

УДК: 612.172.2

DOI: 10.31651/2076-5835-2018-1-2019-2-37-45

Мінаєв Б. П., Коваленко С. О.,
Кудій Л. І., Рибалко А. В.

ХВИЛЬОВА СТРУКТУРА ГЕМОДИНАМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ В ОСІБ ІЗ РІЗНИМ ВИХІДНИМ РІВНЕМ СЕРЦЕВОГО ВИКИДУ ТА КРОВОНАПОВНЕННЯ ОРГАНІВ ГРУДНОЇ КЛІТКИ

У статті представлено результати досліджень особливостей хвильової структури тривалості кардіоінтервалів і ударного об'єму крові в молодих чоловіків із різним вихідним рівнем серцевого викиду та кровонаповнення органів грудної клітки. В стані спокою та в основному при фізичному навантаженні між особами з різним вихідним рівнем серцевого викиду встановлено особливості коливань гемодинаміки, котрі носять як компенсаторний характер для підтримання сталості серцевого викиду у гіпокінетиків, так і обумовлені різним рівнем кровонаповнення органів грудної клітки у представників даних типологічних груп. Виявлено, що хвильова структура регуляторних ритмів гемодинаміки та її зміни при дозованих навантаженнях суттєво залежать від вихідного рівня кровонаповнення органів грудної клітки.

Ключові слова: *серцевий викид, кровонаповнення органів грудної клітки, тривалість кардіоінтервалів, гемодинаміка.*

Постановка проблеми. Періодичні коливання активності всіх систем організму, які забезпечують відносну сталість життєво важливих констант, є одним із основних загальних принципів біології [1]. Особливості хвиль тривалості кардіоінтервалів (т-R-R) та ударного об'єму крові (УОК) розглядають як відображення динаміки регуляторних процесів в організмі [2-4]. Суттєві розбіжності у здорових молодих чоловіків у значеннях серцевого індексу та кровонаповнення органів грудної клітки, ймовірно, обумовлюють особливості регуляції серцево-судинної системи.

Аналіз останніх публікацій. Згідно з літературними джерелами значні відмінності спостерігаються як за величиною загальної потужності, так й за значеннями потужності регуляторних коливань гемодинамічних показників у різних частотних діапазонах, а також за параметрами дихальної синусової аритмії між окремими здоровими людьми [5-6].

Встановлено, що прояв варіабельності серцевого ритму в осіб із різною типологією за частотою дихання при різноманітних навантаженнях відрізняється [7-9]. Мало відомостей про особливості коливань т-R-R і, тим більше УОК, в осіб із різним рівнем гемодинаміки. Виключенням можна вважати достатньо досліджене наукове положення про більший прояв коливань УОК в осіб із вищим рівнем об'єму циркулюючої крові [10].

Метою даної роботи було з'ясування особливостей хвильової структури коливань т-R-R та УОК в осіб із різним вихідним рівнем серцевого викиду та кровонаповнення органів грудної клітки.

Матеріал та методи

У дослідженні взяли участь 124 молодих (18-23 років) чоловіки, які не займалися спортивною діяльністю. Всі особи брали участь у дослідженнях добровільно, за даними медичного обстеження були практично здоровими, не мали гострих та хронічних захворювань. Перед виконанням завдань вони інформувались відносно мети та задач вимірювань, послідовності та змісту тестових навантажень.

Вимірювання гемодинамічних показників здійснювали зранку з 8-00 до 10-30 годин за таких умов: у стані спокою в положенні лежачи (після 15-хвилинного відпочинку); під час проби з регламентованим диханням (6 циклів за хвилину); при активній ортопробі (аналізували стаціонарну ділянку 5-хвилинного запису); при розумовому навантаженні, яке моделювали за допомогою 10-хвилинного тесту для визначення працездатності головного мозку в режимі зворотного зв'язку за методикою М. В. Макаренка з використанням системи "Діагност-1"; під час виконання фізичного навантаження потужністю 1 Вт на кг маси тіла, яке виконувалось впродовж 5 хвилин на велоергометрі TX-1 (HKS, Germany).

Дослідження показників центральної гемодинаміки проводили за допомогою електрокардіографії та імпедансної реоплетизмографії. Сигнали диференційованої електрокардіограми, реограми та базового опору отримували від біопідсилювача РА-5-01 (Київський науково-дослідний інститут радіовиміральної апаратури).

Часові ряди аналізували за 5-хвилинними реалізаціями послідовних УОК та т- R- R у програмі «Caspico» (а.с. України №11262). Для тривалості кардіоінтервалів розрізняли три головних спектральних компоненти: HF (0,15-0,4 Гц), LF (0,04-0,15 Гц), VLF (0-0,04 Гц), а також загальну потужність спектру (TP), потужність височастотних коливань у нормалізованих одиницях (HFnorm). Для УОК (SV) такими показниками були відповідно HF^{SV}, LF^{SV}, VLF^{SV}, TP^{SV} та HFnorm^{SV}.

В подальшому розраховували величину серцевого індексу (CI), використовуючи формулу W.G. Kubicek (1970) для визначення УОК, та формулу Дю Буа для розрахунку площі поверхні тіла. Рівень кровонаповнення органів грудної клітки (КН) вивчали за способом Н. Р. Палеева та І. М. Каєвіцера (1981). За значеннями цих показників, які представлені у таблицях 1-3, виділяли три групи обстежуваних осіб.

Для характеристики центральних тенденцій вибірки в зв'язку з ненормальним розподілом значень досліджуваних параметрів використовували значення медіани, а для її варіативності – значення верхнього та нижнього квантилів.

Групові відмінності між вибірками визначали за U-критерієм Mann-Whitney.

Результати та обговорення

Аналіз отриманих результатів показав, що в спокої в положенні лежачи (табл. 1), наявні значущі відмінності між рівнями LF та HF у гіпо- та нормокінетиків, які обумовлені, на нашу думку, більшою загальною дисперсією тривалості кардіоінтервалів у I групі. В той же час для коливань УОК вірогідні відмінності спостерігались між гіпер- та еукінетиками у частотному діапазоні 0,04-0,15 Гц (відповідно 5,6 [2,6; 9,0] мл² та 4,4 [3,3; 9,2] мл²), між гіпер- та гіпокінетиками – за показником HFnorm^{SV}.

Подібні особливості, ймовірно, пояснюються більшою, порівняно з іншими групами, потребою у підтриманні сталого рівня УОК у гіпокінетиків при дихальних рухах та функціонуванні барорефлексу. Компенсаторно при цьому збільшується і амплітуда коливань т-R-R у відповідних частотних діапазонах.

Вищий рівень коливань УОК у гіперкінетиків пояснюються як більшими середніми значеннями цього показника, так і більшим рівнем КН, що значно підсилює дихальні коливання серцевого викиду.

Отже, існують особливості коливань гемодинаміки в стані спокою між особами із різним рівнем серцевого викиду, котрі носять як компенсаторний характер для підтримання сталості серцевого викиду у гіпокінетиків, так і обумовлені різним рівнем КН у представників різних типологічних груп.

Таблиця 1

Показники коливань гемодинаміки в осіб з різним рівнем серцевого викиду в спокої

Показники	Серцевий індекс (мл/хв*м ²)		
	<2300 Гіпокінетики (I)	2300-2800 Еукінетики (II)	>2800 Гіперкінетики (III)
т-R-R			
LF мс ²	944 [645; 1480]	634* [366; 1241]	720 [512; 1200]
HF мс ²	1465 [687; 2560]	923* [589; 1477]	1219 [589; 1846]
HFnorm	61,7 [49,6; 69,1]	61,0 [51,9; 69,0]	63,0 [49,5; 70,3]
TP мс ²	3445 [2184; 5219]	2584 [1584; 4610]	2636 [1985; 3762]
УОК (SV)			
LF ^{sv} (мл ²)	5,1 [3,3; 12,3]	4,4 [3,3; 9,2]	5,6 [▲] [2,6; 9,0]
HF ^{sv} (мл ²)	25,1 [13,9; 51,4]	25,4 [15,8; 50,7]	36,0 [16,3; 64,7]
HFnorm ^{sv}	82,0 [66,5; 89,1]	82,6 [72,6; 92,3]	88,3* [74,7; 92,4]
TP ^{sv} (мл ²)	36,4 [23,8; 67,9]	41,7 [26,9; 69,9]	49,8 [31,2; 81,9]

Примітка: * - p<0,05 у порівнянні з групою I; ▲ - p<0,05 між групами II та III.

При регламентованому диханні з частотою 6 циклів за хвилину виявлені нами особливості коливань гемодинаміки різних груп за рівнем серцевого викиду зберігаються і навіть підсилюються. Потужність коливань т-R-R у частотному діапазоні 0,04-0,15 Гц була значуще вищою у гіпокінетиків, ніж у гіперкінетиків (відповідно 8513 [5559; 13672] мс² та 5558 [4059; 7485] мс²).

Звертає на себе увагу значно більший розкид цього показника у I-й групі. Так, CV потужності коливань т-R-R при такому впливі у гіпокінетиків був значуще вищим (17,9±2,3%) у порівнянні з еу- (12,2±1,5%) і, тим більше, гіперкінетиками (8,6±1,2%). Це підтверджує припущення про компенсаторний характер збільшення дихальних осциляцій т-R-R в осіб з низьким рівнем серцевого викиду за умов спокою.

В той же час потужність коливань УОК у дихальному діапазоні, котрий при регламентованому диханні знаходився на частоті 0,1 Гц, найбільшою була у гіперкінетиків (58,1 [37,4; 79,3] мл²), вірогідно нижчою у представників II-ї групи (33,3 [20,3; 58,7] мл²), а у гіпокінетиків її рівень (44,5 [31,9; 63,6] мл²) значуще не відрізнявся від інших груп. Це може обумовлюватись рівнем КН у представників різних груп.

При ортопробі міжгрупові відмінності у коливаннях т-R-R, що характерні для спокою в положенні лежачи, зникають. Водночас потужність коливань УОК у гіперкінетиків стає значуще вищою, ніж у гіпокінетиків у частотних діапазонах 0,04-0,15 Гц (відповідно 5,1 [2,8; 8,5] мл² та 2,7 [2,0; 4,9] мл²), 0,15-0,4 Гц (відповідно 12,5 [9,2; 16,9] мл² та 6,4 [4,0; 10,1] мл²), 0-0,4 Гц (відповідно 23,2 [17,3; 27,6] мл² та 13,9 [10,9; 20,3] мл²).

Такі особливості хвильової структури гемодинамічних показників досягаються за рахунок різноспрямованої реакції на зміну положення тіла у досліджуваних групах (рис. 1). Потужність коливань т-R-R у діапазоні низьких частот серцевого ритму у гіпокінетиків знижувалась на 14,2 [-49,3; 18,1]%, що вірогідно відрізнялось від збільшення цього показника в еукінетиків на 43,3 [-21,6; 133,1]%. Разом з цим зниження LF^{sv} у I-й групі також було найбільшим за амплітудою – (-45,4 [-72,4; -20,8]%) та значуще різнилось від її реактивності у гіперкінетиків (-1,5 [-51,8; 74,9]%).

Цілком можливо, у гіпокінетиків компенсаторні можливості підтримання рівня

серцевого викиду при ортопробі менші, ніж в осіб із вищим вихідним рівнем серцевого викиду. Останнє і приводить до більшого пригнічення коливань гемодинамічних показників за цих умов.

При розумовому навантаженні спостерігаються значущі відмінності за рівнем показнику HF_{norm} між гіперкінетиками (42,6 [29,1; 51,9]%) та еукінетиками (33,7 [22,5; 49,3]%). Такі особливості свідчать про більшу симпатичну активацію в осіб із меншим рівнем серцевого викиду у спокої в положенні лежачи.

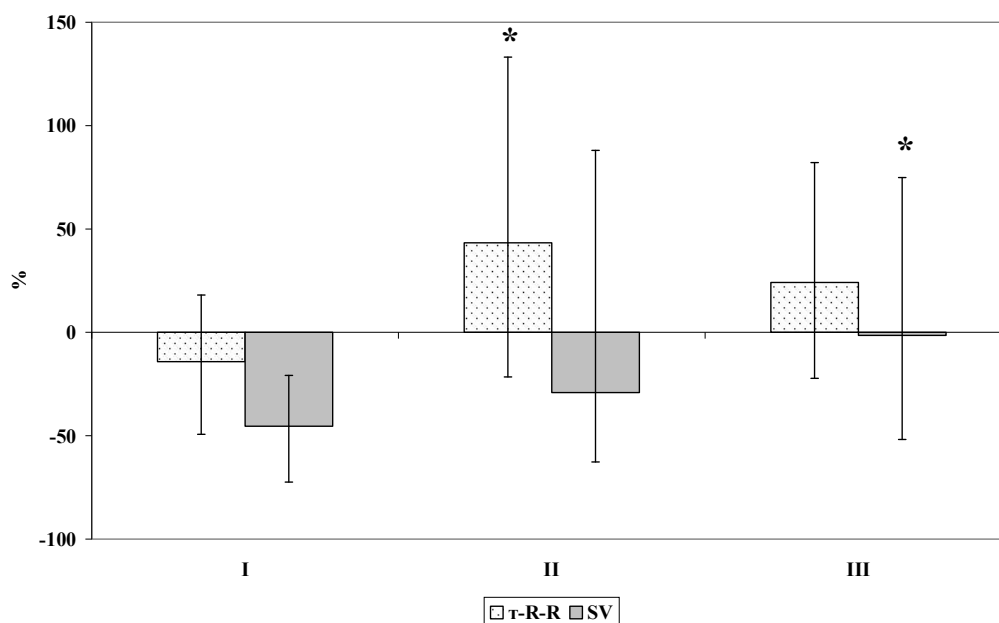


Рис. 1. Зміни потужності коливань т-R-R та УОК у діапазоні частот 0,04-0,15 Гц на ортопробу в осіб із різним вихідним рівнем серцевого викиду. I – гіпо-, II – еу-, III – гіперкінетики.

Примітка: * - $p < 0,05$ у порівнянні з I-ю групою.

Втім, найбільші особливості у вагосимпатичній рівновазі між групами осіб із різною типологією спостерігаються при дозованому фізичному навантаженні (табл. 2). HF_{norm} у гіпокінетиків була вірогідно меншою, ніж у представників інших груп, LF – більша, ніж у еукінетиків, а HF – нижча за її рівень у III-й групі. Це є свідченням більшої симпатичної активації у них.

Таблиця 2

Показники коливань т-R-R при фізичному навантаженні в осіб із різним вихідним рівнем серцевого викиду

Показники	Серцевий індекс (мл/хв*м ²)		
	<2300 Гіпокінетики (I)	2300-2800 Еукінетики (II)	>2800 Гіперкінетики (III)
	т-R-R		
LF (мс ²)	271 [151; 493]	173* [113; 303]	225 [128; 389]
HF (мс ²)	116 [41; 350]	141 [72; 212]	205◀ [112; 374]
HFnorm	29,9 [24,1; 39,8]	42,4* [26,6; 57,3]	47,6◀ [33,3; 60,0]
TP (мс ²)	690 [374; 1216]	535 [376; 773]	660 [476; 1003]

Примітка: * - $p < 0,05$ у порівнянні з групою I; ◀ - $p < 0,05$ між групами II та III.

Аналіз нормалізованих медіанних спектрограм коливань т-R-R при дозованому фізичному навантаженні в осіб різних типологічних груп за вихідним рівнем серцевого викиду показав наступне (рис. 2).

У гіпокінетиків спостерігається вірогідно більша, у порівнянні з іншими групами, нормалізована потужність коливань т-R-R на частоті 0,1 Гц. Разом з цим гіпокінетики мають значуще більшу потужність коливань на частоті 0,07 Гц та меншу – на частотах дихального діапазону (0,25, 0,26, 0,29 Гц), ніж гіперкінетики. У еукінетиків виявлена вища потужність коливань т-R-R на частоті 0,07 Гц та нижча на частоті 0,13 Гц, ніж у гіперкінетиків.

Отже, при збільшенні рівня енергетичного метаболізму представники типологічних груп із вищим вихідним рівнем серцевого викиду мають менший рівень симпатичної активації, ніж гіпокінетики.

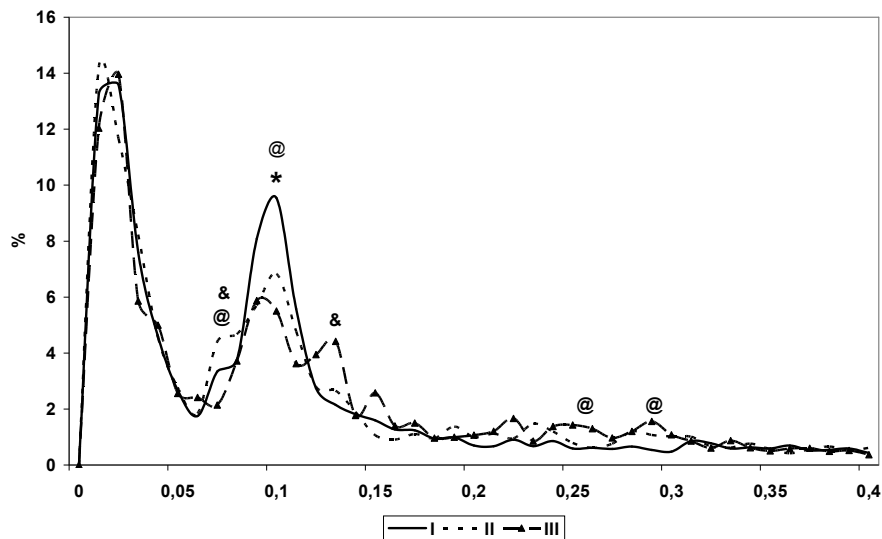


Рис. 2. Нормалізовані медіанні спектрограми т-R-R при дозованому фізичному навантаженні в осіб з різним рівнем серцевого викиду у спокої.

Примітка: * - $p < 0,05$ між I-ю та II-ю групами; @ - $p < 0,05$ між I-ю та III-ю групами; & - $p < 0,05$ між II-ю та III-ю групами.

Фоновий рівень КН також суттєво впливав на особливості коливань гемодинамічних показників здорових молодих чоловіків у різних умовах. Так, у спокої в положенні лежачи, особи із середнім рівнем КН мали вірогідно меншу потужність коливань т-R-R, ніж чоловіки із низьким значенням цього показника (табл. 3). В той же час за параметрами коливань УОК спостерігались найсуттєвіші міжгрупові відмінності.

У представників II-ї групи значуще більшою, у порівнянні з I-ю групою, була потужність та нормалізована потужність коливань УОК у частотному діапазоні 0,04-0,15 Гц. Разом з цим, у осіб III-ї групи вищою, ніж у чоловіків інших груп, була TP^{SV} та HF^{SV} . LF^{SV} у них більша тільки у порівнянні із II-ю групою, а HF_{norm}^{SV} – із I-ю групою.

Такі особливості цілком узгоджуються із загальноприйнятим положенням про більшу амплітуду дихальних коливань УОК при вищому рівні об'єму циркулюючої крові [10]. Втім, особи із низьким рівнем КН, цілком можливо, мають більшу різноманітність пристосувальних змін коливань УОК у діапазоні низьких частот серцевого ритму, ніж чоловіки із середнім та високим рівнями цього показника. Ймовірно, відносно більші значення HF у них носять компенсаторний характер для забезпечення постійного рівня серцевого викиду при дихальних рухах.

Останнє припущення підтверджується і при аналізі змін коливань т-R-R під впливом регламентованого дихання з частотою 6 циклів за хвилину. При цьому в осіб III-ї

групи TP була значуще нижчою, ніж у I-й групі (відповідно 10586 [7482; 16436] мс^2 та 7391 [5448; 10633] мс^2 , $p < 0,05$). Міжгрупові відмінності за параметрами коливань УОК, що характерні для стану спокою в положенні лежачи, збереглися і за умов такого впливу.

Таблиця 3

Показники коливань гемодинаміки в осіб
з різним вихідним рівнем кровонаповнення органів грудної клітки

Показники	Рівень кровонаповнення органів грудної клітки		
	<21 у.о. (I)	21-27 у.о. (II)	>27 у.о. (III)
t-R-R			
LF (мс^2)	780 [617; 1187]	718 [381; 1165]	802 [405; 1389]
HF (мс^2)	1324 [984; 2014]	970* [566; 1943]	1346 [578; 1926]
HFnorm	60,7 [48,5; 69,9]	60,2 [50,1; 71,9]	66,2 [53,0; 69,9]
TP (мс^2)	3041 [2307; 4706]	2643 [1716; 4368]	2817 [1841; 5369]
УОК (SV)			
LF ^{SV} (мл^2)	4,2 [2,4; 7,9]	4,4 [3,2; 7,5]	5,9 [▲] [3,5; 12,3]
HF ^{SV} (мл^2)	17,4 [9,1; 40,3]	25,4* [16,3; 44,1]	52,4* [▲] [20,9; 111,1]
HFnorm ^{SV}	77,4 [67,5; 88,9]	87,3* [76,4; 91,9]	86,7* [79,0; 92,8]
TP ^{SV} (мл^2)	29,0 [19,5; 52,6]	37,0 [21,6; 57,9]	73,3* [▲] [35,9; 128,2]

Примітка: * - $p < 0,05$ у порівнянні з групою I; [▲] - $p < 0,05$ між групами II та III.

При ортопробі з'явилися значущі різниці між III-ю та II-ю групами за показниками LF (відповідно 1120 [665; 1451] мс^2 та 863 [411; 1241] мс^2) та HF (відповідно 414 [236; 699] мс^2 та 199 [109; 434] мс^2). Це обумовлюється, ймовірно, більшою амплітудою змін LF у осіб із високим КН (73 [-13,4; 140,4]%) у порівнянні з чоловіками із низьким (-22 [-50,8; 31,4]%) та середнім (1,2 [-27; 100,4]%) рівнями КН. Крім цього, відносні зміни HF на зміну положення тіла у II-й групі були найбільшими.

У вертикальному положенні тіла також спостерігається значуще нижча HF_{norm} у II-й групі (18,7 [11,9; 32,3]%), ніж у I-й (26,9 [23,5; 34,4]%) та III-й (33,0 [16,4; 38,3]%) групах, що є свідченням більшого зрушення вагосимпатичної рівноваги у них.

Для детального аналізу хвильової структури коливань t-R-R провели побудову медіанних спектрограм (рис. 3). Виявлено, що на частоті 0,11 Гц більша потужність коливань у представників III-ї групи, ніж у осіб I-ї та II-ї. У I-й групі медіанна потужність коливань t-R-R на частотах 0,18 Гц та 0,22 Гц була меншою, ніж у III-й групі. Саме тоді особи із середнім рівнем КН мали нижчу потужність коливань у порівнянні із чоловіками із високим рівнем КН у діапазоні частот від 0,22 Гц до 0,4 Гц.

Отже, можна стверджувати, що особи із середнім рівнем КН при ортопробі мають відносно нижчий рівень парасимпатичного тону. В той же час у чоловіків із низьким рівнем КН встановлено менший рівень симпатичної активації.

Загальна потужність коливань УОК у вертикальному положенні тіла була значуще найнижчою в осіб I-ї групи (12,3 [9,1; 17,2] мл^2) у порівнянні із II-ю (18,0 [12,4; 25,9] мл^2) та III-ю (20,0 [13,9; 29,3] мл^2) групами. Подібна закономірність характерна і для LF^{SV} та HF^{SV}.

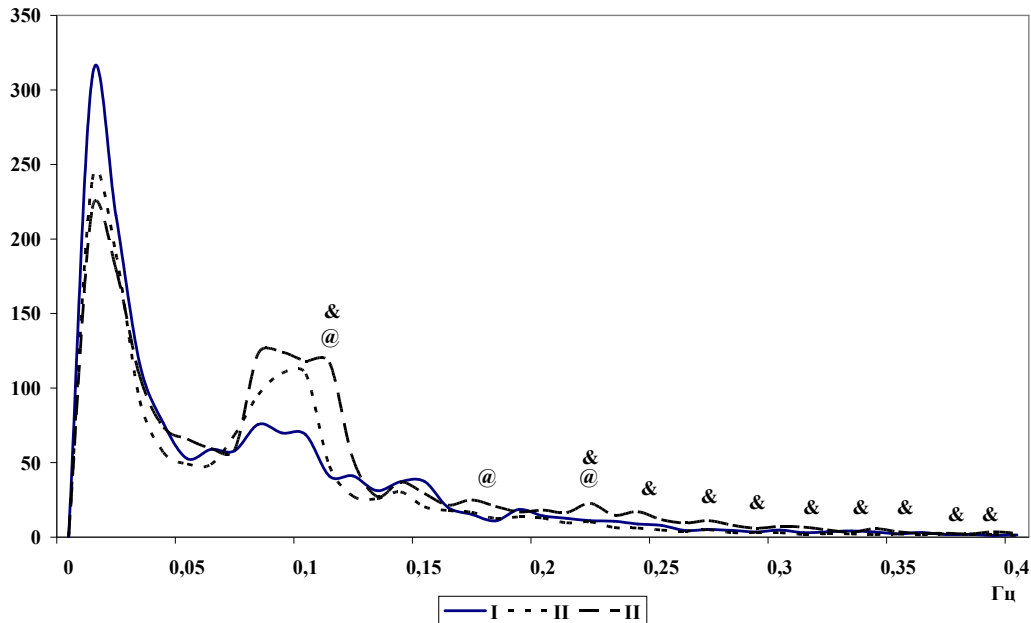


Рис. 3. Нормалізовані медіанні спектрограми т-R-R при ортопробі в осіб з різним рівнем КН у спокої.

Примітка: * - $p < 0,05$ між I-ю та II-ю групами; @ - $p < 0,05$ між I-ю та III-ю групами; & - $p < 0,05$ між II-ю та III-ю групами.

При виконанні розумового навантаження відмінностей за потужністю коливань т-R-R у осіб із різним вихідним рівнем КН не виявлено. Однак зберігаються значущі різниці HF_{norm} між I-ю (42 [30,2; 61,5] %) та II-ю (33,7 [22,6; 50]%) групами. За медіанними спектрограмами типологічних груп у діапазоні низьких частот серцевого ритму показано наступне.

На частоті 0,09 Гц медіана потужності коливань т-R-R у представників II-ї групи значуще вища, ніж у I-ї та III-ї. На частоті 0,12 Гц також спостерігаються вірогідні відмінності цього показника між I-ю та II-ю групами.

Тому можна зробити висновок, що в осіб із низьким рівнем КН спостерігається найменша активація симпатичної ланки ВНС при розумовому навантаженні.

Для коливань УОК за таких умов характерна значуще більша їх потужність у частотному діапазоні 0,04-0,15 Гц у осіб III-ї групи (6,3 [3,0; 13,0] ml^2), ніж у I-ї (3,9 [1,9; 5,7] ml^2) та II-ї (4,6 [2,4; 6,4] ml^2) групах.

При дозованому фізичному навантаженні всі відмінності між групами за показниками коливань т-R-R нівелюються. Разом з цим, як загальна потужність коливань УОК, так і її значення в окремих стандартних діапазонах в осіб із високим рівнем КН достовірно вищі, ніж у інших групах.

Таким чином, хвильова структура регуляторних ритмів гемодинаміки та її зміни при навантаженнях суттєво залежать від вихідного рівня серцевого викиду та кровонаповнення грудної клітки.

Висновки

У стані спокою та в основному при фізичному навантаженні між особами із різним вихідним рівнем серцевого викиду встановлено особливості коливань гемодинаміки, котрі носять як компенсаторний характер для підтримання сталості серцевого викиду у гіпокінетиків, так і обумовлені рівнем кровонаповнення органів грудної клітки у представників даних типологічних груп.

Хвильова структура регуляторних ритмів гемодинаміки та її зміни при дозованих навантаженнях суттєво залежать від вихідного рівня кровонаповнення органів грудної клітки, що проявлялося відносно меншим напруженням механізмів регуляції у осіб крайніх груп.

Врахування індивідуально-типологічних особливостей людини може підвищити діагностичну цінність методів аналізу та оцінки хвильової структури гемодинамічних показників, а також визначити нові напрямки у профілактичній медицині та медичному страхуванні.

Література

1. Бауэр Э. С. Теоретическая биология. СПб.: Росток, 2002. 352 с.
2. Флейшман А. Н. Медленные колебания гемодинамики. Теория, практическое применение в клинической медицине и профилактике. Новосибирск : Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. 264 с.
3. Malliani A. The pattern of sympathovagal balance explored in the frequency domain. *News Physiol Sci*. 1999. Vol. 14, P. 111-117. doi: 10.1152/physiologyonline.1999.14.3.111
4. Eckberg D. L. Sympathovagal balance: a critical appraisal. *Circulation*. 1997. Vol. 96, P. 3224-3232. doi: 10.1161/01.cir.96.9.3224
5. Михайлов В. М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода. Иваново: Ивановская государственная медицинская академия, 2003. 290 с.
6. Ben Lamine S., Calabrese P., Perrault H. [et al.] Individual differences in respiratory sinus arrhythmia. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2004. Vol. 286 (6), P. 2305-2312. doi: 10.1152/ajpheart.00655.2003
7. Коваленко С. О., Кудій Л. І. Аналіз варіативності реакцій серцевого ритму при змінах положення тіла. *Вісник Черкаського університету. Серія біологічні науки*. Черкаси, 2002. Вип. 39. С. 70-74.
8. Коваленко С. О., Кудій Л. І., Каленіченко О. В. Вариабельність серцевого ритму у людей з різною частотою дихання. *Фізіологічний журнал*. 2004. Т. 50, №6. С. 43-47.
9. Коваленко С. А., Кудій Л. І. Особенности вариабельности сердечного ритма у лиц с различной частотой дыхания. *Физиология человека*. 2006. Т. 32, №6. С. 742-743.
10. Wiesenack C. Prasser C. Rödиг G. [et al.] Stroke volume variation as an indicator of fluid responsiveness using pulse contour analysis in mechanically ventilated patients. *Anesth Analg*. 2003. Vol. 96, №5. P. 1254-1257. doi:10.1213/01.ane.0000053237.29264.01

References

1. Bauer E. S. Theoretical biology. (2002). St. Petersburg : Piter. 352 (in Rus.).
2. Fleischmann A. N. (1999). Slow hemodynamic fluctuations. Theory, practical use in clinical medicine and prevention. Novosibirsk : Science. 264 (in Rus.).
3. Malliani A. (1999). The pattern of sympathovagal balance explored in the frequency domain. *News Physiol Sci*. 14, 111-117. doi:10.1152/physiologyonline.1999.14.3.111
4. Eckberg D. L. (1997). Sympathovagal balance: a critical appraisal. *Circulation*. 96, 3224-3232. doi: 10.1161/01.cir.96.9.3224
5. Mikhailov V. M. (2003). Heart rate variability: the experience of the practical use of method. Ivanovo. 290 (in Rus.).
6. Ben Lamine S., Calabrese P., Perrault H. [et al.] (2004). Individual differences in respiratory sinus arrhythmia. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 286 (6), 2305-2312. doi: 10.1152/ajpheart.00655.2003
7. Kovalenko S.O., Kudii L.I. (2002). Analysis of deviation reactions of heart rhythm at the changes of position of body. *Visnyk Cherkaskoho universitetu. Seriya biolohichni nauky [Bulletin of Cherkasy University. Biological Sciences Series]*. 39, 70-74 (in Ukr.).
8. Kovalenko S. O., Kudii, L. I., Kalenichenko O. V. (2004). Heart rhythm variability in individuals with different respiration frequency. *Fiziolohichniy zhurnal [Physiological journal]*. 50 (6), 43-47 (in Ukr.).
9. Kovalenko S. A. & Kudii, L. I. (2006). Heart rate variability in subjects with different respiratory rates. *Physiologiia cheloveka [Human Physiology]*. 32(6), 742-743 (in Rus.).
10. Wiesenack C. Prasser C. Rödиг G. [et al.] (2003). Stroke volume variation as an indicator of fluid responsiveness using pulse contour analysis in mechanically ventilated patients. *Anesth Analg*. 96 (5), 1254-1257. doi:10.1213/01.ane.0000053237.29264.01

Summary. B. P. Minaev, S. A. Kovalenko, L. I. Kudii, A. V. Rybalko *Wave structure of hemodynamic parameters in people with the different baseline level of cardiac output and the blood supply of the thoracic organs.*

Introduction. Wave features of the duration of cardiointervals (t-R-R) and stroke volume of blood are considered as a reflection of the dynamics of regulatory processes in the body. Significant differences in healthy young men in values of cardiac index and blood supply of the thoracic organs condition on the peculiarities of regulation of the cardiovascular system.

Purpose. To find out the peculiarities of the wave structure of oscillations (t-R-R) and stroke volume of blood (SV) in individuals with different baseline cardiac output and blood supply.

Methods. The resulting time series were analyzed by 5-min implementations of sequential SV and t-R-R in «Caspico» program. For the duration of the cardiointervals, three main spectral components were distinguished: HF (0.15-0.4 Hz), LF (0.04-0.15 Hz), VLF (0-0.04 Hz), and total spectrum power (TP), the power of high-frequency oscillations in normalized units (HFnorm). For SV, such indicators were HF^{sv} , LF^{sv} , VLF^{sv} , TP^{sv} and HF_{norm}^{sv} , respectively.

Results. At rest, the highest t-R-R oscillation power in the LF and HF ranges was established in hypokinetics, the SV oscillation power in the 0.04-0.15 Hz frequency band was significantly higher in hyperkinetics compared to eukinetics, in HF_{norm}^{sv} - it was probably higher in hyperkinetics than hypokinetics.

When functional tests were performed, the greatest differences between groups of individuals with different typology by cardiac output were observed at dosed physical activity: HFnorm in hypokinetics was authentically smaller than in the representatives of other groups, LF was larger than in eukinetics, and HF was lower than in hyperkinetics.

The initial level of blood supply of the thorax also authentically influenced the peculiarities of oscillations of the hemodynamic indicators of healthy young men under different conditions. At rest in the supine position, individuals with low levels of blood supply of thoracic organs had authentically a higher power of high-frequency oscillations t-R-R than men with an average value of this index, and relatively larger intergroup differences were observed in the parameters of SV oscillations.

According to the indicators of the wave structure of t-R-R and SV with active orthopedic testing and with mental load, the lowest activation of the sympathetic nervous system was observed in the group of men with low initial level of blood supply of the thoracic organs. .

Originality. The peculiarities of the regulatory rhythms of hemodynamics are revealed in persons with different typology by the level of cardiac output and blood supply of the thoracic organs. Significant differences in the power of oscillations of cardio-interval duration and stroke volume are shown in persons of different types of hemodynamics at rest and at the dosed physical activities.

Conclusions. At rest and mainly at physical activity, the features of hemodynamics oscillations have been found between persons with different initial levels of cardiac output, which are of compensatory nature for maintaining cardiac output for hypokinetics, and are caused by different levels of blood supply in the thoracic organs.

The wave structure of the regulatory rhythms of hemodynamics and its changes at loads significantly depend on the initial level of blood supply of the thorax, which is shown by the relatively less tension of the mechanisms of regulation in persons of the extreme groups.

Taking into account individual-typological characteristics of a person can increase the diagnostic value of methods of analysis and evaluation of the wave structure of hemodynamic parameters, as well as identify new directions in preventive medicine and health insurance.

Key words: cardiac output, blood supply of thoracic organs, duration of cardiointervals, hemodynamics.

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Одержано редакцією
Прийнято до публікації

28.09.2019
12.12.2019