

BIOLOGY

Хвильові процеси регуляції серцевого ритму осіб з різними типами гемодинаміки під час проби head-up-tilt

В. С. Лизогуб, М. Ю. Макаrchук*, Л. І. Юхименко*, С. М. Хоменко, Н. П. Черненко-Курагіна

Науково-дослідний інститут фізіології імені Михайла Босого Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького;

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННЦ «Інститут біології і медицини»

*Corresponding author. E-mail: v_lizogub@ukr.net; E-mail: liyukhimenko@ukr.net;

Paper received 29.01.17; Accepted for publication 05.01.17.

Анотація. Досліджували хвильові процесів регуляції серцевого ритму (ХПРСР) в осіб з різними типами кровообігу (ТК) при виконанні проби head-up-tilt. Встановлені особливості регуляції кровообігу, яка в найбільшій мірі проявлялась в умовах ортопроби. Обстежувані з гіперкінетичним типом кровообігу (ГПК) в положенні head-up-tilt характеризувались вищими показниками хвилинного (ХОК), ударного об'єму крові (УОК), серцевого індексу (СІ) та нижчими значеннями загального периферичного опору судин (ЗПО), що синхронізувалось з більшою активністю ХПРСР та високими значеннями спектральних характеристик високої (HF) і низької частоти (LF) регуляції серцевого ритму (СР) порівняно з гіпокінетичним типом кровообігу (ГК).

Ключові слова: типи кровообігу, центральна гемодинаміка, серцевий ритм, хвильові процеси, ортопроба.

Вступ. Відомо, що ТК відображає певний варіант норми, а також відрізняється характеристиками системи кровообігу та механізмами нейрогуморальної регуляції її діяльності [7, 15]. При цьому сучасне поняття норми здебільшого трактується не тільки як перебування комплексу показників у відповідному діапазоні середньостатистичних стандартів, але і як можливість організму до ауторегулювання з метою підтримки гомеостазу в мінливих умовах середовища [2, 6]. Існує думка, що деякі показники серцево-судинної системи є генетично детермінованими і відбивають динамічність популяційної конституційної неоднорідності та обумовлюють відповідний гемодинамічний тип [5, 10, 19].

Короткий огляд публікацій по темі. За такими критеріями як ХОК і СІ автори виділяють гіпо-, еу- та гіперкінетичні типи кровообігу [1, 16], що здатні оптимально забезпечити відповідні рівні середнього артеріального тиску при однаковому використанні енергії. Розглядаючи типологічні особливості гемодинаміки з позицій участі автономної нервової системи у регуляції СР експериментально доведено існування симпато-, нормо- та ваготонічного типів кровообігу [3, 4]. Важко не погодитись, що симпато-адреналова система є провідною у підтримці нейро-вегетативної рівноваги та регуляції адаптивних процесів організму. Отже, на сьогодні визнано важливе прогностичне значення показників центральної гемодинаміки (ЦГ) і СР. Але відкритими залишаються питання щодо з'ясування особливостей регуляції СР і гемодинамічних реакцій у осіб різних ТК в умовах дії на організм різних факторів середовища [8, 9, 11, 12, 20]. Враховуючи експериментальне підтвердження наявності типів регуляції СР і ТК логічно припустити існування та участь відмінних механізмів регуляції гемодинамічних реакцій організму у відповідь на різноманітні фактори середовища. Таким чином, виникає необхідність дослідити особливості ХПРСР у осіб з різними ТК.

Мета. З'ясувати особливості участі механізмів регуляції серцевого ритму в осіб з різними типами ге-

модинаміки в положенні лежачи та при виконанні ортостатичної проби.

Матеріали і методи. У 84-х чоловіків віком 18-22 р. в положенні лежачи та на 10-й хвилині ортостатичного положення тіла (head-up-tilt), отриманого при переміщенні на 90° догори головою на поворотному столі, проводили синхронну реєстрацію показників центральної гемодинаміки (ЦГ) та ХПРСР. Дослідження здійснювали згідно норм біоетики та положень Гельсинської декларації 1975 р. після добровільного письмового погодження обстежуваних.

Для вивчення ЦГ застосовували метод спектральної реографії на комп'ютерному комплексі ReoCom XAI Medica і визначали: УОК, ХОК, ЗПО та вимірювали артеріальний тиск (АТ). Для нівелювання впливу на ЦГ відмінностей у масі тіла обстежуваних додатково визначали антропометричні дані та показники, нормовані з урахуванням площі тіла: серцевий (СІ) і ударний індекс (УІ). Поділ на групи за ТК здійснювали за показником СІ [1, 2]. Дослідження ХПРСР проводили за допомогою кардіоінтервалографії. Визначали: квадратичне відхилення (SDNN) та у спектрі трьох головних компонентів: 0,15-0,40Гц (HF), 0,04-0,15Гц (LF), 0-0,04Гц (VLF) [18].

Статистичну обробку отриманих результатів здійснювали методами математичної статистики із застосуванням пакетів програм Excel та Statistica for Windows 8.0. Достовірність змін і відмінностей між порівнювальними величинами оцінювали за критерієм достовірності різниці (t) по таблиці Стьюдента. Достовірними вважалися відмінності при значеннях $p \leq 0,05$.

Результати дослідження та їх обговорення. В літературі не існує єдиної думки щодо кількісного розподілу обстежуваних на групи з різними ТК. У дослідженнях [10] отримано співвідношення 25 : 35 : 40 між обстежуваними відповідно з гіпо-, еу- та гіперкінетичним типами. Результати одних дослідників [2, 3] вказують на переважання ГПК, а інших – ГК типу відповідно до загальної кількості обстежуваних [4, 16].

Отримані нами дані узгоджуються з результатами авторів, які виявили більший відсоток обстежуваних з ЕК [11, 14]. Аналіз отриманих результатів дозволив вста-

новити неоднорідність кровообігу та розподілити обстежуваних на 3 групи (рис.1).

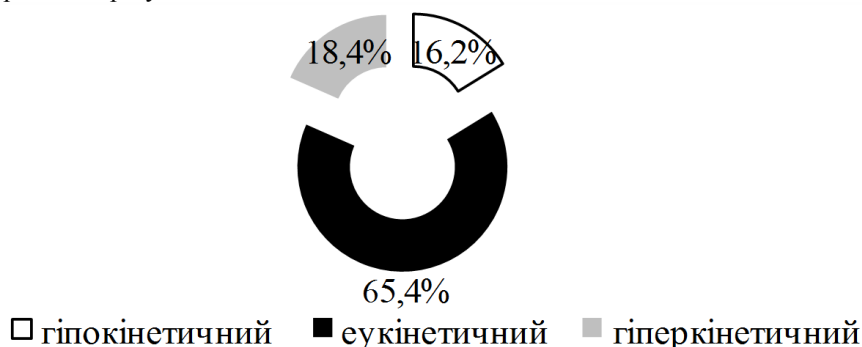


Рис. 1. Розподіл обстежуваних на типи гемодинаміки за показниками серцевого індексу.

Першу групу склали 14 осіб із відносно низьким СІ (менше 2,08 л/хв·м²) – ГП, у другу увійшли 55 осіб із середнім СІ (від 2,09 до 3,24 л/хв·м²) – ЕК, третю представили 15 осіб із високим СІ (понад 3,24 л/хв·м²) – ГПК.

Дослідження показників ЦГ, які ми отримали в положенні лежачи виявило деякі відмінності між представниками виділених груп (рис.2).

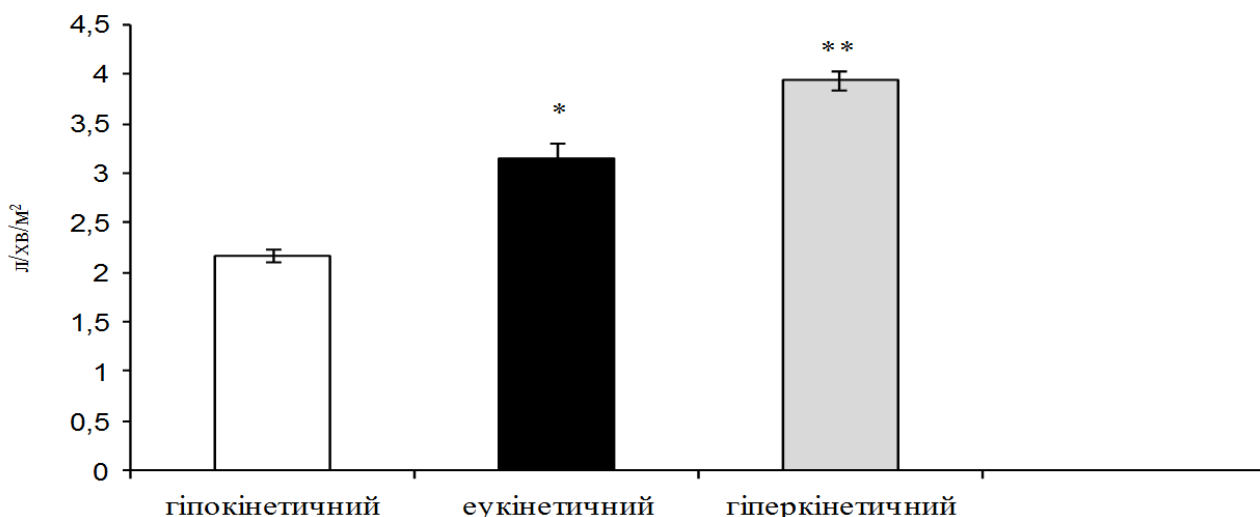


Рис 2. Показники серцевого індексу у обстежуваних з різними типами гемодинаміки в положенні лежачи. Примітка: * - достовірність відмінностей $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$ відносно показників обстежуваних з гіпокінетичним типом гемодинаміки.

Встановлено істотно вищі значення УІ, СІ та нижчі ЗПО у обстежуваних з ГПК типом порівняно з представниками ЕК та ГК типів ($p < 0,05$). Порівняння антропометричних даних обстежуваних груп ГК та ГПК не виявило достовірних відмінностей ($p > 0,05$). Отже, відмінності за ЦГ між ГК та ГПК не є наслідком антропометричних особливостей. Можливо, відмінності ЦГ обумовлені особливостями регуляторних систем? Для цього були проведено співставлення показників ХПРСР у групах з різними ТК (рис.3).

Дослідження характеристик ХПРСР групах обстежуваних з різними типами гемодинаміки у положенні лежачи не виявило істотних відмінностей показників LF, HF, VLF та SDNN ($p > 0,05$). Ймовірно, забезпечення гемодинамічного гомеостазу в положенні лежачи не потребує жорсткого контролю механізмів регуляції СР. Система кровообігу підтримує оптимальні умови функціонування шляхом залучення інтракардіальних механізмів.

У груп обстежуваних з різними ТК у положенні лежачи за показниками ХПРСР не виявили істотних відмінностей, тоді як у положенні head-up-tilt у цих групах встановлені відмінності між характеристиками ЦГ та ХПРСР.

Особливо виразні відмінності як у характеристиках ЦГ, так і ХПРСР проявилися у групі – ГП і ГПК. Встановлено, що у обстежуваних з ГПК вищі значення ХОК, УОК, СІ та нижчі ЗПО співпадали з високими показниками SDNN, а також потужностями хвиль HF і LF порівняно з обстежуваними ГК. Ймовірно, така спрямованість та відповідний патерн реакцій ХПРСР при пасивній ортопробі були обумовлені ТК. Обстежувані з ГК типом кровообігу в умовах head-up-tilt характеризувались показниками ЦГ та ХПРСР, що демонстрували меншу напруженість спектру у діапазоні частот LF, HF, VLF та SDNN (табл. 1).

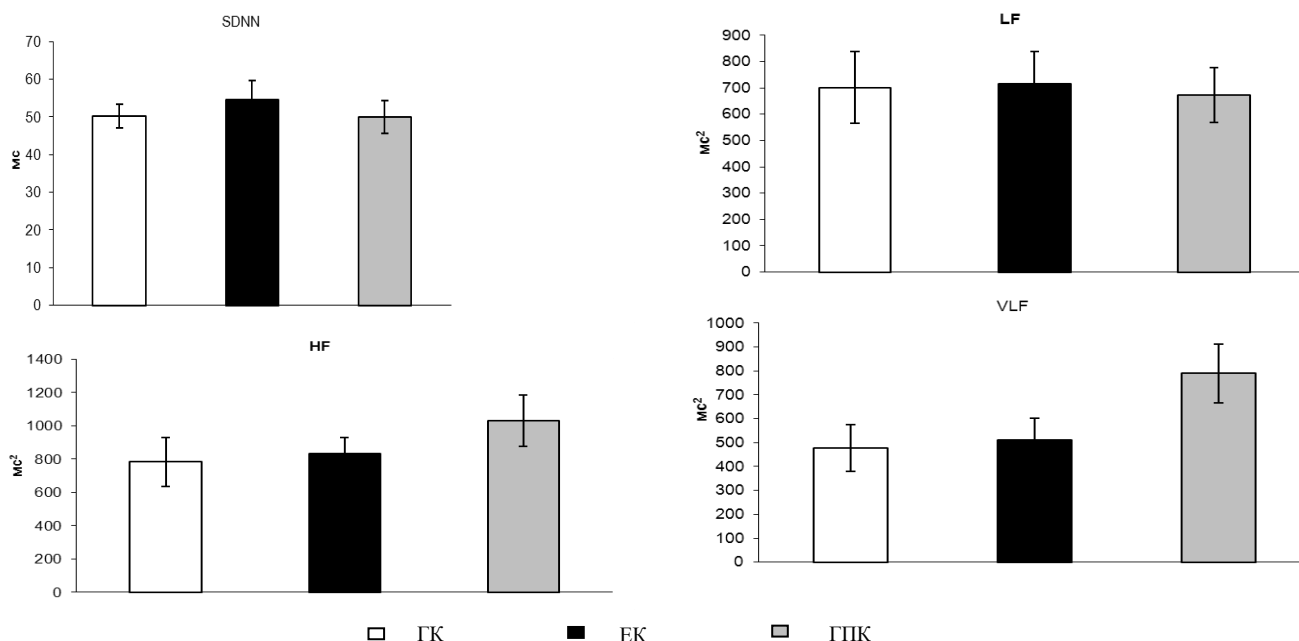


Рис. 3. Показники кардіоінтервалографії у осіб з різним типом гемодинаміки в положенні лежачи.

Обстежувані з ЕК типом кровообігу за досліджуваними показниками ЦГ у 70% випадків займали проміжне положення серед обстежуваних інших ТК. З літератури відомо, що більшість дослідників схильються до думки про більш досконалу узгодженість гемодинамічних процесів та вищу економічність серцево-судинної діяльності осіб саме з ЕК [3, 17].

Встановлено, що ГПК тип гемодинаміки характеризується вищими значеннями УОК, ХОК, СІ та УІ та нижчими ЗПО порівняно з іншими типами кровообігу [2, 14]. Ми не виключаємо, що більш високі значення

ЦГ, характерні для ГПК в умовах ортопроби, можуть бути наслідком вищого рівня активності регуляторних як автономних, так і барорецепторних механізмів. Саме серед цих обстежуваних вища питома вага серцевого компоненту співпадала з вищими характеристиками ХПРСР. Деякі автори наголошують на менш економічному режимі роботи серця осіб з гіперкінетичним типом кровообігу, що може суттєво зменшувати його компенсаторні властивості [4].

Таблиця 1. Середні показники гемодинаміки обстежуваних у положенні head-up-tilt, M±m

досліджувані показники	типи гемодинамічних груп обстежуваних		
	гіпокінетичний, ГП	еукінетичний, ЕК	гіперкінетичний, ГПК
УОК (мл)	36,3±3,3*##	48,9±4,7	52,8±2,8
ХОК (л)	3,05±0,1*##	3,61±0,1^	4,35±0,1
R-R (мс)	645,2±13,1#	684,3±14,2	716,8±11,8
ЗПО (дін/с/см-5)	2206,7±42,3*##	1847±563^	1584±38,5
СІ (л/хв/м²)	1,66±0,07*##	1,89±0,08	2,35±0,1
СрАТ (мм.рт.ст.)	93,4±2,3	94,3±1,9	94,2±2,1
SDNN (мс)	39,8±2,7##	41,3±7,5	53,7±3,3
HF (мс²)	109,4±13,2*##	204,3±12,7^	519,3±21,4
LF (мс²)	651,4±31,5*##	843,5±43,5^	1224,2±27,3
VLF (мс²)	523,1±23,1*##	754,8±53,2^	640,85±32,3

Примітка: * - достовірність відмінностей $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$ між показниками обстежуваних з ГП і ЕК; # - достовірність відмінностей $p < 0,05$, ## - $p < 0,01$ між показниками обстежуваних з ГП і ГПК; ^ - достовірність відмінностей $p < 0,05$, ^^ - $p < 0,01$ між показниками обстежуваних з ЕК і ГПК.

За даними [2, 14,16] менший ударний об'єм у осіб з ГК типом гемодинаміки сприяє економізації функцій серця. Встановлені нами менші значення ХОК, УОК, СІ, SDNN та головних спектральних діапазонів HF, LF і VLF, а також більш високий показник ЗПО співзвучні даним інших авторів [13, 14]. Дослідники відмічають, що ГК тип характеризується домінуванням судинного тону артеріальної ланки кровообігу, що виражається у збільшенні ЗПО та невисокою потужністю скорочення лівого шлуночка [6].

Отже, ортостаз чинить значне гравітаційне навантаження на організм обстежуваного та виводить ЦГ з рівноваги. За таких умов діяльність серцево-судинної системи вимушена спрямовувати всі зусилля на підтримку СрАТ, оптимізацію кровообігу, залучаючи як інтра-, так і екстракардіальні механізми регуляції. За у мови виконання проби head-up-tilt у всіх обстежуваних виявили підвищення R-R, ЗПО і одночасне зниження ХОК, УОК, СІ та потужності HF, LF і VLF по відношенню до стану лежачи. Саме в таких умовах особи з різними ТК характеризувались особливостями

участі, як механізмів ЦГ, так і ХПРСР. Для адаптаційно-приспосувальних реакцій серцево-судинної системи осіб з ГПК в умовах перебування в head-up-tilt характерним була більш виражена участь, як інтракардіальних, так і системних екстракардіальних механізмів регуляції гемодинамічного гомеостазу у порівнянні з обстежуваними, що були віднесені до ГК і ЕК.

Висновки: 1. У стані лежачи встановлено достовірні вищі значення УІ та СІ та нижчі ЗПО у обстежуваних з ГПК типом кровообігу порівняно з представниками ЕК та ГК. 2. У обстежуваних з ГПК при орто-

пробі в положенні head-up-tilt виявлені вищі показники ХОК, УОК та СІ та нижчі значення ЗПО, що співпадали з більш високими значеннями SDNN, а також потужності хвиль HF і LF, VLF порівняно з ГК. 3. В осіб з різними типами гемодинаміки при виконанні ортопроби встановлена узгоджена взаємодія між реакцією ЦГ і спектральними характеристиками регуляції серцевого ритму. 4. Отримані результати можуть бути корисними для скринінга факторів ризику серцево-судинних хвороб у людей зрілого віку, спортивної фізіології і праці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Баевский Р.М. Анализ variability сердечного ритма в космической медицине / Р.М. Баевский // Физиол. человека, 2002. - Т.28, №2. - С. 70-82.
2. Земцовский Э. В. Спортивная кардиология / Э.В. Земцовский. - Спортивная кардиология. - СПб. : Гиппократ. - 1995. - 448 с.
3. Зияев Ю. Н. Реакция на физическую нагрузку в зависимости от типа кровообращения / Ю. Н. Зияев, Н. П. Никитин, Гоур Шундор Шаха // Медицинский журнал Узбекистана. - 1991. - №8. - С. 57-61.
4. Иванова Н. В. Характеристика гемодинамических типов кровообращения у здоровых детей / Н.В. Иванова // Вопросы охраны здоровья материнства и детства. - 1988. - № 3. - С. 3-5.
5. Лизогуб В.С. Особенности реакции центральной гемодинамики на регуляцию сердечного ритма на ортопробу осіб з різним індексом маси тіла / Лизогуб В.С., Коваленко С.О., Дзюбан Ю.О.[і ін.] // Вісник морфології, 2008. - 14(1). - С. 109-114.
6. Лісовський Б. Функціональні резерви кардіореспіраторної системи як показник здоров'я людини / Б. Лісовський // Вісник Прикарпатського університету. Серія: Фізична культура. - 2006. - № 2. - С. 31-34.
7. Сарафинюк Л.А. Вікові та статеві закономірності змін гемодинаміки в залежності від конституціональних характеристик організму : автореф. дис ... д-ра біол. наук: 14.03.01; 03.00.13 / Л.А. Сарафинюк. - Тернопіль, 2010. - 35 с.
8. Сват'єв А.В. Функціональна діагностика у фізичному вихованні і спорті / А.В. Сват'єв, М.В. Маліков. - Запоріжжя: ЗДУ, 2004. - 195 с.
9. Селиверстова Г.П. Методы прогнозирования функциональных резервов организма и возможных достижений человека / Г.П. Селиверстова // Теория и практика физической культуры. - 2006. - № 5. - С.30-31.
10. Сидоренко Г. И. Некоторые нерешенные вопросы оценки артериального давления / Г. И. Сидоренко // Кардиология. - 2003. - № 3. - С. 90-92.
11. Теоретическое обоснование современных подходов к оценке адаптационных реакций сердечно-сосудистой системы / Под ред. Р.М. Баевского. - М.: Медицина, 2009. - 424 с.
12. Цап І.Г. Розвиток координаційних здібностей волейболісток в залежності від рівня спортивної кваліфікації, розвитку серцево-судинної і вестибулярної систем / І.Г. Цап, М.І. Цап // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія 15. - 2013. - Т. 2, №. 7. - С. 389-395.
13. Цибенко В.А. Кровообіг. Фізіологія з основами патофізіології / В.А. Цибенко. - Черкаси, ЧНТІ, 2010. - 295 с.
14. Шхвацабая И. К. О новом подходе к пониманию гемодинамической нормы / И.К. Шхвацабая, Е.Н. Константинов, И.А. Гундаров // Кардиология. - 1981. - № 3. - С. 10-13.
15. Щанкин А.А. Связь конституции человека с физиологическими функциями: монография / А.А. Щанкин. - Саранск: Мордов. гос. пед. ин-т. - 2011. - 105 с.
16. Яковлев Г. М. Типы кровообращения здорового человека: нейрогуморальная регуляция минутного объема кровообращения в условиях покоя / Г. М. Яковлев, В. А. Карлов // Физиология человека. - 1992. - Том. 18, № 6. - С. 86.
17. Fuks A.I. Cardiology clearance index: Normal values, repeatability, and reproducibility in Cardiology system-healthy children / A.I. Fuks, J. Elderer, H. Ellemunter [et al.] // Pediatric Cardiology. - 2010. - V. 43, № 12. - P.1180-1185.
18. Heart Rate Variability. Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use: Task Force of the European Society of Cardiology the North American Society of Pacing Electrophysiology // Circulation, 1996 - Vol.93 - P.1043-1065.
19. Impedance cardiography: development of thorax fluid volume evaluation in heart failure pulmonary congestion / M. Zubarev, A. Dumler, O. Kiseleva [et al.] // Proc. of the XI international conference on Electrical Bio-impedance. - Oslo, Norway, 2000. - P. 549-551.
20. Sassen Barbara. Physical fitness matters more than physical activity in controlling cardiovascular disease risk factors / Barbara Sassen, Véronique A. Cornelissen [et al.] // European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation. - 2009. - V. 16, № 6. - P. 677-683.

REFERENCES

1. Baevsky R.M. Variable analysis of heart rhythm in space medicine / R.M. Baevsky // Physiol. Of Human, 2002. - T.28. №2. - P. 7-82.
2. Zemtsovsky E.V. Sport cardiology / E.V. Zemtsovsky. Sport cardiology. - SPb. Hippocrat. - 1995. - 448 p.
3. Ziyayev J.N. Reaction on the physical load in depends on blood circulation type / J.N. Ziyayev, N.P. Nikitin, Gour Shundor Shaha // Meditsinsky zhurnal Uzbekistana. - 1991. - №8. - P. 57-61.
4. Ivanova N.V. Description of hemodynamics types of blood circulation of healthy children / N.V. Ivanova // Voprosy ohrani zdorovya materi i detstva - 1988. - №3. - P. 3-5.
5. Lizogub V.S. Peculiarities of reactions of central hemodynamics and regulation of heart rhythm to head-up-tilt test of individuals with different index of mass body / Lizogub V.S., Kovalenko S.O., Dzyuban J.O. [at all] // Visnik morfologii, 2008. - 14(1). - P. 109-114.
6. Lisovsky B. Functional reserves of cardiorespiratory system such as index of human health. /B. Lisovsky // Visnik Prikarpat'skogo universitetu Fizichna cultura. - 2006. №2. P. 31-34.
7. Sarafinyuk L.A. Ages and sexual regularity of hemodynamically changes depending on constitutional descriptions of organism / Autoref. diss. d-ra boil nauk 14.03.01; 03.00.13/L.A. Sarafinyuk. - Ternopil, 2010. - 35 p.
8. Svatjev A.V. Functional diagnostic of physical training and sport. / A.V. Svatjev, M.V. Malikov. - Zaporizhzhya: ZDU, 2004. - 195 p.

9. Seliverstrova G.P. Prediction methods of functional reserves of organism and human possibilities / G.P. Seliverstrova // Teoriya i praktika fizicheskoy kulturi. – 2006. - №5. P. 30-31.
10. Sidorenko G.I. Some outstanding questions by blood pressure estimation / G.I. Sidorenko // Kardiologiya. – 2003. - №3. – P. 90-92.
11. Theoretical substantiation of modern methods by estimation of adaptation reactions of cardiovascular system / By edition R.M. Baevsky. – M.: Meditsina, 2009. – 424 p.
12. Tsap I.G. Development of coordination capacity of volleyball players in depending with level sport qualification, development cardiovascular and vestibular systems / I.G. Tsap, M.I. Tsap // Naukoviy chasopis Natsionalnogo pedagogichnogo universitetu imeni M.P. Drahomanova. Serial 15. – 2013. – V. 2, №7. – P. 389-395.
13. Tsybenko V.A. Blood circulation. Physiology with basis pathology. V.A. Tsybenko. – Cherkassy, ChNTI, 2010. – 295 p.
14. Shkhvatsabaya I.K. About a new way to understanding of hemodynamically standard / I.K. Shkhvatsabaya, E.N. Konstantinov, I.A. Gundarev // Kardiologiya. – 1981. - №3. – P. 10-13.
15. Shchankin A.A. Connection between constitution of human body with physiological functions: monography / A.A. Shchankin. – Saransk: Mordov. gos. ped. in-t. – 2011. – 105 p.
16. Yakovlev G.M. Types of blood circulations of health human: neurohumoral regulation of blood minute volume in rest / G.M. Yakovlev, V.A. Karlov // Fiziologiya cheloveka. – 1992. V. 18, №6. – P. 86.

The wave processes of regulation the heart rhythm in people with different types of hemodynamics during the head-up-tilt test

V. S. Lizogub, M. Yu. Makarchuk, L. I. Yukhymenko, S. M. Khomenko, N. P. Chernenko-Kuragina

Abstract. The wave processes of regulation the heart rhythm (WPRHR) in people with different types of the blood circulation (BC) in the performance of the head-up-tilt test were investigated. The regulation peculiarities of the blood circulation, which showed in a great measure during the head-up-tilt test, were established. The survey sample with the hyperkinetic type of the blood circulation (HPBC) in slung head-up-tilt position characterized the large indexes of the blood minute volume (BMV), stroke output (SO), cardiac index (CI) and the low indexes of the general peripheral vascular resistance (GPVR), which synchronized with the larger activity of the wave processes of regulation the heart rhythm and the high indexes of the spectral characteristics of the high frequency (HF) and the low frequency (LF) of the regulation the heart rhythm (HR) concerning the survey sample with the hypokinetic type of the blood circulation (HBC).

Keywords: *the type of the blood circulation, the central hemodynamics, the heart rhythm, the wave processes, the head-up-tilt test.*

Волновые процессы регуляции сердечного ритма людей с разными типами гемодинамики во время пробы head-up-tilt

В. С. Лизогуб, М. Е. Макаручук, Л. И. Юхименко, С. Н. Хоменко, Н. П. Черненко-Курагина

Аннотация. Изучали волновые процессы регуляции сердечного ритма (ВПРСР) у людей с разными типами кровообращения (ТК) при проведении пробы head-up-tilt. Установлены особенности регуляции кровообращения, которые в наибольшей мере проявлялись во время ортопробы. Обследованные с гиперкинетическим типом кровообращения (ГПК) в положении head-up-tilt характеризовались большими показателями минутного (МОК), ударного объема крови (УОК), сердечного индекса (СИ) и низкими значениями общего периферического сопротивления сосудов (ОПС), что синхронизировалось с большей активностью ВПРСР и высокими значениями спектральных характеристик высокой (HF) и низкой частоты (LF) регуляции сердечного ритма (СР) относительно с гипокинетическим типом кровообращения (ГК).

Ключевые слова: *типы кровообращения, центральная гемодинамика, сердечный ритм, волновые процессы, ортопроба.*