

**КОРИТКО Зоряна**

Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського  
<https://orcid.org/0000-0002-7262-4723>

e-mail: [korytko@ukr.net](mailto:korytko@ukr.net)

**КУЛІТКА Едуард**

Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського  
<https://orcid.org/0000-0002-8485-3195>

e-mail: [2992997@ukr.net](mailto:2992997@ukr.net)

**ПАВЛЮК Оксана**

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0000-0003-0016-2416>

e-mail: [pavliuko@khmnu.edu.ua](mailto:pavliuko@khmnu.edu.ua)

## ВПЛИВ ПОВТОРНИХ ЛОКАЛЬНИХ СИЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА МЕХАНІЗМИ АДАПТАЦІЇ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ

*Силові здібності є ваговою складовою успіху у досягненні високих результатів не лише у сучасному спорті, але й активно використовуються також у фітнес-програмах для підтримки загального здоров'я. Дослідження адаптаційних процесів у відповідь на силові навантаження має важливе значення для розвитку рекомендацій щодо безпечних та ефективних тренувальних програм. Здатність адаптуватися і виконувати постійно зростаючі фізичні навантаження (ФН) забезпечують усі функціональні системи організму, головною ланкою яких є серцево-судинна система (ССС). У зв'язку з цим, метою даного дослідження було виявити механізми адаптації ССС до повторних локальних динамічних силових навантажень на основі аналізу змін кардіогемодинаміки у важкоатлетів, які спеціалізуються на тренуванні силових витривалості. Матеріал і методи. У 15 висококваліфікованих важкоатлетів досліджували параметри центральної гемодинаміки (ЦГД), а також показники функціональних резервів серця і вегетативного статусу після виконання трьох підходів локальних силових ФН (25 % від максимальної довільної сили) «до відмови» та у період відновлення (на 5 і 10 хвилинах). Результати. Аналіз зміни кардіогемодинаміки у важкоатлетів у відповідь на повторні локальні динамічні силові навантаження, показав, що навіть для висококваліфікованих спортсменів три підходи силових вправ «до відмови» із відпочинком тривалістю 1 хв були надмірними, оскільки викликали посилену активацію механізмів адаптації ССС і вказували на ознаки перенапруження у роботі серця. Про процеси перенапруження серця сигналізувало суттєве підвищення серцевого викиду, різке зниження пульсового артеріального тиску, значне підвищення потужності лівого шлуночка, а також швидкості вигнання крові та затрат енергії на переміщення літри крові. Ці показники після третього ФН різко змінювалися ( $p < 0,01$ ). Окрім того, виявлені параметри, які вказували на неадекватність ФН до функціональних можливостей. До них були віднесені показники функціональних резервів ССС, які різко зростали після третього ФН ( $p < 0,01$ ), такі як: середній артеріальний тиск (АТ сер), який свідчив про втому; коефіцієнт витривалості (КВ), який вказував на ослаблення роботи серця; індекс Робінсона (ІР), який свідчив про ослаблення насосної функції серця. Висновки. Вивчення процесів реакції ССС на повторні локальні силові навантаження «до відмови» у тренуваних важкоатлетів і виявлення показників ЦГД, які вказують на перенапруження серця, дозволить краще зрозуміти механізми адаптації ССС до силових тренувань, а також допоможе у дозуванні ФН для оптимізації тренувальних програм з метою покращення результатів та збереження здоров'я спортсменів, а також осіб, які використовують силові навантаження у фітнес-програмах.*

**Ключові слова:** кардіогемодинаміка, функціональні резерви, серце, важкоатлети, силові навантаження

<http://doi.org/10.31891/pcs.2024.3.10>

### 1. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Відомо, що високі спортивні досягнення та поступове підвищення рівня тренуваності спортсменів, а також вдосконалення фізичних кондицій осіб, які регулярно займаються фізичною культурою, базуються на адаптаційних процесах, що відбуваються в організмі під час регулярних фізичних навантажень. З точки зору сучасної фізіології,

адаптація до ФН є багаторівневим і комплексним процесом, у якому беруть участь всі основні системи організму, зокрема серцево-судинна, нервово-м'язова та ендокринна системи. Тривалі ФН призводить до скоординованої взаємодії між усіма тканинами організму з метою задовільнити підвищену потребу клітин в енергії під час виконання фізичних вправ. Згодом цей метаболічний стрес, пов'язаний з кожним окремим тренуванням, створює основу для довготривалої адаптації тканин, включаючи

ССС, скелетні м'язи, жирову тканину, печінку, підшлункову залозу, кишечник і мозок [1].

Центральним завданням адаптації є забезпечення ефективного виконання навантажень з мінімальними витратами енергії, що дозволяє організму досягати високого рівня продуктивності. При цьому, реакція серця на різке ФН демонструє не лише резервну здатність ССС, кінцевою метою гемодинамічних адаптацій якої є задоволення потреб у підвищеному кисні й метаболічному запиті, але й характеризує фізіологічні резерви цілого організму, його функціональні можливості [2].

## 2. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

На сьогодні адаптаційні зміни ССС у відповідь на динамічні навантаження достатньо добре вивчені. Вважають, що зміни регуляції системного кровообігу під впливом тривалих ФН динамічного характеру повністю вкладаються у відомі принципи економізації функціонування систем. Дослідники стверджують, що у спортсменів циклічних видів спорту, що тренуються на розвиток витривалості, економізація проявляється у зниженні величини серцевого викиду (ХОК), у порівнянні з спортсменами, які спеціалізуються у швидко-силових та силових видах спорту. Відмінності стосуються й інших гемодинамічних параметрів (ЧСС, систолічного об'єму, загального периферичного опору судин тощо) [3].

Разом з тим, силові навантаження, особливо при виконанні інтенсивних та повторних вправ, викликають специфічні реакції ССС, які суттєво відрізняються від реакцій на динамічні циклічні вправи (наприклад, біг або плавання). Якщо динамічні навантаження стимулюють підвищення витривалості та добре відому у спорті економізацію роботи серця, то локальні силові навантаження викликають короточасні, але значні пікові зміни в гемодинаміці, включно зі зростанням артеріального тиску та збільшенням серцевого викиду [4].

Тривалий час серед клінічної спільноти силові навантаження традиційно сприймалися як небезпечні через передбачуване потенційне надмірне збільшення або навіть відхилення в

гемодинаміці, зокрема наприклад, частоти серцевих скорочень (ЧСС), артеріального тиску (АТ) і серцевого викиду. Вважали, що силові навантаження можуть збільшити ризик гострого серцево-судинного захворювання чи ускладнення, у тому числі й гіпертензії, ішемії міокарда та фібриляції передсердь [5] навіть у здорових людей, а у програмах оздоровлення використання таких навантажень не передбачалося. Тому вивчення механізмів адаптації ССС до силових навантажень у програмах оздоровлення та відновлення тільки набирає обертів [6, 7]. За останні 10 років зросла кількість досліджень, які показують переваги силового тренування для стану ССС, навіть для хворих людей і людей старших вікових груп [8].

Разом з тим, у порівнянні з аеробним тренуванням, сприятливі адаптаційні реакції ССС, викликані силовими навантаженнями, ігнорувалися протягом багатьох років. В силу цього, механізми індукованих силовими тренуваннями серцево-судинних адаптацій досі повністю не розкриті [9]. Окремі автори вважають, що силові тренування високої інтенсивності зі змінним опором взагалі не призводять до адаптаційного покращення серцево-судинної функції. Фізіологічні реакції, виміряні під час тренування, свідчать про те, що ця відсутність серцево-судинної адаптації може бути пов'язана з низьким відсотком  $VO_2^{max}$ , викликаним цією формою вправ [10].

## 3. ВИДІЛЕННЯ НЕВИРШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ, ЯКИМ ПРИСВЯЧУЄТЬСЯ СТАТТЯ

На сьогодні існує недостатня кількість досліджень, які б систематично вивчали тривалі ефекти повторних силових навантажень на гемодинамічні параметри, особливо у спортсменів, які спеціалізуються у силових видах спорту. Наразі існує потреба в глибшому розумінні того, як силові тренування впливають на такі аспекти, як відновлення після навантажень, тривалі зміни у структурі та функції серця, а також адаптаційні зміни у регуляції судинного тону [11].

Окремий інтерес становить питання щодо відмінностей у механізмах адаптації в залежності від типу і обсягу силових навантажень. Важливо з'ясувати, чи

впливають різні протоколи тренувань, такі як тренування на силу, витривалість або швидкість, на особливості довготривалої адаптації ССС. Це може мати важливі практичні наслідки для підбору оптимальних тренувальних режимів, що сприяють досягненню найкращих результатів із збереженням здоров'я спортсменів [12].

Зважаючи на те, що силові навантаження стали важливим компонентом не лише професійного спорту, але й програм для підтримки загального здоров'я та фітнесу, дослідження адаптаційних процесів у відповідь на такі навантаження має важливе значення для розвитку рекомендацій щодо безпечних та ефективних тренувальних програм.

#### 4. ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТИ

Мета цього дослідження – вивчити механізми адаптації ССС до повторних локальних динамічних силових навантажень на основі аналізу змін кардіогемодинаміки у важкоатлетів, які спеціалізуються на тренуванні силової витривалості.

**Матеріал та методи дослідження.** До досліджень залучено 15 важкоатлетів високої кваліфікації (I розряд – МС) віком 18-20 років. Спортсмени виконували три підходи силових навантажень м'язами верхніх кінцівок на тренажері. Силові навантаження величиною 25 % від максимальної довільної сили (МДС) виконувалися у ритмі одне скорочення за секунду «до відмови». Між підходами використовували відносно повний інтервал відпочинку, який складає 60 с для добре тренуваних людей, що тренують силову витривалість [13].

Для дослідження впливу повторних силових навантажень на стан ССС вимірювали: частоту серцевих скорочень (ЧСС, ск./хв) пальпаторним методом; аттеріальний тиск (АТ, мм рт.ст.) – систолічний (САТ) та діастолічний (ДАТ) за методом Короткова, а також використовували окремі параметри ССС, отримані із запису грудної реограми на комп'ютерному реографі ReoCom (ХАІ). З реограм проаналізовані наступні показники: ударний об'єм (УО, мл), ударний індекс (УІ, мл/м<sup>2</sup>), хвилинний об'єм крові (ХОК, л/хв),

серцевий індекс (СІ, л/хв/м<sup>2</sup>), загальний периферичний опір судин (ЗПОС, дин\*с/см<sup>5</sup>), об'ємна швидкість вигнання крові (Ve, мл/с), потужність лівого шлуночка (W, Вт), витрати енергії на переміщення 1 л крові (Ve, Вт/л), індекс напруження міокарда (ІНМ, %) та інші [14, 15].

За величиною СІ визначали тип кровообігу. До гіпокінетичного типу (ГКТ) відносили спортсменів з  $СІ \leq 2,99$ ; до еукінетичного типу (ЕКТ) – з СІ від 3,0 до 3,9; до гіперкінетичного (ГрКТ) – з  $СІ \geq 3,9$ .

Крім того, для характеристики функціональних резервів ССС розраховувалися такі показники: індекс Робінсона (ІР, ум.од.), коефіцієнт економичності кровообігу (КЕК, ум.од.) та коефіцієнт витривалості (КВ, ум.од.).

Для оцінювання вегетативного тону використовували індекс Кердо (ІК, ум.од.) [15].

Усі виміри проводили у стані спокою (вихідний рівень), відразу після кожного силового навантаження (I, II і III), а також на 5-ій та 10-ій хвилині відновлення.

Результати обстежень спортсменів опрацьовані статистично з використанням статистичних програм «Excel 2010 for Windows» (Microsoft) та SPSS 11.5. Результати представлені у середньоарифметичних значеннях (M), стандартна похибка середнього (m), n – об'єм вибірки.

Вірогідність різниці групових середніх величин визначено з допомогою параметричного критерію Стьюдента та непараметричного критерію Вілкоксона при значимості  $P < 0,05$  [16, 17].

#### 3. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ З ПОВНИМ ОБҐРУНТУВАННЯМ ОТРИМАНИХ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Результати досліджень впливу повторних локальних силових навантажень обсягом 25 % від МДС на показники центральної гемодинаміки (ЦГД) у професійних спортсменів важкоатлетів у стані спокою, після трьох повторних динамічних силових навантажень та у різні періоди відновлення представлені у таблиці 1.

**Динаміка параметрів ЦГД у відповідь на повторні локальні силові навантаження  
25 % від МДС**

Показники	Спокій	Навантаження			Відновлення	
		I	II	III	5 хв	10 хв
R-R, с	0,83 ± 0,04	0,72 ± 0,02*	0,6 ± 0,01**	0,45 ± 0,01**	0,69 ± 0,02*	0,82 ± 0,02
ЧСС, ск./хв	72,6 ± 3,47	83,6 ± 2,8*	99,4 ± 2,41**	122,8 ± 2,36**	87,6 ± 2,68*	73,2 ± 1,83
САТ, мм рт.ст.	124,4 ± 6,78	167,0 ± 4,06**	161,0 ± 4,3**	161,0 ± 4,8**	139,0 ± 2,92*	122,0 ± 5,6
ДАТ, мм рт.ст.	75,0 ± 2,24	73,0 ± 1,22	73,0 ± 1,32	84,0 ± 1,0*	77,0 ± 1,22	71,0 ± 3,32
АТсер., мм рт.ст.	96,22 ± 2,47	98,86 ± 0,67	102,68 ± 0,51*	110,67 ± 0,71*	99,82 ± 0,64	96,37 ± 0,44
АТпульс., мм рт.ст.	49,0 ± 5,57	94,0 ± 4,85**	88,0 ± 5,5**	77,0 ± 4,64*	62,0 ± 3,03*	51,0 ± 4,3
УО, мл	87,98 ± 2,47	131,68 ± 2,98**	128,86 ± 0,51**	116,7 ± 2,63*	93,4 ± 2,18*	91,5 ± 2,83
УІ, мл/м <sup>2</sup>	53,79 ± 1,2	80,5 ± 1,8**	78,7 ± 1,87**	71,36 ± 1,32*	57,4 ± 1,42	55,99 ± 1,89
ХОК, л/хв	6,41 ± 0,43	10,99 ± 0,31**	12,77 ± 0,13**	15,51 ± 0,57**	8,18 ± 0,29*	6,7 ± 0,26
СІ, л/хв/м <sup>2</sup>	3,92 ± 0,21	6,72 ± 0,18**	7,82 ± 0,2	9,49 ± 0,34**	5,01 ± 0,21*	4,1 ± 0,21
ЗПОС, дин*с*м <sup>2</sup> /см <sup>5</sup>	3328,2 ± 205,34	1965,3 ± 42,85**	1754,5 ± 40,15**	1562,3 ± 49,52**	2673,9 ± 98,85**	3157,33 ± 133,75
ІНМ, %	25,43 ± 0,23	26,11 ± 0,16	26,87 ± 0,09*	27,99 ± 0,08	26,32 ± 0,14*	25,49 ± 0,12
Ve, мл/с	352,82 ± 14,08	554,19 ± 10,34**	571,33 ± 11,34**	560,31 ± 14,07**	399,33 ± 9,34*	368,19 ± 11,52
W, Вт	4,52 ± 0,21	7,29 ± 0,14**	7,81 ± 0,13**	8,25 ± 0,24**	5,3 ± 0,14*	4,72 ± 0,15
Ve, Вт/л	12,8 ± 0,11	13,8 ± 0,09*	13,7 ± 0,07*	14,7 ± 0,09*	13,3 ± 0,08*	12,8 ± 0,06

Примітка: ♦ – P < 0,05; ♦♦ – P < 0,01 – вірогідність між спокоєм і відповідним станом

Аналіз показників ЦГД у стані спокою свідчить (таблиця 1), що у даних важкоатлетів високої кваліфікації під впливом великих тренувальних та змагальних силових навантажень сформований гіперкінетичний тип кровообігу з високим серцевим індексом (СІ = 3,92 ± 0,21). Такий тип кровообігу є найменш економічним, про що свідчить високий хвилинний об'єм крові у стані спокою (ХОК = 6,41 ± 0,43 л/хв), а відповідно і ударний індекс (УІ = 53,79 ± 1,2 мл/м<sup>2</sup>), високий загальний периферичний опір судин (ЗПОС = 3328,2 ± 71,6). У досліджуваних спортсменів виявлені ознаки перенапруження міокарду, що підтверджується високими показниками у стані спокою, такими як: потужність лівого шлуночка (W = 4,52 ± 0,21 Вт) та витрати на переміщення літри крові (Ve = 12,8 ± 0,11 Вт/л), а також об'ємна швидкість вигнання крові (Ve = 352,82 ± 14,08 мл/с). Ці показники суттєво вищі за аналогічні параметри у висококваліфікованих спортсменів інших спеціалізацій, зокрема й дзюдоїстів, які у своєму тренувальному процесі також використовують силові навантаження [18].

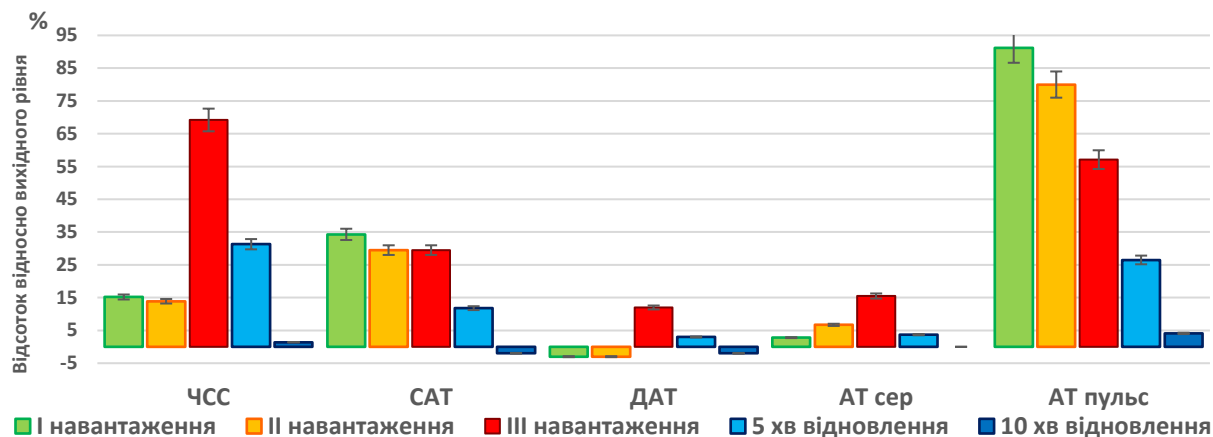
Разом з тим, високий ударний об'єм у стані спокою (УО = 87,98 ± 2,47 мл) та зниження показника загального

периферичного опору судин під впливом фізичних навантажень свідчать про загалом високу тренуваність даних спортсменів, оскільки відомо, що регулярні тренування призводять до серцево-судинних змін, які ведуть до покращення показників витривалості. При цьому зростає скорочувальна здатність міокарду, що забезпечує більше наповнення шлуночків і, як наслідок, більший ударний об'єм в стані спокою та збільшення максимального серцевого викиду під впливом навантажень. Паралельно зі збільшенням максимального серцевого викиду збільшується перфузійна здатність м'язів, що забезпечує більшу доставку кисню. При цьому артерії, артеріоли та капіляри адаптуються за структурою та кількістю для розподілення серцевого викиду в організмі спортсмена, зводячи до мінімуму опір потоку крові. В процесі роботи периферичний судинний опір здатний різко знижуватися у порівнянні зі спокоєм, що веде до збільшення кровотоку в працюючих м'язах [10].

Як видно з таблиці 1, навіть у висококваліфікованих спортсменів повторні локальні силові навантаження невеликої потужності (25 % від МДС) призводять до суттєвих змін параметрів серцевої діяльності.

Особливо це стосується змін у діяльності серця та його функціональних резервів після третього підходу до виконання силових вправ.

Зміни ЧСС та АТ важкоатлетів у відповідь на повторні силові навантаження та у різні періоди відновлення у відсотках відносно рівня спокою представлені на **рис.1**.



**Рис. 1.** Зміни ЧСС та артеріального тиску у важкоатлетів після навантаження та у період відновлення (%)

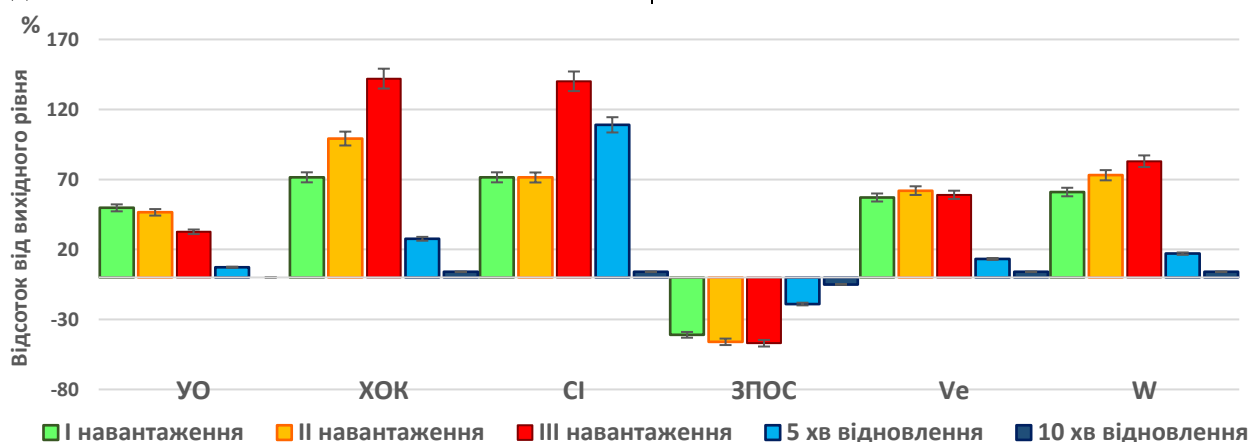
Як видно з **рис. 1**, що перші два навантаження для спортсменів були адекватними, оскільки у них відповідно до навантаження зростав пульс (на 14–15 %,  $p < 0,05$ ), зростав САТ (на 30–35 %,  $p < 0,01$ ) і була відмічена тенденція до зниження ДАТ ( $p > 0,05$ ), а відповідно зростав АТ пульсовий (на 80–91 %,  $p < 0,01$ ). Особливо не змінювався при цьому АТ середній ( $p > 0,05$ ). Разом з тим, після третього підходу зміни цих показників свідчили про фізичну втому і неадекватність ФН, оскільки різко зростав ЧСС (на 69,2 %,  $p < 0,01$ ), зростав ДАТ (на 12 %,  $p < 0,05$ ) і як наслідок, знижувався АТ пульсовий у порівнянні з попередніми двома підходами. Особливо негативним було те, що зростав АТ середній (на 16 %,  $p < 0,05$ ), який при адекватних навантаженнях зазвичай

знижується, а при неадекватних – підвищується, що свідчить про втому [19].

Разом з тим, висока тренуваність спортсменів підтверджувалася швидкою реституцією усіх описаних вище параметрів, які різко знижувалися до 5 хв відновлення та поверталися до норми уже на 10 хв відновлення.

Висока тренуваність важкоатлетів прослідковувалася також за змінами інших параметрів (УО, ХОК, СІ, ЗПОС, Ve, W), які характеризують роботу серця, після навантаження та при відновленні (**таблиця 1**).

Динаміка цих показників у важкоатлетів після ФН та у період відновлення представлені у відсотках змін у порівнянні з вихідним станом на **рис. 2**.



**Рис. 2.** Зміни показників роботи серця у важкоатлетів після навантаження та у період відновлення (%)

Як видно з **рис. 2**, що зміни параметрів, які характеризують роботу серця, практично однакові після першого та другого ФН, що

свідчить про адекватність цих навантажень для даних спортсменів. При цьому майже однаково зростали показники УО, ХОК, СІ,

Ve та W, а також на однакову величину знижувався ЗПОС ( $p < 0,01$ ).

Реакція організму спортсменів на третє ФН відрізнялася, оскільки різко зростала величина ХОК ( $p < 0,01$ ), а відповідно і СІ, а величина УО знижувалася ( $p < 0,05$ ), що могло на перший погляд здатися неадекватною реакцією організму спортсмена на III ФН, навіть попри те, що ЗПОС далі залишався зниженим ( $p < 0,01$ ).

Разом з тим, відомо, що величина УО наближається до свого максимуму уже при поглинанні кисню близькому до 40 % від максимального, тобто при ЧСС біля 110 ск./хв, після чого зростання серцевого викиду відбувається більше за рахунок зростання ЧСС, а не за рахунок УО [15, 20]. Така реакція ССС спостерігалась у важкоатлетів після третього ФН. У них після III ФН при ЧСС  $122,8 \pm 2,36$  ск./хв припинилось зростання УО, а величина ХОК зростала за рахунок різкого підвищення ЧСС (на 69,2 %,  $p < 0,01$ ).

Показники швидкості вигнання крові (Ve) та потужності лівого шлуночка (W) були

приблизно однакові після усіх трьох навантажень і, як і усіх інші параметри ЦГД. Вони повністю відновлювалися до 10 хв, що може свідчити про адекватність цих повторних локальних силових навантажень до функціональних можливостей висококваліфікованих спортсменів-важкоатлетів і про сформовані шляхи адаптації їхньої ССС до повторних силових навантажень.

Незначні ознаки втоми від III ФН спостерігалися за змінами показника, який характеризує витрати енергії на переміщення крові (Ve). Цей показник після III ФН зріс найбільше (на 14 %,  $p < 0,05$ ) (таблиця 1).

Динаміка параметрів, які характеризують резервні можливості ССС, а також вегетативні впливи на її стан у важкоатлетів у стані спокою та у відповідь на повторні локальні силові навантаження, величиною у 25 % від МДС до «відмови», подані у таблиці 2, а зміни цих параметрів у відсотках від вихідного стану представлені на рис. 3.

Таблиця 2

**Динаміка параметрів, які характеризують функціональні резерви ССС та стан вегетативного тонуусу важкоатлетів у відповідь на повторні локальні силові навантаження 25 % від МДС**

Показники	Спокій	Навантаження			Відновлення	
		I	II	III	5 хв	10 хв
КЕК, ум.од.	$3569,0 \pm 476,2$	$7837,0 \pm 394,0^{**}$	$8716,0 \pm 401,9^{**}$	$10268,0 \pm 746,8^{**}$	$5429,0 \pm 327,3^{**}$	$3719,0 \pm 276,6$
IP, ум.од.	$90,92 \pm 6,38$	$140,52 \pm 5,31^{**}$	$160,82 \pm 364^{**}$	$215,18 \pm 9,56^{**}$	$122,79 \pm 4,77^{**}$	$90,07 \pm 3,43$
KB, ум.од.	$15,51 \pm 1,7$	$9,022 \pm 0,65^{**}$	$11,57 \pm 0,92^*$	$17,47 \pm 0,95^*$	$14,32 \pm 0,92$	$14,8 \pm 1,36$
IK, ум.од.	$-4,69 \pm 7,66$	$12,46 \pm 1,8^*$	$26,5 \pm 0,54^{**}$	$36,65 \pm 1,35^{**}$	$11,83 \pm 2,6^*$	$2,6 \pm 5,63$

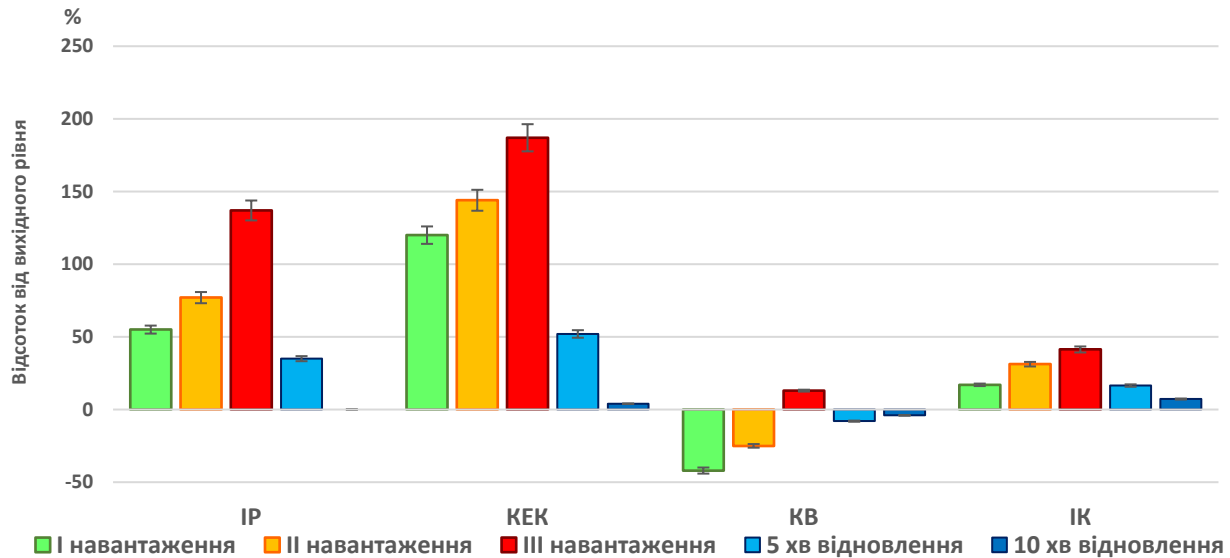
Примітка: ♦ –  $P < 0,05$ ; ♦♦ –  $P < 0,01$  - вірогідність між спокоєм і відповідним станом

Як видно з таблиці 1, що у стані спокою показники, які характеризують резервні можливості апарату кровообігу, а саме: коефіцієнт економічності кровообігу (КЕК), коефіцієнт витривалості (KB) та вегетативний індекс Кердо (IK) у даних спортсменів знаходилися у межах фізіологічної норми, що свідчило про загалом задовільний стан функціональних резервів їхньої ССС. Виняток складав лише показник індексу Робінсона (IP), який більше характеризує систолічну роботу серця. За оцінкою IP рівень функціональних можливостей серця спортсменів, які брали участь у дослідженні, характеризувався як «нижче за середній», що очевидно пов'язано з тим, що цей індекс

загалом більше використовується для оцінювання максимальних аеробних можливостей, а спортсмени-важкоатлети адаптовані до ФН іншого характеру [21]. Разом з тим, цей індекс використовується у обстеженнях із використанням силових навантажень для характеристики скоротливої роботи серця та її змін при повторних ФН [20].

Динаміка показників IP, КЕК та KB, які характеризують рівень функціональних резервів ССС у важкоатлетів у відповідь на повторні локальні силові навантаження «до відмови» та у період відновлення, а також зміни показника вегетативного статусу (IK)

представлені на **рис. 3** у відсотках до вихідного стану.



**Рис. 3.** Зміни функціональних резервів серця та вегетативного тону у важкоатлетів після навантаження та у період відновлення (%)

Динаміка цих параметрів свідчить про задовільний стан функціональних резервів ССС та вегетативного тону у спортсменів-важкоатлетів, оскільки перші два ФН були виконані з помірною активізацією функціональних резервів (до 77 % за IP до 144 % за КЕК,  $p < 0,01$ ), при цьому показник КВ, який характеризує термінову адаптацію ССС до ФН, знижувався (на 42 % після I ФН і 25 % після II ФН,  $p < 0,01$ ), що свідчило про посилення функції серця та на тлі значної активації симпатичної нервової системи. Усі ці зміни є адекватною реакцією з боку ССС на зростаючі ФН, оскільки літературні дані свідчать, що у осіб, які займаються фізичною культурою, адаптаційні можливості серцево-судинної системи в більшій мірі залежать від центральних механізмів регуляції обмінних процесів, ніж від гуморальних факторів регуляції [22].

Поряд з тим, після третього ФН активізація резервів ССС була більш значною (до 137 % за IP і 187 % за КЕК,  $p < 0,01$ ) і при цьому було відзначено значне напруження регуляторних механізмів (до 42,34 % за ІК,  $p < 0,01$ ), що загалом не вважається порушенням адаптаційних реакцій з боку серцево-судинної системи [23, 24]. Хоча цікаво, що при порівнянні змін параметрів ЦГД при динамічних силових навантаженнях «до відмови» у висококваліфікованих важкоатлетів з аналогічними параметрами ЦГД у висококваліфікованих легкоатлетів-

бігунів «до відмови» можна відзначити більшу активацію функціональних резервів серця при силових навантаженнях. Силові динамічні навантаження у важкоатлетів у порівнянні з динамічними навантаженнями у бігунів при майже однаковому САТ після ФН спричиняли вищі зміни ЧСС, середнього артеріального тиску, серцевого викиду, зниження АТ пульсового, а найголовніше більш посилювали роботу лівого шлуночка, швидкість вигнання крові та затрати енергії на переміщення літри крові [25].

Разом з тим, спортсмени-важкоатлети, які долучилися до даних досліджень, мали високу тренуваність, що також підтверджено майже повною реституцією на 10 хв параметрів, які характеризують функціональні резерви ССС та показником ІК, який віддзеркалює стан вегетативної нервової системи.

На напруження механізмів адаптації та незадовільне перенесення III ФН вказувало лише зростання КВ (на 13 % у порівнянні із станом спокою та на 51 % у порівнянні із II ФН,  $p < 0,05$ ), який свідчив про ослаблення функції серця у цих спортсменів.

#### 4. ВИСНОВКИЗ ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМКУ

Отже, аналізуючи зміни кардіогемодинаміки у важкоатлетів, які спеціалізуються на тренуванні силовій

витривалості, у відповідь на повторні локальні динамічні силові навантаження можна підсумувати, що навіть для висококваліфікованих спортсменів три підходи силових вправ «до відмови» із відпочинком тривалістю 1 хв викликали надмірну активацію механізмів адаптації ССС і вказували на ознаки перенапруження у роботі серця.

Параметри ЦГД, які сигналізували про процеси перенапруження серця, були: різко підвищені показники серцевого викиду, знижені параметри пульсового артеріального тиску, підвищені показники потужності лівого шлуночка, швидкості вигнання крові та затрат енергії на переміщення літри крові, які різко змінювалися після III ФН.

Окрім того, параметри, які вказували на неадекватність III ФН до функціональних можливостей спортсменів, були наступні показники функціональних резервів ССС, такі як: середній артеріальний тиск (АТ сер), який свідчив про втому; коефіцієнт витривалості (КВ), який вказував на ослаблення роботи серця; індекс Робінсона (ІР), який свідчив про ослаблення насосної функції серця.

Таким чином, вивчення процесів реакції ССС на повторні локальні силові навантаження «до відмови» у тренуваних важкоатлетів, адаптованих до цих силових навантажень, дозволить краще зрозуміти механізми адаптації ССС до силових тренувань, а також шляхи реалізації функціональних резервів серця при ФН. Це допоможе у дозуванні ФН (інтенсивність, обсяг, час відновлення) з використанням критеріїв адекватності фізичних навантажень до функціонального стану організму, що дасть можливість оптимізувати тренувальні програми для покращення результатів та збереження здоров'я спортсменів, а також осіб, які використовують силові навантаження у фітнес-програмах.

**Перспективи подальших розвідок у даному напрямку.** З метою поглибленого вивчення механізмів адаптації серцево-судинної системи до тривалих силових навантажень доцільно було б вивчити відмінності у шляхах розгортання адаптаційних резервів ССС у спортсменів високої та низької кваліфікації, а також вивчити вплив навантажень різного обсягу та інтенсивності.

#### Література

1. Stephen P. Ashcroft, Ben Stocks, Brendan Egan, Juleen R. Zierath. Exercise induces tissue-specific adaptations to enhance cardiometabolic health. *Cell Metabolism*. 2024. Vol. 36. no. 2. P. 278–300. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2023.12.008>.
2. Pittaras Andreas, Faselis Charles, Doumas Michael, Grassos Charalampos, Kokkinos Peter. Physical Activity and Cardiac Morphologic Adaptations. *Rev. Cardiovasc. Med.* 2023. Vol. 24. no 5. P. 142. <https://doi.org/10.31083/j.rcm2405142>.
3. Тимчик, С. Г., Бриксіні, О. О., & Омелянчук, Є. П. Вплив різних типів навантажень на серцево-судинну й м'язову системи в процесі занять фізичним вихованням на відділенні атлетичної гімнастики. *Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова*. 2021. Т.5. №136. С. 128–132. [https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2021.5\(135\).30](https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2021.5(135).30).
4. Moreira O.C., C.E.P. Oliveira, D.G. Matos, S.F. Silva, R.C. Hickner, F.J. Aidar. Cardiovascular response to strength training is more affected by intensity than volume in healthy subjects. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*. 2017. P. 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.ramd.2017.01.002>.
5. Hansen D, Abreu A, Doherty P, Völler H. Dynamic strength training intensity in cardiovascular rehabilitation: is it time to reconsider clinical practice? A systematic review. *Eur J Prev Cardiol*. 2019. Vol. 26. P. 1483–1492.
6. Ueno K, Kamiya K, Hamazaki N, Nozaki K, Ichikawa T, Yamashita M, et al. Leg strength and incidence of heart failure in patients with acute coronary syndrome. *Eur J Prev Cardiol*. 2024. Vol. 31. P. 834–842.
7. Seo, D.Y., Kwak, H.B., Kim, A.H. et al. Cardiac adaptation to exercise training in health and disease. *Pflugers Arch - Eur J Physiol* 2020. Vol. 472. P. 155–168. <https://doi.org/10.1007/s00424-019-02266-3>.
8. Kambič Tim, Dominique Hansen, Thijs M H Eijsvogels, High-load resistance training in cardiac rehabilitation: is it time to debunk old clinical dogmas for a better clinical tomorrow?, *European Journal of Preventive Cardiology*. 2024. Vol. 31. no. 12. P. e92–e94. <https://doi.org/10.1093/eurjpc/zwae079>.
9. Melo, S.F.S., da Silva Júnior, N.D., Barauna, V.G., Oliveira, E.M. Cardiovascular Adaptations Induced by Resistance Training in Animal Models. *International Journal of Medical Sciences*. 2018. Vol. 15. no. 4. P. 403–410. <https://doi.org/10.7150/ijms.23150>.
10. Hurley, B. F., Seals, D. R., Ehsani, A. A., Cartier, L. J., Dalsky, G. P., Hagberg, J. M., & Holloszy, J. O. Effects of high-intensity strength training on cardiovascular function. *Medicine and science in sports and exercise*. 1984. Vol. 16. no 5. P. 483–488. <https://doi.org/10.1249/00005768-198410000-00011>.
11. Hellsten, Y., & Nyberg, M. Cardiovascular Adaptations to Exercise Training. *Comprehensive Physiology*. 2015. Vol. 6. no. 1. P. 1–32. <https://doi.org/10.1002/cphy.c140080>.



12. Hughes, D. C., Ellefsen, S., & Baar, K. Adaptations to Endurance and Strength Training. *Cold Spring Harbor perspectives in medicine*. 2018. Vol. 8. no. 6. P. 29769. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a029769>.
13. Пітин М.П. Навантаження та відпочинок як компоненти методів спортивного тренування та фізичного виховання. Львів, 2018. 12 с
14. Коритко З.І. Особливості фізіологічних механізмів адаптації серцево-судинної системи спортсменів-бігунів до граничних фізичних навантажень. *Вісник проблем біології і медицини*. 2011. Вип.2. Т. 1. С.207–211.
15. Коритко З. Медико-біологічні основи рухової активності: навч. посіб. Львів : ЛДУФК ім. Івана Боберського, 2020. 223 с. <http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/27946>.
16. Лапач СН, Чубенко АВ, Бабич ПН. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel. Київ: Морион, 2000. 320 с.
17. Медична інформатика : навч. посібник для студентів мед. ун-тів / В. Г. Книгавко, О. В. Зайцева, М. А. Бондаренко та ін. – Харків : ХНМУ, 2020. 64 с.
18. Олексенко І. М. Порівняльний аналіз показників центральної гемодинаміки у спортсменів-дзюдоїстів високої кваліфікації. *Медична інформатика та інженерія*. 2011. № 3. С. 63–70.
19. Korytko, Z., Kulitka, E., Bas, O., Chornenka, H., Zahidnyu, V., & Yakubovskyi, T. Adequacy criteria of physical loadings and their use in sports, physical education, and physical rehabilitation. *Physical Education, Sport and Health Culture in Modern Society* 2020. Vol. 2, no 50. P. 68–77. <https://doi.org/10.29038/2220-7481-2020-02-68-77>.
20. Moreira O.C., V.G. Castro, M.A. Carneiro Junior, B.G. Teodoro, C.E.P. Oliveira. Behavior of heart rate, blood pressure and double product in three types of execution of bench press exercises. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo*. 2013. Vol. 23. no. 3. P. 1–5. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1888754617300278>.
21. Коритко З. І. До питання про механізми адаптації серцево-судинної системи до циклічних навантажень. *Досягнення біології та медицини*. 2010. № 2. С. 70–74. <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/47467/19-Korytko.PDF?sequence=1>.
22. Lavie, C. J., Arena, R., Swift, D. L., Johannsen, N. M., Sui, X., Lee, D. C., Earnest, C. P., Church, T. S., O'Keefe, J. H., Milani, R. V., & Blair, S. N. Exercise and the cardiovascular system: clinical science and cardiovascular outcomes. *Circulation research*. 2015. Vol. 117. no. 2. P. 207–219. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.117.305205>.
23. Коритко З. І. Сучасні уявлення про загальні механізми адаптації організму до дії екстремальних впливів. *Вісник проблем біології та медицини*. 2013. Вип. 4. № 104. С. 32–38. <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-predstavleniya-ob-obschih-mehanizmah-adaptatsii-organizma-k-deystviyu-ekstremalnyh-vozdeystviy-obzor-literatury-i>.
24. Vega, R. B., Konhilas, J. P., Kelly, D. P., & Leinwand, L. A. Molecular Mechanisms Underlying Cardiac Adaptation to Exercise. *Cell metabolism*. 2017. Vol. 25. no. 5. P. 1012–1026. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2017.04.025>.
25. Klasnja, A. V., Jakovljevic, D. G., Barak, O. F., Popadic Gacesa, J. Z., Lukac, D. D., & Grujic, N. G. Cardiac power output and its response to exercise in athletes and non-athletes. *Clinical physiology and functional imaging*. 2013. Vol. 3. No. 3. P. 201–205. <https://doi.org/10.1111/cpf.12013>.

### References

1. Stephen P. Ashcroft, Ben Stocks, Brendan Egan, Juleen R. Zierath. Exercise induces tissue-specific adaptations to enhance cardiometabolic health. *Cell Metabolism*. 2024. Vol. 36. no. 2. P. 278–300. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2023.12.008>.
2. Pittaras Andreas, Faselis Charles, Dumas Michael, Grassos Charalampos, Kokkinos Peter. Physical Activity and Cardiac Morphologic Adaptations. *Rev. Cardiovasc. Med*. 2023. Vol. 24. no 5. P. 142. <https://doi.org/10.31083/j.rcm2405142>.
3. Tymchyk, S. H., Bryksin, O. O., & Omelianchuk, Ye. P. Vplyv ryznykh typiv navantazhen na sertsevo-sudynnu y miazovu systemy v protsesi zaniat fizychnym vykhovanniam na viddilenni atletychnoi himnastyky. *Naukovyi chasopys Ukrainського derzhavnoho universytetu imeni Mykhaila Drahomanova*. 2021. Т.5. №136. С. 128–132. [https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2021.5\(135\).30](https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2021.5(135).30).
4. Moreira O.C., C.E.P. Oliveira, D.G. Matos, S.F. Silva, R.C. Hickner, F.J. Aida. Cardiovascular response to strength training is more affected by intensity than volume in healthy subjects. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*. 2017. P. 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.ramd.2017.01.002>.
5. Hansen D, Abreu A, Doherty P, Völler H. Dynamic strength training intensity in cardiovascular rehabilitation: is it time to reconsider clinical practice? A systematic review. *Eur J Prev Cardiol*. 2019. Vol. 26. P. 1483–1492.
6. Ueno K, Kamiya K, Hamazaki N, Nozaki K, Ichikawa T, Yamashita M, et al. Leg strength and incidence of heart failure in patients with acute coronary syndrome. *Eur J Prev Cardiol*. 2024. Vol. 31. P. 834–842.
7. Seo, D.Y., Kwak, H.B., Kim, A.H. et al. Cardiac adaptation to exercise training in health and disease. *Pflugers Arch - Eur J Physiol* 2020. Vol. 472. P. 155–168. <https://doi.org/10.1007/s00424-019-02266-3>.
8. Kambič Tim, Dominique Hansen, Thijs M H Eijssvogels, High-load resistance training in cardiac rehabilitation: is it time to debunk old clinical dogmas for a better clinical tomorrow?, *European Journal of Preventive Cardiology*. 2024. Vol. 31. no. 12. P. e92–e94, <https://doi.org/10.1093/eurjpc/zwae079>.
9. Melo, S.F.S., da Silva Júnior, N.D., Barauna, V.G., Oliveira, E.M. Cardiovascular Adaptations Induced by Resistance Training in Animal Models. *International Journal of Medical Sciences*. 2018. Vol. 15. no. 4. P. 403–410. <https://doi.org/10.7150/ijms.23150>.
10. Hurley, B. F., Seals, D. R., Ehsani, A. A., Cartier, L. J., Dalsky, G. P., Hagberg, J. M., & Holloszy, J. O. Effects of high-intensity strength training on cardiovascular function. *Medicine and science in sports and exercise*. 1984. Vol. 16. no 5. P. 483–488. <https://doi.org/10.1249/00005768-198410000-00011>.

11. Hellsten, Y., & Nyberg, M. Cardiovascular Adaptations to Exercise Training. *Comprehensive Physiology*. 2015. Vol. 6. no. 1. P. 1–32. <https://doi.org/10.1002/cphy.c140080>.
12. Hughes, D. C., Ellefsen, S., & Baar, K. Adaptations to Endurance and Strength Training. *Cold Spring Harbor perspectives in medicine*. 2018. Vol. 8. no. 6. P. 29769. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a029769>.
13. Pityn M.P. Navantazhennia ta vidpochynok yak komponenty metodiv sportyvnoho trenuvannia ta fizychnoho vykhovannia. Lviv, 2018. 12 s
14. Korytko Z. I. Osoblyvosti fiziologichnykh mekhanizmiv adaptatsii sertsevo-sudynnoi systemy sportsmeniv-bihuniv do hranychnykh fizychnykh navantazhen. *Visnyk problem biologii i medytsyny*. 2011. T.2. № 1. S.207–211.
15. Korytko Z. Medyko-biologichni osnovy rukhovoi aktyvnosti: navch. posib. Lviv : LDUFK im. Ivana Boberskoho, 2020. 223 c. <http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/27946>.
16. Lapach SN, Chubenko AV, Babych PN. Statystycheskye metody v medyko-byolohycheskykh yssledovaniakh s yspolzovanyem Excel. Kyiv: Moryon, 2000. 320 s.
17. Medychna informatyka : navch. posibnyk dlia studentiv med. un-tiv / V. H. Knihavko, O. V. Zaitseva, M. A. Bondarenko ta in. – Kharkiv : KhNMU, 2020. 64 s.
18. Oleksenko I. M. Porivnialnyi analiz pokaznykiv tsentralnoi hemodynamiky u sportsmeniv-dziudoistiv vysokoi kvalifikatsii. *Medychna informatyka ta inzheneriia*. 2011. № 3. S. 63–70.
19. Korytko, Z., Kulitka, E., Bas, O., Chornenka, H., Zahidnyy, V., & Yakubovskiy, T. Adequacy criteria of physical loadings and their use in sports, physical education, and physical rehabilitation. *Physical Education, Sport and Health Culture in Modern Society* 2020. Vol. 2, no 50. P. 68–77. <https://doi.org/10.29038/2220-7481-2020-02-68-77>.
20. Moreira O.C., V.G. Castro, M.A. Carneiro Junior, B.G. Teodoro, C.E.P. Oliveira. Behavior of heart rate, blood pressure and double product in three types of execution of bench press exercises. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo*. 2013. Vol. 23. no. 3. P. 1–5. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1888754617300278>.
21. Korytko Z. I. Do pytannia pro mekhanizmy adaptatsii sertsevo-sudynnoi systemy do tsyklichnykh navantazhen. *Dosiahnennia biologii ta medytsyny*. 2010. № 2. S. 70–74. <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/47467/19-Korytko.PDF?sequence=1>.
22. Lavie, C. J., Arena, R., Swift, D. L., Johannsen, N. M., Sui, X., Lee, D. C., Earnest, C. P., Church, T. S., O'Keefe, J. H., Milani, R. V., & Blair, S. N. Exercise and the cardiovascular system: clinical science and cardiovascular outcomes. *Circulation research*. 2015. Vol. 117. no. 2. P. 207–219. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.117.305205>.
23. Korytko Z. I. Suchasni uiavlennia pro zahalni mekhanizmy adaptatsii orhanizmu do dii ekstremalnykh vplyviv. *Visnyk problem biologii ta medytsyny*. 2013. Vyp. 4. № 104. S. 32–38. <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-predstavleniya-ob-obschih-mehanizmah-adaptatsii-organizma-k-deystviyu-ekstremalnykh-vozdeystviy-obzor-literatury-i>.
24. Vega, R. B., Konhilas, J. P., Kelly, D. P., & Leinwand, L. A. Molecular Mechanisms Underlying Cardiac Adaptation to Exercise. *Cell metabolism*. 2017. Vol. 25. no. 5. P. 1012–1026. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2017.04.025>.
25. Klasnja, A. V., Jakovljevic, D. G., Barak, O. F., Popadic Gacesa, J. Z., Lukac, D. D., & Grujic, N. G. Cardiac power output and its response to exercise in athletes and non-athletes. *Clinical physiology and functional imaging*. 2013. Vol. 3. No. 3. P. 201–205. <https://doi.org/10.1111/cpf.12013>

#### Abstract

**KORYTKO Zoryana, KULITKA Eduard**

Ivan Boberskyj Lviv State University of Physical Culture

**PAVLIYK Oksana**

Khmelnytskyi National University

### THE INFLUENCE OF REPEATED LOCAL STRENGTH LOADS ON THE CARDIOVASCULAR SYSTEM ADAPTATION MECHANISMS

*Power abilities are an important component of success in achieving high results in modern sports. Strength training is also used in fitness programs to support general health. The study of adaptive processes in response to force loads is important for the development of recommendations for safe and effective training programs. The ability to adapt and perform ever-increasing physical loads (PhL) is provided by all functional systems of the body, the main link of which is the cardiovascular system (CVS). In this regard, the aim of this study was to find out the mechanisms of adaptation of the cardiovascular system to repeated local dynamic force loads based on the analysis of changes in cardiohemodynamics in weightlifters who specialize in strength endurance training. Material and methods. In 15 highly qualified weightlifters, parameters of central hemodynamics (CHD), as well as indicators of functional reserves of the heart and vegetative status were studied after performing three sets of local force PhL (25% of the maximum voluntary force) "to failure" and during the recovery period (at 5 and 10 minutes). The results. The analysis of changes in cardiohemodynamics in weightlifters in response to repeated local dynamic force loads showed that even for highly qualified athletes, three sets of strength exercises "to failure" with a rest of 1 min were excessive. They caused increased activation of the mechanisms of adaptation of the cardiovascular system and indicated signs of overstrain in the work of the heart. Processes of heart overexertion were signaled by a significant increase in cardiac output, a sharp decrease in pulse arterial pressure, a significant increase in the power of the left ventricle, as well as the speed of blood expulsion and energy expenditure for moving liters of blood. These indicators changed dramatically after the third PhL ( $p < 0.05$ ). In addition, parameters were found that indicated the inadequacy of the PhL to functional capabilities. These included indicators of functional reserves of the cardiovascular system, which increased sharply after the third PhL ( $p < 0.01$ ), such as: average arterial pressure (AP aver), which*

---

*indicated fatigue; Endurance factor (ED), which indicated weakening of the heart; Robinson's index (IR), which indicated the weakening of the pumping function of the heart. Conclusions. The study of the processes of the reaction of the cardiovascular system to repeated local strength loads "to failure" in trained weightlifters and the detection of CHD indicators, which indicate cardiac overstrain, will allow a better understanding of the mechanisms of adaptation of the cardiovascular system to strength training. It will also help in the dosage of PhL to optimize training programs in order to improve the results and preserve the health of athletes, as well as people who use strength loads in fitness programs.*

**Key words:** *cardiohemodynamics, functional reserves, heart, weightlifters, power loads.*

---

**Стаття надійшла до редакції 12.07.2024 р.**