ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ КОРЕКЦІЙНО-ПРОФІЛАКТИЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОПТИМІЗАЦІЇ БІОМЕХАНІКИ ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ ЮНИХ СПОРТСМЕНІВ

Лі Ханьцін, Довганінець Олег, Усиченко Віталій, Рибак Леонід

Національний університет фізичного виховання і спорту України

Анотація.. Сучасний вектор розвитку дитячо-юнацького спорту, детермінований інтенсифікацією підготовки, актуалізує пошук інноваційних підходів до моніторингу морфофункціонального статусу атлетів. У цьому контексті критичного значення набуває превенція деструктивних змін біомеханічного гомеостазу, що виникають внаслідок невідповідності тренувальних екзерцицій адаптаційним резервам опорно-рухового апарату. **Метою** дослідження є теоретичне обґрунтування та розробка корекційно-профілактичної технології оптимізації біомеханіки опорно-рухового апарату юних футболістів, а також визначення її структурних компонентів і методичних засад впровадження у навчально-тренувальний процес. **Методи дослідження:** теоретичний аналіз, систематизація, порівняння, узагальнення даних науково-методичної та спеціальної літератури, загально-наукові методи теоретичного рівня: аналогія, аналіз, синтез, абстрагування, індукція.

Результати дослідження. Архітектоніка превентивних заходів у межах розробленої технології ґрунтується на принципі випереджувального втручання, що передбачає своєчасну ідентифікацію та нейтралізацію потенційних біомеханічних девіацій до етапу їх стійкої морфофункціональної фіксації. Запропонована система превенції має багаторівневу ієрархічну організацію та реалізується відповідно до функціонально-цільових доменів: від загальносоматичної адаптації та оптимізації базового постурального контролю до селективної корекції локомоторних патернів у контексті специфіки спортивної діяльності. Імплементація превентивного компонента здійснюється через використання структуровано-алгоритмізованих

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF A CORRECTIVE AND PREVENTIVE TECHNOLOGY FOR OPTIMIZING THE BIOMECHANICS OF THE MUSCULOSKELETAL SYSTEM IN YOUNG ATHLETES

Li Hanqing, Dovhaninets Oleh, UsychenkoVitalii, Rybak Leonid

Abstract.. The current trajectory of youth sport development, driven by increasing training intensification, highlights the need for innovative approaches to monitoring athletes' morphofunctional status. In this context, the prevention of destructive changes in biomechanical homeostasis becomes critically important, as such changes arise from a mismatch between training stimuli and the adaptive reserves of the musculoskeletal system. *The aim* of this study is to provide a theoretical substantiation and develop a corrective and preventive technology for optimizing the biomechanics of the musculoskeletal system in young football players, as well as to determine its structural components and methodological principles for implementation in the training process. Research *methods* include theoretical analysis, systematization, comparison, and synthesis of data from scientific, methodological, and specialized literature, as well as general theoretical methods such as analogy, analysis, synthesis, abstraction, and induction.*Results.* The architecture of preventive measures within the developed technology is based on the principle of anticipatory intervention, which ensures the timely identification and neutralization of potential biomechanical deviations before their stable morphofunctional fixation occurs. The proposed preventive system has a multilevel hierarchical structure and is implemented in accordance with functional and target domains, ranging from general somatic adaptation and optimization of

тренувальних модулів, спрямованих на оптимізацію міжм'язової координації, нормалізацію м'язового синергізму та підвищення ефективності пропріоцептивної регуляції рухових дій. Ключовим системоутворювальним елементом є формування стабільного біогеометричного профілю постави як інтегрального показника просторової організації тіла, що виконує функцію динамічного компенсаторно-захисного механізму щодо кумулятивного впливу асиметричних та ударно-циклічних навантажень.Такий підхід забезпечує перехід від реактивної моделі корекції до проактивної парадигми управління морфофункціональним станом юного спортсмена, трансформуючи навчально-тренувальний процес у кероване середовище керованої адаптації та мінімізації ризику формування стійких біомеханічних дисфункцій. **Висновки**. Запропонована корекційно-профілактична технологія має системний багаторівневий характер і забезпечує цілісне управління станом опорно-рухового апарату юних спортсменів. Вона інтегрує п'ять взаємопов'язаних блоків – концептуально-цільовий, діагностичний, прогностичний, корекційно-тренувальний і контрольно-оцінювальний, формуючи замкнений цикл превентивно-корекційного впливу. Таким чином, модель поєднує діагностику, прогнозування, корекцію та контроль, забезпечуючи оптимізацію біомеханіки ОРА та зниження ризику травматизму.

Ключові слова*: *юні спортсмени, спортивна підготовка, корекційно-профілактична технологія, біогеометричний профіль постави, навчально-тренувальний процес.

basic postural control to the selective correction of locomotor patterns in relation to the specificity of sports activity.The implementation of the preventive component is carried out through structured and algorithmized training modules aimed at optimizing intermuscular coordination, normalizing muscular synergy, and enhancing the efficiency of proprioceptive regulation of motor actions. A key system-forming element is the development of a stable biogeometric postural profile as an integral indicator of the body's spatial organization, functioning as a dynamic compensatory-protective mechanism against the cumulative effects of asymmetrical and impact-cyclic loads. This approach enables a transition from a reactive correction model to a proactive paradigm of managing the morphofunctional state of young athletes, transforming the training process into a controlled environment of adaptive regulation and minimizing the risk of persistent biomechanical dysfunctions.*Conclusions.* The proposed corrective and preventive technology is characterized by a systemic, multilevel structure and ensures integrated management of the musculoskeletal system in young athletes. It comprises five interrelated components–conceptual-target, diagnostic, prognostic, corrective-training, and control-evaluation blocks–forming a closed-loop system of preventive and corrective influence. Thus, the model integrates diagnosis, forecasting, intervention, and control, ensuring optimization of musculoskeletal biomechanics and reducing the risk of injury.

Keywords: *young athletes, sports training, corrective and preventive technology, biogeometric postural profile, training process.*

Постановка проблеми.Трансформація вимог до функціонального забезпечення спортивної діяльності в умовах сучасної конкуренції актуалізує питання профілактики функціональних порушень біомеханіки опорно-рухового апарату юних спортсменів [2, 19, 23]. Аналітичний огляд сучасного наукового дискурсу засвідчує дефіцит комплексних рішень у сфері превентивної реабілітації: домінування результат-орієнтованих компонентів підготовки зумовлює недостатню увагу до біомеханічного моніторингу та корекції рухових порушень [3, 7].

Виявляється виражена наукова суперечність між необхідністю забезпечення стабільності кінематичних ланцюгів тіла юного спортсмена та недостатньою розробленістю відповідного методичного інструментарію в межах навчально-тренувального процесу [8, 9]. Вирішення зазначеної проблеми вбачається у проєктуванні інноваційної технології оптимізації біомеханічного статусу, структура якої передбачає інтеграцію засобів корекційно-профілактичної спрямованості у систему спортивної підготовки [6, 10, 12].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасна парадигма спортивної науки розглядає проблему профілактики біомеханічних порушень опорно-рухового апарату (ОРА) юних спортсменів крізь призму оптимізації нейромоторного контролю та підтримання структурно-функціонального гомеостазу організму [15, 16]. Аналіз спеціалізованих джерел [19] свідчить, що ключовими чинниками зниження біомеханічної стійкості є порушення рухових стереотипів, зумовлені специфікою ігрових видів спорту та асиметричним характером навантажень.

Накопичені експериментальні дані підтверджують наявність статистично значущого зв'язку між порушеннями постурального контролю та підвищеним ризиком виникнення травматичних станів, що актуалізує необхідність впровадження тренувальних програм, базованих на активації глибоких стабілізаційних м'язових структур і використанні біофідбек-технологій для контролю параметрів руху [21, 22, 24]. Водночас теоретико-методичний базис більшості існуючих підходів характеризується фрагментарністю та орієнтацією на окремі ізольовані показники рухової функції, що обмежує їх системну ефективність.

Виявлений гносеологічний розрив між потенціалом сучасних цифрових технологій біомеханічного аналізу та рівнем їх інтеграції в навчально-тренувальний процес обґрунтовує необхідність розробки цілісної технології оптимізації біомеханічного статусу юних спортсменів.

Метою дослідження є теоретичне обґрунтування та розробка корекційно-профілактичної технології оптимізації біомеханіки ОРА юних футболістів, а також визначення її структурних компонентів і методичних засад впровадження у навчально-тренувальний процес.

Методи дослідження. Методологічну архітектоніку дослідження сформовано на основі комплексного застосування загальнонаукових та специфічних методів пізнання, релевантних об'єкту та предмету наукового пошуку. Теоретичний рівень пізнання реалізовано шляхом ретроспективного та компаративного аналізу, систематизації та дедуктивного узагальнення масиву науково-методичної літератури. Використання методів ідеалізації, абстрагування та змістовно-теоретичного синтезу дозволило здійснити глибоку експлікацію наявних наукових концепцій. Застосування логіко-аналітичного апарату, зокрема аналогії та індуктивної екстраполяції, слугувало підґрунтям для концептуалізації теоретико-

методичних засад корекційно-профілактичної технології, забезпечуючи внутрішню несуперечливість та цілісність авторської позиції.

Результати дослідження. Теоретичний базис корекційно-профілактичної технології становить міждисциплінарна конвергенція положень спортивної біомеханіки, прикладної кінезіології, функціональної анатомії, спортивної медицини та фундаментальних засад теорії і методики спортивного тренування [1, 6, 10, 14, 19]. Такий інтегративний підхід узгоджується із сучасними тенденціями розвитку спортивної науки, що передбачають поєднання біомеханічного, нейром'язового та педагогічного компонентів у системі підготовки спортсменів.

У межах даного дослідження технологія концептуалізується як гетерогенна, але функціонально цілісна система педагогічних, медико-біологічних і біомеханічних впливів, спрямованих на корекцію та оптимізацію функціонального гомеостазу ОРА юних спортсменів. Її реалізація передбачає системне управління руховою функцією з урахуванням вікових, морфофункціональних та специфічних для футболу особливостей.

Спроєктована теоретична модель базується на засадах системного підходу та репрезентована багаторівневою архітектонікою, що інтегрує п'ять функціонально детермінованих блоків (рис. 1), які забезпечують поетапну реалізацію корекційно-профілактичного впливу – від діагностико-аналітичного рівня до рівня практичної корекції та контролю ефективності.

Концептуально-цільовий блок визначає ідеологічну та методологічну спрямованість технології, виступаючи теоретичним фундаментом її подальшої практичної імплементації.

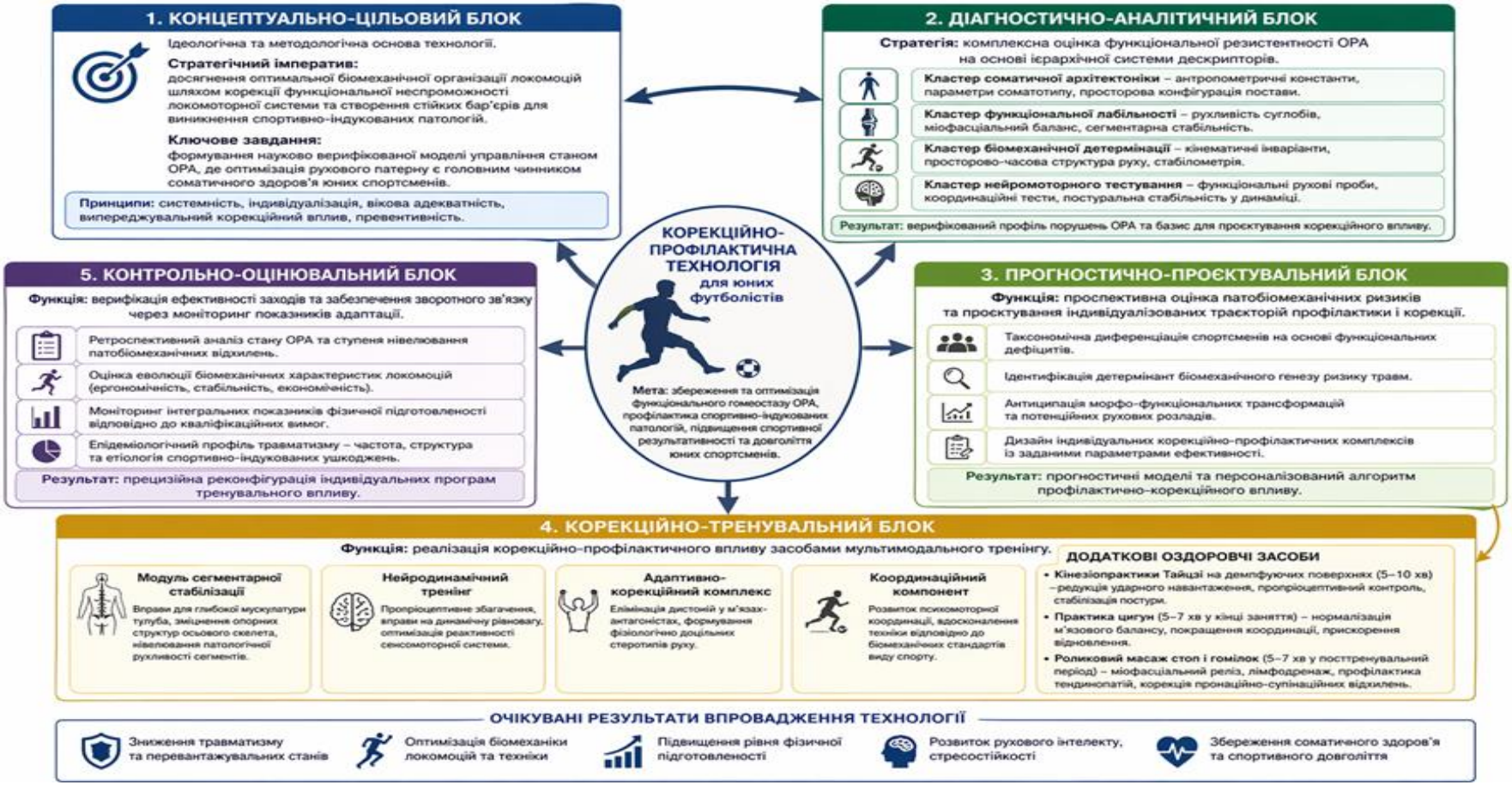

Рис. 1. Теоретична модель корекційно-профілактичноїтехнологіїоптимізаціїбіомеханіки ОРА спортсменів на етапіпочатковоїпідготовки. Джерело: представлено авторами та згенеровано AI

Саме в межах цього блоку формуються базові цілі, принципи та стратегічні орієнтири корекційно-профілактичного впливу, що забезпечують цілісність і наукову обґрунтованість усієї системи.

Стратегічний імператив даного модуля полягає у досягненні оптимального рівня біомеханічної організації локомоцій шляхом прецизійної корекції функціональної неспроможності локомоторної системи та створення стійких превентивних бар'єрів щодо виникнення патологічних станів і перевантажувальних дисфункцій.

Ключовим завданням блоку є формування методологічного підґрунтя для переходу від емпірично орієнтованої практики до науково верифікованої моделі управління станом біомеханіки ОРА. У межах такої моделі оптимізація рухового патерну розглядається як системоутворювальний чинник соматичного здоров'я юних спортсменів в умовах інтенсифікації навчально-тренувального процесу.

Концептуально-цільовий блок також забезпечує інтеграцію принципів системності, індивідуалізації, вікової адекватності та випереджувального корекційного впливу, що створює передумови для довготривалоїстабілізаціїфункціонального стану та підвищенняадаптаційногопотенціалуорганізмуспортсменів.

Діагностично-аналітичний блок реалізує стратегію комплексного оцінювання функціонального стану та резистентності ОРА на основі ієрархічної системи інформативних дескрипторів.

В основу діагностичної парадигми покладено принцип багатофакторності та системності, що забезпечує верифікацію стану біомеханічної системи за сукупністю взаємопов'язаних функціональних кластерів.

Перший кластер – соматичної архітектоніки – включає аналіз антропометричних параметрів, особливостей соматотипу та просторової організації тіла, зокрема біогеометричного профілю постави як інтегрального індикатора постуральної організації.

Другий кластер – функціональної лабільності – охоплює показники рухливості суглобових сегментів, стан міофасціального балансу та рівень сегментарної стабільності, що відображає функціональну узгодженість м'язово-скелетних структур.

Третій кластер – біомеханічної детермінації – спрямований на аналіз кінематичних характеристик рухових актів, просторово-часової організації локомоцій та показників стабілометрії як індикаторів постурального контролю і рівноваги.

Четвертий кластер – нейромоторного тестування – базується на використанні функціональних рухових проб і координаційних тестів, що дозволяють об'єктивізувати рівень сенсомоторної інтеграції та динамічної стабільності у процесі виконання рухових завдань.

Системна інтеграція отриманих даних формує верифіковану діагностичну основу для ідентифікації типології та вираженості порушень опорно-рухового апарату у юних спортсменів, а також слугує базисом для подальшого індивідуалізованого корекційно-профілактичного впливу.

Прогностично-проєктувальний блок виступає інструментом проспективної оцінки патобіомеханічних ризиків та методологічним підґрунтям для побудови індивідуалізованих траєкторій профілактично-корекційного впливу. Його функціональне призначення полягає у переході від описової діагностики до моделювання прогнозованих станів опорно-рухового апарату з урахуванням індивідуальних морфофункціональних особливостей юних спортсменів.

Процес формування профілактично-корекційного алгоритму базується на інтеграції результатів комплексної діагностики, що забезпечує диференціацію напрямів педагогічного впливу та підвищує точність управління тренувальним процесом.

Реалізація зазначеного блоку здійснюється через:

– таксономічну диференціацію юних спортсменів на основі вираженості функціональних дефіцитів та рівня біомеханічної дисфункції;

– ідентифікацію детермінант біомеханічного генезу, що визначають ризик розвитку травматичних і перевантажувальних станів;

– антиципацію морфофункціональних змін та потенційних порушень рухових патернів у динаміці тренувального процесу;

– проєктування індивідуалізованих корекційно-профілактичних програм із заданими критеріями ефективності та контрольованими параметрами впливу.

Застосування методів математичного моделювання, формалізації та предиктивної аналітики дозволяє трансформувати емпіричні діагностичні дані у прогностичні моделі розвитку функціонального стану ОРА. Це створює науково обґрунтовану основу для розробки персоналізованих корекційно-профілактичних заходів, спрямованих на збереження соматичного здоров'я та підвищення біомеханічної надійності юних спортсменів.

Корекційно-тренувальний блок позиціонується як фундаментальний операційний компонент розробленої технології, функціональне призначення якого полягає у забезпеченні когерентної інтеграції мультимодальних оздоровчих впливів. Його центральне місце в ієрархії моделі зумовлене високою щільністю спеціалізованих корекційно-профілактичних засобів, спрямованих на оптимізацію біомеханічного статусу юних спортсменів.

Внутрішня структура блоку має функціонально-диференційований характер та представлена такими основними модулями:

- модуль сегментарної стабілізації включає вправи, спрямовані на активацію глибокої мускулатури тулуба та зміцнення опорних структур осьового скелета, що забезпечує зменшення патологічної рухливості біомеханічних сегментів і стабілізацію кінематичних ланцюгів;

- нейродинамічний тренінг базується на використанні пропріоцептивно збагачених вправ та завдань на підтримання динамічної рівноваги, що сприяє підвищенню реактивності сенсомоторної системи та удосконаленню постурального контролю;
- адаптивно-корекційний комплекс спрямований на усунення м'язових дисбалансів, зокрема дистонічних проявів у м'язах-антагоністах, та формування фізіологічно доцільних рухових стереотипів відповідно до специфіки виду спорту;
- координаційний компонент охоплює вправи на розвиток психомоторної координації, просторово-часової організації рухів та вдосконалення техніки, що відповідає біомеханічним вимогам обраної спортивної спеціалізації.

У межах авторської технології для юних футболістів передбачено використання додаткових оздоровчих засобів, зокрема елементів кінезіопрактикТайцзі, що виконуються на демпфуючих поверхнях (мати з низьким коефіцієнтом жорсткості). Такий підхід розглядається як інноваційний засіб зниження ударного навантаження на дистальні сегменти нижніх кінцівок. Використання демпфуючих поверхонь дозволяє зменшити реактивні сили опори під час виконання повільних ротаційних та флексійних рухів, сприяючи формуванню контрольованої «спіралеподібної локомоції» та покращенню управління центром мас тіла.

Експозиція тривалістю 5–10 хвилин може застосовуватися як у підготовчій частині заняття (активація нейром'язової системи), так і в заключній (відновлення), забезпечуючи когнітивно-рухову стимуляцію, стабілізацію гравітаційної вертикалі та профілактику мікротравматизації ОРА.

Додатково система корекційно-профілактичних заходів включає елементи практики цигун, які інтегруються у реституційну фазу тренувального заняття. Використання статико-динамічних вправ у повільному темпі з контролем положення центру мас сприяє нормалізації м'язового балансу, удосконаленню координаційних якостей та оптимізації постурального контролю.

Застосування 5–7-хвилинних відновлювальних заходів у завершальній частині заняття сприяє прискоренню метаболічної реституції, зменшенню м'язового тонусу, стабілізації гравітаційної вертикалі тіла та відновленню оптимальних рухових патернів.

З метою нівелювання негативних наслідків кумулятивного навантаження на ОРА юних спортсменів до програми включено методику роликового масажу стоп і гомілок. Використання роликів із варіативною жорсткістю забезпечує дозований вплив на м'які тканини та фасціальні структури, сприяючи їх механічному розтягненню та відновленню еластичності.

Режим виконання передбачає повільні компресійні рухи у передньо-задньому та циркулярному напрямках, що активує процеси міофасціального релізу. Експозиція тривалістю 5–7 хвилин у посттренувальному періоді сприяє стимуляції

лімфодренажного ефекту, прискоренню елімінації метаболітів та зменшенню набрякових проявів у дистальних відділах нижніх кінцівок.

Оздоровчий ефект методики проявляється у підвищенні функціональної витривалості м'язів стопи, корекції пронаційно-супінаційних відхилень та зниженні ризику розвитку перевантажувальних ушкоджень, зокрема тендинопатійахіллового сухожилля. Зміцнення м'язово-зв'язкового «корсета» стопи безпосередньо корелює з підвищенням стабільності під час ходьби, бігу та стрибкових локомоцій.

Інтеграція елементів міофасціального релізу та демпфуючих поверхонь у мікроструктуру тренувального процесу юних футболістів розглядається як ефективний засіб довготривалої стабілізації функціонального стану ОРА. Використання подібних засобів створює умови для оптимізації процесів відновлення, включаючи елімінацію метаболітів та нормалізацію гідратації фасціальних структур, що запобігає перевантаженню дистальних сегментів нижніх кінцівок.

Додатково, включення вправ на координацію та гнучкість сприяє корекції функціональних асиметрій і підвищенню постуральної стабільності, що безпосередньо позитивно впливає на якість виконання техніко-тактичних дій у футболі. Поєднання фізичного навантаження з когнітивною концентрацією стимулює розвиток рухового інтелекту, забезпечуючи підвищення адаптаційного потенціалу спортсмена в умовах варіативних ігрових ситуацій.

Узгоджена взаємодія соматичного розвитку та психоемоційної регуляції формує передумови для розвитку професійної стресостійкості та забезпечення довготривалого спортивного функціонування (спортивного довголіття) юного атлета.

Контрольно-оцінювальний блок замикає архітектоніку розробленої технології, виконуючи функцію верифікації ефективності впроваджених профілактично-корекційних заходів. Його ключове призначення полягає в об'єктивізації зворотного зв'язку на основі системного моніторингу мультимодальних показників адаптації організму спортсмена до специфічних тренувальних навантажень.

Процедура діагностичного супроводу та оцінювання базується на комплексній детермінації інтегральних параметрів, що відображають функціональний стан ОРА та ефективність корекційного впливу, зокрема:

– ретроспективний аналіз стану ОРА та ступеня редукції патобіомеханічних відхилень у динаміці експериментального впливу;

– оцінка змін біомеханічних характеристик локомоцій у контексті підвищення їхньої економічності, стабільності та ергономічності;

– моніторинг інтегральних показників фізичної підготовленості відповідно до вікових та кваліфікаційних нормативів спортивної підготовки;

– аналіз епідеміологічного профілю травматизму, що включає статистичну оцінку частоти, структури та етіології індукованих ушкоджень у досліджуваних групах.

Експлікація отриманих результатів формує науково обґрунтовану когнітивну основу для прецизійної корекції та реконфігурації індивідуалізованих тренувально-профілактичних програм, а також забезпечує зворотний зв'язок у системі управління морфофункціональнимстаном юних спортсменів.

Дискусія.Архітектоніка превентивних заходів у межах розробленої технології ґрунтується узгоджується із сучасними підходами до нейром'язової профілактики та раннього контролю рухових дисфункцій [4, 5]. У праці І. Випасняка, Н. Носової, Л. Ярмолинського [1] доведено ключову роль глибоких стабілізаційних м'язів у забезпеченні постурального контролю та попередженні біомеханічних порушень.

Системні підходи до стабілізації хребта та контролю навантаження, запропоновані S. Augustsson, J. Nae, M. Karlsson, T. Peterson, P. Wollmer, E. Ageberg [11], підкреслюють значення інтегрованої активації м'язового корсету для зменшення ризику перевантажувальних ушкоджень. Запропонована система превенції узгоджується також із концепціями нейром'язового тренування, де J. M., Moreno-Torresetal [18] довели ефективність розвитку стабілізаційних механізмів для підвищення рухового контролю.

Відповідно до теорії динамічних систем моторного контролю [13], рухові патерни формуються під впливом взаємодії індивідуальних, завданнєвих і середовищних обмежень, що обґрунтовує необхідність багаторівневого корекційного впливу. Ефективність пропріоцептивного та нейром'язового тренування у профілактиці травм підтверджена A. Danyshchuk, I. Ivanyshyn [14] та A. Mosher, K. Till, J. Fraser-Thomas, J. Baker [17]. Концепція постурального контролю як багаторівневої сенсомоторної системи також узгоджується з підходами G. N.Parry, S.Williams, etal. [20], які розглядають поставу як динамічний процес адаптації до зовнішніх навантажень.

Висновки. Узагальнення теоретико-методичних положень запропонованої корекційно-профілактичної технології дозволяє констатувати її системний та багаторівневий характер, що забезпечує цілісне управління морфофункціональним станом ОРА юних спортсменів.

Інтеграція п'яти взаємопов'язаних блоків – концептуально-цільового, діагностично-аналітичного, прогностично-проєктувального, корекційно-тренувального та контрольно-оцінювального – формує замкнений цикл науково обґрунтованого управління процесом профілактики та корекції біомеханічних порушень.Концептуально-цільовий блок забезпечує методологічну визначеність і стратегічну спрямованість технології, визначаючи її ціннісні орієнтири та принципи реалізації. Діагностично-аналітичний блок формує об'єктивну основу оцінювання функціонального стану ОРА через багаторівневу систему

біомеханічних, соматичних і нейромоторних показників. Прогностично-проєктувальний блок забезпечує перехід від констатації стану до моделювання індивідуалізованих траєкторій розвитку та ризик-профілювання.Корекційно-тренувальний блок реалізує практичну імплементацію технології через комплекс цілеспрямованих впливів, спрямованих на стабілізацію постурального контролю, оптимізацію рухових патернів та підвищення нейром'язової координації. Контрольно-оцінювальний блок завершує систему, забезпечуючи зворотний зв'язок, моніторинг ефективності заходів та корекцію індивідуальних програм впливу.

Таким чином, запропонована технологія функціонує як цілісна керована система превентивно-корекційного впливу, що поєднує діагностику, прогнозування, реалізацію та контроль, і створює науково обґрунтовані передумови для оптимізації стану біомеханіки ОРА, зниження ризику травматизму юних спортсменів.

Перспективи подальших досліджень полягають у подальшому науковому обґрунтуванні та практичній апробації корекційно-профілактичної технології оптимізації біомеханіки опорно-рухового апарату юних спортсменів з урахуванням вікових, статевих та спортивно-специфічних особливостей. Перспективним є вивчення впливу запропонованої технології на функціональний стан опорно-рухового апарату, рівень фізичної підготовленості, профілактику травматизму та підвищення спортивної працездатності.

Список літературних джерел

1. Випасняк І., Носова Н., Ярмолинський Л. Особливості стану біомеханіки опорно-рухового апарату юних спортсменів. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації*. 2022. Т. 32, № 13. С. 260–270. DOI: 10.31652/2071-5285-2022-13(32)-260-270.

2. Радченко Ю. А., Радченко А. А. Особливості соматоскопічних показників юних єдиноборців (на прикладі рукопашного бою). *Спортивний вісник Придніпров'я*. 2023. № 2. С. 128–136. DOI: 10.32540/2071-1476-2023-2-128.

3. Кашуба В., Лопацький С. *Теоретико-практичні аспекти моніторингу просторової організації тіла людини : монографія*. Івано-Франківськ : Вид. Кушнир Г. М., 2018. 232 с.

4. Кашуба В., Попадюха Ю. *Біомеханіка просторової організації тіла людини: сучасні методи та засоби діагностики і відновлення порушень : монографія*. Київ : Центр учб. літ., 2018.

References

1. Vypasniak, I., Nosova, N., & Yarmolynskyi, L. (2022). Features of the biomechanics of the musculoskeletal system in young athletes. Physical Culture, Sport and Health of the Nation, 32(13), 260–270. https://doi.org/10.31652/2071-5285-2022-13(32)-260-270

2. Radchenko, Y. A., & Radchenko, A. A. (2023). Features of somatoscopic indicators of young martial artists (on the example of hand-to-hand combat). Sportyvnyi Visnyk Prydniprovia, 2, 128–136. https://doi.org/10.32540/2071-1476-2023-2-128

3. Kashuba, V., & Lopatskyi, S. (2018). Theoretical and practical aspects of monitoring the spatial organization of the human body. Kushnyr H. M.

4. Kashuba, V., & Popadiukha, Y. (2018). Biomechanics of the spatial organization of the human body: Modern methods and means of diagnostics and restoration of disorders. Tsentr uchbovoi

768 с.

5. Кашуба В., Гончарова Н., Носова Н. Біомеханіка просторової організації тіла людини: теоретичні та практичні аспекти. *Теорія і методика фізичного виховання і спорту*. 2020. № 2. С. 67–85.

6. Кашуба В., Крикун Ю. Профілактика та корекція функціональних порушень опорно-рухового апарату юних спортсменів у складнокоординаційних видах спорту (на прикладі черліденгу). *Спортивний вісник Придніпров'я*. 2023. № 3. С. 106–118. DOI: 10.32540/2071-1476-2023-3-106.

7. Корекція тілобудови людини в процесі занять фізичними вправами: теоретичні та практичні аспекти : колективна монографія / за наук. ред. А. І. Альошиної, І. П. Випасняка, В. О. Кашуби. Луцьк : Вежа-Друк, 2022. 536 с.

8. Лі Ханьцін, Довганінець О. Л. Теоретична модель корекційно-профілактичної технології оптимізації біомеханіки опорно-рухового апарату спортсменів на етапі початкової підготовки. *Педагогічна Академія: наукові записки*. 2026. № 28. DOI: 10.5281/zenodo.19263506.

9. Хуан Хуана, Лі Ханьцін. Діагностичний компонент – невід'ємна частина профілактико-корекційних заходів для осіб з порушенням біомеханіки опорно-рухового апарату. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації*. 2024. Т. 17, № 36. С. 399–408. DOI: 10.31652/2071-5285-2024-17(36)-399-408.

10. Ярош Г. Структура та зміст технології корекції порушень просторової організації тіла у боксерів на етапі початкової підготовки. *Реабілітаційні та фізкультурно-рекреаційні аспекти розвитку людини (Rehabilitation&Recreation)*. 2021. № 9. С. 126–134. DOI: 10.32782/2522-1795.2021.9.16.

11. Augustsson, S. R., Nae, J., Karlsson, M., Peterson, T., Wollmer, P., & Ageberg, E. (2021). Postural orientation, what to expect in youth athletes? A cohort study on data from the Malmö Youth Sport

literatury.

5. Kashuba, V., Honcharova, N., & Nosova, N. (2020). Biomechanics of the spatial organization of the human body: Theoretical and practical aspects. Theory and Methods of Physical Education and Sports, 2, 67–85.

6. Kashuba, V., & Krykun, Y. (2023). Prevention and correction of functional disorders of the musculoskeletal system in young athletes in complex coordination sports (on the example of cheerleading). Sportyvnyi Visnyk Prydniprovia, 3, 106–118. https://doi.org/10.32540/2071-1476-2023-3-106

7. Aleshina, A. I., Vypasniak, I. P., & Kashuba, V. O. (Eds.). (2022). Correction of human body build in the process of physical exercises: Theoretical and practical aspects. Vezha-Druk.

8. Li, H., & Dovhaninets, O. L. (2026). Theoretical model of correctional and preventive technology for optimizing the biomechanics of the musculoskeletal system of athletes at the stage of initial training. Pedahohichna Akademiia: Naukovi Zapysky, 28. https://doi.org/10.5281/zenodo.19263506

9. Huang, H., & Li, H. (2024). Diagnostic component as an integral part of preventive and corrective measures for persons with disorders of the biomechanics of the musculoskeletal system. Physical Culture, Sport and Health of the Nation, 17(36), 399–408. https://doi.org/10.31652/2071-5285-2024-17(36)-399-408

10. Yarosh, H. (2021). Structure and content of the technology for correcting disorders of the spatial organization of the body in boxers at the stage of initial training. Rehabilitation & Recreation, 9, 126–134. https://doi.org/10.32782/2522-1795.2021.9.16

11. Augustsson, S. R., Nae, J., Karlsson, M., Peterson, T., Wollmer, P., & Ageberg, E. (2021). Postural orientation, what to expect in youth athletes? A cohort study on data from the Malmö Youth Sport Study. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation, 13, Article 76. https://doi.org/10.1186/s13102-

Study. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation, 13, Article 76. https://doi.org/10.1186/s13102-021-00307-y

12. Barczyk-Pawelec, K., Rubajczyk, K., Stefańska, M., Pawik, Ł., & Dziubek, W. (2022). Characteristics of body posture in the sagittal plane in 8–13-year-old male athletes practicing soccer. Symmetry, 14, Article 210. https://doi.org/10.3390/sym14020210

13. Belli, G., et al. (2024). Relation between photogrammetry and Spinal Mouse for lumbopelvic assessment in adolescents with thoracic kyphosis. Healthcare, 12(7), Article 738. https://doi.org/10.3390/healthcare12070738

14. Danyshchuk, A., & Ivanyshyn, I. (2021). Effectiveness of a program of the comprehensive correction of foot arch disorders in young athletes aged 7–8 years specialised in taekwon-do I.T.F. Journal of Education, Health and Sport, 11(1), 400–411. https://doi.org/10.12775/JEHS.2021.11.01.040

15. Kashuba, V., Radchenko, A., Radchenko, Y., Vako, I., & Usychenko, V. (2024). The state of the biogeometric profile of the posture of young athletes specializing in hand-to-hand combat as a prerequisite for the development of corrective and preventive measures. Physical Rehabilitation and Recreational Health Technologies, 9(4), 224–237. https://doi.org/10.15391/prrht.2024-9(4).03

16. Krykun, Y. Y., Kashuba, V. O., & Aleshina, A. I. (2024). Effectiveness of the technology of prevention and correction of functional disorders of the musculoskeletal system in cheerleaders at the stage of initial training. Rehabilitation & Recreation, 18(1), 168–178. https://doi.org/10.32782/2522-1795.2024.18.18

17. Mosher, A., Till, K., Fraser-Thomas, J., & Baker, J. (2021). Revisiting early sport specialization: What's the problem? Sports Health, 14(1), 13–19. https://doi.org/10.1177/19417381211049773

18. Moreno-Torres, J. M., et al. (2025). Effects of supervised strength training on physical fitness in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. Journal of Functional Morphology

021-00307-y

12. Barczyk-Pawelec, K., Rubajczyk, K., Stefańska, M., Pawik, Ł., & Dziubek, W. (2022). Characteristics of body posture in the sagittal plane in 8–13-year-old male athletes practicing soccer. Symmetry, 14, Article 210. https://doi.org/10.3390/sym14020210

13. Belli, G., et al. (2024). Relation between photogrammetry and Spinal Mouse for lumbopelvic assessment in adolescents with thoracic kyphosis. Healthcare, 12(7), Article 738. https://doi.org/10.3390/healthcare12070738

14. Danyshchuk, A., & Ivanyshyn, I. (2021). Effectiveness of a program of the comprehensive correction of foot arch disorders in young athletes aged 7–8 years specialised in taekwon-do I.T.F. Journal of Education, Health and Sport, 11(1), 400–411. https://doi.org/10.12775/JEHS.2021.11.01.040

15. Kashuba, V., Radchenko, A., Radchenko, Y., Vako, I., & Usychenko, V. (2024). The state of the biogeometric profile of the posture of young athletes specializing in hand-to-hand combat as a prerequisite for the development of corrective and preventive measures. Physical Rehabilitation and Recreational Health Technologies, 9(4), 224–237. https://doi.org/10.15391/prrht.2024-9(4).03

16. Krykun, Y. Y., Kashuba, V. O., & Aleshina, A. I. (2024). Effectiveness of the technology of prevention and correction of functional disorders of the musculoskeletal system in cheerleaders at the stage of initial training. Rehabilitation & Recreation, 18(1), 168–178. https://doi.org/10.32782/2522-1795.2024.18.18

17. Mosher, A., Till, K., Fraser-Thomas, J., & Baker, J. (2021). Revisiting early sport specialization: What's the problem? Sports Health, 14(1), 13–19. https://doi.org/10.1177/19417381211049773

18. Moreno-Torres, J. M., et al. (2025). Effects of supervised strength training on physical fitness in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. Journal of Functional Morphology

and Kinesiology, 10(2), Article 162. https://doi.org/10.3390/jfmk10020162
19. Nevolin, D. A., Lopatskyi, S. V., & Maslova, O. V. (2024). Peculiarities of somatometric indices of young basketball players with different types of posture. Rehabilitation & Recreation, 18, 190–202. https://doi.org/10.32782/2522-1795.2024.18.20
20. Parry, G. N., Williams, S., et al. (2024). Associations between growth, maturation and injury in youth athletes engaged in elite pathways: A scoping review. British Journal of Sports Medicine. Advance online publication. https://doi.org/10.1136/bjsports-2024-108233
21. Scully, D., et al. (2023). Short-term benefit from core stabilization exercises in adolescent idiopathic scoliosis: A meta-analysis. Journal of Musculoskeletal Science and Practice, 63, Article 102734. https://doi.org/10.1016/j.msksp.2023.102734
22. Sniffen, K., Noel-London, K., Schaeffer, M., & Owoeye, O. (2022). Is cumulative load associated with injuries in youth team sport? A systematic review. Sports Medicine Open, 8, Article 117. https://doi.org/10.1186/s40798-022-00516-w
23. Solovjova, E. (2014). Posture specifics in young athletes in different sports. Journal of Sport and Health Science, 1, 49–54.
24. Wang, Z., et al. (2025). Effects of balance training on physical fitness in youth and young athletes: A systematic review (umbrella of intervention studies). Open Access. https://doi.org/10.1186/s

and Kinesiology, 10(2), Article 162. https://doi.org/10.3390/jfmk10020162
19. Nevolin, D. A., Lopatskyi, S. V., & Maslova, O. V. (2024). Peculiarities of somatometric indices of young basketball players with different types of posture. Rehabilitation & Recreation, 18, 190–202. https://doi.org/10.32782/2522-1795.2024.18.20
20. Parry, G. N., Williams, S., et al. (2024). Associations between growth, maturation and injury in youth athletes engaged in elite pathways: A scoping review. British Journal of Sports Medicine. Advance online publication. https://doi.org/10.1136/bjsports-2024-108233
21. Scully, D., et al. (2023). Short-term benefit from core stabilization exercises in adolescent idiopathic scoliosis: A meta-analysis. Journal of Musculoskeletal Science and Practice, 63, Article 102734. https://doi.org/10.1016/j.msksp.2023.102734
22. Sniffen, K., Noel-London, K., Schaeffer, M., & Owoeye, O. (2022). Is cumulative load associated with injuries in youth team sport? A systematic review. Sports Medicine Open, 8, Article 117. https://doi.org/10.1186/s40798-022-00516-w
23. Solovjova, E. (2014). Posture specifics in young athletes in different sports. Journal of Sport and Health Science, 1, 49–54.
24. Wang, Z., et al. (2025). Effects of balance training on physical fitness in youth and young athletes: A systematic review (umbrella of intervention studies). Open Access. https://doi.org/10.1186/s

Отримано /Received 9.04.2026
Прийнято до друку/ Accepted 29.04.2026
Опубліковано / Published 29. 05.2026

DOI: 10.31652/2071-5285-2026-21(40)-293-307

Відомості про авторів:
Лі Ханьцін; orcid.org/0000-0008-6693-4267; Національний університет фізичного виховання і спорту України

Довганінець О. ;orcid.org/0000-0001-6881-5474; Національний університет фізичного виховання і спорту України
Усиченко В.; orcid.org/0000-0003-3302-5864; Національний університет фізичного виховання і спорту України
Рибак Л.; orcid.org/0000-0003-0843-7613;Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу Creative Commons Attribution License