

ЗАСОБИ ЗАНЯТЬ СИЛОВОЇ СПРЯМОВАНОСТІ В СТРУКТУРІ ОЗДОРОВЧИХ ТРЕНУВАНЬ ЧОЛОВІКІВ МОЛОДОГО ВІКУ

Віталій Коротич

<https://orcid.org/0000-0002-1662-2141>

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, м. Івано-Франківськ, Україна

кореспондент-автор – В. Коротич: vitalii.korotych.22@pnu.edu.ua

doi: 10.32626/2309-8082.2024-29(4).216-225

Побудова оздоровчих тренувань на основі занять силовою спрямованості у поєднанні з режимом харчування та засобами відновлення позитивно впливають на стан здоров'я і фізичний розвиток молодого організму. Такий тип тренувань дає змогу досягти та протягом багатьох років підтримувати на високому рівні силу і витривалість, зменшуючи вплив негативних факторів навколишнього середовища. *Мета роботи* – визначення впливу занять силовою спрямованості на функціональні можливості, рівень фізичного стану та здоров'я чоловіків молодого віку. *Методи дослідження* – теоретичний аналіз та узагальнення науково-методичної літератури згідно рекомендацій PRISMA 2020 для систематичних оглядів і метааналізів. Критерії включення досліджень були розроблені на основі моделі PICOS (популяція, втручання, порівняння, результати, дизайн дослідження). У дослідження включалися публікації, які аналізували функціональні та фізіологічні зміни у здорових чоловіків віком 18-44 років під впливом силових тренувань різної інтенсивності. *Результати*. Було знайдено 13 публікацій, що підходять критеріям пошуку, з яких відібрано 9 досліджень після виключення невідповідних. Більшість статей були оцінені, як дослідження хорошої якості з оцінкою 7-9 балів за шкалою PEDro. Було виявлено, що тривале силове тренування значно покращує силу, м'язовий об'єм та вибухові здібності у тренуваних осіб. Силові тренування 3 рази на тиждень здатні збільшити безжирову масу тіла та індекс маси лівого шлуночка, зі зменшенням маси жиру. Три 13-хвилинні сесії силових тренувань на тиждень призводять до підвищення м'язової сили, порівняно з довшими тренуваннями середньої інтенсивності. Легкі тренування стимулюють гіпертрофію камбалоподібного м'яза більше ніж важкі, які більше впливають на середню та латеральну головки литкового м'яза. Черговість вправ не впливає на підвищення максимальної сили, але вплив на гіпертрофію грудних м'язів може бути кращим при виконанні багатосуглобових вправ після ізольованих. Поява мікроРНК не показує специфічності у ранньому гострому стані тренувань, зміни в експресії спостерігаються через 8 годин після тренування. Тривалість тренувань з підняття ваги позитивно впливає на антропометричні та фізіологічні показники. *Висновки*. Проведений систематичний пошук виявив 9 релевантних публікацій. Більшість досліджень показали високу методологічну якість (7-9 балів за шкалою PEDro). Огляд показав, що різні режими силових тренувань мають позитивний вплив на фізичні та фізіологічні показники у здорових молодих чоловіків. Зокрема, регулярні силові тренування значно покращують показники 1-RM, безжирову масу тіла, а також морфологічні та функціональні параметри серця.

Ключові слова: заняття силовою спрямованості, вправи з опором, гіпертрофія м'язів, оздоровчі тренування, чоловіки молодого віку.

Vitalii Korotych. Means of strength training in the structure of health training for young men.

Abstract. The construction of health training based on strength-oriented classes in combination with the diet and means of recovery has a positive effect on the state of health and physical development of a young organism. This type of training makes it possible to achieve and maintain a high level of strength and endurance for many years, reducing the impact of negative environmental factors. *The purpose of the work* is to determine the effect of strength training on the functional capabilities, level of physical condition, and health of young men. *Research methods* – theoretical analysis and generalization of scientific and methodological literature according to PRISMA 2020 recommendations for systematic reviews and meta-analyses. Inclusion criteria for studies were developed based on the PICOS model (population, intervention, comparison, outcome, study design). The study included publications that analyzed functional and physiological changes in healthy men aged 18-44 years under the influence of strength training of various intensities. *The results.* 13 publications matching the search criteria were found, from which 9 studies were selected after excluding irrelevant ones. Most articles were rated as good-quality studies with a score of 7-9 on the PEDro scale. Long-term strength training has been found to significantly improve strength, muscle mass, and explosiveness in trained individuals. Strength training 3 times a week can increase lean body mass and left ventricular mass index, with a decrease in fat mass. Three 13-minute strength training sessions per week lead to increased muscle strength compared to longer, moderate-intensity workouts. Light training stimulates hypertrophy of the soleus muscle more than heavy training, which affects the middle and lateral heads of the calf muscle more. The sequence of exercises does not affect the increase in maximal strength, but the effect on pectoral muscle hypertrophy may be better when multi-joint exercises are performed after isolated ones. The appearance of microRNAs does not show specificity in the early acute state of training, changes in expression are observed 8 hours after training. The duration of weight-lifting training has a positive effect on anthropometric and physiological indicators. *Conclusions.* A systematic search revealed 9 relevant publications. Most studies showed high methodological quality (7-9 points on the PEDro scale). The review showed that different strength training regimens have a positive effect on physical and physiological performance in healthy young men. In particular, regular strength training significantly improves 1-RM, lean body mass, and morphological and functional parameters of the heart.

Keywords: strength training, resistance exercises, muscle hypertrophy, health training, young men.

Вступ

Мета оздоровчих тренувань полягає у підвищенні функціональних можливостей, рівня фізичного стану та здоров'я особи. Навантаження, які використовуються, не повинні перевищувати функціональних можливостей організму, але водночас бути досить інтенсивними, щоб викликати оздоровчий ефект [2]. Побудова оздоровчих тренувань на основі занять силовою спрямо-

ваності у поєднанні з режимом харчування та засобами відновлення позитивно впливають на стан здоров'я і фізичний розвиток молодого організму. Такий тип тренувань дає змогу досягти та протягом багатьох років підтримувати на високому рівні силу і витривалість, зменшуючи вплив негативних факторів навколишнього середовища. Відзначається, що силова підготовка з урахуванням вікових фізіологічних особливостей

сприятливо впливає на розвиток всіх функціональних систем організму і їй слід відводити певне місце у фізичному вихованні чоловіків молодого віку [1].

Відсутність фізичної активності може мати значні негативні наслідки для здоров'я [1]. Систематичні фізичні вправи здатні покращити здоров'я, сприяючи профілактиці серцево-цереброваскулярних, опорно-рухових, метаболічних порушень [10]. Силові тренування стають більш популярними серед молодих чоловіків, як засіб покращення фізичної форми, збільшення м'язової маси та сили [2]. Однак багато молодих чоловіків не мають належної інформації про безпечні та ефективні методи тренувань. Для підвищення ефективності занять, тренери повинні знати вплив навантажень на здоров'я, щоб розробляти оптимальні програми вправ та зменшувати ризики травматизму. Існує багато досліджень, що описують загальний вплив занять силової спрямованості на організм, але систематичних оглядів, які оцінюють конкретні зміни у функціональному та фізичному стані організму чоловіків, бракує.

Велика кількість вчених вказує у своїх роботах на те, що заняття фізичними вправами силової спрямованості створюють позитивний вплив на збільшення м'язової сили та маси, поліпшенню рівноваги, мінеральної щільності кісток, швидкості ходьби [14]. Вони знижують систолічний артеріальний тиск (САТ), біль у спині, локальну та загальну жирову масу, а також збільшують час транзиту кишечника, що може зменшити ризик раку товстої кишки у здорових чоловіків [5; 8; 9].

Механізм профілактики метаболічного синдрому та цукрового діабету 2 типу пов'язаний зі зменшенням вісцерального жиру та підвищенням сухої маси тіла, а також зі здатністю до інсуліннезалежного шляху поглинання глюкози, який активується скороченням м'язів [11]. Силові тренування є ефективним методом протидії саркопенії, що характеризується зменшенням м'язової маси і сили. Наукові дослідження свідчать, що силові тренування суттєво покращують силу захоплення і функцію верхніх кінцівок у пацієнтів із саркопенією. Індивідуально підібрані та періодизовані програми можуть уповільнити прогресування або розвиток саркопенії підвищенням м'язової сили [20].

Ефективність різних режимів тренувальних навантажень для розвитку фізичних якостей у студентів досліджували І. Скибицький [2] в рамках експерименту на заняттях атлетичною гімнастикою. Було встановлено, що найбільший приріст м'язової маси спостерігався при навантаженнях 80 % від максимальної ваги. Для розвитку сили найбільш ефективними виявилися навантаження 90 % від максимальної ваги, тоді як для розвитку силової витривалості найкращими були навантаження 60-70 %. Рекомендовані режими тренувань включають 3 підходи

з 3-хвилинним відпочинком для витривалості, 3 підходи по 12 повторень для росту м'язової маси та 3 підходи з 60-секундним відпочинком для розвитку сили.

У дослідженні взаємозв'язку між ризиком низької м'язової маси і частотою та тривалістю силових тренувань (СТ) взяли участь 126 339 осіб з Кореї. Результати дослідження [15] показали, що регулярне виконання СТ (3–4 дні на тиждень) зменшує ризик низької м'язової маси на 22 %, а виконання понад 5 днів на тиждень — на 27 %. Тривалість тренувань також має значення: тренування протягом 1–2 років знижує ризик на 19 %, а понад 2 роки — на 41 %. Найбільший ефект досягається при тренуваннях тривалістю понад 2 роки.

Дослідники М. Н. Stone та ін. [18] і Н. Момма та ін. [13] займались вивченням аспектів СТ і їх впливу на здоров'я. Дослідження показали, що активність зі зміцнення м'язів асоціюється з 10-17 % зниженням ризику смертності від усіх причин, онкозахворювань, серцево-судинних хвороб, метаболічних порушень та раку легенів.

Вплив одноразового високоінтенсивного СТ на пам'ять вивчали Т. Hashimoto та ін [10]. Тренувальна група продемонструвала покращення пам'яті через два дні після сеансу силових вправ, зокрема в покращенні пригадування за сигналом та вільного пригадування. Вільне пригадування було пов'язане з посиленням зв'язком у лівому задньому гіпокампі. Це свідчить про те, що короткі інтенсивні СТ можуть позитивно впливати на пам'ять і нейронну пластичність, не вимагаючи повторних тренувань.

Залишається актуальним дослідження довгострокового впливу СТ на фізичне здоров'я молодих людей з урахуванням індивідуальних відмінностей, психологічних аспектів та оптимальних методів відновлення. Це дослідження дозволить комплексно оцінити вплив засобів занять силової спрямованості на соматичне здоров'я, враховуючи фізіологічні та біохімічні зміни, що відбуваються в організмі.

В дослідженні представлено систематичний огляд досліджень впливу СТ на функціональні та фізичні зміни в організмі чоловіків 18-44 років.

Матеріали та методи дослідження

Цей систематичний огляд був проведений відповідно до рекомендацій PRISMA 2020 для систематичних оглядів і метааналізів. Релевантні наукові публікації були відібрані через пошук у базах даних PubMed, Google Scholar та Wiley Online Library. Було використано комбінацію ключових слів англійською мовою, а також встановлено часовий фільтр для відбору публікацій, опублікованих у період з 2019 по 2024 роки. Для забезпечення точності та повноти пошуку застосовувалися логічні оператори І/АБО. Для Google Scholar використовувалася наступна комбінація пошукових запитів: («young men» AND

«strength training» AND «health» AND «research») OR («healthy men» AND «physiological changes» AND «waist circumference» AND «volume»). В PubMed та Wiley Online Library було застосовано пошукову фразу: «young men» AND «strength training» AND «health» AND «research». Процес відбору літератури здійснювався відповідно до блок-схеми PRISMA, що дозволяє систематизувати та візуалізувати етапи відбору публікацій.

Критерії включення досліджень були розроблені на основі моделі PICOS (популяція, втручання, порівняння, результати, дизайн дослідження). У дослідження включалися публікації, які аналізували функціональні та фізіологічні зміни у здорових чоловіків віком 18-44 років під впливом силових тренувань різної інтенсивності. Дослідження, де популяція складалася як із чоловіків, так і жінок, включалися лише за умови наявності окремих показників для чоловіків. Втручання складалося з проведення СТ різної інтенсивності: слабкої, помірної та високої. А також комбінацію силових вправ з іншими типами тренувань. Соматична оцінка здоров'я учасників проводилася до та після тренувального періоду, а також здійснювалося порівняння між групами з різною інтенсивністю навантаження, вправами на різні групи м'язів.

Результати оцінювалися за комплексними показниками фізичних характеристик, антропометрії, м'язової функції та біохімічних параметрів, пов'язаних з силовими тренуваннями. До виключних критеріїв

належала наявність гострих або хронічних захворювань серцево-судинної, опорно-рухової або респіраторної систем, метаболічних порушень, що могли б вплинути на виконання вправ. Також виключалися особи зі шкідливими звичками та ті, що вживали андрогенно-анаболічні стероїди під час дослідження.

До огляду включалися лише рандомізовані контрольовані дослідження. Оцінка ризику упередженості здійснювалася за допомогою шкали PEDro. Дані, отримані з вибраних досліджень, були організовані та занесені в електронну таблицю Microsoft Excel. Зібрані елементи даних включали ім'я автора та рік публікації, кількість учасників, рівень їх фізичної підготовки на початку дослідження, особливості проведених СТ, включаючи тривалість, частоту та інтенсивність, а також поєднання з іншими тренувальними вправами. Методи оцінки фізичної активності, соматичного стану, генетичних та біохімічних показників також були ретельно задокументовані. Дані також включали початкові показники стану учасників на початку дослідження або до початку втручання, а також динамічні зміни, що виникли під впливом регулярних вправ з опором. Ці зміни були ретельно проаналізовані оцінити ступінь впливу силових навантажень на фізіологічні параметри досліджуваних. Систематичний пошук відповідних досліджень статей виявив 9 публікацій. Процес пошуку представлений на Рисунку 1.

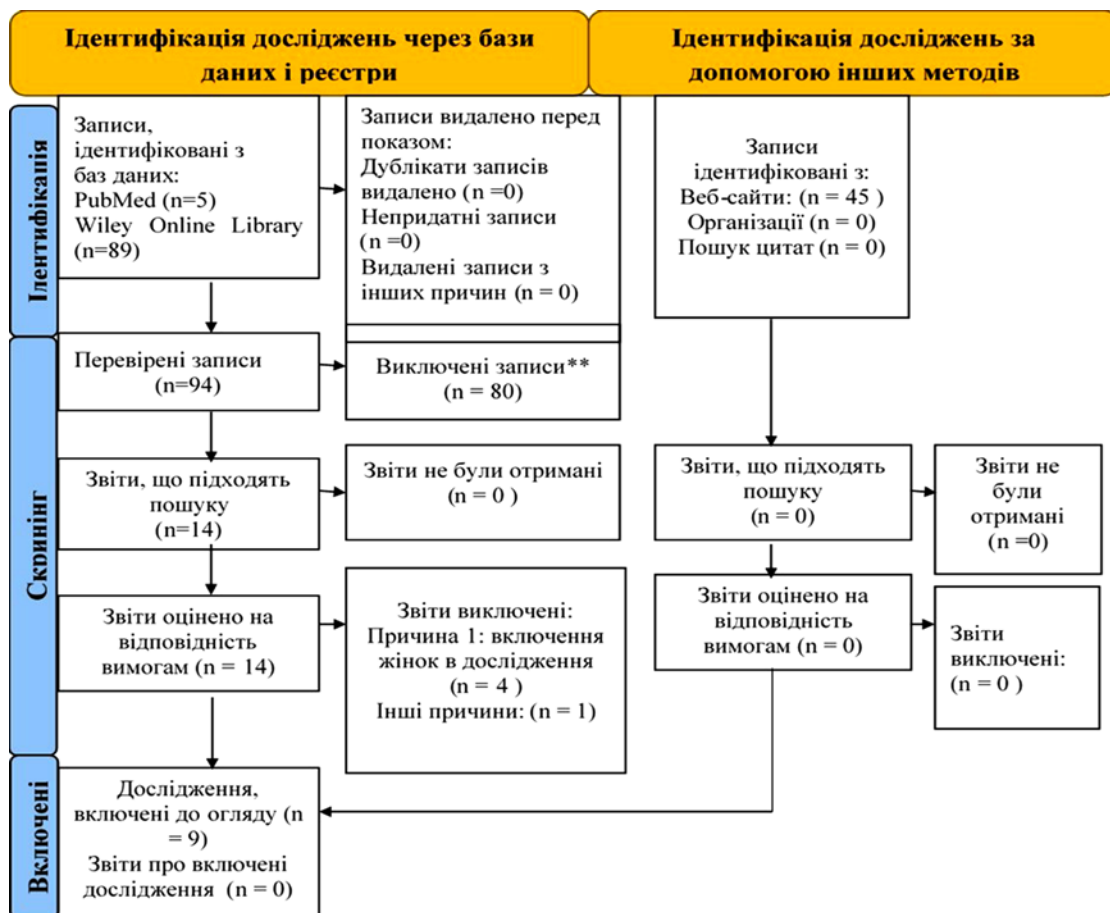


Рис. 1 Блок-схема PRISMA для вибору літератури, яка відповідає критеріям включення

Результати дослідження

СТ ґрунтується на прогресивному перевантаженні: поступовому збільшенні навантаження, що стимулює фізіологічну адаптацію. На початковому етапі досягти цього можна, просто збільшуючи вагу, зберігаючи інші параметри тренування незмінними [1].

Більшість досліджень набрали від 7 до 9 балів за шкалою PEDro (таб. 1), що свідчить про високу якість методології, проте є обмеження щодо об'єктивності через відсутність засліплення учасників і дослідників.

Таблиця 1 - Оцінка якості досліджень впливу СТ на організм молодих чоловіків за шкалою PEDro

Назва автора	A. Grandperrin	B. J. Schoenfeld	T. G. Belshaw	B. J. Schoenfeld	E. A. Dawson	E. I. Lähteenmäki	B. Lucas	G. D. Telles	P. Deku
Критерії відбору були визначені	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Учасники були випадковим чином розподілені по групах	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Розподіл був прихований	1	1	0	0	0	0	1	0	0
Групи були схожими на початковому етапі за найважливішими прогностичними показниками	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Було проведено засліплення всіх учасників	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Було проведено засліплення всіх терапевтів, які проводили терапію	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Було проведено засліплення всіх оцінювачів, які вимірювали принаймні один ключовий результат	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Показники одного результату були отримані у більш ніж 85 % учасників	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Всі учасники отримали лікування або контрольний стан відповідно до визначення	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Результати міжгрупових статистичних порівнянь повідомляються принаймні для одного ключового результату	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Дослідження надає як точкові показники, так і показники варіативності принаймні для одного ключового результату	1	1	1	1	1	1	1	1	1
СТ	8	8	7	7	9	7	8	7	6

Основні результати включених досліджень наведено в Таблиці 2. У дослідженнях оцінювали вплив СТ на фізіологічні показники чоловіків різного віку та рівня підготовки. Учасники проходили різні програми СТ, які включали вправи для верхніх і нижніх кінцівок із різною інтенсивністю та обсягом. Оцінювалися показники м'язової сили, витривалості,

гіпертрофії м'язів, зміни у функції серця, судин, а також клітинне дихання та рівні біомаркерів запалення. Порівнювалися показники до та після втручання для визначення фізіологічних змін, таких як збільшення м'язової маси, сили, покращення серцевої функції та витривалості.

Таблиця 2 – Дані досліджень силових навантажень на фізіологічні особливості чоловіків молодого віку

Автор, дата	Вибірка	Вплив/втручання	Показники до втручання	Фізіологічні зміни, пов'язані з СТ (після втручання)
A. Grandperrin (2024)	17 чоловіків 18-40 років. Фізичні вправи не більше 1 год / протягом 3 років	СТ 3 р/тиждень 16 тижнів. 70 % від 1-RM (жим ногами, присідання, розгинання і згинання ніг), тулуб (батерфляй, жим лежачи, жим лежачи з нахилом, вертикальні підтягування та горизонтальне веслування), руки і плечі (згинання на трицепс, розтягування мотузки, військовий жим, згинання на біцепс зі штангою, підйоми в сторони/спереду, згинання на біцепс з гантелями). 4 підходи по 10 повторень з перервою в 90 с між підходами	1-RM жим лежачи (кг) 67.9 ± 19.1 ; 1-RM присідання (кг) 82.5 ± 20.9 ; безжирова маса тіла (кг) 36.9 ± 3.9 ; маса жиру (%) 23.0 ± 6.1 ; морфологія та функція серця: LVMi (гм-2) 89.1 ± 9.6 ; хвиля E (см.с-1) 171.7 ± 16.8 ; хвиля A, (см.с-1) 35.2 ± 6.9 ; E' середнє (см.с-1) 10.49 ± 1.81 ; ФВ (%) 62.2 ± 4.4 ; GLS, % -19.56 ± 1.76 ; LAVI (мл.м -2) 23.9 ± 3.9 ; резервуарна функція ЛП(%) 30.5 ± 7	1-RM жим лежачи (кг) 87.9 ± 17.5 ; 1-RM присідання (кг) 118.7 ± 16.4 ; безжирова маса тіла (кг) 37.6 ± 3.9 ; маса жиру (%) 22.6 ± 5.7 ; морфологія та функція серця: LVMi (гм-2) 109.2 ± 12.9 ; хвиля E (см.с-1) 77.6 ± 15.5 ; хвиля A (см.с-1) 29.5 ± 6.1 ; E' середнє, (см.с-1) 10.60 ± 1.37 ; ФВ (%) 63.9 ± 2.9 ; GLS (%) -18.65 ± 1.39 ; LAVI (мл.м -2) 25.3 ± 4.2 ; резервуарна функція ЛП (%) 30.8 ± 9.1
B.J.Schoenfeld (2019)	34 чоловіків 18-35 років, досвід СТ (3/тиждень ≥ 1 рік. 3 групи: низький обсяг СТ(1SET) (n = 11), помірний обсяг (3SET) (n = 12), великий обсяг (5SET) (n = 11)	8 тижнів, 3 р/тиждень, (1SET) 1 підхід на вправу за тренування, (3SET) – три підходи на вправу за тренування, (5SET) – п'ять підходів у верхніх і нижніх кінцівках. 7 вправ за сеанс на всі групи м'язів: жим штанги лежачи, військовий жим штанги, бічні розтягування широким хватом, грядка на тросі сидячи, присідання зі штангою назад, жим ногами в тренажері та одностороннє розгинання ніг у тренажері. 8-12 повторень, які виконувались до точки миттєвої концентричної відмови, 90 с на відпочинок, час між вправами 120 с.	Присідання (1RM) (кг): 1SET: 104.5 ± 14.2 , 3SET: 114.9 ± 26.1 , 5SET: 106.6 ± 24.0 . Жим лежачи 1-RM(кг): 1SET: 94.1 ± 16.1 , 3SET: 100.2 ± 20.6 , 5SET: 91.1 ± 20.9 . Витривалість жиму лежачи (повторення): 1SET: 21.3 ± 5.0 . 3SET: 2.1 ± 5.6 . 5SET: 23.6 ± 7.4 . Товщина м'язів (мм): біцепса 1SET: 39.7 ± 4.7 , 3SET: 42.2 ± 4.0 , 5SET: 41.7 ± 4.6 . Трицепса (мм): 1SET: 47.4 ± 4.6 , 3SET: 47.7 ± 6.1 , 5SET: 47.2 ± 6.8 . Прямого м'яза стегна (мм): 1SET: 54.2 ± 5.3 , 3SET: 52.2 ± 5.0 , 5SET: 54.9 ± 5.4 . Бічної широкої м'язової кістки (мм): 1SET: 57.9 ± 6.8 , 3SET: 56.4 ± 5.6 , 5SET: 57.9 ± 6.4 .	Присідання (1RM): 1SET: 123.4 ± 12.9 , 3SET: 126.6 ± 25.0 , 5SET: 122.2 ± 19.0 . Жим лежачи 1-RM: 1SET: 102.6 ± 15.5 , 3SET: 108.6 ± 20.6 , 5SET: 100.7 ± 22.3 . Витривалість жиму лежачи: 1SET: 23.0 ± 4.2 , 3SET: 24.9 ± 5.2 , 5 SET: 25.3 ± 8.0 . Товщина м'язів біцепса: 1SET: 40.7 ± 4.7 . 3SET: 43.6 ± 4.1 . 5SET: 44.6 ± 4.7 . Трицепса: 1SET: 48.2 ± 4.7 , 3SET: 49.4 ± 6.2 , 5SET: 50.2 ± 6.6 . Прямого м'яза стегна після: 1SET: 55.3 ± 5.8 , 3SET: 54.6 ± 5.8 , 5SET: 57.3 ± 5.8 . Бічної широкої м'язової кістки після: 1SET: 59.0 ± 6.7 , 3SET: 58.8 ± 5.7 , 5SET: 62.6 ± 5.8 .
T.G.Belshaw (2022)	n=63.2 групи: UNT (n=49) не займалися СТ нижньої частини тіла >18 місяців включно. Рівень фізичної активності за МОФА: 2326 ± 1337 ME хв/тиждень. Група LT-MST (n=14): звершували систематичне важке СТ квадрицепсів ≥ 3 років. Рівень фізичної активності: 5568 ± 1457 ME хв/тиждень.	Тривале максимальне СТ (LT-MST) кілька вправ на розгинання колінного суглоба 3р/тиждень (присідання, випади, крок вгору та жим ногами). Учасники пройшли ознайомчу сесію, яка включала однібічні ізометричні довільні максимальні та вибухові скорочення, а також викликані скорочення на ізометричному динамометрі для розгинання/згинання коліна. Сеанси нейром'язового вимірювання з доміантною ногою. Група LT-MST виконували вправи на розгинання колінного суглоба 3 р/тиждень	Для UNT: MVT розгинання колінного суглоба (нм): 245 ± 45 ; QEMG (см 2): 90 ± 12	Для LT-MST MVT розгинання колінного суглоба: 407 ± 63 ; QEMG: 138 ± 14 ; У LT-MST спостерігались значно вищі показники максимальної сили та CSA, що становили +66 % та +54 % відповідно. Абсолютна вибухова сила також виявилась більшою в LT-MST (+41 % до +64 %). Відносна вибухова сила була нижчою у LT-MST (на 11 % до 16 %). LT-MST демонстрували повільніші скоротливі властивості, що не залежало від різниць у активації нервово-м'язової системи.
B.J.Schoenfeld, (2020)	26 нетренованих чоловіків. Середні показники Зріст: 175.7 см вага: 77.3 кг; жирова тканина: 20.5 %; вік: 22.5 років.	ЛТ (20-30 повторень) та ВТ(6-10) для литкових м'язів. Підняття гомілки сидячи та стоячи 2/тиждень 8 тижнів, 4 підходи, 90 с відпочинок між підходами, 3 хв між вправами	ВТ:солеус (мм) 18.8 ± 4.4 ; медіальний литковий м'яз (мм) 18.3 ± 3.2 ; латеральний литковий м'яз (мм) 15.9 ± 2.6 ; ізометричне плантарне згинання (Н-м) 154 ± 48 . ЛТ: солеус (мм) 18.2 ± 4.3 ; медіальний литковий м'яз 17.7 ± 3.0 ; латеральний литковий м'яз 15.6 ± 2.8 ; ізометричне плантарне згинання 153 ± 47 .	ВТ: солеус 20.1 ± 4.6 ; медіальний литковий м'яз 19.7 ± 3.1 ; латеральний литковий м'яз 17.9 ± 2.5 ; ізометричне плантарне згинання 170 ± 41 . ЛТ: солеус 19.7 ± 4.6 ; медіальний литковий м'яз; латеральний литковий м'яз 17.9 ± 3.2 ; ізометричне плантарне згинання 168 ± 41 . Гіпертрофія камбалоподібного м'яза: ЛТ — 10 ± 10 % більше; ВТ — 7 ± 8 % більше. Гіпертрофія литкових м'язів: ЛТ — 15 ± 30 % більше; ВТ — 20 ± 25 % більше.

Продовження таблиці 2

Автор, дата	Вибірка	Вплив/втручання	Показники до втручання	Фізіологічні зміни, пов'язані з СТ (після втручання)
E.A. Dawson, (2021)	35 здорових молодих чоловіків	Дві програми 4 тижні: СТ та тренування витривалості (END). СТ 3 р/тиждень на тренажері для розгинання ніг. 4 підходи по 10 повторень 80 % від 1-RM для кожної ноги, 2 хв перерва між підходами. END проводились на велоергометрі і 30 хв їзди на велосипеді з максимальною ЧСС 70 % у перші 3 сеанси. У сеансах 4–6 5 інтервалів по 1 хв з інтенсивністю 90 % від макс ЧСС, з наступними 5 хв на інтенсивності 70 % від максимальної ЧСС. Сеанси 7-9 30 хв їзди на велосипеді при 80 % від максимальної ЧСС. Сеанси 10 і 11 включали 5 інтервалів по 1 хв з інтенсивністю 90 % від максимальної ЧСС і 5 хвилин з навантаженням 80 % від максимальної ЧСС.	Для СТ: 1-PM (кг) 56 ± 14 ; загальне навантаження (кг) 5874 ± 1456 ; пік VO ₂ (мл·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹) $47.5 \pm 11,0$ Для END: Вихідна потужність (Вт) 113 ± 23 ; максимальний СРЕТ: пік VO ₂ , (мл·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹) 46.5 ± 9.4	Для СТ: 1-PM (кг) 67 ± 13 ; загальне навантаження (кг) 7208 ± 1563 ; пік VO ₂ , (мл·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹) 46.4 ± 10.4 . Для END: Вихідна потужність (Вт) 123 ± 25 ; максимальний СРЕТ: Пік VO ₂ , (мл·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹) $49.6 \pm 10,4$. Загальне навантаження зросло на 23 % (7208 ± 1563 кг), збільшення 1-RM з тижня 1 до 4. 1-RM, одне максимальне повторення: 67 ± 13 . Пік VO ₂ (мл·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹): $46.4 \pm 10,4$. Вихідна потужність (END) 123 ± 25 . пік VO ₂ , (мл·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹): 49.6 ± 10.4
E.I..Lähteenmäki, (2022)	12 тренуваних здорових чоловіків	Ізокінетичний жим лежачи на ізокінетичній машині Сміта з 5 підходами по 10 повторень максимального навантаження з відпочинком у 2 хв. Суб'єкти виконували (1) лише концентричні (С), (2) лише ексцентричні (Е) або (3) комбіновані ексцентрично-концентричні (Е + С) вправи на скорочення у випадковому порядку на ізокінетичній машині Сміта від 3 до 5 з відпочинком між спробами 15 с	Максимальна ізометрична сила (Н) = 1084 ± 4.1 ; Клітинне дихання РВМС: Регулярне дихання (мкмоль O ₂ /хв/мл): 2.5 ± 0.2 ; Вільна рутинна діяльність: До тренування: 1.0 ± 0.1 ; ЕТ-ємність(мкмоль O ₂ /хв/мл): 3.0 ± 0.2 ; Молочна кислота (10 ммоль L-(+)-молочної кислоти): рН = 7,4	Максимальна ізометрична сила = $1084 \pm 4,1$; Через 1 хв після Е + С: знижено до $950 \pm 5,0$; Через 24 год після Е+С: відновлюється до $1050 \pm 4,8$. Регулярне дихання: Через 5 хв після Е + С: знижено до $1.8 \pm 0,3$; через 24 год після Е + С: відновлюється до $2.4 \pm 0,2$; вільна рутинна діяльність: через 5 хв після Е + С: знижено до $0,7 \pm 0,1$; через 24 год після Е + С: відновлюється до 0.9 ± 0.1 . ЕТ-ємність: через 5 хв після Е + С: знижено до 2.3 ± 0.3 . Через 24 год після Е + С: відновлюється до 2.9 ± 0.2 . Лактат (20 ммоль L-лактату натрію): незначний вплив на клітинне дихання. Молочна кислота (10 ммоль L-(+)-молочної кислоти): Через 5 хв після вправи: рН знижується до 7.2. Через 24 год після вправи: рН відновлюється до 7.3.
V. Lucas, (2020)	43 юнаки	СТ 10 тижнів 2 р/тиждень 1 група: жим штанги лежачи плюс жим штанги трицепсами лежачи (MJ + SJ, n = 12); 2 група: жим штанги на трицепс лежачи плюс жим штанги лежачи (SJ + MJ, n = 10); 3 гр: жим штанги на трицепс лежачи (SJ, n = 11) 4 група : жим штанги лежачи (MJ, n = 10). 8 повторень 50 % 1-RM, 2 хв відпочинку, 3 повторення 70 % 1-RM та одноразові повторення важчих вантажів до відмови.	1-RM для жиму лежачи(кг) MJ: $72,3 \pm 19,3$; SJ: $77.6 \pm 21,1$; MJ + SJ: $75,2 \pm 23,5$; SJ + MJ: 76.6 ± 11.5 ; розгинання ліктя (кг): MJ: 36.6 ± 9.5 ; SJ: $42.9 \pm 12,6$; MJ + SJ: $37.2 \pm 14,0$; SJ + MJ: 39.8 ± 6.6 . CSA (см ²) для ВГМ: MJ: $41.3 \pm 3,7$; SJ: $40,5 \pm 8,9$; MJ + SJ: $39,1 \pm 9.4$; SJ + MJ: 41.0 ± 4.2 ; для ТМ: MJ: 36.6 ± 9.5 ; SJ: 42.9 ± 12.6 ; MJ + SJ: 37.2 ± 14.0 ; SJ + MJ: 39.8 ± 6.6	1-RM для жиму лежачи збільшився на (%) MJ $27.1 \pm 17,7$; MJ + SJ: 23.6 ± 14.4 ; SJ + MJ: $22.3 \pm 15,4$; для SJ: 9.9 ± 10.9 (не було значущої різниці); для жиму трицепса збільшився на (%): MJ: $36.6 \pm 9,5$; SJ: $23.2 \pm 14,0$; MJ + SJ: 35.3 ± 26.3 ; SJ + MJ: $26.3 \pm 17,2$; для MJ 26.3 ± 17.2 (не було значущої різниці). CSA збільшився на (%) для ВГМ: MJ: 9.1 ± 5.6 ; SJ: 40.5 ± 8.9 ; MJ + SJ + MJ: 5.6 ± 5.1 ; для SJ показник становив – 0.8 ± 1.9 ; для ТМ: SJ: 9.5 ± 4.8 ; MJ + SJ: 11.5 ± 5.1 ; SJ + MJ: 10.4 ± 6.1 ; для MJ показник був 4.8 ± 4.2
G.D.Telles, (2020)	Дев'ять нетренованих юнаків	2 підходи по 10 повторень СТ, 2 підходи жиму ногами і розгинання ніг НІІЕ - 12 підходів 1-хвилинних спринтів з відпочинком в 1 хв. СЕ (НІІЕ після СТ) роздіденими 1 тижнем.	Експресія miR-1-3р, miR-133a-3р, miR-133b, miR-181a-3р, miR-486 через 8 годин після тренувань була вищою відносно показників до навантаження. Експресія була нижчою після НІІЕ порівняно з СТ та СЕ	

Автор, дата	Вибірка	Вплив/втручання	Показники до втручання	Фізіологічні зміни, пов'язані з СТ (після втручання)
P. DeKu, (2021)	66 важкоатлетів	Більшість (61.3 %) тренувалися 120 хвилин за сеанс, 46.7 % тренувалися 5 днів на тиждень, а 41.3 % тренувалися близько 1-5 років		Виявлено позитивну асоціацію між ДАТ та окружністю рук ($r = +0.331$, $P = 0.022$). Відмінності у середніх значеннях ОГК ($P = 0.013$) та окружності рук ($P = 0.010$). Максимальне споживання кисню позитивно корелювало з рівнями ЛПВЩ, загального холестерину, загального білка та глобулінів, причому найсильніша з рівнем холестерину. АТ позитивно корелював з ІМТ, окружністю стегон, ОГК, рівнем креатиніну та ЛПНЩ, причому найбільш виражений зв'язок був з рівнем креатиніну. Позитивна кореляція між САТ та загальним холестерином, ОГК, окружністю рук, креатиніном та ЛПВЩ. ЧСС мала позитивний зв'язок з усіма антропометричними та біохімічними показниками, за винятком загального холестерину, ЛПНЩ, холестерину, сечовини, загального білка та глобулінів, які мали негативну кореляцію.

Примітка. 1-RM – одне повторення з максимальною вагою; ДАТ – діастолічний артеріальний тиск; LVMi – індекс маси лівого шлуночка; ФВ – фракція викиду; ЛП – ліве передсердя; LAVI – індекс об'єму лівого передсердя; CSA – площа поперечного перерізу; ЛТ – легке тренування; ВТ – важке тренування; UNT – нетреновані; LT-MST – довготривалі тренування з максимальною силою; МОФА – міжнародний опитувальник фізичної активності; МЕ – метаболічний еквівалент; СРЕТ – максимальне серцево-легеневе навантаження; RER – коефіцієнт дихального обміну; пікове VO_2 – поглинання кисню; ПЛР – полімеразна ланцюгова реакція; РВМС – мононуклеарних клітин периферичної крові; ВГМ – великий грудний м'яз; ТМ – триголовий м'яз плеча; НІЕ – високоінтенсивні інтервальні вправи; СЕ – кардіотренування; САТ – середній артеріальний тиск; ІМТ – індекс маси тіла; ЛПВЩ – ліпопротеїни високої щільності; ЛПНЩ – ліпопротеїни низької щільності; ОГК – окружність грудної клітки.

Дискусія

Програма СТ призвела до покращення м'язової сили, складу тіла та сприяла морфологічному ремоделюванню серця (збільшення ЛШ, ЛП) в дослідженні A. Grandperrin [9].

В. J. Schoenfeld та ін. [16] продемонстрували, що значне підвищення м'язової сили може бути досягнуто у осіб, які займаються СТ, лише за допомогою трьох 13-хвилинних сеансів на тиждень. Результати таких тренувань аналогічні тим, які досягаються при значно більших витратах часу на тренування із середніми навантаженнями (8–12 повторень на підхід). Це має важливе значення для тих, хто обмежений у часі, дозволяючи ефективно збільшувати силу, що може сприяти більшій прихильності до фізичної активності серед населення. Збільшення м'язової гіпертрофії має дозозалежний характер, при цьому більший приріст досягається при більших обсягах тренувань. Для максимізації м'язового росту рекомендується виділяти більше часу на тренування щотижня. Проте об'єм тренувань не впливає на витривалість м'язів верхньої частини тіла.

Т. G. Belshaw та ін. [4] також підтвердили, що тривалі максимальне СТ значно покращує силу, м'язовий об'єм та вибухові здібності м'язів у тренуваних осіб порівняно з нетренованими.

В дослідженні В. J. Schoenfeld та ін. [17] виявлено, що легка тренувальна програма викликає більшу гіпертрофію камбалоподібного м'яза в порівнянні з важкою тренувальною програмою, тоді як важкі тренування сприяють більшій гіпертрофії середньої та латеральної головок литкового м'яза.

СТ та тренування на витривалість (END) мають позитивний вплив на фізіологічні параметри чоловіків. Е. А. Dawson та ін. [7] виявили, що пікове поглинання кисню (VO_2) значно збільшилось після тренування на витривалість, а функція судин плечової артерії збільшилась після обох типів тренувань. Обидва плани тренувань призвели до значного покращення ендотелій-залежної вазодилатації плечової артерії, однак загальна адаптація до пікового VO_2 була більш значущою після END.

Ексцентричні вправи без концентричних суттєво впливають на дихання мононуклеарних клітин периферичної крові (РВМС). Комбіновані ексцентрично-концентричні вправи викликали найбільшу м'язову втому, знижуючи дихання РВМС і рівень лактату, тоді як тільки ексцентричні вправи мали найменший вплив. Вплив анаеробного метаболізму не змінив дихання РВМС в дослідженні Е. I. Lähteenmäki [11].

Черговість виконання вправ не впливає на збільшення одноповторного максимуму (1-RM) у жимі лежачи та розгинанні трицепса лежачи. В. Lucas та ін. [6] стверджували, що проведення цих вправ у будь-якій послідовності є ефективним для досягнення максимальної сили. Відзначалось помірне зниження збільшення площі поперечного перерізу (CSA) грудних м'язів, коли ізольована вправа для трицепса виконується перед багатосуглобовою вправою. Можливо, варто виконувати вправи, де грудні м'язи є основними м'язами-агоністами, першими в послідовності, якщо мета – максимальна гіпертрофія цієї м'язової групи. Виконання комбінації вправ, які

змінюються за співвідношенням довжина-напруга, є переважним для максимального розвитку всіх трьох головок трицепса.

Відповіді мікроРНК в дослідженні G. D. Telles [19] мали специфічний характер, у ранньому гострому стані під час різних видів тренувань скелетних м'язів не спостерігається специфічності для miR-1-3p, miR-133a-3p, miR-133b, miR-378aa-5p, а також для експресії miR-181a-3p і miR-486 між СТ, НІІЕ чи СЕ у нетренованих індивідів. Це свідчить про те, що зміни в експресії відбувались переважно приблизно через 8 годин після виконання тренування. СТ мали більш виражений вплив на експресію miR-23a-3p і miR-206 в порівнянні з високоінтенсивними тренуваннями (НІІЕ). Ці відомості є важливими для формування молекулярних основ адаптаційних реакцій для кожного типу фізичних вправ.

Дослідження P. Dequ [8] виявило, що тривалість тренувань з підняття ваги мала позитивний вплив на антропометричні та фізіологічні показники, але не на біохімічні (рівень гломерулярної фільтрації і загальний білок). Збільшення тривалості тренувань була пов'язана зі збільшенням обсягів грудей і рук ($P < 0.05$). Виявлено значне підвищення діастолічного артеріального тиску (ДАТ) з тривалістю тренувань ($P = 0.038$).

Результати досліджень, відображають різний вплив СТ на фізіологічні характеристики чоловіків молодого віку. У більшості досліджень спостерігалось збільшення показників 1-RM у таких вправах, як жим лежачи та присідання. Збільшення м'язової маси було очевидним як у великих м'язових групах (стегна, грудні м'язи), так і в менших (біцепс, трицепс). Це свідчить про те, що регулярні силові тренування сприяють значному покращенню м'язової сили та гіпертрофії. Дослідження свідчили, що вибір різних вправ може вплинути на м'язову гіпертрофію та приріст сили. Систематична варіація в програмі тренувань підвищує регіональну гіпертрофічну адаптацію та максимізацію динамічної сили, тоді як підвищена або хаотична варіація може негативно впливати на збільшення м'язової маси. Надлишковий стимул або часта ротація вправ можуть заважати м'язовій адаптації.

Висновки

Проведений систематичний пошук виявив 9 релевантних публікацій. Більшість досліджень показали високу методологічну якість (7-9 балів за шкалою PEDro). Огляд показав, що різні режими силових тренувань мають позитивний вплив на фізичні та

фізіологічні показники у здорових молодих чоловіків. Зокрема, регулярні силові тренування значно покращують показники 1-RM, безжирову масу тіла, а також морфологічні та функціональні параметри серця. Більший обсяг тренувань (5 підходів) може бути більш ефективним у покращенні силових показників і м'язової гіпертрофії порівняно з меншими обсягами (1 або 3 підходи). Це підтверджується значним зростанням показників 1-RM та товщини м'язів у групах з високим обсягом тренувань.

Вплив СТ на фізіологічні параметри таких як товщина м'язів, гіпертрофія і функція серцево-судинної системи, виявився позитивним, підвищується безжирова маса тіла, знижується маса жиру. Тренування також сприяли поліпшенню біохімічних показників, таких як лейкоцитарна активність і рівні основних метаболічних маркерів. Комбіновані тренування, що включають як концентричні, так і ексцентричні вправи, продемонстрували значний потенціал у покращенні м'язових показників і функціональної продуктивності. Тренування з високою інтенсивністю і різноманітними типами вправ можуть забезпечити більш виражені результати в порівнянні з традиційними підходами.

Дослідження мали обмеження через невелику кількість учасників, короткий період втручання, відсутність засліплення учасників та дослідників, що може вплинути на об'єктивність результатів. Підвищення рівня контролю за випадковим розподілом учасників і приховування розподілу допоможе забезпечити більшу точність результатів.

Враховуючи результати, рекомендується застосовувати комплексний підхід до силових тренувань, включаючи високий обсяг вправ і різні типи навантажень для досягнення максимальних фізіологічних вигод.

Рекомендується також провести подальші дослідження, розробку і тестування індивідуально адаптованих програм тренувань на основі фізіологічних і метаболічних особливостей учасників, їх довгострокові ефекти на здоров'я.

Конфлікт інтересів. Авторка заявляє про відсутність конфлікту інтересів.

Джерела та література

1. Непша О. В., Суханова Г. П., Ушаков В. С. Атлетична гімнастика як засіб розвитку силової підготовки студентів-юнаків вищих навчальних закладів. Стратегічне управління розвитком фізичної культури і спорту: зб. наук. пр. Харків, 2018. С. 100–104.
2. Скибицький І., Новицький Ю., Гаврилова Н. Дослідження впливу різних режимів силових вправ на показники фізичних якостей студентів національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». *Фізичне виховання, спорт та здоров'я людини: досвід, проблеми, перспективи (у циклі Анохінських читань): матеріали ІХ Всеукраїнської науково-практичної онлайн-конференції*, м. Київ, 10.12.2021р. Київ, 2021. С. 143–145.
3. Співак М. Л., Ковтун В. Є., Бич Г. В. Силові вправи у фізичному вихованні студентів: навчальний посібник. Київ, 2018. 205 с.
4. Balshaw T.G., Massey G.J., Maden-Wilkinson T.M., Lanza M.B., Folland J.P. (2022). Effect of long-term maximum strength training on explosive strength, neural, and contractile properties. *SJMSS*. 32(4):685-697. <https://doi.org/10.1111/sms.14120>
5. Belanger M.J., Rao P., Robbins J.M. (2022). Exercise, Physical Activity, and Cardiometabolic Health: Pathophysiologic Insights. *Cardiol Rev*. 30(3):134-144. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34560713/>
6. Brandão L., Painelli de S., Thiago L., Carla S., Helderson B., Schoenfeld B.J., Yu A.A., Nasar K.F., Bergson P.de A., Louis T.E. (2020). Changing the order of combinations of single- and multi-joint exercises has different effects on the adaptation of resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 34(5):p 1254-1263. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32149887/>
7. Dawson E.A., Sheikhsaraf B., Boidin M., Erskine R.M., Thijssen D.H.J. (2021). Intra-individual differences in the effect of endurance versus resistance training on vascular function: A cross-over study. *SJMSS*. 31(8):1683-1692. <https://doi.org/10.1111/sms.13975>
8. Deku P., Annani-akollor M., Moses M., Afranie B., Tiguridaane I., Koffie S., Doku A. (2022). Biochemical, physiological, and anthropometric changes associated with years of training in weightlifting. *Journal of Applied Sciences and Clinical Practice*. 3. 80. <https://www.researchgate.net/publication/365080239>
9. Grandperrin A., Olive P, Kretel J, Moffret C, Nottin S. (2024). Impact of a 16-week strength training program on physical performance, body composition and cardiac remodeling in previously untrained women and men. *The European Journal of Sport Science*. 24(4): 474-486. <https://doi.org/10.1002/ejsc.12033>
10. Hashimoto T., Hotta R., Kawashima R. (2024). Enhanced memory and hippocampal connectivity in humans 2 days after brief resistance exercise. *Brain and Behavior*. 14(2):e3436. <https://doi.org/10.1002/brb3.3436>
11. Holten M., Zacho M., Gaster M., Juel C., Wojtaszewski J., Dela F. (2004). Strength Training Increases Insulin-Mediated Glucose Uptake, GLUT4 Content, and Insulin Signaling in Skeletal Muscle in Patients With Type 2 Diabetes. *DIABETES*. 53. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14747278/>
12. Lähteenmäki E.I., Koski M., Koskela I., Lehtonen E., Kankaanpää A., Kainulainen H., Walker S., Lehti M. (2022). Resistance exercise with different workloads have distinct effects on cellular respiration of peripheral blood mononuclear cells. *Physiological Reports*. 9(23):e15394. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35852047/>
13. Momma H., Kawakami R., Honda T., Sawada S.S. (2022). Muscle-strengthening activities are associated with lower risk and mortality in major non-communicable diseases: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Br J Sports Med*. 56(13):755-763. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35228201/>

References

1. Nepsha O. V., Suhanova G. P., Ushakov V. S. (2018), *Atletichna gimnastika yak zasib rozvitku silovoyi pidgotovki studentiv-yunakiv vishih navchalnih zakladiv* [Athletic gymnastics as a means of developing strength training of young students of higher educational institutions]. Kharkiv. pp. 100–104. [in Ukraine].
2. Skibickij I., Novickij Yu., Gavrilo N. (2021), "Doslidzhennya vplivu riznih rezhimiv silovih vprav na pokazniki fizichnih yakостей studentiv nacionalnogo tehničnogo universitetu Ukrayini "Kiyivskij politehničnij institut Imeni Igorya Sikorskogo"" [Study of the influence of different regimes of strength exercises on indicators of physical qualities of students of the National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"]. *Physical education, sports and human health: experience, problems, prospects (in the cycle of Anokhin readings): materials of the IX All-Ukrainian scientific and practical online conference*. pp. 143-145. [in Ukraine].
3. Spivak M. L., Kovtun V. Ye., Bich G. V. (2018), *Silovi vpravi u fizichnomu viovannya studentiv: navchalnij posibnik* [Strength exercises in physical education of students: study guide]. Kiyiv. 205 p. [in Ukraine].
4. Balshaw T.G., Massey G.J., Maden-Wilkinson T.M., Lanza M.B., Folland J.P. (2022). Effect of long-term maximum strength training on explosive strength, neural, and contractile properties. *SJMSS*. 32(4):685-697. <https://doi.org/10.1111/sms.14120>
5. Belanger M.J., Rao P., Robbins J.M. (2022). Exercise, Physical Activity, and Cardiometabolic Health: Pathophysiologic Insights. *Cardiol Rev*. 30(3):134-144. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34560713/>
6. Brandão L., Painelli de S., Thiago L., Carla S., Helderson B., Schoenfeld B.J., Yu A.A., Nasar K.F., Bergson P.de A., Louis T.E. (2020). Changing the order of combinations of single- and multi-joint exercises has different effects on the adaptation of resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 34(5):p 1254-1263. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32149887/>
7. Dawson E.A., Sheikhsaraf B., Boidin M., Erskine R.M., Thijssen D.H.J. (2021). Intra-individual differences in the effect of endurance versus resistance training on vascular function: A cross-over study. *SJMSS*. 31(8):1683-1692. <https://doi.org/10.1111/sms.13975>
8. Deku P., Annani-akollor M., Moses M., Afranie B., Tiguridaane I., Koffie S., Doku A. (2022). Biochemical, physiological, and anthropometric changes associated with years of training in weightlifting. *Journal of Applied Sciences and Clinical Practice*. 3. 80. <https://www.researchgate.net/publication/365080239>
9. Grandperrin A., Olive P, Kretel J, Moffret C, Nottin S. (2024). Impact of a 16-week strength training program on physical performance, body composition and cardiac remodeling in previously untrained women and men. *The European Journal of Sport Science*. 24(4): 474-486. <https://doi.org/10.1002/ejsc.12033>
10. Hashimoto T., Hotta R., Kawashima R. (2024). Enhanced memory and hippocampal connectivity in humans 2 days after brief resistance exercise. *Brain and Behavior*. 14(2):e3436. <https://doi.org/10.1002/brb3.3436>
11. Holten M., Zacho M., Gaster M., Juel C., Wojtaszewski J., Dela F. (2004). Strength Training Increases Insulin-Mediated Glucose Uptake, GLUT4 Content, and Insulin Signaling in Skeletal Muscle in Patients With Type 2 Diabetes. *DIABETES*. 53. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14747278/>

14. O'Bryan S., Giuliano C., Woessner M., Vogrin S., Smith C., Duque G, Levinger I. (2022). Progressive Resistance Training for Concomitant Increases in Muscle Strength and Bone Mineral Density in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35608815/>
15. Park J.H., Lim N.K., Park H.Y. (2024). Associations of resistance training levels with low muscle mass: a nationwide cross-sectional study in Korea. *Eur Rev Aging Phys Act*. 21(1):5. <https://eurapa.biomedcentral.com/articles/10.1186/s11556-024-00339-6>
16. Schoenfeld B.J., Contreras B., Krieger J., Grgic J., Delcastillo K., Belliard R., Alto A. (2019). Resistance Training Volume Enhances Muscle Hypertrophy but Not Strength in Trained Men. *Med Sci Sports Exerc*. 51(1):94-103. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30153194/>
17. Schoenfeld B.J., Vigotsky A.D., Grgic J., Haun C., Contreras B., Delcastillo K., Francis A., Cote G., Alto A. (2020). Do the anatomical and physiological properties of a muscle determine its adaptive response to different loading protocols? *Physiological Reports*. 8(9):e14427. <https://doi.org/10.14814/phy2.14427>
18. Stone M.H., Hornsby W.G., Suarez D.G., Duca M., Pierce K.C. (2022). Training Specificity for Athletes: Emphasis on Strength-Power Training: A Narrative Review. *J Funct Morphol Kinesiol*. 7(4):102. <https://www.mdpi.com/2411-5142/7/4/102>
19. Telles G.D., Libardi C.A., Conceição M.S., Vechin F.C., Lixandrão M.E., DE Andrade A.L.L., Guedes D.N., Ugrinowitsch C., Camera D.M. (2021). Time Course of Skeletal Muscle miRNA Expression after Resistance, High-Intensity Interval, and Concurrent Exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 53(8):1708-1718. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33731656/>
20. Zhao H., Cheng R., Song G., Teng J., Shen S., Fu X., Yan Y., Liu C. (2022). The Effect of Resistance Training on the Rehabilitation of Elderly Patients with Sarcopenia: A Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 19(23):15491. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9739568/>
12. Lähteenmäki E.I., Koski M., Koskela I., Lehtonen E., Kankaanpää A., Kainulainen H., Walker S., Lehti M. (2022). Resistance exercise with different workloads have distinct effects on cellular respiration of peripheral blood mononuclear cells. *Physiological Reports*. 9(23):e15394. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35852047/>
13. Momma H., Kawakami R., Honda T., Sawada S.S. (2022). Muscle-strengthening activities are associated with lower risk and mortality in major non-communicable diseases: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Br J Sports Med*. 56(13):755-763. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35228201/>
14. O'Bryan S., Giuliano C., Woessner M., Vogrin S., Smith C., Duque G, Levinger I. (2022). Progressive Resistance Training for Concomitant Increases in Muscle Strength and Bone Mineral Density in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35608815/>
15. Park J.H., Lim N.K., Park H.Y. (2024). Associations of resistance training levels with low muscle mass: a nationwide cross-sectional study in Korea. *Eur Rev Aging Phys Act*. 21(1):5. <https://eurapa.biomedcentral.com/articles/10.1186/s11556-024-00339-6>
16. Schoenfeld B.J., Contreras B., Krieger J., Grgic J., Delcastillo K., Belliard R., Alto A. (2019). Resistance Training Volume Enhances Muscle Hypertrophy but Not Strength in Trained Men. *Med Sci Sports Exerc*. 51(1):94-103. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30153194/>
17. Schoenfeld B.J., Vigotsky A.D., Grgic J., Haun C., Contreras B., Delcastillo K., Francis A., Cote G., Alto A. (2020). Do the anatomical and physiological properties of a muscle determine its adaptive response to different loading protocols? *Physiological Reports*. 8(9):e14427. <https://doi.org/10.14814/phy2.14427>
18. Stone M.H., Hornsby W.G., Suarez D.G., Duca M., Pierce K.C. (2022). Training Specificity for Athletes: Emphasis on Strength-Power Training: A Narrative Review. *J Funct Morphol Kinesiol*. 7(4):102. <https://www.mdpi.com/2411-5142/7/4/102>
19. Telles G.D., Libardi C.A., Conceição M.S., Vechin F.C., Lixandrão M.E., DE Andrade A.L.L., Guedes D.N., Ugrinowitsch C., Camera D.M. (2021). Time Course of Skeletal Muscle miRNA Expression after Resistance, High-Intensity Interval, and Concurrent Exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 53(8):1708-1718. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33731656/>
20. Zhao H., Cheng R., Song G., Teng J., Shen S., Fu X., Yan Y., Liu C. (2022). The Effect of Resistance Training on the Rehabilitation of Elderly Patients with Sarcopenia: A Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 19(23):15491. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9739568/>

Надійшла до друку 28.12.2024