічне перенапруження м'язів буде викликати порушення координації рухів, швидку втомлюваність організму [26,27,28].

Не відходячи від теми рівноваги, хотілось би наголосити що, до зниження функціональної спроможності і сприйняття якості життя призводить саме сагітальне положення хребта поза межами норми. Вважається, що сагітальне викривлення хребта відіграє важливу роль у виникненні деформацій хребта при ідіопатичному сколіозі. У нормі усі навантаження повинні рівномірно розподілятися через міжхребцеві диски та тіла хребців, але коли у пацієнта сагітальне положення хребта поза межами норми наслідком буде те, що частина хребта перевантажується, а інша навпаки втрачає стабільність через що виникають асиметричні сили. З часом, після виникнення асиметрії тонуусу м'язів формується бокове відхилення, особливо це небезпечно в момент активного росту дітей, коли зони росту дуже чутливі до навантажень, а м'язовий контроль недостатньо стабільний [29]. Доведено, що частота сагітального дисбалансу у здорових підлітків менша, аніж у пацієнтів з ПС. Коли цей баланс порушується, функція хребта обмежується і виникають певні відповідні симптоми. Таким чином, порушення сагітального профілю призводить до підвищених енергетичних витрат для підтримки рівноваги, зниження стабільності вертикальної пози і погіршення координації рухів [30].

### 1.2.1. Спеціальні вправи при сколіозі

Важливу роль у зростанні та розвитку підлітків відіграє фізична активність, особливо тому, що в цей період відбувається формування ПС. Керівні принципи Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) 2020 року закликають дітей та підлітків проводити принаймні 60 хвилин на день помірної або енергійної інтенсивності, переважно аеробної, фізичної активності; вони також рекомендують включати аеробні заходи енергійної інтенсивності та ті, які зміцнюють м'язи та кістки принаймні три дні на тиждень. Відсутність фізичної активності становить велику загрозу здоров'ю дітей та підлітків [31].

Провідну роль при лікуванні сколіозу займає фізична терапія. Доведено, що вправи фізичної терапії покращують мінеральну щільність кісток, вестибулярну функцію, рівновагу і виконавчі здібності підлітків загалом. [32]. Одне з головних місць серед засобів фізичної терапії займають спеціальні вправи, значна кількість наукових досліджень підтверджує ефективність застосування цих вправ, як один з методів корекції сколіозу, стабілізації хребта, покращення постурального контролю та підвищення якості життя пацієнтів в цілому. Сучасні спеціалізовані програми ґрунтуються на принципах тривимірної корекції хребта та формуванні правильного стереотипу руху. Згідно з даними систематичних оглядів та метааналізів, спеціальні фізичні вправи сприяють зменшенню кута Кобба, а також зниженню ротації хребців і покращенню загальної витривалості і симетрії тулуба. Наразі такі програми з використанням фізичних вправ, специфічних для сколіозу об'єднані одним терміном – Physiotherapeutic Scoliosis Specific Exercises (PSSE) [33]. Хочеться зауважити, що найкращого результату досягають пацієнти з раннім початком реабілітації і з регулярним виконанням побудованої індивідуальної програми. Найпопулярнішим методом фізичної терапії при сколіозі є метод Schroth [34]. Програма базується на сенсомоторних та кінестетичних принципах і включає в себе коригувальні вправи, дихальні вправи, самокорекцію постави та навчання

домашніх вправ. Методика передбачає використання дзеркала для відстежування своїх деформацій і їх самокорекції. Під час виконання вправ пацієнта навчають зменшенню бокового зміщення і коригуванню ротації грудної клітки, а також витягуванню хребта у вертикальному напрямі. Вирішальне значення для корекції постави в данному випадку має сила розтягування, що є унікальною [35].

Наступний сучасний науковий підхід - Scientific Exercise Approach to Scoliosis (SEAS). В основі цієї методики самокорекція хребта без зовнішньої підтримки та стабілізація досягнутого положення під час функціональної активності, на відміну від попереднього методу, цей відрізняється динамічним контролем постави під час довільних рухів і повсякденної активності. С. Негріні, К.Фуско довели, що використання вправ SEAS сприяє стабілізації сколіотичної деформації підлітків та зменшує ризик прогресування викривлення хребта в період швидкого росту, а також підтверджує позитивний вплив на функціональну активність і постуральний баланс [36].

Ще один ефективний метод PSSE є Lyon approach або підхід Ліона вважається одним з найстаріших консервативних методів лікування сколіозу, що поєднує в собі фізичні вправи, ортезування і принцип тривимірної корекції хребта. Це комплексне відновлення сагітального профілю хребта, стабілізації тулуба та попередження прогресування деформації [37]. Часто ПІС супроводжується грудним гіпокіфозом і саме в цій методиці достатню увагу приділяють цьому відділу, уникаючи надмірного розгинання хребта. Поєднуючи індивідуальний підхід фізичної терапії з ортезуванням можна посприяти частковому зменшенню сколіотичної деформації та стабілізації хребта [38]. Наступний науковий підхід функціональної індивідуальної терапії сколіозу (FITS), що також базується на принципах тривимірної корекції деформації, індивідуальному підході та нейром'язовому тренуванні. В основі методики поєднання структурованої корекції хребта з функціональним відновленням рухових патернів. FITS спрямована на нормалізацію постурального контролю, зменшення бокового викривлення, відновлення симетрії

тулуба і усунення функціональних компенсацій. Методика активно застосовується для дітей молодшого віку, і дослідження Marianna Bialek показало, що застосування FITS у дітей з раннім ідіопатичним сколіозом зменшує ризик прогресування в процесі активного росту та сприяє стабілізації деформації [38,39].

### **1.2.2. Обґрунтування використання балансуєчих платформ під час тренувань**

Як згадувалось раніше, сколіоз - це тривимірна деформація хребта, що супроводжується порушенням біомеханіки тіла, змінами у функціонуванні сенсоромоторної системи і постурального контролю, як наслідок цього у пацієнтів з ПС часто спостерігається порушення динамічної і статичної рівноваги, асиметрія тонуусу м'язів і зміщення центру мас. Саме тому використання балансуєчих поверхонь активно впроваджуються у програмі фізичної терапії як один з засобів корекції порушень постурального контролю. Порушення постурального контролю у пацієнтів з ПС пов'язують з асиметричною активністю м'язів тулуба, що також впливає на збільшення амплітуди коливань центру мас та зниження здатності ефективно підтримувати положення тіла.

Дослідження показало, що підлітки з ідіопатичним сколіозом мають набагато гірші результати постуральної стабільності аніж їх однолітки без деформації хребта. Також, одним з важливих компонентів використання балансуєчих поверхонь є ефект біологічного зворотного зв'язку, що полягає в тому що під час занять з використанням балансуєчих поверхонь пацієнт може отримувати візуальну інформацію про положення власного тіла у просторі і фіксувати зміну зміщення центра мас. В майбутньому, це буде сприяти усвідомленому контролю пацієнта власного тіла і рухів в просторі. Дослідження підтверджують позитивний вплив використання так званого біологічного зв'язку для постуральної корекції і сприянню зменшенню асиметрії м'язового тонуусу в пацієнтів з ПС.

Окрім цього, тренування на балансуєчих поверхнях сприяють задіяню сенсоромоторних механізмів, що порушуються у дітей зі сколіозом, а також вмикають в процес зорову та вестибулярну інтеграцію для їх корекції [40, 41,42].

## Висновки до розділу 1

Аналіз літератури у першому розділі щодо етіології, патогенезу, клінічних проявів та наслідків деформації хребта, а також сучасних методик застосування фізичної терапії при таких проблемах встановив, що ПІС значно впливає на функціональний стан дітей, спричиняючи асиметричний тонус м'язів, що порушує підтримання постурального контролю і рівноваги.

Було встановлено, що ПІС є надзвичайно поширеною проблемою серед дітей. Огляд досліджень показав важливість комплексного підходу поєднання різних методик та засобів включаючи балансуючі поверхні, що позитивно впливають на розвиток рівноваги, покращення постурального контролю і вестибулярну функцію, а також виконавчі здібності підлітка в цілому.

Отже, для того щоб забезпечити індивідуалізований підхід та підвищити ефективність курсу реабілітації з ПІС використовуються балансуючі поверхні. Вони мають особливе значення у фізичній терапії таких пацієнтів, надають змогу оцінити особливості контролю та адаптувати програму реабілітації відповідно до індивідуальних можливостей дитини.

Наукові дослідження підтверджують, що використання балансуючих поверхонь ефективно сприяє зменшенню асиметрії м'язового тону, покращенню сенсорної інтеграції і утримуванню стабільної вертикальної пози для формування стратегій підтримки рівноваги. Ліпше усвідомлювати положення власного тіла у просторі і активно контролювати свою поставу під час виконання вправ допомагає біологічний зворотній зв'язок, що виконує важливу роль під час реабілітації.

Як висновок, можемо наголосити про необхідність подальшого інтегрування балансуючих поверхонь у індивідуальні програми фізичної реабілітації пацієнтів з підлітковим ідіопатичним сколіозом для підвищення якості життя.

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 2.1. Методи дослідження

Для досягнення основної мети та виконання завдань кваліфікаційної роботи було використано різні методи, основані на сучасних наукових підходах. Перш за все, було проведено аналіз літератури, наукових джерел, методичних рекомендацій. Всі джерела інформації відбирались шляхом пошуку в міжнародних доказових наукометричних базах даних таких, як : Pub Med, Google scholar, PEDro, Physiopedia, Web of Science. Пошук потрібної літератури відбувався за допомогою формату PICO.

**Аналіз та узагальнення літературних джерел.** Було проведено теоретичний аналіз спеціальної літератури для постановки мети, прогнозування втручання і створення програми фізичної терапії. Серед фільтрів пошуку основним був діапазон, що охоплював 2021-2026 роки, але у дослідженні також приймають участь деякі релевантні публікації за попередній період.

Перед пошуком точних джерел було визначено ключові словосполучення: adolescent idiopathic scoliosis (6697), postural control physical therapy, scoliosis (1606), postural control physical therapy, adolescent idiopathic scoliosis (673), proprioceptive training, scoliosis (886), postural control exercises, idiopathic scoliosis (902), cobb angle, postural control exercises (648). Окрім наведених вище словосполучень використовувались різноманітні модифікації з використанням ключових слів: balance, Cobb angle, quality of life, postural stability, proprioception. Загалом в дослідженні використано 60 посилань.

**Клініко-анамнестичний метод.** Для відбору пацієнтів у дослідження було проведено збір анамнезу життя і захворювання, скарг пацієнтів. До анамнезу життя було включено перебіг вагітності та пологів, особливостей розвитку дитини,

проживання, навчання, повсякденного рівня фізичної активності, харчування і наявність супутніх захворювань та генетичної схильності до патологій опорно-рухового апарату. До анамнезу захворювання було включено появу перших ознак порушення постави, динаміку прогресування деформації хребта, наявність скарг і ефективності попереднього лікування (за наявності). Для суб'єктивної оцінки больового синдрому використовували Візуальну аналогову шкалу болю (ВАШ), що представляє собою лінію довжиною в 10 сантиметрів, де зображені 6 обличч з різними емоціями відповідними до рівня болю. Нижче можна побачити цю десятибальну систему, де «0» – це відсутність болю, «1-3» - слабкий біль, «4-5» - середній біль, «6-7» - сильний біль, «8-9» - дуже сильний біль, «9-10» - нестерпний біль (рис. 2.1).



**Рис. 2.1** Візуально аналогова шкала болю

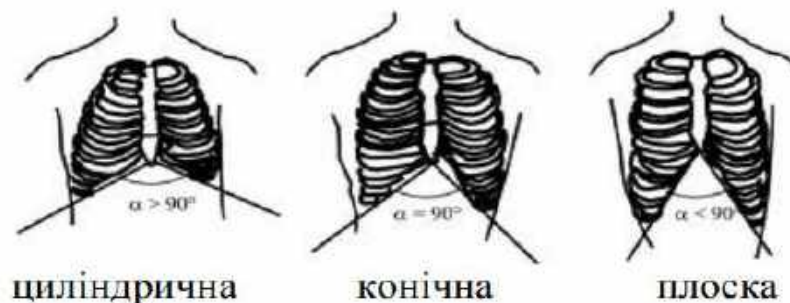
Результати використання візуальної аналогової шкали не були включені в дослідження, але використовувались для відбору пацієнтів перед початком. Від наявності больового синдрому та рівня болю залежало, чи буде включений пацієнт в дослідження.

**Антропометричні методи.** Для відбору репрезентативної вибірки передбачалось визначення основних показників фізичного розвитку: зріст, маса тіла, довжина кінцівок, індекс маси тіла і окружність грудної клітки.

**Соматоскопічне обстеження.** Передбачало оцінку постави у положенні дитини стоячи, босоніж, в звичній розслабленій позі в добре освітленому

приміщенні (перед початком огляду дитину погойдували стоячи в різні боки, для максимального розслаблення). Візуально оцінювалось положення голови, нахил або поворот відносно середньої лінії тіла. Для перевірки симетричності плечового поясу порівнювали рівні правого і лівого плечей, після чого оцінювали положення лопаток за висотою і їх наближеною відстанню до хребта. За проміжками між тулубом і внутрішньою поверхнею рук дивились симетричність трикутників талії. За анатомічними орієнтирами – клубових кісток та сідничних складок було оцінено положення тазу. У сагітальній площині здійснювався огляд фізіологічних вигинів хребта, включаючи шийний та поперековий лордоз, а також грудний кіфоз. У фронтальній площині – бокове викривлення хребта, що визначалось за відхиленням лінії остистих відростків від середньої лінії тіла. Окрім цього, були оцінені особливості ходи та статичне положення нижніх кінцівок задля виявлення можливих супутніх захворювань опорно-рухового апарату, а також оцінені типи статури (астенік, нормостенік, гіперстенік) [43]. Форму грудної клітки визначали за трьома головними показниками [44] :

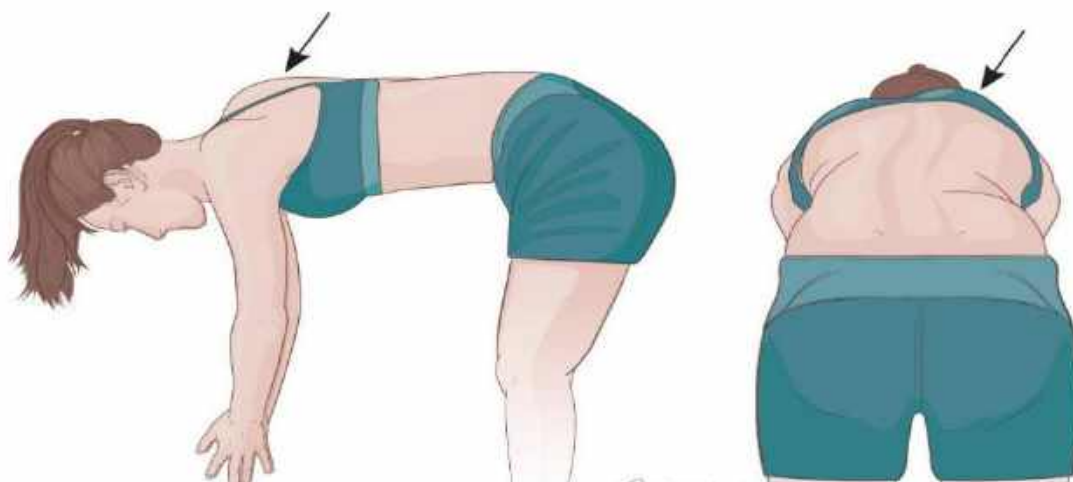
- як розташовані ребра (горизонтально або косо);
- яке співвідношення сагітального і фронтального діаметрів;
- який за розміром епігастральний кут ( $> 90^\circ$ ,  $< 90^\circ$ ,  $= 90^\circ$ ) (рис. 2.2).



**Рис. 2.2 – Форми грудної клітки**

Окрім цього, виділяють ще перехідні форми грудної клітки: плоско-циліндричну, циліндрично-сплощену, циліндрично-конічну, конічно-циліндричну.

Наступним кроком для оцінки постави було проведення тесту Адамса, він є одним з найпоширеніших методів виявлення ознак сколіозу. Виконання відбувається наступним чином (рис. 2.3) : пацієнта просять нахилитись вперед, опустивши руки вниз не спираючись на коліна, коліна розігнуті, спину залишають округлою, при цьому фізичний терапевт оцінює хребет вздовж горизонтальної площини на предмет асиметрій таких, як посилений або зменшений кіфоз чи лордоз, наявність перекосів, «м'язових валиків», нерівностей в області плечей і лопаток [45]. Результати тесту Адамса є лише методом скринінгу для можливих ознак сколіозу, але не ключовим аспектом для постановки діагнозу – сколіоз.



**Рис. 2.3 – Проведення тесту Адамса**

Тест Адамса зазвичай застосовують в поєднанні зі сколіометрією, яка і була одним із наших методів оцінки. Сколіометрія – це неінвазивне дослідження вимірювання кута ротації хребців, що дозволяє виявити певні функціональні чи структурні зміни в поставі. Проводять за допомогою спеціальної лінійки під назвою – сколіметр, який прикладають перпендикулярно до хребта пацієнта, спеціальна дуга по центру сколіметра має розташовуватись над остистими відростками хребців. Прилад ведуть вздовж хребта зверху вниз, починаючи від шийного до поперекового відділу, показники фіксуються в місцях, де є найбільша асиметрія

[45]. Варіантом норми вважається кут до 5 градусів, далі пацієнта відправляють на додаткове обстеження.

**Інструментальні методи.** Включали рентгенографію хребта та кісток тазу. За допомогою, задньо-передньої проекції хребта робимо вимірювання кута Кобба, який є одним з найважливіших параметрів при ступені викривлення хребта. Цей спосіб залишається основним і найбільш достовірним методом діагностики для підтвердження сколіозу [46, 47]. Кут Кобба визначається між двома хребцями, які мають найбільший нахил до центру дуги, поверхня верхнього хребця найбільш нахилена до центру дуги, а поверхня нижнього має максимальний нахил у протилежний бік; потім проводяться дотичні лінії до верхнього краю верхнього хребця і ще одну лінію до нижнього краю нижнього хребця; від кожної лінії проводять перпендикуляри і кут, що утворюється і є кутом Кобба. Нормативні значення кутів при різних ступенях сколіозу:

- I ступінь – до  $10^{\circ}$ ;
- II ступінь –  $11^{\circ}$ - $25^{\circ}$ ;
- III ступінь –  $26^{\circ}$ - $40^{\circ}$ ;
- IV ступінь – понад  $40^{\circ}$ .

Рентгенографічний метод оцінки зростання кісткових структур тазових кісток у дітей та підлітків – тест Ріссера, за яким визначають ступінь ризику прогресування сколіозу. Даний тест описується після проведення рентгенографічного дослідження, щоб зрозуміти ризик стрімкого прогресування сколіозу, у разі якщо кістка ще не закінчила активний розвиток. Про певну стабілізацію сколіотичної дуги можна говорити лише в тому випадку, якщо кістка повністю сформована і зони росту закриті. Показники стадій залежить від окостеніння апофіза гребеня клубової кістки (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Показники тесту Ріссера

0	Risser	відсутність центру окостеніння на рівні апофіза клубового гребня
I	Risser	окостеніння приблизно 25% апофіза клубового гребня
II	Risser	окостеніння приблизно 25%-50% апофіза клубового гребня
III	Risser	окостеніння приблизно 50%-75% апофіза клубового гребня
IV	Risser	окостеніння приблизно 75% апофіза клубового гребня
V	Risser	повне окостеніння та зрощення апофіза клубового гребня

Дослідження показало, що під час фази активного росту відбувається прогресування сколіозу, і лише при завершенні активного росту – сколіотична дуга стабілізується [48]. Хотілось би наголосити, що виконання повторної рентгенографії має свої негативні наслідки, що можуть бути в майбутньому, тому її виконували один раз, перед початком втручань і для відбору пацієнтів в дослідження [49].

**Функціональні методи.** Використовували оцінку статичної силової витривалості м'язів спини та м'язів черевного пресу, адже внаслідок ПС порушуються механізми витривалості м'язів стабілізаторів, що має негативний вплив на загальний функціональний стан дитини. Для тестування статичної силової витривалості м'язів спини: пацієнт, знаходячись в положенні лежачи на животі має утримувати верхню половину тулуба до гребня клубових кісток у повітрі таким чином, щоб кут розгинання складав 15-20 градусів, за потреби фізичний терапевт фіксує ноги дитини; час максимального виконання фіксується за допомогою секундоміру, в нормі результат має складати 90-120 секунд. Для тестування

статичної силової витривалості м'язів черевного преса: пацієнт, знаходячись в положенні сидячи на сідницях з напівзігнутими ногами в кульшових і колінних суглобах має утримувати верхню половину тулуба з відхиленням назад, щоб кут складав приблизно 60 градусів, фізичний терапевт фіксує час максимального виконання за допомогою секундоміру, в нормі результат має складати 90-120 секунд [50]. Дані методи використовувались для початкової оцінки стану пацієнтів перед початком усіх втручань.

**Методи математичної статистики.** Аналіз охоплював кількісні показники, що були отримані під час проведених анкетувань і тестів, результати опрацьовувались за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel (ліцензійний № 00470-90000-00000-AA207) і R trial version 4.3.1 (<http://www.r-project.org/>) із використанням стандартних статистичних інструментів. На початковому етапі аналізу всіх досліджуваних показників визначили середнє арифметичне значення (M) і стандартне відхилення (SD), за допомогою цих даних змогли оцінити середній рівень показників у групах. Перевірку однорідності груп за віком, статтю проведено за допомогою t-критерія Стьюдента.

Програма фізичної терапії індивідуально адаптувалась до функціонального стану кожного пацієнта з ПІС, розроблена сприяти забезпеченню ефективного відновлення рухових функцій і покращення якості життя в цілому [51]. Програма була розрахована на 2,5 тижні (14 днів) і відповідала структурі, наведеній у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Структура програми фізичної терапії

Етап програми	Зміст етапу	Тривалість
Початковий	На початковому етапі дослідження проводилось комплексне обстеження пацієнта, яке охоплює аналіз статичного балансу, біомеханіки та утримання пози в умовах тривимірного викривлення хребта. Застосування елементарних вправ для нейром'язової активації та адаптації організму до майбутніх зростаючих фізичних навантажень.	2 дні
Проміжний	Основний етап фізичної терапії, що орієнтований на розвиток динамічного балансу, освоєння постурального контролю та симетричного утримування тулубу, шляхом тренування на балансуєчих поверхнях, специфічні елементи функціонального тренування поступово ускладнюються.	10 днів
Заключний	Відбувається повторне комплексне обстеження для оцінки отриманих результатів. Головний акцент полягає у стабілізації досягнутих результатів, закріпленню алгоритма підтримуючих вправ для подальших занять у домашніх умовах під контролем батьків.	2 дні

Структура заняття фізичної терапії складалась з трьох частин:

- Підготовочі частини – перевірка загального самопочуття дитини, початковий візуальний самоконтроль, прості вправи з елементами дихання, підготовка серцево-судинної системи до навантаження;

- Основної частини – симетричні вправи для усього тіла (залежно від сторони викривлення дуги) , вправи на балансуючих поверхнях для основної групи;
- Заключної частини – вправи на релаксацію, стретчинг спазмованих м'язів, зниження навантаження, повторний контроль самопочуття.

Загалом, увесь час заняття було розподілено таким чином, що на підготовчу частину заняття відводилось приблизно 10 хвилин. За цей час і в основній і в контрольній групах проводили перевірку загального стану, розминку для активації основних груп м'язів, візуальної самокорекції, частина складалась з таких вправ:

1. Загальна розминка суглобів та м'язів, В.П. стоячи:

- нахили голови вперед/назад, (5 повторень в кожную сторону);
- повороти голови вправо/вліво, (5 повторень в кожную сторону);
- обертальні рухи в плечових суглобах назад, (10 повторень);
- намагання дотягнутися ліктями один до одного позаду тулуба на рівні грудної клітки (руки зігнуті в ліктях, фаланги пальців стоять на плечових суглобах), (8 повторень);
- руки зігнуті в ліктях, фаланги пальців стоять на плечових суглобах, ліктем однієї руки тягнемось вгору по чергово правою/лівою рукою, (8 повторень на кожную сторону);
- широка постановка ніг, невеликі за амплітудою нахили тулуба вперед/назад та вправо/вліво (під час нахилів в сторони, виконуємо підняття руки протилежної до сторони нахилу), (5 повторень в кожній амплітуді);
- обертальні рухи в кульшовому суглобі вперед/назад, утримуючи положення стоячи на одній нозі, по чергово правою/лівою ногою (5 повторень в кожную сторону);
- ходьба на носках/п'ятках по чергово, руки прямі підняті до гори (тривалість 30 секунд в кожную сторону);

- ноги на ширині таза, руки опущені вниз, дитина самостійно, але під наглядом фізичного терапевта виконує вирівнювання плечей, трикутників талії (простір між внутрішньою частиною руки і тулубом), рівень лопаток, робить витяжіння хребта в гору, ніби намагається маківкою голови торкнутися стелі (тривалість 2 хвилини);
- В.П. сидячи на краю кушетки, спина у скоректованому положенні, рука з боку випуклості дуги лежить в розслабленому стані на стегні, протилежна рука з боку увігнутості заведена за голову, дитина виконує глибокий вдих, намагається направити повітря в сторону піднятої руки, потім видих через зтиснуті губи (6 повторень).

Наступна частина заняття за часом займала найбільшу кількість, тривалість – 40 хвилин, відрізнялась в основній і контрольній групі, адже контрольна група виконувала вправи з вагою власного тіла, палицею і еластичною стрічкою (в залежності від виробника, кольори стрічки залежно від жорсткості відрізняються, ми використовували стрічку середньої жорсткості зеленого кольору), а основна група ще й з додаванням вправ на балансуючих поверхнях [52]. Орієнтовна програма контрольної групи:

1. Вправи з палицею:

- В.П. стоячи, стопи паралельно, в руках палиця в горизонтальному положенні, дитина повільно піднімає палицю вгору над головою, на видиху плавно опускає палицю за голову, до плечей, максимально зводячи лопатки до центру, і вирівнює лінію плечей, (8 – 10 повторень);
- В.П. стоячи, стопи паралельно на ширині плечей, руки з'єднані між собою тримаючи палицю горизонтально до підлоги, дитина виконує піднімання палиці до підборіддя, піднімаючи лікті вище за палицю (8 – 10 повторень);

- В.П. стоячи, стопи паралельно на ширині плечей, руки заведені за спину разом з палицею, що знаходиться горизонтально до підлоги, виконання відведення палиці назад (8 – 10 повторень);
  - В.П. стоячи, стопи паралельно на ширині плечей, руки заведені за спину разом з палицею, що знаходиться горизонтально до підлоги, виконання піднімання палиці вздовж задньої частини тулуба, повернення у В.П. (8 – 10 повторень);
  - В.П. стоячи, стопи паралельно на ширині плечей, палиця перпендикулярно підлозі в рівних руках перед собою, виконання розвороту назад залишаючи одну руку попереду, іншу з палицею заводячи за спину, таз залишається рівним, не виконуючи ротації, повертається у В.П., виконання по чергово на кожну руку (4 – 6 повторень на кожну сторону);
  - В.П. стоячи, стопи паралельно на ширині плечей, палиця перпендикулярно підлозі в рівних опущених вниз руках, дитина виконує піднімання палиці вгору, робить нахил в сторону увігнутості дуги викривлення, повертається у В.П. (8 – 10 повторень);
  - В.П. лежачи на животі, палиця стоїть перпендикулярно підлозі перед обличчям дитини (фізичний терапевт підтримує палицю), дитина виконує по чергове перебирання палиці прямими руками на максимально можливий комфортний для дитини рівень, повертається у В.П. (3 – 4 повтори вгору/вниз).
2. Вправи з еластичною стрічкою В.П. стоячи, стопи паралельно на ширині плечей, виконання розтягування стрічки двома руками перед собою на максимально можливе розтягнення, руки в ліктях прямі (8 – 10 повторень);
- В.П. стоячи біля шведської стінки, стопи паралельно на ширині плечей, стрічка зафіксована за шведську стінку попереду дитини на рівні її

- очей, кінці стрічки дитина тримає в руках і на вдиху тягне на себе, згинаючи лікті і приводячи їх до тулуба, при цьому максимально зводячи лопатки, плавне повернення у В.П. роблячи видих (8 – 10 повторень);
- В.П. стоячи, стопи паралельно на ширині плечей, руки рівні в ліктьових суглобах, з'єднані між собою тримають кінці резинки, виконання розтягнення резинки однією рукою вгору, іншою вниз у формі діагоналі, повернення у В.П., виконання змінними руками вгору/вниз (4 – 5 повторень на кожну руку);
  - В.П. стоячи, стопи разом, нога зі сторони вигину сколіотичної дуги стоїть на кінці резинки, однойменна рука тримає інший кінець резинки, дитина відводить руку догори, в максимально можливій амплітуді, з рівним ліктьовим суглобом, повертається у В.П. (8 – 10 повторень).
3. Вправи з вагою власного тіла:
- В.П. лежачи на животі, прямі руки перед собою, долоні розвернуті донизу, дитина виконує згинання однієї руки в ліктьовому суглобі, приводячи руку до тулуба, роблячи вдих, повертається у В.П., роблячи видих, те саме іншою рукою (6 – 7 повторень на кожну руку);
  - В.П. лежачи на животі, прямі руки перед собою, дитина виконує згинання правої руки в ліктьовому суглобі, заносячи руку за голову долонею вниз, щоб дістати до спини, а ліву зігнуту руку тягне до попереку, але долонею вгору, повертається у В.П., робить вправу дзеркально (6 – 7 повторень на кожну руку);
  - В.П. лежачи на животі, прямі руки розведені в сторони, дитина одночасно виконує підняття обох рук вгору, повертається у В.П., робить вправу повторно (8 – 10 повторень);

- В.П. лежачи на животі, прямі руки перед собою, долоні розвернуті донизу, дитина виконує приведення однієї прямої руки до тулуба через сторону (ніби малює рукою півколо), роблячи вдих, повертається у В.П., видихаючи, те саме іншою рукою (6 – 7 повторень на кожную руку);
- В.П. лежачи на животі, прямі руки перед собою, долоні розвернуті донизу, дитина виконує піднімання вгору рівної правої руки та лівої ноги одночасно, змінює різнойменні кінцівки, робить те саме (6 – 7 повторень на кожную руку, затримуючись в піковій точці на 3 секунди);
- В.П. лежачи на животі, прямі руки перед собою, долоні розвернуті донизу, виконання підйому тулуба у грудному відділі під мінімальним кутом від килимка, знаходячись в такому положенні одночасно обома руками виконання заведенню рук до тулуба, долоні розвернуті до стегон, ніби описуючи дугу, повернення у В.П. опустивши тулуб повністю (8 – 10 повторень);
- В.П. лежачи на животі, обличчям донизу, руки лежать під лобом, виконання почергового відведення рівної ноги в сторону, ставлячи її на носок (6 – 7 повторень на кожную ногу).

Програма фізичних втручань основної групи замість вправ з останнього компоненту програми контрольної групи - «вправи з вагою власного тіла», включала вправи з балансуєчими поверхнями, а саме заняття на гумовому балансувальному тренажері BOSU, спрямовані на покращення рівноваги та постурального контролю. Приклад вправ на поверхні BOSU наведений нижче в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – приклад вправ основної групи на балансувальній поверхні BOSU

Вправа	Вихідне положення	Техніка виконання	Кількість повторень

Статичне балансування	Стоячи на м'якій частині балансира, ноги на ширині плечей	Після звикання стояння, утримування звичайного положення на рівних ногах без сторонньої допомоги.	Протягом 3 хвилин
Динамічне балансування	Стоячи на м'якій поверхні балансира, ноги на ширині плечей	Виконання легких покочувань вперед/назад, вправо/вліво і по колу шляхом перенесення ваги тіла на різні відділи стопи	Протягом 2 хвилин
Присідання	Стоячи на м'якій поверхні балансира, ноги на ширині плечей	Повільно, контролюючи баланс, опустити таз назад до паралелі стегон з підлогою з прямою спиною, в такому ж темпі повернутись у В.П.	8 – 10 повт.
Балансування з елементами нейрогімнастики	Стоячи на твердій поверхні балансира, ноги на ширині плечей	Контролюючи баланс, дитина має ловити м'яч з різних сторін, що кидає йому фізичний терапевт, називаючи при цьому слово на певну літеру	4 хвилини
Балансування в позі «ластівка»	Стоячи на м'якій поверхні балансира, ноги на ширині плечей	Дитина стоячи на одній нозі, піднімає іншу рівну ногу і відводить її назад до максимально можливого кута (не більше 80°), руки при цьому підняті прямо перед собою, спроба	По 6 – 8 повторень на кожну ногу

		утримувати таке положення до 10 сек.	
Вправа для зміцнення м'язів спини	Лежачи животом на м'якій поверхні балансира, ноги рівні звисають позаду	Піднімання верхньої частини тулуба від поверхні балансира, під невеликим кутом 15° - 20°, затримка в піковій точці підйому на 3 секунди	6 – 8 повт.
Вправи на бокові скручування	Лежачи на боці увігнення дуги викривлення, ноги рівно лежать, звисаючи з балансира	Рука з боку увігнення рівна, збоку випуклості рука заведена за голову (щоб долонь торкалась голови), виконуються скручування в сторону випуклості, без затримок, а потім повернення у В.П.	6 – 8 повт.

І остання - заключна частина, займала 10 хвилин заняття, мала однакову програму, як для основної, так і для контрольної групи. За цей час окрім повторного контролю стану пацієнта, ми виконували вправи на розтяг м'язів та зниження частоти серцевих скорочень після фізичного навантаження, приблизний комплекс вправ :

- В.П. стоячи на колінах на килимку, дитина сідницями сідає на п'яти, нахиляється вперед і прямими руками тягнеться перед собою, поклавши голову вниз на лоб (утримання такого положення протягом 1 – 2 хвилин);
- В.П. стоячи на колінах на килимку, дитина сідницями сідає на п'яти, нахиляється вперед і прямими руками складеними в «замочок»

- тягнеться перед у бік протилежний до дуги викривлення, голова лежить в розслабленому стані на килимку (утримання положення протягом 1 хвилини);
- В.П. стоячи на колінах на килимку, перед дитиною фітбол середнього розміру, прямими руками здійснюється відкочення фітболу вперед, при цьому провисання грудного відділу вниз, повернення у В.П. (5 – 6 повторень);
  - В.П. стоячи в колінно-кистьовому положенні, руки стоять на долонях під плечовими суглобами, утворюючи кут  $90^\circ$ , ноги позаду в розслабленому стані, коліна знаходяться під кульшовим суглобом, виконання округлення спини, роблячи глибокий вдих, повернення у вихідне положення, роблячи видих (6 – 8 повторень);
  - В.П. біля шведської стінки, руки на планці шведської стінки на рівні грудної клітки, дитина відходить назад на пару кроків, ноги стоять паралельно, виконується нахил вниз, руки залишаються прямими на планці, провисання грудного відділу, повернення у В.П. (3 – 5 повторень);
  - В.П. стоячи біля шведської стінки, долоня і лікоть зафіксовані на бічній опорі шведської стінки, під кутом  $90^\circ$ , виконання невеликого ротаційного руху в корпусі, для натягу в грудних м'язах, повернення у В.П. (4 – 5 разів).

## 2.2 Організація дослідження

Дослідження проводилось з грудня 2024 року, по березень 2026 року. При проведенні дослідження керувались сучасними методами і принципами організації роботи. Згідно складеному плану дослідження було поділено на три етапи.

Перший етап: науково-пошуковий, на якому було сформульовано тему дослідження, обґрунтовано актуальність проблеми, проаналізовано стан проблеми і проведено аналіз доказових наукових джерел в наукометричних базах даних (згадувались вище), затверджено мету і представлені конкретні завдання кваліфікаційної роботи.

Другий етап: практичний, полягав у доборі основних методів діагностики, стандартизованих тестів і шкал, а також у виборі остаточної технології для реалізації дослідження. Дослідження та заняття з пацієнтами проводились на базі відділення фізичної та реабілітаційної медицини комунального некомерційного підприємства «Старобільська багатoproфільна лікарня» протягом двох тижнів відповідно до пакету НСЗУ. Усі батьки були ознайомлені з інформативною згодою на реабілітацію дітей та участь у дослідженні, підписали дозвіл на участь і опрацювання результатів. Для експериментальної частини було обрано балансуєчі поверхні, обґрунтування використання яких наведено у попередньому розділі роботи.

Третій етап: передбачав розробку експериментальної програми для дослідження. Дизайн дослідження відповідав усім принципам доказової медицини. У дослідженні приймали участь 10 дітей віком від 9 до 12 років, усі чоловічої статі із діагностованим торакальним сколіозом I-II ступеню з різними кутами викривлення. Для організації дослідження пацієнтів було поділено на дві групи: основну (в розрахунках позначена як А) та контрольну (в розрахунках позначена як В) (табл 2.2).

Таблиця 2.2 – Розподіл пацієнтів на основну та контрольну групи

№ пацієнта	Група (А-основна, В-контрольна)
1	В
2	А
3	В
4	А
5	В
6	А
7	А
8	В
9	А
10	В

З метою забезпечення максимальної об'єктивності та зниження ризику системної похибки, пацієнтів рандомізовано розподіляли за допомогою способу сліпого конвертування, що представляло собою випадкове доєднання учасників до груп після первинного клінічного та функціонального обстеження. Контрольна група отримувала стандарте реабілітаційне втручання, а основна – виконувала стандарту програму із додатковими тренуваннями на балансуєчих поверхнях. Тренування відбувались кожного дня, протягом двох тижнів з двоиденною перервою на вихідні дні, тривалістю 60 хвилин. Для оцінки ефективності розробленої програми терапевтичних втручань, первинне обстеження проводилось на початку перебування пацієнта у відділенні реабілітації, а підсумкове за 1 день до виписки пацієнта. Відбір пацієнтів відбувався за критеріями включення та виключення, перелік критеріїв можна побачити в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Критерії включення та виключення пацієнтів

Категорія	Критерії включення	Критерії виключення
Стать	Чоловіча	-
Деформація хребта	Наявність ідіопатичного сколіозу	Наявність кил, протрузій, переламів хребців
Вік	9 – 12 років	-
Тест Адамса	Позитивний	Негативний
Ступінь сколіозу за визначенням кута Кобба	I – II	III – IV
Тест Ріссера	0 – 3 ступінь	4 – 5 ступінь
Тип сколіозу	Торакальний	Цервікоторакальний, тораколюмбальний, люмбальний, S-подібний
Згода на участь	Підписання батьками дитини (або опікунами) інформованої згоди на участь у дослідженні.	Відмова підписання батьками дитини (або опікунами) інформованої згоди на участь у дослідженні.
Корсетування	-	Наявність жорсткого корсетування
Супутні захворювання	Відсутність важких супутніх патологій	Наявність гострих або хронічних (в стадії загострення) супутніх патологій

Перед початком дослідження було проведено аналіз антропометричних показників та віку пацієнтів, враховано середній всі результати занесені до протоколу і наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Антропометричні та вікові показники пацієнтів

№ пацієнта	Група (А- основна, В- контрольна)	Зріст, см	Стать	Вік, роки
1	В	134	Ч	9
2	А	129	Ч	9
3	В	140	Ч	10
4	А	149	Ч	12
5	В	131	Ч	9
6	А	146	Ч	11
7	А	136	Ч	10
8	В	150	Ч	11
9	А	154	Ч	12
10	В	148	Ч	11
Середня арифметична (М)		141,7		10,4
Похибка середньої арифметичної		2,79		0,37

Середнє Відхилення (SD)		8,8		1,17
-------------------------------	--	-----	--	------

Отже, середній вік в контрольній і основній групах складав 10,4 ( $\pm$  1,17) роки. Усі пацієнти груп мали чоловічу стать у 100% випадків.

Хотілось би наголосити, що кваліфікаційна робота містить певні обмеження, що пов'язані з організацією дослідження та потенційно могли б мати вплив на отримані результати. Наприклад те, що усі пацієнти обох груп чоловічої статі, тож це унеможливило оцінку клінічної картини в дівчат із аналогічною патологією та проведення порівняльного аналізу. Крім того, дослідження мало певні територіальні межі – рамки одного клінічного відділення в межах одного міста, що знижує репрезентативність даних.

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

#### 3.1. Вплив занять на балансуючій поверхні на покращення загального функціонального стану дітей з підлітковим ідіопатичним сколіозом

Хотілось би наголосити, що всі втручання визначались індивідуально відповідно до можливостей кожної дитини, враховуючи щоденний стан і особливості. До дослідження були включені пацієнти, що мали схожі функціональні порушення, внаслідок ідіопатичного сколіозу, головною проблемою якого були – асиметричний м'язовий тонус і зменшення загальної м'язової витривалості, порушення постурального контролю. Основні компоненти заняття були однаковими для основної та контрольної груп, але одна з складаючих основної частини у основної групи була замінена на вправи з балансуючою поверхнею BOSU [53, 54].

Одним з показників, що оцінювались, були данні статичної силової витривалості м'язів спини, адже дослідження показують що є певні закономірності між наявністю ПС і порушеннями нейром'язових процесів [55, 56]. Результати, що були оцінені на початку дослідження (другий стовбець) та у кінці курсу фізичної терапії (третій стовбець), показано у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Зміна показників статичної силової витривалості м'язів спини у пацієнтів основної групи (у секундах)

Пацієнт	Стат. силова витривалість м'язів спини, до	Стат. силова витривалість м'язів спини, після
А	25,3	34,4

A	26,4	40,8
A	23,7	28
A	26	39,7
A	30,5	43,2
<b>Mean(x)</b>	26,38	37,22
<b>SD</b>	$\pm 2,52$	$\pm 6,01$
<b>Variance (S<sup>2</sup>)</b>	6,37	36,15

Оцінка показника статичної м'язової витривалості м'язів спини у основної групи показала достовірне підвищення витривалості після завершення курсу фізичної терапії з включенням занять на балансуєчій поверхні. На це вказує збільшення середнього показника тесту з  $26,38 \pm 2,52$  секунд до  $37,22 \pm 6,01$ , тобто за золотим стандартом значення  $p=0,021$ . В ході дослідження було встановлено достовірне зростання показників, отримане значення критерію Стьюдента  $t=3,67$  що при рівні значущості менше за  $0,05$  дозволяє стверджувати, що запропонована програма реабілітації є дієвою

Збільшення статичної м'язової витривалості може бути пов'язане з підвищенням постурального контролю, що тренувався під час утримання симетричного положення на балансири. У контрольній групі підвищення м'язової витривалості було менш виражено, що доводить позитивний вплив тренувань на балансуєчих поверхнях.

Також, за деякими даними досліджень [57, 58, 59] сколіоз негативно впливає і на статичну витривалість м'язів живота, між якими є певний зв'язок, тож після проведення курсу ФТ, було повторно оцінено цей показник, метод виконання було описано в попередньому розділі, результати можна побачити в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Зміна показників статичної силової витривалості м'язів живота у пацієнтів основної групи (у секундах)

Пацієнт	Стат. силова витривалість м'язів живота, до	Стат. силова витривалість м'язів живота, після
A	35,4	44,6
A	42,7	53
A	40	51,2
A	38,3	47,5
A	41,1	54,4
<b>Mean(x)</b>	39,5	50,14
<b>SD</b>	±2,79	±4,03
<b>Variance (S<sup>2</sup>)</b>	7,82	16,27

Аналіз результатів фінального функціонального тесту, підтвердив позитивну динаміку індивідуальних показників у обстежуваних пацієнтів, та підтвердив ефективність інтеграції методів ФТ з поєднанням балансувальних поверхонь для пацієнтів з ПС. Як доказ, збільшення середнього показника тесту з  $39,5 \pm 2,79$  секунд до  $50,14 \pm 4,03$ , тобто за золотим стандартом значення  $p=0,00015$ . Критерій Стьюдента  $t=13,94$  тобто зміни були статично значимими, а прогрес результатів у статистично достовірним.

Функціональні та структуровані зміни в поставі дітей вимірювали за допомогою неінвазивного методу – сколіометрії, як одного з фундаментальних методів дослідження, адже доведено, що цифрові аналоги не поступаються механічним приладам [58, 60]. Результати проведення сколіометрії грудного

відділу хребта у пацієнтів основної групи до та після завершення курсу, наведені нижче в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Зміна показників сколіометрії у пацієнтів основної групи (у градусах)

Пацієнт	Показник сколіометрії грудного відділу хребта до, градуси	Показник сколіометрії грудного відділу хребта після, градуси
A	9	8
A	10	8
A	11	9
A	8	6
A	7	6
<b>Mean(x)</b>	9,0	7,4
<b>SD</b>	$\pm 1,58$	$\pm 1,14$
<b>Variance (S<sup>2</sup>)</b>	2,5	1,3

Дані таблиці 3.3 наглядно продемонстрували покращення загального функціонального стану спини основної групи через зменшення показника сколіометрії в грудному відділі хребта, що свідчить про позитивний вплив проведених занять з використанням нашої методики. Найкращі результати спостерігаються у дітей, що первинно мали більші показники градусів при проведенні сколіометрії. Бачимо, що середній показник сколіометрії грудного відділу хребта зменшився з  $9,0 \pm 1,58$  до  $7,4 \pm 1,14$ , тобто показник  $p=0,0018$ . Критерій Стьюдента в данному випадку був врахований і дорівнював  $t=7,348$ , що також підтверджує статичну значущість дослідження данної групи.

### 3.2. Аналіз ефективності реабілітації із застосуванням балансуєчих поверхонь, порівняно з традиційною фізичною терапією у дітей з ПС

У даній кваліфікаційній роботі було зіставлено результати підходу традиційної фізичної терапії та інноваційного підходу, що включав використання балансуєчих поверхонь. Ефективність відновлення дітей з підлітковим ідіопатичним сколіозом оцінювали комплексно, передбачаючи оцінку статичної м'язової сили м'язів спини і живота, сколіометрію. Отримані результати підтвердили доцільність включення в програму реабілітації вправ з використанням балансуєчих поверхонь, порівняно зі звичайною програмою фізичної терапії.

Таблиця 3.4 дозволяє продемонструвати динаміку показників статичної м'язової витривалості м'язів спини у пацієнтів контрольної групи до (другий стовбець) та після (третій стовбець) закінчення занять.

Таблиця 3.4 – Зміна показників статичної силової витривалості м'язів спини у пацієнтів контрольної групи (у секундах)

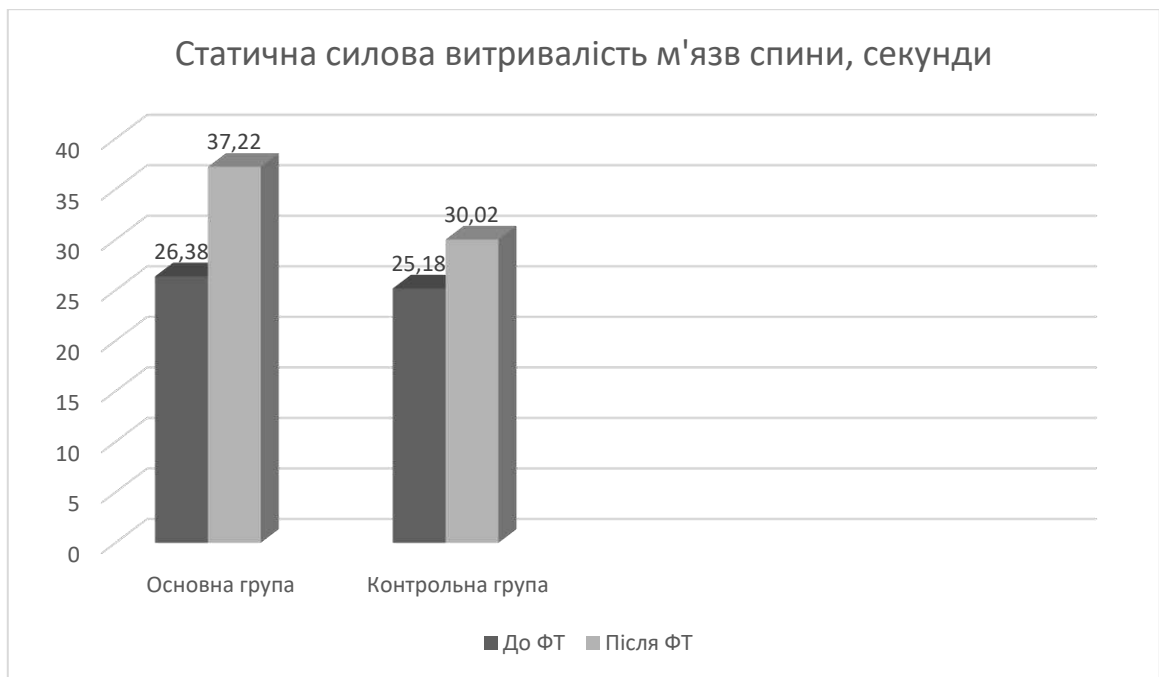
Пацієнт	Стат. силова витривалість м'язів спини, до	Стат. силова витривалість м'язів спини, після
В	21,8	24,1
В	22,6	27,9
В	23,9	30,5
В	29,2	33,6
В	28,4	34
<b>Mean(x)</b>	25,18	30,02

<b>SD</b>	$\pm 3,46$	$\pm 4,04$
<b>Variance (S<sup>2</sup>)</b>	11,94	16,33

Результати таблиці демонструють незначне підвищення м'язової витривалості, шляхом можливості утримання пози для тестування з 25,18 секунд до 30,02 секунд, водночас показуючи помірне підвищення показників. Загальну статистику відображено середніми значеннями, стандартним відхиленням, показники якого зросли з  $\pm 3,46$  на  $\pm 4,04$ , ця невелика різниця між показниками до реабілітації та після реабілітації вказує на нижчу ефективність традиційної фізичної терапії у покращенні статичної м'язової витривалості спини, якщо порівнювати з основною групою де показники стандартного відхилення змінились з  $\pm 2,52$  на  $\pm 6,01$ . У таблиці 3.5 наглядно показано зіставлення середніх показників обох груп на початку та в кінці реабілітаційних втручань.

Таблиця 3.5 – Зіставлення показників статичної силової витривалості м'язів спини основної та контрольної груп, секунди

Група	До втручання, М (SD)	Після втручання, М (SD)	р-значення
Основна	26,38 $\pm$ 2,52	37,22 $\pm$ 6,01	<0.001
Контрольна	25,18 $\pm$ 3,46	30,02 $\pm$ 4,04	<0.001
Різниця	1,2	7,2	-



**Рис. 3.1 – Зміни показників статичної силової витривалості м'язів спини у групах**

На цій діаграмі добре видно суттєвий зріст показника статичної силової витривалості м'язів спини саме у основної групи (візуально на діаграмі це другий стовбець зліва), що підтверджує позитивний вплив інтеграції вправ на балансуючій поверхні у програму втручань.

Результати дослідження підтвердили також і ефективність тренувань для черевних м'язів. Таблиця 3.6 відображає динаміку показників статичної силової витривалості м'язів живота у пацієнтів контрольної групи до та після закінчення стандартного протоколу реабілітаційних втручань.

Таблиця 3.6 – Зміна показників статичної силової витривалості м'язів живота у пацієнтів контрольної групи (у секундах)

Пацієнт	Стат. силова витривалість м'язів живота, до	Стат. силова витривалість м'язів живота, після
B	37	43
B	41,5	48,4
B	42,3	49,7
B	39,1	46,8
B	44,7	51,3
<b>Mean(x)</b>	40,92	47,84
<b>SD</b>	$\pm 2,96$	$\pm 3,14$
<b>Variance (S<sup>2</sup>)</b>	8,74	9,88

Аналіз змін показників показав помірний приріст м'язової витривалості, не дивлячись, що середній показник контрольної групи був кращим, аніж у основної, більший приріст можна було зафіксувати у останньої. Стабільність показників дисперсії і стандартного відхилення підтвердив доволі обмежений вплив традиційної програми фізичної терапії на силову витривалість м'язів живота у дітей з ПС, збільшення середнього значення відбулось з  $40,92 \pm 2,96$  до  $47,84 \pm 3,14$ , що значно меншим приростом порівняно з основною групою. Узагальнені результати обох груп наведено у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Зіставлення показників статичної силової витривалості м'язів живота основної та контрольної груп, секунди

Група	До втручання, М (SD)	Після втручання, М (SD)	р-значення
Основна	39,5±2,79	50,14±4,03	<0.001
Контрольна	40,92±2,96	47,84±3,14	<0.001
Різниця	1,42	2,3	-

Отже, можемо стверджувати про покращення загального функціонального стану дітей через збільшення можливості утримування пози тестування, і особливо в основній групі, підтверджуючи користь розділу занять з балансуєчими поверхнями, що в подальшому буде позитивно впливати на загальний рівень життя дитини. Співвідношення між результатами показано нижче на рисунку 3.2

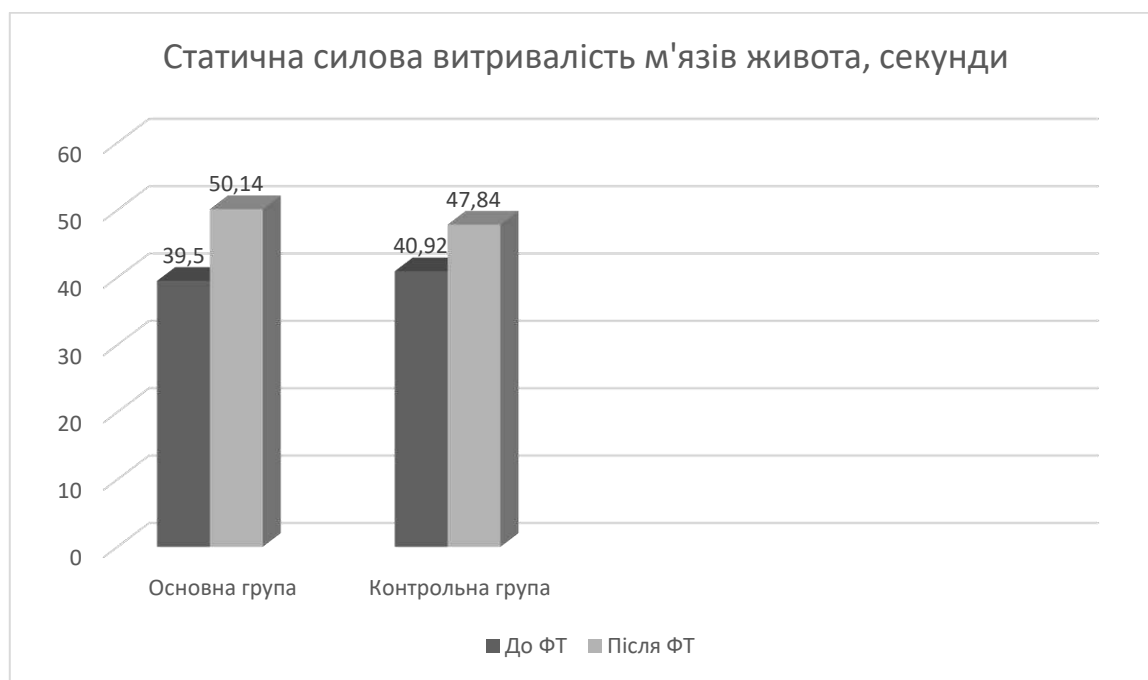


Рис. 3.2 – Зміни показників статичної силової витривалості м'язів живота у групах

Суттєве підвищення показників м'язової витривалості є позитивним результатом використання балансуєчої поверхні BOSU, що потребує подальшого дослідження та впровадження у заняття.

Вимірювання кутів викривлення у грудному відділі хребта виконували за допомогою методу сколіометрії, що дозволило прослідкувати динаміку у фронтальній площині. Показники контрольної групи продемонстровані нижче в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Зміна показників сколіометрії у пацієнтів контрольної групи (у градусах)

Пацієнт	Показник сколіометрії грудного відділу хребта до, градуси	Показник сколіометрії грудного відділу хребта після, градуси
B	7	6
B	11	10
B	9	8
B	10	8
B	6	6
<b>Mean(x)</b>	8,6	7,6
<b>SD</b>	±2,07	±1,67
<b>Variance (S<sup>2</sup>)</b>	4,3	2,8

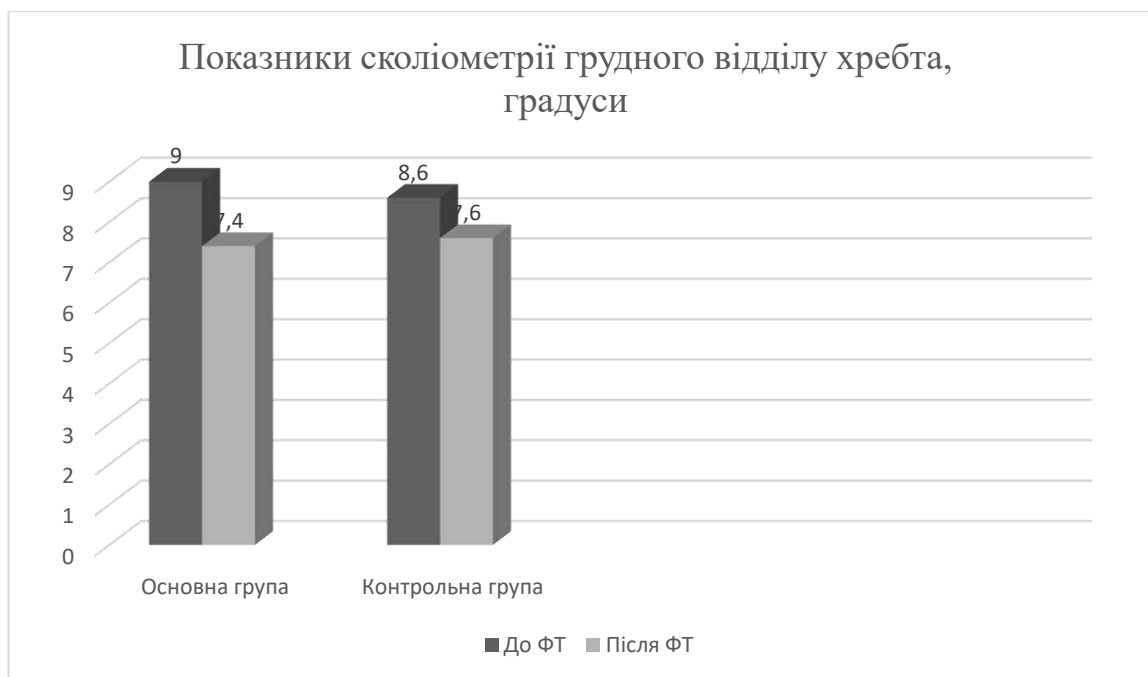
Отримані результати контрольної групи показали загальні зміни у функціональному стані хребта, але порівняно нижчий прогрес за показники основної групи. Тимпаче, що первинні результати контрольної групи були нижчими

ніж у основної, а у одного пацієнта не було зафіксовано змін взагалі. Спостерігаємо тенденцію, що найкращі зміни показників сколіометрії фіксуються у пацієнтів з найбільшими показниками градусів первинно. Загальний аналіз показників показав, що зменшення середнього значення сколіометрії у контрольної групи відбулось з  $8,6 \pm 2,07$  до  $7,6 \pm 1,67$ , що є меншим регресом захворювання порівняно з основною групою в якій результат складав  $7,4 \pm 1,14$ . Порівняння даних обох груп до та після завершення курсу фізичної терапії наведено у таблиці 3.9

Таблиця 3.9 – Порівняння показників сколіометрії грудного відділу хребта обох груп, градуси

Група	До втручання, М (SD)	Після втручання, М (SD)	р-значення
Основна	$9,0 \pm 1,58$	$7,4 \pm 1,14$	<0.001
Контрольна	$8,6 \pm 2,07$	$7,6 \pm 1,67$	<0.001
Різниця	0,4	0,2	-

Отже, порівнюючи дві групи можна побачити, що середнє значення сколіометрії контрольної групи зменшилось на 1,0 градус, в той час як показники основної групи після занять з додаванням вправ на балансуєчих поверхнях, зменшились в середньому на 1,6 градусів, цей факт підтверджує, що балансуєча поверхня впливає на асиметрію м'язів тулуба, графічне зображення наведено нижче на рисунку 3.3.



**Рис. 3.3 – Вимір кута ротації в грудному відділі хребта: динаміка до/після**

### Висновки до розділу 3

Результати дослідження підтверджують, що використання балансуєчих поверхонь значно підвищує здатність до підтримання постурального контролю тіла, через покращення результатів статичної силової витривалості м'язів спини та живота, а також покращення загального функціонального стану через зменшення сколіометричних викривлень. При проведенні усіх розрахунків, за результатами t-тесту було виявлено, що обидва підходи реабілітації мають позитивну динаміку занять, але результати основної групи в кожному розрахунку мали більш виражений та закономірніший прогрес. Перевага обраної моделі реабілітації у основної групи проявляється у впевненому наблизенні показників до рівня статистичної значущості, що вказує на системний ефект реабілітації, а не на випадкові коливання даних.

Хотілось би наголосити, що усі отримані результати дослідження, що описувались вище в третьому розділі, ми отримали за рахунок функціональних змін

м'язового тонусу, адже період реабілітації в даному випадку тривав три тижні, що є недостатнім проміжком часу для структурних кісткових змін.

Таким чином, використання баланруючих поверхонь в реабілітації дітей дозволяє не лише коригувати поставу, а й забезпечувати зміцнення м'язового корсету тулуба для покращення постурального контролю в майбутньому через новітній підхід до будови програми втручань. Це робить методику перспективним інструментом для покращення загальних життєвих показників дітей з підлітковим ідіопатичним сколіозом.

## ВИСНОВКИ

Теоретичний аналіз доступних даних та результати власних досліджень дозволяють зробити наступні висновки:

1) Встановлено, що ідіопатичний сколіоз характеризується складними тривимірними змінами в нормальній анатомії хребта, включаючи деформації в аксіальній, корональній та сагітальній площинах.

2) На основі аналізу наукової літератури обґрунтовано, що дефекти постави знижують фізичну підготовленість дитини, що в свою чергу призводить до зниження контролю рівноваги тіла та слабшої реакції на раптову втрату рівноваги, впливає на координацію між сегментами тіла, анатомічну структуру хребта, симетрію тулуба та змінює нормальний характер ходи підтверджуючи застосування балансуєчих поверхонь.

3) Розроблено методику диференційованого підходу до побудови терапевтичних тренувань для дітей з ПС; структура заняття фізичної терапії складалась з трьох частин: підготовчої (однакової для обох груп), основної (включала симетричні вправи спрямовані на зміцнення м'язів усього тіла і вправи на балансуєчих поверхнях для основної групи) та заключної частини (однакової для обох груп).

4) Було оцінено ефективність застосування балансуєчих поверхонь у обох груп. Доведено, що ефективність занять основної групи була вищою, порівняно з контрольною групою: показник статичної силової витривалості м'язів спини зріс з  $26,38 \pm 2,52$  секунд до  $37,22 \pm 6,01$ ; показник статичної силової витривалості м'язів живота зріс з  $39,5 \pm 2,79$  секунд до  $50,14 \pm 4,03$ ; середній показник сколіометрії грудного відділу хребта зменшився з  $9,0 \pm 1,58$  до  $7,4 \pm 1,14$ , усі значення  $p < 0,05$ , що доводить достовірність показників.

5) Сформували рекомендації щодо впровадження балансуєчих поверхонь у систему реабілітації дітей шкільного віку з ідіопатичним сколіозом.

## ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Враховуючи результати, що отримано в дослідженні, клінічна ефективність апробованої програми обґрунтовує доцільність її впровадження у практику фізичних терапевтів для дітей з підлітковим ідіопатичним сколіозом. Запропонована модель занять відзначається гнучкістю у можливості використання різних балансуючих поверхонь, урізноманітненням традиційних програм реабілітації, адаптивністю до занять фізичної терапії, що дає можливість запровадженню її в умовах не тільки реабілітаційних центрів, а й у навчальних закладах та для використання в домашніх умовах.

Особливої уваги заслуговує момент індивідуалізації реабілітаційних втручань, залежно від початкової оцінки вихідного стану пацієнта та функціональних тестувань, адже від цього буде залежати спосіб виконання вправи. Диференціація навантажень пацієнта, залежить від фази реабілітації, рекомендується поступове збільшення навантаження, підвищуючи рівень складності виконання вправ, та кількість повторень або час затримки в певних положеннях.

Комплексний підхід застосування програм з використанням балансуючих поверхонь у поєднанні з традиційними методами фізичної терапії більш ефективний, ніж застосування цих методик окремо одна від одної. Запровадження вправ з візуальною самокорекцією власного тіла в просторі в подальшому можливе в поєднанні з динамічними вправами на балансірі BOSU або будь-якій іншій нестабільній поверхні. Включення освітніх компонентів, щодо запам'ятовування та виконання програми у заняття допоможе позитивно вплинути на рівень мотивації дитини та запобіганню регресу функціонального стану організму.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Peng Y, Wang SR, Qiu GX, Zhang JG, Zhuang QY. Research progress on the etiology and pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis. *Chin Med J (Engl)*. 2020 Feb 20;133(4):483-493. doi: 10.1097/CM9.0000000000000652. PMID: 31972723; PMCID: PMC7046244.
2. Maqsood A, Frome DK, Gibly RF, Larson JE, Patel NM, Sarwark JF. IS (Idiopathic Scoliosis) etiology: Multifactorial genetic research continues. A systematic review 1950 to 2017. *J Orthop*. 2020 Aug 13;21:421-426. doi: 10.1016/j.jor.2020.08.005. PMID: 32943828; PMCID: PMC7479311.
3. Li M, Nie Q, Liu J, Jiang Z. Prevalence of scoliosis in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Front Pediatr*. 2024 Jul 23;12:1399049. doi: 10.3389/fped.2024.1399049. PMID: 39108696; PMCID: PMC11300313.
4. Li SJ, Yue Q, Liu QJ, Liang YH, Zhou TT, Li XS, Feng TY, Zhang T. Research on the Correlation between Balance Function and Core Muscles in Patients With Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Neurospine*. 2025 Mar;22(1):264-275. doi: 10.14245/ns.2448938.469. Epub 2025 Mar 31. PMID: 40211532; PMCID: PMC12010844.
5. Weng H, Li Q. Effect of Core Stability Training on Correction and Surface Electronic Signals of Paravertebral in Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Biomed Res Int*. 2022 Aug 31;2022:1819606. doi: 10.1155/2022/1819606. Retraction in: *Biomed Res Int*. 2023 Oct 4;2023:9841310. doi: 10.1155/2023/9841310. PMID: 36093397; PMCID: PMC9452997.
6. Kłapeć W, Możdżeń A, Jaśkowska J, Szymonek P. The science of posture: how the spine shapes health and mobility. *Wiad Lek*. 2025;78(3):609-614. doi: 10.36740/WLek/202582. PMID: 40219890.

7. DeSai C, Jozsa F, Agarwal A. Neuroanatomy, Spine. 2025 May 4. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2026 Jan–. PMID: 30252389.
8. Waxenbaum JA, Reddy V, Williams C, Futterman B. Anatomy, Back, Lumbar Vertebrae. 2026 Jan 31. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2026 Jan–. PMID: 29083618.
9. Munakomi S, Cruz R. Lumbar Spinal Stenosis. 2024 Jan 30. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2026 Jan–. PMID: 30285388.
10. Waxenbaum JA, Reddy V, Margetis K. Anatomy, Back, Thoracic Vertebrae. 2026 Jan 31. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2026 Jan–. PMID: 29083651.
11. Duval-Beaupère, G., C. Schmidt, and P. H. Cosson. "A barycentremetric study of the sagittal shape of spine and pelvis: the conditions required for an economic standing position." *Annals of biomedical engineering* 20.4 (1992): 451-462.
12. Le Huec JC, Thompson W, Mohsinaly Y, Barrey C, Faundez A. Sagittal balance of the spine. *Eur Spine J.* 2019 Sep;28(9):1889-1905. doi: 10.1007/s00586-019-06083-1. Epub 2019 Jul 22. Erratum in: *Eur Spine J.* 2019 Nov;28(11):2631. doi: 10.1007/s00586-019-06128-5. PMID: 31332569.
13. Rhijn LW, Jansen EJ, Plasmans CM, Veraat BE. Curve characteristics in monozygotic twins with adolescent AIS: 3 new twin pairs and a review of the literature. *Acta Orthopaedica Scandinavica.* 2001;72(6):621-625.
14. Familial (idiopathic) scoliosis. A family survey. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume.* 1968;50(1):24-30.
15. Simony A, Carreon LY, H Jmark K, Kyvik KO, Andersen MØ. Concordance Rates of Adolescent Idiopathic Scoliosis in a Danish Twin

- Population. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016 Oct 1;41(19):1503-1507. doi: 10.1097/BRS.0000000000001681. PMID: 27163371.
16. Nowak R, Kwiecien M, Tkacz M, Mazurek U. Transforming growth factor-beta (TGF-  $\beta$ ) signaling in paravertebral muscles in juvenile and adolescent idiopathic scoliosis. *Biomed Res Int*. 2014;2014:594287. doi: 10.1155/2014/594287. Epub 2014 Sep 15. PMID: 25313366; PMCID: PMC4181945.
17. Sharma S, Gao X, Londono D, Devroy SE, Mauldin KN, Frankel JT, Brandon JM, Zhang D, Li QZ, Dobbs MB, Gurnett CA, Grant SF, Hakonarson H, Dormans JP, Herring JA, Gordon D, Wise CA. Genome-wide association studies of adolescent idiopathic scoliosis suggest candidate susceptibility genes. *Hum Mol Genet*. 2011 Apr 1;20(7):1456-66. doi: 10.1093/hmg/ddq571. Epub 2011 Jan 7. PMID: 21216876; PMCID: PMC3049353.
18. Kou I, Takahashi Y, Johnson TA, Takahashi A, Guo L, Dai J, Qiu X, Sharma S, Takimoto A, Ogura Y, Jiang H, Yan H, Kono K, Kawakami N, Uno K, Ito M, Minami S, Yanagida H, Taneichi H, Hosono N, Tsuji T, Suzuki T, Sudo H, Kotani T, Yonezawa I, Londono D, Gordon D, Herring JA, Watanabe K, Chiba K, Kamatani N, Jiang Q, Hiraki Y, Kubo M, Toyama Y, Tsunoda T, Wise CA, Qiu Y, Shukunami C, Matsumoto M, Ikegawa S. Genetic variants in GPR126 are associated with adolescent idiopathic scoliosis. *Nat Genet*. 2013 Jun;45(6):676-9. doi: 10.1038/ng.2639. Epub 2013 May 12. PMID: 23666238.
19. Miller NH, Justice CM, Marosy B, Doheny KF, Pugh E, Zhang J, Dietz HC 3rd, Wilson AF. Identification of candidate regions for familial idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005 May 15;30(10):1181-7. doi: 10.1097/01.brs.0000162282.46160.0a. PMID: 15897833.
20. Ogilvie J. Adolescent idiopathic scoliosis and genetic testing. *Curr Opin Pediatr*.

21. Altaf F, Gibson A, Dannawi Z, Noordeen H. Adolescent idiopathic scoliosis. *BMJ*. 2013 Apr 30;346:f2508. doi: 10.1136/bmj.f2508. PMID: 23633006.
22. de Assis SJC, Sanchis GJB, de Souza CG, Roncalli AG. Influence of physical activity and postural habits in schoolchildren with scoliosis. *Arch Public Health*. 2021 Apr 29;79(1):63. doi: 10.1186/s13690-021-00584-6. PMID: 33926556; PMCID: PMC8086061.
23. Jen JC, Chan WM, Bosley TM, Wan J, Carr JR, Rüb U, Shattuck D, Salamon G, Kudo LC, Ou J, Lin DD, Salih MA, Kansu T, Al Dhalaan H, Al Zayed Z, MacDonald DB, Stigsby B, Plaitakis A, Dretakis EK, Gottlob I, Pieh C, Traboulsi EI, Wang Q, Wang L, Andrews C, Yamada K, Demer JL, Karim S, Alger JR, Geschwind DH, Deller T, Sicotte NL, Nelson SF, Baloh RW, Engle EC. Mutations in a human ROBO gene disrupt hindbrain axon pathway crossing and morphogenesis. *Science*. 2004 Jun 4;304(5676):1509-13. doi: 10.1126/science.1096437. Epub 2004 Apr 22. PMID: 15105459; PMCID: PMC1618874.
24. Tanabe H, Aota Y, Yamaguchi Y, Kaneko K, Imai S, Takahashi M, Taguri M, Saito T. Minodronate treatment improves low bone mass and reduces progressive thoracic scoliosis in a mouse model of adolescent idiopathic scoliosis. *PLoS One*. 2018 Aug 23;13(8):e0202165. doi: 10.1371/journal.pone.0202165. PMID: 30138335; PMCID: PMC6107151.
25. Zhang C, Wang Y, Yu J, Jin F, Zhang Y, Zhao Y, Fu Y, Zhang K, Wang J, Dai L, Gao M, Li Z, Wang L, Li X, Wang H. Analysis of sagittal curvature and its influencing factors in adolescent idiopathic scoliosis. *Medicine (Baltimore)*. 2021 Jun 11;100(23):e26274. doi: 10.1097/MD.00000000000026274. PMID: 34115026; PMCID: PMC8202640.
26. Miller NH, Justice CM, Marosy B, Doheny KF, Pugh E, Zhang J, Dietz HC 3rd, Wilson AF. Identification of candidate regions for familial idiopathic scoliosis.

- Spine (Phila Pa 1976). 2005 May 15;30(10):1181-7. doi: 10.1097/01.brs.0000162282.46160.0a. PMID: 15897833.
27. Ogilvie J. Adolescent idiopathic scoliosis and genetic testing. *Curr Opin Pediatr*. 2010 Feb;22(1):67-70. doi: 10.1097/MOP.0b013e32833419ac. PMID: 19949338.
  28. Ahl T, Albertsson-Wikland K, Kalén R. Twenty-four-hour growth hormone profiles in pubertal girls with idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1988 Feb;13(2):139-42. doi: 10.1097/00007632-198802000-00001. PMID: 3406831.
  29. Pasha S, de Reuver S, Homans JF, Castelein RM. Sagittal curvature of the spine as a predictor of the pediatric spinal deformity development. *Spine Deform*. 2021 Jul;9(4):923-932. doi: 10.1007/s43390-020-00279-y. Epub 2021 Jan 15. PMID: 33449344.
  30. Ames CP, Smith JS, Scheer JK, Bess S, Bederman SS, Deviren V, Lafage V, Schwab F, Shaffrey CI. Impact of spinopelvic alignment on decision making in deformity surgery in adults: A review. *J Neurosurg Spine*. 2012 Jun;16(6):547-64. doi: 10.3171/2012.2.SPINE11320. Epub 2012 Mar 23. PMID: 22443546.
  31. Physical activity. Geneva: World Health Organization; 2020 Jun 26.
  32. Safety of human growth hormone therapy: Current topics. *The Journal of Pediatrics*. 1996 May;128(5 Suppl):S8-S13.
  33. Fan Y, Ren Q, To MKT, Cheung JPY. Effectiveness of scoliosis-specific exercises for alleviating adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord*. 2020 Jul 27;21(1):495. doi: 10.1186/s12891-020-03517-6. PMID: 32718339; PMCID: PMC7385878.
  34. Schreiber S, Parent EC, Hill DL, Hedden DM, Moreau MJ, Southon SC. Patients with adolescent idiopathic scoliosis perceive positive improvements regardless of change in the Cobb angle - Results from a randomized controlled trial comparing a 6-month Schroth intervention added to standard care and standard care alone. SOSORT 2018 Award winner. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019 Jul 8;20(1):319. doi: 10.1186/s12891-019-2695-9. PMID: 31286903; PMCID: PMC6615154.

35. Dimitrijević V, Šćepanović T, Jevtić N, Rašković B, Milankov V, Milosević Z, Ninković SS, Chockalingam N, Obradović B, Drid P. Application of the Schroth Method in the Treatment of Idiopathic Scoliosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Dec 13;19(24):16730. doi: 10.3390/ijerph192416730. PMID: 36554613; PMCID: PMC9779560.
36. Negrini S, Fusco C, Minozzi S, Atanasio S, Zaina F, Romano M. Exercises reduce the progression rate of adolescent idiopathic scoliosis: results of a comprehensive systematic review of the literature. *Disabil Rehabil*. 2008;30(10):772-85. doi: 10.1080/09638280801889568. PMID: 18432435.
37. Berdishevsky H, Lebel VA, Bettany-Saltikov J, Rigo M, Lebel A, Hennes A, Romano M, Białek M, M'hango A, Betts T, de Mauroy JC, Durmala J. Physiotherapy scoliosis-specific exercises - a comprehensive review of seven major schools. *Scoliosis Spinal Disord*. 2016 Aug 4;11:20. doi: 10.1186/s13013-016-0076-9. PMID: 27525315; PMCID: PMC4973373.
38. Wang Z, Zhu W, Li G, Guo X. Comparative efficacy of six types of scoliosis-specific exercises on adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review and network meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2024 Dec 26;25(1):1070. doi: 10.1186/s12891-024-08223-1. PMID: 39725973; PMCID: PMC11670383.
39. Białek M. Mild angle early onset idiopathic scoliosis children avoid progression under FITS method (Functional Individual Therapy of Scoliosis). *Medicine (Baltimore)*. 2015 May;94(20):e863. doi: 10.1097/MD.0000000000000863. PMID: 25997065; PMCID: PMC4602882.
40. Wang D, Tsang R, Li Q, Chen F, Vasanthi RK, Purushothaman VK, Wang S. Task-specific compensatory joint control strategies in adolescent idiopathic scoliosis during dynamic balance tasks. *Sci Rep*. 2026 Mar 19;16(1):14217. doi: 10.1038/s41598-026-42234-3. PMID: 41857081; PMCID: PMC13139605.

41. Заневський І., Боднарчук О., Заневська Л. Показники асиметрії тіла у зв'язку з профілактикою сколіозу // Назва журналу. 2023. № 2. С. 179–186.
42. Wong YH, Cheung MC, Lei QE, Yip J. Evaluating the Effectiveness of sEMG Biofeedback for Posture Training and Scoliosis Management. *Biomed Res Int.* 2026;2026(1):e6391772. doi: 10.1155/bmri/6391772. PMID: 42037547; PMCID: PMC13112186.
43. Karatieieva SY, Slobodian OM, Honchar HI, Nazarevych VS, Slobodian KV, Korelianчук AV. ESTABLISHMENT OF TYPES OF THE CONSTITUTIONS IN STUDENTS-ATHLETES AND IN STUDENTS-MEDICISTS WITH THEIR FURTHER ANALYSIS. *Wiad Lek.* 2022;75(4 pt 2):955-958. doi: 10.36740/WLek202204206. PMID: 35633324.
44. Sitovskyi AM. Fizychna terapiia pry porushenni diialnosti oporno-rukhovoho aparatu: navchalnyi posibnyk [Physical therapy for disorders of the musculoskeletal system: a study guide]. Lutsk: Lesya Ukrainka Volyn National University; 2022. 183 p.
45. Основи діагностики, лікування та реабілітації вад розвитку опорнорухового апарату в дітей / О. В. Бебешко та ін.; за ред. А. Ф. Левицького, І. М. Бензар. Київ: Укрмедкнига, 2019. 220 с. URI: <http://ir.librarynmu.com/handle/123456789/3322>
46. Fahim T, Virsanikar S, Mangharamani D, Khan SN, Mhase S, Umate L. Physiotherapy interventions for preventing spinal curve progression in adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review. *Cureus.* 2022 Oct 14;14(10):e30314. doi: 10.7759/cureus.30314.
47. Betz JW, Lightstone DF, Oakley PA, Haas JW, Moustafa IM, Harrison DE. Reliability of the biomechanical assessment of the sagittal lumbar spine and pelvis on radiographs used in clinical practice: a systematic review of the

- literature. *J Clin Med.* 2024 Aug 9;13(16):4650. doi: 10.3390/jcm13164650.
48. Del Prete CM, Tarantino D, Viva MG, Murgia M, Vergati D, Barassi G, Sparvieri E, Di Stanislao E, Perpetuini D, Russo EF, Filoni S, Pellegrino R. Spinal Orthosis in Adolescent Idiopathic Scoliosis: An Overview of the Braces Provided by the National Health Service in Italy. *Medicina (Kaunas).* 2023 Dec 19;60(1):3. doi: 10.3390/medicina60010003. PMID: 38276037; PMCID: PMC10818494.
49. Betz JW, Lightstone DF, Oakley PA, Haas JW, Moustafa IM, Harrison DE. Reliability of the Biomechanical Assessment of the Sagittal Lumbar Spine and Pelvis on Radiographs Used in Clinical Practice: A Systematic Review of the Literature. *J Clin Med.* 2024 Aug 8;13(16):4650. doi: 10.3390/jcm13164650. PMID: 39200793; PMCID: PMC11355792.
50. Методи обстеження в фізичній терапії, ерготерапії : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Фізична терапія, ерготерапія» спеціальності 227 «Фізична терапія, ерготерапія». Цанько І. І., Антонова-Рафі Ю. В., Куріло С. М., Данько Д. І. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 162 с.
51. Romano M, Negrini A, Parzini S, Tavernaro M, Zaina F, Donzelli S, Negrini S. SEAS (Scientific Exercises Approach to Scoliosis): a modern and effective evidence based approach to physiotherapeutic specific scoliosis exercises. *Scoliosis.* 2015 Feb 5;10:3. doi: 10.1186/s13013-014-0027-2. PMID: 25729406; PMCID: PMC4344739.
52. Seleviciene V, Cesnaviciute A, Strukcinskiene B, Marcinowicz L, Strazdiene N, Genowska A. Physiotherapeutic Scoliosis-Specific Exercise Methodologies Used for Conservative Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis, and Their Effectiveness: An Extended Literature Review of Current Research and Practice. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Jul 28;19(15):9240. doi: 10.3390/ijerph19159240. PMID: 35954620; PMCID: PMC9368145.

53. Oba H, Watanabe K, Asada T, et al. Effects of Physiotherapeutic Scoliosis Specific Exercise for Adolescent Idiopathic Scoliosis Cobb Angle: A Systematic Review. *Spine Surg Relat Res.* 2024;9(2):120-129. doi:10.22603/ssrr.2024- 0191.
54. Marchese R, Du Plessis J, Pooke T, McAviney J. The Improvement of Trunk Muscle Endurance in Adolescents with Idiopathic Scoliosis Treated with ScoliBrace® and the ScoliBalance® Exercise Approach. *J Clin Med.* 2024 Jan 23;13(3):653. doi: 10.3390/jcm13030653. PMID: 38337346; PMCID: PMC10856658.
55. Qi K, Fu H, Yang Z, Bao L, Shao Y. Effects of Core Stabilization Training on the Cobb Angle and Pulmonary Function in Adolescent Patients with Idiopathic Scoliosis. *J Environ Public Health.* 2022 Jul 31;2022:4263393. doi: 10.1155/2022/4263393. Retraction in: *J Environ Public Health.* 2023 Oct 11;2023:9873431. doi: 10.1155/2023/9873431. PMID: 35958375; PMCID: PMC9357678.
56. Liu X, Wang Y, Liu M, Zhang Y, Wu Q, Wang Q. The efficacy of core stabilization exercise in mild and moderate adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review and meta-analysis. *J Orthop Surg Res.* 2025 Feb 28;20(1):214. doi: 10.1186/s13018-025-05612-7. PMID: 40016756; PMCID: PMC11869405.
57. d'Astorg H, Bourret S, Ramos-Pascual S, Szadkowski M, Le Huec JC. Comparison of Cobb angle measurements for scoliosis assessment using different imaging modalities: a systematic review. *EFORT Open Rev.* 2023 Jun 8;8(6):489-498. doi: 10.1530/EOR-23-0032. PMID: 37289072; PMCID: PMC10300834.
58. Bunnell WP. An objective criterion for scoliosis screening. *J Bone Joint Surg Am.* 1984 Dec;66(9):1381-7. PMID: 6501335.
59. Ezhova O, Tymruk-Skoropad K, Tsizh L, Sytnyk O. *Terapevtychni vpravy: navch. posib. z dop. realnistiu [Therapeutic exercises: a textbook with augmented reality].* Zhytomyr: PP «Yevro-Volyn»; 2021. 150 p.

60. Myronenko S, Shaparenko I. Fizychna reabilitatsiia pry defektakh postavy ta deiakykh deformatsiiaxh oporno-rukhovoho aparatu: navchalnyi posibnyk [Physical rehabilitation for posture defects and certain musculoskeletal deformities: a textbook]. Poltava; 2022. 103 p.