

ДИТЯЧИЙ ТА ДИТЯЧО-ЮНАЦЬКИЙ СПОРТ

CHILDREN AND YOUTH SPORTS

УДК 796.015.6:797.21

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ПЛАВЦІВ 13–15 РОКІВ

Микола ЧАПЛІНСЬКИЙ¹, Мар'ян ОСТРОВСЬКИЙ²,
Наталія ОСТРОВСЬКА³, Олег СИДОРКО⁴, Максим ПОЛЕГОЙКО⁵,
Наталія СТЕФАНИШИН⁶, Леся ПЕТРИНА⁷, Ігор ЛАПІЧАК⁸

Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського,
м. Львів, Україна,

e-mail: swimldufk2@gmail.com,

ORCID: ¹0000-0003-1604-1707, ²0000-0002-9817-6578, ³0000-0001-8476-5278, ⁴0000-0002-4537-5100,
⁵0000-0003-1604-1707, ⁶0000-0002-7174-5582, ⁷0000-0002-5515-0888, ⁸0000-0002-3919-4020

Анотація. У процесі побудови тренувального процесу, дозуванні тренувальних навантажень спортсменів будь-якого віку, статі чи кваліфікації тренерів насамперед цікавлять показники, які дають можливість оцінити їх функціональний стан. Аналіз наукової і методичної літератури виявив багато протиріч серед поглядів фахівців стосовно цієї проблеми. *Мета дослідження:* розробити методику оцінювання функціонального стану плавців за показниками частоти серцевих скорочень (ЧСС). *Методи дослідження:* теоретичний аналіз та узагальнення емпіричних джерел, пульсометрія, хронометрія та методи математичної статистики. *Організація дослідження.* У дослідженні брали участь плавці віком 13, 14, 15 років (по 30 хлопців та дівчат кожного віку). У процесі проведення наукового дослідження визначено залежність величини ЧСС від швидкості плавання кролем на грудях на різних дистанціях, а також запропоновано методику та шкалу оцінювання функціонального стану плавців за показниками ЧСС. Найбільший коефіцієнт кореляції зафіксовано у хлопців віком 15 років на дистанції 50 м ($r = -0,78$). Найменший – у хлопців віком 15 років на дистанції 400 м ($r = -0,64$). У дівчат аналогічно найбільший та найменший коефіцієнт кореляції були зафіксовані у 15-річних спортсменок. Найбільший $r = -0,79$ – на дистанції 50 м, найменший $r = -0,64$ – на дистанції 400 м. Суть методики полягає в тому, що, порівнюючи величини ЧСС, зафіксовані у спортсмена після пропливання певної дистанції з розрахунковими, тобто належними величинами ЧСС, можна зробити певні висновки щодо динаміки змін функціонального стану спортсмена під час тренувального процесу. Це дасть змогу тренерові вносити відповідні корективи щодо інтенсивності та обсягу тренувальних навантажень, а також добирати відповідні методи та засоби тренувань.

Ключові слова: плавання, інтенсивність, дистанції, частота серцевих скорочень.

EVALUATION METHOD OF THE SWIMMERS AGED 13–15 FUNCTIONAL CONDITION

Mykola CHAPLINS'KYY¹, Maryan OSTROVSKYY²,
Natalia OSTROVSKA³, Oleh SYDORKO⁴, Maxim POLEHOIKO⁵,
Nataliya STEFANISHIN⁶, Lesia PETRYNA⁷, Ihor LAPYCHAK⁸

Lviv State University of Physical Culture named after Ivan Boberskyj,
Lviv, Ukraine,
e-mail: swimldufk2@gmail.com,

ORCID: ¹0000-0003-1604-1707, ²0000-0002-9817-6578, ³0000-0001-8476-5278, ⁴0000-0002-4537-5100,
⁵0000-0003-1604-1707, ⁶0000-0002-7174-5582, ⁷0000-0002-5515-0888, ⁸0000-0002-3919-4020

Abstract. When developing the training process, dosing training loads of athletes of any age, gender or qualifications, coaches are primarily interested in indices which make it possible to evaluate their functional status. The analysis of the library and e-resources revealed a lot of contradictions among the opinions of experts on this problem. *Purpose of the study:* to develop a method for evaluating the functional status of swimmers by HR. *Research methods:* theoretical analysis and generalization of empirical sources, pulsometry, chronometry and methods of mathematical statistics. *Organization of the research.* The study involved swimmers aged 13, 14, 15 (30 boys and girls each age). In the course of scientific research, the dependence of the heart rate on the speed of swimming by a crawl on the breast at different distances was determined, as well as the method and scale for evaluating the functional state of swimmers according to the heart rate indices. The highest correlation coefficient was recorded in boys aged 15 at a distance of 50 m ($r = -0.78$). The smallest – in boys aged 15 at a distance of 400 m ($r = -0.64$). In girls, similarly, the highest and lowest correlation coefficients were recorded in 15-year-old female athletes. The highest $r = -0.79$ – at a distance of 50 m, the smallest $r = -0.64$ – at a distance of 400 m. The essence of the technique is that comparing the values of heart rate, which are fixed after swimming a certain distance with the estimated, ie, the proper heart rate, we can draw some conclusions about the dynamics of changes in the athlete's functional state during the training process. This will allow the trainer to make adequate adjustments to the intensity and volume of training loads, as well as to select appropriate training methods and tools.

Keywords: swimming, intensity, distances, heart rate.

Постановка проблеми. У практиці спортивного плавання основну увагу тренерів та спортсменів зосереджено безпосередньо на фізичних навантаженнях та відповідних реакціях організму спортсменів [1, 2, 3, 11, 13, 14].

Ретроспективний аналіз наукової і методичної літератури встановив, що наприкінці 50-х років минулого сторіччя науковці та тренери для кращого розуміння того, що відбувається в організмі спортсмена під час виконання тренувальних навантажень та поліпшення ефективності тренувального процесу, почали дедалі більше використовувати різноманітні біохімічні та фізіологічні показники. Окрім частоти серцевих скорочень (ЧСС), фахівці почали аналізувати кислотно-лужну реакцію сечовини (КЛР), лактат (лактатна крива), максимальне споживання кисню (МСК), фізичну працездатність спортсменів (PWC_{170}), показники електрокардіографії (ЕКГ) тощо.

З часом при інтерпретації результатів цих тестувань у фахівців почали виникати протиріччя

та суперечки. Окрім того, треба зазначити, що для отримання результатів цих тестувань потрібна спеціальна коштовна апаратура, наявність відповідних кваліфікованих кадрів та багато часу для аналізу цих тестувань.

У зв'язку з цим, у практиці спорту при регламентації фізичних навантажень частіше використовують показники ЧСС. Аналізуючи наукову й методичну літературу, ми не знайшли сучасної експрес-методики оцінювання результатів вимірювання ЧСС юних плавців. Це дало нам підставу вважати зазначену проблему дуже актуальною і необхідною для практики спортивного плавання.

Зв'язок роботи з науковими планами, темами: наукове дослідження виконано в рамках теми 2.2 «Теоретико-методичні основи управління тренувальним процесом та змагальною діяльністю в олімпійському, професійному та адаптивному спорті» Зведеного плану науково-дослідної роботи у сфері фізичної культури і спорту на 2016–2020 рр.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

При побудові тренувального процесу, дозуванні тренувальних навантажень спортсменів будь-якого віку, статі та кваліфікації тренера насамперед цікавлять показники їх працездатності, тобто показники, які дають можливість оцінити не тільки функціональний стан того чи іншого спортсмена на цей момент, а і зробити прогноз про їх потенційні можливості.

У 1955 році Р.О. Астранд [19] висунув концепцію визначення рівня розвитку працездатності спортсменів. Вона базувалася на урахуванні аналізу біоенергетичних можливостей, що демонструє спортсмен на тій чи іншій дистанції, а саме на аналізі таких показників:

- алактатна анаеробна можливість, пов'язана з процесами перетворення енергії в АТФ-фазної і КрФ-кіназної реакціях;
- гліколітична анаеробна можливість, яка визначає можливість посилення анаеробно-гліколітичного процесу, під час якого в організмі накопичується молочна кислота;
- аеробна можливість, пов'язана з можливістю посилення аеробних процесів у мітохондріях клітин при одночасному посиленні доставки та утилізації кисню в активних тканинах.

Кожен із цих компонентів також прийнято характеризувати за допомогою біохімічних критеріїв трьох типів:

- критерії потужності, які свідчать про швидкість вивільнення енергії в метаболічних процесах;
- критерії ємності, які свідчать про розміри доступних для використання субстрактних фондів або загального обсягу метаболічних змін в організмі під час виконання вправи;
- критерії ефективності, які визначають ступінь використання енергії, що вивільняється в метаболічних процесах, для виконання специфічної м'язової роботи [2, 15, 19].

Для отримання необхідної інформації розроблено низку тестів на велоергометрі: 1) 30-секундний з максимальною потужністю; 2) анаеробно-гліколітичний тест (три однохвилинні вправи з граничним навантаженням та з однохвилинним відпочинком, а також підрахунком сумарної роботи); 3) анаеробно-гліколітичний тест з аналізом закиснення крові; 4) трисходинчастий тест $PWC_{170} + 30\%$ для визначення анаеробних можливостей; 5) тест на визначення анаеробної ємності за тривалістю виконання вправи; 6) сходинчастий тест з визначенням залежності між споживанням кисню та виконанням потужності роботи.

Багато років концепція Р.О. Астранда не викликала сумнівів, але останніми роками вона зазнала певних змін. Так, В. Селуянов [16] довів, що вона

була побудована за дуже спрощеною схемою, яка не враховувала багатьох чинників, наприклад:

1) за допомогою методу біопсії було встановлено, що у всіх людей та спортсменів концентрація АТФ і КрФ приблизно однакова і тільки тимчасово можна збільшити запаси КрФ в м'язових волокнах на 10–30% за допомогою прийому до початку тестування харчової добавки – креатинфосфат моногідрату;

2) не враховано фізіологічні особливості реакції організму на виконану фізичну роботу – неможливість переходу молекул АТФ або КрФ з одного м'язового волокна в інше або з одного м'яза в інший;

3) ефективність алактатного механізму енергозабезпечення залежить від активності роботи ферментів – міозинової АТФ-ази і КрФ-ази, діяльність яких залежить від температури, ступеня закиснення м'язового волокна.

Коефіцієнт корисної дії (ККД) також залежить від рівня володіння технікою [16], що не враховується при тестуванні на велоергометрі, у зв'язку з цим точно оцінити ефективність алактатного механізму неможливо.

Окрім того, всі тести, які знайшли застосування в наукових дослідженнях та практиці, отримали некоректну інтерпретацію. На думку В. Селуянова, усі ці тести характеризують або максимальну алактатну потужність, або окиснювальне фосфорилування м'язів ніг (споживання кисню на рівні АНП), або в якомусь співвідношенні обох цих механізмів енергозабезпечення, інакше кажучи, локальну працездатність м'язів ніг [16].

Навіть такий показник, як максимальне споживання кисню (МСК), виявився не таким інформативним, як здавалося. Так, за даними А.Р. Воронцова [5], після завершення статевого дозрівання індивідуальні значення МСК виходять на плато і коливаються в межах 2–4% навколо індивідуального максимуму, а на однорідних вибірках висококваліфікованих спортсменів показники МСК взагалі не мають кореляційного зв'язку зі спортивними результатами [5].

Найбільш гостра дискусія виникла навколо двох показників ЧСС та лактату (лактатної кривої), за величинами яких можна робити висновки про реакцію організму на тренувальне навантаження, про його працездатність і фізіологічний стан.

Ідея підрахунку ЧСС для контролю інтенсивності навантажень та пауз відпочинку належить німецьким фахівцям В. Гершлеру, Х. Райнделлу та І. Роскаму, які у 30–40-х роках минулого сторіччя запропонували інтервальний метод тренування [5, 11].

Упродовж тривалого часу наукових досліджень автори розробили багато різноманітних шкал

оцінювання величин ЧСС, зон межі інтенсивності. Багато авторів [6, 7, 8, 9] займалися питанням інтенсивності плавання та розробили різні таблиці залежності інтенсивності від результатів плавців, виражених у часі. Головним недоліком цих таблиць, на наш погляд, є те, що їх складали на підставі аналізу результатів не репрезентативних груп досліджуваних (8–12 плавців) однієї статі, як правило, тільки хлопців однієї кваліфікації (2-й розряд) на підставі порівняння середніх показників результатів та відсотків. Отже, з погляду математичної статистики ці таблиці були необґрунтованими.

Практичне застосування пульсових режимів дуже швидко виявило багато парадоксальних результатів реакції ЧСС на навантаження (високе значення ЧСС при низьких швидкостях плавання, відсутність підвищення ЧСС і швидкості плавання або непропорційне збільшення ЧСС при незначному збільшенні потужності плавання) [5]. Найбільшим недоліком розрахунків ЧСС є те, що показники ЧСС мають лінійний кореляційний зв'язок зі спортивним результатом тільки до так званої точки відхилення, тобто до межі ПАНО [5, 18].

Саме невдоволеність надійністю та точністю ЧСС як єдиного критерію інтенсивності навантаження викликала появу методики визначення лактату (концентрації молочної кислоти в крові).

Лактатну криву як метод планування тренувальних навантажень було покладено в основу таких тренувальних концепцій, як тренування на рівні ПАНО, дуже популярних в останні роки [14, 15].

За великої популярності тестування на лактат воно не позбавлене певних недоліків. Так, за даними американських фахівців з ICAR («International Centre of Aquatic Researches») лактатне тестування є добрим індикатором того, як м'язи відповідають на навантаження, але не є достатньо надійним для розрахунку тренувальних швидкостей, специфічних для тої чи іншої енергетичної системи. Це трапляється через те, що швидкість виділення лактату з м'язів має велику індивідуальну варіативність і не залежить від інтенсивності навантаження, тобто значення лактату необхідно використовувати з великою обережністю [20, 21, 22].

Таким чином, дискусія з цього приводу в науковій літературі триває вже не один десяток років, але остаточного розв'язання ще не отримала, і на наш погляд, потребує подальших досліджень, доповнень та уточнень.

Мета дослідження: розробити методику оцінювання функціонального стану плавців за показниками ЧСС.

Завдання дослідження:

1. Вивчити основні теоретико-методичні положення щодо реакції організму спортсменів-плавців на фізичні навантаження.

2. Визначити залежність величини ЧСС від швидкості плавання кролем на грудях на різних дистанціях.

3. Розробити методику оцінювання функціонального стану плавців за показниками ЧСС.

Методи та організація дослідження. Для розв'язання визначених у роботі завдань застосовано такі методи наукового дослідження:

- теоретичний аналіз та узагальнення даних емпіричних джерел за проблематикою наукового дослідження;
- педагогічне спостереження;
- педагогічне тестування з використанням методів хронометрії та пульсометрії;
- методи математичної статистики.

Дослідження проведено на базі 50-метрового плавального басейну Навчально-спортивної бази літніх видів спорту Міністерства оборони України у місті Львові. До дослідження були залучені плавці віком 13–15 років (по 30 хлопців та 30 дівчат кожного віку) дитячо-юнацької спортивної школи № 9, дитячо-юнацької спортивної школи ім. Ю. Кутенка, а також спортивного клубу «Євроспорт» міста Львова.

Аналіз отримання наукових результатів. Логіка проведення нашого дослідження передбачала визначення результатів додання певних дистанцій юними спортсменами-плавцями віком 13–15 років (як хлопцями, так і дівчатами), а також показників ЧСС при виконанні цієї роботи. Ці результати представлено в табл. 1 та 2.

Аналізуючи отримані результати варто констатувати очевидний факт, що хлопці у всіх вікових групах (13, 14, 15 років) на всіх дистанціях демонструють значно кращі результати їх додання, ніж дівчата. Цей факт природно знаходить своє відображення у вимогах Єдиної спортивної класифікації України.

Стосовно величин ЧСС, то тут виникає низка суттєвих питань, які потребують подальшого вивчення, визначення та уточнення:

1. Окремі автори стверджують, що при виконанні рухових навантажень у дівчат спостерігаються вищі показники ЧСС, ніж у хлопців [4, 7, 12]. При цьому необхідно визначити, чи це ствердження дійсно є статистично достовірним фактом чи має випадковий характер.

2. Виникає також запитання, чи відрізняються величини ЧСС у плавців хлопців та дівчат різних вікових груп (13, 14, 15 років).

3. Дискутуючи питання про характер залежності між інтенсивністю та швидкістю плавання

Таблиця 1

**Результати пропливання дистанцій 50, 100, 200, 400 м
та величин ЧСС у хлопців віком 13, 14, 15 років**

Дистанція, м	Вік								
	13 (n=30)			14 (n=30)			15 (n=30)		
	Тчас х±σ	ЧСС _п х±σ	ЧСС _к х±σ	Тчас х±σ	ЧСС _п х±σ	ЧСС _к х±σ	Тчас х±σ	ЧСС _п х±σ	ЧСС _к х±σ
50	32,41±0,935	86±7,7	167±4,18	28,19±1,057	89±5,2	170±4,49	26,07±0,69	79±4,8	172±5,33
100	72,38±2,61	88±7,0	169±3,57	64,45±1,8	89±5,2	170±7,6	58,66±1,3	80±4,8	173±3,21
200	158,29±5,53	87±7,8	180±3,5	141,35±4,44	89±5,2	183±3,9	128,9±2,9	80±4,8	188±3,3
400	335,89±3,65	88±7,3	169±3,5	299,79±9,2	89±5,2	174±3,17	274,3±5,7	82±4,8	179,26±2,3

Таблиця 2

**Результати пропливання дистанцій 50, 100, 200, 400 м
та величин ЧСС у дівчат віком 13, 14, 15 років**

Дистанція, м	Вік								
	13 (n=30)			14 (n=30)			15 (n=30)		
	Тчас х±σ	ЧСС _п х±σ	ЧСС _к х±σ	Тчас х±σ	ЧСС _п х±σ	ЧСС _к х±σ	Тчас х±σ	ЧСС _п х±σ	ЧСС _к х±σ
50	36,43±0,88	89±6,8	177±4,13	32,43±0,97	98±5,2	179±4,57	28,4±1,16	99±4,6	180±5,33
100	79,89±2,67	88±7,4	178±3,54	71,46±2,32	99±5,9	179,2±2,59	65,82±1,86	98±5,1	182,3±5,1
200	175,09±6,81	89±7,6	189,9±6,45	156,52±6,28	100±6,1	193,1±3,81	142,82±4,38	97±6,2	193,23±2,55
400	371,29±4,31	86±6,3	177,96±3,46	329,34±10,26	97±7,2	184,3±2,46	302,97±9,33	96±5,1	188,86±6,66

багато фахівців вказують на сильну залежність величин ЧСС від швидкості плавання [6, 7, 13, 15]. Це, на наш погляд, має декларативний характер тому, що ніхто з них не наводить прикладів конкретних величин коефіцієнтів кореляції на різних дистанціях різних вікових груп, кваліфікації. Очевидно, що це також потребує додаткового дослідження.

Для пошуку відповідей на ці запитання застосовано двофакторний дисперсний аналіз. Як перший організований фактор досліджували стать – хлопці та дівчата (фактор «А»). Як другий організований фактор аналізували вік плавців віком 13, 14, 15 років (фактор «В»).

За результатами двофакторного дисперсійного аналізу величин ЧСС, зафіксованих після пропливання дистанції 50 м, було виявлено, що розрахунковий критерій Фішера за фактором «А» (стать) дорівнює $F_p = 3,368$. Це значення є більшим за статистичний критерій Фішера навіть при $p > 0,01$, який дорівнює значенню $F_{st} = 1,420$ (табл. 3).

Отже, стать впливає на величину ЧСС при пропливанні дистанції 50 м і частка впливу фактора

«А» становить 77,1%. Різниця між середніми величинами ЧСС у хлопців та дівчат – 8–10 серцевих скорочень.

Водночас для фактора «В» (вік) критерій Фішера розрахунковий дорівнює $F_p = 0,028$, що значно менше за критерій Фішера статистичний $F_{st} = 0,867$ при $p = 0,05$. Отже, гіпотезу про відсутність впливу фактора В (вік) на величину ЧСС при пропливанні дистанції 50 м приймаємо.

Частка впливу фактора В на результативну ознаку становить 0,0072%, тобто за величинами ЧСС при пропливанні дистанції 50 м хлопці та дівчата віком 13, 14, 15 років не відрізняється.

За результатами двофакторного дисперсійного аналізу величин ЧСС, зафіксованих після пропливання дистанції 100м було виявлено, що розрахунковий критерій Фішера за фактором А (стать) дорівнює $F_p = 4,891$ і є більшим за критерій Фішера статистичний при $p = 0,05$, який дорівнює $F_{st} = 1,419$ (табл. 4). Стать впливає на величину ЧСС при пропливанні 100м і частка впливу фактора «А» становить 82,41%. Різниця між середніми величинами ЧСС у хлопців та дівчат – 9 серцевих скорочень.

Таблиця 3

**Залежність величин ЧСС від часу долання дистанції 50 м
у хлопців та дівчат віком 13, 14, 15 років**

Джерело варіації	Число ступенів свободи	Сума квадратичного відхилення	Дисперсія	Відношення дисперсій F_p	Критична значущість		Частка впливу фактора, %
					$F_{p=0,05}^{st}$	$F_{p=0,01}^{st}$	
Фактор А (стать)	89	2914,828	32,75067	3,368856	1,419883	1,42	77,1
Фактор В (вік)	1	0,272222	0,272222	0,028002	0,8674	3,948084	0,0072
Остаточна	89	865,2278	9,72166				
Загальна	179	3780,328					

Таблиця 4

**Залежність величин ЧСС від часу долання дистанції 100 м
у хлопців та дівчат віком 13, 14, 15 років**

Джерело варіації	Число ступенів свободи	Сума квадратичного відхилення	Дисперсія	Відношення дисперсій F_p	Критична значущість		Частка впливу фактора, %
					$F_{p=0,05}^{st}$	$F_{p=0,01}^{st}$	
Фактор А (стать)	89	2104,978	23,65144	4,891758	1,419882	5,25041	82,41
Фактор В (вік)	1	18,68889	18,68889	3,865369	0,052409	3,94808435	0,73
Остаточна	89	430,3111	4,834956				
Загальна	179	2553,978					

Водночас для фактора «В» критерій Фішера розрахунковий дорівнює $F_p=3,865$, що значно більше за критерій Фішера статистичний – $F_{st}=0,052$, але частка впливу цього фактора на результативну ознаку, тобто величину ЧСС, дуже мала і становить 0,73 %.

Зовсім інша картина спостерігалася при аналізі величин ЧСС після пропливання дистанції 200 м і 400 м.

За результатами двофакторного дисперсійного аналізу величин ЧСС, зафіксованих після пропливання дистанції 200 м, було виявлено, що розрахунковий коефіцієнт Фішера за фактором «А» (стать) дорівнює $F_p=9,108$, що значно більше за критерій Фішера статистичний навіть при $p=0,01$ % ($F_{st}=6,15$), і частка впливу фактора «А» становить 83,25 % (див. табл. 5). Різниця між середніми величинами ЧСС у хлопців та дівчат – 9–10 серцевих скорочень.

Водночас для фактора «В» (вік) критерій Фішера розрахунковий дорівнює $F_p=74,026$, що так само більше, ніж критерій Фішера статистичний ($F_{st}=3,94$ при $p=0,01$ %), і сила впливу фактора В на результативну ознаку – величину ЧСС становить 7,6 %. Тобто як за фактором «А» (стать), так і фактором «В» (вік) величини ЧСС у хлопців і дівчат, зафіксовані після пропливання дистанції 200 м, статистично достовірно відрізняються при $p=0,01$ %.

Аналогічна картина спостерігалася при аналізі величин ЧСС, зафіксованих після пропливання дистанції 400 м (див. табл. 6).

Розрахунковий критерій Фішера за фактором «А» (стать) дорівнює $F_p=2,794$, що є більше, ніж критерій Фішера статистичний, який дорівнює $F_{st}=1,419$ при $p=0,01$. Розрахунковий коефіцієнт Фішера за фактором «В» (вік) дорівнює $F_p=57,194$, що значно більше за критерій Фішера статистичний ($F_{st}=3,948$ при $p=0,01$). Тобто величини ЧСС, що зафіксовані у хлопців і дівчат при плаванні на дистанції 400 м, статистично достовірно відрізняються як за фактором «А» (стать), так і за фактором «В» (вік). Різниця між середніми величинами ЧСС у хлопців та дівчат становить 9–10 серцевих скорочень.

При плануванні тренувального процесу – окремих тренувальних занять мікро-, мезо- та макроциклів підготовки, тренерів необхідно знати, в яких взаємозв'язках перебувають основні компоненти тренувальних навантажень (довжина тренувальних відрізків, швидкість їх долання, інтенсивність виконання тренувальних вправ тощо). Як ми вже зауважували, багато фахівців вказують на сильну залежність ЧСС від швидкості плавання, але на наш погляд, недостатньо лише згадувати про наявні залежності. Їх треба конкретно розрахувати.

Таблиця 5

**Залежність величин ЧСС від часу додання дистанції 200 м
у хлопців та дівчат віком 13, 14, 15 років**

Джерело варіації	Число ступенів свободи	Сума квадратичного відхилення	Дисперсія	Відношення дисперсій F_p	Критична значущість		Частка впливу фактора, %
					$F_{p=0,05}^{st}$	$F_{p=0,01}^{st}$	
Фактор А (стать)	89	4634,244	52,07016	9,108185	1,4198	6,15	83,25
Фактор В (вік)	1	423,2	423,2	74,02673	2,48	3,94084	7,6
Остаточна	89	508,8	5,716854				
Загальна	179						

Таблиця 6

**Залежність величин ЧСС від часу додання дистанції 400 м
у хлопців та дівчат віком 13, 14, 15 років**

Джерело варіації	Число ступенів свободи	Сума квадратичного відхилення	Дисперсія	Відношення дисперсій F_p	Критична значущість		Частка впливу фактора, %
					$F_{p=0,05}^{st}$	$F_{p=0,01}^{st}$	
Фактор А (стать)	89	3095,778	34,78402	2,794079	1,10619	1,419882	62,97
Фактор В (вік)	1	712,0222	712,0222	57,19427	3,3972	3,948084	14,48
Остаточна	89	1107,978	12,44919				
Загальна	179	4915,778					

Аналізуючи результати кореляційного аналізу насамперед необхідно констатувати, що у хлопців і в дівчат встановлено сильний зворотний кореляційний зв'язок між величиною ЧСС та часом додання дистанцій 50, 100, 200 та 400 м (див. табл. 7). Тобто зі зменшенням часу додання дистанції величина ЧСС зростає. Найбільший коефіцієнт кореляції зафіксовано у хлопців віком 15 років на дистанції 50 м ($r = -0,78$). Найменший – у хлопців віком 15 років на дистанції 400 м ($r = -0,64$). У дівчат аналогічно найбільший та найменший коефіцієнти кореляції зафіксовано у 15-річних спортсменок. Найбільший $r = -0,79$ – на дистанції 50 м, найменший $r = -0,64$ – на дистанції 400 м. Окрім того, цікавим є той факт, що у хлопців і в дівчат різниця між коефіцієнтами кореляції у всіх вікових групах на різних дистанціях дуже мала. Так, наприклад, у 15-річних хлопців різниця між найбільшим коефіцієнтом кореляції $r = -0,78$ на дистанції 50 м і найменшим $r = -0,64$ на дистанції 400 м становить лише $r = -0,14$.

Оцінюючи цю різницю за методом Z за t-критерієм Стьюдента, можна зробити висновок, що вона має випадковий характер [10]. Тобто порівнюючи коефіцієнти кореляції у хлопців і в дівчат на різних дистанціях з математичного погляду, ми можемо говорити лише про тенденції до збільшення чи зменшення цих взаємозв'язків.

Так, при плаванні на дистанціях 50 і 100 м, у хлопців і в дівчат з віком цей зв'язок збільшується, при плаванні на дистанціях 200 і 400 м кореляційний зв'язок майже не змінюється. Водночас у хлопців і в дівчат у всіх вікових групах зі збільшенням дистанції спостерігається тенденція до зменшення залежності величин ЧСС від часу її додання.

Для уточнення залежності величин ЧСС від часу пропливання дистанції ми розраховували коефіцієнт детермінації (Д), який визначають за формулою $D = r^2 \times 100\%$ [17]. Цей коефіцієнт характеризує частину загальної варіації одного показника, який зумовлений варіацією іншого показника. Наприклад, для розрахунку коефіцієнта кореляції у хлопців віком 15 років після пропливання дистанції 50 м коефіцієнт детермінації вираховують таким чином: $D = (-0,78)^2 \times 100\% = 60,84$ (див. табл. 8).

Отже величина ЧСС зумовлюється часом пропливання дистанції лише на 56,25%. Решта варіації характеризується впливом неврахованих чинників, які безпосередньо впливають на величину ЧСС:

- зовнішні: температура та вологість навколишнього середовища, емоційні навантаження, переохолодження організму, порушення добового ритму, харчування тощо;

Таблиця 7

Кореляційні залежності величин ЧСС у хлопців і дівчат віком 13, 14, 15 років від часу пропливання дистанції 50, 100, 200 та 400 м

Дистанція	Хлопці			Дівчата		
	Вік					
	13 років	14 років	15 років	13 років	14 років	15 років
50 м	-0,75	-0,76	-0,78	-0,74	-0,75	-0,79
100 м	-0,74	-0,72	-0,68	-0,72	-0,71	-0,69
200 м	-0,69	-0,68	-0,66	-0,70	-0,67	-0,67
400 м	-0,68	-0,66	-0,64	-0,67	-0,66	-0,64

Таблиця 8

Коефіцієнти детермінації залежності величин ЧСС у хлопців і дівчат віком 13, 14, 15 років від часу пропливання дистанцій 50, 100, 200 та 400 м, у %

Дистанція	Хлопці			Дівчата		
	Вік					
	13 років	14 років	15 років	13 років	14 років	15 років
50 м	56,25	57,76	60,84	54,76	56,25	62,41
100 м	54,76	51,84	43,56	51,84	50,41	47,61
200 м	47,61	46,24	43,56	49	44,89	44,89
400 м	46,24	43,56	40,96	44,89	43,56	40,96

– внутрішні: інші показники роботи серцево-судинної системи, систолічний, діастолічний та середній артеріальний тиск, об'єм серця, тонус артеріальних судин, кисневої ємності крові тощо.

З даних, наведених у табл. 8, видно, що максимальний коефіцієнт детермінації зафіксовано у хлопців і дівчат віком 15 років при доланні дистанції 50 м (у хлопців – 60,84%, у дівчат – 62,41%). Мінімальний коефіцієнт детермінації спостерігається також у 15-річних хлопців і дівчат при плаванні на дистанції 400 м (40,96%).

Крім того, оскільки була зафіксована тенденція до зменшення кореляційної залежності ЧСС від спортивного результату зі збільшенням дистанції, варто зазначити, що, на нашу думку, на цю залежність опосередковано впливає ще і рівень володіння технікою плавання та рівень розвитку фізичних якостей.

Розуміючи, що коефіцієнт кореляції є абстрактною статистичною величиною, яка вимірює силу взаємозв'язку між двома показниками в межах від +1 до -1 та вказує характер цього зв'язку – позитивний чи негативний, для визначення кількісної залежності величин ЧСС від спортивного результату хлопців та дівчат віком 13, 14 та 15 років застосували регресивний аналіз.

Ураховуючи те, що спортивні результати у хлопців та дівчат різних вікових груп статистики суттєво відрізняються, ми розрахували рівняння регресії окремо для кожної дистанції та кожної вікової групи як для хлопців, так і для дівчат (табл. 9, 10).

Таблиця 9

Рівняння регресій для розрахунку належних величин ЧСС для дівчат віком 13, 14, 15 років при пропливанні дистанцій 50, 100, 200, 400 м

Вік	Дистанція	$Y=a_1+v_1 \cdot x$
13 років	50 м	$Y=228,145+(-1,33) \cdot x$
	100 м	$Y=246,268+(-0,901) \cdot x$
	200 м	$Y=228+(-0,231) \cdot x$
	400 м	$Y=230,91+(-0,152) \cdot x$
14 років	50 м	$Y=327,531+(-4,665) \cdot x$
	100 м	$Y=249,165+(-1,025) \cdot x$
	200 м	$Y=237,787+(-0,289) \cdot x$
	400 м	$Y=220,562+(-0,126) \cdot x$
15 років	50 м	$Y=252,637+(-2,63) \cdot x$
	100 м	$Y=233,351+(-0,799) \cdot x$
	200 м	$Y=251,592+(-0,398) \cdot x$
	400 м	$Y=267,593+(-0,281) \cdot x$

У математичній статистиці існує твердження, що вибірки, де кількість досліджуваних більше за 30 осіб ($n > 30$), є достатньо репрезентативними, тобто такими, які віддзеркалюють всі основні властивості генеральної сукупності. Це дає нам підстави стверджувати, що розраховані за нашими рівняннями регресії величини ЧСС є належними.

Таблиця 10

Рівняння регресій для розрахунку належних величин ЧСС для хлопців віком 13, 14, 15 років при пропливанні дистанцій 50, 100, 200, 400 м

Вік	Дистанція	$Y=a_1+v_1 \cdot x$
13 років	50 м	$Y=222,154+(-1,640) \cdot x$
	100 м	$Y=242,304+(-0,979) \cdot x$
	200 м	$Y=221,304+(-0,254) \cdot x$
	400 м	$Y=222,912+(-0,154) \cdot x$
14 років	50 м	$Y=326,531+(-4,935) \cdot x$
	100 м	$Y=251,185+(-1,127) \cdot x$
	200 м	$Y=226,787+(-0,277) \cdot x$
	400 м	$Y=219,562+(-0,134) \cdot x$
15 років	50 м	$Y=253,737+(-2,770) \cdot x$
	100 м	$Y=231,351+(-0,859) \cdot x$
	200 м	$Y=254,592+(-0,450) \cdot x$
	400 м	$Y=266,593+(-0,272) \cdot x$

Таким чином, підставляючи замість значення X величину спортивного результату (часу долання дистанції) у секундах у відповідне рівняння регресії, ми маємо можливість визначити належну величину ЧСС для будь-якого результату на тій чи іншій дистанції як для хлопців, так і для дівчат у межах відповідного спортивного розряду.

Отже, суть нашої методики полягає в тому, що, порівнюючи величини ЧСС, за фіксовані у спортсмена після пропливання певної дистанції з розрахунковими, тобто належними величинами ЧСС, можна зробити певні висновки. Наприклад, під час тестування хлопця віком 15 років на дистанції 50 м при результаті 30 с було зафіксовано 175 серцевих скорочень за хвилину. Якщо через деякий час при наступному тестуванні у плавця при тому самому часі долання дистанції за 30 с величина ЧСС буде 168 ударів за хвилину, тобто значно менше належної величини ЧСС, яка дорівнює за розрахунками рівняння регресії 170,63 удара за хвилину, то, очевидно, що його функціональний стан поліпшився і можна збільшувати тренувальні навантаження. Навпаки, якщо при тому самому часі долання дистанції зафіксовано величину ЧСС 180 ударів за хвилину, тобто значно більше, ніж належна величина, то його функціональний стан погіршився і необхідно тренувальні навантаження зменшити. Крім того, з педагогічного погляду, для тренера та спортсмена дуже важливо мати можливість оцінити рівень функціонального стану.

Оскільки за законами нормального розподілу будь-яких вимірювань у межах коливань від $+σ$ до $-σ$ потрапляє 68,27% вимірів; у межах $+2σ$ до $-2σ$ – ще по 13,59% у той чи інший бік, а в межах від $+3σ$ до $-3σ$ – ще по 2,27%, ми пропонуємо

таку шкалу оцінювання функціонального стану плавців за величинами ЧСС:

- відхилення зафіксованих (дійсних) величин ЧСС від належних величин ЧСС (розрахованих за рівняннями регресії) в межах від $+σ$ до $-σ$ оцінювати як задовільний функціональний стан спортсмена;
- відхилення ЧСС у межах $-2σ$ – як добрий функціональний стан;
- відхилення ЧСС у межах $-3σ$ – як відмінний функціональний стан;
- відхилення ЧСС у межах $+2σ$ – як незадовільний функціональний стан;
- відхилення ЧСС у межах $+3σ$ – як негативний функціональний стан.

Таким чином, запропонована шкала оцінювання функціонального стану спортсменів є науково обґрунтованою, базується на об'єктивних методиках розрахунків та дає змогу об'єктивно, швидко, коректно, без застосування дорогіших обстежень оцінювати функціональний стан плавців, а також вносити відповідні корективи у навчально-тренувальний процес.

Висновки:

1. Ретроспективний аналіз наукової і методичної літератури виявив, що до теперішнього часу у фахівців немає єдиної думки стосовно оцінювання функціонального стану спортсменів. Усіх фахівців умовно можна поділити на три групи. До першої групи належать фахівці, які стверджують, що для оцінювання функціонального стану спортсменів інформативнішими є показники лактату крові. До другої групи – фахівці, які віддають перевагу показникам ЧСС. Представники третьої групи вважають, що як показники лактату, так і показники ЧСС рівною мірою є інформативними, питання вибору залишається за тренером.

2. За результатами застосування двофакторного аналізу для визначення впливу часу долання дистанцій 50, 100, 200 та 400 м на величину ЧСС у хлопців та дівчат віком 13, 14, 15 років можна констатувати таке:

- при плаванні на дистанції 50 м величина ЧСС статистично достовірно при $p=0,05$ залежить від статі плавців (частка впливу цього фактора становить 77,1%) і не залежить від віку плавців 13, 14, 15 років;
- при плаванні на дистанції 100 м величина ЧСС статистично достовірно при $p=0,01$ залежить від статі (частка впливу цього фактора складає 82,4%) та від віку (при $p=0,01$), але частка впливу вікового фактору незначна і дорівнює лише 0,73%;
- при плаванні на дистанції 200 м величина ЧСС статистично достовірна при $p=0,01$ залежить

як від статі (частка впливу фактора відповідає 83,25%), так і від віку (частка впливу фактора становить 7,6%);

– при плаванні на дистанції 400м аналогічно з дистанцією 200м, величина ЧСС статистично достовірно при $p=0,01$ залежить від статі (частка впливу фактора – 62,97%) і від віку (частка впливу фактора – 14,48%);

– величина ЧСС у дівчат у середньому на 8–10 серцевих скорочень більше, ніж у хлопців.

3. За результатами кореляційного аналізу встановлено сильну зворотну залежність величин ЧСС від часу пропливання дистанції – у хлопців у межах від $r = -0,64$ до $r = -0,76$; і у дівчат – у межах від $r = -0,79$ до $r = -0,64$. При цьому залежність величин ЧСС від спортивного результату зі збільшенням дистанції має тенденцію до зниження.

4. Розрахунок коефіцієнтів детермінації дав змогу уточнити результати кореляційного аналізу. Ми дійшли висновку, що ЧСС залежить саме від часу пропливання дистанції лише на 60,84%, решта 39,16% відсотків – це вплив чинників, які ми не досліджували.

5. Суть нашої методики полягає в тому, що, порівнюючи величини ЧСС, зафіксовані у спортсмена після пропливання певної дистанції з роз-

рахунковими, тобто належними величинами ЧСС, можна зробити певні висновки. Якщо через деякий час при наступному тестуванні у плавця при тому самому часі долання дистанції зафіксовано величину ЧСС, значно меншу від належної величини ЧСС, то його функціональний стан поліпшився і можна збільшувати навантаження. Навпаки, якщо при тому самому часі долання дистанції фіксується величина ЧСС, значно більша, ніж належна величина ЧСС, то відповідно його функціональний стан погіршився.

6. Пропонуємо таку шкалу оцінювання функціонального стану плавців за величинами ЧСС:

– відхилення зафіксованих (дійсних) величин ЧСС від належних (розрахованих за рівняннями регресії) у межах від $+σ$ до $-σ$ оцінювати як задовільний функціональний стан спортсмена:

– відхилення ЧСС у межах $-2σ$ – як добрий функціональний стан;

– відхилення ЧСС у межах $-3σ$ – як відмінний функціональний стан;

– відхилення ЧСС у межах $+2σ$ – як незадовільний функціональний стан;

– відхилення ЧСС у межах $+3σ$ – як негативний функціональний стан.

Список використаних джерел

1. Булгакова Н.Ж. Спортивное плавание : учеб. для ВУЗов физ. культуры / Н.Ж. Булгакова. – Москва : Физкультура, образование и наука, 1996. – 430 с.
2. Плавание : учеб. пособие для студ. ВУЗов физ. воспитания и спорта / Н.Ж. Булгакова, В.З. Афанасьев, П.П. Макаренко, С.Н. Морозов, О.Н. Попов, И.В. Чеботарева И.В. – Москва : Физкультура и спорт, 2001. – 400 с.
3. Вайцеховский С.М. Пульсометрия как критерий интенсивности тренировочной нагрузки / С.М. Вайцеховский // Теория и практика физической культуры. – 1966. – № 3. – С. 15–17.
4. Возрастная физиология физических упражнений : учеб. пособие / под общ. ред. В.М. Волкова. – Смоленск, 1978. – 176 с.
5. Воронцов А.Р. Лактатная кривая или назад к пульсовым режимам. (по материалам американских и австралийских специализированных изданий) / Воронцов А.Р. // Плавание : информ.-метод. сб. – Москва, 1998. – Вып. 3. – С. 22–29.
6. Гордон С.М. Определение направленности и интенсивности основных тренировочных упражнений при плавании вольным стилем / С.М. Гордон // Теория и практика физической культуры. – 1958. – Т. 11, вып. 7. – С. 525–532.
7. Гордон С.М. Тренировка в циклических видах спорта на основе закономерных соотношений между тренировочными упражнениями и их эффектом : автореф. дис. ... д-ра пед. наук: [спец.] : 13.00.04 «Теория и методика физического воспитания и спортивной тренировки» / С.М. Гордон ; ГЦОЛИФК. – Москва, 1989. – 48 с.
8. Инясевский К.А. Тренировка пловца / К.А. Инясевский, Б.Н. Никитский. – Москва : Физкультура и спорт, 1958. – 118 с.
9. Китаев В.Ф. О методике спортивной тренировки по плаванию в предсоревновательном этапе / В.Ф. Китаев // Теория и практика физкультуры. – 1956. – Т. 9, вып. 6. – С. 415–419.
10. Лакин Г.Ф. Биометрия : учеб. пособие для ун-тов и пед. ин-тов. – Москва : Высшая школа, 1980. – 343 с.
11. Линець М.М. Основи методики розвитку рухових якостей : навч. посіб. / М.М. Линець. – Львів : Штабар, 1994. – 207 с.
12. Пирогова Е.А. Влияние физических упражнений на работоспособность и здоровье человека / Е.А. Пирогова, Л.Я. Иващенко, Н.П. Страпко. – Киев : Здоров'я, 1996. – 152 с.
13. Платонов В.Н. Плавание : учеб. для студ. и препод. вузов физ. воспитания и спорта, тренеров и спортсменов, науч. работников и врачей / под общ. ред. В.Н. Платонова. – Киев : Олимп. лит., 2000. – 496 с.

14. Платонов В. Н. Спортивное плавание: путь к успеху : в 2 кн. / под ред. В. Н. Платонова. – Киев : Олимп. лит, 2011. – Кн. 1. – 480 с.
15. Платонов В. Н. Спортивное плавание: путь к успеху : в 2 кн. / под ред. В. Н. Платонова. – Киев : Олимп. лит., 2011. – Кн. 2. – 544 с.
16. Селуянов В. Н. Развитие локальной мышечной выносливости в циклических видах спорта / В. Н. Селуянов. – Москва : Дивизион, 2009. – 360 с.
17. Спортивная метрология : учеб. для ин-тов физ. культуры / под ред. В. М. Зациорского. – Москва : Физкультура и спорт, 1982. – 256 с.
18. Янсен П. ЧСС, лактат и тренировка на выносливость / пер. с англ. В. Кудрявцева. – Мурманск : Тулома, 2006. – 150 с.
19. Astrand P.O. Factors to be measured / P.O. Astrand // Endurance in Sport. Oxford, Blackull Scientific Publications, 1992. – P. 189–191.
20. Ruchall B. S. Tool for measuring stress tolerance in elite athletes / B. S. Ruchall // Appl Psychol. – 1990. – Vol. 2. – P. 51–66.
21. Salo D. Complete conditioning for swimming / D. Salo Ricward. – Human Kinetic, 2008. – 256 p.
22. Troup J. P. Physiology and nutrition for competitive swimming / J. P. Troup, D. Strass // Perspectives in exercise science and sports medicine: Physiology and nutrition for competitive sport / D. L. Lamb, H. G. Knuttgen, R. Murrav. – Carmel, IN : Cooper Publishing Group, 1994. – P. 99–129.

Reference

1. Булгакова НЖ. Спортивное плавание: учебник. Москва: Физкультура, образование и наука; 1996. 430 с.
2. Булгакова НЖ, Афанасьев ВЗ, Макаренко ПП, Морозов СН, Попов ОН, Чеботарева ИН. Плавание: учеб. пособие. Москва: Физкультура и спорт; 2001. 400 с.
3. Вайцеховський СМ. Пульсометрия как критерий интенсивности тренировочной нагрузки. Теория и практика физической культуры. 1966;3:15–7.
4. Волков ВМ, редактор. Возрастная физиология физических упражнений: учеб. пособие. Смоленск; 1978. 176 с.
5. Воронцов АР. Лактатная кривая или назад к пульсовым режимам. (по материалам американских и австралийских специализированных изданий). В: Плавание. Информац.-метод. сб. Москва; 1998;3, с. 22–9.
6. Гордон СМ. Определение направленности и интенсивности основных тренировочных упражнений при плавании вольным стилем. Теория и практика физической культуры. 1958;21;7:525–32.
7. Гордон СМ. Тренировка в циклических видах спорта на основе закономерных соотношений между тренировочными упражнениями и их эффектом [автореферат]. Москва; 1989. 48 с.
8. Инясевский КА, Никитский БН. Тренировка пловца. Москва: Физкультура и спорт; 1958. 118 с.
9. Китаев ВФ. О методике спортивной тренировки по плаванию в предсоревновательном этапе. Теория и практика физической культуры. 1956;9;6:415–9.
10. Лакин ГФ. Биометрия: учеб. пособие. Москва: Высшая школа; 1980. 343 с.
11. Линець ММ. Основи методики розвитку рухових якостей: навч. посіб. Львів: Штабар; 1994. 207 с.
12. Пирогова ЕА, Иващенко ЛЯ, Страпко НП. Влияние физических упражнений на работоспособность и здоровье человека. Киев: Здоров'я; 1996. 152 с.
13. Платонов ВН. Плавание: учебник. Киев: Олимп. лит.; 2000. 496 с.
14. Платонов ВН. Спортивное плавание: путь к успеху. Киев: Олимп. лит.; 2011. Книга 1. 480 с.
15. Платонов ВН. Спортивное плавание: путь к успеху. Киев: Олимп. лит.; 2011. – Книга 2. 544 с.
16. Селуянов ВН. Развитие локальной мышечной выносливости. Москва: Дивизион; 2009. 360 с.
17. Зациорский ВМ, редактор. Спортивная метрология: учебник. Москва: Физкультура и спорт; 1982. 256 с.
18. Янсен П. ЧСС, лактат и тренировка на выносливость. Мурманск: Тулома; 2006. 150 с.
19. Astrand PO. Factors to be measured. In: Endurance in Sport. Astrand Oxford, Blackull Scientific Publications; 1992, p. 189–91.
20. Ruchall BS. Tool for measuring stress tolerance in elite athletes. Ruchall Appl Psychol. 1990;2:51–66.
21. Salo D. Complete conditioning for swimming. Human Kinetic; 2008. 256 p.
22. Troup JP, Strass D. Physiology and nutrition for competitive swimming. In: DL Lamb, HG Knuttgen, R. Murrav, editors. Perspectives in exercise science and sports medicine: Physiology and nutrition for competitive sport. Carmel, IN: Cooper Publishing Group; 1994, p. 99–129.

Стаття надійшла до редколегії 15.10.2019.

Прийнята до друку 10.12.2019.

Підписана до друку 27.12.2019.