

УДК 616.71-001.5.616-71

DOI <https://doi.org/10.32782/pub.health.2023.3.9>

**Маркович Олексій Володимирович**,  
кандидат педагогічних наук,  
доцент кафедри фізичної терапії ерготерапії,  
КЗВО «Рівненська медична академія»  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7917-3382>

**Примачок Людмила Леонтіївна**,  
доктор психологічних наук, доцент,  
професор кафедри фізичної терапії, ерготерапії,  
КЗВО «Рівненська медична академія»  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6591-5223>  
Researcher ID: F-3874-2019

**Прокопчук Віта Юріївна**,  
кандидат педагогічних наук,  
доцент кафедри фізичної терапії ерготерапії,  
КЗВО «Рівненська медична академія»  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0562-9508>

**Нагорна Ольга Борисівна**,  
кандидат наук з фізичного виховання та спорту, доцент,  
доцент кафедри фізичної терапії ерготерапії ННІОЗ,  
Національного університету водного господарства та природокористування  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6243-4862>

## ЕФЕКТИВНІСТЬ СТАТИЧНОЇ ЛІКУВАЛЬНОЇ ГІМНАСТИКИ В ПАЦІЄНТІВ ПІСЛЯ ТРИВАЛОЇ ІММОБІЛІЗАЦІЇ ПЕРЕЛОМУ ПЛЕЧОВОЇ КІСТКИ

*Мета роботи – проаналізувати вплив статичної (ізометричної) лікувальної гімнастики в процесі комплексного реабілітаційного лікування пацієнтів після тривалої іммобілізації перелому плечової кістки з урахуванням перспективності якнайшвидшого відновлення основних функцій верхньої кінцівки.*

*Матеріали та методи. Дослідження проводили в реабілітаційному центрі на базі практичної підготовки майбутніх фізичних терапевтів, ерготерапевтів Рівненської медичної академії. До нього залучено 20 пацієнтів з переломом плечової кістки з тривалою післятравматичною іммобілізацією. Підібрано 10 пар потерпілих однієї статі, приблизно одного віку і термінів іммобілізації. Половина тестованих виконувала статичні вправи з перших днів після накладання гіпсу (основна група), а інша – лише після закінчення періоду іммобілізації (контрольна група). Проводили два тестові заміри пошкодженої руки: а) показники гоніометрії ліктьових суглобів станом на початок експерименту і через 20 днів виконання програми комплексного фізичного лікування; б) вимірювання м'язової сили кисті за допомогою кистьового динамометра в ті ж терміни.*

*Результати дослідження. При порівнянні амплітуди рухів у ліктьовому суглобі і сили м'язів кисті пошкоджених кінцівок з'ясовано, що в пацієнтів основної групи спостерігалися переваги як у стартових позиціях для відновлення функцій ушкодженої руки, так і в процесі лікування: на початок експерименту при гоніометрії залишкові рухи в ліктьовому суглобі становили 60° (40% від норми), у контрольній – 35° (24% від норми). Через 20 днів тотального комплексного лікування гоніометрія дала такі результати: основна група – амплітуда рухів в основній групі становила 120° (80% від норми, приріст – 40%), у контрольній – 65° (41% від норми, приріст – 20%).*

*Динамометрія кистьовим динамометром засвідчила: м'язова сила кисті в основній групі на початок експерименту становила 27% від норми, у контрольній – 14%. Через 20 днів після впровадження програми комплексного реабілітаційного лікування (включно зі статичними вправами) показники м'язової сили кисті ушкодженої руки набули таких значень: основна група – 65% від норми (збільшення на 39%), контрольна група – 36% від норми (збільшення на 18%).*

*Висновки. Застосування лікувальних статичних вправ починаючи з іммобілізаційного періоду значно покращують стартові позиції відновлення функцій пошкодженої руки і після 20-денного комплексного постіммобілізаційного лікування.*

*Ключові слова:* лікувальна гімнастика, ізометричні вправи, іммобілізація, контрактура.

## Markovych O. V., Prymachok L. L., Prokopchuk V. Yu., Nahorna O. B. EFFECTIVENESS OF STATISTIC THERAPEUTIC EXERCISES IN PATIENTS AFTER PROLONGED IMMOBILIZATION OF HUMERUS FRACTURE

*Abstract.* The purpose of the study was to analyze the effect of static (isometric) therapeutic gymnastics in the process of complex rehabilitation treatment of patients after prolonged immobilization of a humerus fracture, taking into account the prospects for the earliest possible restoration of the main functions of the upper limb.

*Materials and methods.* The study was conducted in the rehabilitation center, on the basis of practical training of future physical therapists, occupational therapists of Rivne Medical Academy. It involved 20 patients with a humerus fracture with prolonged post-traumatic immobilization. There were 10 wounded people of each sex, approximately the same age and duration of immobilization. Half of them performed static exercises from the first days after the cast was applied (main group), and the other half only after the end of the immobilization period (control group). Two test measurements of the damaged arm were performed: a) goniometry of the elbow joints at the beginning of the experiment and after 20 days of the program of complex physical treatment; b) measurement of muscle strength of the hand using a hand dynamometer at the same time.

*Results.* When comparing the amplitude of movements in the elbow joint and the strength of the muscles of the hand of the damaged limbs, it was found that patients in the main group had advantages both in the starting positions for restoring the functions of the damaged arm and in the process of treatment: at the beginning of the experiment, during goniometry, residual movements in the elbow joint were equal to 60° (40% of the norm); in the control group – 35° (24% of the norm). After 20 days of identical complex treatment, goniometry gave the following results: main group - the amplitude of movements in the main group was 120° (80% of the norm, an increase of 40%); in the control group – 65° (41% of the norm, an increase of 20%).

Dynamometry with a hand dynamometer showed that the muscle strength of the hand in the main group at the beginning of the experiment was 27% of the norm; in the control group – 14%. In 20 days after the implementation of the program of complex rehabilitation treatment (including static exercises), the indicators of muscle strength of the hand of the injured arm reached the following values: main group – 65% of the norm (increase by 39%); control group – 36% of the norm (increase by 18%).

*Conclusion.* The use of therapeutic static exercises, starting from the immobilization period, significantly improves the starting positions of restoration of the functions of the injured arm after 20 days of complex postimmobilization treatment.

**Key words:** Therapeutic gymnastics, isometric exercises, immobilization, contracture.

**Вступ.** При патології органів опорно-рухового апарату людини здебільшого застосовується знерухомлення ушкодженого сегмента, а тому реабілітаційну допомогу умовно поділяють на 3 періоди: іммобілізаційний, постіммобілізаційний і відновлювальний. З перших днів іммобілізаційного періоду відбуваються значні патологічні зміни в м'язово-суглобово-кістковій системі опорно-рухового апарату, і тільки фізичні навантаження допомагають її відновити [1; 2].

За відсутності навантаження на скелет відбувається поступова інволюція кісткової тканини, її ремоделювання у вигляді остеопорузу [3; 4; 5]. Нерухомість кістки також негативно впливає на регенеративні процеси в кістках і суглобах – сповільнює формування кісткової мозолі, посилює ригідність суглобів, ослаблює сухожилки, зв'язки й інші показники функціонування суглобово-кісткової системи [6].

Не менш згубно тривала іммобілізація діє й на м'язову систему ушкодженої кінцівки. Наразі взаємозв'язок між кістково-суглобовою і м'язовими тканинами вважається нерозривним як взаємодоповнювальний фактор рухової активності. Гіподинамія в пошкодженій кінцівці через обмеження рухової активності призводить до зменшення об'єму м'язів, розміщених навколо суглобів, зниження сили їх скорочення [3; 7].

Атрофія скелетних м'язів у разі бездіяльності пов'язана з втратою маси і сили м'язових волокон, викликаною втратою білка. Значне зниження м'язової сили спостерігається в перші дні і тижні іммобілізації, зменшуючись у середньому на 3–4% в день. Атрофії насамперед піддаються повільно скоротливі м'язові волокна [8; 9].

За умов тривалого постійного знерухомлення відбувається деградація суглобового апарату – зменшується синтез і погіршуються якісні характеристики синовіальної рідини, уповільнюється синтез хондроцитів, знижуються амортизаційні властивості внутрішньосуглобового хряща, погіршуються сила й еластичність зв'язок, що з'єднують кістки одна з одною за допомогою суглобів і сухожиль, які з'єднують м'язи з кістками. Зазначені зміни в суглобах формують контрактуру, тобто обмеження активності, ступінь важкості якої залежить від тривалості знерухомлення [10; 11].

**Мета та завдання** – проаналізувати вплив статичної (ізометричної) лікувальної гімнастики в процесі комплексного реабілітаційного лікування пацієнтів після тривалої іммобілізації перелому плечової кістки з урахуванням перспективності якнайшвидшого відновлення основних функцій верхньої кінцівки.

**Методи дослідження.** До педагогічного експерименту залучено 20 пацієнтів з переломом пле-

чової кістки і тривалою посттравматичною іммобілізацією. Підбрано 10 пар потерпілих однієї статі, приблизно одного віку і термінів іммобілізації. Перший замір робився відразу ж після зняття гіпсу, другий – через 20 днів, тобто в кінці раннього постіммобілізаційного періоду. Одна половина тестованих отримувала в іммобілізаційному періоді всю можливу реабілітаційну допомогу, включно з вправами на ізометричне напруження м'язів передпліччя і плеча (основна група); іншим пацієнтам (контрольна група) у цей же період були запропоновані лише ідеомоторні (уявні) вправи пошкодженої кінцівки, включно з динамічною та пасивною гімнастикою пальців рук.

Для обстеження пацієнтів використовували гоніометрію, вимірювання м'язової сили верхньої кінцівки.

Дослідження виконані з дотриманням основних положень «Правил етичних принципів проведення наукових медичних досліджень за участю людини», затверджених Гельсінською декларацією (1964–2013 рр.), ICH GCP (1996 р.), Директиви ЄЕС № 609 (від 24.11.1986 р.), наказів МОЗ України № 690 від 23.09.2009 р., № 944 від 14.12.2009 р., № 616 від 03.08.2012 р. Всі учасники були поінформовані щодо цілей, організації, методів дослідження та підписали форму «Добровільної інформованої згоди пацієнта на участь у дослідженні», вжито всіх заходів для забезпечення анонімності пацієнтів.

**Результати дослідження.** Оскільки мета дослідження – оцінити ефективність ізометрич-

ної гімнастики в іммобілізаційному й ранньому постіммобілізаційному періодах, коротко розглянемо основні поняття про статичні вправи і їх вплив на м'язові волокна. Термін «статичне збудження м'язів» вказує на особливість їх функціонування, а саме скорочення окремих м'язових структур без зміни як анатомічних параметрів (довжини, товщини, об'єму), так і кутів згинання суглобів. Статичні вправи є особливим видом лікувальної гімнастики, під час якої чергуються періоди напруження і розслаблення м'язів. Незважаючи на відсутність видимої роботи при статичному скороченні, у м'язах відбувається посилення кровообігу і трофічних процесів, формуються нові волокна і відновлюються м'язові відчуття.

Значимо, що м'язовою основою людини є два типи волокон: швидкі (поверхневі, довгі) і повільні (внутрішні, короткі). При напруженні швидких (білих, довгих, скелетних) волокон відбувається короткотривале, але високоінтенсивне активне м'язове напруження, для енергетичного забезпечення якого використовується енергія глікогену (вуглеводнів) й креатину. Повільні ж (червоні, короткі, глибокі, гладенькі) волокна відповідають за статичні або монотонні навантаження, використовуючи як основне джерело енергії жирові запаси. Іммобілізаційна пов'язка не є перешкодою як для швидкого, так і для повільного ізометричного напруження м'язів.

Що стосується вправ на статичне напруження м'язів передпліччя і плеча (основна група), то з другого-третього дня іммобілізації вони викону-

Таблиця 1

### Вимірювання діапазону між згинанням і розгинанням задіяного ліктьового суглоба у % відносно середньої нормальної амплітуди його руху (150).

Групи спостереження						
Показники	Основна			Контрольна		
	На момент зняття гіпсу	Через 20 днів	P	На момент зняття гіпсу	Через 20 днів	P
Амплітуда рухів	60° ±	120° ±	<0,05*	35° ±	65° ±	<0,05*

Примітки: \* p – достовірність різниці показників основної та контрольної груп.

Таблиця 2

### Показники величини м'язової сили у % залежно від терміновості виконання ізометричної лікувальної гімнастики

Групи спостереження	Основна, рання ЛГ проводилась			Контрольна, рання ЛГ не проводилась		
	На момент зняття гіпсу	Через 20 днів	P	На момент зняття гіпсу	Через 20 днів	P
Показник м'язової сили у % відносно здорової руки	29%±	65 %±	<0,05*	14%±	36°±	<0,05*

Примітки: \* p – достовірність різниці показників основної та контрольної груп.

вали короткотривалі одномоментні напруження і розслаблення протягом 1–2–3 секунд, протягом 10–15 хвилин. Через тиждень тривалість одномоментного ізометричного напруження м'язів збільшено до 5–7 секунд протягом 20–30 хвилин.

У період між першим і другим замірами пацієнти обох груп були однаково забезпечені засобами комплексного впливу на пошкоджені кінцівки й організм загалом, включно з різноманітними лікувальними вправами, масажем, фізіотерапією та ін. [12].

У **таблиці 1** наведено приклад замірів за допомогою гоніометра, яким визначався діапазон між згинанням і розгинанням задіяного ліктьового суглоба в процентах відносно середньої нормальної амплітуди його руху (150).

Величину м'язової сили кисті в основній і контрольній групах на початку експерименту (відразу ж після зняття гіпсу) і через 20 днів лікувальної гімнастики проводили за допомогою кистьового динамометра. Вимірювання проводили так: хворий брав динамометр зручно в кисть, витягував руку в сторону і тричі щосили стискав у кулаку. На шкалі динамометра відмічались показники, і найбільший з них брався в розрахунок.

Проведений статистичний аналіз засвідчив, що при порівнянні амплітуди рухів у ліктьовому суглобі і сили м'язів кисті пошкоджених кінцівок у пацієнтів основної групи спостерігалися переваги як у стартових позиціях для відновлення функцій ушкодженої руки, так і в процесі лікування: на початок експерименту при гоніометрії залишкові рухи в ліктьовому суглобі становили 60° (40% від норми), у контрольній – 35° (24% від норми). Через 20 днів тотального комплексного лікування гоніометрія дала такі результати: амплітуда рухів в основній групі становила 120° (80% від норми, приріст – 40%), у контрольній – 65° (41% від норми, приріст – 20%).

Динамометрія кистьовим динамометром засвідчила: м'язова сила кисті в основній групі на початок експерименту становила 27 % від норми, у контрольній – 14%. Через 20 днів після впровадження програми комплексного реабілітаційного лікування (включно зі статичними вправами) показники м'язової сили кисті ушкодженої руки набули таких значень: основна група – 65% від норми (зростання на 39%), контрольна група – 36% від норми (зростання на 18%).

Висока ефективність статичних вправ для зміцнення м'язових волокон і відновлення роботи органів рухового апарату людини пояснюється «феноменом статичних зусиль» (феномен Ліндгарта-Верещагіна). Він полягає в тому, що при-

плив свіжої крові до ушкоджених структур і прискорення відновлювальних процесів відбувається не стільки під час проведення статичної гімнастики, скільки після її закінчення протягом досить тривалого часу. Це пов'язано з тим, що під час значних скорочень м'язів при ізометричних напруженнях відбувається стискання просвіту кровоносних судин з обмеженням надходження до них кисню. Таке тимчасове обмеження аеробного обміну відразу ж компенсується за рахунок так званого анаеробного гліколізу із синтезом у м'язових волокнах недоокислених продуктів (молочна, масляна, лимонна кислоти та ін.). При поступовому всмоктуванні в кров зазначених недоокислених продуктів, відбувається стимуляція нервових центрів дихальної та серцево-судинної систем з тривалим посиленням кровопостачання не тільки гладеньких м'язів, а й прилеглих структур. Оскільки скорочення м'язів на той час уже закінчилося, то майже вся отримана енергія витрачається на відновлювальні процеси.

Цінністю статичної гімнастики є можливість займатися нею при будь-якій травматологічно-ортопедичній патології тим пацієнтам, яким з різних причин не можна / не бажано навантажувати суглоби і кістки (важкі травматичні ушкодження, значні больові відчуття, місцеві запальні процеси тканини та ін.). Однак нею потрібно займатися відповідно до можливостей пацієнта, його віку і стану здоров'я.

Під час статичних вправ скороченню підлягає і скелетна мускулатура, але здебільшого глибокі м'язи, які зазвичай мало залучаються під час звичайної рухової активності. Особливістю функціонування цієї мускулатури є порівняно невелика тривалість збудження при значних, розлитих тетанічних скороченнях з одночасним залученням у процес значної кількості м'язів.

У м'язі, що працює, відбуваються розширення та збільшення кількості капілярів, які функціонують, посилюється приплив насиченої киснем артеріальної й відтікання венозної крові, підвищується швидкість кровотоку, покращується лімфообіг. За рахунок цього покращується регенерація тканин, пришвидшується розсмоктування продуктів запалення, зменшується атрофія м'язів, утворюються злуки, рубці тощо.

Наведені статистичні дані свідчать про значно менші дистрофічні зміни в суглобово-зв'язковому апараті ліктьових суглобів у пацієнтів основної групи порівняно з контрольною. Це пов'язано з тим, що гімнастика (зокрема, статична) сприяє прискоренню кровопостачання до зазначених структур з відповідним посиленням регенера-



тивно-трофічних процесів як у структурі суглобів, так і в їх сухожильно-зв'язковому апараті, зумовлюючи збільшення амплітуди й тривалості рухів у суглобах.

Під час виконання ізометричних вправ, як і при будь-якій лікувальній гімнастиці, необхідно дотримуватися певних правил і умов:

– перед початком виконання вправи потрібно розташувати пацієнта так, щоб мати доступ до м'язів і суглобів, з якими передбачається працювати, щоб інструктор (реабілітолог) мав можливість допомагати при здійсненні ізометричного скорочення, подаючи команди або пропонуючи вид діяльності, який необхідно виконати;

– сегмент, з яким ми працюємо, може бути розташований у будь-якій точці вздовж можливої амплітуди руху залежно від стану пацієнта чи мети виконання вправи. Може бути застосоване мануальне чи механічне прикладання опору, довжина плеча важеля теж може регулюватися;

– під час вправлення пацієнтові слід постійно нагадувати утримувати напружений стан відповідної частини тіла протягом визначеного терміну, після чого виконати повільне її розслаблення;

– під час тренінгу потрібно постійно спостерігати за диханням пацієнта і вимагати нормальних (природних) темпу і глибини дихання;

– у разі ізометричного тренінгу з опором необхідно правильно вибирати величину опору і

плече важеля залежно від дійсного стану пацієнта та оперативно їх змінювати, попереджаючи про це пацієнта, постійно слідкувати за хронометрією ізометричних напружень м'язів.

**Висновки.** Як свідчать результати проведеного експерименту, проведення ранньої лікувальної гімнастики із застосуванням ізометричних вправ значно пришвидшує процес одужання пацієнтів, сприяє якнайповнішому покращенню якості життя, нормалізації виконання побутових функцій.

Переваги ізометричної лікувальної гімнастики над динамічною в період ранньої іммобілізації пацієнта полягають у покращенні кровопостачання м'язових тканин, гармонійній розробці м'язів на окремих ділянках тіла, зміцненні глибоких м'язів-стабілізаторів тулуба, суглобів, зв'язок і сухожиль пошкодженої кінцівки.

Статична гімнастика є універсальним, легким і доступним методом лікування, оскільки ця методика не вимагає спеціального обладнання, можна займатися вдома, на роботі, у транспорті, на природі тощо, не займає багато часу, характеризується помітним ефектом у найкоротші терміни, мінімізує ризик травматичності.

Подальші дослідження будуть присвячені пошуку способів упровадження сучасних інноваційних методів для відновлення пацієнтів після тривалої іммобілізації перелому плечової кістки.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. De Martino E, Hides J, Elliott JM, et al. The Effects of Reconditioning Exercises Following Prolonged Bed Rest on Lumbopelvic Muscle Volume and Accumulation of Paraspinal Muscle Fat. *Front Physiol.* 2022 Jun 14;13:862793. doi: 10.3389/fphys.2022.862793.
2. Norimoto M, Yamashita M, Yamaoka A, et al. Early mobilization reduces the medical care cost and the risk of disuse syndrome in patients with acute osteoporotic vertebral fractures. *J Clin Neurosci.* 2021 Nov;93:155-159. doi:10.1016/j.jocn.2021.09.011.
3. Storlino G, Colaianni G, Sanesi L, et al. Irisin Prevents Disuse-Induced Osteocyte Apoptosis. *J Bone Miner Res.* 2020 Apr;35(4):766-775. doi: 10.1002/jbmr.3944.
4. Rolvien T, Amling M. Disuse Osteoporosis: Clinical and Mechanistic Insights. *Calcif Tissue Int.* 2022 May;110(5):592-604. doi: 10.1007/s00223-021-00836-1.
5. Coulombe JC, Senwar B, Ferguson VL. Spaceflight-Induced Bone Tissue Changes that Affect Bone Quality and Increase Fracture Risk. *Curr Osteoporos Rep.* 2020 Feb;18(1):1-12. doi: 10.1007/s11914-019-00540-y.
6. Harris LR, Jenkin M, Herpers R. Long-duration head down bed rest as an analog of microgravity: Effects on the static perception of upright. *J Vestib Res.* 2022;32(4):325-340. doi: 10.3233/VES-210016.
7. Raghava Neelapala YV, Bhagat M, Shah P. Hip muscle strengthening for knee osteoarthritis: a systematic review of literature. *J Geriatric Phys Ther.* 2020;43(2):89-98. PMID: 30407271. doi: 10.1519/JPT.0000000000000214.
8. Khatri K., Bansal D., Rajpal K. Management of Flexion Contracture in Total Knee Arthroplasty. In: *Knee Surgery – Reconstruction and Replacement.* London, United Kingdom: IntechOpen, 2020 [Online]. Available: <https://www.intechopen.com/chapters/70352>. doi: 10.5772/intechopen.90417.
9. Marusic U., Narici M., Simunic B., Pisot R., Ritzmann R. Nonuniform loss of muscle strength and atrophy during bed rest: a systematic review. *J. Appl. Physiol.* (1985). 2021.131(1). 194-206. doi: 10.1152/jappphysiol.00363.2020.
10. Тяжелов О., Фіщенко В., Карпінська О., Хасавнех А. Аналіз результатів вібраційної терапії мобілізаційний контрактур у пацієнтів після позасуглобових переломів верхньої кінцівки. *Травма.* 2022.23 (3) 50-57 p. doi: <https://doi.org/10.22141/1608-1706.3.23.2022.900>.
11. Глиняна О. Основні принципи реабілітації після хірургічного лікування переломів опорно-рухового апарату. *Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я в сучасному суспільстві.* Львів, 2017. С. 115–119
12. Яцевський Б. І., Неведомська Є. О. Кінезіотерапія – безопераційний метод відновлення хребетного стовпа. *Здоров'я, фізичне виховання і спорт: перспективи та кращі практики: електронний збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції, 15 травня 2018 р., Київ, 2018.* С. 185–188

## REFERENCES:

1. De Martino E, Hides J, Elliott JM, et al. The Effectsof Reconditioning Exercises Following Prolonged Bed Reston Lumbopelvic Muscle Volume and Accumulation of Paraspinal Muscle Fat. *Front Physiol.* 2022 Jun 14;13:862793.doi: 10.3389/fphys.2022.862793.
2. Norimoto M, Yamashita M, Yamaoka A, et al. Early mobilization reduces the medical care cost and the risk ofdisuse syndrome in patients with acute osteoporotic vertebral fractures. *J ClinNeurosci.* 2021 Nov;93:155-159. doi:10.1016/j.jocn.2021.09.011.
3. Storlino G, Colaiani G, Sanesi L, et al. Irisin Prevents Disuse-Induced Osteocyte Apoptosis. *J Bone MinerRes.* 2020 Apr;35(4):766-775. doi: 10.1002/jbmr.3944.
4. Rolvien T, Amling M. Disuse Osteoporosis: Clinical and Mechanistic Insights. *Calcif Tissue Int.* 2022 May;110(5):592-604. doi: 10.1007/s00223-021-00836-1.
5. Coulombe JC, Senwar B, Ferguson VL. Spaceflight-Induced Bone Tissue Changes that Affect Bone Quality and Increase Fracture Risk. *Curr Osteoporos Rep.* 2020 Feb;18(1):1-12. doi: 10.1007/s11914-019-00540-y.
6. Harris LR, Jenkin M, Herpers R. Long-duration head down bed rest as an analog of microgravity: Effects on the static perception of upright. *J Vestib Res.* 2022;32(4):325-340. doi: 10.3233/VES-210016.
7. Raghava Neelapala YV, Bhagat M, Shah P. Hip muscle strengthening for knee osteoarthritis: a systematic review of literature. *J Geriatric Phys Ther.* 2020;43(2):89-98. PMID: 30407271. doi: 10.1519/JPT.0000000000000214.
8. Khatri K., Bansal D., Rajpal K. Management of Flexion Contracture in Total Knee Arthroplasty. In: *Knee Surgery — Reconstruction and Replacement.* London, United Kingdom: IntechOpen, 2020 [Online]. Available: <https://www.intechopen.com/chapters/70352>. doi: 10.5772/intechopen.90417.
9. Marusic U., Narici M., Simunic B., Pisot R., Ritzmann R. Nonuniform loss of muscle strength and atrophy during bed rest: a systematic review. *J. Appl. Physiol.* (1985). 2021.131(1). 194-206. doi: 10.1152/jappphysiol.00363.2020.
10. Tyazhelov O, Fishchenko V., Karpinska O., Khasavneka., Analiz rezultativ vibratsiynoy terapiyi immobilisatsiynych kontraktur patsiyentiv pislyapozasuglobovych perelomiv verkhnoy ikintsiivky. *Travma.* 2022.23 (3) 50-57 p. doi: <https://doi.org/10.22141/1608-1706.3.23.2022.900>. [Ukrainian]
11. Glynyana O. (2017) Osnovni pryntsyipy reabilitatsiyi pislya khirurgichnogo likuvannya perelomiv oporno-rukhnovogo aparatu/ O. Glynyana. Fizychnye vykhovannya, sport i kultura zdorovya u suchasnomu suspilstvi. - L., - 27, P. 115–119 [Ukrainian]
12. Yatshevskiy B.I., Nevedomska YE.O. (2018). Kinesiotherapy is a non-surgical method of restoring the vertebral column / B.i. yatshevskiy, ye.o. nevedomska // *Zdorov'ya, fizychnye vykhovannya i sport: perspektyvy ta krashchi praktyky: elektronnyy zbirnyk materialiv Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi, 15 travnya 2018 r., m. Kyiv – K..* – S. 185–188 [Ukrainian]