

УДК 371.72+796.332/.333
ББК 74.267

Любомир Маланюк,
Роман Римик

КОРЕЛЯЦІЙНІ ЗВ'ЯЗКИ ПОКАЗНИКІВ КАРДІОРЕСПІРАТОРНОЇ СИСТЕМИ З ФІЗИЧНОЮ ПРАЦЕЗДАТНІСТЮ СТУДЕНТІВ ЗАЛЕЖНО ВІД СПОРТИВНОЇ СПЕЦІАЛІЗАЦІЇ

Учасники дослідження – 80 студентів-спортсменів – були розподілені на 6 груп: молоді й дорослі лижники, молоді й дорослі бігуни, молоді й дорослі футболісти. Як фізичне стандартне навантаження було використано вправи на велоергометрі ступеневим збільшенням, без інтервалів із потужністю 50–150 Вт. При потужності 150 Вт у всіх шести групах спортсменів було виявлено істотні взаємозалежні зв'язки між ефективністю виконання фізичної роботи й частотою серцевих скорочень та відношенням індексу напруження до частоти серцевих скорочень. У групах спортсменів, які займаються видами спорту, що вимагають витривалості й значного фізичного навантаження, і швидкісними видами спорту, було знайдено відповідні кореляційні зв'язки між ефективністю виконання фізичної роботи й хвилиним об'ємом дихання.

Ключові слова: кореляційні зв'язки, фізичне навантаження, кардіореспіраторна система, студенти-спортсмени.

Учасники исследования – 80 студентов-спортсменов – были распределены на 6 групп: молодые и взрослые лыжники, молодые и взрослые бегуны, молодые и взрослые спортсмены скоростно-силовых видов спорта. В качестве физической стандартной нагрузки использовали педалирование на велоэргометре со ступенчастым увеличением, без интервалов с мощностью 50–150 Вт. При мощности 150 Вт во всех шести группах спортсменов были выявлены существенные взаимозависимые связи между эффективностью выполнения физической работы и частотой сердечных сокращений и индексом напряжения к частоте сердечных сокращений. В группах спортсменов, которые занимаются видами спорта, требующими выносливости и значительной физической нагрузки, а также скоростно-силовыми видами спорта, были обнаружены соответствующие корреляционные связи между физической эффективностью и минутным объемом дыхания.

Ключевые слова: корреляционные связи, физическая нагрузка, кардиореспираторная система, студенты-спортсмены.

Among the participants of the research there were 80 students-sportsmen divided into 6 groups: young and grown-up skiers, young and grown-up runners, young and grown-up sportsmen doing speed-power kinds of sport. As a physical efficiency test we used exercises on bicycle ergometer of stepped-increasing power without intervals with the power of 50–150 Watt. At the power of 150 Watt in all six groups of sportsmen there were revealed significant correlated connections between physical efficiency and frequency of heart contractions and the relation of index power to the frequency of heart contractions. In groups of sportsmen doing kinds of sport requiring endurance and doing speed-power kinds of sport there were discovered correlated connections between physical efficiency and coefficient for complex estimation of providing the minute volume spirit.

Key words: correlated connections, physical efficiency, cardio-respiratory system, students-sportsmens.

Постановка проблеми та аналіз результатів останніх досліджень. Відомо, що адаптація серцево-судинної системи до фізичного навантаження підлітків нижча й менш “економна”, ніж у дорослих [1]. У цей період проявляється більш чітка різниця в реакції кардіореспіраторної системи на фізичне навантаження. При цьому треба відмітити, що статеві й вікові різниці в реакції кардіореспіраторної системи на фізичне навантаження проявляються в нетренованих людей [2; 4; 5]. Заняття спортом сприяють підвищенню її функціональних резервів [8], тому після оцінки фізичного розвитку багато дослідників рекомендує проводити оцінку стану серцево-судинної системи [2; 3; 5]. Фізичну працездатність, як правило, визначають за результатами велоергометричного тестування при стандартному зростаючому фізичному навантаженні (PWC₁₇₀) і розглядають як потенційну можливість організму людини проявити максимум фізичного зусилля [5; 6; 8]. Фізична працездатність визначається функціональними резервами кардіореспіра-

торної системи [1; 2; 3]. Тому, з нашої точки зору, доцільно розглянути взаємозв'язок показників кардіореспіраторної системи з величинами фізичної працездатності за зростаючого фізичного навантаження для того, щоб з'ясувати, які з показників кардіореспіраторної системи вносять основний вклад в її рівень.

У наукових дослідженнях часто застосовується метод кореляційного аналізу, який дозволяє встановити параметричні взаємостосунки, величину зв'язку між собою, ступінь впливу один на одного тощо [7]. Вибір нами цього методу дає можливість розглянути характер кореляційного взаємозв'язку між окремими показниками, що характеризують кардіореспіраторну систему та фізичну працездатність.

Мета роботи – вивчити кореляційні зв'язки між показниками кардіореспіраторної системи та рівнем фізичної працездатності в студентів різної спортивної спеціалізації.

Методи дослідження. Дослідження проводилися в лабораторії функціональної діагностики на кафедрі теорії та методики фізичної культури і спорту Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

У дослідженнях узяли участь студенти чоловічої статі у віці 17 і 23 років, у кількості 80 чоловік, які згідно з віком і спортивною спеціалізацією були розподілені на 6 груп: 1 – лижники 23 років, 2 – лижники 17 років, 3 – бігуни 23 років, 4 – бігуни 17 років, 5 – футболісти 23 років, 6 – футболісти 17 років.

Для збору необхідної інформації використовувався комплексний підхід, що полягає в реєстрації можливо великої кількості показників, які синхронно фіксуються, і параметрів зіставлення [2; 4; 8]. У зв'язку із цим ми одномоментно реєстрували диференціальну електрокардіограму й спірограму. За показниками кардіоінтервалографії (КІГ) проведено розрахунки основних показників вегетативного тону: моди (M_0), амплітуди моди (AM_0), варіаційного розмаху (ΔX), індексу напруження (ІН). Серед спірографічних показників визначали частоту дихання (ЧД), життєву ємність легенів (ЖЄЛ), дихальний об'єм (ДО), хвилинний об'єм дихання (ХОД), резервний об'єм вдиху ($PO_{вд}$), максимальну вентиляцію легенів (МВЛ), форсовану життєву ємність легенів (ФЖЄЛ) і форсований об'єм видиху за 1 с ($ОФВ_1$), а також пікову об'ємну швидкість (ПОШ) дихання. Як фізичне навантаження застосовувалася робота на велоергометрі зі ступінчастим підвищенням (1, 1,5 і 2 Вт/кг маси тіла) при потужності від 70 до 150 Вт протягом 3 хв на кожному етапі без пауз відпочинку.

Про ступінь кореляційних зв'язків (r) між вивченими показниками робили висновок за такою шкалою: $r < 0,55$ вказує на слабкий зв'язок; при $r = 0,55-0,70$ зв'язок уважається середнім; при $r = 0,70-0,85$ – сильним; при $r = 0,85-1,00$ – високим [6]. Для визначення значущості коефіцієнта кореляції використовувався t -критерій Стьюдента.

Результати дослідження. Аналіз реакції системи дихання на різні за рівнем інтенсивності, але рівномірно зростаючі фізичні навантаження свідчить, що провідним фактором їхнього впливу є інтенсивність і тривалість роботи. На це вказує реакція дихальної системи студентів усіх досліджуваних груп. Вона має сприятливий характер, оскільки зміни основних показників зовнішнього дихання не перевищують 100,0% від початкових значень.

Було встановлено, що DO_{max} збільшується в студентів 1, 3 і 5 групи – на 83,0% вищий від вихідного рівня, тоді як у студентів 2, 4 і 6 групи – тільки на 52,0% ($P < 0,02$). Збільшення показників DO_{max} у студентів 17 років проходить за рахунок збільшення ЧД у 1,5 раза. У студентів 23 років цей показник збільшується в основному за рахунок зменшення (на 9,80%) $PO_{вд}$, а показники ЧД і ФЖЄЛ збільшуються в них тільки в 0,8 раза ($P < 0,05$). У студентів 23 років ЖЄЛ збільшується на 18,23%, при цьому показники МВЛ не мають статистично достовірних значень у студентів різних груп. Треба відмітити, що ХОД у студентів різного віку на кожному етапі фізичного навантаження підвищується в середньому тільки на 3,66% ($P > 0,05$).

Таким чином, вищевказані дані свідчать, що реакція дихальної системи студентів різного віку на фізичне навантаження адекватна можливостям їхнього організму й має сприятливий характер цих змін.

Багатофакторний аналіз показав, що результати виміру ПОШ видиху в спокої знаходяться в межах вікової й росто-статевої норми. При цьому в студентів 23 років незалежно від спортивної спеціалізації показники ПОШ на 620,0 мл/хв більші, ніж у студентів 17 років ($P < 0,05$). Фізичне навантаження на рівні 50% від МСК не має достовірного впливу на показники ПОШ, але спостерігалася чітка тенденція до їх збільшення в студентів 17 років.

Для виявлення більш тонких механізмів впливу занять різних видів спорту на фізичну працездатність треба обов'язково визначати інші параметри функціонування системи дихання. Так, у студентів 17 років відбувається незначний приріст (тільки 0,34%) потокових показників, але суттєво збільшуються показники ФЖЄЛ. Це проходить за рахунок "відкриття" раніше виключених із вентиляції ділянок легень. При проведенні функціональних проб на кривій "потік-об'єм" у студентів 2, 4 і 6 групи з'являються достатньо типові зміни – зазубреність на висхідному й на початку низхідного відрізків кривої форсованого видиху. Величина зазубрень варіює в широких межах від 1–2 мм до 1/3 амплітуди кривої "потік-об'єм". Такі зміни відбуваються за рахунок зниження показників об'ємної швидкості видиху, яка в інтервалі більше за 75,0% ФЖЄЛ залежить від зусилля, яке розвивають дихальні м'язи. Отже, такі зміни свідчать про те, що в цих студентів ще недостатньо розвинуті дихальні м'язи.

Особливістю проведеного тесту з розрахунку бронходилятаційної відповіді на фізичне навантаження в студентів 17 років є запізнення в часі й за більш високих значень фізичного навантаження вираженого приросту показника $ОФВ_1$ (об'єм форсованого видиху на першій секунді тестування), тому що цим студентам треба більше часу, щоб "роздихатись". Ми пропонуємо приріст, який складає більше 15,0% від нормативних значень $ОФВ_1$, визнати як респіраторний маркер позитивної бронходилятаційної відповіді на фізичне навантаження.

По відношенню до належних величин ПОШ дещо знижена й тому крива, зберігаючи свою амплітуду, стає немовби стиснута з обох боків, а низхідна частина має більш виражений нахил, ніж у студентів 23 років. При цьому в студентів 23 років велична середньої об'ємної швидкості (СОШ) середини ФЖЄЛ_{видиху} в діапазоні від 25,0% до 75,0% (СОШ₂₅₋₇₅), як правило, на 12,37% більша, ніж у студентів 17 років ($P < 0,02$) і не залежить від спортивної спеціалізації.

Таким чином, фізичне навантаження при потужності роботи від 70 до 150 Вт адекватне можливостям студентів 17- і 23-річного віку, оскільки виконання кожного окремого рівня фізичного навантаження на велоергометрі свідчить про достатні вентиляційні здібності дихальної системи.

Однак відомо, що збільшення легеневої вентиляції на 5,0–10,0% хоча й забезпечує поступлення більшої кількості O_2 в організм, практично не впливає на дифузію O_2 з альвеол у кров [2; 8]. Більш суттєвим є резервне підвищення об'ємної швидкості кровообігу, збільшення якого на ті ж самі 5,0–10,0% може підвищити доставку O_2 до 600–800 мл/хв, що значною мірою ослабляє ступінь гіпоксії навантаження й може сприяти більш високому прояву фізичної працездатності. Суттєвим фактором підвищення резервних можливостей організму в процесі м'язової діяльності є стан кисневої ємності крові [3]. Її зниження на 5–10% веде до вираженої венозної гіпоксемії вже при навантаженнях невисокої інтенсивності, а при $МПК_{max}$ вона досягає "критичного" значення. Тому поряд із визначенням параметрів зовнішнього дихання ми проводили паралельне обстеження серцево-судинної системи. У результаті було встановлено, що в стані спо-

кою за показниками ЧСС й АТ студенти різного віку не відрізняються між собою. При цьому спостерігається статистично невірогідне зниження показників $AT_{\text{сист}}$ на 1,26% ($P > 0,05$). Зниження АТ не завжди слід розцінювати як ознаку тренуваності тому, що його рівень залежить від цілого ряду факторів: направленості та інтенсивності фізичного навантаження, віку, типу нервової регуляції, ступеня статевого дозрівання тощо [2; 5].

Кореляційний аналіз залежності величин абсолютної й відносної фізичної працездатності від показників центральної гемодинаміки в студентів чоловічої статі різного віку, які займаються різними видами спорту при навантаженні зростаючої потужності, свідчать, що виражені у всіх групах дослідження виявляють різні кореляційні взаємозв'язки (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристика кореляційної залежності фізичної працездатності і функціональних показників кардіореспіраторної системи в студентів

Показники	Групи студентів					
	1	2	3	4	5	6
$PWC_{170} - \text{ЧСС}$	0,814	0,911	0,983	0,884	0,973	0,760
$PWC_{170/\text{кг}} - \text{ЧСС}$	0,719	0,875	0,879	0,796	0,821	0,633
$PWC_{170} - \text{ІН/ЧСС}$	0,631	0,789	0,802	0,883	0,663	0,843
$PWC_{170/\text{кг}} - \text{ІН/ЧСС}$	0,422	0,875	0,737	0,682	0,382	0,776
$PWC_{170} - \text{ХОД}$	0,770	0,832	0,645	0,694	0,535	0,685
$PWC_{170/\text{кг}} - \text{ХОД}$	0,569	0,821	0,563	0,642	0,221	0,605

При цьому встановлені обернено пропорційні взаємозв'язки між PWC_{170} і ЧСС та $PWC_{170/\text{кг}}$ і ЧСС, позитивні – між PWC_{170} й ІН/ЧСС та $PWC_{170/\text{кг}}$ і ІН/ЧСС ($p < 0,05$), а позитивний зв'язок між PWC_{170} та ІН, $PWC_{170/\text{кг}}$ та ІН встановлений тільки в студентів 2, 4 і 6 дослідних груп.

Одержані результати дозволяють виявити потужність навантаження в різних групах студентів, починаючи з якої показники центральної гемодинаміки (ЧСС, ІН/ЧСС) створюють істотний вплив на значення фізичної працездатності. У 1 групі студентів такий вплив визначається при фізичному навантаженні потужністю 150 Вт, у 3 групі – при фізичному навантаженні потужністю 100 Вт, у 5 групі – при фізичному навантаженні потужністю 150 Вт. У 2, 4 і 6 дослідних групах така залежність стабільна й проявляється при фізичному навантаженні потужністю 150 Вт.

На нашу думку, результати кореляційного аналізу, що виявляють залежність потужності роботи при зростаючому фізичному навантаженні від показників центральної гемодинаміки, можна використовувати для розв'язання зворотної задачі, а саме для виявлення потенційних можливостей кардіореспіраторної системи в групах людей різного віку при більшій потужності навантаження, коли спостерігається кореляція фізичної працездатності з резервним станом КРС.

Кореляційні зв'язки між фізичною працездатністю (PWC_{170} , $PWC_{170/\text{кг}}$) і показниками зовнішнього дихання та газообміну слабкі, тоді як середні й сильні зв'язки мають в основному випадковий характер і певні закономірності не простежуються. Серед неістотних закономірностей можна виділити позитивний середній зв'язок між $PWC_{170/\text{кг}}$ і ХОД у 1 групі студентів при навантаженні 50 і 100 Вт; позитивний середній зв'язок між PWC_{170} і ХОД у 6 групі студентів при навантаженні 100 і 150 Вт.

Такі результати свідчать про незначний вплив показників зовнішнього дихання й газообміну на величини фізичної працездатності.

Результати кореляційного аналізу (див. табл. 1), залежності фізичної працездатності (абсолютної й відносної) від коефіцієнта комплексної оцінки забезпечення органі-

зму киснем указують, що з підвищенням потужності велоергометричного навантаження ступінь вираженості кореляційного зв'язку збільшується незалежно від віку. Особливо це виявилось стосовно абсолютної фізичної працездатності і меншою мірою щодо відносної фізичної працездатності. Проте найвищі значення кореляційного зв'язку спостерігалися при навантаженні потужністю 150 Вт. Ймовірно, навантаження сприяє виявленню кореляційних зв'язків між показниками кардіореспіраторної системи й фізичною працездатністю. Якщо це розглядати з погляду забезпечення організму киснем, то в цьому виявляється одна із закономірностей залежності фізичної працездатності організму від функціонального стану кардіореспіраторної системи [1; 3; 4].

Висновок

При фізичному навантаженні потужністю 150 Вт у всіх шести групах студентів виявлено значущі кореляційні зв'язки між фізичною працездатністю (абсолютною й відотною) і ЧСС; між фізичною працездатністю (абсолютною) та ІН/ЧСС. У 1, 2 і 6 групах студентів виявлено також значущі кореляційні зв'язки між фізичною працездатністю (абсолютною й відотною) і коефіцієнтом комплексної оцінки забезпечення організму киснем.

1. Агаджанян Н. А. Адаптация к гипоксии и биоэкономика сердечного выброса / Н. А. Агаджанян, В. Гнеушев, А. Ю. Катков. – М., 2001. – 186 с.
2. Алферова О. П. Функциональное состояние кардиореспираторной системы у подростков в зависимости от исходного вегетативного тонуса / О. П. Алферова, А. Я. Осин // *Фундаментальные исследования*. – 2011. – № 1. – С. 35–40.
3. Аулик И. В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И. В. Аулик. – М. : Медицина, 1990. – 191 с.
4. Ванюшин М. Ю. Адаптация кардиореспираторной системы спортсменов к физической нагрузке повышающейся мощности : дис. ... канд. биол. наук / М. Ю. Ванюшин. – Казань, 2003. – С. 141.
5. Ванюшин М. Ю. Роль сердечного выброса при обеспечении организма кислородом у спортсменов во время нагрузки повышающейся мощности / М. Ю. Ванюшин // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта [Электронный ресурс] : журнал КГАФКСиТ. – 2010. – № 1. – Режим доступа : URL: http://www.kamgifik.ru/magazin/1_10/1_2010_01.pdf.
6. Карпман В. Л. Динамика кровообращения у спортсменов / В. Л. Карпман, Б. Г. Любина. – М. : Физкультура и спорт, 1982. – 135 с.
7. Боровиков В. СТАТИСТИКА. Искусство анализа данных на компьютере : для профессионалов / Владимир Боровиков. – 2-е изд. – С. Пб. : Питер, 2003. – 688 с. : ил. – ISBN 5-272-00078-1.
8. Тихвинский С. Б. Детская спортивная медицина / Тихвинский С. Б. ; под ред. С. Б. Тихвинского, С. В. Хрущева. – М. : Медицина, 1991. – 560 с.

Рецензент: канд. біол. наук, доц. Лісовський Б. П.

УДК 796.015-037.87

ББК 74.580.055.47

Сергій Попель, Віктор Случик, Роман Файчак,

Ярослав Остафійчук, Богдан Лісовський

ЦИТОЛОГІЧНІ ЕФЕКТИ ФІЗИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ В СТУДЕНТІВ З РІЗНИМ РІВНЕМ ТРЕНОВАНОСТІ

Метою роботи було визначення особливостей морфології інтерфазних ядер клітин буккального епітелію в студентів з різним рівнем рухової активності при стандартному фізичному навантаженні й встановлення адекватності цих навантажень до функціональних можливостей їхнього організму. Обстежено 50 практично здорових студентів у віці 19 років, розподілених на 3 групи: 1) студенти, які тренуються для досягнення спортивного результату (10 осіб); 2) студенти, які відвідують оздоровчі заняття (20 осіб); 3) студенти, які не відвідують заняття фізичного виховання (20 осіб).

Студенти виконували велоергометричне фізичне навантаження протягом 10 хвилин з рівнем 1,0 і 2,0 Вт/кг маси тіла, що відноситься до зони аеробного енергозабезпечення. Перед ергометрією, відразу після неї й через добу у всіх студентів вимірювали ЧСС, артеріальний тиск і брали мазки-відбитки зі