

Recovery, Regeneration, and Functional Reserves of the Human Body: An Interdisciplinary Synthesis Across Sport, Rehabilitation, and Health

Oksana Hnatyuk

¹ *Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Therapy and Occupational Therapy; Ternopil National Medical University named after I. Ya. Horbachevsky*

✉ **Corresponding author:**
o.hnatyuk@gmail.com



This work is licensed under CC BY-NC-ND 4.0.
To view a copy of this license, visit
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

ABSTRACT: The notion of functional reserves offers a unifying lens for phenomena traditionally examined within separate disciplines. This paper synthesises evidence from sports science, physical rehabilitation, clinical medicine, and dermatology to argue that the development, restoration, and protection of the body's functional reserves and regenerative capacity form a single conceptual continuum. Drawing on studies of high-intensity interval training, post-load recovery through deep-tissue massage, functional-exercise methodology, psychophysiological self-organisation in athletes, predictive modelling of cardiac complications, lower-urinary-tract dysfunction, neuromotor rehabilitation, severe respiratory infection, and skin regeneration, the study identifies shared mechanisms of adaptation, compensation, and recovery kinetics. An integrative framework is proposed in which reserves are expanded by training, depleted by load or pathology, and restored through targeted intervention. The synthesis underlines the value of cross-disciplinary transfer of assessment tools and rehabilitation principles for sports medicine, clinical practice, and health promotion.

KEYWORDS: functional reserves; recovery; regeneration; adaptation; compensation; rehabilitation; sports medicine; physical performance; interdisciplinary approach; health promotion.

How to cite: Hnatyuk, O. (2026). Recovery, Regeneration, and Functional Reserves of the Human Body: An Interdisciplinary Synthesis Across Sport, Rehabilitation, and Health. *International Multidisciplinary Conference on Innovation, Technology and Sustainability*. Futurity Research Publishing. <https://doi.org/10.5281/zenodo.20747455>

Вступ

Сучасні науки про здоров'я людини розвиваються переважно в межах вузьких дисциплін: спортивна фізіологія, фізична реабілітація, кардіологія, урологія, неврологія та дерматокосметологія мають власний понятійний апарат, методи та фахові видання. Унаслідок такої спеціалізації спільні для всіх цих галузей закономірності нерідко залишаються поза увагою, хоча об'єкт дослідження в них значною мірою однаковий – здатність організму витримувати навантаження, відновлюватися після нього та зберігати свою функцію в часі.

Інтегративним поняттям, що поєднує ці явища, є функціональні резерви – діапазон між рівнем функції у стані спокою та її гранично можливим рівнем за умов максимальної мобілізації. Тісно пов'язаними з ними є поняття відновлення (повернення показників до вихідного або підвищеного рівня після навантаження) та регенерації (структурного й функціонального відтворення тканин). Саме обсяг функціональних резервів і збереженість регенеративного потенціалу визначають спортивну результативність, перебіг та наслідки захворювань, ефективність реабілітації та якість життя людини на різних етапах онтогенезу.

Попри спільну логіку, дослідження цих процесів рідко виходять за межі окремих спеціальностей, а інструменти оцінювання та принципи відновлення, напрацьовані в одній галузі, недостатньо переносяться в інші. Це зумовлює потребу в міждисциплінарному узагальненні, яке дало б змогу розглянути різноманітні емпіричні дані в межах єдиної концептуальної рамки. У пропонованих тезах на основі різнопрофільних джерел обґрунтовано підхід, що поєднує спорт, реабілітацію та клінічне здоров'я навколо спільної ідеї функціональних резервів, відновлення й регенерації.

Мета дослідження

Мета дослідження – обґрунтувати інтегративну концептуальну рамку, що об'єднує явища спортивної підготовки, фізичної реабілітації та клінічної медицини навколо понять функціональних резервів, відновлення й регенерації організму, та на основі аналізу різнопрофільних джерел показати спільні механізми адаптації, компенсації й кінетики відновлення, придатні для міждисциплінарного перенесення.

Літературний огляд

Перший змістовий блок джерел стосується розвитку та мобілізації функціональних резервів засобами рухової активності. Slobodyanyuk (2025) демонструє ефективність високоінтенсивного інтервального тренування (ВИТ) у підвищенні витривалості тенісистів-одиночників, тобто цілеспрямованого розширення кардіореспіраторного та енергетичного резерву. Mahilda (2025) пропонує авторську методiku функціональних вправ як інструмент формування здорової рухової культури, що розширює межі поняття резерву до сфери щоденної рухової поведінки та профілактики. Plokhikh та співавтори (2024) аналізують

стратегії екстремальної самоорганізації гандболістів, розкриваючи психофізіологічний і регуляторний бік мобілізації резервів за умов граничних навантажень.

Другий блок описує відновлення та регенерацію. Vlasov (2026) досліджує вплив глибокотканинного масажу на кінетику кліренсу лактату та відновлення м'язової сили, безпосередньо звертаючись до швидкості повернення функції після навантаження. Savchenko (2025) розглядає профілактику передчасного старіння шкіри за допомогою біоактивних форм вітаміну С з гіалуронатом – приклад підтримання регенеративного потенціалу тканин і протидії його віковому зниженню. Обидва джерела ілюструють відновний полюс континууму: цілеспрямовану підтримку та прискорення процесів регенерації.

Третій блок репрезентує виснаження резервів за умов патології та прогнозування його наслідків. Koteliukh і Dorosh (2022) розробляють прогностичну модель ранніх ускладнень гострого інфаркту міокарда у хворих на цукровий діабет 2 типу, а Koteliukh (2022) – модель прогнозування гострої серцевої недостатності з урахуванням показників енергетичного та адипокінового обміну; обидві праці фактично оцінюють вичерпання кардіометаболічного резерву. Граділь та співавтори (2023) на матеріалі клініко-патологоанатомічних зіставлень COVID-19 і пандемічного грипу А(Н1N1) показують механізми системного, поліорганного ураження, що відображає крайній ступінь виснаження адаптаційних можливостей організму.

Четвертий блок присвячено відновленню функції в умовах органної та неврологічної патології. Праці Dekhtiar та співавторів (2019a, 2019b) щодо уродинамічної характеристики й лікування ідіопатичного гіперактивного сечового міхура без детрузорної гіперактивності демонструють діагностику та корекцію порушеної функції нижніх сечових шляхів як окремої функціональної системи. Башкірова (2009) і Башкірова зі співавторами (2003) розкривають нейромоторний вимір: диференційну діагностику бульбарного й псевдобульбарного синдромів та модель постневрیتیчної контрактури мімічної мускулатури як поетапно сформованої патологічної функціональної системи організації руху. Останнє джерело є концептуальним містком, оскільки прямо апелює до теорії функціональних систем, що дає змогу інтерпретувати решту матеріалу в єдиній логіці.

Результати

Зіставлення джерел показує, що, попри належність до різних спеціальностей, усі вони описують стани й процеси на спільній осі – динаміці функціональних резервів та регенеративного потенціалу організму. Запропоновано інтегративну рамку у вигляді континууму з трьох взаємопов'язаних станів: розвиток (мобілізація) резервів, їх виснаження та подальше відновлення/регенерація (рис. 1). Спортивні та тренувальні впливи розширюють резерв; навантаження й патологія його виснажують; реабілітаційні та відновні засоби повертають функцію, замикаючи цикл.

Рис. 1. Континуум функціональних резервів: розвиток — виснаження — відновлення



Така рамка дає змогу впорядкувати різnorідні джерела за єдиними ознаками: доменом, типом резерву, провідним механізмом або показником та роллю в континуумі. Узагальнення наведено в таблиці 1, що виконує функцію матриці синтезу й унаочнює спільність логіки попри відмінність нозологій і методів.

Таблиця 1. Матриця синтезу джерел у межах континууму функціональних резервів

Домен / напрям	Джерела	Тип резерву	Провідний механізм / показник	Роль у континуумі
Спорт і тренування	Slobodyanyuk (2025); Mahilda (2025)	Кардіореспіраторний, руховий	ВІІТ; методика функціональних вправ	Розвиток
Психофізіологічна саморегуляція	Plokhikh та ін. (2024)	Адаптаційно-регуляторний	Самоорганізація в екстремальних умовах	Мобілізація
Відновлення після навантаження	Vlasov (2026)	М'язово-метаболический	Кінетика кліренсу лактату; відновлення сили	Відновлення
Регенерація тканин	Savchenko (2025)	Регенеративний (шкіра)	Біоактивний вітамін С з гіалуронатом	Регенерація / захист

Домен / напрям	Джерела	Тип резерву	Провідний механізм / показник	Роль у континуумі
Серцево-судинна патологія	Koteliukh & Dorosh (2022); Koteliukh (2022)	Кардіометаболічний	Прогнозування ускладнень; енергетичний та адипокіновий обмін	Виснаження / прогноз
Інфекційне ураження	Граділь та ін. (2023)	Системний (поліорганный)	Клініко-патологоанатомічні зіставлення	Виснаження
Урологічна дисфункція	Dekhtiar та ін. (2019a, 2019b)	Функція нижніх сечових шляхів	Уродинаміка; корекція без детрузорної гіперактивності	Відновлення функції
Нейромоторна реабілітація	Башкірова (2009); Башкірова та ін. (2003)	Нейромоторний	Патологічна функціональна система; диф. діагностика	Реабілітація / перебудова

Аналіз матриці виявляє три наскрізні механізми, спільні для всіх доменів. По-перше, адаптація – спрямована перебудова функції у відповідь на повторюваний стимул (тренування, лікувальний вплив). По-друге, компенсація – залучення додаткових ресурсів і резервних шляхів за умов часткової втрати функції, що однаково описує і спортивну витривалість, і патологічну функціональну систему за неврологічного дефіциту. По-третє, кінетика відновлення – часовий перебіг повернення показників (лактату, м'язової сили, серцевої функції, уродинамічних параметрів) до робочого рівня. Спільність цих механізмів обґрунтовує перенесення інструментів оцінювання та принципів дозування навантаження між спортивною медициною, реабілітацією та клінічною практикою.

Практичним наслідком запропонованої рамки є можливість використовувати показники відновлення й резерву як універсальні маркери стану: кінетику кліренсу лактату – не лише у спорті, а й у реабілітації; прогностичні метаболічні моделі – для стратифікації ризику не тільки в кардіології; принципи поетапного формування рухових функціональних систем – як у нейрореабілітації, так і в побудові тренувального процесу.

Висновки

Різнопрофільні джерела з галузей спорту, реабілітації та клінічної медицини, попри відмінність нозологій і методів, описують єдину вісь – динаміку функціональних резервів та

регенеративного потенціалу організму. Запропонована інтегративна рамка „розвиток – виснаження – відновлення” дає змогу розглядати спортивну підготовку, перебіг патології та реабілітацію як стани одного континууму.

Спільними для всіх доменів є механізми адаптації, компенсації та кінетики відновлення, що обґрунтовує міждисциплінарне перенесення інструментів оцінювання й принципів відновлення. Такий підхід відкриває перспективу уніфікованого оцінювання функціональних резервів і доказового добору відновних та реабілітаційних впливів. Подальші дослідження доцільно спрямувати на емпіричну верифікацію спільних маркерів резерву та розроблення міждисциплінарних протоколів їх оцінювання.

Список літератури

- Dekhtiar, Y. M., Kostyev, F. I., Zacheslavsky, O. M., & Kuznietsov, D. O. (2019a). Urodynamic characteristics of lower urinary tract of patients with idiopathic overactive bladder. *Urology Annals*, 11(1), 83-86. https://doi.org/10.4103/UA.UA_37_18
- Dekhtiar, Y. M., Kostyev, F. I., & Zalyva, K. A. (2019b). Features treatment of idiopathic overactive bladder without detrusor overactivity. *Лікарська справа*, (7-8), 35-40. [https://doi.org/10.31640/JVD.7-8.2019\(5\)](https://doi.org/10.31640/JVD.7-8.2019(5))
- Koteliukh, M. Yu. (2022). A model for predicting acute heart failure in patients with acute myocardial infarction by taking into account energy and adipokine metabolism indicators. *Medicni Perspektivi*, 27(3), 64-71. <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2022.3.265932>
- Koteliukh, M. Y., & Dorosh, O. H. (2022). Predictive model for early complications of acute myocardial infarction in patients with type 2 diabetes mellitus. *Biomedical Research and Therapy*, 9(2), 4892-4900. <https://doi.org/10.15419/bmrat.v9i2.729>
- Mahilda, O. (2025). The author's methodology of functional exercises as a tool for developing a healthy motor culture. *Педагогічна академія: наукові записки*, (25). <https://doi.org/10.5281/zenodo.18020875>
- Plokhikh, V., Popovych, I., Kruglov, K., Sabadukha, O., Melnyk, N., Omelianiuk, S., & Hoian, I. (2024). Strategies for extreme self-organization among handball players. *Journal of Physical Education and Sport*, 24(8), Article 205. <https://doi.org/10.7752/jpes.2024.08205>
- Savchenko, U.-S. (2025). Prevention of premature skin aging through the use of bioactive forms of vitamin C with hyaluronate. *The American Journal of Medical Sciences and Pharmaceutical Research*, 7(8), 51-55. <https://doi.org/10.37547/tajmspr/Volume07Issue08-08>
- Slobodyanyuk, Y. (2025). Effectiveness of high-intensity interval training in increasing endurance in singles tennis. *Педагогічна академія: наукові записки*, (22). <https://doi.org/10.5281/zenodo.17189026>

- Vlasov, M. (2026). The effect of deep tissue massage on lactate clearance kinetic and muscle strength recovery. *Академічні візії*, (51). <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/2696>
- Башкірова, Л. М. (2009). Клінічні аспекти диференціальної діагностики бульбарного і псевдобульбарного синдромів. *Міжнародний неврологічний журнал*, 7(29), 96-98.
- Башкірова, Л. М., Руденко, А. Ю., & Корженевський, Л. В. (2003). Постневритична контрактура мимічної мускулатури як модель поетапно сформованої патологічної функціональної системи організації руху. *Український медичний часопис*, 37(5), 75-82.
- Граділь, Г. І., та ін. (2023). COVID-19, пандемічний грип А(Н1N1): клінічні та патологоанатомічні порівняння. *Інфекційні хвороби*, (3), 15-27. <https://doi.org/10.11603/1681-2727.2023.3.14197>