

УДК 796.011.1:612.176.4

**МОДЕЛЬ ПРОБИ РУФ'Є З УРАХУВАННЯМ ВІКУ ПАЦІЄНТА****Заневський І.П., Заневська Л.Г.**

Львівський державний університет фізичної культури

**Анотація.** Представлено результати порівняльного аналізу існуючих способів коригування значень індексу Руф'є для дітей та підлітків. Запропоновано модель коригування величини індексу Руф'є та модель коригування градації оцінок проби Руф'є з урахуванням віку пацієнта. Показано, що параметром коригування величини індексу Руф'є й градації оцінок відповідної проби має бути відношення норми ЧСС у стані спокою, прийняте для вікової групи пацієнта, до норми ЧСС дорослої людини. Відповідна модель оцінки функціонального стану серцево-судинної системи осіб шкільного віку дає статистично істотну ( $p < 0,001$ ) корекцію величини індексу Руф'є й градації рівнів здоров'я відносно загальноприйнятої моделі для дорослих, яка рекомендується. Представлено кількісну оцінку наслідків коригування на розподіл учнів по рівнях і групах здоров'я.

**Ключові слова:** фізкультура в школі, група здоров'я, проба Руф'є, функціональний стан ССС, математичне моделювання.

**Постановка проблеми.** Цей простий та універсальний метод діагностики функціонального стану серцево-судинної системи розробив у минулому столітті відомий французький лікар Джеймс Руф'є (1875—1964). Так звана проба Руф'є широко застосовується в медицині, фізичному вихованні і спорті, у фізичній реабілітації.

Ренесанс проби Руф'є в останні три роки пояснюється тим, що перед початком 2009-2010 навчального року спільним Наказом Міністерства охорони здоров'я України та Міністерства освіти і науки України було затверджено «Положення про медико-педагогічний контроль за фізичним вихованням учнів у загальноосвітніх навчальних закладах» [1], інструкцією до якого передбачено використання проби Руф'є. Це Положення привернуло до себе увагу не тільки педагогів й педіатрів, але й батьків та учнів.

За масштабом суспільного резонансу цей документ не має собі подібних у новітній історії шкільного фізичного виховання. Наприклад, на початок 2009-2010 навчального року із дотриманням Інструкції займатися фізкультурою в основній групі могли б не більше 12% школярів Запоріжжя [3]. Навіть, порівняно кращі результати львівських школярів, 57% з яких потрапили до основної групи, насторожують, оскільки 12% віднесені до спеціальної групи [4]. Нездоланним бар'єром зарахування до основної групи для більшості учнів стала проба Руф'є, яка визначена додатком 3 до Інструкції як метод діагностики функціонального стану серцево-судинної системи дітей шкільного віку. Особливо дражливими є випадки віднесення до підготовчої, ба навіть спеціальної групи, за результатом проби Руф'є спортсменів шкільного віку. Цю пробу вже

називають «ударом по спортивних школах», зазначаючи, що в умовах прогресуючої гіподинамії школа повинна розвивати дітей всебічно, але тепер учню заборонено займатися фізкультурою [5].

Результати розподілу учнів по групах здоров'я, коли до основної групи зараховується менше половини тих, хто пройшов пробу Руф'є, породжують сумніви у коректності застосування цього випробування для дітей шкільного віку. Медики й вчителі навіть бояться залучати дітей взагалі до будь-яких фізичних занять, посилаючись на випадки з летальним наслідком, які мали місце на уроках фізкультури. З'явилися пропозиції відмовитися від проби Руф'є або замінити її іншими методами, наприклад, пробою Мартіне-Кушелєвського [6].

Отож в теорії і практиці фізичного виховання дітей шкільного віку існує проблема методу діагностики функціонального стану серцево-судинної системи при розподілі учнів на медичні групи.

Роботу виконано в рамках завдань НДР по темі «Застосування проби Руф'є при визначенні групи здоров'я для занять школярів фізичною культурою» плану науково-дослідної роботи Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України на 2013 рік.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблема Руф'є широко висвітлена і в медичній [7, 8], і у фізкультурно-спортивній літературі [9, 10]. Методика проведення вимірювань описана у декількох подібних варіантах. Як фізичне навантаження застосовують 20—30 присідань, виконуваних за 45 с або за одну хвилину [11]. У більшості джерел третій вимір ЧСС передбачено виконувати в останні 15 секунд першої хвилини після закінчення присідань, в інших — у перші 15 секунд другої хвилини [12]. За величиною індексу Руф'є пацієнти розподіляються на п'ять груп, границі між якими за різними джере-

лами відрізняються поміж собою на величину 1-2 бали.

Причину цих проблем із застосування проби Руф'є як методу діагностики функціонального стану серцево-судинної системи дітей дослідники вбачають в ігноруванні віку дитини при обчисленні індексу Руф'є [13]. Наприклад, шестилітка при нормальному пульсі 106 уд. за хв. ніколи не потрапить до основної групи здоров'я, оскільки навіть, маючи ідеально «атлетичне серце», отримає значення індексу Руф'є, не менші від 11,8 [14].

Протягом життя людини ЧСС у нормі змінюється. У новонароджених вона приблизно в два рази більша, ніж у дорослих. З шести до п'ятнадцяти років середнє значення ЧСС зменшується зі 106 до 70 уд. за хв. [15]. Практично корисні значення норми ЧСС для дітей шкільного віку наводяться (із кроком 2-3 роки) в різних джерелах за виключенням 98 уд. за хв. для дітей 10-12 років, що очевидно, є технічною помилкою в публікації [16].

За двома виключеннями нам не вдалося знайти вказівок стосовно способу врахування віку пацієнтів при проведенні проби Руф'є. Відповідну корекцію на вік дитини пропонується робити двома способами: зміною градації оцінки при розподілі на групи здоров'я й коригуванням формули для обчислення індексу Руф'є. У роботі [17], яка присвячена дослідженню вегетативного статусу й функціональному стану серця юних спортсменів, для якісної оцінки проби Руф'є пропонується використовувати віковий коефіцієнт у зв'язку з «віковою динамікою пульсу». Рекомендації представлено таблицею для п'яти вікових груп в діапазоні від семи до п'ятнадцяти літ. При цьому зазначається, що автори вперше врахували вік при оцінюванні проби Руф'є. При зменшенні віку значення індексу збільшується. Між значеннями індексу Руф'є в суміжних вікових групах встановлено однакові відстані (1,5 бали) для кожного з оціночних інтервалів.

В іншій публікації, присвяченій методам оцінки рівня здоров'я школярів, пропонується корекція величини значень індексу Руф'є в залежності від віку учня [18]. Для молодших школярів до розрахункового значення індексу пропонується додавати від двох до п'яти балів, а для старших — віднімати від одного до двох балів. Для хлопчиків вікова корекція індексу пропонується більшою, ніж для дівчаток. Вікова межа додатної та від'ємної корекції приблизно 12-13 літ.

У численних методичних рекомендаціях, які стосуються оцінювання фізичної форми та стану серцево-судинної системи дітей наводяться градації оцінок [19, 20], яка практично співпадає із градацією [17] для віку 15 років і старше, тобто для підлітків. Отож вік пацієнта не враховано так само,

як і в методиці з Інструкції [1], хоча вказується на призначення проби саме для дітей.

Порівнюючи моделі [17] і [18] для врахування віку пацієнтів при застосуванні проби Руф'є, можна зауважити різні напрямки корекції величини індексу для старших школярів: в моделі [17] корекція додатна, а в моделі [18] — від'ємна. Оцінити, яка з цих моделей ближча до реальності неможливо, оскільки в зазначених публікаціях не наведено обґрунтування пропонованих коректив за віком, відсутні дані стосовно верифікації моделей коригування значень індексу Руф'є.

Отже, задачу про розподіл учнів на групи здоров'я для занять фізкультурою за результатами проби Руф'є з урахуванням віку не розв'язано.

**Метою роботи** було розроблення моделей коригування величини індексу Руф'є та градації рівнів функціонального стану серцево-судинної системи з урахуванням віку пацієнта. Завдання дослідження: провести порівняльний аналіз існуючих способів коригування значень індексу Руф'є для осіб різного віку; розробити модель коригування величини індексу Руф'є, в якій було б враховано вік пацієнта; розробити модель коригування градації оцінок проби Руф'є з урахуванням віку пацієнта; дати кількісну оцінку наслідків коригування на розподіл учнів по рівнях і групах здоров'я.

**Методика дослідження** ґрунтувалася на методах теорії і методики фізичного виховання [25], математичного моделювання [26], пульсометрії [27], теорії моторних тестів [28] і математичної статистики [29]. Застосовано офісні комп'ютерні технології та інтернет-пошук інформації. Опрацювання результатів проводилося з використанням програми Excel (пакет аналізу, функції NORMSDIST і NORMINV), а також статистичного пакету комп'ютерних програм SPSS [30].

**Основні результати** представлено у двох напрямках: коригування величини індексу Руф'є й коригування градації розподілу по рівнях функціонального стану серцево-судинної системи з уваги на вік пацієнтів.

*1. Аналіз вагомості існуючих моделей коригування значень індексу Руф'є для дітей різного віку.* Щоб оцінити суттєвість величини корекції індексу Руф'є [18] й корекції відповідної градації груп здоров'я [17], скоригуємо відповідним чином моделі оцінок на основі таблиці рівнів функціонального резерву серця з Інструкції [1].

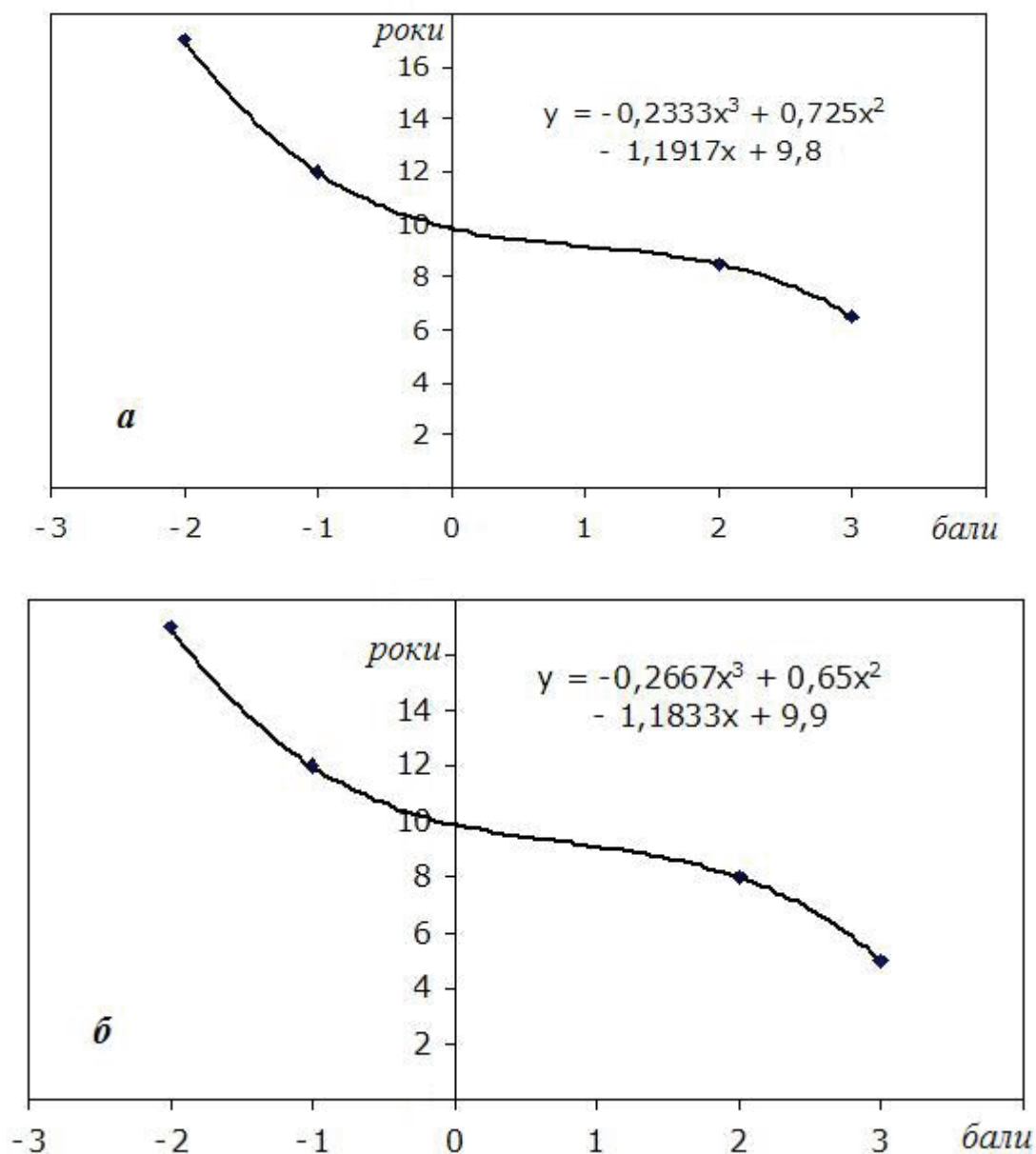
#### *1.1. Модель коригування індексу Руф'є [18].*

Модель коригування значень індексу Руф'є представлено табличною формою для п'яти вікових груп, чотири з яких покривають шкільний вік. Апроксимуючи вік пацієнтів кубічною параболою (по чотирьох точках), отримано аналітичні форми моделі для хлопців (рис. 1а) і дівчат (рис. 1б). При

Кориговані, з огляду на вік учня, величини індексу Руф'є [18]

Границі між групами за оцінкою	Вік, роки (хлопці/дівчата)				
	17,0	12,0	9,8/9,9 [1]	8,5/8,0	6,5
5 і 4*	1,5	2,5	3,5	5,5	6,5/6,0
4 і 3	4,5	5,5	6,5	8,5	9,5/9,0
3 і 2	7,5	8,5	9,5	11,5	12,5/12,0
2 і 1	12,5	13,5	14,5	16,5	17,5/17,0

\* 5 — високий рівень (відмінний), 4 — вище середнього (добрий), 3 — середній, 2 — нижче середнього (задовільний), 1 — низький;



**Рис. 1.** Модель коригування індексу Руф'є для учнів школи:  
а — хлопці; б — дівчата; x — вік (роки); y — оцінка (бали).

нульових значення аргументу функції апроксимації, тобто за відсутності потреби в коригуванні індексу, отримано відповідний вік хлопців (9,8 року) і дівчат (9,9 року).

На основі цієї моделі обчислено границі груп здоров'я для дітей шкільного віку за коригованими значеннями індексу Руф'є (табл. 1). Ширина інтервалів за індексом у трьох внутрішніх групах здоров'я згідно з Інструкцією [1] дорівнює 3 бали (вище середнього рівня), 3 бали (середній) і 5 балів (нижче середнього). Ці величини приблизно дорівнюють розмаху корекції з огляду на вік: для хлопців — це 5 балів, а для дівчат 4,5 бали. Тобто величина корекції є настільки суттєвою, що її наслідком стає зміна оцінки у напрямку зростання на одну-дві позиції стосовно градації груп здоров'я.

1.2. *Модель коригування градації груп здоров'я [17].*

Ширина інтервалів за індексом у трьох внутрішніх групах здоров'я згідно моделі [17] дорівнює

4,5 бали (вище середнього рівня), 5 балів (середній) і 5,25 бала (нижче середнього), що приблизно дорівнює розмаху корекції з огляду на вік пацієнтів (6 балів). Таким чином, подібно до моделі [18], величина корекції є настільки суттєвою, що її наслідком стає зміна оцінки у напрямку зростання на дві позиції стосовно градації груп здоров'я.

Загалом слабким місцем технології проведення проби Руф'є для дітей шкільного віку є низька точність підрахунку кількості серцевих скорочень пульпаторним методом при високих значеннях ЧСС, що є характерним для дітей. Тому необхідно розробити об'єктивні (апаратні) методи вимірювання ЧСС для проведення проби Руф'є у дітей шкільного віку, оскільки точність підрахунку кількості серцевих скорочень пульпаторним методом при високих значеннях ЧСС, що є характерним для дітей, знижується.

1.3. *Порівняльний аналіз моделей коригування значень індексу Руф'є для дітей шкільного віку.*

Таблиця 2

Порівняння градації рівнів функціонального резерву серця за [17] і [18]

Границі між групами за оцінкою	[1]	Вік, роки					
		7 — 8			більше 15		
		[18]*	[17]	Різниця між [17] і [18], %	[18]*	[17]	Різниця між [17] і [18], %
5 і 4	3,50	6,00	6,25	4,1	1,50	0,25	142,9
4 і 3	6,50	9,00	11,50	24,4	4,50	5,50	20,0
3 і 2	9,50	12,00	16,50	31,6	7,50	10,50	33,3
2 і 1	14,50	17,00	21,00	21,1	12,50	15,50	21,4

\* хлопці.

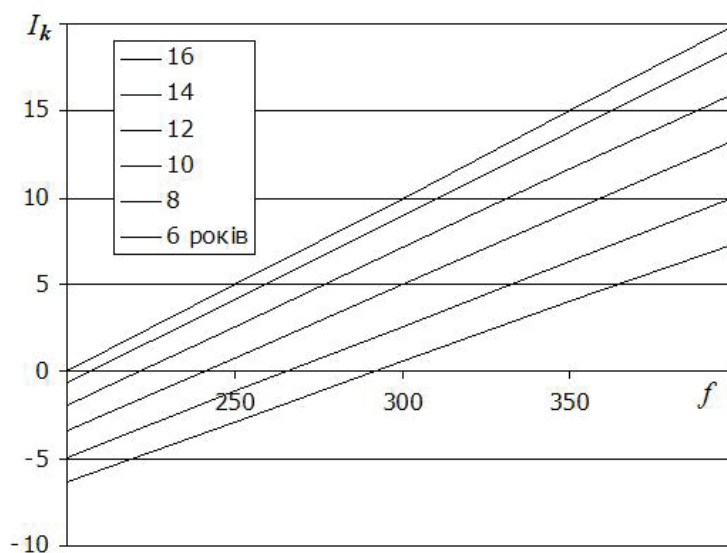


Рис. 2. Кориговані величини індексу Руф'є.

Якщо застосувати рекомендації [17] і [18] для коригування градації «рівнів функціонального резерву серця», визначеної «Інструкцією про розподіл учнів на групи для занять на уроках фізичної культури» [1], отримуємо результати, які досить помітно відрізняються від градації, запропонованої в роботі. Наприклад, відносна розбіжність граничних величин індексу Руф'є, яка обчислюється за формулою

$$2 \cdot \frac{|R_{[2]} - R_{[3]}|}{R_{[2]} + R_{[3]}} \times 100\%,$$

у віковій групі 7-8 років досягає майже 32%, а у віковій групі 15 років і старше — перевищує 33%, якщо не рахувати майже полуторної розбіжності на границі між «добре» й «відмінно» (142,9%) розподілу учнів по групах здоров'я для занять фізкультурою (табл. 2). Щоправда, ця границя, з практичної точки зору виокремлення основної групи здоров'я, не є суттєвою.

Як видно з результатів порівняння моделей [17] і [18], між ними існує не тільки суттєва кількісна, але й якісна різниця. Якщо в моделі [17] (див. рис. 1а) за початок відліку при коригуванні прийнято старший шкільний вік (старше 15 літ), то в моделі [18] (див. рис. 1б) — середній (близько 10 років). Отже, між цими моделями немає узгодженості принципів коригування оцінок проби Руф'є з уваги на вік учня. Відсутність пояснень стосовно підходів до створення цих моделей й недоступність відповідних матеріалів у друкованих й електронних виданнях спричиняють необхідність глибшого дослідження проблеми застосування проби Руф'є як методу діагностики функціонального стану серцево-судинної системи дітей шкільного віку.

**2. Аналітична модель коригування градації рівнів здоров'я у пробі Руф'є з урахуванням віку учня.**

Наслідуючи підходи до врахування віку пацієнтів у пробі Руф'є, які застосовано в роботах [17] і [18], збудуємо дві моделі, а саме, модель коригування величини індексу Руф'є і модель коригування градації оцінок проби Руф'є.

**2.1. Пропонована модель коригування величини індексу Руф'є.**

Параметрами індексу Руф'є є ЧСС спокою, при навантаженні й по відновленню. Причому ключовим параметром слід визнати ЧСС спокою, оскільки ЧСС при виконанні стандартизованого навантаження можна вважати величиною пропорційною до величини ЧСС спокою. Для досягнення тренувального ефекту рекомендують, наприклад, фізичні вправи циклічного характеру з інтенсивністю навантаження, яка викликає збільшення ЧСС відносно стану спокою до двох разів [7]. Величина ЧСС в процесі відновлення після навантаження також є величиною пропорційною ЧСС спокою. На

цій залежності побудовано тести для дослідження функціонального стану серцево-судинної системи, в яких враховано час повного відновлення ЧСС, наприклад, проба Мартіне-Кушелєвського [21].

Отож суму трьох значень ЧСС у формулі індексу Руф'є можна вважати лінійним перетворенням ЧСС спокою, а саму формулу

$$R = \frac{4(n_0 + n_1 + n_2)200}{10}, \quad (1)$$

де  $n_0$  — кількість скорочень серця за 15 с у стані спокою;  $n_1$  — кількість скорочень серця за перші 15 секунд першої хвилини після закінчення присідань;  $n_2$  — кількість скорочень серця в останні 15 секунд першої хвилини, записати у такому вигляді:

$$R = \frac{f - 200}{10}, \quad (2)$$

$$\text{де } f = 4(n_0 + n_1 + n_2).$$

Параметром коригування буде відношення:

$$k = \frac{\text{ЧСС}_p}{\text{ЧСС}_a}, \quad (3)$$

де  $\text{ЧСС}_p$  і  $\text{ЧСС}_a$  — відповідно середні значення норми частоти серцевих скорочень у стані спокою вікової групи пацієнта й дорослої людини. Припускаю-

чи, що  $\frac{f_p}{f_a} = k$ , з формули (2) отримуємо формулу

для обчислення коригованих значень індексу Руф'є:

$$R_k = \frac{f/k - 200}{10}, \quad (4)$$

Отож для обчислення індексу Руф'є при тестуванні дітей у відповідній формулі суму трьох підрахованих значень ЧСС треба помножити на величину норми ЧСС у стані спокою для дорослої людини (70 хв.<sup>-1</sup>) й поділити на величину норми ЧСС у стані спокою для дітей відповідного віку.

На рис. 2 розміщено номограму для визначення коригованих величин індексу Руф'є в діапазоні практично важливих значень ЧСС для пацієнтів шкільного віку. Наприклад, при значенні суми ЧСС  $f = 350$ , учні 6—8 років мають бути віднесені до групи високого рівня здоров'я ( $R_k = 0,6-2,6$ ); учні 10 років — до групи вище середнього рівня здоров'я ( $R_k = 5,0$ ); учні 12—14 років — до групи

Таблиця 3

Пропозиція стосовно градації рівнів функціонального резерву серця для учнів

Вік, роки	Границі між групами здоров'я			
	1 і 2	2 і 3	3 і 4	4 і 5
6	30,3	23,0	18,6	14,2
7	28,3	21,3	17,1	12,9
8	25,8	19,2	15,2	11,2
9	23,4	17,1	13,3	9,5
10	21,4	15,4	11,8	8,2
11	19,4	13,7	10,3	6,9
12	18,2	12,7	9,3	6,0
13	17,0	11,6	8,4	5,2
14	15,7	10,6	7,4	4,3
15	15,1	10,0	7,0	3,9
16	14,5	9,5	6,5	3,5

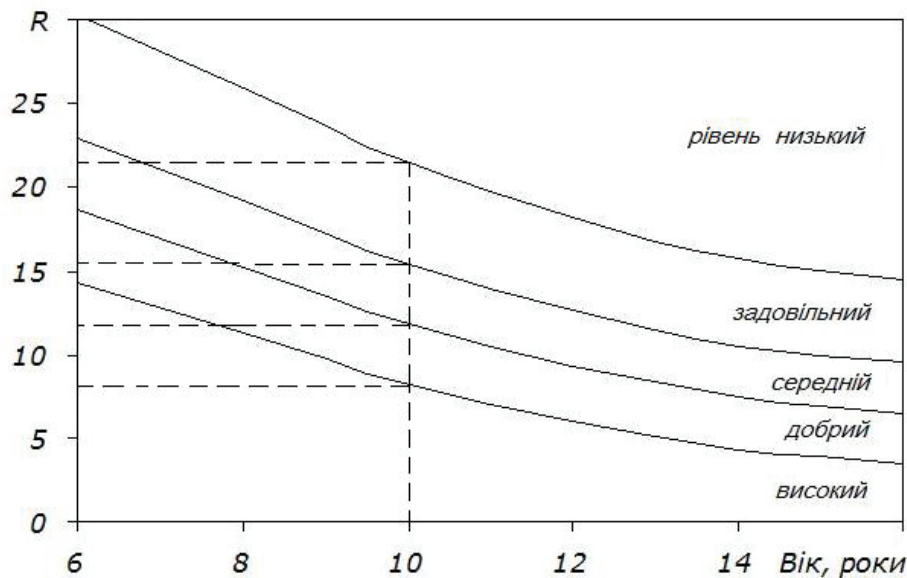


Рис. 3. Границі груп здоров'я за коригованою величиною індексу Руф'є

середнього рівня ( $R_k = 7,1-9,0$ ), а учні 16 років — до групи нижче середнього рівня ( $R_k = 10$ ). Якщо ж користуватися загальноприйнятою формулою для обчислення індексу Руф'є (1), яку наведено також і в Інструкції [1], то всіх учнів, які показали у пробі Руф'є результат  $f = 350$ , треба було б віднести до групи здоров'я за рівнем нижче середнього.

2.2. Пропонована модель коригування градації оцінок проби Руф'є.

Індексом «а» позначено стандартні значення індексу Руф'є й відповідного аргументу  $f$ , призначені для дорослих, а індексом «р» — кориговані значення для дітей:

$$R_a = \frac{f_a - 200}{10}; R_p = \frac{f_p - 200}{10}. \quad (5)$$

З виразів (2), (3) і (5) отримано іншу, порівняно з (4), формулу для обчислення коригованої величини індексу Руф'є з урахуванням віку пацієнта:

$$R_p = kR_f + 20(k-1). \quad (6)$$

Значення параметру коригування (3) прийняте як відношення відповідних ЧСС у стані спокою [15]. Графіки границь для груп здоров'я за коригованою величиною індексу Руф'є зображені на рис. 3.

Наприклад, для 10 років норма ЧСС у стані спокою:  $ЧСС_p = 84$  хв.<sup>-1</sup>; норма ЧСС у стані спокою дорослої людини:  $ЧСС_p = 70$  хв.<sup>-1</sup> Параметр коригуван-

Відсоткова частка учнів за рівнем і групою здоров'я

Модель	Рівень функціонально-резервних можливостей ССС				
	високий	вище середнього	середній	нижче середнього	низький
[1]	2,3	15,9	39,0	40,5	2,3
(4)	29,3	41,5	24,2	5,1	0,03
табл. 3	21,8	46,2	27,7	4,3	0,01
-	Група здоров'я на уроках фізкультури				
-	основна	підготовча	спеціальна		
[1]	18,2	39,0	42,8		
(4)	70,7	24,2	5,1		
табл. 3	68,0	27,7	4,3		

ня:  $k = 84/70 = 1,2$ . За формулою (5), підставляючи значення індексу Руф'є на границях груп здоров'я

( $R_a = 14,5; 9,5; 6,5$  і  $3,5$ ) з Інструкції [1], обчислено кориговані значення для дітей віком 10 років:

$R_a = 21,4; 15,4; 11,8$  і  $8,2$ . Пропонована градація рівнів функціонального резерву серця для учнів 6-16 років наведена в табл. 3.

**Обговорення результатів.** Впровадження окремих норм «Положення про медико-педагогічний контроль за фізичним вихованням учнів у загальноосвітніх навчальних закладах» [1] створило бар'єр перед значною частиною школярів для занять фізкультурою за повноцінною програмою. Причиною цього є застосування проби Руф'є без огляду на вікові особливості функціонального стану серцево-судинної системи дітей шкільного віку. Параметром коригування величини індексу Руф'є й градації оцінок відповідної проби має бути відношення норми частоти серцевих скорочень у стані спокою, прийняте для вікової групи пацієнта, до норми частоти серцевих скорочень дорослої людини.

Спираючись на положення теорії спортивних оцінок [22], можна прийняти загальну ширину трьох внутрішніх інтервалів (це — такі рівні здоров'я: середній, вище і нижче середнього), що дорівнює чотирьом стандартним відхиленням при нормальному законі розподілу індексу величини Руф'є. Це означає, що в зазначених межах знаходиться приблизно 95% обсягу генеральної сукупності результатів проби. Для градації рівнів здоров'я, яка прийнята в Інструкції [1], нижня межа цих трьох інтервалів дорівнює 3,5, а верхня — 14,5. Звідси отримуємо середнє арифметичне (9,00) і стандартне відхилення (2,75). Тоді відносний розподіл пацієнтів по рівнях здоров'я має бути таким: високий — 2,3%, вище середнього — 15,9%, середній — 39,0%, нижче середнього — 40,5% і низький

— 2,3% (табл. 4). До основної групи здоров'я належить 18,2%, до підготовчої — 39,0% і до спеціальної — 42,8%. Приблизно такий же розподіл по групах здоров'я був на початку 2009—2010 навчального року в школах Запоріжжя [3]. До основної групи могли потрапити не більше 12% учнів. Якщо врахувати протипоказання до занять фізкультурою за програмою основної групи, які встановлюють медики незалежно від результатів проби Руф'є, то подібність розподілу учнів Запоріжжя до нормального закону буде майже абсолютною.

Виконуючи коригування значень індексу Руф'є за формулою (4), отримуємо (при  $f = 350$ ) для пацієнтів шкільного віку величини в діапазоні від 4,0

до 15,0 із середнім арифметичним  $R_k = 11,0$  (див. рис. 2), яке на чотири бали менше від значення індексу для дорослих ( $R = 15,0$ ). Залишаючись при гіпотезі про нормальний закон розподілу індексу Руф'є, отримуємо для значення середнього арифметичного ( $M = 9,0 - 4,0 = 5,0$ ) й обчисленого раніше стандартного відхилення ( $SD = 2,75$ ) новий, коригований за віком учнів розподіл по рівнях здоров'я: високий рівень — 29,3%, вище середнього — 41,5%, середній — 24,2%, нижче середнього — 5,1% та низький рівень — 0,03%. До основної групи здоров'я тепер належатимуть 70,7%, до підготовчої — 29,3% і до спеціальної — 0,03% (табл. 4). Невтішна картина із оцінкою функціонального стану серцево-судинної системи учнів, отримана згідно з Інструкцією [1], набуває оптимістичних ознак при застосуванні корекції на вік учнів. Суттєва різниця цих двох моделей дістає також вагоме статистичне підтвердження. Наприклад, в загальноосвітній школі при кількості учнів біля шести сотень (по два класи від першого по одинадцятий) нульова гіпотеза про походження цих двох розподілів з одного генерального розподілу має бути відкинута з високою вірогідністю [23]. Стосовно рівню функці-

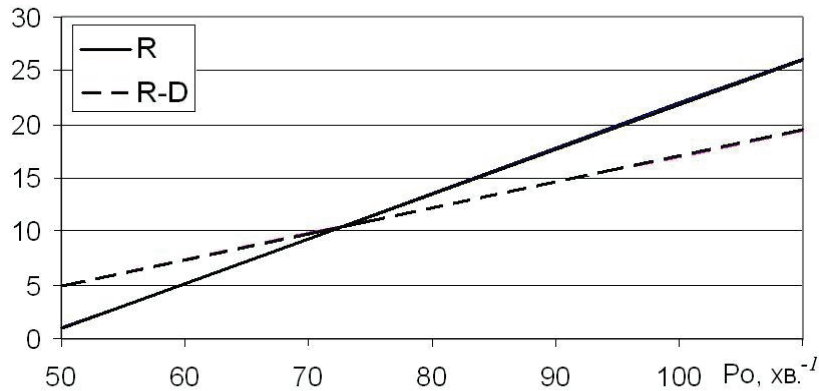


Рис. 4. Індекси Руф'є (R) та Руф'є-Діксона (R-D) при  $P_1 = 2P_0$ ;  
 $P_2 = 1,2P_0$ .

Таблиця 5

Статистичне порівняння градації рівнів функціонального резерву серця

Параметр	Рівень функціонально-резервних можливостей ССС (n = 600)				
	високий	вище середнього	середній	нижче середнього	низький
$O_{[1]}$	14	95	234	243	14
$O_{(4)}$	176	248	145	31	0
E	95	172	190	137	7
$2(O_{[1]}-E)^2/E$	69,2	33,9	10,4	82,4	6,6

Таблиця 6

Статистичне порівняння розподілу на групи здоров'я (n = 600)

Параметр	Група здоров'я на уроках фізкультури		
	основна	підготовча	спеціальна
O[1]	109	234	257
O(4)	424	145	31
E	267	190	144
$2(O[1]-E)/E$	93,0	10,4	89,0

онального стану серцево-судинної системи учнів розрахункова величина  $\chi^2$ -квдрат критерію Пірсона ( $c^2 = 202,6$ ) є на порядок більшою від його критичної величини ( $\chi^2_{0,001;4} = 18,5$ ) при найменшому, з точки зору практичної доцільності, значенні рівня істотності:  $p = 0,001$  (табл. 5). Подібна ж величина вірогідності відхилення гіпотези має місце й стосовно розподілу учнів на групи здоров'я для занять фізкультурою:  $c^2 = 192,4$ ;  $\chi^2_{0,001;2} = 13,8$  (табл. 6).

При визначенні характеру зміни розподілу учнів по рівнях і групах здоров'я, до якого призводить коригування градації, візьмемо середній вік

учнів школи 11 років, для якого границі між рівнями здоров'я за індексом Руф'є дорівнюють: 6,9; 10,3; 13,7 і 19,4 (див. табл. 3). Тоді розподіл пацієнтів по рівнях здоров'я має бути таким: високий рівень — 21,8%, вище середнього — 46,2%, середній — 27,7%, нижче середнього — 4,3% і низький рівень — 0,01% (див. табл. 4). До основної групи здоров'я належить 68,0%, до підготовчої — 27,7% і до спеціальної — 4,3%.

Для наведеного вище прикладу загальноосвітньої школи (n = 600) нульова гіпотеза про походження цих двох розподілів з одного генерального розподілу може бути відкинута з високою вірогідністю. Стосовно рівню функціонального стану серцево-судинної системи учнів розрахункова ве-



личина  $\chi^2$ -квдрат критерію Пірсона ( $\chi^2 = 191,6$ ) є на порядок більшою від його критичної величини ( $\chi^2_{0.001;4} = 18,5$ ) також при найменшому, з точки зору практичної доцільності, значенні рівня істотності:  $p = 0,001$ . Подібна ж величина вірогідності відхилення гіпотези про розподіл учнів на групи здоров'я для занять фізкультурою:  $\chi^2 = 186,5$ ;  $\chi^2_{0.001;2} = 13,8$ .

Загалом запропонована модель оцінки функціонального стану серцево-судинної системи дітей шкільного віку дає статистично істотну ( $p < 0,001$ ) корекцію величини індексу Руф'є й градації рівнів здоров'я відносно загально прийнятої моделі для дорослих, яка рекомендується Інструкцією [1]. Практичним наслідком застосування запропонованої моделі коригування величини індексу Руф'є з урахуванням віку учнів є відносно збільшення частки основної групи здоров'я на уроках фізкультури в середньому на 49—53% й відповідне зменшення частки підготовчої групи на 11—15% і спеціальної групи — на 37—39%.

Таким чином, від проби Руф'є як методу діагностики функціонального стану серцево-судинної системи дітей шкільного відмовлятися не варто. Але «результати цього тесту допоможуть об'єктивно визначити групу для занять школяра на уроках фізичної культури» [24] тільки за умови врахування особливостей функціонального стану серцево-судинної системи дітей шкільного віку.

На основі проби Руф'є розроблено пробу Руф'є-Діксона [7]. Технологія проведення цієї проби така сама, що й її прототипу, а відповідний індекс визначається за подібною формулою:

$$I_{R-D} = \frac{P_1 - 70 + 2(P_2 - P_0)}{10}, \quad (7)$$

де  $P_0$  — кількість скорочень серця за хвилину у стані спокою;  $P_1$  — кількість скорочень серця за першу хвилину після закінчення присідань;  $P_2$  — кількість скорочень серця за другу хвилину після закінчення присідань. Принципово характер зміни величини індексу Руф'є-Діксона подібний до індексу Руф'є, тільки має меншу амплітуду розкиду значень (рис. 4). Тому всі переваги й недоліки проби Руф'є притаманні також і пробі Руф'є-Діксона.

## Висновки

1. Впровадження окремих норм «Положення про медико-педагогічний контроль за фізичним вихованням учнів у загальноосвітніх навчальних закладах» [1] створило бар'єр перед значною частиною школярів для занять фізкультурою за повно-

цінною програмою. Причиною цього є застосування проби Руф'є без огляду на вікові особливості функціонального стану серцево-судинної системи пацієнтів шкільного віку.

2. Результати розподілу учнів по групах здоров'я, коли до основної групи зараховується менше половини тих, хто відбув пробу Руф'є, породжують сумніви в коректності застосування цього тесту для дітей шкільного віку.

3. Між відомими моделями оцінки функціонального стану серцево-судинної системи [17] і [18], які спрямовані на врахування віку пацієнтів, існує не тільки суттєва кількісна, але й якісна різниця, оскільки у першій з них за початок відліку при коригуванні прийнято старший шкільний вік (16 років), а в другій — середній (близько 10 років). Тобто між цими моделями немає узгодженості принципів коригування оцінок проби Руф'є з уваги на вік учня.

4. Параметром коригування величини індексу Руф'є й градації оцінок відповідної проби має бути відношення середніх значень норми частоти серцевих скорочень у стані спокою, прийняте для вікової групи пацієнта, до норми частоти серцевих скорочень дорослої людини. Відповідна модель оцінки функціонального стану серцево-судинної системи дітей шкільного віку дає статистично істотну ( $p < 0,001$ ) корекцію величини індексу Руф'є й градації рівнів здоров'я відносно прийнятої моделі для дорослих, яка рекомендується Інструкцією [1].

5. Практичним наслідком застосування запропонованої моделі коригування величини індексу Руф'є з урахуванням віку учнів є відносно збільшення частки основної групи здоров'я на уроках фізкультури в середньому на 49—53% й відповідне зменшення частки підготовчої групи на 11—15%, а спеціальної групи — на 37—39%.

6. Від проби Руф'є як методу розподілу учнів по групах здоров'я для занять фізкультурою відмовлятися не варто, але при її застосуванні необхідно враховувати особливості функціонального стану серцево-судинної системи дітей шкільного віку.

**Рекомендації.** Для обчислення індексу Руф'є при тестуванні дітей, у відповідній формулі суму трьох підрахованих значень ЧСС треба помножити на величину норми ЧСС у стані спокою для дорослої людини ( $70 \text{ хв}^{-1}$ ) й поділити на величину норми ЧСС у стані спокою для осіб відповідного віку.

Рекомендуємо користуватися даними табл. 3 при визначенні рівнів функціонального резерву серця для учнів з врахуванням віку пацієнта.

## Напрями подальших досліджень.

1. Проведення апробації запропонованої моделі коригування величини індексу Руф'є й градації оцінок відповідної проби на статистично репрезентативних вибірках учнів.

2. Дослідження залежності співвідношення ЧСС при навантаженнях викликаних пробою Руф'є і в стані спокою від віку пацієнта.

3. Розроблення об'єктивних (апаратних) методів вимірювання ЧСС для проведенні проби Руф'є у дітей шкільного віку, оскільки точність підрахунку кількості серцевих скорочень пульсаторним методом при високих значеннях ЧСС, що є характерним для дітей, знижується.

### Список літератури

1. Положення про медико-педагогічний контроль за фізичним вихованням учнів у загальноосвітніх навчальних закладах. Затверджено Наказом Міністерства охорони здоров'я України та Міністерства освіти і науки України N 518/674 від 20.07.2009 р. <http://news.yurist-online.com/laws/6323/>
2. *Проба Руф'є*. — 2011 — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.google.com.ua/#hl=uk&source=hp&biw=1362&bih=567&q=%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%B0+%D0%A0%D1%83%D1%84%E2%80%99%D1%94&aq=f&aqi=g1&aql=&oq=&fp=84a12634c25b9ff4>
3. *Только 10-12% запорожских школьников смогут полноценно заниматься физкультурой?*—«Репортёр Запорожья». — 2010 — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://reporter.zp.ua/2009/09/22/tolko-10-12-zaporozhskikh-shkolnikov-smogut-polnotsenno-zanimatsya-fizkulturoi>
4. *Гицук І. Фізкультурна проба* // Львівська пошта 2009, №141 (879) [www.lvivpost.net/content/view/6459/194/](http://www.lvivpost.net/content/view/6459/194/)
5. *Из-за пробы «Руфье» спортивные школы Запорожья остануться полупустыми.* 2009. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://reporter.zp.ua/2009/10/15>
6. *На зміну пробі Руф'є прийде інша методика.* — 2011. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://www.zp-pravda.info/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2444:2010-11-26-09-59-34&catid=37:2009-04-14-10-28-30&Itemid=55](http://www.zp-pravda.info/index.php?option=com_content&view=article&id=2444:2010-11-26-09-59-34&catid=37:2009-04-14-10-28-30&Itemid=55)
7. *Маліков М.В. Фізіологія фізичних вправ: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів.* — Запоріжжя: ЗДУ, 2003. — 112 с.
8. *Wilmore J., Costill D., Kenney W.L. Physiology of Sport and Exercise.* — Champaign: Human Kinetics, 2008. — 592 p. ISBN-13: 9780736055833
9. *Фізична рекреація.* За наук. редакції Є. Приступи. — Л.: ЛДУФК, 2010. — 448 с.
10. *Круцевич Т.Ю. Теорія і методика фізичного виховання: у 2-х томах.* — К: Олімпійська література. — 2008. — Т. 2. — 366 с.
11. *Новиков Е.В., Ткалич Я.И. Проба Руфье у школьников: первые результаты* // Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики. — 2010. — Випуск XXIII. — № 4. — С. 94-95.
12. *Fitness Test* [http://www.iherve.com/fitness/fitness\\_test.html](http://www.iherve.com/fitness/fitness_test.html)
13. *Павлова І. Що стоїть за довідкою на фізкультуру?*// Гривна № 51 (832) 16.12.2010 (стор. 12 TV). — 2011 — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.hryvna.kherson.ua/>
14. *Проба Руфье. Украинских первоклашек оценивают как взрослых.* Комаровский форум. — 2010 — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.komarovskiy.net/forum/viewtopic.php?t=14232>
15. *Нормы пульса для детей и взрослых.* — 2007 — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://zdravoe.com/120/p1615/>
16. *Сандураччи М.Г., Боно Г. Частота сердечных сокращений в минуту у детей.* — 2005 — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://forum.dearheart.ru/53/1123/>
17. *Гусева А.А., Поляков С.Д., Корнеева И.Т. Вегетативный статус и функциональное состояние сердца юных скалолазов* // Медицинский научный и учебно-методический журнал. — 2005. — №27. — С. 181-199.
18. *Дыхан Л.Б. Акция «Измерь свое здоровье».* — 2008 — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://www.world-kindness.ru/img/about/mam/zp\\_pril\\_7.doc](http://www.world-kindness.ru/img/about/mam/zp_pril_7.doc)
19. *Оценка индекса Руффье для учащихся.* — 2010 — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://spo.1september.ru/article.php?ID=200702312>
20. *Тест Руф'є.* — 2010. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://dity.peredusim.kiev.ua/news/events/578-test-rufje.html>
21. *Єрвміна О.Л., Котова Л.І. Спортивна медицина.* — Полтава: УМСА, 2005. — 44 с.
22. *Начинская С.В. Спортивная метрология.* — М.: Издательский центр «Академия», 2008. — 240 с.
23. *Whipkey K.L., Whipkey M.N. The power of calculus.* — New York: John Willy & Sons, 2007. — 378 p.
24. *Єрмолова Ю.В. Стан здоров'я школярів — ситуація критична.* // Український медичний часопис. Актуальні питання клінічної практики. — 2011. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: 2011. <http://www.umj.com.ua/article/11460>.
25. *Вацеба О.М., Шиян Б.М. Теорія і методика наукових педагогічних досліджень у фізичному вихованні та спорті: Навчальний посібник.* — Тернопіль: Богдан, 2008. — 276 с. ISBN: 978-966-10-0381-0
26. *Bender E.A. An Introduction to Mathematical Modeling.* — New York : Dover, 2006. ISBN 0-486-41180-X
27. *Burke R.B. Precision Heart Rate Training.* — Champaign: Human Kinetics, 1998. — 224 p. ISBN-13: 9780880117708
28. *Morrow J.Jr., Jackson A., Disch J., Mood D. Measurement and Evaluation in Human Performance.* — Champaign: Human Kinetics, 2008. — 472 p. ISBN-13: 9780736090391
29. *Freedman D.A. (2005) Statistical Models: Theory and Practice,* Cambridge: University Press, 2005. — 638 p. ISBN 9780521671057
30. *IBM SPSS Data Collection.* — 2008 — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.spss.com.ua/>

## **МОДЕЛЬ ПРОБЫ РУФЬЕ С УЧЁТОМ ВОЗРАСТА ПАЦИЕНТА**

**Заневский И.Ф., Заневская Л.Г.**

Львовский государственный университет физической культуры

Реферат. Статья: 11 с., 6 таблиц, 4 рисунков, 30 источников.

Представлены результаты сравнительного анализа существующих способов корригирования значений индекса Руфье для детей и подростков. Предложена модель корригирования величины индекса Руфье и модель корригирования градации оценок пробы Руфье с учётом возраста пациента. Показано, что параметром корригирования величины индекса Руфье и градации оценок соответствующей пробы должно быть соотношение нормы ЧСС в состоянии спокойствия, принятой для возрастной группы пациента, к норме ЧСС взрослого человека. Соответствующая модель

оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы лиц школьного возраста даёт статистически значимую ( $p < 0,001$ ) коррекцию величины индекса Руфье и градации уровней здоровья относительно общепринятой модели для взрослых, которая рекомендуется. Представлена количественная оценка последствий корригирования на распределение учеников по уровням и группах здоровья.

Ключевые слова: физкультура в школе, группа здоровья, проба Руфье, функциональное состояние ССС, математическое моделирование

## **RUFFIER TEST MODEL TAKING INTO ACCOUNT AN AGE OF THE PATIENT**

**I.P. Zanevskyy, L.H. Zanevska**

Lviv State University of Physical Culture

Report. Article: 11 p., 6 tables, 4 pictures, 30 sources.

There are presented the results of the comparative analysis of the existing methods of correcting the values of Ruffier index for the children teenagers. The model of the correction of the value of Ruffier index and the model of the correction of the gradation of the estimations of Ruffier test taking into account an age of the patient are proposed. It is shown that the parameter of the correction of the value of Ruffier index and gradations of the estimations of the corresponding test must be a relationship of the standard pulse rate in the state of calmness, accepted for the age class of patient, to the standard pulse rate

of adult person. The corresponding model of the estimation of the functional state of the cardiovascular system of persons of school age showed a statistically significant ( $p < 0,001$ ) correction of the value of Ruffier index and the gradation of the levels of health relatively to the conventional model for the adult, which is recommended. The quantitative assessment of the consequences of correction in the distribution of students on levels and groups of health is represented.

Keywords: physical education in school, group of health, Ruffier test, functional state of cardiovascular system, mathematical modellin.

### **Інформація про авторів:**

**Заневський Ігор Пилипович:** anvitvl@ukr.net; Львівський державний університет фізичної культури, вул. Костюшко, 11, м. Львів, 79009, Україна.

**Заневська Людмила Григорівна:** anvitvl@ukr.net; Львівський державний університет фізичної культури, вул. Костюшко, 11, м. Львів, 79009, Україна..

**Цитуйте статтю як:** Заневський І.П., Модель проби Руф'є з урахуванням віку пацієнта / Заневський І.П., Заневська Л.Г. // Теорія та методика фізичного виховання. — Харків: ОВС, 2013. — № 2. — С.17—27. DOI: <http://dx.doi.org/10.17309/tmfv.2013.2.1013>

Стаття надійшла до редакції: 16.05.2013 р.