

p-ISSN 2308-5258

e-ISSN 2308-1996

Natural and Technical Sciences, III(8), ISSUE 73, 2015

SCIENCE AND EDUCATION A NEW DIMENSION

**NATURAL
AND
TECHNICAL SCIENCES**



www.seanewdim.com

Statement:

By submitting a manuscript to this journal, each author explicitly confirms that the manuscript meets the highest ethical standards for authors and coauthors. Each author acknowledges that fabrication of data is an egregious departure from the expected norms of scientific conduct, as is the selective reporting of data with the intent to mislead or deceive, as well as the theft of data or research results from others. By acknowledging these facts each author takes personal responsibility for the accuracy, credibility and authenticity of research results described in their manuscripts. All the articles are published in author's edition.

The journal is listed and indexed in:

INDEX COPERNICUS:	ICV 2014: 70.95
INNO SPACE SCIENTIFIC JOURNAL IMPACT FACTOR:	2013: 2.642 ; 2014: 4,685
ISI (INTERNATIONAL SCIENTIFIC INDEXING) IMPACT FACTOR:	2013: 0.465 ; 2014: 1.215
DIRECTORY OF RESEARCH JOURNAL INDEXING	
ULRICHS WEB GLOBAL SERIALS DIRECTORY	
UNION OF INTERNATIONAL ASSOCIATIONS YEARBOOK	
SCRIBD	
ACADEMIA.EDU	
GOOGLE SCHOLAR	

CONTENT

MEDICINE, PHYSICAL REHABILITATION AND SPORT	7
Влияние блокады оксида азота на экскреторную функцию почек в условиях гипофункции эпифиза <i>С.Б. Семененко, И.П. Тимофийчук, Т.П. Савчук, К.В. Слободян, А.В. Марущак, Н.Я. Васкул, Л.Р. Рудницкая</i>	7
Вивчення рівня фізичного здоров'я юнаків гірських районів Закарпаття за метаболічним рівнем анаеробного енергозабезпечення <i>О.А. Дуло</i>	10
Динаміка показників варіабельності серцевого ритму у здорових осіб молодого віку під впливом діафрагмального дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку <i>В.П. Фекета, К.П. Мелега, О.С. Паламарчук</i>	14
VETERINARY SCIENCE	18
Blood biochemical parameters and associated interpretations in sport horses <i>I. Maksymovych, L. Slivinska, K. Buczek, M. Staniec, A. Milczak</i>	18
BIOLOGY	21
Coprophilous microfungi of the genus <i>Sporormiella</i> Ellis & Everh. from Ukraine <i>O.V. Korolyova</i>	21
Biochemické markery lipidového profilu u mužov a žien s kardiovaskulárnymi ochoreniami v okrese Bardejov (východné Slovensko) <i>M. Mydlárová Blaščáková, E. Blaščáková, M. Nagy, J. Mydlár, J. Poráčová</i>	25
Спеціальна підготовленість та стан біоенергетики футболістів 14-15 років з різним рівнем індивідуально-типологічних властивостей вищих відділів центральної нервової системи <i>В.С. Лизогуб, В.О. Пустовалов, В.О. Супрунович, С.В. Гречуха</i>	29
Таксономічна структура урбанобріофлори Миколаєва та прилеглих територій <i>О.С. Комісар</i>	33
ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL PROTECTION	36
Накопичення важких металів у деревних породах промислової та транспортної зонах м. Миколаєва <i>А.М. Космачова, А.Л. Цикало</i>	36
Zn hatásának vizsgálata szivárványos guppi lárvák túlélésére és szívverésének intenzitására <i>Holis D., Simon E.</i>	40
Биоконверсия тяжелых металлов в фиторемедиационных технологиях доочистки и очистки сточных вод <i>Е.А. Петракова, Л.Н. Анищенко</i>	44
Оценка экологической эффективности территориальной системы техногенной безопасности <i>В.М. Попов, О.В. Миргород, Н.С. Цапко</i>	48
GEOGRAPHY	53
Význam klastrov cestovného ruchu v regionálnom rozvoji <i>J. Mydlár</i>	53
Морфоструктура Костопольской денудационной равнины <i>А.С. Будько</i>	57

Динаміка показників варіабельності серцевого ритму у здорових осіб молодого віку під впливом діафрагмального дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку

В.П. Фекета, К.П. Мелега*, О.С. Паламарчук

Ужгородський національний університет, м. Ужгород, Україна

*Corresponding author. E-mail: mele_xen@bigmir.net

Paper received 12.11.15; Revised 23.11.15; Accepted for publication 27.11.15.

Анотація. Досліджено вплив глибокого діафрагмального дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку з використанням портативного комп'ютерного пристрою StressEraser ("Helicor", USA) та без цього приладу на варіабельність серцевого ритму (ВСР) у здорових юнаків. Встановлено, що дихальна гімнастика протягом 15 хвилин суттєво впливає на функціональний стан автономної нервової системи (АНС). За даними ВСР зростає загальний тонус АНС та перерозподіляється активність між її центральними та периферичними ланками на користь останніх. Більш виражений позитивний вплив на функціональний стан АНС спостерігається при застосуванні приладу StressEraser.

Ключові слова: автономна нервова система, варіабельність серцевого ритму, діафрагмальне дихання, дихальна гімнастика, пристрій біологічного зворотного зв'язку

Вступ. Варіабельність серцевого ритму (ВСР) є інформативними неінвазивним методом дослідження функціонального стану автономної нервової системи (АНС) [7, 15]. Впродовж останніх 20 років накопичено значний клінічний матеріал стосовно взаємозв'язку різноманітних показників ВСР з вегетативними дисфункціями у хворих з соматичною патологією [1, 2, 4, 9]. Особливо інформативними вважаються спектральні показники ВСР, які відображають активність різних ланок АНС [7, 12]. З іншого боку, встановлено, що глибоке дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку суттєво впливає на показники ВСР [3, 8, 10], зокрема зростає загальна ВСР як за даними статистичного, так і спектрального аналізу ритмокардіограми. Такі зсуви на думку багатьох авторів асоціюються із зростанням адаптаційного потенціалу здорових людей та позитивно впливають на перебіг вегетативних дисфункцій у хворих з патологією серцево-судинної, дихальної та травної системи [1, 2, 4, 8]. Описані позитивні наслідки використання дихальної гімнастики у хворих із депресивними станами [11, 13].

В останні роки, особливий інтерес в цьому контексті викликає дихальна гімнастика в режимі біологічного зворотного зв'язку з ВСР [2, 3]. Глибоке дихання, яке узгоджується із природними коливаннями серцевого ритму, здатне суттєво посилити як синусову дихальну аритмію, так і загальну ВСР [3, 5, 8]. Таке узгодження особливо ефективно досягається з допомогою портативних комп'ютерних пристроїв, що візуалізують ВСР і дозволяють самостійно коригувати частоту і глибину дихання для досягнення максимального ефекту. Ми поставили за мету з'ясувати чи здатні такі пристрої в рекомендованих режимах використання суттєво вплинути на ВСР і наскільки тривалий цей ефект.

Короткий огляд публікацій за темою. Відомо, що дихання та регуляція серцевого ритму є тісно пов'язаними фізіологічними процесами [3, 10]. Їх тонка координація є необхідною умовою адаптації організму людини до метаболічних потреб. Одним із найяскравіших проявів цієї координації є синусова дихальна аритмія (СДА) – фізіологічні коливання тривалості серцевого циклу, пов'язані із дихальною періодикою [5, 13]. При вдиху активується симпатична ланка АНС, що призводить до підвищення частоти серцевих скорочень

(ЧСС). При видиху, навпаки, посилюється тонус парасимпатичної ланки АНС, що є причиною сповільнення серцевого ритму. Такі флуктуації ЧСС вносять суттєвий вклад у загальну ВСР, зокрема, у високочастотну ділянку його спектру у діапазоні 0,15–0,4 Гц (HF). В зв'язку з цим спектральну енергію кривої ВСР в цьому частотному діапазоні зазвичай використовують, як неінвазивний маркер активності парасимпатичної ланки АНС [1, 7, 12]. У ряді досліджень показано, що вираженість СДА позитивно корелює із тонусом парасимпатичної ланки АНС і здатна модулювати психофізіологічні реакції на ментальні стресори [3, 8, 10-13]. Тому пошук немедикаментозних методів підвищення ВСР і, зокрема, її високочастотної компоненти, з метою кращої адаптації організму до різноманітних стресорів, особливо в умовах патології, видається достатньо фізіологічно обґрунтованим.

Одним із пристроїв, що добре зарекомендував себе в якості засобу біологічного зворотного зв'язку, є прилад StressEraser («Helicor», USA). З його допомогою особа, яка тренується, може підібрати оптимальну індивідуальну частоту і глибину дихання, яка забезпечує найбільш гармонійні співвідношення між кардіореспіраторною системою та АНС. У ряді досліджень показано, що така гармонізація підвищує тонус парасимпатичної ланки АНС, викликає психологічну релаксацію і підвищує стійкість до дії стресових факторів [10, 13]. Портативні прилади для дихальної гімнастики в режимі біологічного зворотного зв'язку з ВСР на даний час широко рекламуються і відносно доступні за ціною. Однак вони позиціонуються розробниками, перш за все, як засоби психологічної релаксації.

Мета роботи – з'ясувати вплив глибокого діафрагмального дихання у режимі біологічного зворотного зв'язку на ВСР у здорових осіб молодого віку.

Матеріали і методи. У дослідженні брали участь 20 осіб чоловічої статі віком від 18 до 20 років, які випадковим чином були розподілені на 2 групи з чисельністю по 10 осіб у кожній. Середній вік обстежених юнаків – 18,4±0,5 років. Усі учасники експерименту не пред'являли скарг на стан здоров'я, не мали відхилень від норми за даними лікарського обстеження і професійно не займалися спортом. Учасники першої групи займалися дихальними вправами з використан-

ням портативного пристрою біологічного зворотного зв'язку StressEraser («Helicor», USA), другої – дихальною гімнастикою без використання приладу. Кожний сеанс тривав від 10 до 15 хвилин. Всього було проведено 10 сеансів щоденно в ранкові години.

У ході тренування кожний учасник першої групи змінював частоту дихання у відповідності із візуальними сигналами приладу StressEraser. Хвильова структура серцевого ритму розраховувалася приладом за даними фотоплетизмографічного датчика, який детектував пульсове кровонаповнення вказівного пальця. Поява маркера у вигляді трикутника у верхній частині екрану давала сигнал до початку видиху. У випадку узгодження хвильової структури серцевого ритму із темпом дихання прилад індикував нараховувані учаснику бали за кожний вдалий дихальний акт квадратами у нижній частині екрану (рис. 1, а, б). 3 квадрати оцінюються приладом у 1 бал. Сеанс тривав до набору 30 балів.

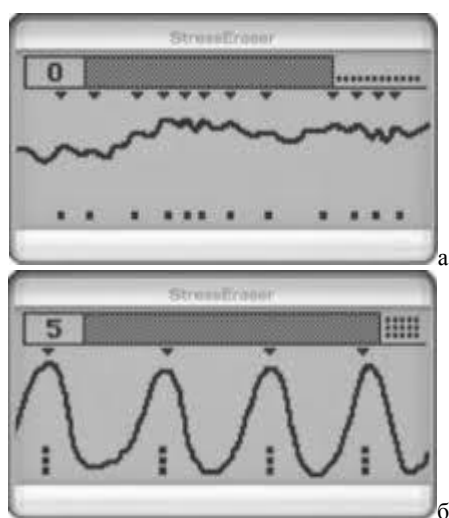


Рис. 2. Візуалізація виконання дихальних вправ на дисплеї приладу StressEraser
а – на 1-й хвилині тренування; б – на 15-хвилині тренування

ВСР реєстрували з допомогою дистанційного монітора серцевого ритму Polar RS800CX та програмного забезпечення Polar ProTrainer5. Для розрахунків показників ВСР використовували 5-хвилинні стаціонарні ділянки кривої 1-го відведення ЕКГ згідно рекомендацій Європейської та Північно-Американської асоціації кардіологів (1996) [7]. Як показники ВСР були використані середньоквадратичне відхилення тривалості кардіоін-

тервалів (SD, мс) яке відображає загальну ВСР; квадратний корінь із середнього значення квадратів різниць величин послідовних пар кардіоінтервалів (RMSSD, мс), що відображає переважно вплив парасимпатичного відділу АНС; число пар послідовних інтервалів R-R, що відрізняються за тривалістю більш, ніж на 50 мс (pNN50), яке відображає активність периферичних ланок АНС. Окрім цього, визначали такі спектральні параметри ВСР, як TP (мс²) – загальна енергія спектру частот серцевого ритму, що відображає сумарний вплив на серцевий ритм всіх регуляторних систем; HF (мс²) – високочастотний компонент спектру серцевого ритму в діапазоні 0,15-0,4 Гц, що відображає переважно вагусний вплив на ритм серця, пов'язаний із диханням; LF (мс²) – низькочастотний компонент спектру серцевого ритму в діапазоні 0,04-0,15 Гц, що відображає переважно вплив симпатичного відділу АНС на серцевий ритм, в т.ч. – активність судинно-рухового центру та VLF(мс²) – наднизькочастотний компонент спектру серцевого ритму в діапазоні 0,003-0,04 Гц, що відображає сумарну активність надсегментарних відділів АНС і нейрогуморальні впливи на ритм серця. Додатково розраховували показник симпато-вагального балансу (LF/HF) та відсотковий вклад кожного із частотних компонентів спектру у TP (HF%/LF% та VLF%).

Отримані числові дані були оброблені методами варіаційної статистики з використанням критерію Стьюдента при рівні значимості $p < 0,05$. Динаміка показників ВСР під впливом діафрагмального дихання оцінювалась методом парних порівнянь. А міжгрупові відмінності оцінювались методом однофакторного дисперсійного аналізу.

Результати та їх обговорення. З метою з'ясування впливу діафрагмального дихання в режимі в режимі біологічного зворотного зв'язку на показники ВСР реєстрували 1-е відведення ЕКГ в усіх обстежених осіб з допомогою дистанційного монітора серцевого ритму Polar RS800CX в положенні сидячи після 10 хвилинної адаптації до умов реєстрації. Останні 5 хвилин адаптаційного періоду використовували для отримання фонових показників ВСР. У наступні 15 хвилин тривав сеанс діафрагмального дихання, після його завершення продовжували реєстрацію ЕКГ ще протягом 5 хвилин. Про ефективність впливу сеансу дихання на ВСР судили, порівнюючи перший та другий 5-хвилинний проміжок. Результати цього порівняння представлені у таблиці 1.

Таблиця 1. Динаміка показників варіабельності серцевого ритму під впливом однократного сеансу діафрагмального дихання

Показник	З застосуванням пристрою StressEraser (n=10)		Без застосування пристрою (n=10)	
	Фон	Після сеансу	Фон	Після сеансу
SD, мс	52,5±6,2	62,7±2,6*	54,9±5,4	61,4±5,6*
RMSSD, мс	34,3±4,3	46,5±3,8*	37,1±4,2	43,2±6,6
pNN50,%	18,6±1,5	22,8±1,8*	16,5±1,3	19,8±1,6*
TP, мс ²	3797±345	4799±433*	3944±401	4585±434*
HF, мс ²	762±108	894±144	725±223	764±156
LF, мс ²	1781±223	2888±216*	1955±225	2664±301*
VLF, мс ²	1254±176	1017±198*	1264±257	1157±232
LF/HF	2,3±0,21	3,2±0,23*	2,7±,22	3,5±0,24*
HF, %	20,1±4,4	18,6±3,7	18,4±4,7	16,7±3,9
LF, %	46,9±5,2	60,2±4,9*	49,6±3,6	58,1±3,9*
VLF, %	33,0±3,5	21,2±2,9*	32,0±3,3	25,2±2,9*

Примітка. * – статистично вірогідна зміна по відношенню до фонового показника ($p < 0,05$)

Як свідчать наведені результати, у обох групах обстежених спостерігалась схожа динаміка показників ВСР, але її вираженість була різною. Спільним інтегральним ефектом діафрагмального дихання було суттєве зростання ВСР як за даними статистичних, так і спектральних показників. Так, SD у групі з застосуванням пристрою StressEraser, зросла на $10,2 \pm 1,2$ мс ($p < 0,01$); у групі без застосування пристрою – на $6,5 \pm 2,4$ мс ($p < 0,05$). Аналогічне зростання рNN50 у цих групах склало $4,2 \pm 0,4$ % ($p < 0,001$) та $3,3 \pm 0,7$ % ($p < 0,01$), відповідно. Показник RMSSD, що характеризує парасимпатичну ланку АНС, статистично вірогідно зростає тільки у першій групі відповідно на $12,2 \pm 1,4$ мс ($p < 0,01$) (див. табл. 1).

Зростання загальної ВСР підтверджують і спектральні показники, зокрема TP, який підвищився у обидвох групах відповідно на 1002 ± 145 мс² ($p < 0,01$) та 645 ± 189 мс² ($p < 0,05$). Перевагою спектрального аналізу серцевого ритму є можливість з'ясувати динаміку окремих ланок АНС під впливом діафрагмального дихання. Зокрема, у двох групах найбільших зсувів зазнав низькочастотний діапазон спектральної кривої LF, який згідно загальноприйнятої трактовки відображає активність симпатичної ланки АНС та судинно-рухового центру. Зростання потужності LF у групі з StressEraser склало 1107 ± 123 мс² ($p < 0,01$), у групі без застосування пристрою – 709 ± 109 ; ($p < 0,05$) (див. табл. 1). Однак в умовах глибокого діафрагмального дихання його частота в усіх учасників експерименту знаходилась в діапазоні 5-7 дихальних рухів за хвилину, що корелює із частотними характеристиками LF хвиль спектру серцевого ритму (0,1 Гц). Тому в цих умовах потужність LF діапазону характеризує не стільки активність симпатичної ланки АНС, а відображає дихальну періодичку. З цих же міркувань зростання коефіцієнту LF/HF у обидвох групах відповідно на $0,9 \pm 0,16$ мс² ($p < 0,05$) та $0,8 \pm 0,18$ мс² ($p < 0,05$) не слід трактувати як посилення активності симпатичної ланки АНС. Не виявлено вірогідних змін показника HF у 2-х групах. Потужність хвиль наднизькочастотного діапазону VLF вірогідно зменшувалась тільки у першій групі на 237 ± 56 ($p < 0,05$) (див. табл. 1). При аналізі відсоткової спектральної структури серцевого ритму до та після сеансу діафрагмального дихання встановлено, що у обох групах мало місце вірогідне зменшення питомої ваги хвиль наднизької частоти VLF% відповідно на $11,8 \pm 2,2$ % ($p < 0,01$) та $6,8 \pm 2,4$ % ($p < 0,05$) (див. табл. 1). Існує спільна думка про те, що збільшення цього показника та його питомої ваги в спектрі серцевого ритму (VLF%) означає «централізацію» керування серцевим ритмом і є ознакою зменшення адаптаційних можливостей організму. Отримані нами дані дозволяють стверджувати, що як однократний вплив діафрагмального дихання, так і 10-денний курс тренувань зменшує VLF та VLF% у більшості осіб на фоні зростання загальної ВСР. По суті йдеться про перерозподіл активності АНС на користь її периферичних відділів. Це в свою чергу, може трактуватися, як зростання регуляторного резерву організму [1].

Порівнюючи інтегральний вплив на ВСР діафрагмального дихання із застосуванням портативного

приладу біологічного зворотного зв'язку StressEraser та без нього за даними SD та TP, можна відмітити, що він був більш вираженим у першій групі, яка працювала з цим приладом і меншим у другій групі, учасники якої не використовували жодної пристрій (див. табл. 1). Механізм позитивного впливу глибокого діафрагмального дихання на фізіологічний стан організму вбачають у перерозподілі активності периферичних ланок АНС на користь парасимпатичного відділу, що проявляється у збільшенні загальної ВСР та індексів парасимпатичної ланки [3, 5]. Наші дані загалом підтверджують ці уявлення, про що свідчить вірогідне зростання SD та TP у обидвох групах обстежених. Однак при вивченні ефекту ізольованого сеансу глибокого дихання в найбільшій мірі зростає показник LF, який в звичайних умовах фізіологічного спокою відображає активність симпатичної ланки. Однак в умовах відносно повільного діафрагмального дихання, частота якого (5-7 дихальних рухів за хвилину) близька до низькочастотного діапазону спектру серцевого ритму LF (0,1 Гц), цей показник відображає не активність симпатичної ланки, а узгодження барорецепторного рефлексу з частотою дихання та серцевим ритмом. Таку частоту дихання, при якій досягається таке узгодження називають резонансною частотою (термін запропонував Lehrer) [8]. Показано, що під час тривалого вдиху (протягом приблизно 5 секунд) завдяки активації симпатичної ланки АНС серцевий ритм пришвидшується, одночасно активація барорецепторів стимулює серцевий ритм з метою не допустити зниження артеріального тиску. Під час видиху процеси розвиваються в протилежному напрямі. Зменшення об'єму грудної клітки створює тенденцію до підвищення артеріального тиску, зменшує імпульсацію від барорецепторів та рефлекторно активує парасимпатичну ланку, зменшуючи частоту серцевого ритму [6, 14]. Це пояснює, чому під час дихання з резонансною частотою ВСР зростає. Точна синхронізація серцево-судинної, дихальної та автономної нервової системи створює стан фізіологічної когерентності. Саме використання портативних електронних приладів біологічного зворотного зв'язку дозволяє людині візуально спостерігати рівень когерентності цих систем під час тренування і вносити необхідні корективи в паттерни власного дихання. Як свідчать отримані нами дані, ефективним з цієї точки зору є прилад StressEraser, який візуально відображає когерентність систем і дає візуальні підказки у випадку її зниження.

Висновки. Глибоке дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку з використанням портативного пристрою StressEraser упродовж 15 хвилин суттєво впливає на функціональний стан автономної нервової системи за даними варіабельності серцевого ритму. Основні зміни у функціональному стані АНС полягають у зростанні загального тону автономної нервової системи та перерозподілі активності між її центральними та периферичними ланками на користь останніх. Дихальна гімнастика без використання пристрою біологічного зворотного зв'язку не дозволяє ефективно контролювати стан фізіологічної когерентності серцево-судинної, дихальної та автономної нервової системи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний, 1997. М.: Медицина, 235 с.
2. Ярмош И.В., Суворов Н.Б., Болдуева С.А. Применение кардиореспираторного тренинга у пациентов с острым инфарктом миокарда // Усовершенствованная медицинская технология, 2011. СПб, 25 с.
3. Biofeedback training to increase heart rate variability / Lehrer, P. // Principles and practice of stress management, 3 rd ed. / Lehrer, P.M., Woolfolk, R.L., Sime, W.E. (Eds.), 2007. New York: Guilford Press, P. 227-248.
4. Biofeedback treatment increases heart rate variability in patients with known coronary artery disease / Del Pozo, J., Gevirtz, R., Scher, B., Guarneri, E. // American Heart Journal, 2004, # 147, P. G1-G6.
5. Effects of Respiratory Sinus Arrhythmia Biofeedback Versus Passive Biofeedback Control / Sherlin, L., Gevirtz, R., Wyckoff, S., Muench, F. // International Journal of Stress Management, 2009. Vol. 16, # 3, P. 233-248.
6. Heart rate variability biofeedback increases baroreflex gain and peak expiratory flow / [Lehrer, P., Vaschillo, E., Vaschillo, B., et al.] // Psychosomatic Medicine, 2003, # 65, P. 796-805.
7. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology // Circulation, 1996. Vol. 93, # 5, P. 1043-1065.
8. Lehrer, P., Vaschillo, E. Heart rate variability biofeedback: A new tool for improving autonomic homeostasis and treating emotional and psychosomatic diseases // Japanese Journal of Biofeedback Research, 2004, # 30, P. 7-16.
9. Low heart rate variability and the effect of depression on post-myocardial infarction mortality / [Carney, R.M., Blumenthal, J.A., Freedland, K.E., et al.] // Archives of internal medicine, 2005. Vol. 165, # 13, P. 1486-1491.
10. Paul, G., Elam, B., Verhulst, S.J. A Longitudinal Study of Students' Perceptions of Using Deep Breathing Meditation to Reduce Testing Stresses // Teaching and Learning in Medicine, 2007. Vol. 19, # 3, P. 287-292.
11. Preliminary Results of an Open Label Study of Heart Rate Variability Biofeedback for the Treatment of Major Depression / [Karavidas, M.K., Lehrer, P.M., Vaschillo, E., et al.] // Applied Psychophysiology and Biofeedback, 2007. Vol. 32, # 1, P. 19-30.
12. Thayer, J.F., Hansen A.L., Johnsen, B.H. The Non-invasive Assessment of Autonomic Influences on the Heart Using Impedance Cardiography and Heart Rate Variability // Handbook of Behavioral Medicine. – 2010. New York, NY: Springer Science+Business Media, LLC, P. 723-740.
13. The effects of respiratory sinus arrhythmia biofeedback on heart rate variability and posttraumatic stress disorder symptoms: A pilot study / [Zucker, T.L., Samuelson, K.W., Muench, F., et al.] // Applied Psychophysiology and Biofeedback, 2009, # 34, P. 135-143.
14. Vaschillo, E., Vaschillo, B., Lehrer, P. Characteristics of resonance in heart rate variability stimulated by biofeedback // Applied Psychophysiology Biofeedback. – 2006. Vol. 31, # 2, P. 129-142.
15. Wheat, A.L Larkin, K. T.. Biofeedback of heart rate variability and related physiology: A critical review // Applied psychophysiology and biofeedback, 2010, # 35. P. 229-242.

REFERENCES

1. Baevsky, R.M., Berseneva, A.P. Evaluation of adaptive capabilities of the organism and the risk of diseases, 1997. Moscow: Medicine, 235 p.
2. Yarmosh, I.V., Suvorov, N.B., Boldueva, S.A. Application of cardiorespiratory training in patients with acute myocardial infarction // Improved medical technology, 2011. SPb, 25 p.
3. Biofeedback training to increase heart rate variability / Lehrer, P. // Principles and practice of stress management, 3 rd ed. / Lehrer, P.M., Woolfolk, R.L., Sime, W.E. (Eds.), 2007. New York: Guilford Press, P. 227-248.
4. Biofeedback treatment increases heart rate variability in patients with known coronary artery disease / Del Pozo, J., Gevirtz, R., Scher, B., Guarneri, E. // American Heart Journal, 2004, # 147, P. G1-G6.
5. Effects of Respiratory Sinus Arrhythmia Biofeedback Versus Passive Biofeedback Control / Sherlin, L., Gevirtz, R., Wyckoff, S., Muench, F. // International Journal of Stress Management, 2009. Vol. 16, # 3, P. 233-248.
6. Heart rate variability biofeedback increases baroreflex gain and peak expiratory flow / [Lehrer, P., Vaschillo, E., Vaschillo, B., et al.] // Psychosomatic Medicine, 2003, # 65, P. 796-805.
7. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology // Circulation, 1996. Vol. 93, # 5, P. 1043-1065.
8. Lehrer, P., Vaschillo, E. Heart rate variability biofeedback: A new tool for improving autonomic homeostasis and treating emotional and psychosomatic diseases // Japanese Journal of Biofeedback Research, 2004, # 30, P. 7-16.
9. Low heart rate variability and the effect of depression on post-myocardial infarction mortality / [Carney, R.M., Blumenthal, J.A., Freedland, K.E., et al.] // Archives of internal medicine, 2005. Vol. 165, # 13, P. 1486-1491.
10. Paul, G., Elam, B., Verhulst, S.J. A Longitudinal Study of Students' Perceptions of Using Deep Breathing Meditation to Reduce Testing Stresses // Teaching and Learning in Medicine, 2007. Vol. 19, # 3, P. 287-292.
11. Preliminary Results of an Open Label Study of Heart Rate Variability Biofeedback for the Treatment of Major Depression / [Karavidas, M.K., Lehrer, P.M., Vaschillo, E., et al.] // Applied Psychophysiology and Biofeedback, 2007. Vol. 32, # 1, P. 19-30.
12. Thayer, J.F., Hansen A.L., Johnsen, B.H. The Non-invasive Assessment of Autonomic Influences on the Heart Using Impedance Cardiography and Heart Rate Variability // Handbook of Behavioral Medicine. – 2010. New York, NY: Springer Science+Business Media, LLC, P. 723-740.
13. The effects of respiratory sinus arrhythmia biofeedback on heart rate variability and posttraumatic stress disorder symptoms: A pilot study / [Zucker, T.L., Samuelson, K.W., Muench, F., et al.] // Applied Psychophysiology and Biofeedback, 2009, # 34, P. 135-143.
14. Vaschillo, E., Vaschillo, B., Lehrer, P. Characteristics of resonance in heart rate variability stimulated by biofeedback // Applied Psychophysiology Biofeedback. – 2006. Vol. 31, # 2, P. 129-142.
15. Wheat, A.L Larkin, K. T.. Biofeedback of heart rate variability and related physiology: A critical review // Applied psychophysiology and biofeedback, 2010, # 35. P. 229-242.

The dynamics of heart rate variability indices in healthy young persons under the influence of diaphragmatic breathing in the biofeedback mode

V.P. Feketa, K.P. Meleha, O.S. Palamarchuk

Abstract. The influence of deep diaphragmatic breathing in biofeedback mode using handheld computer device StressEraser ("Helicor", USA) and without this device on heart rate variability (HRV) in healthy young men was investigated. It was established that breathing exercises lasting of about 15 minutes significantly affect the functional state of the autonomic nervous system (ANS). According to the HRV the deep breathing increases the overall tone of ANS activity and redistributed the relationship between its central and peripheral parts. The most effective influence on the functional state of ANS provides the device StressEraser.

Keywords: autonomic nervous system, heart rate variability, diaphragmatic breathing, breathing exercises, biofeedback device