



## Фізична терапія спортсменів із діафізарними переломами кісток гомілки після інтрамедулярного остеосинтезу (на матеріалі командних спортивних ігор)

Е. Ю. Дорошенко<sup>1,D,E,F</sup>, О. К. Ніканоров<sup>2,B,C,F</sup>, І. М. Ляхова<sup>1,A,E</sup>, Л. І. Левченко<sup>1,A,E</sup>, С. Г. Пузік<sup>1,A,E</sup>, О. Є. Черненко<sup>1,A,E</sup>, А. М. Гурєєва<sup>1,A,E</sup>, І. О. Сазанова<sup>1,A,E</sup>

<sup>1</sup>Запорізький державний медичний університет, Україна, <sup>2</sup>Національний університет фізичного виховання і спорту України, м. Київ, Україна

A – концепція та дизайн дослідження; B – збір даних; C – аналіз та інтерпретація даних; D – написання статті; E – редагування статті; F – остаточне затвердження статті

**Мета роботи** – оцінити ефективність програми фізичної терапії для спортсменів, які спеціалізуються в командних спортивних іграх, із діафізарними переломами кісток гомілки після інтрамедулярного остеосинтезу.

**Матеріали та методи.** Експериментальні дослідження виконали зі спортсменами з ігрових видів спорту (n = 58) із діафізарними переломами кісток гомілки, які перебували на лікуванні у відділенні травматології та ортопедії міської клінічної лікарні № 7 м. Києва, ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», клініці спортивної травми НУФВСУ протягом 2014–2019 рр. Використали методи аналізу та узагальнення відомостей наукової літератури; метод антропометричних вимірювань для визначення обвідних показників здорової та травмованої кінцівки; метод гоніометрії для вимірювання доступного обсягу рухів у колінному суглобі здорової та травмованої кінцівки; метод міотометрії для визначення показників тону чотириголового м'яза стегна; тестування для розрахунку індексу симетричності нижніх кінцівок (LSI – Lower Extremity Symmetry Index); методи математичної статистики.

**Результати.** Комплексна програма фізичної терапії, яку розробили, – цикл відновлювальних заходів, що відповідають досягненню попередніх функціональних можливостей, відповідає вимогам до рівня рухових можливостей, загальної та спеціальної фізичної працездатності спортсменів, а також їхнім особистим уявленням про якість життя. Оцінювання ефективності програми фізичної терапії дає можливість констатувати, що в основній групі нормативних значень досягли 25 із 29 спортсменів (86,21 %), у контрольній – 19 спортсменів із 29 (65,52 %), що свідчить про високу ефективність запропонованої програми фізичної терапії.

**Висновки.** У процесі формування програм фізичної терапії для пацієнтів – спортсменів із діафізарними переломами кісток гомілки після інтрамедулярного остеосинтезу – терапевтичні вправи доцільно групувати залежно від специфічних завдань реабілітаційних заходів та їх переважної спрямованості на відновлення рухової функції, загальної фізичної працездатності, спеціальної фізичної працездатності, базових рухових умінь і навичок, спеціальних рухових умінь і навичок згідно зі специфікою тренувальної та змагальної діяльності у спортивних іграх.

### Physical therapy of athletes with diaphysis shin bone fractures after intramedullary osteosynthesis (based on team sports games)

E. Yu. Doroshenko, O. K. Nikanorov, I. M. Liakhova, L. I. Levchenko, S. H. Puzik, O. Ye. Chernenko, A. M. Hurieieva, I. O. Sazanova

**The aim of the work** was to evaluate the effectiveness of a physical therapy program for athletes specializing in team sports games with diaphysis fractures of the shin after intramedullary osteosynthesis.

**Materials and methods.** Experimental studies were conducted with athletes in game sports (n = 58) with diaphyseal fractures of the tibia, who were treated in the Department of Traumatology and Orthopedics of the Clinical Hospital № 7, Kyiv, SI "Institute of Traumatology and Orthopedics NAMS of Ukraine", sports clinic injuries of NUFVSU during 2014–2019. Methods of analysis and generalization of literature sources were used; method of anthropometric measurements to determine the comprehensiveness of a healthy and injured limb; goniometry method for measuring the available range of motion in the knee joint of a healthy and injured limb; myotometry method to determine the tone of the quadriceps femoris; testing to calculate the symmetry index of the lower extremities (LSI – Lower Extremity Symmetry Index); methods of mathematical statistics.

**Results.** The developed complex program of physical therapy is a cycle of restorative measures that meet the achievement of previous functionality, meets the requirements for the level of motor skills, general and special physical performance of athletes, and meets their personal ideas about the quality of life. Evaluation of the effectiveness of the physical therapy program allows us to state that in BG

#### ВІДОМОСТІ ПРО СТАТТЮ



<http://pharmed.zsmu.edu.ua/article/view/207209>

УДК 616.718.5/6-001.5-089.2:796.077.2]-085.83

DOI: [10.14739/2409-2932.2020.2.207209](https://doi.org/10.14739/2409-2932.2020.2.207209)

Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики. 2020. Т. 13, № 2(33). С. 293–301

**Ключові слова:** фізична терапія, програма, гомілка, діафізарні переломи, інтрамедулярний остеосинтез, відновне лікування, спортсмен, спортивні ігри.

\*E-mail: [doroe@ukr.net](mailto:doroe@ukr.net)

Надійшла до редакції: 27.04.2020 // Після доопрацювання: 04.05.2020 // Прийнято до друку: 07.05.2020

the normative values were reached by 25 out of 29 athletes (86.21 %), in CG – 19 athletes out of 29 (65.52 %), which indicates the high efficiency of the proposed physical therapy program.

**Conclusions.** In the process of forming physical therapy programs for patients – athletes with diaphysis fractures of the tibia after intramedullary osteosynthesis, therapeutic exercises should be grouped depending on the specific objectives of rehabilitation measures and their predominant focus: to restore motor function; to restore general physical fitness; to restore special physical fitness; to restore basic motor skills and abilities; to restore special motor skills and abilities in accordance with the specifics of training and competitive activities in sports games.

**Key words:** physical therapy, program, shin, diaphysis fractures, intramedullary osteosynthesis, rehabilitation treatment, athlete, sports games.

**Current issues in pharmacy and medicine: science and practice 2020; 13 (2), 293–301**

### Физическая терапия спортсменов с диафизарными переломами костей голени после интрамедуллярного остеосинтеза (на материале командных спортивных игр)

Э. Ю. Дорошенко, А. К. Никаноров, И. Н. Ляхова, Л. И. Левченко, С. Г. Пузик, Е. Е. Черненко, А. М. Гуреева, И. А. Сазанова

**Цель работы** – оценить эффективность программы физической терапии для спортсменов, специализирующихся в командных спортивных играх, с диафизарными переломами костей голени после интрамедуллярного остеосинтеза.

**Материалы и методы.** Экспериментальные исследования проведены со спортсменами игровых видов спорта ( $n = 58$ ) с диафизарными переломами костей голени, которые находились на лечении в отделении травматологии и ортопедии клинической больницы № 7 г. Киева, ГУ «Институт травматологии и ортопедии АМН Украины», клинике спортивной травмы НУФВСУ в течение 2014–2019 гг. Использованы методы анализа и обобщения данных научной литературы; метод антропометрических измерений для определения охватных показателей здоровой и травмированной конечности; метод гониометрии для измерения доступного объёма движений в коленном суставе здоровой и травмированной конечности; метод миотометрии для определения показателей тонуса четырёхглавой мышцы бедра; тестирование для расчёта индекса симметричности нижних конечностей (LSI – Lower Extremity Symmetry Index); методы математической статистики.

**Результаты.** Разработанная комплексная программа физической терапии представляет собой цикл восстановительных мероприятий, соответствующих достижению предыдущих функциональных возможностей, удовлетворяет требования к уровню двигательных возможностей, общей и специальной физической работоспособности спортсменов и соответствует их личным представлениям о качестве жизни. Оценка эффективности программы физической терапии позволяет констатировать, что в основной группе нормативных значений достигли 25 из 29 спортсменов (86,21 %), в контрольной – 19 спортсменов из 29 (65,52 %), что свидетельствует о высокой эффективности предложенной программы физической терапии.

**Выводы.** В процессе формирования программ физической терапии для пациентов – спортсменов с диафизарными переломами костей голени после интрамедуллярного остеосинтеза – терапевтические упражнения целесообразно группировать в зависимости от специфических задач реабилитационных мероприятий и их преимущественной направленности на восстановление двигательной функции, общей физической работоспособности, специальной физической работоспособности, базовых двигательных умений и навыков, специальных двигательных умений и навыков в соответствии со спецификой тренировочной и соревновательной деятельности в спортивных играх.

**Ключевые слова:** физическая терапия, программа, голень, диафизарные переломы, интрамедуллярный остеосинтез, восстановительное лечение, спортсмен, спортивные игры.

**Актуальные вопросы фармацевтической и медицинской науки и практики. 2020. Т. 13, № 2(33). С. 293–301**

У сучасній науці є певний консенсус щодо складності процесу підготовки в ігрових видах спорту: фахівці стверджують, що тренувальна та змагальна діяльність у командних спортивних іграх є найскладнішою та не має повних аналогів в інших видах спорту [7–9]. Крім цього, високий рівень конкуренції в поєднанні з технічною складністю ігрових прийомів, психологічним тиском на гравців і максимальними фізичними навантаженнями на організм у комплексі призводять до високих показників травматизму [1,18]. Насамперед це стосується опорно-рухового апарату спортсменів – ланки організму, яка найбільше зазнає пошкоджень і травм у тренувальному та змагальному процесах [13]. Травми не тільки негативно впливають на показники загальнокомандної результативності та ефективності, але й істотно знижують якість життя конкретних спортсменів.

Саме тому останніми роками суттєво зросла зацікавленість учених і фахівців-практиків у розв'язанні питань відновного лікування спортсменів із травматичними

пошкодженнями опорно-рухового апарату з широким застосуванням методик фізичної терапії. Це свідчить про актуальність і своєчасність досліджень.

Під час планування експериментальних досліджень із вивчення травматизму опорно-рухового апарату спортсменів враховували прикладні підходи, що викладені в дослідженні А. С. Murphy, S. F. Muldoon, D. Baker et al. (2018) [19], а також щодо анатомічної будови, функціонування актино-міозинового комплексу (ізометричні, ізотонічні, концентричні та ексцентричні види м'язового скорочення) та контролю станів опорно-рухового апарату людини [17]. Важливими є питання надання кваліфікованої екстреної допомоги після травматизації спортсменів [14] та обов'язкове медичне обслуговування спортивних заходів, що значущо скорочує терміни відновного лікування.

У практичній реалізації завдань цього наукового напрямку широко відомі дослідження українських і закордонних фахівців. У дослідженні С. С. Люгайло (2014) [5]

розглянуто сучасний стан проблеми профілактики травматизму та фізичної реабілітації у спорті. На підставі аналізу показників захворюваності спортсменів і вивчення особливостей її структури обґрунтовані пріоритетні напрями та методологічні підходи до застосування методів фізичної терапії та реабілітаційної діяльності у спорті. Автор зробила висновок про необхідність розроблення комплексної системи фізичної терапії, що містять заходи, спрямовані на поліпшення функціонального стану спортсменів, опосередковано, шляхом підвищення рівня здоров'я та адаптаційних можливостей індивіда.

У багаторічних дослідженнях О. К. Ніканорова (2015) [6] наведені дані про основні причини, патоморфоз, нозологічні форми та поширеність травм опорно-рухового апарату в різних видах спорту, зокрема у спортивних іграх. Автор встановив, що у представників ігрових видів спорту найпоширенішими є травми опорно-рухового апарату. Зважаючи на необхідність відновлення швидкісно-силових якостей після травм, найбільш перспективним напрямом розвитку реабілітаційних технологій на підставі програм фізичної терапії є послідовне використання елементів кондиційного та пліометричного тренування, що дає можливість істотно підвищити ефективність відновлення спеціальної працездатності спортсменів.

Crowell M. S., Deyle G. D., Owens J., Gill N. W. (2016) [15] на підставі результатів експериментальних досліджень визначили: мультимодальний підхід, включаючи мануальну терапію та функціональні вправи, може вирішити весь спектр порушень у пацієнтів із тяжкою травмою нижньої кінцівки, в результаті чого майже повністю відновляться функції, що були обмежені внаслідок травм.

Огляд фахової літератури з питань травматизації м'язів і сухожил'я колінного суглоба спортсменів представлений у дослідженні G. A. Ramos, G. G. Arliani, D. C. Astur et al. (2017) [20]. Авторський колектив відзначає, що травми колінного суглоба є одними з найчастіших у спорті, а фізична терапія – невіддільний компонент комплексного відновного лікування. Визначили, що найбільш ефективними методами фізичної терапії відповідно до стадії ураження є кріотерапія, лазерна терапія, терапевтичне ультразвукове дослідження, лікувальна фізкультура, мануальна терапія. Однак доказова база ефективності комплексного використання цих методів фізичної терапії під час лікування травм м'язів і сухожил'я колінного суглоба остаточно не встановлена.

Whittaker J. L., Ellis R., Hodges P. W. et al. (2019) [21] порушили питання щодо візуалізації за допомогою ультразвуку в лікувальній фізичній культурі як сфері практичного застосування терапевтичних вправ. Доведено, що навчальна модель із застосування ультразвуку у процесі фізичної терапії травматичних ушкоджень опорно-рухового апарату на підставі фахових компетентностей і методичних рекомендацій, котрі запропонували британські науковці, має важливе практичне значення.

Експериментальні дослідження Е. Ю. Дорошенка (2015) [2], Е. Ю. Дорошенка, С. М. Малахової, О. Є. Черненко та співавт. (2019) [3] спрямовані на визначення основних

видів терапевтичних вправ, що практично використовують у процесі фізичної терапії кваліфікованих спортсменів у футболі та футзалі після травматичних ушкоджень опорно-рухового апарату. Автори довели, що найбільш використовуваними є різновиди масажу, стретчинг вправи, циклічні локомоції низької інтенсивності, на напруження та розслаблення здорових кінцівок, вправи лікувальної гімнастики, кондиційного тренування для великих м'язових груп, дихальні вправи, локальні вправи на тренажерах і застосування технічних засобів реабілітації.

У процесі багаторічних експериментальних досліджень науковців кафедри фізичної реабілітації та Центру спортивної травматології Національного університету фізичного виховання і спорту України (м. Київ) встановлено, що за показниками травматичних ушкоджень опорно-рухового апарату спортсменів ігрових видів спорту найбільша кількість припадає на спортсменів масових розрядів. Під час аналізу показників травм і пошкоджень унаслідок синдрому стомлення або фізичного виснаження виявили зворотну тенденцію: найбільша кількість травм та ушкоджень опорно-рухового апарату спортсменів припадає на групи спортсменів вищої кваліфікації (майстри спорту, майстри спорту міжнародного класу, заслужені майстри спорту), далі – група спортсменів I розряду, кандидатів у майстри спорту; найменші показники зафіксували у спортсменів масових розрядів, зазначають Аль-Куран Д. Т. М. (2018) [1], Ра'ад А. Х. (2019) [11], Шаді А. М. (2019) [12].

Пустовойт Б. А., Комаров Р. А. (2019) [10] визначили: внаслідок тривалої гіпокінезії, що пов'язана з іммобілізацією та ліжковим режимом, а також невчасного, нерегулярного застосування засобів відновного лікування та фізичної терапії діафізарні переломи кісток гомілки можуть стати не тільки чинником, що істотно детермінує рівень спортивних досягнень, але й призвести до інвалідності, що зумовлює і медичний, і соціально-психологічний характер проблеми реабілітації після травм.

У процесі формування програм фізичної терапії (реабілітації) після травм опорно-рухового апарату А. Hertsyk (2016) [16] пропонує враховувати поточний рівень рухових функцій спортсменів на основі використання комплексного (системного) підходу й сучасних технологій, що дасть змогу оптимізувати процес відновного лікування, зменшити його терміни та створить необхідні передумови для ремоделювання фізичних станів організму, що були притаманні пацієнту до травматизації.

На підставі огляду відомостей фахової літератури констатуємо: питання фізичної терапії після травм і пошкоджень опорно-рухового апарату у спортсменів, які спеціалізуються в ігрових видах спорту, викликають чималий інтерес у дослідників. Незважаючи на це, проблемні питання щодо фізичної терапії у спортсменів, які спеціалізуються в командних спортивних іграх, з діафізарними переломами кісток гомілки після інтрамедулярного остеосинтезу, ще не мають остаточного вирішення в напрямі методичного забезпечення індивідуальних реабілітаційних програм, оптимального відбору засобів і режимів фізичного навантаження.

## Мета роботи

Оцінити ефективність програми фізичної терапії для спортсменів, які спеціалізуються в командних спортивних іграх, із діафізарними переломами кісток гомілки після інтрамедулярного остеосинтезу.

## Матеріали і методи дослідження

Експериментальні дослідження провели зі спортсменами з ігрових видів спорту ( $n = 58$ ) із діафізарними переломами кісток гомілки, які перебували на лікуванні у відділенні травматології та ортопедії міської клінічної лікарні № 7 м. Києва, ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», клініці спортивної травми НУФВСУ протягом 2014–2019 рр.

За нашими спостереженнями, відповідно до вікової періодизації найбільша кількість обстежених спортсменів із діафізарними переломами кісток гомілки належали до І періоду зрілого віку (22–35 років). Такі пацієнти становили 50,00 % ( $n = 29$ ) від обстеженого контингенту. Спортсмени юнацького та підліткового віку становили 37,93 % ( $n = 22$ ) і 12,07 % ( $n = 7$ ) відповідно від усіх травмованих.

Більшість обстежених – кваліфіковані спортсмени з діафізарними переломами кісток гомілки, які мали звання майстер спорту, спортивні розряди кандидат у майстри спорту і І спортивний розряд – 84,48 % ( $n = 49$ ). Інші пацієнти – спортсмени масових розрядів: 8,62 % ( $n = 5$ ) ІІ розряду і 6,90 % ( $n = 4$ ) ІІІ розряду. Контингент основної та контрольної груп – по 29 спортсменів у кожній групі відповідно.

Під час дослідження застосували метод антропометричних вимірювань. Оцінювали результати вимірювань обвідних розмірів стегна, гомілки для ефективного контролю за ліквідацією набряку й визначення рівня гіпотрофії м'язів травмованої кінцівки. Дослідили антропометричні показники у спортсменів-пацієнтів основної та контрольної груп у 3 етапи: в ранньому післяопераційному періоді (клінічний етап), коли на перший план виступають явища посттравматичного й післяопераційного реактивного набряку; в пізньому післяопераційному періоді – для оцінювання ступеня атрофії м'язової тканини; в кінці періоду повернення до тренувань – для визначення ефективності заходів фізичної терапії на підставі порівняння симетрії обвідних розмірів здорової та травмованої кінцівок.

Метод гоніометрії (вимірювання доступного обсягу рухів у колінному суглобі) використовували для оцінювання ефективності розробленої комплексної програми фізичної терапії, враховуючи фізіологічні терміни репаративних процесів вимірювання доступного обсягу рухів у колінному суглобі. Дослідження здійснили у 3 етапи: ранній післяопераційний період (клінічний етап, наприкінці 2 тижня після реконструктивного оперативного втручання (інтрамедулярного остеосинтезу)); ранній післяопераційний період (постклінічний етап, наприкінці 6 тижня); пізній післяопераційний період (наприкінці 16 тижня від початку відновлювальних заходів).

Методом міотонометрії визначили показники тонузу чотириголового м'яза стегна:  $A_1$  – показник тонузу м'яза у стані спокою;  $B_1$  – показник тонузу м'яза у стані ізотонічного напруження;  $C_1$  – показник тонузу м'язу у стані максимального розслаблення. Вимірювання виконали у три етапи: передопераційний період, пізній післяопераційний період, період повернення до тренувань.

Стрибкові вправи оцінили для визначення LSI – індексу симетричності нижніх кінцівок (одинарний стрибок, потрійний стрибок, перехресний стрибок, стрибова серія) за формулою:

$$LSI = \frac{\text{показник травмованої кінцівки, см}}{\text{показник здорової кінцівки, см}} \cdot 100 \%$$

Результати опрацювали на підставі рекомендацій [4] за допомогою методів математичної статистики з визначенням показників:  $\bar{x}$  – середнє арифметичне значення;  $S$  – середнє квадратичне відхилення;  $p$  – критерій вірогідності; % – відсоткове значення.

## Результати

Розроблена комплексна програма фізичної терапії спортсменів із діафізарними переломами кісток гомілки після інтрамедулярного остеосинтезу, містить такі складові:

- первинне обстеження спортсмена з визначенням функціонального періоду та його етапи (клінічний, загальнопідготовчий, спеціально-підготовчий, втягувальний);
- розробку програми фізичної терапії для певного функціонального періоду, враховуючи рекомендації лікаря-ортопеда (травматолога) та лікаря фізичної, реабілітаційної медицини;
- оцінювання ефективності програми фізичної терапії наприкінці кожного періоду шляхом аналізу досягнутих критеріїв і рішення про переведення пацієнта на наступний функціональний період у разі їх виконання;
- корекцію завдань наступного функціонального періоду в разі неповної реалізації програми попереднього періоду або рішення про повторне оперативне лікування;
- здійснення комплексу відновлювальних заходів фізичної терапії наступного періоду на основі процедур корекції;
- оцінювання ефективності програми фізичної терапії.

Комплексна програма фізичної терапії, яку розробили, – цикл відновлювальних заходів, який завершується, коли оцінка функціональних результатів відповідає вимогам спортсмена до рівня рухових можливостей, загальної та спеціальної фізичної працездатності, а також його особистим уявленням про якість життя.

Ґрунтуючись на принципах фізичної терапії та зокрема на принципі наступності застосування засобів відновлення, зважаючи на особливості оперативного лікування і терміни репаративного остеогенезу, необхідність повернення спортсменів до звичної тренувальної та змагальної діяльності, відновлювальні заходи містили функціональні періоди: передопераційний, ранній післяопераційний

**Таблиця 1.** Динаміка показників обвідних розмірів стегна та гомілки у спортсменів після інтрамедулярного остеосинтезу діафізарних переломів кісток гомілки, n = 58

Показники, одиниці вимірювання		Періоди відновного лікування				p
		Основна група, n = 29		Контрольна група, n = 29		
		$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	
<b>Ранній післяопераційний період (клінічний етап)</b>						
Обвід стегна, см	здорова	58,6	5,80	59,3	3,83	>0,05
	оперована	61,6*	6,07	62,1*	3,90	>0,05
Обвід гомілки, см	здорова	37,1	2,32	36,6	2,62	>0,05
	оперована	39,2*	2,49	38,8*	2,62	>0,05
<b>Пізній післяопераційний період</b>						
Обвід стегна, см	здорова	58,6	5,78	59,1*	3,78	>0,05
	оперована	57,9	5,92	56,8	3,78	<0,05
Обвід гомілки, см	здорова	36,3	2,40	35,3*	2,55	>0,05
	оперована	35,5	2,39	33,2	2,42	<0,05
<b>Період повернення до тренувань</b>						
Обвід стегна, см	здорова	58,7	1,77	59,4*	3,81	>0,05
	оперована	58,7	1,89	57,5	3,46	<0,05
Обвід гомілки, см	здорова	36,9	0,39	36,4	2,54	>0,05
	оперована	36,8	0,40	35,9	2,50	<0,05

\*: розбіжності між показниками здорової та оперованої нижньої кінцівки вірогідні при  $p < 0,05$ .

**Таблиця 2.** Динаміка показників гоніометрії у спортсменів після інтрамедулярного остеосинтезу діафізарних переломів кісток гомілки, n = 58

Показник, одиниці вимірювання		Періоди відновного лікування				p
		Основна група, n = 29		Контрольна група, n = 29		
		$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	
<b>Ранній післяопераційний період (клінічний етап)</b>						
Кут згинання кінцівки в оперованому суглобі, °		91,2	3,95	90,9	5,98	>0,01
<b>Ранній післяопераційний період (постклінічний етап)</b>						
Кут згинання кінцівки в оперованому суглобі, °		130,6	2,36	122,6	6,07	<0,01
<b>Пізній післяопераційний період</b>						
Кут згинання кінцівки в оперованому суглобі, °		130,3	2,03	127,6	3,03	<0,01

(клінічний етап), пізній післяопераційний (постклінічний етап), функціонального відновлення, збільшених фізичних навантажень, повернення спортсмена до тренувань в основній групі команди.

Результати вимірювань обвідних розмірів стегна й гомілки оцінювали для контролю ліквідації явищ над-

лишкового накопичення рідини у травмованих тканинах кінцівки, серозних порожнин і м'язової гіпотрофії.

У пацієнтів основної та контрольної груп антропометричні показники дослідили у 3 етапи: на ранньому післяопераційному періоді (клінічний етап), у пізньому післяопераційному періоді та в кінці періоду повернення до тренувань для визначення ефективності заходів фізичної терапії на основі порівняння симетрії обвідних розмірів здорової та травмованої кінцівки (табл. 1).

Середньостатистичні значення обвідних розмірів стегна й гомілки травмованої кінцівки в усіх пацієнтів у ранньому післяопераційному періоді (клінічний етап) були вірогідно вищими порівняно зі здоровою кінцівкою в результаті розвитку явищ надлишкового накопичення рідини й серозних порожнин м'язових тканин. У результаті медикаментозного лікування та заходів фізичної терапії визначили нормалізацію тургору, зменшилася дисфункція набряклих м'язових тканин травмованої кінцівки. Зниження рівня фізичної активності та істотне обмеження опорного навантаження на травмовану кінцівку спричинили розвиток гіпотрофії м'язів стегна й гомілки. Для її оцінювання в пізньому післяопераційному періоді та періоді повернення до тренувань виконали повторне вимірювання обводу сегментів нижніх кінцівок.

У спортсменів основної групи (ОГ) обвід стегна травмованої кінцівки знизився з  $61,60 \pm 6,07$  см у ранньому післяопераційному періоді (клінічний етап) до  $57,90 \pm 5,92$  см наприкінці пізнього післяопераційного періоду та потім збільшився до  $58,70 \pm 1,89$  см наприкінці періоду повернення до тренувань, майже досягнувши аналогічний показник здорової кінцівки, який дорівнює  $58,70 \pm 1,77$  см ( $p > 0,05$ ).

Обвід гомілки травмованої кінцівки у спортсменів ОГ також знизився з  $39,20 \pm 2,49$  см у ранньому післяопераційному періоді (клінічний етап) до  $35,50 \pm 2,39$  см у кінці пізнього післяопераційного періоду й збільшився до  $36,80 \pm 0,40$  см наприкінці періоду повернення до тренувань, майже досягнувши аналогічний показник здорової кінцівки, що дорівнював  $36,90 \pm 0,39$  см ( $p > 0,05$ ).

Отже, динаміка обвідних розмірів стегна та гомілки, яку визначили у спортсменів ОГ порівняно з контрольною групою (КГ), свідчить про ефективність засобів фізичної терапії щодо стандартної програми відновлення.

Показники гоніометрії, які отримали під час вимірювання амплітуди рухів у колінному суглобі протягом відновного процесу, показали суттєві зміни показників у спортсменів основної та контрольної груп (табл. 2).

Для оцінювання ефективності розробленої комплексної програми фізичної терапії, враховуючи фізіологічні терміни репаративних процесів, вимірювання доступного обсягу рухів у колінному суглобі виконали у 3 етапи: ранній післяопераційний період (клінічний етап, наприкінці 2 тижня після реконструктивного оперативного втручання (інтрамедулярного остеосинтезу); ранній післяопераційний період (постклінічний етап, наприкінці 6 тижня); пізній післяопераційний період (наприкінці 16 тижня відновлювальних заходів).

У спортсменів ОГ на першому етапі обстеження амплітуда згинання в колінному суглобі становила  $91,20 \pm 3,95^\circ$ , що становило 70,07 % від нормативних значень рухливості. У КГ пацієнтів цей показник дорівнював  $90,90 \pm 5,98^\circ$ , що становило 69,92 % норми (розбіжності статистично незначущі,  $p \leq 0,01$ ). У результаті застосування програми фізичної терапії показник активного згинання в колінному суглобі у спортсменів ОГ на другому етапі обстеження збільшився до  $130,6 \pm 2,36^\circ$  ( $p < 0,01$ ), досягнувши нормативних значень фізіологічної рухливості. У пацієнтів КГ зміни цього показника менші –  $122,60 \pm 6,07^\circ$  на другому етапі обстеження, що відповідає 94,30 % від значень фізіологічної норми рухливості.

На завершальному етапі обстеження, в пізньому післяопераційному періоді, коли майже завершився період відновлення загальної фізичної працездатності спортсмена, показник амплітуди згинання в колінному суглобі в пацієнтів ОГ становив  $130,30 \pm 2,03^\circ$ , а в пацієнтів контрольної –  $127,60 \pm 3,03^\circ$ , що відповідало значенню 98,15 % від показника фізіологічної норми. Отже, можна констатувати, що зміни показників гоніометрії у спортсменів ОГ, які займалися за розробленою програмою фізичної терапії, були більш вираженими і до завершення відновного процесу статистично значуще не відрізнялися від показників фізіологічної норми рухливості.

Результати аналізу динаміки показників тонузу чотириголового м'яза стегна (міотометрії) у процесі відновного лікування наведені в таблиці 3.

Аналіз показників міотометрії (табл. 3) дає можливість констатувати: у спортсменів ОГ на першому етапі дослідження вони статистично значуще не відрізнялися від показників спортсменів КГ. Показник тонузу чотириголового м'яза стегна у спокої становив  $50,0 \pm 2,1$  у.о. в ОГ і  $51,70 \pm 3,52$  у.о. у КГ ( $p > 0,05$ ); показники тонузу чотириголового м'яза стегна у спортсменів ОГ і КГ у стані ізотонічного напруження становили  $61,30 \pm 1,93$  та  $60,50 \pm 2,68$  у.о. відповідно ( $p > 0,05$ ); показник тонузу м'яза у стані максимального розслаблення у спортсменів ОГ і КГ становив  $43,7 \pm 2,2$  та  $43,90 \pm 2,44$  у.о. відповідно ( $p > 0,05$ ).

Під час повторних досліджень у спортсменів ОГ отримали такі дані: в пізньому післяопераційному періоді показник тонузу м'яза у спокої зменшився до  $47,50 \pm 0,94$  у.о. ( $p < 0,01$ ), що пов'язано зі зниженням больового синдрому та загальної фізичної активності через обмеження рухливості травмованої кінцівки. У спортсменів КГ цей показник на другому етапі досліджень знизився менше і становив  $50,70 \pm 1,36$  у.о. ( $p < 0,01$ ), що пов'язано зі збереженням больового синдрому. На завершальному етапі дослідження у спортсменів ОГ у результаті застосування розробленої комплексної програми фізичної терапії показник тонузу м'яза у спокої мав позитивну динаміку та становив  $49,10 \pm 0,98$  у.о. ( $p < 0,01$ ). У спортсменів КГ цей показник знизився до  $47,50 \pm 1,07$  у.о. в результаті зменшення больового синдрому та недостатності фізичного навантаження на травмовану кінцівку. Показник тонузу м'яза у стані ізотонічного напруження у спортсменів ОГ на другому етапі досліджень збільшився до  $63,90 \pm 2,21$  у.о.

**Таблиця 3.** Динаміка показників міотометрії чотириголового м'яза стегна у спортсменів до та після інтрамедулярного остеосинтезу діафізарних переломів кісток гомілки,  $n = 58$

Показники, у.о.	Періоди відновного лікування				p
	Основна група, n = 29		Контрольна група, n = 29		
	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	
<b>Передопераційний період</b>					
A <sub>1</sub>	50,0	2,10	51,7	3,52	>0,05
B <sub>1</sub>	61,3	1,93	60,5	2,68	>0,05
C <sub>1</sub>	43,7	2,20	43,9	2,44	>0,05
<b>Пізній післяопераційний період</b>					
A <sub>1</sub>	47,5	0,94	50,7	1,36	<0,01
B <sub>1</sub>	63,9	2,21	58,3	2,78	<0,01
C <sub>1</sub>	45,4	0,98	49,1	1,48	<0,01
<b>Період повернення до тренувань</b>					
A <sub>1</sub>	49,1	0,98	47,5	1,07	<0,01
B <sub>1</sub>	67,3	0,93	59,2	2,94	<0,01
C <sub>1</sub>	47,8	0,90	46,3	1,02	<0,01

A1: показник тонузу м'яза у стані спокою; B1: показник тонузу м'яза у стані ізотонічного напруження; C1: показник тонузу м'яза у стані максимального розслаблення; у.о.: умовні одиниці.

**Таблиця 4.** Оцінювання дефіциту рухової функції за індексом симетричності нижніх кінцівок LSI (Lower Extremity Symmetry Index) у спортсменів основної та контрольної груп за показниками виконання стрибкових тестів,  $n = 58$

Індекс симетричності нижніх кінцівок, %	Періоди відновного лікування				p
	Основна група, n = 29		Контрольна група, n = 29		
	$\bar{x}$	S	$\bar{x}$	S	
<b>Пізній післяопераційний період</b>					
LSI, одинарний стрибок	85,5	5,11	85,2	4,15	>0,05
LSI, потрійний стрибок	82,8	20,30	82,5	14,83	>0,05
LSI, перехресний стрибок	83,1	5,02	84,3	13,53	>0,05
LSI, стрибова серія	80,6	9,76	77,8	9,13	>0,05
<b>Період функціонального відновлення</b>					
LSI, одинарний стрибок	89,2	4,42	85,9	4,17	>0,05
LSI, потрійний стрибок	93,6	7,29	86,9	7,07	<0,05
LSI, перехресний стрибок	93,4	4,84	84,9	2,49	<0,05
LSI, стрибова серія	93,1	1,50	78,8	2,62	<0,05
<b>Період повернення до тренувань</b>					
LSI, одинарний стрибок	94,3	2,88	92,6	4,24	>0,05
LSI, потрійний стрибок	99,2	7,41	93,9	2,72	<0,05
LSI, перехресний стрибок	98,6	1,66	92,5	3,83	<0,05
LSI, стрибова серія	96,3	3,11	87,5	3,13	<0,05

та на завершальному етапі становив  $67,30 \pm 0,93$  у.о. ( $p < 0,01$ ). У спортсменів КГ цей показник на другому етапі досліджень показав негативну динаміку, що пов'язано з недостатнім фізичним навантаженням на травмовану кінцівку, і становив  $58,30 \pm 2,78$  у.о. ( $p < 0,01$ ), а на прикінцевому етапі обстежень збільшився до  $59,20 \pm 2,94$  у.о. Показник ( $C_3$ ) тонусу м'яза у стані максимального розслаблення у спортсменів ОГ у результаті відновлювальних заходів також мав позитивну динаміку і становив  $45,40 \pm 0,98$  у.о. в пізньому післяопераційному періоді та  $47,8 \pm 0,9$  у.о. наприкінці періоду повернення до тренувань. У спортсменів КГ на другому етапі досліджень цей показник збільшився до  $49,10 \pm 1,48$  у.о. внаслідок наявності остаточного больового компонента, а потім знизився на прикінцевому етапі досліджень до  $46,30 \pm 1,02$  у.о. ( $p < 0,01$ ) внаслідок зменшення прояву больового синдрому та недостатнього фізичного навантаження порівняно зі спортсменами ОГ.

Як критерій оцінювання дефіциту рухової функції у практиці фізичної терапії використовують індекс симетричності нижніх кінцівок, який дає можливість порівнювати рухову функцію у процесі фізичного навантаження здорової та травмованої кінцівки. Критерієм повернення до спортивної діяльності є показник  $LSI \geq 90$  % незалежно від статі та виду спорту. Результати експериментальних досліджень наведені в таблиці 4.

Критерієм допуску до повноцінних тренувальних навантажень спортсменів після відновного лікування діафізарних переломів кісток гомілки є відновлення спеціальної фізичної працездатності, що досліджується за показниками швидкісно-силових якостей. Стрибкові тести є інформативним прогностичним інструментом оцінювання швидкісно-силових якостей.

Аналіз показників LSI в динаміці періодів фізичної терапії дає можливість констатувати: спортсмени КГ не досягли нормативного значення 90 % під час виконання тестового завдання стрибкова серія протягом усіх термінів відновного лікування.

Оцінювання ефективності програми фізичної терапії дає можливість констатувати: в ОГ нормативних значень досягли 25 із 29 спортсменів (86,21 %), у КГ – 19 спортсменів із 29 (65,52 %), що свідчить про високу ефективність запропонованої програми фізичної терапії.

## Висновки

1. У процесі формування програм фізичної терапії для пацієнтів-спортсменів із діафізарними переломами кісток гомілки після інтрамедулярного остеосинтезу терапевтичні вправи доцільно групувати залежно від специфічних завдань реабілітаційних заходів і переважної спрямованості на відновлення рухової функції, загальної фізичної працездатності, спеціальної фізичної працездатності, базових рухових умінь і навичок, спеціальних рухових умінь і навичок згідно зі специфікою тренувальної та змагальної діяльності в командних спортивних іграх.

2. На підставі клінічного перебігу репаративних процесів і необхідності поетапного вирішення завдань відновлення рекомендоване впровадження комплексних програм фізичної терапії, що містять такі періоди відновлення після діафізарних переломів кісток гомілки: передопераційний, ранній післяопераційний (клінічний етап), ранній післяопераційний (постклінічний етап), пізній післяопераційний, функціонального відновлення, підвищених навантажень, повернення до тренувань.

**Перспективи подальших досліджень** ґрунтуються на необхідності розроблення алгоритму створення індивідуальних програм фізичної терапії для пацієнтів-спортсменів із діафізарними переломами кісток гомілки після інтрамедулярного остеосинтезу, враховуючи супутні захворювання, патоморфозні явища та післяопераційні ускладнення.

**Конфлікт інтересів:** відсутній.

**Conflicts of interest:** authors have no conflict of interest to declare.

## Відомості про авторів:

Дорошенко Е. Ю., д-р наук із фізичного виховання та спорту, професор каф. фізичної реабілітації, спортивної медицини, фізичного виховання і здоров'я, Запорізький державний медичний університет, Україна.

Ніканоров О. К., д-р наук із фізичного виховання та спорту, доцент, професор каф. фізичної реабілітації, Національний університет фізичного виховання та спорту України, м. Київ, Україна.

Ляхова І. М., д-р пед. наук, професор каф. фізичної реабілітації, спортивної медицини, фізичного виховання і здоров'я, Запорізький державний медичний університет, Україна.

Левченко Л. І., канд. мед. наук, доцент каф. фізичної реабілітації, спортивної медицини, фізичного виховання і здоров'я, Запорізький державний медичний університет, Україна.

Пузік С. Г., канд. мед. наук, доцент каф. фізичної реабілітації, спортивної медицини, фізичного виховання і здоров'я, Запорізький державний медичний університет, Україна.

Черненко О. Є., канд. наук із фізичного виховання та спорту, доцент каф. фізичної реабілітації, спортивної медицини, фізичного виховання і здоров'я, Запорізький державний медичний університет, Україна.

Гуреева А. М., канд. наук із фізичного виховання та спорту, доцент каф. фізичної реабілітації, спортивної медицини, фізичного виховання і здоров'я, Запорізький державний медичний університет, Україна.

Сазанова І. О., старший викладач каф. фізичної реабілітації, спортивної медицини, фізичного виховання і здоров'я, Запорізький державний медичний університет, Україна.

## Information about authors:

Doroshenko E. Yu., PhD, DSc PES, Professor of the Department of Physical Rehabilitation, Sports Medicine, Physical Education and Health, Zaporizhzhya State Medical University, Ukraine.

Nikanorov O. K., PhD, DSc PES, Associate Professor, Professor of the Department of Physical Rehabilitation, National University of Physical Education and Sports of Ukraine, Kyiv, Ukraine.

Liakhova I. M., PhD, DSc PS, Professor of the Department of Physical Rehabilitation, Sports Medicine, Physical Education and Health, Zaporizhzhia State Medical University, Ukraine.

Levchenko L. I., PhD MSc, Associate Professor of the Department of Physical Rehabilitation, Sports Medicine, Physical Education and Health, Zaporizhzhia State Medical University, Ukraine.

Puzik S. H., PhD MSc, Associate Professor of the Department of Physical Rehabilitation, Sports Medicine, Physical Education and Health, Zaporizhzhia State Medical University, Ukraine.

Chernenko O. Ye., PhD PES, Associate Professor of the Department of Physical Rehabilitation, Sports Medicine, Physical Education and Health, Zaporizhzhia State Medical University, Ukraine.

Hurieieva A. M., PhD PES, Associate Professor of the Department of Physical Rehabilitation, Sports Medicine, Physical Education and Health, Zaporizhzhia State Medical University, Ukraine.  
Sazanova I. O., Senior Lecturer of the Department of Physical Rehabilitation, Sports Medicine, Physical Education and Health, Zaporizhzhia State Medical University, Ukraine.

#### Сведения об авторах:

Дорошенко Э. Ю., д-р наук по физическому воспитанию и спорту, профессор каф. физической реабилитации, спортивной медицины, физического воспитания и здоровья, Запорожский государственный медицинский университет, Украина.

Никаноров А. К., д-р наук по физическому воспитанию и спорту, доцент, профессор каф. физической реабилитации, Национальный университет физического воспитания и спорта Украины, г. Киев, Украина.

Ляхова И. Н., д-р пед. наук, профессор каф. физической реабилитации, спортивной медицины, физического воспитания и здоровья, Запорожский государственный медицинский университет, Украина.

Левченко Л. И., канд. мед. наук, доцент каф. физической реабилитации, спортивной медицины, физического воспитания и здоровья, Запорожский государственный медицинский университет, Украина.

Пузік С. Г., канд. мед. наук, доцент каф. физической реабилитации, спортивной медицины, физического воспитания и здоровья, Запорожский государственный медицинский университет, Украина.

Черненко Е. Е., канд. наук по физическому воспитанию и спорту, доцент каф. физической реабилитации, спортивной медицины, физического воспитания и здоровья, Запорожский государственный медицинский университет, Украина.

Гуреева А. М., канд. наук по физическому воспитанию и спорту, доцент каф. физической реабилитации, спортивной медицины, физического воспитания и здоровья, Запорожский государственный медицинский университет, Украина.

Сазанова И. А., старший преподаватель каф. физической реабилитации, спортивной медицины, физического воспитания и здоровья, Запорожский государственный медицинский университет, Украина.

#### Список літератури

- [1] Джафар Тайсір Мохаммад Аль-Куран. Фізична реабілітація після інтрамедулярного остеосинтезу у спортсменів з діафізарними переломами кісток голілки : автореф. дис. ... канд. наук з фіз. виховання та спорту: 24.00.03 «Фізична реабілітація» / Нац. ун-т фіз. виховання і спорту України. Київ, 2018. 25 с.
- [2] Дорошенко Е. Ю. Застосування засобів стретчингу в процесі фізичної реабілітації футболістів з пошкодженнями верхніх і нижніх кінцівок. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 2015. № 7. С. 11-17. <http://dx.doi.org/10.15561/18189172.2015.0702>
- [3] Терапевтичні вправи у процесі фізичної реабілітації спортсменів із травматичними ушкодженнями опорно-рухового апарату (на матеріалі футболу) / Е. Ю. Дорошенко, С. М. Малахова, О. Є. Черненко та ін. *Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики*. 2019. Т. 12, № 3. С. 357-364. <https://doi.org/10.14739/2409-2932.2019.3.184252>
- [4] Основи науково-дослідної роботи магістрантів та аспірантів у вищих навчальних закладах / В. М. Костюкевич, В. І. Воронова, О. А. Шинкарук, О. В. Борисова. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2016. 554 с.
- [5] Люгайло С. С. Особливості використання засобів фізичної реабілітації в системі підготовки спортсменів з урахуванням стану їхнього здоров'я. *Спортивна медицина*. 2014. № 1. С. 141-144.
- [6] Ніканоров О.К. Проблема травматизму в ігрових видах спорту та перспективи використання засобів фізичної реабілітації. *Спортивна медицина*. 2015. № 1-2. С. 82-87.
- [7] Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения : учебник. Киев : Олимпийская литература, 2015. Кн. 1. 680 с.
- [8] Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения : учебник. Киев : Олимпийская литература, 2015. Кн. 2. 752 с.

- [9] Платонов В. Перетренованность в спорте. *Наука в олимпийском спорте*. 2015. № 1. С. 19-34.
- [10] Пустовойт Б. А., Комаров Р. А. Фізична терапія при переломах кісток голілкового суглоба. *Фізична реабілітація та рекреаційно-оздоровчі технології*. 2019. № 1. С. 4-13.
- [11] Ра'ад А. Х. Фізична реабілітація після хірургічного лікування розриву ахіллового сухожилля : автореф. дис. ... канд. наук з фіз. виховання та спорту : 24.00.03 «Фізична реабілітація» / Нац. ун-т фіз. виховання і спорту України. Київ, 2019. 26 с.
- [12] Шаді А. М. Фізична реабілітація після артроскопічного лікування «Триади Турнера» у спортсменів ігрових видів спорту: автореф. дис. ... канд. наук з фіз. виховання та спорту : 24.00.03 «Фізична реабілітація» / Нац. ун-т фіз. виховання і спорту України. Київ, 2019. 24 с.
- [13] Шахлина Л. Г. Физическая реабилитация в комплексном лечении спортивных травм. *Теория і методика фізичного виховання і спорту*. 2015. № 2. С. 131-135. <https://doi.org/10.32652/tmfvs.2015.2.131-135>
- [14] Alsheikhly A. S., Alsheikhly M. S. Musculoskeletal Injuries: Types and Management Protocols for Emergency Care. *Essentials of Accident and Emergency Medicine* / ed. A. S. Alsheikhly. 2018. <https://doi.org/10.5772/intechopen.81939>
- [15] Manual physical therapy combined with high-intensity functional rehabilitation for severe lower extremity musculoskeletal injuries: a case series / M. S. Crowell, G. D. Deyle, J. Owens et al. *Journal of Manual and Manipulative Therapy*. 2016. Vol. 24, Iss 1. P. 34-44. <https://doi.org/10.1179/2042618614Y0000000076>
- [16] Hertsyk A. The creation of programs of physical rehabilitation/therapy in musculoskeletal disorders. *Slobozhanskyi herald of science and sport*. 2016. № 6. P. 39-46.
- [17] Knudson D. Fundamentals of Biomechanics. 2<sup>nd</sup> ed. Chico : Springer, 2007. 343 p.
- [18] Modeling of the athletic training process in team sports during an annual macrocycle / V. Kostyukevych, Y. Imas, O. Borysova, et al. *Journal of Physical Education and Sport*. 2018, Suppl. Iss. 1, Art 44, P. 327-334. <https://doi.org/10.7752/jpes.2018.s144>
- [19] Structure, function, and control of the human musculoskeletal network / A. C. Murphy, S. F. Muldoon, D. Baker et al. *PLoS Biology*. 2018. Vol. 16, Iss. 1. P. e2002811. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2002811>
- [20] Rehabilitation of hamstring muscle injuries: a literature review / G. A. Ramos, G. G. Arliani, D. C. Astur et al. *Revista brasileira de ortopedia*. 2016. Vol. 52, Iss. 1. P. 11-16. <https://doi.org/10.1016/j.rboe.2016.12.002>
- [21] Imaging with ultrasound in physical therapy: What is the PT's scope of practice? A competency-based educational model and training recommendations / J. L. Whittaker, R. Ellis, P. W. Hodges et al. *British Journal of Sports Medicine*. 2019. Vol. 53, Iss. 23. P. 1447-1453. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-100193>

#### References

- [1] Jafar Tayseer Mohammad Al-Quran. (2018). *Fizychna reabilitatsiia pislia intrameduliarnoho osteosyntezu u sportsmeniv z diafizarnymy perelomamy kistok homilky* [Physical rehabilitation after intramedullary osteosynthesis for athletes with diaphyseal fractures of the shin bones]. *Extended abstract of candidate's thesis*. National University of Physical Education and Sport of Ukraine. [in Ukrainian].
- [2] Doroshenko, E. Yu. (2015). Zastosuvannia zasobiv stretchinhu v protsesi fizychnoi reabilitatsii futbolistiv z poskodzhenням verkhnikh i nyzhnikh kintsivok [Application of stretching techniques in physical rehabilitation of football players with traumas of upper and lower limbs]. *Pedahohika, psykholohiia ta medyko-biologichni problemy psichichnoho vykhovannia i sportu*, (7), 11-17. [in Ukrainian]. <http://dx.doi.org/10.15561/18189172.2015.0702>
- [3] Doroshenko, E. Yu., Malakhova, S. M., Chernenko, O. Ye., Hurieieva, A. M., Shapovalova, I. V., Sazanova, I. O., Oliinyk, M. O., & Svitlychna, T. S. (2019). Terapevtychni vpravy u protsesi fizychnoi reabilitatsii sportsmeniv iz ushkodzhenням oporno-rukhovoho aparatu (na materialii futzalu) [Therapeutic exercises in the process of physical rehabilitation of athletes with traumatic injuries of the musculoskeletal system (based on futsal)]. *Current issues of pharmaceutical and medical science and practice*, 12(3), 357-364. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.14739/2409-2932.2019.3.184252>
- [4] Kostyukevich, V. M., Voronova, V. I., Shynkaruk, O. A., & Borisova, O. V. (2016). *Osnovy naukovo-doslidnoi roboty mahistrantiv ta aspirantiv u vyshchyykh navchalnykh zakladakh* [Fundamentals of research work of undergraduates and graduate students in higher educational institutions]. Vinnytsia: LLC «Nilan-LTD». [in Ukrainian].



- [5] Liuhailo, S. S. (2014). Osoblyvosti vykorystannia zasobiv fizychnoi reabilitatsii v systemi pidhotovky sportsmeniv z urakhuvanniam stanu ikhniho zdorovia [Peculiarities of the use of means of physical rehabilitation in the system of training athletes taking into account the state of their health]. *Sportyvna medytsyna*, (1), 141-144. [in Ukrainian].
- [6] Nikanorov, O. K. (2015). Problema travmatyzmu v ihrovkyh vydakh sportu ta perspektyvy vykorystannia zasobiv fizychnoi reabilitatsii [The problem of injuries in game sports and prospects for the use of physical rehabilitation]. *Sportyvna medytsyna*, (1-2), 82-87. [in Ukrainian].
- [7] Platonov, V. N. (2015). *Sistema podgotovki sportsmenov v olimpiiskom sporte. Obshchaia teoriia i ee prakticheskie prilozheniia (dlia trenerov)* [The system of training athletes in Olympic sports. General theory and its practical applications]. Vol. 1. Kiev : Olimpiiskaya literatura. [in Russian].
- [8] Platonov, V. N. (2015). *Sistema podgotovki sportsmenov v olimpiiskom sporte. Obshchaia teoriia i ee prakticheskie prilozheniia (dlia trenerov)* [The system of training athletes in Olympic sports. General theory and its practical applications]. Vol. 2. Kiev : Olimpiiskaya literatura. [in Russian].
- [9] Platonov, V. N. (2015). Peretrenirovannost v sporte [Overtraining in sports]. *Nauka v olimpiiskom sporte*, (1), 19-34. [in Russian].
- [10] Pustovoi, B. A., & Komarov, R. A. (2019). Fizychna terapiia pry perelomakh kistok homilkovostopnogo suhloba [Physical therapy for fractures of the ankle bones]. *Fizychna reabilitatsiia ta rekreatsino-ozdorovchi tekhnologii*, (1), 4-13. [in Ukrainian].
- [11] Raad, A. H. (2019). *Fizychna reabilitatsiia pislia khirurhgichnoho likuvannia rozryvu akhillovoho sukhozhillia* [Physical rehabilitation after surgical treatment of Achilles tendon rupture]. Extended abstract of candidate's thesis. National University of Ukraine on Physical Education and Sport. [in Ukrainian].
- [12] Shadi, A. M. (2019). *Fizychna reabilitatsiia pislia artroskopichnoho likuvannia "Triady Turnera" u sportsmeniv ihrovkyh vydiv sportu* [Physical rehabilitation after the arthroscopic treatment of the «Turner triad» at athletes of sports games]. Extended abstract of candidate's thesis. National University of Ukraine on Physical Education and Sport. [in Ukrainian].
- [13] Shakhlina, L. G. (2015). Fizicheskaia reabilitatsiia v kompleksnom lechenii sportivnykh travm [Physical rehabilitation in complex treatment of sports injuries]. *Teoriia i metodyka fizychnoho vykhovannia i sportu*, (2), 131-135. [in Russian]. <https://doi.org/10.32652/tm-fvs.2015.2.131-135>
- [14] Alsheikhly, S. A., & Alsheikhly, M. S. (2019). Musculoskeletal Injuries: Types and Management Protocols for Emergency Care. In A. S. Alsheikhly (Ed.), *Essentials of Accident and Emergency Medicine*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.81939>
- [15] Crowell, M. S., Deyle, G. D., Owens, J., Gill, N. W., & StreC. (2016). Manual physical therapy combined with high-intensity functional rehabilitation for severe lower extremity musculoskeletal injuries: a case series. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 24(1), 34-44. <https://doi.org/10.1179/2042618614y.0000000076>
- [16] Hertsyk, A. (2016). The creation of programs of physical rehabilitation/therapy in musculoskeletal disorders. *Slobozhanskyi herald of science and sport*, (6), 39-46.
- [17] Knudson, D. (2007). *Fundamentals of Biomechanics* (2<sup>nd</sup> ed.). Chico (USA): California State University, Springer.
- [18] Kostiukevych, V., Imas, Y., Borysova, O., Dutchak, M., Shynkaruk, O., Kogut, I., Voronova, V., Shlonska, O., & Stasiuk I. (2018). Modeling of the athletic training process in team sports during an annual macrocycle. *Journal of Physical Education and Sport*, 18(suppl. 1), 327-334. <https://doi.org/10.7752/jpes.2018.s144>
- [19] Murphy, A. C., Muldoon, S. F., Baker, D., Lastowka, A., Bennett, B., Yang, M. Z., & Bassett, D. S. (2018). Structure, function, and control of the human musculoskeletal network. *Plos Biology*, 16(1), Article e2002811. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2002811>
- [20] Ramos, G. A., Ariani, G. G., Astur, D. C., Pochini, A. C., Ejnisman, B., & Cohen, M. (2016). Rehabilitation of hamstring muscle injuries: a literature review. *Revista brasileira de ortopedia*, 52(1), 11-16. <https://doi.org/10.1016/j.rboe.2016.12.002>
- [21] Whittaker, J. L., Ellis, R., Hodges, P. W., Osullivan, C., Hides, J., Fernandez-Carnero, S., Arias-Buria, J. L., Teyhen, D. S., & Stokes, M. J. (2019). Imaging with ultrasound in physical therapy: What is the PT's scope of practice? A competency-based educational model and training recommendations. *British Journal of Sports Medicine*, 53(23), 1447-1453. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-100193>