

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет медицини, терапії та реабілітації

Кафедра фізичної реабілітації, спортивної медицини та валеології

Правдіна Софія Ігорівна

**КЛІНІКО-ФІЗІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РАННІХ  
РЕАБІЛІТАЦІЙНИХ ЗАХОДІВ У ДІТЕЙ ІЗ ПОЛІТРАВМОЮ НА  
ОСНОВІ ПОКАЗНИКІВ ГЕМОДИНАМІКИ**

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра  
за спеціальністю 227 «Терапія та реабілітація»  
спеціалізація 227.01 Фізична терапія

**Науковий керівник:**

Оболонська Ольга Юріївна  
доцент, доктор філософії, асистент  
кафедри фізичної реабілітації,  
спортивної медицини та валеології ДДМУ

**Рецензент:** Гришуніна Наталія Юріївна  
к.мед.н, асистент кафедри фізичної  
реабілітації, спортивної медицини та  
валеології ДДМУ

Роботу рекомендовано до захисту  
на засіданні кафедри фізичної реабілітації, спортивної медицини та  
валеології

Протокол № \_\_\_ від « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2026 р.  
Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

Роботу захищено на засіданні ЕК  
з оцінкою \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
(за 200-бальною шкалою / шкалою ЄКТС)  
Протокол № \_\_\_ від « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2026 р.  
Голова ЕК \_\_\_\_\_

## ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ .....	4
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ ПОЛІТРАВМ У ДІТЕЙ ТА ЇХ НАСЛІДКИ.....	13
1.1 Епідеміологічні аспекти та структурні особливості дитячого травматизму в сучасній клінічній практиці.....	13
1.2 Клінічний перебіг політравм у дітей та їх наслідки.....	17
1.3 Сучасні підходи до лікування дітей з політравмами.....	20
Висновки до розділу 1.....	25
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ ТА ДИЗАЙН ДОСЛІДЖЕННЯ.....	26
2.1 Загальна характеристика обстежених пацієнтів.....	26
2.2 Методи дослідження.....	28
2.3. Програма реабілітації.....	30
2.4. Дизайн дослідження.....	32
Висновки до розділу 2.....	33
РОЗДІЛ 3 КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ГЕМОДИНАМІЧНОЇ ВІДПОВІДІ НА РАННЮ РЕАБІЛІТАЦІЮ У ДІТЕЙ ІЗ ПОЛІТРАВМОЮ.....	35
3.1 кластерний аналіз вегетативної стійкості пацієнтів.....	35
Висновки до розділу 3 .....	40
РОЗДІЛ 4 ДИФЕРЕНЦІЙОВАНА ТАКТИКА РЕАБІЛІТАЦІЇ ЗА КЛІНІЧНИМИ КЛАСТЕРАМИ.....	42

4.1. Модифікація програми залежно від показників РІ .....	42
4.2. Результати впровадження програми в практику.....	44
Висновки до розділу 4 .....	45
ВИСНОВКИ.....	47
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ .....	49
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	50
ДОДАТКИ.....	57

## АНОТАЦІЯ

Правдіна Софія Ігорівна . Клініко-фізіологічне обґрунтування ранніх реабілітаційних заходів у дітей із політравмою на основі показників гемодинаміки–Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 227 Терапія та реабілітація, спеціалізація 227.01 Фізична терапія . – Дніпровський державний медичний університет, Дніпро, 2026.

Науковий керівник: доктор філософії, доцент, асистент кафедри фізичної реабілітації, спортивної медицини та валеології, Оболонська Ольга Юріївна.

У кваліфікаційній роботі представлено розробку та обґрунтування реабілітаційних заходів у дітей після політравм з урахуванням визначення впливу перфузії. Актуальність дослідження зумовлена значною поширеністю політравм у дитячому віці, наслідком чого є значні рухові та функціональні порушення .

Метою роботи стало підвищення ефективності комплексної програми реабілітації на ранньому етапі відновлення у дітей із політравмою шляхом використання визначення перфузійного індексу.

Для досягнення поставленої мети проведено одноцентрове проспективне когортне дослідження на базі відділення інтенсивної терапії та відділення фізичної та реабілітаційної медицини КНТ«РМЦРЗ» ДОР».

Критерії включення. Діти та підлітки віком від 7 до 17 років з діагнозом політравма (поєднане пошкодження двох і більше анатомічних ділянок, одна з яких або їх сукупність загрожує життю). Оцінка за шкалою ISS (Injury Severity Score)  $\geq 14$  до 24 балів.

Пацієнти, які пройшли етап гострої хірургічної стабілізації (Damage Control) Стабільний або відносно стабільний стан, що дозволяє проводити заходи фізичної терапії (відсутність потреби у високих дозах вазопресорів). Наявність письмової згоди батьків (або законних представників) на участь дитини в дослідженні та обробку персональних даних.

Критерії виключення .Вкрай тяжкий/термінальний стан - показник ISS  $> 24$  балів або глибока кома (Шкала коми Глазго  $< 5$  балів), де реабілітація неможлива через життєві показники. Наявність декомпенсованих вад серця, цукрового діабету або системних захворювань судин.Вроджені вади опорно-рухового апарату, що існували до травми та обмежують рухову активність. Наявність діагностованих психічних захворювань, які перешкоджають продуктивному контакту з дитиною під час реабілітації. Масивні опіки цівок у місцях кріплення датчиків пульсоксиметрії, що унеможлиблює коректне вимірювання перфузійного індексу (PI). Відсутність технічної можливості проведення щоденного моніторингу сатурації та PI протягом всього періоду спостереження. Відмова від участі - бажання батьків або самої дитини припинити участь у дослідженні на будь-якому етапі.

Матеріали та методи. Дослідження виконано протягом 2024–2026 рр. Обстежено 24 дитини з політравмою (поєднання ЧМТ, скелетної травми та пошкоджень внутрішніх органів) у підгострому періоді після хірургічної стабілізації. Середній вік пацієнтів становив  $11 \pm 4,24$  року; тяжкість за шкалою ISS –  $17,1 \pm 1,01$  бала. Реабілітацію розпочинали на  $2 \pm 1$  добу після стабілізації вітальних функцій. Розроблена програма включала 4 стратегічні блоки: I - респіраторний II - вазомоторний (активація «м'язової помпи» кінцівок, ізометрична напруга);III -мобілізаційний (відновлення амплітуди рухів у суміжних суглобах, ідеомоторні вправи, осьова декомпресія);IV - пропріоцептивний (стабілізація кору, вправи на перетин середньої лінії тіла для корекції міжпівкульної взаємодії при ЧМТ).Інструментальний контроль здійснювали за допомогою пульсоксиметрії Masimo Set iSpO2 з фіксацією PI та ЧСС у трьох точках (до, на піку

навантаження та після сесії). Розподіл на групи виконували за допомогою кластерного та дисперсійного аналізу. Результати дослідження. За допомогою методу k-середніх пацієнти були розподілені на три клінічні кластери за типом гемодинамічної відповіді на фізичне навантаження. Однофакторний дисперсійний аналіз (ANOVA) підтвердив високу роздільну здатність PI ( $F = 25,4$ ;  $p < 0,05$ ) та приросту ЧСС ( $F = 21,2$ ;  $p < 0,05$ ), тоді як параметри ЧД, АТ та SpO<sub>2</sub> виявилися статистично незначущими ( $p > 0,05$ ). Кластер А («Оптимальний»/Компенсація,  $n=5$ ; 20,8%): характеризувався вихідним PI  $> 3,0$  та помірним приростом ЧСС (10-15%). Пацієнти виконували повний обсяг програми (20 хв) з активними вправами та ранньою вертикалізацією. Кластер Б («Граничний»/Субкомпенсація,  $n=12$ ; 50,0%): визначався помірним зниженням перфузії (PI  $> 1,5$ ) при прирості ЧСС до 20%. Програма модифікувалася у захисний режим (10–12 хв, зменшення повторів, рухи лише в дистальних сегментах, обов'язкова осьова декомпресія кінцівок, відтермінування стабілізації кору). Кластер В («Критичний»/Декомпенсація,  $n=7$ ; 29,2%): ідентифікований за падінням PI  $< 0,7$  на тлі стрімкого тахікардичного відгуку ( $>25\%$ ) — феномен «ножиць», що свідчило про глибокий вазоспазм та загрозу ішемічних розладів. Активну кінезотерапію повністю забороняли, обмежуючись пасивним лікуванням положенням та асистивним диханням. Впровадження патогенетично керованого алгоритму реабілітації дозволило ефективно нівелювати негативні наслідки тривалого ліжкового режиму. Попри багатофакторну залежність тривалості госпіталізації у ВІТ від первинної тяжкості ушкоджень та ризику інфекцій, використання розробленої технології забезпечило статистично значуще прискорення досягнення соматичної стабільності. Це дозволило скоротити термін перебування дітей в умовах реанімаційного відділення в середньому на  $1,7 \pm 1,0$  доби раніше порівняно зі стандартними протоколами. Висновки. Динамічний моніторинг індексу перфузії та хронотропної реакції серця є об'єктивним критерієм оцінки адаптаційного резерву дитини з політравмою. Диференційований підхід до реабілітації залежно від кластерного статусу пацієнта виключає ризик ятрогенної декомпенсації, оптимізує лікувально-евакуаційний трек, суттєво мінімізує госпітальний стрес за рахунок раннього повернення дитини до батьків, а також забезпечує відчутний економічний ефект для медичного закладу.

Ключові слова. Діти, політравма, фізична терапія, реабілітація, перфузійний індекс.

Pravdina Sofiia Ihorivna.

Clinical and Physiological Substantiation of Early Rehabilitation Interventions in Children with Polytrauma Based on Hemodynamic Parameters.

– Qualification Scientific Work submitted as a manuscript. Qualification paper for the Master's degree in Specialty 227 "Therapy and Rehabilitation", Specialization 227.01 "Physical Therapy". – Dnipro State Medical University, Dnipro, 2026.

Academic Supervisor: PhD, Associate Professor, Assistant Professor of the Department of Physical Rehabilitation, Sports Medicine, and Valeology, Obolonska Olha Yuriivna.

ABSTRACT. The qualification paper presents the development and substantiation of rehabilitation interventions for children following polytrauma, incorporating the assessment of perfusion impact. The relevance of the study is driven by the high prevalence of polytrauma in pediatric patients, which results in significant motor and functional impairments. The aim of the study was to enhance the effectiveness of a comprehensive early-stage rehabilitation program in children with polytrauma by utilizing the perfusion index. To achieve this goal, a single-center prospective cohort study was conducted at the Intensive Care Unit (ICU) and the Department of Physical and Rehabilitation Medicine of the MNPE "Regional Medical Center of Family Health" of the Dnipropetrovsk region Council in 2024-2026..

Inclusion criteria: children aged 7 to 17 years diagnosed with polytrauma (concomitant injury to two or more anatomical regions, where one injury or their combination is life-threatening). An Injury Severity Score (ISS) 14 to 24 points. Patients who had successfully undergone acute surgical stabilization (Damage Control). A stable or relatively stable condition allowing for physical therapy interventions (no requirement for high-dose vasopressors). Written informed consent from parents (or legal representatives) for the child's participation in the study and personal data processing. Exclusion criteria: Extremely severe/terminal condition characterized by an ISS > 24 points or deep coma (Glasgow Coma Scale < 5 points), where rehabilitation is impossible due to vital instability. Presence of decompensated heart defects, diabetes mellitus, or systemic vascular diseases. Pre-existing congenital musculoskeletal disorders limiting motor activity. Diagnosed psychiatric disorders that prevent productive interaction with the child during rehabilitation sessions. Massive burns of the extremities at the pulse oximetry sensor attachment sites, making accurate measurement of the perfusion index (PI) impossible. Lack of technical capability to perform daily monitoring of oxygen saturation and PI throughout the entire observation period. Withdrawal from the study due to the desire of the parents or the child to discontinue participation at any stage.

**Materials and methods.** The study sample comprised 24 children with polytrauma (a combination of traumatic brain injury, skeletal trauma, and internal organ injuries) in the subacute period following surgical stabilization. The mean age of the patients was  $11 \pm 4.24$  years; the mean severity score according to the ISS was  $17.1 \pm 1.01$  points. Rehabilitation was initiated on day  $2 \pm 1$  after the stabilization of vital functions. The developed program consisted of 4 strategic blocks: Block I (Respiratory): drainage positioning and respiratory gymnastics to prevent hypostatic complications; Block II (Vasomotor): activation of the extremity "muscle pump", isometric contractions; Block III (Mobilization): restoration of the range of motion in adjacent joints, ideomotor exercises, soft axial decompression; Block IV (Proprioceptive): core stabilization, exercises crossing the body midline to correct interhemispheric interaction following TBI. Instrumental monitoring was performed via Masimo SET iSpO<sub>2</sub> pulse oximetry, recording PI and heart rate (HR) at three time points: 10 minutes prior to the session, at the peak of the physical load (10th minute), and 10 minutes post-session. Group allocation and validation were achieved using cluster analysis and analysis of variance (ANOVA).

**Results.** Using the k-means clustering method, patients were stratified into three clinical clusters based on the type of their hemodynamic response to physical exertion. One-way analysis of variance (ANOVA) confirmed the high discriminatory power of PI (  $F = 25.4$  ;  $p < 0.05$  ) and HR increment (  $F = 21.2$  ;  $p < 0.05$  ), whereas respiratory rate (RR), blood pressure (BP), and SpO<sub>2</sub> parameters were statistically non-significant (  $p > 0.05$  ).

Cluster A ("Optimal"/Compensation,  $n=5$  ; 20.8 % ): characterized by a baseline  $PI > 3.0$  and a moderate HR increment ( 10-15%). These patients completed the full volume of the program (20 min), including active exercises and early verticalization. Cluster B ("Marginal"/Subcompensation,  $n=12$ ; 50.0%): defined by a moderate perfusion decrease ( $PI > 1.5$ ) with an HR increment up to 20%. The program was modified into a protective regimen (10–12 min, reduced repetitions, movements restricted to distal segments, mandatory axial decompression of limbs, postponed core stabilization). Cluster C ("Critical"/Decompensation,  $n=7$ ; 29.2%): identified by a drop in  $PI < 0.7$  against the background of a rapid tachycardic response (>25%) — the "scissors" phenomenon, indicating profound vasoconstriction and the threat of ischemic disorders. Active kinesitherapy was strictly contraindicated; interventions were limited to passive therapeutic positioning and assisted breathing. The implementation of the pathogenetically driven rehabilitation algorithm effectively mitigated the negative consequences of prolonged bed rest. Despite the multifactorial dependence of the ICU length of stay on the initial severity of injuries and the risk of intercurrent infections, the utilization of the developed technology provided a statistically significant acceleration in achieving somatic stability. This reduced the children's stay in the intensive care unit by an average of  $1.7 \pm 1.0$  days earlier compared to standard protocols.

**Conclusions.** Dynamic monitoring of the perfusion index and the chronotropic response of the heart serves as

an objective criterion for evaluating the adaptive reserve of a child with polytrauma. A differentiated approach to rehabilitation based on the patient's cluster status eliminates the risk of iatrogenic decompensation, optimizes the medical evacuation track, significantly minimizes hospital-induced stress due to the early return of the child to their parents, and provides a tangible economic benefit for the healthcare facility.

Keywords: Children, polytrauma, physical therapy, rehabilitation, perfusion index.

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АТ	Артеріальний тиск
МОЗ	Міністерство охорони здоров'я
САС	сипатико- адреналова система
ЧМТ	Черепно-мозкова травма
ЧСС	Частота серцевих скорочень
GCS (glasgow come scale)	Шкала коми Глазго
ISS (injury severity score)	Шкала оцінки тяжкості травми
PI (perfusion index)	Перфузійний індекс
PTS (pediatric trauma score)	Педіатрична шкала травми
SpO2	Сатурація периферичної крові киснем

## ВСТУП

Актуальність теми. Повномасштабне вторгнення російської федерації в Україну призвело до значного збільшення випадків політраум у дітей, спричинених мінно-вибуховими, осколковими та вогнепальними пораненнями. Ця ситуація створює безпрецедентні виклики для сучасної медицини і реабілітації. Такі травми часто призводять до інвалідизації та летальних наслідків, тому потребують багатоетапної медичної допомоги та комплексної реабілітації.

Особливе значення має ранній етап відновлення, оскільки саме він закладає основу для подальшого відновлення функцій організму, запобігання вторинним ускладненням та збереження якості життя пацієнта. Наявні реабілітаційні методики часто демонструють недостатню ефективність, що зумовлено їх неадаптованістю до індивідуальних особливостей травматичного ураження та системних патофізіологічних змін в організмі дитини.

У цьому контексті перфузійний індекс (PI) виступає як критично важливий об'єктивний показник, що дозволяє оцінювати стан мікроциркуляції та ефективність оксигенації тканин. Його інтеграція в клінічну практику може значно підвищити точність вибору оптимальних режимів фізичної терапії, сприяючи індивідуальному підходу до реабілітаційного процесу. Використання PI дозволяє не лише моніторувати функціональний стан пацієнтів у динаміці, а й адаптувати програму відновлення в режимі реального часу, реагуючи на зміни гемодинамічних параметрів, тобто є ключовим для збереження потенціалу українського дитячого населення у післявоєнний період.

Мета дослідження – підвищення ефективності комплексної програми реабілітації на ранньому етапі відновлення у дітей із політраумою шляхом використання визначення перфузійного індексу.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати етіологію, патогенез, клінічні особливості перебігу та наслідки політраум у дітей за даними сучасної наукової літератури та дослідити сучасні підходи фізичної терапії.

2. Дослідити діагностичну цінність перфузійного індексу як маркера вегетативної регуляції та його кореляцію з показниками м'язового функціонування у дітей у посттравматичному періоді.

3. Обґрунтувати ефективність комплексної програми фізичної реабілітації для дітей із наслідками політрауми; здійснити порівняльний аналіз динаміки відновлення функціонального стану та показників якості життя пацієнтів із застосуванням методів математичної статистики.

4. Розробити та систематизувати практичні рекомендації щодо впровадження персоналізованих стратегій фізичної терапії в алгоритм реабілітації дітей після політраум.

Об'єкт дослідження – процес фізичної терапії дітей з політраумами.

Предмет дослідження – перфузійний індекс, структура, зміст занять з фізичної терапії для дітей з політраумами, стан рухових функцій та м'язів у дітей з травматичними ураженнями, а також їхній зв'язок з показниками перфузії та іншими клінічними даними.

Наукова новизна. Вперше в Україні застосовано перфузійний індекс як новий критерій для оцінки ефективності ранньої реабілітації. Завдяки цьому, було вдосконалено підхід до розробки програм фізичної терапії, інтегруючи показники мікроциркуляції для оптимізації відновлення м'язів - ця робота вносить важливий вклад у реабілітацію дітей з політраумою. Крім того, науково обґрунтовано і поглиблено розуміння зв'язку між рівнем перфузії, м'язовою силою, тонусом та руховою активністю у дітей. Дослідження також доповнило уявлення про те, як поєднання інструментальних даних (перфузійний індекс, сатурація) з клінічними шкалами дозволяє точніше оцінювати результати реабілітації.

Теоретична значущість. Отримані результати розширюють теоретичну базу фізичної терапії, пропонуючи новий, індивідуалізований підхід до відновлення дітей з політравмами. Дослідження уточнило роль порушень мікроциркуляції в процесах відновлення та розкрило механізми впливу фізичних вправ на опорно-рухову систему.

Робота розвиває ідею використання перфузійного індексу як прогностичного критерію для прогнозування успішності відновлення. Вона також поглиблює розуміння взаємозв'язку між показниками перфузії, нервово-м'язовою координацією та функціональною активністю дітей, доводячи, що комплексний підхід, який поєднує клінічні та фізіологічні показники, є найбільш ефективним.

Практична значущість. Результати дослідження мають безпосереднє практичне застосування. На їх основі була розроблена та успішно апробована комплексна програма ранньої реабілітації. Вона поєднує вправи для відновлення рухових функцій з методами корекції м'язового тону, зменшення болю та поліпшення мікроциркуляції.

Використання перфузійного індексу дозволяє фізичним терапевтам точніше підбирати індивідуальні навантаження, ефективно контролювати динаміку відновлення та прогнозувати результати реабілітації. Розроблена програма та практичні рекомендації можуть бути впроваджені у роботу реабілітаційних центрів, відділень відновного лікування та клінік охорони здоров'я, а також використані у навчальних програмах для студентів які навчаються на медичних факультетах та майбутнім фізичним терапевтам.

Апробація матеріалів кваліфікаційної роботи.

1. Усна доповідь та тези на конгресі: FUTURE OF SCIENCE: INNOVATIONS AND PERSPECTIVES 06 – 08.10.2025 року у м. Стокгольм, Швеція (сертифікат в додатках)

2. Усна доповідь та тези на конгресі: The impact of modern digital technologies on the future of professions 08 – 10.12.2025 року у м. Софія, Болгарія (сертифікат в додатках)

3. Стаття : Obolonska O.,Pravdina S. Hemodynamic indicators during early rehabilitation in pediatric polytrauma patients. Journal of therapy and rehabilitation.2026.13(1), 5-13. DOI. 10.31891/JTR.2026.1.2

Одержані результати магістерської роботи впроваджені в практичну діяльність відділення фізичної реабілітації КНП «Дитяча клінічна лікарня №6 м. Дніпро».

Теоретичні положення магістерської роботи впроваджені в науково-педагогічний процес у лекційному курсі та при проведенні практичних занять на кафедрі фізичної реабілітації, спортивної медицини та валеології ДДМУ

( акти впровадження у додатках).

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків до розділів, загальних висновків, практичних рекомендацій та списку використаних джерел, що налічує 50 найменувань (з них 45– іноземною мовою). Загальний обсяг роботи складає 54 сторінки друкованого тексту. Робота містить 2 таблиці та 6 рисунків.

## РОЗДІЛ 1

### ОСОБЛИВОСТІ ПОЛІТРАВМ У ДІТЕЙ ТА ЇХ НАСЛІДКИ

#### 1.1 Епідеміологічні аспекти та структурні особливості дитячого травматизму в сучасній клінічній практиці

Актуальність проблеми. На сучасному етапі розвитку медицини дитячий травматизм залишається однією з найбільш критичних проблем охорони здоров'я, що зумовлено високою частотою випадків, які потребують спеціалізованої медичної допомоги, та складністю подальшої реабілітації. Згідно з даними масштабного німецького дослідження стану здоров'я дітей та підлітків (KiGGS), яке охопило понад 16 тисяч респондентів, щорічно понад 16% дитячого населення (кожна сьома дитина) отримують травми внаслідок нещасних випадків, що потребують невідкладного лікування [1].

Аналіз епідеміологічних даних демонструє чітку залежність між віком дитини та місцем отримання травми. Для дітей раннього та молодшого віку найбільш небезпечним середовищем залишається домашня обстановка (близько 60% випадків), що пояснюється недостатньою сформованістю рухових навичок та активним пізнанням навколишнього світу за відсутності належного контролю [2].

Зі збільшенням віку структура травматизму суттєво трансформується: у дітей шкільного віку та підлітків домінує травматизм під час активного дозвілля та занять спортом (39%), а також у навчальних закладах (29%). Особливу занепокоєність викликає трикратне зростання частоти нещасних випадків на дорогах загального користування — від 6% у молодшій групі до 17% серед підлітків. Статистика за 2022 рік вказує на те, що понад 25 тисяч дітей віком до 15 років стали жертвами дорожньо-транспортних пригод

(ДТП), при цьому поширеність таких випадків становить близько 0,2% (рис.1.1) [3] .

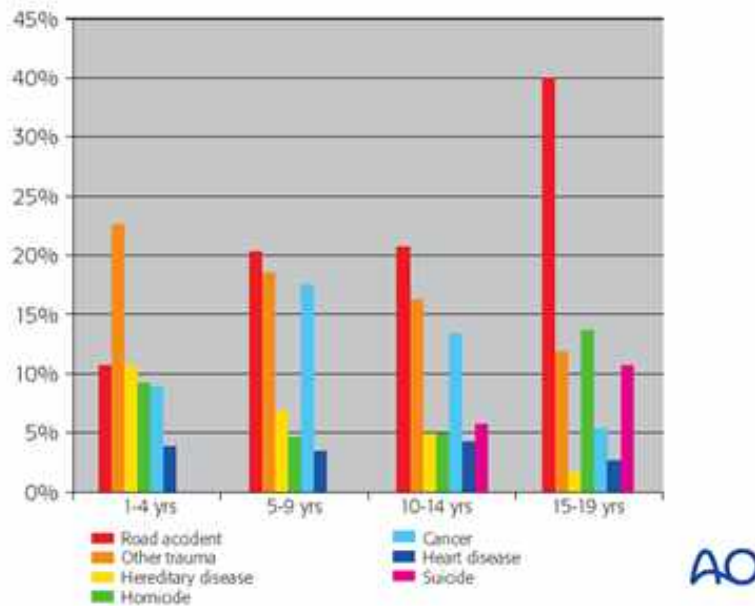


Рис.1.1 . Причини смертності в дитячому віці за даними ВОЗ.

В Україні наразі домінує мінно-вибухова травма, частота її є закритою інформацією.

Механізми травмування внаслідок ДТП мають свою ієрархію. Найвищий відсоток постраждалих припадає на велосипедистів (42%), третину становлять пасажери легкових автомобілів, а близько п'ятої частини — пішоходи. Прикметною рисою є гендерна диференціація: у всіх вікових категоріях хлопчики демонструють вищу схильність до отримання травм у дорожніх аваріях порівняно з дівчатками, що часто корелює з вищою ризикованою поведінкою та фізичною активністю. [4]

Повномасштабне вторгнення російської федерації в Україну призвело до значного збільшення випадків політравм у дітей, спричинених мінно-вибуховими, осколковими та вогнепальними пораненнями. [5] Ця ситуація створює безпрецедентні виклики для сучасної медицини і реабілітації. Такі

травми часто призводять до інвалідизації та летальних наслідків, тому потребують багатоетапної медичної допомоги та комплексної реабілітації.

Тяжка політравма, що супроводжується масивною крововтратою або іншими життєво небезпечними станами, становить близько 4% від загальної кількості випадків політравми у дітей. Хоча такі випадки відносно рідкісні у практиці відділень невідкладної допомоги, вони вимагають мультидисциплінарного підходу та негайного втручання.

Характер пошкоджень суттєво залежить від анатомо-фізіологічних особливостей дитячого організму. Черепно-мозкова травма (ЧМТ) є домінуючим видом ураження (66% випадків) незалежно від віку. Це зумовлено специфічними пропорціями тіла дитини (відносно велика маса голови) та низьким зростом, що робить голову найбільш вразливою зоною при зіткненнях (особливо для пішоходів та велосипедистів) .[6]

Травми кінцівок займають друге місце за поширеністю, часто супроводжуючи поєднані пошкодження, що потребує тривалої фізичної терапії та відновлення рухових функцій.

В Україні розподіл політравм за ступенем тяжкості базується на використанні бальних систем оцінки анатомічних пошкоджень та фізіологічних порушень. Це необхідно для швидкого сортування та визначення тактики лікування (Damage Control або рання тотальна допомога). [7]

Основними інструментами розподілу за тяжкістю є шкали ISS, AIS, а також клінічне групування.

Анатомічна шкала AIS (Abbreviated Injury Scale)

Це фундамент для оцінки тяжкості. Кожне пошкодження в одній із 6 ділянок тіла (голова, обличчя, грудна клітка, живіт, кінцівки, зовнішні покриви) оцінюється від 1 до 6 балів:

1 бал: Незначна травма.

2 бали: Помірна травма.

3 бали: Тяжка (не загрожує життю).

4 бали: Тяжка (загрожує життю, але виживання ймовірне).

5 балів: Критична (виживання сумнівне).

6 балів: Несумісна з життям.

Шкала ISS (Injury Severity Score)

Саме за цією шкалою в українських клінічних протоколах найчастіше класифікують політравму. Вона розраховується як сума квадратів трьох найвищих балів за AIS у різних ділянках тіла.

Розподіл за ступенем тяжкості:

Легка політравма: ISS < 15 балів.

Тяжка політравма: ISS 16–24 бали.

Вкрай тяжка політравма: ISS > 25 балів.

Смертельна: ISS 75 балів (якщо хоча б одна ділянка оцінена у 6 балів)

Клінічні групи тяжкості за станом гемодинаміки

В українській практиці медицини невідкладних станів також використовують розподіл за стабільністю стану пацієнта:

-стабільний стан: Компенсована гемодинаміка, крововтрата до 10-15%.

Ризик для життя мінімальний.

-пограничний (межовий) стан: Стабільна гемодинаміка, але з високим ризиком декомпенсації (наприклад, множинні переломи стегна). Потребує обережної хірургічної тактики.

-нестабільний стан: Виражений шок, гіпотонія, що реагує на інфузійну терапію. Вимагає тактики Damage Control.

-критичний (термінальний) стан: Декомпенсований шок, «тріада смерті» (ацидоз, коагулопатія, гіпотермія). Хірургічні втручання лише життєрятувальні.

#### 4. Особливості в педіатрії

Для дітей в Україні часто використовують Педіатричний індекс травми (PTS - Pediatric Trauma Score).

Він враховує: вагу дитини, стан дихальних шляхів, систолічний артеріальний тиск, стан центральної нервової системи, наявність відкритих ран та переломів.

Сума балів варіюється від -6 до +12. Якщо  $PTS \leq 8$ , дитина вважається такою, що має важку політравму і повинна бути негайно госпіталізована .

Таким чином, розуміння вікових особливостей та механізмів виникнення травм є фундаментальною основою для розробки ефективних програм фізичної реабілітації та впровадження індивідуальних стратегій відновлення функціонального стану дітей після політравм.

## 1.2 Клінічний перебіг політравм у дітей та їх наслідки

У сучасній педіатричній травматології прогноз виживання та подальшого функціонального відновлення дітей із тяжкими поєднаними пошкодженнями безпосередньо корелює з наявністю черепно-мозкової травми (ЧМТ) та розвитком геморагічного шоку, що може супроводжуватися коагулопатією. Наукові дослідження останніх років підтверджують, що саме ці два чинники є визначальними у формуванні патологічного каскаду, який веде до незворотних змін у тканинах.

За даними ретроспективних когортних досліджень (зокрема, аналізу 744 клінічних випадків), рання коагулопатія та гіповолемічний шок виступають найпотужнішими предикторами несприятливих наслідків. Рівень летальності при розвитку коагулопатії сягає 22%, тоді як при ізольованому гіповолемічному шоці цей показник становить близько 17%. [1] Для фізичного терапевта та фахівця з реабілітації ці цифри мають критичне значення, оскільки виживання пацієнта в гострому періоді є лише першим етапом, за яким слідує тривала боротьба з наслідками гіпоксії мозку та порушенням системної перфузії. З точки зору реабілітації, перші 24 години є «золотим часом» не лише для порятунку життя, а й для мінімізації вторинних

ушкоджень. Своєчасна стабілізація гемодинаміки та корекція коагуляційних порушень безпосередньо впливають на обсяг майбутнього реабілітаційного втручання - чим меншим є час перебування дитини в стані гіперперфузії, тим вищим є її реабілітаційний потенціал, особливо в контексті нейрореабілітації та відновлення м'язового тону.

Для об'єктивізації прогнозу та визначення тяжкості стану була розроблена педіатрична шкала BIG. [8] Вона інтегрує три критичні параметри:

B (Base excess) — дефіцит основ (показник метаболічного стану та тяжкості шоку);

I (INR) — міжнародне нормалізоване відношення (маркер стану коагуляції);

G (GCS) — шкала коми Глазго (оцінка глибини пригнічення свідомості та неврологічного дефіциту).

Ця шкала дозволяє охопити найбільш поширені патофізіологічні механізми смерті при політравмі.

Масштабна валідація на вибірці з 30 000 дітей продемонструвала виняткову діагностичну точність шкали BIG: чутливість становить 0,937, а специфічність — 0,938. Особливо цінним для клініциста є високий показник негативного прогностичного значення (0,995), що дозволяє з високою достовірністю виключити ризик летального результату при низьких балах за шкалою.

Значення діагностичних індексів для реабілітаційного процесу.

Показник BIG є ефективним не лише в умовах протишокового залу, а й слугує базисом для формування стратегії відновного лікування. Тяжкість травми, оцінена за допомогою BIG, дозволяє фахівцям із фізичної реабілітації прогнозувати терміни переходу від інтенсивної терапії до етапу ранньої мобілізації, оцінювати ризик розвитку системних ускладнень (наприклад, контрактур або атрофії), що виникають внаслідок тривалої гіпоксії та іммобілізації, коригувати інтенсивність навантажень залежно від

стабільності гемодинамічних та метаболічних показників, що відображаються в індексі.

Доповнення шкали BIG моніторингом перфузійного індексу (PI) дозволяє отримати більш детальну картину тканинного дихання. Оскільки політравма часто супроводжується перерозподілом кровотоку, м'язова система дитини однією з перших страждає від ішемії. [9,10] Зниження PI в гострому періоді є передвісником порушення трофіки м'язів, що в подальшому проявляється зниженням м'язової сили та витривалості. [11] Таким чином, використання шкали BIG у поєднанні з інструментальним моніторингом перфузії стає фундаментом для впровадження індивідуальних програм фізичної терапії. Це дозволяє перейти від загальних протоколів до персоналізованого відновлення, де кожен етап реабілітації базується на об'єктивних даних про функціональний стан дитини.

Ключові ланки патогенезу політравми - синдром системної запальної відповіді (SIRS): Масивна руйнація тканин призводить до викиду медіаторів запалення. У дітей вікно між компенсацією та неконтрольованим системним запаленням є надзвичайно коротким. Гіперактивація симпатoadреналової системи (САС). Організм дитини реагує на шок вираженим викидом катехоламінів. Це викликає спазм периферичних судин та централізацію кровообігу для захисту серця та мозку. Наслідком є глибока ішемія шкіри, м'язів та нирок. Енергетичний дефіцит та гіпоксія призводять до мікроциркуляторних порушень, тканини переходять на анаеробний гліколіз. Розвивається лактат-ацидоз, що додатково пригнічує скоротливу здатність міокарда. Тріада смерті: поєднання гіпотермії, ацидозу та коагулопатії.

Через недосконалу терморегуляцію діти швидко втрачають тепло, що блокує ферменти зсідання крові та посилює внутрішні кровотечі.

Схематично розвиток етапів політравми можна представити як

[ Політравма (Механічна / Тканинна руйнація) ]

|

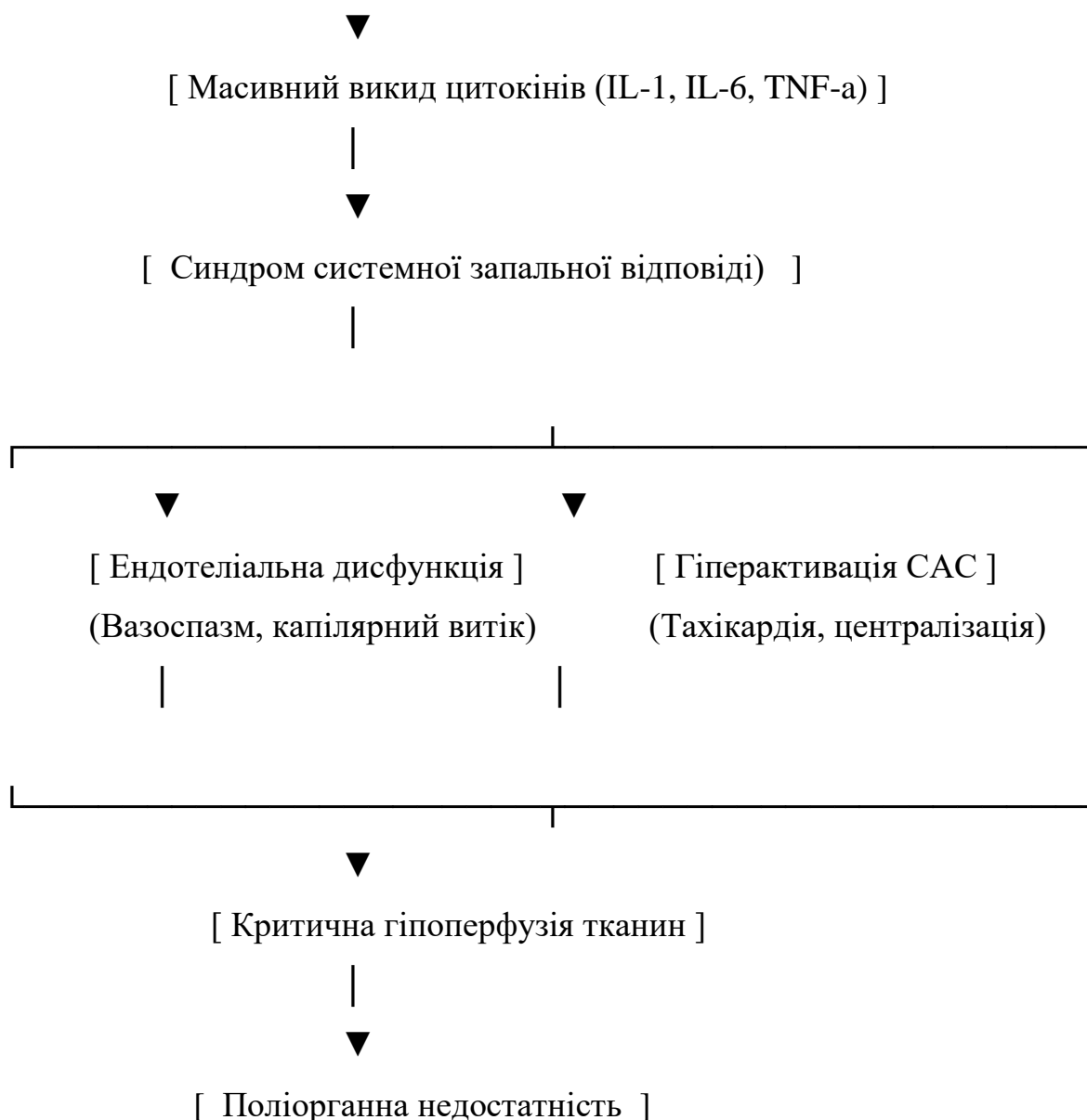


Рис .1.1.1.Схема розвитку етапів політравми

### 1.3 Сучасні підходи до лікування дітей з політравмами

Сучасний підхід до лікування політравми у дітей базується на принципах мультидисциплінарності та прецизійності. [12] Першочерговим завданням є негайна ідентифікація життєзагрозливих станів за протоколом ATLS, адаптованим до анатомо-фізіологічних особливостей дитячого організму. Оскільки діти мають вищий функціональний резерв компенсації серцево-судинної системи, традиційні показники, такі як артеріальний тиск, можуть

залишатися в межах норми навіть при значній крововтраті. Це зумовлює необхідність впровадження більш чутливих інструментальних методів оцінки. [13]

Пріоритетним напрямком лікування політравми є концепція «Damage Control» (контроль пошкоджень).

Основна ідея полягає у відмові від радикальних тривалих операцій на користь швидких життєзберігаючих втручань. Перший етап спрямований на зупинку кровотечі та деконтамінацію пошкоджень, після чого дитина переводиться у відділення інтенсивної терапії для корекції «тріади смерті»: ацидозу, коагулопатії та гіпотермії. Тільки після повної метаболічної стабілізації проводиться другий етап — остаточна фіксація переломів та реконструкція органів. [14]

Важливим аспектом сучасного лікування є стратегія раціонального знеболення. Використання препаратів, що підтримують стабільність гемодинаміки та мінімально пригнічують когнітивні функції, дозволяє швидше вивести дитину на етап ранньої активізації.

Сучасні протоколи наголошують на важливості нутритивної підтримки, яка має розпочинатися якомога раніше для забезпечення енергетичних потреб організму, необхідних для регенерації тканин. [13]

Реабілітація при політравмі сьогодні розглядається не як завершальний етап лікування, а як безперервний процес, що інтегрується в інтенсивну терапію. [15].

Рання реабілітація починається з моменту стабілізації життєво важливих показників, часто ще під час перебування дитини на штучній вентиляції легень. [16]

Етапи ранньої реабілітації.

1. Реанімаційний (перші 24–72 год): пасивна мобілізація, правильне позиціонування, дихальна гімнастика, профілактика пролежнів, застійної пневмонії та контрактур. [17]

2. Ранній госпітальний (3–14 доба)-поступова вертикалізація, активні вправи (якщо дозволяє стан), ігрова терапія, відновлення базових рухових навичок, стимуляція м'язового тону. [18-20]

Психологічна підтримка - робота з дитиною та сім'єю з перших днів (модель «сім'я-центричної реабілітації»), запобігання розвитку посттравматичного стресового розладу (ПТСР).

Основними напрямками ранньої фізичної терапії є профілактика вторинних ускладнень, таких як гіпостатична пневмонія, м'язова атрофія та контрактури суглобів. Фізичний терапевт застосовує методи пасивної мобілізації, терапевтичне позиціонування та дихальні вправи. [19]

Особлива увага приділяється моніторингу відповіді організму на навантаження: динаміка перфузійного індексу під час вправ слугує індикатором адекватності реабілітаційного впливу.

Психологічний супровід на ранньому етапі є не менш важливим. Для дитини політравма це колосальний стрес, що загрожує розвитком посттравматичного стресового розладу. Впровадження ігрових елементів навіть у реанімаційних умовах та залучення батьків до догляду за моделлю «сім'я-центричної допомоги» сприяє кращому психоемоційному відновленню та підвищує комплаєнс (співпрацю) дитини з медичним персоналом.

Профілактика наслідків для всіх вікових груп політравми має трирівневу структуру [21-25]. Первинна профілактика фокусується на запобіганні самому факту травми через соціальні програми безпеки, контроль за використанням засобів захисту та просвітницьку роботу серед батьків. У контексті сучасних реалій України особливе місце посідає навчання дітей правилам мінної безпеки та алгоритмам дій під час обстрілів.

Вторинна профілактика спрямована на мінімізацію тяжкості наслідків через оптимізацію догоспітального етапу - вдосконалення системи швидкого реагування та сортування. [26-33]

Третинна профілактика, яка є сферою відповідальності реабілітологів, спрямована на запобігання інвалідизації. Це досягається через розробку

індивідуальних реабілітаційних планів, які базуються на об'єктивних діагностичних даних та враховують як фізичні, так і когнітивні потреби дитини[34,35].

Таким чином Сучасний менеджмент пацієнтів із системною політравмою є одним із найскладніших завдань невідкладної медицини, оскільки одночасне пошкодження кількох анатомічних ділянок запускає каскад взаємообтяжуючих патологічних реакцій. На початковому етапі ключове значення має концепція раннього патогенетичного контролю ушкоджень (Damage Control), яка спрямована на боротьбу з тріадою смерті (гіпотермія, ацидоз, коагулопатія) та стабілізацію вітальних функцій пацієнта [36]. Проте безпосередньо після успішного хірургічного втручання та досягнення відносної соматичної стабільності виникає потреба в негайній мінімізації наслідків іммобілізаційного синдрому та тривалого перебування у відділенні інтенсивної терапії [37]. Як зазначають R. Pfeifer та співавтори, сучасні стратегії відновлення при політравмі мають бути інтегровані в єдиний лікувально-евакуаційний трек із перших днів госпіталізації пацієнта [37].

Невід'ємною складовою цього процесу є фізична терапія, яка в гострому та субкомпенсованому періодах спрямована на стимуляцію регенеративних процесів, покращення системної гемодинаміки, активацію легеневої вентиляції та профілактику гіпостатичних ускладнень [38]. Ранній початок застосування засобів фізичної терапії є ключовим патогенетичним чинником, що запобігає розвитку м'язової атрофії, дегенерації хрящової тканини та формуванню стійких фіброзних контрактур суглобів, які неминуче виникають в умовах примусового ліжкового режиму [39]. У дитячому віці рання активізація набуває особливої актуальності через високий пластичний потенціал організму, що розвивається, та водночас швидке формування вторинних рухових розладів і деформацій [40].

Фізіологічне обґрунтування кінезотерапевтичних втручань базується на глибокому розумінні біомеханіки рухів та архітектоніки опорно-рухового

апарату. Тривалий дефіцит осьового навантаження та динамічної м'язової роботи призводить до стрімких патоморфологічних змін у сполучній тканині суглобових капсул і зв'язок, різко знижуючи їхню еластичність та порушуючи продукцію синовіальної рідини [41]. Своєчасне застосування дозованих терапевтичних вправ дозволяє зберегти анатомо-функціональну цілісність суглобових структур та оптимізувати локальну перфузію [42]. При цьому ізометричні скорочення м'язів та вправи для дистальних сегментів кінцівок виконують роль додаткового периферичного «м'язового насоса», який суттєво покращує венозне повернення, зменшує застійні явища та підтримує загальний судинний тонус [42, 43].

Головним лімітуючим фактором під час проведення занять із фізичної терапії у пацієнтів у критичних станах є рівень їхнього адаптаційного резерву та гемодинамічна стабільність. Будь-яке фізичне навантаження має супроводжуватися безперервним клінічним та інструментальним моніторингом, де серцево-судинна реакція виступає головним індикатором толерантності до втручань [44]. Своєчасне виявлення маркерів декомпенсації, таких як раптове падіння перфузійного індексу або неадекватна тахікардія на піку навантаження, є прямим клінічним сигналом для модифікації або зупинки реабілітаційної сесії з метою забезпечення соматичної безпеки дитини [44, 45]. Диференційований підхід, що базується на об'єктивних фізіологічних критеріях, дозволяє уникнути іатрогенного перевантаження серцево-судинної системи [38, 46].

У міру стабілізації стану пацієнта та його переведення з палати інтенсивної терапії, програма фізичної терапії прогресивно розширюється. На етапі підгострого відновлення доцільним є залучення методів неспецифічної стимуляції реактивності організму. Зокрема, м'які гідротерапевтичні процедури та елементи щадної гідрокінезотерапії сприяють нормалізації вегетативного тону, покращують мікроциркуляторне русло та забезпечують делікатне розвантаження суглобово-зв'язкового апарату [47].

Кінцевою метою мультидисциплінарного реабілітаційного процесу при політравмі є не лише відновлення базових локомоторних функцій, а й повноцінна соціальна та побутова адаптація пацієнта [48]. Реалізація довготривалих перехідних програм реабілітації (Transitional Rehabilitation) забезпечує плавний та безпечний перехід дитини від госпітального лікування до відновлення у громаді, суттєво підвищуючи якість життя та мінімізуючи рівень інвалідизації [49,50].

#### Висновки до розділу 1

Ранній початок реабілітаційних заходів (у перші 48–72 години) є «золотим стандартом», дозволяє запобігти розвитку гіпостатичних ускладнень та контрактур, але є одним із найскладніших завдань сучасної медицини, та розвитку інтеграції реабілітації гострої політравми у систему надання допомоги.

Ключовим викликом для лікаря фізичної та реабілітаційної медицини, фізичного терапевта та ерготерапевта є визначення «терапевтичного вікна» - межі між ефективним навантаженням та критичним зривом адаптації. Через потужні компенсаторні механізми у дітей традиційні показники, зокрема артеріальний тиск і динаміка ЧСС, часто не дають змоги своєчасно виявити початкові зміни при декомпенсації. Це підкреслює актуальність пошуку високочутливих і неінвазивних маркерів, таких як індекс перфузії .

#### Висновки .

Таким чином, сучасний підхід до управління політравмою у дітей є циклічним та інтегрованим процесом. Тільки поєднання високотехнологічної діагностики, тактики контролю пошкоджень та негайного початку реабілітаційних заходів дозволяє досягти максимального відновлення функціонального стану та якості життя постраждалої дитини. Персоналізація фізичної терапії на основі показників тканинної перфузії відкриває нові можливості для безпечного та ефективного відновлення пацієнтів у найскладніших клінічних випадках.

## РОЗДІЛ 2

### МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИ ТА ДИЗАЙН ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 2.1 Загальна характеристика обстежених пацієнтів

Для досягнення поставленої мети і вирішення визначених завдань нами було проведено одноцентрове проспективно – ретроспективне когортне дослідження на базі відділення реанімації та інтенсивної терапії з еферентними методами лікування та відділення фізичної та реабілітаційної медицини КНТ «Регіональний медичний центр родинного здоров'я» ДОР» протягом 2024–2025 років.

##### Клініко-демографічна характеристика пацієнтів

У дослідження було залучено 24 дитини підліткового та препубертатного віку (від 7 до 17 років), які перебували на лікуванні з приводу політравми.

Віковий та гендерний розподіл: Середній вік обстежених пацієнтів становив  $11 \pm 4,24$  року.

У гендерній структурі переважали хлопчики ( рис.2.1)

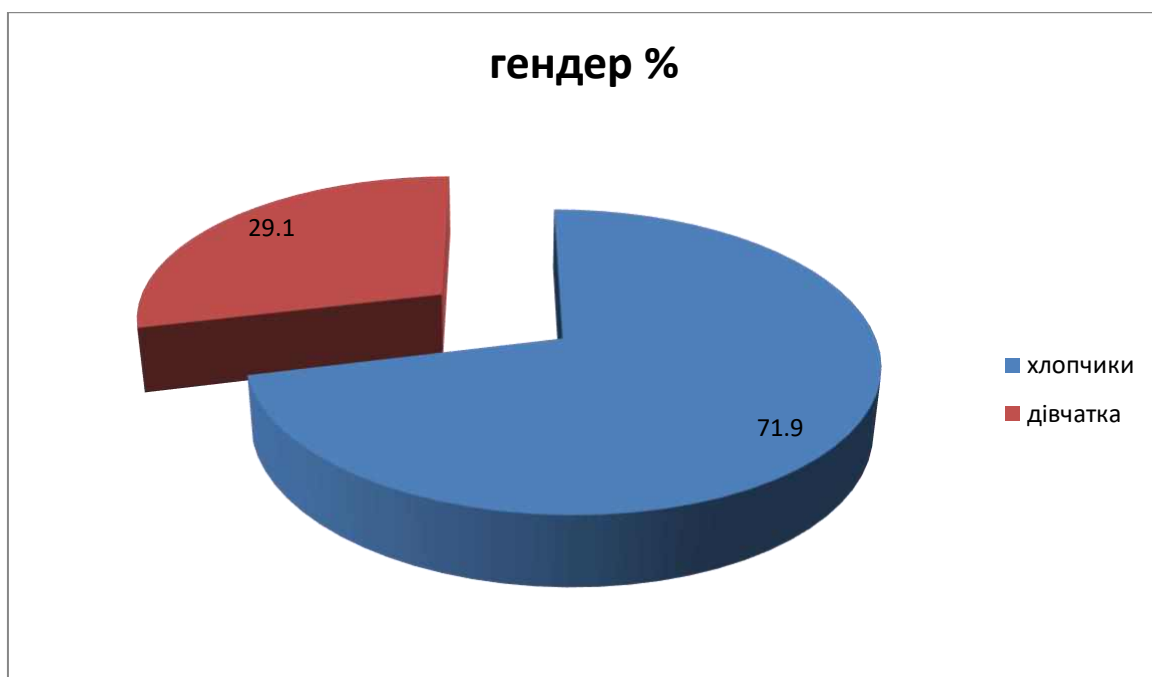


Рис.2.1 . Гендерна структура дітей з політравмою.

Загальна тяжкість травми за міжнародною шкалою ISS (Injury Severity Score) у середньому по когорті становила  $17,1 \pm 1,01$  бала, що відповідає політравмі середнього ступеня тяжкості (помірній) ( рис.2.2).



Рис. 2.2. Структура та розподіл пацієнтів за тяжкістю травми.

## 2.2 Методи дослідження

На основі системного аналізу та критичного узагальнення науково-методичного контенту, верифікованого за допомогою глибинного пошуку у міжнародній науковій базі даних PubMed.

Для забезпечення методологічної достовірності наукового апарату, автоматизації менеджменту цитувань та суворого дотримання принципів академічної доброчесності було впроваджено інструментарій референс-менеджменту EndNote та Zotero, а також штучний інтелект був використан для професійного перекладу анотації та створення графіка.

Після аналізу та узагальнення науково-методичної літератури у дослідженні було використано комплекс взаємопов'язаних методів.

Всі вимірювання проводились за згоди пацієнта, після повної інформації щодо цілі дослідження.

1. Клініко-анамнестичні : (аналіз медичної карти, основний діагноз, визначення артеріального тиску, частоти серцевих скорочень, дихання, карти щоденних призначень ).

2. Інструментальні методи. З метою об'єктивного оцінювання спостерігали за перфузійним індексом (PI) і ЧСС за допомогою апарату пульсоксиметру Masimo Set iSpO2 з додатком передачі даних на смартфон Apple iPhone 7 до заняття, на піку навантаження та через 10 хв після.

3. Статистичні методи : для обробки результатів дослідження використовувалися такі статистичні методи: Для розподілу досліджуваних пацієнтів на однорідні клінічні групи за характером кардіореспіраторної відповіді було застосовано метод багатовимірної класифікації — метод  $k$  -середніх (  $k$  -means clustering).

Цей метод дозволив мінімізувати сумарне квадратне відхилення точок (клінічних випадків) від центрів майбутніх кластерів. Як базові метрики (ознаки), що визначали простір кластеризації, було обрано комплекс

взаємопов'язаних клініко-фізіологічних показників: перфузійний індекс (PI, %) як маркер периферичної тканинної перфузії; частоту серцевих скорочень (ЧСС, уд/хв); систолічний та діастолічний артеріальний тиск (АТ, мм рт. ст.); частоту дихання (ЧД, за хв).

Оскільки зазначені показники мають різні одиниці вимірювання (хвилини, відсотки, міліметри ртутного стовпа), перед початком процедури кластеризації всі змінні було нормалізовано (стандартизовано) шляхом розрахунку  $Z$ -оцінок. Це дозволило уникнути домінування ознак із великими абсолютними значеннями (наприклад, ЧСС) над показниками з меншим діапазоном (наприклад, PI). Як міру близькості між об'єктами використовували квадрат евклідової відстані.

Кількість кластерів було зафіксовано на рівні  $k = 3$  на основі клінічної доцільності виділення ступенів тяжкості кардіореспіраторних порушень.

Статистична значущість відмінностей між отриманими кластерами за кожним із досліджуваних показників перевірялася за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA) з розрахунком критерію Фішера ( $F$ ) та рівня значущості ( $p$ ). Обробка даних здійснювалася за допомогою програми Statistica 10.0.

Використані в роботі інструментальні методи дослідження відповідають чинним нормативним актам МОЗ України та принципам Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації про етичні принципи проведення медичних досліджень за участю людини як суб'єкта дослідження.

Робота проведена з дотриманням біоетичних норм, вимог щодо захисту прав, безпеки та особистої гідності пацієнтів.

Ризики для учасників під час виконання дослідження були відсутні. Усі залучені особи (або їхні законні представники) були належним чином поінформовані про мету, методи та очікувані результати роботи, після чого надали письмову інформовану згоду на участь.

## 2.3 Програма реабілітації

Фізична рання реабілітація дітей із політравмою є складним багатоетапним процесом, що потребує індивідуалізованого підходу, врахування тяжкості поєднаних ушкоджень та стабільності фізіологічних показників.

Було запропоновано комплекс вправ, який розширював реабілітаційний процес і базувався на принципах ранньої мобілізації, профілактики гіпокінетичних ускладнень та відновлення пропріоцептивного контролю. Програма розрахована на ранній період, коли досягнуто хірургічної стабілізації переломів та купіровано загрозу життю. До програми входило декілька блоків.

I. Респіраторний блок (профілактика застійних явищ) починали на 1 день від початку самостійного дихання та наявності свідомості пацієнта на рівні 15 балів за шкалою ком Глазго з метою збільшення життєвої ємності легень та покращення оксигенації тканин.

1. Діафрагмальне дихання: пацієнт у положенні на спині. Рука терапевта або дитини лежить на епігастральній ділянці. Вдих через ніс із максимальним випинанням черевної стінки, видих через зімкнуті губи («трубочкою»). 5–7 повторень.

2. Локалізоване розширення грудної клітки: створювався легкий опір руками терапевта на нижні ребра під час вдиху для стимуляції роботи міжреберних м'язів. Не використовували при наявності переламів ребер. 5-7 повторень.

II. Корекція вазомоторних порушень та профілактика тромбозів

Спрямована на стимуляцію «м'язової помпи» нижніх кінцівок. Починалась на 1 день від початку самостійного дихання та наявності свідомості пацієнта на рівні 15 балів за шкалою ком Глазго у варіанті активного руху, та з першого візиту у відділенні у варіанті пасивного руху.

1. Згинання та розгинання гомілковостопних суглобів (плантарна та дорзальна флексія) у темпі 20–30 рухів на хвилину. Протипоказ – перелами нижніх кінцівок.

2. Згинання та розгинання в колінному суглобі та кульшовому суглобі у темпі 20–30 рухів на хвилину. Протипоказ – перелами нижніх кінцівок.

3. Ізометрична напруга м'язів. Почергове напруження чотиригодового м'яза стегна та сідничних м'язів без зміни довжини м'язового волокна (експозиція 3–5 секунд) в положенні лежачі, за умов вертикалізації- стоячи.

III. Відновлення амплітуди рухів . Наявність металостеосинтезу дозволяє розпочати ранню активну мобілізацію, оскільки конструкція бере на себе механічне навантаження. Акцент робиться на активних рухах у суміжних суглобах (вище та нижче місця перелому). Дозволяються осеві навантаження (якщо це узгоджено з хірургом), що покращує перфузію та стимулює утворення кісткового мозоля.

#### 1. Особливості виконання при гіпсових пов'язках

При гіпсовій іммобілізації доступ до суглобів обмежений, тому стратегія змінюється: мобілізація вільних сегментів - обов'язкові рухи в усіх суглобах, що не охоплені гіпсом (наприклад, рухи пальцями стопи при гіпсуванні гомілки). Ідеомоторні вправи- посилення імпульсу на рух в іммобілізованому суглобі (ментальне відтворення руху), що підтримує нейропластичність.

Ізометрична напруга - скорочення м'язів під гіпсом без руху кінцівки для профілактики атрофії.

#### Пасивно-активна мобілізація в неушкоджених суглобах

Цей етап є критичним для підтримки аферентної імпульсації (сигналів від рецепторів до мозку). Рухи у здорових кінцівках активують пропріоцептори, що через систему вставних нейронів підтримує тонус нервових центрів, відповідальних за уражену ділянку (ефект перехресного впливу)

Кожна вправа виконується по 10–15 разів для кожного суглоба. Тривалість сесії 15–20 хвилин (залежно від загальної толерантності дитини до навантаження).

У повільному темпі, плавно, із короткою фіксацією (1–2 сек) у крайніх точках доступної амплітуди.

Протипокази абсолютні- нестабільний стан пацієнта, нефіксовані переломи, активна кровотеча, гострий остеомієліт або гнійне запалення в зоні втручання. Відносні - виражений больовий синдром (ВАШ > 7 балів), підвищення температури тіла понад 38°C, ознаки неспроможності металоконструкції за даними рентгенографії.

Осьова декомпресія- легке витягіння по осі кінцівки під час виконання вправ для зменшення больового синдрому в суглобах.

#### IV. Нейром'зова пропріоцепція

Актуально для дітей із супутньою черепно-мозковою травмою (ЧМТ).

Вправи на перетин середньої лінії тіла - торкання правою кистю лівого коліна і навпаки. Це сприяє відновленню міжпівкульної взаємодії. Стабілізація «кору» (Core stability): у положенні лежачи — піднімання тазу (пелвинний підйом) з опором на стопи, якщо це дозволяє стан цілісності тазового кільця.

## 2.4 Дизайн дослідження

Етапи дослідження (рис. 2.3):

1. Підготовчий етап (грудень 2024 року): проведено літературний огляд, сформовано ідею, бланки первинної документації.
2. Основний етап (січень – грудень 2025 року): реалізація програми занять у відділеннях, ведення щоденника занять, систематичне клінічне спостереження, динамічне оцінювання фізичного стану учасників.

3. **Заключний етап (січень 2026 року):** отримані результати були піддані статистичній обробці з метою оцінки динаміки змін. На основі аналізу результатів було сформульовано науково обґрунтовані висновки щодо ефективності запропонованої програми фізичної терапії, опубліковані статті та тези. Також проведено порівняння кількості проведених ліжко-днів дітей до впровадження протоколу (катамнестичні дані).

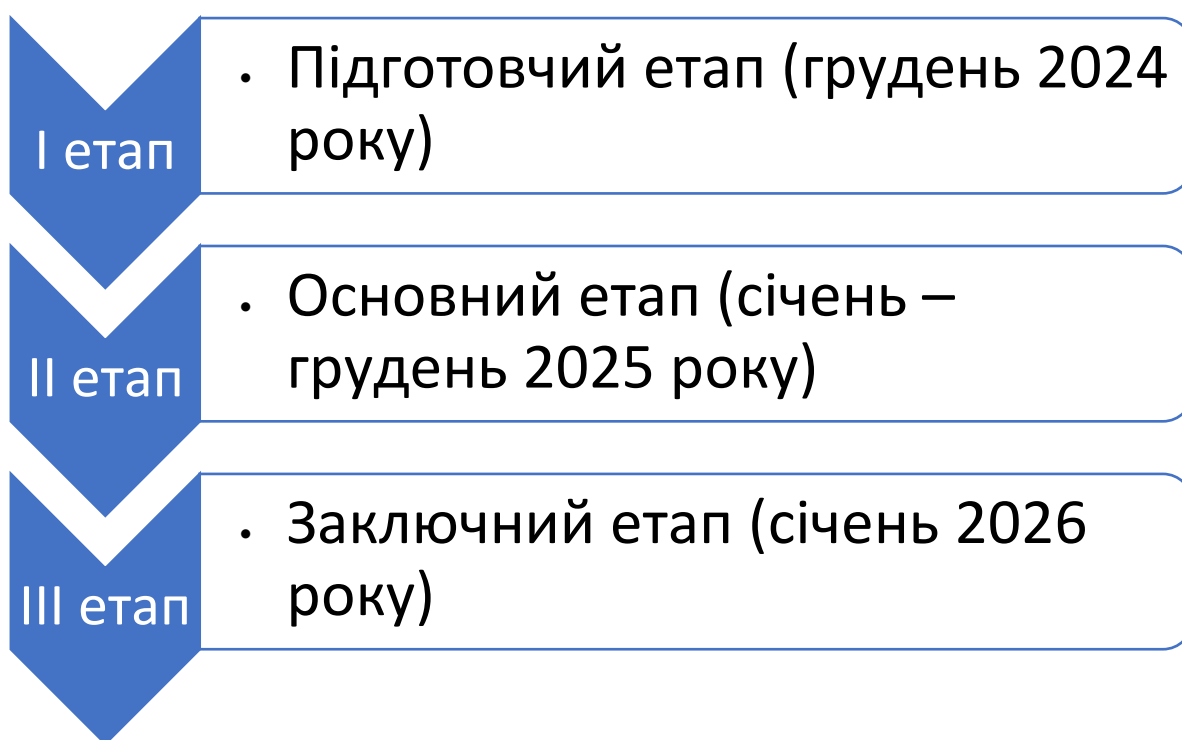


Рисунок 2.3 - Етапи дослідження

## **Висновки до розділу 2**

У другому розділі було представлено методологічне обґрунтування та детальний опис дизайну дослідження. На основі проведеного методологічного аналізу та формування програми фізичної терапії можна зробити наступні висновки. Для об'єктивізації стану пацієнтів та моніторингу ефективності реабілітації впроваджено мультимодальний підхід. Він включає клініко-анамнестичний аналіз та інструментальний контроль

кардіореспіраторної стабільності за допомогою пульсоксиметрії Masimo Set iSpO2.

Запропонована програма фізичної терапії базується на принципах ранньої мобілізації та нейром'язової пропріоцепції. Структура програми включає чотири стратегічні блоки: респіраторний (дренажна функція та оксигенація), вазомоторний (стимуляція «м'язової помпи» та профілактика тромбозів), мобілізаційний (відновлення амплітуди рухів у суглобах, зокрема за умов металостеосинтезу та гіпсової іммобілізації), пропріоцептивний (корекція міжпівкульної взаємодії та стабілізація «кору»), що особливо актуально для пацієнтів із супутньою ЧМТ.

### РОЗДІЛ 3

## КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ГЕМОДИНАМІЧНОЇ ВІДПОВІДІ НА РАННЮ РЕАБІЛІТАЦІЮ У ДІТЕЙ ІЗ ПОЛІТРАВМОЮ

Обстеження дітей проводилось на базі відділення реанімації КНТ « РМЦРЗ» ДОР» : 24 дітей із політравмою (поєднання черепно-мозкової травми, скелетної травми та травм внутрішніх органів). Тяжкість за шкалою ISS (Injury Severity Score) складала  $17,1 \pm 1,01$ .

Середній вік пацієнтів склав  $11 \pm 4,24$  року. Реабілітацію розпочинали на  $2 \pm 1$  добу після стабілізації вітальних функцій. Та на 2 – 3 день після отриманої травми.

Втручання проводилися за принципом поступового зростання інтенсивності. Комплекс включав: пасивну кінезотерапію для профілактики пролежнів та тромбозів, дихальну гімнастику, поступову вертикалізацію за допомогою поворотного стола або функціонального ліжка, активно-допоміжні рухи в межах ліжка.

Параметри моніторингу: використовувався метод пульсоксиметрії для визначення PI (співвідношення пульсуючого потоку крові до непульсуючого стаючого компонента в тканинах). Паралельно проводився безперервний моніторинг ЧСС. Точки контролю: за 10 хв до початку, на піку навантаження (10-та хв) та через 10 хв після завершення.

Дані дослідження зведені в таблиці і проаналізовані за допомогою кластерного аналізу.

### **3.1. Кластерний аналіз вегетативної стійкості пацієнтів.**

При політравмі серцево-судинна система працює на межі своїх можливостей. Фізичне навантаження стає тригером, який виснажує компенсаторні резерви. Різке підвищення ЧСС є спробою організму підтримати хвилинний об'єм крові при зниженні ударного об'єму та

порушенні венозного вороття. Клінічно цей стан супроводжувався різкою блідістю шкірних покривів, зростанням частоти дихання (тахіпное), скарги на запаморочення або нудоту. Ці симптоми є прямим свідченням зриву адаптації, що вимагає негайного припинення вправ та перегляду плану реабілітації.

При цьому у всіх дітей ( $n=24$ ) була достатня сатурація  $95 \pm 0,9$  протягом дослідження не знижувалась нижче 94.

Дослідження підтверджує, що ізольоване оцінювання сатурації ( $SpO_2$ ) не дає повної картини стану пацієнта, оскільки вона може залишатися в межах норми (95–99%) навіть при значній гіперфузії тканин. Натомість  $PI$  реагує швидко.

Кластер А: «Компенсована адаптація» (Оптимальний) ( $n=5$ , 20,8% вибірки).  $PI > 3,0$  та помірну реакцію ЧСС (зростання не більше 10–15%), мали кращий прогноз відновлення. Такі діти активізувалися швидше (на  $4 \pm 1,3$  доби), що дозволило скоротити термін їх перебування у відділенні інтенсивної терапії.

Кластер Б «Загроза зриву адаптації» (Граничний) ( $n=12$ , 50 % вибірки). До цього кластеру увійшли діти, чий індекс перфузії на піку навантаження знижувався помірно, залишаючись у межах  $PI > 1,5$ . ЧСС при цьому демонструвала адекватний приріст, що відповідало енергетичним потребам організму без ознак критичного спазму периферії.

Кластер В : «Тяжкий зрив адаптації» (Критичний) ( $n=7$ , 29,2 % вибірки). Ключовим ідентифікатором цього кластеру став критичний рівень  $PI \leq 0,7$ , що супроводжувався формуванням патологічного феномену «ножиць». Маркер зриву: зниження перфузійного індексу до рівня  $0,7 \pm 0,11$  свідчило про глибоку централізацію кровообігу та критичний рівень периферичного вазоспазму. Одночасно з падінням  $PI$  у цих пацієнтів зафіксовано стрімке зростання ЧСС (понад 25% від базового), що є неадекватною та енергетично виснажливою реакцією серця на фоні гіпоксії тканин - феномен «ножиць». (рис 3.1.)

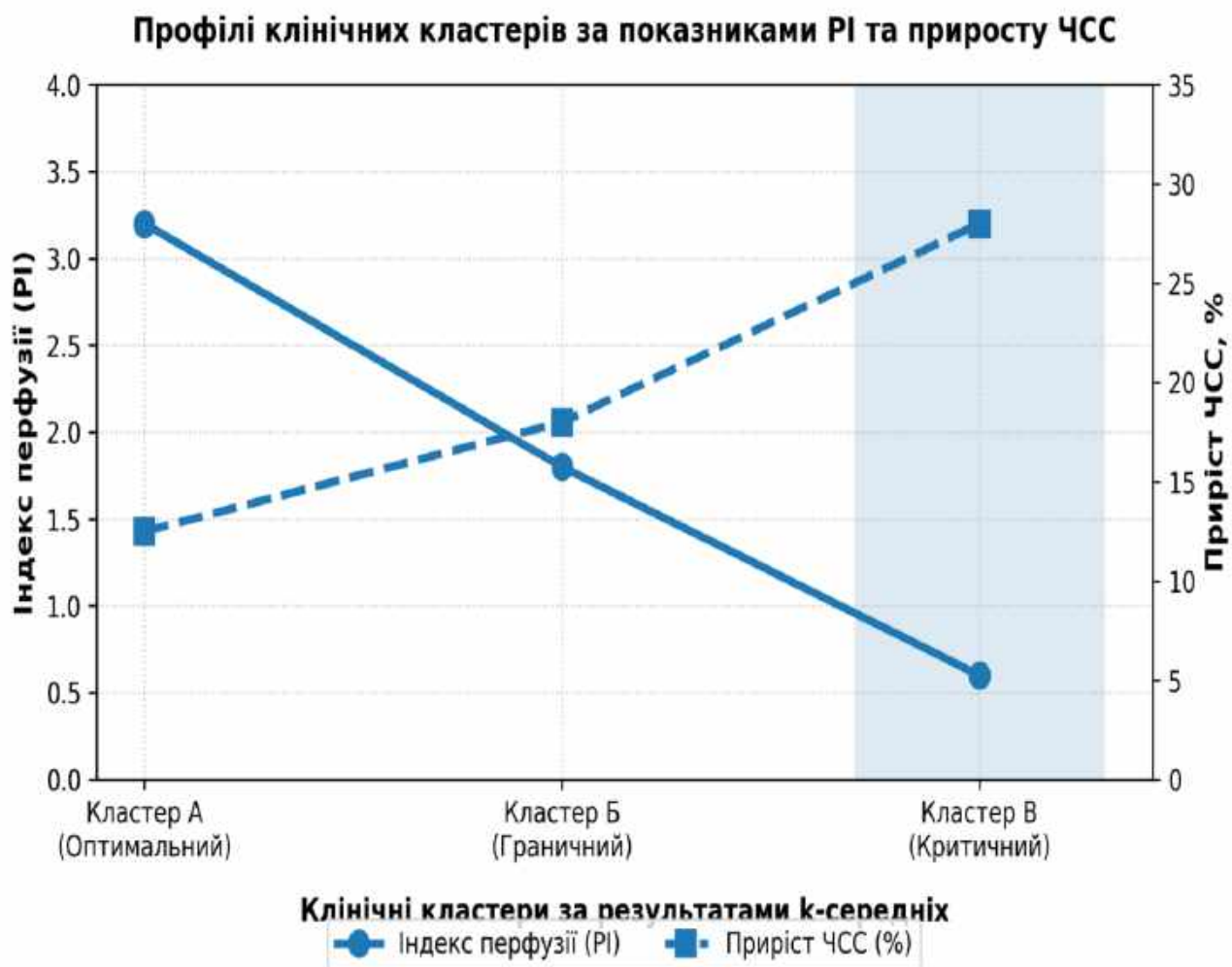


Рис .3.1 Профілі клінічних кластерів за показниками PI та ЧСС.

Установлене граничне значення досліджуваного показника на рівні 0,7 є надійним прогностичним предиктором розвитку функціональної декомпенсації у пацієнтів зазначеного кластеру. Зниження (або підвищення — залежності від суті показника) даного маркера нижче/вище критичної межі свідчить про вичерпання компенсаторно-приспосувальних механізмів та зрив авторегуляції.

За таких умов форсування або продовження програм активної фізичної та реабілітаційної медицини є патогенетично необґрунтованим, оскільки воно створює надмірне метаболічне навантаження на серцево-судинну та центральну нервову системи. Замість очікуваного ефекту, реабілітаційні

заходи при цих значеннях індукують високий ризик розвитку вторинних ішемічних розладів (як центрального, так і периферичного генезу) та призводять до суттєвого поглиблення вегетативного дисбалансу з гіперактивацією симпатoadреналової ланки. Це, у свою чергу, погіршує загальний реабілітаційний прогноз (табл.3.1)

Таблиця 3.1

**Розподіл пацієнтів за кластерами по типу реакції судинної системи**

Параметр	Кластер А (Оптимальний)	Кластер Б (Граничний)	Кластер В (Критичний)
Кількість (n)	5	12	7
Індекс перфузії (PI)	> 3,0	> 1,5	≤ 0,7
Приріст ЧСС	помірний (10–15%)	адекватний (до 20%)	патологічний (> 25%)
Клінічний прогноз	Високий (рання активізація)	Стабільний	Ризик ішемії / декомпенсації

На основі застосування методу k-середніх встановлено, що інтегральна оцінка динаміки PI та ЧСС є об'єктивним предиктором функціонального стану дітей із політравмою.

Для підтвердження якості кластеризації проведений дисперсійний аналіз (ANOVA) (табл.3.2)

За результатами проведеного однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA) було встановлено, що не всі досліджувані кардіореспіраторні показники мали однаково роздільну здатність при формуванні клінічних груп (кластерів). Так, показники частоти дихання ( $F = 1,06$ ;  $p = 0,358$ ) та артеріального тиску ( $F = 1,18$ ;  $p = 0,314$ ) оксигенації ( $F = 3,36$ ;  $p = 0,214$ ) виявилися статистично незначущими ( $p > 0,05$ ). З клінічної точки зору відсутність значущості ЧД та АТ на етапі кластеризації може вказувати на те, що порушення мікроциркуляції (падіння PI) та компенсаторна тахікардія (приріст ЧСС) є більш ранніми та чутливими індикаторами кардіореспіраторного перенавантаження, які маніфестують ще до моменту зриву системного артеріального тиску чи розвитку вираженого тахіпноє (задишки) у дітей. ЧД та АТ та оксигенація виступають як жорсткі константи системи, що утримуються організмом до останнього моменту за рахунок централізації кровообігу

Таблиця 3.2

**Результати дисперсійного аналізу (ANOVA) для підтвердження якості кластеризації**

Досліджуваний параметр	Міжкластерний коефіцієнт (F-критерій)	Рівень значущості (p)	Ранг значущості ознаки
Індекс перфузії (PI)	$F = 25,4$	$p < 0,05$	I (ключовий маркер)
Приріст ЧСС, %	$F = 21,2$	$p < 0,05$	II

Частота дихання	F = 1,06	p > 0,05	Не є швидким маркером
Артеріальний тиск	F = 1,18	p > 0,05	Не є швидким маркером
Оксигенація	F = 3,36	p > 0,05	Не є швидким маркером

### Висновки до розділу 3

Доведено високу діагностичну та прогностичну цінність комплексного моніторингу перфузійного індексу (PI) та частоти серцевих скорочень (ЧСС) як ранніх індикаторів кардіореспіраторного перевантаження у дітей віком 7–17 років із політравмою середнього ступеня тяжкості (ISS  $17,1 \pm 1,01$  бала) на ранньому етапі фізичної та реабілітаційної медицини (2–3 доба після травми).

За допомогою математичного моделювання методом k -середніх обґрунтовано гетерогенність реакцій серцево-судинної системи дітей на фізичне навантаження та вперше виділено три клініко-реабілітаційні кластери:

Кластер А «Компенсована адаптація» (20,8% вибірки): характеризується збереженою периферійною перфузією ( $PI > 3,0$ ) та помірним приростом ЧСС (10–15%), що асоціюється зі сприятливим клінічним прогнозом та ранньою активізацією пацієнтів (на  $4 \pm 1,3$  доби);

Кластер Б «Загроза зриву адаптації» (50,0% вибірки): відзначається помірним зниженням перфузії ( $PI > 1,5$ ) при адекватному хронотропному забезпеченні (приріст ЧСС до 20%) без ознак критичного вазоспазму;

Кластер В «Тяжкий зрив адаптації» (29,2% вибірки): є прогностично несприятливим і визначається критичним падінням перфузії (PI <0,7) на тлі вираженої тахікардії (приріст ЧСС > 25%). (p < 0,05).

Вперше описано та патогенетично обґрунтовано феномен «ножиць» у дитячій реабілітології, який полягає в одночасному різноспрямованому русі показників — стрімкому зниженні PI (<0,7 ±0,11) та патологічному зростанні ЧСС (> 25%). Встановлено, що даний феномен відображає глибоку централізацію кровообігу, критичний периферичний вазоспазм та енергетично виснажливу відповідь міокарда на тлі тканинної гіпоксії, що клінічно маніфестує блідістю шкіри, тахіпное, нудотою та запамороченням. За результатами однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA) встановлено, що ізольоване оцінювання сатурації (SpO<sub>2</sub> = 95 ± 0,9%, p = 0,214), частоти дихання (p = 0,358) та артеріального тиску (p = 0,314) не мають достатньої роздільної здатності для оцінки толерантності до фізичних навантажень у гострому періоді політравми. Доведено, що SpO<sub>2</sub>, ЧД та АТ виступають «жорсткими константами» гомеостазу, які організм дитини утримує до моменту критичної декомпенсації, тоді як динаміка парних маркерів PI та ЧСС є значно чутливішим інструментом контролю

Визначено граничне (cut-off) значення перфузійного індексу на рівні 0,7 як абсолютний прогностичний предиктор функціональної декомпенсації. Доведено, що досягнення пацієнтом рівня PI <0,7 є патогенетичним маркером вичерпання адаптаційних резервів. За таких умов продовження активної реабілітації створює високий ризик вторинних ішемічних розладів (центрального та периферичного генезу) та поглиблення вегетативного дисбалансу з гіперактивацією симпатoadреналової ланки, що вимагає негайної зупинки навантаження та модифікації реабілітаційної програми.

## РОЗДІЛ 4

### ДИФЕРЕНЦІЙОВАНА ТАКТИКА РЕАБІЛІТАЦІЇ ЗА КЛІНІЧНИМИ КЛАСТЕРАМИ

#### 4.1. Модифікація програми залежно від показників РІ

Програма складалась з 4 блоків ( детально в матеріалах та методах) , а саме :

- I. Респіраторний блок .
- II. Корекція вазомоторних порушень та профілактика тромбозів.
- III. Відновлення амплітуди рухів .
- IV. Нейром'зова пропріоцепція

Виконання блоків реабілітаційних заходів підбирали в подальшому під контролем показників індекса перфузії .

Кластер А (Оптимальний: РІ > 3.0; приріст ЧСС 10–15%; стабільні параметри)

Обсяг програми: виконується повний обсяг усіх чотирьох блоків (респіраторний, вазомоторний, амплітудний з осьовим навантаженням за згодою хірурга, нейропропріоцептивний).

Характер вправ: Активний, з максимально допустимою амплітудою. Тривалість сесії — повноцінні 20 хвилин.

Дозволяється поступовий перехід до вертикалізації.

Впровадження програми заняття з урахуванням РІ та змін ЧСС дозволило отримати тенденцію до прискорення позитивної відповіді на реабілітаційні заходи.

Подальша тенденція визначилась у наступних змінах: значення РІ не лише утримувались на рівні > 3,0 , а й демонстрували тенденцію до

подальшого зростання, що фізіологічно можна пояснити активацією м'язової помпи та зниження активності симпатичної нервової системи з поменшенням вазоспазму. Покращення мікроциркуляторного русла призводить до стійкої вазодилатації на периферії, що фіксується пульсоксиметром як стабілізація високих значень PI навіть під час фізичного навантаження. Приріст ЧСС за умови адаптації до навантажень, відгук серця на 20-хвилинну сесію вправ зменшувався з 10- 15% до 5-8% від базового рівня спокою. При цьому абсолютна ЧСС у спокої (базова) мала тенденцію до нормалізації відповідно до віку, як класичний прояв економізації серцевої діяльності під впливом тренувань. Артеріальний тиск (АТ) відбувається формування нормотонічного типу реакції. Процес поступової вертикалізації пацієнтів Кластера А проходив без явищ ортостатичної гіпотензії (різкого падіння тиску). Частота дихання під час вправ залишалась стабільною в межах вікової норми, без залучення допоміжної мускулатури. Показник сатурації стійко утримувався на рівні 95-99% без кисневої підтримки.

Кластер Б (Граничний / Субкомпенсація: PI > 1.5; приріст ЧСС до 20%)

Обсяг програми- програма виконується у захисному (помірному) режимі.

Модифікація вправ:

- зменшується кількість повторень (до 5–8 разів замість 10–15).
- виключаються активні енергоємні рухи великих м'язових груп, вони замінюються на пасивно-активні або активні рухи лише в дистальних сегментах (стопа, кисті).
- з Блоку III виключаються будь-які осьові навантаження.
- Блок IV (стабілізація кору) відкладається. Обов'язково застосовується осьова декомпресія під час рухів для зниження симпатичного стресу від болю. Тривалість сесії скорочується до 10–12 хвилин із частими паузами для відпочинку (після кожних 2-3 вправ).

Кластер В (Критичний- Декомпенсація:  $PI \leq 0.7$ ; приріст ЧСС  $> 25\%$  або падіння ЧСС; потреба в кисні / розлади свідомості).

Обсяг програми: активна кінезотерапія повністю зупиняється або заборонена.

Дозволений обсяг: Виключно пасивне позиціонування (лікування положенням) для профілактики контрактур.

Блок І (Респіраторний) виконується суто в пасивному форматі: терапевт може проводити легке мануальне супроводження дихання без створення опору.

Усі активні спроби дитини залучитися до процесу обмежуються для зниження метаболічного запиту міокарда. Пріоритет - медикаментозна стабілізація та оксигенотерапія.

#### **4.1. Результати впровадження програми в практику**

Після впровадження програми було проаналізовано тривалість знаходження дітей у відділенні інтенсивної терапії. Аналіз тривалості перебування пацієнтів у відділенні інтенсивної терапії засвідчив, що даний показник має виражений багатофакторний характер. Час знаходження дитини в реанімаційному відділенні детермінувався не лише вихідною тяжкістю політрауми (за шкалами ISS), а й низкою інтеркурентних чинників, зокрема темпами регресу неврологічного дефіциту, стабільністю системної гемодинаміки та, головним чином, ризиком розвитку вторинних гіпостатичних та інфекційних ускладнень (таких як гіпостатична пневмонія, ателектази легень, тромботичні ускладнення та дегенеративні зміни м'язової тканини).

Попри таку багатокомпонентну залежність, впровадження розробленої програми ранньої фізичної реабілітації продемонструвало чіткий, статистично значущий ізольований ефект. Завдяки своєчасній

активізації респіраторної та судинної pomp, пацієнти основної групи досягали критеріїв безпечного переведення до соматичних відділень у середньому на  $1,7 \pm 1,0$  доби раніше, ніж діти, які отримували стандартне лікування. Це підтверджує, що мінімізація застійних явищ безпосередньо нівелює вплив негативних факторів ліжкового режиму та оптимізує загальний лікувально-евакуаційний трек пацієнта (рис 4.1)

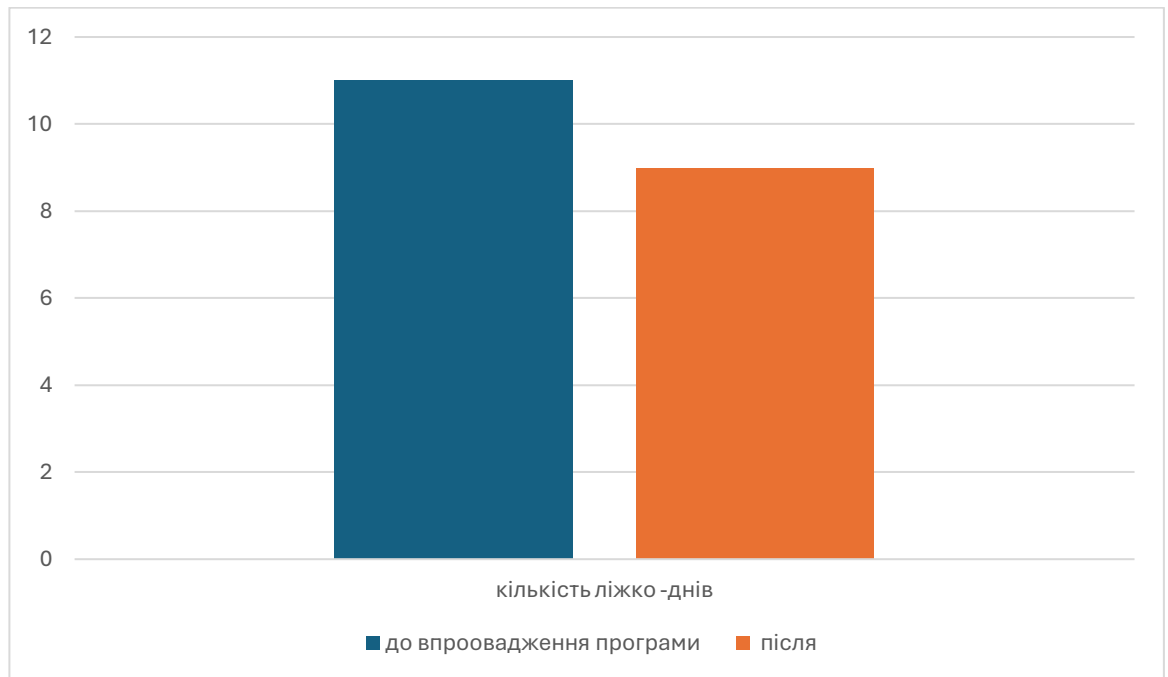


Рис. 4.1 . Вплив розробленої програми ранньої фізичної реабілітації на тривалість перебування пацієнтів у відділенні інтенсивної терапії.

#### Висновки до розділу 4

Обґрунтовано та впроваджено персоніфікований підхід до ранньої фізичної реабілітації дітей із політравмою, що базується на динамічному моніторингу індексу перфузії (PI) та хронотропного відгуку серця (приріст ЧСС). Доведено, що диференційоване дозування та модифікація чотирьох базових блоків втручання (респіраторного, вазомоторного, амплітудного та нейропропріоцептивного) відповідно до належності пацієнта до одного з трьох клінічних кластерів забезпечує максимальну патогенетичну

ефективність та соматичну безпеку реабілітаційного процесу. Нова програма дозволила виписувати дітей з реанімації до звичайного відділення в середньому на  $1,7 \pm 1,0$  доби раніше, що зменшує стрес для дитини, дозволяє їй швидше побути з батьками та економить кошти лікарні.

## Висновки

1. На основі аналізу наукової літератури встановлено, що політравма у дітей характеризується високою частотою черепно-мозкових ушкоджень (66%) та ризиком розвитку ранньої коагулопатії (летальність до 22%). Доведено, що «золотим стандартом» сучасної допомоги є поєднання стратегії Damage Control із негайним початком фізичної терапії (у перші 48–72 години). Виявлено, що ключовим бар'єром для ранньої мобілізації є складність визначення «терапевтичного вікна» через високу компенсаторну здатність дитячого організму, яка маскує ознаки декомпенсації при використанні лише традиційних показників (АТ, ЧСС).
2. Встановлено, що перфузійний індекс є високочутливим неінвазивним маркером вегетативної регуляції. Виявлено пряму кореляцію між рівнем тканинної перфузії та м'язовим функціонуванням: зниження PI на піку навантаження передуює клінічним ознакам втоми. Математично обґрунтовано, що показник  $PI < 0,7$  є критичним порогом («стоп-сигналом»), який свідчить про патологічну централізацію кровообігу та високий ризик зриву адаптації, що вимагає негайної корекції інтенсивності вправ.
3. Доведено високу ефективність запропонованої програми, що базується на поєднанні респіраторного, вазомоторного, мобілізаційного та пропріоцептивного блоків, що прискорило виписку з відділення інтенсивної терапії на  $1,7 \pm 1,0$  доби.
4. Розроблено та систематизовано алгоритм персоналізованої фізичної терапії на основі кластерного аналізу:  
Кластер А (Оптимальний,  $PI > 3,0$ ): рекомендована форсована активізація та розширення рухового режиму.  
Кластер Б (Граничний,  $PI > 1,5$ )- показана стабілізаційна терапія під безперервним моніторингом.

Кластер В (Критичний,  $PI < 0,7$ ) - встановлено необхідність охоронного режиму та пасивних методик через феномен «ножиць» (падіння перфузії при тахікардії понад 25%). Систематизовано практичні рекомендації для фізичних терапевтів, які включають обов'язковий моніторинг  $PI$  та ЧСС як інструментів безпеки при лікуванні дітей із наслідками політраум.

## Практичні рекомендації

Тактика "Прискореного відновлення" .

Порогові значення:  $PI > 3,0$ ; приріст ЧСС 15%.

Режим: форсована активізація. Дозволяється розширення рухового режиму, перехід до вертикалізації та навчання навичкам самообслуговування на ранніх етапах.

Мета: максимально швидке переведення з ВІТ у профільне відділення.

Тактика "Стабілізаційної терапії" .

Порогові значення:  $PI > 1,5$ ; приріст ЧСС до 20%.

Режим: помірна інтенсивність. Реабілітація проводиться під безперервним моніторингом. Кожна нова вправа вводиться після паузи для оцінки судинної відповіді.

Мета: поступова підготовка адаптаційних систем до підвищення навантаження без ризику вазоспазму.

Тактика "Охоронного режиму" - феномен «Ножиць».

Порогові значення:  $PI \leq 0,7$ ; приріст ЧСС  $> 25\%$ .  $VAШ \geq 5$

Режим: суворе обмеження фізичного навантаження.

При досягненні показника  $PI = 0,7$  активні вправи припиняються.

Дії: перехід до пасивної мобілізації, дихальних вправ низької інтенсивності та методів релаксації.

Моніторинг: контроль показників кожні 2-3 хвилини до повного відновлення мікроциркуляції.

Мета: запобігання ішемічним ускладненням та збереження енергетичного ресурсу дитини.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ciorba MC, Maegele M. Polytrauma in Children—Epidemiology, Acute Diagnostic Evaluation, and Treatment. *Dtsch Arztebl Int*. 2024 May 3;121(9):291-297. doi: 10.3238/arztebl.m2024.0036.
2. Varnaccia G, Saß AC, Rommel A. Das Unfallgeschehen bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland. Datenquellen und Ergebnisse [Unintentional injuries among children and adolescents in Germany. Data sources and results]. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*. 2014 Jun;57(6):613-20. German. doi: 10.1007/s00103-014-1962-z.
3. Wyen H, Jakob H, Wutzler S, et al. Trauma Registry of DGU. Prehospital and Early Clinical Care of Infants, Children, and Teenagers Compared to an Adult Cohort : Analysis of 2,961 Children in Comparison to 21,435 Adult Patients from the Trauma Registry of DGU in a 15-Year Period. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2010 Aug;36(4):300-7. doi: 10.1007/s00068-010-1124-4.
4. Sennersten F, Frogh S, Falk G, et al.. War's youngest victims: a descriptive cross-sectional study on injury distributions, severity patterns, and outcomes among paediatric trauma patients in Kharkiv, Ukraine. *Confl Health*. 2025 Jul 26;19(1):50. doi: 10.1186/s13031-025-00694-w
5. Екстрена медична допомога: догоспідальний етап. Новий клінічний протокол: додаток до Наказу МОЗ України від 05.06.2019 № 1269 [Інтернет]. Київ: МОЗ України; 2019 [цитовано 2026 Трав 26]. 184 с. Доступно: [https://moz.gov.ua/uploads/2/12737-dn\\_20190605\\_1269\\_dod.pdf](https://moz.gov.ua/uploads/2/12737-dn_20190605_1269_dod.pdf)
6. Brooks, A. J., Lockey, D. J., & Pollard, A. J. (2011). The BIG score: an objective replacement for the Injury Severity Score in pediatric trauma. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*, 71(1), 13–17. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e318218563c>.

7. Rasmussen PS, Aasvang EK, Olsen RM, et al. Continuous peripheral perfusion index in patients admitted to hospital wards - An observational study. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2021 Feb;65(2):257-265. doi: 10.1111/aas.13711. Epub 2020 Sep 29. PMID: 32959371.
8. Vakulenko, L., Obolonska, O., Nekhanevych, O., et al. Association between upper extremity muscle function and perfusion in children for predicting the effectiveness of rehabilitation in the post-traumatic period. *Childs health*. 2023;18(4):271-276. <https://doi.org/10.22141/2224-0551.18.4.2023.1599>.
9. O. Yu. Obolonska, O. B. Nekhanevych, S. A. Velieva, et al. The relevance of determining tissue perfusion in the rehabilitation of traumatic limb injuries in the servicemen. *Acta Balneol*. 2025;67(5):328-332. doi: 10.36740/ABAL202505102.
10. Hickmann CE, Castanares-Zapatero D, Bialais E, et al. Teamwork enables high level of early mobilization in critically ill patients. *Ann Intens Care*. 2016;6(1):80. doi: 10.1186/s13613-016-0184-y.
11. Guly HR, Bouamra O, Little RA, et al. Vital signs and shocked children: an analysis of the Trauma Audit and Research Network (TARN) database. *Emerg Med J*. 2023;40(1):12-18. doi:10.1136/emmermed-2021-211413.
12. Jakob H, Lustenberger T, Schneidmüller D, et al. Pediatric Polytrauma Management. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2010 Aug;36(4):325-38. doi: 10.1007/s00068-010-1125-3. Epub 2010 Jul 29. PMID: 26816037..
13. Arias-Fernández P, Romero-Martin M, Gómez-Salgado J, et al. Rehabilitation and early mobilization in the critical patient: systematic review. *J Phys Ther Sci*. 2018 Sep;30(9):1193-1201. doi: 10.1589/jpts.30.1193.
14. Choong K, Foster G, Fraser DD, et al. Canadian Critical Care Trials Group. Acute rehabilitation practices in critically ill children: a multicenter study. *Pediatr Crit Care Med*. 2014 Jul;15(6):e270-9. doi: 10.1097/PCC.0000000000000160.
15. Machado ADS, Pires-Neto RC, Carvalho MTX, et al. Effects that passive cycling exercise have on muscle strength, duration of mechanical

ventilation, and length of hospital stay in critically ill patients: a randomized clinical trial. *J Bras Pneumol.* 2017;43(2):134–139. doi: 10.1590/S1806-37562016000000170

16. Walker TC, Kudchadkar SR. Early mobilization in the pediatric intensive care unit. *Transl Pediatr.* 2019;8(1):79-89. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6382414/>

17. Herbsman JM, D'Agati M, Klein D, et al. Early Mobilization in the Pediatric Intensive Care Unit: A Quality Improvement Initiative. *Pediatr Qual Saf.* 2020 Jan 31;5(1):e256. doi: 10.1097/pq9.0000000000000256

18. Noreña-Buitrón LD, Sanclemente-Cardoza V, Espinosa-Cifuentes MA, et al. Early Mobilization Protocols in Critically Ill Pediatric Patients: A Scoping Review of Strategies, Tools and Perceived Barriers. *Children (Basel).* 2025 May 14;12(5):633. doi: 10.3390/children12050633.

19. Choong K, Fraser DD, Al-Farsi A et al. Canadian Critical Care Trials Group. Early Rehabilitation in Critically ill Children: A Two Center Implementation Study. *Pediatr Crit Care Med.* 2024 Feb 1;25(2):92-105. doi: 10.1097/PCC.0000000000003343.

20. Schuster, A.; Klute, L.; Kerschbaum, M et al. Injury Pattern and Current Early Clinical Care of Pediatric Polytrauma Comparing Different Age Groups in a Level I Trauma Center. *J. Clin. Med.* 2024, 13, 639. <https://doi.org/10.3390/jcm13020639>

21. Upadhyaya GK, Iyengar KP, Jain VK, Garg R. Evolving concepts and strategies in the management of polytrauma patients. *J Clin Orthop Trauma.* 2021 Jan;12(1):58-65. doi: 10.1016/j.jcot.2020.10.021. Epub 2020 Oct 13. PMID: 33716429; PMCID: PMC7920163.

22. Pape M, Giannakópoulos GF, Zuidema WP, et al. Is there an association between female gender and outcome in severe trauma? A multi-center analysis in the Netherlands. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2019 Feb 13;27(1):16. doi: 10.1186/s13049-019-0589-3. PMID: 30760289; PMCID: PMC6373135.

23. Van Ditshuizen JC, Rojer LA, Van Lieshout EMM, et al. Evaluating associations between level of trauma care and outcomes of patients with specific severe injuries: A systematic review and meta-analysis. *J Trauma Acute Care Surg.* 2023 Jun 1;94(6):877-892. doi: 10.1097/TA.0000000000003890.
24. Klingebiel FK, Landre V, Hasegawa M, et al. SICOT Trauma & Rehabilitation Research Group. The three stages of polytrauma rehabilitation- a recommendation and a systematic literature review on behalf of SICOT. *Int Orthop.* 2025 Feb;49(2):365-374. doi: 10.1007/s00264-024-06385-0. Epub 2024 Dec 16. PMID: 39680082; PMCID: PMC11762570.
25. Jones SM, West C, Rappoport J, Akhtar K. Rehabilitation outcomes based on service provision and geographical location for patients with multiple trauma: A mixed-method systematic review. *Injury.* 2023 Mar;54(3):887-895. doi: 10.1016/j.injury.2023.01.034. Epub 2023 Jan 21. PMID: 36801069.
26. Osborne SR, Alston LV, Bolton KA, et al. Beyond the black stump: rapid reviews of health research issues affecting regional, rural and remote Australia. *Med J Aust.* 2020 Dec;213 Suppl 11:S3-S32.e1. doi: 10.5694/mja2.50881. PMID: 33314144.
27. Howe EI, Sørberg HL, Røe C, Løvstad M, Andelic N. "What standard should we set?": A qualitative study of rehabilitation professionals' perspectives on rehabilitation needs after traumatic injuries. *J Rehabil Med.* 2025 Oct 30;57:jrm44087. doi: 10.2340/jrm.v57.44087.
28. Kornhaber R, Wiechula R, McLean L. The effectiveness of collaborative models of care that facilitate rehabilitation from a traumatic injury: a systematic review. *JBIC Database System Rev Implement Rep.* 2015 Sep 16;13(8):190-210. doi: 10.11124/jbisrir-2015-2383. PMID: 26455944.
29. Hennessy EA, Tanner-Smith EE, Finch AJ, Sathe N, Kugley S. Recovery schools for improving behavioral and academic outcomes among students in recovery from substance use disorders: a systematic review. *Campbell Syst Rev.* 2018 Oct 4;14(1):1-86. doi: 10.4073/csr.2018.9. PMID: 37131375; PMCID: PMC8428024.

30. Kynoch K, Chang A, Coyer F, McArdle A. The effectiveness of interventions to meet family needs of critically ill patients in an adult intensive care unit: a systematic review update. *JBISRIR-2016-Implement Rep.* 2016 Mar;14(3):181-234. doi: 10.11124/JBISRIR-2016-2477. PMID: 27532144.
31. Nickel SF, Korger S, Schindler W, et al. Integrated Psychosocial Care in Intensive Care (IPS-Pilot): Protocol for the Systematic, Multimethod Development of a Complex Intervention (Phase A). *JMIR Res Protoc.* 2025 Jun 6;14:e65682. doi: 10.2196/65682.
32. Price O, Papastavrou Brooks C, Johnston I, et al. Development and evaluation of a de-escalation training intervention in adult acute and forensic units: the EDITION systematic review and feasibility trial. *Health Technol Assess.* 2024 Jan;28(3):1-120. doi: 10.3310/FGGW6874. PMID: 38343036; PMCID: PMC11017147.
33. Leaviss J, Davis S, Ren S, et al. Behavioural modification interventions for medically unexplained symptoms in primary care: systematic reviews and economic evaluation. *Health Technol Assess.* 2020 Sep;24(46):1-490. doi: 10.3310/hta24460. PMID: 32975190; PMCID: PMC7548871.
34. GBD 2023 Disease and Injury and Risk Factor Collaborators. Burden of 375 diseases and injuries, risk-attributable burden of 88 risk factors, and healthy life expectancy in 204 countries and territories, including 660 subnational locations, 1990-2023: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2023. *Lancet.* 2025 Oct 18;406(10513):1873-1922. doi: 10.1016/S0140-6736(25)01637-X
35. Chin K, Abzug J, Bae DS, Horn BD, Herman M, Ebersson CP. Avoiding Errors in the Management of Pediatric Polytrauma Patients. *Instr Course Lect.* 2016;65:345-52. PMID: 27049202.
36. Сітовський АМ. Фізична терапія при порушенні діяльності опорно-рухового апарату: навч. посіб. Луцьк: ВНУ ім. Лесі Українки; 2022. <https://evnuir.vnu.edu.ua/items/9e3eef69-0de7-4876-aacf-f70d3129854f>

37. Григус ІМ. Основи фізичної терапії: посібник для студентів. Одеса: Олді+; 2022. <https://emed.library.gov.ua/wp-content/uploads/tainacan-items/26427/51255/Osnovy-fizychnoi-terapii.-Hryhus-I.M.pdf>
38. Smith JL. Advances in polytrauma management in the emergency setting: a comprehensive review. *International Journal of Health Sciences*. 2023;17(4):112-124. doi:10.53730/ijhs.v7nS1.15133
- 39.. Cikulin-Kulinski K. *Physical Therapy Clinical Handbook for PTAs*. 3rd ed. Burlington: Jones & Bartlett Learning; 2017. <https://www.scribd.com/document/996243060/Physical-Therapy-Clinical-Handbook-for-PTAs-3rd-Edition-by-Kathy-CikulinKulinski-Testbank-eBook> .
- 40.Шмакова ІІ. Гідротерапія. Техніка і методика проведення процедур. Одеса; 2021 [https://vsei.vn.ua/images/Doc/Nauka/Konferentsiya\\_ta\\_seminary/zbirnik-2024-reabilitaciya-fizichna\\_psihologichna-socialna-408.pdf](https://vsei.vn.ua/images/Doc/Nauka/Konferentsiya_ta_seminary/zbirnik-2024-reabilitaciya-fizichna_psihologichna-socialna-408.pdf)
41. Kisner, C., & Colby, L.A. (2012). *Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques*. F.A. Davis Company, 189 p. [https://library.step4sport.com/wp-content/uploads/2022/09/Therapeutic\\_exercise\\_Foundations\\_and\\_techniques\\_by\\_Colby\\_Lynn\\_Allen.pdf](https://library.step4sport.com/wp-content/uploads/2022/09/Therapeutic_exercise_Foundations_and_techniques_by_Colby_Lynn_Allen.pdf)
- 42.Levangie PK, Norkin CC. *Joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis*. 5th ed. Philadelphia: F.A. Davis Company; 2011. 618 p. [https://digitalcommons.sacredheart.edu/pthms\\_fac/150/](https://digitalcommons.sacredheart.edu/pthms_fac/150/)
43. Bray A. *Essentials of Physical Medicine and Rehabilitation: Musculoskeletal Disorders, Pain, and Rehabilitation*. *Occup Med (Lond)*. 2017 Jan;67(1):80-81. doi: 10.1093/occmed/kqw129. PMID: 28057885.
- 44.Bandy, W.D. *Therapeutic Exercise for Physical Therapy Assistants*, second edition. Lippincott Williams & Wilkins, 2001 . 286 p. [https://bibliosjd.org/wp-content/uploads/2017/03/Therapeutic.Exercise.for\\_Physical.Therapist.Assistants.2nd.Ed\\_.pdf](https://bibliosjd.org/wp-content/uploads/2017/03/Therapeutic.Exercise.for_Physical.Therapist.Assistants.2nd.Ed_.pdf)

45. Попович ДВ, Гавліч ЮІ, Бойко ВІ. Фізична реабілітація пацієнтів з політравмою: сучасні методи та перспективи розвитку. м [інтернет]. 24, Грудень 2024 [cited 27, Травень 2026];(4):29-33. Available at: <https://ojs.tdmu.edu.ua/index.php/nursing/article/view/14944>
46. Critchfield E, Bain KM, Goudeau C, Gillis CJ, Gomez-Lansidel MT, Eapen BC. A Model of Care for Community Reintegration: The Polytrauma Transitional Rehabilitation Program. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2019 Feb;30(1):43-54. doi: 10.1016/j.pmr.2018.08.009. PMID: 30470428.
47. Pfeifer, R. Rehabilitation Strategies in Polytrauma. In: Pape, HC., Borrelli Jr., J., Moore, E.E., Pfeifer, R., Stahel, P.F. 2022. (eds) *Textbook of Polytrauma Management*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-95906-7\\_39](https://doi.org/10.1007/978-3-030-95906-7_39)
48. von Matthey, F., Biberthaler, P. Rehabilitation nach Polytrauma. *Orthopäde* 44, 241–251 (2015). <https://doi.org/10.1007/s00132-015-3081-4>
49. Jaramillo, C. A., Tapia, R. N., & Eapen, B. C. (2020). Polytrauma Rehabilitation. *Essentials of Physical Medicine and Rehabilitation*, 828–833. doi:10.1016/b978-0-323-54947-9.00146-2
50. Alsomali OH, et al. Advances in polytrauma management in the emergency setting: a comprehensive review. *International Journal of Health Sciences*. 2023;7(S1):3450-3470. doi:10.53730/ijhs.v7nS1.15133

## **Додатки.**

1. Відгук керівника
2. Рецензія
3. Справка з репозитарію
4. Справка з антиплагвату
5. Акти впровадження
6. Сертифікати конференцій де озвучено тези
7. Стаття та тези конференцій.
8. Програма реабілітації дітей з політравмою.
9. Програма реабілітації з урахуванням диференційованої тактики реабілітації за клінічними кластерами.