

Зміни показників центральної гемодинаміки кваліфікованих спортсменів при тестуванні з використанням керованого дихання та їх оцінка

Романчук О.П., Писарук В.В.

Південноукраїнський національний педагогічний університет ім. К.Д. Ушинського (м. Одеса)

Анотація:

З використанням спіроартеріокардіоритмографії обстежені 174 кваліфікованих спортсменів (121 чоловічої та 53 жіночої статі). Протокол обстеження складався з трьох послідовних двохвилинних реєстрацій – при спонтанному диханні, при керованому диханні 6 та 15 вдихів на хвилину. Встановлено, що показники гемодинаміки суттєво змінюються при виконанні дихальних тестів, насамперед серцевий викид, серцевий індекс, загальний та питомий опір судин. Для розробки критеріїв оцінки змін гемодинаміки проведений перцентильний аналіз відхилень всіх показників при виконанні тестів. Апробація критеріїв оцінки при різних типах гемодинаміки у спортсменок дозволила встановити, що для еукінетичного типу характерним є зменшення ЧСС та пульсового артеріального тиску при тесті з керованим диханням 6 раз на хвилину, для гіпокінетичного – виражене збільшення систолічного та пульсового артеріального тиску при виконанні тестів з керованим диханням 6 та 15 раз на хвилину, для гіперкінетичного – зменшення кінцево-діастолічного об'єму, ударного об'єму, кінцево-систолического об'єму при виконанні обох тестів та збільшення загального периферійного опору судин при тесті 15 вдихів на хвилину.

Ключові слова:

спортсмени, гемодинаміка, кероване дихання.

Романчук А.П., Писарук В.В. Изменение показателей центральной гемодинамики кваліфікованих спортсменів при тестировании с использованием управляемого дыхания и их оценка. С использованием спиреоартериокардиоритмографии обследованы 174 квалифицированных спортсмена (121 мужского и 53 женского пола). Протокол обследования состоял из трех последовательных двухминутных регистраций – при спонтанном, управляемом дыхании 6 и 15 дыханий в минуту. Установлено, что показатели гемодинамики существенно изменяются при выполнении дыхательных тестов, в первую очередь, сердечный выброс, сердечный индекс, общее и периферическое сопротивление сосудов. Для разработки критериев оценки изменений гемодинамики проведен перцентильный анализ отклонений всех показателей при выполнении тестов. Апробація критеріїв оцінки при различных типах гемодинамики у спортсменок позволила установить, что для эукинетического типа характерным является снижение ЧСС и пульсового артериального давления при тесте с управляемым дыханием 6 раз в минуту, для гипокинетического – выраженное повышение систолического и пульсового артериального давления при тестах с дыханием 6 и 15 раз в минуту, для гиперкинетического – снижение конечно-диастолического объема, конечно-систолического объема, ударного объема при выполнении обоих тестов и увеличение общего периферического сопротивления сосудов при тесте 15 дыханий в минуту.

спортсмены, гемодинаміка, управляемое дыхание.

Romanchuk A.P., Pisaruk V.V. Change of central hemodynamics of qualified athletes for testing the use of controlled breathing and evaluation. Using spiroarteriocardiorhythmography surveyed 174 qualified athletes (121 male and 53 female). The examination consisted of three consecutive two-minute registrations – spontaneous, controlled breathing 6 and 15 breaths per minute. Found that the hemodynamic change substantially when the respiratory tests in the first place, cardiac output, cardiac index, total peripheral vascular resistance and specific peripheral vascular resistance. To develop criteria for evaluation of hemodynamic changes carried percentile variance analysis of all indicators in the performance tests. Testing of the evaluation criteria for different types of hemodynamics in athletes allowed to establish that eukinetic type characteristic is the reduction in heart rate and pulse blood pressure under test with controlled breathing 6 times per minute for hypokinetic – pronounced increase in systolic blood pressure and pulse blood pressure during the breath tests 6 and 15 times per minute for hyperkinetic – reducing end-diastolic volume, end-systolic volume, stroke volume, in vivo performance of both tests and an increase in systemic vascular resistance during test 15 breaths per minute.

athletes, hemodynamics, controlled breathing.

Вступ.

Сучасна практика лікарських спостережень за особами, що займаються фізичним вихованням та спортом, вимагає впровадження експресних малоінвазивних методів дослідження функціонального стану організму, які в умовах поточних та оперативних обстежень надавали можливість отримати якнайбільше інформації про стан систем організму, які забезпечують адаптацію організму до фізичних навантажень та свідчать про рівень тренуваності [7, 8, 11, 12]. На рівні із функцією міокарду, судин, дихальної, сенсомоторної, вегетативної нервової систем та інших важливе значення надається інтегральним показникам діяльності серцево-судинної системи, які характеризують центральну гемодинаміку [1, 2, 3]. Як правило, у спортивній практиці користуються розрахунковими параметрами, адже використання інструментальних методів (УЗД, реографія) на етапі поточних обстежень суттєво ускладнене. Саме тому розробка нових підходів до оцінки центральної гемодинаміки має беззаперечне значення для подальшого

удосконалення лікарського контролю, що зумовлено необхідністю прийняття оперативних рішень, спрямованих на покращення спортивного відбору, планування тренувальних навантажень, визначення ступеня їх переносуватості та прогнозування можливих зривів адаптації [4, 5, 9, 10, 13-15].

Роль спонтанного та керованого має важливе значення у забезпеченні центральної гемодинаміки, яка реалізується через низку нейрорефлекторних механізмів, пов'язаних із включенням барорефлекторних, метаболічних, механічних та екстракардіальних факторів активізації кровообігу [6].

Саме тому дослідження регуляторних механізмів впливу спонтанного та керованого дихання на серцево-судинну діяльність може відігравати ключову роль у визначенні адаптаційних можливостей організму спортсмена.

У попередніх публікаціях були розглянуті питання впливу керованого дихання на стан вегетативного забезпечення стану серцево-судинної та дихальної систем, які дозволили встановити суттєвий регуляторний вплив дихальної системи [8, 16].

Робота виконувалась згідно теми: «Диференціація використання засобів і методів фізичного виховання з урахуванням поліфункціональних критеріїв фізичного розвитку, функціонального стану серцево-судинної, дихальної та сенсомоторної систем» № 0109U000210.

Мета, завдання роботи, матеріал і методи.

Метою дослідження було встановлення особливостей змін центральної гемодинаміки спортсменів при виконанні тестів з керованим диханням та розробка критеріїв їх оцінки.

Для досягнення поставленої мети з використанням сучасного поліфункціонального методу дослідження спіроартеріокардіоритмографії (САКР) обстежені 174 кваліфікованих спортсменів, які займаються різними видами спорту. З них 53 жіночої статі у віці $21,7 \pm 2,4$ роки, серед яких 1 – МСМК (майстер спорту міжнародного класу), 14 – МС (майстер спорту), 19 – КМС (кандидат у майстри спорту), 19 – I та II розрядів, стаж занять спортом складає $9,0 \pm 2,7$ роки; та 121 чоловічої статі у віці $24,3 \pm 5,4$ роки, серед яких 2 – МСМК, 23 – МС, 43 – КМС, 53 – I та II розрядів, стаж занять спортом складає $8,4 \pm 4,1$ роки.

Протокол обстеження спортсменів передбачав проведення трьох послідовних двохвилинних вимірів з використанням САКР при звичайному диханні, при керованому диханні 6 раз/хв. (KD_6) та 15 раз/хв. (KD_{15}), які проводились у нав'язаному ритмі з тривалістю вдиху і видиху 5 с та 2 с, відповідно. Додатково після проведення тестів визначались основні показники фізичного розвитку (довжина тіла, маса тіла, обсяги грудної клітини, вміст жиру та інші) та визначався рівень фізичної працездатності за результатами Гарвардського степ-тесту. Всі додаткові дослідження проводились за загальноприйнятими методиками.

Нагадаємо, що САКР є методом, який у одночасному режимі реєстрації досліджує стан міокарду (електрокардіографія у I відведенні), артеріальний тиск (за методом Пеназа) та паттерн дихання (ультразвукова спірографія).

У таблиці 1 представлена характеристика фізичного розвитку обстеженої когорти чоловіків та жінок, які займаються спортом.

Результати дослідження.

Дослідження центральної гемодинаміки проводилось із використанням САКР та передбачало розрахунок показників кінцево-сistolічного обсягу (КДО), кінцево-діастолічного обсягу (КДО), ударного обсягу (УО), серцевого викиду (ХОК) за параметрами кардіоінтервалометрії з урахуванням змін тиску у пальцевій манжеті з подальшою екстраполяцією на тиск у аорті. Отримані дані дозволяли з урахуванням ваго-зростових показників розрахувати параметри серцевого індексу (СІ), ударного індексу (УІ), загального (ЗПОС) та питомого (ППОС) периферійного опору судин, на підставі яких визначався тип гемодинаміки конкретного спортсмена.

Типи гемодинаміки обстеженої когорти спортсменів з урахуванням статі представлені у табл. 2

Як видно з представлених у табл. 2 даних гемодинамічне забезпечення організму у обстежених чоло-

віків та жінок, що займаються спортом, певним чином відрізняється. У перших у переважній більшості (82,6%) відзначається гіпокінетичний тип кровообігу, а у других – на рівні з гіпокінетичним (48%) суттєве значення мають еукінетичний (22%) та гіперкінетичний (20%) варіанти гемодинаміки. Заслужує на увагу, що гіповолемічні варіанти у чоловіків та жінок майже аналогічні (6,2 та 8,0%, відповідно), а гіперкінетичні атонічні зустрічаються достатньо рідко та переважають у жінок, що більшою мірою свідчить про наявність механізмів порушення тону судин у останніх.

Методика САКР, яка не має аналогів у світі, дозволяє реєструвати параметри кардіоінтервалометрії та артеріального тиску на кожному серцевому скороченні, а поєднана реєстрація спірографічної кривої за допомогою ультразвукового датчика дозволяє визначати зміни параметрів ЧСС та артеріального тиску (сistolічного – АТС, діастолічного – АТД, пульсового – АТП та середнього – САТ) на різних фазах дихального циклу.

Насамперед, аналізуючи параметри центральної гемодинаміки при виконанні тестів з керованим диханням, необхідно було зупинитись на значущих параметрах діяльності серцево-судинної та дихальної систем, які визначають механізми реактивності останніх.

Слід зазначити, що у спортсменів-чоловіків та жінок тести з керованим диханням призводять до суттєвої реакції основних параметрів кардіореспіраторної системи. В першу чергу, реакція на кероване дихання проявляється зміною ЧСС, яка помірно збільшується при виконанні тесту KD_6 (з $69,1 \pm 0,8$ до $73,2 \pm 0,75$ у чоловіків та з $72,1 \pm 8,7$ до $74,3 \pm 8,6$ у жінок) та виражено підвищується при виконанні тесту KD_{15} (з $69,1 \pm 0,8$ до $80,9 \pm 10,05$ у чоловіків та з $72,1 \pm 8,7$ до $80,0 \pm 10,6$ у жінок). Достатньо інформативною є динаміка змін показників стандартизованої тривалості електричної систоли шлуночків (QTC, с), яка при KD_6 помірно невірогідно збільшується у чоловіків та жінок (з $0,407 \pm 0,015$ до $0,412 \pm 0,014$ та з $0,426 \pm 0,014$ до $0,428 \pm 0,013$, відповідно), а при KD_{15} – ці зміни є вірогідними та становлять $0,421 \pm 0,016$ ($p < 0,05$) та $0,436 \pm 0,015$ ($p < 0,05$), відповідно. Останнє дозволяє припустити, що кероване дихання напружує насосну функцію серця, особливо при KD_{15} .

Зупиняючись на параметрах функціонування дихальної системи, слід зазначити, що у вихідному стані при спонтанному диханні ЧД (частота дихання) у чоловіків та жінок становила $14,4 \pm 3,0$ та $15,7 \pm 3,3$ 1/хв., відповідно. Стосовно дихального об'єму (ДО), то у вихідному стані відзначались відмінності, які на нашу думку були пов'язані із статевими особливостями, та передбачали більш значне зростання останнього у чоловіків (з $0,705 \pm 0,228$ до $2,190 \pm 0,628$ л) та жінок (з $0,552 \pm 0,171$ до $1,773 \pm 0,538$ л) при виконанні тесту KD_6 та менш значне зростання у чоловіків (до $1,273 \pm 0,496$ л) та у жінок (до $0,832 \pm 0,272$ л) при виконанні тесту K_{15} . В цілому, виконання тесту з KD_6 призводить до триразового збільшення ДО як у чоловіків

Таблиця 1.

Характеристика фізичного розвитку дослідженої групи спортсменів

Показник	Чоловіки n=121			Жінки n=53		
	Мінімум	Середнє ± СД	Максимум	Мінімум	Середнє ± СД	Максимум
Маса тіла, кг	75.2	± 9.7	9.7	58.7	± 6.6	6.6
Довжина тіла, см	176.2	± 7.1	7.1	166.0	± 4.7	4.7
Довжина тіла сидячи, см	95.1	± 4.6	4.6	87.7	± 4.3	4.3
Площа поверхні тіла, м ²	1.91	± 0.16	0.16	1.64	± 0.11	0.11
Діаметр плечей, см	40.6	± 1.8	1.8	36.1	± 1.4	1.4
Діаметр тазу фронтальний, см	28.7	± 2.1	2.1	27.5	± 1.6	1.6
Діаметр тазу сагітальний, см	21.1	± 1.6	1.6	19.7	± 1.6	1.6
Обхват шиї, см	36.7	± 2.2	2.2	30.8	± 1.5	1.5
Обхват черева, см	81.1	± 7.2	7.2	73.6	± 5.5	5.5
Обхват грудної клітини (спокій), см	96.1	± 6.7	6.7	85.9	± 3.9	3.9
Експерсія грудної клітини, см	8.3	± 2.2	2.2	7.1	± 1.7	1.7
Обхват плеча (розсл.), см	28.8	± 2.3	2.3	24.9	± 2.0	2.0
Обхват плеча (напр.), см	32.8	± 2.6	2.6	27.2	± 2.3	2.3
Обхват передпліччя, см	26.6	± 1.9	1.9	22.2	± 1.2	1.2
Обхват стегна, см	53.8	± 3.9	3.9	53.3	± 3.9	3.9
Обхват гомілки, см	36.1	± 2.2	2.2	34.4	± 2.0	2.0
Динамометрія правої кисті, кг	48.2	± 7.6	7.6	28.1	± 4.6	4.6
Динамометрія лівої кисті, кг	44.9	± 8.0	8.0	25.0	± 4.3	4.3
Станова динамометрія, кг	142.2	± 21.5	21.5	74.7	± 15.6	15.6
Життєва ємність легенів, л	4.94	± 0.70	0.70	4.19	± 1.24	1.24
Вміст жиру, %	16.0	± 4.8	4.8	26.3	± 3.9	3.9
Індекс маси тіла, кг/м ²	23.8	± 2.2	2.2	21.6	± 2.0	2.0
Тест Штанге, с	74.9	± 17.4	17.4	57.4	± 15.2	15.2
Тест Генчі, с	38.9	± 11.9	11.9	34.0	± 10.9	10.9
Індекс Гарвардського степ-тесту	96.8	± 13.0	13.0	92.9	± 18.3	18.3

Таблиця 2

Типи гемодинамічного забезпечення організму спортсменів чоловічої та жіночої статі (у %)

Тип гемодинаміки	жінки	чоловіки
Гіпокінетичний гіповолемічний	8.0	6.2
Гіпокінетичний	48.0	82.3
Еукінетичний	22.0	6.2
Гіперкінетичний	20.0	4.4
Гіперкінетичний атонічний	2.0	0.9

Таблиця 3.

Зміни показників центральної гемодинаміки при виконанні тестів КД₆ та КД₁₅ у порівнянні зі спонтанним диханням у спортсменів чоловічої статі (n=121)

Показник	Спонтанне			КД ₆			КД ₁₅		
	Мінімум	Середнє ± СД	Максимум	Мінімум	Середнє ± СД	Максимум	Мінімум	Середнє ± СД	Максимум
КДО, см ³	101.8	± 16.5	16.5	102.0	± 17.7	17.7	99.9	± 16.6	16.6
КСО, см ³	33.1	± 8.5	8.5	34.1	± 9.1	9.1	34.3	± 8.8	8.8
УО, см ³	68.6	± 9.0	9.0	67.9	± 9.0	9.0	65.6	± 8.7	8.7
ХОК, л/хв.	4.7	± 0.6	0.6	5.0	± 0.6**	0.6**	5.2	± 0.6**	0.6**
СІ, л/хв/м ²	2.51	± 0.38	0.38	2.66	± 0.41	0.41	2.81	± 0.45*	0.45*
ЗПОС, дин/с/см ⁵	1631.5	± 220.6	220.6	1539.3	± 210.8	210.8	1468.5	± 194.7*	194.7*
ППОС, мм рт.ст/л/хв/м ²	39.0	± 6.9	6.9	36.6	± 6.5	6.5	34.9	± 6.2*	6.2*
УІ, см ³ /м ²	36.6	± 5.7	5.7	36.4	± 5.8	5.8	35.5	± 6.0	6.0

* – p<0,05

** – p<0,01

так і у жінок, а виконання тесту KD_{15} – збільшує ДО незалежно від статі в близько 1,8 разів.

У табл. 3 та 4 представлені пересічні дані вимірювання показників центральної гемодинаміки при виконанні тестів KD_6 та KD_{15} спортсменами чоловічої (табл.3) та жіночої (табл.4) статі.

З табл. 3 видно, що найбільш суттєві вірогідні зміни при виконанні тестів з керованим диханням спортсменами-чоловіками відзначаються в показниках ХОК (л/хв.), СІ (л/хв/м²), ЗПОС (дин/с/см⁵) та ППОС (мм рт.ст/л/хв/м²), які свідчать про збільшення серцевого викиду, систолічного індексу та зменшення судинного опору, як при KD_6 , так і при KD_{15} . При останньому більш суттєво.

Майже аналогічні, однак менш вірогідні, дані (табл. 4) відзначаються у жінок.

Останнє дозволяє стверджувати, що при виконанні тестів з керованим диханням активізуються екстракардіальні фактори кровообігу, які призводять до збільшення серцевого викиду та зменшення периферійного опору судин. Такий механізм пристосування гемодинаміки можливий тільки за умови адекватного включення присмоктувальної функції грудної клітини та діафрагмальної помпи, які доповнюють барорефлекторний механізм регуляції серцевого викиду та підтримки артеріального тиску.

У табл. 5 представлені узагальнені результати визначення приросту абсолютних значень показників центральної гемодинаміки у чоловіків і жінок при виконанні тестів з керованим диханням.

Аналіз пересічних даних приросту показників центральної гемодинаміки засвідчує, що окрім визначених раніше, вірогідні відмінності відзначаються у динаміці змін КДО (см³) у чоловіків при виконанні тесту KD_{15} , який зменшується в межах 3 см³, УО (см³) у чоловіків та жінок при виконанні тесту KD_{15} в межах 3,3 см³ та 2,2 см³, відповідно.

Певним чином доповнюють отримані дані результати аналізу змін абсолютних значень АТС та АТД, які вірогідно, хоча й не значно (в межах 2-4 мм рт.ст), зменшуються при виконанні тестів з КД, як у чоловіків, так і у жінок. Аналогічно змінюється й САТ. Найменш суттєві зміни відбуваються у показниках АТП.

На наступному етапі дослідження були проаналізовані показники приросту параметрів центральної гемодинаміки, які розраховувались з урахуванням індивідуальних змін складових параметрів центральної гемодинаміки відносно їх вихідного стану, зареєстрованого при спонтанному диханні. Такий підхід з використанням непараметричного методу оцінки (перцентильного) дозволив ранжирувати реактивність серцево-судинної системи з урахуванням відхилення всіх показників в межах найбільш частих (від 25 до 75% зустрічності) та найбільш рідких (від 0 до 5% та від 95-100% зустрічності) варіантів відносного приросту досліджуваних показників.

У табл. 6 та 7 представлені критерії ранжированої оцінки реактивності окремих показників центральної гемодинаміки у чоловіків та жінок, що займаються

спортом, при виконанні тестів з керованим диханням.

Аналізуючи представлені критерії оцінки слід зазначити, що вони суттєво відрізняються для більшості показників при виконанні тестів з KD_6 та KD_{15} та мають характерні особливості у чоловіків та жінок.

Як видно з табл. 6 оптимальним варіантом реакції на KD_6 у чоловіків є тенденція до збільшення ЧСС в межах 10 %, збільшення КСО – до 9,8%, збільшення ХОК та СІ – в межах 11%, зменшення ЗПОС та ППОС – в межах 14%, зменшення АТС та АТД – в межах 8,5% та САТ – в межах 8%. Оптимальною реакцією на KD_{15} у чоловіків є збільшення ЧСС в межах від 9 до 27%, зменшення УО – до 9%, зменшення КДО – до 7,5%, збільшення ХОК – від 3,8 до 17,6%, СІ – від 3,8% до 18,6%, суттєве зменшення ЗПОС та ППОС – від 4 до 21%, зменшення УІ – до 8,8%, зменшення АТС та АТД в межах до 9,8-11,3%.

У жінок оптимальна реакція на виконання тесту KD_6 супроводжується: менш значним приростом, ніж у чоловіків, ЧСС – до 7%, збільшенням ХОК та СІ – в межах 7,5%, зменшенням ЗПОС та ППОС – до 10%, зменшенням АТС та АТД – в межах 7,4-8,7%. Тобто, в цілому реакція центральної гемодинаміки при виконанні тесту KD_6 у жінок є менш значною, ніж у чоловіків.

При виконанні тесту KD_{15} оптимальна реакція системи гемодинаміки характеризується збільшенням ЧСС – в межах 6-17%, зменшенням КДО та УО – в межах 6,7%, збільшенням ХОК – в межах 15%, зменшенням ЗПОС та ППОС – в межах 17%, УІ – в межах 6,7%, АТС та АТД – в межах 9,6%.

Тобто, реактивність центральної гемодинаміки на тест KD_{15} у жінок майже не відрізняється від такої у чоловіків.

Окремо слід зупинитися на виражених гіпо- та гіперреактивності, які можуть свідчити про недостатнє, або надмірне включення компенсаторно-приспосувальних механізмів при виконанні фізичних навантажень.

З цих позицій доцільним було проаналізувати відмінності показників реактивності центральної гемодинаміки при виконанні тестів з керованим диханням у спортсменів з різним типом гемодинамічного забезпечення у вихідному стані.

Зважаючи на те, що у переважній більшості спортсменів чоловічої статі (82,3%) відзначався гіпокінетичний тип кровообігу, а інші варіанти зустрічались достатньо рідко, нами були проаналізовані відмінності вираженої гіпо- та гіперреактивності у спортсменок з гіпокінетичним, еукінетичним та гіперкінетичним типами (табл.8).

Аналізуючи результати, представлені у табл. 8 слід зазначити, що типи кровообігу достатньо чітко диференціюються за показниками приросту значень параметрів центральної гемодинаміки при виконанні тестів з керованим диханням. Насамперед слід зазначити, що вірогідними вважаються значення, які у діапазоні крайніх відхилень перевищують 10%, тому основну увагу зупинимо саме на них.

Таблиця 4.

Зміни показників центральної гемодинаміки при виконанні тестів КД₆ та КД₁₅ у порівнянні зі спонтанним диханням у спортсменів жіночої статі (n=53)

Показник	Спонтанне		КД ₆		КД ₁₅	
КДО, см ³	93.9	± 14.2	92.7	± 13.6	91.7	± 14.3
КСО, см ³	28.1	± 7.4	27.9	± 6.8	28.1	± 7.2
УО, см ³	65.8	± 7.6	64.8	± 7.6	63.7	± 7.8
ХОК, л/хв.	4.7	± 0.7	4.8	± 0.6	5.0	± 0.7
СІ, л/хв/м ²	2.90	± 0.49	2.94	± 0.40	3.07	± 0.46*
ЗПОС, дин/с/см ⁵	1476.9	± 250.1	1443.4	± 214.7	1387.4	± 195.7*
ППОС, мм рт.ст/л/хв/м ²	30.4	± 5.8	29.7	± 5.1	28.6	± 4.8*
УІ, см ³ /м ²	40.3	± 5.1	39.7	± 5.1	39.0	± 5.4

* – p<0,05

** – p<0,01

Таблиця 5.

Динаміка приростів показників центральної гемодинаміки при виконанні тестів КД₆ та КД₁₅ у порівнянні зі спонтанним диханням у спортсменів чоловічої (n=110) та жіночої (n=51) статі (M±m)

Показник	чоловіки			жінки		
	вихідний	Δ при КД ₆	Δ при КД ₁₅	вихідний	Δ при КД ₆	Δ при КД ₁₅
ЧСС, 1/хв	68.5±0.9	4.4±0.5	11.9±0.8	72.0±1.6	2.3±0.5	8.1±0.8
КДО, см ³	102.7±2.2	-0.4±0.9	-2.6±0.9	94.0±2.6	-1.2±1.6	-2.3±2.2
КСО, см ³	33.4±1.2	0.8±0.5	0.8±0.5	28.2±1.4	-0.2±0.8	-0.1±1.2
УО, см ³	69.2±1.1	-1.1±0.4	-3.3±0.5	65.8±1.4	-1.0±0.8	-2.2±1.0
ХОК, л	4.7±0.1	0.3±0.0	0.5±0.0	4.7±0.1	0.1±0.1	0.3±0.1
СІ, л/хв/м ²	2.51±0.06	0.16±0.03	0.29±0.03	2.89±0.08	0.05±0.04	0.17±0.06
ЗПОС, дин/с/см ⁵	1630.4±27.3	-143.0±16.7	-208.5±19.9	1481.3±42.7	-79.3±28.4	-129.8±31.6
ППОС, мм рт.ст/л/хв/м ²	39.0±0.8	-3.5±0.4	-5.2±0.5	30.6±1.0	-1.7±0.6	-2.7±0.7
УІ, см ³ /м ²	37.0±0.9	-0.4±0.3	-1.3±0.4	40.2±0.9	-0.6±0.5	-1.3±0.6
АТС, мм рт.ст.	123.2±1.2	-3.8±1.0	-3.6±1.4	111.0±1.3	-2.9±1.4	-1.9±1.9
АТД, мм рт.ст.	78.6±0.9	-2.9±0.6	-2.9±0.8	71.3±1.1	-2.4±0.9	-2.7±1.1
АТП, мм рт.ст.	44.7±0.9	-0.9±0.8	-0.7±1.2	39.7±1.1	-0.6±1.4	0.8±1.9
САТ, мм рт.ст.	93.5±0.9	-3.2±0.7	-3.1±0.8	84.5±1.1	-2.6±0.9	-2.4±1.1

Таблиця 6.

Оцінка приросту показників центральної гемодинаміки до вихідного рівня (у %) при виконанні тестів з керованим диханням спортсменами-чоловіками

	КД ₆					КД ₁₅				
	↓↓	↓	N	↑	↑↑	↓↓	↓	N	↑	↑↑
Δ ЧСС	<-1.6	-1.6-1.2	1.3-11.4	11.5-21.1	>21.1	<1.3	1.3-8.8	8.9-26.9	27.0-42.4	>42.4
Δ КДО	<-13.2	-13.2--4.3	-4.2-4.2	4.3-14.7	>14.7	<-13.2	-13.2--7.5	-7.4-2.0	2.1-11.1	>11.1
Δ КСО	<-16.2	-16.2--3.8	-3.7-9.8	9.9-24.6	>24.6	<-15.3	-15.3-5.5	-5.5-8.3	8.4-24.3	>24.3
Δ УО	<-11.7	-11.7--4.9	-4.7-2.3	2.4-10.5	>10.5	<-13.9	-13.9--8.9	-8.8-0.2	-0.3-7.3	>7.3
Δ ХОК	<-6.2	-6.2-1.9	2.0-11.5	11.6-21.1	>21.1	<-2.2	-2.2-3.7	3.8-17.6	17.7-27.4	>27.4
Δ СІ	<-6.2	-6.2-1.9	2.0-11.6	11.7-23.7	>23.7	<-2.2	-2.2-3.7	3.8-18.6	18.7-30.0	>30.0
Δ ЗПОС	<-23.4	-23.4--14.4	-14.3--1.4	-1.3-6.9	>6.9	<-30.3	-30.3--21.1	-21.1--4.1	-4.0-6.7	>6.7
Δ ППОС	<-24.6	-24.6--14.4	-14.3--1.4	-1.3-6.9	>6.9	<-32.4	-32.4--21.9	-21.9--4.3	-4.2-6.7	>6.7
Δ УІ	<-11.7	-11.7--4.8	-4.7-2.4	2.5-12.0	>12.0	<-13.9	-13.9--8.9	-8.8-0.1	0.2-8.0	>8.0
Δ АТС	<-16.8	-16.8--8.5	-8.4-2.7	2.8-9.4	>9.4	<-19.0	-19.0--11.4	-11.3-2.5	2.6-15.9	>15.9
Δ АТД	<-14.6	-14.6--8.6	-8.5-0.1	0.2-10.4	>10.4	<-20.1	-20.1--9.9	-9.8-1.2	1.3-13.1	>13.1
Δ АТП	<-33.3	-33.3--11.9	-11.8-8.2	8.3-27.9	>27.9	<-43.2	-43.2--16.6	-16.6-11.1	11.2-49.6	>49.6
Δ САТ	<-14.9	-14.9--8.0	-7.9-1.5	1.6-8.8	>8.8	<-17.9	-17.9--9.0	-8.9-2.5	2.6-10.2	>10.2

Примітка: ↓↓ – виражена гіпореактивність; ↓ – помірна гіпореактивність; N – оптимальна реактивність; ↑ – помірна гіперреактивність; ↑↑ – виражена гіперреактивність.

Таблиця 7

Оцінка приросту показників центральної гемодинаміки до вихідного рівня (у %) при виконанні тестів з керованим диханням спортсменами-жінками

	КД ₆					КД ₁₅				
	↓↓	↓	N	↑	↑↑	↓↓	↓	N	↑	↑↑
Δ ЧСС	<-4.2	-4.2-0.3	-0.2-6.7	6.8-12.4	>12.4	<1.6	1.6-5.8	5.9-16.7	16.8-27.0	>27.0
Δ КДО	<-18.7	-18.7-5.5	-5.4-2.2	2.3-22.0	>22.0	<-22.6	-22.6--6.7	-6.6-1.3	1.4-14.1	>14.1
Δ КСО	<-28.9	-28.9-6.8	-6.7-3.0	3.1-41.7	>41.7	<-30.0	-30--7.5	-7.4-7.2	7.3-23.7	>23.7
Δ УО	<-14.6	-14.6-5.7	-5.6-3.0	3.1-16.7	>16.7	<-18.9	-18.9--6.8	-6.7-0.2	0.3-11.7	>11.7
Δ ХОК	<-12.3	-12.3-2.3	-2.2-7.5	7.6-23.4	>23.4	<-12.5	-12.5-0.7	0.8-15.1	15.2-26.8	>26.8
Δ СІ	<-12.3	-12.3-2.3	-2.2-7.5	7.6-23.4	>23.4	<-12.5	-12.5-0.7	0.8-15.1	15.2-26.8	>26.8
Δ ЗПОС	<-23.7	-23.7-10.4	-10.3-3.4	3.5-18.2	>18.2	<-25.1	-25.1--17.2	-17.1--2.5	-2.4-15.8	>15.8
Δ ППОС	<-23.7	-23.7-10.4	-10.3-3.4	3.5-18.2	>18.2	<-25.1	-25.1--17.2	-17.1--2.5	-2.4-15.8	>15.8
Δ УІ	<-14.6	-14.6-5.7	-5.6-3.0	3.1-16.7	>16.7	<-18.9	-18.9--6.8	-6.7-0.2	0.3-11.7	>11.7
Δ АТС	<-14.8	-14.8-7.5	-7.4-2.4	2.5-12.8	>12.8	<-18.6	-18.6--9.3	-9.2-4.8	4.9-19.2	>19.2
Δ АТД	<-13.7	-13.7-8.8	-8.7-0.3	0.4-11.2	>11.2	<-15.4	-15.4-9.7	-9.6-0.3	0.4-16.4	>16.4
Δ АТП	<-31.9	-31.9-11.4	-11.3-10.8	10.9-48.7	>48.7	<-42.8	-42.8-16.5	-16.5-16.0	16.1-69.2	>69.2
Δ САТ	<-13.4	-13.4-7.6	7.5-0.9	1.0-10.5	>10.5	<-17.8	-17.8--7.9	7.8-1.6	1.7-17.2	>17.2

Примітка: ↓↓ – виражена гіпореактивність; ↓ – помірна гіпореактивність; N – нормативна реактивність; ↑ – помірна гіперреактивність; ↑↑ – виражена гіперреактивність.

Таблиця 8.

Порівняльна характеристика виражених змін показників центральної гемодинаміки при виконанні тестів з керованим диханням у спортсменок з різним типом кровообігу (у %)

Показник	Тест	Тип гемодинаміки					
		Гіперкінетичний n=10		Гіпокінетичний n=25		Еукінетичний n=11	
		↓↓	↑↑	↓↓	↑↑	↓↓	↑↑
Δ ЧСС	КД ₆	0.0	10.0	4.0	4.0	18.2	0.0
	КД ₁₅	0.0	10.0	8.0	4.0	9.1	0.0
Δ КДО	КД ₆	20.0	0.0	0.0	8.0	9.1	0.0
	КД ₁₅	20.0	10.0	4.0	4.0	0.0	0.0
Δ КСО	КД ₆	20.0	0.0	0.0	8.0	9.1	0.0
	КД ₁₅	20.0	10.0	0.0	4.0	9.1	0.0
Δ УО	КД ₆	20.0	0.0	0.0	8.0	9.1	0.0
	КД ₁₅	20.0	10.0	4.0	4.0	0.0	0.0
Δ МОК	КД ₆	10.0	0.0	4.0	8.0	9.1	0.0
	КД ₁₅	10.0	10.0	4.0	4.0	9.1	0.0
Δ СІ	КД ₆	10.0	0.0	4.0	8.0	9.1	0.0
	КД ₁₅	10.0	10.0	4.0	4.0	9.1	0.0
Δ ЗПОС	КД ₆	10.0	10.0	4.0	4.0	0.0	9.1
	КД ₁₅	10.0	30.0	4.0	0.0	0.0	0.0
Δ ППОС	КД ₆	10.0	10.0	4.0	4.0	0.0	9.1
	КД ₁₅	10.0	30.0	4.0	0.0	0.0	0.0
Δ УІ	КД ₆	20.0	0.0	0.0	8.0	9.1	0.0
	КД ₁₅	20.0	10.0	4.0	4.0	0.0	0.0
Δ АТС	КД ₆	10.0	0.0	4.0	12.0	0.0	0.0
	КД ₁₅	10.0	0.0	4.0	12.0	0.0	0.0
Δ АТД	КД ₆	10.0	10.0	8.0	4.0	0.0	9.1
	КД ₁₅	10.0	10.0	4.0	8.0	0.0	0.0
Δ АТП	КД ₆	0.0	0.0	4.0	12.0	18.2	0.0
	КД ₁₅	10.0	0.0	8.0	12.0	0.0	0.0
Δ САТ	КД ₆	10.0	10.0	8.0	8.0	0.0	0.0
	КД ₁₅	0.0	10.0	8.0	8.0	0.0	0.0

Примітка: ↓↓ – виражена гіпореактивність; ↑↑ – виражена гіперреактивність

Для гіперкінетичного типу кровообігу у жінок характерним є:

- виражене зменшення КДО, КСО, УО та УІ при виконанні тестів з КД₆ та КД₁₅ (реєструється у кожній п'ятій спортсменки) та виражене збільшення ЗПОС та ППОС при виконанні тесту з КД₁₅ (у 30% спортсменок).
- Для гіпокінетичного типу кровообігу у жінок характерним є:
- виражене збільшення АТС та АТП при виконанні тестів з КД₆ та КД₁₅ (реєструється в 12% випадків).
- Для еукінетичного типу кровообігу у жінок характерним є:
- виражене зменшення ЧСС та АТП при виконання тесту з КД₆ (у 18,2% спортсменок).

Висновки.

За результатами САКР-дослідження встановлені достатньо чіткі критерії оцінки центральної гемодинаміки, які свідчать про особливості її змін при виконанні тестів з керованим диханням та дозволяють диференціювати функціональний стан системи кровообігу кваліфікованих спортсменів при проведенні експресних досліджень.

Отримані результати відкривають новий напрямок оцінки функціонального стану організму спортсменів на підставі одночасної реєстрації показників ЧСС, АТ та дихання під час проведення тестів з керованим диханням, що може застосовуватись в практиці етапних та поточних обстежень спортсменів.

Література:

1. Вахитов И.Х. Изменения ударного объема крови юных спортсменов в восстановительном периоде после выполнения Гарвардского степ-теста. // Теория и практика физической культуры, 2004. – № 1. – с. 30-32.
2. Елисеев Е.В. Поведение центральной гемодинамики и сократительной функции миокарда в зависимости от направленности тренировочного процесса в айкидо. // Теория и практика физической культуры, 2003. – № 1. – с. 39-41.
3. Илюшин О.В., Абзалов Р.А. Изменение показателей ударного объема крови у студентов после выполнения Гарвардского степ-теста. // Теория и практика физической культуры, -2004. -№ 1. С. 48-49.
4. Инновационные подходы к созданию автоматизированного рабочего места (АРМ) спортивного врача. Эйгель М.Я., Кузнецов П.П., Панкова Н.Б., Фесенко А.Г., Карганов М.Ю. // Врач и информационные технологии. 2013. № 1. С. 27-31.
5. Неинвазивная оценка показателей системной гемодинамики по результатам исследования периферических сосудов / Пуговкин А.П., Верлов Н.А., Еркудов В.О., Ланда С.Б., Попов В.В., Прийма Н.Ф., Лебедева М.А., Панкова Н.Б., Эйгель М.Я. // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 2012. № 4. С. 75-79.
6. Романчук О.П. Информативність показників паттерну некерованого дихання висококваліфікованих спортсменів у динаміці тренувального мікроциклу // Медична реабілітація, курортологія, фізіотерапія – №2. – 2005. С. 30-32
7. Романчук А.П. Вегетативная регуляция кардиореспираторной системы в динамике годичного тренировочного цикла // Теория и практика физической культуры – №6. – 2005. С. 42-45.
8. Романчук О.П. До питання оцінки активності вегетативної нервової системи у спортсменів // Медична реабілітація, курортологія, фізіотерапія – №4. – 2005. С. 31-34.
9. Романчук О.П., Паненко А.В., Горбенко В.О. Спіроартеріокардіоритмографічні ознаки нормотензивної реакції на фізичне навантаження // Медична реабілітація, курортологія, фізіотерапія. – №1 (61) – 2010. С. 40-44.
10. Романчук О.П., Пісарук В.В., Подгорная В.В. Інноваційні підходи до лікарсько-педагогічних спостережень за особами, що займаються фізичною культурою // Наука і освіта, №8. – 2012 С. 140-143.
11. Тестирование в спортивной медицине / В.И. Карпман, З.Б. Белодерковский, И.А. Гудков. М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
12. Центральная гемодинамика, вариабельность, сердечного ритма и физическая работоспособность у спортсменов высокого класса, развивающих физические качества быстроты и силы // Михалюк Е.Л., Сыволап В.В., Ткалич И.В., Чечель Н.М. – Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. 2009. № 12. С. 123-125.
13. Guenette J.A., Sheel A.W. Physiological consequences of a high work of breathing during heavy exercise in humans. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2007, vol.10(6), pp. 341–350. doi:10.1016/j.jsams.2007.02.003.
14. Knez W.L., Sharman J.E., Jenkins D.G., Coombes J.S. Central hemodynamics in ultra-endurance athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2008, vol.11(4), pp. 390–395. doi:10.1016/j.jsams.2006.11.005.
15. Mello M.T.D., Antunes H.K.M., Andersen M.L., et al. P483 Effects of sleep deprivation plus physical exercise in breathing during polysomnographic of adventure racers athletes after a race. *Sleep Medicine*. 2006, vol.7, p. 127. doi:10.1016/j.sleep.2006.07.292.
16. Романчук А.П. Estimation of cardiovascular system reactance of sportsmen at use of tests with controlled respiration. *Journal of Health Sciences*, 3(4), 2013 P. 335-344

References:

1. Vakhitov I.Kh. *Teoriia i praktika fizicheskoi kul'tury* [Theory and practice of physical culture], 2004, vol.1., pp. 30-32.
2. Eliseev E.V. *Teoriia i praktika fizicheskoi kul'tury* [Theory and practice of physical culture], 2003., vol.1, pp. 39-41.
3. Iliushin O.V., Abzalov R.A. *Teoriia i praktika fizicheskoi kul'tury* [Theory and practice of physical culture], 2004, vol.1, pp. 48-49.
4. Ejgel' M.Ia., Kuznecov P.P., Pankova N.B., Fesenko A.G., Karganov M.Iu. *Vrach i informacionnye tekhnologii* [Doctor and information technology], , 2013, vol.1, pp. 27-31.
5. Pugovkin A.P., Verlov N.A., Erkudov V.O., Landa S.B., Popov V.V., Prijma N.F., Lebedeva M.A., Pankova N.B., Ejgel' M.Ia. *Patologicheskaiia fiziologiia i eksperimental'naia terapiia* [Pathological physiology and experimental therapy], 2012, vol.4, pp. 75-79.
6. Romanchuk O.P. *Medichna reabilitaciia, kurortologiia, fizioterapiia* [Medical rehabilitation, resort, physiotherapy], 2005, vol.2, pp. 30-32.
7. Romanchuk A.P. *Teoriia i praktika fizicheskoi kul'tury* [Theory and practice of physical culture], 2005, vol.6, pp. 42-45.
8. Romanchuk O.P. *Medichna reabilitaciia, kurortologiia, fizioterapiia* [Medical rehabilitation, resort, physiotherapy], 2005, vol.4, pp. 31-34
9. Romanchuk O.P., Panenko A.V., Gorbenko V.O. *Medichna reabilitaciia, kurortologiia, fizioterapiia* [Medical rehabilitation, resort, physiotherapy], 2010, vol.1 (61), pp. 40-44.
10. Romanchuk O.P., Pisaruk V.V., Podgornaia V.V. *Nauka i osvita* [Science and education], 2012, vol.8, pp. 140-143
11. Karpman B.II., Belocerkovskij Z.B., Gudkov I.A. *Testirovanie v sportivnoj medicinie* [Testing in sports medicine], Moscow, Physical Culture and Sport, 1988, 208 p.
12. Mikhaliuk E.L., Syvolap V.V., Tkalic H.V., Chechel' N.M. *Pedagogika, psihologia ta mediko-biologicni problemi fizicnogo vihovanna i sportu* [Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports], 2009, vol.12, pp. 123-125.
13. Guenette J.A., Sheel A.W. Physiological consequences of a high work of breathing during heavy exercise in humans. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2007, vol.10(6), pp. 341–350. doi:10.1016/j.jsams.2007.02.003.
14. Knez W.L., Sharman J.E., Jenkins D.G., Coombes J.S. Central hemodynamics in ultra-endurance athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2008, vol.11(4), pp. 390–395. doi:10.1016/j.jsams.2006.11.005.
15. Mello M.T.D., Antunes H.K.M., Andersen M.L., et al. P483 Effects of sleep deprivation plus physical exercise in breathing during polysomnographic of adventure racers athletes after a race. *Sleep Medicine*. 2006, vol.7, p. 127. doi:10.1016/j.sleep.2006.07.292.
16. Romanchuk A.P. Estimation of cardiovascular system reactance of sportsmen at use of tests with controlled respiration. *Journal of Health Sciences*, 3(4), 2013 P. 335-344.

Информация об авторах:

Романчук Александр Петрович: д.мед.н., проф.; doclfc@ua.fm; Южно-украинский национальный педагогический университет имени К.Д. Ушинского; ул. Старопортофранковская, 26, г. Одесса, 65020, Украина

Писарук Виктор Витальевич: doclfc@ua.fm; Южно-украинский национальный педагогический университет имени К.Д. Ушинского; ул. Старопортофранковская, 26, г. Одесса, 65020, Украина

Цитуруйте эту статью как: Романчук О.П., Писарук В.В. Зміни показників центральної гемодинаміки кваліфікованих спортсменів при тестуванні з використанням керованого дихання та їх оцінка // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2013. – № 11 – С. 77-84. doi:10.6084/m9.figshare.817930

Электронная версия этой статьи является полной и может быть найдена на сайте: <http://www.sportpedagogy.org.ua/html/arhive.html>

Это статья Открытого Доступа распространяется под терминами Creative Commons Attribution License, которая разрешает неограниченное использование, распространение и копирование любыми средствами, обеспечивающими должное цитирование этой оригинальной статьи (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.ru>).

Дата поступления в редакцию: 06.08.2013 г.
Опубликовано: 05.11.2013 г.

Information about the authors:

Romanchuk A.P.: doclfc@ua.fm; The South Ukrainian National Pedagogical University named after K. D. Ushynsky; Staroportofrankiv'ska Str. 26, , Odesa, Ukraine, 65020

Pisaruk V.V.: doclfc@ua.fm; The South Ukrainian National Pedagogical University named after K. D. Ushynsky; Staroportofrankiv'ska Str. 26, , Odesa, Ukraine, 65020

Cite this article as: Romanchuk A.P., Pisaruk V.V. Change of central hemodynamics of qualified athletes for testing the use of controlled breathing and evaluation. Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports, 2013, vol.11, pp. 77-84. doi:10.6084/m9.figshare.817930

The electronic version of this article is the complete one and can be found online at: <http://www.sportpedagogy.org.ua/html/arhive-e.html>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.en>).

Received: 06.08.2013
Published: 05.11.2013