

Стратегії оптимізації тренувань для запобігання спортивному травмуванню у спортсменів з урахуванням факторів перетренованості

*Бабаліч Вікторія Анатоліївна¹, Дорошенко Вероніка Вадимівна²,
Луценко Ірина Миколаївна³*

Опубліковано	Секція	УДК
03.06.2024	Освіта/Педагогіка	796.01 (075.8)

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11489164>

Ліцензовано за умовами Creative Commons BY 4.0 International license

Анотація. У сучасному спорті зростає конкуренція, тому спортсмени намагаються досягти найкращих результатів, що може призвести до перетренованості та спортивних травм. Спортивні травми можуть мати серйозні соціально-економічні наслідки. З огляду на це, стратегії оптимізації тренувань для запобігання травмам є надзвичайно актуальними для спортсменів, тренерів, науковців та всього спортивного співтовариства.

Мета дослідження полягає у проведенні аналізу та систематизації стратегій оптимізації тренувань, спрямованих на уникнення травм у спортсменів, з урахуванням факторів перетренованості; покращенні ефективності тренувального процесу та забезпеченні здоров'я і безпеки як окремих спортсменів, так і спортивних команд.

Результати дослідження показали, що ефективне управління тренувальним процесом може значно знизити ризик травмування, особливо при врахуванні індивідуальних особливостей спортсменів та ступеня їх перетренованості. На основі отриманих результатів розроблено рекомендації щодо оптимізації тренувальних програм з метою зменшення ризику спортивного травмування. Адаптація тренувальних методик до індивідуальних потреб та особливостей спортсменів допомагає максимізувати результати та знизити ризик виникнення травм.

Ключові слова: біомеханічний аналіз, програми запобігання травматизму, стратегії оптимізації тренувань, прогресування, методика тренувань.

¹ кандидат педагогічних наук, доцент кафедри теорії та методики олімпійського і професійного спорту, Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5698-836X>

² кандидат наук з фізичного виховання та спорту, доцент кафедри медико-біологічних основ фізичної культури і спорту, Запорізький національний університет, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9818-8520>

³ кандидат наук з фізичного виховання та спорту, доцент кафедри фізичного виховання та спеціальної підготовки, Університет митної справи та фінансів, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9259-8203>

Training optimization strategies for the prevention of sports injuries in athletes taking overtraining factors into account

Annotation. In today's sports, competition is increasing, so athletes strive to achieve the best results, which can lead to overtraining and sports injuries. Increasing attention to healthy eating, physical activity and sports activities encourages many people to participate in active sports. However, not all of them understand how to avoid injuries during training. Sports injuries can have serious socio-economic consequences. Considering the growing popularity of sports, the constant development of sports technologies and methods, and the socio-economic consequences of sports injuries, strategies to optimize training for injury prevention are highly relevant to athletes, coaches, scientists and the entire sports community. The study considers injury prevention strategies in sports, physical exercises and activities to improve individual athletes' and teams' quality of life and health.

The purpose of the study is to analyze and systematize training optimization strategies aimed at avoiding injuries in athletes, taking into account factors of overtraining; improving the effectiveness of the training process and ensuring the health and safety of both individual athletes and sports teams.

The method of biomechanical analysis was used in the work. The inverse dynamics technique was used to determine force and impulses in different training regimes and the risk of injury in athletes with different levels of physical fitness.

The study results showed that effective management of the training process can significantly reduce the risk of injury, especially when considering the individual characteristics of athletes and their degree of overtraining. Based on the results, recommendations were developed for optimizing training programs to reduce the risk of sports injuries. Taking into account biomechanical aspects and physical principles in training programs is essential to prevent injuries in athletes and improve their performance. Adapting training methods to the individual needs and characteristics of athletes helps maximize results and reduce the risk of injuries.

Keywords: biomechanical analysis, injury prevention programs, training optimization strategies, progression, optimization, training methods.

Вступ

Фізична активність відіграє ключову роль у здоровому способі життя протягом усього життя людини, сприяючи поліпшенню функцій серця та м'язів, підвищенню рівня витривалості та когнітивних здібностей, а також контролю ваги та рівня цукру в крові. За останні двадцять років зріс інтерес до занять спортом та фізичними вправами. Проте, як показує аналіз, популярність командних видів спорту постійно зменшується, особливо з віком, що пов'язують з погіршенням здоров'я та травмами. Багато спортсменів залишають заняття спортом у молодому віці через травми, які не дозволяють їм повернутися до колишнього рівня активності. Враховуючи численні переваги фізичної активності, важливо розробити способи запобігання травмам і зберегти людей активними. З цією метою розробляють методики тренувань, включаючи застосування штучного інтелекту [1]. Розуміння того, які кроки потрібно зробити для попередження травм, може допомогти спортсменам продовжувати активно займатися своєю улюбленою діяльністю. Перш ніж відповісти на питання про можливість профілактики травм, важливо ретельно розглянути зміст поняття "профілактика травм", оскільки ця проблема багатоаспектна та потребує проведення подальших досліджень [2].

Для тренерів та фахівців у галузі спорту важливо мати доступ до науково обґрунтованих методик тренувань, які допоможуть уникнути травм та покращити

результативність спортсменів. Розуміння стратегій оптимізації тренувань є важливим елементом їх професійної підготовки.

Значну увагу розробці сучасних технологій у спорті приділяли В. О. Павленко, Е. Ю. Насонкіна, Є. Є. Павленко [3], О. О. Мітова та В. М. Онищенко [4]. Оновлення пошуку в січні 2024 року дозволило врахувати нові дослідження, які можуть мати важливе значення для розуміння та практичного застосування стратегій запобігання травмам у спортивній діяльності. Методика біомеханічного аналізу дозволяє дослідити сили та деформації, які виникають у різних тканинах внаслідок руху людини [5; 6]. Для виявлення факторів, які можуть призвести до травм, важливо розуміти фізичні принципи цих методів. Тіло та окремі сегменти кінцівок рухаються відповідно до основних фізичних законів. Зокрема за другим законом Ньютона сума всіх сил, що діють на тверде тіло, дорівнює добутку маси тіла на його лінійне прискорення. Важливо також враховувати момент інерції тіла та його кутове прискорення. Результатом зовнішніх навантажень є сили та моменти, які діють на кінцівку, а також сили, що виникають у м'язах, зв'язках і кістках, пов'язані з цим сегментом [7]. Методика зворотної динаміки дозволяє визначити сили та моменти, які діють на кінцівку, враховуючи її кінематику. Після цього можна розподілити ці сили та моменти серед окремих тканин, враховуючи їх структурні властивості [8]. Методика прямої динаміки передбачає сили, які генеруються м'язами, та визначає рух тіла на основі законів Ньютона та сил, що виникають у кістках, сухожиллях і зв'язках. Для розуміння та прогнозування механізмів травм необхідно враховувати інерційні властивості кінцівок, сили м'язів, будову та структурні властивості кісток, зв'язок і сухожиль, а також умови зовнішнього навантаження та їх зміни з віком.

Мета дослідження – аналіз та систематизація стратегій оптимізації тренувань з метою запобігання спортивному травмуванню у спортсменів з урахуванням факторів перетренованості для покращення результативності тренувального процесу, збереження здоров'я та забезпечення безпеки спортсменів.

Наукова новизна даної статті полягає в розробці стратегій оптимізації тренувань для запобігання спортивному травмуванню у спортсменів з урахуванням факторів перетренованості. Запропоновано комплексний підхід до тренувань, що включає аналіз біомеханічних аспектів руху, індивідуалізацію програм тренувань та урахування фізіологічних аспектів, що знижують ризик травматизму у спортсменів.

Результати

Результати досліджень вказують на зв'язок між руховим тренуванням, навчанням та програмами із запобігання травмам [9; 10]. Встановлено, що травми внаслідок перетреновання, виникають, коли структури організму витримують стрес, який перевищує їхню здатність витримувати тренування протягом тривалого періоду без належного відновлення. Наприклад, у бейсболі пітчери роблять декілька десятків кидків за короткий час, що створює великі навантаження на м'язи та суглоби, зокрема на ліктьовий суглоб. Більшість гравців мають лише короткі періоди відпочинку між кидками, що може призвести до перенапруження суглобових зв'язок, таких як ліктьова колатеральна зв'язка, що збільшує ризик травм. Таким чином, поєднання великої кількості кидків зі скороченим часом відпочинку може спричинити травму від надмірного навантаження [11].

При розробці програм запобігання травмам важливо враховувати різні змінні, які гарантують безпеку учасників та ефективність програми. Це вимагає великої уваги, часу та розуміння. Необхідно враховувати типи травм і принципи вправ, оскільки вони визначають успішність програми та мінімізують ризик травмування.

Травми є серйозною проблемою у спортивній діяльності, що може призвести до втрати продуктивності, тривалих перерв у тренуваннях і навіть до закінчення кар'єри. Для забезпечення учасників та підвищення ефективності програми тренувань важливо розробляти програми запобігання травмам у спортивній діяльності, які включають:

1. Індивідуалізовані тренувальні плани, що враховують фізичну підготовку, медичну історію та інші особливості кожного спортсмена.
2. Науково обґрунтовані методики тренувань та техніки виконання вправ для мінімізації ризику травматизму.
3. Комплексні підходи до прогресивного навантаження та відпочинку для уникнення перетренування.
4. Вивчення біомеханічних аспектів рухів та впливу навантажень на тканини для оптимізації техніки виконання вправ.
5. Регулярний медичний моніторинг стану здоров'я спортсменів та вчасне виявлення потенційних проблем.
6. Розробка програм розтяжки, м'язового зміцнення та координації для підвищення стійкості до травм.
7. Належна організація тренувальних процесів та управління ризиком травматизму відповідно до специфіки спортивної діяльності.

На рис. 1 наведено класифікацію програм запобігання травматизму.



Рис. 1. Класифікація програм запобігання травматизму

Джерело: власна розробка авторів

Специфіка, перевантаження та прогресування є ключовими аспектами при виборі вправ для включення у програму профілактики травм. Потрібно ретельно вивчити, як тіло реагує на рухи та як працюють м'язи, особливо в тих моментах, коли організм найбільш схильний до пошкоджень [6; 7]. Принцип адаптації до навантажень (SAID)

вимагає включення в програму вправ, які відповідають вимогам для досягнення поставленої мети. Наприклад, якщо ціль - підвищення швидкості бігу, то в тренування слід включити швидкісні вправи; якщо мета - покращення стрибків, то в програмі слід передбачити вправи на стрибки. Таким чином, програма повинна бути адаптована до конкретних потреб і вимог учасників для досягнення найкращих результатів та зменшення ризику травм.

Біомеханічні принципи відіграють ключову роль у розробці ефективних програм запобігання травмам [12]. При аналізі спортивних рухів звертають увагу на те, як використовується сила.

У спортивній практиці та медицині, особливо на рівні команд та спортивних клубів, існує потреба в розробці імплементованих практичних стратегій [13; 14]. Стратегії оптимізації тренувань – важливий елемент досягнення успіху у спорті, запобігання та зменшення ризику спортивних травм (таблиця 1).

Таблиця 1

Стратегії оптимізації тренувань для уникнення перетренованості

Назва стратегії	Зміст стратегії
<i>Специфікація вправ</i>	Враховуючи цілі та потреби учасників, вправи повинні бути специфічно спрямовані на покращення конкретних аспектів фізичної підготовки. Наприклад, для підвищення м'язової сили включають вправи з використанням вагового обладнання, тоді як для покращення гнучкості – вправи на розтяжку.
<i>Прогресування навантаження</i>	Поступове збільшення інтенсивності та обсягу тренувань допомагає тілу адаптуватися до нових навантажень і підвищує його стійкість до травм. Прогресування досягають збільшенням ваги, кількості повторень чи тривалості тренування.
<i>Різносторонність тренувань</i>	Включення різноманітних видів вправ допомагає розвивати різні фізичні якості та м'язові групи, що сприяє збалансованому фізичному розвитку та запобігає перетренуванню певних частин тіла.
<i>Відпочинок і регенерація</i>	Важливо враховувати не лише навантаження, але й періоди відпочинку та регенерації. Вони дозволяють тілу відновитися після тренувань, зменшують ризик перетренування та покращують результативність.
<i>Індивідуалізація тренувань</i>	Кожен спортсмен має свої унікальні потреби та характеристики. Індивідуалізовані програми тренувань, розроблені з урахуванням особливостей кожного учасника, більш ефективно допомагають досягати цілей та запобігають травмам.
<i>Моніторинг та оцінка</i>	Систематичне ведення журналів тренувань, оцінка прогресу та реакції організму на навантаження дозволяє своєчасно виявляти можливі проблеми та коригувати програму тренувань.
<i>Постійне навчання</i>	Спортсмени та тренери повинні постійно поповнювати свої знання щодо новітніх методик тренувань та стратегій запобігання травмам, щоб вдосконалювати програму та забезпечувати максимальну безпеку та ефективність.

Джерело: власна розробка авторів

Розробка стратегій оптимізації тренувань для запобігання спортивному травмуванню у спортсменів з урахуванням факторів перетренованості пов'язана як з науковими програмами, так і з практичними завданнями. В рамках наукових програм, спрямованих на вивчення методів фізичної реабілітації після травм, важливо також розглядати аспекти їх запобігання. Оптимізація тренувальних стратегій може відігравати ключову роль у зменшенні ризику травм та підвищенні ефективності реабілітації [15].

Робота в сфері оптимізації тренувальних стратегій важлива також для наукових програм, спрямованих на вивчення та попередження спортивних травм. Вона може включати дослідження фізіологічних та біомеханічних аспектів травматичних ушкоджень та розробку спеціалізованих методик їх запобігання.

Для оптимізації тренувальних програм з метою зменшення ризику спортивного травмування можна дати такі рекомендації:

1. *Специфікація вправ.* Важливо включати в програму вправи, які специфічно відповідають поставленим цілям тренувань. Наприклад, якщо ціль – покращення швидкості бігу, то потрібно включити швидкісні вправи. Це допоможе уникнути надмірного навантаження на ті частини тіла, які не відповідають потрібним фізичним вимогам.
2. *Перевантаження та прогресування.* Потрібно забезпечити систематичне збільшення навантажень з плином часу, дотримуючись принципу перевантаження. Необхідне поступове досягнення прогресу тренування, що надає тілу достатній час для адаптації і запобігання перетренованню.
3. *Біомеханічні принципи.* При розробці програми запобігання травмам важливо враховувати біомеханічні принципи руху та сили, які виникають під час виконання спортивних рухів. Розуміння того, як сила використовується під час рухів, може допомогти оптимізувати техніку виконання вправ та уникнути надмірного напруження на м'язи та суглоби.
4. *Принцип адаптації до навантажень (SAID).* Щоб максимально ефективно підготувати учасників до спортивних зусиль та запобігти можливим травмам, вправи повинні відповідати конкретним їх потребам та цілям.

Надані рекомендації допоможуть покращити ефективність програми тренувань, зменшити ризик спортивного травмування та сприяти загальному здоров'ю та витривалості учасників.

Висновки

За результатами проведеного дослідження запропоновано класифікацію програм запобігання травмам у спортивній діяльності для врахування різноманітних факторів, які гарантують безпеку учасників та дозволяють збільшити ефективність програми тренування. При виборі вправ для включення до програми профілактики травм важливо враховувати їх тип, специфіку, перевантаження та прогресування, оскільки ці аспекти визначають успішність програми та мінімізують ризик травмування. Встановлено біомеханічні принципи, які відіграють ключову роль у розробці ефективних програм запобігання травмам.

Подальші дослідження у галузі стратегій оптимізації тренувань для запобігання спортивному травмуванню у спортсменів з урахуванням факторів перетренованості можуть включати такі аспекти: індивідуалізація програм тренувань, моніторинг фізичного стану, впровадження сучасних технологій (зокрема пристроїв для моніторингу фізичної активності та аналізу біометричних показників). Вивчення

оптимальних методів відновлення після тренувань та змагань сприятиме зменшенню ризику травм та перетренування.

Список використаних джерел

1. Azimi, V., & Zaydman, M. A. (2023). Optimizing Equity: Working Towards Fair Machine Learning Algorithms in Laboratory Medicine. *The Journal of Applied Laboratory Medicine*, 8(1), 113-128. <http://dx.doi.org/10.1093/jalm/jfac085>
2. Wu, S., & Luo, X. (2022). Prevention and Treatment of Sports Injuries and Rehabilitative Physical Training of Wushu Athletes. *Applied Bionics and Biomechanics*, 1-9. <https://doi.org/10.1155/2022/2870385>
3. Павленко, В. О., Насонкина Е. Ю., & Павленко Є. Є. (2020). Сучасні технології підготовки в обраному виді спорту. Харків.
4. Мітова, О. О. & Онищенко В. М. (2015). Вплив занять міні-баскетболом на першому році тренування на рівень фізичного здоров'я дітей 6-7 років. *Слобожанський науково-спортивний вісник*, 6(50), 93-98.
5. Tai, W. H., Zhang, R., & Zhao, L. (2023). Cutting-Edge Research in Sports Biomechanics: From Basic Science to Applied Technology. *Bioengineering*, 10(6), 668. <https://doi.org/10.3390/bioengineering10060668>
6. Tuxtaevich, A. T. (2023). Physiological Mechanisms and Patterns of Recovery Processes in Sports. *Frontline Medical Sciences and Pharmaceutical Journal*, 3(12), 70-76. <https://doi.org/10.5930/issn.1994-4683.2007.06.28.p76-85>
7. Nutritional Strategies to Optimize Performance, Training Adaptation and Recovery in Team Sports. (2021). *Sports & Exercise Medicine Switzerland*. <https://doi.org/10.34045/sems/2021/3>
8. Farì, G., Latino, F., Tafuri, F., Dell'Anna, L., Raele, et al. (2023). Shoulder Pain Biomechanics, Rehabilitation and Prevention in Wheelchair Basketball Players: A Narrative Review. *Biomechanics*, 3(3), 362-376. <http://doi.org/10.3390/biomechanics3030030>
9. Sakata, J., Tamaki, T., Kishino, A., Kubota, S., & Akeda, M. (2021). Risk Factors for Throwing Elbow Injuries During Pitching Analyzed by Simulation Using Human Musculoskeletal Model in Youth Baseball Pitchers. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 30(6), 1309-1315. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2021.01.039>
10. Seçkin, A. Ç., Ateş, B., & Seçkin, M. (2023). Review on Wearable Technology in Sports: Concepts, Challenges and Opportunities. *Applied Sciences*, 13(18), 10399. <https://doi.org/10.3390/app131810399>
11. Mariscal, G., & Barrios, C. (2024). Assessing Biomechanical and Clinical Outcomes of an Elbow Orthosis Intervention in Youth Baseball: Preliminary Results. *Sports*, 12(1), 24. <https://doi.org/10.3390/sports12010024>
12. Nyland, J. (2023). Overuse Noncontact Acl Injury in Young Athletes: Since We Can't Completely Fix it, why not Prevent it? *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 15(2), 162-164. <https://doi.org/10.1177/19417381231152865>
13. Brenner, J. S. (2007). Council on Sports Medicine and Fitness. Overuse Injuries, Overtraining, and Burnout in Child and Adolescent Athletes. *Pediatrics*, 119(6), 1242-1245. http://doi.org/10.1542/9781610024334-part05-overuse_injuries
14. Wang, C. (2023). Optimization of Sports Effect Evaluation Technology from Random Forest Algorithm and Elastic Network Algorithm. *Plos One*, 18(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0292557>
15. Lee, J. H., & Mei-Dan, O. (2023). Sports Injury Prevention, Rehabilitation, and Return to Play Considerations in Extreme and Adventure Sport Athletes. *Sports Injuries* (pp. 1-10). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-36801-1_474-1