

Національний університет фізичного виховання і спорту України
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

АНТОНОВА ГАННА ПАВЛІВНА

УДК 796.012.799.311.2(043.3)

ДИСЕРТАЦІЯ
КОРЕКЦІЯ ПОРУШЕНЬ ОПОРНО - РУХОВОГО АПАРАТУ
СПОРТСМЕНІВ В АКРОБАТИЦІ НА ПЛОНІ ЗАСОБАМИ ФІЗИЧНОЇ
ТЕРАПІЇ

227 Фізична терапія, ерготерапія

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ Г. П. Антонова

Науковий керівник: Жарова Ірина Олександрівна, доктор наук з фізичного виховання та спорту, професор

Київ – 2026

АНОТАЦІЯ

Антонова Г. П. Корекція порушень опорно-рухового апарату спортсменів в акробатиці на пілоні засобами фізичної терапії. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 227 Фізична терапія, ерготерапія. – Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, 2026.

Мета дослідження – науково-методично обґрунтувати та розробити комплексну програму фізичної терапії, спрямовану на корекцію порушень опорно-рухового апарату у спортсменок, які займаються акробатикою на пілоні.

Для досягнення мети було проведено багатоетапне дослідження на базі Науково-дослідного інституту НУФВСУ. На першому етапі відбулося широке онлайн-анкетування ($n = 108$) для вивчення епідеміології травматизму. На другому етапі для поглибленого інструментального обстеження та впровадження програми було сформовано основну групу з 20 спортсменок (середній вік $33,5 \pm 10,5$ років, досвід занять $6,7 \pm 4,9$ років). Усі учасниці вказали праву руку як домінуючу, що дозволило уніфікувати аналіз міжбокових відмінностей.

Методологія дослідження базувалася на стратегії триангуляції, що передбачала комплексний аналіз із використанням п'яти взаємодоповнюючих методів для отримання багатошарової картини стану спортсменок. Вихідне анкетування основної групи ($n = 20$) підтвердило статистично значуще переважання частоти випадків асиметричності тренувань ($\chi^2 = 12,8$; $df = 1$; $p < 0,01$) та значних труднощів з координацією на недомінуючій стороні ($\chi^2 = 5,0$; $df = 1$; $p = 0,03$): про це повідомило 90 % і 75 % учасниць відповідно. Діагностичний процес розпочинався з візуальної оцінки за допомогою фотограмметрії (система APECS), що дозволило кількісно оцінити постуральні порушення. Наступним кроком було дослідження внутрішньої

структури тіла за допомогою біоімпедансного аналізу (аналізатор Tanita BC-418) для виявлення "прихованої" структурної асиметрії. Після цього оцінювалася функціональна сила за допомогою динамометрії (система Dr. Wolff «Back-Check» 607) у чотирьох специфічних тестових позиціях. Для розуміння нейрофізіологічних механізмів застосовувалася поверхнева електроміографія (sEMG) (комплекс M-TESTONE 8) для аналізу стратегій нейром'язової активації 12 парних м'язів-стабілізаторів. Завершальним етапом діагностики була стимуляційна електроміографія (StEMG) (міограф M-TEST). Загалом було отримано понад 500 показників, з яких за допомогою статистичного аналізу відібрали найбільш інформативні.

Результати дослідження дозволили виявити складну та контрінтуїтивну картину, що знайшла відображення у двох ключових феноменах.

По-перше, було сформульовано «парадокс сили»: всупереч асиметричності навантажень (де 90 % спортсменок тренують елементи на домінують сторону), аналіз даних динамометрії у 100 % тестів виявив статистично значущої різниці в силових показниках між правою та лівою сторонами тіла ($p > 0,05$). Це свідчить про наявність потужних компенсаторних механізмів, де організм досягає симетричного результату ціною перевантаження ресурсів.

По-друге, для пояснення цього парадоксу було розкрито «приховану асиметрію» на різних фізіологічних рівнях.

На нейром'язовому рівні дані sEMG зафіксували статистично значущу гіперактивацію ($p < 0,01$) ключових м'язів-стабілізаторів на домінують стороні, що зберігалася навіть у стані спокою. Зокрема, для найширшого м'яза спини (*m. Latissimus Dorsi*), максимальна та середня амплітуда у стані спокою були вищими на домінують стороні у 100 % випадків ($Z = 4,13$; $p < 0,01$). Аналогічна картина спостерігалася для великого грудного м'яза (*m. Pectoralis Major*), де максимальна амплітуда у 90 % випадків була вищою справа ($Z = 3,21$; $p < 0,01$). Цей патерн гіпертонусу поширювався і на інші м'язи: для трапецієподібного м'яза (*m. Trapezius*) амплітуда у спокої була

вищою у 80 % випадків ($Z = 2,07$; $p = 0,04$), а для м'яза-випрямляча хребта (*m. Erector Spinae Longissimus*) – у 93 % випадків ($Z = 3,40$; $p < 0,01$).

На рівні нервової системи дані StEMG підтвердили асиметрію, виявивши статистично значущо вищу швидкість нервової провідності домінантної руки. Зокрема, латентний час реакції при стимуляції ліктювого згину був коротшим на домінантній (правій) стороні: лише у 25 % випадків латентність лівої сторони була меншою за праву ($Z = 2,01$; $p = 0,04$). Водночас, при стимуляції нервів у ділянці зап'ястя статистично значущих відмінностей між сторонами виявлено не було ($p > 0,05$ за всіма показниками, наприклад, для латентного часу реакції $p = 0,50$, для амплітуди сигналу $p = 0,82$).

На структурному рівні біоімпедансний аналіз показав статистично значущі відмінності в електричному опорі тканин рук ($p = 0,01$), де у 80 % випадків показники однієї сторони відрізнялися від іншої, та асиметричний розподіл жирової маси в ногах ($p = 0,04$ для відсоткового вмісту жиру, та $p < 0,01$ для вмісту жиру в кг). Це відбувалося при статистично симетричній м'язовій масі (FFM), що підтверджується відсутністю статистично значущих відмінностей ані для рук ($p = 0,18$), ані для ніг ($p = 0,61$).

На постуральному рівні фотограмметрія об'єктивно підтвердила наявність вираженої асиметрії тулуба (наприклад, індекс фронтального вирівнювання FAI сягав 22 %, а середній індекс асиметрії тулуба ATSI становив 15,35 %), що є макроскопічним проявом хронічної асиметричної м'язової активації.

Практична значущість отриманих результатів полягає у розробці 50-пунктного опитувальника тайого скороченої версії, як високонадійного інструменту діагностики функціонального стану, валідність якого підтверджена сильними кореляційними зв'язками ($|r| = 0,60-0,88$; $p < 0,05$) з отриманими об'єктивними інструментальними показниками спортсменок. Так, наприклад, кореляційний аналіз виявив стійкі та сильні зв'язки між суб'єктивним відчуттям різної висоти плечей та даними фотограмметрії

(HDI-S), між відчуттям «оніміння» (питання №20) та даними sEMG найширшого м'яза спини. Це доводить, що суб'єктивні відчуття спортсменок достовірно відображають об'єктивні фізіологічні зміни, що робить анкету надійним та економічно ефективним інструментом для тренерів та фізичних терапевтів.

Синтез отриманих емпіричних даних став основою для формулювання головного теоретичного внеску роботи – «Моделі нейропластичної спеціалізації». Ця модель пояснює адаптаційні механізми, що відбуваються в центральній нервовій системі (ЦНС) у відповідь на довготривалі асиметричні навантаження. Згідно з моделлю, ЦНС через механізми нейропластичності розвиває не одну універсальну, а дві різні, високоспеціалізовані моторні програми для кожної з кінцівок, оптимізуючи їх для виконання різних завдань.

Перша програма, для домінантної кінцівки, визначається як «швидкість та потужність». Вона характеризується максимально швидкою реакцією, що підтверджується вищою швидкістю нервової провідності (за результатами StEMG, $p = 0,04$) та масивною, високочастотною активацією м'язів (за даними sEMG, $p < 0,01$). Ця стратегія оптимальна для виконання вибухових рухів, проте є енергетично затратною та створює ризик перевантаження.

Друга програма, для недомінантної кінцівки, отримала назву «контроль та стабільність». Вона оптимізована для виконання стабілізуючих рухів і характеризується відносно повільнішою нервовою провідністю. На перший погляд, це контрінтуїтивно, але виявлена сильна позитивна кореляція ($r = 0,67$) між довшим латентним часом реакції (при стимуляції лівого ліктьового згину) та вищим силовим показником (лівої руки у пробі 3). Це може бути адаптацією, що дозволяє ЦНС більше часу на обробку пропріоцептивної інформації та точніше рекрутування рухових одиниць, що ідеально підходить для стабілізації. Ця модель пояснює «парадокс сили», дає обґрунтування скаргам 75 % спортсменок на погану координацію на недомінантну сторону та визначає специфічні ризики травм для кожної кінцівки.

На основі виявлених порушень та положень «Моделі нейропластичної спеціалізації» було розроблено комплексну 8-тижневу програму фізичної терапії. Програма була інтегрована у тренувальний процес спортсменок і побудована за гнучким модульним принципом, маючи двофазову структуру (підготовчо-адаптаційний етап на 2 тижні та корекційно-розвиваючий етап на 6 тижнів). Втручання включало шість основних тематичних блоків: 1) корекція асиметрії; 2) стабілізація кору; 3) зміцнення плечового поясу; 4) розвиток м'язів нижніх кінцівок; 5) пропріоцепція та рівновага; 6) міофасціальний реліз.

Ключовою метою програми було не вирівнювання сили, а «перехресне навчання» нервової системи. Це означало навчити домінантну кінцівку кращому моторному контролю, а недомінантну – швидшій та потужнішій активації. Центральним елементом програми стало додавання на другому етапі спеціалізованого блоку, який полягав у цілеспрямованому виконанні базових акробатичних елементів («Бочка», «Шолдер», «Стійка біля пілону») на недомінантну сторону, корегуючи таким чином дезадаптивні компенсаторні стратегії.

Ефективність розробленої програми було оцінено після 8-тижневого курсу. Статистичний аналіз зафіксував статистично значуще збільшення частоти випадків покращення за 33 з 50 показників ($\chi^2 = 5,12$; $df = 1$; $p = 0,02$) спеціалізованої анкети. У стабільності плечового поясу кількість спортсменок, що відчували «просідання» однієї руки, статистично значуще знизилася з 70 % (14 спортсменок) до 15 % (3 спортсменки) (Мак-Немара $\chi^2 = 9,09$; $df = 1$; $p < 0,01$); у моторному контролі відсоток скарг на швидку втомлюваність однієї руки статистично значуще зменшився з 60 % до 20 % (Мак-Немара $\chi^2 = 6,13$; $df = 1$; $p = 0,01$); у сфері пропріоцепції кількість учасниць, що мали труднощі з балансом (на одній нозі із заплющеними очима), демонструвала тенденцію до скорочення з 40 % (8 осіб) до 20 % (4 особи) (Мак-Немара $\chi^2 = 2,3$; $df = 1$; $p = 0,13$). Розроблена програма може

бути легко інтегрована в тренувальний процес для реабілітації та профілактики травм.

Наукова новизна одержаних результатів

Вперше одержано:

1. Дані, що описують «парадокс сили» в акробатиці на пілоні – явище функціональної симетрії силових показників на тлі глибоких нейром'язових та структурних дисбалансів.

2. Докази феномену «прихованої асиметрії», який полягає у наявності статистично значущих відмінностей у фізіологічних властивостях тканин при симетричній м'язовій масі, зокрема, асиметрія в електричному опорі тканин рук та значуща гіперактивація ключових м'язів-стабілізаторів на домінантній стороні.

3. Теоретичну «Модель нейропластичної спеціалізації», суть якої полягає у визначенні та поясненні сформованих у спортсменок моторних програм: «швидкість та потужність», в основі якої лежить підвищення швидкості нервової провідності (для домінантної кінцівки); «контроль та стабільність» в основі якої лежить довший латентний час реакції, що корелює з вищою силою (для недомінантної кінцівки).

4. На основі розробленої «Моделі нейропластичної спеціалізації» науково обґрунтовано, розроблено за принципами МКФ в рамках етапного підходу та апробовано програму фізичної терапії, спрямовану на зміщення фокусу з традиційного вирівнювання сили на цілеспрямоване «перехресне навчання» нервової системи (домінантної кінцівки кращому моторному контролю, недомінантної – швидшій та потужнішій активації), з метою відновлення функціональної ефективності всього кінетичного ланцюга та корекції дезадаптивних компенсаторних стратегій;

5. Визначено високу ефективність розробленої програми, що підтверджено статистично значущим покращенням основних показників функціонального стану: нестабільність плечового поясу, нейром'язова втома та координаційні труднощі.

6. Розроблено 50-пунктний опитувальник, як надійний інструмент діагностики функціонального стану акробатів на пілоні, валідність якого підтверджена через проведення кореляційного аналізу (за методом Спірмена) між суб'єктивними відповідями спортсменок на пункти анкети та об'єктивними показниками, отриманими за допомогою інструментальних методик.

Удосконалено:

1. Підходи до діагностики функціонального стану в видах спорту, що характеризуються асиметричними навантаженнями. Доведено, що стандартні методи (зокрема, динамометрія) є недостатніми, оскільки вони маскують «парадокс сили». Обґрунтовано необхідність застосування методологічної триангуляції (sEMG, StEMG, біоімпеданс, фотограмметрія) для виявлення «прихованих» нейрофізіологічних дисбалансів.

Дістало подальшого розвитку:

1. Наукове уявлення про механізми адаптації в видах спортивної діяльності, що характеризуються асиметричними навантаженнями. На відміну від існуючих моделей, що фокусуються на дефіциті сили, дане дослідження доводить, що ключовим фактором ризику є неефективність компенсаторних стратегій та різниця у якості нейром'язового контролю між кінцівками.

2. Розуміння патомеханічних патернів, зокрема, концепцію «Верхнього перехресного синдрому» (ВПС) В. Янди. Встановлено, що у спортсменок АнП спостерігаються його окремі асиметричні ознаки (гіпертонус *m. Pectoralis Major* та *m. Trapezius* на домінуючій стороні), що вказує на специфічну, а не класичну картину ВПС.

Ключові слова: акробатика на пілоні, фізична терапія, опорно-руховий апарат, м'язова асиметрія, реабілітація, спортивна травма, жінки, програма, постава, зрілий вік, біль.

SUMMARY

Antonova H. P. Correction of Musculoskeletal Disorders in Pole Acrobatics Athletes by Means of Physical Therapy. – Qualifying Scientific Paper as a Manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 227 Physical Therapy and Ergotherapy. – National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Kyiv, 2026.

The purpose of the study is to scientifically and methodologically justify and develop a comprehensive physical therapy program aimed at correcting musculoskeletal disorders in female pole acrobats.

To achieve this goal, a multi-stage study was conducted at the Research Institute of the National University of Ukraine on Physical Education and Sport. At the first stage, an extensive online survey ($n = 108$) was conducted to study injury epidemiology. At the second stage, a core group of 20 female athletes (mean age 33.5 ± 10.5 years, training experience 6.7 ± 4.9 years) was formed for in-depth instrumental examination and program implementation. All participants identified the right hand as dominant, which allowed for a unified analysis of inter-lateral differences.

The research methodology was based on a triangulation strategy, involving a comprehensive analysis using five complementary methods to obtain a multi-layered picture of the athletes' condition. The baseline survey of the core group ($n = 20$) confirmed a statistically significant prevalence of asymmetric training frequency ($\chi^2 = 12.8$; $df = 1$; $p < 0.01$) and significant difficulties with coordination on the non-dominant side ($\chi^2 = 5.0$; $df = 1$; $p = 0.03$): these were reported by 90 % and 75 % of participants, respectively.

The diagnostic process began with a visual assessment using photogrammetry (APECS system), which allowed for a quantitative evaluation of postural disorders. The next step was the study of the body's internal structure using bioimpedance analysis (Tanita BC-418 analyzer) to detect "hidden"

structural asymmetry. After this, functional strength was assessed using dynamometry (Dr. Wolff "Back-Check" 607 system) in four specific test positions. To understand neurophysiological mechanisms, surface electromyography (sEMG) (M-TESTONE 8 complex) was applied to analyze neuromuscular activation strategies of 12 paired stabilizer muscles. The final stage of the diagnosis was stimulation electromyography (StEMG) (M-TEST myograph); in total, over 500 indicators were obtained, from which the most informative were selected using statistical analysis.

The results of the study revealed a complex and counterintuitive picture reflected in two key phenomena.

First, the "power paradox" was formulated: contrary to the asymmetry of loads (where 90 % of athletes train elements on the dominant side), the analysis of dynamometry data in 100 % of tests revealed no statistically significant difference in strength indicators between the right and left sides of the body ($p > 0.05$). This indicates the presence of powerful compensatory mechanisms where the body achieves a symmetrical result at the cost of resource overexertion.

Second, to explain this paradox, "hidden asymmetry" was revealed at various physiological levels.

At the neuromuscular level, sEMG data recorded statistically significant hyperactivation ($p < 0.01$) of key stabilizer muscles on the dominant side, which persisted even at rest. Specifically, for the m. Latissimus Dorsi, the maximum and mean resting amplitudes were higher on the dominant side in 100 % of cases ($Z = 4.13$; $p < 0.01$). A similar pattern was observed for the m. Pectoralis Major, where the maximum amplitude in 90 % of cases was higher on the right ($Z = 3.21$; $p < 0.01$). This hypertonus pattern extended to other muscles: for the m. Trapezius, resting amplitude was higher in 80 % of cases ($Z = 2.07$; $p = 0.04$), and for the m. Erector Spinae Longissimus – in 93 % of cases ($Z = 3.40$; $p < 0.01$).

At the nervous system level, StEMG data confirmed asymmetry, revealing a statistically significant higher nerve conduction velocity in the dominant arm. Specifically, the latent reaction time during elbow crease stimulation was shorter

on the dominant (right) side: in only 25 % of cases was the latency of the left side less than the right ($Z = 2.01$; $p = 0.04$). At the same time, when stimulating nerves in the wrist area, no statistically significant differences between sides were found ($p > 0.05$ for all indicators, e.g., for latent reaction time $p = 0.50$, for signal amplitude $p = 0.82$).

At the structural level, bioimpedance analysis showed statistically significant differences in the electrical resistance of arm tissues ($p = 0.01$), where in 80 % of cases the indicators of one side differed from the other, and an asymmetric distribution of fat mass in the legs ($p = 0.04$ for percentage fat content, and $p < 0.01$ for fat content in kg). This occurred alongside statistically symmetrical fat-free mass (FFM), confirmed by the absence of significant differences for either arms ($p = 0.18$) or legs ($p = 0.61$).

At the postural level, photogrammetry objectively confirmed the presence of pronounced trunk asymmetry (e.g., the frontal alignment index FAI reached 22 %, and the average trunk asymmetry index ATSI was 15.35 %), which is a macroscopic manifestation of chronic asymmetric muscle activation.

The practical significance of the results lies in the development of a 50-item questionnaire and its short version as a highly reliable functional status diagnostic tool, the validity of which is confirmed by strong correlations ($|r| = 0.60-0.88$; $p < 0.05$) with the obtained objective instrumental indicators. For example, correlation analysis revealed stable and strong links between the subjective sensation of different shoulder heights and photogrammetry data (HDI-S), and between the feeling of "numbness" (question No. 20) and sEMG data of the m. Latissimus Dorsi. This proves that athletes' subjective sensations reliably reflect objective physiological changes, making the questionnaire a reliable and cost-effective tool for coaches and physical therapists.

The synthesis of empirical data became the basis for formulating the main theoretical contribution of the work – the "Neuroplastic Specialization Model". This model explains the adaptive mechanisms occurring in the central nervous system (CNS) in response to long-term asymmetric loads. According to the model,

through neuroplasticity mechanisms, the CNS develops not one universal, but two different, highly specialized motor programs for each limb, optimizing them for different tasks.

The first program, for the dominant limb, is defined as "speed and power". It is characterized by maximum rapid reaction, confirmed by higher nerve conduction velocity (StEMG results, $p = 0.04$) and massive, high-frequency muscle activation (sEMG data, $p < 0.01$). This strategy is optimal for explosive movements but is energetically costly and creates a risk of overload.

The second program, for the non-dominant limb, is named "control and stability". It is optimized for stabilizing movements and characterized by relatively slower nerve conduction. At first glance, this is counterintuitive, but a strong positive correlation ($r = 0.67$) was found between a longer latent reaction time (during left elbow crease stimulation) and a higher strength indicator (of the left arm in test 3). This may be an adaptation that allows the CNS more time to process proprioceptive information and more accurately recruit motor units, which is ideal for stabilization. This model explains the "power paradox," justifies the complaints of 75 % of athletes about poor coordination on the non-dominant side, and determines specific injury risks for each limb.

Based on the identified disorders and the provisions of the "Neuroplastic Specialization Model," a comprehensive 8-week physical therapy program was developed. The program was integrated into the training process and built on a flexible modular principle with a two-phase structure (a 2-week preparatory-adaptive stage and a 6-week corrective-developmental stage). The intervention included six main thematic blocks: 1) asymmetry correction; 2) core stabilization; 3) strengthening of the shoulder girdle; 4) development of lower limb muscles; 5) proprioception and balance; 6) myofascial release.

The key goal of the program was not strength equalization, but the "cross-training" of the nervous system. This meant teaching the dominant limb better motor control, and the non-dominant limb – faster and more powerful activation. The central element of the program was the addition of a specialized block at the

second stage, consisting of the purposeful performance of basic acrobatic elements ("Barrel," "Shoulder," "Pole Stand") on the non-dominant side, thus correcting maladaptive compensatory strategies.

The effectiveness of the program was evaluated after the 8-week course. Statistical analysis recorded a statistically significant increase in the frequency of improvement in 33 out of 50 indicators ($\chi^2 = 5.12$; $df = 1$; $p = 0.02$) of the specialized questionnaire. In shoulder girdle stability, the number of athletes experiencing "sagging" of one arm significantly decreased from 70 % (14 athletes) to 15 % (3 athletes) (McNemar $\chi^2 = 9.09$; $df = 1$; $p < 0.01$) ; in motor control, the percentage of complaints about rapid fatigue of one arm significantly decreased from 60 % to 20 % (McNemar $\chi^2 = 6.13$; $df = 1$; $p = 0.01$) ; in the sphere of proprioception, the number of participants having difficulty with balance (on one leg with eyes closed) showed a tendency to decrease from 40 % (8 people) to 20 % (4 people) (McNemar $\chi^2 = 2.3$; $df = 1$; $p = 0.13$). The developed program can be easily integrated into the training process for rehabilitation and injury prevention.

Scientific Novelty of the Results

Obtained for the first time:

1. Data describing the "power paradox" in pole acrobatics — the phenomenon of functional symmetry in strength indicators against a background of deep neuromuscular and structural imbalances.
2. Evidence of the "hidden asymmetry" phenomenon, which consists of statistically significant differences in the physiological properties of tissues despite symmetrical muscle mass, particularly asymmetry in arm tissue electrical resistance and significant hyperactivation of key stabilizer muscles on the dominant side.
3. The theoretical "Neuroplastic Specialization Model," the essence of which lies in the identification and explanation of motor programs formed in athletes: "speed and power," based on increased nerve conduction velocity (for the dominant limb); "control and stability," based on a longer latent reaction time correlating with higher strength (for the non-dominant limb).

4. Based on the "Neuroplastic Specialization Model," a physical therapy program was scientifically substantiated, developed according to ICF principles within a staged approach, and tested, aimed at shifting the focus from traditional strength equalization to targeted "cross-training" of the nervous system (teaching the dominant limb better motor control, and the non-dominant limb — faster and more powerful activation) to restore the functional efficiency of the entire kinetic chain and correct maladaptive compensatory strategies.

5. The high efficiency of the developed program was determined, as confirmed by statistically significant improvements in key functional state indicators: shoulder girdle instability, neuromuscular fatigue, and coordination difficulties.

6. A 50-item questionnaire was developed as a reliable tool for diagnosing the functional state of pole acrobats, the validity of which was confirmed through correlation analysis (Spearman's method) between athletes' subjective responses and objective instrumental indicators.

Improved:

1. Approaches to diagnosing the functional state in sports characterized by asymmetric loads. It was proven that standard methods (specifically dynamometry) are insufficient, as they mask the "power paradox". The necessity of applying methodological triangulation (sEMG, StEMG, bioimpedance, photogrammetry) to identify "hidden" neurophysiological imbalances was justified.

Received further development:

1. Scientific understanding of adaptation mechanisms in sports characterized by asymmetric loads. Unlike existing models that focus on strength deficit, this study proves that the key risk factor is the inefficiency of compensatory strategies and the difference in the quality of neuromuscular control between limbs.

2. Understanding of pathomechanical patterns, particularly V. Janda's "Upper Crossed Syndrome" (UCS) concept. It was established that in pole

acrobats, separate asymmetric signs of it are observed (hypertonus of m. Pectoralis Major and m. Trapezius on the dominant side), indicating a specific rather than a classical UCS pattern.

Keywords: pole acrobatics, physical therapy, musculoskeletal system, muscle asymmetry, rehabilitation, sports injury, women, program, posture, mature age, pain.

Список публікацій здобувача за темою дисертації

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Жарова І., Антонова Г. Аналіз травматизму та розвитку порушень опорно-рухового апарату у спортсменок, які спеціалізуються в акробатиці на пілоні. *Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія*. 2023. № 2. С. 17–23. DOI: <https://doi.org/10.32652/spmed.2023.2.17-23> Фахове видання України. *Особистий внесок здобувача полягає в організації та проведенні досліджень, обробці і аналізі результатів. Внесок Жарової І. полягає у науковому консультуванні, допомозі у плануванні досліджень та оформленні статті.*

2. Антонова Г. П. Дослідження причин, частоти та локалізації травм у спортсменів в акробатиці на пілоні. *Експериментальна і клінічна медицина*. 2023. Т. 92, № 1. С. 71–81. DOI: <https://doi.org/10.35339/ekm.2023.92.1.ant> Фахове видання України.

3. Жарова І. О., Антонова Г. П. Асиметрія м'язів у жінок, які займаються акробатикою на пілоні: результати дослідження методом міографії. *Експериментальна і клінічна медицина*. 2024. Т. 93, № 2. С. 58–69. DOI: <https://doi.org/10.35339/ekm.2024.93.2.zap> Фахове видання України. *Особистий внесок здобувача полягає у виявленні проблеми, мети та завдань досліджень, опрацюванні результатів досліджень та формулюванні висновків. Внесок співавторки Жарової І. О. полягає у науковому консультуванні, методичній підтримці при формулюванні завдань та висновків дослідження та оформленні статті.*

4. Жарова І. О., Антонова Г. П. Вплив тренувань з акробатики на пілоні на структурні та функціональні зміни у м'язах жінок-спортсменок. *Експериментальна і клінічна медицина*. 2024. Т. 93, № 4. С. 33–39. DOI: <https://doi.org/10.35339/ekm.2024.93.4.zap> Фахове видання України. *Особистий внесок здобувача полягає у визначенні стану наукової проблеми,*

аналізі науково-методичної літератури, проведенні дослідження та інтерпретації отриманих даних. Внесок співавтора Жарової І. О. полягає у науковому консультуванні та визначенні дизайну дослідження.

5. Zharova I. O., Antonova H. P. Electromyographic indicators investigation in female athletes engaged in pole acrobatics. *Intercollegas*. 2025. Vol. 12, No. 1. P. 22–29. DOI:<https://doi.org/10.35339/ic.2025.12.1.zap> Фахове видання України. Здобувачеві належить безпосередня участь у визначенні мети та завдань дослідження, обґрунтуванні етапів його проведення, аналізі отриманих даних. Внесок співавтора (Zharova I. O.) полягає у науковому консультуванні, допомозі в обґрунтуванні етапів дослідження та оформленні статті.

6. Жарова І. О., Антонова Г. П. Дослідження асиметрії силових показників у спортсменок в акробатиці на пілоні: аналіз результатів вимірювання на апараті Back-Check. *Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія*. 2025. № 1. С. 13–19. DOI: <https://doi.org/10.32782/spmed.2025.1.2> Фахове видання України. Особистий внесок здобувача полягає в організації досліджень, виявленні проблеми та формуванні висновків. Внесок співавтора Жарової І. О. полягає у науковому консультуванні, допомозі у виявленні проблеми дослідження та оформленні статті.

7. Жарова І. О., Антонова Г. П. Асиметрія постави у спортсменок, що займаються акробатикою на пілоні: дослідження методом візуального скринінгу. *Експериментальна і клінічна медицина*. 2025. Т. 94, № 2. С. 66–78. DOI: <https://doi.org/10.35339/ekm.2025.94.2.zap> Фахове видання України. Особистий внесок здобувача полягає в організації та проведенні дослідження, обробці і аналізі результатів. Внесок співавтора Жарової І. О. полягає у науковому консультуванні та у допомозі при інтерпретації результатів дослідження.

8. Zharova I. O., Antonova H. P. Questionnaire-based assessment for monitoring the condition of female pole-acrobatics athletes: cluster and correlation analyses. *Intercollegas*. 2025. Vol. 12, No. 2. P. 6–

20.DOI:<https://doi.org/10.35339/ic.2025.12.2.zan> Фахове видання України. *Особистий внесок здобувача полягає в організації дослідження, виявленні проблеми, інтерпретації результатів дослідження та формуванні висновків. Внесок співавтора (Zharova I. O.) полягає у науковому консультуванні, допомозі в інтерпретації результатів та оформленні статті.*

9. Жарова І. О., Антонова Г. П. Вплив алгоритму фізичної терапії на суб'єктивну оцінку функціональних асиметрій спортсменок-акробатів на пілоні: пілотне дослідження. *Експериментальна і клінічна медицина*. 2025. Т. 94, № 3. С. 1–10. DOI:<https://doi.org/10.35339/ekm.2025.94.3.zan> Фахове видання України. *Особистий внесок здобувача полягає у визначенні стану наукової проблеми, аналізі науково-методичної літератури, інтерпретації отриманих даних. Внесок співавтора Жарової І. О. полягає у науковому консультуванні, методичній допомозі в аналізі літератури та оформленні статті.*

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

10. Антонова Г. П. Вплив акробатики на пілоні на фізичний та психоемоційний стан спортсменів. *Сучасні тенденції спрямовані на збереження здоров'я людини: матеріали IV наук.-практ. internet-конф. міжнар. участю, м. Харків, 20–21 квіт. 2023 р.* Зб. наук. праць. Вип. 4. С. 164–167. Харків, 2023. URL: <http://dspace.nuph.edu.ua/handle/123456789/30319>

11. Антонова Г. П. Асиметрії у розвитку м'язових груп серед жінок-спортсменок, які займаються акробатикою на пілоні: реабілітаційний аспект. *Мультидисциплінарний підхід у фізичній реабілітаційній медицині* : матеріали III Всеукр. конф., м. Харків, 24 трав. 2024р. Зб. наук. праць. Вип. 3. С. 52–54. Харків, 2024. URL: <http://dspace.nuph.edu.ua/handle/123456789/33287>

12. Жарова І. О., Антонова Г. П. Вплив занять акробатикою на пілоні на фізичний стан жінок як підстава для розробки алгоритмів фізичної терапії. *Мультидисциплінарний підхід у фізичній реабілітаційній медицині* : матеріали IV Всеукр. конф., м. Харків, 28 берез. 2025р. Зб. наук. праць. Вип. 4. С. 100–102. Харків, 2025. URL:

<http://dspace.nuph.edu.ua/handle/123456789/35191> *Особистий внесок здобувача полягає в організації та проведенні дослідження, обробці й аналізі результатів.*

13. Zharova I. O., Antonova H. P. Justifying the need for developing rehabilitation algorithms for pol eacrobatics athletes: addressing injury risks and muscular imbalances. *Сучасні тенденції спрямовані на збереження здоров'я людини: матеріали VI наук.-практ. internet-конф. з міжнар. участю, м. Харків, 24–25 квіт. 2025 р. Зб. наук. праць. Вип. 6. С. 241–245. Харків, 2025. URL: <http://dspace.nuph.edu.ua/handle/123456789/35224> *Здобувачеві належить безпосередня участь у визначенні мети та завдань дослідження, обґрунтуванні етапів його проведення, аналізі отриманих даних.**

ЗМІСТ

ЗМІСТ	20
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	22
ВСТУП	24
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ КОРЕКЦІЇ ПОРУШЕНЬ ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ В ВИДАХ СПОРТИВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ, ЩО ХАРАКТЕРИЗУЮТЬСЯ АСИМЕТРИЧНИМИ НАВАНТАЖЕННЯМИ.....	32
1.1 Акробатика на пілоні як сучасний вид спортивної діяльності: біомеханічні та фізіологічні аспекти	32
1.2 Епідемологія та фактори ризику травматизму в акробатиці на пілоні та суміжних видах спорту	36
1.3 Патомеханічні патерни порушень ОРА як наслідок специфічних асиметричних навантажень	39
1.4 Сучасні підходи до діагностики, корекції та профілактики порушень ОРА у спортсменів	42
Висновки до розділу 1	55
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	57
2.1 Методи дослідження	57
2.1.1 Аналіз науково-методичної літератури	57
2.1.2 Педагогічні та соціологічні методи дослідження.....	58
2.1.3 Інструментальні методи дослідження	60
2.1.4 Статистичний аналіз.....	71
2.2 Організація дослідження	73
РОЗДІЛ 3 КОМПЛЕКСНА ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОРУШЕНЬ У СПОРТСМЕНОК, ЩО СПЕЦІАЛІЗУЮТЬСЯ В АКРОБАТИЦІ НА ПІЛОНІ	75
3.1 Аналіз скарг, специфіки спортивної діяльності та рівня травматизму за даними анкетування	75

3.2	Аналіз структурних порушень опорно-рухового апарату.....	79
3.3	Аналіз функціональних порушень та нейром'язового контролю.....	83
	Висновки до розділу 3.....	98
РОЗДІЛ 4	ПРОГРАМА ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ ДЛЯ КОРЕКЦІЇ ПОРУШЕНЬ ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ В АКРОБАТИЦІ НА ПІЛОНІ.....	101
4.1	Методичні основи побудови програми фізичної терапії для спортсменів в акробатиці на пілоні.....	101
4.2	Програма фізичної терапії для спортсменів в акробатиці на пілоні.....	110
4.2.1	Підготовчо-адаптивний етап програми фізичної терапії для спортсменів в акробатиці на пілоні.....	113
4.2.2	Корекційно-розвиваючий етап фізичної терапії для спортсменів в акробатиці на пілоні.....	116
	Висновки до розділу 4.....	120
РОЗДІЛ 5	АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	122
5.1	Аналіз ефективності програми фізичної терапії.....	122
5.2	Обговорення феномену «парадоксу сили» в контексті світових досліджень.....	130
5.3	Обговорення «Моделі нейропластичної спеціалізації» як теоретичного розширення існуючих знань.....	133
5.4	Валідація спеціалізованої анкети як інструменту довгострокового моніторингу функціонального стану.....	134
	ВИСНОВКИ.....	143
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	148
	ДОДАТКИ.....	186

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АнП	– Акробатика на пілоні
ВЧТ	– Внутрішньочеревний тиск
ВП	– Вихідне положення
ВПС	– Верхній перехресний синдром
ГСГ	– Генералізована суглобова гіпермобільність
ЕМГ	– Електроміографія
ІМТ	– Індекс маси тіла
ІС	– Ідіопатичний сколіоз
МКФ	– Міжнародна Класифікація Функціонування
МФР	– МіоФасціальний реліз
НПС	– Нижній перехресний синдром
ОРА	– Опорно-руховий апарат
ПХЗ	– Передня Хрестоподібна зв’язка
СМР	– Само-міофасціальний реліз
ЦНС	– Центральна нервова система
ЧСС	– Частота серцевих скорочень
АТSІ	– Asymmetry Trunk Symmetry Index (Індекс асиметрії тулуба)
ВІVА	– Bioelectrical Impedance Vector Analysis (Векторний аналіз біоелектричного імпедансу)
ВМR	– Basal Metabolic Rate (Рівень основного обміну)
СМАР	– Compound Muscle Action Potential (Сумарний потенціал дії м’язового волокна)
СNС	– Central Nervous System (Центральна нервова система)
DOMS	– Delayed Onset Muscle Soreness (Відстрочений м’язовий біль)
ES	– Erector Spinae (М'яз-випрямляч хребта)
FAI	– Frontal Alignment Index (Індекс фронтального вирівнювання)
FAT	– Вміст жиру
FFM	– Fat-Free Mass (Безжирова маса)

GTI	– General Trunk Index (Загальний індекс кривизни тулуба)
HDI	– Horizontal Deviation Index (Індекс горизонтального відхилення)
IPP	– Injury Prevention Program (Програма профілактики травм)
IPSF	– International Pole Sports Federation (Міжнародна федерація пілонного спорту)
LAM	– Landmark-based Automated Measurement (Автоматична система маркерного аналізу)
MSDs	– Musculoskeletal Disorders (Порушення опорно-рухового апарату)
MVIC	– Maximal Voluntary Isometric Contraction (Максимальне довільне ізометричне скорочення)
NHE	– Nordic Hamstring Exercise
NMES	– Neuromuscular Electrical Stimulation (Нервово-м'язова електростимуляція)
NMT	– Neuromuscular Training (Нейром'язове тренування)
OE	– Obliquus Externus (Зовнішній косий м'яз)
PA	– Pole Acrobatics (Акробатика на пілоні)
PNF	– Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (Пропріоцептивно-нейром'язова фасилітація)
POTSI	– Posterior Trunk Symmetry Index (Індекс симетрії задньої поверхні тулуба)
RA	– Rectus Abdominis (Прямий м'яз живота)
sEMG	– Surface Electromyography (Поверхнева електроміографія)
SLAP	– Superior Labrum Anterior to Posterior (Пошкодження верхньої суглобової губи в передньо-задньому напрямку)
StEMG	– Stimulation Electromyography (Стимуляційна електроміографія)
TBW	– Total Body Water (Загальна кількість води)
WOD	– Workout of the Day (Тренування дня)

ВСТУП

Актуальність. Акробатика на пілоні (АнП) є динамічною та багатогранною дисципліною, що стрімко розвивається, поєднуючи в собі елементи гімнастики, акробатики, танцю та виняткової атлетичної майстерності [1, 2]. Зростаюча популярність цього виду спортивної діяльності та його прагнення до олімпійського визнання вимагають глибокого наукового осмислення та розробки науково-методичних засад для підготовки спортсменів та збереження їхнього здоров'я [1, 3–6]. Високоінтенсивний, часто асиметричний та технічно складний характер тренувальних навантажень висуває до організму спортсменок екстремальні фізіологічні вимоги. Біомеханічний аналіз свідчить, що під час виконання динамічних елементів атлети витримують значні сили прискорення (до 2G) та високі швидкості обертання (до 400°/с), що створює значне навантаження на суглоби, зв'язки та м'язи [7, 4].

Наука, реагуючи на цей суспільний запит, почала активно досліджувати ризики, пов'язані з АнП [8]. Згідно з результатами міжнародних опитувань і когортних досліджень, поширеність травм серед танцівниць на пілоні коливається в межах від 42,9 % до 86 % [9–11]. Систематичний огляд C. Scott et al. (2024) вказує на поширеність травм до 79 % [3]. Найбільш уразливими ділянками залишаються плечовий пояс (до 54,5 %), зап'ястя (до 34,2 %) та поперековий відділ спини (до 24,7 %) [11–13], що свідчить про глобальний та репрезентативний характер епідеміологічної картини.

Однак, незважаючи на зростаючу кількість епідеміологічних даних, існує виражена наукова прогалина [14, 15]. Більшість існуючих робіт [2, 10–12] фокусуються на реєстрації та описі вже існуючих ушкоджень – наслідках. При цьому глибинні патомеханічні патерни, що лежать в основі цих порушень – специфічні адаптаційно-компенсаторні зміни в ОРА, що виникають у відповідь на асиметричні навантаження – залишаються недостатньо вивченими [14, 15].

Як наслідок, утворюється науково-практичний парадокс: при доведеній високій поширеності травматизму, дотепер відсутні опубліковані, стандартизовані або валідовані програми фізичної терапії, спеціально розроблені для корекції порушень опорно-рухового апарату у цієї категорії спортсменів [3, 4]. Систематичний огляд Scott, Scott і Muscat (2024) підкреслює, що «покращення якості звітності є необхідним для розробки цілеспрямованих профілактичних стратегій», що опосередковано свідчить про відсутність науково обґрунтованих втручань у цій сфері [3]. Окремі публікації у суміжних галузях, зокрема у спортивних бальних танцях, підтверджують ефективність мультикомпонентних реабілітаційних програм для професійних танцівників [16], однак такі протоколи не були адаптовані або перевірені для акробатики на пілоні. Практична сфера наразі представлена переважно комерційними матеріалами або індивідуальними рекомендаціями окремих фахівців, які не мають належної наукової верифікації.

Таким чином, актуальність і необхідність проведення даного дисертаційного дослідження зумовлюються потребою переходу від простої констатації проблеми травматизму до розроблення цілісної системи її вирішення, заснованої на глибокому розумінні функціональних порушень в опорно-руховому апараті спортсменок, які займаються акробатикою на пілоні [4]. Ця обставина визначає актуальність та наукову новизну даного дослідження, спрямованого на розробку, апробацію та валідизацію комплексної програми фізичної терапії для цієї категорії спортсменів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана у відповідності до плану НДР НУФВСУ на 2021–2025рр. за темою: 4.2. "Відновлення функціональних можливостей, діяльності та участі осіб різних нозологічних, професійних та вікових груп засобами фізичної терапії", номер державної реєстрації 0121U107926. *Вклад автора полягає у науковому обґрунтуванні та розробці комплексної програми фізичної терапії,*

спрямованої на корекцію порушень опорно-рухового апарату у спортсменок, що займаються акробатикою на пілоні.

Мета дослідження – науково-методично обґрунтувати та розробити комплексну програму фізичної терапії, спрямовану на корекцію порушень опорно-рухового апарату у спортсменок, які займаються акробатикою на пілоні.

Завдання дослідження:

1. Здійснити аналіз науково-методичної літератури для визначення теоретичних засад виникнення порушень ОРА в видах спорту, що характеризуються асиметричними навантаженнями та методів їх корекції.

2. Визначити та охарактеризувати функціональний стан ОРА спортсменок акробатики на пілоні.

3. Обґрунтувати та розробити комплексну програму фізичної терапії спортсменок акробатики на пілоні на основі виявлених порушень та "Моделі нейропластичної спеціалізації".

4. Оцінити ефективність розробленої програми шляхом порівняльного аналізу показників функціонального стану спортсменок до та після її впровадження.

5. Обґрунтувати доцільність використання валідованого анкетування як надійного інструменту для довгострокового моніторингу функціонального стану спортсменок.

Об'єкт дослідження – структурно-функціональні порушення опорно-рухового апарату, що виникають у спортсменок внаслідок специфічних тренувальних навантажень в акробатиці на пілоні.

Предмет дослідження – структура та зміст комплексної програми фізичної терапії спортсменок із порушеннями опорно-рухового апарату, які займаються акробатикою на пілоні.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених завдань було використано комплекс взаємодоповнюючих методів:

1. Теоретичні методи: аналіз, синтез та узагальнення даних спеціальної науково-методичної літератури для формування теоретичної бази дослідження.

2. Соціологічні методи: онлайн-анкетування (46 питань, $n = 108$) для вивчення епідеміології травматизму, спеціалізоване 50-пунктне анкетування для поглибленої оцінки суб'єктивного стану спортсменок ($n = 20$);

3. Педагогічні методи: контент-аналіз документації, педагогічні спостереження для якісного аналізу рухових патернів;

4. Інструментальні методи: фотограмметрія APECS-Clinic для кількісної оцінки постуральних порушень; біоімпедансний аналіз Tanita BC-418 для вивчення компонентного складу тіла та структурних асиметрій; динамометрія Back-Check 607 для оцінки силових показників; поверхнева електроміографія (sEMG) для аналізу патернів нейром'язової активації; стимуляційна електроміографія (StEMG) для оцінки функціонального стану периферичної нервової системи.

5. Методи математичної статистики: для обробки отриманих даних використовувалися описова статистика, критерій Шапіро-Уїлка для перевірки нормальності розподілу, U-критерій Манна-Уїтні, критерій знаків та парний критерій Вілкоксона для порівняння груп, кореляційний аналіз Спірмена для виявлення зв'язків між змінними, ієрархічний кластерний аналіз (метод Варда) для групування змінних. Статистично значущими вважалися відмінності при $p < 0,05$.

Наукова новизна одержаних результатів

Вперше одержано:

1. Дані, що описують «парадокс сили» в акробатиці на пілоні – явище функціональної симетрії силових показників на тлі глибоких нейром'язових та структурних дисбалансів.

2. Докази феномену «прихованої асиметрії», який полягає у наявності статистично значущих відмінностей у фізіологічних властивостях тканин при симетричній м'язовій масі, зокрема, асиметрія в електричному опорі тканин рук та значуща гіперактивація ключових м'язів-стабілізаторів на домінантній стороні.

3. Теоретичну «Модель нейропластичної спеціалізації», суть якої полягає у визначенні та поясненні сформованих у спортсменок моторних програм: «швидкість та потужність», в основі якої лежить підвищення швидкості нервової провідності (для домінантної кінцівки); «контроль та стабільність» в основі якої лежить довший латентний час реакції, що корелює з вищою силою (для недомінантної кінцівки).

4. На основі розробленої «Моделі нейропластичної спеціалізації» науково обґрунтовано, розроблено за принципами МКФ в рамках етапного підходу та апробовано програму фізичної терапії, спрямовану на зміщення фокусу з традиційного вирівнювання сили на цілеспрямоване «перехресне навчання» нервової системи (домінантної кінцівки кращому моторному контролю, недомінантної – швидшій та потужнішій активації), з метою відновлення функціональної ефективності всього кінетичного ланцюга та корекції дезадаптивних компенсаторних стратегій;

5. Визначено високу ефективність розробленої програми, що підтверджено статистично значущим покращенням основних показників функціонального стану: нестабільність плечового поясу, нейром'язова втома та координаційні труднощі.

6. Розроблено 50-пунктний опитувальник, як надійний інструмент діагностики функціонального стану акробатів на пілоні, валідність якого підтверджена через проведення кореляційного аналізу (за методом Спірмена) між суб'єктивними відповідями спортсменок на пункти анкети та об'єктивними показниками, отриманими за допомогою інструментальних методик.

Удосконалено:

1. Підходи до діагностики функціонального стану в видах спорту, що характеризуються асиметричними навантаженнями. Доведено, що стандартні методи (зокрема, динамометрія) є недостатніми, оскільки вони маскують «парадокс сили». Обґрунтовано необхідність застосування методологічної триангуляції (sEMG, StEMG, біоімпеданс, фотограмметрія) для виявлення «прихованих» нейрофізіологічних дисбалансів.

Дістало подальшого розвитку:

1. Наукове уявлення про механізми адаптації в видах спортивної діяльності, що характеризуються асиметричними навантаженнями. На відміну від існуючих моделей, що фокусуються на дефіциті сили, дане дослідження доводить, що ключовим фактором ризику є неефективність компенсаторних стратегій та різниця у якості нейром'язового контролю між кінцівками.

2. Розуміння патомеханічних патернів, зокрема, концепцію «Верхнього перехресного синдрому» (ВПС) В. Янди. Встановлено, що у спортсменок АнП спостерігаються його окремі асиметричні ознаки (гіпертонус *m. Pectoralis Major* та *m. Trapezius* на домінантній стороні), що вказує на специфічну, а не класичну картину ВПС.

Особистий внесок здобувача полягає у виборі напрямку дослідження, визначенні мети та завдань, розробці дизайну дослідження; самостійному проведенні аналізу науково-методичної літератури; організації та проведенні всіх етапів експериментальної роботи, включаючи анкетування та інструментальні дослідження; розробці та обґрунтуванні авторської програми фізичної терапії; статистичній обробці, аналізі та узагальненні отриманих даних; формулюванні висновків та практичних рекомендацій; підготовці та публікації наукових праць за темою дисертації.

Публікації. Наукові результати дисертації висвітлені в 13 наукових публікаціях: 9 статей у наукових виданнях з переліку наукових фахових видань України; 4 публікації апробаційного характеру. (додаток А).

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дослідження доповідалися та обговорювалися на науково-практичних конференціях: "Мультидисциплінарний підхід у фізичній реабілітаційній медицині" (Харків, 2024, 2025) та "Сучасні тенденції спрямовані на збереження здоров'я людини" (Харків, 2023, 2025) (додаток Б).

Практичне значення отриманих результатів полягає у розробці, науковому обґрунтуванні та впровадженні цілісної системи діагностики, корекції та профілактики порушень ОРА у спортсменок, що займаються акробатикою на пілоні. Ця система має прямий вихід у практику фізичної терапії та спортивної підготовки, пропонуючи конкретні інструменти та змінюючи парадигму підходу до тренувального процесу. Основні положення, висновки та результати дослідження впроваджено в процес фізичної терапії:

➤ спортивної студії Pole&Fitness Studio «Super Nova» (акт впровадження від 03 грудня 2024 року, додаток В);

➤ фітнес-центру «Planet Fitness» (акт впровадження від 25 червня 2025 року, додаток Г);

➤ центру фізичної терапії «Олімпійський» (акт впровадження від 25 червня 2025 року, додаток Д);

➤ в освітній процес студентів спеціальності 227 Фізична терапія, ерготерапія Національного університету фізичного виховання і спорту України, під час проведення практичних занять з дисципліни «ФТ, ЕТ при травмах у спортсменів» (акт впровадження 26 червня 2025 року, додаток Е).

Найважливішим практичним результатом є створення та валідація спеціалізованої 50-пунктної анкети (та її скороченої 15-пунктної версії), як надійного, чутливого та економічно ефективного інструменту для діагностики та постреабілітаційного моніторингу, що дозволяє тренерам та фізичним терапевтам здійснювати контроль за станом спортсменок, своєчасно виявляти негативну динаміку та вносити корективи в програму, значною мірою замінюючи апаратні методики, які вимагають спеціального обладнання та кваліфікованого персоналу.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 251 сторінки, з них основного тексту 123 сторінки. Робота містить 28 таблиць, 13 додатків та 15 рисунків. Список використаних джерел налічує 273 найменування.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ КОРЕКЦІЇ ПОРУШЕНЬ ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ В ВИДАХ СПОРТИВНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ, ЩО ХАРАКТЕРИЗУЮТЬСЯ АСИМЕТРИЧНИМИ НАВАНТАЖЕННЯМИ

1.1 Акробатика на пілоні як сучасний вид спортивної діяльності: біомеханічні та фізіологічні аспекти

Акробатика на пілоні, або *pole sport*, є динамічною та багатогранною дисципліною, що стрімко розвивається та поєднує в собі елементи гімнастики, акробатики, танцю та виняткової атлетичної майстерності [1]. За останні десятиліття вона трансформувалася з нішевої форми фізичної активності у визнаний на міжнародному рівні вид спортивної діяльності зі своєю власною структурою, правилами та змагальною системою [17]. Зростаюча популярність АнП, що підтверджується постійним збільшенням кількості спортсменів та національних федерацій по всьому світу, супроводжується активним прагненням до офіційного визнання, включно з амбіціями щодо включення до програми Олімпійських ігор [18]. У Швейцарії «*polesport*» уже визнано офіційним видом спорту на державному рівні, зокрема через включення його національної федерації до складу *Swiss Olympic* (Національного олімпійського комітету). Це свідчить про завершення етапу соціального та організаційного становлення даної дисципліни [19].

В Україні ці тенденції відображаються у створенні національних структур, зокрема Української федерації спорту на пілоні та повітряної акробатики, діяльність якої описано у дослідженні *Sobko et al. (2022)* [2]. Формування федерацій та офіційних змагань демонструє перехід пілонної дисципліни від фітнес-практики до професійної дисципліни з чіткою системою підготовки, відбору й оцінювання.

Міжнародні оглядові роботи, підкреслюють зростання кількості національних федерацій та змагань під егідою IPSF, що підтверджує глобальний процес “спортифікації” дисципліни [20]. Подібні тенденції фіксують і регіональні дослідження – наприклад, у статті Pole dance: More than sport. An insight in Portuguese reality описано досвід інституціоналізації цього виду в Португалії та появу національних федерацій [20].

Розвиток федеративної структури пілонних дисциплін формує суспільний запит на наукове забезпечення дисципліни, зокрема у сфері підготовки спортсменів, профілактики травм і вдосконалення тренувальних методик. У процесі інституціоналізації та зростання конкуренції особливої актуальності набуває дослідження впливу акробатики на пілоні на опорно-руховий апарат спортсменів, що зумовлено високою інтенсивністю та технічною складністю навантажень [13].

Витоки роботи на вертикальному снаряді сягають глибини століть і пов'язані з традиційними атлетичними практиками різних культур. Одним із найдавніших попередників є індійський спорт Маллакхамб (Mallakhamb), історія якого налічує щонайменше 800 років, а згадки про нього містяться в тексті "Манасолласа", датованому 1135 роком [5, 21]. Маллакхамб, що перекладається як "стовп борців", поєднує елементи гімнастики, йоги та бойових мистецтв і виконується на дерев'яному стовпі [22]. Спочатку він слугував допоміжним тренувальним інструментом для борців з метою розвитку сили та витривалості [23, 24]. Паралельно в Китаї розвивалася інша форма акробатики – Китайський пілон (Chinese Pole), де акробати виконували трюки на одній або двох вертикальних жердинах [25–27].

У ХХ столітті траєкторія розвитку змінилася, змістившись у сферу розваг. У 1920-х роках танцівниці на американських ярмарках почали використовувати пілон як частину своїх виступів. Поворотний момент до "ре-атлетизації" стався у 1980-х, коли до танцювальних рутин почали інтегрувати складніші атлетичні елементи, такі як інверсії та підйоми [28, 29]. Зародження фітнес-руху припадає на 1990-ті, коли Фавнія Мондей

(Fawnia Mondey) розробила перші навчальні програми, зміщуючи акцент на фізичні переваги: розвиток сили, гнучкості та витривалості [30]. Остаточне перетворення на повноцінний вид спортивної діяльності стало можливим із заснуванням у 2009 році Міжнародної федерації пілонного спорту (IPSF). Федерація впровадила єдиний Кодекс балів (Code of Points), правила та систему сертифікації, поставивши за головну мету просування до олімпійського визнання, що має на меті остаточне подолання стигми, пов'язаної з розважальним минулим цього спортивного напрямку [1]. Ключові етапи цієї еволюції, що ілюструють перехід від традиційної практики до сучасного виду спортивної діяльності, узагальнено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Ключові етапи еволюції акробатики на пілоні

Період	Ключові події та розвиток	Культурний контекст
~XII ст.	Виникнення Маллакхамбу в Індії та китайського пілону в Китаї.	Атлетична підготовка борців, гімнастика, акробатика.
1920-ті рр.	Використання стовпів у виступах танцівниць на американських ярмарках.	Розважальна індустрія, перформанс.
1980-ті рр.	Інтеграція складних атлетичних елементів (підйоми, інверсії) у виступи.	Початок "ре-атлетизації".
1990-ті - поч. 2000-х рр.	Формалізація танцю на пілоні як фітнес-напряму.	Розвиток фітнес-індустрії.
2009 – дотепер	Заснування Міжнародної федерації пілонного спорту (IPSF).	Формалізація як глобального виду спортивної діяльності.

Еволюція акробатики на пілоні до конкурентної дисципліни зумовила значне ускладнення технічних елементів і екстремальні біомеханічні вимоги до організму спортсменів. Під час виконання динамічних елементів кутові швидкості обертання можуть досягати $400^\circ/\text{с}$, а вертикальні прискорення – до $2G$, що вимагає ефективного контролю та поглинання кінетичної енергії м'язовою системою і створює умови, подібні до приземлень у стрибках з жердиною [31, 32].

Дослідження м'язової активності за допомогою поверхневої електроміографії (ЕМГ) під час виконання статичних утримань виявили

надзвичайно високі вимоги до м'язів кора, які виконують функцію динамічного стабілізатора. Наприклад, утримання елемента "Планк-сід" (горизонтальне положення з фіксацією стегном) вимагало помірної активації прямого м'яза живота (RA: 26,23 % від максимального довільного ізометричного скорочення, MVIC), зовнішнього косоного м'яза (OE: 30,35 % MVIC) та м'яза-випрямляча хребта (ES: 23,99 % MVIC). При цьому більш складний елемент "Дженіус" (горизонтальне положення з фіксацією коліном) продемонстрував значно вищу активацію всіх досліджуваних м'язів кора (RA: 38,06 % MVIC; OE: 68,54 % MVIC; ES: 43,86 % MVIC), що пояснюється більшим гравітаційним моментом через довший важіль тулуба [33]. Стійки на руках на пілоні відрізняються від підлогових перенесенням навантаження з м'язів-стабілізаторів зап'ястя на плечовий пояс, наближаючи їх за механікою до стійок на гімнастичних кільцях [34]. Розуміння цих механізмів виявляє специфічні фактори ризику. Гострі травми пов'язані з падіннями через втрату контролю або сили хвату, хронічні з перенавантаженням. Зокрема, травми плеча асоціюють із «крученим хватом» (twistedgrip), а підколінних сухожилів з екстремальною шпагатною гнучкістю [13].

Такі навантаження визначають специфічні фізіологічні вимоги та адаптаційні зміни. М'язи кора виконують критично важливу функцію динамічного стабілізатора, забезпечуючи жорсткість хребта та ефективну передачу зусиль [33]. Водночас сила хвату є ключовим фактором, що визначає здатність спортсменки виконувати елементи та утримувати тіло на снаряді [35]. Дослідження показують, що акробатки на пілоні мають значно більшу силу хвату, ніж спортсменки інших видів спорту, що не пов'язані з утриманням власної ваги. Лонгітюдне дослідження виявило, що навіть у новачків за 20 тижнів тренувань сила хвату зростає в середньому на 6 кг [36].

Метаболічно акробатика на пілоні є високоінтенсивною анаеробною активністю. Під час змагального виступу середня ЧСС сягає 92,85 % від максимальної, а концентрація лактату – 10,2–10,7 ммоль/л, що підтверджує значне залучення анаеробного енергозабезпечення. Регулярні тренування

адаптують організм, покращуючи композицію тіла та силу (табл. 1.2). За даними A. Nawrocka et al. (2024), за 20 тижнів занять відсоток жиру знижується з 26,8 % до 24,0 % при зростанні м'язової маси та сили хвату [36].

Таблиця 1.2 – Фізіологічні адаптації до 20-тижневих тренувань з акробатики на пілоні (n = 54)

Фізіологічний параметр	До тренувань (Середнє ± SD)	Після тренувань (Середнє ± SD)	(p-value)
Відсоток жиру (%)	26,80 ± 5,70	24,00 ± 5,10	< 0,01
Прогнозована м'язова маса (кг)	42,30 ± 4,00	43,60 ± 3,90	< 0,01
Сила хвату правої руки (кг)	30,00 (медіана)	36,00 (медіана)	< 0,01
Сила хвату лівої руки (кг)	28,50 (медіана)	34,00 (медіана)	< 0,01

Примітка 1. SD (Standard Deviation) – стандартне відхилення; показує розсіювання даних відносно середнього значення (чим менше SD, тим більш однорідна група).

Примітка 2. Медіана (Me) – центральне значення упорядкованого ряду даних; використовується при ненормальному розподілі.

Примітка 3. p-value – рівень статистичної значущості.

Проте, незважаючи на позитивні адаптаційні зміни, існує певний парадокс. Дослідження показують, що ризик травми для спортсменів з досвідом 3–6 років є в 3,9 рази вищим, ніж для новачків [11]. Це може свідчити про небезпечний розрив між швидкістю розвитку специфічних навичок та координації і значно повільнішою адаптацією сполучних тканин (сухожиль, зв'язок) до зростаючих навантажень. Інтенсивний та асиметричний характер тренувань, поєднаний з цим феноменом "відкладеної адаптації", неминуче призводить до високого ризику травматизації, епідеміологія та специфіка якої потребують детального розгляду [4].

1.2 Епідеміологія та фактори ризику травматизму в акробатиці на пілоні та суміжних видах спорту

Високі біомеханічні та фізіологічні вимоги акробатики на пілоні призводять до значного ризику травматизації. Розуміння поширеності,

частоти, локалізації та механізмів травм є ключовим для розробки профілактичних та реабілітаційних стратегій. Зростання популярності АНП супроводжується збільшенням кількості досліджень, що дозволяє скласти чітку картину ризиків для спортсменів.

Аналіз показує стабільно високі показники травматизації. Систематичний огляд виявив, що 79 % спортсменів зазнали травм протягом кар'єри [3]. Інші дослідження показують, що 42,9–69 % спортсменок повідомляли про травму протягом останнього року. Проспективне дослідження зафіксувало 8,95 нових травм на 1000 годин тренувань, що є значним показником порівняно з аналогічними показниками в інших високо-травматичних видах спорту [9].

Аналіз локалізації уражень дозволяє виділити ключові "гарячі точки" в кінетичному ланцюзі спортсменок. Загалом, травми розподіляються майже порівну між нижніми (44,8 %) та верхніми (42,4 %) кінцівками [3]. Найбільш вразливими зонами, що систематично фігурують у дослідженнях, є плечовий суглоб (з частотою від 20,4 % до 54,5 % у різних вибірках), зап'ястя (від 12 % до 34,2 %) та спина (24,7 %) [13, 11, 10]. Цікаво, що у професійних спортсменок значно частіше трапляються травми хребта (22 % проти 7 % в аматорів), що може свідчити про кумулятивний ефект від багаторічних навантажень та виконання більш складних елементів [4].

Дані також вказують на майже рівний розподіл між гострими травмами, що виникають раптово (51,6 %), та хронічними травмами від перенавантаження (48,4 %) [3], при цьому найпоширенішим типом ушкодження є забій (60 %) [10]. Механізми травм чітко пов'язані зі специфікою даної спортивної діяльності: гострі та найсерйозніші ушкодження найчастіше є наслідком падінь, тоді як хронічні ураження плеча асоціюються з виконанням елементів у "крученому хваті" (twisted grip), а травми підколінних сухожилів – з елементами, що вимагають екстремальної шпагатної гнучкості [13, 4, 37].

Порівняльний аналіз з суміжними дисциплінами дозволяє контекстуалізувати ризики АнП та виявити унікальні й спільні патерни травм. У спортивній гімнастиці частота травм (до 9,4 на 1000 годин) є співставною, проте переважають травми нижніх кінцівок через численні стрибки та приземлення на жорстку поверхню [38]. У художній гімнастиці домінують травми попереку та колін від перенавантаження (поширеність до 37 %), що зумовлено вимогами до гнучкості та осьовими навантаженнями [39]. Профіль травматизації в циркових мистецтвах (7,4–9,7 на 1000 годин) майже ідентичний АнП через спільність роботи на повітряних снарядах [40]. Натомість у фігурному катанні частота значно нижча (1,37 на 1000 годин) з акцентом на нижні кінцівки, що підкреслює специфіку повітряної акробатики, де навантажена верхня частина тіла [41]. Параметри травматизму наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Порівняльний аналіз профілів травматизму [3, 29, 31, 34, 35, 38, 39]

Параметр	Акробатика на пілоні	Спортивна гімнастика (жінки)	Художня гімнастика
Частота (випадків на 1000 год тренувань)	8,95	9,40	1,08
Домінуюча локалізація	Плече, зап'ястя	Нижні кінцівки	Поперек, коліна
Домінуючий тип травми	Гострі (52 %) та хронічні (48 %)	Гострі (44–83 %)	Хронічні

Фактори ризику високої травматизації дозволяють поділити їх на внутрішні, пов'язані з індивідуальними особливостями спортсмена, та зовнішні, що стосуються організації тренувального процесу та умов середовища [42]. Розуміння цих факторів є критично важливим для розробки цільових профілактичних заходів.

Внутрішні фактори включають вік, попередні травми та антропометричні дані. Спортсменки ≥ 40 років у 3,7 раза частіше потребують

понад три місяці для повного відновлення після травми [11]. Попередні травми є найсильнішим предиктором майбутніх ушкоджень. Вищий зріст асоціюється з більшою ймовірністю травм через зміну біомеханічних важелів і більші навантаження на суглоби [10].

Зовнішні фактори ризику включають обсяг тренувань, специфічні рухи, недотримання заходів безпеки та недостатню розминку. Надмірні навантаження без достатнього відновлення призводять до кумулятивної втоми та перенавантаження опорно-рухового апарату [10]. Виконання елементів у «крученому хваті» провокує хронічні травми плеча, а елементи з екстремальною шпагатною гнучкістю – ушкодження підколінних сухожилів [13]. Відсутність страхувальних матів і недостатня розминка підвищують ризик серйозних травм [4, 10].

Сучасні дослідження окреслюють масштаб травматизму в акробатиці на пілоні та основні фактори ризику, відповідаючи на питання “що?”, “де?” і “коли?”. Проте глибинні патомеханічні патерни, зокрема м'язові дисбаланси та постуральні порушення через асиметричні навантаження, залишаються “сірою зоною”. Цей розрив створює нагальну потребу в дослідженнях, подібних до нашого, і логічно веде до наступного розділу, присвяченого аналізу цих механізмів.

1.3 Патомеханічні патерни порушень ОРА як наслідок специфічних асиметричних навантажень

Висока поширеність травм, розглянута в попередньому розділі, є не випадковістю, а наслідком специфічних патомеханічних патернів, що формуються в опорно-руховому апараті спортсменок під впливом хронічних асиметричних навантажень і визначають потребу в ефективних профілактичних та корекційних стратегіях, які дозволяють переходити від лікування симптомів до усунення першопричин, а закономірності, виявлені в

гімнастичних та акробатичних видах спорту, дають змогу екстраполювати ці знання на акробатику на пілоні.

Одним із найбільш вивчених наслідків асиметричних навантажень є підвищений ризик постуральних порушень, зокрема ідіопатичного сколіозу (ІС) [43]. Дослідження показують значно вищу поширеність ІС у видах спорту, що вимагають гнучкості та асиметричних рухів [44]. Класичне дослідження Tanchev et al. (2000) виявило 10-кратне зростання поширеності сколіозу у гімнасток (12 %) порівняно із загальною популяцією (1,1 %). Для пояснення цього автори запропонували концепцію «небезпечної тріади»: генералізовану суглобову гіпермобільність і затримку статевого дозрівання, які підвищують пластичність хребта, а також асиметричне навантаження, що, згідно із законом Гютера-Гольфмана, може спричиняти клиноподібну деформацію тіл хребців [45–47].

Існує й альтернативна гіпотеза "самовідбору", запропонована С. Меуер та співавт., яка полягає в тому, що дівчата з вродженою гіпермобільністю суглобів частіше обирають гімнастику та досягають у ній успіху саме завдяки своїм природним даним [48]. У цьому випадку спорт не є першопричиною, а селективним фактором, що концентрує осіб із схильністю до нестабільності ОРА. Імовірно, обидві гіпотези доповнюють одна одну: самовідбір формує вразливу популяцію, яка під впливом інших компонентів тріади стає групою високого ризику постуральних порушень, особливо в акробатиці на пілоні, де всі три фактори «небезпечної тріади» виражені максимально.

Проте сколіоз є лише одним із проявів м'язових дисбалансів, що виникають через асиметричні навантаження [49]. Концепція Владіміра Янди пояснює біль і дисфункції порушенням балансу між м'язовими групами. Янда виявив, що тонічні (постуральні) м'язи схильні до гіперактивності та вкорочення, а фазичні (динамічні) – до ослаблення та інгібіції [50]. Цей процес базується на реципрокному гальмуванні, при якому під час скорочення агоніста його антагоніст автоматично розслабляється [51]. Хронічне перенавантаження

агоніста спричиняє постійне пригнічення антагоніста, формуючи дисбаланс. На цій основі Янда описав «перехресні синдроми», актуальні для аналізу стану в АнП [52].

Дослідження у суміжних видах з асиметричними навантаженнями та піднятими над головою руками (наприклад, волейболі) фіксують розвиток верхнього перехресного синдрому (ВПС) [53, 54]. Це дає підстави припустити аналогічні ризики для спортсменок АнП. Оскільки ВПС у цій популяції майже не досліджено, імовірність його виявлення становить особливий науковий інтерес.

Візуально ВПС проявляється висунутою вперед головою, збільшеним шийним лордозом, заокругленими плечима та грудним кіфозом [55]. В основі лежить перехресне вкорочення грудних і верхньої частини трапецієподібного м'язів на тлі слабкості глибоких згиначів шиї та нижньої і середньої частин трапеції. Постійні тягові рухи, утримання ваги на руках та елементи з протракцією плечей сприяють закріпленню цього патологічного патерну [56].

Разом із порушеннями у верхній частині тіла може розвиватися нижній перехресний синдром (НПС). Він візуально характеризується переднім нахилом тазу, поперековим гіперлордозом та зігнутими стегнами. НПС проявляється вкороченням розгиначів спини та згиначів стегна (клубово-поперекового м'яза) на тлі слабкості м'язів живота та великих сідничних м'язів [57]. В АнП цей дисбаланс виникає при прогинах у попереку та підйомах ніг, де навантаження перебирає гіперактивний клубово-поперековий м'яз при недостатньому залученні сідничних [58].

Поєднання цих синдромів створює компресію на хребет, через що глибокі стабілізатори, зокрема багатороздільний м'яз (*m. multifidus*), входять у стан інгібіції, посилюючи постуральну дисфункцію [59, 60]. У повітряних акробатів такі патерни виникають внаслідок асиметричних навантажень та гіперактивації паравертебральних і плечових м'язів [61]. Ця модель пояснює системність травм в АнП, коли хронічний дисбаланс прямо корелює з високою частотою ушкоджень плеча, спини та підколінних сухожилів [62].

Ці системні м'язові дисбаланси, описані як перехресні синдроми, не залишаються абстрактною концепцією, а мають конкретний функціональний прояв у вигляді дискінезії – порушення нормального, координованого руху, що є ключовим фактором у виникненні травм від перенавантаження [63].

Лопаткова дискінезія, тобто зміна нормального руху лопатки під час руху руки, може бути прямим наслідком ВПС і ймовірним фактором ризику для акробатів на пілоні [64, 65]. У нормі лопатка має плавно обертатися догори, але при ВПС слабкість переднього зубчастого м'яза та нижньої трапеції не дозволяє протидіяти вкороченому малому грудному м'язу. Це порушує скапуло-гумеральний ритм – узгоджений рух плеча та лопатки [66]. Асинхронний рух комплексу проявляється крилоподібним випинанням (scapular winging) або нахилом лопатки вперед. Це звужує субакроміальний простір і створює умови для імпінджмент-синдрому: компресії сухожиль ротаторної манжети та субакроміальної бурси, що є провідною причиною болю в плечі у повітряних атлетів [67–69].

Попереково-тазова дискінезія є динамічним проявом НПС, що означає «розрив» кінетичного ланцюга в його ядрі [70, 71]. Слабкість кору (зокрема м'язів живота та сідниць) заважає стабілізувати таз і передавати зусилля між кінцівками. У видах спорту з метанням втрата 20 % енергії кору вимагає компенсаторного збільшення швидкості плеча на 34 % [72]. В АнП слабкий кор змушує плечі працювати з перевантаженням, що втомлює стабілізатори лопатки та спричиняє дискінезію. Отже, біль у плечі часто є не первинною проблемою, а симптомом дисфункції всього ланцюга, що починається з кору [63]. Цей каскадний механізм йде від постуральних порушень до дискінезій та лежить в основі високого травматизму в акробатиці на пілоні.

1.4 Сучасні підходи до діагностики, корекції та профілактики порушень ОРА у спортсменів

Дефіцит спеціалізованих досліджень, присвячених реабілітації в акробатиці на пілоні (АнП), зумовлює необхідність звернення до суміжних

дисциплін із подібними біомеханічними та фізіологічними вимогами, таких як спортивна й художня гімнастика, циркове мистецтво та танці [73–77]. Аналіз профілів травматизму в цих видах спорту демонструє схожі патерни – домінування травм від перенавантаження, що виникають унаслідок екстремальних діапазонів рухів, високих осьових і асиметричних навантажень [40, 78, 76]. Розуміння патомеханізму порушень опорно-рухового апарату у видах спорту з асиметричними навантаженнями потребує науково обґрунтованого підходу, що поєднує діагностику з цілеспрямованими корекційно-профілактичними втручаннями. Сучасна фізична терапія дозволяє виявляти “слабкі ланки” в кінетичному ланцюзі та розробляти програми для відновлення функціонального балансу, що запобігає травмам і оптимізує спортивну результативність [79]. Першим етапом є функціональна діагностика, що виявляє рухові дисфункції, які призводять до травми, а не лише саму травму. Широко використовуються стандартизовані системи скринінгу, такі як Functional Movement Screen (FMS) для виявлення обмежень мобільності та асиметрій і Y-Balance Test для оцінки рівноваги та стабільності [80]. Вони демонструють високу надійність (0,81–0,95), проте їхня прогностична цінність щодо травм обмежена [81–84]. Бал ≤ 14 у FMS асоціюється з підвищеним ризиком травми майже в 2,74 раза, але чутливість тесту лише 24,7 % [83, 85]. Основне обмеження обох тестів полягає в низькій прогностичній цінності при ізольованому застосуванні без урахування інших факторів, наприклад обсягу тренувань [86, 87].

Для кількісної оцінки порушень застосовують інструментальні методи. Ізокінетична динамометрія («золотий стандарт») виявляє білатеральну асиметрію понад 10–15 % та дисбаланс агоніст/антагоніст [88–90]. Поверхнева електроміографія (ЕМГ) аналізує патерни активації та втому; системи на кшталт mDurance роблять метод доступнішим [91–93]. Оптико-електронний аналіз точно оцінює 3D-кінематику, проте є дорогим і складним [94]. Стимуляційна ЕМГ використовується для діагностики та активації

м'язів [95, 96]. Біоімпедансний аналіз (BIA) оцінює композицію тіла й асиметрію м'язової маси [97–99]. Дослідження за даними біоімпедансного аналізу підтверджують асиметрію кінцівок у атлетів (Tamura A., 2024) [100], кореляцію показників BIVA (версія біоімпедансного аналізу) зі стрибками у легкоатлетів [101] та зв'язок реактансу з тривалістю травм у баскетболістів [102]. 2D-фотометрія є доступним методом оцінки постави [103–108]; цифрова фотограмметрія має високу надійність [103], а похибка кутових вимірів за стандартизованих умов не перевищує $\sim 0,7^\circ$ [109], що підтверджує й автоматизована система LAM [105].

На основі даних інструментальної та функціональної діагностики формується стратегія корекції та профілактики, що розглядає тіло як інтегровану біокінематичну систему. Згідно з теорією кінетичного ланцюга (kinetic chain theory), усі структури тіла взаємодіють, тому дисфункція в одному сегменті спричиняє компенсації в інших [110, 111]. Центральною ланкою є попереково-тазово-стегновий комплекс («кор»), що стабілізує та передає зусилля між поясами кінцівок [112, 113]. Оптимальна робота кору мінімізує ризики в акробатиці на пілоні, реалізуючи принцип «проксимальна стабільність для дистальної мобільності» [114–118, 59]. Вищий ризик травм у досвідчених атлетів підкреслює важливість моторного контролю над форсованим розвитком навичок [119, 120]. Дисфункція ланцюга прогресує від м'язового дисбалансу до структурного ураження [121–123]. Відновлення ланцюга потребує впливу на сенсомоторну систему [124]. Травми порушують пропріоцепцію – здатність відчувати положення тіла, що веде до дефіциту контролю та повторних травм [125]. Пропріоцептивне тренування (баланс, координація) є невід'ємною частиною реабілітації [125–128]. Ефективним інструментом є пропріоцептивна нейром'язова фасилітація (PNF) [129, 130]. Техніки Contract-Relax та CRAC використовують аутогенне й реципрокне гальмування для збільшення амплітуди рухів та стабільності [131–133]. Сучасна терапія фокусується на стабілізації кору за підходом Стюарта МакГілла, що акцентує на «жорсткості» та ко-активації м'язів для

захисту хребта [134, 135]. Традиційні скручування критикуються за компресію дисків [136–138]. Основою є «Велика трійка» МакГілла: модифіковане скручування, бічний міст та «птахо-собака» [134]. Ці вправи активують стабілізатори в нейтральному положенні хребта й доповнюються парадигмою «анти-руху»: анти-розгинання (планка), анти-ротація (жим Паллофа) та анти-бічне згинання [139–141]. Саме ці теоретичні засади, включаючи кінетичний ланцюг, сенсомоторний контроль та стабілізацію кору, лягають в основу сучасних протоколів фізичної терапії при специфічних травмах, що є поширеними в акробатиці на пілоні.

Реабілітація при травмах плечового поясу, зокрема імпінджмент-синдромі та функціональній нестабільності плечового суглоба, найпоширеніших у спортсменів акробатики на пілоні, має проводитися фазово з критеріально-орієнтованим підходом. Це передбачає поступове відновлення рухового контролю, сили та стабільності, засноване на конкретних біомеханічних і нейром'язових показниках, а не лише на часових межах етапу» [142]. На гострій фазі основні цілі полягають у зменшенні болю та запалення за допомогою кріотерапії, модифікації активності та ранньої безболісної мобілізації. Вправи включають маятникові та ізометричні скорочення. На відновлювальній фазі акцент зміщується на відновлення повної амплітуди рухів та прогресивне силове тренування, зокрема зміцнення зовнішніх ротаторів та стабілізаторів лопатки, таких як передній зубчастий м'яз і нижня трапеція. На функціональній фазі здійснюється перехід до пліометричних і спортивно-специфічних вправ, наприклад кидків медболу, що імітують рухи на пілоні та тренують реактивну силу [143].

Аналогічний підхід застосовують при розтягненнях підколінних сухожилів (тип II), що виникають через надмірне подовження [144–146]. Реабілітація базується на прогресії навантаження [147–149]. Гостра фаза включає захист та ізометрію в нейтралі [150, 151], відновлювальна – ізотонічні вправи у середній амплітуді [152, 153]. На функціональній фазі критично важливими є ексцентричні навантаження в подовженому

положенні (скандинавські згинання, румунська тяга) для контролю руху наприкінці амплітуди [148, 154–157]. Перед поверненням у спорт вводять пліометрику та специфічні махи й стрибки [147, 158–160]. Ефективне відновлення потребує не пасивного розтягування, а активного контролю попереково-тазового регіону [144, 147, 161–163].

У командних видах спорту з домінантною стороною та інтенсивними швидкісно-силовими навантаженнями формуються фактори ризику травм задньої групи стегна та колінного комплексу, зокрема розтягнень підколінних м'язів і травм передньої хрестоподібної зв'язки. Підколінні м'язи, переважно другого ступеня (Grade II), ушкоджуються внаслідок ексцентричного скорочення під час гальмування чи прискорення, коли напруження перевищує еластичність м'язово-фасціального комплексу, клінічно проявляючись раптовим болем, локальним набряком і зниженням амплітуди рухів у коліні [164–166].

Ушкодження ПХЗ, своєю чергою, часто є результатом комбінованих рухів вальгусного колапсу коліна, внутрішньої ротації стегна та зовнішнього відведення гомілки під час стрибка або різкого повороту без контакту з опонентом [167]. Такі травми супроводжуються гострим болем, гемартрозом і функціональною нестабільністю коліна, що потребує тривалої реабілітації [168–170]. Корекція та профілактика спрямовані на зменшення частоти травм, відновлення ексцентричної сили, оптимізацію техніки бігу і приземлення та навчання контролю навантаження. Ключові протоколи (Таблиця 1.4, рядок “Командні види спорту”) включають Nordic Hamstring Exercise – прогресивну ексцентричну програму з контрольованим опусканням корпусу, що підвищує ексцентричну міцність і змінює довжину м'язових волокон, знижуючи ризик розриву підколінних на ~ 50 % при включенні в профілактичну програму [171].

Таблиця 1.4 – Корекційні програми за видами спорту [139, 171–177]

Вид спорту	Проблема	Програма	Опис програми
Командні види спорту	Розтягнення задніх м'язів стегна; ушкодження передньої хрестоподібної зв'язки, травми нижніх кінцівок при стрибках і змінах напрямку	Nordic Hamstring Exercise (NHE); FIFA 11+; Нейром'язове тренування (NMT)	NHE: прогресивна ексцентрична програма для задніх м'язів стегна (3–4 підходи, 2–3 р/тиждень), що знижує ризик травм на 50 %. FIFA 11+: структурована розминка (~20 хв), що включає біг, силу, пліометрику, баланс і спритність, зменшує травматизм на 30 %. NMT: багатокомпонентна програма (пліометрика, баланс, сила, техніка приземлення) для профілактики травм нижніх кінцівок.
Теніс / інші ударні види спорту	Імпінджмент-синдром плеча, тендінопатія ротаторної манжети, патологія лабрума, дискінезія лопатки	Програми стабілізації лопатки; зміцнення ротаторів; кінетичний ланцюг у реабілітації	Вправи спрямовані на контроль лопатки (нижній трапецієподібний, передній зубчастий м'яз), прогресивне зміцнення ротаторів (ізометрія → ізотоніка → ексцентрика), мобільність грудного відділу та інтеграція тулуба й таза у виконання ударів/подач.
Гімнастика / Акробатика на пілоні	Перевантаження плечового поясу, лабральні й манжеткові ушкодження, нестабільність від повторних опор	Етапна реабілітація плеча; відновлення контролю лопатки; поступове навантаження і повернення до трюків	Багатоетапна програма: контроль болю → відновлення стабілізаторів лопатки й ротаторів → поступове збільшення навантаження у специфічних позиціях (опора, інверсії, оберти) → критерії повернення до елементів.
Балет / Танцювальні напрямки	Перевантаження стопи й гомілковостопного суглоба, дефіцит пропріоцепції, повторні розтягнення	Програми профілактики травм у балеті (Injury Prevention Program, IPP); пропріоцептивні й силові тренування	Структуровані програми IPP включають баланс, зміцнення стопи, корекцію техніки та контроль навантаження; регулярне виконання (3–4 р/тиждень) суттєво знижує частоту травм.
Мультиспорт / Кроссфіт	Порушення кінетичного ланцюга, слабка стабільність корпусу, дефіцит пропріоцепції	Програма «Big Three» МакГілла; пропріоцептивно-нейром'язова фасилітація (PNF); електростимуляція (NMES)	Big Three: curl-up, side-bridge, bird-dog – вправи на витривалість стабілізаторів тулуба. PNF: контракт-релакс-методика для покращення рухливості та контролю. NMES: допоміжна активація м'язів при дефіциті довільного скорочення.

Також застосовують FIFA 11+ – комплекс розминки з бігом, силовими вправами, пліометрикою та балансом, що знижує загальні травми близько на 30 % [172], та Neuromuscular Training – поєднання пліометрики, балансу, силових і технічних вправ для покращення міжм'язової координації і зниження ризику травм передньої хрестоподібної зв'язки [178]. Практично це включає Nordic Hamstring Exercise 2–3 рази на тиждень, інтеграцію FIFA 11+ у розминку 2–3 рази на тиждень по 20 хвилин та блоки Neuromuscular Training 6–12 тижнів з контролем техніки та індивідуальною адаптацією навантаження [171, 172]. Для ПХЗ реабілітація часто включає хірургічну реконструкцію з автотрансплантатом, за якою слідує фазова терапія: від іммобілізації та контролю набряку в перші тижні до прогресивного навантаження, зміцнення квадрицепсів і підколінних м'язів, а також пропріоцептивних вправ для відновлення стабільності, з поверненням до спорту через 6–12 місяців [179, 180].

У видах спорту з домінуванням рухів над головою (теніс, бейсбол, волейбол) повторювані високошвидкісні кінематичні ланцюги створюють критичне навантаження на структури плеча. Травматизація тут найчастіше проявляється у вигляді субакроміального імпінджмент-синдрому, тендинопатій ротаторної манжети, пошкоджень типу SLAP та скапулярної дискінезії [181]. Патогенетично ці стани зумовлені повторним стисненням тканин у субакроміальному просторі, хронічним перевантаженням сухожиль ротаторів та порушенням скапуло-торакального ритму. Клінічна картина включає біль при піднятті руки, слабкість, обмеження амплітуди рухів та відчуття нестабільності або «кляцання» у суглобі [182, 183] (Таблиця 1.4, рядок “Теніс / інші ударні види спорту”). Основна мета корекції полягає у відновленні адаптивної позиції лопатки, нормалізації силового балансу ротаторів та стабілізації всього кінетичного ланцюга від стегон до плечового поясу [184]. Програми реабілітації включають цілеспрямований тренінг нижньої трапеції та переднього зубчастого м'яза, прогресивні вправи для ротаторної манжети (від ізометрії до ексцентричної роботи), а також

мобілізацію грудного відділу. Систематичні огляди підтверджують, що якісно спроектовані вправи поліпшують функцію суглоба, особливо в поєднанні з корекцією спортивної техніки та критеріально-орієнтованим навантаженням. Процес починається з купірування болю (відпочинок, кріотерапія), переходить до стабілізації лопатки через Y- та T-підйоми і завершується спортивно-специфічними рухами з акцентом на ексцентричне зміцнення для профілактики рецидивів [173, 185].

У гімнастиці, акробатиці на пілоні та подібних видах, що відрізняються повторними статичними опорами і високими навантаженнями на плечовий пояс, типові проблеми включають лабральні та ротаторні ушкодження, хронічний імпінджмент і функціональну нестабільність через повторний механічний стрес, з симптомами болю в передній чи верхній частині плеча, особливо під час рухів над головою, слабкості та відчуття нестабільності (Таблиця 1.4, рядок “Гімнастика / Акробатика на пілоні”) [186].

Реабілітація базується на фазовому підході: гостра стадія з контролем болю та ранньою безболісною мобілізацією; відновлювальна – з відновленням амплітуди рухів і силовою програмою для ротаторів та стабілізаторів лопатки; функціональна – з розвитком позиційної витривалості та введенням спортивно-специфічних навантажень [187]. Практичні елементи включають ізометричні та повільно-ексцентричні вправи для утримань, а також специфічну адаптацію до тривалих опор через пружні навантаження. Важливими є контроль тренувального обсягу та критеріальний підхід до повернення в спорт. Література підтверджує високу травматичність плеча у гімнастів і пропонує протоколи, адаптовані до роботи на кільцях, брусах чи пілоні. Детальна реабілітація охоплює стабілізацію (планки, «птахо-собака») та модифікацію навантажень. Кінцевою метою є досягнення симетричної мобільності, повної безболісної амплітуди та високої сили з динамічною стабільністю [174, 175].

У балеті та танцях переважають мікротравми стопи й гомілковостопного суглоба, зумовлені м'язовим дисбалансом та дефіцитом

пропріоцепції. Специфічними патологіями є латеральні розтягнення через інверсію, тендинопатії ахіллового сухожилля від перевантаження та імпінджменту через роботу en pointe (на кінчиках пальців). Клінічна картина включає біль, набряк, нестабільність суглоба та обмеження мобільності [188, 189]. Інтервенції фокусуються на стабілізації гомілковостопа, відновленні функціональної сили та корекції техніки приземлень і контролю en pointe [190]. Доказову базу профілактики (III рівень) складають програми, що поєднують баланс, силові вправи та модифікацію техніки, що суттєво знижує частоту травм [176]. Практична реалізація передбачає короткі щоденні цикли вправ під час розігріву. Реабілітація стартує з протоколу RICE для гострих станів, переходить до зміцнення перонеальних м'язів (еверсія з опором), пропріоцептивних тренувань на балансувальних дошках та поступового повернення до специфічної техніки з акцентом на цілісність кінетичного ланцюга (Таблиця 1.4) [176].

Мультиспорт охоплює інтегровані форми підготовки з елементами кількох дисциплін – від бігу, плавання та велоспорту до силових і гімнастичних вправ. Одним із найпоширеніших форматів є кросфіт – високоваріативна система, що поєднує вправи з важкої атлетики, гімнастики, пліометрики та метаболічної витривалості. Висока варіативність і інтенсивність тренувань забезпечують універсальну фізичну підготовку, але водночас створюють ризик перевантажень і травм опорно-рухового апарату [191–194].

Типова структура травматизації у спортсменів мультиспортивного профілю включає як гострі, так і хронічні перевантажувальні ушкодження плечового комплексу. Згідно з дослідженням Summitt et al. (2016), серед атлетів, які займаються програмами високої інтенсивності (наприклад, CrossFit), 23,5 % респондентів за останні шість місяців повідомили про травму плеча. При цьому 38,6 % із них – загострення попередньої травми. Механізми ушкоджень включають переважно неправильну техніку виконання (33,3 %) або загострення довшньої травми (33,3 %) [195]. У

мультиспортивних програмах з високою варіативністю та значними навантаженнями на плечовий пояс існує суттєвий ризик травми, що потребує контролю техніки, навантаження та реабілітації.

Клінічні прояви зазвичай включають біль у попереку чи плечі, зниження сили, скутість у кінцевих фазах руху, відчуття нестабільності та зниження нейром'язового контролю при стомленні [196]. Мета корекції – не лише усунення симптомів, а й відновлення біомеханічних шаблонів, балансу мобільності та стабільності в ключових сегментах і симетрії кінетичного ланцюга [177].

Сучасні реабілітаційні підходи ґрунтуються на поєднанні нейром'язового тренування, контрольованих ексцентричних навантажень та постурально-стабілізаційної роботи. Програма Functional Movement Correction Protocol (Cook та співавт., 2014) передбачає початкову оцінку рухових шаблонів через тест FMS (Functional Movement Screen) з подальшою адресною корекцією обмежень у кульшових, плечових і гомілковостопних суглобах [197]. Для профілактики травм заднього м'язового ланцюга застосовуються протоколи ексцентричного зміцнення, як-от Nordic Curl або Romanian Deadlift, що мінімізують ризик мікропошкоджень у фазі тягнення [171, 198].

У процесі реабілітації та профілактики травм плечового комплексу й поперекового відділу у спортсменів функціонального фітнесу ефективними є програми, що забезпечують підвищення стабільності корпусу та контроль техніки. Клінічні дані (Montalvo et al., 2017; Szajkowski et al., 2023) свідчать, що комплексна розминка, яка поєднує активацію стабілізаторів тулуба та динамічну мобілізацію, знижує частоту травм плеча на 25–30 % серед атлетів CrossFit [199, 200].

Механізми корекційного впливу програм пояснюються покращенням міжм'язової координації, зниженням внутрішньосуглобових зсувних моментів через зміцнення стабілізаторів та нормалізацією пропріоцептивного контролю. Ці ефекти підтверджено метааналізом нейром'язових стратегій

для запобігання травм (Emery et al., 2015) [201]. Для об'єктивного контролю відновлення використовуються біоімпедансний аналіз для оцінки складу тіла (Bosy-Westphal et al., 2017) [202], фотометрія для визначення часу реакції (Zemková, 2013) та динамометрія для аналізу симетрії м'язової сили. Також застосовуються поверхнева та стимуляційна міографія, які дозволяють відстежити патерни активації глибоких стабілізаторів під час виконання складних рухових завдань [181].

Фазова побудова реабілітації включає: початкову фазу з контролем болю, ізометричною активацією та стабілізацією у безпечних положеннях; проміжну фазу з відновленням амплітуди рухів і контрольованими навантаженнями; а також функціональну фазу з інтеграцією технічних елементів та поверненням до WOD-комплексів. Критеріями готовності до повернення у спорт вважаються повна безбольова амплітуда рухів, симетрична сила м'язів (понад 80 % від показників здорової сторони) та успішне проходження функціональних тестів (наприклад, hop tests), що підтверджують стабільну кінетику у складних завданнях (Wilk et al., Return to Sport Participation Criteria; Principles of Rehabilitation) [203].

Таким чином, у мультиспортивних видах та кросфіті ефективна корекційна програма повинна поєднувати біомеханічну діагностику, інструментальні методи контролю й багатофазну побудову навантаження (Таблиця 1.4, рядок “Мультиспорт / Кроссфіт”) [177]. Саме такий підхід забезпечує безпечне повернення до тренувального процесу, зменшення ризику повторних ушкоджень і підтримання високого рівня функціональної готовності.

Синтез цих підходів дозволив сформувати інтегровану, послідовну модель корекційних втручань, відому як “Інгібування → Подовження → Активація → Інтеграція”, яка слугує універсальною основою для розробки програм фізичної терапії в видах спорту, що характеризуються асиметричними навантаженнями. Ця послідовність прямо перегукується з Corrective Exercise Continuum, запропонованим NASM (National Academy of

Sports Medicine), що базується на застосуванні методів інгібування гіперактивних м'язів, подовження вкорочених (tight) тканин, ізольованої активації недостатньо активних м'язів і подальшої інтеграції у багатокomпонентні функціональні рухи (NASM Corrective Exercise Continuum: Inhibit → Lengthen → Activate → Integrate) [186].

У цій моделі спочатку відбувається зменшення напруги та гіпертонусу в перевантажених, гіперактивних м'язах за допомогою технік міофасціального релізу, наприклад самомасаж на пінному ролі для грудних м'язів [204–206]. Далі відновлюється нормальна довжина цих вкорочених м'язів за допомогою ефективних технік статичного розтягнення або пропріоцептивної нейром'язової фасилітації [133, 207–209]. Потім здійснюється ізольоване "включення" та зміцнення ослаблених, гіпотонічних м'язів-антагоністів, наприклад сідничний міст для активації сідничних м'язів чи Y-підйоми для нижньої трапеції [210–213]. Нарешті, новий, збалансований патерн м'язової активації вбудовується у комплексні, функціональні рухи, що імітують спортивну діяльність, наприклад вправи "Великої трійки" МакГілла чи випади з жимом [214–218].

Цей алгоритм дозволяє системно усувати причини дисфункцій, а не лише їхні симптоми. Його застосування включає само-міофасціальний реліз на етапі інгібування, пропріоцептивну нейром'язову фасилітацію з технікою Contract-Relax-Antagonist-Contract або статичне розтягнення – на етапі подовження [131–133], активаційні вправи для ослаблених м'язів – на етапі активації [219–221], а також вправи «Великої трійки» МакГілла чи жим Паллофа – на етапі інтеграції для відновлення стабільності попереково-тазово-стегнового комплексу та кінетичного ланцюга [222, 220, 139].

У випадках виражених структурних патологій, таких як сколіоз, можуть застосовуватися більш спеціалізовані методики. Провідним напрямком фізіотерапевтичних вправ для лікування сколіозу є метод Шрот – тривимірна система корекції, що використовує коригувальне ротаційне дихання та специфічні асиметричні вправи для активної зміни деформації

хребта [218, 217, 223]. Метааналізи показують, що метод Шрот призводить до статистично значущого зменшення кута Кобба та покращує якість життя пацієнтів[224]. Парадигма «кінетичного ланцюга» і принцип проксимальної стабільності лежать в основі міжвидових програм реабілітації. Підхід МакГілла фокусується на витривалості м'язів кору через "Велику трійку" – модифіковане скручування, бічний міст та "птахо-собака", спрямованих на збереження хребта та розвиток жорсткості для передачі сил між кінцівками [134, 135].

Пропріоцептивна нейром'язова фасилітація з техніками Contract-Relax та Contract-Relax-Antagonist-Contract ефективна для збільшення амплітуди рухів і сенсомоторної інтеграції [120–122]. Нервово-м'язова електростимуляція застосовується як ад'ювант при дефіциті довільної активації, зокрема після травм або операцій, а також для підтримки гіпотрофічних м'язів у ранній реабілітації. Програма «Інгібування → Подовження → Активація → Інтеграція» поєднує ці підходи в єдину клінічну послідовність, відображаючи сучасний комплексний та індивідуалізований підхід до фізичної терапії у спорті, що ґрунтується на біомеханічних і нейрофізіологічних принципах [127, 201–204, 226]. Нижче наведено приклад інтегрованого протоколу коригувальних вправ для усунення дисфункцій (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 – Інтегрований протокол коригувальних вправ (Приклад) [139, 140, 220, 225, 226]

Етап	Цільова зона (за результатами оцінки)	Приклад вправи
1. Інгібування	Напружені грудні м'язи / згиначі стегна	Само-міофасціальний реліз (пінний рол)
2. Подовження	Скорочені грудні м'язи / згиначі стегна	PNF (техніка CRAC) / Статичне розтягнення
3. Активація	Ослаблені сідничні м'язи / нижня трапеція	Сідничний міст / Y-підйоми в положенні лежачи
4. Інтеграція	Відновлення стабільності LPHC (Lumbo-Pelvic-Hip Complex) та кінетичного ланцюга	Вправи "Великої трійки" МакГілла / Жим Паллофа

Висновки до розділу 1

Аналіз науково-методичної літератури дозволив сформулювати теоретичну базу для вивчення порушень опорно-рухового апарату (ОРА) в акробатиці на пілоні (АнП).

Встановлено, що ця дисципліна характеризується екстремальними біомеханічними вимогами, зокрема асиметричними навантаженнями, обертаннями зі швидкістю до 400°/с та прискореннями до 2G. Такі умови зумовлюють високий рівень травматизму, що підтверджується епідеміологічними даними, згідно з якими до 87 % спортсменок мають травми з локалізацією у плечовому поясі, спині та нижніх кінцівках.

Виявлено, що в основі травматизації лежать специфічні патомеханічні патерни, що розвиваються у відповідь на хронічну асиметрію [227]. Ці навантаження спричиняють постуральні порушення (зокрема сколіоз) та стійкі м'язові дисбаланси в рамках концепції перехресних синдромів В. Янди. Системні дисбаланси проявляються через рухові дисфункції – лопаткову та попереково-тазову дискінезію, що порушують роботу кінетичного ланцюга та призводять до структурних пошкоджень.

Огляд сучасних підходів до фізичної терапії показав наявність ефективних методів діагностики (функціональні скринінги, інструментальні дослідження) та корекції порушень ОРА. До них належать концепція стабілізації кору за МакГіллом, пропріоцептивне тренування, фазові протоколи реабілітації та інтегрована модель «Інгібування → Подовження → Активація → Інтеграція».

Теоретичний аналіз виявив ключове протиріччя: при доведеному високому травматизмі в АнП відсутній науково обґрунтований інструментарій для корекції специфічних дисфункцій ОРА саме у цій групі атлетів.

Відсутність комплексних досліджень, які б пропонували інтегровану програму корекції для АнП, визначає актуальність нашого

експериментального дослідження, методологія якого буде розкрита у наступному розділі.

Основні положення розділу відображені в роботах автора [62, 8, 228].

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для якісного вирішення поставлених завдань та всебічної оцінки динаміки функціонального стану спортсменок, які займаються акробатикою на пілоні, було використано комплекс взаємодоповнюючих методів дослідження. До нього увійшли: аналіз науково-методичної літератури, педагогічні методи, інструментальні методи оцінки функцій та структур організму за доменами МКФ, а також методи математичної статистики для обробки отриманих даних.

2.1 Методи дослідження

2.1.1 Аналіз науково-методичної літератури

Для визначення стану проблеми, обґрунтування актуальності теми, постановки мети та завдань дослідження, а також для вибору адекватних методів, було проведено аналіз спеціальної науково-методичної літератури.

Загалом методом реферування було проаналізовано 273 наукові праці, серед яких монографії, дисертації, статті у фахових журналах з високим рівнем рецензування та матеріали конференцій.

Пошук здійснювався в електронних наукометричних базах, зокрема PubMed, Google Scholar, Cochrane Library та PEDRO. Пошук інформації проводився за ключовими словами (українською та англійською мовами), що охоплювали проблематику дослідження: “pole acrobatics asymmetry” (асиметрія в акробатиці на пілоні), “unilateral sport injuries” (травми в видах спорту, що характеризуються асиметричними навантаженнями), “surface electromyography” (поверхнева електроміографія), “segmental bioimpedance” (сегментарний біоімпеданс), “postural symmetry screening” (скринінг постуральної симетрії), “physical therapy for sport-specific imbalances” (фізична терапія при специфічних дисбалансах), тощо.

Для аналізу наявних даних використовували методи абстрагування та логіко-теоретичний аналіз. Результати аналізу дозволили систематизувати наукові дослідження та методичні положення щодо функціональних та структурних адаптацій ОРА спортсменів в видах спорту, що характеризуються асиметричними навантаженнями та обґрунтувати необхідність розробки цільової програми фізичної терапії.

2.1.2 Педагогічні та соціологічні методи дослідження

Педагогічні методи та соціологічні дослідження відіграли ключову роль у зборі суб'єктивних даних, моніторингу динаміки стану спортсменок та оцінці ефективності впровадженої програми фізичної терапії. Вони доповнили об'єктивні інструментальні вимірювання, надавши цілісну картину адаптаційних змін в організмі спортсменок, які займаються акробатикою на пілоні. Основними педагогічними методами стали анкетування та спостереження.

Анкетування проводилося у два окремі етапи, що відрізнялися за метою, обсягом та контингентом піддослідних. На першому етапі було проведено початкове онлайн-анкетування серед широкого кола спортсменів (108 учасників), що тренуються на пілоні в Україні. Метою цього етапу було виявлення причин, частоти та локалізації спортивних травм, а також зв'язків між особливостями тренувального процесу та ризиками травматизації. Анкета (додаток Ж) складалася з 46 запитань, що охоплювали спортивний рівень, тренувальний стаж, демографічні дані, умови тренувань та обізнаність щодо техніки безпеки. Результати показали, що 87,10 % учасників зазнавали травм щонайменше раз на рік, найчастіше через невдале виконання елементів (71,87 %), з переважною локалізацією у плечах (48,10 %), колінах (37,00 %), стегнах (28,67 %) та кистях (27,75 %). Важливим висновком стало те, що нерівномірний фізичний розвиток збільшує ризик травматизації на 63,24 %, що підтвердило актуальність подальшого, більш глибокого дослідження функціональної асиметрії.

На другому етапі для більш детальної оцінки функціонального стану опорно-рухового апарату спортсменок основної групи була розроблена та застосована спеціалізована 50-пунктна анкета. Її заповнювали лише учасниці, що дійшли до етапу інструментальних досліджень (60 спортсменок), а для фінального аналізу використовувалися дані вибірки, що повністю пройшла всі етапи дослідження (20 спортсменок). Анкета включала питання, спрямовані на виявлення міжбокових відмінностей у силі, витривалості, гнучкості, балансі, а також наявності дискомфорту чи болю. Кожне питання передбачало шкальну (від 1 до 10) або бінарну відповідь, що дозволяло кількісно оцінити вираженість симптомів. Анкетування проводилося у три етапи: вихідне тестування, проміжний моніторинг кожні 2 тижні протягом 8-тижневого курсу фізичної терапії та фінальне тестування після його завершення. Результати вихідного анкетування підтвердили очікувані функціональні порушення: 90 % учасниць відзначили, що переважно виконують силові трюки на домінантну руку, а 75 % мали знижену координацію при спробі виконати елемент на протилежну сторону.

Педагогічні спостереження використовувалися для доповнення об'єктивних даних якісною інформацією про рухові патерни, техніку виконання елементів та суб'єктивні відчуття спортсменок. Спостереження включали контроль за правильністю виконання вправ з фізичної терапії та оцінку здатності спортсменок виконувати елементи на недомінантну сторону. Було встановлено, що спортсменки часто не можуть виконати той самий елемент на недомінантну сторону, що вказувало на наявність координаційних та пропріоцептивних порушень. Результати педагогічних спостережень, у поєднанні з даними анкетного опитування та інструментальних методів, стали основою для розробки програми фізичної терапії, спрямованої на корекцію функціональної асиметрії, відновлення м'язового балансу та покращення стабілізації корпусу.

2.1.3 Інструментальні методи дослідження

Для отримання об'єктивних кількісних даних про функціональний стан опорно-рухового апарату спортсменок було застосовано комплекс інструментальних методів, класифікованих відповідно до доменів Міжнародної класифікації функціонування, обмеження життєдіяльності та здоров'я (МКФ). Усі процедури виконувались в один день у суворо визначеній послідовності – від методів, що не викликають втоми, до більш навантажувальних – з метою мінімізації впливу потенційних спотворюючих факторів

Першим блоком дослідження стала оцінка структурних та метаболічних характеристик організму. Для аналізу структури тулуба (домен МКФ s760) та об'єктивної кількісної оцінки постуральних асиметрій використовувався метод фотограмметрії. Метою методу було виявити наявність та ступінь асиметрії постави у фронтальній та дорсальній площинах для перевірки гіпотези про формування компенсаторних порушень внаслідок специфічних асиметричних навантажень в акробатиці на пілоні.

Дослідження проводилося за допомогою обладнання – автоматизованої системи APECS (AI Posture Evaluation and Correction System), виробництва Saneftec, Франція. Ця система дозволяє проводити високоточний візуальний скринінг та автоматизований розрахунок індексів симетрії тіла.

Процедура позиціонування та фотографування була суворо стандартизована для забезпечення надійності даних. Учасниця дослідження перебувала у положенні стоячи, розслаблено, зі стопами на ширині плечей. Камера розташовувалася на штативі на відстані 2 метрів від пацієнтки та на висоті 80 см над підлогою. Для кожної спортсменки здійснювали фотографування тулуба у двох проекціях: фронтальній (вид спереду) та дорсальній (вид ззаду). Для додаткового контролю та чіткого прослідковування симетрії чи асиметрії на рівні плечей, лопаток, тазу, сідничних складок та підколінних ямок використовувався лазерний рівень. Отримані зображення оброблялися програмним забезпеченням APECS для

автоматизованого визначення координат ключових антропометричних точок тіла (рис. 2.1).

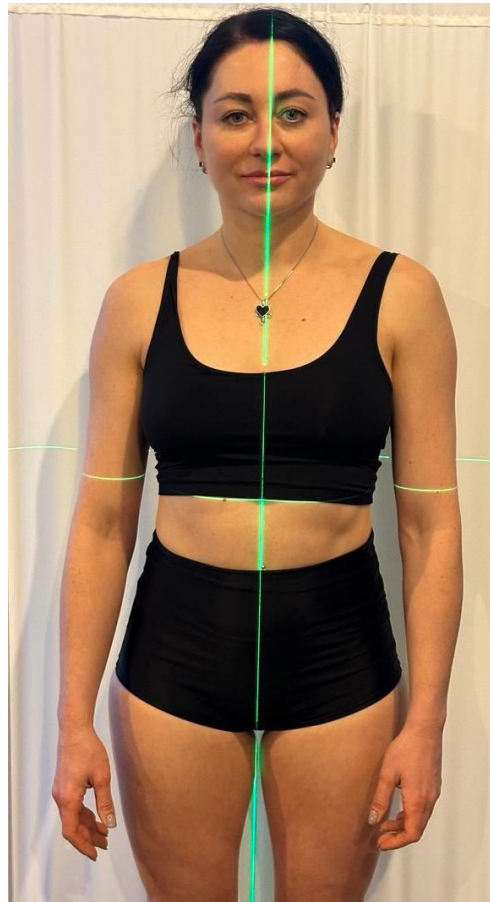


Рисунок 2.1 – Визначення координат точок тіла за допомогою системи АРЕС

На основі отриманих координат система автоматично розраховувала ключові індекси симетрії та асиметрії тулуба, генеруючи детальний звіт для кожної учасниці. До основних показників, що аналізувалися, увійшли (табл. 2.1):

Для оцінки загальних метаболічних функцій (домен МКФ b540) та детальнього аналізу компонентного складу тіла використовувався метод біоімпедансометрії. Метою методу було проаналізувати різницю у масі тканин, що не містять жиру, між правою та лівою сторонами тіла, а також

виявити асиметрії у м'язовій масі, вмісті жиру та електричному опорі окремих сегментів.

Таблиця 2.1 – Індекси симетрії та асиметрії тулуба, що розраховуються системою APECS

Індекс	Повна назва	Пояснення / Що вимірює
HDI	Horizontal Deviation Index	Індекс горизонтального відхилення
HDI-S	Horizontal Deviation Index - Shoulders	Горизонтальне відхилення лінії плечей відносно вертикальної осі
HDI-A	Horizontal Deviation Index - Arms	Горизонтальне відхилення лінії, що з'єднує пахвові западини
HDI-T	Horizontal Deviation Index - Trunk	Горизонтальне відхилення лінії талії
FAI	Frontal Alignment Index	Індекс фронтального вирівнювання
FAI-C7	Frontal Alignment Index - C7	Фронтальне зміщення сьомого шийного хребця відносно центральної лінії
FAI-A	Frontal Alignment Index – Arms	Асиметрія відстані від центральної лінії до пахвових западин
FAI-T	Frontal Alignment Index – Trunk	Асиметрія відстані від центральної лінії до бокових країв талії
Індекси симетрії тулуба (дорсальна проекція)		
POTSI	Posterior Trunk Symmetry Index	Індекс симетрії задньої поверхні тулуба
ATSI	Asymmetry Trunk Symmetry Index	Індекс асиметрії тулуба
GTI	General Trunk Index	Загальний індекс кривизни тулуба

Дослідження проводилося за допомогою обладнання – сегментного аналізатора складу тіла Tanita BC-418 (Tanita Corp., Японія).

Процедура вимірювання тривала близько 30 секунд і проходила за стандартизованим протоколом для забезпечення точності даних. Перед початком тесту ручки та платформа приладу оброблялися антисептиком. У програму вводилися індивідуальні дані спортсменки: вік, зріст, стать та тип статури ("атлетична"). Учасниця знімала зайвий одяг та ставала босими ногами на платформу аналізатора, після чого брала в руки виносні електродиручки, тримаючи їх вздовж тіла. Протягом вимірювання необхідно було

зберігати нерухоме положення. Після завершення процедури прилад автоматично розраховував показники, які роздруковувалися у вигляді чека (рис. 2.2).

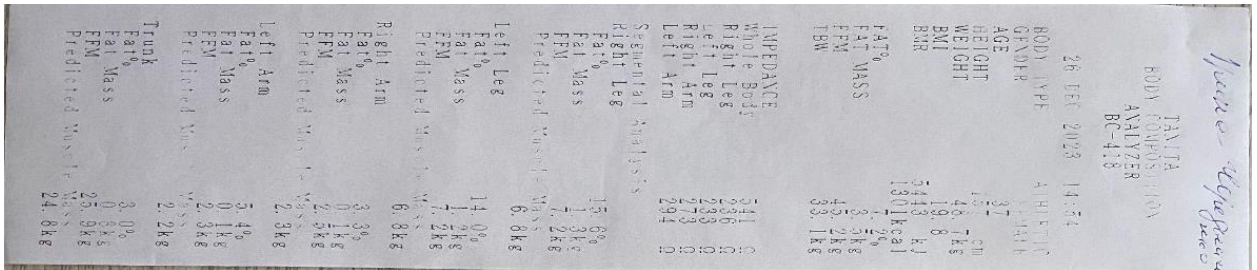


Рисунок 2.2 – Показники аналізу компонентного складу тіла

За допомогою даної методики було отримано комплексний набір параметрів, що характеризують склад тіла як глобально, так і сегментарно (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Основні параметри компонентного складу тіла, що вимірювалися за допомогою аналізатора Tanita BC-418

Параметр	Одиниця виміру	Пояснення параметра
Індекс маси тіла (ІМТ)	кг/м ²	Співвідношення маси тіла до квадрату зросту
Рівень основного обміну (BMR)	ккал/доба	Кількість калорій, що спалюються організмом у стані спокою
Вміст жиру (FAT)	% / кг	Відсоткова частка та абсолютна маса жирової тканини в тілі
Безжирова маса (FFM)	кг	Загальна маса тіла без жирової тканини (м'язи, кістки, органи, вода)
Загальна кількість води (TBW)	кг	Загальний об'єм води в організмі
Електричний опір (Імпеданс)	Ом (Ω)	Електричний опір тканин всього тіла, а також окремо для рук, ніг та тулуба
Сегментний аналіз	% / кг	Вміст жиру та безжирової маси для кожної кінцівки (права/ліва рука, права/ліва нога) та тулуба

Наступним кроком була поглиблена оцінка функцій м'язів. Для визначення функції м'язової сили (домен МКФ b730) та виявлення силових

дисбалансів між правою та лівою сторонами тіла застосовувалася ізометрична динамометрія. Метою методу було порівняти силові показники в умовах, що імітують специфічні рухові патерни акробатики на пілоні, та оцінити вплив тренувань на рівномірність розвитку силових якостей.

Вимірювання проводилися за допомогою обладнання – динамометричної системи Dr. Wolff «Back-Check» 607 (Німеччина). Перевагою даного апарату є можливість оцінювати силу великих м'язових груп у кількох позиціях із різними векторами навантаження, що забезпечує високу екологічну валідність результатів для даного виду спортивної діяльності (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Зразок зняття динамометричної проби

Протокол вимірювань включав вісім силових проб: по чотири для правостороннього та лівостороннього навантаження. Кожна проба виконувалася тричі з максимальною ізометричною напругою тривалістю 5 секунд. Для подальшого аналізу використовувалися усереднені та максимальні значення сили (кг), зафіксовані для кожної проби. Усі учасниці

підтвердили, що їх домінантною рукою є права. Детальний опис чотирьох основних тестів наведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Опис тестів статичної динамометрії на апараті Back-Check 607

Назва тесту	Опис руху	Позиція учасниці	Розташування датчика
Проба 1: Латеральна флексія тулуба	Нахил тулуба вправо та вліво відносно поздовжньої осі	Ноги на ширині тазу, руки зігнуті в ліктях на рівні грудної клітини.	На рівні плечового суглоба; обмежувач руху на протилежному боці тазу.
Проба 2: Флексія руки у пронації	Згинання руки вперед у сагітальній площині	Стоячи боком до датчика, ноги на ширині тазу.	Вище голови, на дистальній частині передпліччя. Опорна точка на рівні лопаток.
Проба 3: Латеральна аддукція у пронації	Приведення руки до тулуба в сагітальній площині	Стоячи зі зміщенням до точки опори, ноги на ширині тазу.	Вище голови, на дистальній частині передпліччя. Опорна точка на рівні тазу.
Проба 4: Латеральна абдукція у супінації	Відведення руки від тулуба в сагітальній площині	Стоячи зі зміщенням до точки опори. Протилежна рука тримається за ручку над головою.	На рівні тазу. Опорна точка на рівні тазу протилежної руки.

Для глибокого аналізу функцій м'язів та нейром'язових функцій було застосовано комплекс електроміографічних методів.

Поверхнева електроміографія (sEMG)

Для оцінки функції м'язового тону (домен МКФ b735) та біоелектричної активності використовувалася поверхнева електроміографія. Метою методу було отримати порівняльний коефіцієнт активності парних м'язів для аналізу м'язових асиметрій та дослідити диспропорції в їх розвитку під час статичного навантаження.

Обладнання, що використовувалося, включало 8-канальну систему M-TEST ONE 8, а також нейроміограф M-TEST (DX-системи, Україна).

Процедура дослідження полягала у симетричному накладанні поверхневих електродів на шкіру в проекції рухової точки досліджуваних м'язів(рис. 2.4).

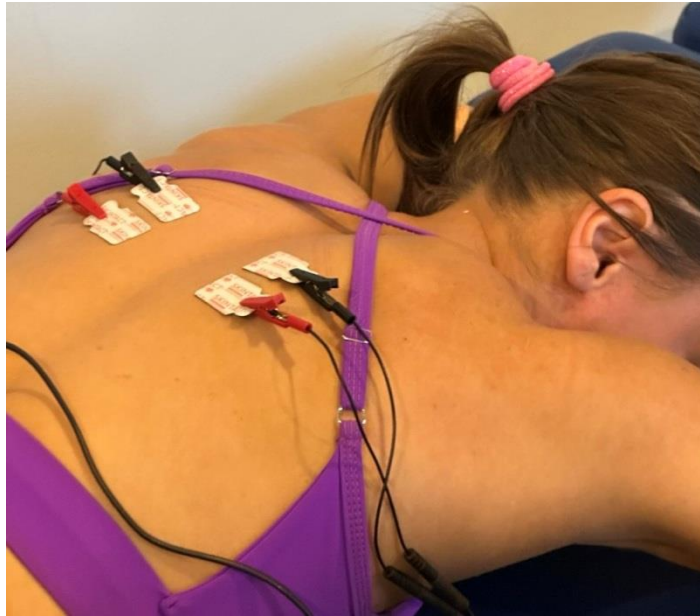


Рисунок 2.4 – Зразок зняття показників поверхневої міографії

До переліку досліджуваних м'язів увійшли ключові м'язові групи, що активно залучені в акробатиці на пілоні:

- а. Найширший м'яз спини (*m. latissimus dorsi*);
- б. Трапецієподібний м'яз спини (*m. trapezius*);
- в. Косий м'яз живота (*m. obliquus internus abdominis*);
- г. Великий грудний м'яз (*m. pectoralis major*);
- г. М'язи-випрямлячі хребта (*m. erector spinae*).

Реєстрація ЕМГ- сигналу для кожної пари м'язів складалася з двох проб: у фазі повного розслаблення (стан спокою) та в період максимального довільного ізометричного напруження цільового м'яза, яке підтримувалося протягом 10 секунд. Між пробами надавався відпочинок тривалістю 1–2 хвилини. Аналізувалися ключові вимірювані параметри, наведені в таблиці 2.4.

Реєстрацію біоелектричної активності м'язів проводили відповідно до міжнародних рекомендацій SENIAM (Surface EMG for Non-Invasive Assessment of Muscles) з метою забезпечення стандартизації, відтворюваності результатів та мінімізації артефактів сигналу [229].

Таблиця 2.4 – Параметри, що реєструвалися під час поверхневої ЕМГ

Параметр	Одиниця виміру	Пояснення параметра
А.макс.	мкВ	Максимальна амплітуда – пікове значення електричного сигналу м'яза, що відображає максимальну рекрутацію рухових одиниць.
А.сер.	мкВ	Середня амплітуда – усереднене значення амплітуди за час вимірювання, характеризує загальний рівень м'язової напруги.
F.сер.	Гц	Середня частота – усереднена частота м'язових скорочень.
A/F	мкВ*с	Співвідношення амплітуди до частоти – інтегральний індекс, що відображає ефективність нейром'язової активації.

Перед фіксацією електродів ділянку шкіри очищали 70 % розчином ізопропілового спирту для знежирення та зменшення електричного опору. За наявності волосяного покриву його обережно видаляли. Безпосередньо перед накладанням шкіру підсушували стерильною серветкою.

Використовували одноразові срібно-хлоридні електроди Ag/AgClSkintact, діаметром 34 мм, із міжелектродною відстанню 20 мм (центр–центр). Електроди розміщували у біполярній конфігурації, паралельно до напрямку м'язових волокон. Земляний (референтний) електрод встановлювали на кістковій ділянці (акроміальний відросток або остистий відросток хребця).

Розміщення електродів здійснювали згідно з протоколом SENIAM і перевіреними біомеханічними орієнтирами для кожного з досліджуваних м'язів:

- *m. latissimus dorsi* – на середині відстані між нижнім кутом лопатки та гребенем клубової кістки, приблизно на 4–6 см латеральніше від остистих відростків, паралельно волокнам.
- *m. trapezius (pars descendens)* – у середній точці лінії між акроміальним відростком та остистим відростком С7.
- *m. obliquus internus abdominis* – у середині відстані між передньо-верхньою остю клубової кістки та лобковим симфізом, під кутом близько 45° до горизонталі.

- *m. pectoralis major (pars sternocostalis)* – у центральній частині м'язового черевця, вздовж напрямку волокон між грудиною та плечовим відростком.
- *m. erector spinae* – електроди розміщували на рівні остистого відростка L1, на 2 см латерально від серединної лінії, паралельно до осі хребта. Така позиція забезпечує реєстрацію сумарної поверхневої активності комплексу м'язів-випрямлячів хребта (*multifidus, spinalis thoracis*).
- *m. longissimus thoracis* – електроди фіксували на рівні остистого відростка L3, на 3 см латерально від серединної лінії, орієнтовано вздовж напрямку м'язових волокон. Це дозволяє реєструвати переважно активність *longissimusthoracis*, мінімізуючи перехресні сигнали від *iliocostalis lumborum*.

Реєстрацію здійснювали за допомогою восьмиканального електроміографа M-TESTONE 8. Частота дискретизації становила 2000 Гц, розрядність аналого-цифрового перетворювача – 24 біти, коефіцієнт придушення синфазних перешкод (CMRR) – понад 110 дБ, вхідний імпеданс – понад 100 МΩ. Такі параметри забезпечували високу роздільну здатність і точність вимірювань.

Первинні sEMG-сигнали підлягали попередній цифровій фільтрації: застосовували смуговий фільтр Баттерворта 4-го порядку із діапазоном пропускання 20–450 Гц для усунення низькочастотних артефактів та високочастотного шуму, а також режекторний фільтр на 50 Гц для приглушення мережових перешкод. Після фільтрації виконували повнохвильове випрямлення сигналу та розрахунок середнього квадратичного значення (RMS) у ковзному вікні програмними методами передбаченими виробником обладнання, для подальшого аналізу амплітудних характеристик.

Дотримання протоколу SENIAM у виборі електродів, локалізації, параметрів реєстрації та обробки сигналу забезпечувало високу відтворюваність вимірювань і можливість порівняння результатів із даними інших досліджень у сфері спортивної електроміографії.

Для функціональної оцінки нервово-м'язової системи та дослідження параметрів викликаних рухових реакцій (домен МКФ b755 – Імпульсна регуляція рухів) застосовувалася стимуляційна електроміографія (sEMG).

Дослідження проводили на комп'ютерному електроміографі M-TEST (DX-Systems, Україна), який забезпечує генерацію прямокутних електричних імпульсів з регульованими параметрами (амплітуда, тривалість, частота) та реєстрацію викликаних потенціалів дії м'язів.

Перед встановленням електродів шкіру очищували та знежирювали 70 % етанолом. Опір контактів перевіряли до досягнення значення < 5 кОм. Температура шкіри підтримувалась на рівні 33–35 °С.

Дослідження виконували у положенні сидячи, з розслабленою верхньою кінцівкою, долонною поверхнею догори. Кисть фіксували у нейтральному положенні для уникнення рухових артефактів (рис. 2.5).

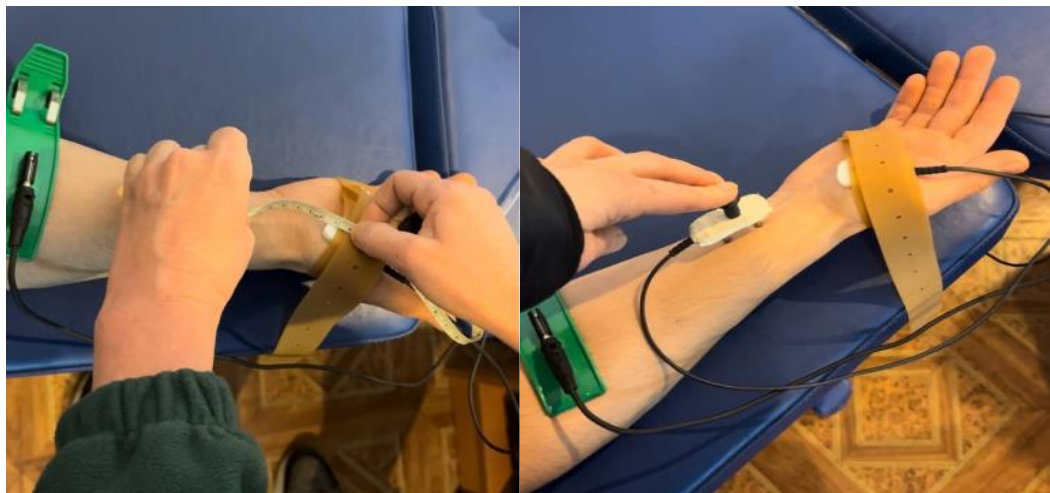


Рисунок 2.5 – Зразок зняття показників стимуляційної міографії

Стимуляцію проводили надшкірно по ходу серединного нерва (*n. medianus*) у двох точках: на рівні зап'ястя та у ділянці ліктьового згину.

При стимуляції на зап'ясті катод стимулювального електрода розташовували на 2–3 см проксимальніше від поперечної складки зап'ястя, анод – дистальніше по ходу нерва. Відстань між стимулювальним і реєструвальним електродом становила 80 мм; це значення вводили у

програмне забезпечення для автоматичного розрахунку швидкості проведення імпульсу.

При стимуляції в ділянці ліктьового згину катод розміщували безпосередньо на згині ліктя, анод – проксимальніше по ходу нерва; відстань між електродами також фіксували у системі M-TEST.

М'язову відповідь – сумарний потенціал дії м'язового волокна (СМАР) – реєстрували багаторазовими штатними поверхневими Ag/AgCl-електродами, розташованими у проєкції короткого відвідного м'яза великого пальця (*m. abductor pollicis brevis*): активний електрод – на черевці м'яза, референтний – на його сухожиллі, заземлювальний – на тильній поверхні передпліччя, між стимулювальним і реєструвальним електродами.

Стимуляцію здійснювали прямокутними імпульсами тривалістю 0,2 мс, поступово підвищуючи амплітуду до отримання супрамаксимальної відповіді.

Вимірювали латентність, амплітуду та тривалість СМАР, а також швидкість проведення збудження по нерву (м/с). Показники порівнювали між правою та лівою кінцівками для виявлення функціональної асиметрії

Дана методика дозволила об'єктивно порівняти між правою та лівою кінцівками ключові вимірювані параметри (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Параметри, що реєструвалися під час стимуляційної ЕМГ

Параметр	Одиниця виміру	Пояснення параметра
Латентність	мс	Час від моменту нанесення електричного стимулу до початку м'язової відповіді (СМАР).
Амплітуда СМАР	мкВ	Максимальна амплітуда викликаного потенціалу, що відображає кількість м'язових волокон, які відповіли на стимуляцію.
Площа СМАР	мс*мВ	Сумарний потенціал дії м'язових волокон; інтегральний показник, що враховує і амплітуду, і тривалість відповіді.
Швидкість проведення	м/с	Швидкість проведення нервового імпульсу по рухових волокнах нерва.

Все використане в дослідженні обладнання входило до інтегрованої системи вимірювань університету, що функціонує відповідно до вимог стандарту ДСТУ ISO 10012:2005 «Системи керування вимірюванням. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання».

Засоби вимірювальної техніки перебувають на плановому метрологічному контролі, який включає регулярне технічне обслуговування, повірку або калібрування згідно із затвердженими графіками. Такий підхід забезпечує простежуваність результатів вимірювань, їхню достовірність і відповідність метрологічним вимогам.

2.1.4 Статистичний аналіз

Отриманні в результаті дослідження дані оброблялися з використанням сучасних методів математичної статистики. Усі розрахунки та аналітичні процедури виконувалися за допомогою ліцензійного програмного забезпечення Statistica версії 10 (StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA). Вибір конкретних статистичних інструментів ґрунтувався на меті кожного етапу аналізу, типі даних та характері їх розподілу. У всіх видах аналізу пороговий рівень статистичної значущості (α) був встановлений на рівні 0,05, відповідно, результати вважалися статистично значущими при $p < 0,05$. Усі тести та реєстрація показників проводилися в уніфікованих, відтворюваних умовах, що відповідали стандартам вимірювання.

Першим кроком статистичного аналізу була перевірка розподілу даних на нормальність. Для кожної кількісної змінної застосовувався критерій Шапіро-Уїлка (Shapiro-Wilk W-test). Результати тестування показали, що у більшості випадків розподіл даних статистично значуще відхилявся від нормального ($W = 0,81-0,96$; $p < 0,05$), що унеможливило застосування параметричних критеріїв і зумовило необхідність використання непараметричних методів для подальшого аналізу.

Для узагальнення та первинного опису вибірки використовувалися методи описової статистики. Кількісні характеристики досліджуваної групи, такі як вік, досвід тренувань та антропометричні дані, представлялися у

вигляді середнього значення та стандартного відхилення ($M \pm SD$). Порядкові дані, отримані в результаті анкетування (бали за шкалою від 1 до 10), подавалися як медіана (Me) та інтерквартильний розмах ($IQR = Q_3 - Q_1$), що є більш коректним для ненормально розподілених даних.

Для оцінки розподілу відповідей випробуваних на бінарні питання анкети (Так/Ні) та визначення статистичної значущості відхилення спостережуваних частот від очікуваного рівномірного розподілу використовувався критерій Пірсона (χ^2). Усі тести проводилися зі ступенем вільності $df = 1$ та критичним рівнем значущості $\alpha = 0,05$.

Для порівняння частотних розподілів у залежних вибірках (тест «до/після» для бінарних даних) застосовувався критерій χ^2 Мак-Немара.

Для порівняння груп та умов застосовувалися наступні непараметричні критерії:

1. U-критерій Манна-Уїтні (Mann-Whitney U-test) використовувався для порівняння двох незалежних груп. Зокрема, за допомогою цього критерію оцінювався вплив віку на досліджувані показники шляхом порівняння підгруп першого та другого періодів зрілого віку. Оскільки у більшості випадків статистично значущих відмінностей виявлено не було ($p > 0,05$), це дозволило об'єднувати вікові групи для подальшого аналізу.

2. Парний критерій Вілкоксона (Wilcoxon signed-rank test) застосовувався для статистичного аналізу змін у залежних вибірках. Цей метод став ключовим для оцінки ефективності розробленої програми фізичної терапії шляхом порівняння показників 50-пунктної анкети до та після 8-тижневого втручання. Для кожного пункту обчислювали суму позитивних та негативних рангів, статистику Z та рівень значущості p .

3. Критерій знаків (Sign test) використовувався для порівняння двох пов'язаних змінних, зокрема для оцінки наявності асиметрії – відмінностей між показниками правої та лівої сторін тіла, отриманими за допомогою динамометрії, біоімпедансометрії та електроміографії.

Для виявлення взаємозв'язків між змінними застосовувалися такі методи:

1. Кореляційний аналіз за Спірменом (Spearman's rank correlation) застосовувався для виявлення сили та напрямку зв'язків між змінними, що не мали нормального розподілу. Цей метод був ключовим для визначення взаємозв'язків між суб'єктивними анкетними балами та об'єктивними інструментальними показниками, а також між різними інструментальними показниками. Статистично значущими вважали кореляції з коефіцієнтом $|\rho| > 0,45$ ($p < 0,05$).

2. Ієрархічний кластерний аналіз (метод Варда, евклідова відстань) використовувався для виявлення внутрішньої структури даних та групування змінних. Цей метод дозволив об'єднати 58 апаратних показників та 50 анкетних балів у п'ять спільних фізіологічних доменів (сила, морфологія, постава, нейром'язова активація та збудливість), що стало основою для валідизації розробленого опитувальника.

2.2 Організація дослідження

Дослідження мало комплексний, багатоетапний дизайн та проводилося на базі Науково-дослідного інституту Національного університету фізичного виховання і спорту України (НУФВСУ). Такий підхід, що починається з широкого опитування та звужується до сфокусованих інструментальних та інтервенційних етапів, може бути надійною методологією для клінічних досліджень, дозволяючи отримати як загальну картину проблеми, так і глибокі механістичні розуміння.

Дослідження проводилося у три основні етапи:

I етап (вересень 2022 р. – червень 2023 р.) – Підготовчо-аналітичний. На цьому етапі було проведено аналіз сучасної науково-методичної літератури, що дозволило обґрунтувати актуальність проблеми, визначити мету та сформулювати завдання дослідження. Було розроблено загальний

дизайн дослідження, підібрано адекватні методи та розроблено карти обстеження. Також було проведено початкове онлайн-анкетування (108 осіб) для виявлення загальних факторів ризику, збору епідеміологічних даних щодо травматизму та особливостей тренувального процесу в акробатиці на пілоні.

II етап (вересень 2023 р. – березень 2024 р.) – Основний (експериментальний). Цей етап був присвячений безпосередньому збору експериментальних даних. У його межах було проведено дослідження методом поверхневої електроміографії (sEMG) для першої групи спортсменок ($n = 60$).

Згодом було сформовано основну досліджувану групу ($n = 20$), яка пройшла повне комплексне інструментальне обстеження, що включало фотограмметрію, біоімпедансометрію, динамометрію, стимуляційну ЕМГ та також sEMG.

Для аналізу даних sEMG показники обох груп були об'єднані, що склало загальну вибірку ($n = 60$). Всі інші інструментальні обстеження та подальша програма втручання стосувалися виключно основної досліджуваної групи ($n = 20$).

Для цієї основної групи ($n = 20$) також було проведено вихідне анкетування за спеціально розробленою 50-пунктною анкетною. Після цього було впроваджено розроблену 8-тижневу програму фізичної терапії, протягом якої здійснювався проміжний моніторинг стану спортсменок.

III етап (квітень 2024 р. – грудень 2025 р.) – Заключний (аналітичний). На завершальному етапі було проведено повторне анкетування за 50-пунктним опитувальником для оцінки ефективності впровадженої програми. Здійснено систематизацію, статистичну обробку та аналіз усіх отриманих даних. На основі узагальнення результатів були сформульовані висновки, розроблено практичні рекомендації та завершено оформлення дисертаційної роботи.

РОЗДІЛ 3

КОМПЛЕКСНА ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОРУШЕНЬ У СПОРТСМЕНОК, ЩО СПЕЦІАЛІЗУЮТЬСЯ В АКРОБАТИЦІ НА ПІЛОНІ

3.1 Аналіз скарг, специфіки спортивної діяльності та рівня травматизму за даними анкетування

Для визначення масштабів та характеру функціональних порушень, з якими стикаються спортсменки в акробатиці на пілоні, початковим етапом нашого дослідження стало проведення комплексного анкетування. Цей метод дозволив зібрати суб'єктивні дані щодо стану здоров'я, специфіки тренувальних навантажень та рівня травматизму, що є ключовим для подальшого обґрунтування вибору інструментальних методів діагностики. Суб'єктивна оцінка функціонального стану та травматизму проводилася за допомогою трьох етапів анкетування: початкового онлайн-анкетування (46 питань), спеціалізованої 50-пунктної анкети та повторне анкетування за допомогою спеціалізованої анкети, після завершення всіх етапів коригувальної фізичної терапії [62, 230, 231].

Початкове онлайн-анкетування, в якому взяли участь 108 спортсменок, виявило високий рівень травматизації, що підкреслює актуальність проблеми (табл. 3.1). Отримані дані свідчать, що переважна більшість респонденток (87,10 % випадків; $\chi^2 = 59,25$; $df = 1$; $p < 0,01$) зазнавали травм щонайменше один раз на рік. Аналіз типів ушкоджень показав, що статистично значуще частіше спортсменки стикаються із забоями, синцями та травмами м'яких тканин (82,40 % випадків; $\chi^2 = 45,37$; $df = 1$; $p < 0,01$) [62]. Разом з тим, значна частка травм має більш серйозний характер: 30,55 % опитаних вказали на ушкодження м'язів, сухожилів та зв'язок, 21,29 % – на надриви чи розриви зв'язок, 17,59 % – на травми суглобів, а 11,11 % – навіть на тріщини або переломи кісток. Детальний аналіз локалізації травм виявив чітку

закономірність: ушкодження переважно концентруються в суглобах та м'язових групах, що несуть основне навантаження.

Таблиця 3.1 – Суб'єктивна оцінка частоти, типів та причин травм за даними онлайн-анкетування (n = 108)

Показник	Відсоток респондентів (%)
Частота травм	
Щонайменше 1 раз на рік	87,10*
Не частіше 1 разу на рік	38,90
Не частіше 2 разів на рік	24,10
Понад 2 рази на рік	24,10
Типи травм	
Забої, синці, травми м'яких тканин	82,40*
Ушкодження м'язів, сухожиль, зв'язок	30,55
Надриви/розриви зв'язок	21,29
Травми суглобів	17,59
Тріщини/переломи кісток	11,11
Болісні відчуття	
Іноді відчують біль	75,80*
Відчують біль постійно	16,70
Локалізація травм	
Плечі	48,10
Коліна	37,00
Стегна	28,67
Кисті	27,75
Причини травм	
Невдале виконання елемента	71,87*
Падіння з пілону	34,37
Нерівномірний фізичний розвиток збільшує ризик травматизації	63,24
Діяльність, що призводить до травм	
Вправи на гнучкість	43,15
Динамічні комбінації	37,89
Силові підйоми	32,63
Силові статичні трюки	26,31

Поведінка після травм	
Не роблять перерву	21,30
Перерва менше 1 тижня	38,90
Обізнаність щодо безпеки	
Недостатньо інформації	8,30
Хочуть дізнатись більше	78,70*

Примітка. * – при доведеній статистичній значущості ($p \leq 0,01$).

Провідну позицію займають травми плечового поясу (48,10 %), що є очікуваним, враховуючи специфіку утримуючих та висових елементів. Також високі показники характерні для колін (37,00 %), стегон (28,67 %) та кистей рук (27,75 %). Самі спортсменки пов'язують отримання травм здебільшого з невдалим виконанням елемента (71,87 % випадків; $\chi^2 = 21,33$; $df = 1$; $p < 0,01$) та падіннями з пілону (34,37 %). Важливо, що 63,24 % респонденток ($\chi^2 = 7,26$; $df = 1$; $p = 0,01$) погодилися, що нерівномірний фізичний розвиток збільшує ризик травматизації, що підтверджує нашу початкову гіпотезу.

На етапі вихідного обстеження спеціалізована 50-пунктна анкета, проведена серед 20 учасниць основної групи, дозволила поглибити розуміння функціональних порушень. Її результати підтвердили гіпотезу про виражену асиметрію тренувального процесу, яка є ключовою особливістю даного виду спортивної діяльності.

Для забезпечення репрезентативності вибірки та валідності отриманих даних, формування основної групи ($n = 20$) відбувалося за чітко визначеним алгоритмом, що передбачав сувору селекцію учасниць. До дослідження були залучені жінки першого та другого періодів зрілого віку (середній вік у групі склав $33,5 \pm 10,5$ років), для яких акробатика на пілоні є основним і домінуючим видом рухової активності, що дозволило мінімізувати перехресний вплив інших видів спорту на формування м'язового корсету. Ключовою умовою включення стала наявність стійкої адаптації опорно-рухового апарату, підтверджена значним стажом занять ($6,7 \pm 4,9$ років) та систематичним рівнем навантаження, який у середньому становив 384 ± 216

хвилин на тиждень. Важливим логістичним критерієм для забезпечення високого рівня комплаєнсу та можливості безперервного моніторингу під час очних сесій стала вимога щодо постійного проживання учасниць у межах Київської області.

Водночас, з метою нівелювання впливу сторонніх факторів та чіткої диференціації спортивної адаптації від патологічних станів, було застосовано жорсткі критерії виключення. Зокрема, до групи не увійшли особи з обтяженим ортопедичним анамнезом (верифікований структурний ідіопатичний сколіоз, хвороба Шейермана-Мау, вроджені аномалії скелета), діагностованим ще до початку спортивної діяльності, а також особи з системними чи неврологічними захворюваннями, що впливають на м'язовий тонус. Також виключалися спортсменки, які мали в анамнезі хірургічні втручання чи гострі травми опорно-рухового апарату протягом останніх 36 місяців, або перебували у стані вагітності чи ранньому післяпологовому періоді (до 12 місяців), з огляду на суттєвий вплив гормональних змін, зокрема релаксину, на біомеханіку тазу та еластичність зв'язкового апарату. Така ретельна стратифікація дозволила обґрунтовано пов'язати функціональні порушення, виявлені та описані у підрозділах 3.2 та 3.3, саме зі специфікою тренувального процесу, а не з супутніми патологіями.

Характеристика основної досліджуваної групи, що брала участь в інструментальних дослідженнях та реабілітаційній програмі, представлена у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Характеристика досліджуваної групи (n = 20)

Характеристика	$\bar{x} \pm SD$
Вік, років	33,5 ± 10,5
Досвід, років	6,7 ± 4,9
Маса тіла, кг	59,1 ± 10,4
Тренувань на тиждень, хв.	384 ± 216
Довжина тіла, см	168,5 ± 18,5

Примітка 1. \bar{x} – середнє арифметичне значення показника.

Примітка 2. SD (Standard Deviation) – стандартне відхилення.

Так, статистично значуща більшість учасниць (90 %; $\chi^2 = 12,80$; $df = 1$; $p < 0,01$) зазначили, що переважно виконують складні силові елементи на одну, домінують сторону. Прямим наслідком такого однобічного навантаження є суб'єктивні відчуття функціональних порушень: 75 % спортсменок ($\chi^2 = 5,00$; $df = 1$; $p = 0,03$) вказали на помітне зниження координації рухів при спробі виконати звичний елемент на протилежну, недомінують сторону. Більше того, ця асиметрія проявляється у вигляді хронічного дискомфорту: близько 60 % скаржились на епізодичний біль у ділянці плечового суглоба домінують руки, а 40 % – на періодичне перевантаження поперекового відділу хребта. Важливо, що майже у всіх спортсменок (18 із 20) були виявлені суб'єктивні ознаки м'язового дисбалансу тулуба.

Кластерний та кореляційний аналіз 50-пунктної анкети підтвердив її високу конвергентну валідність, виявивши 15 стійких кореляцій ($|r| = 0,60$ – $0,88$; $p < 0,05$) між анкетними відповідями та об'єктивними показниками інструментальних методик. Це дозволило згрупувати анкетні пункти у п'ять доменів, що відповідають силовим показникам, морфології тіла, постуральній симетрії, нейром'язовій активації та нервово-м'язовій збудливості.

Таким чином, дані анкетування не лише констатують високий рівень травматизму, але й чітко вказують на його ймовірну першопричину – системний м'язовий дисбаланс, що виникає внаслідок специфіки асиметричних навантажень. Ця гіпотеза потребувала об'єктивного підтвердження за допомогою інструментальних методів дослідження.

3.2 Аналіз структурних порушень опорно-рухового апарату

Для об'єктивізації даних, отриманих під час анкетування, та перевірки гіпотези про наявність системних дисбалансів, було проведено комплексне інструментальне обстеження. Першим етапом стала оцінка постуральної

симетрії, оскільки порушення постави є найбільш візуально помітним проявом хронічних асиметричних навантажень.

Оцінка постуральної симетрії проводилася за допомогою автоматизованої системи APECS [232]. Результати візуального скринінгу виявили суттєві адаптаційні зміни в системі постурального контролю спортсменок. Описова статистика ключових індексів, представлена в таблиці 3.3, надає кількісну основу для аналізу цих змін.

Аналіз індексів горизонтального відхилення (HDI) показав мінімальні середні значення для плечей (HDI-S: 1,35 %), рук (HDI-A: 1,65 %) та тулуба (HDI-T: 0,9 %), що вказує на високий рівень постурального контролю у горизонтальній площині. Навпаки, індекси фронтального вирівнювання (FAI) продемонстрували значно більшу варіативність. Загальний індекс FAI становив 8,2 % з максимальним значенням до 22 %, що може бути пов'язано з домінантністю правої руки у всіх учасниць та специфікою асиметричних навантажень у цьому виді спортивної діяльності. Індекси симетрії тулуба (POTSI: 13,8 %, ATSI: 15,35 %, GTI: 14,58 %) підтвердили наявність вираженої асиметрії.

Кореляційний аналіз виявив складні взаємні зв'язки між показниками досліджень. Сильні позитивні статистично значущі кореляції всередині груп індексів, такі як між FAI-T та POTSI ($r = 0,87$; $p < 0,05$) або загальним FAI та POTSI ($r = 0,95$; $p < 0,05$), вказують на те, що фронтальні відхилення тулуба є ключовим фактором, що визначає симетрію його задньої поверхні. Більш глибокий аналіз наводить на думку, що ці структурні асиметрії можуть бути видимим проявом глибинних нейром'язових дисбалансів.

Наприклад, позитивна статистично значуща кореляція між загальною кривизною тулуба (GTI) та середньою амплітудою активності найширшого м'яза спини (*Latissimus Dorsi*) з лівого боку в стані спокою ($r = 0,469$; $p < 0,05$) може свідчити про те, що навіть у розслабленому стані м'язи асиметрично напружені. Аналогічно, статистично значущий зв'язок між асиметрією тулуба (ATSI) та активністю груднинно-ключично-

соскоподібного м'яза (Sternocleidomastoid) ($r = 0,495$; $p < 0,05$) може вказувати на важливу роль м'язів шиї у формуванні загальної постави.

Таблиця 3.3 – Описова статистика індексів симетрії та асиметрії тулуба (APECS) ($n = 20$)

Індекс	\bar{x}	min.	max.	SD
HDI-S, %	1,35	0	5	1,31
HDI-A, %	1,65	0	6	1,87
HDI-T, %	0,90	0	3	0,85
FAI-C7, %	1,95	0	9	2,42
FAI-A, %	2,90	0	15	3,89
FAI-T, %	3,60	0	15	3,55
FAI, %	8,20	1	22	6,63
HDI, %	5,05	1	12	2,86
POTSI, %	13,8	2	29	8,29
ATSI, %	15,35	5	24	5,69
GTI, %	14,58	5,5	22	4,52

Примітка 1. \bar{x} – середнє арифметичне значення показника.

Примітка 2. min / max – мінімальні та максимальні зафіксовані значення в групі.

Примітка 3. SD (Standard Deviation) – стандартне відхилення, що характеризує варіабельність даних; менші значення SD вказують на більшу однорідність показника в групі.

Примітка 4. HDI-S (%): Horizontal Deviation Index – Shoulder – індекс горизонтального відхилення плечей.

Примітка 5. HDI-A (%): Horizontal Deviation Index – Angulus inferior scapulae – індекс горизонтального відхилення нижніх кутів лопаток.

Примітка 6. HDI-T (%): Horizontal Deviation Index – Trunk – індекс горизонтального відхилення тулуба.

Примітка 7. FAI-C7 (%): Frontal Alignment Index – C7 level – фронтальний індекс вирівнювання на рівні сьомого шийного хребця.

Примітка 8. FAI-A (%): Frontal Alignment Index – Angulus inferior scapulae – фронтальний індекс вирівнювання на рівні нижніх кутів лопаток.

Примітка 9. FAI-T (%): Frontal Alignment Index – Trunk – фронтальний індекс вирівнювання тулуба.

Примітка 10. FAI (%): Frontal Alignment Index (total) – загальний індекс фронтального вирівнювання тулуба.

Примітка 11. HDI (%): Horizontal Deviation Index (total) – загальний індекс горизонтального відхилення тулуба.

Примітка 12. POTSI (%): Posterior Trunk Symmetry Index – індекс симетрії задньої поверхні тулуба.

Примітка 13. ATSI (%): Asymmetry Trunk Symmetry Index – індекс асиметрії тулуба у фронтальній площині.

Примітка 14. GTI (%): General Trunk Index – Загальний індекс кривизни тулуба.

Таким чином, дані фотограмметрії варто розглядати як фізичну карту, що може вказувати на наслідки хронічної асиметричної м'язової активації.

Для поглибленого вивчення структурних змін, що лежать в основі постуральних порушень, наступним кроком став аналіз компонентного складу тіла. Біоімпедансний аналіз, проведений за допомогою сегментного аналізатора Tanita BC-418, виявив тонкі, але статистично значущі білатеральні відмінності. Було зафіксовано статистично значущу різницю в електричному опорі рук ($Z = 2,46$, $p = 0,01$) та у вмісті жирової тканини ніг ($Z = 2,01$, $p = 0,04$) [233]. Водночас, критично важливим є те, що маса тканин, які не містять жиру (FFM), та прогнозована м'язова маса між правою та лівою сторонами тіла не мали статистично значущих відмінностей ($p > 0,05$). Це свідчить про наявність "прихованої" асиметрії: хоча структурна основа (м'язи) розвинена симетрично, фізіологічні процеси, що відображаються у розподілі жиру та електричному опорі, залишаються асиметричними.

Цей феномен має важливі практичні наслідки. По-перше, він вказує на те, що візуальна оцінка симетрії м'язів або навіть вимірювання їх об'єму може бути недостатнім для повної оцінки функціонального стану. Асиметрія в електричному опорі може свідчити про відмінності у гідратації тканин, електролітному балансі або щільності сполучної тканини (фасції), що безпосередньо впливає на еластичність та здатність м'яза до скорочення. Асиметричний розподіл жирової тканини, навіть при однаковій м'язовій масі, може вказувати на локальні метаболічні відмінності, спричинені різним рівнем навантаження та кровопостачання. Така "прихована" асиметрія може підвищувати ризик травм, оскільки одна з кінцівок може мати гіршу якість м'язової тканини, бути більш схильною до втоми або мати змінені біомеханічні властивості, що не виявляється при стандартних силових тестах короткої тривалості.

Ранговий кореляційний аналіз Спірмена виявив зворотні (негативні) кореляції між рівнем жиру та функціональною активністю нервово-м'язової системи, як представлено в таблиці 3.4. Зокрема, було зафіксовано

статистично значущий зворотний зв'язок ($p < 0,05$) між правим ліктювим згином (латентний час реакції, мс) і вмістом жиру правої (домінантної) та лівої руки.

Таблиця 3.4 – Результати рангового кореляційного аналізу Спірмена між показниками біоімпедансного аналізу складу тіла та показниками ЕНМГ ($n = 20$)

Параметр	Вміст жиру права рука, %	Вміст жиру ліва рука, %	Вміст жиру тулуб, %
Праве зап'ястя, Амплітуда сигналу, мкВ	-0,32	-0,19	-0,34
Правий локтевий згин, Латентний час реакції, мс	-0,47*	-0,53*	-0,44

Примітка 1. ρ (rho) – коефіцієнт рангової кореляції Спірмена, що характеризує силу та напрямок зв'язку між двома змінними.

Примітка 2. Амплітуда сигналу (мкВ) – максимальна електрична відповідь м'язового волокна на стимуляцію, показник збудливості м'яза.

Примітка 3. Латентний час реакції (мс) – інтервал між моментом стимуляції нерва та початком м'язової відповіді, що відображає швидкість нервової провідності.

Примітка 4. * – при доведеній статистичній значущості ($p < 0,05$).

Інші результати, попри відсутність статистичної значущості ($p > 0,05$), вказують на тенденцію до зворотного зв'язку між цими показниками. Це свідчить про те, що надлишковий вміст жирової тканини може негативно впливати на ефективність нервово-м'язової передачі.

3.3 Аналіз функціональних порушень та нейром'язового контролю

Після виявлення структурних (постуральних та компонентних) асиметрій, наступним етапом дослідження став аналіз функціонального стану опорно-рухового апарату. Ключовим завданням було визначити, як виявлені структурні дисбаланси відображаються на силових показниках та механізмах нейром'язового контролю.

Дослідження силових показників за допомогою системи Dr.Wolf «Back-Check» 607 мало на меті порівняти силу на лівій та правій стороні тіла.

Результати цього дослідження представили центральний парадокс [234]. Всупереч очікуванням, аналіз за допомогою критерію знаків не виявив статистично значущої різниці в силових показниках між правою та лівою сторонами тіла у більшості тестів ($p > 0,05$), як показано в таблиці 3.5. Єдиний виняток – максимальне значення у пробі 3, де результат наблизився до статистичної значущості ($p = 0,07$), вказуючи на можливу тенденцію до асиметрії в специфічному русі латеральної аддукції.

Таблиця 3.5 – Результати аналізу силових показників за критерієм знаків ($n = 20$)

Порівняння силових показників правостороннього та лівостороннього навантаження	Кількість (несп.)	Відсоток випадків, коли ліва сторона менша за праву ($L < R$, %)	Z	p
Проба 1 середнє значення, кг	20	60,00	0,67	0,5
Проба 1 максимальне значення, кг	20	50,00	-0,22	0,82
Проба 2 середнє значення, кг	20	45,00	0,22	0,82
Проба 2 максимальне значення, кг	20	45,00	0,22	0,82
Проба 3 середнє значення, кг	19	31,58	1,38	0,17
Проба 3 максимальне значення, кг	19	73,68	1,84	0,07
Проба 4 середнє значення, кг	20	50,00	-0,22	0,82
Проба 4 максимальне значення, кг	20	50,00	-0,22	0,82

Примітка 1. Проба 1 – латеральна флексія тулуба.

Примітка 2. Проба 2 – флексія руки у пронації.

Примітка 3. Проба 4 – латеральна абдукція у супінації.

Примітка 4. Z – стандартизоване значення критерію знаків, що відображає напрямок і величину різниці між парними спостереженнями (праворуч–ліворуч).

Примітка 5. кг – кілограми (одиниця виміру сили).

Примітка 6. Відмінності між парними вибірками вважаються статистично значущими при $p < 0,05$.

Дослідження силових показників представило центральний парадокс усієї роботи. Всупереч очікуванням, аналіз не виявив статистично значущої різниці в силових показниках між правою та лівою сторонами тіла у більшості тестів ($p > 0,05$), як показано в таблиці 3.3. Враховуючи природу

акробатики на пілоні як виду спортивної діяльності з вираженим асиметричним типом навантажень, де, за даними анкетування, 90 % спортсменок виконують складні елементи переважно на домінують сторону, очікувалася значна силова перевага цієї сторони. Попередні дослідження в інших видах спорту, що характеризуються асиметричними навантаженнями, таких як теніс або метання списа, часто демонструють виражені силові асиметрії.

Для глибшого розуміння механізмів, що лежать в основі силових показників, було проведено кореляційний аналіз Спірмена, результати якого наведені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Кореляції між показниками силових проб та іншими фізіологічними характеристиками (n = 20)

Показник інших фізіологічних характеристик	Показник силової проби	Коеф. кореляції
Зап'ястя, Амплітуда сигналу, мкВ ліва	Проба 1 (права рука), сер. знач., кг	0,31
Зап'ястя, Амплітуда сигналу, мкВ ліва	Проба 3 (права рука), сер. знач., кг	-0,31
Зап'ястя, Амплітуда сигналу, мкВ ліва	Проба 3 (ліва рука), сер. знач., кг	-0,66*
Ліктьовий згин, Латентний час реакції, мс ліва	Проба 3 (права рука), сер. знач., кг	0,55*
Ліктьовий згин, Латентний час реакції, мс ліва	Проба 3 (ліва рука), сер. знач., кг	0,67*
Ліктьовий згин, Латентний час реакції, мс права	Проба 3 (права рука), сер. знач., кг	0,44
Ліктьовий згин, Латентний час реакції, мс права	Проба 3 (ліва рука), сер. знач., кг	0,50*
Зріст, см	Проба 3 (ліва рука), сер. знач., кг	0,31
Опір всього тіла, Ом	Проба 3 (права рука), сер. знач., кг	-0,37
Опір всього тіла, Ом	Проба 4 (права рука), сер. знач., кг	-0,42
Опір права рука, Ом	Проба 3 (права рука), сер. знач., кг	-0,40
Опір права рука, Ом	Проба 4 (права рука), сер. знач., кг	-0,33
Опір ліва рука, Ом	Проба 3 (права рука), сер. знач., кг	-0,44
Опір ліва рука, Ом	Проба 4 (права рука), сер. знач., кг	-0,40
Права рука FFM (маса тканин, що не містять жир), кг	Проба 3 (права рука), сер. знач., кг	0,36
Прогнозована м'язова маса права рука,	Проба 3 (права рука), сер. знач., кг	0,36

кг		
Вміст жиру ліва рука, кг	Проба 2 (ліва рука), сер. знач., кг	-0,31
Ліва рука FFM (маса тканин, що не містять жир), кг	Проба 3 (права рука), сер. знач., кг	0,32
Ліва рука FFM (маса тканин, що не містять жир), кг	Проба 3 (ліва рука), сер. знач., кг	0,33
Прогнозована м'язова маса ліва рука, кг	Проба 3 (права рука), сер. знач., кг	0,32
Прогнозована м'язова маса ліва рука, кг	Проба 3 (ліва рука), сер. знач., кг	0,32
Тулуб FFM (маса тканин, що не містять жир), кг	Проба 3 (права рука), сер. знач., кг	0,33
Прогнозована м'язова маса тулуб, кг	Проба 3 (права рука), сер. знач., кг	0,43
Прогнозована м'язова маса тулуб, кг	Проба 4 (права рука), сер. знач., кг	0,31
Прогнозована м'язова маса тулуб, кг	Проба 3 (ліва рука), сер. знач., кг	0,35
Проба 1 (права рука), сер. знач., кг	Проба 2 (права рука), сер. знач., кг	0,66*
Проба 1 (права рука), сер. знач., кг	Проба 4 (права рука), сер. знач., кг	0,37
Проба 1 (права рука), сер. знач., кг	Проба 1 (ліва рука), сер. знач., кг	0,76*
Проба 1 (права рука), сер. знач., кг	Проба 2 (ліва рука), сер. знач., кг	0,65*
Проба 1 (права рука), сер. знач., кг	Проба 4 (ліва рука), сер. знач., кг	0,52*
Проба 2 (права рука), сер. знач., кг	Проба 1 (права рука), сер. знач., кг	0,66*
Проба 2 (права рука), сер. знач., кг	Проба 4 (права рука), сер. знач., кг	0,43
Проба 2 (права рука), сер. знач., кг	Проба 1 (ліва рука), сер. знач., кг	0,81*
Проба 2 (права рука), сер. знач., кг	Проба 2 (ліва рука), сер. знач., кг	0,68*
Проба 2 (права рука), сер. знач., кг	Проба 4 (ліва рука), сер. знач., кг	0,44
Проба 3 (права рука), сер. знач., кг	Проба 3 (ліва рука), сер. знач., кг	0,60*
Проба 4 (права рука), сер. знач., кг	Проба 1 (права рука), сер. знач., кг	0,37
Проба 4 (права рука), сер. знач., кг	Проба 2 (права рука), сер. знач., кг	0,43
Проба 4 (права рука), сер. знач., кг	Проба 2 (ліва рука), сер. знач., кг	0,48*
Проба 4 (права рука), сер. знач., кг	Проба 4 (ліва рука), сер. знач., кг	0,65*
Проба 1 (ліва рука), сер. знач., кг	Проба 1 (права рука), сер. знач., кг	0,76*
Проба 1 (ліва рука), сер. знач., кг	Проба 2 (права рука), сер. знач., кг	0,81*
Проба 1 (ліва рука), сер. знач., кг	Проба 2 (ліва рука), сер. знач., кг	0,58*
Проба 1 (ліва рука), сер. знач., кг	Проба 4 (ліва рука), сер. знач., кг	0,32
Проба 2 (ліва рука), сер. знач., кг	Проба 1 (права рука), сер. знач., кг	0,65*
Проба 2 (ліва рука), сер. знач., кг	Проба 2 (права рука), сер. знач., кг	0,68*
Проба 2 (ліва рука), сер. знач., кг	Проба 4 (права рука), сер. знач., кг	0,48*
Проба 2 (ліва рука), сер. знач., кг	Проба 1 (ліва рука), сер. знач., кг	0,58*
Проба 2 (ліва рука), сер. знач., кг	Проба 4 (ліва рука), сер. знач., кг	0,44
Проба 3 (ліва рука), сер. знач., кг	Проба 3 (права рука), сер. знач., кг	0,60*

Проба 4 (ліва рука), сер. знач., кг	Проба 1 (права рука), сер. знач., кг	0,52*
Проба 4 (ліва рука), сер. знач., кг	Проба 2 (права рука), сер. знач., кг	0,44
Проба 4 (ліва рука), сер. знач., кг	Проба 4 (права рука), сер. знач., кг	0,65*
Проба 4 (ліва рука), сер. знач., кг	Проба 1 (ліва рука), сер. знач., кг	0,32
Проба 4 (ліва рука), сер. знач., кг	Проба 2 (ліва рука), сер. знач., кг	0,44

Примітка 1. ρ (rho) – коефіцієнт рангової кореляції Спірмена, що відображає силу та напрямок зв'язку між показниками.

Примітка 2. Амплітуда сигналу (мкВ) – максимальна електрична відповідь м'яза на стимуляцію, показник збудливості м'язових волокон.

Примітка 3. Латентний час реакції (мс) – інтервал між моментом стимуляції нерва та початком м'язової відповіді, що характеризує швидкість нервової провідності.

Примітка 4. FFM (Fat-Free Mass) – маса тканин, що не містять жиру (м'язи, кістки, вода), визначена методом біоімпедансного аналізу.

Примітка 5. Проба 1 – латеральна флексія тулуба.

Примітка 6. Проба 2 – флексія руки у пронації.

Примітка 7. Проба 3 – ізометричне утримання у фронтальній площині.

Примітка 8. Проба 4 – латеральна абдукція у супінації.

Примітка 9. кг – кілограми (одиниця виміру сили).

Примітка 10. * – при доведеній статистичній значущості ($p < 0,05$).

Відсутність таких відмінностей у нашому дослідженні була зафіксована у 31 з 55 перевірених показників. Цей розподіл статистично значуще не відрізняється від рівномірного ($\chi^2 = 0,89$; $df = 1$; $p = 0,35$), що свідчить про унікальні адаптаційні механізми, які сприяють відносній симетрії у приблизно половині досліджених характеристик.

Аналіз кореляційних зв'язків дозволив виявити складну взаємодію між силовими, антропометричними та нейрофізіологічними показниками. Було встановлено низку сильних, але контрінтуїтивних зв'язків між нейрофізіологією та силою. Наприклад, сильна негативна кореляція між амплітудою сигналу лівого зап'ястя та силою лівої руки в пробі 3 ($r = -0,66$; $p < 0,05$) може свідчити, що надмірна або недостатньо скоординована електрична активність асоціюється з меншим силовим виходом, ймовірно, через неефективність рекрутування рухових одиниць. Водночас, сильна позитивна кореляція між довшим (повільнішим) латентним часом реакції лівого ліктьового згину та вищою силою лівої руки ($r = 0,67$; $p < 0,05$) вказує на те, що м'язам недомінантної кінцівки потрібно більше часу на активацію для досягнення максимального силового показника, що може бути ознакою

компенсаторної стратегії. Як і очікувалося, антропометричні показники продемонстрували прямий вплив на силу: більша м'язова маса позитивно корелювала з силовими показниками (наприклад, м'язова маса тулуба та сила в пробі 3, $r = 0,43$). Негативні кореляції між електричним опором тканин та силою (наприклад, опір лівої руки та сила правої руки в пробі 3, $r = -0,44$) підтвердили, що менший опір, який може свідчити про більшу кількість м'язової маси або кращу гідратацію, пов'язаний з більшою силою. Також було підтверджено, що більший вміст жирової тканини негативно впливає на силові можливості (вміст жиру в лівій руці та сила в пробі 2, $r = -0,31$). Крім того, виявлені сильні позитивні кореляції між результатами різних силових проб (наприклад, між пробою 2 правої руки та пробою 1 лівої руки, $r = 0,81$; $p < 0,05$) свідчать про високий ступінь функціональної інтеграції та взаємозв'язку між силовими можливостями різних частин тіла, що підкреслює цілісність роботи кінетичних ланцюгів.

Аналіз кореляційної матриці (табл. 3.5) дозволяє виділити кілька ключових патернів, що пояснюють механізми компенсації та функціональної адаптації. Особливий науковий інтерес становить сильний негативний кореляційний зв'язок між амплітудою сигналу лівого зап'ястя та силовим показником лівої руки у пробі 3 ($r = -0,66$; $p < 0,05$). Цей, на перший погляд, парадоксальний результат може інтерпретуватися як ознака неефективної нейром'язової стратегії для недомінантної кінцівки. Висока амплітуда ЕМГ-сигналу, що не призводить до відповідного силового виходу, може свідчити про надмірну ко-активацію м'язів-антагоністів, асинхронне включення рухових одиниць або загальну дискоординацію м'язових зусиль, що є характерним для менш тренуваних рухових патернів. Це підтверджує гіпотезу про те, що недомінантна рука, хоч і здатна генерувати симетричне зусилля, робить це менш "економно" з точки зору нейронного управління.

Іншим важливим спостереженням є сильний позитивний зв'язок між довшим латентним часом реакції у лівому ліктьовому згині та силою як лівої ($r = 0,67$; $p < 0,05$), так і правої ($r = 0,55$; $p < 0,05$) руки у пробі 3. Це вказує на

те, що для виконання цього специфічного руху (латеральна аддукція) організм використовує стратегію, де повільніша нервова провідність або довший час на обробку сигналу в ЦНС для недомінантної сторони не є недоліком, а, можливо, необхідною умовою для оптимального рекрутування м'язів та досягнення максимальної сили. Це може бути пов'язано з тим, що стабілізуючі рухи, характерні для недомінантної кінцівки, потребують більш точного та послідовного залучення м'язів, на що і витрачається додатковий час.

Ця функціональна симетрія сили на тлі вираженої нейром'язової асиметрії являє собою ключове відкриття даного дослідження. Вона вказує на те, що організм досягає однакового силового результату на обох сторонах, використовуючи різні нейрофізіологічні стратегії. Центральна нервова система, ймовірно, калібрує свої команди по-різному для кожної кінцівки, що може бути результатом набутої нейронної адаптації.

Щоб розгадати цей парадокс функціональної симетрії сили, наступним кроком стало поглиблене вивчення механізмів нейром'язового контролю, а саме – аналіз електричної активності ключових м'язових груп. Дослідження нейром'язової активації за допомогою sEMG надало прямі докази значного м'язового дисбалансу [235]. Результати виявили виражену та статистично значущу асиметрію в чотирьох з семи досліджених м'язових груп. У м'язах Erector Spinae Longissimus, Trapezius, Latissimus Dorsi та Pectoralis Major спостерігалася домінування правої сторони за більшістю параметрів.

Для м'яза Erector Spinae Longissimus (табл. 3.7) виявлено значущий дисбаланс з перевагою правої сторони як при максимальному напруженні (наприклад, максимальна амплітуда у 90 % випадків вища справа; $p < 0,01$), так і в стані спокою (де максимальна амплітуда у 93 % випадків вища справа; $p < 0,01$).

Особливо показовими є дані для найширшого м'яза спини (*Latissimus Dorsi*), який є одним з ключових рушіїв у більшості тягових та утримуючих елементів на пілоні (табл. 3.8).

Таблиця 3.7 – Порівняння параметрів м'яза Erector Spinae Longissimus (ліва vs. права сторона) (n = 20)

Параметр для порівняння	Кількість (неспівп.)	Відсоток випадків, коли ліва сторона менша за праву (L < R, %)	Z	p
Мах. знач. A/F, мкВ*с	60	15,00	2,91	<0,01
Мах. знач. F.ср., Гц	60	70,00	1,57	0,12
Мах. знач. А.макс., мкВ	60	10,00	3,35	<0,01
Мах. знач. А.ср., мкВ	60	15,00	2,91	<0,01
Ср. знач. A/F, мкВ*с	60	15,00	2,91	<0,01
Ср. знач. F.ср., Гц	60	70,00	1,57	0,12
Ср. знач. А.макс., мкВ	60	10,00	3,35	<0,01
Ср. знач. А.ср., мкВ	60	15,00	2,91	<0,01
Стан спокою, A/F, мкВ*с	51	35	0,97	0,33
Стан спокою, F.ср., Гц	51	18,33	2,43	0,02
Стан спокою, А.макс., мкВ	51	6,67	3,4	<0,01
Стан спокою, А.ср., мкВ	51	18,33	2,43	0,02

Примітка 1. Z – стандартизоване значення критерію знаків, що характеризує напрямок і величину відмінностей між парними спостереженнями (ліва vs. права сторона).

Примітка 2. p – рівень статистичної значущості (ймовірність випадкової появи виявлених відмінностей).

Примітка 3. A/F (мкВ·с) – інтегральний показник співвідношення амплітуди до частоти сигналу електроміограми, що відображає сумарну м'язову активність.

Примітка 4. F.ср. (Гц) – середня частота спектра електроміограми, характеристика залучення моторних одиниць.

Примітка 5. А.макс. (мкВ) – максимальна амплітуда електроміографічного сигналу.

Примітка 6. А.ср. (мкВ) – середня амплітуда сигналу.

Примітка 7. Стан спокою – показники м'язової активності у відсутності довільного скорочення (базовий тонус м'яза).

Примітка 8. Порівнювані сторони: м'яз Erector Spinae Longissimus на лівій на правій сторонах тіла.

Примітка 9. Відмінності між парними вибірками вважаються статистично значущими при $p < 0,05$.

Аналіз максимального довільного скорочення виявив тотальне домінування домінантної, правої сторони.

Таблиця 3.8 – Порівняння параметрів м'яза Latissimus Dorsi (ліва vs. права сторона) (n = 20)

Параметр для порівняння	Кількість (неспівп.)	Відсоток випадків, коли ліва сторона менша за праву (L < R, %)	Z	p
Мах. знач. A/F, мкВ*с	60	5,00	3,8	< 0,01
Мах. знач. F.ср., Гц	60	100,00	4,25	< 0,01
Мах. знач. А.макс., мкВ	60	5,00	3,8	< 0,01
Мах. знач. А.ср., мкВ	60	10,00	3,35	< 0,01
Ср. знач. A/F, мкВ*с	60	10,00	3,35	< 0,01
Ср. знач. F.ср., Гц	60	100,00	4,25	< 0,01
Ср. знач. А.макс., мкВ	60	10,00	3,35	< 0,01
Ср. знач. А.ср., мкВ	60	10,00	3,35	< 0,01
Стан спокою, A/F, мкВ*с	57	26,67	1,84	0,07
Стан спокою, F.ср., Гц	57	10,00	3,21	< 0,01
Стан спокою, А.макс., мкВ	57	0,00	4,13	< 0,01
Стан спокою, А.ср., мкВ	57	0,00	4,13	< 0,01

Примітка 1. Z – стандартизоване значення критерію знаків, що характеризує напрямок і величину відмінностей між парними спостереженнями (ліва vs. права сторона).

Примітка 2. p – рівень статистичної значущості (ймовірність випадкової появи виявлених відмінностей).

Примітка 3. A/F (мкВ·с) – інтегральний показник співвідношення амплітуди до частоти сигналу електроміограми, що відображає сумарну м'язову активність.

Примітка 4. F.ср. (Гц) – середня частота спектра електроміограми, характеристика залучення моторних одиниць.

Примітка 5. А.макс. (мкВ) – максимальна амплітуда електроміографічного сигналу.

Примітка 6. А.ср. (мкВ) – середня амплітуда сигналу.

Примітка 7. Стан спокою – показники м'язової активності у відсутності довільного скорочення (базовий тонус м'яза).

Примітка 8. Порівнювані сторони: м'яз Latissimus Dorsi на лівій на правій сторонах тіла.

Примітка 9. Відмінності між парними вибірками вважаються статистично значущими при $p < 0,05$.

Зокрема, середня частота електричної активності у 100 % випадків була вищою справа (Z = 4,25; $p < 0,01$), що свідчить про значно інтенсивнішу

імпульсацію мотонейронів. Аналогічна картина спостерігалася і для амплітудних характеристик: максимальна та середня амплітуда у 90–95 % випадків були вищими на правій стороні ($p < 0,01$). Критично важливим є те, що цей дисбаланс не зникав у стані спокою. Максимальна та середня амплітуда в розслабленому стані у 100 % спортсменок були вищими на правій стороні ($Z = 4,13$; $p < 0,01$).

Це є прямим доказом хронічного підвищеного тону м'яза, який навіть у відсутності навантаження залишається у стані "бойової готовності", що створює передумови для міофасціальних больових синдромів та обмежує його здатність до повноцінного розслаблення та відновлення. Виявлена виражена асиметрія найширшого м'яза спини, що є ключовим рушієм, є лише частиною загальної картини дисфункції плечового поясу. Для повного розуміння біомеханічних змін необхідно проаналізувати стан його ключового функціонального синергіста-стабілізатора – трапецієподібного м'яза, який відповідає за правильне положення та рух лопатки, що є фундаментом для ефективної роботи руки. Якщо найширший м'яз забезпечує потужну тягу, то трапецієподібний м'яз створює для цього стабільну опору. Спільний аналіз цих двох м'язів дозволяє побачити, як одночасно порушується і силова (тягова) функція, і стабілізаційна основа плечового комплексу, що неминуче веде до каскаду компенсаторних змін та перевантаження суглобових структур.

Схожу, але не менш значущу картину продемонстрував аналіз трапецієподібного м'яза (*Trapezius*), який відіграє найважливішу роль у стабілізації лопатки та плечового поясу (табл. 3.9).

Під час максимального навантаження була зафіксована абсолютна перевага правої сторони за всіма амплітудними та частотними показниками ($p < 0,01$), що відображає її провідну роль у виконанні силових елементів. Як і у випадку з найширшим м'язом, ця асиметрія частково зберігалася і в стані спокою: максимальна та середня амплітуда праворуч були статистично значущо вищими (у 80 % випадків; $Z = 2,07$; $p = 0,04$).

Таблиця 3.9 – Порівняння параметрів м'яза Trapezius (ліва vs. права сторона) (n = 20)

Параметр для порівняння	Кількість (неспівп.)	Відсоток випадків, коли ліва сторона менша за праву (L < R, %)	Z	p
Мах. знач. A/F, мкВ*с	60	5,00	3,8	<0,01
Мах. знач. F.ср., Гц	60	100,00	4,25	<0,01
Мах. знач. А.макс., мкВ	60	5,00	3,8	<0,01
Мах. знач. А.ср., мкВ	60	5,00	3,8	<0,01
Ср. знач. A/F, мкВ*с	60	5,00	3,8	<0,01
Ср. знач. F.ср., Гц	60	100,00	4,25	<0,01
Ср. знач. А.макс., мкВ	60	5,00	3,8	<0,01
Ср. знач. А.ср., мкВ	60	5,00	3,8	<0,01
Стан спокою, A/F, мкВ*с	45	26,67	1,55	0,12
Стан спокою, F.ср., Гц	45	26,67	1,55	0,12
Стан спокою, А.макс., мкВ	45	20,00	2,07	0,04
Стан спокою, А.ср., мкВ	45	20,00	2,07	0,04

Примітка 1. Z – стандартизоване значення критерію знаків, що характеризує напрямом і величину відмінностей між парними спостереженнями (ліва vs. права сторона).

Примітка 2. p – рівень статистичної значущості (ймовірність випадкової появи виявлених відмінностей).

Примітка 3. A/F (мкВ·с) – інтегральний показник співвідношення амплітуди до частоти сигналу електроміограми, що відображає сумарну м'язову активність.

Примітка 4. F.ср. (Гц) – середня частота спектра електроміограми, характеристика залучення моторних одиниць.

Примітка 5. А.макс. (мкВ) – максимальна амплітуда електроміографічного сигналу.

Примітка 6. А.ср. (мкВ) – середня амплітуда сигналу.

Примітка 7. Стан спокою – показники м'язової активності у відсутності довільного скорочення (базовий тонус м'яза).

Примітка 8. Порівнювані сторони: м'яз Trapezius на лівій на правій сторонах тіла.

Примітка 9. Відмінності між парними вибірками вважаються статистично значущими при $p < 0,05$.

Постійна гіперактивність домінантної частини трапецієподібного м'яза може призводити до зміни нормальної біомеханіки плечолопаткового

комплексу, провокуючи підняття та протракцію лопатки, що, у свою чергу, підвищує ризик розвитку імпіджмент-синдрому та інших патологій плечового суглоба, на які так часто скаржились спортсменки під час анкетування. Завершує картину м'язових дисбалансів верхньої частини тіла аналіз великого грудного м'яза (*Pectoralis Major*), який виконує функцію антагоніста найширшого м'яза спини і є ключовим у штовхаючих рухах та елементах, що вимагають внутрішньої ротації плеча (табл. 3.10).

Під час максимального довільного скорочення була зафіксована практично абсолютна перевага домінантної правої сторони. Зокрема, середня амплітуда (A.cр.) та інтегральна активність (A/F) у 100 % випадків були вищими справа ($Z = 4,25$; $p < 0,01$), що свідчить про значно більший обсяг залучених рухових одиниць. Ця виражена гіперактивність не обмежувалася лише періодом навантаження. У стані спокою великий грудний м'яз праворуч також демонстрував статистично значущо вищу активність за всіма параметрами ($p \leq 0,01$). Наприклад, його максимальна амплітуда у 90 % випадків була вищою справа ($Z = 3,21$; $p < 0,01$). Такий хронічний гіпертонус домінантного великого грудного м'яза має прямі біомеханічні наслідки. Він сприяє формуванню патологічного патерну, що полягає у протракції (висуванні вперед) та внутрішній ротації плечового суглоба. Це, у свою чергу, призводить до функціонального вкорочення м'яза та обмежує рухливість плеча в зовнішній ротації та відведенні, створюючи передумови для постуральних порушень, таких як "округлена спина", та підвищуючи ризик травматизації ротаторної манжети плеча.

Особливо важливим є те, що ця асиметрія зберігалася навіть у стані спокою. Це вказує на те, що м'язовий дисбаланс є не тимчасовим явищем, а хронічним, усталеним нейрофізіологічним станом.

Домінантна сторона перебуває у стані постійного підвищеного тону.

Таблиця 3.10 – Порівняння параметрів м'яза *Pectoralis Major* (ліва vs. права сторона) (n = 20)

Параметр для порівняння	Кількість (неспівп.)	Відсоток випадків, коли ліва сторона менша за праву (L < R, %)	Z	p
Мах. знач. А/Ф, мкВ*с	60	0,001	4,25	<0,01
Мах. знач. F.ср., Гц	60	95,00	3,8	<0,01
Мах. знач. А.макс., мкВ	60	5,00	3,8	<0,01
Мах. знач. А.ср., мкВ	60	0,001	4,25	<0,01
Ср. знач. А/Ф, мкВ*с	60	0,00	4,25	<0,01
Ср. знач. F.ср., Гц	60	95,00	3,8	<0,01
Ср. знач. А.макс., мкВ	60	5,00	3,8	<0,01
Ср. знач. А.ср., мкВ	60	0,001	4,25	<0,01
Стан спокою, А/Ф, мкВ*с	57	85	2,75	0,01
Стан спокою, F.ср., Гц	57	15,00	2,75	0,01
Стан спокою, А.макс., мкВ	57	10,00	3,21	<0,01
Стан спокою, А.ср., мкВ	57	15,00	2,75	0,01

Примітка 1. Z – стандартизоване значення критерію знаків, що характеризує напрямок і величину відмінностей між парними спостереженнями (ліва vs. права сторона).

Примітка 2. p – рівень статистичної значущості (ймовірність випадкової появи виявлених відмінностей).

Примітка 3. А/Ф (мкВ·с) – інтегральний показник співвідношення амплітуди до частоти сигналу електроміограми, що відображає сумарну м'язову активність.

Примітка 4. F.ср. (Гц) – середня частота спектра електроміограми, характеристика залучення моторних одиниць.

Примітка 5. А.макс. (мкВ) – максимальна амплітуда електроміографічного сигналу.

Примітка 6. А.ср. (мкВ) – середня амплітуда сигналу.

Примітка 7. Стан спокою – показники м'язової активності у відсутності довільного скорочення (базовий тонус м'яза).

Примітка 8. Порівнювані сторони: м'яз *Pectoralis Major* на лівій на правій сторонах тіла.

Примітка 9. Відмінності між парними вибірками вважаються статистично значущими при $p < 0,05$.

Водночас, м'язові групи *Erector Spinae Spinalis*, *Sternocleidomastoid* та

External Abdominal Oblique не показали значущих асиметрій, що свідчить про специфічність дисбалансу саме для основних рушійних м'язів.

Для завершення картини нейром'язового контролю було проведено оцінку нервово-м'язової збудливості методом StEMG, що дозволило дослідити функціональний стан периферичних нервів [236]. При стимуляції нервів у ділянці зап'ястя не було виявлено статистично значущих відмінностей між правою та лівою сторонами за жодним з параметрів (табл. 3.11).

Таблиця 3.11 – Порівняння показників правої та лівої сторони моторної системи на стимуляцію зап'ястя (метод критерію знаків) (n = 20)

Показник	Кількість неспівпадінь	Відсоток випадків, коли ліва сторона менша за праву (L < R, %)	Z	P
Латентний час реакції, мс	17	47,06	0,01	1,00
Амплітуда сигналу, мкВ	20	45,00	0,22	0,82
Тривалість реакції, мс	19	52,63	0,00	1,00
Площа під кривою, мс*мВ	20	45,00	0,22	0,82

Примітка 1. Z – стандартизоване значення критерію знаків, що відображає напрямок і величину різниці між парними спостереженнями (ліва vs. права сторона).

Примітка 2. Латентний час реакції (мс) – інтервал між моментом стимуляції нерва та початком м'язової відповіді, показник швидкості нервової провідності.

Примітка 3. Амплітуда сигналу (мкВ) – максимальна електрична відповідь м'яза на стимуляцію.

Примітка 4. Тривалість реакції (мс) – період часу від початку до завершення електричної активності у відповідь на стимул.

Примітка 5. Площа під кривою (мс*мВ) – інтегральний показник електричної активності, що характеризує сумарну силу м'язової відповіді.

Примітка 6. Порівнювані сторони – ліва та права при стимуляції зап'ястя.

Примітка 7. Відмінності між парними вибірками вважаються статистично значущими при $p < 0,5$.

Однак, при стимуляції в ділянці ліктявого згину було виявлено ключову відмінність. Як видно з таблиці 3.12, латентний час реакції був статистично значущо коротшим на правій стороні (Z = 2,01, p = 0,04). Це

означає, що нервовий імпульс проходить швидше по нервових шляхах правої руки. При цьому амплітуда, тривалість та площа потенціалу залишалися симетричними.

Таблиця 3.12– Порівняння показників правої та лівої сторони моторної системи на стимуляцію ліктювого згину (метод критерію знаків) (n = 20)

Показник	Кількість неспівпадінь	Відсоток випадків, коли ліва сторона менша за праву (L < R, %)	Z	P
Латентний час реакції, мс	20	25,00	2,01	0,04
Амплітуда сигналу, мкВ	20	50,00	-0,22	0,82
Тривалість реакції, мс	20	50,00	-0,22	0,82
Площа під кривою, мс*мВ	20	55,00	0,22	0,82

Примітка 1. Z – стандартизоване значення критерію знаків, що відображає напрямок і величину різниці між парними спостереженнями (ліва vs. права сторона).

Примітка 2. Латентний час реакції (мс) – інтервал між моментом стимуляції нерва та початком м'язової відповіді, показник швидкості нервової провідності.

Примітка 3. Амплітуда сигналу (мкВ) – максимальна електрична відповідь м'яза на стимуляцію.

Примітка 4. Тривалість реакції (мс) – період часу від початку до завершення електричної активності у відповідь на стимул.

Примітка 5. Площа під кривою (мс·мВ) – інтегральний показник електричної активності, що характеризує сумарну силу м'язової відповіді.

Примітка 6. Порівнювані сторони – ліва та права при стимуляції зап'ястя.

Примітка 7. Відмінності між парними вибірками вважаються статистично значущими при $p < 0,5$.

Ця функціональна симетрія сили на тлі вираженої нейром'язової асиметрії свідчить про те, що організм досягає однакового результату, використовуючи різні нейрофізіологічні стратегії. Ми висуваємо гіпотезу, що центральна нервова система (ЦНС) через механізми нейропластичності “калібрує” свої команди по-різному для кожної кінцівки. Для домінантної правої сторони, яка звикла до динамічних та швидких навантажень і має швидшу нервову провідність, ЦНС може використовувати стратегію максимальної активації (висока частота та амплітуда сигналу sEMG) для

швидкого досягнення сили.

Натомість для недомінантної лівої сторони, яка частіше виконує стабілізуючу функцію, ЦНС, ймовірно, сформувала іншу, більш ефективну рухову програму. Цей висновок підтверджується, на перший погляд, парадоксальною сильною позитивною кореляцією між повільнішим латентним часом реакції лівої руки та її вищою силою ($r = 0,67$). Це кидає виклик уявленню, що швидша нервова передача завжди є кращою, і вказує на те, що довший час реакції дозволяє ЦНС більш оптимально рекрутувати рухові одиниці та залучати м'язи-синергісти, що в підсумку призводить до ефективного силового виходу в стабілізуючих елементах, хоча і з меншою швидкістю. Таким чином, отримані результати вказують на те, що симетрія сили може стати результатом складної нейронної адаптації та високого рівня функціональної спеціалізації кожної кінцівки, а не простого однакового розвитку м'язів.

Висновки до розділу 3

Комплексний аналіз функціонального стану спортсменок, що займаються акробатикою на пілоні, проведений за допомогою інструментальних та педагогічних методів, виявив складну картину адаптаційно-компенсаторних змін, що виходять за межі простих м'язових дисбалансів.

Насамперед, дослідження об'єктивно підтвердило наявність виражених постуральних та структурних асиметрій, що є візуальним наслідком специфічних спортивних навантажень. Дані фотограмметрії (APECS) зафіксували значні відхилення у фронтальній площині (індекси FAI, POTSI, ATSI, GTI). Кореляційний аналіз показав, що ці порушення постави безпосередньо пов'язані з хронічною гіперактивністю м'язів-стабілізаторів навіть у стані спокою, що вказує на неефективність ізольованої корекції окремих м'язів без усунення первинних постуральних патернів. Більше того,

ці зовнішні дисбаланси доповнюються глибинним феноменом "прихованої" асиметрії, виявленим за допомогою біоімпедансного аналізу (Tanita). Встановлено, що попри симетричний розвиток м'язової маси (FFM), існують статистично значущі білатеральні відмінності в електричному опорі тканин та розподілі жирової маси ($p < 0,05$). Це свідчить про те, що оцінка лише об'єму м'язів є недостатньою, оскільки відмінності у фізіологічних властивостях тканин (гідратація, щільність) можуть підвищувати ризик травм та впливати на витривалість.

Однак центральним і найбільш значущим відкриттям роботи стало висунення гіпотези про "парадокс сили" та функціональну спеціалізацію кінцівок. Попри всі виявлені структурні дисбаланси, дослідження зафіксувало функціональну симетрію силових показників ($p > 0,05$). Це вказує на наявність потужних компенсаторних механізмів, заснованих на різних стратегіях моторного контролю для кожної кінцівки. З одного боку, домінантна (права) сторона адаптована для швидких, динамічних рухів, що підтверджується вищою швидкістю нервової провідності (StEMG, $p = 0,04$) та значно вищою амплітудою і частотою м'язової активації (sEMG, $p < 0,01$). З іншого боку, недомінантна (ліва) сторона спеціалізується на стабілізуючих та контрольованих рухах, що підтверджується контрінтуїтивною кореляцією, де довший (повільніший) латентний час реакції пов'язаний з вищим силовим виходом ($r = 0,67$), що пояснюється більш оптимальним рекрутуванням рухових одиниць.

Поглиблений аналіз показав, що виявлений нейром'язовий дисбаланс має ознаки хронічного характеру. Дані sEMG продемонстрували, що гіперактивність ключових м'язів (*Erector Spinae Longissimus*, *Latissimus Dorsi*, *Trapezius*, *Pectoralis Major*) на домінантній стороні зберігається навіть у стані спокою. Це свідчить, що дисбаланс є не тимчасовим явищем під час навантаження, а стійким, постійним нейрофізіологічним станом, що створює передумови для травм від перенавантаження.

Важливо, що всі ці об'єктивні інструментальні дані знаходять повне

підтвердження в суб'єктивних оцінках самих спортсменок. Результати анкетування повністю узгоджуються з отриманими показниками: 90 % ($p < 0,05$) спортсменок підтвердили переважне використання домінантної руки, а 75 % ($p < 0,05$) відчували зниження координації на недомінантній стороні. Висока частота травматизації (87,1 % щонайменше раз на рік), з домінуючою локалізацією в плечах (48,1 %), є логічним наслідком виявлених асиметрій та компенсаторних перевантажень.

У сукупності, отримані дані свідчать, що функціональний стан спортсменок акробатики на пілоні характеризується складною системою адаптацій, де зовнішня симетрія сили маскує глибокі нейрофізіологічні та структурні дисбаланси. Саме ці "приховані" асиметрії та різні стратегії моторного контролю, а не простий дефіцит сили, є ключовими факторами, що підвищують ризик травматизму та потребують цілеспрямованої корекції засобами фізичної терапії.

Основні положення розділу відображені в роботах автора [62, 232–236].

РОЗДІЛ 4

ПРОГРАМА ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ ДЛЯ КОРЕКЦІЇ ПОРУШЕНЬ ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ В АКРОБАТИЦІ НА ПІЛОНІ

4.1 Методичні основи побудови програми фізичної терапії для спортсменів в акробатиці на пілоні

Розробка програми фізичної терапії для спортсменок, що займаються акробатикою на пілоні, ґрунтується на комплексній оцінці функціональних порушень, що представлено у попередніх розділах дисертаційної роботи. Запропонована програма є не стандартним набором загальнорозвиваючих вправ, а цілеспрямованим втручанням, розробленим для корекції специфічних нейром'язових феноменів, виявлених у даної групи атлетів, а саме «парадоксу сили» та положень «Моделі нейропластичної спеціалізації» [234, 236]. Головне завдання полягало не у простому вирівнюванні показників максимальної сили, які, як було встановлено, є функціонально симетричними, а в корекції глибинних, неефективних та потенційно травмонебезпечних стратегій моторного контролю. Таким чином, ключовою метою стало «перехресне навчання» (cross-training) нервової системи: покращення моторного контролю та стабільності на домінантній стороні, що спеціалізується на «швидкості та потужності», та одночасне підвищення швидкості активації та розвитку зусилля на недомінантній стороні, що адаптована до «контролю та стабільності» [230].

Для забезпечення комплексного та системного підходу, структура програми була розроблена відповідно до біопсихосоціальної моделі здоров'я, формалізованої в рамках Міжнародної класифікації функціонування, обмеження життєдіяльності та здоров'я (МКФ). Цей підхід дозволяє розглядати проблему не лише на рівні фізіологічних порушень, але й у контексті їх впливу на повсякденну активність та участь у спортивному житті. Відповідно, всі втручання були класифіковані за трьома основними

доменами МКФ: «Функції організму» (b), що охоплюють нейром'язові, сенсорні та больові функції; «Структури організму» (s), що стосуються стану суглобів, м'язів та інших анатомічних утворень; та «Активність та Участь» (d), що відображають здатність спортсменки виконувати специфічні елементи та брати повноцінну участь у тренувальному та змагальному процесі.

Побудова програми базувалася на синтезі сучасних, науково обґрунтованих принципів спортивної реабілітації:

а) Принцип кінетичного ланцюга. Тіло розглядається як єдина інтегрована система, де енергія та зусилля послідовно передаються від проксимальних сегментів (кор, таз) до дистальних (кінцівки) [72]. Висока частота травм плечового поясу в акробатиці на пілоні інтерпретується не як ізольована проблема, а як можливий наслідок порушень у інших ланках, насамперед у стабільності кору [237]. Тому багатоблокова структура програми, що охоплює кор, тазовий регіон та нижні кінцівки, є прямим втіленням цього принципу.

б) Принципи періодизації в реабілітації. Програма має двохетапну структуру, що є адаптацією «класичної» лінійної моделі періодизації (макроцикл, мезоцикл, мікроцикл) до завдань реабілітації. Початковий етап тривалістю два тижні є підготовчим мезоциклом, спрямованим на адаптацію та опанування техніки. Наступний етап тривалістю шість тижнів є мезоциклом прогресивного навантаження, спрямованим на розвиток сили, потужності та інтеграцію рухових навичок у специфічну діяльність. Такий системний підхід забезпечує формування базової стабільності перед введенням інтенсивних та складних рухів, що мінімізує ризик травматизації та оптимізує адаптаційні процеси [238].

в) Принцип перенавчання рухових патернів. Програма є, по суті, втручанням, спрямованим на моторне навчання. Його мета – зруйнувати стійкі асиметричні рухові стереотипи та сформувати нові, більш ефективні та симетричні. Цей процес вимагає надання центральній нервовій системі

(ЦНС) нового сенсорного досвіду та багаторазового свідомого повторення правильних рухів для формування нових моторних програм [239].

г) Принципи специфічності та індивідуалізації. Специфічність програми забезпечується включенням блоку спеціалізованих вправ на пілоні, що імітують спортивну діяльність на вищому рівні функціональності. Індивідуалізація досягається завдяки прогресивному характеру навантажень (збільшення опору, складності), що базується на досягненні спортсменкою функціональних критеріїв, а не на жорсткому часовому графіку [240].

Виявлений «парадокс сили», при якому спортсменки демонструють симетричні силові показники попри асиметричний характер тренувань та нейром'язові відмінності, можна пояснити з позиції дисфункції кінетичного ланцюга. Домінантна сторона, що спеціалізується на «швидкості та потужності», ймовірно, використовує ефективну передачу зусилля від кору до кінцівки. Недомінантна сторона, що не має такої спеціалізованої програми, змушена досягати аналогічного силового результату за рахунок компенсаторних, енергетично не вигідних стратегій. Це може включати надмірну та несвоєчасну активацію м'язів кору, передчасну ротацію тазу або використання інерції нижніх кінцівок для «допомоги» у виконанні руху. Це створює ілюзію симетричної сили в точці вимірювання (наприклад, на кисті), однак джерело цієї сили є різним та менш ефективним. Така стратегія перевантажує стабілізуючі структури та пояснює суб'єктивні скарги спортсменок на погану координацію на недомінантну сторону [62]. Відповідно, мета програми полягає не стільки у збільшенні абсолютної сили недомінантної сторони, скільки у підвищенні її ефективності шляхом перебудови послідовності активації в кінетичному ланцюзі, починаючи з базової стабілізації кору.

Для наочного представлення відмінностей розробленого підходу від традиційних тренувальних практик у таблиці 4.1 наведено їх порівняльну характеристику.

Таблиця 4.1 – Порівняльна характеристика запропонованої програми фізичної терапії та конвенційних тренувальних підходів

Характеристики	Конвенційний підхід	Запропонована програма
Концептуальний підхід	Симптоматичний (спрямований на зміцнення «слабкої» сторони)	Комплексний, етіологічний (спрямований на корекцію першопричин дисбалансу – рухових патернів)
Методологічна основа	Переважає на основі анекдотичного досвіду тренерів та спортсменів	На основі доказових наукових принципів: концепція кінетичного ланцюга, теорія моторного навчання, принципи періодизації, нейрофізіологія (cross-education, реципрокне гальмування) та структурована за доменами МКФ.
Структура програми	Часто неструктурована, фокус на відпрацюванні спортивних елементів	Чітко структурована та періодизована: 2 етапи, 6 основних блоків + 1 спеціалізований блок, що охоплюють домени функцій, структур та активності.
Ключові компоненти	Ізольовані силові вправи, відпрацювання трюків на домінуючу сторону	Комплексні вправи на стабілізацію кори, розвиток пропріоцепції, корекцію асиметрії, міофасціальний реліз, інтеграція навичок на недомінуючу сторону
Мета втручання	Збільшення максимальної сили	Корекція дезадаптивних моторних стратегій, формування симетричного нейром'язового контролю, підвищення ефективності рухів та повноцінна участь у спорті.

Кожен блок розробленої програми має під собою міцну наукову основу, що базується на сучасних дослідженнях у галузі біомеханіки, нейрофізіології та спортивної медицини.

Підготовча фаза: Мобілізація та активація

Вправи для розминки, становлять невід'ємну частину програми, оскільки їхнє головне завдання – підготувати кінетичний ланцюг до подальшого навантаження [237]. Виконання цих рухів та створений ними ефект легкого навантаження сприяє збільшенню продукції синовіальної рідини в суглобах, що покращує їхнє ковзання, підвищує еластичність м'язів та фасцій, а також активує нервово-м'язову систему [241]. Такий

комплексний підхід дозволяє суттєво знизити ризик травматизації та покращити якість виконання основних корекційних вправ. Якщо розглядати цю фазу з точки зору Міжнародної класифікації функціонування (МКФ), вона цілеспрямовано працює на покращення доменів b710 (Функції рухливості суглоба) та s720/s760 (Структури плечової ділянки та тулуба).

Блок 1: Корекція асиметрії та перенавчання рухових патернів.

Цей блок є центральним елементом всього втручання, адже він безпосередньо впливає на механізми, описані в «Моделі нейропластичної спеціалізації». В його основі лежить використання односторонніх (унілатеральних) тягових та жимових вправ, як-от тяга еспандера чи жим гантелі однією рукою, що обґрунтовано добре вивченим феноменом «перехресної освіти» (cross-education) [242]. Численні дослідження демонструють, що силове тренування однієї кінцівки викликає значні нейронні адаптації, які призводять до збільшення сили та покращення моторного контролю і в протилежній, нетренованій кінцівці. Це дозволяє здійснювати цілеспрямоване «перехресне навчання» нервової системи для корекції дисбалансів. Весь цей процес слід розглядати як перенавчання рухових патернів, де головною метою є руйнування стійких асиметричних стереотипів та формування нових, більш ефективних, шляхом свідомого, контрольованого повторення рухів [239]. Водночас активація функціонально ослаблених м'язів, наприклад, середньої та нижньої трапеції під час тяги, пояснюється фундаментальним принципом реципрокного гальмування. Згідно з ним, активне скорочення м'яза-агоніста викликає рефлекторне розслаблення його гіперактивного антагоніста (в даному випадку, верхньої трапеції або грудних м'язів), що природним чином сприяє відновленню м'язового балансу [243]. Таким чином, цей блок цілеспрямовано працює з доменами МКФ b730 (Функції м'язової сили) та b760 (Функції контролю довільних рухів).

Блок 2: Стабілізація кору та контроль положення тіла.

Цей блок реалізує один з фундаментальних принципів реабілітації:

«проксимальна стабільність для дистальної мобільності» [237]. Важливість цього підходу важко переоцінити, оскільки стабільний кор є основою для всіх без винятку рухів верхніх кінцівок в акробатиці на пілоні, виконуючи роль критичної ланки для ефективної передачі зусилля в кінетичному ланцюзі [72]. Для досягнення цієї мети до програми включено кілька ключових вправ. Зокрема, Жим Паллофа (Pallof Press) був спеціально обраний для тренування антиротаційної стабільності кору [140]. Ця вправа безпосередньо тренує косі м'язи живота чинити опір ротаційним силам, що є набагато більш функціональним підходом для акробатики на пілоні, ніж класичні вправи на згинання тулуба. Іншою важливою вправою є планка з підняттям протилежної руки та ноги, що є варіацією вправи «Птахо-собака», ефективність якої підтверджена численними ЕМГ-дослідженнями [244]. Вона дозволяє активувати глибокі стабілізатори хребта, такі як багатороздільний м'яз та м'яз-випрямляч хребта, при мінімальному компресійному навантаженні, що повністю відповідає принципам безпечного тренування кору, розробленим професором Стюартом МакГіллом [134]. Завершує цей комплекс бокова планка, що є одним з компонентів «Великої трійки» МакГілла, і яка націлена на зміцнення латеральної мускулатури тулуба (квадратний м'яз попереку, косі м'язи), що є критично важливим для стабільності тіла у фронтальній площині. Комплексне тренування цих вправ також сприяє формуванню та свідомому контролю внутрішньочеревного тиску (ВЧТ), який діє як своєрідна пневматична опора, додатково стабілізуючи поперековий відділ хребта [245]. Таким чином, втручання спрямовані на покращення доменів s760 (Структура тулуба) та b735 (Функції м'язового тонусу).

Блок 3: Зміцнення та стабілізація плечового поясу.

Даний блок цілеспрямовано працює з усуненням дисфункцій у найбільш травмонебезпечній зоні для пілоністів. В основі методики лежить відновлення правильної біомеханіки плечового комплексу, для чого особливий акцент робиться на скапуло-гумеральному ритмі та роботі

стабілізаторів лопатки. Підкреслюється важливість скоординованого руху між лопаткою та плечовою кісткою [246]. Вправи, як-от тяга еспандера з акцентом на зведення лопаток, були підібрані на основі їхньої доведеної здатності оптимально активувати ключові стабілізатори лопатки – передній зубчастий, середній та нижній трапецієподібні м'язи – при одночасній мінімізації активності гіпертонічного верхнього трапецієподібного м'яза [247]. Наступним ключовим аспектом є тренування силових пар ротаторної манжети, зокрема пояснюється концепція поперечної силової пари, утвореної підлопатковим м'язом з одного боку та підостьовим/малим круглим з іншого [248]. Вправи на зовнішню ротацію плеча обґрунтовані як прямий та ефективний метод зміцнення задньої частини цієї пари. Це є критично важливим для динамічної стабілізації голівки плечової кістки та запобігання поширених травм, таких як імпіджмент-синдром, серед атлетів, що виконують рухи над головою [249]. Крім того, до програми включені підйоми рук вперед та в сторони (Front/Lateral Raises), які обґрунтовані не лише як засіб для зміцнення дельтоподібного м'яза, але і як інтегровані рухи, що вимагають динамічної стабілізації від усього комплексу м'язів лопатки. Цей блок комплексно впливає на домени s720 (Структура плечової ділянки) та b730 (Функції м'язової сили).

Блок 4: Підвищення витривалості м'язів нижніх кінцівок та профілактика травм.

Ключовим методом у цьому блоці є ексцентричне зміцнення. Включення таких вправ, як згинання ніг лежачи з еспандером та сідничний місток, обґрунтовано великою кількістю наукових доказів на користь ексцентричного тренування для профілактики травм, особливо розтягнень м'язів задньої поверхні стегна [250]. Доведено, що ексцентричне тренування сприяє збільшенню довжини м'язових пучків (фасцикул), що робить м'яз більш стійким до пошкоджень під час розтягнення, яке є характерним для шпагатів та динамічних махів у акробатиці на пілоні [251]. Окрема увага приділяється стабільності тазу, де акцент робиться на середньому сідничному

м'язі, що активно залучається під час присідань на одній нозі, випадів та сідничного містка. Його роль є ключовою у підтримці стабільності тазу у фронтальній площині під час одноопорних положень, що є базовими для багатьох елементів [252]. Нарешті, наголошується на нерозривному зв'язку між функцією сідничних м'язів та правильним попереково-тазовим ритмом, тобто координацією між рухами поперекового відділу хребта та кульшових суглобів [253]. Недостатній контроль з боку сідничних м'язів може призводити до компенсаторної гіперекстензії в попереку, що, в свою чергу, сприяє виникненню болю в спині. Цільовими доменами МКФ для цього блоку є s750 (Структура нижньої кінцівки) та b740 (Функції м'язової витривалості).

Блок 5: Розвиток пропріоцепції та сенсомоторного контролю.

Цей блок є фундаментальним компонентом програми, що спрямований на усунення першопричин координаційних порушень, виявлених у спортсменок. Його можна розглядати як своєрідне «оновлення програмного забезпечення» для нервово-м'язової системи. В основі цього лежить розуміння, що моторний контроль залежить від постійного та якісного зворотного зв'язку між сенсорним входом та руховим виходом [254]. Ключовими сенсорними системами для підтримки балансу є соматосенсорна (пропріоцепція від м'язів та суглобів), вестибулярна (інформація від внутрішнього вуха) та зорова. Щоб цілеспрямовано тренувати ці системи, використовуються специфічні методи. Наприклад, виконання вправ на нестабільних поверхнях, як-от планка на баланс-диску, значно підвищує вимоги до соматосенсорної системи. З іншого боку, виконання вправ із заплющеними очима, наприклад, стійка на одній нозі, усуває домінуючий зоровий контроль, змушуючи центральну нервову систему (ЦНС) більше покладатися на соматосенсорну та вестибулярну системи для збереження рівноваги [255]. Таке цілеспрямоване тренування покращує здатність ЦНС обробляти всю цю сенсорну інформацію, що призводить до покращення загальної координації та, як доведено численними мета-аналізами, до

значного зниження ризику травм [256]. Основний вплив у цьому блоці здійснюється на домен b260 (Пропріоцептивна функція).

Блок 6: Міофасціальний реліз та відновлення.

Використання таких інструментів, як пінні роли та масажні м'ячі, обґрунтовано як ефективна форма само-міофасціального релізу (СМР). Сучасні наукові дані не лише підтверджують, що СМР є дієвим методом для зменшення відстроченого м'язового болю (DOMS) та покращення короткочасної гнучкості без негативного впливу на силові показники [257], але й вказують на глибше фізіологічне обґрунтування. Воно полягає в тому, що СМР може модулювати активність вегетативної нервової системи, сприяючи підвищенню парасимпатичного тону, який відповідає за процеси відпочинку та відновлення. Це забезпечує більш ефективне та глибоке відновлення, яке виходить за межі суто механічного впливу на м'язи та фасції [204]. Таким чином, цей блок спрямований на домен b280 (Відчуття болю).

Блок спеціалізованих вправ: Інтеграція навичок.

Цей заключний блок є вирішальним етапом інтеграції та перенесення навичок, що є наріжним каменем у процесі моторного навчання [239]. Після того, як на попередніх етапах були сформовані базовий контроль, сила та координація, цей етап кидає виклик ЦНС, вимагаючи застосування нових, більш симетричних рухових патернів у складних, багатоплощинних та динамічних умовах, які є специфічними для елементів акробатики на пілоні. Саме тому виконання цих елементів на недомінуючу сторону є фінальним тестом перенавчання рухових патернів та необхідною умовою для того, щоб остаточно розірвати цикл асиметричного навантаження. Це є прямим втручанням на рівні домену МКФ d9201 (Спорт), що забезпечує не просто корекцію порушень, а й повноцінне повернення до участі у спортивній діяльності на вищому рівні функціональності.

4.2 Програма фізичної терапії для спортсменів в акробатиці на пілоні

Загальна архітектура програми являє собою критеріально-орієнтований, періодизований план, розрахований на 8 тижнів [238]. Він складається з двох послідовних етапів, перехід між якими визначається досягненням функціональних критеріїв, а не жорстким часовим графіком, що забезпечує індивідуалізацію та безпеку втручання. Цілі та завдання кожного етапу та блоку програми були сформульовані з урахуванням цільових доменів МКФ (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Структура програми фізичної терапії у відповідності до доменів МКФ

Блок програми	Цільові домени МКФ	Обґрунтування втручання
Блок 1: Корекція асиметрії	b730 Функції м'язової сили, b735 Функції м'язового тону, b760 Функції контролю довільних рухів	Корекція дисбалансу сили та тону між доміантною та недоміантною сторонами, перенавчання рухових патернів.
Блок 2: Стабілізація кору	s760 Структура тулуба, b735 Функції м'язового тону	Зміцнення м'язів-стабілізаторів тулуба для забезпечення проксимальної стабільності.
Блок 3: Зміцнення плечового поясу	s720 Структура плечової ділянки, b710 Функції рухливості суглоба, b730 Функції м'язової сили	Відновлення стабільності та контролю плечового суглоба та лопатки, профілактика травм.
Блок 4: М'язи нижніх кінцівок	s750 Структура нижньої кінцівки, b730 Функції м'язової сили, b740 Функції м'язової витривалості	Зміцнення м'язів стегна та сідниць для стабілізації тазу та профілактики травм.
Блок 5: Пропріоцепція	b260 Пропріоцептивна функція, b755 Функції мимовільних рухових реакцій	Покращення сенсомоторного контролю, балансу та координації.
Блок 6: Міофасціальний реліз	b280 Відчуття болю, b780 Відчуття, пов'язані з м'язами та руховими функціями	Зменшення м'язового болю та гіпертону, покращення еластичності тканин.
Блок спеціалізованих вправ	d9201 Спорт (участь у спорті)	Інтеграція набутих навичок у специфічну спортивну діяльність, відновлення участі у тренувальному процесі на вищому рівні функціональності.

Етап 1: Підготовчо-адаптаційний (2 тижні).

Основною метою цього етапу є створення міцної основи нейром'язового контролю, вивчення правильної біомеханіки корекційних вправ та адаптація м'язово-зв'язкового апарату до специфічних навантажень. Акцент робиться на якості виконання та активації цільових м'язових груп, а не на інтенсивності. Втручання на цьому етапі переважно спрямовані на домени «Функції організму» (b) та «Структури організму» (s).

SMART-цілі етапу:

1. Оволодіти правильною технікою виконання всіх вправ у межах шести основних блоків програми.
2. Досягти стабільного, безболісного виконання кожної вправи у визначеному дозуванні з мінімальним опором.
3. Сфокусуватися на техніці та активації м'язів, а не на інтенсивності навантаження.
4. Сформуванню необхідну базу стабільності та моторного контролю для безпечного переходу до другого етапу.
5. Досягти поставлених цілей протягом перших двох тижнів.

Етап 2: Корекційно-розвиваючий (6 тижнів).

На цьому етапі реалізується принцип прогресивного навантаження для розвитку сили, витривалості та стабільності, а також відбувається інтеграція скоригованих рухових патернів у специфічну спортивну діяльність. Втручання продовжують впливати на домени (b) та (s), але ключовим стає перехід до домену «Активність та Участь» (d).

SMART-цілі етапу:

1. Систематично збільшувати навантаження (опір, вагу) у блоках 1–4, зберігаючи правильну техніку. Успішно виконати визначений набір елементів на пілоні на недомінантну сторону.
2. Збільшити робочий опір/вагу на 25–50 % від початкового. Досягти 3-х успішних, контрольованих повторень кожного цільового елементу на недомінантну сторону.

3. Забезпечити поступове та контрольоване збільшення навантаження для запобігання перетренованості.

4. Безпосередньо усунути функціональні асиметрії та підготувати спортсменку до симетричного виконання елементів в АНП.

5. Досягти поставлених цілей протягом шеститижневого періоду.

Загальна структура та взаємозв'язок компонентів програми фізичної терапії представлені на рисунку 4.1. Схема ілюструє логіку програми, що починається з фундаментальних втручань на рівні функцій та структур тіла (домени b, s), таких як стабілізація кору та корекція асиметрії, і прогресує до інтеграції цих навичок на рівні активності та участі (домен d) через виконання спеціалізованих вправ на пілоні.

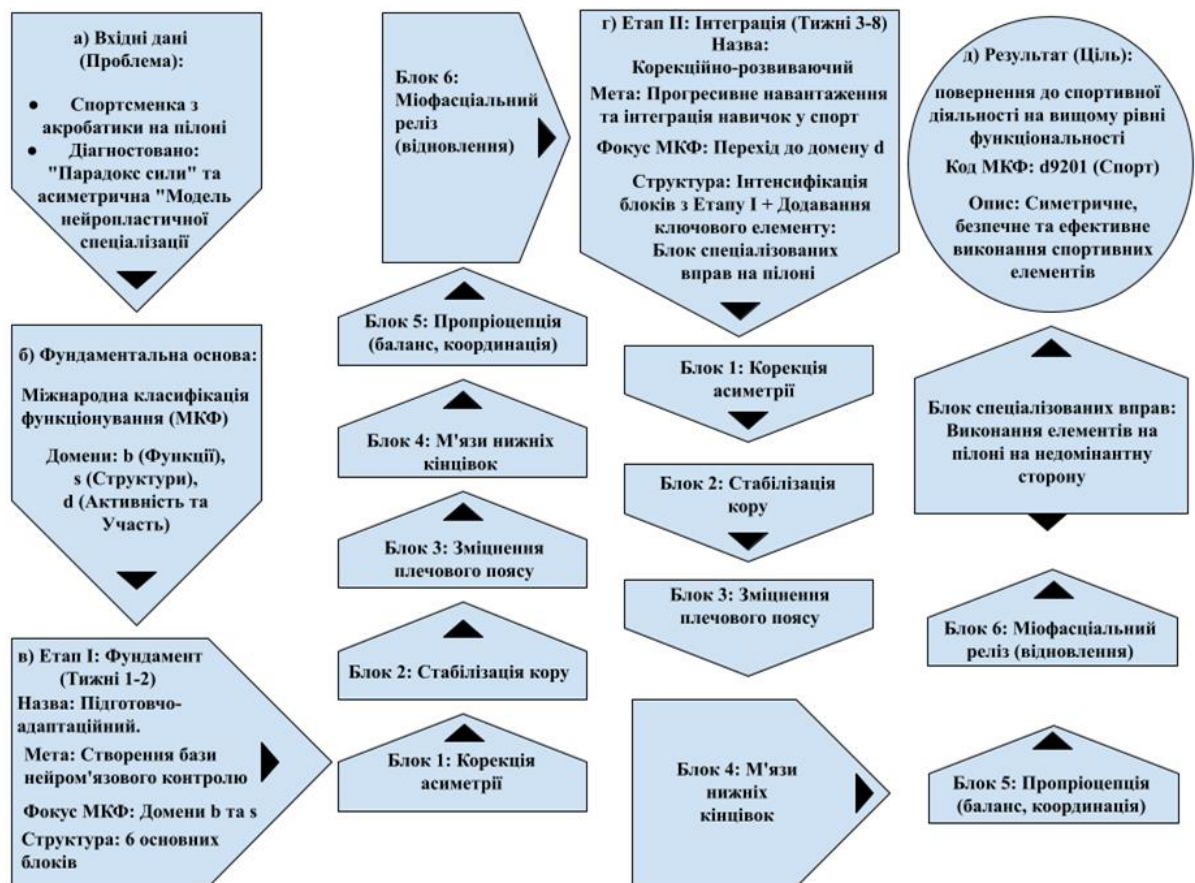


Рисунок 4.1 – Схема програми фізичної терапії для корекції порушень ОРА в акробатиці на пілоні

4.2.1 Підготовчо-адаптивний етап програми фізичної терапії для спортсменів в акробатиці на пілоні

Перші два тижні програми є критично важливим етапом, на якому закладається фундамент для всіх подальших корекційних втручань. Відповідно до SMART-цілей, визначених у розділі 4.2, головний акцент цього періоду спрямований не на розвиток силових показників, а на оволодіння правильною біомеханікою рухів та формування коректних патернів нейром'язової активації. Ця фаза є процесом рухового перенавчання, де пріоритетом є якість виконання, а не інтенсивність навантаження. Такий підхід створює безпечні та ефективні умови для подальшої прогресії та мінімізує ризик закріплення компенсаторних, неефективних рухових стратегій. Усі вправи та їхні параметри для даного етапу деталізовані в додатку М. Всі вправи 1 етапу подано у вигляді каталогу у додатку К. Структуру підготовчо-адаптаційного блоку зображено на рисунку 4.2.

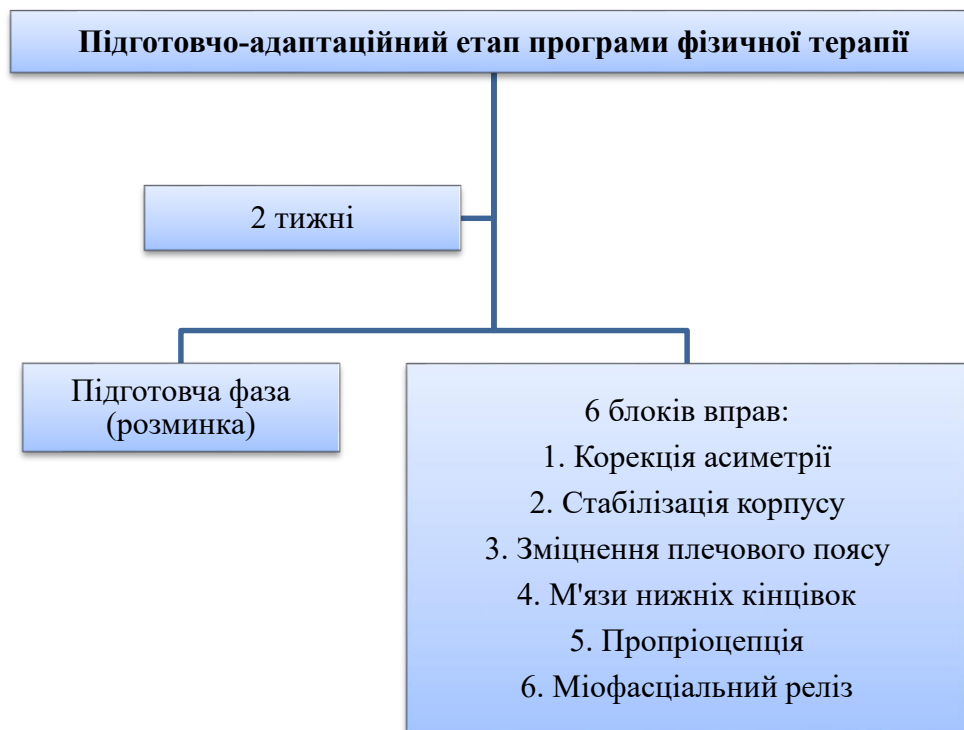


Рисунок 4.2 – Структура підготовчо-адаптаційного блоку

Тривалість заняття з фізичної терапії на першому етапі складала 50 хвилин, щільність заняття була 75 %. Заняття проходили 3 рази на тиждень до обіду.

Кожне тренувальне заняття розпочинається з Підготовчої фази (розминки), яка виконує не лише функцію розігріву, але й діагностичну та мобілізаційну роль. Вправи розминки цілеспрямовано готують кінетичний ланцюг до навантаження, як це обґрунтовано в розділі 4. Ці рухи сприяють збільшенню продукції синовіальної рідини в суглобах, підвищенню еластичності м'язів та фасцій, а головне – надсилають до центральної нервової системи (ЦНС) аферентні сигнали, що «пробуджують» нейром'язові шляхи, які будуть цільовими в основній частині заняття. Таким чином, розминка є першим кроком до відновлення оптимальної функції та підготовки нервової системи до сприйняття нового рухового досвіду.

Основна частина тренування починається з Блоку 1: Корекція асиметрії, що є першим практичним кроком у корекції дисфункцій, описаних «Моделлю нейропластичної спеціалізації». Використання односторонніх (унілатеральних) вправ, таких як «Тяга з еспандером» та «Жим гантелі однією рукою», безпосередньо реалізує принцип «перехресної освіти» (cross-education), обґрунтований у розділі 4.2. Тренування однієї кінцівки ініціює нейронні адаптації, що покращують моторний контроль і на протилежній, нетренованій стороні. Навмисно низькі рівні опору (наприклад, 7–16 кг для еспандера та 6–8 кг для гантелей, як зазначено в додатку М) є стратегічним вибором. Це дозволяє спортсменці зосередитися на свідомому контролі руху та правильній активації цільових м'язів (наприклад, середньої та нижньої трапеції), а не на подоланні максимального опору, що є ключовим для перенавчання рухового патерну.

Наступним кроком є Блок 2: Стабілізація корпусу, який є наріжним каменем усієї програми. Цей блок втілює фундаментальний принцип «проксимальна стабільність для дистальної мобільності». Послідовність блоків у програмі не є випадковою. Оскільки дисфункції плечового поясу

часто є наслідком недостатньої стабільності кору, програма спочатку формує міцну та стабільну основу, і лише потім переходить до навантаження дистальних сегментів. Це забезпечує передачу зусилля через ефективний кінетичний ланцюг та запобігає компенсаторному перевантаженню плечового суглоба. Вправи, наведені в додатку М, підібрані для розвитку функціональної стабільності: «Жим Паллофа» тренує антиротаційну функцію кору, що є більш специфічним для акробатики на пілоні, ніж класичні скручування, а «Планка з підняттям протилежної руки та ноги» активує глибокі стабілізатори хребта з мінімальним компресійним навантаженням, що відповідає принципам безпечного тренування за Стюартом МакГіллом.

Після встановлення стабільної основи програма переходить до Блоку 3: Зміцнення плечового поясу. На цьому етапі основна увага приділяється відновленню правильної біомеханіки та контролю над лопаткою. Вправи, такі як «Зовнішня ротація плеча» з мінімальним опором еспандера (1–5 кг, додаток М), цілеспрямовано активують часто ослаблені м'язи задньої частини ротаторної манжети. Це допомагає відновити баланс силових пар у плечовому суглобі та покращити скапуло-гумеральний ритм. Мета полягає не в гіпертрофії, а в «перепрограмуванні» роботи м'язів-стабілізаторів лопатки, щоб вони активувалися своєчасно та скоординовано під час рухів рукою.

Програма також інтегрує Блок 4 (М'язи нижніх кінцівок) та Блок 5 (Пропріоцепція). Вправи на зміцнення нижніх кінцівок, такі як «Сідничний місток» та присідання з власною вагою (додаток М), є фундаментальними для забезпечення стабільності тазу та коректного попереково-тазового ритму, що є невід'ємною частиною єдиного кінетичного ланцюга. Одночасно, вправи на пропріоцепцію, наприклад, «Стійка на одній нозі із заплющеними очима», розпочинають процес «перекалібрування програмного забезпечення» ЦНС. Усунення домінуючого зорового каналу змушує нервову систему покладатися на соматосенсорний зворотний зв'язок від м'язів та суглобів, що є критично важливою навичкою для спортсменки, яка виконує складні елементи в просторі, часто в перевернутому положенні.

Завершує кожне заняття першого етапу Блок 6: Міофасціальний реліз (МФР). Цей компонент виконує значно глибшу функцію, ніж просто відновлення. Процес моторного навчання вимагає чіткого двостороннього зв'язку між ЦНС та периферичною мускулатурою. М'язовий гіпертонус, тригерні точки та біль створюють «шум» у цьому каналі зв'язку, спотворюючи як аферентні (сенсорні) сигнали, що йдуть до мозку, так і еферентні (рухові) команди, що йдуть до м'язів. Виконуючи самомасаж за допомогою ролів та м'ячів (техніки наведені в додатку М), спортсменка знижує цей нейром'язовий «шум». Це створює оптимальне фізіологічне середовище, в якому нервова система може більш ефективно сприймати, обробляти та засвоювати нові, коректні рухові патерни, що вивчаються в блоках 1–5. Таким чином, МФР виступає активним фасилітатором процесу нейром'язового перенавчання, що є головною метою підготовчого етапу.

4.2.2 Корекційно-розвиваючий етап фізичної терапії для спортсменів в акробатиці на пілоні

Після завершення двотижневої підготовчої фази програма переходить до шеститижневого основного етапу, філософія якого полягає у переході від вивчення рухів до їх прогресивного навантаження та інтеграції у специфічну спортивну діяльність. Цей етап реалізує принцип прогресивного перевантаження, що є необхідною умовою для розвитку сили та витривалості. Як зазначено у SMART-цілях для другого етапу, завданнями стають вимірюване збільшення робочого навантаження (на 25–50 %) та успішне виконання базових елементів на пілоні на недомінантну сторону. Фундаментальні блоки 1–6 зберігаються, але їх інтенсивність зростає, що відображено в додатку Н. Водночас вводиться ключовий Блок спеціалізованих вправ (деталізований у додатку П), який слугує мостом між загальною фізичною підготовкою та специфічною спортивною результативністю.

Програма другого періоду фізичної терапії переважно повторювала вправи першого періоду, тому детальний опис техніки виконання, дозування

та методичні вказівки подано у додатку М. У додатку Н наведено вправи з модифікаціями або нові вправи, а для решти зроблено посилання на відповідні позиції першого періоду. Також було введено блок спеціалізованих вправ, з якими можна ознайомитися у додатку П. Всі вправи 2-го етапу подано у вигляді каталогу у додатку Л. Структуру корекційно-розвиваючого блока зображено на рисунку 4.3.



Рисунок 4.3 – Структура корекційно-розвиваючого блоку

На другому етапі дослідження заняття з фізичної терапії проводилися тричі на тиждень, переважно в першій половині дня. Загальна тривалість кожного заняття становила одну годину.

Структурно кожне заняття поділялося на два основні блоки. Перший блок, що складався із загальних вправ, тривав орієнтовно 35 хвилин і характеризувався високою моторною щільністю – 81 %. Другий блок тривалістю 25 хвилин був присвячений спеціалізованим вправам. Його

щільність була нижчою і становила 56 %.

Таким чином, середня моторна щільність усього годинного заняття на другому етапі складала 64 %.

Інтенсифікація фундаментальних блоків є логічним продовженням роботи, розпочатої на першому етапі. Тепер, коли коректні рухові патерни засвоєні, метою стає їх зміцнення та підвищення стійкості до зовнішнього навантаження. Принцип прогресивного навантаження чітко простежується при порівнянні параметрів з додатків М та Н: опір еспандера для вправи «Тяга з еспандером» зростає з 7–16 кг до 11–30 кг; вага гантелі для «Жиму однією рукою» збільшується з 6–8 кг до 8–10 кг; опір для «Жиму Паллофа» також підвищується до 11–30 кг. Це систематичне збільшення навантаження стимулює подальші нейром'язові та структурні адаптації, роблячи новосформовані рухові стратегії більш надійними та ефективними.

Кульмінацією всієї терапевтичної програми є Блок спеціалізованих вправ, детально описаний у додатку П. Цей блок є не просто практикою, а цілеспрямованим неврологічним втручанням, що має на меті фінальну корекцію асиметричної нейропластичної спеціалізації. Критично важливою методичною вказівкою є виконання всіх елементів цього блоку виключно на *недомінантну сторону*. «Модель нейропластичної спеціалізації» постулює, що домінантна сторона має високорозвинену нейронну програму для виконання швидкісних та потужних рухів, тоді як недомінантна спеціалізується на контролі та стабільності. Змушуючи недомінантну сторону виконувати складні, динамічні та силові елементи з додатку П, програма ставить перед ЦНС завдання «написати» для неї нову рухову програму – програму «швидкості та потужності». Це не просто робить недомінантну сторону сильнішою в загальному сенсі; це навчає її специфічним, складним руховим послідовностям, характерним для даного виду спортивної діяльності, створюючи таким чином функціональну симетрію на найвищому рівні моторного контролю. Це є завершальним етапом «перехресного навчання» нервової системи, що переносить здобуті

навички з рівня загальної сили на рівень специфічних спортивних енграм.

Вправи у спеціалізованому блоці (додаток П) можна умовно згрупувати за зростанням складності, що ілюструє логіку прогресії. Перша група включає фундаментальні елементи та обертання (напр., «Каскад із різножек», «Бочка», «Пожежник»). Вони є початковою точкою, де спортсменка вчиться застосовувати базовий контроль кору та силу хвату на недомінантній стороні під час динамічних, обертальних рухів. Наступний рівень складності – це перевернуті та статичні силові утримання (напр., «Шолдер», «Стійка біля пілону», «Прапорець», «Brass monkey»). Утримання такого елемента, як «Прапорець», є неможливим без максимального залучення антиротативної стабільності кору (Блок 2) та контролю лопатки (Блок 3), які тепер тестуються в умовах граничного навантаження. Вершиною інтеграції є ускладнені динамічні комбінації (напр., «Скорпіон - стріла - бочка», «Шолдер - Прапор - Brass Monkey»). Ці зв'язки вимагають не лише сили в окремих позиціях, а й плавного, контрольованого переходу між ними. Це тестує здатність ЦНС об'єднувати всі раніше скориговані підпрограми (контроль кору, стабілізація плеча, пропріоцепція) в єдиний, безперервний руховий акт. Успішне виконання цих комбінацій є прямим втручанням на рівні домену МКФ d9201 (Спорт) та свідчить про успішне завершення реабілітаційного процесу.

Протягом усього другого етапу Блоки 5 (Пропріоцепція) та 6 (Міофасціальний реліз) продовжують відігравати важливу підтримуючу роль. Зі зростанням інтенсивності та складності рухів у спеціалізованому блоці зростають і вимоги до пропріоцептивної системи, що робить вправи на баланс та координацію (додаток Н) ключовими для запобігання травматизму. Аналогічно, підвищене тренувальне навантаження робить процеси відновлення, що фасилітуються за допомогою МФР, ще більш критичними для забезпечення стійкого прогресу та адаптації організму протягом шеститижневого періоду.

Висновки до розділу 4

У даному розділі науково обґрунтовано та представлено комплексну програму фізичної терапії, спрямовану на корекцію специфічних порушень опорно-рухового апарату у спортсменок, що займаються акробатикою на пілоні. Побудова програми базується на фундаментальних принципах спортивної реабілітації, включаючи концепцію кінетичного ланцюга, теорію моторного навчання та принципи періодизації. Важливою методологічною основою стало використання структури Міжнародної класифікації функціонування (МКФ), що дозволило систематизувати втручання за доменами «Функції організму» (b), «Структури організму» (s) та «Активність та Участь» (d), забезпечивши цілісний підхід до проблеми.

Запропонована програма є прямою відповіддю на унікальні фізіологічні виклики та нейром'язові дисфункції, виявлені у даної групи атлетів, зокрема «парадокс сили» та «Модель нейропластичної спеціалізації». На відміну від симптоматичних підходів, що фокусуються на ізольованому зміцненні м'язів, розроблена програма спрямована на усунення першопричин дисбалансів шляхом перенавчання рухових патернів та формування симетричного нейром'язового контролю.

Програма має чітку двохетапну структуру (підготовчо-адаптаційний та корекційно-розвиваючий етапи) та складається з шести основних функціональних блоків (корекція асиметрії, стабілізація кору, зміцнення плечового поясу, розвиток м'язів нижніх кінцівок, пропріоцепція, міофасціальний реліз) та одного спеціалізованого блоку для інтеграції навичок. Кожен компонент програми має детальне наукове обґрунтування, що спирається на сучасні дослідження в галузі біомеханіки, нейрофізіології та спортивної медицини.

Таким чином, представлена програма є цілісною, науково обґрунтованою системою, що пропонує структурований та прогресивний шлях до корекції функціональних порушень, зниження ризику травматизму

та оптимізації спортивного потенціалу в акробатиці на пілоні.

Основні положення розділу відображені в роботі автора [231, 258, 259].

РОЗДІЛ 5

АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

У процесі проведення дослідження ми отримали три групи даних: підтверджуючі дані; дані, які розширюють та доповнюють наявні розробки (ті, що дістали подальшого розвитку); нові дані щодо досліджуваної проблематики, котрі узагальнено та проаналізовано нижче.

5.1 Аналіз ефективності програми фізичної терапії

Результати проведеного нами початкового дослідження дозволили не лише виявити високу поширеність травматизму (87 % спортсменок) та специфічні патерни нейром'язових дисбалансів (гіперактивація домінантної сторони), але й підтвердити, що ці порушення є не просто наслідком слабкості, а результатом складних дезадаптивних компенсацій [62, 234, 236], що підтверджує сучасні уявлення про травматизм в видах спорту, що характеризуються асиметричними навантаженнями, де першопричиною часто є не дефіцит сили, а порушення моторного контролю та неефективність кінетичного ланцюга [260].

Онлайн-анкетування ($n = 108$) показало, що 87 % спортсменок зазнавали травм щонайменше один раз на рік з домінуючою локалізацією у плечовому поясі (48,1 %), спині та зап'ястях, знаходять повне підтвердження у світових дослідженнях. Так, систематичний огляд С. Scott et al. (2024) вказує на поширеність травм до 79 % [3], а проспективне когортне дослідження J. Nicholas et al. (2022) також визначає плечовий суглоб (20,4 %) та стегно (переважно підколінні сухожилля) як найбільш вразливі зони [13]. Це свідчить про те, що епідеміологічна картина, виявлена в нашому дослідженні, є глобальною та репрезентативною для даного виду спортивної діяльності. Також підтверджено, що проблема полягає не лише в гострих травмах, а й у кумулятивному ефекті тренувальних навантажень. Дані С.

Scott et al. (2024) про майже рівний розподіл між гострими (51,6 %) та хронічними травмами від перенавантаження (48,4 %) [3] узгоджуються з центральним фокусом нашої роботи на дослідженні саме дезадаптивних компенсаторних змін, що є причиною хронічних порушень.

Таким чином, на підставі глибокого аналізу порушень структур та функцій опорно-рухового апарату, активності та участі спортсменок, в рамках даної роботи *вперше* було науково обґрунтовано, розроблено за принципами МКФ в рамках етапного підходу та апробовано програму фізичної терапії, спрямовану на корекцію порушень опорно-рухового апарату у спортсменок АНП. Інноваційність програми фізичної терапії полягає у зміщенні фокусу з традиційного вирівнювання сили на цілеспрямоване «перехресне навчання» нервової системи для корекції виявлених дезадаптивних компенсаторних стратегій. Програма базується на «Моделі нейропластичної спеціалізації», теоретичне обґрунтування якої представлено у підрозділі 5.3. Оцінка ефективності цього підходу є ключовим етапом у підтвердженні валідності центральної гіпотези.

Розроблена програма фізичної терапії була інтегрована у тренувальний процес основної досліджуваної групи, що складалася з 20 досвідчених спортсменок віком 23–40 років. Критерії включення вимагали наявності тренувального досвіду не менше 18 місяців при загальному обсязі занять від 180 хвилин на тиждень. Важливою умовою була наявність у спортсменок функціональних, непатологічних асиметрій опорно-рухового апарату, при відсутності гострих травм чи скарг на патологічний біль, що могли б вплинути на хід експерименту. Усі учасниці надали письмову інформовану згоду на збір, опрацювання та зберігання автором їх персональних даних, а протокол дослідження відповідав етичним принципам Гельсінської декларації.

Повторне обстеження ми проводили через 8 тижнів від початку реалізації програми, протягом якої застосовувався розроблений нами план втручання засобами фізичної терапії.

Для визначення ефективності розробленої програми та плану учасниці проходили анкетування та інструментальне обстеження перед початком та анкетування по завершенні програми. Дослідження результатів, їх порівняння з вихідними даними і оцінку проводили по завершенні реалізації запропонованих заходів. Оцінювання функціонального стану у досліджуваного контингенту проводили з використанням спеціалізованої 50-пунктної анкети (додаток І). Цей опитувальник є формою суб'єктивної оцінки функціонального стану опорно-рухового апарату та спрямований на виявлення міжбокових відмінностей у силі, витривалості, гнучкості, балансі та координації. При загальній оцінці кожне твердження оцінювалося за шкалою від 1 («зовсім не відчуваю») до 10 («дуже сильно/постійно/чітко відчуваю»).

Анкета була розроблена з урахуванням специфіки асиметричних навантажень в акробатиці на пілоні, де домінантна сторона визначається як та, якою виконуються тягові та контрольні елементи, а недомінантна – опорна. На етапі вихідного тестування анкетування підтвердило наявність у спортсменок низки очікуваних функціональних порушень.

Статистично значуща більшість учасниць (90 %; $p < 0,01$) повідомили, що виконують силові трюки переважно на одну (домінантну) сторону, при цьому 75 % ($p < 0,05$) відзначали значне зниження координації при спробі виконати елемент на недомінантну сторону. Близько 60 % спортсменок скаржилися на періодичний дискомфорт у ділянці плечового суглоба домінантної руки, а 40 % – на перевантаження поперекового відділу хребта під час тренувань. Майже у всіх учасниць (18 із 20) були наявні суб'єктивні ознаки м'язового дисбалансу тулуба ($p < 0,01$).

Ці дані повністю узгоджуються з проведеними нами інструментальними дослідженнями і підтверджують актуальність розробленої корекційної програми. Після завершення восьми тижневої програми фізичної терапії було зафіксовано суттєву позитивну динаміку у більшості оцінюваних показників. Статистичний аналіз за допомогою

непараметричного критерію Вілкоксона виявив, що 33 із 50 пунктів опитувальника продемонстрували статистично значуще покращення ($p < 0,05$). Крім того, аналіз підтвердив, що ця кількість показників є статистично значуще більшою від очікуваної ($\chi^2 = 5,1$; $df = 1$; $p = 0,02$), що свідчить про високий ефект від реалізації програми.

Найбільш виражені зміни спостерігалися у показниках, що характеризують стабільність плечового поясу та м'язовий контроль. Так, до початку дослідження 70 % учасниць (14 спортсменок) відзначали тенденцію до "просідання" однієї з рук під час виконання вису, що є однією з найвагоміших скарг та свідчить про недостатню стабілізуючу функцію м'язів плечового поясу. Після завершення програми ця проблема прослідковувалася лише у 15 % (3 спортсменки), що вказує на статистично значуще ($\chi^2 = 9,09$; $df = 1$; $p < 0,01$) покращення функціональної стабільності. Аналогічно, кількість спортсменок, які відчували, що одна рука повільніше реагує або швидше втомлюється під час силових рухів, статистично значуще зменшилася ($\chi^2 = 6,13$; $df = 1$; $p = 0,01$) з 60 % до 20 %. Для наочної демонстрації цих змін на рисунку 5.1 представлено динаміку суб'єктивної оцінки стабільності плечового поясу.

Динаміка зниження скарг на стабільність плечового поясу до та після втручання (%)

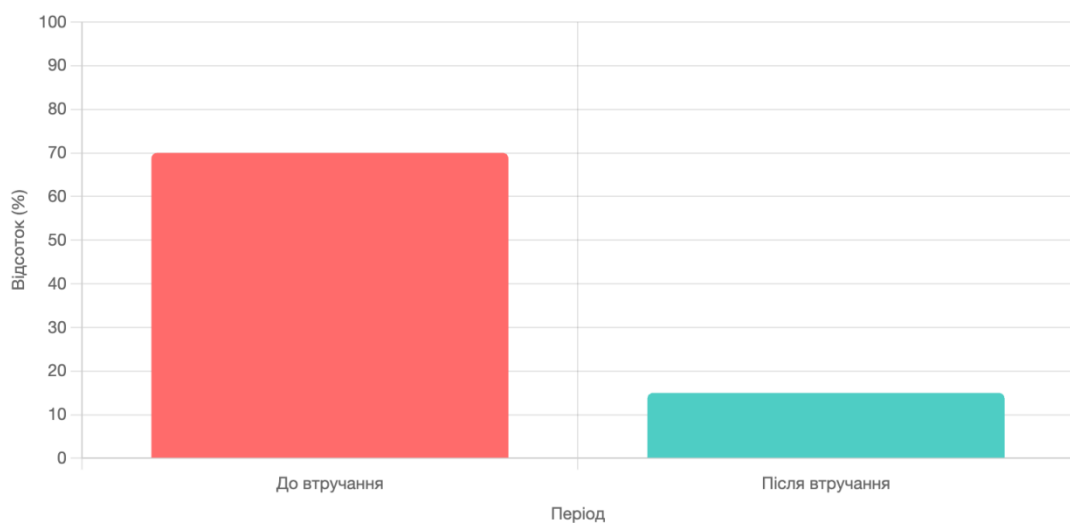


Рисунок 5.1 – Динаміка суб'єктивної оцінки стабільності плечового поясу до та після втручання (%) ($n = 20$)

Однією з вагомих скарг спортсменок також були труднощі з координацією та балансом. Результати, отримані у процесі коригувальної програми, свідчать про значне покращення пропріоцептивного контролю. Якщо на етапі вихідного тестування 40 % спортсменок (8 осіб) вказували на труднощі з утриманням балансу на одній нозі із заплющеними очима, то після курсу вправ їхня кількість скоротилася вдвічі – до 20 % (4 особи). Окрім того, було зафіксовано повне усунення відчуття "скованості" у грудній клітці під час розминки, на яке на початку дослідження скаржилися 30 % групи (6 спортсменок). Це свідчить не лише про покращення гнучкості, а й про нормалізацію тону м'язів грудного відділу. Динаміка змін пропріоцептивного контролю представлена на рисунку 5.2.

Динаміка зниження скарг на пропріоцепцію та баланс до та після втручання (%)

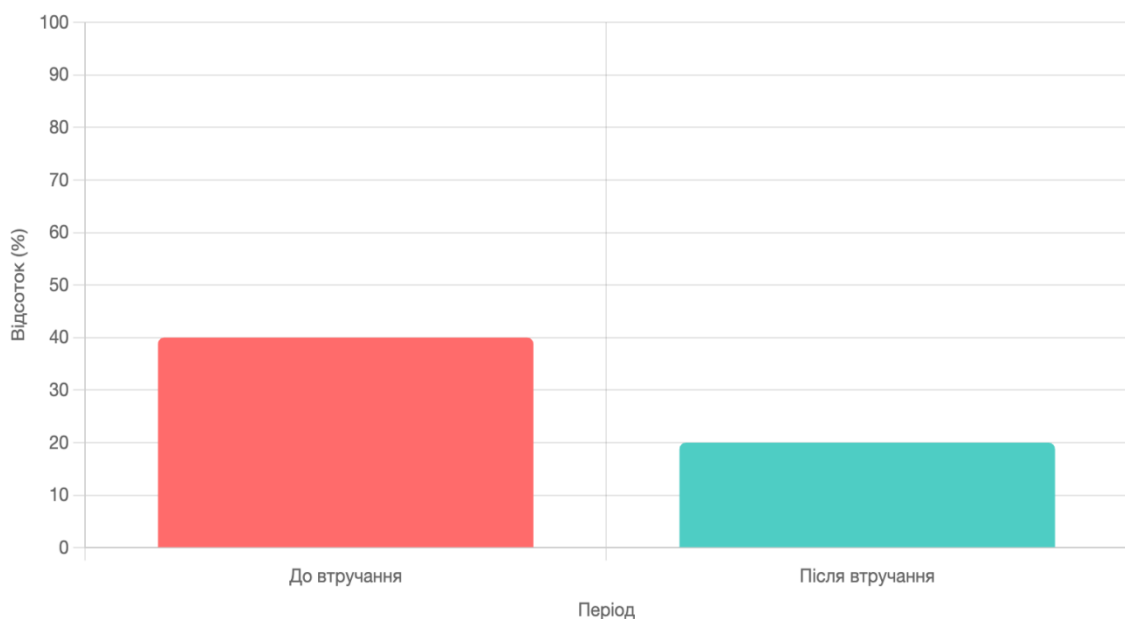


Рисунок 5.2 – Динаміка суб'єктивної оцінки пропріоцепції та балансу до та після втручання (%) (n = 20)

Окрім прямих відповідей на питання анкети, про ефективність програми свідчили й опосередковані дані, пов'язані зі спортивною результативністю. За словами досліджуваних, після проходження курсу 12 спортсменок (60 %) почали демонструвати впевненіше виконання раніше

проблемних для них елементів (зокрема, деяких варіацій шпагатів та утримання планки на пілоні) на обидві сторони. Ці зміни узгоджуються з принципами програми, де акцент робився на контрольованих асиметричних навантаженнях для розвитку симетричної стабільності.

Під впливом розробленої програми відбулися статистично значущі зміни у більшості оцінюваних показників, що відображено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Результати парних порівнянь балів 50-пунктної анкети до та після впровадження програми фізичної терапії (n = 20)

Пара для порівняння	Кількість (спост.)	Динаміка медіан				T; Z
		До		Після		
		Me	Q1-Q3	Me	Q1-Q3	
Питання 10 до та після терапії	14	3,0	2,0-4,0	2,0	2,03,0	0; 3,30
Питання 11 до та після терапії	20	9,0	7,8-10,0	5,0	4,0-5,0	0;3,92
Питання 12 до та після терапії	15	4,0	2,8-6,0	3,0	2,0-4,0	0;3,41
Питання 13 до та після терапії	15	4,0	2,8-6,0	3,0	2,0-3,3	0;3,41
Питання 14 до та після терапії	12	3,0	2,0-4,0	2,0	2,0-3,0	0;3,06
Питання 15 до та після терапії	13	3,0	2,0-4,0	2,0	2,0-3,0	0;3,18
Питання 16 до та після терапії	16	4,0	3,0-6,0	3,0	2,0-4,0	0;3,52
Питання 2 до та після терапії	7	2,0	2,0-3,0	2,0	2,0-2,0	0;2,37
Питання 20 до та після терапії	15	6,0	2,8-6,0	3,0	2,0-4,0	0;3,41
Питання 22 до та після терапії	6	2,0	2,0-3,0	2,0	2,0-2,0	0;2,20
Питання 24 до та після терапії	16	5,0	3,0-9,0	3,0	2,0-5,0	0;3,50
Питання 25 до та після терапії	14	4,0	2,0-4,0	3,0	2,0-3,0	0;3,30
Питання 26 до та після терапії	20	9,0	8,0-10,0	5,0	4,0-5,0	0;3,92
Питання 30 до та після терапії	20	9,0	8,0-10,0	5,0	4,0-5,0	0;3,92
Питання 31 до та після терапії	13	3,0	2,0-4,0	2,0	2,0-3,0	0;3,18
Питання 32 до та після терапії	16	4,0	3,0-4,5	3,0	2,0-3,0	0;3,52
Питання 33 до та після терапії	6	2,0	1,8-3,0	2,0	1,8-2,0	0;2,20
Питання 34 до та після терапії	7	2,0	2,0-3,0	2,0	2,0-2,0	0;2,37
Питання 35 до та після терапії	19	4,5	4,0-5,5	3,5	3,0-4,0	0;3,82
Питання 36 до та після терапії	20	8,0	6,0-9,0	4,0	3,0-5,0	0;3,92
Питання 39 до та після терапії	15	6,0	2,8-6,0	3,0	2,0-4,0	0;3,41
Питання 4 до та після терапії	19	7,0	3,8-9,3	4,0	2,8-5,0	0;3,82

Питання 41 до та після терапії	20	8,5	7,8-10,0	4,5	4,0-5,0	0,3,92
Питання 42 до та після терапії	19	5,0	4,0-8,0	4,0	3,0-4,0	0,3,82
Питання 43 до та після терапії	18	4,0	3,8-5,5	3,0	2,8-4,0	0,3,72
Питання 44 до та після терапії	18	5,5	5,0-6,0	3,0	3,0-4,0	0,3,72
Питання 46 до та після терапії	15	3,0	2,8-3,0	2,0	2,0-2,0	0,3,41
Питання 47 до та після терапії	19	5,0	4,0-5,0	4,0	3,0-4,0	0,3,82
Питання 49 до та після терапії	19	5,5	3,0-9,3	3,5	2,0-5,0	0,3,82
Питання 5 до та після терапії	20	8,0	6,0-9,0	4,0	3,0-5,0	0,3,92
Питання 50 до та після терапії	17	5,5	3,0-9,0	3,5	2,0-5,0	0,3,62
Питання 6 до та після терапії	13	4,5	2,0-6,0	3,0	2,0-3,3	0,3,18
Питання 7 до та після терапії	20	9,0	8,0-10,0	5,0	4,0-5,0	0,3,92

Примітка 1. Представлено питання, за якими виявлено статистично значущі відмінності при $p < 0,05$.

Примітка 2. T – статистика критерію Вілкоксона, що відображає суму знаків позитивних і негативних рангових відмінностей між двома залежними вибірками (до та після терапії). Значення $T = 0$ означає, що всі ненульові різниці між парними спостереженнями мають один знак (усі позитивні або всі негативні).

Примітка 3. Z – стандартизоване значення статистики T , яке показує величину та напрямок змін.

Примітка 4. $Me (Q1-Q3)$ – медіана та інтерквартильний розмах.

Кількість спостережень – це кількість пар, для яких різниця між значеннями до і після терапії не дорівнює нулю. Узагальнені результати критерію Вілкоксона для всіх 50 пунктів анкети демонструють, що окрім 33 пунктів зі статистично значущим покращенням, ще у 14 пунктах (28 %) була відзначена позитивна динаміка, яка, однак, не досягла рівня статистичної значущості ($0,05 < p < 0,2$). Це переважно питання, де зміни були мінімальними або спостерігалися не у всіх спортсменок.

Водночас, 6 пунктів (12 %) анкети не показали жодних зрушень. Таким чином, загалом покращення різного ступеня вираженості відбулося у 47 з 50 оцінюваних показників (94 %).

Узагальнюючи ці дані, можна констатувати, що вперше було визначено ефективність розробленої програми корекції порушень опорно-рухового апарату в акробатиці на пілоні.

Слід зазначити, що показники, які не продемонстрували статистично значущих змін, стосувалися переважно виконання найскладніших,

висококоординаційних елементів на недомінантну сторону (комбінації вправ зі спеціалізованого блоку другого етапу корекційної програми).

Цей факт свідчить про те, що для подолання глибоко вкорінених рухових стереотипів, сформованих роками односторонньої практики, може знадобитися більш тривале та цілеспрямоване втручання, аніж восьмижневий курс.

Висока ефективність розробленої програми, підтверджена суб'єктивними даними, знаходить своє пояснення у її науковій обґрунтованості.

На відміну від традиційних підходів, що зосереджені на простому збільшенні сили, наша програма базується на нейро-центричній моделі, спрямованій на корекцію виявлених патомеханічних патернів.

Сучасні дослідження все частіше демонструють, що для корекції специфічних дисфункцій та больових синдромів, втручання, орієнтовані на якість руху та патерни активації (моторний контроль), можуть бути не менш, а іноді й більш ефективними, ніж класичні силові тренування [261].

Наша програма, що включала блоки на стабілізацію кору, пропріоцепцію та корекцію асиметрії, є прямим втіленням цього підходу.

Загальний превентивний ефект програми також узгоджується з масштабними мета-аналізами, які доводять, що силові тренування є найефективнішим методом профілактики спортивних травм, здатним знизити їх ризик до $\frac{1}{3}$ [262].

Однак наше дослідження вносить важливе уточнення: для спортсменів із вже сформованими асиметричними патернами вирішальне значення має не просто обсяг силового навантаження, а його якість та спрямованість на відновлення симетричного нейром'язового контролю.

По-друге, у ході аналізу патомеханічних патернів також дістало подальшого розвитку розуміння концепції «Верхнього перехресного синдрому» (ВПС) В. Янди [263]. Дані поверхневої електроміографії (sEMG) та фотометричного аналізу не підтвердили наявності повного, класичного

дисбалансу, притаманного ВПС. Натомість, встановлено, що у спортсменок АнП спостерігаються його окремі асиметричні ознаки (гіпертонус *m. Pectoralis Major* та *m. Trapezius* на доміантній стороні), що вказує на специфічну, а не класичну картину ВПС [235]. Проте, ця активність була асиметричною (відстежувалася лише з одного боку) і не підтвердила наявності повного дисбалансу, характерного для ВПС. Аналогічно, результати фотометричного аналізу також не надали повної картини, притаманної ВПС [232]. Таким чином, вивчення ВПС у популяції спортсменів АнП потребує подальших, більш деталізованих досліджень на більшій вибірці.

5.2 Обговорення феномену «парадоксу сили» в контексті світових досліджень

Одним із центральних та найбільш контрінтуїтивних результатів даного дослідження є те, що вперше одержано дані, які описують «парадокс сили» в акробатиці на пілоні. Цей феномен полягає у явищі функціональної симетрії силових показників ($p > 0,05$ у більшості тестів) на тлі глибоких нейром'язових та структурних дисбалансів [234, 236, 233]. Цей результат кидає виклик усталеним уявленням про те, що односторонні тренування неминуче призводять до вираженого силового домінування однієї кінцівки.

Аналіз цього феномену в контексті світових досліджень може давати підстави вважати, що ця функціональна симетрія є не ознакою гармонійного розвитку, а, навпаки, маскою, що приховує глибокі, неефективні та потенційно травмонебезпечні компенсаторні механізми. Дослідження в інших видах спорту, що характеризуються асиметричними навантаженнями, як правило, демонструють чіткі морфологічні та силові асиметрії, які розглядаються як специфічна адаптація до вимог дисципліни. Наприклад, у спортсменів, що займаються метаннями, стабільно фіксується більша сила внутрішніх ротаторів плеча на доміантній руці [264].

У тенісистів виявляють значні асиметрії у потужності стрибків на одній нозі та у швидкості зміни напрямку руху. У науковій літературі порогове значення асиметрії у 10–15 % часто розглядається як фактор, що підвищує ризик травматизму [265]. Цей результат є аномальним на тлі досліджень інших видів спорту, що характеризуються асиметричними навантаженнями, де силова перевага домінантної кінцівки в 10–15 % є нормою [266]. Відсутність такої різниці в АнП свідчить про наявність унікальних та потужних компенсаторних механізмів.

Це розвиває наукове уявлення, демонструючи, що організм може досягати функціональної симетрії результату ціною нейром'язової неефективності. Розгадка цього парадоксу криється у даних електроміографії (sEMG та StEMG), які розкривають, що організм досягає однакового силового результату, використовуючи дві абсолютно різні нейрофізіологічні стратегії. Домінантна сторона демонструє патерн, характерний для високотренованих рухів: швидша нервова провідність (StEMG, $p = 0,04$) та масивна, високочастотна активація ключових м'язів (sEMG, $p < 0,01$) [236]. Це стратегія «швидкості та потужності», що є результатом тисяч повторень специфічних елементів. Така адаптація, де досвід змінює нейронну обробку та залучає премоторну кору для більш ефективного планування дій, є характерною для експертного рівня виконання рухових навичок [267]. Натомість недомінантна сторона демонструє зовсім іншу картину. Ключовим доказом є виявлена сильна позитивна кореляція ($r = 0,67$) між довшим (повільнішим) латентним часом реакції та вищим силовим показником [234].

Це може означати, що для досягнення максимальної сили недомінантній кінцівці потрібно більше часу на обробку сигналу та активацію. Ця затримка, ймовірно, є компенсаторним механізмом, що дозволяє ЦНС залучити додаткові м'язи-синергісти, стабілізувати суглоб та більш точно скоординувати скорочення для виконання незвичної задачі. Тобто, недомінантна сторона досягає симетричного результату не за рахунок ефективності, а за рахунок «грубої сили» та надлишкової м'язової активності,

що є енергетично затратною та створює передумови для перевантаження. Ця гіпотеза підтверджується даними sEMG. Гіперактивація м'язів домінантної сторони (найширшого м'яза спини, трапецієподібного, великого грудного) не лише під час навантаження, але й у стані спокою є прямим доказом хронічного перевантаження та дезадаптивного підвищеного тону [235]. Подібні патерни зміненої м'язової активації, хоч і в інших формах (наприклад, знижена активація стабілізаторів лопатки), спостерігаються і в інших атлетів, що виконують рухи над головою, зокрема у тенісистів, і асоціюються з підвищеним ризиком травм плеча [268].

Дане дослідження удосконалило підходи до діагностики функціонального стану в асиметричних видах спорту довівши що «парадокс сили» є кількісним проявом неефективної компенсації. Воно демонструє, що стандартні динамометричні тести, які вимірюють лише кінцевий результат (силу), можуть бути недостатніми, оскільки вони маскують «парадокс сили». Натомість, вперше обґрунтовано необхідність застосування методологічної триангуляції (sEMG, StEMG, біоімпеданс, фотограмметрія) для виявлення «прихованих» нейрофізіологічних дисбалансів.

Саме ця триангуляція методів дозволила вперше отримати докази феномену «прихованої асиметрії», який полягає у наявності статистично значущих відмінностей у фізіологічних властивостях тканин при симетричній м'язовій масі (FFM, $p > 0,05$). Специфічні докази включають:

1. Дані біоімпедансу: Виявлено асиметрію в електричному опорі тканин рук ($p = 0,01$) та асиметричний розподіл жирової маси в ногах ($p = 0,04$).

2. Дані sEMG: Виявлено значущу гіперактивацію ($p < 0,01$) ключових м'язів-стабілізаторів (найширший м'яз спини, трапецієподібний, великий грудний) на домінантній стороні навіть у стані спокою .

Розгадка «парадоксу сили» криється у цих даних. Організм досягає однакового силового результату, використовуючи дві абсолютно різні нейрофізіологічні стратегії. Це є критично важливим доповненням, оскільки

доводить, що оцінка, орієнтована лише на об'єм м'язів, є недостатньою. Асиметрія у якості та фізіологічних властивостях тканин, а не в їхній кількості, може бути ключовим, але раніше недооціненим фактором ризику травматизму.

5.3 Обговорення «Моделі нейропластичної спеціалізації» як теоретичного розширення існуючих знань

Для пояснення виявлених феноменів «парадоксу сили» та «прихованої асиметрії» вперше розроблено теоретичну «Модель нейропластичної спеціалізації». Ця модель позиціонується як теоретичне розширення існуючих знань та надає цілісне пояснення всім отриманим даним. Вона постулює, що у відповідь на довготривалі асиметричні навантаження центральна нервова система (ЦНС) через механізми нейропластичності розвиває не одну універсальну, а дві різні, високоспеціалізовані моторні програми для кожної з кінцівок [269], що є наслідком формування специфічних нейронних репрезентацій у моторній корі [270]. Дослідження підтверджують, що довготривала специфічна практика призводить до формування високоспеціалізованих та економічних нейронних шляхів для виконання завдань [269]. Перша програма, для домінантної кінцівки, визначається як «швидкість та потужність». Вона характеризується максимально швидкою реакцією, що підтверджується вищою швидкістю нервової провідності (за результатами StEMG, $p = 0,04$) та масивною, високочастотною активацією м'язів (за даними sEMG, $p < 0,01$) [236]. Ця стратегія оптимальна для виконання вибухових рухів, проте є енергетично затратною та створює ризик перевантаження.

Друга програма, для недомінантної кінцівки, отримала назву «контроль та стабільність». Вона оптимізована для виконання стабілізуючих рухів і характеризується відносно повільнішою нервовою провідністю. Як було зазначено, сильна позитивна кореляція ($r = 0,67$) між довшим латентним

часом реакції та вищим силовим показником може бути адаптацією, що дозволяє ЦНС більше часу на обробку пропріоцептивної інформації та точніше рекрутування рухових одиниць [234]. Таким чином, «Модель нейропластичної спеціалізації» пояснює «парадокс сили», надає обґрунтування скаргам 75 % спортсменок на погану координацію на недоміную сторону та визначає специфічні ризики травм [62].

Ця модель та її докази дозволяють стверджувати, що у даному дослідженні дістало подальшого розвитку наукове уявлення про механізми адаптації в видах спортивної діяльності, що характеризуються асиметричними навантаженнями. На відміну від існуючих моделей, що фокусуються на дефіциті сили, дане дослідження доводить, що ключовим фактором ризику є неефективність компенсаторних стратегій та різниця у якості нейром'язового контролю між кінцівками, а не в їхній силі. Це фундаментальний зсув у розумінні природи асиметричної адаптації.

5.4 Валідація спеціалізованої анкети як інструменту довгострокового моніторингу функціонального стану

У рамках цього дослідження був вперше валідований 50-пунктний опитувальник як надійний інструмент діагностики функціонального стану акробатів на пілоні. У сучасній спортивній медицині існує нагальна потреба в надійних, доступних та економічно ефективних інструментах для довгострокового моніторингу, які б дозволяли тренерам та фізичним терапевтам своєчасно виявляти негативні тенденції та запобігати травмам [271]. Використання таких стандартизованих методів дозволяє мінімізувати суб'єктивізм при оцінці фізичного та психоемоційного виснаження, що безпосередньо сприяє зниженню ризику виникнення гострих і хронічних травм у пілонних дисциплінах [272]. Дороговартісні та трудомісткі апаратні методики, хоч і є «золотим стандартом» для наукових досліджень, є малоприматними для рутинного використання в тренувальному процесі.

Запропонована анкета була розроблена саме для заповнення цієї ніші, однак її клінічна цінність напряду залежить від доведеної наукової валідності. Проведена процедура валідації, що включала ієрархічний кластерний аналіз та кореляційний аналіз за Спірменом, надала переконливі докази високої конвергентної валідності опитувальника. Кластерний аналіз продемонстрував, що структура анкети логічно відповідає об'єктивним фізіологічним конструктам. 50 суб'єктивних пунктів та 58 інструментальних показників природним чином згрупувалися у п'ять змістовних кластерів: «Силові показники», «Композиція тіла», «Постуральна симетрія», «Нейром'язова активація» та «Нервово-м'язова збудливість» [230]. Це свідчить про те, що питання анкети вимірюють не абстрактні відчуття, а специфічні аспекти функціонального стану, які відповідають даним, отриманим за допомогою динамометрії, біоімпедансометрії, фотограмметрії та електроміографії.

Якщо попередні дослідження, як-от класична робота Tanchev et al. (2000), виявляли підвищений ризик розвитку сколіозу у гімнасток, пропонуючи концепцію «небезпечної тріади» (суглобова гіпермобільність, затримка дозрівання, асиметричне навантаження) [45], то в нашій роботі надано кількісну оцінку вже сформованих постуральних порушень за допомогою фотограмметрії, що лягло в основу кластера «Постуральна симетрія». Виявлені значні відхилення у фронтальній площині (індекси FAI, POTSI, ATSI) є об'єктивним доказом макроскопічних наслідків хронічної асиметричної м'язової активації [232].

Також було розширено розуміння самої природи асиметрії в спорті шляхом введення поняття «прихована асиметрія», що відповідає кластеру «Композиція тіла». За допомогою біоімпедансного аналізу було встановлено, що попри симетричний розвиток безжирової маси тіла (FFM), існують статистично значущі відмінності в електричному опорі тканин рук ($p = 0,01$) та асиметричний розподіл жирової маси в ногах ($p = 0,04$) [233]. Це є критично важливим доповненням, оскільки доводить, що стандартні методи

оцінки, орієнтовані лише на об'єм м'язів, є недостатніми. Асиметрія у фізіологічних властивостях тканин (якості), а не лише в їхній кількості, може бути ключовим, але раніше недооціненим фактором ризику травматизму.

Найбільш вагомим доказом валідності стали результати кореляційного аналізу, які виявили 15 сильних та статистично значущих зв'язків між суб'єктивними відповідями та об'єктивними вимірюваннями. Саме висока конвергентна валідність, підтверджена сильними кореляційними зв'язками (коефіцієнти Спірмена в діапазоні $|r| = 0,60-0,88$; $p < 0,05$), доводить здатність суб'єктивних відчуттів достовірно відображати об'єктивні фізіологічні зміни [230]. Наприклад, коефіцієнт $|r| = 0,88$ між суб'єктивним відчуттям різної висоти плечей (питання №1) та об'єктивним індексом асиметрії плечей (HDI-S), виміряним за допомогою фотограмметрії, є надзвичайно високим і вказує на майже ідеальну відповідність. Аналогічно, сильна негативна кореляція ($|r| = 0,87$) між відчуттям «оніміння» або зниженої чутливості (питання №20) та об'єктивно низькою електричною активністю найширшого м'яза спини у спокої (sEMG) доводить, що спортсменки здатні точно відчувати та описувати стан хронічного м'язового пригнічення. Ці результати дозволяють зробити висновок, що розроблена анкета є не просто опитувальником, а надійним діагностичним проксі-інструментом. Вона переводить мову суб'єктивних відчуттів спортсменки на мову об'єктивних фізіологічних показників. Питання, що показали найсильніші кореляції, стосуються не стільки болю, скільки якості та ефективності руху: «просідання», «швидша втома», «затримка сигналу», «тремтіння». Це є сенсорними проявами тієї самої нейром'язової неефективності та компенсаторного перевантаження, які були зафіксовані за допомогою sEMG та StEMG. Спортсменка буквально відчуває збої у роботі свого «програмного забезпечення». Таким чином, анкета перетворюється з реактивного інструменту (оцінка стану після травми) на проактивний інструмент первинної профілактики. Використовуючи скорочену 15-пунктну версію, що включає найбільш інформативні питання з кожного кластера,

тренер або фізичний терапевт може регулярно та швидко проводити скринінг. Підвищення балів за пунктами, що належать до кластера «Нейром'язова активація», може стати раннім попереджувальним сигналом про розвиток дезадаптивних патернів, що дозволить вжити коригувальних заходів (наприклад, додати вправи на моторний контроль) ще до того, як ця функціональна неефективність призведе до структурного пошкодження тканин та розвитку травми від перенавантаження, які є настільки поширеними у даній популяції [273].

З метою дослідження валідності анкети було застосовано двоступеневий статистичний підхід. Попередньо проведений тест Шапіро-Уїлка показав, що розподіл даних як за інструментальними, так і за анкетними показниками значуще відрізнявся від нормального ($W = [0,81-0,96]$; $p < 0,05$), що обґрунтувало вибір непараметричних методів статистики. На першому етапі було проведено ієрархічний кластерний аналіз за методом Варда (з використанням евклідової відстані) для об'єднання 58 об'єктивних інструментальних змінних та 50 анкетних пунктів у структурно пов'язані групи. На другому етапі в межах кожного сформованого кластера було розраховано коефіцієнти рангової кореляції за Спірменом для кількісної оцінки сили зв'язку між суб'єктивними відповідями спортсменок та об'єктивними показниками. Результати ієрархічного кластерного аналізу дозволили об'єднати всі змінні у п'ять чітко окреслених, змістовно пов'язаних кластерів. Структура цих кластерів продемонструвала, що суб'єктивні відповіді спортсменок групуються разом з об'єктивними показниками, які вимірюють той самий фізіологічний конструкт. Це стало першим підтвердженням того, що анкета чутливо відображає реальні функціональні стани. Сформовані кластери повністю відповідали п'яти напрямкам інструментальної діагностики, що проводилася на попередніх етапах дослідження. Узагальнена структура кластерів наведена в таблиці 5.2, а детальна візуалізація зв'язків у вигляді дендрограм представлена на рисунках 5.3–5.7.

Таблиця 5.2 – Структура кластерів, отриманих за результатами ієрархічного аналізу, та відповідні індикативні анкетні запитання

Кластер	Індикативні запитання анкети
Силові показники (Back-Check)	№25: “Моя недомінантна рука завжди краще активується під час виконання елементів, що вимагають опорної функції”; №48: “Після інтенсивного тренування одна сторона в зоні грудного м’язу здається об’ємнішою”; №49: “Під час асиметричних елементів з тягою й опорою одна з рук швидше втрачає стабільність”
Композиція тіла (Tanita)	№27: “У положеннях з опорою на ноги одна нога гірше контролює рух”; №23: “Відчуваю більший об’єм або вагу м’язів з одного боку”; №10: “В однієї руки краще розвинена здатність до опори й поштовху”; №44: “Відчуваю спазми лише з одного боку попереку після підйомів ніг”
Постуральна симетрія (APECS)	№1: “Мені здається, що одне плече розташоване вище за інше”; №2: “Я помічаю перекіс тулуба в бік доміантної або недомінантної сторони”
Нейром’язова активація (sEMG)	№20: “Торкання або опора однією рукою менш «відчутні»”; №29: “Переходи між елементами даються легше однією стороною”; №35: “Помічаю, що ребра ліворуч і праворуч виступають несиметрично”
Нервово-м’язова збудливість (StEMG)	№40: “Іноді сигнал до м’язів однієї з ніг доходить із затримкою”; №41: “Під час динамічних комбінацій одна сторона спини починає тремтіти швидше”; №42: “В ізометрії лопатка однієї руки неприємно «пульсує»”

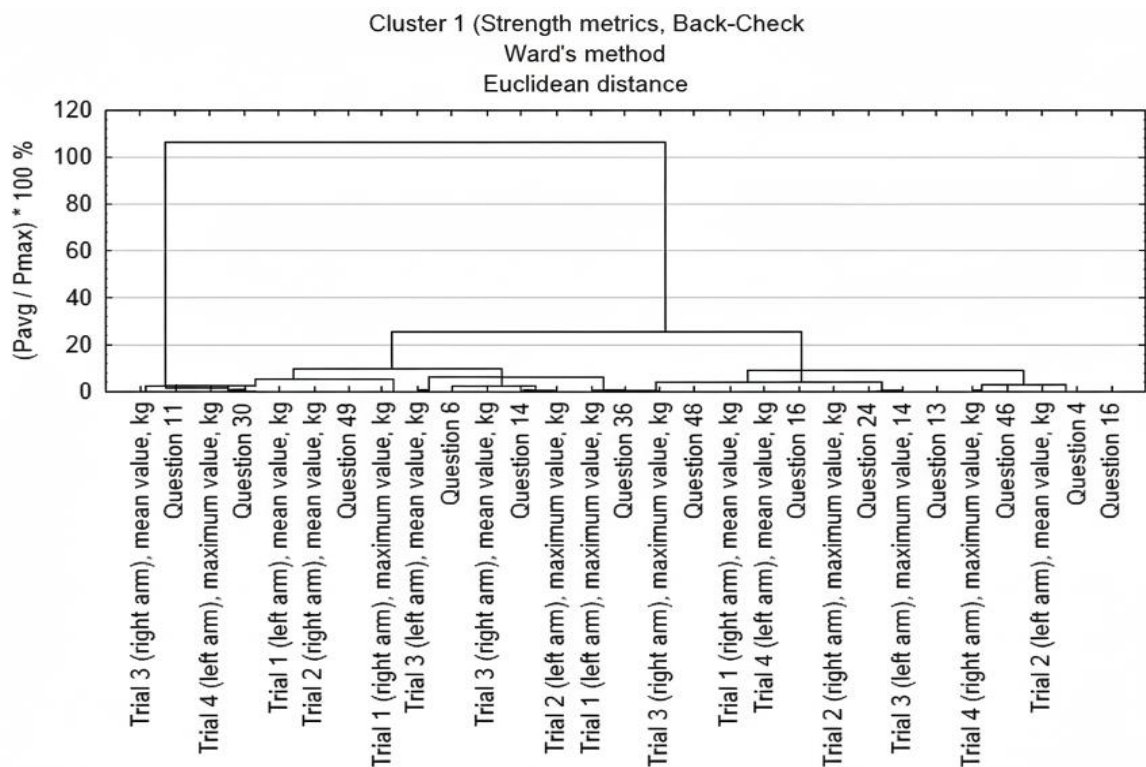


Рисунок 5.3 – Дендродіаграма кластеру «Силові показники (Back-Check)»

(n = 20)

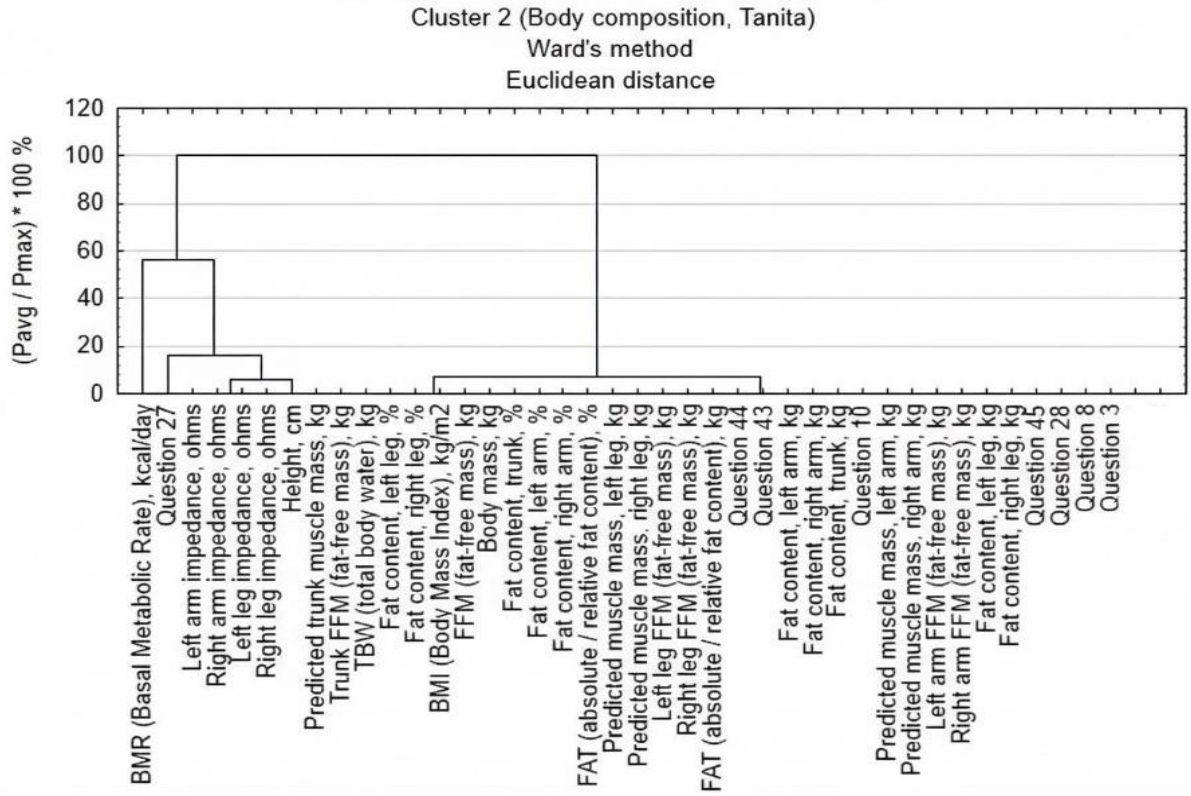


Рисунок 5.4 – Дендрограма кластеру «Композиція тіла (Tanita)» (n = 20)

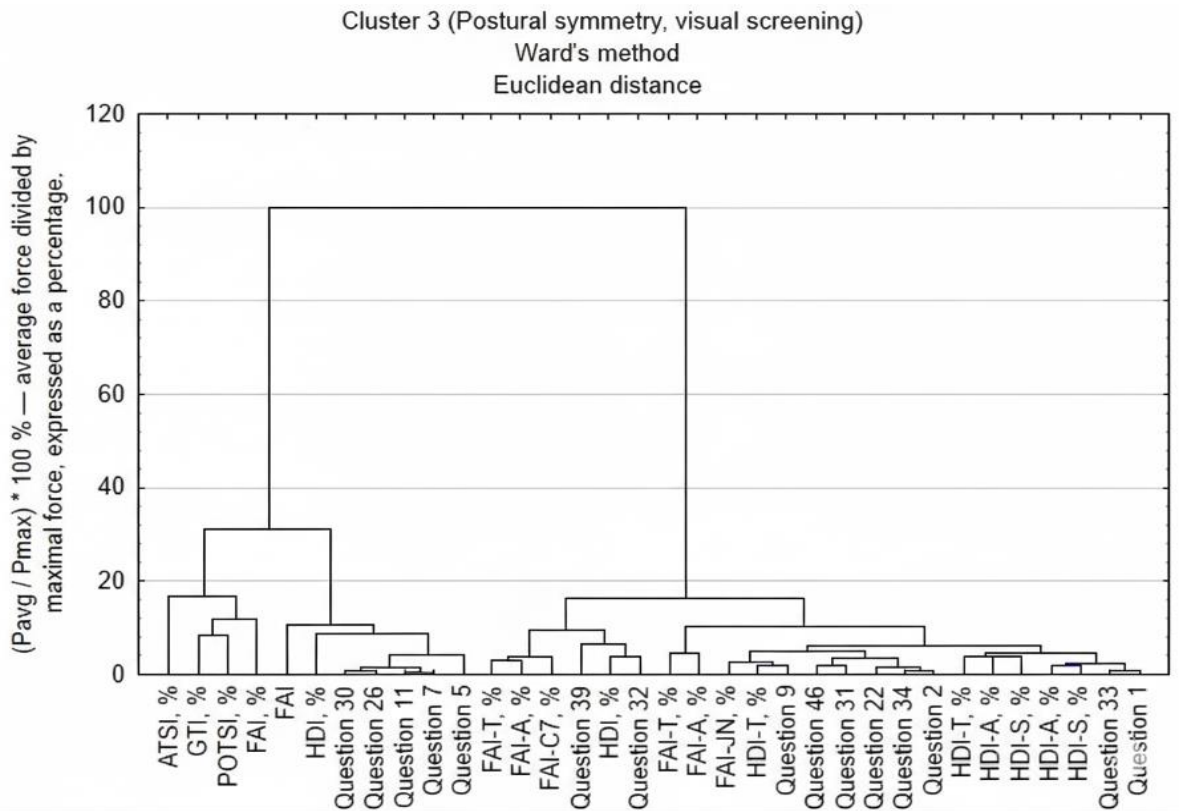


Рисунок 5.5 – Дендрограма кластеру «Постуральна симетрія (APECS)»
(n = 20)

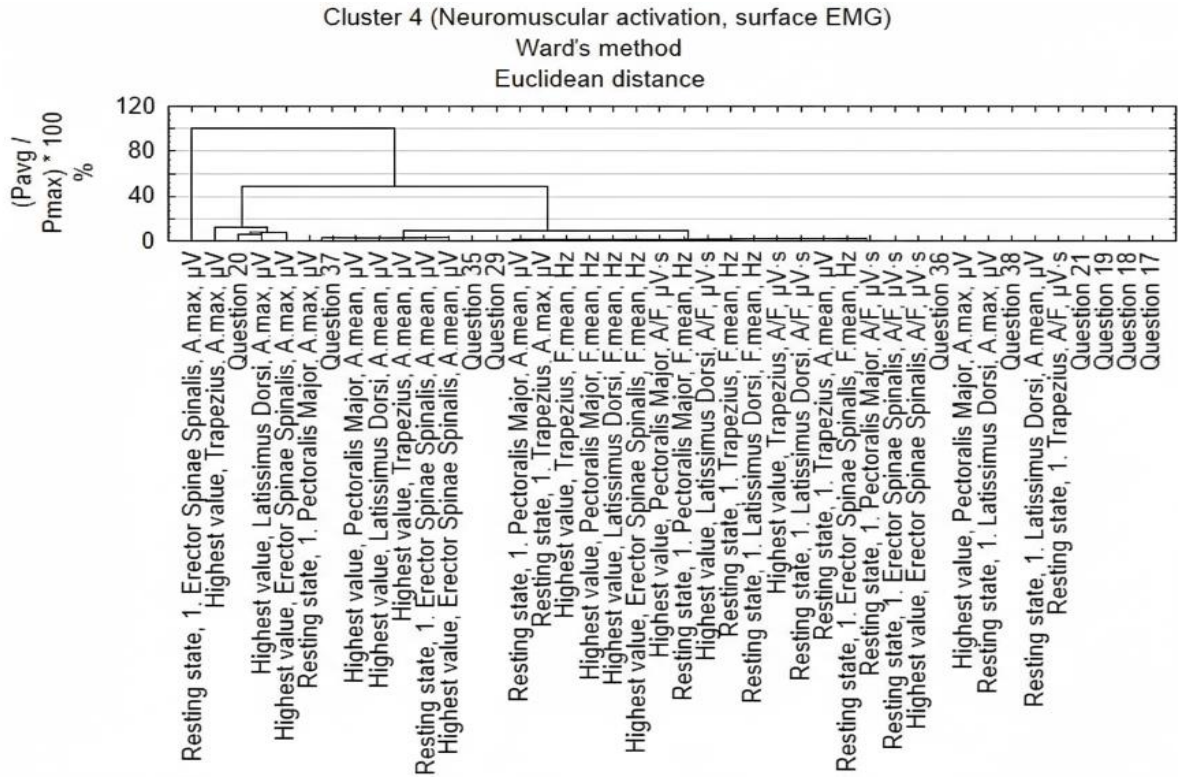


Рисунок 5.6 – Дендрограма кластеру «Нейром’язова активація (sEMG)»
(n = 20)

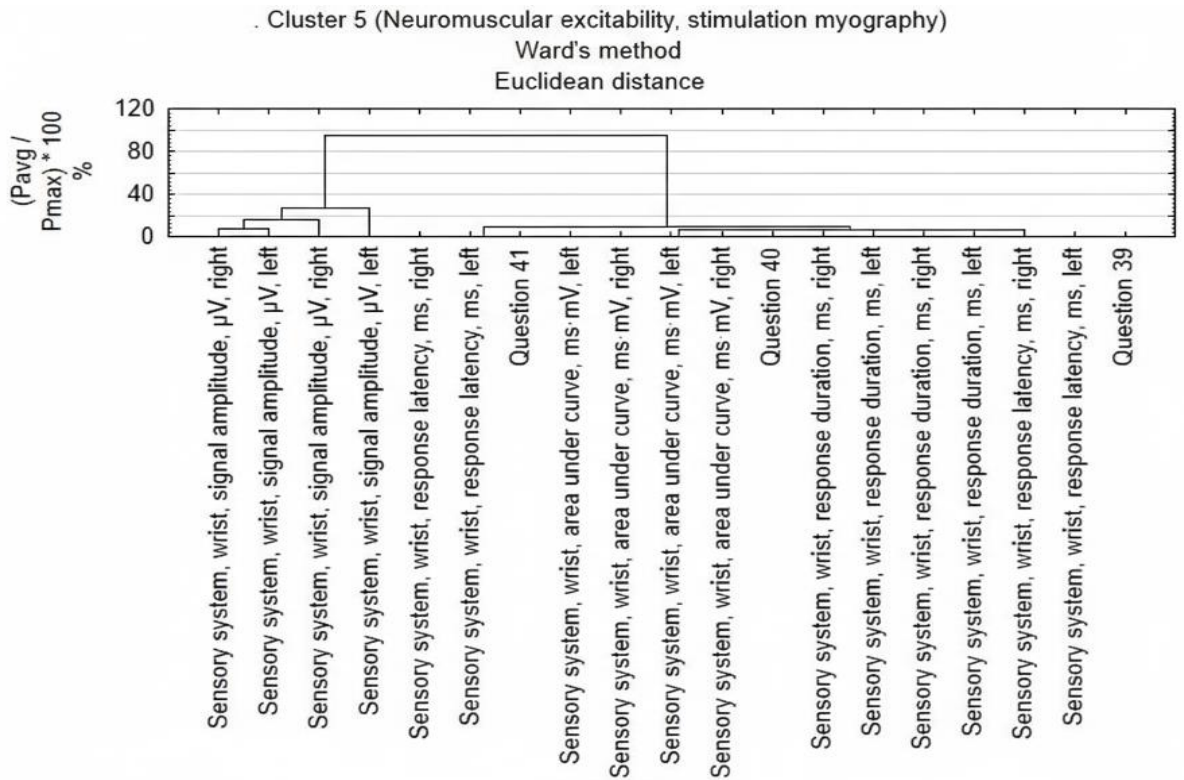


Рисунок 5.7 – Дендрограма кластеру «Нервово-м’язова збудливість
(StEMG)» (n = 20)

Наступним етапом аналізу було кількісне визначення сили зв'язку між суб'єктивними та об'єктивними показниками в межах кожного сформованого кластера. Для цього було розраховано коефіцієнти рангової кореляції Спірмена. Значущими вважалися асоціації з $|r| \geq 0,60$ при $n = 20$ ($p < 0,05$). Результати аналізу виявили 15 стійких та сильних кореляційних зв'язків, що підтверджують високу конвергентну валідність опитувальника. Найбільш інформативні пари «питання анкети ↔ інструментальний показник» наведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Вибірка найсильніших рангових кореляцій Спірмена між показниками анкети та інструментальними даними в межах кластерів ($n = 20$)

Кластер	Номер питання анкети	Інструментальний показник	ρ (Спірмена)
Силові показники (Back-Check)	25	Проба 1 (права), кг	0,79
	48	Проба 4 (права), кг	0,80
	49	Проба 2 (ліва), кг	0,70
Композиція тіла (Tanita)	27	Маса тіла, кг	0,82
	23	BMR, ккал/добу	0,77
Постуральна симетрія (APECS)	1	HDI-S, %	0,88
	2	FAI-A, %	0,74
Нейром'язова активація (sEMG)	20	A/F m. Latissimus (спокій)	-0,87
	29	A/F m. Pectoralis (навантаження)	-0,86
Нервово-м'язова збудливість (StEMG)	41	Латентність (зап'ястя R), мс	0,71
	40	Амплітуда СМАР (зап'ястя R), мкВ	-0,62

Примітка 1. ρ (rho) – коефіцієнт рангової кореляції Спірмена, що відображає силу та напрямок зв'язку між показниками.

Примітка 2. Усі наведені кореляції статистично значущі при $p < 0,05$; подано лише найінформативніші пари зв'язків.

Примітка 3. Проба 1 – латеральна флексія тулуба.

Примітка 4. Проба 2 – флексія руки у пронації.

Примітка 5. Проба 4 – латеральна абдукція у супінації.

Примітка 6. кг – кілограми.

Примітка 7. BMR – Basal Metabolic Rate (основний обмін, ккал/добу).

Примітка 8. HDI-S – Height Difference Index – Shoulders (індекс висотної різниці плечей, %).

Примітка 9. FAI-A – Frontal Asymmetry Index – Axillae (індекс фронтальної асиметрії на рівні пахвових западин, %).

Примітка 10. A/F – Amplitude-to-Frequency ratio (співвідношення амплітуди до частоти електроміографічного сигналу).

Примітка 11. m. Latissimus / m. Pectoralis – musculus latissimus dorsi / musculus pectoralis major.

Примітка 12. СМАР – Compound Muscle Action Potential (сукупний потенціал дії м'яза).

Примітка 13. Латентність – латентний час реакції (мс).

Примітка 14. R / L – права / ліва сторона.

Примітка 15. мс – мілісекунди.

Примітка 16. мкВ – мікрівольти.

Високі коефіцієнти Спірмена ($|\rho| = 0,62-0,88$) у межах кожного кластера демонструють, що шкали анкети відтворюють варіації об'єктивних показників достатньо точно, аби використовувати їх як самостійний засіб підсумкової оцінки. Таким чином, фінальний етап моніторингу доцільно проводити винятково за допомогою анкети, застосувавши скорочену 15-пунктну версію, що містить запитання з найвищими значеннями ρ у кожному кластері. Такий підхід забезпечує еквівалентність інформації, раціональне використання ресурсів та підвищення частоти спостереження.

Основні положення розділу відображені в роботах автора [230–236].

ВИСНОВКИ

1. Проведений у дисертаційній роботі аналіз науково-методичної літератури закладає фундаментальну теоретичну базу для розуміння патомеханічних процесів, що відбуваються в опорно-руховому апараті спортсменів, які займаються видами спорту, що характеризуються екстремальними фізіологічними вимогами та асиметричними навантаженнями, до яких також належить і акробатика на пілоні. Ця специфіка пояснює високий рівень травматизму – на рівні 79–86 %, з домінуючою локалізацією у плечовому поясі (48,1 %), спині та колінах (37 %). В основі цих травм лежать не випадкові події, а специфічні адаптаційно-компенсаторні зміни ОРА: генералізована суглобова гіпермобільність (ГСГ), затримка статевого дозрівання, хронічне асиметричне навантаження. Аналіз доступних досліджень показує, що спортсменки АНП поєднують усі три фактори ризику, що робить їх вразливою популяцією. На основі цих патомеханічних моделей, огляд літератури ідентифікує сучасні науково-обґрунтовані підходи до корекції виявлених порушень, що фокусуються на тренуванні "жорсткості" кору через: інгібування (напр., міофасціальний реліз – МФР), подовження (напр., стретчинг, PNF), активацію (ізолювані вправи на ослаблені м'язи), інтеграцію (комплексні функціональні рухи). Таким чином, теоретичний аналіз доводить, що ефективна корекція в АНП має бути спрямована не на просте збільшення сили, а на комплексне нейром'язове перенавчання для відновлення балансу та ефективності всього кінетичного ланцюга.

2. Для досягнення мети дослідження та об'єктивної характеристики стану ОРА спортсменок ($n = 20$, середній вік $33,5 \pm 10,5$ років, досвід $6,7 \pm 4,9$ років) була застосована комплексна методологія діагностики, що базувалася на стратегії тріангуляції даних. Цей підхід був обраний для отримання "багатошарової картини стану" спортсменок, оскільки прості методи (наприклад, лише силове тестування) виявилися б недостатніми для

виявлення глибинних дисфункцій. Діагностичний комплекс поєднував соціологічні (анкетування) та п'ять взаємодоповнюючих інструментальних методів.

3. Соціологічні методи, зокрема вихідне анкетування основної групи ($n = 20$) за допомогою спеціалізованого 50-пунктного опитувальника, підтвердили суб'єктивну та поведінкову основу асиметрії. Так, було встановлено, що 90 % учасниць виконують складні елементи переважно на доміную (праву) сторону. Це хронічне одностороннє навантаження має прямі функціональні наслідки: 75 % спортсменок повідомили про значні труднощі з координацією та контролем при спробі виконати ті ж самі елементи на недоміную сторону. Ці дані визначили вихідний стан групи як стан вираженої, усвідомленої функціональної асиметрії.

4. Результати комплексного інструментального обстеження виявили складну та контрінтуїтивну картину функціонального стану спортсменок, яка була сформульована у вигляді двох ключових феноменів: "парадоксу сили" та "прихованої асиметрії". Так, аналіз даних динамометрії не виявив статистично значущої різниці в силових показниках між правою та лівою сторонами тіла ($p > 0,05$ у 100 % проведених тестів), що є парадоксальним та свідчить про наявність потужних компенсаторних механізмів, за допомогою яких організм досягає однакового кінцевого результату (силового показника) на обох кінцівках, але, як показують подальші дані, робить це за рахунок значного перевантаження фізіологічних ресурсів та використання неефективних рухових стратегій–феномен "Прихована асиметрія", яка була зафіксована на чотирьох рівнях: постуральному (APECS) – фотограмметрія об'єктивно підтвердила наявність вираженої асиметричної м'язової активації (індекс фронтального вирівнювання (FAI) сягав 22 %, а середній індекс асиметрії тулуба (ATSI) становив 15,35 %); структурному – біоімпедансний аналіз виявив статистично симетричну м'язову масу (FFM) ($p = 0,18$ для рук) та значущі відмінності в електричному опорі тканин рук ($p = 0,01$) та асиметричний розподіл жирової маси в ногах ($p = 0,04$); нейром'язовому рівні

– дані sEMG зафіксували статистично значущу гіперактивацію ($p < 0,01$) ключових м'язів-стабілізаторів (m. Latissimus Dorsi, m. Pectoralis Major, m. Erector Spinae Longissimus, m. Trapezius) на доміантній стороні (амплітуда у стані спокою була вищою на доміантній стороні у 80–100 % випадків ($Z = 3,13$; $p < 0,01$); нейронному рівні – було виявлено статистично значущо вищу швидкість нервової провідності доміантної руки при стимуляції ліктьового згину ($Z = 2,01$; $p = 0,04$).

5. Синтез емпіричних даних, зокрема виявлення "парадоксу сили" та "прихованої асиметрії", став основою для формулювання головного теоретичного внеску дисертаційної роботи – "Моделі нейропластичної спеціалізації", котра повністю пояснює "парадокс сили" (обидві сторони сильні, але для різних завдань) – у відповідь на довготривалі, специфічні асиметричні навантаження, центральна нервова система (ЦНС) через механізми нейропластичності розвиває дві різні, високоспеціалізовані моторні програми для кожної з кінцівок, оптимізуючи їх для виконання різних завдань: 1. "Швидкість та потужність" (для доміантної кінцівки), що підтверджується об'єктивно вищою швидкістю нервової провідності (дані StEMG, $p = 0,04$) та масивною, високочастотною активацією м'язів (дані sEMG, $p < 0,01$), що призводить до хронічного перевантаження та гіпертонусу; 2. "Контроль та стабільність" (для недоміантної кінцівки), що підтверджується сильною позитивною кореляцією ($r = 0,67$) між довшим латентним часом реакції та вищим силовим показником, що свідчить про функціональну адаптацію ЦНС.

6. На основі цієї моделі було розроблено комплексну 8-тижневу програму фізичної терапії. Ключова мета програми полягала в "перехресному навчанні" нервової системи. Програма мала гнучку модульну структуру та була інтегрована у тренувальний процес спортсменок, складаючись із двох етапів: підготовчо-адаптаційний етап (1–2 тижні) – закладання фундаменту нейром'язового контролю, фокус на техніці виконання; корекційно-розвиваючий етап (3–8 тижні) – прогресивне навантаження та інтеграція

навичок. Програма містила шість основних тематичних блоків: корекція асиметрії (унілатеральні вправи); стабілізація кору (на основі принципів МакГілла); зміцнення плечового поясу (акцент на стабілізаторах лопатки); розвиток м'язів нижніх кінцівок; пропріоцепція та рівновага (для покращення сенсорного зворотного зв'язку); міофасціальний реліз (для боротьби з гіпертонусом). Центральним елементом програми стало додавання на другому етапі спеціалізованого блоку базових акробатичних елементів на недомінантну сторону і було спрямоване на пряму корекцію дезадаптивних стратегій.

7. Ефективність програми фізичної терапії оцінювалася шляхом порівняльного аналізу показників спеціалізованої 50-пунктної анкети в основній групі ($n = 20$) до та після її впровадження. Так, статистично значуще покращилися ($p < 0,05$) 33 із 50 показників (66 %). Найбільш виражені зміни спостерігалися у ключових сферах, що пов'язані з виявленими патернами "прихованої асиметрії" та дефіцитом моторного контролю: стабільність плечового поясу (відчуття "просідання" однієї руки під час вису знизилася з 70 % (14 спортсменок) до 15 % (3 спортсменки)); моторний контроль та нейром'язова втома (скарги на більшу втомлюваність однієї руки зменшилися з 60 % (12 спортсменок) до 20 % (4 спортсменок)); пропріоцепція та баланс (труднощі з балансом скоротилися з 40 % (8 осіб) до 20 % (4 осіб)), що доводить валідність теоретичної моделі, покладеної в основу програми.

8. У рамках цього дослідження був розроблений 50-пунктний опитувальник як надійний інструмент діагностики функціонального стану акробатів на пілоні. Наукове обґрунтування та надійність були доведені шляхом процедури валідації, яка встановила її високу конвергентну валідність, що було досягнуто через проведення кореляційного аналізу (за методом Спірмена) між суб'єктивними відповідями спортсменок на пункти анкети та об'єктивними показниками, отриманими за допомогою інструментальних методик. Аналіз виявив стійкі та сильні кореляційні

зв'язки, з коефіцієнтами ($|\rho|$) в діапазоні від 0,60 до 0,88 ($p < 0,05$), а саме: зв'язок з постуральною асиметрією (надзвичайно сильна кореляція ($|\rho| = 0,88$) між суб'єктивним відчуттям "різної висоти плечей" (Питання №1 анкети) та об'єктивним індексом асиметрії плечей (HDI-S), вимірним за допомогою фотограмметрії APECS); зв'язок з нейром'язовою асиметрією (сильна негативна кореляція ($|\rho| = 0,87$) між суб'єктивним відчуттям "оніміння" або зниженої чутливості (Питання №20) та об'єктивними даними sEMG, що показували низьку електричну активність m. Latissimus Dorsi у стані спокою), що доводить, що спортсменки здатні точно відчувати та описувати ті самі глибинні нейром'язові та постуральні дисбаланси, які були зафіксовані інструментальними методами.

Перспективи подальших досліджень полягають у можливості адаптації "Моделі нейропластичної спеціалізації" для профілактики травматизму в інших видах спорту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Pole dancing-specific muscle strength: development and reliability of a novel assessment protocol / D. Ignatoglou та ін. *Methods and protocols*. 2024. Т. 7, № 3. С. 44. URL: <https://doi.org/10.3390/mps7030044> (date of access: 06.09.2025).
2. Special physical fitness factors of athletes involved in pole sports / I. Sobko et al. *Health, sport, rehabilitation*. 2022. Vol. 8, no. 4. P. 32–46. URL: <https://doi.org/10.34142/hsr.2022.08.04.03> (date of access: 21.10.2025).
3. Scott C., Scott Q., Muscat S. Incidence, prevalence, and characteristics of injuries in pole dancers: a systematic review. *Medical problems of performing artists*. 2024. Т. 39, № 2. С. 108–118. URL: <https://doi.org/10.21091/mppa.2024.2012> (date of access: 06.09.2025).
4. Naczk M., Kowalewska A., Naczk A. The risk of injuries and physiological benefits of pole dancing. *The journal of sports medicine and physical fitness*. 2020. Т. 60, № 6. URL: <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.20.10379-7> (date of access: 06.09.2025).
5. Pole dance fitness: evolution and inclusive proposal as an olympic modality / B. Costa Gomes et al. *Fiep bulletin- online*. 2020. Vol. 90, no. I. URL: <https://doi.org/10.16887/90.a1.78>
6. The International Olympic Committee (IOC) Consensus Statement on Periodic Health Evaluation of Elite Athletes, March 2009 / A. Ljungqvist et al. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2009. Vol. 19, no. 5. P. 347–365. URL: <https://doi.org/10.1097/jsm.0b013e3181b7332c> (date of access: 21.10.2025).
7. Physical and physiological demands in women pole dance: a single case study / B. Ruscello та ін. *The journal of sports medicine and physical fitness*. 2017. Т. 57, № 4. URL: <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.16.06081-3> (date of access: 06.09.2025).
8. Жарова І., Антонова Г. Аналіз травматизму та розвитку порушень опорно-рухового апарату у спортсменок, які спеціалізуються в акробатиці на

пілоні. Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія. 2023. № 2. С. 17–23. URL: <https://doi.org/10.32652/spmed.2023.2.17-23> (date of access: 07.09.2025).

9. Epidemiology of injuries in polish pole dance amateurs / M. Małolepszy та ін. Issues of rehabilitation, orthopaedics, neurophysiology and sport promotion – IRONS. 2022. Т. 41. С. 7–13. URL: <https://doi.org/10.19271/irons-000175-2022-41>(date of access: 06.09.2025).

10. Factors associated with injury and re-injury occurrence in female pole dancers / A. Szopa та ін. Scientific reports. 2022. Т. 12, № 1. URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-04000-5> (date of access: 06.09.2025).

11. Lee J. Y., Lin L., Tan A. Prevalence of pole dancing injuries from a global online survey. Journal of Sports Medicine and Physical Training. 2020. Т. 60, № 2. URL: <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.19.09957-2> (date of access: 06.09.2025).

12. Gołuchowska A. M., Humka M. I. Types of the locomotor system injuries and frequency of occurrence in women pole dancers. The journal of sports medicine and physical fitness. 2021. URL: <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.21.12239-x> (date of access: 05.11.2025).

13. Incidence, mechanisms, and characteristics of injuries in pole dancers: a prospective cohort study / J. Nicholas та ін. Medical problems of performing artists. 2022. Т. 37, № 3. С. 151–164. URL: <https://doi.org/113> (date of access: 06.09.2025).

14. Development of a mechanistic hypothesis linking compensatory biomechanics and stepping asymmetry during gait of transfemoral amputees / A. Mohamed et al. Applied bionics and biomechanics. 2019. Vol. 2019. P. 1–15. URL: <https://doi.org/10.1155/2019/4769242> (date of access: 21.10.2025).

15. Movement asymmetries: from their molecular origin to the analysis of movement asymmetries in athletes / A. Egoyan et al. Life. 2023. Vol. 13, no. 11. P. 2127. URL: <https://doi.org/10.3390/life13112127> (date of access: 21.10.2025).

16. Sabo M. Physical therapy rehabilitation strategies for dancers: a qualitative study. *Journal of dance medicine & science*. 2013. Vol. 17, no. 1. P. 11–17. URL: <https://doi.org/10.12678/1089-313x.17.1.11> (date of access: 05.11.2025).

17. Incidence, mechanisms, and characteristics of injuries in pole dancers: a prospective cohort study / J. Nicholas та ін. *Medical problems of performing artists*. 2022. Т. 37, № 3. С. 151–164. URL: <https://doi.org/10.21091/mppa.2022.3022> (date of access: 06.09.2025).

18. Fennell D. Pole sports: considering stigma. *Sport, ethics and philosophy*. 2020. P. 1–15. URL: <https://doi.org/10.1080/17511321.2020.1856914> (date of access: 21.10.2025).

19. Swiss Olympic. Ruth Metzler-Arnold wird neue Präsidentin von Swiss Olympic [Електронний ресурс]. – Swiss Olympic, 2024. – Режим доступу: <https://www.swissolympic.ch/ueber-swiss-olympic/news-medien/medienmitteilungen/2024/Ruth-Metzler-Arnold-wird-neue-Pr-sidentin-von-Swiss-Olympic> (дата звернення: 05.11.2025).

20. Revisão sistemática sobre o Pole Dance / D. T. R. Cinti et al. *Research, society and development*. 2022. Vol. 11, no. 3. P. e11711326470. URL: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26470> (date of access: 05.11.2025).

21. Jacob M., Nandini B., Sharma N. Indigenous sports of india: connecting past to the present. *Artha journal of social sciences*. 2023. Vol. 22, no. 1. P. 1–23. URL: <https://doi.org/10.12724/ajss.64.1> (date of access: 21.10.2025).

22. Nalawade S., Powar T. K. Significance of yoga and meditation in indian traditional game mallkhamb. *ShodhKosh: journal of visual and performing arts*. 2024. Т. 5, № 7SE. URL: <https://doi.org/10.29121/shodhkosh.v5.i7SE.2024.5854> (date of access: 06.09.2025).

23. Burt J. Mallakhamb. *The international journal of the arts in society: annual review*. 2010. Т. 5, № 3. С. 29–38. URL: <https://doi.org/10.18848/1833-1866/cgp/v05i03/35863> (date of access: 06.09.2025).

24. Natarajan D., Jayalalitha J. Mallakhamb practices on the impact of other sports performance. *International journal of sports, health and physical education*. 2024. T. 6, № 2. С. 193–195. URL: <https://doi.org/10.33545/26647559.2024.v6.i2c.163> (date of access: 06.09.2025).

25. Farrell R. *Catching On: Chinese Acrobatics from China to the West in the Twenty-First Century*. In: Arrighi G, Davis J, editors. *The Cambridge Companion to the Circus*. Cambridge: Cambridge University Press; 2021. p. 92–104. (Cambridge Companions to Theatre and Performance).

26. Zhang T. Y. From china to the big top: chinese acrobats and the politics of aesthetic labor, 1950–2010. *International labor and working-class history*. 2016. T. 89. С. 40–63. URL: <https://doi.org/10.1017/s0147547915000332> (date of access: 06.09.2025).

27. Zhang T. Y. Bending the body for China: the uses of acrobatics in Sino-US diplomacy during the Cold War. *International journal of cultural policy*. 2014. T. 22, № 2. С. 123–146. URL: <https://doi.org/10.1080/10286632.2014.956665> (date of access: 06.09.2025).

28. Dale J. P. The future of pole dance. *Australasian journal of popular culture*. 2013. T. 2, № 3. С. 381–396. URL: https://doi.org/10.1386/ajpc.2.3.381_1 (date of access: 06.09.2025).

29. Whitehead K., Kurz T. 'Empowerment' and the pole: a discursive investigation of the reinvention of pole dancing as a recreational activity. *Feminism & psychology*. 2009. Vol. 19, no. 2. P. 224–244. URL: <https://doi.org/10.1177/0959353509102218> (date of access: 06.09.2025).

30. Griffiths K. *Femininity, Feminism and Recreational Pole Dancing*. Taylor & Francis Group, 2015, Pole dance [Електронний ресурс; англ.]. – Вікіпедія. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Pole_dance.

31. Biomechanics and Physiology in top level Pole Dancers. A case study / B. Ruscello та ін. *Journal of physical health and sports medicine*. 2018. С. 01–15. URL: <https://doi.org/10.36811/jphsm.2019.110001> (date of access: 06.09.2025).

32. Biomechanical pole vault patterns were associated with a higher proportion of injuries / P. Edouard та ін. *Frontiers in sports and active living*. 2019. Т. 1. URL: <https://doi.org/10.3389/fspor.2019.00020> (date of access: 06.09.2025).

33. Electromyographic activity of core muscles в isometric pole dance exercises with thish locks / J. C. Teixeira та ін. *Observatório de la economía latinoamericana*. 2024. Т. 22, № 1. С. 4673-4689. URL: <https://doi.org/10.55905/oelv22n1-246> (date of access: 06.09.2025).

34. Changes in the muscle activity of gymnasts during a handstand on various apparatus / A. Kochanowicz та ін. *Journal of strength and conditioning research*. 2019. Т. 33, № 6. С. 1609–1618. URL: <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002124> (date of access: 06.09.2025).

35. Effects of exercise training experience on hand grip strength, body composition and postural stability in fitness pole dancers / A. Nawrocka та ін. *The journal of sports medicine and physical fitness*. 2017. Т. 57, №9. URL: <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.16.06510-5> (date of access: 06.09.2025).

36. Nawrocka A., Pawelak Z., Mynarski A. Longitudinal Effects of Pole Dance Training on Body Composition and Muscular Strength in Women : препринт. бер. 2024. DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3990731/v1>. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/378996760_Longitudinal_Effects_of_Pole_Dance_Training_on_Body_Composition_and_Muscular_Strength_in_Women (date of access: 09.01.2026).

37. Вавдіюк Г., Струбіцька Н., Андрійчук О., Руденко А. Вплив порушення ротаторної манжети плеча на поставу людини. *Physical culture and sport: scientific perspective*. 2024. Т. 2, № 1. С. 23–27. URL: <https://doi.org/10.31891/pcs.2024.1.45> (date of access: 07.09.2025).

38. Horvath U., Salmich M., Kozinc J. Musculoskeletal injuries in gymnastics: a review of epidemiology, etiology, and associated factors. *Journal of*

Gymnastics Science. 2025. Tom 17, № 1. C. 51–68. URL: <https://doi.org/10.52165/sgj.17.1.51-68> (date of access: 06.09.2025).

39. Gram M. C. D., Clarsen B., Bø K. Injuries and illnesses among competitive Norwegian rhythmic gymnasts during preseason: a prospective cohort study of prevalence, incidence and risk factors. *British journal of sports medicine*. 2020. C. bjsports–2020–102315. URL: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102315> (date of access: 06.09.2025).

40. Wolfenden H., Angioi M. Musculoskeletal injury profile of circus artists: a systematic review of the literature. *Medical problems of performing artists*. 2017. T. 32, № 1. C. 51–59. URL: <https://doi.org/10.21091/mppa.2017.1008> (date of access: 06.09.2025).

41. Epidemiology and associated injury risk factors in figure skating: a systematic review / N. T. Schmidt та ін. *Journal of science and medicine in sport*. 2025. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2025.01.012> (date of access: 06.09.2025).

42. Samoiliuk O. V., Bychuk O. I., Grygus I. M. Evaluation of lifestyle and motivation of engagement in healthy fitness the first period of mature age using the method of building a decision tree. *Rehabilitation and recreation*. 2024. T. 18, № 4. C. 128–141. URL: <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2024.18.4.13> (date of access: 07.09.2025).

43. Fadzhan M., Bettani-Saltikov J. Etiological theories of adolescent idiopathic scoliosis: past and present. *Open Orthopedic Journal*. 2017. T. 11, № 1. C. 1466–1489. URL: <https://doi.org/10.2174/1874325001711011466> (date of access: 06.09.2025).

44. Prevalence of idiopathic scoliosis in athletes: a systematic review and meta-analysis / L. Mousavi та ін. *BMJ open sport & exercise medicine*. 2022. T. 8, № 3. C. e001312. URL: <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2022-001312> (date of access: 07.09.2025).

45. Scoliosis in rhythmic gymnasts / P. I. Tanchev та ін. *Spine*. 2000. Т. 25, № 11. С. 1367–1372. URL: <https://doi.org/10.1097/00007632-200006010-00008> (date of access: 06.09.2025).
46. Scoliosis and fractures in young ballet dancers / M. P. Warren та ін. *New england journal of medicine*. 1986. Т. 314, № 21. С. 1348–1353. URL: <https://doi.org/10.1056/nejm198605223142104> (date of access: 07.09.2025).
47. The influence of sport on team sport athlete's postural development / N. Quка та ін. *International journal of human movement and sports sciences*. 2024. Т. 12, № 6. С. 1057–1065. URL: <https://doi.org/10.13189/saj.2024.120617> (date of access: 06.09.2025).
48. Why do idiopathic scoliosis patients participate more in gymnastics? / C. Meyer та ін. *Scandinavian journal of medicine and science in sports*. 2006. Т. 16, № 4. С. 231–236. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2005.00482.x> (date of access: 06.09.2025).
49. Кашуба В. О., Григус І. М., Самойлюк О. В. Особливості рухової функції осіб зрілого віку у процесі занять фізичними вправами. *Rehabilitation and Recreation*. 2024. Т. 18, № 3. С. 179–188. URL: <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2024.18.3.16> (date of access: 07.09.2025).
50. Assessment and treatment of muscle imbalance: the janda approach. *Human kinetics*. 2009. С. 43–55.
51. Iles J. F. Reciprocal inhibition during agonist and antagonist contraction. *Experimental brain research*. 1986. Vol. 62, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1007/bf00237419> (date of access: 21.10.2025).
52. The role of neuromuscular inhibition in hamstring strain injury recurrence / J. J. Fyfe et al. *Journal of electromyography and kinesiology*. 2013. Vol. 23, no. 3. P. 523–530. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2012.12.006> (date of access: 21.10.2025).
53. Firouzjah M. H., Firouzjah E. M. A. N., Ebrahimi Z. The effect of a course of selected corrective exercises on posture, scapula-humeral rhythm and performance of adolescent volleyball players with upper cross syndrome. *BMC*

musculoskeletal disorders. 2023. Vol. 24, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1186/s12891-023-06592-7> (date of access: 28.10.2025).

54. Samoiliuk O. V., Kashuba V. O., Grygus I. M. Biological prerequisites for developing the concept of corrective and preventive technologies in the process of health fitness classes for women of the first period of mature age with different states of biomechanics of the spatial organization of the body. *Rehabilitation and recreation*. 2025. T. 19, № 3. C. 117–128. URL: <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2025.19.3.10> (date of access: 07.09.2025).

55. Maffetone P. Assessment and treatment of muscle imbalances – the Yanda approach. *Journal of Body and Movement Therapy*. 2010. T. 14, № 3. C. 287–288. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2009.11.003> (date of access: 06.09.2025).

56. Janda V., MD, dsc / C. E. Morris et al. *Spine*. 2006. Vol. 31, no. 9. P. 1060–1064. URL: <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000214879.93102.4e> (date of access: 21.10.2025).

57. Mehta TB, Sharma A. Lower back pain: a specific treatment protocol versus a generalized treatment protocol. A randomized, blinded trial. *Folia medica*. 2024. T. 66, № 5. C. 662–672. URL: <https://doi.org/10.3897/folmed.66.e135838> (date of access: 06.09.2025).

58. The motor dysfunction model provides a classification system to guide diagnosis and therapeutic care for spinal pain and related musculoskeletal syndromes: A paradigm shift – part 2 / J. Key et al. *Journal of Body and Movement Therapy*. 2008. T. 12, № 2. C. 105–120. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2007.04.006> (date of access: 06.09.2025).

59. Ruggieri, Costa. Contralateral muscle imbalances i physiological profile recreational aerial athletes. *Journal of functional morphology and kinesiology*. 2019. T. 4, №3. C. 49. URL: <https://doi.org/10.3390/jfmk4030049> (date of access: 06.09.2025).

60. Ultrasonography of the multifidus muscle in student circus artists with and without low back pain: a cross-sectional study / B. Rossini et al. *BMC sports*

science, medicine and rehabilitation. 2023. Vol. 15, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1186/s13102-023-00661-z> (date of access: 21.10.2025).

61. Rossini B., Anstruther M., Wolfe D., Fortin M. Ultrasonography of the multifidus muscle in student circus artists with and without low back pain: a cross-sectional study. 2022; URL: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2281872/v1>.

62. Antonova H. P. Study of the causes, frequency and localization of injuries among pole acrobatics athletes. *Experimental and clinical medicine*. 2023. T. 92, № 1. URL: <https://doi.org/10.35339/ekm.2023.92.1.ant> (date of access: 07.09.2025).

63. Kibler W. B., Sciascia A. Evaluation and management of scapular dyskinesis in overhead athletes. *Current reviews in musculoskeletal medicine*. 2019. Vol. 12, no. 4. P. 515–526. URL: <https://doi.org/10.1007/s12178-019-09591-1> (date of access: 21.10.2025).

64. Schiacha A, Kibler VB. Current perspectives on scapular dyskinesia and its possible clinical significance. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2022. T. 17, № 2. URL: <https://doi.org/10.26603/001c.31727> (date of access: 06.09.2025).

65. Prevalence of scapular dyskinesis in overhead and nonoverhead athletes: a systematic review / M. Burn та ін. *Orthopaedic journal of sports medicine*. 2016. T. 4, № 2. URL: <https://doi.org/10.1177/2325967115627608>.

66. Management of scapular dyskinesis in overhead athletes / W. B. Kibler та ін. *Operative techniques in sports medicine*. 2021. C. 150797. URL: <https://doi.org/10.1016/j.otsm.2021.150797> (date of access: 06.09.2025).

67. Clinical implications of scapular dyskinesis in shoulder injury: the 2013 consensus statement from the ‘scapular summit’ / W. B. Kibler et al. *British journal of sports medicine*. 2013. Vol. 47, no. 14. P. 877–885. URL: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092425> (date of access: 21.10.2025).

68. Ludewig P. M., Braman J. P. Shoulder impingement: biomechanical considerations in rehabilitation. *Manual therapy*. 2011. Vol. 16, no. 1. P. 33–39. URL: <https://doi.org/10.1016/j.math.2010.08.004> (date of access: 21.10.2025).

69. Rehabilitation of scapular dyskinesis: from the office worker to the elite overhead athlete / A. M. J. Cools та ін. *British journal of sports medicine*. 2013. Т. 48, № 8. С. 692–697. URL: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092148> (date of access: 07.09.2025).

70. Wisbey-Roth T. The lumbo–pelvic hip complex–The challenge of optimising intervention to maximise dynamic activity. *Journal of science and medicine in sport*. 2009. Т. 12. С. S10–S11. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.12.028> (date of access: 06.09.2025).

71. McClain M., Tucker W. S., Hornor S. D. Comparison of scapular position in overhead- and nonoverhead-throwing athletes using the pectoralis minor length test. *Athletic training & sports health care*. 2011. Т. 4, № 1. С. 45–48. URL: <https://doi.org/10.3928/19425864-20110429-01> (date of access: 06.09.2025).

72. The kinetic chain in overhand pitching: its potential role for performance enhancement and injury prevention / S. T. Seroyer та ін. *Sports health: a multidisciplinary approach*. 2010. Т. 2, № 2. С. 135–146. URL: <https://doi.org/10.1177/1941738110362656> (date of access: 06.09.2025).

73. Injury characteristics and physical therapy management strategies for circus artists: a scoping review / J. Straub та ін. *Journal of clinical medicine*. 2025. Т. 14, № 17. С. 5948. URL: <https://doi.org/10.3390/jcm14175948> (date of access: 07.09.2025).

74. Circus-specific extension of the 6th international consensus statement on concussion in sport / D. Munro та ін. *BMJ open sport & exercise medicine*. 2025. Т. 11, № 2. С. e002524. URL: <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2025-002524> (date of access: 07.09.2025).

75. Artistic gymnastics injuries; epidemiology, evaluation, and treatment / N. Desai та ін. *Journal of the american academy of orthopaedic surgeons*. 2019. Т. 27, № 13. С. 459–467. URL: <https://doi.org/10.5435/jaaos-d-18-00147> (date of access: 07.09.2025).

76. Injury epidemiology and risk factors in competitive artistic gymnasts: a systematic review / R. A. Campbell та ін. *British journal of sports medicine*. 2019.

T. 53, № 17. С. 1056–1069. URL: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099547> (date of access: 06.09.2025).

77. The upper extremity of the professional tennis player: muscle volumes, fiber-type distribution and muscle strength / J. Sanchis-Moysi та ін. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2009. Т. 20, № 3. С. 524–534. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00969.x> (date of access: 06.09.2025).

78. Munro D. Injury patterns and rates amongst students at the national institute of circus arts: an observational study. *Medical problems of performing artists*. 2014. Т. 29, № 4. С. 235–240. URL: <https://doi.org/10.21091/mppa.2014.4046> (date of access: 06.09.2025).

79. Ніканоров О. К., Ткаченко Д. О. Аналіз сучасних підходів до застосування засобів фізичної терапії для осіб із неспецифічним больовим синдромом у шийному відділі хребта. *Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія*. 2025. № 1. С. 228–235. URL: <https://doi.org/10.32782/spmed.2025.1.33> (date of access: 07.09.2025).

80. Xie M., Zhang R., Gong Y. Risk assessment of FMS and YBT on sports injuries in collegiate athletes. *International journal of sports medicine*. 2024. URL: <https://doi.org/10.1055/a-2466-9920> (date of access: 06.09.2025).

81. Systematic review and meta-analysis of the y-balance test lower quarter: reliability, discriminant validity, and predictive validity / P. Plisky та ін. *International journal of sports physical therapy*. 2021. Т. 16, № 5. URL: <https://doi.org/10.26603/001c.27634> (date of access: 07.09.2025).

82. Validity of functional screening tests to predict lost-time lower quarter injury in a cohort of female collegiate athletes / P. D. Walbright та ін. *International journal of sports physical therapy*. 2017. Т. 12, № 6. С. 948–959. URL: <https://doi.org/10.26603/ijspt20170948> (date of access: 07.09.2025).

83. Reliability, validity, and injury predictive value of the functional movement screen: a systematic review and meta-analysis / N. A. Bonazza та ін. *The american journal of sports medicine*. 2016. Т. 45, № 3. С. 725–732. URL: <https://doi.org/10.1177/0363546516641937> (date of access: 06.09.2025).

84. Асаулюк І., Носова Н., Дем'яохін Д., Покропивний О., Маринчук П. Стан біомеханіки постави людини, як критерій диференціації занять у процесі фізкультурно-спортивної реабілітації. Фізична культура, спорт та здоров'я нації: збірник наукових праць. 2023. Вип. 15 (34). С. 406–420. URL: [https://doi.org/10.31652/2071-5285-2023-15\(34\)-406-420](https://doi.org/10.31652/2071-5285-2023-15(34)-406-420) (date of access: 07.09.2025).

85. Evaluation of the functional movement screen as an injury prediction tool among active adult populations / B. S. Dorrel та ін. Sports health: a multidisciplinary approach. 2015. Т. 7, № 6. С. 532–537. URL: <https://doi.org/10.1177/1941738115607445> (date of access: 07.09.2025).

86. Predictive utility of the functional movement screen and y-balance test: current evidence and future directions / A. C. Eckart та ін. Sports. 2025. Т. 13, № 2. С. 46. URL: <https://doi.org/10.3390/sports13020046> (date of access: 07.09.2025).

87. The functional movement screen: exploring interrater reliability between raters in the updated version / R. Morgan та ін. International journal of sports physical therapy. 2023. Т. V18, № 3. URL: <https://doi.org/10.26603/001c.74724> (date of access: 06.09.2025).

88. A systematic review of isokinetic muscle strength in a healthy population with special reference to age and gender / I. F. S. R. Schindler та ін. Sports health: a multidisciplinary approach. 2023. С. 194173812211462. URL: <https://doi.org/10.1177/19417381221146258> (date of access: 07.09.2025).

89. Leahy I., Florkiewicz E., Shotwell M. P. Isokinetic dynamometry for external and internal rotation shoulder strength in youth athletes: a scoping review. International journal of sports physical therapy. 2024. Т. 19, № 12. URL: <https://doi.org/10.26603/001c.125765> (date of access: 07.09.2025).

90. Крупеня С. В., Бондар О. М., Носова Н. Л., Верзлова К. О. Особливості фізичної реабілітації спортсменів при захворюваннях та травмах опорно-рухового апарату. Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. Серія 15. Науково-педагогічні

проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт). 2024. Вип. 7 (180). С. 77–81. URL: [https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.7\(180\).16](https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2024.7(180).16) (date of access: 07.09.2025).

91. Validation of endurance, A wearable surface electromyography system for muscle activity assessment / A. Molina-Molina та ін. *Frontiers in physiology*. 2020. Т. 11. URL: <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.606287> (date of access: 07.09.2025).

92. Subbu R., Weiler R., Whyte G. The practical use of surface electromyography during running: does the evidence support the hype? A narrative review. *BMJ open sport & exercise medicine*. 2015. Т. 1, № 1. С. e000026. URL: <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2015-000026> (date of access: 07.09.2025).

93. Alcan V., Zinnuroğlu M. Current developments in surface electromyography. *Turkish journal of medical sciences*. 2023. Т. 53, № 5. С. 1019–1031. URL: <https://doi.org/10.55730/1300-0144.5667> (date of access: 07.09.2025).

94. Kinematic quantification of knee joint asymmetry during preparatory phase of a standing backward tucked salto / D. S. Cerasela та ін. 2020 IEEE 18th international symposium on intelligent systems and informatics (SISY), м. Subotica, Serbia, 17–19 верес. 2020 р. 2020. URL: <https://doi.org/10.1109/sisy50555.2020.9217081> (date of access: 07.09.2025).

95. Standards of instrumentation of EMG / H. Tankisi та ін. *Clinical neurophysiology*. 2020. Т. 131, № 1. С. 243–258. URL: <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2019.07.025> (date of access: 07.09.2025).

96. Neuromuscular electrical stimulation for treatment of muscle impairment: critical review and recommendations for clinical practice / E. L. Nussbaum та ін. *Physiotherapy canada*. 2017. Т. 69, № 5. С. 1–76. URL: <https://doi.org/10.3138/ptc.2015-88> (date of access: 07.09.2025).

97. Validity of estimating limb muscle volume by bioelectrical impedance / M. Miyatani та ін. *Journal of applied physiology*. 2001. Т. 91, № 1. С. 386–394. URL: <https://doi.org/10.1152/jappl.2001.91.1.386> (date of access: 07.09.2025).

98. Company J., Ball S. Body composition comparison: bioelectric impedance analysis with dual-energy x-ray absorptiometry in adult athletes. *Measurement in physical education and exercise science*. 2010. T. 14, № 3. С. 186–201. URL: <https://doi.org/10.1080/1091367x.2010.497449> (date of access: 07.09.2025).

99. Vitalii Kashuba, Irene Khmel'nitska, Olena Andrieieva, Julia Rudenko, Svitlana Krupenya, Viktoriia Petrovych, Natalia Nosova, Tamara Khabinets. Effect of health fitness on the state of posture's biogeometric profile and physical preparedness of 36-45-year-old men. *Journal of Physical Education and Sport*. 2021. Vol. 21 (5). P. 2850–2856. URL: <https://doi.org/10.7752/jpes.2021.s5379> (date of access: 07.09.2025).1

100. Tamura A. Body composition asymmetry between dominant and non-dominant arms in experienced overhead throwing sports athletes. *The journal of sports medicine and physical fitness*. 2024. URL: <https://doi.org/10.23736/s0022-4707.24.15895-1> (date of access: 21.10.2025).

101. Bioelectrical impedance vector analysis and track and field jump performance across different specialties: sex differences and electrode configuration / Á. Cebrián-Ponce et al. *Physiological reports*. 2024. Vol. 12, no. 17. URL: <https://doi.org/10.14814/phy2.70035> (date of access: 21.10.2025).

102. Bertuccioli A., Cardinali M., Benelli P. Segmental bioimpedance analysis as a predictor of injury and performance status in professional basketball players: a new application potential?. *Life*. 2022. Vol. 12, no. 7. P. 1062. URL: <https://doi.org/10.3390/life12071062> (date of access: 21.10.2025).

103. Two-dimensional digital photography for child body posture evaluation: standardized technique, reliable parameters and normative data for age 7-10 years / L. Stolinski та ін. *Scoliosis and spinal disorders*. 2017. T. 12, № 1. URL: <https://doi.org/10.1186/s13013-017-0146-7> (date of access: 07.09.2025).

104. Ruivo R. M., Pezarat-Correia P., Carita A. I. Intrarater and interrater reliability of photographic measurement of upper-body standing posture of adolescents. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*. 2015. T. 38,

№ 1. С. 74–80. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2014.10.009> (date of access: 07.09.2025)

105. Abarca-Reyes Y. M., Toalongo-Rojas L. M., Bueno-Palomeque F. L. Optimization of the static posture evaluation process through digital processing of photographic images. 2021 43rd annual international conference of the IEEE engineering in medicine & biology society (EMBC), м. Mexico, 1–5 листоп. 2021 р. 2021. URL: <https://doi.org/10.1109/embc46164.2021.9630704> (date of access: 07.09.2025).

106. Reference values for human posture measurements based on computerized photogrammetry: a systematic review / A. F. Macedo Ribeiro та ін. Journal of manipulative and physiological therapeutics. 2017. Т. 40, № 3. С. 156–168. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2016.12.001> (date of access: 07.09.2025).

107. Hough P. A., Nel M. Part 1: validity and reliability of a photographic method for postural assessment (P-MPA). South african journal of occupational therapy. 2019. Т. 49, № 2. С. 42–47. URL: <https://doi.org/10.17159/2310-3833/2019/vol49n2a7> (date of access: 07.09.2025).

108. Photogrammetry as a tool for the postural evaluation of the spine: a systematic review / T. S. Furlanetto та ін. World journal of orthopedics. 2016. Т. 7, № 2. С. 136. URL: <https://doi.org/10.5312/wjo.v7.i2.136> (date of access: 07.09.2025).

109. Lim Y. C., Abdul Shakor A. S., Shaharudin R. Reliability and accuracy of 2D photogrammetry: a comparison with direct measurement. Frontiers in public health. 2022. Vol. 9. URL: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.813058> (date of access: 21.10.2025).

110. Kibler W. B., Press J., Sciascia A. The role of core stability in athletic function. Sports medicine. 2006. Т. 36, № 3. С. 189–198. URL: <https://doi.org/10.2165/00007256-200636030-00001> (date of access: 07.09.2025).

111. Blanchard S. Anatomy trains: myofascial meridians for manual and movement therapists. Physical therapy in sport. 2014. Vol. 15, no. 4. P. 269. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2014.08.005> (date of access: 21.10.2025).

112. Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes / D. T. Leetun et al. *Medicine & science in sports & exercise*. 2004. Vol. 36, no. 6. P. 926–934. URL: <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000128145.75199.c3> (date of access: 21.10.2025).

113. Akuthota V., Nadler S. F. Core strengthening11no commercial party having a direct financial interest in the results of the research supporting this article has or will confer a benefit upon the author(s) or upon any organization with which the authors is/are associated. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2004. Vol. 85. P. 86–92. URL: <https://doi.org/10.1053/j.apmr.2003.12.005> (date of access: 21.10.2025).

114. Rivera C. E. Core and lumbopelvic stabilization in runners. *Physical medicine and rehabilitation clinics of north america*. 2016. T. 27, № 1. С. 319–337. URL: <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2015.09.003> (date of access: 07.09.2025).

115. The role of lumbopelvic-hip complex stability in softball throwing mechanics / G. G. Gilmer та ін. *Journal of sport rehabilitation*. 2019. T. 28, № 2. С. 196–204. URL: <https://doi.org/10.1123/jsr.2017-0276> (date of access: 07.09.2025).

116. Кашуба В. О., Крикун Ю. Ю., Носова Н. Л., Ярмолинський Л. М., Верзлова К. О. Підходи до профілактики та корекції порушень постави спортсменів у дискурсивному полі наукового знання. *Olympicus : науковий журнал*. 2024. № 1. С. 59–67. URL: <https://doi.org/10.24195/olympicus/2024-1.9> (date of access: 07.09.2025).

117. Cannon J., Cambridge E. D. J., McGill S. M. Increased core stability is associated with reduced knee valgus during single-leg landing tasks: investigating lumbar spine and hip joint rotational stiffness. *Journal of biomechanics*. 2021. T. 116. С. 110240. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2021.110240> (date of access: 07.09.2025).

118. Fadaei Dehcheshmeh P., Gandomi F., Maffulli N. Effect of lumbopelvic control on landing mechanics and lower extremity muscles' activities in female professional athletes: implications for injury prevention. *BMC sports*

science, medicine and rehabilitation. 2021. T. 13, № 1. URL: <https://doi.org/10.1186/s13102-021-00331-y> (date of access: 07.09.2025).

119. Callahan E., Mangum L. C. Exploring trends between dance experience, athletic participation, and injury history. *International journal of sports physical therapy*. 2025. T. 20, № 3. URL: <https://doi.org/10.26603/001c.129805> (date of access: 07.09.2025).

120. Training load monitoring in elite youth women's artistic gymnasts: a pilot study / E. G. d. Freitas та ін. *Sports health: a multidisciplinary approach*. 2024. URL: <https://doi.org/10.1177/19417381241263342> (date of access: 07.09.2025).

121. Chaudhuri S., Chawla J. K., Phadke V. Physiotherapeutic interventions for upper cross syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Cureus*. 2023. URL: <https://doi.org/10.7759/cureus.45471> (date of access: 07.09.2025).

122. Overlaps of skeletal muscle fatigue and skeletal muscle damage: the muscle injury continuum / C. Schwiete та ін. *Sports medicine - open*. 2025. T. 11, № 1. URL: <https://doi.org/10.1186/s40798-025-00876-z> (date of access: 07.09.2025).

123. Indirect structural muscle injuries of lower limb: rehabilitation and therapeutic exercise / S. Palermi та ін. *Journal of functional morphology and kinesiology*. 2021. T. 6, № 3. C. 75. URL: <https://doi.org/10.3390/jfmk6030075> (date of access: 07.09.2025).

124. Kochman M., Kasprzak M., Kielar A. The impact of proprioception impairment on gait function in stroke survivors: a comprehensive review. *Frontiers in neurology*. 2025. T. 16. URL: <https://doi.org/10.3389/fneur.2025.1577919> (date of access: 07.09.2025).

125. Schiftan G. S., Ross L. A., Hahne A. J. The effectiveness of proprioceptive training in preventing ankle sprains in sporting populations: a systematic review and meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport*. 2015. T. 18, № 3. C. 238–244. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.04.005> (date of access: 07.09.2025).

126. Effects of a specific proprioceptive training program on injury prevention and stress in basketball players: a pilot study / V. C. Francavilla та ін. *Journal of functional morphology and kinesiology*. 2025. Т. 10, № 2. С. 226. URL: <https://doi.org/10.3390/jfmk10020226> (date of access: 07.09.2025).

127. Proprioceptive training for the prevention of ankle sprains: an evidence-based review / M. J. Rivera та ін. *Journal of athletic training*. 2017. Т. 52, № 11. С. 1065–1067. URL: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-52.11.16> (date of access: 07.09.2025).

128. Samoiliuk O. V., Kashuba V. O., Grygus I. M. Indicators of physical development of women in the first period of mature age having different types of posture. *Rehabilitation and recreation*. 2025. Т. 19, № 1. С. 252–265. URL: <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2025.19.1.23> (date of access: 07.09.2025).

129. Efficacy of proprioceptive neuromuscular facilitation compared to other stretching modalities in range of motion gain in young healthy adults: a systematic review / D. Wanderley та ін. *Physiotherapy theory and practice*. 2018. Т. 35, № 2. С. 109–129. URL: <https://doi.org/10.1080/09593985.2018.1440677> (date of access: 07.09.2025).

130. Andriychuk O., Hreida N., Ulianutska N., Zadvorniy B., Andriychuk B. Dynamics of indicators of active and passive flexibility during the annual cycle of stretching classes. *Journal of physical education and sport (JPES)*. 2021. Vol. 21 (Suppl. Issue 2), Art 141. P. 1118–1123. URL: <https://doi.org/10.7752/jpes.2021.s2141> (date of access: 07.09.2025).

131. Ryan E. E., Rossi M. D., Lopez R. The effects of the contract-relax-antagonist-contract form of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on postural stability. *Journal of strength and conditioning research*. 2010. Т. 24, № 7. С. 1888–1894. URL: <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181ddad9d> (date of access: 07.09.2025).

132. Comparison between contract–relax stretching and antagonist contract–relax stretching on gastrocnemius medialis passive properties / T. Fukaya та ін.

Frontiers in physiology. 2022. T. 12. URL: <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.764792> (date of access: 07.09.2025).

133. Proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF): its mechanisms and effects on range of motion and muscular function / K. Hindle та ін. Journal of human kinetics. 2012. T. 31, № 1. С. 105–113. URL: <https://doi.org/10.2478/v10078-012-0011-y> (date of access: 07.09.2025).

134. McGill S. Core training: evidence translating to better performance and injury prevention. Strength and conditioning journal. 2010. T. 32, № 3. С. 33–46. URL: <https://doi.org/10.1519/ssc.0b013e3181df4521> (date of access: 07.09.2025).

135. Lee B. C. Y., McGill S. M. Effect of long-term isometric training on core/torso stiffness. Journal of strength and conditioning research. 2015. T. 29, № 6. С. 1515–1526. URL: <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000740> (date of access: 07.09.2025).

136. Contreras B., Schoenfeld B. To crunch or not to crunch: an evidence-based examination of spinal flexion exercises, their potential risks, and their applicability to program design. Strength and conditioning journal. 2011. T. 33, № 4. С. 8–18. URL: <https://doi.org/10.1519/ssc.0b013e3182259d05> (date of access: 07.09.2025).

137. Johnson C., Reid J. G. Lumbar compressive and shear forces during various trunk curl-up exercises. Clinical biomechanics. 1991. T. 6, № 2. С. 97–104. URL: [https://doi.org/10.1016/0268-0033\(91\)90006-c](https://doi.org/10.1016/0268-0033(91)90006-c) (date of access: 07.09.2025).

138. Балан В. С., Фіщенко Я. В., Кравчук Л. Д., Щегольков Є. Е. Оцінка ефективності унілатеральної біпортальної ендоскопічної дискектомії в порівнянні з інтерламінарною мікродискектомією в лікуванні гриж міжхребцевих дисків поперекового відділу хребта. Клінічна та профілактична медицина. 2024. № 1. С. 57–64. URL: <https://doi.org/10.31612/2616-4868.1.2024.07> (date of access: 07.09.2025).

139. Effects of McGill stabilization exercises and conventional physiotherapy on pain, functional disability and active back range of motion in

patients with chronic non-specific low back pain / A. Ghorbanpour та ін. *Journal of physical therapy science*. 2018. Т. 30, № 4. С. 481–485. URL: <https://doi.org/10.1589/jpts.30.481> (date of access: 07.09.2025).

140. Effect of body position and support surface on the postural control challenge during the pallof press exercise: a smartphone accelerometer-based study / C. Juan-Recio та ін. *Medicina*. 2025. Т. 61, № 2. С. 312. URL: <https://doi.org/10.3390/medicina61020312> (date of access: 07.09.2025).

141. Gangal N., Raj J. Efficacy of pall-of press vs. russian twists on core muscles of recreational athletes -A randomized trial. *International journal for multidisciplinary research*. 2025. Т. 7, № 2. URL: <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2025.v07i02.42230> (date of access: 07.09.2025).

142. Reinold M. M., Escamilla R., Wilk K. E. Current concepts in the scientific and clinical rationale behind exercises for glenohumeral and scapulothoracic musculature. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2009. Vol. 39, no. 2. P. 105–117. URL: <https://doi.org/10.2519/jospt.2009.2835> (date of access: 21.10.2025).

143. Prevention of shoulder injuries in overhead athletes: a science-based approach / A. M. Cools et al. *Brazilian journal of physical therapy*. 2015. Vol. 19, no. 5. P. 331–339. URL: <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0109> (date of access: 21.10.2025).

144. Mendiguchia J., Brughelli M. A return-to-sport algorithm for acute hamstring injuries. *Physical therapy in sport*. 2011. Vol. 12, no. 1. P. 2–14. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2010.07.003> (date of access: 21.10.2025).

145. Return to play after hamstring injuries: a qualitative systematic review of definitions and criteria / N. van der Horst et al. *Sports medicine*. 2016. Vol. 46, no. 6. P. 899–912. URL: <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0468-7> (date of access: 21.10.2025).

146. Міофасціальний реліз як засіб профілактики травматизму і відновлення амплітуди рухів у кваліфікованих футболістів / Е. Дорошенко та

иН. Physical education theory and methodology. 2023. Т. 23, № 2. С. 299–309. URL: <https://doi.org/10.17309/tmfv.2023.2.20> (date of access: 07.09.2025).

147. Hamstring muscle injuries, a rehabilitation protocol purpose / X. Valle та иН. Asian journal of sports medicine. 2015. Т. 6, № 4. URL: <https://doi.org/10.5812/asjasm.25411> (date of access: 07.09.2025).

148. A multifactorial, criteria-based progressive algorithm for hamstring injury treatment / J. Mendiguchia та иН. Medicine & science in sports & exercise. 2017. Т. 49, № 7. С. 1482–1492. URL: <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000001241> (date of access: 07.09.2025)

149. At return to play following hamstring injury the majority of professional football players have residual isokinetic deficits / J. L. Tol та иН. British journal of sports medicine. 2014. Т. 48, № 18. С. 1364–1369. URL: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093016> (date of access: 07.09.2025).

150. Current clinical concepts: hamstring strain injury rehabilitation / J. T. Hickey та иН. Journal of athletic training. 2021. URL: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-0707.20> (date of access: 07.09.2025).

151. Nonuniform changes in MRI measurements of the thigh muscles after two hamstring strengthening exercises / J. Mendiguchia та иН. Journal of strength and conditioning research. 2013. Т. 27, № 3. С. 574–581. URL: <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31825c2f38> (date of access: 07.09.2025).

152. Eccentric hamstring strength and hamstring injury risk in australian footballers / D. A. Opar та иН. Medicine & science in sports & exercise. 2015. Т. 47, № 4. С. 857–865. URL: <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000000465> (date of access: 07.09.2025).

153. The use of MRI to evaluate posterior thigh muscle activity and damage during nordic hamstring exercise / J. Mendiguchia та иН. Journal of strength and conditioning research. 2013. Т. 27, № 12. С. 3426–3435. URL: <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31828fd3e7> (date of access: 07.09.2025).

154. Evidence-Based management and factors associated with return to play after acute hamstring injury in athletes: a systematic review / S. S. Rudisill та иН.

Orthopaedic journal of sports medicine. 2021. Т. 9, № 11. С. 232596712110538. URL: <https://doi.org/10.1177/23259671211053833> (date of access: 07.09.2025).

155. Acute First-Time Hamstring Strains during High-Speed Running / С. М. Askling та ін. The american journal of sports medicine. 2007. Т. 35, № 2. С. 197–206. URL: <https://doi.org/10.1177/0363546506294679> (date of access: 07.09.2025).

156. Opar D. A., Williams M. D., Shield A. J. Hamstring strain injuries. Sports medicine. 2012. Т. 42, № 3. С. 209–226. URL: <https://doi.org/10.2165/11594800-000000000-00000> (date of access: 07.09.2025).

157. Чи є доцільним використання фізіотерапевтичних засобів після ендоскопічної поперекової мікродискектомії? Результати власного досвіду / В. С. Балан, Л. Д. Кравчук, Н. О. Борзих, О. М. Клецкова. Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія. 2024. № 2. С. 213–219. URL: <https://doi.org/10.32782/spmed.2024.2.213-219> (date of access: 07.09.2025).

158. Return-to-play criteria following a hamstring injury in professional football: a scoping review / P. Perna та ін. Research in sports medicine. 2024. С. 1–20. URL: <https://doi.org/10.1080/15438627.2024.2439274> (date of access: 07.09.2025).

159. Prevention and rehabilitation of the athletic hamstring injury / A. Geraci та ін. Arthroscopy, sports medicine, and rehabilitation. 2024. С. 101021. URL: <https://doi.org/10.1016/j.asmr.2024.101021> (date of access: 07.09.2025).

160. Askling C. M., Tengvar M., Thorstensson A. Acute hamstring injuries in Swedish elite football: a prospective randomised controlled clinical trial comparing two rehabilitation protocols. British journal of sports medicine. 2013. Vol. 47, no. 15. P. 953–959. URL: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092165> (date of access: 21.10.2025).

161. Proximal hamstring strains of stretching type in different sports / С. М. Askling та ін. The american journal of sports medicine. 2008. Т. 36, № 9. С. 1799–1804. URL: <https://doi.org/10.1177/0363546508315892> (date of access: 07.09.2025).

162. Mendiguchia J., Alentorn-Geli E., Brughelli M. Hamstring strain injuries: are we heading in the right direction?. *British journal of sports medicine*. 2011. T. 46, № 2. С. 81–85. URL: <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.081695> (date of access: 07.09.2025).

163. 164. An evidence-based framework for strengthening exercises to prevent hamstring injury / M. N. Bourne та ін. *Sports medicine*. 2017. T. 48, № 2. С. 251–267. URL: <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0796-x> (date of access: 07.09.2025).

164. Belkhelladi M., Cierson T., Martineau P. A. Biomechanical risk factors for increased anterior cruciate ligament loading and injury: a systematic review. *Orthopaedic journal of sports medicine*. 2025. Vol. 13, no. 2. URL: <https://doi.org/10.1177/23259671241312681> (date of access: 21.10.2025).

165. Prevalence of hamstring strain injury risk factors in professional and under-20 male football (soccer) players / J. B. Ribeiro-Alvares et al. *Journal of sport rehabilitation*. 2020. Vol. 29, no. 3. P. 339–345. URL: <https://doi.org/10.1123/jsr.2018-0084> (date of access: 21.10.2025).

166. The mechanism of hamstring injuries – a systematic review / A. Danielsson et al. *BMC musculoskeletal disorders*. 2020. Vol. 21, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03658-8> (date of access: 21.10.2025).

167. Особливості реабілітації хворих після ендоскопічної декомпресії при поперековому спинальному стенозі / Л. Кравчук та ін. *Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія*. 2023. № 2. С. 158–163. URL: <https://doi.org/10.32652/spmed.2023.2.158-163> (date of access: 07.09.2025).

168. Ekstrand J., Hagglund M., Walden M. Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *British journal of sports medicine*. 2009. Vol. 45, no. 7. P. 553–558. URL: <https://doi.org/10.1136/bjism.2009.060582> (date of access: 21.10.2025).

169. Mechanisms, prediction, and prevention of ACL injuries: cut risk with three sharpened and validated tools / T. E. Hewett et al. *Journal of orthopaedic*

research. 2016. Vol. 34, no. 11. P. 1843–1855. URL: <https://doi.org/10.1002/jor.23414> (date of access: 21.10.2025).

170. Petersen J. Evidence based prevention of hamstring injuries in sport. *British journal of sports medicine*. 2005. Vol. 39, no. 6. P. 319–323. URL: <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.018549> (date of access: 21.10.2025).

171. van Dyk N., Behan F. P., Whiteley R. Including the Nordic hamstring exercise in injury prevention programmes halves the rate of hamstring injuries: a systematic review and meta-analysis of 8459 athletes. *British journal of sports medicine*. 2019. Vol. 53, no. 21. P. 1362–1370. URL: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-100045> (date of access: 21.10.2025).

172. The FIFA 11+ injury prevention program for soccer players: a systematic review / D. Sadigursky et al. *BMC sports science, medicine and rehabilitation*. 2017. Vol. 9, no. 1. URL: <https://doi.org/10.1186/s13102-017-0083-z> (date of access: 21.10.2025).

173. Therapeutic exercise prescription for overhead athletes with shoulder impingement syndrome: A systematic review and CERT analysis / F. Guérineau et al. *Journal of clinical medicine*. 2025. Vol. 14, no. 5. P. 1657. URL: <https://doi.org/10.3390/jcm14051657> (date of access: 21.10.2025).

174. Die turnerschulter / C. Gerhardt et al. *Der Orthopäde*. 2014. Vol. 43, no. 3. P. 230–235. URL: <https://doi.org/10.1007/s00132-013-2145-6> (date of access: 21.10.2025).

175. Surgical treatment of shoulder pathologies in professional gymnasts: findings, treatment, and clinical outcomes / R. Ranieri et al. *Journal of clinical medicine*. 2024. Vol. 13, no. 8. P. 2183. URL: <https://doi.org/10.3390/jcm13082183> (date of access: 21.10.2025).

176. An injury prevention program for professional ballet: a randomized controlled investigation / A. M. Vera et al. *Orthopaedic journal of sports medicine*. 2020. Vol. 8, no. 7. P. 232596712093764. URL: <https://doi.org/10.1177/2325967120937643> (date of access: 21.10.2025).

177. Effects of an injury prevention program in crossfit athletes: a pilot randomized controlled trial / R. Martínez-Gómez et al. *International journal of sports medicine*. 2021. URL: <https://doi.org/10.1055/a-1386-5188> (date of access: 21.10.2025).

178. Evaluation of the effectiveness of neuromuscular training to reduce anterior cruciate ligament injury in female athletes: a critical review of relative risk reduction and numbers-needed-to-treat analyses / D. Sugimoto et al. *British journal of sports medicine*. 2012. Vol. 46, no. 14. P. 979–988. URL: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090895> (date of access: 21.10.2025).

179. Current concepts for anterior cruciate ligament reconstruction: a criterion-based rehabilitation progression / D. Adams et al. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2012. Vol. 42, no. 7. P. 601–614. URL: <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.3871> (date of access: 21.10.2025).

180. Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus / N. van Melick et al. *British journal of sports medicine*. 2016. Vol. 50, no. 24. P. 1506–1515. URL: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095898> (date of access: 21.10.2025).

181. Sergienko R., Vovchenko A., Kravchuk L., Zinchenko V., Ivanovska O. Analysis the results of surgical treatment and early rehabilitation of patients with massive tears the rotator cuff the shoulder. *Georgian Med News*. 2023. № 339. P. 123–128. URL: https://www.geomednews.com/Articles/2023/6_2023/123-128.pdf (date of access: 07.09.2025).

182. Burkhart S. S., Morgan C. D., Kibler W. B. Shoulder injuries in overhead athletes. *Clinics in sports medicine*. 2000. Vol. 19, no. 1. P. 125–158. URL: [https://doi.org/10.1016/s0278-5919\(05\)70300-8](https://doi.org/10.1016/s0278-5919(05)70300-8) (date of access: 21.10.2025).

183. Ludewig P. M., Reynolds J. F. The association of scapular kinematics and glenohumeral joint pathologies. *Journal of orthopaedic & sports physical*

therapy. 2009. Vol. 39, no. 2. P. 90–104. URL: <https://doi.org/10.2519/jospt.2009.2808> (date of access: 21.10.2025).

184. Пацієнтоцентричність фізичної терапії під час спортивно-реабілітаційних зборів / О. Andriichuk та ін. *Physical education, sport and health culture in modern society*. 2021. № 2(54). С. 112–119. URL: <https://doi.org/10.29038/2220-7481-2021-02-112-119> (дата звернення: 07.12.2025).

185. Hwang B.-H., Jeon I.-C. Comparison of scapular upward rotator activity among three different Y-raise exercises in healthy male individuals. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*. 2025. URL: <https://doi.org/10.1177/10538127251320329> (date of access: 21.10.2025).

186. Gendre P., Boileau P. The injured shoulder in high-level male gymnasts, part 1: epidemiology and pathoanatomy of surgically treated lesions. *Orthopaedic journal of sports medicine*. 2021. Vol. 9, no. 10. P. 232596712110434. URL: <https://doi.org/10.1177/23259671211043449> (date of access: 21.10.2025).

187. Evidence-based rehabilitation of athletes with glenohumeral instability / A. M. Cools et al. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*. 2015. Vol. 24, no. 2. P. 382–389. URL: <https://doi.org/10.1007/s00167-015-3940-x> (date of access: 21.10.2025).

188. Epidemiological characteristics of foot and ankle injuries in 2 professional ballet companies: a 3-season cohort study of 588 medical attention injuries and 255 time-loss injuries / M. Katakura et al. *Orthopaedic journal of sports medicine*. 2023. Vol. 11, no. 2. P. 232596712211341. URL: <https://doi.org/10.1177/23259671221134131> (date of access: 21.10.2025).

189. Li F., Adrien N., He Y. Biomechanical risks associated with foot and ankle injuries in ballet dancers: a systematic review. *International journal of environmental research and public health*. 2022. Vol. 19, no. 8. P. 4916. URL: <https://doi.org/10.3390/ijerph19084916> (date of access: 21.10.2025).

190. Effect of integrated training on balance and ankle reposition sense in ballet dancers / C.-W. Lin et al. *International journal of environmental research and public health*. 2021. Vol. 18, no. 23. P. 12751. URL: <https://doi.org/10.3390/ijerph182312751> (date of access: 21.10.2025).

191. CrossFit and the epidemiology of musculoskeletal injuries: a prospective 12-week cohort study / P. R. d. Q. Szeles et al. *Orthopaedic journal of sports medicine*. 2020. Vol. 8, no. 3. P. 232596712090888. URL: <https://doi.org/10.1177/2325967120908884> (date of access: 21.10.2025).

192. A systematic review of long-distance triathlon musculoskeletal injuries / J.-H. Rhind et al. *Journal of human kinetics*. 2022. Vol. 81, no. 1. P. 123–134. URL: <https://doi.org/10.2478/hukin-2022-0011> (date of access: 21.10.2025).

193. Injuries in medium to long-distance triathlon: a retrospective analysis of medical conditions treated in three editions of the ironman competition / F. Feletti et al. *Journal of sports science and medicine*. 2021. P. 58–67. URL: <https://doi.org/10.52082/jssm.2022.58> (date of access: 21.10.2025).

194. Triathlon-related musculoskeletal injuries: a study on a Portuguese Triathlon Championship / B. Minghelli et al. *Revista da associação médica brasileira*. 2020. Vol. 66, no. 11. P. 1536–1541. URL: <https://doi.org/10.1590/1806-9282.66.11.1536> (date of access: 21.10.2025).

195. Shoulder injuries in individuals who participate in crossfit training / R. J. Summitt et al. *Sports health: a multidisciplinary approach*. 2016. Vol. 8, no. 6. P. 541–546. URL: <https://doi.org/10.1177/1941738116666073> (date of access: 21.10.2025).

196. Ніканоров О. К., Голованов О. А. Фізична терапія при хронічному болю в шії: сучасні підходи та ефективність втручань. *Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія*. 2025. № 2. С. 218–224. URL: <https://doi.org/10.32782/spmed.2025.2.31> (date of access: 07.09.2025).

197. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function - part 1 / G. Cook et al. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2014. Vol. 9, no. 3. P. 396–409. URL:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4060319/> (date of access: 21.10.2025).

198. Effects of different hamstring eccentric exercise programs on preventing lower extremity injuries: a systematic review and meta-analysis / C. Hu et al. *International journal of environmental research and public health*. 2023. Vol. 20, no. 3. P. 2057. URL: <https://doi.org/10.3390/ijerph20032057> (date of access: 21.10.2025).

199. Retrospective Injury Epidemiology and Risk Factors for Injury in CrossFit / A. M. Montalvo et al. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2017. Vol. 16, no. 1. P. 53–59. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5358031/> (date of access: 21.10.2025).

200. Risk factors for injury in crossfit®—a retrospective analysis / S. Szajkowski et al. *International journal of environmental research and public health*. 2023. Vol. 20, no. 3. P. 2211. URL: <https://doi.org/10.3390/ijerph20032211> (date of access: 21.10.2025).

201. Neuromuscular training injury prevention strategies in youth sport: a systematic review and meta-analysis / C. A. Emery et al. *British journal of sports medicine*. 2015. Vol. 49, no. 13. P. 865–870. URL: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094639> (date of access: 21.10.2025).

202. Quantification of whole-body and segmental skeletal muscle mass using phase-sensitive 8-electrode medical bioelectrical impedance devices / A. Bosy-Westphal et al. *European journal of clinical nutrition*. 2017. Vol. 71, no. 9. P. 1061–1067. URL: <https://doi.org/10.1038/ejcn.2017.27> (date of access: 21.10.2025).

203. Return to sport participation criteria following shoulder injury: a clinical commentary / K. E. Wilk et al. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2020. Vol. 15, no. 4. P. 624–642. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7735686/> (date of access: 21.10.2025).

204. Beardsley C., Skarabot J. Effects of self-myofascial release: a systematic review. *Journal of bodywork and movement therapies*. 2015. Т. 19, № 4. С. 747–758. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2015.08.007> (date of access: 07.09.2025).

205. Behm D. G., Wilke J. Do self-myofascial release devices release myofascia? Rolling mechanisms: a narrative review. *Sports medicine*. 2019. Т. 49, № 8. С. 1173–1181. URL: <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01149-y> (date of access: 07.09.2025).

206. A meta-analysis of the effects of foam rolling on performance and recovery / T. Wiewelhove та ін. *Frontiers in physiology*. 2019. Т. 10. URL: <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00376> (date of access: 07.09.2025).

207. Konrad A., Tilp M. Increased range of motion after static stretching is not due to changes in muscle and tendon structures. *Clinical biomechanics*. 2014. Т. 29, № 6. С. 636–642. URL: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2014.04.013> (date of access: 07.09.2025).

208. Sharman M. J., Cresswell A. G., Riek S. Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *Sports medicine*. 2006. Т. 36, № 11. С. 929–939. URL: <https://doi.org/10.2165/00007256-200636110-00002> (date of access: 07.09.2025).

209. Грейда Н., Андрійчук О., Ульяницька Н., Кренделева В. Коригуюча гімнастика з елементами постізометричної релаксації при шийному остеохондрозі хребта. *InterConf*. 2021. С. 281–289. URL: <https://doi.org/10.51582/interconf.7-8.06.2021.030> (date of access: 07.09.2025).

210. Moore D., Semciw A. I., Pizzari T. A systematic review and meta-analysis of common therapeutic exercises that generate highest muscle activity in the gluteus medius and gluteus minimus segments. *International journal of sports physical therapy*. 2020. Т. 15, № 6. С. 856–881. URL: <https://doi.org/10.26603/ijspt20200856> (date of access: 07.09.2025).

211. Gluteal muscle activation during common therapeutic exercises / L. J. Distefano та ін. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2009. Т. 39, №

7. C. 532–540. URL: <https://doi.org/10.2519/jospt.2009.2796> (date of access: 07.09.2025).

212. Reiman M. P., Bolgla L. A., Loudon J. K. A literature review of studies evaluating gluteus maximus and gluteus medius activation during rehabilitation exercises. *Physiotherapy theory and practice*. 2011. T. 28, № 4. C. 257–268. URL: <https://doi.org/10.3109/09593985.2011.604981> (date of access: 07.09.2025).

213. Variation of muscle recruitment during exercises performed below horizontal arm elevation that target the lower trapezius: a repeated measures cross-sectional study on asymptomatic individuals / J. F. Garcia та ін. *Journal of electromyography and kinesiology*. 2023. C. 102777. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2023.102777> (date of access: 07.09.2025).

214. McGill S. M., Karpowicz A. Exercises for spine stabilization: motion/motor patterns, stability progressions, and clinical technique. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2009. T. 90, № 1. C. 118–126. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2008.06.026> (date of access: 07.09.2025).

215. McGill S. M. Low back exercises: evidence for improving exercise regimens. *Physical therapy*. 1998. T. 78, № 7. C. 754–765. URL: <https://doi.org/10.1093/ptj/78.7.754> (date of access: 07.09.2025).

216. Preliminary development of a clinical prediction rule for determining which patients with low back pain will respond to a stabilization exercise program / G. E. Hicks та ін. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2005. T. 86, № 9. C. 1753–1762. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2005.03.033> (date of access: 07.09.2025).

217. The efficacy of three-dimensional Schroth exercises in adolescent idiopathic scoliosis: a randomised controlled clinical trial / T. Kuru та ін. *Clinical rehabilitation*. 2015. T. 30, № 2. C. 181–190. URL: <https://doi.org/10.1177/0269215515575745> (date of access: 07.09.2025).

218. Active self-correction and task-oriented exercises reduce spinal deformity and improve quality of life in subjects with mild adolescent idiopathic scoliosis. Results of a randomised controlled trial / M. Monticone та ін. *European*

spine journal. 2014. T. 23, № 6. C. 1204–1214. URL: <https://doi.org/10.1007/s00586-014-3241-y> (date of access: 07.09.2025).

219. Magnitudes of muscle activation of spine stabilizers, gluteals, and hamstrings during supine bridge to neutral position / J. W. Youdas та ін. *Physiotherapy theory and practice*. 2015. T. 31, № 6. C. 418–427. URL: <https://doi.org/10.3109/09593985.2015.1010672> (date of access: 07.09.2025).

220. Comprehensive corrective exercise program improves alignment, muscle activation and movement pattern of men with upper crossed syndrome: randomized controlled trial / F. Seidi та ін. *Scientific reports*. 2020. T. 10, № 1. URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-77571-4> (date of access: 07.09.2025).

221. Electromyographic analysis of gluteus maximus and hamstring activity during the supine resisted hip extension exercise versus supine unilateral bridge to neutral / J. W. Youdas та ін. *Physiotherapy theory and practice*. 2017. T. 33, № 2. C. 124–130. URL: <https://doi.org/10.1080/09593985.2016.1271848> (date of access: 07.09.2025).

222. Gottschall J. S., Mills J., Hastings B. Integration core exercises elicit greater muscle activation than isolation exercises. *Journal of strength and conditioning research*. 2013. T. 27, № 3. C. 590–596. URL: <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31825c2cc7> (date of access: 07.09.2025).

223. The effect of Schroth exercises added to the standard of care on the quality of life and muscle endurance in adolescents with idiopathic scoliosis—an assessor and statistician blinded randomized controlled trial: “SOSORT 2015 Award Winner” / S. Schreiber та ін. *Scoliosis*. 2015. T. 10, № 1. URL: <https://doi.org/10.1186/s13013-015-0048-5> (date of access: 07.09.2025).

224. The effectiveness of Schroth method in Cobb angle, quality of life and trunk rotation angle in adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review and meta-analysis / L. Ceballos-Laita та ін. *European journal of physical and rehabilitation medicine*. 2023. URL: <https://doi.org/10.23736/s1973-9087.23.07654-2> (date of access: 07.09.2025).

225. Corrective exercises administered online vs at the workplace for pain and function in the office workers with upper crossed syndrome: randomized controlled trial / Z. Yaghoubitajani та ін. *International archives of occupational and environmental health*. 2022. URL: <https://doi.org/10.1007/s00420-022-01859-3> (date of access: 07.09.2025).

226. *NASM essentials of corrective exercise training*. Jones & Bartlett Learning, LLC, 2020. 440 p. URL: <https://studylib.net/doc/25667814/nasm-essentials-of-corrective-exercise-training-by-michea> (date of access: 07.09.2025)

227. Порівняльний аналіз пацієнт-центричності у фізичній терапії та клієнтоорієнтованості в ерготерапії / І. О. Жарова та ін. *Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія*. 2025. № 2. С. 179–183. URL: <https://doi.org/10.32782/spmed.2025.2.25> (date of access: 07.09.2025).

228. Антонова Г.П. Асиметрії у розвитку м'язових груп серед жінок-спортсменок, які займаються акробатикою на пілоні: реабілітаційний аспект. *Мультидисциплінарний підхід у фізичній реабілітаційній медицині* : зб. наук. пр. Харків, 2024. Вип. 3. С. 52-54

229. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures / H. J. Hermens et al. *Journal of electromyography and kinesiology*. 2000. Vol. 10, no. 5. P. 361–374. URL: [https://doi.org/10.1016/s1050-6411\(00\)00027-4](https://doi.org/10.1016/s1050-6411(00)00027-4) (date of access: 05.11.2025).

230. Zharova I. O., Antonova H. P. Questionnaire-based assessment for monitoring the condition of female pole-acrobatics athletes: cluster and correlation analyses. *Inter collegas*. 2025. Vol. 12, no. 2. URL: <https://doi.org/10.35339/ic.2025.12.2.zan> (date of access: 21.10.2025).

231. Жарова І. О., Антонова Г. П. Вплив алгоритму фізичної терапії на суб'єктивну оцінку функціональних асиметрій спортсменок-акробатів на пілоні: пілотне дослідження. *Експериментальна і клінічна медицина*. 2025 ;94(3). С. 1-10 DOI: <https://doi.org/10.35339/ekm.2025.94.3.zan>. (date of access: 21.11.2025)

232. Antonova H. P. Postural asymmetry in female athletes engaged in pole acrobatics: a visual screening study. *Experimental and clinical medicine*. 2025. Vol. 94, no. 2. URL: <https://doi.org/10.35339/ekm.2025.94.2.zan> (date of access: 21.10.2025).

233. Antonova H. P. The impact of pole acrobatics training on structural and functional changes in the muscles of female athletes. *Experimental and clinical medicine*. 2024. Т. 93, № 4. URL: <https://doi.org/10.35339/ekm.2024.93.4.zan> (date of access: 07.09.2025).

234. Жарова І. О., Антонова Г. П. Дослідження асиметрії силових показників у спортсменок в акробатиці на пілоні: аналіз результатів вимірювання на апараті Back-Check. *Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія*. 2025. № 1. С. 13–19. URL: <https://doi.org/10.32782/spmed.2025.1.2> (date of access: 07.09.2025).

235. Zharova I., Antonova H. Asymmetry of muscles in women engaged in pole acrobatics: study results using myography. *Experimental and clinical medicine*. 2024. Т. 93, № 2. URL: <https://doi.org/10.35339/ekm.2024.93.2.zan> (date of access: 07.09.2025).

236. Zharova I. O., Antonova H. P. Electromyographic indicators investigation in female athletes engaged in pole acrobatics. *Inter collegas*. 2025. Vol. 12, no. 1. URL: <https://doi.org/10.35339/ic.2025.12.1.zan> (date of access: 21.10.2025).

237. Sciascia A., Cromwell R. Kinetic chain rehabilitation: a theoretical framework. *Rehabilitation research and practice*. 2012. Vol. 2012. P. 1–9. URL: <https://doi.org/10.1155/2012/853037> (date of access: 21.10.2025).

238. Lorenz D., Morrison S. Current concepts in periodization of strength and conditioning for the sports physical therapist. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2015. Vol. 10, no. 6. P. 734–747. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4637911/> (date of access: 21.10.2025).

239. Hunt M. A. Movement retraining using real-time feedback of performance. *Journal of visualized experiments*. 2013. No. 71. URL: <https://doi.org/10.3791/50182> (date of access: 21.10.2025).

240. Lorenz D. S., Reiman M. P., Walker J. C. Periodization. *Sports health: a multidisciplinary approach*. 2010. Vol. 2, no. 6. P. 509–518. URL: <https://doi.org/10.1177/1941738110375910> (date of access: 21.10.2025).

241. Exploring the lubrication mechanisms of synovial fluids for joint longevity – A perspective / M. Marian et al. *Colloids and surfaces B: biointerfaces*. 2021. Vol. 206. P. 111926. URL: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2021.111926> (date of access: 21.10.2025).

242. Unilateral balance training enhances neuromuscular reactions to perturbations in the trained and contralateral limb / A. S. C. Oliveira et al. *Gait & posture*. 2013. Vol. 38, no. 4. P. 894–899. URL: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.04.015> (date of access: 21.10.2025).

243. Reciprocal inhibition of the thigh muscles in humans: a study using transcutaneous spinal cord stimulation / K. Nakagawa et al. *Physiological reports*. 2024. Vol. 12, no. 9. URL: <https://doi.org/10.14814/phy2.16039> (date of access: 21.10.2025).

244. Lumbar multifidus muscle thickness during graded quadruped and prone exercises. *International journal of exercise science*. 2021. Vol. 14, no. 7. URL: <https://doi.org/10.70252/pvlq9812> (date of access: 21.10.2025).

245. Cholewicki J., Juluru K., McGill S. M. Intra-abdominal pressure mechanism for stabilizing the lumbar spine. *Journal of biomechanics*. 1999. Vol. 32, no. 1. P. 13–17. URL: [https://doi.org/10.1016/s0021-9290\(98\)00129-8](https://doi.org/10.1016/s0021-9290(98)00129-8) (date of access: 21.10.2025).

246. Scibek J. S. Assessment of scapulohumeral rhythm for scapular plane shoulder elevation using a modified digital inclinometer. *World journal of orthopedics*. 2012. Vol. 3, no. 6. P. 87. URL: <https://doi.org/10.5312/wjo.v3.i6.87> (date of access: 21.10.2025).

247. Henning L., Plummer H., Oliver G. D. Comparison of scapular muscle activations during three overhead throwing exercises. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2016. Vol. 11, no. 1. P. 108–114. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4739039/> (date of access: 21.10.2025).

248. Restoration of anterior-posterior rotator cuff force balance improves shoulder function in a rat model of chronic massive tears / J. E. Hsu et al. *Journal of orthopaedic research*. 2011. Vol. 29, no. 7. P. 1028–1033. URL: <https://doi.org/10.1002/jor.21361> (date of access: 21.10.2025).

249. Reinold M. M., Curtis A. S. Microinstability of the shoulder in the overhead athlete. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2013. Vol. 8, no. 5. P. 601–616. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3811734/> (date of access: 21.10.2025).

250. Russell J. Preventing dance injuries: current perspectives. *Open access journal of sports medicine*. 2013. P. 199. URL: <https://doi.org/10.2147/oajsm.s36529> (date of access: 21.10.2025).

251. Eight weeks of eccentric training at long-muscle length increases fascicle length independently of adaptations in passive mechanical properties / B. Bizet et al. *Journal of applied physiology*. 2025. URL: <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00859.2024> (date of access: 21.10.2025).

252. Earl J. E. Gluteus medius activity during 3 variations of isometric single-leg stance. *Journal of sport rehabilitation*. 2005. Vol. 14, no. 1. P. 1–11. URL: <https://doi.org/10.1123/jsr.14.1.1> (date of access: 21.10.2025).

253. Three-Dimensional motion analysis of lumbopelvic rhythm during trunk extension / M. Tojima et al. *Journal of human kinetics*. 2016. Vol. 50, no. 1. P. 53–62. URL: <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0141> (date of access: 21.10.2025).

254. Understanding the role of the primary somatosensory cortex: opportunities for rehabilitation / M. R. Borich et al. *Neuropsychologia*. 2015. Vol.

79. P. 246–255. URL: <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.07.007> (date of access: 21.10.2025).

255. Balance training enhances vestibular function and reduces overactive proprioceptive feedback in elderly / I. K. Wiesmeier et al. *Frontiers in aging neuroscience*. 2017. Vol. 9. URL: <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00273> (date of access: 21.10.2025).

256. Proprioceptive training and injury prevention in a professional men's basketball team / D. Riva та ін. *Journal of strength and conditioning research*. 2016. Т. 30, № 2. С. 461–475. URL: <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001097> (date of access: 21.10.2025).

257. Foam rolling for delayed-onset muscle soreness and recovery of dynamic performance measures / G. E. P. Pearcey et al. *Journal of athletic training*. 2015. Vol. 50, no. 1. P. 5–13. URL: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.1.01> (date of access: 21.10.2025).

258. Жарова І.О., Антонова Г.П. Вплив занять акробатикою на пілоні на фізичний стан жінок як підстава для розробки алгоритмів фізичної терапії. Мультидисциплінарний підхід у фізичній реабілітаційній медицині : зб. наук. пр.. Харків, 2025. Вип. 4. С. 100-102..

259. Жарова І.О., Антонова Г.П. Аргументація необхідності розробки реабілітаційних алгоритмів для спортсменів акробатики на пілоні: вирішення ризиків травматизму та м'язового дисбалансу. Сучасні тенденції спрямовані на збереження здоров'я людини : зб. наук. пр.. Харків, 2025. Вип. 6. С. 241..

260. Jones S. D., Safran M. R. Current concepts: the kinetic chain / hip / core and its relation to the overhead athlete. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jse.2023.10.009> (date of access: 21.10.2025).

261. Effect of motor control and strengthening exercises on pain, function, strength and the range of motion of patients with shoulder impingement syndrome / Y. H. Bae et al. *Journal of physical therapy science*. 2011. Vol. 23, no. 4. P. 687–692. URL: <https://doi.org/10.1589/jpts.23.687> (date of access: 21.10.2025).

262. Lauersen J. B., Andersen T. E., Andersen L. B. Strength training as superior, dose-dependent and safe prevention of acute and overuse sports injuries: a systematic review, qualitative analysis and meta-analysis. *British journal of sports medicine*. 2018. Vol. 52, no. 24. P. 1557–1563. URL: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099078> (date of access: 21.10.2025).

263. Morris C. E., Bonnefin D., Darville C. The Torsional Upper Crossed Syndrome: A multi-planar update to Janda's model, with a case series introduction of the mid-pectoral fascial lesion as an associated etiological factor. *Journal of bodywork and movement therapies*. 2015. Vol. 19, no. 4. P. 681–689. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2015.08.008> (date of access: 21.10.2025).

264. A comparative study on shoulder rotational strength, range of motion and proprioception between the throwing athletes and non-athletic persons / A. Nodehi-Moghadam et al. *Asian journal of sports medicine*. 2012. Vol. 4, no. 1. URL: <https://doi.org/10.5812/asjasm.34528> (date of access: 21.10.2025).

265. Relationship between interlimb asymmetries and performance variables in adolescent tennis players / O. Villanueva-Guerrero et al. *Life*. 2024. Vol. 14, no. 8. P. 959. URL: <https://doi.org/10.3390/life14080959> (date of access: 21.10.2025).

266. The calculation, thresholds and reporting of inter-limb strength asymmetry: a systematic review / A. O. Parkinson et al. *Journal of sports science and medicine*. 2021. P. 594–617. URL: <https://doi.org/10.52082/jssm.2021.594> (date of access: 21.10.2025).

267. Sports experience changes the neural processing of action language / S. L. Beilock et al. *Proceedings of the national academy of sciences*. 2008. Vol. 105, no. 36. P. 13269–13273. URL: <https://doi.org/10.1073/pnas.0803424105> (date of access: 21.10.2025).

268. Terré M., Solana-Tramunt M. Muscle recruitment and asymmetry in bilateral shoulder injury prevention exercises: a cross-sectional comparison between tennis players and non-tennis players. *Healthcare*. 2025. Vol. 13, no. 10. P. 1153. URL: <https://doi.org/10.3390/healthcare13101153> (date of access: 21.10.2025).

269. Nakazawa K. Brain reorganization and neural plasticity in elite athletes with physical impairments. *Exercise and sport sciences reviews*. 2022. Publish Ahead of Print. URL: <https://doi.org/10.1249/jes.0000000000000288> (date of access: 21.10.2025).

270. The acquisition of skilled motor performance: fast and slow experience-driven changes in primary motor cortex / A. Karni et al. *Proceedings of the national academy of sciences*. 1998. Vol. 95, no. 3. P. 861–868. URL: <https://doi.org/10.1073/pnas.95.3.861> (date of access: 21.10.2025).

271. Medina McKeon J. M., McKeon P. O., Nedimyer A. K. Sports injury epidemiology: foundation of evidence of, by, and for athletic trainers. *Journal of athletic training*. 2021. Vol. 56, no. 7. P. 606–615. URL: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-625-20> (date of access: 21.10.2025).

272. Антонова Г. П. Вплив акробатики на пілоні на фізичний та психоемоційний стан спортсменів. Сучасні тенденції спрямовані на збереження здоров'я людини : зб. наук. пр. Харків, 2023. Вип. 4. С. 164–167. URL: <https://emed.library.gov.ua/wp-content/uploads/tainacan-items/438/20002/Suchasni-tendentsii-spriamovani-na-zberezhennia-zdorovia-liudyny-20-21.04.2023.pdf>

273. Epidemiology of overuse and acute injuries among competitive collegiate athletes / J. Yang et al. *Journal of athletic training*. 2012. Vol. 47, no. 2. P. 198–204. URL: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.2.198> (date of access: 21.10.2025)

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Жарова І., Антонова Г. Аналіз травматизму та розвитку порушень опорно-рухового апарату у спортсменок, які спеціалізуються в акробатиці на пілоні. *Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія*. 2023. № 2. С. 17–23. DOI: <https://doi.org/10.32652/spmed.2023.2.17-23> Фахове видання України. *Особистий внесок здобувача полягає в організації та проведенні досліджень, обробці і аналізі результатів. Внесок Жарової І. полягає у науковому консультуванні, допомозі у плануванні досліджень та оформленні статті.*

2. Антонова Г. П. Дослідження причин, частоти та локалізації травм у спортсменів в акробатиці на пілоні. *Експериментальна і клінічна медицина*. 2023. Т. 92, № 1. С. 71–81. DOI: <https://doi.org/10.35339/ekm.2023.92.1.ant> Фахове видання України.

3. Жарова І. О., Антонова Г. П. Асиметрія м'язів у жінок, які займаються акробатикою на пілоні: результати дослідження методом міографії. *Експериментальна і клінічна медицина*. 2024. Т. 93, № 2. С. 58–69. DOI: <https://doi.org/10.35339/ekm.2024.93.2.zap> Фахове видання України. *Особистий внесок здобувача полягає у виявленні проблеми, мети та завдань досліджень, опрацюванні результатів досліджень та формулюванні висновків. Внесок співавторки Жарової І. О. полягає у науковому консультуванні, методичній підтримці при формулюванні завдань та висновків дослідження та оформленні статті.*

4. Жарова І. О., Антонова Г. П. Вплив тренувань з акробатики на пілоні на структурні та функціональні зміни у м'язах жінок-спортсменок. *Експериментальна і клінічна медицина*. 2024. Т. 93, № 4. С. 33–

39. DOI: <https://doi.org/10.35339/ekm.2024.93.4.zan> Фахове видання України. *Особистий внесок здобувача полягає у визначенні стану наукової проблеми, аналізі науково-методичної літератури, проведенні дослідження та інтерпретації отриманих даних. Внесок співавторки Жарової І. О. полягає у науковому консультуванні та визначенні дизайну дослідження.*

5. Zharova I. O., Antonova H. P. Electromyographic indicators investigation in female athletes engaged in pole acrobatics. *Intercollegas*. 2025. Vol. 12, No. 1. P. 22–29. DOI: <https://doi.org/10.35339/ic.2025.12.1.zan> Фахове видання України. *Здобувачеві належить безпосередня участь у визначенні мети та завдань дослідження, обґрунтуванні етапів його проведення, аналізі отриманих даних. Внесок співавторки (Zharova I. O.) полягає у науковому консультуванні, допомозі в обґрунтуванні етапів дослідження та оформленні статті.*

6. Жарова І. О., Антонова Г. П. Дослідження асиметрії силових показників у спортсменок в акробатиці на пілоні: аналіз результатів вимірювання на апараті Back-Check. *Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія*. 2025. № 1. С. 13–19. DOI: <https://doi.org/10.32782/spmed.2025.1.2> Фахове видання України. *Особистий внесок здобувача полягає в організації досліджень, виявленні проблеми та формуванні висновків. Внесок співавторки Жарової І. О. полягає у науковому консультуванні, допомозі у виявленні проблеми дослідження та оформленні статті.*

7. Жарова І. О., Антонова Г. П. Асиметрія постави у спортсменок, що займаються акробатикою на пілоні: дослідження методом візуального скринінгу. *Експериментальна і клінічна медицина*. 2025. Т. 94, № 2. С. 66–78. DOI: <https://doi.org/10.35339/ekm.2025.94.2.zan> Фахове видання України. *Особистий внесок здобувача полягає в організації та проведенні дослідження, обробці і аналізі результатів. Внесок співавторки Жарової І. О. полягає у науковому консультуванні та у допомозі при інтерпретації результатів дослідження.*

8. Zharova I. O., Antonova H. P. Questionnaire-based assessment for monitoring the condition of female pole-acrobatics athletes: clusterandcorrelationanalyses. *Intercollegas*. 2025. Vol. 12, No. 2. P. 6–20. DOI: <https://doi.org/10.35339/ic.2025.12.2.zan> Фахове видання України. *Особистий внесок здобувача полягає в організації дослідження, виявленні проблеми, інтерпретації результатів дослідження та формуванні висновків. Внесок співавтора (Zharova I. O.) полягає у науковому консультуванні, допомозі в інтерпретації результатів та оформленні статті.*

9. Жарова І. О., Антонова Г. П. Вплив алгоритму фізичної терапії на суб'єктивну оцінку функціональних асиметрій спортсменок-акробатів на пілоні: пілотне дослідження. *Експериментальна і клінічна медицина*. 2025. Т. 94, № 3. С. 1–10. DOI: <https://doi.org/10.35339/ekm.2025.94.3.zan> Фахове видання України. *Особистий внесок здобувача полягає у визначенні стану наукової проблеми, аналізі науково-методичної літератури, інтерпретації отриманих даних. Внесок співавтора Жарової І. О. полягає у науковому консультуванні, методичній допомозі в аналізі літератури та оформленні статті.*

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

10. Антонова Г. П. Вплив акробатики на пілоні на фізичний та психоемоційний стан спортсменів. *Сучасні тенденції спрямовані на збереження здоров'я людини: матеріали IV наук.-практ. internet-конф. міжнар. участю, м. Харків, 20–21 квіт. 2023 р.* Зб. наук. праць. Вип. 4. С. 164–167. Харків, 2023. URL: <http://dspace.nuph.edu.ua/handle/123456789/30319>

11. Антонова Г. П. Асиметрії у розвитку м'язових груп серед жінок-спортсменок, які займаються акробатикою на пілоні: реабілітаційний аспект. *Мультидисциплінарний підхід у фізичній реабілітаційній медицині* : матеріали III Всеукр. конф., м. Харків, 24 трав. 2024р. Зб. наук. праць. Вип. 3. С. 52–54. Харків, 2024. URL: <http://dspace.nuph.edu.ua/handle/123456789/33287>

12. Жарова І. О., Антонова Г. П. Вплив занять акробатикою на пілоні на фізичний стан жінок як підстава для розробки алгоритмів фізичної терапії.

Мультидисциплінарний підхід у фізичній реабілітаційній медицині : матеріали IV Всеукр. конф., м. Харків, 28 берез. 2025р. Зб. наук. праць. Вип. 4. С. 100–102. Харків, 2025. URL: <http://dspace.nuph.edu.ua/handle/123456789/35191> *Особистий внесок здобувача полягає в організації та проведенні дослідження, обробці й аналізі результатів.*

13. Zharova I.O., Antonova H.P. Justifying the need for developing rehabilitation algorithms for pole acrobatics athletes: addressing injury risks and muscular imbalances. *Сучасні тенденції спрямовані на збереження здоров'я людини*: матеріали VI наук.-практ. internet-конф. з міжнар. участю, м. Харків, 24–25 квіт. 2025 р. Зб. наук. праць. Вип. 6. С. 241–245. Харків, 2025. URL: <http://dspace.nuph.edu.ua/handle/123456789/35224> *Здобувачеві належить безпосередня участь у визначенні мети та завдань дослідження, обґрунтуванні етапів його проведення, аналізі отриманих даних.*

ДОДАТОК Б

ВІДОМОСТІ ПРО АПРОБАЦІЮ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

№ з/п	Назва конференції, конгресу, симпозіуму	Місце та дата проведення	Форма участі
1.	Всеукраїнська науково-практична internet-конференція «Сучасні тенденції, спрямовані на збереження здоров'я людини»	м. Харків, 20–21 квітня 2023	Доповідь та публікація
2.	Всеукраїнська конференція «Мультидисциплінарний підхід у фізичній реабілітаційній медицині»	м. Харків, 24 травня 2024	Доповідь та публікація
3.	Всеукраїнська конференція «Мультидисциплінарний підхід у фізичній реабілітаційній медицині»	м. Харків, 28 березня 2025	Доповідь та публікація
4.	Всеукраїнська науково-практична internet-конференція «Сучасні тенденції, спрямовані на збереження здоров'я людини»	м. Харків, 24–25 квітня 2025	Доповідь та публікація

ДОДАТОК В

АКТ

впровадження результатів наукових досліджень у практику
Pole&Fitness Studio «Super Nova»

м.Київ

03.12.2024р.

Ми, ті, що підписалися нижче, склали цей акт про те, що виконавець теми «Корекція порушень опорно-рухового апарату спортсменів в акробатиці на пілоні засобами фізичної терапії» Антонова Ганна Павлівна за результатами роботи, виконаної протягом 2022–2024 рр. відповідно до Плану науково-дослідної роботи Національного університету фізичного виховання і спорту України на 2021–2025 рр. за темою 4.2 «Відновлення функціональних можливостей, діяльності та участі осіб різних позологічних, професійних та вікових груп» (номер державної реєстрації 0121U107926), внесла у практику такі рекомендації та пропозиції:

Назва пропозиції, форма впровадження і коротка характеристика	Наукова новизна та її значення, рекомендації з подальшого використання	Ефект від впровадження
<p>Назва пропозиції: «Алгоритм профілактики та корекції порушень опорно-рухового апарату із рекомендаціями щодо організації тренувального процесу спортсменів, які займаються акробатикою на пілоні».</p> <p>Форма впровадження: Методичні та практичні рекомендації.</p> <p>Переваги над аналогами: Аналоги у світовій практиці відсутні.</p>	<p>Наукова новизна:</p> <ul style="list-style-type: none"> Вперше проведено комплексне дослідження впливу акробатики на пілоні на стан опорно-рухового апарату спортсменів. Розроблено рекомендації з оптимізації тренувального процесу для мінімізації ризику травм та негативного впливу асиметричних навантажень. Створено алгоритм фізичної терапії для профілактики та корекції порушень опорно-рухового апарату у спортсменів, які займаються акробатикою на пілоні. <p>Рекомендації: результати досліджень можуть використовуватися у сфері фізичної культури і спорту, зокрема, для покращення фізичного стану та зниження травматизації спортсменів, а також при розробці індивідуальних та групових тренувальних програм, із орієнтацією на ефективні методи фізичної терапії для реабілітації спортсменів.</p>	<p>Впроваджені рекомендації та алгоритм фізичної терапії дозволили створити новий підхід до тренувальних програм, спрямований на корекцію порушень опорно-рухового апарату спортсменів, які займаються акробатикою на пілоні. Це також дало змогу переглянути й оптимізувати програму навантажень, зробивши її більш ефективною та безпечною для опорно-рухового апарату, що сприяло зниженню ризику травматизації та покращенню фізичного стану спортсменів.</p>

Автор розробки:

Аспірантка кафедри фізичної терапії та ерготерапії

Ганна АНТОНОВА

Представник НУФВСУ:

Проректор з науково-педагогічної роботи

Ольга БОРИСОВА

Представники спорт студії, де виконувалось впровадження:

Керівник студії «Super Nova»

Ярослав ЗАДОРЖНИЙ

Тренер студії «Super Nova»

Гліб ШОВКОВИЙ



ДОДАТОК Г

АКТ

впровадження результатів наукових досліджень у практику
фітнес-центру «Planet Fitness»

м.Київ

25.06.2025р.

Ми, ті, що підписалися нижче, склали цей акт про те, що виконавець теми «Корекція порушень опорно-рухового апарату спортсменів в акробатиці на пілоні засобами фізичної терапії» Антонова Ганна Павлівна за результатами роботи, виконаної протягом 2022–2024 рр. відповідно до Плану науково-дослідної роботи Національного університету фізичного виховання і спорту України на 2021–2025 рр. за темою 4.2 «Відновлення функціональних можливостей, діяльності та участі осіб різних нозологічних, професійних та вікових груп» (номер державної реєстрації 0121U107926), внесла у практику такі рекомендації та пропозиції:

Назва пропозиції, форма впровадження і коротка характеристика	Наукова новизна та її значення, рекомендації з подальшого використання	Ефект від впровадження
<p><i>Назва пропозиції:</i> «Алгоритм профілактики та корекції порушень опорно-рухового апарату із рекомендаціями щодо організації тренувального процесу спортсменів, які займаються акробатикою на пілоні».</p> <p><i>Форма впровадження:</i> Методичні та практичні рекомендації.</p> <p><i>Переваги над аналогами:</i> Аналоги у світовій практиці відсутні.</p>	<p><i>Наукова новизна:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Вперше проведено комплексне дослідження впливу акробатики на пілоні на стан опорно-рухового апарату спортсменів. Розроблено рекомендації з оптимізації тренувального процесу для мінімізації ризику травм та негативного впливу асиметричних навантажень. Створено алгоритм фізичної терапії для профілактики та корекції порушень опорно-рухового апарату у спортсменів, які займаються акробатикою на пілоні. <p><i>Рекомендації:</i> результати досліджень можуть використовуватися у сфері фізичної культури і спорту, зокрема, для покращення фізичного стану та зниження травматизації спортсменів, а також при розробці індивідуальних та групових тренувальних програм, із орієнтацією на ефективні методи фізичної терапії для реабілітації спортсменів.</p>	<p>Впроваджені рекомендації та алгоритм фізичної терапії дозволили створити новий підхід до тренувальних програм, спрямований на корекцію порушень опорно-рухового апарату спортсменів, які займаються акробатикою на пілоні. Це також дало змогу переглянути й оптимізувати програму навантажень, зробивши її більш ефективною та безпечною для опорно-рухового апарату, що сприяло зниженню ризику травматизації та покращенню фізичного стану спортсменів.</p>

Автор розробки:

Аспірантка кафедри фізичної терапії та ерготерапії

Ганна АНТОНОВА

Представник НУФВСУ:

Проректор з науково-педагогічної роботи

Ольга БОРИСОВА

Представник установи, де виконувалось впровадження:

Керівник фітнес-студії «Planet Fitness»

Олександр НІКАНОРОВ



ДОДАТОК Д

АКТ

впровадження результатів наукових досліджень у практику
Центру фізичної терапії «Олімпійський»

м.Київ

25.06.2025р.

Ми, ті, що підписалися нижче, склали цей акт про те, що виконавець теми «Корекція порушень опорно-рухового апарату спортсменів в акробатиці на пілоні засобами фізичної терапії» Антонова Ганна Павлівна за результатами роботи, виконаної протягом 2022–2025 рр. відповідно до Плану науково-дослідної роботи Національного університету фізичного виховання і спорту України на 2021–2025 рр. за темою 4.2 «Відновлення функціональних можливостей, діяльності та участі осіб різних нозологічних, професійних та вікових груп» (номер державної реєстрації 0121U107926), внесла у практику такі рекомендації та пропозиції:

Назва пропозиції, форма впровадження і коротка характеристика	Наукова новизна та її значення, рекомендації з подальшого використання	Ефект від впровадження
<p>Назва пропозиції: «Алгоритм профілактики та корекції порушень опорно-рухового апарату із рекомендаціями щодо організації тренувального процесу спортсменів, які займаються акробатикою на пілоні».</p> <p>Форма впровадження: Методичні та практичні рекомендації.</p> <p>Переваги над аналогами: Аналоги у світовій практиці відсутні.</p>	<p>Наукова новизна:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Вперше проведено комплексне дослідження впливу акробатики на пілоні на стан опорно-рухового апарату спортсменів. • Розроблено рекомендації з оптимізації тренувального процесу для мінімізації ризику травм та негативного впливу асиметричних навантажень. • Створено алгоритм фізичної терапії для профілактики та корекції порушень опорно-рухового апарату у спортсменів, які займаються акробатикою на пілоні. <p>Рекомендації: результати досліджень можуть використовуватися у сфері фізичної культури і спорту, зокрема, для покращення фізичного стану та зниження травматизації спортсменів, а також при розробці індивідуальних та групових тренувальних програм, із орієнтацією на ефективні методи фізичної терапії для реабілітації спортсменів.</p>	<p>Впроваджені рекомендації та алгоритм фізичної терапії дозволили створити новий підхід до тренувальних програм, спрямований на корекцію порушень опорно-рухового апарату спортсменів, які займаються акробатикою на пілоні. Це також дало змогу переглянути й оптимізувати програму навантажень, зробивши її більш ефективною та безпечною для опорно-рухового апарату, що сприяло зниженню ризику травматизації та покращенню фізичного стану спортсменів.</p>

Автор розробки:

Аспірантка кафедри фізичної терапії та ерготерапії

Ганна АНТОНОВА

Представник НУФВСУ:

Проректор з науково-педагогічної роботи

Ольга БОРИСОВА

Представник установи, де виконувалось впровадження:Головний фізичний терапевт
Центру фізичної терапії «Олімпійський»

Олександр ІВАНЧЕНКО



ДОДАТОК Е

АКТ

**впровадження результатів наукових досліджень в освітній процес кафедри фізичної
терапії та ерготерапії
Національного університету фізичного виховання і спорту України**

м.Київ

26.06.2025р.

Ми, ті, що підписалися нижче, склали цей акт про те, що виконавець теми Антонова Ганна Павлівна за результатами роботи, виконаної протягом 2022–2025 рр. відповідно до Плану науково-дослідної роботи Національного університету фізичного виховання і спорту України на 2021–2025 рр. за темою 4.2 «Відновлення функціональних можливостей, діяльності та участі осіб різних нозологічних, професійних та вікових груп» (номер державної реєстрації 0121U107926), внесла у практику такі рекомендації та пропозиції:

<i>Назва пропозиції, форма впровадження і коротка характеристика</i>	<i>Наукова новизна та її значення, рекомендації з подальшого використання</i>	<i>Ефект від впровадження</i>
<p><i>Назва пропозиції:</i> «Алгоритм профілактики та корекції порушень опорно-рухового апарату із рекомендаціями щодо організації тренувального процесу спортсменів, які займаються акробатикою на пілоні»</p> <p><i>Форма впровадження</i> — методичні та практичні рекомендації щодо вдосконалення змісту дисципліни «ФТ, ЕТ при травмах у спортсменів», які були інтегровані в освітній процес кафедри фізичної терапії та ерготерапії при підготовці здобувачів першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 17 — Терапія та реабілітація.</p> <p><i>Переваги над аналогами:</i> У світовій практиці подібні алгоритми відсутні.</p>	<p><i>Наукова новизна:</i> Вперше проведено комплексне дослідження впливу акробатики на пілоні на стан опорно-рухового апарату спортсменів. На основі результатів розроблено алгоритм фізичної терапії для профілактики та корекції порушень, а також рекомендації з організації тренувального процесу, орієнтованого на безпечне та ефективне навантаження.</p> <p><i>Рекомендації:</i> Рекомендовано до використання у навчальному процесі з дисциплін напряму фізичної терапії для студентів спеціальності 17 — Терапія та реабілітація, з метою підвищення якості професійної підготовки майбутніх фахівців.</p>	<p>Матеріали дослідження були впроваджені під час проведення практичних занять з дисципліни «ФТ, ЕТ при травмах у спортсменів» із здобувачами першого (бакалаврського) рівня освіти.</p> <p>Впровадження результатів сприяло поглибленню теоретичних знань студентів щодо особливостей впливу асиметричних навантажень у спорті, формуванню вмінь аналізувати типові дисфункції опорно-рухового апарату та застосовувати алгоритми фізичної терапії з урахуванням специфіки виду спорту. Студенти отримали практичні навички модифікації тренувальних програм з позицій фізичної терапії та принципів профілактики.</p>

Автор розробки:

аспірантка кафедри фізичної терапії та ерготерапії

Ганна АНТОНОВА

Представник НУФВСУ:

Проректор з навчально-методичної роботи

Оксана ШИНКАРУК

Завідувач кафедри фізичної терапії та ерготерапії НУФВСУ

Олена ЛАЗАРЄВА



ДОДАТОК Ж

Анкета для онлайн-анкетування (46 питань, n = 108) для вивчення епідеміології травматизму

Анкета: Досвід, Тренування та Безпека

Опитування для спортсменів, що займаються акробатикою на пілоні.

1. Ваше прізвище та ім'я (не відповідайте, якщо бажаєте пройти опитування анонімно)

2. В якій країні Ви займаєтесь акробатикою на пілоні?

3. В якому місті Ви займаєтесь акробатикою на пілоні?

44. Скільки Вам повних років?

4. Як довго Ви займаєтесь акробатикою на пілоні?

- Менше 6 місяців
- 6 місяців - 1 рік
- 1 - 3 роки
- 3 - 5 років
- Більше 5 років

5. Яким чином Ви отримуєте досвід у акробатиці на пілоні? (Оберіть всі релевантні)

- З тренером (групові заняття)
- З тренером (індивідуальні заняття)
- Самостійно (в залі)
- Онлайн-уроки / майстер-класи
- Інше

Продовження додатка Ж

6. Чи правда, що виконання вправ на пілоні на праву руку є для Вас більш зручним, ніж на ліву?

- Так, на праву значно зручніше
- Так, на праву трохи зручніше
- Ні, однаково зручно
- Ні, на ліву трохи зручніше
- Ні, на ліву значно зручніше

7. Чи відчували Ви якісь болісні відчуття в суглобах, зв'язках або м'яких тканинах в результаті тренувань на пілоні?

- Так
- Ні

9. Який рівень володіння технікою виконання вправ на пілоні Ви маєте?

- Початковий (Beginner)
- Середній (Intermediate)
- Високий (Advanced)
- Професійний (Professional / Elite)

10. Скільки годин на тиждень ви займаєтесь акробатикою на пілоні?

11. Як часто ви отримуєте травми під час виконання вправ на пілоні?

- Дуже часто
- Часто
- Іноді
- Рідко
- Ніколи не травмувався(-лась)

Продовження додатка Ж

12. Які саме травми ви отримували під час тренувань на пілоні? (напр., розтягнення зв'язок плеча, забій ребер, синець...)

13. Яким чином ви лікували свої травми? (Оберіть всі релевантні)

- Відпочинок / Зниження навантаження
- Звернення до лікаря (травматолог, ортопед)
- Фізіотерапія / Реабілітація
- Самолікування (мазі, компреси, знеболюючі)
- Інше (напр., масаж, мануальна терапія)

14. Які частини тіла ви травмували виконуючи травми на пілоні? (Оберіть всі релевантні)

- | | | |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Плечі | <input type="checkbox"/> Зап'ястя | <input type="checkbox"/> Лікті |
| <input type="checkbox"/> Спина (поперек) | <input type="checkbox"/> Спина (грудний відділ / лопатки) | <input type="checkbox"/> Ребра / Грудна клітина |
| <input type="checkbox"/> Стегна / Таз | <input type="checkbox"/> Коліна | <input type="checkbox"/> Гомілкостоп / Стопи |
| <input type="checkbox"/> Шкіра (синці, опіки від тертя) | <input type="checkbox"/> Інше | |

15. Що було причиною Вашої травми під час тренування? (Оберіть основні)

- Недостатня розминка
- Втома / Перетренованість
- Неправильна техніка виконання
- Зісковзування (недостатнє щеплення)
- Випадковість / Невдалий рух
- Відсутність страховки
- Інше

Продовження додатка Ж

16. Під час виконання якого типу елементів на пілоні Ви отримали травму? (Оберіть основні)

- Динамічні крутки
- Динамічні трюки (переходи, обриви)
- Статичні силові елементи (утримання)
- Елементи на гнучкість (прогини, шпагати)
- Інше / Комбінація

17. Які заходи безпеки Ви використовуєте під час тренувань на пілоні? (Оберіть всі релевантні)

- Завжди використовую мат (краш-мат)
- Використовую магнезію / засоби для щеплення
- Прошу тренера або партнера підстрахувати
- Перевіряю стан пілону та його кріплення
- Регулярно протираю пілон
- Інше

18. Чи траплялися Вам випадки травм під час тренування на пілоні серед Ваших знайомих?

- Так
- Ні
- Не знаю / Не обговорювали

19. Перерву в тренуваннях якої тривалості Ви зазвичай робите після травм?

- Не роблю перерву, просто уникаю болісних рухів
- Кілька днів
- 1-2 тижні
- Близько місяця
- Більше місяця
- Не мав(-ла) травм, що потребували перерви

Продовження додатка Ж

20. Чи виконуєте Ви вправи, що потребують розкриття шпагату понад 180° (oversplits)?

- Так, регулярно
- Так, іноді
- Ні, ніколи

21. Чи маєте ви достатньо інформації щодо того, як запобігти травмам при заняттях акробатикою на пілоні?

- Так, маю достатньо
- Частково, хотілося б знати більше
- Ні, інформації бракує

22. Які заходи забезпечення безпеки, на Вашу думку, можуть бути вдосконалені в тренувальних залах?

Напр., кращі мати, кваліфікація тренерів, ...

23. Ви займаєтеся акробатикою на пілоні професійно, чи для власного задоволення?

- Для власного задоволення (хобі)
- Професійно (беру участь у змаганнях)
- Я - тренер / інструктор
- Інше

24. Як Ви оцінюєте рівень безпеки під час занять у тій залі, де Ви зазвичай займаєтеся?

- 5 - Дуже високий
- 4 - Високий
- 3 - Середній
- 2 - Низький
- 1 - Дуже низький

Продовження додатка Ж

25. Як часто ви виконуєте розминку перед початком занять акробатикою на пілоні?

- Завжди (повноцінна розминка)
- Майже завжди
- Іноді (роблю коротку розминку)
- Рідко / Тільки коли відчуваю потребу
- Майже ніколи

26. Як Ви оцінюєте рівень відповідальності Вашого тренера за Вашу безпеку?

- 5 - Дуже високий
- 4 - Високий
- 3 - Середній
- 2 - Низький
- 1 - Дуже низький
- Займаюся без тренера

27. Чи виконуєте Ви вправи на пілоні як на праву, так і на ліву руку під час тренувань?

- Так, завжди треную обидві сторони симетрично
- Намагаюся, але домінантна сторона виходить частіше
- Рідко, переважно треную домінантну (зручну) сторону
- Ні, треную тільки домінантну сторону

28. Як Ви оцінюєте своє вміння виконувати вправи на пілоні як на праву, так і на ліву руку?

- 5 - Однаково добре володію обома сторонами
- 4 - Є невелика різниця
- 3 - Різниця помітна
- 2 - Є велика різниця
- 1 - Вмію виконувати елементи лише на одну сторону

Продовження додатка Ж

29. Як Ви оцінюєте рівень кваліфікації Вашого тренера?

- 5 - Дуже високий
- 4 - Високий
- 3 - Середній
- 2 - Низький
- 1 - Дуже низький
- Займаюся без тренера

30. Чи маєте Ви проблеми з виконанням вправ на пілоні на менш комфортну для Вас руку?

- Так, значні проблеми (значно гірша техніка, сила)
- Так, невеликі проблеми (відчувається дискомфорт, але виконую)
- Практично не маю проблем
- Ні, обидві сторони однакові

31. Чи змінюєте Ви свою руку під час виконання вправ на пілоні?

- Так, регулярно змінюю (напр., в комбінаціях)
- Іноді, але переважно працюю на одній
- Ні, практично не змінюю

32. Чи відчуваєте Ви втому після тренувань на пілоні?

- Завжди, дуже сильну (іноді до виснаження)
- Зазвичай, приємну помірну втому
- Іноді, але не сильно
- Рідко / Майже не втомлююся

33. Чи траплялося у Вас зниження фізичної витривалості внаслідок тренувань на пілоні?

- Так (напр., через перетренованість)
- Ні, витривалість тільки зростає
- Не помічав(-ла) / Важко сказати

Продовження додатка Ж

34. Чи змінювався Ваш рівень стресу під час тренувань на пілоні?

- Так, значно зменшився
- Так, трохи зменшився
- Не змінився
- Підвищився (напр., через змагання, складні трюки)

35. Чи змінилася Ваша вага внаслідок тренувань на пілоні?

- Так, вага зменшилася
- Ні, вага не змінилася
- Так, вага збільшилася (напр., за рахунок м'язів)

36. Якими видами спортивної діяльності Ви займаєтесь, окрім акробатики на пілоні? (Поставте "-", якщо займаєтесь тільки спортом на пілоні)

Напр., стретчинг, йога, тренажерний зал...

37. Скільки годин на тиждень Ви займаєтесь іншими видами спорту?

38. Чи правда, що одна сторона вашого тіла більш розвинена фізично, ніж інша?

- Так, домінуюча сторона сильніша / м'язистіша
- Так, не домінуюча (опорна) сторона сильніша
- Ні, тіло розвинене симетрично
- Не знаю / Не помічав(-ла)

39. Які вправи на пілоні Ви виконуєте частіше ніж інші?

Напр., крутки, силові утримання, елементи на гнучкість...

Продовження додатка Ж

40. Чи продовжували Ви свої тренування після травм, не дочекавшись повного відновлення?

- Так, часто так роблю
- Так, було кілька разів
- Ні, завжди чекаю повного відновлення

41. Чи практикуєте Ви виконання силових підйомів (напр., з плеча, з підлоги)?

- Так, регулярно
- Іноді
- Ні, уникаю / не практикую

42. Як часто Ваші тренери наголошують на техніці виконання вправ і безпеці в ході занять?

- На кожному занятті
- Часто
- Іноді, коли бачать помилку
- Рідко / Майже ніколи
- Займаюся без тренера

43. Чи викликають у Вас почуття страху деякі види вправ на пілоні?

- Так, багато елементів (особливо динамічні/обриви)
- Так, деякі нові або складні елементи
- Ні, страху немає, є обережність

45. Наскільки точно Ви виконуєте рекомендації Вашого тренера щодо техніки та безпеки?

- 5 - Завжди точно і повною мірою
- 4 - Майже завжди, іноді можу "схитрувати"
- 3 - 50/50, залежить від настрою/втоми
- 2 - Рідко, часто роблю по-своєму
- 1 - Майже завжди ігнорую
- Займаюся без тренера

Продовження додатка Ж

46. Під час виконання якого саме елементу ви отримали травму? (Перерахуйте або поставте "-", якщо не травмувалися)

Надіслати відповіді

ДОДАТОК И

Спеціалізований 50-пунктний опитувальник

Анкета оцінки функціонального стану

Для жінок-спортсменів, що займаються акробатикою на пілоні.

Частина 1: Загальна інформація

Унікальний ідентифікатор (ID)

Вік (повних років)

Стаж занять (років)

Наприклад: '2.5' або '3'

Частина 2: Інструкція

1. Визначення домінантної сторони

Домінантною рукою вважатиметься та, якою ви зазвичай виконуєте тягу, вис, підтягування або активний контроль елемента на пілоні.
Недомінантна рука вважається опорною. **Домінантною ногою** вважатиметься нога тієї ж сторони.

Будь ласка, оберіть Вашу домінантну сторону:

Ліва Права

2. Шкала оцінювання

Оцініть кожне твердження нижче за шкалою від 1 до 10, де:

- 1 — зовсім не відчуваю
- 5 — відчуваю час від часу / помірно
- 10 — дуже сильно / постійно / чітко відчуваю

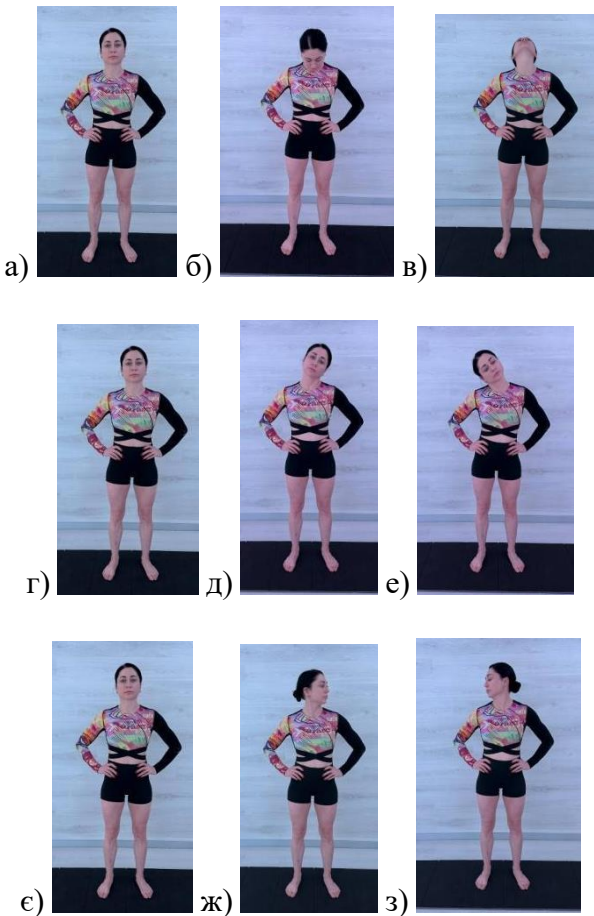
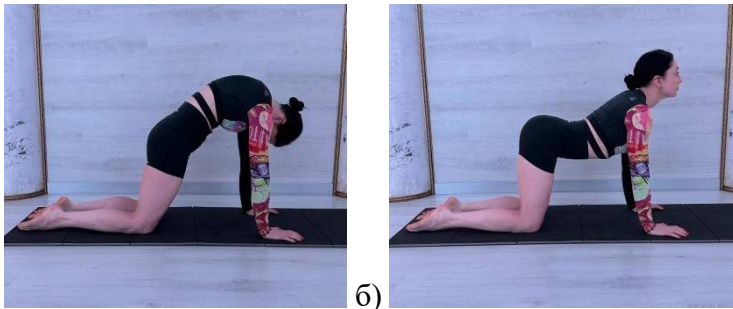
Продовження додатка И





36.	У нахилі вперед одна сторона хребта випинається сильніше.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
37.	Легке поколювання з'являється швидше на одній руці після вису.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
38.	Після короткого дотику шкіри відчуття проходить повільніше з одного боку.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
39.	Під час швидких змін хвату одна рука «відгукується» слабше.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
40.	Іноді сигнал до м'язів однієї з ніг доходить із затримкою.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
41.	Під час динамічних комбінацій одна сторона спини починає тремтіти швидше.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
42.	В ізометрії лопатка однієї руки неприємно «пульсує».	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
43.	Під час швидкого переходу з вису в упор один із грудних м'язів скорочується більш помітно.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
44.	Відчуваю спазми лише з одного боку попереку після підйомів ніг.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
45.	Одна нога здається «важчою» після тривалого сидіння.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
46.	У стійках на руках відчуваю більшу напругу м'язів однієї руки.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
47.	Під час стійки на руках легше тримати баланс на домінуючій стороні.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
48.	Після інтенсивного тренування одна сторона в зоні грудного м'язу здається об'ємнішою.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
49.	Під час асиметричних елементів з тягою й опорою одна з рук швидше втрачає стабільність.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
50.	Під час різкого підйому в елемент одна з рук рухається менш синхронно або уповільнено.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

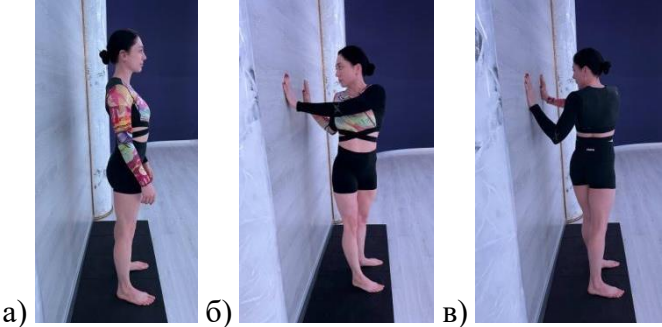

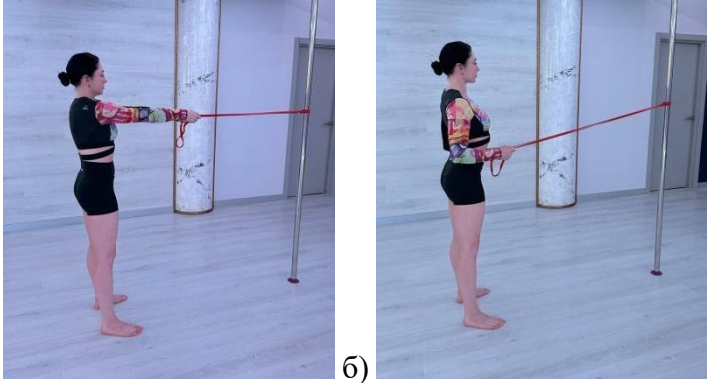
Надіслати відповіді

ДОДАТОК К

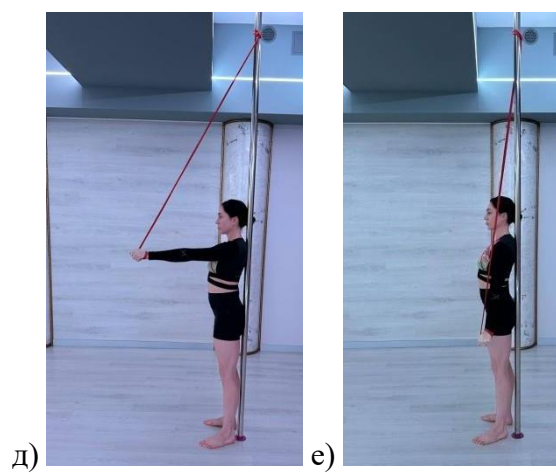
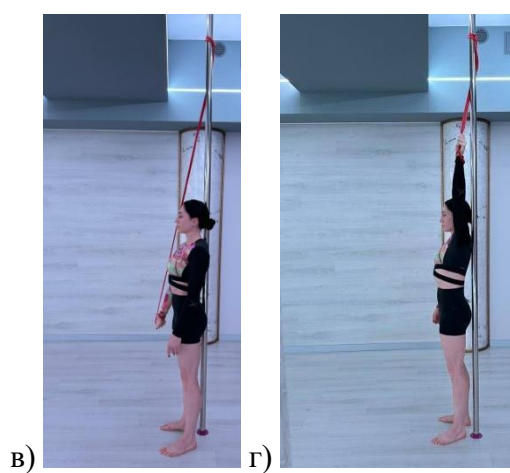
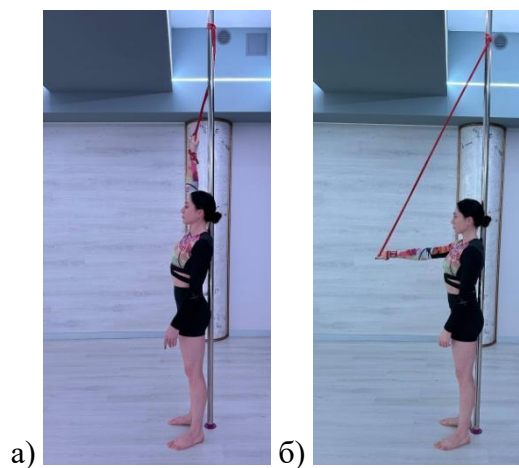
Каталог зображень вправ першого етапу програми фізичної терапії

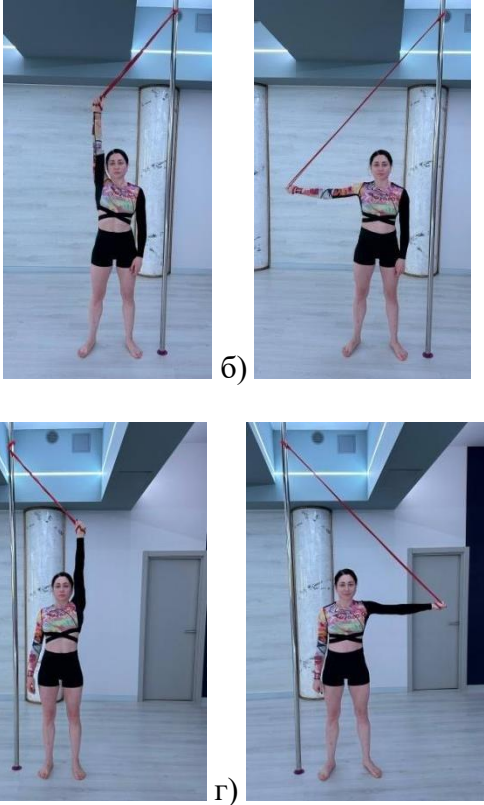
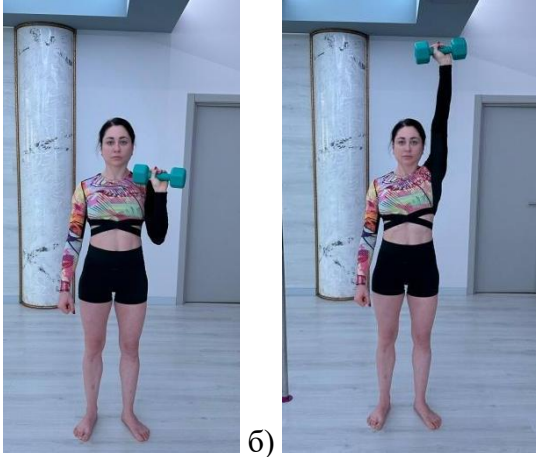
Програма фізичної терапії: Етап 1 (Підготовчо-адаптаційний, 2 тижні)	
Назва вправи	Фотоілюстрації вправ
Підготовча фаза (розминка)	
1. Мобілізація шийного відділу хребта	 <p>а) б) в) г) д) е) є) ж) з)</p>
2. «Кішка-Корова»	 <p>а) б)</p>
3. Розтягнення грудного м'яза	

	
4. Мобілізація грудного відділу на четвереньках	
5. Ротаційна мобілізація грудного відділу («Thread the Needle»)	<p data-bbox="786 1294 815 1330">a)</p>  <p data-bbox="786 1637 815 1673">б)</p> 

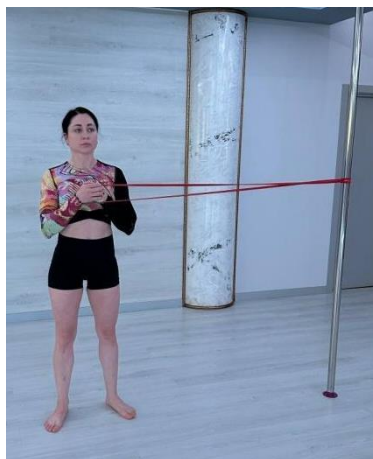
<p>6. Ротаційна вправа біля стіни</p>	 <p>а) б) в)</p>
<p>7. Вправа з йога- блоками біля пілону</p>	
<p>Блок 1. Корекція асиметрії</p>	
<p>8. Тяга з еспандером для середньої трапеїї</p>	 <p>а) б)</p>

9. Тяга еспандера
у сагітальній
площині



<p>10. Тяга еспандера у фронтальній площині</p>	 <p>a) б) в) г)</p>
<p>11. Жим гантели/гирі однією рукою</p>	 <p>a) б)</p>
<p>Блок 2. Стабілізація корпусу</p>	

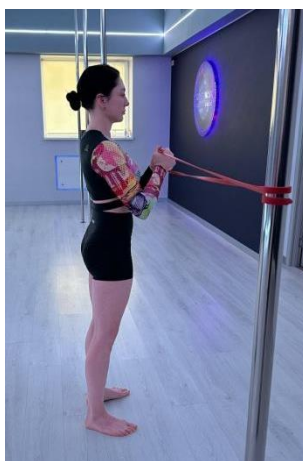
12. Жим Паллофа
(Paloof Press)



а)







б)



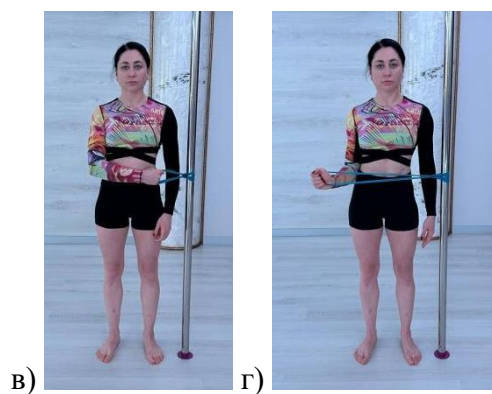
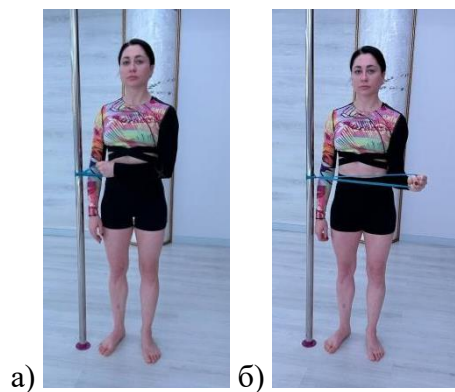
в)



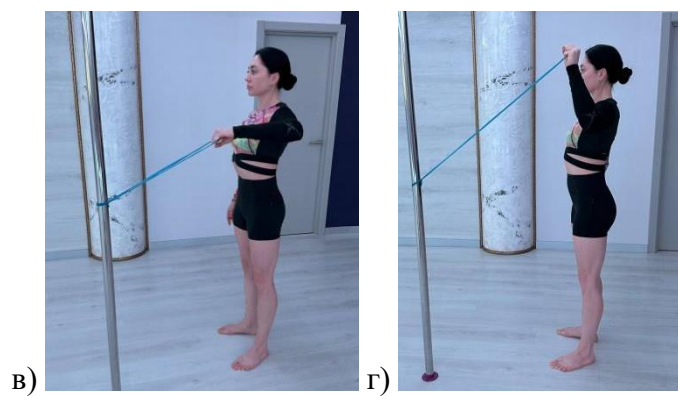
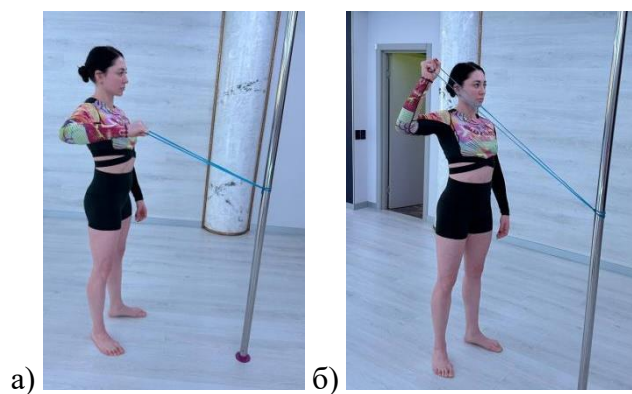
г)






<p>13. Планка з підняттям протилежної руки та ноги</p>	<p>а) </p> <p>б) </p>
<p>14. Бокова планка</p>	<p>а) </p> <p>б) </p>
<p>Блок 3. Зміцнення плечового поясу</p>	

15. Зовнішня
ротація плеча з
еспандером



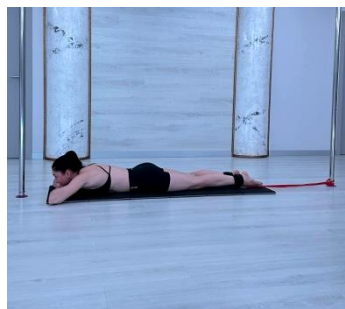
16. Зовнішня
ротація плеча у
відведенні 90°



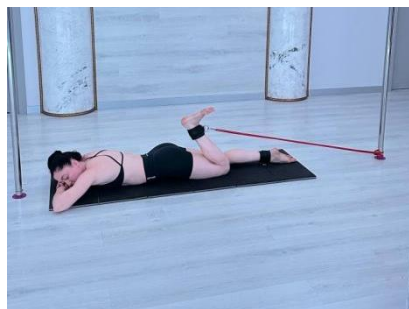
<p>17. Підйом рук вперед з гантелями (Front Raise)</p>	<p>a)  б)  в) </p>
<p>18. Відведення рук в сторони з гантелями (Lateral Raise)</p>	<p>a)  б) </p>
<p>Блок 4. М'язи нижніх кінцівок</p>	

19. Згинання ноги
лежачи з
еспандером (Prone
Leg Curl)

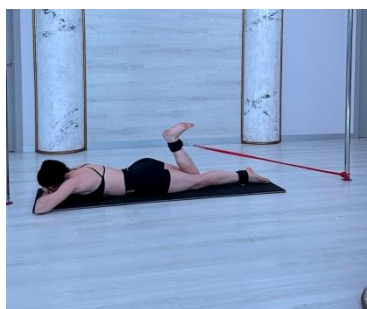
а)



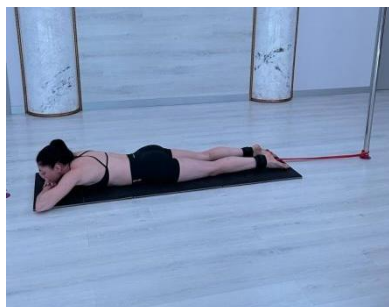
б)



в)



г)



20. Сідничний
місток

а)



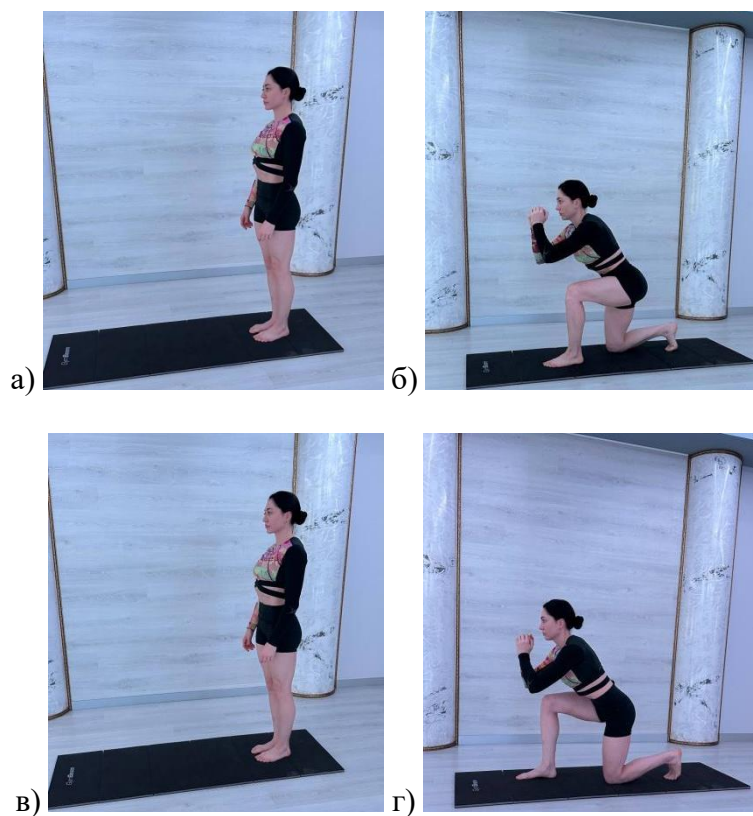
б)



21. Присідання



22. Випади



Блок 5. Пропрієцепція

23. Планка на
набланс-диску

а)



б)



в)

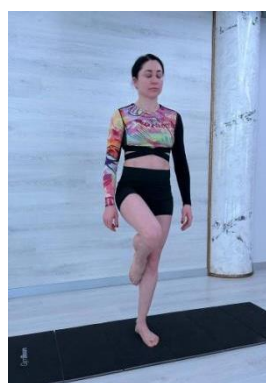


24. Сійка на
одній нозі із
заплющеними
очима

а)



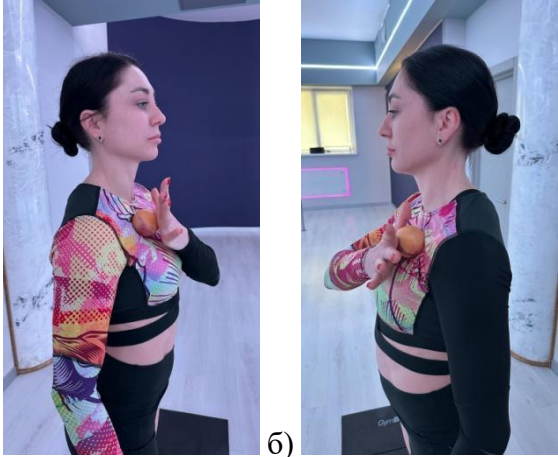
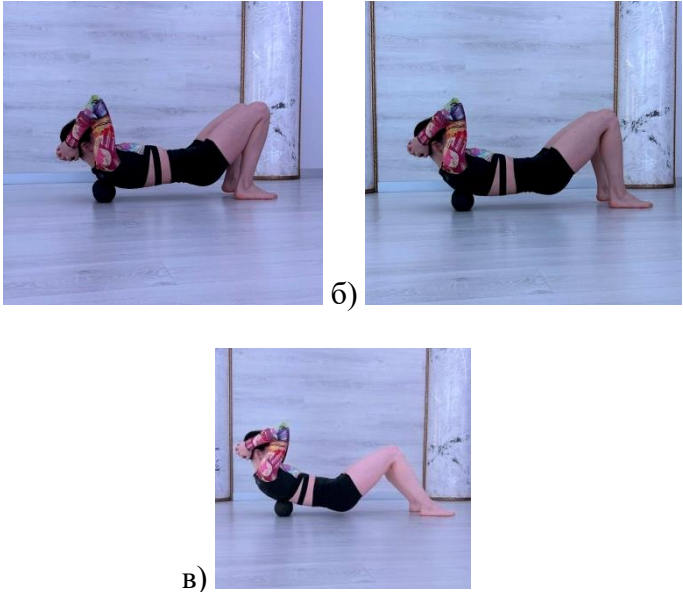
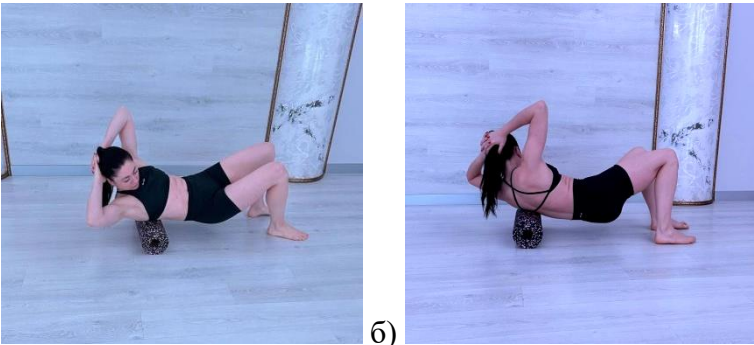
б)







25. Планка із
заплющеними
очима



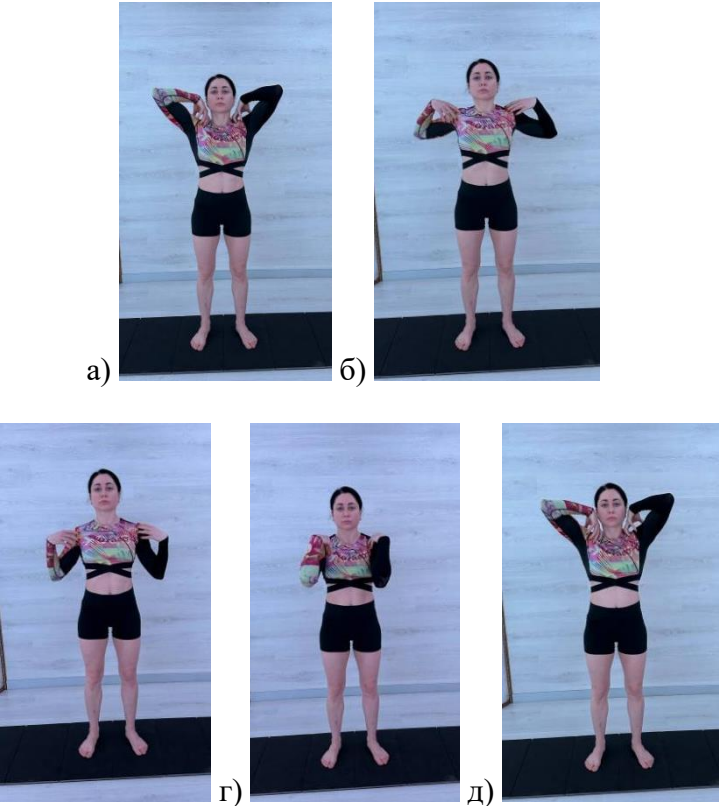
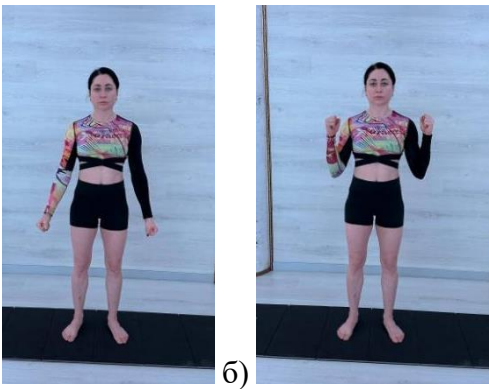
Блок 6. Міофасціальний реліз

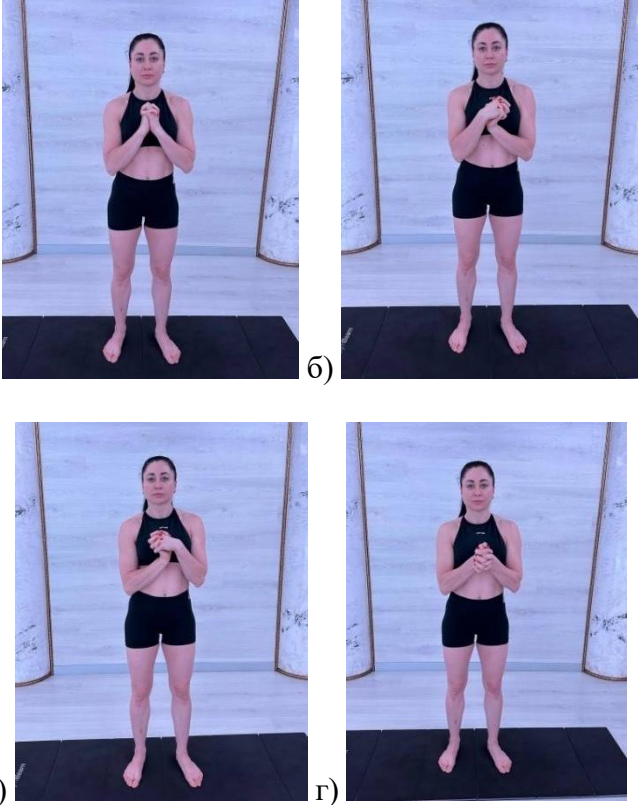




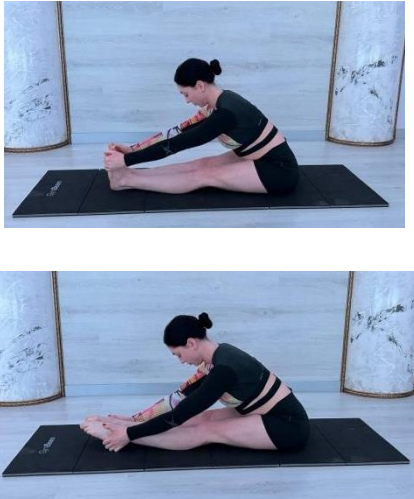


<p>26. МФР для грудного м'яза</p>	 <p>a) б)</p>
<p>27. МФР для трапеції</p>	 <p>a) б)</p> <p>в)</p>
<p>28. МФР для найширшого м'яза спини</p>	 <p>a) б)</p>

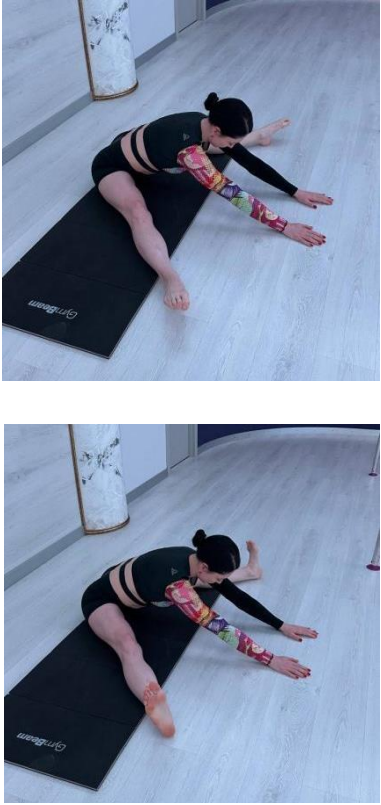

<p>29. МФР для сідничних м'язів</p>	<p>a) </p> <p>б) </p>
<p>30. МФР для задньої поверхні стегна</p>	<p>a) </p> <p>б) </p>




ДОДАТОК Л

**Каталог зображень вправ другого етапу програми фізичної терапії +
блок спеціалізованих вправ**





Програма фізичної терапії: Етап 2 (Корекційно-розвиваючий, 6 тижнів) – Загальні блоки	
Назва вправи	Фотоілюстрація вправ
Підготовча фаза (розминка)	
1. Мобілізація шийного відділу хребта	додаток Г, вправа 1
2. Активна мобілізація плечових суглобів	 <p>a) б)</p> <p>в) г) д)</p>
3. Активна мобілізація ліктьових суглобів	 <p>a) б)</p>

<p>4. Активна мобілізація кистевих суглобів</p>	 <p>a)  б) </p> <p>в)  г) </p>
<p>5. «Кішка-Корова»</p>	<p>додаток К, вправа 2</p>
<p>6. Мобілізація грудного відділу на четвереньках</p>	<p>додаток К, вправа 4</p>
<p>7. Вправа з йога-блоками біля пілону</p>	<p>додаток К, вправа 7</p>
<p>8. «Складка» сидючи, ноги разом</p>	 <p>a) </p> <p>б) </p>

<p>9. Широка складка сидючи</p>	 <p>a)</p> <p>б)</p>
<p>Блок 1. Корекція асиметрії</p>	
<p>10. Тяга з еспандером для середньої трапеції</p>	<p>додаток К, вправа 8</p>
<p>11. Тяга еспандера у сагітальній площині</p>	<p>додаток К, вправа 9</p>
<p>12. Тяга еспандера у фронтальній площині</p>	<p>додаток К, вправа 10</p>
<p>13. Жим гантелі/гіри однією рукою</p>	<p>додаток К, вправа 11</p>
<p>Блок 2. Стабілізація корпусу</p>	
<p>14. Жим Паллофа (Pallof Press)</p>	<p>додаток К, вправа 12</p>
<p>15. Планка з підняттям протилежної руки та ноги</p>	<p>додаток К, вправа 13</p>
<p>16. Бокова планка</p>	<p>додаток К, вправа 14</p>
<p>17. «Прес» Модифіковане скручування</p>	 <p>a)</p>

	 <p>б)</p>
18. «Човник»	 <p>а)</p>  <p>б)</p>
Блок 3. Зміцнення плечового поясу	
19. Зовнішня ротація плеча (класична)	додаток К, вправа 15
20. Зовнішня ротація плеча (у відведенні 90°)	додаток К, вправа 16
21. Підйом рук вперед з гантелями (Front Raise)	додаток К, вправа 17
22. Відведення рук в сторони з гантелями (Lateral Raise)	додаток К, вправа 18
Блок 4. М'язи нижніх кінцівок	
23. Присідання	додаток К, вправа 21
Блок 5. Пропріоцепція	
24. Планка на баланс-диску	додаток К, вправа 23
25. Стійка на одній нозі із заплющеними очима	додаток К, вправа 24
Блок 6. Міофасціальний реліз	

26. МФР для грудного м'яза	додаток К, вправа 26
27. МФР для трапеції	додаток К, вправа 27
28. МФР для найширшого м'яза спини	додаток К, вправа 28
29. МФР для сідничних м'язів	додаток К, вправа 29
30. МФР для задньої поверхні стегна	додаток К, вправа 30

Програма фізичної терапії: Етап 2 – Блок спеціалізованих вправ (виконується на недомінуючу сторону)	
Назва вправи	Фотоілюстрація вправ
31. «Каскад із розножек»	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>а)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>б)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>в)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>г)</p> </div> </div>

д)



е)



е)



ж)



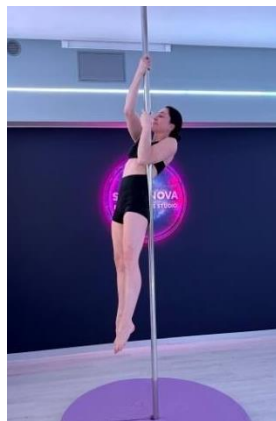
з)

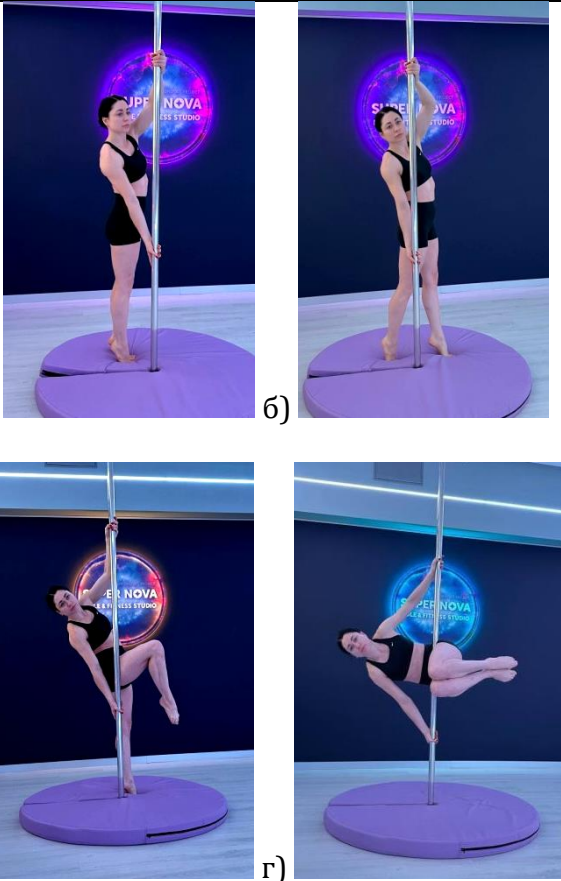
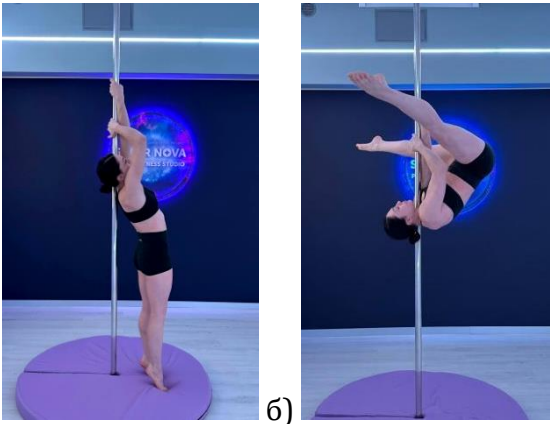
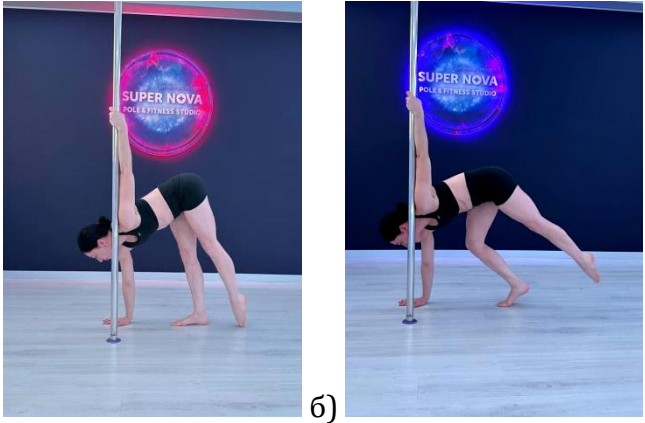





и)

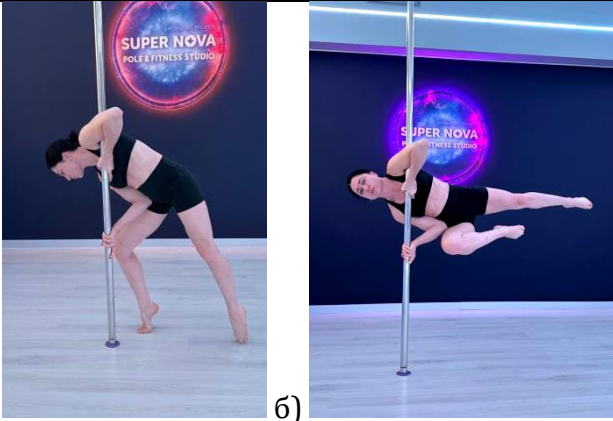









й)



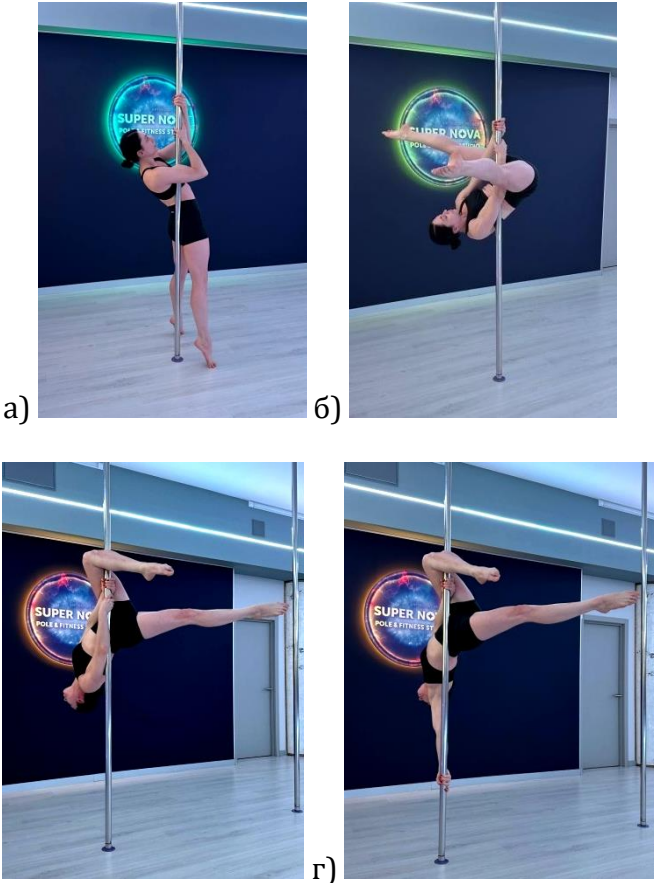



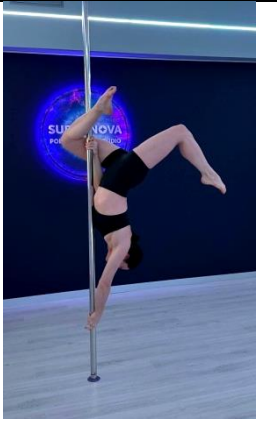






	 <p>a) б) в) г)</p>
33. «Шолдер»	 <p>a) б)</p>
34. «Стойка біля пілону»	 <p>a) б)</p>

	 <p data-bbox="703 562 735 595">в)</p> <p data-bbox="999 562 1031 595">г)</p>
<p data-bbox="268 898 421 1010">35. «Brass monkey» з підлоги</p>	 <p data-bbox="660 1133 692 1167">а)</p> <p data-bbox="991 1133 1023 1167">б)</p>
<p data-bbox="268 1563 501 1630">36. Баланс із «Brass monkey»</p>	
<p data-bbox="268 1921 469 2027">37. «Китайський прапорець»</p>	

	 <p>a) б)</p>
38. «Прапорець»	 <p>a) б)</p>
39. «Свічка»	 <p>a) б)</p>
40. Обертання «Пожежник»	 <p>a) б)</p>

	 <p>в) г)</p>  <p>д)</p>
<p>41. Обертання з вилітом</p>	 <p>а) б)</p>  <p>в) г)</p>

	 <p>д)</p>
42. «Тюльпан»	 <p>а) б)</p>
43. Комбінація «Скорпіон - стріла - бочка»	 <p>а) б) в) г)</p>

	<p>д) </p> <p>е) </p> <p>є) </p> <p>ж) </p> <p>з) </p> <p>и) </p> <p>і) </p> <p>ї) </p> <p>44. Комбінація «Шолдер -</p>
--	---

Прапор - Brass
Monkey»

а)



б)



в)



д)



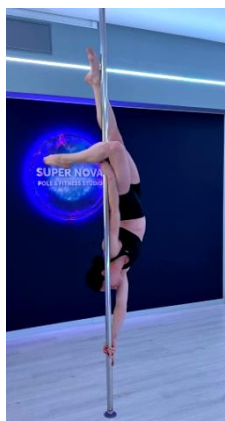
е)










е)



ж)

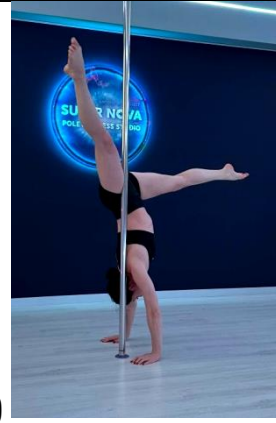


	 <p>з)</p>
<p>45. Комбінація «Вис на ближню ногу - стійка - схід»</p>	 <p>а)</p>  <p>б)</p>  <p>в)</p>  <p>г)</p>  <p>д)</p>  <p>е)</p>

е)



ж)



з)



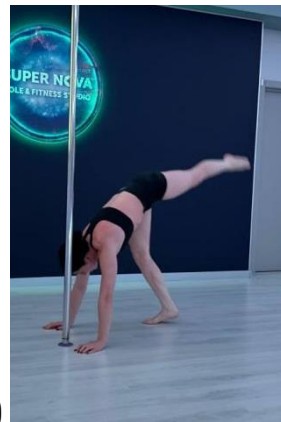
и)



й)



й)



ДОДАТОК М

**Підготовчо-адаптаційний етап програми фізичної терапії розрахований
на 2 тижні**

Фаза/Блок	Вправа	Техніка виконання	Дозування	Методичні вказівки
Підготовча фаза (розминка)	1. Мобілізація шийного відділу хребта	ВП: стоячи, ноги на ширині плечей, спина пряма. Плавні нахили голови вперед/назад, вліво/вправо та оберти зі сторони в сторону без компенсаторних рухів тулубом.	1 хв, 6–8 разів у кожному напрямку	Дихання рівне, спокійне. Темп повільний, рух плавний. Амплітуда до безболісної межі.
	2. «Кішка-Корова»	ВП: на четвереньках. На вдиху – прогин у грудному відділі, на видиху – заокруглення спини.	1 хв	Дихання рівне, спокійне. Вдих на фазу «Корова», видих на фазу «Кішка». Рух плавний, контрольований. Темп повільний. Амплітуда до 90 % від максимальної.
	3. Розтягнення грудного м'яза	ВП: стоячи у дверному прорізі, руки на косяках. Подача корпусу вперед до відчуття розтягнення.	1 хв (30 сек*2)	Дихання спокійне. Рух плавний. Темп повільний. Утримувати нейтральне положення попереку. Амплітуда до помірного натягу (4–5 балів із 10).
	4. Мобілізація грудного відділу на четвереньках	ВП: на четвереньках. Руки прямі, витягнуті вперед, грудною кліткою тягнемось до підлоги, прогинаючись у грудному відділі.	40 сек (20 сек*2)	Дихання рівне, спокійне. Рух плавний. Темп повільний. Таз нерухомий. Амплітуда до помірного натягу (4–5 балів із 10).
	5. Ротаційна мобілізація грудного відділу («Thread the Needle»)	ВП: на четвереньках. Одну руку просовуємо під опорною, плече цієї руки кладемо на підлогу. Протилежну руку	1 хв (30*2)	Дихання рівне, спокійне. Рух плавний, контрольований рух. Темп повільний. Таз залишається стабільним.

		тримаємо рівною та витягуємо за голову по діагоналі назад, виконтуємо ротацію тулуба догори.		Амплітуда до 80 % від максимальної з помірним відчуттям натягу в грудному відділі.
	6. Ротаційна вправа біля стіни	ВП: Стоячи спиною до стіни, п'яти на відстані власної стопи. Виконання ротації тулуба, намагаючись торкнутися стіни обома долонями.	1 хв	Дихання рівне, рух плавний, на 4 рахунки, видих на ротації. Стопи нерухомі, рух переважно у грудному відділі. Амплітуда до 70 % від безболісної, контроль стабільності попереку, помірний натяг у грудному відділі.
	7. Вправа з йога-блоками біля пілону	ВП: стоячи спиною до пілона, йога-блоки фіксуємо на рівні лопаток. Руки прямі, захоплюють пілон зверху за головою. Таз тягнемо в напрямку пілона.	40 сек	Дихання рівне, спокійне. Рух плавний, повільний. Амплітуда: розтягнення проводиться до суб'єктивного відчуття натягу середньої інтенсивності (4–5 балів із 10). Уникати надмірного прогину в попереку.
Блок 1. Корекція асиметрії	8. Тяга з еспандером для середньої трапеції	ВП: стоячи, еспандер закріплений спереду. Руки рівні витягнуті перед собою. Тяга еспандера до себе, зводячи лопатки.	1 хв 20 сек (20 повторень*1)	Видих на фазі тяги. Рух контрольований, виконання. Виконання на 4 рахунки. Опір еспандера 7–16 кг. Акцент на зведенні лопаток. Не піднімати плечі. Амплітуда до грудної клітини.
	9. Тяга еспандера у сагітальній площині	ВП: стоячи. Рука рівна, витягнута наверх. Еспандер закріплений над головою зі сторони робочої руки. Виконання тягового	2 хв (15 повторень*2)	Видих на фазі тяги. Рух контрольований. Виконання на 4 рахунки. Опір еспандера 7–16 кг. Контроль стабільності кору. Не

		руху цією рукою вниз, далі контрольоване повернення руки у вихідне положення.		піднімати плечі. Амплітуда від верхньої точки до тулуба.
	10. Тяга еспандера у фронтальній площині	ВП: стоячи. Рука рівна, витягнута наверх. Еспандер закріплений над головою Виконання тягових рухів однією рукою вбік, далі контрольоване повернення руки у вихідне положення.	2 хв (15 повторень*1)	Видих на фазі тяги. Рух контрольований, виконання Виконання на 4 рахунки. Опір еспандера 7–16 кг. Контроль стабільності кору. Не піднімати плечі. Амплітуда до рівня плечей, контроль стабільності.
	11. Жим гантели/гирі однією (лівою) рукою	ВП: стоячи або на коліні. Жим ваги вгору, зберігаючи вертикальне положення тулуба.	1 хв 20 сек (15 повторень*2)	Дихання ритмічне. Видих на фазі жиму Виконання на 4 рахунки. Вага 6–8 кг. Уникати прогину в попереку. Амплітуда до випрямлення ліктя.
Блок 2. Стабілізація корпусу	12. Жим Паллофа (Pallof Press)	ВП: стоячи боком до опори, еспандер в руках на рівні грудей. Плавне випрямлення рук вперед, утримуючи опір ротації 2 сек., далі контрольоване повернення рук у вихідне положення.	1 хв 20 сек (15 повторень*2)	Дихання рівне, спокійне. Рух плавний, контрольований. Темп середній. Рух виконується на 4 рахунки. Опір еспандера 7–16 кг. Таз і плечі дивляться вперед. Амплітуда до випрямлення ліктя.
	13. Планка з підняттям протилежної руки та ноги	ВП: на четвереньках. Одночасне підняття протилежних руки та ноги до паралелі з підлогою.	1 хв (30 сек*2)	Дихання рівне, спокійне. Рух та темп повільні. Зберігати нейтральне положення хребта. Амплітуда у межах функціональної стабільності, без зміщення таза чи прогину в попереку.
	14. Бокова планка	ВП: стійка на одній руці та зовнішньому боці стопи, ноги разом,	1 хв (30 сек *2)	Дихання рівне, спокійне. Рух контрольований. Не допускати

		тіло утворює пряму лінію від голови до стопи, протилежна рука витягнута вгору.		"провисання" тазу. Амплітуда функціональна з контролем стабільності.
Блок 3. Зміцнення плечового поясу	15. Зовнішня ротація плеча з еспандером	ВП: стоячи, лікоть та передпліччя притиснуті до тулуба. Ротація плеча назовні.	2 хв (15 повторень*2)	Дихання рівне, спокійне. Видих на фазі ротації. Рух плавний. Виконання на 4 рахунки. Опір еспандера 1–5 кг. Рух лише в плечовому суглобі. Амплітуда до 90 % від максимальної безболісної.
	16. Зовнішня ротація плеча у відведенні 90°	ВП: стоячи, плече відведене до 90°. Ротація передпліччя назовні.	2 хв (15 повторень*2)	Дихання рівне, спокійне. Видих на фазі ротації. Рух плавний. Виконання на 4 рахунки Опір еспандера 1–5 кг. Рух лише в плечовому суглобі. Амплітуда до 90 % від максимальної безболісної.
	17. Підйом рук вперед з гантелями (Front Raise)	ВП: стоячи. Підйом прямих рук перед собою до рівня плечей.	1 хв (15 повторень * 1)	Дихання ритмічне. Видих при підйомі. Рух контрольований. Виконання на 4 рахунки. Вага 2–4 кг. Уникати розкачування тулуба. Амплітуда до рівня плечей.
	18. Відведення рук в сторони з гантелями (Lateral Raise)	ВП: стоячи. Підйом злегка зігнутих рук в сторони до рівня плечей.	1 хв (15 повторень *1)	Дихання ритмічне. Видих при підйомі. Рух контрольований. Темп середній. Виконання на 4 рахунки. Вага 2–4 кг. Лопатки опущені. Амплітуда до рівня плечей.
Блок 4. М'язи нижніх кінцівок	19. Згинання ноги лежачи з еспандером (Prone Leg Curl)	ВП: лежачи на животі. Ноги рівні в межах ширини тазу. Згинання ноги в коліні, долаючи	2 хв (15 повторень*2)	Дихання ритмічне, видих при згинанні. Рух плавний. Виконання на 4 рахунки. Опір

		опір еспандера.		еспандера 5–15 кг. Таз притиснутий до підлоги. Амплітуда до 90 % від максимальної безболісної.
	20. Сідничний місток	ВП: лежачи на спині, ноги зігнуті. Підйом тазу до утворення прямої лінії від колін до плечей.	2 хв (30 повторень*1)	Дихання спокійне, видих на підйомі тазу. Контролювати підкручення тазу. Виконання на 4 рахунки. Акцент на скороченні сідничних м'язів. Амплітуда до 90 % від максимальної безболісної.
	21. Присідання	ВП: стоячи, спина рівна, ноги рівні на ширині плечей. Класичні присідання з контролем техніки.	1 хв 30 сек (20 повторень*1)	Дихання рівне, спокійне. Виконання на 4 рахунки. Спина пряма, коліно не виходить за носок. Амплітуда до 90° в колінних суглобах.
	22. Випади	ВП: стоячи, спина рівна, ноги рівні на ширині плечей. Класичні випади вперед з контролем техніки.	2 хв (15 повторень*2)	Дихання рівне, спокійне. Виконання на 4 рахунки Спина пряма, коліно не виходить за носок. Амплітуда до 90° в колінних суглобах.
Блок 5. Пропріоцепція	23. Планка на баланс-диску	Утримання класичної планки на передпліччях, розташованих на нестабільній опорі.	1 хв	Дихання рівне спокійне. Максимальне напруження м'язів кору. Амплітуда функціональна, контроль стабільності.
	24. Стійка на одній нозі із заплющеними очима	ВП: стоячи. Утримання рівноваги на одній нозі.	1 хв (30 сек*2)	Дихання рівне, спокійне. Фокус на відчутті стопи та гомілкоstopу. Амплітуда функціональна, контроль стабільності.
	25. Планка із заплющеними очима	ВП: планка на передпліччях. Утримання позиції	40 сек	Дихання рівне, спокійне. Зберігати стабільність кору,

		із заплющеними очима.		уникати прогину в попереку. Амплітуда функціональна, контроль стабільності.
Блок 6. Міофасціальний реліз	26. МФР для грудного м'яза	Повільне прокатування грудного м'яза за допомогою гумового м'яча.	1 хв	Дихання рівне, спокійне. Затримка на больових точках на 20–30 секунд з акцентом на видих.
	27. МФР для трапеції	Повільне прокатування трапецієподібного м'яза за допомогою ролу "Арахіс".	1 хв	Дихання рівне, спокійне. Затримка на больових точках на 20–30 секунд з акцентом на видих.
	28. МФР для найширшого м'яза спини	Повільне прокатування найширшого м'яза спини за допомогою гладкого ролу.	1 хв	Дихання рівне, спокійне. Затримка на больових точках на 20–30 секунд з акцентом на видих.
	29. МФР для сідничних м'язів	Повільне прокатування сідничних м'язів за допомогою м'яча "Trigger point".	1 хв	Дихання рівне, спокійне. Затримка на больових точках на 20–30 секунд з акцентом на видих.
	30. МФР для задньої поверхні стегна	Повільне прокатування задньої поверхні стегна за допомогою гладкого ролу.	1 хв	Дихання рівне, спокійне. Затримка на больових точках на 20–30 секунд з акцентом на видих.

ДОДАТОК Н

Корекційно-розвиваючий етап фізичної терапії тривалістю 6 тижнів

Загальні блоки

Фаза/Блок	Вправа	Техніка виконання	Дозування	Методичні вказівки
Підготовча фаза (розминка)	1. Мобілізація шийного відділу хребта	Аналогічно Етапу 1. ДОДАТОК М, впр. 1	ДОДАТОК М	ДОДАТОК М
	2. Активна мобілізація плечових суглобів	ВП: Сточи рівно, ноги на ширині плечей, кисті на плечових суглобах. Кругові рухи ліктями, рух в плечових суглобах.	30 сек (10 повторень*2)	Дихання рівне, спокійне. Рух плавний. Виконання назад, потім вперед. Темп повільний. Амплітуда до 90 % від максимальної безболісної.
	3. Активна мобілізація ліктьових суглобів	ВП: Стоячи рівно, ноги на ширині плечей, руки рівні вздовж тіла. Активні рухи в ліктьовому суглобі: згинання та розгинання	20 сек	Дихання рівне, спокійне. Рух ритмічний. Темп середній. Амплітуда до повного випрямлення без перенапруги суглоба.
	4. Активна мобілізація кистевих суглобів	ВП: Стоячи рівно, ноги на ширині плечей, руки перед собою зігнуті в ліктях, пальці схрещені. Кругові рухи в кистевих суглобах.	20 сек	Дихання рівне, спокійне. Рух плавний. Амплітуда до 90 % від максимальної безболісної.
	5. «Кішка-Корова»	Аналогічно Етапу 1. ДОДАТОК М, впр. 2	ДОДАТОК М, впр. 2	ДОДАТОК М, впр. 2
	6. Мобілізація грудного відділу на	Аналогічно Етапу 1. ДОДАТОК М,	ДОДАТОК М, впр. 4	ДОДАТОК М, впр. 4

	четвереньках	впр. 4		
	7. Вправа з йога-блоками біля пілону	Аналогічно ДОДАТОК М, впр. 7	ДОДАТОК М, впр. 7	ДОДАТОК М, впр. 7
	8. “Складка” сидячи, ноги разом	ВП: Сидячі, ноги рівні разом перед собою. Нахил тулуба до прямих ніг для розтягнення задньої поверхні стегна.	1 хв	Дихання спокійне. Утримувати спину прямою. 30 сек. стопа в положенні дорсального сгинання, 30 сек. в плантарному. Амплітуда до суб’єктивного відчуття натягу (5 балів із 10).
	9. Широка складка сидячи	ВП: Сидячи, ноги розведені в сторони під кутом приблизно 100°, спина пряма. Нахил тулуба вперед.	1 хв	Дихання рівне, спокійне. Утримувати спину прямою. Амплітуда до суб’єктивного відчуття натягу (5 балів із 10).
Блок 1. Корекція асиметрії	10. Тяга з еспандером для середньої трапеції	Аналогічно Етапу 1, але зі збільшеним опором. ДОДАТОК М, впр. 8	ДОДАТОК М, впр. 8	Аналогічно впр. 8, ДОДАТОК М. Збільшений опір еспандера на другому етапі – 11-30 кг.
	11. Тяга еспандера у сагітальній площині	Аналогічно Етапу 1, але зі збільшеним опором. ДОДАТОК М, впр. 9	ДОДАТОК М, впр. 9	Аналогічно впр. 9, ДОДАТОК М. Збільшений опір еспандера на другому етапі – 7-16 кг.
	12. Тяга еспандера у фронтальній площині	Аналогічно Етапу 1, але зі збільшеним опором. ДОДАТОК М, впр.10	ДОДАТОК М, впр. 10	Аналогічно впр. 10, ДОДАТОК М. Збільшений опір еспандера на другому етапі – 7-16 кг.
	13. Жим гантелі/гіри однією рукою	Аналогічно Етапу 1, але зі збільшеною вагою. ДОДАТОК М, впр. 11	ДОДАТОК М, впр.11	Аналогічно впр. 11, ДОДАТОК М. Збільшена вага – 8-10 кг.
Блок 2. Стабілізація корпусу	14. Жим Паллофа (Pallof Press)	Аналогічно Етапу 1, але зі збільшеним	ДОДАТОК М, впр. 12	Аналогічно впр. 12, ДОДАТОК М. Збільшений опір

		опором. ДОДАТОК М, впр. 12		еспандера на другому етапі – 11-30 кг.
	15. Планка з підняттям протилежної руки та ноги	Аналогічно Етапу 1. ДОДАТОК М, впр. 13	ДОДАТОК М, впр. 13	ДОДАТОК М, впр. 13
	16. Бокова планка	Аналогічно Етапу 1. ДОДАТОК М, впр. 14	ДОДАТОК М, впр. 14	ДОДАТОК М, впр. 14
	17. «Прес» Модифіковане скручування	ВП: Лежачи на спині, одна нога пряма, інша зігнута, руки під попереком. Підйом голови й плечей, з відриванням лопаток від підлоги.	50 сек–1 хв 40 сек. 5 повторень на кожному ногу	Дихання рівне під час затримки положення, видих під час скручування/підйому. Контрольоване виконання, без ривків та прогину в попереку. Утримання напруження преса 5–10 сек, далі повернення у ВП.
	18. «Човник»	ВП: лежачи на животі. Одночасний підйом рук та ніг, з розгинанням спини.	40 сек. (15 повторень + 10 сек затримка у верхній крайній позиції *1)	Дихання ритмічне. Рух ритмічний. Видих при підйомі. Контрольоване виконання, без ривків. Амплітуда 80 % від максимальної безболісної.
Блок 3. Зміцнення плечового поясу	19. Зовнішня ротація плеча (класична)	Аналогічно Етапу 1, але зі збільшеним опором. ДОДАТОК М, впр. 15	ДОДАТОК М, впр. 15	Аналогічно впр. 15, ДОДАТОК М. Збільшений опір еспандера на другому етапі – 2–7 кг.
	20. Зовнішня ротація плеча (у відведенні 90°)	Аналогічно Етапу 1, але зі збільшеним опором. ДОДАТОК М, впр. 16	ДОДАТОК М, впр. 16	Аналогічно впр. 16, ДОДАТОК М. Збільшений опір еспандера на другому етапі – 2–7 кг.
	21. Підйом рук вперед з гантелями (Front Raise)	Аналогічно Етапу 1, але зі збільшеною вагою. ДОДАТОК М, впр. 17	ДОДАТОК М, впр. 17	Аналогічно впр. 17, ДОДАТОК М. Збільшена вага – 4–6 кг.
	22. Відведення рук в сторони з	Аналогічно Етапу 1, але зі	ДОДАТОК М, впр. 18	Аналогічно впр. 17, ДОДАТОК М. Збільшена

	гантелями (Lateral Raise)	збільшеною вагою. ДОДАТОК М, впр. 18		вага – 4–6 кг.
Блок 4. М'язи нижніх кінцівок	23. Присідання	Аналогічно Етапу 1, з можливим додаванням невеликого обтяження. ДОДАТОК М, впр. 21	ДОДАТОК М, впр. 21	ДОДАТОК М, впр. 21
Блок 5. Пропріоцепція	24. Планка на баланс-диску	Аналогічно Етапу 1. Можливе ускладнення (підняття однієї ноги). ДОДАТОК М, впр. 23	ДОДАТОК М, впр. 23	ДОДАТОК М, впр. 23
	25. Сійка на одній нозі із заплющеними очима	Аналогічно Етапу 1. ДОДАТОК М, впр. 24	ДОДАТОК М, впр. 24	ДОДАТОК М, впр. 24
Блок 6. Міофасціальний реліз	26. МФР для грудного м'яза	Аналогічно Етапу 1. ДОДАТОК М, впр. 26	ДОДАТОК М, впр. 26	ДОДАТОК М, впр. 26
	27. МФР для трапеції	Аналогічно Етапу 1. ДОДАТОК М, впр. 27	ДОДАТОК М, впр. 27	ДОДАТОК М, впр. 27
	28. МФР для найширшого м'яза спини	Аналогічно Етапу 1. ДОДАТОК М, впр. 28	ДОДАТОК М, впр. 28	ДОДАТОК М, впр. 28
	29. МФР для сідничних м'язів	Аналогічно Етапу 1. ДОДАТОК М, впр. 29	ДОДАТОК М, впр. 29	ДОДАТОК М, впр. 29
	30. МФР для задньої поверхні стегна	Аналогічно Етапу 1. ДОДАТОК М, впр. 30	ДОДАТОК М, впр. 30	ДОДАТОК М, впр. 30

ДОДАТОК П

Корекційно-розвиваючий етап фізичної терапії тривалістю 6 тижнів**Блок спеціалізованих вправ (виконується на недомінантну сторону)**

Вправа	Вихідне положення	Зміст	Дозування	Методичні вказівки
31. «Каскад із розножек»	Стоячи боком до пілону, руки на рівні плечей, ближня рука знизу, дальня вище на 5 см.	Послідовне виконання 6 розножек з переходом з одного боку на інший через зачеп під коліном дальньої ноги та переставляння рук.	1 підхід, 1 хв	Темп середній. Дихання рівне.
32. «Бочка»	Стоячи правим боком до пілону, ліва рука зверху зігнута, права в упорі знизу.	Крок дальньою ногою, мах ближньою ногою та затискання пілону між стегнами та животом з переходом у горизонтальне положення.	3 підходи, 1 хв	Темп швидкий. Руки працюють у фронтальній площині, ноги – у сагітальній.
33. «Шолдер»	Спиною до пілону, ліва рука рівна (twisted grip), права зігнута над головою (cup grip). Опора на ліву трапецію.	Підйом ніг у широкий складці до паралелі з підлогою, підкручуючи таз. Утримання 2 сек.	3 підходи, 1 хв 10 сек	Темп середній. Руки штовхають пілон у напрямку тазу.
34. «Стійка біля пілону»	Лівим боком до пілону. Ліва рука зверху (twisted grip), права на підлозі.	Махом лівої ноги та відштовхуванням правою вихід у стійку на руках. Утримання балансу.	3 підходи, 1 хв	Темп середній. Нижня рука відштовхується від підлоги, верхня стабілізує.
35. «Brass monkey» з підлоги	Лівим боком до пілону. Ліва рука тримає пілон затискаючи його під пахвою, права в упорі знизу.	Махом лівої ноги та відштовхуванням правою вихід у перевернуте положення з фіксацією пілону під лівим коліном з зовнішньої сторони. Коліна обох ніг розведені, стопи разом.	3 підходи, 1 хв 20 сек	Темп середній. Корпус вертикалізується, таз піднімається вгору.
36. Баланс із «Brass monkey»	3 позиції «Brass monkey».	Виведення ніг вертикально вгору, розвертаючись животом до пілону. Утримання балансу щонайменше 4 сек.	2 підходи, 1 хв	Темп повільний. Тіло рівне, з невеликою відтяжкою від пілону.
37.	Правим боком	Повільний перехід у	2 підходи,	Темп повільний.

«Китайський прапорець»	до пілону, тіло нахилене. Ліва рука затискає пілон під пахвою, права в упорі знизу.	горизонтальне положення, утримуючи тіло статично у фронтальній площині.	1 хв	Прес і сідниці напружені.
38. «Прапорець»	Обличчям до пілону. Права рука в упорі знизу, ліва рівна зверху (twisted grip).	Маховим рухом лівої ноги та відштовхуванням правої ноги вихід наверх у діагональне положення під кутом 45° від верхньої руки. Ноги широко розведені та паралельні підлозі, права рука рівно витягнута за головою.	2 підходи, 1 хв	Темп середній. Права рука штовхає пілон, ліва – тягне.
39. «Свічка»	З позиції «Прапорець».	Зведення ніг разом та їх вертикалізація разом з тілом, витягуючи вгору. Утримання позиції 4 рахунки.	2 підходи, 1 хв	Темп повільний. Тіло та ноги утворюють єдину рівну лінію.
40. Обертання «Пожежник»	Лівим боком до пілону, руки тримають пілон.	Крок ближньою, коловий замах дальньою ногою ногою та обертання навколо пілону з підтягуванням колін до грудей.	2 підходи, 1 хв	Темп швидкий. Виконання оберту щонайменше на 360 градусів.
41. Обертання з вилітом	Лівим боком до пілону, руки тримають пілон. (Ліва рівна, права зігнута під кутотом 90°).	Крок ближньою ногою, замах дальньою ногою з вильотом корпусу уперед (ноги в широкій складці), відпускання однієї дальньої руки з подальшим її перехватом за спину в опорну позицію та подальшим обертанням навколо пілона.	2 підходи, 1 хв	Темп середній. Плавний, контрольований рух.
42. «Тюльпан»	Обличчям до пілону, руки тримають пілон.	Замах лівою ногою, відштовхування правою ногою з одночасною ротацією корпусу вліво та відштовхуванням правою рукою пілону для створення максимальної дистанції між правим боком і пілоном. Фінальна позиція утримується 4 рахунки.	3 підходи, 1 хв	Темп повільний. Активне відштовхування нижньою рукою.

43. Комбінація «Скорпіон - стріла - бочка»	Правим боком до пілону, руки тримають пілон (права знизу, ліва зверху)..	Послідовний перехід через розніжку у вис під лівим коліном, прогин («Скорпіон»), перехід у горизонтальний вис («Стріла») та фіксація у «Бочці».	3 підходи, 2 хв	Темп повільний. Плавні, контрольовані переходи між елементами.
44. Комбінація «Шолдер - Прапор - Brass Monkey»	Спиною до пілону, ліва рука рівна (twisted grip), права зігнута над головою (cup grip). Опора на ліву трапецію	Вихід у «Шолдер», підйом ніг, зачеп під лівим коліном з зовнішньої сторони з перехватом верхньої руки пілону під пахву фіксація у «Brass Monkey».	2-3 підходи, 2 хв	Темп середній. Чітка фіксація кожної проміжної позиції.
45. Комбінація «Вис на ближню ногу - стійка - схід»	Лівим боком до пілону, руки тримають пілон.	Через замах вихід у вис на ближню ногу під коліном, перехід у стійку на руках з розкриттям ніг у широку складку, фіксація та контрольований схід на підлогу через праву ногу.	2 підходи, 2 хв	Темп середній. Контроль кожного етапу руху.