

УДК 796:613.73

С.В. Гречуха, С.О. Коваленко,  
О.О.Безкопильний, В.П. Гаценко

## РЕАКТИВНІСТЬ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ГЕМОДИНАМІКИ ПРИ ДИХАННІ З ОПОРОМ У ПРЕДСТАВНИКІВ РІЗНИХ ЦИКЛІЧНИХ ВИДІВ СПОРТУ

*Проведене дослідження реактивності реакцій серцево-судинної системи за показниками центральної гемодинаміки у спортсменів різних циклічних видів спорту аеробної спрямованості тренувального процесу на дихання з додатковим опором величиною 25 см H<sub>2</sub>O на вдиху, видиху та вдиху-видиху. У дослідженні взяли участь три групи спортсменів високої спортивної кваліфікації (КМС, МС, МСМК) віком від 16 до 25 років у підготовчому періоді підготовки. Групу 1 склали 12 спортсменів, які мають спеціалізацію веслування академічне та веслування на байдарках і каное. Група 2 – 12 легкоатлетів, які спеціалізуються з бігу на середні і довгі дистанції. Групу 3 склали 10 спортсменів, які в підготовчому періоді мали значні плавальні навантаження та займалися триатлоном і морським багатоборством. Відмічено, що реактивність (зміна показників у порівнянні з фоном) більшості характеристик гемодинаміки при диханні з опором характеризувалась значними індивідуальними особливостями, а також залежала від спеціалізації спортсменів. У видах спорту, де є жорстка регламентація дихання до фаз рухової діяльності та існує утруднення видиху (опір води – плавання, натужування – веслування) реактивність показників центральної гемодинаміки на дихання з опором достовірно відрізнялася від спортсменів у котрих вентиляція легень не обмежується зовнішніми факторами та роботою верхніх кінцівок (легка атлетика).*

**Ключові слова:** центральна гемодинаміка, опір диханню, циклічні види спорту.

**Постановка проблеми.** У процесі систематичного спортивного тренування формуються функціональні пристосувальні зміни кардіореспіраторної системи. Вивчення реакцій серцево-судинної системи на різноманітні навантаження допомагають оптимізувати процес підготовки спортсменів [7]. Тому визначення додаткових впливів, які ведуть до сприятливих змін гемодинаміки можна вважати актуальним питанням підготовки спортсменів високої кваліфікації.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Встановлено, що зміни умов зовнішнього середовища і діяльності людини приводять до різноспрямованих змін показників центральної гемодинаміки та варіабельності серцевого ритму [10]. З'ясовані відмінності показників центральної гемодинаміки у спортсменів циклічних видів спорту різної кваліфікації та спрямованості тренувального процесу [4].

Втім, які особливості центральної гемодинаміки у спортсменів різних циклічних видів спорту в залежності від специфіки тренувальної діяльності та які її зміни відбуваються при додатковому опорі диханню величиною 25 см H<sub>2</sub>O не досліджували.

Специфічність опору диханню (в залежності від виду спорту), на нашу думку, обумовлена „біомеханічним” способом дихання у веслувальників та спортсменів зі значними плавальними навантаженнями та „анатомічним” у легкоатлетів [2]. Крім цього, ускладненість видиху зумовлена, також, роботою верхніх кінцівок у веслуванні і плаванні. У сучасній науково-методичній літературі існує значна кількість відомостей про ефективність застосування інспіраторних навантажень у підготовці спортсменів різної кваліфікації та видів спорту [1, 8, 9]. Проте в класичних працях В.М. Заціорського [2] вказується необхідність акцентування роботи саме на видиху, а збільшення сили експіраторних м'язів сприяє збільшенню потужності роботи за рахунок пульмомускулярного ефекту.

**Метою статті** було з'ясування реакцій кардіореспіраторної системи на різні типи респіраторних навантажень.

### **Методика**

У дослідженні взяли участь три групи спортсменів високої спортивної кваліфікації (КМС, МС, МСМК) віком від 16 до 25 років у підготовчому періоді підготовки. Групу 1 склали 12 спортсменів, які мають спеціалізацію веслування академічне та веслування на байдарках і каное. Група 2 – 12 легкоатлетів, які спеціалізуються з бігу на середні і довгі дистанції. Групу 3 склали 10 спортсменів, які в підготовчому періоді мали значні плавальні навантаження та займалися триатлоном і морським багатоборством.

У спокої, сидячи, були здійснені 5-хвилинні реєстрації диференціальної реоплетизмограми грудної клітки. Подібні записи здійснювали і при додатковому опорі величиною 25 см H<sub>2</sub>O на вдиху, видиху та вдиху-видиху.

Для дослідження показників центральної гемодинаміки застосовували методику імпульсної реоплетизмографії [3]. Сигнали диференційованої реограми та базового опору отримували від біопідсилювача РА-5-01 (Київський науково-дослідний інститут радіовиміральної апаратури). Артеріальний тиск вимірювали аускультативним методом Короткова тонометром ВР АГ1-10 (Microlife AG, Switzerland).

Ударний об'єм крові (УОК) розраховували за сигналами диференційованої імпульсної реограми по всіх реалізаціях впродовж 5 хвилин [5] у таблицях Excel [6]. Проводили розрахунки наступних показників центральної гемодинаміки: серцевого індексу (СІ), ударного індексу (УІ), загального периферичного опору судин (ЗПО), частоти серцевих скорочень (ЧСС), рівня кровонаповнення органів грудної клітки (КН), об'ємної швидкості серцевого викиду (ОШВ), потужності серцевого викиду (ПСВ)

### **Результати та їх обговорення**

Для встановлення особливостей (в залежності від типу інспіраторного, експіраторного чи змішаного інспіраторного-експіраторного) впливу додаткового опору диханню на показники центральної гемодинаміки в спортсменів різних спеціалізацій визначали їх реактивність за різних умов опору.

Відмічено, що реактивність (зміна показників у порівнянні з фоном) більшості характеристик гемодинаміки при диханні з опором характеризувалась значними індивідуальними особливостями, а також залежала від спеціалізації спортсменів. Найменше зрушень при вказаних впливах спостерігали у легкоатлетів (табл. 1).

Встановлено лише зниження УІ при повному опорі диханню ( $p < 0,05$ ). Це може вказувати, що дихання з опором відповідної величини, практично не має впливу на функціонування киснево-транспортної системи легкоатлетів і його застосування у тренувальному процесі, як додаткового позатренувального засобу, повинно мати певні обмеження.

У триатлоністів та морських багатоборців (табл. 2), при специфічному для них опорі видиху, спостерігали реакцію серцево-судинної системи, яка вказує на зниження її активації. Вірогідно знижувались СІ та ОШВ.

Також, слід відмітити, у порівнянні з легкоатлетами суттєве ( $p < 0,05$ ) збільшення ЗПО та зниження КН за вказаного впливу. При повному опорі - зменшення ЧСС та КН. Зміни показників центральної гемодинаміки у триатлоністів та морських багатоборців вказують на можливість застосування у тренувальному процесі додаткового опору видиху.

Таблиця 1

Реактивність центральної гемодинаміки у легкоатлетів (група 2) при диханні з опором, Me[(LQ; UQ)]

Показники	Умови опору вдиху		
	Вдих	Видих	Вдих-видих
ЧСС, уд·хв <sup>-1</sup>	2,61 [0,05; 4,85]	0,11 [-1,42; 3,62]	2,79 [-1,08; 6,21]
УІ, мл·м <sup>-2</sup>	-3,63 [-4,11; 1,57]	-7,30 [-11,82; 2,35]	-8,96* [-13,22; -4,31]
АТ <sub>сер</sub> , мм рт. ст.	-1,33 [-2,67; 0,75]	1,33 [-0,50; 2,67]	1,83 [-1,42; 3,75]
СІ, мл·хв <sup>-1</sup> ·м <sup>2</sup>	-8,45 [-67,98; 148,28]	-146,68 [-379,80; 71,98]	-124,92 [-318,56; -15,59]
ЗПО, дін·с <sup>-1</sup> ·см <sup>-5</sup>	-27,91 [-130,21; 43,62]	92,22 [-22,82; 160,34]	123,36 [-32,42; 166,36]
КН, у.о.	0,12 [-0,12; 0,17]	-0,01 [-0,21; 0,14]	0,15 [0,00; 0,28]
ОШВ, см <sup>3</sup> ·с <sup>-1</sup>	1,52 [-10,69; 10,34]	-10,29 [-23,82; 4,26]	-14,26 [-24,59; 4,68]
ПСВ, Вт	-0,05 [-0,14; 0,06]	-0,11 [-0,26; 0,02]	-0,10 [-0,26; 0,07]

Примітки : ЧСС – частота серцевих скорочень, УІ – ударний індекс, АТ<sub>сер</sub> – середній артеріальний тиск, СІ – серцевий індекс, ЗПО – загальний периферичний опір судин, КН – рівень кровонаповнення органів грудної клітки, ОШВ – об'ємна швидкість викиду, ПСВ – потужність серцевого викиду; \* –  $p < 0,05$  у порівнянні з фоном.

Таблиця 2

Реактивність центральної гемодинаміки у триатлоністів та морських багатоборців (група 3) при диханні з опором, Me[(LQ; UQ)]

Показники	Умови опору вдиху		
	Вдих	Видих	Вдих-видих
ЧСС, уд·хв <sup>-1</sup>	1,13 [0,11; 1,50]	-1,49 [-2,58; 1,13]	-0,72 <sup>&amp;</sup> [-2,88; 0,11]
УІ, мл·м <sup>-2</sup>	-1,03 [-6,15; 0,54]	-6,50 [-13,37; -0,36]	-3,99 [-12,72; 3,07]
АТ <sub>сер</sub> , мм рт. ст.	-1,5 [-3,17; -0,17]	1,33 [-2,42; 3]	0,33 [-2,83; 2,92]
СІ, мл·хв <sup>-1</sup> ·м <sup>2</sup>	-20,41 [-113,10; 48,84]	-228,68* [-391,05; -122,22]	-231,54 [-564,36; -80,08]
ЗПО, дін·с <sup>-1</sup> ·см <sup>-5</sup>	-25,78 [-61,55; 59,63]	168,70 <sup>&amp;</sup> [66,86; 236,47]	81,46 [27,96; 234,25]
КН, у.о.	0 <sup>&amp;</sup> [-0,24; 0,12]	-0,21 <sup>&amp;</sup> [-0,76; -0,04]	-0,24 <sup>&amp;</sup> [-0,49; 0,19]
ОШВ, см <sup>3</sup> ·с <sup>-1</sup>	-3,23 [-15,12; 3,56]	-23,44* [-35,64; -1,88]	-12,99 [-27,88; -0,24]
ПСВ, Вт	-0,13 [-0,17; -0,06]	-0,16 [-0,39; -0,11]	-0,09 [-0,32; -0,02]

Примітки : ЧСС – частота серцевих скорочень, УІ – ударний індекс, АТ<sub>сер</sub> – середній артеріальний тиск, СІ – серцевий індекс, ЗПО – загальний периферичний опір судин, КН – рівень кровонаповнення органів грудної клітки, ОШВ – об'ємна швидкість викиду, ПСВ – потужність серцевого викиду; \* –  $p < 0,05$  у порівнянні з фоном; & –  $p < 0,05$  у порівнянні групою 2.

Найбільш односпрямованими серед порівнюваних груп були реакції гемодинаміки веслувальників (табл. 3).

Таблиця 3

Реактивність центральної гемодинаміки у веслувальників (група 1) при диханні з опором, Me[LQ; UQ]

Показники	Умови опору дихання		
	Вдих	Видих	Вдих-видих
ЧСС, уд·хв <sup>-1</sup>	1,13 [-3,43; 5,06]	1,39 [-1,48; 5,09]	-1,17 [-3,62; 5,18]
УІ, мл·м <sup>-2</sup>	-5,23* [9,75; 0,66]	7,78* [-10,93; -3,34]	-5,88* [-8,99; 1,24]
АТ <sub>сер</sub> , мм рт. ст.	-2,50 [-3,92; -0,67]	-1,33 [-6,75; 3,42]	0 [-4,67; 3,75]
СІ, мл·хв <sup>-1</sup> ·м <sup>2</sup>	-15,86 [-311,04; 19,74]	-98,79 [-430,08; 105,90]	-120,75* [-439,40; -12,65]
ЗПО, дін·с <sup>-1</sup> ·см <sup>-5</sup>	-36,30 [-59,31; 101,86]	29,68# [2,29; 59,52]	66,17* [24,58; 92,42]
КН, у.о.	0 [-0,39; 0,16]	-0,3* <sup>&amp;</sup> [-0,79; -0,08]	-0,26 [-0,7; 0,04]
ОШВ, см <sup>3</sup> ·с <sup>-1</sup>	-9,31* <sup>#&amp;</sup> [-25,26; -1,54]	-23,57* <sup>&amp;</sup> [-34,53; -14,24]	-16,38* [-27,61; -7,05]
ПСВ, Вт	-0,31* [-0,49; -0,13]	-0,35* <sup>&amp;</sup> [-0,83; -0,15]	-0,20 [-0,38; -0,11]

Примітки : ЧСС – частота серцевих скорочень, УІ – ударний індекс, АТ<sub>сер</sub> – середній артеріальний тиск, СІ – серцевий індекс, ЗПО – загальний периферичний опір судин, КН – рівень кровонаповнення органів грудної клітки, ОШВ – об’ємна швидкість викиду, ПСВ – потужність серцевого викиду; \* –  $p < 0,05$  у порівнянні з фоном; & –  $p < 0,05$  у порівнянні групою 2; # –  $p < 0,05$  у порівнянні з групою 3.

Так, за всіх умов у них значуще знижувались УІ та ОШВ, при повному опорі – СІ та підвищувався ЗПО. Крім цього, при опорі вдиху та видиху знижувалась ПСВ, а при опорі видиху – КН.

Отже, реактивність показників центральної гемодинаміки на дихання з опором мала свої специфічні особливості для представників всіх досліджуваних груп спортсменів. Найбільшими такі зміни були у веслувальників за умов додаткового опору видиху.

### Висновки

У видах спорту, де є жорстка регламентація дихання до фаз рухової діяльності та існує утруднення видиху (опір води – плавання, натужування – веслування) реактивність центральної гемодинаміки на дихання з опором суттєво відрізнялася від спортсменів у котрих вентиляція легень не обмежується зовнішніми факторами та роботою верхніх кінцівок (легка атлетика).

Найбільш сприятливі зміни гемодинаміки, котрі полягали у зменшенні її активації, відбувались у веслувальників і в представників видів спорту зі значними плавальними навантаженнями при опорі вдиху і у більшій мірі за умов додаткового опору видиху.

### Література

1. Виноградов В.Е. Стимуляция работоспособности и восстановительных процессов в тренировочной и соревновательной деятельности квалифицированных спортсменов: Монография. / В.Е. Виноградов. – К.: «Славутич-Дельфин», 2009. – 367 с.

2. Зациорский В.М. Физические качества спортсмена: основы теории и методики воспитания [Текст] / В.М. Зациорский. 3-е изд. – М.: Советский спорт, 2009. – 200 с.
3. Иванов Л.Б. Лекции по клинической реографии / Л.Б.Иванов, В.А.Макаров. – М: АОЗТ „Антидор”, 2000. – 320 с.
4. Каленіченко О.В. Центральна гемодинаміка та фазова структура серцевого циклу у студентів-спортсменів із різною спрямованістю тренувального процесу // Науковий вісник Волинського державного університету імені Лесі Українки. – 2006. - №5. – С. 14-18.
5. Коваленко С.О. Програмна система первинної обробки кардіографічних сигналів / С.О. Коваленко, О.Є. Кушніренко, Л.І. Носенко // Вісник Черкаського університету. Серія: Біологічні науки. – Черкаси. – 2000. – Вип. 22. – С.73-78.
6. Коваленко С.О. Статистичний аналіз експериментальних даних за допомогою EXCEL : [Навчально-методичний посібник для студентів] / С.О. Коваленко, А.І. Стеценко, С.М. Хоменко – Черкаси, ЧДУ, 2002. – 114 с.
7. Сенин И.П. Имитационные методики физической культуры: автореф. дисс. на соискание уч. степени д-ра пед. наук: спец. 13.00.04 „Теор. и метод. физ. восп., спорт. тренировки, оздоров. и адапт. физ. культ.” / И.П. Сенин. – Минск, 2006. – 41 с.
8. Griffiths L.A. The influence of inspiratory and expiratory muscle training upon rowing performance / L.A Griffiths , A.K. McConnell // Eur J Appl Physiol. – 2007; V. 99, № 5. – P. 457–66.
9. Smith J. Respiratory responses of elite oarsmen, former oarsmen and highly trained non-rowers during rowing, cycling and running / J. Smith, W.G. Hopkins, S. Taylor // Eur. J. Appl. Physiol. – 1994. – V. 69. – P. 44–49.
10. Tank J. Hemodynamic regulation during postural tilts: Assessed by heart rate and Blood-Pressure variability combined with Independence Cardiography. / J. Tank, R.M. Baevsky, M. Weck. Wien.Med.Wschr. 145: 1995 – P. 616-625.

**Аннотация.** *Гречуха С.В., Коваленко С.А., Безкопыльный А.А., Гаценко В.П. Реактивность центральной гемодинамики при дыхании с сопротивлением у представителей различных циклических видов спорта. Проведено исследование реактивности реакций сердечно-сосудистой системы по показателям центральной гемодинамики у спортсменов различных циклических видов спорта аэробной направленности тренировочного процесса при дыхании с дополнительным сопротивлением величиной 25 см H<sub>2</sub>O на вдохе, выдохе и вдохе-выдохе. В исследовании приняли участие три группы спортсменов высокой спортивной квалификации (КМС, МС, МСМК) в возрасте от 16 до 25 лет в подготовительном периоде подготовки. Группу 1 составили 12 спортсменов, которые имеют специализацию гребля академическая и гребля на байдарках и каноэ. Группа 2 - 12 легкоатлетов, специализирующихся в беге на средние и длинные дистанции. Группу 3 составили 10 спортсменов, которые в подготовительном периоде имели значительные плавательные нагрузки и занимались триатлон и морским многоборьем. Установлено, что реактивность (изменение показателей по сравнению с фоном) большинства характеристик гемодинамики при дыхании с сопротивлением характеризовалась значительными индивидуальными особенностями, а также зависела от специализации спортсменов. В видах спорта, где есть жесткая регламентация дыхания фазам двигательной деятельности и существует затруднение выдоха (сопротивление воды – плавание, натуживание – гребля) реактивность показателей центральной гемодинамики на дыхание с сопротивлением достоверно отличалась от спортсменов в которых вентиляция легких не ограничивается внешними факторами и работой верхних конечностей (легкая атлетика).*

**Ключевые слова:** *центральная гемодинамика, сопротивление дыханию, циклические виды спорта.*

**Annotation.** *Hrechukha S.V., Kovalenko S.A., Bezcopylnyi A.A., Hatsenko V.P. Reactivity of Central Haemodynamics when Breathing with Resistance among the Representatives of Various Cyclic Sports. The reactivity of cardio-vascular system reactions was investigated according to the parameters of central haemodynamics among the sportsmen of various cyclic sports of aerobic orientation training when breathing with additional resistance of 25 cm H<sub>2</sub>O at inhalation, exhalation and inhalation-exhalation. Three groups of highly qualified sportsmen (Candidates to Master of Sport, Masters of Sport, International Class Masters of Sport) aged 16-25 took part in the investigation at the preparatory stage of training. Group 1 involved 12 sportsmen having the specialization of rowing, kayaking and canoeing; group 2 – 12 athletes specializing in middle- and long-distance race; group 3*

– 10 sportsmen having significant swimming loading at preparatory stage and specializing in triathlon and multisport race. The reactivity (the change of parameters contrasting with the background) of most haemodynamics features when breathing with resistance was found to be characterized with significant individual features and depended on the sportsmen's specialization. The reactivity of central haemodynamics at exhalation with resistance among the sportsmen with strict regulation of respiration to motor activity and with difficulty exhaling had reliable difference with the sportsmen whose pulmonary ventilation was not restricted to external factors and upper limbs work (track-and-field).

**Key words:** central haemodynamics, resistance to respiration, cyclic sports.

**Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького**

Одержано редакцією 18.12.2014

Прийнято до публікації 05.02.2015