

УДК 612.8

DOI: 10.15587/2519-8025.2018.129627

СПЕКТРАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕРЦЕВОГО РИТМУ У СПОКОЇ ТА ЗА УМОВ ПАСИВНОГО АНТИОРТОСТАЗУ У ЛЮДЕЙ З ВИСОКОЮ І НИЗЬКОЮ ФУНКЦІОНАЛЬНОЮ РУХЛИВІСТЮ НЕРВОВИХ ПРОЦЕСІВ

© Л. І. Юхименко, М. Ю. Макачук

Мета дослідження. Виявити особливості серцевого ритму (СР) в стані спокою (lying position) та під час пасивного антиортостазу (head-down-tilt) у людей з різною функціональною рухливістю нервових процесів (ФРНП); встановити в якому ступені спектральні характеристики СР визначаються типологічними властивостями вищої нервової діяльності.

Методи. За допомогою комп'ютерного приладу «Cardiolab+» реєстрували та аналізували спектральні характеристики СР в різних положеннях тіла у людей з високим і низьким рівнем ФРНП.

Результати досліджень. В умовах lying position у людей з різним рівнем ФРНП встановлено відсутність відмінностей між спектральними характеристиками СР та переважання інтракардіальних адаптивних механізмів регуляції. Під час застосування пасивного head-down-tilt у всіх обстежуваних виявлено одночасне напруження як інтра-, так і екстракардіальних механізмів регуляції СР. В цих умовах у людей з високим рівнем ФРНП встановлено достовірно вищі показники сумарної потужності спектру СР та потужності спектру на низьких частотах по відношенню до людей з низьким рівнем ФРНП. Кореляційний аналіз між ФРНП та спектральними характеристиками СР вказав на більшу участь вищих регуляторних екстракардіальних центрів в регуляції СР у осіб з високим рівнем ФРНП.

Висновки. Проведені дослідження виявили, що в умовах положення head-down-tilt, на відміну від вихідного стану спокою, у всіх обстежуваних спостерігалось одночасне напруження як інтра-, так і екстракардіальних механізмів регуляції роботи серця. Встановлено, що рівень функціонування серцево-судинної системи обстежуваних виявився пов'язаним з індивідуальною вираженістю ФРНП. В осіб з високим рівнем ФРНП адаптивні реакції СР характеризувались вищим напруженням вагосимпатичного, симпатичного і гуморально-метаболічного екстракардіальних механізмів регуляції вегетативної нервової системи. Пристосувальні реакції осіб з низьким рівнем ФРНП відрізнялись нижчим рівнем функціонування серцево-судинної системи, переважанням симпатичної регуляції та вузьким діапазоном варіативності СР

Ключові слова: функціональна рухливість нервових процесів, спектральні характеристики серцевого ритму, пасивний антиортостаз

1. Вступ

Вивчення в умовах антиортостатичних впливів параметрів серцевого ритму здорових людей, які мають різні властивості основних нервових процесів, дозволяє виявити генетично детерміновані особливості серцево-судинної системи (ССС) та її пристосувальні можливості [1]. Такі дані мають теоретичний інтерес з огляду на те, що поглиблюють існуючі уявлення про індивідуальні та типологічні особливості організму, висвітлюють механізми вегетативної регуляції у представників окремих популяцій, є корисними у з'ясуванні питань, пов'язаних з поняттям «фізіологічної норми» [2].

У наш час в Україні фіксується постійне зростання захворювань ССС, що значно збільшують смертність серед населення [3]. Тому у сьогоденні гостро постає необхідність розробки всебічної стратегії протидії факторам ризику серцево-судинних хвороб. Але не дивлячись на суттєвий прогрес у вивченні ССС та активні пошуки шляхів розв'язання даної проблеми, вона залишається все ще далекою від свого вирішення.

Автори відмічають, що результати дослідження ССС, отримані в умовах спокою здебільшого є малоінформативними, оскільки не відображають функціональні можливості організму і лише застосування різноманітних навантажень може у повній мірі розкрити її адаптивні резерви [4, 5]. В літературі є ві-

домості, що вивчення компенсаторних реакцій ССС до орто- та антиортостатичних впливів має важливе практичне значення, так як дозволяє створити фактичне підґрунтя для прогнозу, подальшого лікування та реабілітації кардіологічних розладів [6, 7]. Отримані за таких умов результати вже знайшли застосування у сфері спортивної та військової профорієнтації і відбору [8, 9] та космічній галузі [10].

Отже, серед першочергових завдань по виявленню біологічних маркерів індивідуальних та типологічних особливостей функціонування організму є розкриття фізіологічних механізмів вегетативної регуляції серцевої діяльності на основі застосування ефективних неінвазивних, малозатратних та водночас інформативних засобів дослідження [11, 12], в тому числі отриманих на основі застосування постуральних навантажень [13].

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Як в Україні, так і за кордоном феномен гравітаційного впливу на людській організм викликає зацікавленість у наукових колах вже не один десяток років [14, 15]. На сьогодні встановлені варіативні моделі серцевої реактивності на вплив космічних та геофізичних факторів [16]. З'ясовано ряд змін у фазах серцевого циклу в умовах орто- і антиортостатичних спроб [17]. Завдяки проведенню досліджень із засто-

суванням гравітаційних навантажень вдалося отримати нові дані про особливості функціонування ССС в умовах дії на організм холоду [18], розрідженого повітря середньогір'я [19], невагомості [20], глибоких підводних занурень тощо [21, 22]. Інші автори наголошують, що вивчення адаптивних можливостей організму в умовах антиортостазу є надзвичайно важливими для моніторингу ССС не тільки здорових, але і хворих людей [12, 23].

Відомо, що антиортостатичне положення тіла у просторі, викликаючи притік рідин до краніального відділу, спричинює каскад реакцій у ряді органів та фізіологічних систем організму, і в першу чергу, з боку серця [5, 24]. Дослідники наголошують на мультифакторності причин, що впливають на діяльність серця за даних умов та неоднозначність їх механізмів впливу, які на сьогодні є не досить з'ясованими [10, 16]. Виявлено, що перші хвилини антиортостазу характеризуються збільшенням загального периферичного опору судин, що у подальшому змінюється їх вазодилатацією [25]. Надалі, переважаюче нижньокавальне повернення крові до серця обумовлює збільшення хвилиного об'єму крові, рефлекторне зменшення загального периферичного опору судин та збільшення порожнин серця, змушеного за цих умов витримувати гемодинамічне навантаження об'ємом і тиском [26].

Слід зазначити, що оцінка ССС в умовах антиортостатичного положення тіла тісно пов'язана з розумінням інтегративної активності різних фізіологічних систем, які забезпечують його існування за певних обставин, створюючи відповідний функціональний стан. При цьому, функціональний стан, що відповідає спокою, розцінюється як фоновий. [27]. Найбільш поширеним на сьогодні методом дослідження функціонального стану організму в клінічній практиці та експериментальній і прикладній фізіології є аналіз варіабельності серцевого ритму (ВСР), який відображає активність різних ланок регуляторних механізмів [28, 29]. Згідно авторів, комплексна оцінка ВСР дозволяє отримати цілісне уявлення про функціональний стан організму та судити про адаптивні реакції, що розгортаються з метою підтримки гомеостазу і врівноваження з оточуючим середовищем [30, 31].

Проте, дослідники наголошують на існуванні індивідуальних особливостей адаптивних реакцій, що розвиваються у відповідь на антиортостаз, які часто ускладнюють оцінку та порівняння результатів [20, 32]. Тому останнім часом приймається, що вивчення ССС як у спокої, так і під час функціональних навантажень потрібно проводити з врахуванням індивідуальних особливостей організму, в тому числі і типологічних властивостей вищої нервової діяльності (ВНД) [1, 19]. Слід підкреслити, що серед авторів по цей день немає одностайної думки відносно остаточних критеріїв виділення типів регуляції серцевого ритму (СР) чи варіантів вегетативних реакцій на постуральні впливи, які спостерігаються у людей з різним рівнем основних нервових процесів. Серед джерел літератури нам вдалося знайти лише обмаль робіт, які були присвячені вивченню особливостей ВСР в спокої та під час розгортання адаптивних реакцій до ан-

тиортостазу у людей з різною функціональною рухливістю нервових процесів (ФРНП), що актуалізує подальші дослідження у цьому напрямку.

3. Мета та задачі дослідження

Метою проведених досліджень було виявити особливості ВСР в стані спокою та під час антиортостатичного впливу у людей з різною ФРНП; встановити в якому ступені спектральні характеристики СР визначаються типологічними властивостями ВНД.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні задачі:

- провести порівняльний аналіз показників СР у спокої в людей з різною ФРНП;
- дослідити адаптивні реакції ССС у людей з вищою і нижчою ФРНП в умовах антиортостатичного впливу;
- виявити відмінності спектральних характеристик СР під час пристосувальних реакцій до антиортостазу у людей з різною ФРНП.

4. Матеріали та методи дослідження впливу антиортостатичного положення тіла на варіабельність серцевого ритму людей з різною функціональною рухливістю нервових процесів

4.1. Досліджувані фізіологічні показники та обладнання, що використовувались в експерименті

Дослідження впливу антиортостатичного положення тіла на ВСР проводили з участю 38 практично здорових чоловіків віком 18–21 років, студентів Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Всі дослідження здійснювали у відповідності до норм біоетики та з дотриманням положень МОЗ України від 13.03.2006, № 66 і Хельсинської Декларації (1975, пізніші редакції 1996–2013 рр.).

Індивідуальний та типологічний аналіз ВНД проводили за ФРНП з використанням комп'ютерного пристрою «Діагност - 1М» та авторської методики М. В. Макаренка [33]. Для моделювання горизонтального (вихідний стан спокою, лежачи, lying position) та вертикального (функціональний стан, розташування вниз головою на -25° , head-down-tilt) положень тіла у просторі застосовували поворотний стількушетку. Стабілізація показників ССС обстежуваного досягалась шляхом перебування у lying position біля 10 хв, а в положенні head-down-tilt біля 8 хвилин. Запис сигналів тривав не менше 5 хв. Реєстрація та аналіз ВСР в різних функціональних станах (положеннях тіла) проводили за допомогою приладу Cardiolab + (Харків, Україна) [30].

Статистичну обробку результатів здійснювали методами математичної статистики із застосуванням пакетів програм «Microsoft Excel – 2010» та «STATISTICA 6.0 for Windows» («StatSoft Inc.», США). Достовірність змін і відмінностей між порівнювальними величинами оцінювали за непараметричним критерієм Вілкоксона-Манна-Уїтні. Існування зв'язку між досліджуваними показниками перевіряли розрахунками коефіцієнту кореляції Спірмена (r_s). Відмінності між групами та існування кореляційної залежності вважали достовірними при $P \leq 0,05$.

4.2. Методика визначення функціональної рухливості нервових процесів

Визначення ФРНП проводили шляхом диференціювання слухової інформації, в якості якої використовували чисті звукові тони (300 Гц, 600 Гц чи 1000 Гц). Два із них (300 Гц і 1000 Гц) були позитивними, на пред'явлення яких обстежуваний мусив натискати на відповідні клавіші лівою або правою рукою і один гальмівний (600 Гц), при пред'явленні якого не треба було натискати жодну з клавіш. Тестування тривало впродовж 5 хв у режимі «зворотний зв'язок», який давав змогу обстежуваному підлаштувати подачу слухових стимулів до оптимального для себе темпу (швидкість подачі стимулів варіювала в межах ± 20 мс залежно від помилкових реакцій: у разі помилки вона знижувалась, а після правильної відповіді – збільшувалась). Мірою ФРНП був час виконання тестового завдання (с). Чим швидше обстежуваний виконував завдання, пов'язане з диференціюванням слухових подразників, тим вища в нього була ФРНП. У відповідності до показників часу, витраченого на диференціювання та переробку інфор-

мації, всі обстежувані були розподілені на групи із вищою ($n=21$) і нижчою ($n=17$) ФРНП.

4.3. Методика визначення варіабельності серцевого ритму

ВСР вивчали за спектральними характеристиками сумарної потужності спектру (ТР $_{мс^2}$), потужності спектру на дуже низьких частотах, (VLF $_{мс^2}$, менше 0,05 Гц), низьких (LF $_{мс^2}$, 0,05-0,15 Гц) та високих (HF $_{мс^2}$, 0,15-0,4 Гц) частотах; враховували відношення LF/HF (у.о.) [29]. Для оцінки загальної ВСР використовували показник стандартного відхилення всіх NN-інтервалів (SDNN).

5. Результати порівняльного аналізу показників варіабельності серцевого ритму людей з різною функціональною рухливістю нервових процесів, зафіксованих у положенні спокою та в умовах пасивного антиортостазу

Показники ССС, отримані нами у функціональному стані спокою – положенні lying position – вказані у табл. 1.

Таблиця 1

Показники функціонування серцево-судинної системи обстежуваних з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів в положенні лежачи (lying position, медіана, верхній та нижній квартилі)

Досліджувані показники	Рівень функціональної рухливості нервових процесів	
	високий $n=21$	низький $n=17$
SDNN (мс)	62,9(70,1;58,6)	57,2(60,1;50,4)
TP (мс ²)	2032,4(2104,2;1806,1)	1671,5(1885,4;1434,5)
HF, у.о.	402,2(467,1;322,4)	280,0(324,5;203,5)
LF, у.о.	710,6(792,4;612,7)	490,6(546,8;402,4)
VLF у.о.	920,3(1024,2;845,6)	900,2(1056,2;824,4)
LF/HF, у.о.	1,7(1,9;1,3)	1,7(1,9;1,5)

Слід зазначити, що всі досліджувані параметри ССС знаходились в межах фізіологічної норми, а між спектральними характеристиками ВСР, зафіксованими у lying position в обстежуваних з різним рівнем ФРНП достовірних різниць виявлено не було ($P \geq 0,05$). На відсутність відмінностей між показниками серцево-судинної діяльності людей з різною ФРНП в умовах спокою вказують і результати інших досліджень [1, 34].

Вивчення характеристик СР обстежуваних, отриманих у функціональному стані під час антиор-

тостатичного навантаження вказало на збільшення співвідношення LF/HF та зниження кількісних значень TP, HF, LF, VLF і SDNN порівняно аналогічних показників, зафіксованих у вихідному положенні (табл. 2).

Співставлення показників функціонування ССС осіб досліджуваних груп дозволило виявити особливості впливу положення head-down-tilt на роботу серця. Встановлено достовірно вищі показники TP в осіб з високою по відношенню до низької ФРНП ($P \leq 0,05$).

Таблиця 2

Показники функціонування серцево-судинної системи обстежуваних з різним рівнем функціональної рухливості нервових процесів в положенні антиортостазу (head-down-tilt, медіана, верхній та нижній квартилі)

Досліджувані показники	Рівень функціональної рухливості нервових процесів	
	високий $n=21$	низький $n=17$
SDNN (мс)	52,0(59,1;48,2)	40,1(44,2;38,2) #
TP (мс ²)	1470,1(1632,1;1181,2)	1266,4(1489,3;1096,3)#
HF, у.о.	220,6(288,3;184,3)	136,2(152,2;104,9)#
LF, у.о.	450,3(487,2;382,7)	350(386,8;298,3)#
VLF у.о.	800,5(883,4;725,1)	780,4(815,9;704,4)
LF/HF, у.о.	2,0(2,4;1,8)	2,5(2,8;2,1)

Примітка: # – достовірність відмінностей $P \leq 0,05$ між показниками обстежуваних

Подальший аналіз спектральних характеристик СР, отриманих в умовах антиортостазу встановив достовірно вищі показники LF в осіб з високим рівнем ФРНП по відношенню до обстежуваних з низьким її рівнем ($P \leq 0,05$).

Також було виявлено, що кількісні значення SDNN обстежуваних з низьким рівнем ФРНП у цьому положенні тіла були достовірно нижчими порівняно таких в обстежуваних з високим її рівнем ($P \leq 0,05$). Ймовірно, що такі відмінності вказували на менший діапазон варіабельності та більшу напруженість СР в обстежуваних з низькою ФРНП.

6. Обговорення результатів дослідження впливу антиортостатичного положення на спектральні характеристики серцевого ритму людей з різною функціональною рухливістю нервових процесів

Встановлена нами відсутність відмінностей між показниками ССС, що були зафіксовані у людей з різною ФРНП під час lying position, ймовірно, демонструвала переважання інтракардіальних адаптивних механізмів регуляції серця, як такі, що цілком відповідали даним умовам. Разом з тим, у осіб з високим, порівняно низького рівня досліджуваної типологічної властивості, показник TP був дещо вищим (хоч і не достовірно). Це може вказувати на існування тенденції до більшої активації регуляторних процесів в обстежуваних з вищою ФРНП [29].

Встановлені відмінності у спектральних характеристиках СР у людей з різною ФРНП в умовах head-down-tilt, очевидно, були обумовлені перерозподілом рідинного середовища під впливом гравітації та вмикання компенсаторних регуляторних механізмів по забезпеченню адекватного кровозабезпечення, на що вказують і інші дослідники [34, 35]. Крім того, не виключено, що в роботі серця обстежуваних за даних умов могли взяти участь індивідуальні особливості основних нервових процесів.

Для підтвердження цього припущення був застосований кореляційний аналіз між показниками ФРНП та спектральними характеристиками СР, зафі-

ксованими в умовах антиортостазу. Результати проведеного аналізу виявили існування взаємозв'язку між ФРНП та HF, SDNN і LF, ($r_s = 0,38-0,42$, $P \leq 0,05-0,01$). А саме: чим вищим був рівень ФРНП обстежуваного, тим більшою ставала участь в регуляції роботи серця вищих екстракардіальних центрів, особливо парасимпатичного.

Таким чином, виявлені нами в умовах head-down-tilt відмінності характеристик регуляторних процесів СР осіб з різною ФРНП, а також встановлені кореляції між ФРНП і показниками функціонування ССС за цих умов, дозволяють думати, що досліджувана типологічна властивість ВНД бере участь в розвитку адаптивних перебудов, створюючи нейродинамічний базис вегетативного реагування. Не виключено, що саме ці особливості можуть бути причетними до вмикання різних фізіологічних механізмів, які обумовлюють відмінні алгоритми досягнення пристосувального ефекту до антиортостазу в осіб з високою і низькою ФРНП.

7. Висновки

1. У вихідному положенні встановлено відсутність відмінностей спектральних характеристик СР осіб з різною ФРНП.

2. В умовах пасивного антиортостазу у всіх обстежуваних виявлено одночасне напруження як інтра-, так і екстракардіальних механізмів регуляції.

3. Кореляційний аналіз встановив участь індивідуальних та типологічних властивостей ВНД в активації вегетативних механізмів регуляції СР під час розгортання адаптивних реакцій на пасивний антиортостаз.

4. Виявлено, що в осіб з високою градацією досліджуваної типологічної властивості адаптивні реакції СР характеризувались більшим напруженням всіх екстракардіальних механізмів регуляції вегетативної нервової системи.

Пристосувальні реакції осіб з низькою ФРНП відрізнялись нижчим рівнем функціонування ССС, переважанням симпатичної регуляції та вужчим діапазоном варіативності СР.

Література

1. Макаренко Н. В. Отражение индивидуальных особенностей высшей нервной деятельности человека и животных в характере изменений частоты сердечных сокращений // Физиологический журнал. 1982. № 2. С. 175–182.
2. Цибенко В. А. Кровообіг. Фізіологія з основами патофізіології. Черкаси: ЧНТІ, 2010. 295 с.
3. Коваленко В. М., Дорогой А. П. Серцево-судинні хвороби: медично-соціальне значення та стратегія розвитку кардіології в Україні // Український кардіологічний журнал. 2016. Додат. 3. С. 5–14.
4. Осадчий Л. И., Балуева Т. В., Сергеев И. В. Сердечно-сосудистые реакции при орто- и антиортостатическом воздействии // Физиологический журнал. 1995. № 9. С. 111–126.
5. Суперответ на сердечную ресинхронизирующую терапию и скинтиграфия миокарда у больных с сердечной недостаточностью / Остроумов Е. Н. и др. // Врач. 2014. № 3. С. 50–53.
6. Влияние постуральной коррекции гемодинамики на параметры сердечного ритма / Софронов Г. А. и др. // Медицинский академический журнал. 2014. Т. 14, № 3. С. 38–51.
7. Hemodynamic profile and heart rate variability in hyperadrenergic versus non-hyperadrenergic postural orthostatic tachycardia syndrome / Crnosija L. et. al. // Clinical Neurophysiology. 2016. Vol. 127, Issue 2. P. 1639–1644. doi: 10.1016/j.clinph.2015.08.015
8. Бузулина В. П. Влияние положения тела на переносимость физических нагрузок после гипокинезии по показателям кардиореспираторной системы: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Москва, 1984. 18 с.
9. Шлык Н. И. Экспресс-оценка функциональной готовности организма спортсменов к тренировочной и соревновательной деятельности (по данным анализа вариабельности сердечного ритма) // Наука и спорт: современные тенденции. 2015. Т. 9, № 4. С. 5–15.
10. Григорьев А., Баранов В. Сердечно-сосудистая система человека в условиях космического полета // Вестник РАМН. 2003. Т. 12. С. 41–45.

11. Automated detection of myocardial ischaemia by epicardial miniature ultrasound transducers – a novel tool for patient monitoring during cardiac surgery / Espinoza A. et. al. // European Journal of Cardio-Thoracic Surgery. 2011. Vol. 39, Issue 1. P. 53–59. doi: 10.1016/j.ejcts.2010.03.067
12. Бокерия О. Л., Калысов К. А. Роль электрокардиографических параметров при прогнозировании эффективности сердечной ресинхронизирующей терапии // Анналы аритмологии. 2012. № 2. С. 3–22.
13. Кулемзин А. В. Оценка компенсаторных резервов сократительной функции миокарда у больных хронической ишемической болезнью сердца с помощью антиортостатической нагрузочной пробы: автореф. дисс. ... канд. мед. наук. Томск, 1990. 19 с.
14. Земцовский Э. В. Спортивная кардиология. Санкт-Петербург: Гиппократ, 1995. 448 с.
15. Reduced orthostatic tolerance following 4 h head-down tilt / Butler G. C. et. al. // European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology. 1991. Vol. 62, Issue 1. P. 26–30. doi: 10.1007/bf00635629
16. Пипин В. В., Рагульская М. В., Чибисов С. М. Модели реакции сердца человека как нелинейной динамической системы под воздействием космо- и геофизических факторов // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2010. Т. 149, № 4. С. 476–480.
17. Макаридзе О. В. Влияние орто- и антиортостатической пробы на фазы сердечного цикла левого и правого желудочков у здоровых лиц // Кардиология. 2000. № 7. С. 22–26.
18. Eng H., Mercer J. B. Seasonal variations in mortality caused by cardiovascular diseases in Norway and Ireland // Journal of Cardiovascular Risk. 1998. Vol. 5, Issue 2. P. 89–95. doi: 10.1097/00043798-199804000-00004
19. Майдииков Ю. Л. Высшая нервная деятельность человека в условиях адаптации к среднегорью / Майдииков Ю. Л. и др. // Журнал высшей нервной деятельности. 1986. № 1. С. 12–19.
20. Моделирование состояния невесомости в земных условиях / Гасанова А. С. и др. // Центральный научный вестник. Физика. 2016. Т. 1. № 8. С. 13–14.
21. Дмитрук А. И. Медицина глубоководных погружений. Санкт-Петербург, 2004. 288 с.
22. Autonomic mechanisms of bradycardia during nitrox exposure at 3 atmospheres absolute in humans / Yamazaki F. et. al. // Aviation, Space, and Environmental Medicine. 2003. Vol. 74, Issue 6. P. 643–648.
23. Prospects of development of the medical control automated systems at the ISS on the basis of onboard equipment "Puls" and "Pneumocard" using / Baevsky R. M. et. al. Bremen, 2003.
24. Effect of degrees head-down tilt on cardiopulmonary function: comparison with microgravity / Prisk G. et. al. // Aviation, Space, and Environmental Medicine. 2002. Vol. 73, Issue 1. P. 8–16.
25. Цыбенко В. А., Грищенко А. В. Изменение центральной гемодинамики при антиортостатических воздействиях у людей с различными типами кровообращения и уровнем физической подготовленности // Физиология человека. 1993. Т. 19, № 3. С. 100–105.
26. Минвалеев Р. С. Особенности внутрисердечного и внутриорганного кровотока при избранных позах человека (по данным доплерэхографии): дис. ... канд. биол. наук. Санкт-Петербург, 1999. 118 с.
27. Черникова А. Г. Оценка функционального состояния человека в условиях космического полета на основе анализа variability сердечного ритма: автореф. ... канд. биол. наук. Москва, 2010. 24 с.
28. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем / Баевский Р. М. и др. // Вестник аритмологии. 2001. Т. 24. С. 67–95.
29. Heart Rate Variability: Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use // Circulation. 1996. Vol. 93, Issue 5. P. 1043–1065. doi: 10.1161/01.cir.93.5.1043
30. Баевский Р. М. Проблема оценки и прогнозирования функционального состояния организма и ее развитие в космической медицине // Успехи физиологических наук. 2006. Т. 37, № 3. С. 13–25.
31. Microgravity decreases heart rate and arterial pressure in humans / Fritsch-Yelle J. M. et. al. // Journal of Applied Physiology. 1996. Vol. 80, Issue 3. P. 910–914. doi: 10.1152/jappl.1996.80.3.910
32. Турчанинова В. Ф., Алферова И. Ф., Голубчикова З. А. Реакция сердечно-сосудистой системы на дозированную физическую нагрузку в длительных космических полетах. Т. 1. Москва: Орбитальная станция «Мир», 2001. С. 282–295.
33. Спосіб психофізіологічної оцінки функціонального стану слухового аналізатора: пат. № 96496 UA. МПК А 61В5/16 / Макаренко М. В. та ін.; № a201002225; заявл. 01.03.2010; опубл. 10.11.2011, Бюл. № 21.
34. Макаренко М. В., Лизогуб В. С. Онтогенез психофізіологічних функцій людини. Черкаси: Вертикаль, 2011. 256 с.
35. Furlan R. et. al. Oscillatory Patterns in Sympathetic Neural Discharge and Cardiovascular Variables During Orthostatic Stimulus // Circulation. 2000. Vol. 101, Issue 8. P. 886–892. doi: 10.1161/01.cir.101.8.886

Дата надходження рукопису 15.03.2018

Юхименко Лілія Іванівна, кандидат біологічних наук, доцент, Навчально-науковий центр "Інститут біології та медицини" Київського національного університету імені Тараса Шевченка, пр. Академіка Глушкова, 2, м. Київ, Україна, 03127
E-mail: liyukhimenko@ukr.net

Макарчук Микола Юхимович, доктор біологічних наук, професор, кафедра анатомії та фізіології, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 64/13, м. Київ, Україна, 01601
E-mail: nikmak@univ.kiev.ua