

Спосіб інтегрального оцінювання реакції організму чоловіків зрілого віку на фізичне навантаження

Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки (м. Луцьк)

Постановка наукової проблеми та її значення. Оцінка реакції організму людини зрілого віку на фізичне навантаження має важливе значення для контролю, порівняння та відслідковування динаміки функціонального стану й рівня здоров'я організму [2; 12].

Фізична активність у зрілому віці спрямована переважно на отримання задоволення від виконання фізичних вправ, а не на досягнення рекордних результатів – і більшість людей у підборі фізичного навантаження керується саме своїми почуттями. Тому темп, дистанція, швидкість завжди бувають різними. Звичайно, різниться реакція організму на це фізичне навантаження. Щоб мати можливість порівнювати функціональний стан організму в таких варіабельних складових, потрібно розробити доступний інтегральний спосіб оцінки, який би поєднував точно вираховане фізичне навантаження й реакцію організму на нього.

Аналіз досліджень цієї проблеми. Традиційно в масових дослідженнях реакції організму на фізичне навантаження вимірюють за показниками ЧСС до та після виконання вправи. На їх підставі роблять висновок про функціональний стан організму за часом відновлення ЧСС до вихідного рівня [7; 8]. Стан адаптації до фізичного навантаження визначають за його пульсовою вартістю – відношенням потужності фізичного навантаження до кількості серцевих скорочень за час роботи [1].

Однією з найпоширеніших функціональних проб серцево-судинної системи, яка має неабияке значення для оцінки функціонального стану серцево-судинної системи, є спосіб Мартіне-Кушельовського, де розраховують показник якості реакції $(AT_{п2}-AT_{п1}) / (ЧСС2-ЧСС1)$, де $AT_{п1}$ – пульсовий артеріальний тиск до навантаження; $AT_{п2}$ – після навантаження; $ЧСС1$ – до навантаження; $ЧСС2$ – після навантаження. Тип реакції серцево-судинної системи оцінюють на підставі порівняльного аналізу величин ЧСС і АТ, зареєстрованих у стані спокою ($ЧСС1$ і $AT1$) та після дозованого фізичного навантаження ($ЧСС2$ і $AT2$). Оцінюється також час відновлення цих параметрів [9; 12]. У лабораторних умовах реакцію організму на фізичне навантаження переважно оцінюють методом варіаційної пульсометрії із застосуванням ЕКГ [3; 8]. Варіаційна пульсометрія передбачає запис електрокардіограми (ЕКГ), найчастіше у II стандартному відведенні, у якому добре виражено зубці Р і R. Для вивчення статистичних параметрів ритму серця зазвичай достатньо 100 кардіоциклів, із яких методами математичної статистики обчислюють: *індекс аритмії*; *вегетативний показник ритму* $(AMo / Mo * \Delta X)$; *індекс вегетативної рівноваги* $(AMo / \Delta X)$, *індекс напруги регуляторних механізмів системи кровообігу* $(AMo / 2 Mo \cdot \Delta X)$, *показник ефективності роботи серця* – $(AMoh \cdot Moh / 2 \cdot \Delta Xh)$ [3; 5; 10; 13]. Оригінальний метод – графічне визначення реакції на фізичне навантаження та швидкість відновлення за варіаційним розмахом (ΔX) та медіаною (Me) в максимальному й мініальному інтервалах RR. Величину *адаптаційного потенціалу* запропоновано за М. В. Маліковим та ін. (2006 [10]) розраховувати у відношенні показника ефективності роботи серця до індексу напруги регуляторних механізмів системи кровообігу = $((AMo / 2 Mo \cdot \Delta X) / (AMoh \cdot Moh / 2 \cdot \Delta Xh))$.

Методик визначення реакції організму на фізичне навантаження, як ми бачимо, більше ніж достатньо, але всі вони не зовсім практичні для масових 'польових' досліджень та не враховують величину отриманого фізичного навантаження [6; 12]

Завдання дослідження – розробити доступний для масових досліджень інтегральний спосіб оцінки фізичного навантаження чоловіків зрілого віку на основі співвідношення потужності фізичного навантаження до показників реакції серцево-судинної системи.

Організація та методи досліджень. Для розв'язання цих завдань проаналізовано результати (n=106) бігу чоловіків 40–50 років, які ведуть фізично активний спосіб життя, без хронічних захворювань серцево-судинної системи на обрані ними довільно різні дистанції від 800 м до 4000 м.

Реєстрували масу тіла безпосередньо перед стартом. Фіксували ЧСС пальпаторно зразу після закінчення бігу та після 1 хв відпочинку за 10 с. Для контролю протягом усього часу навантаження й

відпочинку записували ЧСС за допомогою нагрудного монітора серцевого ритму Garmin Forerunner 405. Для оцінки фізичного навантаження розраховували потужність фізичного навантаження:

$$\text{потужність } \Phi H(\text{вт}) = \frac{\text{вага тіла (кг)} * \text{подолана дистанція (м)}}{\text{час подолання дистанції (с)}}$$

Для оцінки реакції серцево-судинної системи розраховували:

– середню (\bar{X}) ЧСС під час бігу;

– пульсову ефективність фізичного навантаження – $\frac{\text{потужність } \Phi H \text{ (кг.м/с)}}{\bar{X} \text{ ЧСС (уд/с)}}$;

– медіану (Me) ЧСС відновлення;

– варіаційний розмах (ΔX) ЧСС відновлення;

– індекс аритмії (IA) ЧСС відновлення = $(\Delta X / Me) * 100$ % [13];

– відсоток відновлення ЧСС після фізичного навантаження за 60 с.

Для оцінки інформативності інтегрального показника ми визначали його корелятивні зв'язки із показниками фізичного навантаження.

Результати оброблялись у програмах статистичного аналізу EXEL 2010 та SPSS Statistics 20.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. Інтегральний показник оцінки реакції організму на фізичне навантаження ми пропонуємо розраховувати за формулою, для якої складники можна легко отримати без будь-якого складного обладнання:

$$\text{Пульсова ефективність відновлення організму} = \frac{\text{потужність } \Phi H \text{ (кг.м/с)}}{Me \text{ ЧСС (уд/с)}}$$
 ,

$$\text{де } Me = (\text{ЧСС 1 (уд/с)} + \text{ЧСС 2 (уд/с)}) / 2;$$

ЧСС1 – частота серцевих скорочень після фізичного навантаження;

ЧСС2 – частота серцевих скорочень після 60 с відпочинку.

Для вивчення надійності пальпаторного вимірювання ЧСС ми порівняли результати вимірювання ЧСС1 та ЧСС2 з результатами запису нагрудного монітора (табл. 1).

Таблиця 1

Результати вимірювання ЧСС1 та ЧСС2 пальпаторно (пп) за допомогою нагрудного монітора (нм), (n=106)

№ з/п	Назва показника	ЧСС за 10 с	σ	m	t	p
1	ЧСС 1 після навантаження (нм)	27,12	1,72	0,21	1,12	>0,05
2	ЧСС 1 після навантаження (пп)	27,00	1,88	0,23		
3	ЧСС 2 після 1хв (нм)	16,78	1,20	0,15	1,6	>0,05
3	ЧСС 2 після 1хв (пп)	16,55	1,56	0,19		

Отримані результати не виявили достовірних відмінностей $p > 0,05$, між пальпаторним і моніторинговим вимірюваннями, хоча при пальпаторному вимірюванні відзначаються дещо більші сигмальні (σ) відхилення. ЧСС1 зразу після навантаження в середньому склала 162 уд/хв, через одну хвилину відпочинку – у середньому 100 уд/хв, із 62 % відновленням.

Для оцінки фізичного навантаження чоловіків (табл. 2) ми виміряли вагу тіла, яка склала в середньому 86,1 кг; середню дистанцію, яку вони подолали, – 2106,95 м; середній час долаття дистанції – 766,92 с. Потужність отриманого фізичного навантаження чоловіків під час бігу склала 243,52 кгм/с.

Таблиця 2

Результати оцінки фізичного навантаження чоловіків зрілого віку (n=106)

№ з/п	Назва показника	\bar{X}	σ	M	min	max
1	Вага тіла (кг)	86,1	2,75	0,31	76,55	94,3
2	Дистанція (м)	2106,95	441,55	50,98	850	4000
3	Час долаття дистанції (с)	766,92	235,06	27,51	255	1901
4	Потужність фізичного навантаження (кг м/с)	243,52	25,71	3,03	139,81	279,65

Оцінка функціонального стану чоловіків (табл. 3) відображає результати середньої ЧСС, які вимірювалися протягом усієї дистанції – 2,43 уд/с, або 145,91 уд/хв; медіана ЧСС відновлення – 2,20 уд/с, або 130 уд/хв; варіаційний розмах ЧСС відновлення склав 0,51 уд/с, або 30 уд/хв.

Таблиця 3

Результати оцінки реакції серцево-судинної системи чоловіків зрілого віку на фізичне навантаження (n=106)

№ з/п	Назва показника	\bar{X}	σ	M	min	max
1	ЧСС під час бігу (уд/с)	2,43	0,19	0,02	1,75	2,85
2	Me ЧСС відновлення (уд/с)	2,20	0,12	0,01	1,8	2,38
3	ΔX ЧСС відновлення (уд/с)	0,51	0,09	0,01	0,22	0,66
4	Відсоток відновлення ЧСС (%)	37,98	5,01	0,62	16,99	46,43
5	IA ЧСС відновлення (%)	23,59	3,68	0,45	9,29	30,65

Індекс аритмії розраховували за формулою [1], він склав 23,59 %, що свідчить про нормальний процес відновлення серцево-судинної системи.

В інтегральному оцінюванні реакції організму на фізичне навантаження чоловіків зрілого віку (табл. 4) зроблено спробу поєднати точно визначену потужність фізичного навантаження із реакцією серцево-судинної системи на фізичне навантаження за даними моніторинга ЧСС протягом усього часу навантаження та із реакцією ЧСС на відновлення організму після фізичного навантаження (за результатами пальпаторного виміру ЧСС). Пульсова ефективність фізичного навантаження в бігу чоловіків зрілого віку 40–50 років склала 99,75 кг/м на один удар серця. Пульсова ефективність відновлення організму після фізичного навантаження – 111,51 кг/г на один удар серця.

Для перевірки інформативності наших інтегральних оцінок перевірено їх корелятивні зв'язки з оцінками фізичного навантаження. Для цього також перевірили кореляційні зв'язки традиційних оцінок реакції серцево-судинної системи чоловіків на те саме фізичне навантаження (табл. 5)

Таблиця 4

Результати інтегральної оцінки реакції організму чоловіків зрілого віку на фізичне навантаження (n=106)

№ з/п	Назва показника	\bar{X}	σ	<i>M</i>	<i>min</i>	<i>max</i>
1	Пульсова ефективність фізичного навантаження (кг м/уд)	99,75	7,99	0,94	79,89	117,7
2	Пульсова ефективність відновлення організму (кг м/уд)	111,51	8,93	1,11	68,48	124,88

Таблиця 5

Тіснота кореляційних зв'язків оцінки функціонального стану чоловіків із показниками фізичного навантаження (n=106)

№ з/п	Назва показника	Вага тіла	Дистанція	Час долаття дистанції	Потужність фізичного навантаження
1	ЧСС під час бігу	-0,021	-0,349	-0,472	0,682
2	ЧСС 1	0,018	-0,258	-0,506	0,728
3	ЧСС 2	-0,098	-0,318	-0,239	0,380
4	Me ЧСС відновлення	0,051	-0,008	-0,234	0,618
5	ΔX ЧСС відновлення	-0,045	-0,489	-0,664	0,768
6	IA ЧСС відновлення	-0,017	-0,526	-0,654	0,637
7	Відсоток відновлення ЧСС	-0,117	-0,505	-0,754	0,639
8	Пульсова ефективність фізичного навантаження	-0,039	-0,405	-0,600	0,739
9	Пульсова ефективність відновлення організму	-0,131	-0,514	-0,818	0,850

Із вагою тіла ми не бачимо жодних достовірних зв'язків як з інтегральними оцінками функціонального стану, так і з традиційними оцінками реакції ЧСС, що свідчить про повну адаптацію ЧСС до ваги тіла.

Подолану дистанція об'єднана середньою тісністю зворотних зв'язків (0,489–0,526) із сигмальним відхиленням середньої ЧСС під час відновлення; індексом аритмії; відсотковим значенням ЧСС відновлення, а також із нашим інтегральним показником пульсової ефективності відновлення організму.

Час долаття дистанції – можливо, найінформативніший показник фізичної підготовленості чоловіків. Зворотні зв'язки різної тісноти виявлено з традиційними оцінками реакції серцево-судинної системи. Середньої тісноти зв'язки: із середньою ЧСС під час бігу – -0,472, (малоінформативний показник, оскільки наполовину залежить від цього ж часу долаття дистанції); із ЧСС зразу після закінчення бігу – -0,506; із сигмальним відхиленням середньої ЧСС під час відновлення -0,664. Інтегральний показник пульсової ефективності фізичного навантаження також показав середній зворотний зв'язок із часом долаття дистанції -0,600. Сильної тісноти зв'язки простежено з індексом аритмії –0,654; із відсотком відновлення ЧСС після навантаження – -0,754 та найбільш значима тіснота зв'язку з інтегральним показником пульсової ефективності відновлення організму -0,818.

Потужність фізичного навантаження – інтегральний показник який, на нашу думку, найбільш точно визначає отримане фізичне навантаження [12], тому з ним утворено найбільш тісні прямі зв'язки усіх оцінок функціонального стану. Слабкий зв'язок – 0,380 – має ЧСС після відпочинку. Середній (0,618–0,682) простежено із середньою ЧСС під час бігу; із медіаною між ЧСС після фізичного навантаження та ЧСС після відпочинку; з індексом аритмії й відсотком відновлення ЧСС під час відновлення організму після фізичного навантаження. Сильний тісний зв'язок пов'язує потужність фізичного навантаження із ЧСС після навантаження – 0,728; інтегральним показником ефективності фізичного навантаження – 0,739; сигмальним відхиленням середньої ЧСС під час відновлення – 0,768 та найбільш значима тіснота зв'язку – з інтегральним показником пульсової ефективності відновлення організму 0,850.

Висновки. У результаті досліджень запропоновано доступний спосіб оцінки реакції організму чоловіків на фізичне навантаження на основі інтегрального показника співвідношення потужності фізичного навантаження до показників реакції відновлення серцево-судинної системи. Пульсова ефективність відновлення організму дає можливість оцінювати реакцію організму людини у ва-

ріабельних умовах подоланої дистанції, ваги тіла та часу фізичного навантаження в бігових видах і ходьбі. Функціональний стан чоловіків зрілого віку, оцінений традиційними способами й інтегральною оцінкою, із перевіреною нами високою інформативністю, виявив задовільний стан фізичної підготовленості чоловіків зрілого віку на середніх бігових дистанціях.

Перспективи подальших досліджень – визначення інтегральних показників реакції організму чоловіків інших вікових груп на фізичне навантаження.

Джерела та література

1. Амосов Н. М. Физическая активность и сердце / Н. М. Амосов Я. А. Бендет. – Киев : Здоровья, 1975. – 255 с.
2. Антропова М. В. Прогностическая значимость адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы у детей 10–11 лет / М. В. Антропова, Г. В. Бородкина, Л. М. Кузнецова [и др.] // Физиология человека. – 2000. – Т. 26, № 1. – С. 56–61.
3. Баевский Р. М., Донозологическая диагностика в оценке состояния здоровья / Р. М. Баевский, А. П. Берсенева // Валеология: диагностика, средства и практика обеспечения здоровья. – СПб. : Наука, 1993. – С. 33–48.
4. Богдановська Н. В. Про інформативність деяких методичних підходів до оцінки адаптивних можливостей серцево-судинної системи організму дітей молодшого шкільного віку / Н. В. Богдановська // Вісник Львів. ун-ту. Серія біологічна. – 2002. – Вип. 31. – С. 249–255
5. Варіабельність серцевого ритму: стандарти вимірювання, фізіологічної інтерпретації та клінічного використання / ред. М. Гжегоцький. – Львів : [б. в.], 2002. – 74 с.
6. Гриньків М. Я. Ритм серця і стан центральної гемодинаміки у легкоатлетів-бігунів на різні дистанції / М. Я. Гриньків, П. П. Дацків // Матеріали VI науково-практичної міжнародної конференції “Адаптаційні можливості дітей та молоді”. – Одеса, 2004. – С. 65–70.
7. Дацків П. П. Структура серцевого ритму у легкоатлетів-бігунів при фізичних навантаженнях різної потужності / П. П. Дацків, Є. О. Яремко // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту : зб. наук. пр. ; за ред. С. С. Єрмакова – Х. : ХДАДМ (ХХІІІ), 2003. – № 24. – С. 72–78.
8. Душанін С. А. Оптимізація тренувального процесу в школах-інтернатах спортивного профілю : метод. рек. / С. А. Душанін, Ю. В. Береговой, О. А. Цветкова. – К. : [б. в.], 1985. – 24 с.
9. Карленко В. П. Спосіб експрес-діагностики функціонального стану та резервних можливостей організму спортсменів “D&K-TEST” / В. П. Карленко, Н. В. Карленко // Актуальні проблеми фізичної культури і спорту. – 2003. – № 1. – С. 68–80.
10. Маліков М. В. Функціональна діагностика у фізичному вихованні і спорті : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / М. В. Маліков, А. В. Сватъев, Н. В. Богдановська. – Запоріжжя : 2006. – 227 с.
11. Ритм сердца у спортсменов / под ред. Р. М. Баевского, Р. Е. Мотылянской. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – 143 с.
12. Романенко В. А. Двигательные способности человека / В. А. Романенко. – Донецк : УКЦентр, 1999. – 336 с.
13. Schlomka, G. Das Belastungs-Elektrokardiogramm. European journal of applied physiology / G. Schlomka, H. Reindell. – Vol. 8. – Issue 2. – Bonn, 1934. – S. 172–217.

Анотації

У статті розглянуто доступний для масових досліджень спосіб інтегральної оцінки реакції організму людини на фізичне навантаження, заснований на співвідношенні потужності фізичного навантаження до показників реакції серцево-судинної системи. Експериментально доведено високу інформативність цієї оцінки, порівняно з традиційними способами. Дається оцінка фізичній підготовленості чоловіків зрілого віку (40–50 років) у бігові на середні дистанції.

Ключові слова: інтегральна оцінка, фізичне навантаження, чоловіки зрілого віку

Oles Pryshva. Way of Integral Estimation of Reaction of Male Organisms of Mature Age on Physical Loads. *В статті розглянуто доступний для масових досліджень спосіб інтегральної оцінки реакції організму людини на фізичне навантаження, заснований на співвідношенні потужності фізичного навантаження до показників реакції серцево-судинної системи. Експериментально доведено високу інформативність цієї оцінки, порівняно з традиційними способами. Дається оцінка фізичній підготовленості чоловіків зрілого віку (40–50 років) у бігові на середні дистанції.*

Ключевые слова: интегральная оценка, физическая нагрузка, мужчины зрелого возраста

Oles Pryshva. Way of Integral Estimation of Reaction of Male Organisms of Mature Age on Physical Loads. *The article reveals available for mass studies way of integral estimation of reaction of a human organism on physical loads, based on correlation of capacity of physical loads and indices of reaction of cardiovascular system. Experimentally it was proved experimentally high information capability of this estimation in comparison with traditional ways. It was estimated the level of physical preparation of male in adulthood aged 40–50 in running on middle distances.*

Key words: integral estimation, physical load, man of mature age.