ISSN 2221-1217

ФІЗИЧНА АКТИВНІСТЬ, ЗДОРОВ'Я І СПОРТ. 2014. №2(16). С. 3-14

PHYSICAL ACTIVITY HEALTH AND SPORT. 2014. №2(16). P. 3-14

УДК 796.011.1:612.176.4

ГРАДАЦІЯ ЗА ВІКОМ НОРМИ ЧАСТОТИ СЕРЦЕВИХ СКОРОЧЕНЬ У СТАНІ СПОКОЮ ДІТЕЙ МОЛОДШОГО ШКІЛЬНОГО ВІКУ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ПРОБИ РУФФ'Є

Ігор ЗАНЕВСЬКИЙ

Львівський державний університет фізичної культури, Львів, Україна

Анотація. Мета роботи полягає у створенні моделі градації за віком норми частоти серцевих скорочень (ЧСС) у стані спокою дітей молодшого шкільного віку при застосуванні проби Руфф'є. Методика дослідження ґрунтується на основі методів теорії і методики фізичного виховання, математичного моделювання, пульсометрії й теорії моторних тестів. Застосовано офісні комп'ютерні технології та інтернет-пошук інформації. З урахуванням результатів проби Руфф'є розроблено модель статистичних параметрів норми ЧСС у стані спокою для кожної вікової групи окремо шести-, семи- й восьмиліток. Визначено достовірність різниць між середніми величинами норми ЧСС. Розроблено метод корекції величини індексу Руфф'є для кожного року окремо. Представлено модель теоретичного розподілу дітей молодшого шкільного віку за функціонально-резервними можливостей серцево-судинної системи. Обґрунтовано рекомендації стосовно градації за віком норми ЧСС у стані спокою для дітей молодшого шкільного віку при застосуванні проби Руфф'є.

Ключові слова: фізкультура в школі, група здоров'я, проба Руфф'є, ЧСС у стані спокою, математичне моделювання.

Постановка проблеми. Проба Руфф'є прийнята як офіційний тест для оцінювання функціонально-резервних можливостей серцево-судинної системи (ССС) учнів при визначенні групи здоров'я на уроках фізкультури [1]. Частота серцевих скорочень (ЧСС) у стані спокою значною мірою визначає результат проби Руфф'є [2].

Величина індексу Руфф'є для пацієнта шкільного віку коригується залежно від середньої величини норми ЧСС у стані спокою його вікової групи [3]. Цю норму визначено для вікових груп з кроком по 3–5 років: 4–6 років, 6–8 років, 8–10 років тощо. Проте різниця між величинами норми ЧСС у стані спокою цих вікових груп досить велика, тому й величина корекції індексу Руфф'є для пацієнта молодшого шкільного віку досить суттєво залежить від вікової градації норми [4].

Отож при застосуванні проби Руфф'є, результати якої враховують при розподілі учнів на групи здоров'я на уроках фізкультури, існує проблема точності градації за віком норми ЧСС у стані спокою дітей молодшого шкільного віку.

Роботу виконано в рамках завдань науково-дослідницьких робіт за темою «Застосування проби Руфф'є при визначенні групи здоров'я для занять школярів фізкультурою» тематичного плану науково-дослідної роботи Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України на 2013–2014 рр. (номер державної реєстрації 0113U000658).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У відомих наукових публікаціях норма ЧСС людини у стані спокою подається занадто наближено, за широкими діапазонами, величина яких

© Заневський І., 2014

досягає половини середньої величини норми [5]. Завжди круглі числа ширини цих діапазонів також вказують на наближений спосіб встановлення норми [6].

Дані стосовно норму ЧСС у стані спокою для віку 4–10 років подано в табл. 1 [7] трьома середніми величинами: для віку 4–6 років (у середньому 106 хв$^{-1}$), 6–8 років (98 хв$^{-1}$) і 8–10 років (88 хв$^{-1}$).

Таблиця 1

Норми ЧСС у спокої, хв$^{-1}$ [7]

Вік, роки	Середнє	Границі
4–6	106	86–126
6–8	98	78–118
8–10	88	68–108

Урахування результатів проби Руфф'є у запропонованій нами моделі норми ЧСС людини у стані спокою дає змогу суттєво уточнити рекомендації стосовно верхньої границі норми шляхом зменшення ширини діапазону на 2–20 хв$^{-1}$ залежно від віку пацієнта.

Величина індексу Руфф'є при визначенні групи здоров'я учнів для занять фізичною культурою коригується відношенням середньої величини норми ЧСС у стані спокою дорослого й відповідної норми для вікової групи учнів [8]:

$$I = \frac{4q(n_0 + n_1 + n_2) - 200}{10}, \qquad (6)$$

де n_0 – кількість скорочень серця за 15 с у стані спокою; n_1 – за перші 15 секунд після закінчення присідань; n_2 – в останні 15 секунд першої хвилини після закінчення присідань; q – відношення середньої величини норми ЧСС для дорослого й для вікової групи учнів.

Метою роботи було розробити модель градації за віком норми ЧСС у стані спокою дітей молодшого шкільного віку при застосуванні проби Руфф'є. **Завдання дослідження**. 1. Визначити статистичні параметри норми ЧСС у стані спокою для кожної вікової групи (шести-, семи- й восьмиліток) окремо. 2. Визначити достовірність різниць між середніми величинами норми ЧСС. 3. Розробити метод корекції величини індексу Руфф'є для кожної вікової групи окремо. 4. Дослідити теоретичний розподіл дітей молодшого шкільного віку за функціонально-резервними можливостями серцево-судинної системи.

Методика дослідження ґрунтується на методах теорії і методики фізичного виховання [9], математичного моделювання [10], пульсометрії [11], теорії моторних тестів [12] і математичної статистики [13]. Застосовано офісні комп'ютерні технології та інтернет-пошук інформації. Опрацювання результатів проводилися з використанням пакета аналізу програми Excel, зокрема функції NORMDIST [14].

Результати дослідження. Першим кроком до встановлення градації за віком норми ЧСС у стані спокою дітей молодшого шкільного віку при застосуванні проби Руфф'є було визначення статистичних параметрів (центру й варіації) норми ЧСС для кожної вікової групи окремо шести-, семи- й восьмиліток. Для віку 7 років середнім значенням норми ЧСС у стані спокою, очевидно, може бути прийнята величина медіани другого вікового інтервалу (6–8 років), а саме 98 хв$^{-1}$ (див. табл. 1). У першому наближенні середні величини норми ЧСС для вікових груп 6 і 8 років можна визначити методом лінійної інтерполяції як середні арифметичні сусідніх граничних величин першого та другого інтервалів і другого та третього інтервалів: $\frac{106+98}{2}=102$ хв$^{-1}$ – для шестиліток і $\frac{88+98}{2}=93$ хв$^{-1}$ – для восьмиліток (рис. 1).

Для створення моделі варіації норми ЧСС спокою було використано величини її: для дітей віком 6–8 років – це 78 і 118 хв$^{-1}$ (див. табл. 1). Припускаючи, що розподіл величини ЧСС спокою залежить від закону нормального розподілу, й застосовуючи на цій підставі правило трьох сигм, визначаємо величину стандартного відхилення як одну третину різниці між середньою й граничною величинами норми для кожної вікової групи 6, 7 і 8 років: для вікової групи шестиліток беремо верхню границю цього інтервалу (118 хв$^{-1}$), а для восьмиліток – нижню границю (78 хв$^{-1}$). Для шестиліток величина стандартного відхилення, яку обчислено за виразом $\frac{118-102}{3}=5{,}33$ хв,$^{-1}$ виходить більшою, ніж для восьмиліток $\frac{93-78}{3}=5{,}00$ хв$^{-1}$, що узгоджується із більшою середньою величиною норми ЧСС для восьмиліток порівняно із шестилітками (відповідно 102 і 93 хв$^{-1}$). Величину стандартного відхилення для семиліток, у першому наближенні, прийнято рівною половині суми величин стандартного відхилення для шестиліток і восьмиліток: 5,17 хв$^{-1}$. Відповідні діапазони за віком $(P_0 \pm 3\sigma)$ наведено у графічній формі (рис. 2).

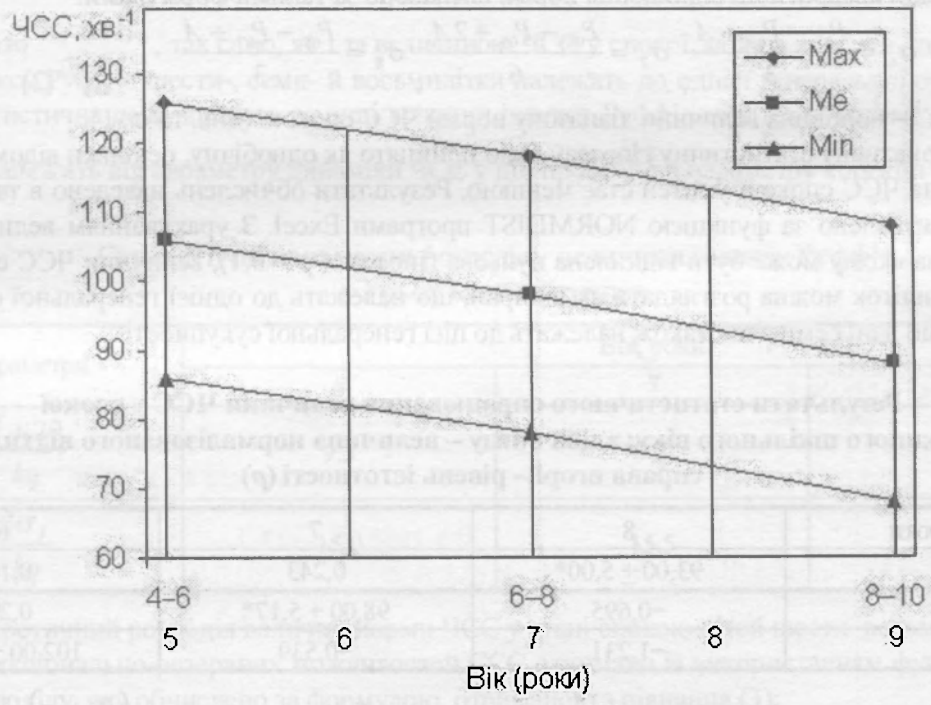


Рис. 1. Схема для обчислення норми ЧСС у стані спокою

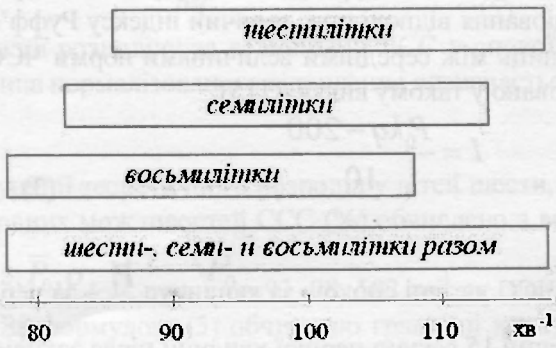


Рис. 2. Діапазони норми ЧСС спокою для дітей молодшого шкільного віку

Достовірність різниць між середніми величинами норми ЧСС

Кількісною мірою похибок, пов'язаних із усередненням оцінок величини ЧСС спокою вікової групи шести, восьмиліток, прийнято рівень істотності, на якому може бути відхилена статистична гіпотеза про походження сукупностей величини ЧСС шестиліток і семиліток (а також восьмиліток і семиліток) з однієї генеральної сукупності $\left(H_0 : P_{0i} = P_{0j}\right)$. Відповідний критерій обчислено за формулою нормалізованого відхилення різниці величин ЧСС спокою пацієнтів досліджуваних вікових груп:

$$t_{P0} = \frac{-\left|P_{0i} - P_{0j}\right|}{\sqrt{\sigma_i^2 + \sigma_j^2}}, \qquad (1)$$

де P_0 – середня величина норми ЧСС спокою (індексами $i, j = 6,7,8$ позначено статистичні параметри відповідних вікових груп).

Середні квадратичні відхилення норми визначено за такими формулами:

$$\sigma_6 = \frac{P_{07} - P_{05} + A}{3}; \quad \sigma_7 = \frac{P_{08} - P_{06} + 2A}{6}; \quad \sigma_8 = \frac{P_{09} - P_{07} + A}{3}, \qquad (2)$$

де $A = 20$ хв$^{-1}$ – половина величини діапазону норми ЧСС спокою (див. табл. 1).

Альтернативну статистичну гіпотезу було прийнято як однобічну, оскільки відомо, що із віком величина ЧСС спокою у дітей стає меншою. Результати обчислень наведено в табл. 2. Рівні істотності визначено за функцією NORMDIST програми Excel. З урахуванням величини рівня істотності, на якому може бути відхилена нульова гіпотеза ($p > 0,1$), величини ЧСС спокою шести- і восьмиліток можна розглядати як вибірки, що належать до однієї генеральної сукупності. Зрозуміло, що дані семиліток також належать до цієї генеральної сукупності.

Таблиця 2

Результати статистичного опрацювання величини ЧСС у спокої дітей молодшого шкільного віку: зліва внизу – величина нормалізованого відхилення (1), справа вгорі – рівень істотності (*p*)

Вік, роки	8	7	6
8	93,00 ± 5,00*	0,243	0,109
7	−0,695	98,00 ± 5,17*	0,295
6	−1,231	−0,539	102,00 ± 5,33*

* У діагональних клітинках таблиці записано статистичні параметри ЧСС у спокої $\left(P_0 \pm \sigma\right)$.

Величина норми ЧСС з урахуванням результатів проби Руфф'є

Статистичне опрацювання відповідних величин індексу Руфф'є приводить до таких самих результатів стосовно різниць між середніми величинами норми ЧСС. Формулу для обчислення величини індексу застосовано у такому вигляді [15]:

$$I = \frac{P_0 kq - 200}{10}, \qquad (3)$$

де $k = 1 + \frac{P_1 + P_2}{P_0}$; P_0 – ЧСС у стані спокою за хвилину; P_1 – за перші 15 секунд після закінчення присідань; P_2 – в останні 15 секунд першої хвилини після закінчення присідань q – коефіцієнт корекції на вік пацієнта.

Після підстановки виразів норми ЧСС у стані спокою отримано вирази статистик для індексу: $\bar{I}_i = 0{,}1\bar{P}_{0i}kq_{6-8} - 20$ – середнє арифметичне і $\sigma_{Ii} = \sigma_i kq_{6-8}$ – середнє квадратичне відхилення, де $q_{6-8} = \frac{\bar{P}_{0a}}{\bar{P}_{07}}$. З використанням цих формул записано відповідну формулу нормалізованого відхилення:

$$u_I = \frac{-|I_i - I_j|}{\sqrt{\sigma_{Ii}^2 + \sigma_{Ij}^2}}. \quad (4)$$

У результаті необхідних алгебричних перетворень формули (4), зокрема, після скорочення на добуток kq, приходимо до формули (1), де $i, j = 6{,}7{,}8$. Приведені статистичні параметри індексу Руфф'є за величиною на порядок менші від статистичних параметрів норми ЧСС (табл. 3). Алгебричний вираз індексу Руфф'є – це результат лінійного перетворення суми трьох вимірів ЧСС. Тобто $u_I = u_{P0}$, так само, як і за величиною ЧСС у спокої, можна вважати, що й за величиною індексу Руфф'є шести-, семи- й восьмилітки належать до однієї генеральної сукупності ($p > 0{,}1$). Статистична достовірність різниці величин індексу Руфф'є між цими трьома віковими групами не залежить від параметру динаміки ЧСС у цій пробі (k) й параметру корекції на вік (q).

Таблиця 3

Статистичні параметри розподілу величини індексу Руфф'є у трьох вікових групах

Параметри	Вік, роки		
	8	*7*	*6*
$\frac{\bar{I} + 20}{kq}$	9,3	9,8	10,2
$\frac{3\sigma_I}{kq}$	15,0	15,5	16,0

Теоретичний розподіл величин норми ЧСС у стані спокою дітей шести–восьми років за рівнями функціонально-резервних можливостей ССС отримано із використанням функції нормального розподілу, яку обчислено за формулою, отриманою з рівняння (3):

$$P_0 = \frac{10I + 200}{kq}, \quad (5)$$

Було визначено функції розподілу за величиною ЧСС у спокої в кожній із трьох вікових груп (6, 7 і 8 років). Величина нормалізованого відхилення визначається за формулою: $z = \frac{P_0 - \bar{P}_0}{\sigma}$. Значення функції теоретичного розподіл у дітей шести, семи і восьми років за рівнями функціонально-резервних можливостей ССС (%) обчислено з використанням функції програми Excel NORMDIST $\left(z; \bar{P}_0; \sigma; 1\right)$ при $\bar{P}_0 = 93, 98, 102$ хв$^{-1}$ як середніх величинах ЧСС у спокої певної вікової групи. За формулою (5) обчислено граничні величини ЧСС у спокої (хв$^{-1}$) у шкалі оцінок тесту Руфф'є (результати обчислень, при ($k = 3{,}5$) зведено в табл. 4.

Таблиця 4

Граничні величини ЧСС у спокої (хв$^{-1}$) у шкалі оцінок проби Руфф'є

I	Вік, роки		
	8	7	6
3,5	89	94	98
6,5	101	106	110
9,5	112	118	123
14,5	131	138	144

Теоретичний розподіл дітей молодшого шкільного віку за функціонально-резервними можливостями серцево-судинної системи

Вважаючи учнів 6–8 років однією віковою групою, за коригуючий віковий параметр було прийнято відношення середніх величин норми ЧСС у спокої дорослого й семилітка:

$$q_{6-8} = \frac{\overline{P}_{0a}}{\overline{P}_{07}}. \quad (6)$$

Стандартне відхилення ЧСС у спокої шести- і восьмиліток загалом визначають за формулою: $\sigma_{6-8} = \frac{A}{3}$. Відповідні граничні величини ЧСС у спокої записані у середньому стовпці табл. 4, а розподіл за рівнями функціонально-резервних можливостей ССС – у табл. 5. Стандартне відхилення величини індексу Руфф'є шести- і восьмиліток загалом визначають за формулою: $\sigma_{I6-8} = kq\sigma_{6-8}$.

Таблиця 5

Теоретичний розподіл дітей шести–восьми років (як однієї вікової групи) за рівнями функціонально-резервних можливостей ССС (%)

Індекс Руфф'є	Вік, роки (ЧСС, хв$^{-1}$)			
	8 (93,0±5,0)	7 (98,0±5,2)	6 (102,0±5,3)	6 – 8 (98,0±6,7)
< 3,5	57,9	21,9	6,7	28,8
3,5 ÷ 6,5	41,6	72,0	70,7	61,4
6,5 ÷ 9,5	0,5	6,1	22,5	9,7
> 9,5	0,0	0,0	0,1	0

Для вибірки з дев'яноста пацієнтів (по тридцять з кожної вікової групи) і трьох рівнів функціонально-резервних можливостей ССС ($I < 3,5$; $I = 3,5 \div 6,5$ і $I > 6,5$) спостерігається статистично суттєва різниця у законах розподілу учнів трьох вікових груп $p < 0,002$ $\left(\chi^2 = 25,5\right)$. Для перевірки нульової статистичної гіпотези про однаковість розподілу в кожній з трьох вікових груп застосовано хі-квадрат критерій Пірсона із кількістю ступенів свободи (8). Це принципово інший висновок, порівняно із тим, що було отримано, коли порівнювали середні величини норми ЧСС у спокої та індексу Руфф'є (див. табл. 2).

Корекція величини індексу Руфф'є для кожного року окремо

Якщо у формулі індексу Руфф'є (6) застосувати корекцію на вік у кожній віковій групі (шести-, семи- й восьмиліток) окремо (див. перший і третій стовпці в табл. 4), теоретичний розподіл дітей віком шести, семи й восьми років за рівнями функціонально-резервних можливостей ССС

виявиться майже однаковим у всіх трьох вікових групах (табл. 6). Нульова гіпотеза про походження трьох сукупностей (шести-, семи- й восьмиліток) з однієї генеральної може бути прийнята з високою достовірністю: $\chi^2 = 0{,}013;\ \nu = 8;\ p > 0{,}999$.

Таблиця 6

Теоретичний розподіл трьох вікових груп дітей (шести, семи і восьми років) за рівнями функціонально-резервних можливостей ССС (%)

Рівень функціонально-резервних можливостей ССС	Вік, роки (індекс Руфф'є)			
	8 (3,25±1,25)	7 (4,50±1,29)	6 (5,50±1,33)	6–8 (4,50±1,67)
Високий	22,4	21,9	21,8	22,0
Добрий	71,2	72,0	72,3	71,8
Середній і нижче	6,4	6,1	5,9	6,2

Для практично реальних меж величина параметра динаміки ЧСС ($k = 3{,}3\text{-}3{,}7$) результати статистичного опрацювання наведено в табл. 7.

Таблиця 7

Результати порівняльного аналізу способів корекції величини індексу Руфф'є: у загальній віковій групі (верхні рядки) й окремо у вікових групах шести-, семи- і восьмиліток (нижні рядки)

k	χ^2	p *
3,3	21,7	0,006
	0,003	0,999
3,7	25,2	0,001
	0,01	0,999

* кількість ступенів свободи: $\nu = 8$

Оскільки обчислення індексу Руфф'є з корекцією на середній вік (7 років) пацієнта молодшого шкільного віку (6–8 років) призводить до відхилення нульової гіпотези про походження результатів окремих вікових груп (шести-, семи- і восьмиліток) з однієї генеральної сукупності $(p < 0{,}01)$, усереднена норма ЧСС у стані спокою для дітей 6–8 років (78–118 хв$^{-1}$) має бути визнана неточною. При застосуванні запропонованої формули індексу Руфф'є коригування на вік треба проводити окремо у кожній з трьох вікових груп, що дає достатньо високу достовірність результатів $(p > 0{,}99)$.

Обговорення результатів. При застосуванні проби Руфф'є теоретичний розподіл дітей усіх вікових груп за рівнями функціонально-резервних можливостей ССС має бути такий самий, якщо вікова корекція величини відповідного індексу є коректною. Оскільки коригування на вік в об'єднаній групі дітей молодшого шкільного віку призводить до статистично суттєвих розбіжностей в оцінці функціонально-резервних можливостей ССС шести-, семи- й восьмиліток $(p < 0{,}002)$, опрацювання результатів проби Руфф'є у такій об'єднаній групі не є коректним (див. табл. 5).

Згідно з результатами найбільш репрезентативного дослідження [16], середня величина ЧСС у стані спокою дітей молодшого шкільного віку є нижчою від середньої величини норми ЧСС приблизно на 10 хв$^{-1}$ (табл. 8).

Таблиця 8

ЧСС у стані спокою хв$^{-1}$ [16]

Перцентиль \ Вік (роки)	6	7	8
Верхня границя	95,0	90,0	85,0
Середня величина	92,5	87,5	82,5
Нижня границя	90,0	85,0	80,0

Опрацювання всіх опублікованих результатів вимірів величина ЧСС у стані спокою дітей віком шести, семи і восьми років [17] дало середню величину, нижчу від середньої величини норми приблизно на 7 хв$^{-1}$ (рис 2, табл. 9). Зважаючи на припущення про нормальний закон розподілу ЧСС, можна визначити величину середнього квадратичного відхилення як відстань від 50-го до 84-го або 16-го перцентилів: 15,0 хв$^{-1}$ (для шестиліток), 14,5 хв$^{-1}$ (для семиліток) й 14,0 хв$^{-1}$ (для восьмиліток). Це тільки на 1 хв$^{-1}$ менше від потроєної величини середнього квадратичного відхилення норми ЧСС у стані спокою (див. табл. 2). З цього можна зробити висновок, що за норму прийнято інтервал ЧСС у стані спокою шириною, рівною приблизно двом середньоквадратичним відхиленням.

Нульова гіпотеза про походження величини ЧСС [18] шести-, семи- й восьмиліток з однієї спільної генеральної сукупності може бути прийнята з високою достовірністю $(p > 0{,}1)$. Те саме стосується й відповідних величин індексу Руфф'є. Характер розподілу учнів у вибірці дев'яноста пацієнтів (по тридцять з кожної вікової групи) і трьох рівнів функціонально-резервних можливостей ССС для кожної вікової групи, як і за даними норми ЧСС, виявився майже такий самий, коли коригування величини індексу Руфф'є проводили окремо для кожної вікової групи $(p > 0{,}9)$. Натомість при коригуванні на вік у загальній групі учнів молодшого шкільного віку виявлено статистично суттєву різницю у законах розподілу учнів віком шести, семи й восьми років $(p < 0{,}002)$.

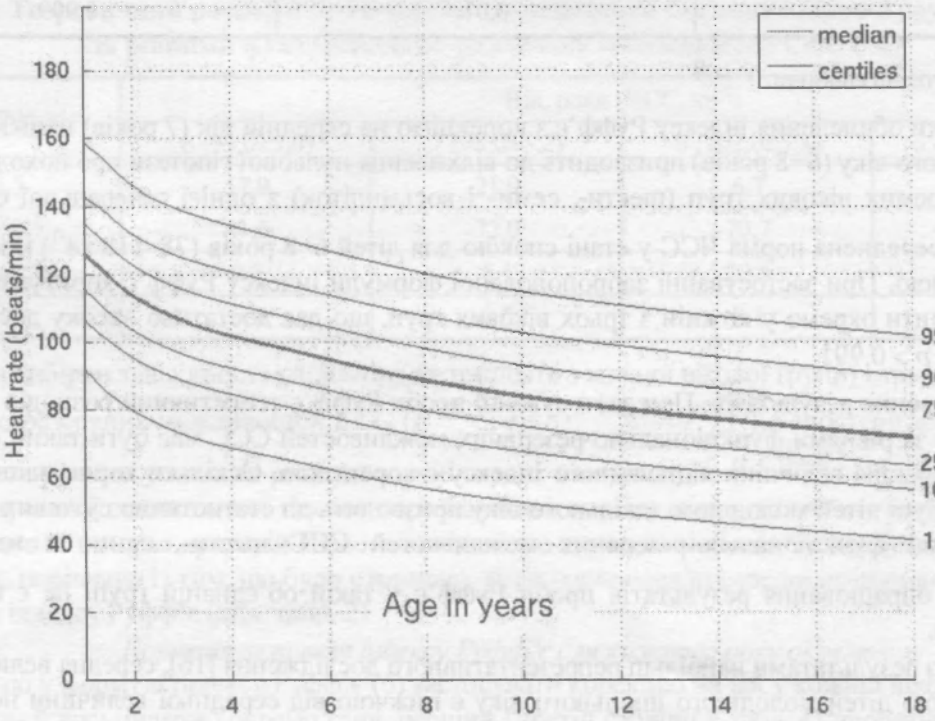


Рис. 2. **ЧСС у стані спокою: середнє й перцентилі [18]**

Таблиця 9

ЧСС у стані спокою хв$^{-1}$ [19]

Перцентиль \ Вік (роки)	6	7	8
84	110,0	106,5	103,0
50	95,0	92,0	89,0
16	80,0	77,5	75,0

Висновок. Ширину діапазону норми ЧСС у стані спокою для дітей молодшого шкільного віку доцільно приймати рівною двом середнім квадратичним відхиленням симетрично відносно медіани.

Не виявлено статистично суттєвої різниці між середніми норми ЧСС у вікових групах шести-, семи- й восьмиліток. Так само, як і за величиною ЧСС у спокої, можна вважати, що й за величиною індексу Руфф'є шести-, семи- й восьмилітки належать до однієї генеральної сукупності $(p > 0{,}1)$

Для вибірки з дев'яноста пацієнтів (по тридцять з кожної вікової групи) і трьох рівнів функціонально-резервних можливостей ССС спостерігається статистично суттєва різниця у законі розподілу учнів трьох вікових груп: $p < 0.002$. Якщо ж застосувати корекцію на вік величини індексу Руфф'є у кожній віковій групі окремо, теоретичний розподіл дітей віком шести, семи й восьми років виявиться майже однаковим у всіх трьох вікових групах $(p > 0{,}9)$.

Групування дітей молодшого шкільного віку в одній віковій групі при коригуванні індексу Руфф'є призводить до статистично суттєвих похибок в оцінках відповідної функціональної проби.

При застосуванні проби Руфф'є прийнятна точність величини індексу може бути забезпечена градацією за віком норми ЧСС у стані спокою дітей молодшого шкільного віку треба з кроком один рік.

Практичні рекомендації. При обчисленні індексу Руфф'є коригування на вік треба виконувати окремо для кожної вікової групи шести-, семи- й восьмиліток.

Оскільки за різними джерелами середня величина ЧСС у стані спокою дітей молодшого шкільного віку перебуває в діапазоні приблизно 10 хв$^{-1}$, існує потреба проведення додаткових емпіричних досліджень.

Література

1. Положення про медико-педагогічний контроль за фізичним вихованням учнів у загальноосвітніх навчальних закладах: наказ Міністерства охорони здоров'я України та Міністерства освіти і науки України N 518/674 від 20.07.2009 р. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://news.yurist-online.com/laws/6323/

2. *Маліков М. В.* Фізіологія фізичних вправ : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів / М. В. Маліков. – Запоріжжя : ЗДУ, 2003. – 112 с.

3. *Zanevskyy I.* Ruffier's test modification for the children's health assessment / I. Zanevskyy // Human health in different periods of life. – Radom : UTH, 2012, p. 29-40.

4. *Заневський І. П.* Модель проби Руф'є з урахуванням віку пацієнта / Заневський І. П., Заневська Л. Г // Теорія та методика фізичного виховання. – 2013. – № 2 (100). – С. 35-45.

5. *Wilmore J.* Physiology of Sport and Exercise / J. Wilmore, D. Costill, W. L. Kenney. – Champaign : Human Kinetics, 2008. – 592 p.

6. Nelson Textbook of Pediatrics / R. M. Kliegman [et al]. – 18th edition. – Philadelphia : Saunders Elsevier, 2007, 389 p.

7. *Сандураччи М. Г.* Частота сердечных сокращений в минуту у детей / М. Г. Сандураччи, Г. Боно. – 2005. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://forum.dearheart.ru/53/1123/

8. *Заневський І. П.* Проба Руфф'є як метод діагностики функціонального стану серцево-судинної системи дітей шкільного віку [Електронний ресурс] / Заневський І. П // Спортивна наука України. – 2011. – № 3. – С. 71-95.

9. *Вацеба О. М.* Теорія і методика наукових педагогічних досліджень у фізичному вихованні та спорті : навч. посіб. / О. М. Вацеба, Б. М. Шиян. – Т. : Богдан, 2008. – 276 с.

10. *Bender E. A.* An Introduction to Mathematical Modelling / E.A. Bender. – New York : Dover, 2006. – 418 p.

11. *Burke R. B.* Precision Heart Rate Training / R. B. Burke. – Champaign : Human Kinetics, 1998. – 224 p.

12. *Morrow J. J.* Measurement and Evaluation in Human Performance / J. J. Morrow, A. Jackson, J. Disch, D. Mood. – Champaign : Human Kinetics, 2008. – 472 p.

13. *Freedman D. A.* Statistical Models: Theory and Practice / D. A. Freedman. – Cambridge: University Press, 2005. – 638 p.

14. IBM SPSS Data Collection. – 2008. – [Electronic resource]. – Access mode : http://www.spss.com.ua/

15. *Заневський І.* Проба Руфф'є і норма частоти серцевих скорочень у стані спокою [Електронний ресурс] / Заневський І., Саноцька Н. // Спортивна наука України. – 2014. – № 1. – С. 43–50. – Режим доступу: http://sportscience.ldufk.edu.ua/index.php/snu/article/view/212/206

16. Детские болезни : учебник / М-во здравоохранения СССР ; ред. А. Ф. Тур, О. Ф. Тарасов, Н. П. Шабалов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Медицина, 1985. – 680 с.

17. Normal ranges of heart rate and respiratory rate in children from birth to 18 years of age: a systematic review of observational studies / Fleming S., Thompson M., Stevens R., Heneghan C., Pluddemann A., Maconochie I., Tarassenko L., Mant D. // The Lancet. – 2011. – Vol.377 (9770). – P. 1011–1018.

18. Simel DL. Approach to the patient: history and physical examination / Goldman L, Schafer AI; eds. Goldman's Cecil Medicine. – 24th ed. – Philadelphia, PA : Elsevier Saunders, 2011. – P. 6.

19. *Bernstein D.* Evaluation of the cardiovascular system: history and physical evaluation / Kliegman R. M., Stanton B. F., St. Geme J.W., [et al] // Nelson Textbook of Pediatrics. – 19th ed. – Philadelphia, PA : Elsevier Saunders, 2011. – P. 416.

ГРАДАЦИЯ ПО ВОЗРАСТУ НОРМЫ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ В СОСТОЯНИИ ПОКОЯ ДЛЯ ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПРОБЫ РУФФЬЕ

Игорь ЗАНЕВСКИЙ

Львовский государственный университет физической культуры, Львов, Украина

Аннотация. Цель работы: создание модели градации по возрасту нормы частоты сердечных сокращений (ЧСС) в состоянии покоя для детей младшего школьного возраста при применении пробы Руффье. Методика исследования построена на основе методов теории и методики физического воспитания, математического моделирования, пульсометрии и теории моторных тестов. Применены офисные компьютерные технологии и интернет-поиск информации. С учё-

том результатов пробы Руффье разработана модель статистических параметров нормы ЧСС в состоянии покоя для каждой возрастной группы отдельно шести-, семи- и восьмилеток. Определена достоверность разницы между средними величинами нормы ЧСС. Разработан метод коррекции величины индекса Руффье для каждого года отдельно. Представлена модель теоретического распределения детей младшего школьного возраста по функционально-резервным возможностям сердечнососудистой системы. Обоснованы рекомендации относительно градации по возрасту нормы ЧСС в состоянии покоя для детей младшего школьного возраста при применении пробы Руффье.

Ключевые слова: физкультура в школе, группа здоровья, проба Руффье, ЧСС в состоянии покоя, математическое моделирование.

GRADUATION OF THE AGE NORMS OF HEART RATE AT REST FOR JUNIOR PUPILS USING RUFFIER TEST

Igor ZANEVSKYY

Lviv State University of Physical Culture,
Lviv, Ukraine

Abstract. The purpose of the work was to create of the model of gradation regarding to the age of standard HR in the state of rest for the children of junior school age during the application of a Ruffier test. The procedure of the study was built on the basis of the methods of theory and procedure of physical training, mathematical simulation, pulse meter, and theory of motor tests. Office computer technologies and Internet-search of information were used. A confidence of difference between the average values of standard HR was determined. A method of correction of the Ruffier index value for each year separately was developed. A model of the theoretical distribution of the children of junior school age on the functional-reserve possibilities of cardiovascular system was represented. Recommendations relative to gradation regarding to the age of standard HR in the state of rest for the children of junior school age during the application of Ruffier test were substantiated.

Keywords: physical education in school, group of health, Ruffier test, normal heart rate, mathematical modelling.

References

1. Polozhennya pro medyko-pedagogichnyj control za fizychnym vyhovannyam uchniv u zahalnoosvitnih navchalnyh zakladah, [Regulations on Medical-Pedagogical Monitoring of Physical Education Students in Secondary Schools] Zatverdzheno Nakazom Ministerstva ohorony zdorovya Ukrainy ta Ministerstva osvity I nauky Ukrainy N 518/674 vid 20.07, 2009 r. Rezhym dostupu: http://news.yurist-online.com/laws/6323/ *(Ukr.)*

2. *Malikov M. V.* Fiziolohiya fizychnyh vprav [Physiology of Exercises] : navch. posib. dlya stud. vyshch. navch. zakl. Zaporizhzhya : ZDU, 2003. 112 s. *(Ukr.)*

3. *Zanevskyy I.* Ruffier's test modification for the children's health assessment / Human health in different periods of life. Radom : UTH, 2012, p. 29–40.

4. *Zanevskyy I.P., Zanevska L.H.* Model proby Rufye z urahuvannyam viku patsiyenta [Model Ruffier's Tests Considering the Patient's Age] // Teoriya ta metodyka fizychnoho vyhovannya. 2013. N 2 (100). S. 35–45. *(Ukr.)*

5. *Wilmore J., Costill D., Kenney W. L.* Physiology of Sport and Exercise. Champaign : Human Kinetics, 2008. 592 p.

6. Nelson Textbook of Pediatrics / R. M. Kliegman [et al]. 18th edition. Philadelphia : Saunders Elsevier, 2007, 389 p.

7. *Sandurachchy M. H., Bono H.* Chastota serdechnyh sokrashchenij v minute u detej [Heart Rate Frequency per Minute in Children]. 2005. Rezhym dostupu: http://forum.dearheart.ru/53/1123/ *(Rus.)*

8. *Zanevskyy I.P.* Proba Ruffye yak metod diahnostyky funktsionalnoho stanu sertsevo-sudynnoi systemy ditey shkilnoho viku [Ruffier's Sample as a Method of Diagnostics of Schoolchildren's Cardiovascular System Functional State] // Sportyvna nauka Ukrainy. 2011. N 3. S. 71–95. *(Ukr.)*

9. *Vatseba O. M., Shyyan B. M.* Teoriya I metodyka naukovyh pedahohichnyh doslidzhen u fizuchnomu vuhovanni ta sporti [Theory and Methods of Scientific Educational Research in Physical Education and Sport] Navchalnyj posibnyk. Ternopil : Bohdan, 2008. 276s. *(Ukr.)*

10. *Bender E. A.* An Introduction to Mathematical Modelling. New York: Dover, 2006. 418 p.

11. *Burke R. B.* Precision Heart Rate Training. Champaign : Human Kinetics, 1998. 224 p.

12. *Morrow J.J., Jackson A., Disch J., Mood D.* Measurement and Evaluation in Human Performance. Champaign : Human Kinetics, 2008. 472 p.

13. *Freedman D. A.* Statistical Models: Theory and Practice, Cambridge : University Press, 2005. 638 p.

14. IBM SPSS Data Collection. 2008. [Electronic resource]. Access mode : http://www.spss.com.ua/

15. *Zanevskyy I., Sanotska N.* Proba Ruffye I norma chastoty sertsevyh skorochen u stani spokoyu [Ruffier's Sample and Heart Rate Frequency at Rest] // Sportyvna nauka Ukrainy. 2014. № 1. С. 43–50. – Access mode : http://sportscience.ldufk.edu.ua/index.php/snu/article/view/212/206

16. Detskije bolezni. [Children Diseases] uchebnik / M-vo zdravoohranenija SSSR, red. A.F. Tur, red. O.F. Tarasov, red. N.P. Shabalov. 2-ye izd., pererab, I dop. M,. Meditsina, 1985. 680 s. *(Rus.)*

17. *Fleming S., Thompson M., Stevens R., Heneghan C., Pluddemann A., Maconochie I., Tarassenko L., Mant D.* Normal ranges of heart rate and respiratory rate in children from birth to 18 years of age: a systematic review of observational studies. The Lancet, 2011; 377 (9770): p. 1011–1018.

18. Simel DL. Approach to the patient: history and physical examination. In: Goldman L, Schafer AI, eds. Goldman's Cecil Medicine. 24th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders; 2011:chap 6.

19. *Bernstein D.* Evaluation of the cardiovascular system: history and physical evaluation. In: Kliegman RM, Stanton BF, St. Geme JW III, et al., eds. Nelson Textbook of Pediatrics. 19th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders; 2011:chap 416.

Стаття надійшла до редколегії 4.06.2014