

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

ПАЛАМАРЧУК ОЛЬГА СЕРГІЇВНА

**ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ
АВТОНОМНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ ПІД ВПЛИВОМ
ГЛИБОКОГО ДИХАННЯ В РЕЖИМІ БІОЛОГІЧНОГО
ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ**

Монографія

Ужгород – 2021

УДК 611.8:612.2-042.3(02.064)

П 14

Паламарчук О.С. Особливості функціонального стану автономної нервової системи під впливом глибокого дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку: монографія. Ужгород: Вид-во УжНУ «Говерла», 2021. 128 с. ISBN 978-617-7825-41-7

*Рекомендовано до друку Вченою радою
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
(протокол №6 від 27 травня 2021 р.)*

Рецензенти:

Лемко Іван Степанович – директор ДУ «НПМЦ "Реабілітація" МОЗ України», доктор медичних наук, старший науковий співробітник.

Савка Юліанна Михайлівна – кандидат медичних наук, доцент, завідувачка кафедри фізіології та патофізіології медичного факультету ДВНЗ «Ужгородський національний університет».

Монографія присвячена вивченню впливу глибокого дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку на функціональний стан автономної нервової системи здорових осіб за даними варіабельності серцевого ритму із можливістю його використання для корекції автономних дисфункцій.

Отримані у виданні дані поглиблюють уявлення про фізіологічні механізми участі автономної нервової системи у процесах адаптації до ментальних стресорів. Крім того, основні наукові результати роботи дозволять запропонувати методи оптимізації розумової діяльності осіб, зайнятих операторською діяльністю на електронно-обчислювальних пристроях.

ISBN 978-617-7825-41-7

© О.С. Паламарчук, 2021

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	5
ПЕРЕДМОВА	6
РОЗДІЛ 1 МЕТОД БІОЛОГІЧНОГО ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ СЕРЦЕВОГО РИТМУ...	9
1.1 Біологічний зворотний зв'язок як метод лікування та профілактики захворювань	9
1.1.1 Контури біологічного зворотного зв'язку та його технології	11
1.1.2 Варіанти методик біологічного зворотного зв'язку	12
1.2 Варіабельність серцевого ритму та її фізіологічна інформативність	16
1.2.1 Кількісні значення варіабельності серцевого ритму	18
1.2.2 Зв'язок між патологічними станами та ВСР	20
1.2.3 Спосіб життя і варіабельність серцевого ритму	24
1.2.4 Вплив віку, статі та генетики на ВСР	24
1.2.5 Методи вимірювання стресу, що не базуються на вимірюванні ЧСС і ВСР	25
1.2.6 Серцево-судинні фактори ризику	26
1.3 Тренування в режимі біологічного зворотного зв'язку з реєстрацією варіабельності серцевого ритму	29
1.4 Клінічне застосування біологічного зворотного зв'язку	34
1.5 БЗЗ-тренінг, як метод формування психологічних навичок у спортсменів	38
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ОЦІНКИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ АВТОНОМНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ	42
2.1 Дослідження варіабельності серцевого ритму (ВСР)	42
2.2 Вплив на функціональний стан АНС шляхом глибокого дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку	44
2.3 Комплексна оцінка адаптаційних резервів організму за допомогою розрахунку показника активності регуляторних систем (ПАРС) за Баєвським Р.М.	48
2.4 Оцінка психофізіологічного стану студентів за суб'єктивними шкалами	49

РОЗДІЛ 3 ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН АВТОНОМНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ ПІД ВПЛИВОМ ГЛИБОКОГО ДИХАННЯ ТА ЙОГО ДІЯ НА ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИЙ СТАТУС	52
3.1 Вплив однократного сеансу глибокого дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку на параметри варіабельності серцевого ритму	55
3.2 Порівняльна характеристика ефектів глибокого дихання з використанням та без використання біологічного зворотного зв'язку	60
3.3 Ефект місячного курсу глибокого дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку на функціональний стан АНС	66
3.4 Взаємозв'язок між психофізіологічним станом студентів медиків молодших курсів та функціональним станом АНС за даними варіабельності серцевого ритму	69
3.5 Глибоке діафрагмальне дихання у режимі біологічного зворотного зв'язку як засіб корекції психофізіологічного стану	78
РОЗДІЛ 4 ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ З СВІТОВИМИ ДАНИМИ	88
4.1 Підходи до інтерпретації параметрів ВСР	89
4.2 Способи впливу на функціональний стан АНС	92
ПІСЛЯМОВА	97
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	100
ДОДАТКИ	122

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АНС – автономна нервова система
АТ – артеріальний тиск
БЗЗ – біологічний зворотній зв'язок
ВДР – великий депресивний розлад
ВНД – вища нервова діяльність
ВНС – вегетативна нервова система
ВСП – варіабельність серцевого ритму
ДАТ – діастолічний артеріальний тиск
ДВНЗ – Державний вищий навчальний заклад
ЕДГ – електродермографія
ЕЕГ – електроенцефалографія
ЕКГ – електрокардіографія
ЕМГ – електроміографія
ЗАС – загальний адаптаційний синдром
ІМТ – індекс маси тіла
ПАРС – показник активності регуляторних систем
ПНС – парасимпатична нервова система
ПТСР – посттравматичний стресовий розлад
РДА – респіраторна дихальна аритмія
СА – синусовий вузол
СДА – синусова дихальна аритмія
СІЗЗС – селективні інгібітори зворотного захоплення серотоніну
СР – серцевий ритм
СНС – симпатична нервова система
ЦНС – центральна нервова система
ЧСС – частота серцевих скорочень
GBV – Гісенівський опитувальник
HF – високочастотний компонент спектра серцевого ритму
IBI – міжінтервальні удари
LF – низькочастотний компонент спектра серцевого ритму
LF/HF – симпато-вагальний баланс
pNN50 – число пар послідовних інтервалів R-R, що відрізняються за тривалістю більш, ніж на 50 мс
RMSSD – квадратний корінь із середнього значення різниць квадратів послідовних пар кардіоінтервалів
SD – середньоквадратичне відхилення тривалості кардіоінтервалів
SMD – стандартна середня різниця
TP – загальна енергія спектра частот серцевого ритму
VLF – наднизькочастотний компонент спектра серцевого ритму

ПЕРЕДМОВА

Відомо, що функціональний стан автономної нервової системи (АНС) є одним із найбільш суттєвих чинників, які визначають особливості та наслідки перебігу різноманітних патологічних процесів. Автономні дисфункції часто є не тільки фоном, але причиною багатьох захворювань внутрішніх органів, тому корекція функціонального стану АНС є необхідним елементом етіологічного та патогенетичного обґрунтованого лікування.

В клінічній медицині останніх десятиліть дедалі частіше застосовуються неінвазивні технології. Ця тенденція дала поштовх для розвитку біологічного зворотного зв'язку як способу лікування та профілактики захворювань серцево-судинної, нервової та інших систем. Використання спеціалізованих приладів та сенсорів дозволяє людині отримувати зворотній зв'язок від серцевого ритму, температури шкіри, активності головного мозку, артеріального тиску, дихання та м'язової активності.

При використанні біофідбеку з контуром варіабельності серцевого ритму надається інформація про послідовність R-R інтервалів, що відображають діяльність регуляторних систем організму. Біологічний зворотній зв'язок розглядається як дієвий метод тренування необхідних психофізіологічних навичок, що продемонстровано в ряді наукових досліджень в галузі психофізіології. Зокрема, методи біологічного зворотного зв'язку застосовуються з метою підвищення ефективності саморегуляції функцій організму.

Дихальна гімнастика розглядається як один із ефективних методів впливу на функціональний стан АНС, здатний суттєво перерозподілити фізіологічну активність її компонентів на користь парасимпатичної ланки. Це, зокрема, стосується синусової дихальної аритмії (СДА), викликаної модуляцією тонузу блукаючого нерва при глибокому діафрагмальному диханні. Вважається доведеним, що СДА відповідальна за походження високочастотного компоненту варіабельності серцевого ритму в діапазоні 0.15–0.4 Гц, відомого як HF хвилі. Саме тому в клінічних дослідженнях показник спектральної енергії серцевого

ритму в цьому діапазоні використовують як неінвазивний показник активності парасимпатичного відділу АНС. Вираженість СДА тісно корелює із тонусом парасимпатичного відділу АНС і може бути одним із факторів, здатних підвищувати адаптаційний ресурс як здорових осіб, так і хворих, що перебувають в стані хронічного стресу.

Це є аргументом для пошуку різноманітних методів підвищення варіабельності серцевого ритму і, зокрема, її високочастотної компоненти, з метою оптимізації психофізіологічного стану пацієнтів. Серед цих методів чільне місце займає дихальна гімнастика в режимі біологічного зворотного зв'язку з варіабельністю серцевого ритму [1,2]. Цей метод видається достатньо фізіологічно обґрунтованим в якості доступного та неінвазивного засобу створення фізіологічної синусової дихальної аритмії та корекції з її допомогою автономних дисбалансів.

Біологічний зворотний зв'язок вносить суттєву специфіку у ефективність вагальної модуляції серцевого ритму. Він забезпечує більш повноцінне узгодження дихальної періодики з варіабельністю серцевого ритму. Це досягається завдяки можливості візуальної корекції паттернів варіабельності серцевого ритму, які відображаються на екрані портативного приладу біологічного зворотного зв'язку. Прилад подає пацієнту аудіальні і візуальні сигнали про зміну частоти і глибини дихання. В результаті дихальні цикли оптимально узгоджуються з частотою серцевих скорочень і гармонізують взаємодію різних ланок автономної регуляції. Показано, що така гармонізація може бути досягнута шляхом спеціальних тренувань у здорових людей та пацієнтів з різноманітною психосоматичною патологією [3,4]. Однак залишаються недостатньо дослідженими методичні аспекти таких тренувань, тривалість позитивного ефекту, показання та протипоказання для різних категорій пацієнтів.

Отримані в роботі дані поглиблюють уявлення про фізіологічні механізми участі автономної нервової системи у процесах адаптації до ментальних

стресорів, зокрема у студентів медичних вузів. За допомогою комплексного аналізу ВСР та розрахунку ПАРС можна прогнозувати успішність адаптації студентів до навчального стресу та оцінити функціональну активність різних ланок АНС. Ця інформація може бути використана для організації навчального процесу за індивідуальними навчальними планами. Основні наукові результати цієї роботи дозволять запропонувати методи оптимізації розумової діяльності осіб, зайнятих операторською діяльністю на електронно-обчислювальних пристроях.

РОЗДІЛ 1

МЕТОД БІОЛОГІЧНОГО ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ СЕРЦЕВОГО РИТМУ

1.1 Біологічний зворотний зв'язок як метод лікування та профілактики захворювань

В клінічній медицині останніх десятиліть дедалі частіше застосовуються неінвазивні технології. Ця тенденція дала поштовх для розвитку біологічного зворотного зв'язку (БЗЗ) як способу лікування та профілактики захворювань серцево-судинної, нервової та інших систем [5,6].

Біологічний зворотний зв'язок – це процес, що дозволяє стати обізнаним з фізіологічними функціями тіла. Використання спеціалізованих приладів та сенсорів дозволяє людині отримувати зворотний зв'язок від серцевого ритму, температури шкіри, активності головного мозку, артеріального тиску, дихання та м'язової активності. Перевага БЗЗ полягає у можливості пацієнта самостійно реєструвати, оцінювати та контролювати власні регуляторні системи організму з метою покращення здоров'я та якості життя [7].

Зародившись у 1960-1970-х роках, біологічний зворотний зв'язок на сьогодні є одним з потужних методів лікування певних захворювань і поліпшення працездатності людини. Ця еволюція була обумовлена багатьма роками науково-дослідної праці, яка демонструє, що розум і тіло пов'язані, і що люди можуть бути навчені використовувати силу цього зв'язку, щоб змінити фізичну активність і поліпшити здоров'я і працездатність [8].

Перші роботи з використанням БЗЗ виконані в області нейрофізіології. У 1958 році Каміуа [9] почав вивчати зміни альфа-ритму електроенцефалограми (ЕЕГ) піддослідних (альфа-нейрофідбек) при виконанні різних ментальних вправ. Проводився пошук кореляції між високою щільністю альфа-ритму та станом спокою та розслабленості. Але виявилось, що альфа-ритм не має універсальної стресознижуючої дії [9]. Пізніше Barry Sterman та співавтори продемонстрували

високу ефективність нейрофідбека з використанням бета-ритму (бета-нейрофідбек), включно з сенсомоторною ритмічною активністю ЕЕГ [10]. Нейрофідбек було використано для лікування епілепсії [11], синдрому дефіциту уваги та гіперактивності [12, 13].

Протягом останніх 15-25 років відмічається різке зростання інтересу до нейрофідбеку, пов'язане з більш чітким розумінням тонких механізмів, що лежать в його основі. Нейрофідбек з альфа- та тета-ритмом використовувався у лікуванні алкогольної [14, 15, 16] та інших видів залежності, а також тривожних розладів [17, 18]. Sargent, Green і Walters [19] застосовували температурний біофідбек для лікування мігрені. Пацієнтів навчали підвищувати температуру кінчиків пальців (вазодилатація), знижуючи температуру в ділянці чола (вазоконстрикція). Згідно їхніх даних майже 75% досліджуваним вдалось знизити та скоротити тривалість та інтенсивність приступів мігрені. Більш пізні дослідження підтвердили ці результати.

Thomas Budzynski [20] та співр. використовували електроміографічне тренування (ЕМГ- біофідбек) для навчання пацієнтів знижувати напругу у м'язах чола при головному болю м'язового генезу. У 1960 Marinacci та Horande [21] продемонстрували, що ЕМГ-біофідбек може використовуватись у лікуванні нервово-м'язових розладів. У 1977 р. Baker та співр. [22] запропонували шкалу для стратифікування пацієнтів, які перенесли інсульт, згідно степеню прогресу у відновленні нервово-м'язового контролю. Basmajian [22] показав, що пацієнти можуть навчитись контролювати активність окремих мотонейронів. При постійних фізичних вправах з ЕМГ-біофідбеком функціонування м'язів в багатьох випадках може бути поступово відновлене, навіть у тих випадках, коли воно було повністю втрачене. В. Brucker [23] займався практичним застосуванням цієї методики відновлення контролю над окремими м'язовими групами при травмах спинного мозку та інших випадків парезів та плегій. J. Cram та S. Donaldson [24] розробили стандартизовані методи ЕМГ-біофідбеку та спеціальні вправи для різних груп м'язів.

У зв'язку з накопиченням великої кількості досліджень у 1968 році у Санта-Монтані, США, було проведено перше засідання Bio-Feedback Research Society. У подальшому з розширенням діяльності організації її назва та склад зазнавали змін, за прикладом США у інших країнах виникали організації та професійні товариства, що займались питаннями біофідбеку. У 1996 році було засновано Biofeedback Foundation of Europe. У 2008 р. пройшло трансатлантичне об'єднання ресурсів.

З питань біофідбеку випускаються два спеціалізовані наукові журнали: Biofeedback Magazine (<http://www.aarpb-biofeedback.com/toc/biof/current>) та Applied Psychophysiology and Biofeedback Journal [25].

1.1.1 Контури біологічного зворотного зв'язку та його технології

Біологічний зворотний зв'язок - це канал передачі інформації, щодо біологічної діяльності індивіда, яка збирається, обробляється й надходить назад до нього, так що він у результаті може змінити цю діяльність. Так формується «контур зворотного зв'язку».

Контури зворотного зв'язку зустрічаються в регуляції практично всіх функцій організму, починаючи від клітинного рівня його організації в тому числі, регуляторні механізми, що відповідають за зміну швидкості протікання елементарних біохімічних реакцій, до вкрай складних видів розумової діяльності людини та її емоційних реакцій. Наявність інформації про результат тієї або іншої дії необхідна для того, щоб змінити її певним (але не випадковим) чином.

Основним принципом, на якому ґрунтується біологічний зворотний зв'язок, є активна участь самого пацієнта в зміні його стану.

Більшість вегетативних функцій організму регулюються на підсвідомому рівні, що підвищує швидкість і ефективність пристосувальних реакцій. Це стосується, перш за все метаболізму, підтримання постави тіла, терморегуляції і т.п. Однак це виключає свідомий контроль цих процесів і робить регуляцію функцій дещо інертною у тих випадках, коли швидко змінюються умови

існування. Саме на це й націлений біологічний зворотний зв'язок, який дає організму можливість отримати свідомий контроль над автономною фізіологічною діяльністю.

Тренування методом біологічного зворотного зв'язку успішно застосовуються для корекції наступних станів: тривоги, бронхіальної астми, синдрому дефіциту уваги та гіперактивності, хронічного больового синдрому, депресії, епілепсії, головного болю, гіпертензії, безсоння, синдрому подразненого товстого кишечника, посттравматичного стресового розладу, інсульту, та нетримання сечі [12]. Для різних станів використовуються різні методики тренування біологічного зворотного зв'язку, серед найбільш поширених – методики з використанням електроміографії (ЕМГ), варіабельності серцевого ритму (ВСР), електроенцефалографії (ЕЕГ), електрокардіографії (ЕКГ), електродермографії (ЕДГ) та термометрії для біологічного зворотного зв'язку.

1.1.2 Варіанти методик біологічного зворотного зв'язку

У варіанті електроміографічного біозворотного зв'язку використовується електроміограф – прилад, що реєструє зміну різниці біоелектричних потенціалів, що обумовлюють скорочення м'язів, шляхом накладання електродів на певні ділянки шкіри. Після підсилення електричного сигналу прилад конвертує його у світловий або звуковий стимул, який корелює із силою сигналу. Пацієнт сприймає ці сигнали, одержуючи в такий спосіб інформацію, необхідну для зміни певної функції, – у даному випадку – м'язового напруження.

М'язове напруження є суттєвим компонентом стресової реакції «бийся або тікай». У випадку загрози життю практично всі скелетні м'язи збільшують свій тонус, але існує певна специфіка зміни тонуусу окремих відділах тіла. Наприклад, особливо напруженими при небезпеці є м'язи задньої поверхні шиї, які утримують голову прямо, що дозволяє краще бачити небезпечні об'єкти. Оскільки зміна напруження стосується поперечно-посмугованої мускулатури, яка підвладна вольовому контролю, то з'являється можливість навчитися довільно

контролювати такі м'язи. Однак у тому випадку, якщо скорочення наростає так повільно й непомітно, що людина не усвідомлює збільшеної м'язової напруги, це може викликати труднощі. З допомогою електроміографу пацієнт здатний усвідомити навіть незначні зміни напруження м'язів, що дає йому можливість розслабити залучені до цього процесу м'язи.

Для лікування стресу біологічний зворотний зв'язок застосовується у двох основних напрямках. По-перше, він дає пацієнтові можливість навчитися розслаблювати конкретний м'яз або групу м'язів, наприклад, жувальні м'язи при злості. У наш час ЕМГ-біофідбек як стандартний метод терапії використовується при лікуванні м'язової ригідності і м'язевих спазмів, больового синдрому і в фізіотерапії для встановлення нервово-м'язового контролю. По-друге, біологічний зворотний зв'язок може бути використаний для створення генералізованої релаксації, що реалізується переважно через центральні механізми [26,27,28,29].

Використання температурного біологічного зворотного зв'язку ґрунтується на залежності судинорухових реакцій (дилатації й звуження судин) від температури периферичних ділянок шкіри. У випадку розширення периферичних кровоносних судини, шкірний кровотік суттєво зростає, в результаті чого шкіра стає більш теплою. Таким чином, ступінь вазоконстрикції чи вазодилатації судин шкіри корелює із температурою відповідних ділянок шкіри. Враховуючи, що звуження судин контролюється переважно симпатичним відділом автономної нервової системи, у такий спосіб можна опосередковано оцінити функціональну активність симпатичної ланки цієї системи.

Устаткування, що використовується в температурному біозворотному зв'язку, складається з датчика, обробляючого пристрою й дисплея. Датчиком є термістор – невеликий термічний вимірювальний прилад, що звичайно прикріплюється на палець досліджуваного. Він з'єднаний із пристроєм, що підсилює електричний імпульс із термістора й трансформує цей імпульс у світловий або в акустичний сигнал або у відхилення стрілки.

Температурний біологічний зворотний зв'язок виявився ефективним при лікуванні функціональних порушень кровообігу, зокрема – хвороби Рейно й

облітеруючого ендартеріїту судин нижніх кінцівок. Він використовується також для лікування мігрені, артеріальної гіпертонії. Окрім того він застосовується в тих випадках, коли доцільним є самоконтроль з боку пацієнта симпатичної активності, як, наприклад при астмі. Цей метод виявився корисним також при проведенні психотерапії, оскільки він інформує пацієнта при підвищену симпатикотонічну активність, якщо він опирається психотерапевтичному впливу.

Температурний біологічний зворотний зв'язок є хорошим індикатором підвищення тону симпатичної нервової системи. Саме тому він є корисним засобом навчання загальному розслабленню; пацієнтові в цьому випадку дається інструкція намагатися підвищити шкірну температуру в кінцівках. Ця форма психотерапії часто застосовується як альтернатива електроміографічному біологічному зворотному зв'язку або в комбінації з ним [30].

Електрошкірний біологічний зворотний зв'язок – є найбільш відомим методом є визначення шкірно-гальванічного опору. Необхідно відзначити, що зміна електричних характеристик шкіри також тісно пов'язана із симпатичною нервовою активністю. Тому у випадку використання електрошкірного БЗЗ пацієнт навчається впливати на симпатичну нервову регуляцію.

У психотерапії електрошкірний біозворотний зв'язок використовується головним чином як засіб систематичної десенситизації, згідно якої не можна одночасно перебувати в стані розслаблення й активності. Саме тому фобії й тривога повинні добре піддаватися лікуванню цим методом.

Електрошкірний біологічний зворотний зв'язок вважається одним із найефективніших методів зниження загального симпатичного збудження, що є неодмінним супутником стресу будь-якого походження.

До того ж електрошкірний біологічний зворотний зв'язок використовується як метод дослідження в психотерапії. З допомогою приладу для вимірювання електричного опору шкіри є можливим графічно проілюструвати реакції тіла людини на психотерапевтичний вплив. Це можна вважати способом візуалізації «мови тіла» як для лікаря, так і для пацієнта. [31, 32].

Біофідбек з поєднанням температурного та шкірно-гальванічного контурів – суть методу полягає у наданні пацієнту інформації від двох типів датчиків – температурного та даних шкірно-гальванічної реакції. Отримуючи вказану інформацію, пацієнт вчиться краще контролювати свій емоційний стан. Це поєднання контурів часто використовується в психотерапії при лікуванні деяких захворювань (мігрень, хвороба Рейно) [30], часто у поєднанні з аутогенним тренуванням.

Електроенцефалографічний біологічний зворотний зв'язок або нейрофідбек-власне це метод, з якого і почався розвиток біофідбеку. Досліджуваному демонструються показники біопотенціалів мозку, що реєструються за допомогою електроенцефалографа або просто інформація про домінуючий ритм і в кінці навчання досліджуваній може свідомо змінювати паттерн своєї ЕЕГ. Нагадаємо, що бета-хвилі спостерігаються в стані бадьорості, неспання, напруження. Їх виникнення пов'язано із зосередженням уваги на якомусь об'єкті чи думці, або ж із загальним збудженням. Альфа-хвилі, навпаки, відображають стан релаксації, для якого характерний спокій, пасивна увага й нерухомість, відсутність імпульсації від слухового та зорового аналізатора.

Виходячи із цього, з метою загального розслаблення використовувалися спроби збільшити альфа-активність кори головного мозку. Перш за все, це видається доцільним для пацієнтів з obsesивно-компульсивними розладами, а також з високим загальним рівнем тривоги. Цей метод використовувався також для полегшення засипання. Нейрофідбек застосовується і у лікуванні таких станів, як алкогольна залежність, тривожні розлади, депресії, мігрень та генералізовані епілептичні випадки [33]. Що стосується терапії стресу, то головна мета застосування електроенцефалографічного біологічного зворотного зв'язку полягає в тому, щоб навчити пацієнта збільшувати альфа-активність кори головного мозку, знижувати рівень її збудження й підвищувати в цілому індивідуальну здатність до пасивної уваги. Цей метод у порівнянні з іншими формами біологічного зворотного зв'язку використовується менш широко, але більш глибоко вивчається в експериментальних лабораторних умовах.

Біофідбек з контуром дихання – метод, при якому можна використовувати різноманітні прилади: наприклад, посилювачі (динаміки), що дозволяють чути власне дихання, спірометри, пневмографи, капнометри. Такі прилади можуть навчити пацієнта правильного ритму та глибини дихання і навіть стимулювати перехід від грудного дихання на більш здоровий діафрагмальний або черевний тип. Дихальний біофідбек застосовується при тривожних розладах, астмі, хронічних обструктивних захворюваннях легень, артеріальній гіпертензії, панічних атаках та стресі [34].

При використанні методу біофідбеку з контуром варіабельності серцевого ритму досліджуваному надається інформація про послідовність R-R інтервалів, що відображають діяльність регуляторних систем організму.

ВСП-біофідбек реалізується у різних варіантах. Перші методики полягали у застосуванні біхевіоральної психотерапії, релаксації чи управління стресом з використанням техніки ВСП, як індикатора рівноваги регуляції. Прилади ВСП-біофідбеку, які були розроблені пізніше, дають можливість «керувати» досліджуваним для підтримки оптимального співвідношення діяльності регуляторних систем організму чи зміщення їх балансу у необхідний бік. На даний час у контурах біофідбеку застосовується так звана респіраторна синусова аритмія (РСА) – тонка картина змін частоти серцевих скорочень (ЧСС), котра пов'язана з типом дихання і регуляторним впливом блукаючого нерву на серце. При цьому прилад ВСП-біофідбеку задає досліджуваному частоту дихання, яка посилює симпатичний чи парасимпатичний вплив на серце [35, 36].

ВСП-біофідбек застосовують у лікуванні артеріальної гіпертензії [37], астмі [38, 39], депресії [40, 41], фіброміалгії [42], та ін.

1.2 Варіабельність серцевого ритму та її фізіологічна інформативність

Починаючи з 1989 року, коли Appel et al. випустили в друк свої роботи, дослідження варіабельності серцевого ритму (ВСП) стало використовуватися

значно частіше. Зокрема, було накопичено значний масив інформації стосовно показників ВСР у різних категорій обстежених осіб.

Відомо, що серцевий ритм (СР) дуже чутливий до стану психіки. При зростанні метаболічних потреб, наприклад, при бігу, серцевий ритм пришвидшується, але і коли зручно влаштувавшись в кріслі, маючи психологічний стимул, наприклад, лякаючі картинки, арифметичні задачі, гучний шум, і т.д., серцевий ритм також зростає.

Як уже згадувалося, СР регулюється через обидві гілки АНС. Парасимпатична нервова система швидша в своїй відповіді і більш мінлива, ніж симпатична нервова система, по крайній мірі, в більш коротких проміжках часу. ПНС діє на СР через блукаючі нерви. Крім фізичної активності і емоцій, дихання викликає суттєві зміни в СР. Це відбувається в основному за рахунок центральних дихальних рефлексів, що впливають на блукаючий нерв, частково блокуючи його при вдиху, що підвищує ЧСС, а потім, коли блукаючий нерв повністю пригнічений при видиху, ЧСС знижується. Ця мінливість є причиною респіраторної синусової аритмії (РСА). РСА тому і використовується як індикатор вагусної активності і часто використовується в функціональних тестах АНС. У той час як дихання вважається джерелом високої частоти ВСР, регулювання температури тіла є джерелом дуже повільної частоти ВСР, інші можливі джерела, в значній мірі до сих пір невідомі [43]. Як уже згадувалося вище, ми можемо знайти два типи волокон блукаючого нерва, які розвивалися в різних філогенетичних моментах часу, спадаючи з різних місць в довгастому мозку. У той час як старіший блукаючий нерв є немієлінізованим, новіший є мієліновим. В деякій мірі ці два типи нервових волокон працюють подібним чином і обидва мають гальмівну дію на ЧСС. Проте, бувають ситуації, коли вони знаходяться в конфлікті один з одним. У дистресу плода під час пологів, активність в немієлінізованому блукаючому нерві може викликати брадикардію, яка може бути смертельною. Діяльність мієлінового блукаючого нерва у новонароджених, з іншого боку, ознака здоров'я і має захисну дію [44]. Ця невідповідність функції блукаючого нерва називається "вагусний парадокс". Активність в мієліновому

блукаючому нерві можна спостерігати в РСА під час нормального дихання в той час як немієлінізований блукаючий нерв повільніший в своїй відповіді. Багато зусиль було вкладено в пояснення походження ВСР і її взаємозв'язку з різними клінічними станами, в той час як його функція (для чого це?) була вивчена мало. Подача кисню і регулювання температури, наприклад, згадані вище. Функція РСА особливо спантеличує. Одне дослідження, спрямоване на вивчення функції РСА виявило, що легеневий газообмін є набагато більш ефективним, якщо вдих і видих підбираються до підвищення і зниження серцевого ритму відповідно, в порівнянні зі звичайною ЧСС або оберненим ритмом [44].

ВСР стала важливим методом в дослідженнях в галузі охорони здоров'я. Було показано, що ВСР є незалежним предиктором смертності, а також гіпертонії [45, 46]. Було встановлено, що знижена ВСР, що пов'язано з підвищеним ризиком смерті, має прогностичне значення для тривалості життя і здоров'я [47]. Причинний зв'язок між зниженою ВСР і хворобами до цих пір нез'ясований. Можливо наявність дисбалансу АНС, виявленої у знижених показниках ВСР, викликає менш адаптивні реакції до напруг життя, що призводить до накопичення фізіологічної напруги, або що зниження ВСР є раннім симптомом дисфункції серцево-судинної системи.

1.2.1 Кількісні значення варіабельності серцевого ритму

Варіабельність серцевого ритму – це саме те, як його називають, а саме мінливість серцевого ритму. Однак як би це просто не звучало, було прикладено значні зусилля, щоб оцінити її кількісні значення. Заходи, які використовуються, можуть бути віднесені в одну з двох категорій статистики; часову або частотну області. Заходи часової області засновані на міжінтервальних ударах (ІВІ), тобто відстань в мілісекундах (мс) між нормальними скороченнями серця, найчастіше вимірюється як інтервали R-R в електрокардіограмі (ЕКГ). Міра, яка найбільш часто використовується в цій категорії, є стандартне відхилення (SDNN). Іншим прикладом є підрахунок кожного послідовного ІВІ, який відрізняється від

наступного більш ніж на 50 мс, називається NN50. Є кілька додаткових індексів, більш-менш пов'язаних з SDNN і NN50, які представляють різні аспекти варіабельності, деякі з яких мають більш загальний характер, а інші є більш конкретними, деякі є стійкими, а інші чутливі. Методи частотної області, такі як перетворення Фур'є або швидке перетворення Фур'є, показані на R-R тахограмі, використовуються для вивчення мінливості IBIs в залежності від частоти. За допомогою цих методів, комплекс варіабельності розділяється на різні частотні компоненти. Така ж методика може бути застосована до музики. Комплекс формування хвиль звуку акорду складається зі специфічних і характерних частотних компонентів, включених нот, які можуть бути виділені і визначені з перетворенням Фур'є. Таким же чином, різні частотні компоненти відокремлюються від комплексу варіабельності серця, що б'ється, які можна зробити видимими в періодограмі. Повільніша варіабельність, паралельно базовим нотам в музиці, може мати кілька причин, в той час як швидка мінливість, високі ноти основного тону, повинні бути результатом дії блукаючого нерва. У 24-х годинній періодограмі серцевого ритму спостерігаються чотири різні піки. На підставі цих піків, чотири групи частот зазвичай використовуються. Найповільнішу називають ультра низькою потужністю частоти (0,0001 - 0,003 Гц). Тут ми можемо знайти вплив циркадних і добових ритмів, наприклад, цикли діяльності або регулювання температури. Дуже низьке частота (0,003 - 0,04 Гц) може бути викликана, наприклад, рухами або стресом. У групі частот низької потужності (LF; 0,04 - 0,15 Гц) зазвичай спостерігається типовий пік, який називається хвилями Маєра. Ця мінливість, як вважають, є результатом коливань барорецепторних і хеморецепторних рефлексів. Деяка варіабельність, викликана дуже повільним диханням і стресом, також можлива в цій групі частот. Активність в немієлінізованих (старших) блукаючих нервах можна спостерігати в цій смузі частот. Четверта група називається частотою високої потужності (HF; 0,15 - 0,4 Гц) і його основною причиною є нормальне дихання. Тому HF часто використовується синонімічно з RSA. Мієліновий (новіший) блукаючий нерв працює в цій смузі частот. Іноді відношення LF до HF використовується як

показник симпато-вагусного балансу. Значенням цього показника є те, що, в порівнянні з HF, LF є більше під впливом симпатичної нервової системи. Значення VCP в різних індексах частотної області, як правило, пов'язані між собою, і всі вони мають зв'язок зі здоров'ям [48].

1.2.2 Зв'язок між патологічними станами та VCP

Було встановлено зв'язок між VCP і гострим стресом. Наприклад, коли є високий рівень стресу під час роботи на комп'ютері, VCP є низькою [49], а також вплив стресових факторів і щоденних переживань зі зниженням VCP в той же день і навіть протягом наступної ночі [50]. Крім того, було виявлено, що працівники з високим рівнем напруження мають нижчу VCP, ніж працівники з низьким рівнем напруги [49]. Тривалий стрес може привести до виснаження. Цей зв'язок між стресом і витратою енергії був досліджений кількома науковцями. Ганс Сельє був одним з найвпливовіших дослідників в цій області. Він запропонував модель під назвою загального адаптаційного синдрому [51]. Ця модель описує три послідовні етапи адаптації до тривалого стресу. Сельє пише: "Все, що викликає стрес, ставить під загрозу життя, до тих пір, поки він не задовольняється за рахунок адекватних адаптивних реакцій; навпаки, все, що ставить під загрозу життя, викликає стрес і адаптивні реакції. Адаптивність і стійкість до стресу є фундаментальними умовами для життя і кожен життєво важливий орган та функція беруть участь в них" (1951). Під час першої фази, реакція тривоги, загроза переполює фізіологію і рівновага порушується. Після цього, на стадії адаптації, ресурси залучені і баланс відновлюється. Прояви останньої стадії, стадії виснаження, нагадують реакцію тривоги і Сельє стверджує, що «енергія адаптації» є кінцевою величиною "(1951).

Теорія ЗАС є дуже впливовою і часто застосовується до хвороб, пов'язаних зі стресом. Синдром емоційного вигорання може бути найбільш яскравим прикладом таких станів що також включає в себе втому [52]. Пов'язаною з цією моделлю є вже згадана концепція аллостазії, що означає пристосовність за

рахунок зміни і аллостатичного навантаження, або навіть перевантаження, яка визначається як "знос і розрив на тіло і мозок в результаті хронічної гіперактивності або інактивзації фізіологічних систем, які зазвичай беруть участь в адаптації до навколишнього середовища [52]. Багато що з ЗАС теорії Сельє є неспецифічним і навіть суперечить пізнішим дослідженням, які були розглянуті в літературі про аллостазії [53]. Зниження ВСР було пов'язано з декількома заходами аллостатичного навантаження і поганого відновлення від стресу. Було запропоноване можливе значення діяльності блукаючого нерва в регулюванні аллостатичної систем, відмінної від серцево-судинних захворювань [54, 55]. Пов'язана зі стресом втома часто була пов'язана зі зниженою ВСР. Наприклад, втома через перетренованість, позбавлення сну, тривалого робочого дня і тривалого модельованого водіння автомобіля, HR має тенденцію бути менш мінливою [56, 57, 58, 59, 60, 61]. ВСР також є нижчою у хворих з синдромом хронічної втоми (СХВ), навіть якщо посилення на стрес в цьому стані не є зрозумілим [62, 63, 64, 65]. Зв'язок між втомою, пов'язаною зі стресом і ВСР, безумовно, важливий, так як психологічний стрес і втома, пов'язані зі стресом були визнані предиктом майбутніх серцево-судинних порушень [66, 67, 68, 69]. На закінчення, знижена ВСР, яку можна спостерігати як в умовах стресу так і втоми, як вважають, є наслідком стресу, і тому є показником аллостатичного навантаження. Існує прямий зв'язок цих умов з серцево-судинними захворюваннями. Чи може ВСР бути використана для зниження цього ризику в умовах стресу досі невідомо.

Взаємозв'язок між тривогою і депресією і як вони повинні бути діагностовані, було обговорено, і стандартний спосіб діагностувати їх як окремі явища, не залишився без відповіді. Дослідження показали, що спільною рисою є негативний вплив на обидва синдрома, але з тією різницею, що підвищена збудливість є специфічною для занепокоєння в той час як ангедонія є специфічною для депресії [70]. Відповідно до цього, одне велике голландське дослідження когорти (понад 2000 осіб) виявило, що пацієнти з тривожними розладами мали знижену ВСР в порівнянні зі здоровою контрольною групою [71].

У цьому дослідженні не було ніякої різниці між різними тривожними розладами. Докази зв'язку між зниженою ВСР і панічним розладом (PD) було виявлено в ряді досліджень [72, 73, 74, 75]. Але не всі докази в знак згоди. Наприклад, не було знайдено відмінностей між ВСР при панічних розладах і обсессивно-компульсивному розладі в порівнянні зі здоровими людьми [76]. На противагу до вищезгаданої теорії, згідно якої стан надмірного збудження є специфічним для занепокоєння, короткострокові впливи на АНС показали зниження ВСР також у пацієнтів з великим депресивним розладом (ВДР) в порівнянні із здоровою контрольною групою [77, 78, 79], але про відмінності не зазначалося, [80, 81]. Зазначене вище голландське дослідження також порівняло велику когорту пацієнтів з поточним діагнозом великого депресивного розладу ($n = 1075$) зі здоровою контрольною групою і виявило знижену ВСР у всіх індексів в клінічній групі [82]. Обговорювалося чи можуть відмінності між стандартними показниками варіабельності серцевого ритму у пацієнтів з ВДР та здоровою контрольною групою бути пояснені коморбідними тривожними розладами [83] і / або зниженням фізичної активності [84]. Було запропоновано пояснення, що психотропні препарати знижують ВСР [80]. У голландському дослідженні, згаданому вище, всі істотні відмінності між тривожним розладом зникли і значно скоротилися при ВДР, коли було враховано застосування психотропних препаратів [71, 82].

У літературі фармакологічна терапія при ВДР є непереконливою, і фармакологічні поліпшення симптомів депресії також були пов'язані з підвищеною ВСР [85]. Більш детальне обговорення цієї теми слідує нижче. Депресія і тривога були пов'язані з більш високим ризиком розвитку серцево-судинних захворювань [68]. Депресія присутня в приблизно 20% хворих з постінфарктом міокарду [86]. Є кілька можливих зв'язків між депресією і серцево-судинними захворюваннями [87]. Куріння і гіпертонія - відомі фактори ризику, які присутні у пацієнтів з депресією. Інший можливий зв'язок в тому, що депресія пов'язана з поганою серцевою реабілітацією. Ці зв'язки між депресією і серцево-судинними захворюваннями, заслуговують уваги, але остаточно не

підтримуються. Більш перспективним є посилення на те, що змінений серцевий вегетативний тонус, який може бути вивчений у ВСР, грає механістичну роль [88, 89, 90, 91, 92]. Важливо також мати на увазі, що серцевий вегетативний тонус має й інші наслідки крім ВСР, які можуть мати важливе значення для серцево-судинного ризику, такі як тромбоз коронарних судин і активація тромбоцитів [88]. На жаль, лікування депресії успішно не покращує виживання депресивних пацієнтів, які перенесли інфаркт міокарда [93]. Крім того, лікування депресії не повертає успішно нормальний тонус вегетативної нервової системи. Лікування депресії, яке б також включало в себе механізми, які знижують серцево-судинну захворюваність і смертність, до сих пір відсутнє [87].

Нейровісцеральна інтеграційна модель, згадана вище, має зв'язок дисбалансу АНС до патофізіології тривоги і депресії [94, 95]. Відповідно до цієї теорії, регулювання ВНС важливе для того, як ми сприймаємо, інтерпретуємо і реагуємо на наше навколишнє середовище, і займає центральне місце в пізнавальній, емоційній та фізіологічній адаптації. Тим самим вона інтегрує ЦНС і АНС. В даний момент підтримується думка, що підвищена збудливість, яка, як вважають, є важливою характеристикою тривожного розладу, є результатом дефіциту інгібуючої активності ПНС, а не підвищеної СНС. Останні дані показують, що вагусний тон знижується і при тривожному розладі і при ВДР, що вказує на порушення низхідній вагусних шляхів [72, 95, 96]. Всі дослідження, згадані вище, проводилися на дорослих з ВДР або тривожним розладом. Емпіричні дані варіабельності серцевого ритму у дітей та підлітків з тривогою і / або депресії нечисленні. Ми знайшли тільки одне, в якому конкретно відображено такий зв'язок [97]. Це дослідження показало знижену ВСР в депресивних дівчаток, в порівнянні зі здоровими в контрольній групі. Є, однак, багато підстав вважати, що деякі аспекти тривоги і депресії у підлітків відрізняються в порівнянні з дорослими; серед іншого, все ще дозріваючий мозок, кількість зовнішнього впливу і тривалість захворювання.

1.2.3 Спосіб життя і варіабельність серцевого ритму

Деякі фактори способу життя пов'язані з ВСР у дорослих. Найбільш вивченими є фізичні вправи, які благотворно впливають на вегетативний контроль серця, зменшуючи ЧСС спокою і збільшуючи ВСР [98, 99, 100]. Недостатній сон або спотворення сну і неспання, які можуть виникнути в результаті способу життя, також корелюють з ВСР. Люди, що працюють позмінно, люди з фрагментованим сном або постійними кошмарами і пацієнти з апное під час сну мають значне зниження ВСР [101, 102, 103, 104]. Куріння знижує ВСР у здорових дорослих гостро і на довгий термін [91, 92, 105]. Алкоголь негативно впливає на ВСР в той час як кофеїн показує суперечливі результати [106, 107, 108]. Коли справа доходить до індексу маси тіла (ІМТ), результати на сьогоднішній день не доведені [109, 110, 111]. Зв'язок між ВСР та способом життя не так добре вивчений у дітей і підлітків. Крім того, за деякими винятками, невідомо, навіть у дорослих, чи сприяє вплив цих факторів способу життя на більш низьку ВСР або чи може якийсь фактор пояснити результати, наприклад психосоціальний стрес або будь-якої біологічна уразливість, які можуть привести до зниження ВСР і впливають на спосіб життя.

1.2.4 Вплив віку, статі та генетики на ВСР

Існують зміни ВСР з віком, що відображає складність АНС [112]. HF, що відображає дозрівання ПНС, зростає від народження до дитинства і стабілізується у віці після 10, але трохи збільшується ще в підлітковому віці [113]. Це супроводжується зменшенням ЧСС протягом того ж віку, що також відображає дозрівання ПНС. Дуже схожа картина спостерігається у більш загального і більш симпатичного впливу варіабельності. Невелике зниження ВСР можна побачити вже на початку дорослого життя [113]. Тайер і ін.[94] встановили, що префронтальний кірковий вплив на ЧСС розвивається з віком, і стверджують, що підлітковий вік може бути критичним в цьому розвитку.

Коли мова йде про гендерні відмінності, дані не є остаточними, але найчастіше повідомлялося про вищу ВСР у хлопчиків, що може бути пов'язано з більш низькою встановленою ЧСС у хлопчиків [114]. Пізніше в житті ВСР лінійно зменшується з віком. У жінок спостерігається вищий HF від 40 до 50 років, ніж у чоловіків, а чоловіки мають більший LF від 40 до 60. Після цього віку ніяких відмінностей між чоловіками і жінками не спостерігається [115].

ВСР є спадковою. Згідно з результатами дослідження Framingham Heart Study, коваріанти; вік, індекс маси тіла, ЧСС, систолічний артеріальний тиск (САТ), діастолічний артеріальний тиск (ДАТ), а також споживання кави, алкоголю і нікотину, пояснено між 13 - 40% дисперсії серед вимірювань ВСР, тоді як гени становили 13 - 23%. На додаток до факторів, поданих детально вище, ВСР під впливом кількох соматичних захворювань, а також серцево-судинних захворювань і діабетичної автономної нейропатії є одними з найбільш вивчених [68].

1.2.5 Методи вимірювання стресу, що не базуються на вимірюванні ЧСС і ВСР

Як уже згадувалося вище, багато аспектів нашої фізіології окремо від ЧСС і ВСР реагують на стресори. У дослідженнях деякі з цих проявів використовуються паралельно з ЧСС і ВСР. Рівень провідності шкіри і периферичної температури, в результаті скорочення м'язів і звуження кровоносних судин, сильно впливають на активність АНС і, на відміну від ВСР, в основному, на СНС. Дихання регулюється більш складним способом, але певною мірою перебуває під впливом АНС. При впливі стресу, вентиляція збільшується, що в свою чергу призводить до зниження в плазмі CO_2 . Таким чином, рівень CO_2 може бути використаний для оцінки чи дихання перевищує метаболічні потреби, що є гіпервентиляцією [116]. Зміна в рівні CO_2 є результатом змін частоти дихання і / або дихального обсягу. Деякі дослідники відзначають, що рівень CO_2 може бути інформативним показником психосоціального стресу, оскільки він може бути різним при метаболічних і психосоціальними впливах, які в більшості інших методів,

заснованих на реєстрації ЧСС, генерують одну і ту же відповідь [117]. CO₂-рівень часто вимірюється як кінцевий дихальний об'єм, який дозволяє оцінити дихання шляхом змін дихання. Насичення киснем (SpO₂) показує, скільки кисню транспортується в крові, тобто рівень насичення гемоглобіну. Кількість O₂, залежить від таких факторів, як кількість O₂ доступного у вдихуваному повітрі, температури і рН крові, що, в свою чергу, залежить від CO₂-рівня.

Кортизол є глюкокортикоїдом і виділяється у відповідь на стрес. Його основною функцією є підвищення рівня глюкози в крові, і він має важливу протизапальну дію. Його можна виміряти в сироватці, сечі або слині. Вимірювання рівня кортизолу в слині є комфортним і безболісним і дає оцінює частку вільного незв'язаного кортизолу, який є біологічно активною формою. Зразки слини також мають перевагу в порівнянні із зразками крові і сечі тому, що вони можуть бути взяті частіше. Слинний кортизол використовується для вимірювання часу відповіді НРА-системи до стресових факторів. Кілька процедур було застосовано, наприклад, вимірювання через певні проміжки часу, розподілені протягом дня, при певних видихах діяльності або при пробудженні і перед сном. Проте, найбільш часто використовуваною є відповідь протягом першої години після пробудження, вимірююї у 3 - 5 зразків слини, взятих через певні проміжки часу [118]. Такі заходи були використані для порівняння різних клінічних груп. Багато досліджень показали підвищену відповідь протягом першої години після пробудження при синдромі вигорання, великому депресивному розладі, тривожному синдромі [119, 120, 121, 122, 123,124] в той час як результати інших досліджень не виявили будь-яких відмінностей або суперечливих результатів [125, 126]. Високі рівні ранкового кортизолу також пов'язані з поганим відпочинком і відновленням від робочого стресу [126].

1.2.6 Серцево-судинні фактори ризику

Серед найбільш документованих факторів ризику розвитку серцево-судинних захворювань є куріння, ожиріння, гіпертонія і цукровий діабет [127].

Всі ці фактори ризику були пов'язані зі зниженням ВСР [128, 129, 130, 131]. Ожиріння, як правило, оцінюється за вимірюванням ІМТ ($\text{ІМТ} = \text{вага (кг)} / \text{зріст}^2 \text{ (м)}$). Значення вище 30 часто розглядається як ожиріння. Крім ВСР, ожиріння також пов'язано з гіпертонією і високими рівнями глюкози в крові навіть у підлітковому віці [132, 133]. Результати цього дослідження, проте, не є остаточними [133]. Гіпертонія є одним з найбільш важливих факторів ризику розвитку серцево-судинних захворювань [127]. Оскільки артеріальний тиск має тенденцію до збільшення з віком, у багатьох людей з високим кров'яним тиском буде розвиватися гіпертонія з віком. Контроль артеріального тиску крові вважається основною стратегією профілактики серцево-судинної смертності [134]. Рівень глюкози в крові в загальній популяції також обернено корелює з ВСР [130]. Високий рівень глюкози натщесерце в крові може бути ознакою порушення регуляції глюкози і навіть не діагностованим цукровим діабетом. Ці результати можуть означати, що порушення регуляції глюкози також є фактором ризику розвитку серцево-судинних захворювань, навіть якщо цукровий діабет не діагностується. Інтенсивна стратегія контролю рівня глюкози може ефективно знизити ризик основних серцево-судинних захворювань [131]. У наведеному джерелі, була зроблена спроба контролю найбільш важливих факторів серцево-судинного ризику, що особливо важливо, оскільки вони корелюють з ВСР.

Серцево-судинні захворювання є провідною причиною смертності і поширеність серцево-судинних захворювань, як правило, є вищою в психіатричній популяції. Було запропоновано кілька причин для цього, наприклад, більш висока частота куріння, ожиріння, недолік фізичної активності і стрес. Беручи до уваги, що існує підвищений ризик розвитку серцево-судинних захворювань в психіатричній популяції, особливо при депресії, і що психотропні препарати є одними з найбільш призначуваними, можна було б думати про зв'язок між цими препаратами і серцево-судинними захворюваннями. Більш ранні огляди і рекомендації повідомляли про серцево-судинні ефекти і підвищений ризик серцево-судинних захворювань від декількох психотропних препаратів, але

селективні інгібітори зворотного захоплення серотоніну (СІЗЗС), як правило, вважаються безпечними, як при нормальному застосуванні і передозуванні, і навіть у дітей і підлітків [133, 135, 136]. Захисні властивості, такі як зниження серцевого навантаження, зниження ризику розвитку інфаркту міокарда у курців і пригнічення агрегації тромбоцитів, також були запропоновані в СІЗЗС [137]. Однак останнім часом були проведені дослідження, які показують, що прийом СІЗЗС може бути фактором розвитку серцево-судинних захворювань, особливо у жінок [134, 137]. Деякі автори пропонують використовувати ВСП для ідентифікації пацієнтів, які не підходять для цього типу ліків [137]. При оцінці цих результатів, слід враховувати, що використання СІЗЗС, в порівнянні з невикористанням і використанням альтернатив, може збігатися з декількома іншими важливими факторами, такими, як більшої депресії і призначення СІЗЗС у депресивних пацієнтів з проблемами серця, так як вони як вважають, є більш безпечними, ніж альтернативні препарати. Важливо також, що нелікована депресія є фактором ризику захворюваності, смертності та низької якості життя.

Загальні скарги при психосоціальному стресі і втомі є когнітивні дисфункції. Критерії синдрому втоми, використовувані в дослідженні I включають недостатність психічної енергії і труднощі з увагою і / або пам'яті. Чи є продуктивність насправді порушена, або ці скарги спотворені є невизначено [138]. Незважаючи на те, що повністю не доведено, деякі дослідження виявили зв'язок між суб'єктивними скаргами і об'єктивним виконанням у пацієнтів з СХВ і синдромом вигоряння в порівнянні зі здоровими людьми з точки зору погіршення показників, коли мова йде про просторову робочу пам'ять, постійну увагу і невербальну пам'ять [138, 139, 140, 141]. Теорія, що лежить в основі нейровісцеральної інтеграційної моделі, згадана кілька разів вище, впливає з даних, які вказують, що зниження ВСП у пацієнтів, які страждають від тривоги і депресії, супроводжується проблемами в регулюванні зосередження уваги [13, 95]. Це може бути пов'язано з дисінгібуванням. Було продемонстровано зв'язок між високою ВСП і низькою імпульсивністю в безперервних тестах на продуктивність [13, 142]. Було висловлено припущення, що імпульсивність є

спільною рисою в більшості станів і синдромів, які мають низьку ВСР, таких як тривожний розлад, великий депресивний розлад, дефіцит уваги / гіперактивності, токсикоманії, суїцидальної тенденції і ворожості [143].

1.3 Тренування в режимі біологічного зворотного зв'язку з реєстрацією варіабельності серцевого ритму

Біологічний зворотній зв'язок розглядається як дієвий метод тренування необхідних психофізіологічних навичок, що продемонстровано в ряді наукових досліджень в галузі психофізіології. Зокрема, методи біологічного зворотного зв'язку застосовуються з метою підвищення ефективності саморегуляції функцій організму. На думку Paul, Garg, & Sandhu [144], метою БЗЗ є покращення контролю над фізіологічними процесами, які є за межами свого усвідомлення, за рахунок використання інформації про них у вигляді зовнішнього сигналу. В якості таких зовнішніх сигналів використовуються дані електроміографії, електро-шкірної реакції, частоти серцевих скорочень, температури шкіри, пульсового кровонаповнення судин, електроенцефалографії [145]. Проте, один із різновидів БЗЗ, а саме – реєстрація варіабельності серцевого ритму (ВСР) представляє особливий інтерес.

Варіабельність серцевого ритму відображає динаміку тривалості інтервалів RR електрокардіограми [146]. Згідно Appelhans та Luecken [147] "ВСР є мірою безперервної взаємодії між симпатичними і парасимпатичними впливами на частоту серцевих скорочень (ЧСС), що дає можливість отримати інформацію про вегетативну реактивність і, таким чином, і дозволяє прогнозувати характер регульованої емоційної відповіді". Таким чином, ВСР розглядається як надійний маркер функцій вегетативної нервової системи, індекс серцево-судинної адаптивності та індикатор вегетативного або симпато-вагального балансу [148, 149, 150].

Серце контролюється через вегетативні нерви обома ланками автономної нервової системи: симпатичною та парасимпатичною. Ці дві ланки функціонально

протилежні одна одній, реалізуючи регуляторний ефект на ЧСС через вплив на активність синусового (СА) вузла, первинного водія ритму серця [151]. ЧСС зростає при активації симпатичної гілки АНС, яка збуджує СА вузол. На противагу цьому, активація парасимпатичної ланки АНС викликає зниження ЧСС завдяки зменшенню активності синусного вузла [152, 153]. Цими авторами було висловлено припущення, що за допомогою впливу на серцеву діяльність дві ланки АНС регулюють тривалість кардіоінтервалів. Проте, здорове серце і його ритм знаходяться під впливом цілої низки інших факторів, як внутрішніх, так і зовнішніх. Завдяки їх сумарному впливу ритм серця ніколи не буває абсолютно стабільним.

Під впливом АНС, зміни в ЧСС можуть бути проявом регуляції таких фізіологічних показників як рівень кисню і вуглекислого газу в крові, кров'яний тиск, температура тіла і частота дихання. Окрім того, на ЧСС впливають зовнішні фактори, такі як поведінкові і фізичні зміни, що супроводжуються фізичним навантаженнями або змінами емоційного стану [153]. АНС, забезпечуючи підтримку гомеостазу в організмі людини, відповідає на респіраторні зміни, зміни температури, і вхідну інформацію від ряду вісцеральних рецепторів через модуляцію активності її симпатичної (СНС) і парасимпатичної ланок (ПНС) [154]. СНС і ПНС взаємодіють антагоністичним чином, а отже, активність конкретної гілки стає домінуючою при різних ситуаційних потребах і кожна з них чинить протилежний вплив на фізіологічні процеси. Згідно Appelhans і Luecken [147], гнучке і збалансоване функціонування АНС дозволяє тонко адаптувати фізіологічні та емоційні стани синхронно до змінюю ситуативних метаболічних потреб. В той час у випадку зменшення чутливості АНС до вхідної рецепторної інформації вона не здатна вчасно змінювати фізіологічні і психологічні стани у відповідь на зміну навколишнього середовища.

Wheat та Larkin [151] припустили, що вища ВСР відображає кращу здатність автономної нервової системи адекватно відповідати на зміни фізіологічного стану відповідно до ситуативних вимог, в той час як низька ВСР пов'язана зі зменшенням адаптаційного потенціалу організму, з більшою

сприйнятливостю до стресу і хвороб. Показано, що низька ВСР асоціюється з цілим рядом хронічних соматичних та психічних захворювань, таких як ішемічна хвороба серця, серцева недостатність, астма, посттравматичний стресовий розлад (ПТСР), тривога, депресія, і фіброміалгія [155]. На противагу цьому, висока ВСР відображала підвищену адаптаційну здатність організму до різноманітних стресових факторів.

Таким чином, підвищення ВСР шляхом тренування в режимі БЗЗ має сенс в контексті покращення вегетативної регуляції функцій організму [44]. В дослідженні Appelhans та Luecken [147], було показано, що зміни в ЧСС за рахунок активації симпатичної гілки відбуваються досить повільно, в той час як парасимпатична регуляція функції серця із відповідними змінами ЧСС реалізується набагато швидше. Таким чином, коливання ЧСС, продуковані парасимпатичною і симпатичною гілками відбуваються з різною швидкістю або частотою. Іншими словами, амплітуди ВСР в цих різних частотних діапазонах відображають конкретні джерела автономного контролю [156]. Згідно Karavidas [149], ВСР в частотному діапазоні 0,005-0,05 Гц, який вважається дуже низькочастотним, знаходиться під контролем симпатичної нервової системи і може бути ознакою її впливу на терморегуляцію та барорефлекторний контроль артеріального тиску (АТ) через зміни загального периферичного опору. ВСР в діапазоні низьких частот 0,05-0,15 Гц регулюється як симпатичною так і парасимпатичною ланками АНС. І, нарешті, ВСР в діапазоні частот 0.15-0.4 Гц, знаходиться під контролем ПНС і пов'язана з дихальною активністю [157]. Очевидно, що коливання ЧСС може бути результатом кількох внутрішніх механізмів; проте, явище, відоме як респіраторна синусова аритмія (РСА) представляє собою зміну ЧСС, що супроводжує дихання [158]. Під час вдиху, ЧСС збільшується, в той час як під час видиху, спостерігається зниження ЧСС [159]. Дослідження показали, що для того, щоб максимізувати дихальну синусову аритмію, частота дихання повинна бути знижена за рахунок спокійного дихання приблизно до 0,1 Гц, або близько 6 дихальних рухів за хвилину [3]. Було висловлено припущення, що завдяки спокійному диханню на цій частоті, виникає

резонанс в серцево-судинній системі, тим самим викликаючи високоамплітудні коливання ЧСС [158,160]. Було встановлено, що максимальні амплітуди ВСР, є результатом резонансу між серцевими ритмами, які пов'язані з диханням та барорефлекторною активністю [158]. Артеріальні барорецептори контролюють зміни АТ, викликаючи рефлекси, які призводять до збільшення або зменшення ЧСС для компенсації зсуву АТ. Як стверджує Vaschillo та ін.[153], "ЧСС і АТ змінюються в замкнутому контурі, так що зміна функції однієї призводить до зміни іншої. Проте, реакції ЧСС на зрушення АТ, а також реакції АТ на зрушення ЧСС не відбуваються миттєво ". Було виявлено, що через дихання на резонансній частоті ($\sim 0,1$ Гц), ЧСС осцилює 180° по фазі з АТ, в той час як ЧСС і дихання коливаються в одній і тій же фазі [160]. Тому, коли людина робить вдих, ЧСС збільшується, АТ знижується, і в результаті барорефлекторної відповіді в подальшому збільшується частота серцевих скорочень; і навпаки, при видиху, ЧСС зменшується, АТ підвищується, і через барорефлекторну активність відбувається подальше зниження ЧСС.

Таким чином, дослідники встановили, що тренування в режимі БЗЗ з ВСР за допомогою спокійного дихання на своїй резонансній частоті, виробляє резонанс в серцево-судинній системі, викликає високо амплітудні коливання ЧСС та барорефлекторного рефлексу, тим самим оптимізуючи вегетативну регуляцію [161].

McGrady [160] припустив, що величина ВСР індивідуума відображає здатність адаптуватися до фізіологічних і емоційних змін внаслідок того, що ВСР відображає кілька взаємозв'язаних механізмів, що підтримують достатній рівень серцево-судинної діяльності. Wheat та Larkin [151] припустили, що тренінг в режимі БЗЗ з ВСР може посилити здатність людини справлятися зі стресом за рахунок збільшення ВСР. Крім фізіологічних механізмів, за допомогою яких БЗЗ може оптимізувати ВСР і кращий вегетативний баланс, що призводить до корисних ефектів, дослідники запропонували низку альтернативних механізмів, за допомогою яких такий тренінг може зумовлювати позитивні соматичні та психологічні ефекти [162, 163, 164]. Paul та Garg [148] припустили, що тренінг в

режимі БЗЗ з ВСП є саморегулюючим втручанням, яке може сприяти зниженню психофізіологічних факторів стресу і підтримувати оптимальну продуктивність. Поряд з цим, Hassett та ін. [165] припустили, що сприятливі ефекти, які спостерігаються при БЗЗ-тренінгу можуть бути результатом психосоціальних процесів, а не тільки виключно фізіологічних механізмів. Зокрема, було висловлено припущення про те, що БЗЗ може бути ефективним завдяки релаксації, зняттю стресу і включення особистості в якості активного учасника в лікуванні, що може підвищити рівень контролю і самооцінку пацієнтів [5]. Karavidas і ін. [140] припустили, що інші можливі механізми тренування ВСП можуть включати в себе полегшення симптомів через підвищену увагу до свого патерну дихання і підвищення власної ефективності в саморегуляції настрою. Нарешті, Wheat та Larkin [151] доповнили це пояснення тим, що люди можуть використовувати методи, набуті в результаті навчання БЗЗ, навіть тоді, коли суб'єктивно відчують загострення симптомів без супровідних фізіологічних змін. Отже, позитивні ефекти тренування в режимі БЗЗ з ВСП можуть бути результатом отримання навичок подолання труднощів, використання методів управління стресом, стратегій релаксації, зокрема краще саморегулювання, досягається за рахунок підвищення рівня обізнаності та контролю над власним диханням і ЧСС.

Таким чином, викладені вище результати досліджень ефективності тренувань в режимі біологічного зворотного зв'язку з ВСП, демонструють високу ефективність цього методу підвищення адаптаційного потенціалу організму людини. Різноманітні методи БЗЗ як було показано, можуть використовуватися в якості альтернативної форми терапії або доповнення до більш традиційних медичних втручань при цілій низці психо-соматичних захворювань [157]. Для таких захворювань переваги психофізіологічних методів лікування переважають їх потенційні недоліки. Тренування в режимі БЗЗ є неінвазивним і безпечним і практично не має жодних несприятливих побічних ефектів [163]. Окрім того, навчання методам БЗЗ і пов'язане з ним обладнання є відносно недорогим, співвідношення витрат / вигод, є високим, і це дозволяє проводити

індивідуалізовану терапію у відповідності з внутрішні фізіологічними ритмами пацієнтів [166, 167].

1.4 Клінічне застосування біологічного зворотного зв'язку

Кілька різновидів БЗЗ було використано в клінічних дослідженнях в якості додаткової терапії до більш традиційних методів лікування. Зокрема, БЗЗ з ВСР представляє особливий інтерес у зв'язку з тим, що варіабельність серцевого ритму є показником функціонування вегетативного і кардіореспіраторного балансу. Справедливо вважається, що велика кількість хронічних захворювань супроводжуються дисфункцією вегетативної нервової системи (ВНС) та дисбалансом симпатичної і парасимпатичної активності ВНС.

Karavidas та ін. [149] досліджували ефективність БЗЗ в лікуванні депресивних розладів. На сьогоднішній день методи лікування депресії є дорогими, інвазивними, і недостатньо ефективними. Дослідження пацієнтів з депресією показали, що вираженість її симптомів корелює із зниженням ВСР і це може бути наслідком вегетативної дисфункції, що призводить до стану підвищеної активності симпатичної нервової системи. В даному дослідженні була висунута гіпотеза про те, що цілеспрямований вплив на ВСР у пацієнтів з депресією може бути ефективним в якості симптоматичного лікування. Зокрема, 11 осіб, які страждали від депресії, пройшли десять щотижневих сеансів БЗЗ-тренінгу. Фізіологічні та психологічні показники оцінювалися на вихідному рівні та через 4, 7 і 10 тижнів. Результати показали, що тренування призвело до збільшення ВСР в пацієнтів з депресією протягом щотижневих сеансів лікування, а також до збільшення низькочастотного діапазону кривої ВСР в кінці лікування порівняно з його початком. Крім того, абсолютний показник частоти серцевих скорочень пацієнтів був значно нижчий в кінці лікування в порівнянні з вихідним показником перед проведенням БЗЗ-терапії. І, нарешті, важкість депресії та кілька нейровегетативних її симптомів були значно нижчі, ніж до початку лікування. З отриманих позитивних результатів був зроблений висновок про те,

що БЗЗ-тренування може бути доцільним варіантом терапії для лікування депресії, з метою підвищення концентрації і мотивації, при одночасному зниженні втоми, витрати енергії, а також порушень сну. Однак через відсутність плацебо і контрольної групи, не можна стверджувати, що зменшення симптомів було пов'язано виключно з БЗЗ-терапією.

Siepmann, Aykas, Unterdörfer, Petrowski і Mueck-Weymann [41] порівнювали ефект БЗЗ-тренування на функцію вегетативної нервової системи і настрій в двох групах: пацієнтів з депресією та здорових суб'єктів. Вибірка складалася з 14 депресивних осіб і 12 здорових учасників, які отримали 6-сеансів БЗЗ з темпом дихання і тривалістю 2 тижні. Окрім того, ще 12 здорових учасників були в умовах активного контролю з використанням БЗЗ, але без інструкції або заданого темпу дихання. Суб'єктивні оцінки настрою, депресії і тривоги, на додаток до вимірювань ВСР, були введені на початку лікування (вихідний рівень), після втручання (два тижні) та в наступному періоді (через два тижні). В групі пацієнтів спостерігалися вірогідні зміни психофізіологічних показників порівняно з контрольними групами. Це дослідження надало додаткові докази ефективності БЗЗ як засобу для лікування симптомів депресії. Дослідники припустили, що деякі з переваг, пов'язаних з БЗЗ могли бути отримані в результаті БЗЗ-тренінгу, що індукує стан релаксації та покращує емоційну саморегуляції у суб'єктів [41].

Zucker, Samuelson, Muench, Greenberg, та Gevirtz [158] досліджували можливість використання БЗЗ в якості засобу для лікування посттравматичного стресового розладу (ПТСР). 38 учасників були рандомно розподілені або в групу БЗЗ або в групу прогресивної м'язової релаксації (ПМР) та отримували лікувальні сесії протягом чотирьох тижнів. Оцінка симптомів ПТСР, депресії, безсоння і вегетативної функції проводилася до втручання і після втручання. Було висловлено припущення, що пацієнти в умовах БЗЗ покажуть більш значне покращення симптоматики ПТСР, зниження бальної оцінки депресії, а також збільшення ВСР в порівнянні з групою ПМР. Результати дослідження підтвердили цю гіпотезу, оскільки група БЗЗ показала значне зниження симптомів депресії з одночасним підвищенням ВСР. Таким чином, БЗЗ-тренування може бути

застосоване в якості додаткової терапії до стандартного лікування для різних психічних захворювань та посттравматичного стресу.

Дослідники також вивчили ефективність ВСП БЗЗ в лікуванні різних хронічних захворювань, таких як астма, серцева недостатність, ішемічна хвороба серця, і фіброміалгія [42, 155, 156, 157]. Lehrer та ін., [154] застосували БЗЗ в групі хворих на астму, щоб визначити чи може він бути використаний в якості альтернативного методу лікування, замість лікування виключно оральними стероїдами і більш традиційним фармакологічним лікуванням. В даному дослідженні було обстежено 94 хворих на астму, які рандомізовано були включені в одну з чотирьох груп; а) повний протокол тренування БЗЗ з використанням абдомінального дихання через стиснуті губи з подовженим видихом, б) тільки БЗЗ, в) плацебо ЕЕГ БЗЗ, г) контрольна група. Протягом наступних десяти тижнів щоденно реєстрували клінічні симптоми астми пацієнтів, показники зовнішнього дихання та ВСП. Були отримані позитивні результати в обох групах, які тренувалися з використанням БЗЗ: значно знизилася споживання ліків, в порівнянні з контрольною групою та плацебо. Було встановлено, що БЗЗ-тренінг значно знижує рівень резистентності дихальних шляхів, а також частоту дихання, і в той же час збільшує дихальний об'єм та ВСП пацієнтів. Нарешті, симптоми астми і її важкість покращилися в середньому на один пункт для груп БЗЗ і плацебо. Lehrer та ін. [154] прийшли до висновку, що БЗЗ може бути використаний в якості додаткової терапії для зниження тяжкості астми і рівня залежності від використання оральних стероїдів.

У дослідженні Hasset та ін. [165] вивчали ефективність БЗЗ у лікуванні фіброміалгії і пов'язаних з нею симптомів. Було висунуте припущення, що БЗЗ, можливо, має позитивний ефект для пацієнтів, які страждають від фіброміалгії завдяки регуляції вираженості релаксації і стресу. В даному дослідженні було набрано 12 жінок, які страждали від фіброміалгії, і отримали лікування з використанням 10 щотижневих сесіями БЗЗ. Для того, щоб визначити, чи є БЗЗ ефективним, проводилося альтернативне лікування для пацієнтів з фіброміалгією, а також реєструвалися фізіологічні та об'єктивні дані (функціонування, депресія,

біль, і якість сну) в кінці 1, 10 сеансів , і 3 місяця спостереження. З'ясувалося, що за допомогою тренінгу БЗЗ, пацієнти змогли значно поліпшити їх функціональний стан від базової лінії до 3-х місяців спостереження. Було виявлено значне зниження симптомів депресії і самооцінки болю. І, нарешті, спостерігалася тенденція до кращої якості сну серед пацієнтів протягом усього дослідження. Результати, отримані в даному дослідженні свідчать про високий потенціал БЗЗ в якості успішного лікування фіброміалгії, а також про можливість використання БЗЗ-тренування в керуванні болем [42].

Що стосується ідеї запровадження БЗВ-тренінгу в якості засобу для лікування болю, були клінічні продемонстровані позитивні ефекти цього втручання при лікуванні хворих з хронічним болем у попереку [159], болей в шії [162] і дитячого хронічного болю [163] та при болях в колінних суглобах [164].

Карітца та ін. [159] порівнювали ефекти респіраторного БЗЗ в групі плацебо і в групі пацієнтів з хронічним болем в попереку. Це дослідження включало 42 пацієнтів з помірними хронічними болями в попереку, які були рандомізовано розподілені в 2 групи: основну та плацебо. Експериментальний протокол обох груп включав 30-хвилинне тренування в режимі дихання з приладом БЗЗ протягом 15 днів поспіль, проте сигнал стимуляції ритму дихання, що генерується через прилади БЗЗ не був синхронізований з глибиною дихання і частотою пацієнта для групи плацебо. Дані, зібрані до початку і після завершення втручання включали: оцінку релаксації, вимірювання болю (тобто щоденник болей, соматосенсорний профіль і анкета психопатології), і загальний тонус . При порівнянні отриманих результатів між двома групами, респіраторний тренінг в режимі БЗЗ мав більший ефект на розслаблення, зниження больових симптомів, а також більш високий загальний тонус у основній групі [159].

Hallman та ін. [162] вивчали ефективність БЗЗ в лікуванні хронічного болю шії і плеч. Дослідники були також зацікавлені в дослідженні потенціалі цього методу в напрямі поліпшення якості життя пацієнта, пов'язаної з рівнем інвалідності, стресу, болю, тривоги і симптомів депресії. 24 пацієнта були рандомно включені або в БЗЗ групу, де отримали 10 щотижневих сесій або в

контрольну групу, яка не отримували ніякого лікування. Результати показали, що в групі БЗЗ досягається значне збільшення низькочастотної ділянки спектру ВСР між сеансами в порівнянні з контрольною групою. Окрім того, індекси якості життя (тобто загального тону, фізичного болю і соціального функціонування) були значно кращі в групі БЗЗ.

1.5 БЗЗ-тренінг, як метод формування психологічних навичок у спортсменів

В останнє десятиліття БЗЗ-тренінг широко застосовується в найрізноманітніших видах спорту з метою покращення спортивних результатів та психо-емоційного стану спортсменів. Особливо ефективним БЗЗ-тренінг видається фізіологічно обґрунтованим в якості засобу підвищення продуктивності психомоторного, а також когнітивного і психологічного ресурсу, пов'язаного з досягненням оптимальних спортивних результатів. Перевагою цього методу є формування психологічних навичок у спортсменів, які дають їм можливість бути обізнаними про взаємозалежні відносини, які існують між свідомістю і тілом.

Bar-Eli, Dreshman, Blumenstein, та Weinstein [166] досліджували взаємозв'язок між ментальною підготовкою із застосуванням БЗЗ та спортивними результатами юних плавців. У цьому дослідженні прийняли участь 38 молодих плавців високої кваліфікації з двох клубів, які були рандомно розподілені на експериментальну та контрольну групу. В доповнення до регулярного тренування учасники експериментальної групи пройшли перші три етапи п'ятиступінчастої програми ментальної підготовки Wingate з біологічним зворотним зв'язком протягом 14-тижневого дослідження. Наслідком ментального компоненту тренувань стало оволодіння спортсменами методами саморегуляції, завдяки навчанню з використанням БЗЗ та імітацією конкурентного стресу. Контрольна група використовувала тільки стратегії релаксації. Бар-Елі та його колеги [166] виявили, що експериментальна група досягла значно більших спортивних результатів за більш короткий строк, ніж їх колеги контрольної групи.

У дослідженні Raymond, Sajid, Parkinson та Gruzelier [167] вивчали вплив БЗЗ- тренінгу на хореографічну підготовку 24 бальних танцюристів. Учасниками експерименту стали танцюристи танцювальної команди коледжу, які були випадковим чином розподілені експериментальну та контрольну групу. Учасники експериментальної групи в доповнення до основної тренувальної програми застосовували сеанси БЗЗ-тренінгу в режимі нейрофідбеку та в режимі контролю ВСР. Танцюристи отримали десять сеансів БЗЗ, кожний з яких тривав близько 20 хвилин. Аналіз отриманих результатів показав, що як нейрофідбек так і БЗЗ з варіабельністю серцевого ритму покращили хореографічні навички учасників експериментальної групи в порівнянні з контрольною групою. Було встановлено, що в групі нейрофідбеку були досягнуті покращення часових характеристик, в той час як біологічний зворотний зв'язок з ВСР давав покращення за шкалою техніки. Це дослідження надало додаткові аргументи щодо ефективності застосування БЗЗ в спорті поряд з більш традиційними психологічними втручаннями, такими як керована уява і навчання прийомів релаксації.

Цікаве спостереження над 14-річним гольфістом описане в роботі Lagos та ін. [146]. Воно стосувалося впливу БЗЗ-тренінгу на настрій, фізіологічні параметри спортсмена та його спортивні результати. Автори намагалися з'ясувати, чи можна було б використовувати БЗЗ в якості стратегії для надання допомоги молодим спортсменам в опануванні контролю над своїми емоціями та тривожністю. Гольфіст в даному дослідженні, висловлював заклопотаність і вказував на проблему боротьби зі стресом і тривогою під час змагань. Зокрема, його турбували несприятливі фізіологічні симптоми, пов'язані з його негативним емоційним станом (збільшення частоти серцевих скорочень, пітливість, проблеми з диханням, і т.д.). В якості засобу боротьби із стресовим станом спортсмену провели 10 щотижневих сесій БЗЗ-тренінгу з контролем ВСР. Результати були позитивними і продемонстрували успішні результати з точки зору психологічного стану, фізіологічних кондицій та спортивних результатів у гольфі. Спортсмен відмітив різке зниження відчуття депресії, втоми, гніву і тривоги після проходження БЗЗ-тренінгу. Його загальна ВСР і LF збільшувалася під час

тренування в режимі БЗЗ, і навіть у стані спокою після завершення курсу порівняно з вихідними даними. Однак цей експеримент стосувався тільки одного спортсмена, тому дослідники заявили про необхідність проведення в майбутньому дослідження з великим розміром вибірки різного віку, рівня кваліфікації, а також з різними видами спорту.

Paul, Garg та Sandhu [148] досліджували вплив БЗЗ-тренінгу на психомоторні навички та спортивну підготовку баскетболістів. Учасниками цього дослідження були 30 баскетболістів, які змагалися в університеті на державному та національному рівні. До дослідження були включені спортсмени віком 18-28 років змішаної статі, рандомно розподілені на три групи. Учасники експериментальної групи отримали десять сеансів тренувань з використанням БЗЗ з ВСР тривалістю 20 хвилин кожен. Учасникам плацебо-групи були показані мотиваційні відеокліпи протягом десяти хвилин в день десять днів поспіль. І нарешті, спортсмени контрольної групи, не отримували ніякої додаткової підготовки, а просто продовжували свій рутинний розклад занять. Вихідні дані були оцінені до втручання (1-й день), після втручання (день 10), і протягом 1 місяця спостереження і включали психологічних та фізіологічних параметри, а також результати спортивної підготовки. Було встановлено, що всі учасники всіх трьох груп продемонстрували покращення концентрації, часових реакцій, рухових реакцій та спортивних навичок. Проте, найкращі результати виявилися у групі, що тренувалася з використанням БЗЗ. В той час як всі три групи показали зменшення частоти дихання, в експериментальній групі значно збільшилася загальна ВСР та потужність хвиль низькочастотного діапазону (LF). Paul і його колеги [148] прийшли до висновку, що БЗЗ-тренінг сприяв досягненню стану психічної готовності спортсменів, підвищив їх здатність боротися зі стресом, і допоміг краще зрозуміти як зосередитися і сконцентруватися в умовах конкурентної боротьби).

Paul та ін. [144] вважають, що БЗЗ має потенціал у створенні "оптимального налаштування фізіологічних, психологічних і психомоторних процесів людського тіла", який міг би бути використаний під час процесу реабілітації травмованого

спортсмена, а саме - як засіб зменшення негативного впливу емоційного стресу, який відчуває травмований спортсмен, і в той же час як засіб підвищення навичок психологічного саморегулювання з метою успішного відновлення як фізичних, так і психологічного стану. Окрім того, Paul та Garg [144] прийшли до висновку, що БЗЗ може бути використаний в області спортивної психофізіології для емоційної і когнітивної реструктуризації. БЗЗ має явну перевагу в наданні людям фізіологічної інформації, що вказує на їх власні внутрішні ритми організму і допомагає їм досягти релаксації, фізіологічного саморегулювання, і в кінцевому рахунку, дозволяє краще справлятися з стресовими чинниками. Їх дослідження показали, що в як клінічних і спортивних популяціях, БЗЗ посилює позитивний психологічний стан їх членів (релаксація, концентрація, саморегуляція) при одночасному зниженні негативних симптомів (занепокоєння, стрес, втома).

Вважається доведеним, що травмовані спортсмени переживають такі ж емоції і настрої, як і люди з депресією [168]. Результати цього дослідження показали високу ефективність застосування БЗЗ для поліпшення фізіологічного функціонування організму, зменшення симптомів депресії, а також зниження тривожності. Травмовані спортсмени можуть навчитися методам контролю свого психологічного стану при застосуванні БЗЗ-тренінгу. Крім того, БЗЗ був використаний в якості терапевтичного методу при зниженні болю в умовах спортивної травми.

Таким чином, проаналізувавши літературні джерела, які характеризують роботу автономної нервової системи під впливом різноманітних чинників, можна стверджувати, що пошук різноманітних методів підвищення варіабельності серцевого ритму є актуальним. В той же час залишаються відкритими питання стосовно тривалості позитивного ефекту, показань та протипоказань для різних категорій пацієнтів. Відтак, проблема корекції автономних дисфункцій та оптимізації психофізіологічного стану пацієнтів є актуальною та потребує детального вивчення методичних аспектів таких тренувань.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ АВТОНОМНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

2.1 Дослідження варіабельності серцевого ритму (ВСР)

Існує багато методик визначення показників ВСР, але згідно з міжнародними стандартами всі вони базуються на двох варіантах:

- 1) реєстрація R–R-інтервалів протягом 5 хв;
- 2) реєстрація R–R-інтервалів протягом доби.

У нашому дослідженні, для отримання показників варіабельності серцевого ритму (ВСР), використовували дистанційний монітор серцевого ритму Polar RS800CX та пакет програмного забезпечення Polar ProTrainer5 (рис. 2.1).



Рис. 2.1 Дистанційний монітор серцевого ритму Polar RS800CX

Розрахунки показників проводили, аналізуючи 5-хвилинні стаціонарні відрізки грудного відведення електрокардіограми (ЕКГ) згідно з рекомендаціями Європейської та Північно-Американської асоціації кардіологів (1996) [169]. Були розраховані наступні показники:

- **середньоквадратичне відхилення тривалості кардіоінтервалів (SD, the standard deviation of the differences between successive NN intervals, мс), яке відображає загальну ВСР;**

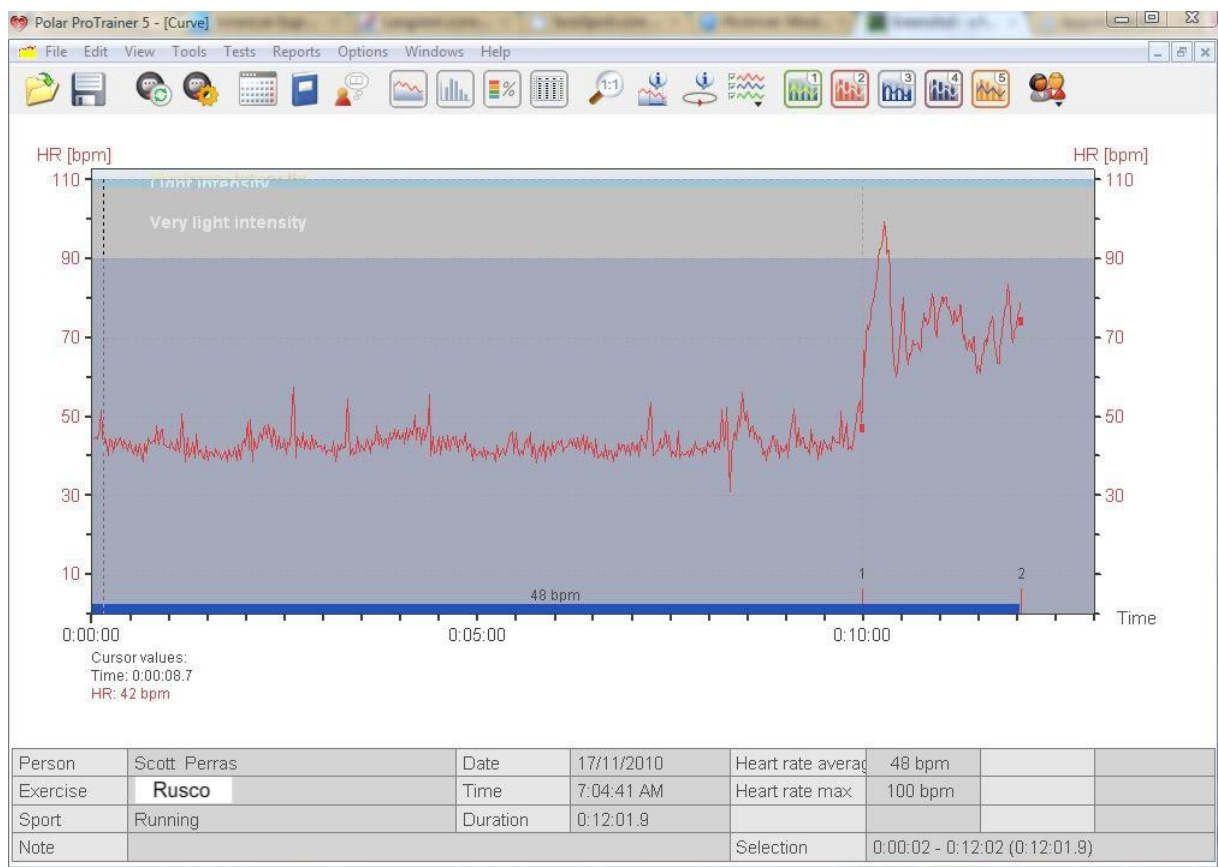


Рис. 2.2 Крива ВСР, отримана з допомогою програмного забезпечення Polar Trainer 5

- **квадратний корінь із середнього значення різниць квадратів послідовних пар кардіоінтервалів (RMSSD, the square root of the root mean square of the sum of all differences between successive NN intervals, мс), який надає інформацію переважно щодо регуляторної активності парасимпатичного відділу АНС;**

- число пар послідовних інтервалів R-R, що відрізняються за тривалістю більш ніж на 50 мс (pNN50, the percentage of successive intervals that differ by more than 50 ms), яке відображає активність периферичних ланок АНС.

В якості спектральних показників ВСР були використані:

TP (Total Power, мс²) – сумарна енергія спектру серцевого ритму, яка відображає сумарний вплив на серцевий ритм всіх ланок автономної регуляції;

HF (High Frequency, мс²) – високочастотний компонент спектру серцевого ритму в діапазоні 0,15-0,4 Гц, який відображає вагусний вплив на ритм серця, пов'язаний із регуляцією дихання;

LF (Low Frequency, мс²) – низькочастотний компонент спектра серцевого ритму в діапазоні 0,04-0,15 Гц, який відображає вплив симпатичної ланки АНС на серцевий ритм, в т.ч. – тонус судинно-рухового центру;

VLF (Very Low Frequency, мс²) – наднизькочастотний компонент спектру серцевого ритму в діапазоні 0,003-0,04 Гц, який характеризує сумарну активність надсегментарних відділів АНС і нейрогуморальні впливи на серцевий ритм [170].

Співвідношення активності симпатичної та парасимпатичної ланки АНС оцінювали за показником **симпато-вагального балансу (LF/HF)**.

Окрім цього, визначали відсотковий вклад кожного із частотних компонентів хвильової структури серцевого ритму у TP: **HF%/ LF% та VLF%**.

2.2 Вплив на функціональний стан АНС шляхом глибокого дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку

В дослідженні були використані три прилади: StressEraser (“Helicor”, USA) (рис. 2.3), EmWave2 (“Heartmath”, USA) (рис. 2.4), MyCalmBeat (USA). Перші два прилади представляють собою компактні портативні пристрої, а третій – це комп'ютерна програма, що може бути проінстальована на персональному

комп'ютері або смартфоні. Для роботи даного програмного забезпечення необхідно подати на вхід комп'ютера сигнал від кліпси з фотоелектричним елементом, яка закріплюється на вухо. Кліпса генерує електричний сигнал, пропорційний кровонаповненню вушної раковини. Цей сигнал відображає пульсові коливання артеріального тиску, що корелюють із серцевими скороченнями.



Рис. 2.3 Пристрій StressEraser (“Helicor”, USA)



Рис. 2.4 Пристрій EmWave2 (“Heartmath”, USA)

Дихальні вправи з використанням приладу StressEraser проводилися таким чином, щоб натренувати кожного учасника експерименту модулювати частоту і глибину власного дихання відповідно до візуальних сигналів приладу. В ході дихання прилад постійно розраховував хвильову структуру серцевого ритму і показував її на екрані у вигляді кривої. Динаміка серцевих скорочень реєструвалася з допомогою закріпленого на вказівному пальці фотоплетизмографічного датчика. Сигналом до початку вдиху служила індикація маркера у вигляді трикутника, що проектувався у верхній частині екрану приладу. Якщо темп дихання узгоджувався із хвильовою структурою серцевого ритму, то в нижній частині екрана з'являлися квадратики. Найбільш вдалий вдих приносив учаснику експерименту 3 квадратики за 1 дихальний цикл (рис.2.5; а, б). За кожні 3 квадратики прилад нараховував учаснику 1 бал. Тренування закінчувалося при наборі 30 балів, що зазвичай тривало близько 15 хвилин.

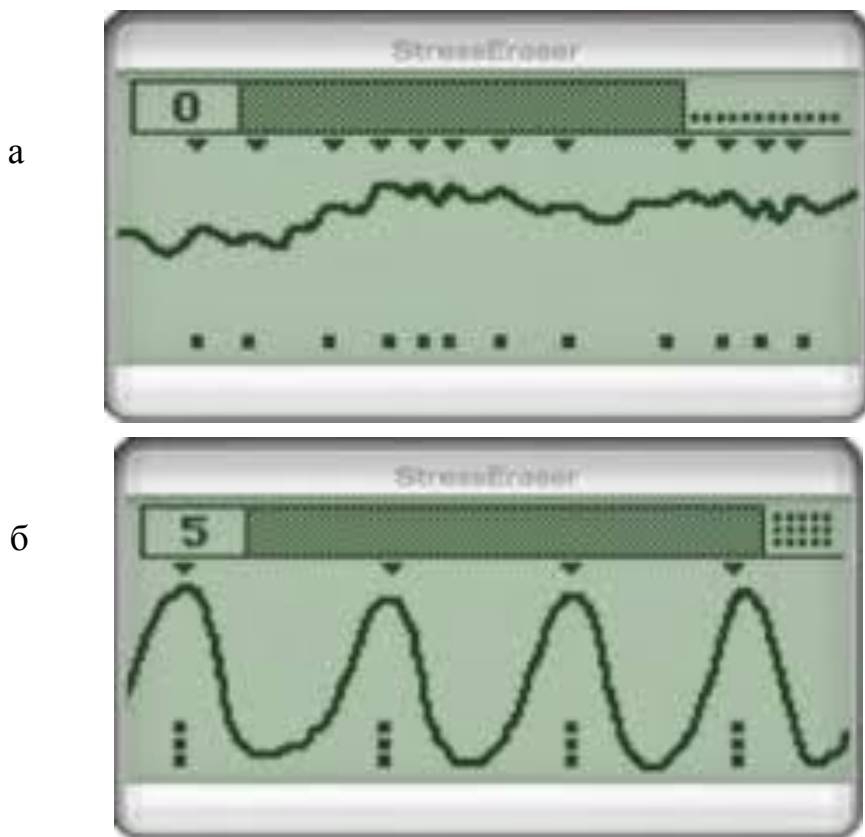


Рис. 2.5 Крива BCP на екрані приладу StressEraser під час тренування в режимі біологічного зворотного зв'язку: а – на 1-й хвилині тренування; б – на 15-й хвилині сеансу

Дихальна гімнастика з використанням приладу EmWave2 реалізувалася завдяки звуковій та візуальній корекції паттернів дихання протягом 15 хвилин. Цей прилад на основі інформації від фотоелектричного датчика, закріпленого на вушній раковині, розраховує криву ВСП і оцінює когерентності дихання з серцевою діяльністю. У випадку досягнення високого ступеня когерентності індикатор у правому верхньому куті екрану змінює свій колір з червоного на синій або зелений в залежності від ступеня цієї когерентності. Одночасно прилад подає звуковий сигнал, що підвищує ефективність корекції ритму дихання пацієнтом.

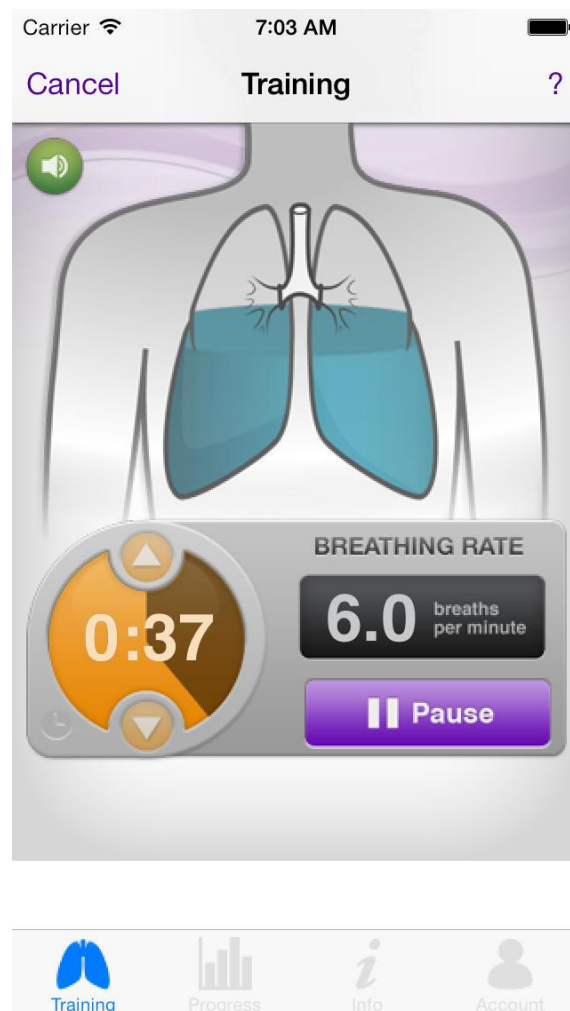


Рис. 2.6 Візуалізація виконання дихальних вправ на екрані смартфона з використанням програмного забезпечення MyCalmBeat

Корекція дихання з використанням програмного забезпечення MyCalmBeat також ґрунтується на використанні для біологічного зворотного зв'язку пульсометричного датчика, що детектує пульс у вушній раковині. Протягом перших двох хвилин тренування апаратно-програмний комплекс на основі вільного дихання пацієнта розраховує оптимальну індивідуальну частоту дихання, а у протягом наступних 15 хвилин прилад сигналізує динамічною піктограмою про початок і завершення чергового вдиху (рис. 2.6).

2.3 Комплексна оцінка адаптаційних резервів організму за допомогою розрахунку показника активності регуляторних систем (ПАРС) за Баєвським Р.М.

Для розрахунку показника активності регуляторних систем (ПАРС) використовувався алгоритм, який базується на врахуванні 5 критеріїв [171, 172]:

- сумарний ефект регуляції за показниками ЧСС;
- сумарна активність регуляторних механізмів за сумарною потужністю спектра (Total Power);
- сумарна активність симпатичного відділу ВНС (ІН);
- активність симпатичного вазомоторного центру, який регулює судинний тонус, за потужністю спектра повільних хвиль 1-го порядку (LF);
- активність надсегментарних рівнів регуляції за потужністю спектра повільних хвиль 2-го порядку (VLF).

Для кожного з показників, що використовуються, на підставі показників контрольної групи виділяється зона норми в межах помилки середнього значення ($M \pm m$) (0 балів). У межах $M \pm SD$ (стандартне відхилення) виділяється зона помірних відхилень («+1» або «-1» бал). Якщо значення показника виходить за межі $M \pm 2 SD$, діагностують виражені відхилення від норми («+2» або «-2» бали). За сумою балів (абсолютних значень, без урахування знаку) визначається величина ПАРС і формується висновок про стан регуляторних механізмів.

Значення ПАРС виражається в балах від 1 до 10. Ступінь напруження регуляторних систем оцінюється за значеннями ПАРС:

- стан норми або задовільної адаптації (1-3 бали);
- стан функціонального напруження (4-5 балів);
- стан перенапруження або незадовільної адаптації (6-7 балів);
- стан виснаження регуляторних систем або зриву адаптації (8-10 балів) [171].

Автоматизоване використання даної методики проводилося за допомогою апаратно-програмного комплексу «Кардіолаб» (ХАІ, Медіка, Україна), який за спеціальним алгоритмом розраховує бальну характеристику ПАРС та візуалізує її у графічній формі.

Так, за показником ПАРС, прийнято виділяти три функціональні стани здоров'я, які називають системою «Світлофор». Згідно цієї системи: зелена зона позначає стан норми або стан задовільної адаптації; жовта зона – напруження або ж перенапруження механізмів адаптації, і червона зона – є маркером зриву адаптації.

2.4 Оцінка психофізіологічного стану студентів за суб'єктивними шкалами

Кількісна оцінка психофізіологічного стану обстежених осіб включала визначення рівня ситуативної та особистісної тривожності за допомогою тестової методики Спілбергера-Ханіна; визначення рівня стресостійкості; дослідження індивідуальної самооцінки психосоматичних недомогань з використанням Гісенівського опитувальника (Giesener Beshwedebogen – GBV) [173]. Метою опитувальника Спілбергера-Ханіна є визначення ступеню реактивної та особистісної тривоги. Анкета шкали самооцінки включає 40 питань, із них перші двадцять націлені на визначення рівня ситуативної тривожності, а останні двадцять запитань – визначають особистісну тривожність. Кожне із запропонованих питань із першого блоку пропонує 4 варіанти відповіді з різним ступенем інтенсивності:

- ні, це не так;
- мабуть, так;
- правильно;
- абсолютно правильно.

Останні 20 тверджень включають також 4 можливі відповіді, але з різним ступенем частоти:

- майже ніколи;
- іноді;
- часто;
- завжди.

Деякі твердження в анкеті сформульовані так, що перша відповідь відображає відсутність або легкий ступінь тривоги. В інших, твердження набувають характеру зворотного запитання, тобто перша відповідь характеризує високий ступінь тривожності. Інструкція передбачає уважне читання кожного твердження, після чого потрібно вибрати варіант відповіді, який найбільше описує теперішній стан опитуваного. До того ж, над запитаннями довго не потрібно задумуватися, оскільки правильних чи неправильних відповідей не існує в даному бланку. Обробка та інтерпретація отриманих результатів здійснюються за допомогою ключа, де кожен варіант відповіді відповідає певному балу. В кінці бали сумуються і чим вищий сумарний бал, тим вищий рівень тривоги.

Гісенівський опитувальник-анкета, запропонована в 1967 р. Брюхлером Є. та Снером Дж., має на меті виявити суб'єктивні фізичні скарги, включає 57 запропонованих скарг, що відображають загальне самопочуття, автономні розлади, дисфункцію роботи внутрішніх органів. Інтенсивність кожної скарги оцінюється 5-ти бальною шкалою. Крім того, анкета дозволяє виявити фактори розвитку наявних скарг з точки зору опитуваного. Використовуючи факторний аналіз, автори анкети виділили 4 основні і 1 додаткову шкали:

Перша шкала, яка має назву «виснаження» відображає неспецифічний чинник виснаження і характеризує загальну втомлюваність.

Друга шкала – «шлункові скарги», вказує на наявність шлункових розладів, викликаних нервовими недомаганнями.

Третя шкала – «ревматичний характер» вказує на алергічні чи спастичні страждання опитуваного.

Четверта шкала – «серцеві скарги», відображає суб'єктивні скарги в області серцево-судинної системи.

П'ята шкала – «інтенсивність скарг» або «тиск» представляє собою інтегральну оцінку всіх чотирьох попередніх шкал і відображає ступінь інтенсивності наявних скарг.

Оцінку отримують шляхом додавання балів по кожному пункту, які входять у вищеперераховані шкали.

РОЗДІЛ 3

ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН АВТОНОМНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ ПІД ВПЛИВОМ ГЛИБОКОГО ДИХАННЯ ТА ЙОГО ДІЯ НА ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИЙ СТАТУС

Відомо, що в різноманітних умовах життєдіяльності людини регуляція серцевої діяльності тісно узгоджена із регуляцією дихання [172, 174]. Метою цієї координації є адаптувати діяльність цих фізіологічних систем до необхідного рівня метаболізму. Прикладом тісного взаємозв'язку регуляції серцевого ритму та дихання може слугувати синусова дихальна аритмія (СДА) – фізіологічні коливання тривалості серцевого циклу, пов'язані із дихальною періодикою [1, 175]. При вдиху активується симпатична ланка автономної нервової системи (АНС), результатом чого є зростання частоти серцевих скорочень. При видиху, навпаки, активується парасимпатична ланка АНС, що є причиною сповільнення серцевого ритму. Такі флюктуації ЧСС вносять суттєвий вклад у загальну варіабельність серцевого ритму (ВСР). Особливо суттєві зміни спостерігаються у високочастотній ділянці його спектру HF (діапазон 0.15–0.4 Гц. Саме тому потужність хвиль спектральної кривої ВСР цього частотного діапазону вважається неінвазивним маркером тону парасимпатичної ланки АНС [49, 139, 142, 176]. Ряд авторів продемонстрували, що СДА та функціональна активність парасимпатичного відділу АНС пов'язані позитивним кореляційним зв'язком. При цьому психофізіологічні реакції на ментальні стресори суттєво залежать від рівня СДА [2, 49, 139, 176].

В останні роки, інтенсивно вивчаються ефекти глибокого дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку з ВСР [1, 2]. Таке дихання, більш повно узгоджується із фоновою динамікою серцевої діяльності. В той же час під час дихання в такому режимі суттєво зростають як СДА, так і загальна ВСР. Це узгодження особливо ефективно досягається за допомогою портативних комп'ютерних пристроїв, що візуалізують ВСР і дозволяють пацієнту

максимально швидко змінювати частоту і глибину дихання в потрібному напрямку.

Найбільш популярним портативним пристроєм, який реалізує принцип біологічного зворотного зв'язку при проведенні дихальної гімнастики є прилад StressEraser (TM, Helicor, USA). При використанні цього приладу пацієнт отримує візуальні сигнали на його моніторі, які дозволяють коректувати темп і глибину вдиху та видиху. При цьому досягається гармонізація фізіологічного взаємозв'язку між серцево-судинною, дихальною системою та АНС. Як продемонстрували ряд дослідників, така гармонізація посилює тонус парасимпатичного відділу АНС, сприяє психологічній релаксації та підвищує стійкість до стресу [1, 32]. До того ж портативні прилади, що реалізують керування диханням в режимі біологічного зворотного зв'язку, відносно доступні більшості пацієнтів для індивідуального використання. Проте їх рекламують та позиціонують виключно як засоби нормалізації психологічного стану.

Одним із завдань даного дослідження було з'ясувати чи доцільне застосування таких приладів для корекції функціонального стану АНС і з'ясувати наскільки тривалий цей ефект. Для дослідження були використані три прилади: StressEraser ("Helicor", USA), EmWave2 ("Heartmath", USA) та MyCalmBeat (USA). Перші два прилади представляють собою автономні пристрої, а третій - пакет програмного забезпечення, яке можна встановити на персональному комп'ютері або ж смартфоні.

Дана серія досліджень виконана з участю 30 осіб чоловічої статі з числа студентів молодших курсів медичного факультету. Середній вік обстежених склав $19 \pm 1,2$ роки. Всі учасники експерименту були рандомно розподілені на 3 рівні групи з чисельністю по 10 осіб у кожній із них. Із дослідження виключали осіб із скаргами на стан самопочуття, а також – тих студентів, які професійно займалися спортом.

Учасники першої групи використовували для тренувань портативний прилад біологічного зворотного зв'язку StressEraser, другої – прилад EmWave2, а третьої – апаратно-програмний комплекс MyCalmBeat. Тренування проводилися

протягом 10 днів в ранкові години. Тривалість кожного сеансу складала близько 15 хвилин. Тренування учасників першої групи полягало у навчанні змінювати частоту і глибину дихання відповідно до візуальних сигналів приладу StressEraser. Отримуючи інформацію про кровонаповнення вказівного пальця від плетизмографічного датчика, прилад розраховував показники варіабельності серцевого ритму і візуалізував криву ВСР на власному моніторі. Сигналом до початку чергового вдиху служила поява трикутного маркера у нижній частині екрану. У випадку гармонізації кривої ВСР із темпом та глибиною дихання у нижній частині екрану з'являлися квадратні маркери (від 1 до 3) залежно від ступеню узгодження кардіореспіраторної системи та АНС. (рис. 3.1, а, б). Якщо ступінь когерентності оцінювалася приладом у 3 квадратики, то він нараховував обстеженому 1 бал. Тренування продовжувалося до набору 30 балів за сеанс.

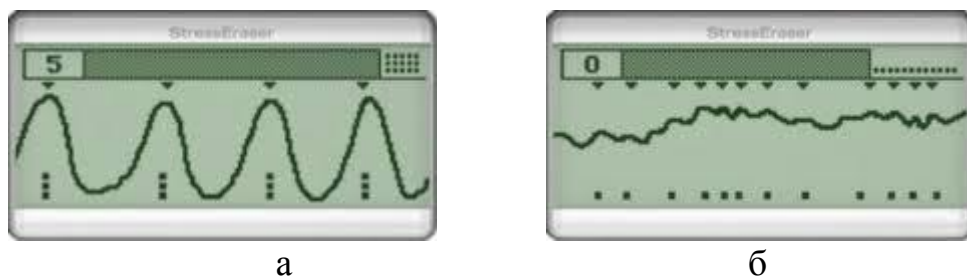


Рис. 3.1. Візуалізація виконання дихальних вправ на екрані приладу StressEraser

Дихальна гімнастика в учасників другої групи з використанням приладу EmWave2 реалізувалася завдяки звуковій та візуальній корекції паттернів дихання протягом 15 хвилин. В процесі тренування прилад безперервно отримувал інформацію від фотоелектричного датчика про ступінь кровонаповнення вушної раковини, що давало можливість на основі математичного алгоритму розраховувати ВСР та генерувати керуючі стимули для пацієнта. Якщо дихання оптимально узгоджувалося із серцевою діяльністю, то візуальний індикатор у верхній частині екрану змінював свій колір з червоного на синій або зелений в залежності від ступеня цієї когерентності. Одночасно прилад подавав звуковий сигнал, що підвищувало ефективність корекції ритму дихання пацієнтом.

Учасники 3 групи також використовували для біологічного зворотного зв'язку пульсометричний датчик, що детектував пульс у вушній раковині аналогічно до реєстрації пульсу, який застосовувався для осіб другої групи. Однак корекція дихання обстеженого з використанням програмного забезпечення MyCalmBeat досягалася в інший спосіб. Перші дві хвилини тренування витрачалися на розрахунок оптимальної індивідуальної частоти дихання в режимі вільного дихання без коректуючих сигналів. У наступні 15 хвилин пацієнт отримував підказки щодо глибини і частоти дихання у вигляді динамічних піктограм на екрані смартфона.

Для отримання показників ВСР в усіх обстежених реєстрували грудне відведення ЕКГ за допомогою дистанційного монітора серцевого ритму Polar RS800CX. Обстежений знаходився в сидячому положенні протягом 10 хвилин з метою адаптації до умов реєстрації. Останні 5 хвилин цього часового проміжку були використані для розрахунку фонових показників ВСР в якості контролю. Протягом наступних 15 хвилин учасники експерименту виконували дихальні вправи, після чого реєстрація ЕКГ продовжувалася протягом наступних 5 хвилин. Ефективність впливу тренування на показники ВСР оцінювали, шляхом порівняння першого та другого 5-хвилинного проміжку.

3.1 Вплив однократного сеансу глибокого дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку на параметри варіабельності серцевого ритму

Дані щодо динаміки показників ВСР під впливом однократного сеансу глибокого дихання з використанням трьох портативних пристроїв біологічного зворотного зв'язку наведено у таблиці 3.1 [177]. Як свідчать наведені результати, у всіх трьох групах обстежених було встановлено схожу динаміку показників ВСР, але з різним діапазоном відхилень показників. Спільним інтегральним ефектом діафрагмального дихання із застосуванням усіх трьох приладів біологічного зворотного зв'язку було суттєве зростання ВСР за даними, як статистичних, так і спектральних показників.

**Динаміка показників ВСР під впливом однократного сеансу
глибокого дихання**

Показник	SressEraser (n=10)		EmWave2 (n=10)		MyCalmBeat (n=10)	
	Фон	Після сеансу	Фон	Після сеансу	Фон	Після сеансу
SD, мс	52,5±6,2	62,7±2,6*	48,9±5,4	57,0±6,1*	54,9±5,4	61,4±5,6*
RMSSD, мс	34,3±4,3	46,5±3,8*	35,7±4,1	49,9±5,2*	37,1±4,2	43,2±6,6
pNN50,%	18,6±1,5	22,8±1,8*	17,8±1,6	21,6±2,2*	16,5±1,3	19,8±1,6*
TP, мс ²	3843±345	4799±433*	3868±301	4743±345*	3944±401	4585±434
HF, мс ²	762±108	894±144	763±138	777±153	725±223	764±156
LF, мс ²	1781±223	2888±216*	1862±218	2754±249*	1955±225	2664±301*
VLF, мс ²	1254±176	1017±198*	1243±145	1212±163	1264±257	1157±232
LF/HF	2,3±0,21	3,2±0,23*	2,4±0,22	3,5±0,24*	2,7±,22	3,5±0,24*
HF, %	20,1±4,4	18,6±3,7	19,7±3,7	16,4±3,3	18,4±4,7	16,7±3,9
LF, %	46,9±5,2	60,2±4,9*	48,1±4,6	58,1±4,7*	49,6±3,6	58,1±3,9*
VLF, %	33,0±3,5	21,2±2,9*	32,1±3,1	25,6±2,8*	32,0±3,3	25,2±2,9*

Примітка. * - статистично вірогідна зміна в порівнянні з фоновим показником (p<0,05).

Так, SD у групах StressEraser, EmWave2 та MyCalmBeat зросла відповідно на 10,2±1,2; (p<0,01); 8,1±2,3; (p<0,02) та 6,5±2,4; (p<0,05) мс. Приріст pNN50 у цих групах склав відповідно 4,2±0,4; (p<0,001); 3,8±0,6 (p<0,01) та 3,3±0,7; (p<0,01). Показник RMSSD, що характеризує парасимпатичну ланку АНС, статистично вірогідно зростав тільки в першій та другій групах відповідно на 12,2±1,4; (p<0,01) та 14,2±1,8; (p<0,05) мс.

Зростання загальної варіабельності ВСР підтверджує також динаміка спектральних показників, зокрема таких як TP, що виріс у всіх трьох групах відповідно на 1002 ± 145 ($p < 0,01$); 875 ± 177 ($p < 0,02$); та 645 ± 189 ($p < 0,05$) $мс^2$.

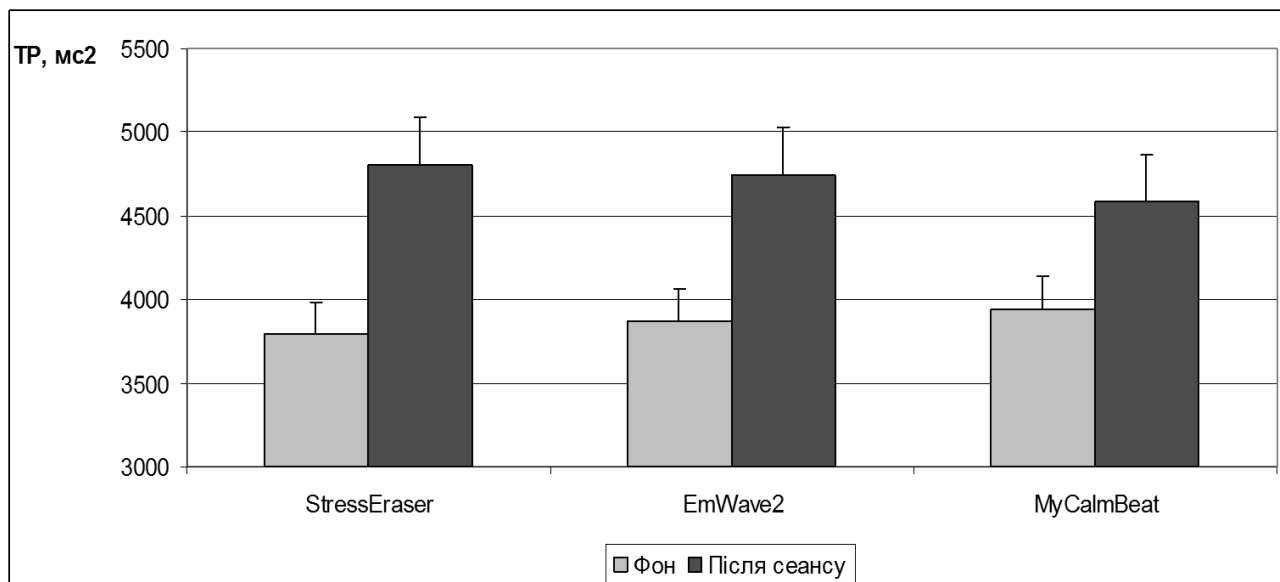


Рис. 3.2. Динаміка показника загальної потужності хвильового спектру варіабельності серцевого ритму (TP, $мс^2$) під впливом однократного сеансу глибокого дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку

Спектральний аналіз серцевого ритму дає досліднику серйозний інструмент для з'ясування динаміки функціонального стану усіх ланок АНС під впливом глибокого дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку. Спільним для динаміки показників ВСР у всіх трьох групах було те, що найбільші зміни стосувалися низькочастотного діапазону LF. Саме цей діапазон, у відповідності до загальноприйнятої трактовки відображає активність симпатичної ланки АНС та судинно-рухового центру. Зростання потужності хвиль LF у групах StressEraser, EmWave2 та MyCalmBeat склало відповідно 1107 ± 123 ($p < 0,01$); 892 ± 136 ($p < 0,02$); та 709 ± 109 ; ($p < 0,05$) $мс^2$.

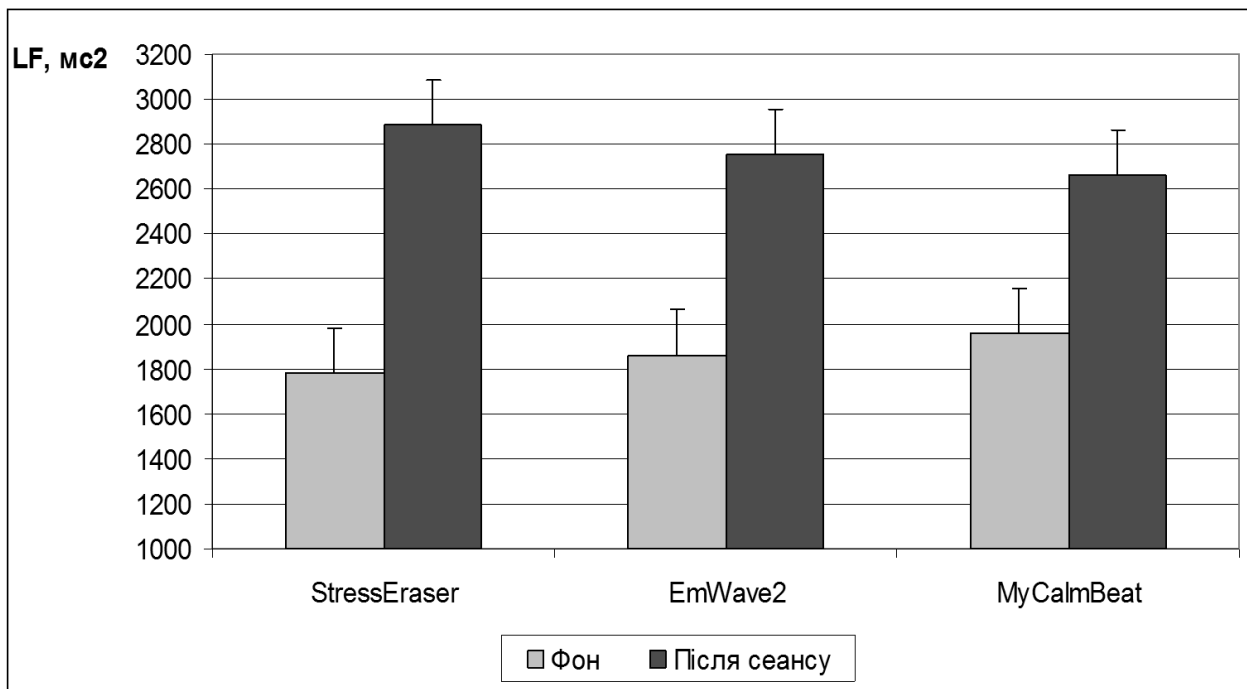


Рис. 3.3. Динаміка показника потужності хвиль низької частоти спектру варіабельності серцевого ритму (LF, мс^2) під впливом однократного сеансу глибокого дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку

Слід підкреслити, що частота глибокого дихання в умовах біологічного зворотного зв'язку у всіх трьох групах обстежених знаходилась в діапазоні 5-7 дихальних рухів за хвилину. Така частота дихання відповідає частотним характеристикам LF діапазону (0,1 Гц). Це дозволяє стверджувати, що для конкретних умов цього тренування LF діапазон спектру кривої ВСР відображає в першу чергу дихальну періодику, а не функціональну активність симпатичної ланки АНС. Аналогічно, зростання коефіцієнту LF/HF у всіх трьох групах відповідно на $0,9 \pm 0,16$ ($p < 0,05$); $1,1 \pm 0,17$ ($p < 0,05$) та $0,8 \pm 0,18$ ($p < 0,05$) не слід трактувати як посилення тонуру симпатичної ланки АНС.

Спектральний показник активності парасимпатичної ланки HF статистично вірогідно не змінювався у всіх 3 групах. В той же час спектральна енергія наднизькочастотного діапазону VLF, який відображає над сегментарний контур автономної регуляції, статистично вірогідно зменшувалася у обстежених першої групи на 237 ± 56 ($p < 0,05$) мс^2 .

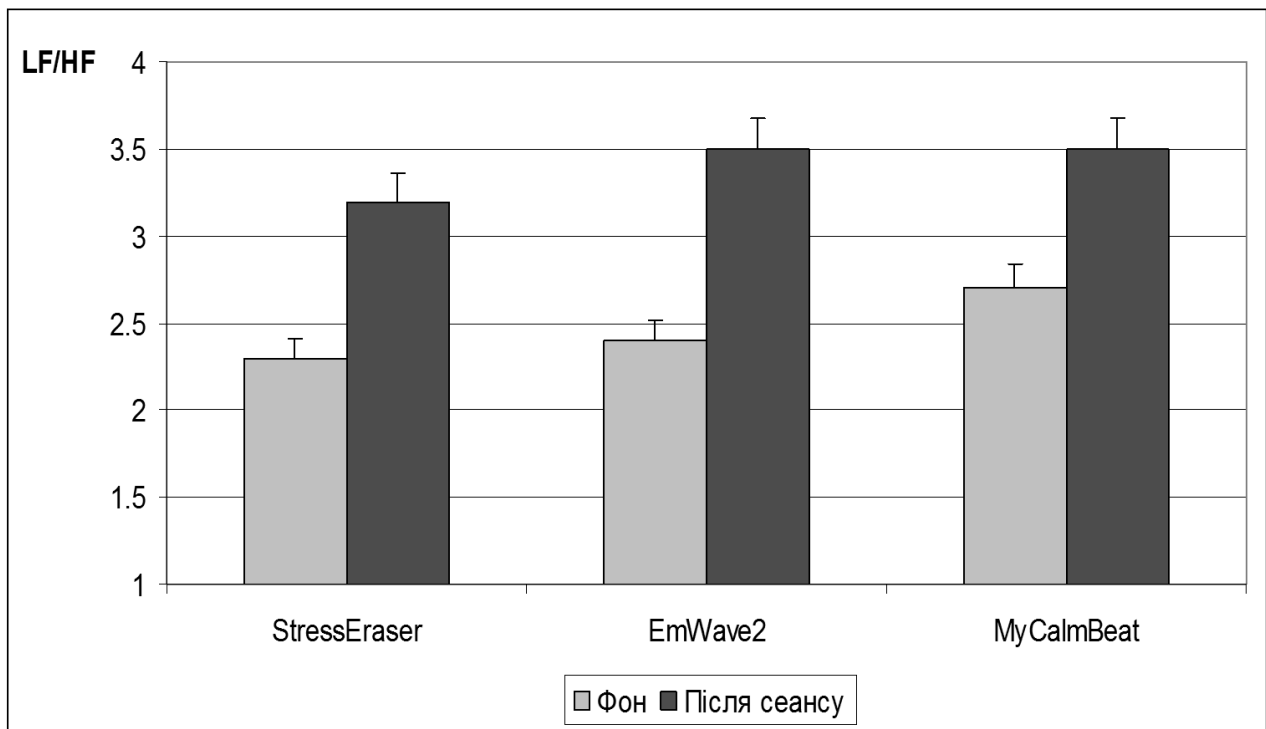


Рис. 3.4. Динаміка коефіцієнта симпато-вагального балансу (LF/HF) під впливом однократного сеансу глибокого дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку

Аналіз структури спектру серцевого ритму за даними відсоткових показників HF%, LF% та VLF% показав, що у всіх трьох групах статистично вірогідно зменшувався вклад хвиль наднизької частоти VLF% у TP відповідно на $11,8 \pm 2,2\%$; ($p < 0,01$); $6,6 \pm 2,8\%$; ($p < 0,02$) та $6,8 \pm 2,4\%$; ($p < 0,05$) (табл. 3.1). Це вказує, на перерозподіл тонуру різних регуляторних компонентів серцевого ритму в напрямі посилення функціональної активності периферичної ланки АНС.

Узагальнюючи результати цієї серії дослідження, можна сказати, що найбільш виражений вплив на ВСР обстежених осіб здійснювало діафрагмальне дихання із застосуванням приладу біологічного зворотного зв'язку StressEraser, дещо менший ефект давало застосування приладу EmWave2, а найменш виражений ефект спостерігався в групі обстежених, що тренувалися з допомогою апаратно-програмного комплексу MyCalmBeat (рис. 3.5).

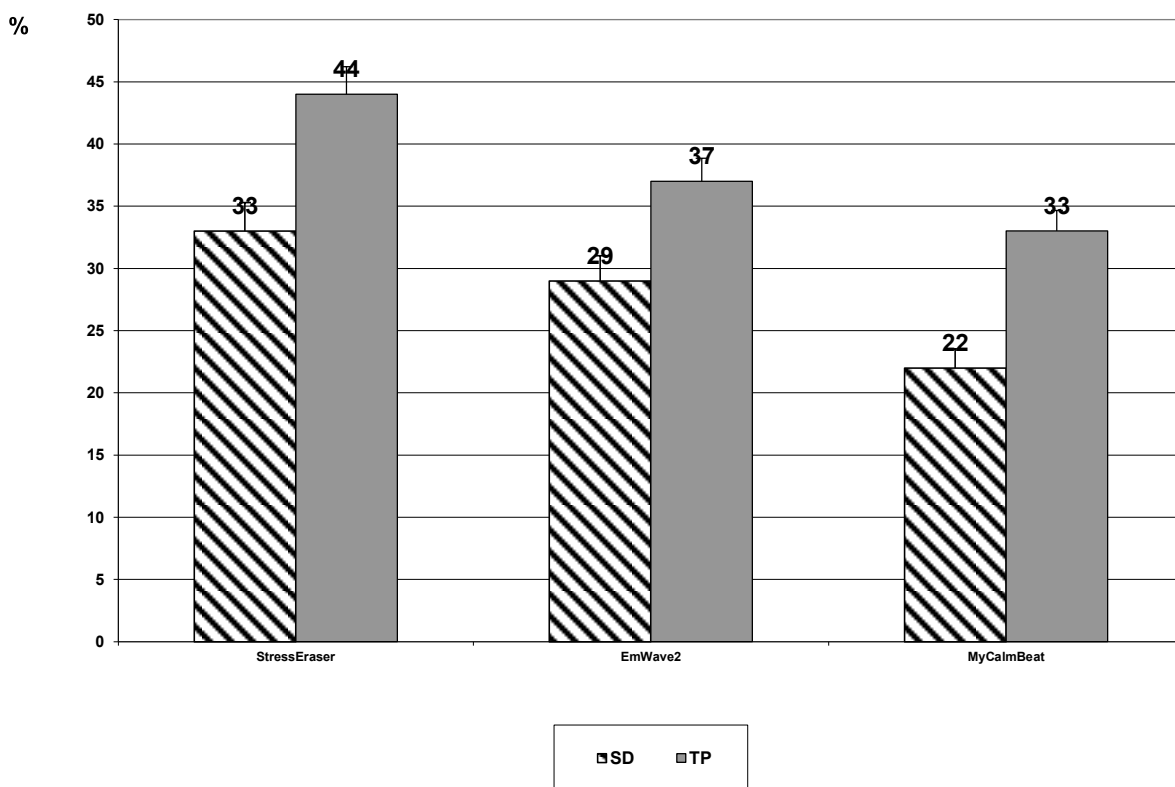


Рис. 3.5. Приріст у відсотках показників варіабельності серцевого ритму по відношенню до фонового значення у досліджуваних групах

3.2 Порівняльна характеристика ефектів глибокого дихання з використанням та без використання біологічного зворотного зв'язку

Завданням цієї серії досліджень було з'ясувати чи використання глибокого дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку є суттєвим з точки зору впливу на функціональний стан АНС в порівнянні зі звичайним діафрагмальним диханням з частотою 6 дихальних рухів за хвилину. До дослідження було залучено 20 здорових чоловіків віком $18,4 \pm 0,5$ років, які були визнані практично здоровими за даними фізикального обстеження та професійно не займалися спортом. Із цього контингенту біли сформовані 2 групи, у які увійшло по 10 осіб.

Учасники першої групи виконували дихальні вправи в режимі біологічного зворотного зв'язку з використанням приладу StressEraser («Helicor», USA), а учасники другої групи – в режимі вільного дихання. Тривалість сеансу дихальної гімнастики в обох групах складала 15 хвилин.

У всіх обстежених реєстрували ритмокардіограму з допомогою монітора серцевого ритму Polar RS800CX за описаною вище методикою.

Результати порівняння динаміки показників варіабельності серцевого ритму в досліджуваних групах наведені в табл. 3.2 [178].

Таблиця 3.2

**Динаміка показників варіабельності серцевого ритму під впливом
однократного сеансу глибокого дихання**

Показник	З застосуванням приладу SressEraser (n=10)		Без застосування приладу (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	3964±335	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*

Примітки:

- * - статистично вірогідна зміна по відношенню до фонового показника (p<0,05);
- ** - статистично вірогідна зміна по відношенню до фонового показника (p<0,01).

Як свідчать наведені результати, у обох групах обстежених динаміка показників варіабельності серцевого ритму була схожою, але ступінь її вираженості був різним. Спільним інтегральним ефектом діафрагмального дихання було суттєве підвищення ВСР за даними часового домену, а також – за даними хвильової структури серцевого ритму. Так, у першій групі, що тренувалася із застосуванням пристрою StressEraser, показник SD зріс на $10,2 \pm 1,2$ мс ($p < 0,01$); у другій групі, яка тренувалася у режимі вільного дихання – на $6,5 \pm 2,4$ мс ($p < 0,05$). Приріст $pNN50$ у цих групах склав відповідно $4,2 \pm 0,4$ % ($p < 0,01$) та $3,3 \pm 0,7$ % ($p < 0,01$). Статистично вірогідне збільшення показника RMSSD, що характеризує парасимпатичну ланку АНС, мало місце тільки у першій групі і склало $12,2 \pm 1,4$ мс ($p < 0,01$).

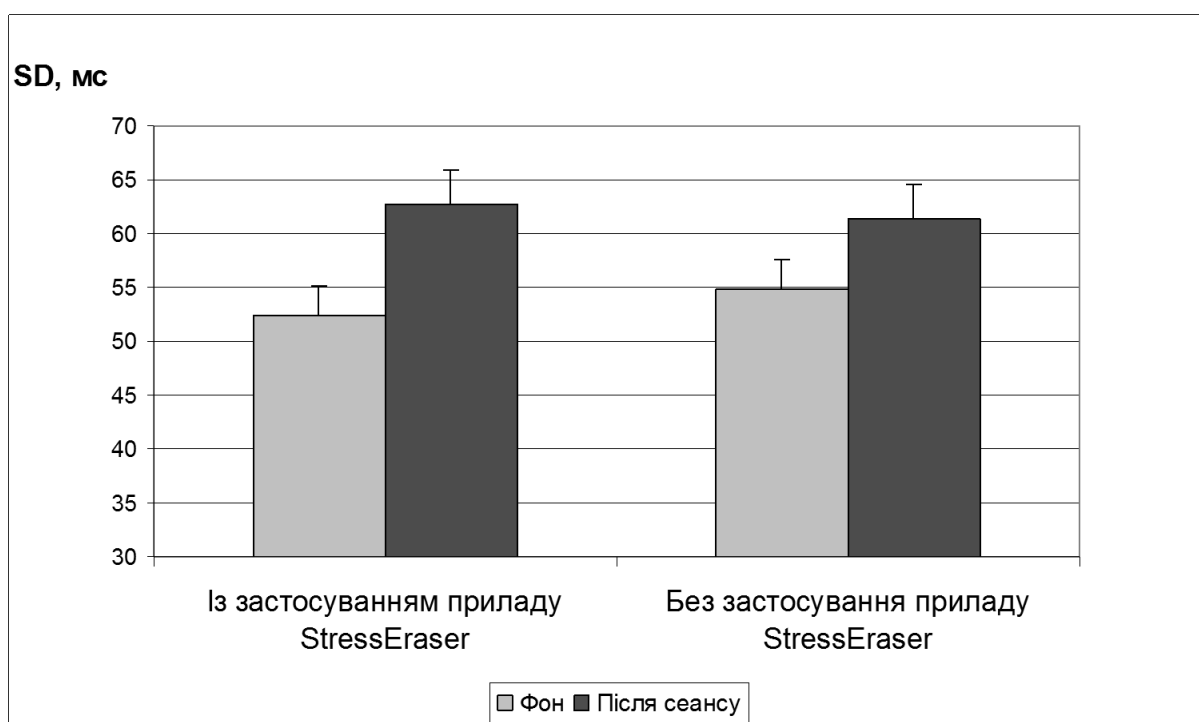


Рис. 3.6. Динаміка показника середньоквадратичного відхилення кардіоінтервалів (SD, мс) в групах обстежених з різним режимом глибокого дихання

Зростання загальної ВСР підтверджують також спектральні параметри серцевого ритму, зокрема TP, який підвищився у першій та другій групі відповідно на $1002 \pm 145 \text{ мс}^2$ ($p < 0,01$) та $645 \pm 189 \text{ мс}^2$ ($p < 0,05$).

За даними спектрального аналізу серцевого ритму, що характеризують динаміку окремих ланок АНС під впливом діафрагмального дихання, встановлено, що найбільші зміни стосувалися низькочастотного діапазону спектральної кривої (LF), який відображає активність симпатичної ланки АНС та судинно-рухового центру.

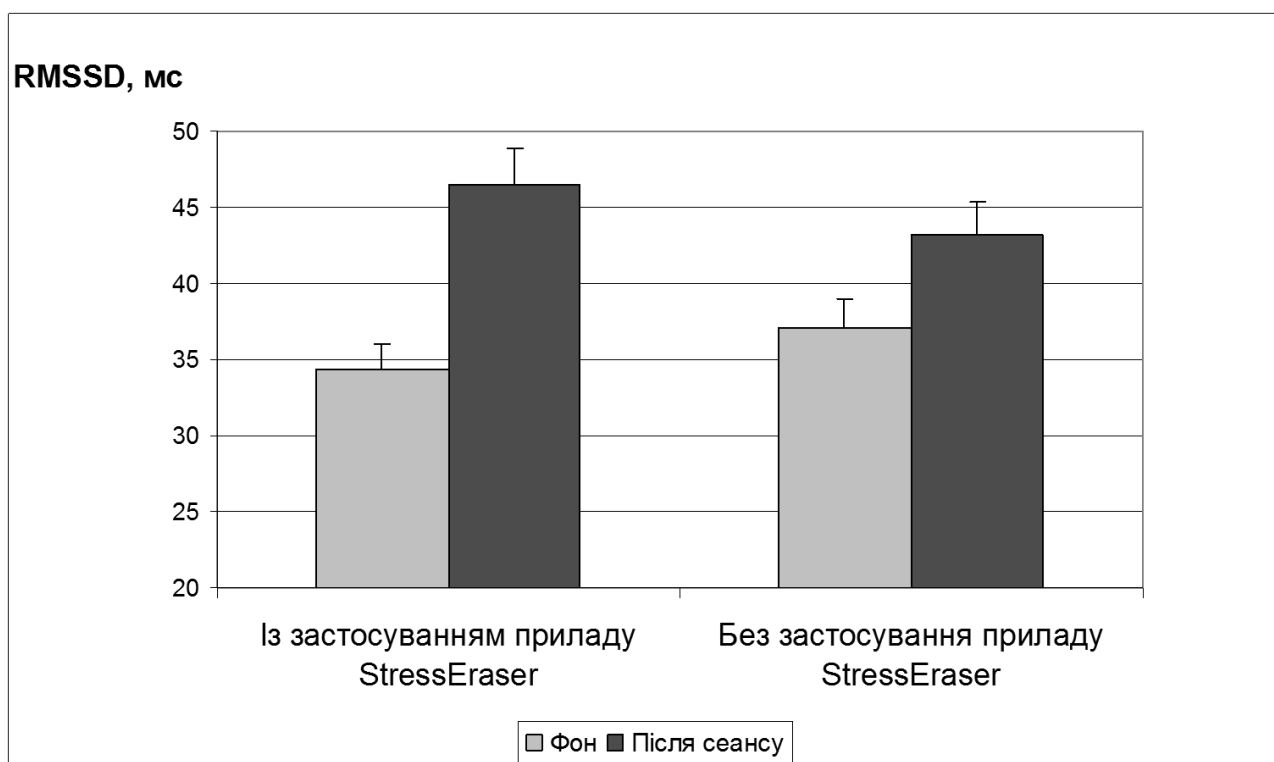


Рис. 3.7. Динаміка показника квадратного кореня з середньоквадратичного відхилення кардіоінтервалів (RMSSD, мс) в групах обстежених з різним режимом глибокого дихання

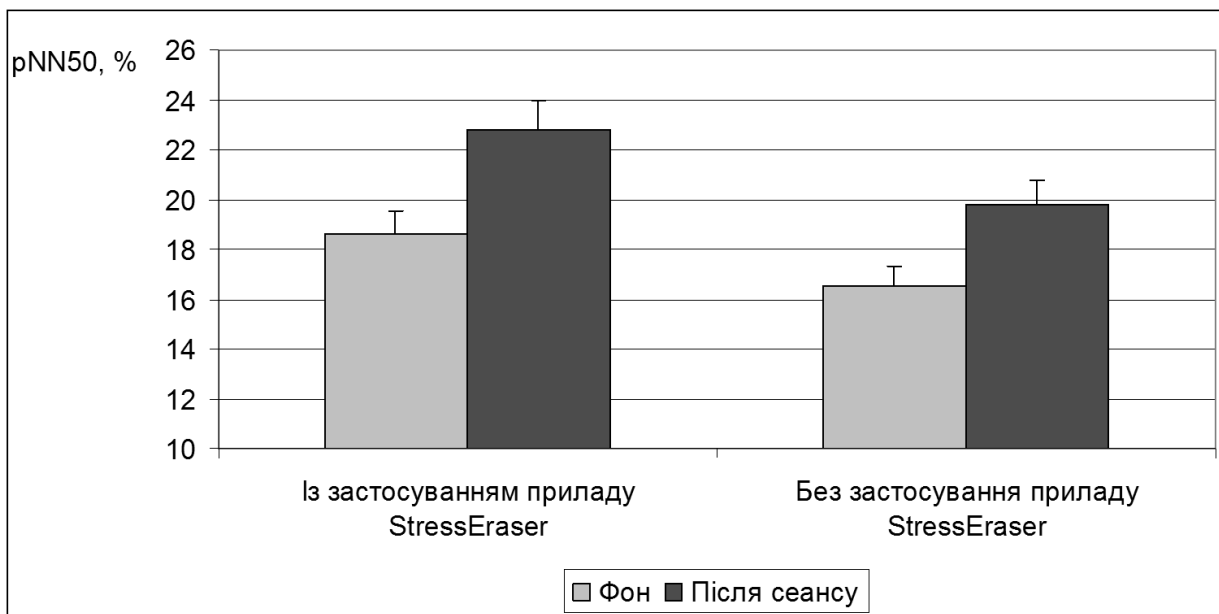


Рис. 3.8. Динаміка відсотка послідовних кардіоінтервалів, що відрізняються більше, як на 50 мс (pNN50, %), в групах обстежених з різним режимом глибокого дихання

Приріст LF у обстежених першої групи, що тренувалася з допомогою приладу StressEraser, склав $1107 \pm 123 \text{ мс}^2$ ($p < 0,01$), а у обстежених другої групи – 709 ± 109 ; ($p < 0,05$). Слід зазначити, що частота дихання в усіх учасників експерименту, незалежно від групи, коливалась від 5 до 7 дихальних рухів за хвилину. Така частота дихання корелює із частотним діапазоном LF хвиль спектральної кривої (0,1 Гц). На наш погляд, спектральна енергія LF діапазону в умовах експерименту для учасників обох груп не може вважатися маркером активності симпатичної ланки АНС, а залежить від дихальної періодики. З цієї ж причини, збільшення показника симпато-вагального балансу LF/HF в першій та другій групі відповідно на $0,9 \pm 0,16 \text{ мс}^2$ ($p < 0,05$) та $0,8 \pm 0,18 \text{ мс}^2$ ($p < 0,05$) не повинно трактуватися як підвищення тону симпатичного відділу АНС. Показник активності парасимпатичної ланки АНС HF статистично вірогідно не змінювався ні в одній групі.

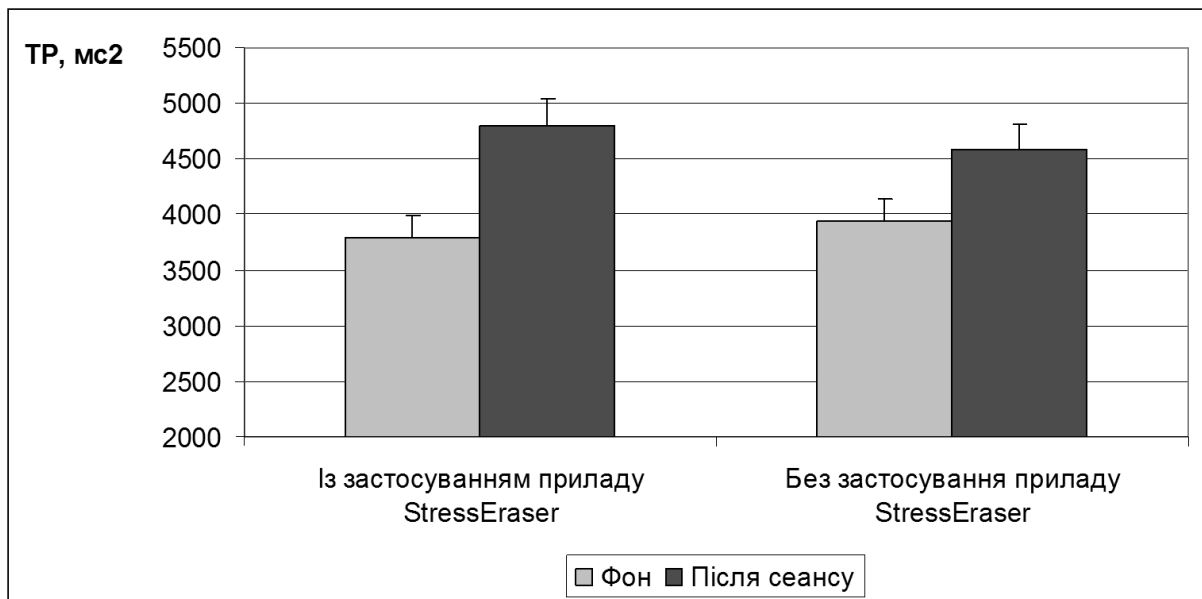


Рис. 3.9. Динаміка загальної потужності хвильового спектру серцевого ритму (TP, ms^2), в групах обстежених з різним режимом глибокого дихання

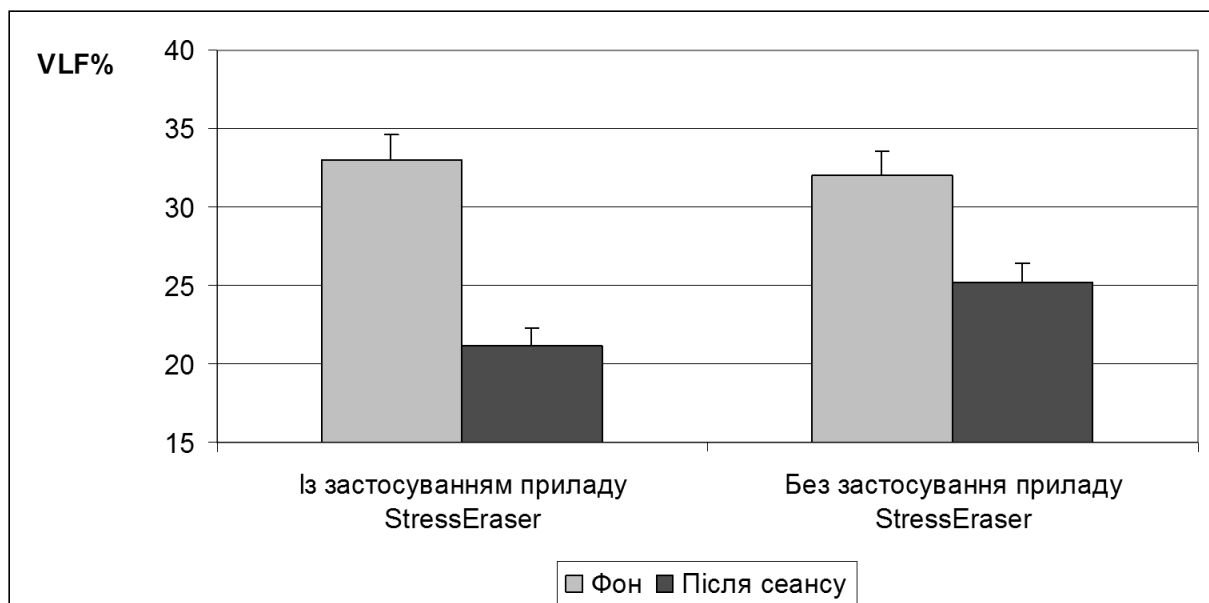


Рис. 3.10. Динаміка відносної потужності хвиль наднизької частоти серцевого ритму (VLF%), в групах обстежених з різним режимом глибокого дихання

Однак у обстежених першої групи статистично вірогідно зменшувалася спектральна енергія наднизькочастотного діапазону VLF на $237 \pm 56 ms^2$ ($p < 0,05$).

Аналіз структури спектру серцевого ритму за даними відсоткових показників хвиль різного частотного діапазону до та після сеансу

діафрагмального дихання показав, відсотковий вклад хвиль наднизької частоти VLF% у загальну енергію спектру серцевого ритму статистично вірогідно зменшився на $11,8 \pm 2,2\%$ ($p < 0,01$) та $6,8 \pm 2,4\%$ ($p < 0,05$) у першій та другій групі відповідно.

Згідно існуючих уявлень про кореляцію показників ВСР із функціональним станом організму людини, збільшення VLF та його відсоткового вкладу у сумарну спектральну енергію серцевого ритму (VLF%) вказує на «централізацію» регуляції серцевого ритму і є одним із критеріїв звуження адаптаційних можливостей організму до дії екстремальних, в тому числі психо-емоційних подразників.

3.3 Ефект місячного курсу глибокого дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку на функціональний стан АНС

Завданням цієї серії досліджень було з'ясування фізіологічного ефекту курсового застосування глибокого дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку на функціональний стан АНС за даними ВСР.

В цій серії досліджень приймали участь 42 здорових чоловіки віком від 18 до 23 років. Перед дослідженням всі вони пройшли загальне медичне обстеження на предмет виявлення соматичної патології. Особи з ознаками захворювань та ті з них, що професійно займаються спортом, виключали із досліджуваного контингенту.

Усіх обстежених було розділено на 2 групи. Першу групу склали 25 осіб, які протягом 1 місяця використовували щоденні сеанси діафрагмального дихання тривалістю 15 хвилин з використанням приладу StressEraser. Контрольну групу склали 18 осіб, які не займалися дихальними вправами.

В процесі сеансу дихання учасник дослідження намагався змінювати частоту і глибину дихання у відповідності із візуальними підказками приладу StressEraser, який розраховував криву ВСР на основі інформації, що надходила із фотоплетизмографічного датчика, розташованого на вказівному пальці

обстежуваного. Якщо хвильова структура серцевого ритму була когерентною параметрам зовнішнього дихання, прилад нараховував 1 бал за кожний «вдалиий» дихальний цикл. Тривалість сеансу залежала від ефективності дихальних екскурсій, але не перевищувала 15 хвилин, протягом яких обстежуваний набирив 30 необхідних балів.

Таблиця 3.3 містить дані щодо динаміки спектральних показників варіабельності серцевого ритму під впливом 1-місячного курсу дихальної гімнастики у обстежених першої та другої груп. Статистичне опрацювання даних не показало вірогідних відмінностей між групами за жодним показником до початку експерименту. Однак результати, отримані через 1 місяць тренувань у обстежених осіб основної та контрольної групи виявили цілу низку статистично вірогідних змін деяких параметрів ВСР. Це стосувалося, в першу чергу, показника загальної варіабельності серцевого ритму TP, який збільшився на $818 \pm 212 \text{ мс}^2$ ($p < 0,001$). Це збільшення досягалося шляхом зростання показника HF на $913 \pm 224 \text{ мс}^2$ ($p < 0,05$) з одночасним зменшенням показника VLF на $422,7 \pm 26,5 \text{ мс}^2$ ($p < 0,002$). Не виявлено при цьому статистично вірогідних змін показника LF. Описані зміни у структури спектру кривої ВСР викликали суттєве зменшення показника симпато-вагального балансу LF/HF на $0,77 \pm 0,17$ ($p < 0,01$). Такі синхронні зміни показників ВСР свідчать про посилення функціональної активності парасимпатичного відділу АНС з одночасним пригніченням надсегментарного контуру регуляції серцевого ритму, що реалізується вищими вегетативними центрами та гуморальними впливами. Аргументом на користь цього твердження є співставлення відсоткових показників потужності основних хвильових компонентів у сумарну спектральну енергію серцевого ритму (рис. 3.12). Слід відмітити, що показники ВСР обстежених контрольної групи не продемонстрували статистично вірогідних змін протягом тривалості експерименту, про що свідчать дані, наведені у табл.3.3.

Динаміка показників ВСР під впливом 30-денного курсу дихальної гімнастики у обстежених осіб основної та контрольної груп

Показник	Основна група (n=25)		Контрольна група (n=18)	
	До початку тренувань	Після курсу тренувань	До початку тренувань	Через 30 днів
TP, мс ²	3889±197	4707±214*	3691±244	3840±274
HF, мс ²	1022±134	1935±157*	1087±137	1043±188
LF, мс ²	1648±142	1882±166	1557±191	1611±179
VLF, мс ²	1219±111	889±109*	1047±136	1186±127
LF/HF	1,74±0,12	0,97±0,13*	1,43±0,11	1,54±0,19
HF, %	26,3±1,64	41,1±1,88*	29,5±2,12	27,2±2,26
LF, %	42,4±2,37	40,4±1,96*	42,2±2,08	42,0±2,76
VLF, %	31,3±1,54	18,9±1,48*	28,4±1,92	30,9±1,63

Примітка. * - статистично вірогідна зміна в порівнянні з показником до початку тренувань

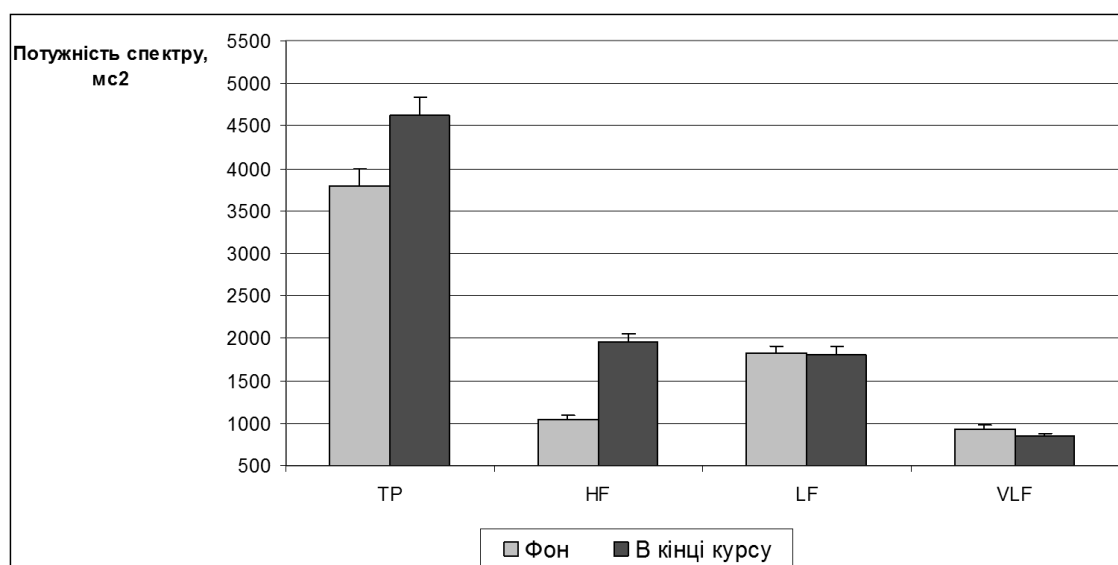


Рис. 3.11. Динаміка спектральних показників варіабельності серцевого ритму під впливом 30-денного курсу дихальної гімнастики в основній групі

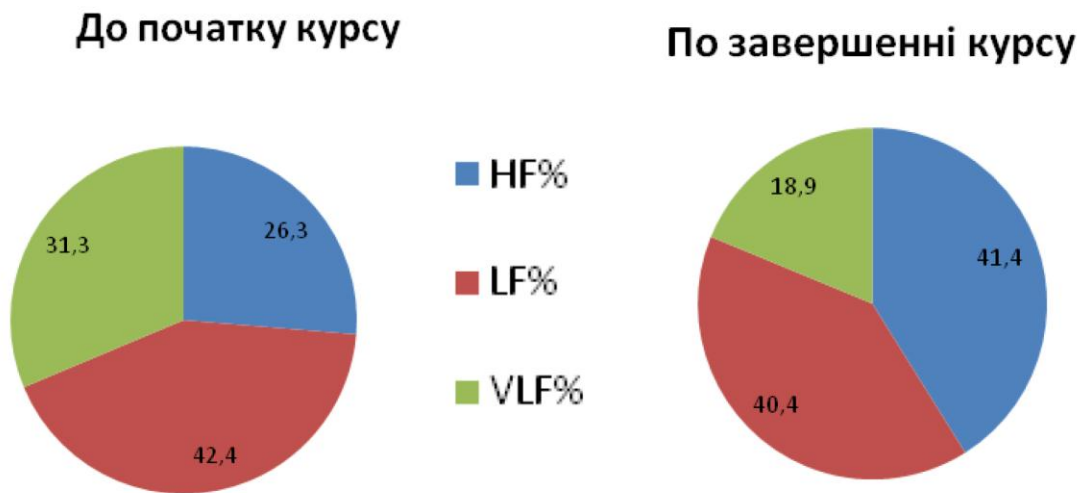


Рис. 3.12. Динаміка хвильової структури серцевого ритму в обстежених осіб основної групи під впливом 30-денного курсу дихальної гімнастики в режимі біологічного зворотного зв'язку

Узагальнюючи отримані дані, можна стверджувати, що глибоке дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку здатне суттєво вплинути на функціональну активність різних ланок автономної нервової системи. Зокрема, 30-денний курс діафрагмального дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку з використанням портативного приладу StressEraser (TM, Helicor, USA) підвищує загальний тонус АНС здорових осіб молодого віку за даними динаміки сумарної потужності спектру серцевого ритму та зсуває автономний баланс в сторону посилення парасимпатичної ланки АНС з одночасним зменшенням вкладу надсегментарних рівнів автономної регуляції.

3.4 Взаємозв'язок між психофізіологічним станом студентів медиків молодших курсів та функціональним станом АНС за даними варіабельності серцевого ритму

Студенти-медики, які навчаються на молодших курсах медичних вишів, є дуже вразливою категорією осіб молодого віку, оскільки навчальний процес сам по собі є для них потужним стресогенним фактором. Це пов'язано, в першу чергу,

із необхідністю адаптації до нових вимог навчального процесу порівняно із середньою школою, значно вищий об'єм навчальних навантажень, недосипанням. Багато студентів змушені проживати за межами свого рідного населеного пункту в оточенні великої кількості незнайомих людей, позбавлені можливості регулярного особистого спілкування із рідними та близькими. Ускладнює адаптацію до нових умов також Болонська система рейтингової оцінки знань, яка не практикується в середній школі. Всі ці фактори негативно відображаються не тільки на академічній успішності студентів, але й на стані їхнього здоров'я. Так за даними літератури [179, 180, 181], відсоток осіб з психосоматичними проявами захворювань серед студентів медиків перевищує середній показник аналогічної захворюваності у популяції осіб аналогічного віку.

Успішність адаптації студентів медиків до навчання у медичному вузі, на наш погляд, передусім залежить від функціонального стану автономної нервової системи (АНС). Ця система є посередником між процесами опрацювання сенсорної інформації корою півкуль головного мозку та станом внутрішніх органів, адаптуючи їх до поточних метаболічних потреб організму. Психоемоційний стрес, спричинений невірноваженістю процесів збудження і гальмування в корі головного мозку, очевидно викликає напруження в системі автономної регуляції функцій, яке, ймовірно, і є причиною психосоматичних розладів. Саме тому одним із завдань даного дослідження було вивчення взаємозв'язку між психофізіологічними показниками студентів медиків молодших курсів та функціональним станом АНС за даними варіабельності серцевого ритму, а також - оцінка можливості застосування діафрагмального дихання у режимі біологічного зворотного зв'язку як засобу корекції їх психофізіологічного стану.

В контексті сформульованої мети роботи одним із завдань дослідження було з'ясування взаємозв'язку між психофізіологічним станом студентів медиків молодших курсів та функціональним станом АНС за даними варіабельності серцевого ритму. Для вирішення цього завдання було проведено обстеження 64 студентів молодших курсів медичного факультету чоловічої статі. Середній вік

обстежених склав $19,2 \pm 0,7$ років. Всі учасники дослідження на момент обстеження визнані практично здоровими за даними загального клінічного огляду. До дослідження не включали осіб жіночої статі, оскільки у них було неможливим виключити вплив гормональних змін, які виникають під час репродуктивного циклу, на психофізіологічні показники та ВСР. Це дозволило отримати однорідний контингент і підвищити статистичну значимість отриманих даних. Обстеження проводилось у міжсесійний період, що дозволяло виключити стресогенний ефект екзаменів та заліків на вищу нервову діяльність обстежених осіб.

Функціональний стан АНС оцінювали за допомогою показників варіабельності серцевого ритму, які були отримані шляхом запису та цифрового опрацювання грудного відведення ЕКГ згідно рекомендацій Європейської та Північно-Американської асоціації кардіологів [169]. Для реєстрацій ЕКГ використовували дистанційний монітор серцевого ритму Polar RS800CX та програмне забезпечення Polar ProTrainer5. Були використані наступні спектральні параметри ВСР:

TP (m^2) – загальна енергія спектру частот серцевого ритму, що відображає сумарний вплив на серцевий ритм всіх регуляторних систем;

HF (m^2) – 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 (m^2) – 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;

VLF(m^2) – 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.

Окрім цього, розраховували показник симпато-парасимпатичного балансу (LF/HF) та вклад кожного із частотних компонентів спектру у TP, виражений у відсотках (HF%, LF%, VLF%) [170].

Оцінка психофізіологічного стану студентів включала: визначення рівня особистісної тривожності, що здійснювалося з використанням тестової методики Спілбергера-Ханіна; яка оцінює рівень стресостійкості [182]; дослідження психосоматичної обумовленості соматичних недомогань з використанням Гісенівського опитувальника (Giesener Beshwedebogen – GBV) [182]. Використовували чотири основні та одну додаткову шкалу.

Перша шкала, яка має назву «виснаження» відображає неспецифічний чинник виснаження і характеризує загальну втомлюваність.

Друга шкала – «шлункові скарги», вказує на наявність шлункових розладів, викликаних нервовими недомоганнями.

Третя шкала – «ревматичний характер» вказує на алергічні чи спастичні страждання опитуваного.

Четверта шкала – «серцеві скарги», відображає суб'єктивні скарги в області серцево-судинної системи.

П'ята шкала – «інтенсивність скарг» або «тиск» представляє собою інтегральну оцінку всіх чотирьох попередніх шкал і відображає ступінь інтенсивності наявних скарг.

Із всього контингенту обстежених було сформовано 3 групи в залежності від величини загальної потужності спектру серцевого ритму (ТР), яка відображає напруженість автономної регуляції. До першої групи (I) увійшли 20 студентів із значенням ТР в межах 0-2000 мс², другу групу (II) склали 28 осіб із значенням ТР в межах 2000-4000 мс², а третю – 16 осіб, у яких значення ТР було вищим, ніж 4000 мс². Використання значення ТР в якості критерію поділу обстежених на групи обумовлено тим фактом, що психосоматична патологія виникає на фоні низьких значень ТР, які відображають звуження адаптаційних резервів [183]. Однак існує також думка про те, що занадто високий рівень ВСР не сприяє ефективності автономної регуляції, оскільки він часто супроводжується дисбалансами між активністю окремих ланок АНС [184].

Показники психофізіологічного статусу та інтенсивність психосоматичних скарг залежно від вихідного рівня ВСР за даними загальної потужності спектру серцевого ритму

Показник	I група n=20	II група n=28	III група n=16	Вірогідність відмінностей між		
				I і II	I і III	II і III
Особистісна тривожність	61,7,2±6,6	33,8±4,1	46,2±5,3	***	*	**
Стресостійкість	57±5,7	28±3,9	37±4,4	**	**	*
Виснаження	17,6±3,5	6,4±0,9	8,9±3,1	***	*	
Шлункові	5,8±1,7	1,9±0,8	2,4±1,5	**	*	
Ревматичні	9,6±3,3	3,8±1,2	5,9±2,5	**		
Серцеві	7,7±1,9	1,4±0,8	3,9±0,9	**	*	*
Тиск	33,2±6,3	19,7±4,4	22,4±4,7	*		

Примітки:

1. * - $p < 0,05$;
2. ** - $p < 0,01$;
3. *** - $p < 0,001$.

Наведені в табл. 3.4 дані стосовно показників психофізіологічного статусу обстежених залежно від вихідного рівня ВСР за даними ТР вказують на те, що він суттєво залежить від напруженості автономної регуляції [185]. Так, вірогідно вищі показники особистісної тривожності та стресостійкості мали місце у обстежених 1-ї групі в порівнянні із обстеженими 2-ї та 3- груп. Найвища інтенсивність психосоматичних домагань за Гісенівським опитувальником також відмічалася у цій же групі. Особливо яскраво ці відмінності проявилися за показником виснаження та серцевих скарг. Найбільш благополучною з точки зору психофізіологічного стану виявилася 2 група, яка включала осіб із помірно

вираженою варіабельністю серцевого ритму. У пацієнтів цієї групи були найнижчими показники особистісної тривожності та стресу, а також найменша кількість скарг з приводу соматичної патології. Показники осіб 3-ї групи були близькими до аналогічних показників 2-ї групи, однак вони все-таки вірогідно відрізнялися в гіршу сторону за показником особистої тривожності стресостійкості та серцевих скарг.

Аналіз хвильової структури серцевого ритму, представлений у Табл. 3.5 дозволив розкрити особливості функціонального стану АНС у осіб усіх трьох обстежених груп [185]. Цей аналіз дає не тільки об'єктивні характеристики напруженості автономної регуляції, але й дозволяє отримати кількісні характеристики функціональної активності різних ланок АНС, включаючи активність її надсегментарних рівнів.

Не знайдено статистично вірогідних відмінностей між групами за абсолютним значенням показника VLF, що характеризує активність надсегментарних рівнів автономної регуляції. Однак відсотковий вклад цього показника у загальну потужність спектру, оцінюваний за показником VLF%, продемонстрував чітку групову специфіку. Зокрема, найвище його значення виявлено у осіб 1-ї групи, найменше – у осіб 3-ї групи, а у осіб 2-ї групи цей показник займав проміжне значення. Причому саме особи 1-ї групи демонстрували найвищі значення хвиль цього діапазону, які домінували у структурі серцевого ритму порівнянні із хвилями низькочастотного LF% та високочастотного діапазону (HF%).

Таблиця 3.5

Хвильова структура варіабельності серцевого ритму та показник симпатовагального балансу обстежених осіб

Показник	I група n=20	II група n=28	III група n=16	Вірогідність відмінностей між		
				I і II	I і III	II і III
VLF, мс ²	974,9±134,2	987,4±123,6	1048,9±250,8			

VLF, %	57,2±6,3	28,3±3,4	15,1±3,3	**	***	*
LF, мс ²	622,1±209,7	1634,5±180,8	4660,1±354,8	**	***	***
LF, %	36,5±2,9	46,8±4,5	67,1±4,4	*	***	**
HF, мс ²	107,3±46,9	868,4±199,3	1235,2±263,2	***	***	*
HF, %	6,3±2,3	24,9±3,6	17,8±1,3	**	**	*
LF/HF	5,8±1,6	1,9±0,6	3,8±0,9	**	*	*

Примітки:

1. * - $p < 0,05$;
2. ** - $p < 0,01$;
3. *** - $p < 0,001$.

Це можна трактувати, як ознаку напруження у системі вегетативної регуляції, коли регуляторні контури центральної ланки домінують на периферичним ланками.

Аналіз отриманих даних показав, що активність симпатичної ланки наростала в напрямі від першої до третьої групи, як за даними LF, так і за відносним показником LF%. Варто зазначити, що саме цей спектральний діапазон домінував у структурі серцевого ритму осіб 3-ї групи, які мали підвищену ВСР. Показники HF та HF%, які відображають активність парасимпатичної ланки продемонстрували протилежну динаміку. Зокрема, вагусна активність була особливо пригніченою у осіб 3-ї групи, що, ймовірно, зумовило гіперсимпатикотонію за даними динаміки показника симпато-вагального балансу LF/HF, на фоні низьких значень загальної потужності спектру серцевого ритму.

Такі результати добре узгоджуються із гіпотезою про наявність вегетативних дисбалансів у осіб з низькою та надмірною варіабельністю серцевого ритму. Ці дисбаланси, ймовірно, і є однією із причин формування психологічного стану, що характеризується відносно високими показниками особистої тривожності, стресостійкості та серцевих скарг у обстежених осіб 1-ї та 3-ї групи.

Узагальнюючи отримані результати, можна відмітити, що неоптимальний психофізіологічний стан студентів може супроводжуватися психосоматичною патологією, пов'язаною із вегетативною дисфункцією. До найбільш інформативних критеріїв вегетативних розладів, слід віднести високі значення відносної потужності хвиль наднизької частоти (VLF%), низький показник функціональної активності парасимпатичної ланки (HF%) та високе значення показника симпато-вагального балансу (LF/HF).

Для перевірки цієї гіпотези було проведено кореляційний аналіз вказаних параметрів хвильової структури серцевого ритму із кількісними показниками психофізіологічного стану. Результати цього аналізу представлені у Табл. 3.6 [185]. Зокрема, між VLF% та всіма психофізіологічними параметрами, за винятком шлункових скарг був виявлений позитивний кореляційний зв'язок. Це свідчить про те, що негативний психоемоційний фон переводить функціонування АНС у «аварійний» режим, при якому домінуючу роль відіграє центральний контур автономної регуляції. В той же час пригніченою залишається периферична ланка, зокрема активність парасимпатичного відділу АНС, що аргументується негативною кореляцією HF% з більшістю психофізіологічних показників за винятком ревматичних та серцевих скарг.

Таблиця 3.6

Кореляція між показниками психофізіологічного статусу та інтенсивності психосоматичних скарг і деякими параметрами ВСР у всій вибірці обстежених осіб без поділу на групи (n=64)

Показник	VLF, %	HF, %	LF/HF
Особистісна тривожність	0,67***	-0,38*	0,29*
Стресостійкість	0,57**	-0,55**	-

Виснаження	0,71***	-0,33*	0,27*
Шлункові	-	-0,31*	0,39**
Ревматичні	0,56**	-	0,47**
Серцеві	0,35**	-	0,58***
Тиск	0,54**	-0,36*	0,39**

Примітки:

1. * - $p < 0,05$;
2. ** - $p < 0,01$;
3. *** - $p < 0,001$

У осіб з неоптимальними показниками психофізіологічного стану, тим не менше спостерігається відносна симпатикотонія, незважаючи на низькі абсолютні значення LF, що пояснює позитивну кореляцію цих показників із показником симпатовагального балансу LF/HF. В якості ілюстрації наводимо кореляційні співвідношення між LF/HF та показником серцевих скарг (рис. 3.13) [185].

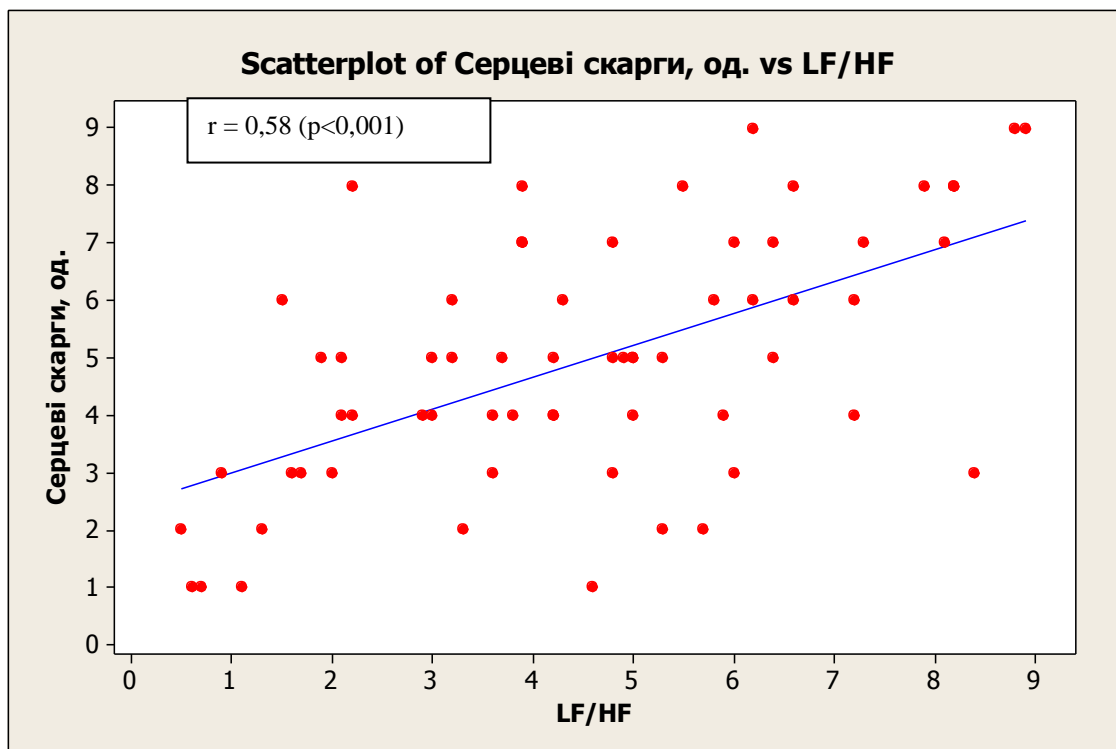


Рис. 3.13. Кореляційні співвідношення між показником серцевих скарг (од.) та показником симпато-вагального балансу (LF/HF) у всій вибірці обстежених осіб (n=64)

Результати кореляційного аналізу, на нашу думку, свідчать про можливість використання спектральних показників серцевого ритму (VLF%, HF% , LF/HF) у якості прогностичних критеріїв важкості несприятливого психоемоційного стану студентів-медиків.

3.5 Глибоке діафрагмальне дихання у режимі біологічного зворотного зв'язку як засіб корекції психофізіологічного стану

Під час навчання в медичному вузі організм студентів постійно піддається психофізіологічним навантаженням, що створюють стан хронічного стресу, який суттєво змінює психофізіологічні показники молодих людей, що належать до цієї категорії. Високий рівень психоемоційного та інтелектуального напруження, високі вимоги до якості знань, а також - гіподинамія негативно впливають на більшість функціональних систем студентів, що, в свою чергу, викликає напруження механізмів центральної адаптації [185]. Наслідком цього є зниження адаптаційних резервів організму, порушення механізмів автономної регуляції. Кінцевим результатом таких змін є створення передумов до психоемоційного перенапруження з наступним виникненням психосоматичних розладів [186, 187]. Фізіологічним підґрунтям таких станів є надмірна активація симпатичної ланки АНС, неадекватний гормональний фон, енергодефіцитні стани кори головного мозку. Тому пошук немедикаментозних методів корекції вегетативних дисбалансів є актуальною медичною проблемою. Для діагностики функціонального стану автономної нервової системи сьогодні поряд з аналізом варіабельності серцевого ритму (ВСР) використовується запропонований Р.М. Баєвським [171] інтегральний показник оцінки адаптаційних можливостей організму – показник активності регуляторних систем, який скорочено позначають терміном ПАРС. В контексті завдань дослідження одна із серій дослідження була присвячена з'ясуванню можливості корекції психофізіологічного стану студентів молодших курсів з допомогою сеансів

діафрагмального дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку з варіабельністю серцевого ритму.

У дослідженні приймали участь 86 студентів чоловічої статі віком від 18 до 20 років. Попередньо всі учасники дослідження проходили загальне клінічне обстеження. До подальших досліджень залучали тільки тих студентів, які не мали відхилень від фізіологічної норми і не займались спортом на професійній основі. Дослідження проводили у міжсесійний період (жовтень-грудень), з метою виключення впливу екзаменаційного стресу на організм обстежуваних студентів.

Для отримання показників функціонального стану АНС використовували метод кардіоінтервалографії (КІГ) з наступним аналізом спектральних показників ВСР, який реалізували за допомогою апаратно-програмного комплексу «Кардіолаб» (ХАІ, Медіка, Україна)(рис. 3.14).

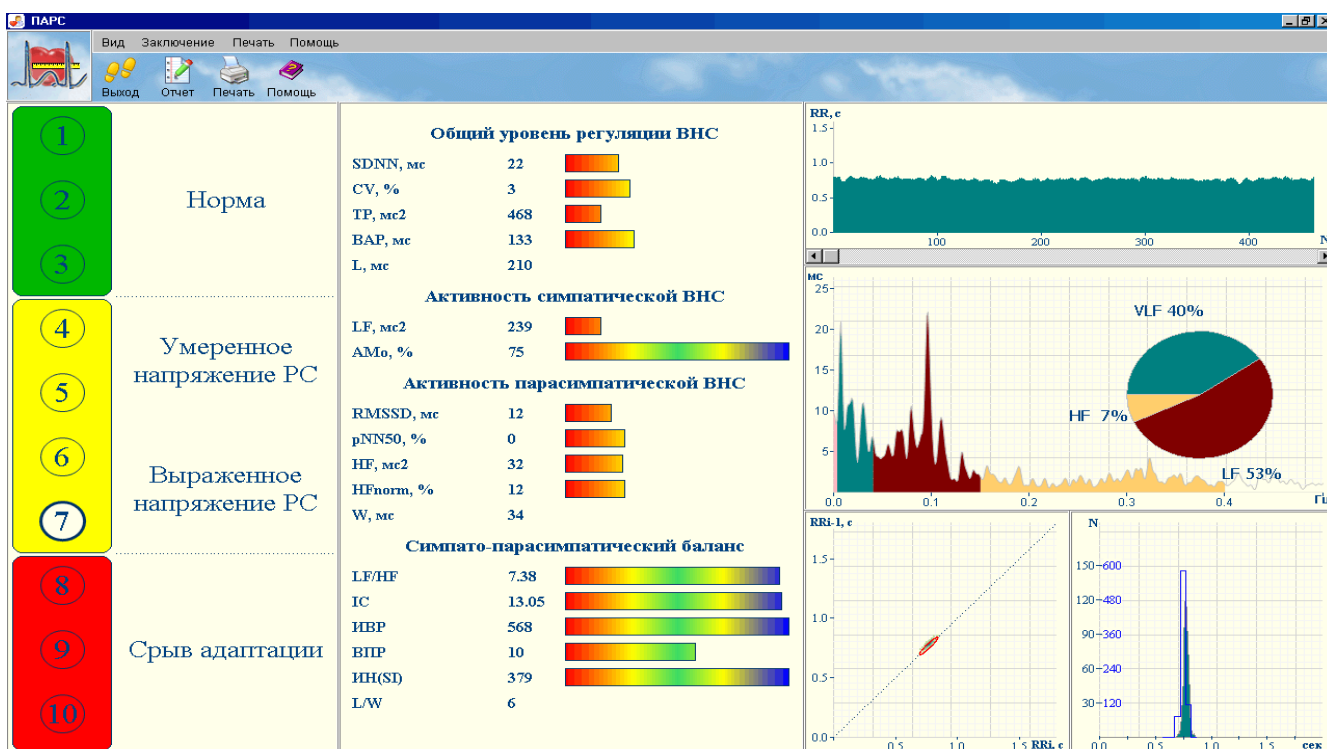


Рис. 3.14. Приклад комп'ютерного опрацювання РКГ за допомогою приладу «Кардіолаб»

Для отримання комплексної оцінки автономного гомеостазу використовували показник ПАРС, який розраховували за спеціальним

алгоритмом [171]. Кількісні параметри психофізіологічного стану студентів отримували шляхом визначення рівня ситуативної та особистісної тривоги з використанням анкети Спілбергера-Ханіна; оцінки рівня стресостійкості; дослідження психосоматичної обумовленості соматичних недомагань з допомогою Гісенівського опитувальника (Giesener Beshwedebogen – GBB) [182].

Для модуляції функціонального стану АНС шляхом діафрагмального дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку з ВСП був використаний прилад StressEraser (“Helicor”, USA). У ході тренування за допомогою приладу StressEraser кожному учаснику експерименту пропонували модулювати частоту та глибину власного дихання у відповідності із візуальними сигналами приладу. Прилад отримував інформацію від фотоплетизмографічного датчика про пульсове кровонаповнення вказівного пальця і на основі цієї інформації розраховував криву ВСП, яка візуалізувалася на екрані приладу. У певний момент дихального циклу на екрані з'являвся трикутний маркер, який сигналізував учаснику експерименту про початок видиху. Якщо ВСП добре узгоджувалася з динамікою дихання прилад нараховував учаснику 1 бал за «вдалий» дихальний акт. Сеанс тривав до набору 30 балів, середня тривалість 15-20 хвилин щоденно протягом 1 місяця.

Весь отриманий цифровий матеріал був оброблений методами варіаційної статистики з використанням критерію Стьюдента для оцінки вірогідності відмінностей між групами при рівні значущості $p < 0,05$.

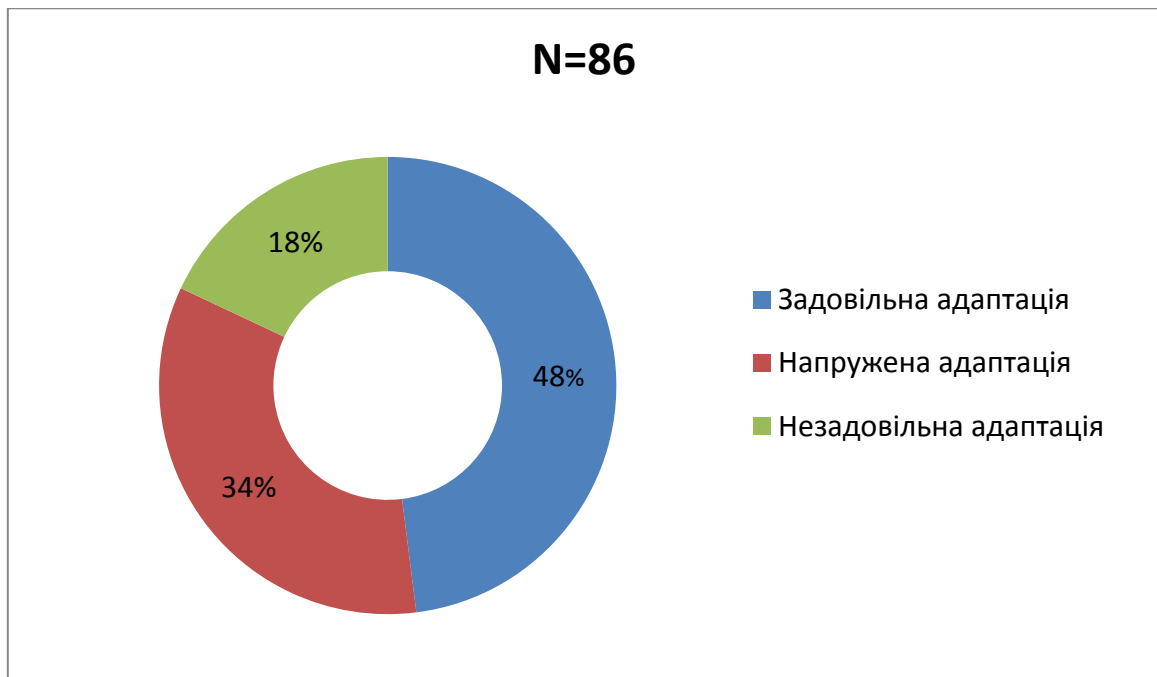


Рис. 3.15 Розподіл студентів за ПАРС

Як засвідчили результати дослідження, серед обстежуваного контингенту стан задовільної адаптації виявлено у 48% студентів, стан функціонального напруження - у 34% студентів і стан незадовільної адаптації виявлено у 18% обстежених (рис. 3.15).

У табл. 3.7 наведено дані щодо психофізіологічного стану та базових гемодинамічних параметрів студентів з різними адаптаційними можливостями.

Таблиця 3.7

Базові гемодинамічні показники та параметри психофізіологічного стану студентів залежно від рівня адаптації за ПАРС (M±m)

Показники	Задовільна адаптація (n=41) 1	Напружена адаптація (n=29) 2	Незадовільна адаптація (n=16) 3
Особистісна тривожність, балів	33,8±4,9	45,2±4,4	56,7±5,8**

Стресостійкість, балів	19±3,9	35±4,7	49±5,1**
ЧСС, уд/хв..	77±2,1	84±3,3	97±6,8**
САТ, мм Нг.	117,7±2,8	125±4,1	138,±6,3*
ДАТ, мм Нг.	73,7±1,8	78,4±2,7	87,1±5,5*
ЧД, екс./хв..	14,2±0,9	16,2±0,8	20,3±1,7*

Примітки:

1. * – вірогідність різниці показників між групами 1 та 3, $p < 0,05$;
2. ** – вірогідність різниці показників між групами 1 та 3, $p < 0,01$.

Отримані дані демонструють, що студентів із незадовільним рівнем адаптації та виснаженням регуляторних механізмів мали вищі показники ЧСС, систолічного, діастолічного тиску та ЧД в порівнянні із студентами, що входили в групи задовільної та напруженої адаптації. У студентів, які були включені в групу 3 спостерігався вірогідно вищий рівень особистісної тривожності і водночас значно нижчий рівень стресостійкості порівняно з 1 групою, куди входили студенти із задовільним рівнем адаптації.

Особистісна тривожність зазвичай розглядається як стійка індивідуальна особливість людини, що характеризує її здатність реагувати на деякий набір індиферентних ситуацій як загрозливих, небезпечних для самооцінки і самоповаги. Для високотривожних особистостей характерним є сприйняття загрози самооцінці як загрози життю та реакція на це формуванням вираженого стану тривоги. Таким чином, підвищена тривога є основним проявом дезадаптивної поведінки. Однак, певний рівень тривожності є природним і є обов'язковою особливістю продуктивної активності людини. В той же час, вважається, що адаптивна саморегуляція вимагає певного рівня самоконтролю і об'єктивної самооцінки цього стану. Ось чому підвищений рівень

тривожності відіграє провідну роль у механізмі дезадаптивних психосоматичних розладів.

У табл. 3.8 наведено дані щодо інтенсивності психосоматичних недомагань за Гісенівським опитувальником. Аналіз цих результатів демонструє, що у студентів з незадовільною адаптацією (група 3) середні значення психосоматичних недомагань за всіма шкалами були статистично вірогідно вищими порівняно з 1-ю та 2-ю групами.

Таблиця 3.8

Вираженість психосоматичних скарг у студентів залежно від рівня показника активності регуляторних систем ($M \pm m$)

Показники	Задовільна адаптація (n=41) 1	Напружена адаптація (n=29) 2	Незадовільна адаптація (n=16) 3
Виснаження, балів	6,2±0,7	8,9±2,4	13,7±2,9**
Шлункові скарги, балів	1,7±0,3	2,4±0,8	4,9±1,1*
Ревматичні скарги, балів	4,5±1,3	5,2±1,6	9,6±2,8*
Серцеві скарги, балів	2,1±0,6	2,6±0,8	5,7±2,1*
Тиск, балів	12,8±3,9	22,8±4,12	33,4±5,2**

Примітки:

- * – вірогідність різниці показників між групами 1 та 3, $p < 0,05$;
- ** – вірогідність різниці показників між групами 1 та 3, $p < 0,01$.

Аналіз отриманих результатів дозволяє стверджувати, що середні показники інтенсивності психосоматичних скарг у групах із різним ступенем напруження регуляторних механізмів статистично вірогідно відрізняються. Особи, що увійшли в 3 групу, яка характеризується незадовільним рівнем адаптації за показником ПАРС, за середніми величинами психосоматичних скарг по усіх шкалах статистично вірогідно відрізнялись від усереднених показників обстежених студентів, що входили в 1 та 2 групу (відповідно задовільна та напружена адаптація). Вірогідність відмінностей складала $p < 0,05$ за шкалами «Шлункові скарги», «Ревматичні скарги», «Серцеві скарги» та $p < 0,01$ за шкалами «Виснаження» та «Тиск».

На наступному етапі нашого дослідження з метою оптимізації функціонального стану АНС у студентів із напруженням регуляторних механізмів (група 1) та незадовільною адаптацією (група 2) проведено курс сеансів діафрагмального дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку з варіабельністю серцевого ритму з використанням приладу StressEraser ("Helicor", USA).

Динаміка показників ВСР у обстежених груп під впливом 30-денного курсу дихальної гімнастики представлена в табл. 3.9. Після завершення курсу у двох групах відмічено перерозподіл активності периферичної ланки АНС на користь достовірного зростання показника HF. Так, відносний вклад високочастотної ділянки спектру HF% у загальну варіабельність серцевого ритму зріс відповідно на 13,3 % ($p < 0,01$) та на 13,6% ($p < 0,01$). За даними ряду авторів, така перебудова автономної регуляції є сприятливим фоном для модулювання психофізіологічних реакцій на ментальні стресори [171].

Динаміка показників ВСР у досліджуваних групах із напруженою та задовільною адаптацією за показником ПАРС

Показник	Перша група (напружена адаптація) (n=29)		Друга група (незадовільна адаптація) (n=16)	
	Фон	Після курсу тренувань	Фон	Після курсу тренувань
ТР, мс ²	3963,9±474,1	4215±363	1727,9±746,9	2423,9±525
НФ, мс ²	1073±55,8	1687±134*	244,2±63,8	673,3±84*
НФ, %	27,1±1,3	40,4±2,16**	14,1±3,3	27,7±3,1**
ПАРС	5,9±1,4	4,2±1,6*	8,8±0,6	5,4±1,2**

Примітки:

- * - статистично вірогідна зміна в порівнянні з фоновим показником на рівні $p < 0,05$;
- ** - статистично вірогідна зміна в порівнянні з фоновим показником на рівні $p < 0,01$.

Провівши повторний аналіз результатів інтенсивності психосоматичних недомагань за Гісенівським опитувальником після 30-денного курсу дихальної гімнастики, було встановлено, що достовірно зниження середніх величин психосоматичних недомагань за більшістю шкал у двох групах студентів (табл.3.10). Так, найбільша динаміка відмічена за шкалою «Виснаження» - з $8,8 \pm 2,1$ до $5,4 \pm 0,5$ ($p < 0,01$) у першій групі та з $12,5 \pm 2,5$ до $6,3 \pm 0,9$ ($p < 0,01$). Позитивним результатом також є зниження особистісної тривожності, що розглядається невід'ємний компонент адаптивної саморегуляції.

**Динаміка інтенсивності психосоматичних скарг
та рівня особистісної тривожності у студентів**

Показник	Перша група (напружена адаптація) (n=29)		Друга група (незадовільна адаптація) (n=16)	
	Фон	Після курсу тренувань	Фон	Після курсу тренувань
Виснаження	8,8±2,1	5,4±0,5**	12,5±2,5	6,3±0,9**
Шлункові	2,7±1,3	1,7±0,3	4,7±1,3	2,8±0,5*
Ревматичні	5,5±1,5	4,5±1,5	8,7±3,5	5,1±1,4
Серцеві	2,9±0,9	2,1±0,5	5,5±1,9	2,3±0,7*
Тиск	21,1±4,2	12,8±2,6*	32,2±4,3	15,6±3,6*
Особистісна тривожність	46,1±4,2	33,4±3,1*	52,7,2±5,3	38,7±4,3*

Примітки:

- * - статистично вірогідна зміна по відношенню до фонового показника ($p < 0,05$),
- ** ($p < 0,01$).

Отримані результати дослідження дають підстави стверджувати, що використання керованого дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку для підвищення варіабельності серцевого ритму і, зокрема, її високочастотної компоненти призводить до оптимізації рефлекторної відповіді на ментальні стресори і є достатньо фізіологічно обґрунтованим. В основі цього методу лежать фізіологічні механізми синусової дихальної аритмії. Біологічний зворотний зв'язок спричинює більш повноцінне узгодження дихальної періодики із хвильовою структурою серцевого ритму. Це досягається завдяки тому, що пацієнт може спостерігати в режимі реального часу за власною кривою ВСП і коректувати

частоту та глибину дихання. Сеанси глибокого дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку із ВСР спричинюють суттєве підвищення HF у студентів з напруженою та незадовільною адаптацією регуляторних механізмів та сприяють регресу психосоматичних проявів.

РОЗДІЛ 4

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ З СВІТОВИМИ ДАНИМИ

Одним із найбільш вагомих факторів, які визначають адаптацію організму студентів до інтенсивного навчального процесу, є функціональний стан автономної нервової системи (АНС). Так, ряд авторів [172, 188] стверджують, що ефективність розумової діяльності суттєво залежить від рівня функціональної активності АНС, яка, в свою чергу, детермінує церебральну гемодинаміку. Чим вищою є ефективність розумової діяльності, тим менші зміни спостерігаються з боку АНС та мозкової гемодинаміки. Відмічено, що реакція АНС на психоемоційний стрес відрізняється від стресової реакції на фізичні фактори і характеризується специфічними рисами, які ще далекі від розуміння [172]. Вважається доведеним, що під час навчального процесу у студентів активується перш за все симпатичний відділ АНС. Це стосується як міжсесійного періоду, так і екзаменаційної сесії у студентів і підтверджується зростанням індексу напруження Баєвського та індексу Кердо з одночасним зменшенням ВСР за даними статистичного аналізу тривалості кардіоінтервалів. У канікулярному періоді у студентів медичних вузів навпаки функціональна активність симпатичної ланки АНС зменшується.

Під час екзаменаційного стресу у студентів, незалежно від статевої належності, спостерігаються схожа динаміка функціонального стану АНС, які проявляється переважно реципрокним зсувом симпато-вагального балансу в сторону симпатичної ланки АНС [181]. На наш погляд, важливим фактором оптимальної адаптації до інформаційних навантажень, пов'язаних із реальним учбовим процесом, є нейродинамічні властивості вищої нервової діяльності (ВНД) індивіда, зокрема функціональна рухливість і сила нервових процесів [189].

4.1 Підходи до інтерпретації параметрів ВСР

Історично сформувалися два підходи до інтерпретації параметрів ВСР, які дещо по різному трактують її роль в адаптації. Один із них розглядає ВСР та її показники в якості інформативних маркерів функціонального стану периферичних відділів АНС, що дозволяє судити про їх баланс та динаміку при патології та дії на організм людини екстремальних факторів. Другий підхід, виходить з того, що ВСР відображає цілу низку фізіологічних регуляторних механізмів, відповідальних за успішну адаптацію організму людини до дії як психоемоційних, так і фізичних стресових факторів. Ці два підходи взаємно доповнюють один одного і служать методичним інструментом для об'єктивної характеристики рівня стресу. Показано, що спектральні показники серцевого ритму можуть застосовуватися для оцінки адаптації до стресу будь-якого походження [179, 190]. У даному дослідженні ми використали показники ВСР для оцінки ролі функціонального стану АНС в адаптації студентів до навчального процесу та можливості її корекції з допомогою діафрагмального дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку.

Загальновизнаним є той факт, що варіабельність серцевого ритму є своєрідним «вікном» у автономну регуляцію функцій і дає інформацію не стільки про особливості регуляції серцевого ритму, як про функціональну активність різних відділів АНС, включаючи її над сегментарні рівні. Окрім цього, показники ВСР успішно використовуються як маркер адаптаційних резервів організму при дії різноманітних несприятливих факторів. Мова йде, перш за все про показник активності регуляторних систем, запропонований Р.М. Баєвським [171]. Використання цих методичних підходів, на нашу думку, дозволяє об'єктивно оцінити особливості автономної регуляції у та можливість її корекції при вегетативних дисфункціях.

Оптимальні адаптаційні реакції на хронічний стрес, в тому числі пов'язаний із навчанням студентів медиків, вимагають адекватного забезпечення з боку АНС. Результати наших досліджень свідчать, що прогностично несприятливим для

оцінки цієї адаптації були вихідна симпатикотонія та превалювання у хвильовій структурі серцевого ритму потужності хвиль наднизької частоти (VLF) [177, 178, 185, 191].

Ці результати добре узгоджуються із концепцією Р.М. Баєвського [171] щодо функціональних резервів, як основи адаптаційних можливостей індивіда. Так, збільшення напруженості автономної регуляції у стані спокою у осіб I групи (із найнижчими значеннями загальної потужності спектру серцевого ритму) за даними VLF% вказує на зменшення їх адаптаційного ресурсу, що й пояснює більшу кількість психосоматичних розладів у цієї категорії осіб. Підвищення загальної потужності спектру серцевого ритму у осіб III групи також корелювало із низькою резистентністю до стресу, що також вказує на вищу напруженість центральних ланок регуляції серцевого ритму. Аналогічні дані отримані в дослідженні Lucini D. та ін. [192], які встановили, що рівень кортизолу слини, визначений в умовах навчального стресу, позитивно корелює із потужністю хвиль низькочастотного діапазону ритмокардіограми. З цими даними узгоджується і дослідження Ruediger H. та ін. [176], які діагностували значне звуження функціональних резервів адаптації здорових людей до експериментально індукованого психофізіологічного стресу шляхом арифметичної проби. При цьому надмірна активація симпатичного відділу АНС корелювала із гіршими результатами виконання проби. Реакції симпатичної ланки на дану пробу у хворих гіпертонічною хворобою характеризувались ще більшими зсувами в сторону її активації в порівнянні із здоровими людьми, а повернення до стану спокою тривало довший час. Автори дослідження пов'язують це із автономними дисбалансами у гіпертензивних пацієнтів.

Рашман та співавт. [193], провели дослідження психоемоційного напруження та рівня енерговитрат у студентів фізико-математичного факультету, під час виконання 3-х годинного екзаменаційного завдання і виявили обернену залежність між результатами екзамену і рівнем цього напруження.

Узагальнюючи отримані результати, можна відмітити, що найбільш інформативними критеріями автономних дисбалансів, які лежать в основі

відхилень психофізіологічного стану студентів від оптимального рівня були підвищення спектральної енергії наднизькочастотного діапазону ритмокардіограми (VLF%), низькі значення спектральної енергії високочастотної ділянки (HF%) та зростання показника симпато-вагального балансу (LF/HF) [194, 195].

В той же час, підвищення активності парасимпатичної ланки за даними HF створювало сприятливий фон для успішного виконання когнітивних завдань. [13, 49]. Моделювання навчальних навантажень у вузі показало, що, надмірна активація симпатичної ланки АНС з одночасним пригніченням парасимпатичного відділу АНС сприяє сповільненню реакції на ментальні стимули та викликає більшу кількість помилок при виконанні тестів [13, 49, 94, 138, 139, 142].

Як свідчать результати нашого дослідження діафрагмальне дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку є достатньо ефективним способом впливу на функціональний стан АНС. У всіх серіях досліджень показано, що таке дихання впливає перш за все на вагусну активність, стимулюючи синусову дихальну аритмію (СДА). Це узгоджується з даними інших авторів, які продемонстрували взаємозв'язок між СДА та високочастотним компонентом (HF) варіабельності серцевого ритму (ВСР), що відноситься до діапазону 0.15–0.4 Гц. Саме тому потужність хвиль високочастотного діапазону спектру серцевого ритму вважають надійним неінвазивним маркером функціональної активності парасимпатичного відділу АНС. Вираженість СДА не тільки відображає тонус парасимпатичної ланки АНС, але суттєво модулює психофізіологічні реакції на різноманітні психоемоційні стимули, зокрема – на навчальну діяльність студентів вузів. Ці дані, на нашу думку, є фізіологічним обґрунтуванням для пошуку нових підходів, які здатні суттєво збільшувати загальну варіабельність серцевого ритму і, в тому числі – підвищувати вклад її високочастотного компоненту. Цим досягається оптимізація рефлекторних реакцій на ментальні стресори.

Окрім зміни симпато-вагального балансу на користь парасимпатичної ланки АНС, діафрагмальне дихання здатне посилити загальну потужність автономної регуляції за даними сумарної енергії спектру серцевого ритму (TR). Варто зазначити, що активність вищих вегетативних центрів та гуморальних

факторів регуляції серцевого ритму, оцінювана за показником VLF, не тільки не зростала, але й статистично вірогідно зменшувалася у всіх серіях досліджень. Це можна пояснити тільки тим, сумарна активність автономної регуляції виростала виключно за рахунок периферичних ланок АНС. Згідно концепції Р. Баєвського, такий перерозподіл свідчить про зростання адаптаційних резервів організму. Нам вдалося отримати підтвердження цієї концепції завдяки дослідженню ПАРС у групі осіб з різним ступенем адаптації до навчального процесу. Саме високі значення ПАРС корелювали із більшим відсотком скарг на психосоматичну патологію. Покращення хвильової структури серцевого ритму з допомогою діафрагмального дихання у режимі біологічного зворотного зв'язку дозволило знизити ПАРС, що супроводжувалося зменшенням психосоматичних скарг. Механізм позитивного впливу такого дихання на адаптаційний резерв обстежених ми пов'язуємо із особливим станом гармонізації дихальної та серцево-судинної систем організму, для позначення якого використовують термін «когерентність». Когерентність цих систем виникає завдяки явищу біологічного резонансу між респіраторним та барорефлекторним ритмом, що є ключовими факторами регуляції серцевого ритму. Портативні прилади біологічного зворотного зв'язку, подібні до StressEraser дозволяють модулювати власне дихання таким чином, щоб інспірація тривала до моменту досягнення вершини кривої ВСР, а експірація здійснювалася до досягнення нижньої частини цієї кривої. Оптимальна частота дихання, при якій досягається когерентність серцево-судинної і дихальної систем, є індивідуальною і для більшості здорових людей молодого віку складає 4-7 екскурсій за 1 хвилину [2]. Саме такий темп дихання забезпечує суттєве зростання ВСР, що й спостерігалось у нашому дослідженні.

4.2 Способи впливу на функціональний стан АНС

Як свідчать результати нашого дослідження, наведені у 4-му розділі, навіть короткочасна дихальна гімнастика з допомогою приладу StressEraser приводила до зменшення рівня тривожності у осіб, зайнятих розумовою роботою. Ми

вважаємо за доцільне застосовувати цей прилад і в клінічній практиці, зокрема при лікуванні депресії, гіпертонічної хвороби, астеничного синдрому. Однак найбільш виправданим напрямом застосування принципу біологічного зворотного зв'язку між диханням та варіабельністю серцевого ритму ми вважаємо підвищення ефективності та оптимізацію розумової діяльності осіб, професійна діяльність яких пов'язана із регулярними інформаційними навантаженнями. Студенти медичних вузів відносяться саме до такої категорії.

Цілий ряд авторів, які вивчали вплив діафрагмального дихання на розумову діяльність студентів [180] відмічають суттєве підвищення стійкості до психофізіологічного стресу у студентів медиків, які піддавалися тестуванню знань. Результати цього тестування відчутно покращилися у групі студентів, яка практикувала 10-місячний курс дихальної гімнастики. Потрібно відмітити, що курс дихальної гімнастики у цьому дослідженні, на відміну від нашого, виконувався без застосування принципу біологічного зворотного зв'язку. На думку авторів цього дослідження позитивний вплив діафрагмального дихання на розумову діяльність можна пояснити психологічною релаксацією студентів, яка оптимізує ментальну активність при виконанні тестів і підвищує рівень концентрації.

Ми вважаємо, що поряд з психологічними факторами успішність виконання завдань студентами після курсу глибокого дихання можна пояснити фізіологічними змінами функціонального стану автономної регуляції. До таких змін належить перш за все зсув симпато-вагального балансу в сторону парасимпатичної ланки АНС. Це узгоджується із даними багатьох авторів, які досліджували вплив діафрагмального дихання на функціональний стан АНС. Позитивна роль ваготонії, на наш погляд, полягає у економізації серцевої та вищої нервової діяльності, підвищенню адаптаційних резервів, зниженню надмірної реактивності нервової системи при дії стресових факторів. Всі описані зміни покращують швидкість і якість опрацювання сенсорної інформації в ЦНС. Згідно отриманих нами даних, у всіх серіях досліджень діафрагмальне дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку не тільки зменшувало напруженість автономної

регуляції за даними загальної потужності спектру серцевого ритму, але й викликало перерозподіл активності АНС на користь її периферичної ланки. Це, в свою чергу, свідчить про зростання адаптаційного резерву обстежених осіб.

Існує загальна думка, що високий відсоток наших захворювань є психосоматичними і що наші думки, ставлення та переконання є основними факторами, що сприяють захворюванню. Вважається, що наші реакції на навколишнє середовище викликають внутрішні фізіологічні зміни, які викликають або сприяють симптомам і захворюванням. Концепція взаємодії говорить про те, що психологічні та фізіологічні реакції виникають внаслідок невідповідності між здібностями індивіда та потребами життя. Широкий спектр сучасних стресорів, таких як подружні конфлікти, хірургічна травма та академічні іспити, впливають на фізіологічні фактори, включаючи нейроендокринні (наприклад, рівень АКТГ та кортизолу), імунні (наприклад, проліферація клітин, цитотоксичність клітин природних кілерів та розподіл лімфоцитів) та функцію цитокінів [192, 193]. Характер та масштабність цих біологічних змін можуть залежати від ступеня вираженості та тривалості стресора та стилю їх подолання індивіда [192].

Для студентів найпоширенішою причиною стресу в реальному житті є академічні іспити. Стрес студентів молодших курсів пов'язаний з іншими складними стресовими ситуаціями, такими як напруження, пов'язане з конкуренцією та сімейними сподіваннями. Вплив навчального процесу на фізіологічні процеси змінюється залежно від сприйняття студентом стресора, психосоціальних факторів, часу дня та року. Кім та ін. [196] повідомляли, що у третини корейських студентів спостерігаються важкі негативні психофізіологічні симптоми, такі як депресія, головний біль, порушення травлення та безсоння, які потребували медикаментозного лікування. Оскільки майже всі студенти відчувають стрес на іспитах, це дає хорошу модель для вивчення гострих наслідків стресу та методи модифікації реакції на стрес. Також студенти, які готуються до іспиту, беруть участь у обмеженій зовнішній діяльності, тому ми можемо вимірювати біологічні реакції, викликані лише на екзаменаційний стрес.

Як демонструють результати наших досліджень, значна частина обстежених студентів молодших курсів у медичному вузі зазнає психоемоційного стресу, який проявляється порушеннями їх психофізіологічного стану і призводить до зниження адаптаційних резервів за даними ПАРС [194].

Вплив гострого реагування на стрес було вивчено в інших сферах, таких як спорт або військовий контекст, показавши, як реакція на стрес негативно впливає на правильне функціонування нейронів у префронтальних регіонах головного мозку, тим самим впливаючи на складні процеси, такі як пам'ять, прийняття рішень та сам процес навчання. Ця стресова реакція призвела до посилення симпатичної вегетативної модуляції, факт, який раніше пов'язувався зі зміною ділянок гіпокампа, та посиленням функціональної активності кори. Було також встановлено, що гострий стрес призводить до зменшення кровотоку в префронтальній корі, зниження ефективності моторних функцій, пов'язаних з клінічною практикою.

Результати нашого дослідження повністю узгоджуються із усталеною думкою про те, що саме автономна нервова система відіграє вирішальну роль у регуляції емоцій, які в свою чергу, сприяють кращій адаптації до психоемоційного стресу. Частота серцевих скорочень та шкірна провідність (ШП) збільшуються, тоді як варіабельність серцевого ритму (ВСР) - часова зміна частоти серцевих скорочень та ударів, яка здобула визнання в якості біологічного показника вегетативної гнучкості та регулювання емоцій, знижується. За наявності серцево-судинних розладів або одного з таких факторів ризику, як стрес, симпатична нервова система переважає над парасимпатичною, що призводить до збільшення частоти серцевих скорочень і, таким чином, зниження варіабельності ритму. Наприклад, Делані та Броді (2000) спостерігали значне зниження рівня ВСР під час 5-хвилинного психологічного стресового тесту. І навпаки, метааналіз показав, що вища ВСР корелює з посиленням кровотоку в мигдалині та вентромедіальній префронтальній корі, областях, які, як відомо, важливі для ефективною регуляції емоцій [55]. Відповідно, ВСР часто використовується як фізіологічний засіб емоційного реагування. У сукупності ці

фізіологічні засоби (тобто ШП, ЧСС та ВСР) являють собою зовнішні прояви автономної регуляції та надають корисний інструмент для вивчення психологічних емоційних реакцій при адаптації до стресу, в т.ч. – у студентів медичних вузів.

В літературі описано декілька досліджень, присвячених оцінці впливу психічного стресу на ВСР під час іспиту у здорових студентів університетів [179, 197, 198, 199]. Встановлено, що при психологічному стресі порушується баланс АНС в організмі, що призводить до посилення симпатичної активності та зниження вагальної компоненти серцевої регуляції. Це повністю узгоджується із отриманими нами даними. В умовах іспиту студенти демонструють меншу варіабельність серцевого ритму у порівнянні із звичайними позаакадемічними ситуаціями, та проявляють найвищий рівень ЧСС під час іспиту. Аналіз частотний компоненту ВСР демонструє, що LF збільшується, а – HF зменшується, що призводить до значного збільшення їх співвідношення. Це збільшення симпатичної активності не залежить від зміни дихання, і спостерігається тільки в присутності стресора, а ступінь цього коливання залежить від рівня тривоги під час виконання поставленого ментального психологічного завдання. Рандомізовані дослідження охоплювали короткочасний 5 хв моніторинг до і після іспиту або 24-годинний моніторинг під час звичайних академічних заходів.

Під час іспитів, як і в будь-яких інших ситуаціях, що приводять у дію адаптаційні механізми організму, спостерігається ряд фізіологічних, вегетативних, соматичних та психологічних проявів стресу. Тонізуюча дія стресу на гомеостатичні системи організму порушує гармонію внутрішньосистемних та міжсистемних зв'язків, змушуючи їх відхилятися від норми і навіть переростати у вегетативні дисфункції. Таким чином, серцево-судинні зміни є невід'ємним компонентом загальної реакції на стрес.

ПІСЛЯМОВА

В останні роки спостерігається посилення інтересу та кількості досліджень спрямованих на з'ясування ефективності різних способів дихання у якості засобів для релаксації, не медикаментозного лікування депресії та вегетативних дисфункцій, розладів сну тощо. Багато методів базуються на контролі варіабельності серцевого ритму.

По-перше, це – йога, яка є давньоіндійською системою філософії та практики. Більшість людей, які практикують йогу, практикують саме хатха-йогу, яка передбачає тренування тіла для культивування фізичного та емоційного благополуччя. Хатха-йога – це загальний термін, який включає багато стилів йоги, таких як Віньяса, Айенгар або Вініога. Хоча стилі відрізняються в деталях, хатха-йога включає в себе фізичні положення (асани), керування диханням (пранаяма) і медитацію (дхьяна). Нещодавній мета-аналіз застосування йоги для зниження депресії свідчить про середню відмінність при короткостроковій депресії, на користь йози порівняно зі звичайним доглядом (стандартна середня різниця (SMD) = 0,69), проти релаксації (SMD = 0,62) і проти аеробних вправ (SMD = 0,59).

По-друге, це – глибоке дихання, що розглядається як критичний інструмент для збільшення варіабельності серцевого ритму та створення когерентного серцевого ритму. При діафрагмальному диханні індивід дихає глибоко, плавно і повністю використовуючи діафрагмальні м'язи нижче легень. З кожним диханням особа заповнює повітрям легені цілком, але без зусиль, а потім повністю і плавно випускає повітря з легень. Дихання продовжується рівномірно і гладко з швидкістю близько шести подихів у хвилину. Заспокійливі ефекти повільного, повного дихання вже давно визнані в школах медитації та йоги.

В контексті нашого дослідження, можна стверджувати що діафрагмальне дихання в режимі зворотного зв'язку з варіабельністю серцевого ритму, є достатньо ефективним методом оптимізації функціонального стану АНС та психофізіологічного стану студентів. Це переконливо демонструє серія досліджень у якій порівнюються ефекти діафрагмального дихання з та без використання біологічного зворотного зв'язку.

У нашій роботі вирішене актуальне наукове завдання, яке стосується впливу діафрагмального дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку на функціональний стан автономної нервової системи, та зроблені наступні висновки.

В першу чергу, ми з'ясували, що портативні прилади для дихальної гімнастики в режимі біологічного зворотного зв'язку здатні суттєво впливати на функціональний стан автономної нервової системи обстежених осіб як при однократному сеансі протягом 15 хвилин, так і при курсовому використанні протягом 1 місяця. Найбільш ефективний вплив здійснює прилад StressEraser (TM, Helicor, USA).

По-друге, під впливом однократного 15 хвилинного сеансу глибокого дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку у обстежених осіб спостерігалися статистично вірогідне зростання варіабельності серцевого ритму за даними часових і спектральних показників (SD та TP), зниження абсолютних та відсоткових значень потужності хвиль наднизькочастотного діапазону (VLF). Ці зміни можна трактувати, як зменшення напруженості вегетативної регуляції та перерозподіл активності між різними контурами регуляції серцевого ритму на користь периферичної ланки автономної нервової системи.

Порівняння ефектів діафрагмального дихання із застосуванням та без застосування біологічного зворотного зв'язку показало, що використання портативного приладу StressEraser (TM, Helicor, USA) здійснювало значно потужніший регуляторний вплив на функціональний стан автономної нервової системи, ніж вільне діафрагмальне дихання за даними динаміки як часових, так і спектральних показників варіабельності серцевого ритму.

Також з'ясували, що місячний курс глибокого дихання з використанням портативного приладу біологічного зворотного зв'язку StressEraser (TM, Helicor, USA) у здорових осіб молодого віку викликає підвищення загального тону АНС за даними динаміки сумарної спектральної енергії кривої варіабельності серцевого ритму та зміщення автономного балансу в сторону посилення

парасимпатичної ланки автономної нервової системи з одночасним зменшенням вкладу надсегментарних рівнів автономної регуляції. Такі зміни можна трактувати, як підвищення адаптаційного резерву організму до психоемоційних навантажень.

В умовах повсякденного навчального процесу у практично здорових студентів медичного вузу спостерігаються різний рівень психофізіологічної адаптації, оцінюваної за інтегрованим показником активності регуляторних систем, яка варіюється від задовільної до напруженої і навіть незадовільної у 18% обстежених студентів. Підвищення напруженості механізмів адаптації супроводжується посиленням активності симпатичної ланки автономної нервової системи з одночасним пригніченням вагусних впливів і централізацією автономної регуляції серцевого ритму. Одночасно у студентів з незадовільним рівнем адаптації та виснаженням регуляторних механізмів зростають показники рівня особистісної тривожності, знижується стресостійкість та наростає суб'єктивний рівень психосоматичних скарг.

І на останок, отримані дані дали можливість стверджувати, що глибоке дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку з варіабельністю серцевого ритму зсуває симпато-вагальний баланс в сторону парасимпатичного відділу автономної нервової системи і створює оптимальний фон для оптимізації реагування на ментальні стресори. Дихальна гімнастика з використанням портативних приладів біологічного зворотного зв'язку може бути використана, як засіб профілактики психоемоційного стресу в навчальному процесі студентів медичних вузів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Sherlin, L., Gevirtz, R., Wyckoff, S., & Muench, F. (2009). Effects of respiratory sinus arrhythmia biofeedback versus passive biofeedback control. *International Journal of Stress Management*, 16(3), 233.
2. Song, H. S., & Lehrer, P. M. (2003). The effects of specific respiratory rates on heart rate and heart rate variability. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 28(1), 13-23.
3. Ярмош, И. В., Болдуева, С. А., & Суворов, Н. Б. (2011). Влияние кардиореспираторного тренинга на вариабельность сердечного ритма и психологическое состояние у пациентов с острым инфарктом миокарда. *Медицинский академический журнал*, 11(3), 85-92.
4. Frank, D. L., Khorshid, L., Kiffer, J. F., Moravec, C. S., & McKee, M. G. (2010). Biofeedback in medicine: who, when, why and how?. *Mental health in family medicine*, 7(2), 85.
5. Lehrer, P. M., Vaschillo, E., Vaschillo, B., Lu, S. E., Scardella, A., Siddique, M., & Habib, R. H. (2004). Biofeedback treatment for asthma. *Chest*, 126(2), 352-361.
6. Keyl, C., Schneider, A., Greene, R. E., Passino, C., Spadacini, G., Bandinelli, G., ... & Bernardi, L. (2000). Effects of breathing control on cardiocirculatory modulation in Caucasian lowlanders and Himalayan Sherpas. *European journal of applied physiology*, 83(6), 481-486.
7. Schwartz, M. S., Andrasik, F. (Eds.) (2003). *Biofeedback: A Practitioner's Guide* (3rd ed.), (pp. 3-24). New York: Guilford Press.
8. Miller, N. E. (1974). Editorial: Biofeedback: evaluation of a new technic. *N Engl J Med.*, 290 (12), 684.
9. Kamiya, J. (1968). Conscious Control of Brain Waves. *Psychology Today*, 1, 56-60.
10. Serman, M. B., & Clemente, C. D. (1962). Forebrain inhibitory mechanisms: cortical synchronization induced by basal forebrain stimulation. *Experimental neurology*, 6(2), 91-102.

11. Sterman, M. B. (1972). Suppression of seizures in an epileptic following sensorimotor EEG feedback training. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 33 (1), 89-95.
12. Sterman, M. B., & Clemente, C. D. (1962). Forebrain inhibitory mechanisms: cortical synchronization induced by basal forebrain stimulation. *Experimental neurology*, 6(2), 91-102.
13. Hansen, A. L., Johnsen, B. H., & Thayer, J. F. (2003). Vagal influence on working memory and attention. *International journal of psychophysiology*, 48(3), 263-274.
14. Tart, C. (Ed). *Operant control of the EEG alpha rhythm. Altered states of consciousness*. New York: Wiley, 1969.
15. Lubar, J. F., Swartwood, M. O., Swartwood, J. N., & O'Donnell, P. H. (1995). Evaluation of the effectiveness of EEG neurofeedback training for ADHD in a clinical setting as measured by changes in TOVA scores, behavioral ratings, and WISC-R performance. *Biofeedback and Self-regulation*, 20(1), 83-99.
16. Peniston, E. G., & Kulkosky, P. J. (1989). α - θ Brainwave Training and β -Endorphin Levels in Alcoholics. *Alcoholism: Clinical and experimental research*, 13(2), 271-279.
17. Fahrion, S. L., Walters, E. D., Coyne, L., & Allen, T. (1992). Alterations in EEG Amplitude, Personality Factors, and Brain Electrical Mapping after Alpha-Theta Brainwave Training: A Controlled Case Study of an Alcoholic in Recovery. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 16(3), 547-552.
18. Saxby, E., & Peniston, E. G. (1995). Alpha-theta brainwave neurofeedback training: An effective treatment for male and female alcoholics with depressive symptoms. *Journal of clinical psychology*, 51(5), 685-693.
19. Sargent, J. D., Green, E. E., & Walters, E. D. (1972). The use of autogenic feedback training in a pilot study of migraine and tension headaches. *Headache: The Journal of Head and Face Pain*, 12(3), 120-124.

20. Budzynski, Thomas. (1978). Biofeedback in the treatment of muscle-contraction (tension) headache. *Biofeedback Self Regulation*, 3(4), 409-434.
21. Marinacci, A. A., & Horande, M. (1960). Electromyogram in neuromuscular re-education. *Bulletin of the Los Angeles Neurological Society*, 25, 57–71.
22. Basmajian, J. V., Regenos, E. M., Baker, M. P. (1977). Rehabilitating stroke patients with biofeedback. *Geriatrics*, 32(7), 85-88.
23. Brucker, B. S., & Buylaeva, N. V. (1996). Biofeedback effect on electromyography responses in patients with spinal cord injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 77(2), 133-137.
24. Donaldson, C. S., Stanger, L. M., Donaldson, M. W., Cram, J., & Skubick, D. L. (1993). A randomized crossover investigation of a back pain and disability prevention program: Possible mechanisms of change. *Journal of occupational rehabilitation*, 3(2), 83-94.
25. Yucha, C., & Montgomery, D. (2008). *Evidence-based practice in biofeedback and neurofeedback*. Wheat Ridge, CO: AAPB.
26. Striefel, S. (2008). The Case for Clinical Practice Guidelines for Neurofeedback and General Biofeedback. *Biofeedback*, 36(4), 121-125.
27. Bendtsen, L., & Fernández-de-la-Peñas, C. (2011). The role of muscles in tension-type headache. *Current pain and headache reports*, 15(6), 451-458.
28. Ma, C., Szeto, G. P., Yan, T., Wu, S., Lin, C., & Li, L. (2011). Comparing biofeedback with active exercise and passive treatment for the management of work-related neck and shoulder pain: a randomized controlled trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 92(6), 849-858.
29. De Biase, M. E. M., Politti, F., Palomari, E. T., Barros-Filho, T. E. P. D., & De Camargo, O. P. (2011). Increased EMG response following electromyographic biofeedback treatment of rectus femoris muscle after spinal cord injury. *Physiotherapy*, 97(2), 175-179.

30. Kim, M. H., & Yoo, W. G. (2011). Effects of a visual feedback device for hip adduction on trunk muscles and sitting posture in visual display terminal workers. *Asia Pacific Journal of Public Health*, 23(3), 378-385.
31. Martin, P. R., Forsyth, M. R., & Reece, J. (2007). Cognitive-behavioral therapy versus temporal pulse amplitude biofeedback training for recurrent headache. *Behavior Therapy*, 38(4), 350-363.
32. Khazan, I. (2009). Psychophysiological stress assessment using biofeedback. *JoVE (Journal of Visualized Experiments)*, 29, e1443.
33. Hammond, D. C. (2005). Neurofeedback treatment of depression and anxiety. *Journal of Adult Development*, 12(2-3), 131-137.
34. Lehrer, P. M., Vaschillo, E., Vaschillo, B., Lu, S. E., Scardella, A., Siddique, M., & Habib, R. H. (2004). Biofeedback treatment for asthma. *Chest*, 126(2), 352-361.
35. Michael G. McKEE. (2008). Biofeedback: an overview in the context of heart-brain medicine. *Cleveland Clinic Journal of Medicine*, 75, S31.
36. Nolan, R. P., Kamath, M. V., Floras, J. S., Stanley, J., Pang, C., Picton, P., & Young, Q. R. (2005). Heart rate variability biofeedback as a behavioral neurocardiac intervention to enhance vagal heart rate control. *American heart journal*, 149(6), 1137-e1.
37. Wang, S. Z., Li, S., Xu, X. Y., Lin, G. P., Shao, L., Zhao, Y., & Wang, T. H. (2010). Effect of slow abdominal breathing combined with biofeedback on blood pressure and heart rate variability in prehypertension. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 16(10), 1039-1045.
38. Kreibig, S. D., Gendolla, G. H., & Scherer, K. R. (2010). Psychophysiological effects of emotional responding to goal attainment. *Biological Psychology*, 84(3), 474-487.
39. Ritz, T., Dahme, B., & Roth, W. T. (2004). Behavioral interventions in asthma: biofeedback techniques. *Journal of psychosomatic research*, 56(6), 711-720.

40. Servant, D., Logier, R., Mouster, Y. (2009). Heart rate variability. Applications in psychiatry. *Encephale*, 35 (5), 423-428.
41. Siepmann, M., Aykac, V., Unterdörfer, J., Petrowski, K., & Mueck-Weymann, M. (2008). A pilot study on the effects of heart rate variability biofeedback in patients with depression and in healthy subjects. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 33(4), 195-201.
42. Hassett, A. L., & Gevirtz, R. N. (2009). Nonpharmacologic treatment for fibromyalgia: patient education, cognitive-behavioral therapy, relaxation techniques, and complementary and alternative medicine. *Rheumatic Disease Clinics*, 35(2), 393-407.
43. Berntson, G. G., Thomas Bigger, Jr, J., Eckberg, D. L., Grossman, P., Kaufmann, P. G., Malik, M., ... & VAN DER MOLEN, M. W. (1997). Heart rate variability: origins, methods, and interpretive caveats. *Psychophysiology*, 34(6), 623-648.
44. Porges, S. W. (2007). The polyvagal perspective. *Biological psychology*, 74(2), 116-143.
45. Bigger, J. T., Fleiss, J. L., Rolnitzky, L. M., & Steinman, R. C. (1993). The ability of several short-term measures of RR variability to predict mortality after myocardial infarction. *Circulation*, 88(3), 927-934.
46. Singh, J. P., Larson, M. G., Tsuji, H., Evans, J. C., O'Donnell, C. J., & Levy, D. (1998). Reduced heart rate variability and new-onset hypertension: insights into pathogenesis of hypertension: the Framingham Heart Study. *Hypertension*, 32(2), 293-297.
47. Tsuji, H., Larson, M. G., Venditti, F. J., Manders, E. S., Evans, J. C., Feldman, C. L., & Levy, D. (1996). Impact of reduced heart rate variability on risk for cardiac events: the Framingham Heart Study. *Circulation*, 94(11), 2850-2855.
48. Camm, A. J., Malik, M., Bigger, J. T., Breithardt, G., Cerutti, S., Cohen, R. J., ... & Lombardi, F. (1996). 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*, 93(5), 1043-1065.
49. Hjortskov, N., Rissén, D., Blangsted, A. K., Fallentin, N., Lundberg, U., & Søgaard, K. (2004). The effect of mental stress on heart rate variability and blood pressure during computer work. *European journal of applied physiology*, 92(1-2), 84-89.
50. Delaney, J. P. A., & Brodie, D. A. (2000). Effects of short-term psychological stress on the time and frequency domains of heart-rate variability. *Perceptual and motor skills*, 91(2), 515-524.
51. Selye H. (1951). The general-adaptation-syndrome. *Annual Review of Medicine*, 1, 327-342.
52. Maslach, C., Schaufeli, W. B., & Leiter, M. P. (2001). Job burnout. *Annual review of psychology*, 52(1), 397-422.
53. Korte, S. M., Koolhaas, J. M., Wingfield, J. C., & McEwen, B. S. (2005). The Darwinian concept of stress: benefits of allostasis and costs of allostatic load and the trade-offs in health and disease. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 29(1), 3-38.
54. Thayer, J. F., & Sternberg, E. (2006). Beyond heart rate variability: vagal regulation of allostatic systems. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1088(1), 361-372.
55. Weber, C. S., Thayer, J. F., Rudat, M., Wirtz, P. H., Zimmermann-Viehoff, F., Thomas, A., ... & Deter, H. C. (2010). Low vagal tone is associated with impaired post stress recovery of cardiovascular, endocrine, and immune markers. *European journal of applied physiology*, 109(2), 201-211.
56. Jiao, K., Li, Z., Chen, M., Wang, C., & Qi, S. (2004). Effect of different vibration frequencies on heart rate variability and driving fatigue in healthy drivers. *International archives of occupational and environmental health*, 77(3), 205-212.
57. Mourot, L., Bouhaddi, M., Perrey, S., Cappelle, S., Henriët, M. T., Wolf, J. P., ... & Regnard, J. (2004). Decrease in heart rate variability with overtraining: assessment by the Poincaré plot analysis. *Clinical physiology and functional imaging*, 24(1), 10-18.

58. Park, J., Kim, Y., Cho, Y., Woo, K. H., Chung, H. K., Iwasaki, K., ... & Hisanaga, N. (2001). Regular overtime and cardiovascular functions. *Industrial health*, 39(3), 244-249.
59. Sasaki, T., Iwasaki, K., Oka, T., & Hisanaga, N. (1999). Association of working hours with biological indices related to the cardiovascular system among engineers in a machinery manufacturing company. *Industrial health*, 37(4), 457-463.
60. Takase, B., Akima, T., Satomura, K., Mastui, T., Ishihara, M., & Kurita, A. (2004). Effects of chronic sleep deprivation on autonomic activity by examining heart rate variability, plasma catecholamine, and intracellular magnesium levels. *Biomedicine & pharmacotherapy*, 58, S35-S39.
61. Boneva, R. S., Decker, M. J., Maloney, E. M., Lin, J. M., Jones, J. F., Helgason, H. G., ... & Reeves, W. C. (2007). Higher heart rate and reduced heart rate variability persist during sleep in chronic fatigue syndrome: a population-based study. *Autonomic Neuroscience*, 137(1-2), 94-101.
62. De Becker, P., Dendale, P., De Meirleir, K., Campine, I., Vandeborne, K., & Hagers, Y. (1998). Autonomic testing in patients with chronic fatigue syndrome. *The American journal of medicine*, 105(3), 22S-26S.
63. Freeman, R., & Komaroff, A. L. (1997). Does the chronic fatigue syndrome involve the autonomic nervous system?. *The American journal of medicine*, 102(4), 357-364.
64. Yamamoto, Y., LaManca, J. J., & Natelson, B. H. (2003). A measure of heart rate variability is sensitive to orthostatic challenge in women with chronic fatigue syndrome. *Experimental biology and medicine*, 228(2), 167-174.
65. Appels, A., & Mulder, P. (1988). Excess fatigue as a precursor of myocardial infarction. *European Heart Journal*, 9(7), 758-764.
66. Appels, A., & Schouten, E. (1991). Burnout as a risk factor for coronary heart disease. *Behavioral Medicine*, 17(2), 53-59.
67. Rozanski, A., Blumenthal, J. A., & Kaplan, J. (1999). Impact of psychological factors on the pathogenesis of cardiovascular disease and implications for therapy. *Circulation*, 99(16), 2192-2217.

68. Schatzkin A., Cupples A., Heeren T. (1984). The epidemiology of sudden unexpected death: risk factors for men and women in the Framingham Heart Study. *American heart journal*, 6, 1300-1306.
69. Clark, L. A., & Watson, D. (1991). Tripartite model of anxiety and depression: psychometric evidence and taxonomic implications. *Journal of abnormal psychology*, 100(3), 316.
70. Licht, C. M., De Geus, E. J., Van Dyck, R., & Penninx, B. W. (2009). Association between anxiety disorders and heart rate variability in The Netherlands Study of Depression and Anxiety (NESDA). *Psychosomatic medicine*, 71(5), 508-518.
71. Friedman, B. H., & Thayer, J. F. (1998). Autonomic balance revisited: panic anxiety and heart rate variability. *Journal of psychosomatic research*, 44(1), 133-151.
72. McCraty, R., Atkinson, M., Tomasino, D., & Stuppy, W. P. (2001). Analysis of twenty-four hour heart rate variability in patients with panic disorder. *Biological psychology*, 56(2), 131-150.
73. Yeragani, V. K., Balon, R., Pohl, R., Ramesh, C., Glitz, D., Weinberg, P., & Merlos, B. (1990). Decreased R-R variance in panic disorder patients. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 81(6), 554-559.
74. Yeragani, V. K., Pohl, R., Berger, R., Balon, R., Ramesh, C., Glitz, D., ... & Weinberg, P. (1993). Decreased heart rate variability in panic disorder patients: a study of power-spectral analysis of heart rate. *Psychiatry research*, 46(1), 89-103.
75. Slaap, B. R., Nielen, M. M. A., Boshuisen, M. L., van Roon, A. M., & Den Boer, J. A. (2004). Five-minute recordings of heart rate variability in obsessive-compulsive disorder, panic disorder and healthy volunteers. *Journal of affective disorders*, 78(2), 141-148.
76. Agelink, M. W., Boz, C., Ullrich, H., & Andrich, J. (2002). Relationship between major depression and heart rate variability.: Clinical consequences and implications for antidepressive treatment. *Psychiatry research*, 113(1-2), 139-149.
77. Imaoka, K., Inoue, H., Inoue, Y., Hazama, H., Tanaka, T., & Yamane, N. (1985). R-R Intervals of ECG in Depression. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 39(4), 485-487.

78. Rechlin, T., Weis, M., Spitzer, A., & Kaschka, W. P. (1994). Are affective disorders associated with alterations of heart rate variability?. *Journal of affective disorders*, 32(4), 271-275.
79. Rottenberg, J., Chambers, A. S., Allen, J. J., & Manber, R. (2007). Cardiac vagal control in the severity and course of depression: the importance of symptomatic heterogeneity. *Journal of affective disorders*, 103(1-3), 173-179.
80. Watkins, L. L., Grossman, P., Krishnan, R., & Blumenthal, J. A. (1999). Anxiety reduces baroreflex cardiac control in older adults with major depression. *Psychosomatic Medicine*, 61(3), 334-340.
81. Tulen, J. H. M., Bruijn, J. A., De Man, K. J., Van Der Velden, E., Peppinkhuizen, L., & Manin't Veld, A. J. (1996). Anxiety and autonomic regulation in major depressive disorder: an exploratory study. *Journal of Affective Disorders*, 40(1-2), 61-71.
82. Licht, C. M., de Geus, E. J., Zitman, F. G., Hoogendijk, W. J., van Dyck, R., & Penninx, B. W. (2008). Association between major depressive disorder and heart rate variability in the Netherlands Study of Depression and Anxiety (NESDA). *Archives of General Psychiatry*, 65(12), 1358-1367.
83. Balogh, S., Fitzpatrick, D. F., Hendricks, S. E., & Paige, S. R. (1993). Increases in heart rate variability with successful treatment in patients with major depressive disorder. *Psychopharmacology bulletin*, 29(2), 201-206.
84. Green, H. J., Bombardier, E., Burnett, M. E., Smith, I. C., Tupling, S. M., & Ranney, D. A. (2009). Time-dependent effects of short-term training on muscle metabolism during the early phase of exercise. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 297(5), R1383-R1391.
85. Carney, R. M., Freedland, K. E., Veith, R. C., & Jaffe, A. S. (1999). Can treating depression reduce mortality after an acute myocardial infarction?. *Psychosomatic medicine*, 61(5), 666-675.
86. Carney, R. M., Blumenthal, J. A., Freedland, K. E., Stein, P. K., Howells, W. B., Berkman, L. F., ... & Jaffe, A. S. (2005). Low heart rate variability and the effect of depression on post-myocardial infarction mortality. *Archives of internal medicine*, 165(13), 1486-1491.

87. Carney, R. M., Blumenthal, J. A., Stein, P. K., Watkins, L., Catellier, D., Berkman, L. F., ... & Freedland, K. E. (2001). Depression, heart rate variability, and acute myocardial infarction. *Circulation*, 104(17), 2024-2028.
88. Carney, R. M., Freedland, K. E., Stein, P. K., Miller, G. E., Steinmeyer, B., Rich, M. W., & Duntley, S. P. (2007). Heart rate variability and markers of inflammation and coagulation in depressed patients with coronary heart disease. *Journal of psychosomatic research*, 62(4), 463-467.
89. Berkman, L. F., Blumenthal, J., Burg, M., Carney, R. M., Catellier, D., Cowan, M. J., ... & Kaufmann, P. G. (2003). Effects of treating depression and low perceived social support on clinical events after myocardial infarction: the Enhancing Recovery in Coronary Heart Disease Patients (ENRICHD) Randomized Trial. *JAMA: Journal of the American Medical Association*, 289(23), 3106-3116.
90. Alyan, O., Kacmaz, F., Ozdemir, O., Maden, O., Topaloglu, S., Ozbakir, C., ... & Ilkay, E. (2008). Effects of Cigarette Smoking on Heart Rate Variability and Plasma N-Terminal Pro-B-Type Natriuretic Peptide in Healthy Subjects: Is There the Relationship between Both Markers?. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, 13(2), 137-144.
91. Barutcu, I., Esen, A. M., Kaya, D., Turkmen, M., Karakaya, O., Melek, M., ... & Basaran, Y. (2005). Cigarette smoking and heart rate variability: dynamic influence of parasympathetic and sympathetic maneuvers. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, 10(3), 324-329.
92. Hayano, J., Yamada, M., Sakakibara, Y., Fujinami, T., Yokoyama, K., Watanabe, Y., & Takata, K. (1990). Short-and long-term effects of cigarette smoking on heart rate variability. *The American journal of cardiology*, 65(1), 84-88.
93. Carney, R. M., & Freedland, K. E. (2009). Depression and heart rate variability in patients with coronary heart disease. *Cleveland Clinic journal of medicine*, 76(Suppl 2), S13.
94. Thayer, J. F., Hansen, A. L., Saus-Rose, E., & Johnsen, B. H. (2009). Heart rate variability, prefrontal neural function, and cognitive performance: the neurovisceral integration perspective on self-regulation, adaptation, and health. *Annals of Behavioral Medicine*, 37(2), 141-153.

95. Thayer, J. F., & Lane, R. D. (2000). A model of neurovisceral integration in emotion regulation and dysregulation. *Journal of affective disorders*, 61(3), 201-216.
96. Greaves-Lord, K., Ferdinand, R. F., Sondejker, F. E., Dietrich, A., Oldehinkel, A. J., Rosmalen, J. G., ... & Verhulst, F. C. (2007). Testing the tripartite model in young adolescents: Is hyperarousal specific for anxiety and not depression?. *Journal of Affective Disorders*, 102(1-3), 55-63.
97. Tonhajzerova, I., Ondrejka, I., Javorka, K., Turianikova, Z., Farsky, I., & Javorka, M. (2010). Cardiac autonomic regulation is impaired in girls with major depression. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 34(4), 613-618.
98. Felber Dietrich, D., Schindler, C., Schwartz, J., Barthélémy, J. C., Tschopp, J. M., Roche, F., ... & Gaspoz, J. M. (2006). Heart rate variability in an ageing population and its association with lifestyle and cardiovascular risk factors: results of the SAPALDIA study. *Europace*, 8(7), 521-529.
99. Hottenrott, K., Hoos, O., & Esperer, H. D. (2006). Heart rate variability and physical exercise. Current status. *Herz*, 31(6), 544-552.
100. Tuomainen, P., Peuhkurinen, K., Kettunen, R., & Rauramaa, R. (2005). Regular physical exercise, heart rate variability and turbulence in a 6-year randomized controlled trial in middle-aged men: the DNASCO study. *Life sciences*, 77(21), 2723-2734.
101. Furlan, R., Barbic, F., Piazza, S., Tinelli, M., Seghizzi, P., & Malliani, A. (2000). Modifications of cardiac autonomic profile associated with a shift schedule of work. *Circulation*, 102(16), 1912-1916.
102. Gula, L. J., Krahn, A. D., Skanes, A., Ferguson, K. A., George, C., Yee, R., & Klein, G. J. (2003). Heart rate variability in obstructive sleep apnea: a prospective study and frequency domain analysis. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, 8(2), 144-149.
103. Nielsen, T., Paquette, T., Solomonova, E., Lara-Carrasco, J., Colombo, R., & Lanfranchi, P. (2010). Changes in cardiac variability after REM sleep deprivation in recurrent nightmares. *Sleep*, 33(1), 113-122.

104. Sforza, E., Pichot, V., Cervena, K., Barthélémy, J. C., & Roche, F. (2007). Cardiac variability and heart-rate increment as a marker of sleep fragmentation in patients with a sleep disorder: a preliminary study. *Sleep*, 30(1), 43-51.
105. Karakaya, O., Barutcu, I., Kaya, D., Esen, A. M., Saglam, M., Melek, M., ... & Kaymaz, C. (2007). Acute effect of cigarette smoking on heart rate variability. *Angiology*, 58(5), 620-624.
106. Ingjaldsson, J. T., Laberg, J. C., & Thayer, J. F. (2003). Reduced heart rate variability in chronic alcohol abuse: relationship with negative mood, chronic thought suppression, and compulsive drinking. *Biological psychiatry*, 54(12), 1427-1436.
107. Rauh, R., Burkert, M., Siepmann, M., & Mueck-Weymann, M. (2006). Acute effects of caffeine on heart rate variability in habitual caffeine consumers. *Clinical physiology and functional imaging*, 26(3), 163-166.
108. Sondermeijer, H. P., van Marle, A. G., Kamen, P., & Krum, H. (2002). Acute effects of caffeine on heart rate variability. *American journal of cardiology*, 90(8), 906-907.
109. Antelmi, I., De Paula, R. S., Shinzato, A. R., Peres, C. A., Mansur, A. J., & Grupi, C. J. (2004). Influence of age, gender, body mass index, and functional capacity on heart rate variability in a cohort of subjects without heart disease. *The American journal of cardiology*, 93(3), 381-385.
110. Molfino, A., Fiorentini, A., Tubani, L., Martuscelli, M., Fanelli, F. R., & Laviano, A. (2009). Body mass index is related to autonomic nervous system activity as measured by heart rate variability. *European journal of clinical nutrition*, 63(10), 1263.
111. Rabbia, F., Silke, B., Conterno, A., Grosso, T., De Vito, B., Rabbone, I., ... & Veglio, F. (2003). Assessment of cardiac autonomic modulation during adolescent obesity. *Obesity research*, 11(4), 541-548.
112. Silvetti, M. S., Drago, F., & Ragonese, P. (2001). Heart rate variability in healthy children and adolescents is partially related to age and gender. *International journal of cardiology*, 81(2-3), 169-174.
113. Finley, J. P., & Nugent, S. T. (1995). Heart rate variability in infants, children and young adults. *Journal of the autonomic nervous system*, 51(2), 103-108.

114. Faulkner, M. S., Hathaway, D., & Tolley, B. (2003). Cardiovascular autonomic function in healthy adolescents. *Heart & lung*, 32(1), 10-22.
115. Kuo, T. B., Lin, T., Yang, C. C., Li, C. L., Chen, C. F., & Chou, P. (1999). Effect of aging on gender differences in neural control of heart rate. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 277(6), H2233-H2239.
116. Bollinger, M. A., & Vannice, M. A. (1996). A kinetic and DRIFTS study of low-temperature carbon monoxide oxidation over Au—TiO₂ catalysts. *Applied Catalysis B: Environmental*, 8(4), 417-443.
117. Ley, R. (1999). The modification of breathing behavior: Pavlovian and operant control in emotion and cognition. *Behavior Modification*, 23(3), 441-479.
118. Alderling, M., De La Torre, B., Forsell, Y., Lundberg, I., Söndergaard, H. P., & Theorell, T. (2008). Psychiatric diagnoses and circadian saliva cortisol variations in a Swedish population-based sample (the PART study). *Psychotherapy and psychosomatics*, 77(2), 129.
119. Fekedulegn, D. B., Andrew, M. E., Burchfiel, C. M., Violanti, J. M., Hartley, T. A., Charles, L. E., & Miller, D. B. (2007). Area under the curve and other summary indicators of repeated waking cortisol measurements. *Psychosomatic medicine*, 69(7), 651-659.
120. Bhagwagar, Z., Hafizi, S., & Cowen, P. J. (2005). Increased salivary cortisol after waking in depression. *Psychopharmacology*, 182(1), 54-57.
121. De Vente, W., Olf, M., Van Amsterdam, J. G. C., Kamphuis, J. H., & Emmelkamp, P. M. G. (2003). Physiological differences between burnout patients and healthy controls: blood pressure, heart rate, and cortisol responses. *Occupational and environmental medicine*, 60(suppl 1), i54-i61.
122. Grossi, G., Perski, A., Ekstedt, M., Johansson, T., Lindström, M., & Holm, K. (2005). The morning salivary cortisol response in burnout. *Journal of psychosomatic research*, 59(2), 103-111.
123. Wood, B., Wessely, S., Papadopoulos, A., Poon, L., & Checkley, S. (1998). Salivary cortisol profiles in chronic fatigue syndrome. *Neuropsychobiology*, 37(1), 1-4.

124. Huber, T. J., Issa, K., Schik, G., & Wolf, O. T. (2006). The cortisol awakening response is blunted in psychotherapy inpatients suffering from depression. *Psychoneuroendocrinology*, 31(7), 900-904.
125. Mommersteeg, P. M., Heijnen, C. J., Verbraak, M. J., & van Doornen, L. J. (2006). A longitudinal study on cortisol and complaint reduction in burnout. *Psychoneuroendocrinology*, 31(7), 793-804.
126. Gustafsson, K., Lindfors, P., Aronsson, G., & Lundberg, U. (2008). Relationships between self-rating of recovery from work and morning salivary cortisol. *Journal of Occupational Health*, 50(1), 24-30.
127. Wilson, P.W., Culleton, B.F. (1998). Epidemiology of cardiovascular disease in the United States. *American Journal of Kidney Diseases*, 32, 56-65.
128. Jensen-Urstad, K., Reichard, P., & Jensen-Urstad, M. (1999). Decreased heart rate variability in patients with type 1 diabetes mellitus is related to arterial wall stiffness. *Journal of internal medicine*, 245(1), 57-61.
129. Williams, S. M., Ritchie, M. D., Phillips III, J. A., Dawson, E., Prince, M., Dzhura, E., ... & Addy, J. H. (2004). Multilocus analysis of hypertension: a hierarchical approach. *Human heredity*, 57(1), 28-38.
130. Singh, J. P., Larson, M. G., O'Donnell, C. J., Wilson, P. F., Tsuji, H., Lloyd-Jones, D. M., & Levy, D. (2000). Association of hyperglycemia with reduced heart rate variability (The Framingham Heart Study). *The American journal of cardiology*, 86(3), 309-312.
131. Zhang, C. Y., Sun, A. J., Zhang, S. N., Wu, C. N., Fu, M. Q., Xia, G., ... & Ge, J. B. (2010). Effects of intensive glucose control on incidence of cardiovascular events in patients with type 2 diabetes: a meta-analysis. *Annals of medicine*, 42(4), 305-315.
132. Cohen, H. W., Gibson, G., & Alderman, M. H. (2000). Excess risk of myocardial infarction in patients treated with antidepressant medications: association with use of tricyclic agents. *The American journal of medicine*, 108(1), 2-8.
133. Gutgesell, H., Atkins, D., Barst, R., Buck, M., Franklin, W., Humes, R., ... & Taubert, K. A. (1999). Cardiovascular monitoring of children and adolescents receiving psychotropic drugs: a statement for healthcare professionals from the Committee on

- Congenital Cardiac Defects, Council on Cardiovascular Disease in the Young, American Heart Association. *Circulation*, 99(7), 979-982.
134. Whang, W., Kubzansky, L. D., Kawachi, I., Rexrode, K. M., Kroenke, C. H., Glynn, R. J., ... & Albert, C. M. (2009). Depression and risk of sudden cardiac death and coronary heart disease in women: results from the Nurses' Health Study. *Journal of the American College of Cardiology*, 53(11), 950-958.
135. Feinstein, R. E., Khawaja, I. S., Nurenberg, J. R., Frishman, W. H., & O'Rourke, R. A. (2002). Cardiovascular effects of psychotropic drugs. *Current problems in cardiology*, 27(5), 185-240.
136. Kovacs, D., & Arora, R. (2008). Cardiovascular effects of psychotropic drugs. *American journal of therapeutics*, 15(5), 474-483.
- Feinstein, R. E., Khawaja, I. S., Nurenberg, J. R., Frishman, W. H., & O'Rourke, R. A. (2002). Cardiovascular effects of psychotropic drugs. *Current problems in cardiology*, 27(5), 185-240.
137. Krantz, D. S., Whittaker, K. S., Francis, J. L., Rutledge, T., Johnson, B. D., Barrow, G., ... & Bittner, V. (2009). Psychotropic medication use and risk of adverse cardiovascular events in women with suspected coronary artery disease: outcomes from the Women's Ischemia Syndrome Evaluation (WISE) study. *Heart*, 95(23), 1901-1906.
138. Österberg, K., Karlson, B., & Hansen, Å. M. (2009). Cognitive performance in patients with burnout, in relation to diurnal salivary cortisol: original research report. *Stress*, 12(1), 70-81.
139. Capuron, L., Welberg, L., Heim, C., Wagner, D., Solomon, L., Papanicolaou, D. A., ... & Reeves, W. C. (2006). Cognitive dysfunction relates to subjective report of mental fatigue in patients with chronic fatigue syndrome. *Neuropsychopharmacology*, 31(8), 1777.
140. Marshall, P. S., Forstot, M., Callies, A., Peterson, P. K., & Schenck, C. H. (1997). Cognitive slowing and working memory difficulties in chronic fatigue syndrome. *Psychosomatic Medicine*, 59(1), 58-66.

141. Sandström, A., Rhodin, I. N., Lundberg, M., Olsson, T., & Nyberg, L. (2005). Impaired cognitive performance in patients with chronic burnout syndrome. *Biological psychology*, 69(3), 271-279.
142. Madden, K., & Savard, G. K. (1995). Effects of mental state on heart rate and blood pressure variability in men and women. *Clinical Physiology*, 15(6), 557-569.
143. Booij, L., Swenne, C. A., Brosschot, J. F., Haffmans, P. J., Thayer, J. F., & Van der Does, A. W. (2006). Tryptophan depletion affects heart rate variability and impulsivity in remitted depressed patients with a history of suicidal ideation. *Biological psychiatry*, 60(5), 507-514.
144. Paul, M., Garg, K., & Sandhu, J. S. (2012). Role of biofeedback in optimizing psychomotor performance in sports. *Asian journal of sports medicine*, 3(1), 29.
145. Pop-Jordanova, N., & Demerdzieva, A. (2010). Biofeedback training for peak performance in sport-case study. *Macedonian journal of medical sciences*, 3(2), 113-118.
146. Lagos, L., Vaschillo, E., Vaschillo, B., Lehrer, P., Bates, M., & Pandina, R. (2008). Heart rate variability biofeedback as a strategy for dealing with competitive anxiety: A case study. *Biofeedback*, 36(3), 109.
147. Appelhans, B. M., & Luecken, L. J. (2006). Heart rate variability as an index of regulated emotional responding. *Review of general psychology*, 10(3), 229-240.
148. Paul, M., & Garg, K. (2012). The effect of heart rate variability biofeedback on performance psychology of basketball players. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 37(2), 131-144.
149. Karavidas, M. K., Lehrer, P. M., Vaschillo, E., Vaschillo, B., Marin, H., Buyske, S., ... & Hassett, A. (2007). Preliminary results of an open label study of heart rate variability biofeedback for the treatment of major depression. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 32(1), 19-30.
150. Riganello, F., Garbarino, S., & Sannita, W. G. (2012). Heart rate variability, homeostasis, and brain function. *Journal of Psychophysiology*, 26, 178-203.

151. Wheat, A. L., & Larkin, K. T. (2010). Biofeedback of heart rate variability and related physiology: A critical review. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 35(3), 229-242.
152. Lehrer, P. M., Vaschillo, E., & Vaschillo, B. (2000). Resonant frequency biofeedback training to increase cardiac variability: Rationale and manual for training. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 25(3), 177-191.
153. Vaschillo, E. G., Vaschillo, B., & Lehrer, P. M. (2006). Characteristics of resonance in heart rate variability stimulated by biofeedback. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 31(2), 129-142.
154. Lehrer, P. M., Vaschillo, E., Vaschillo, B., Lu, S. E., Eckberg, D. L., Edelberg, R., ... & Hamer, R. M. (2003). Heart rate variability biofeedback increases baroreflex gain and peak expiratory flow. *Psychosomatic medicine*, 65(5), 796-805.
155. Lehrer, P. M., Vaschillo, E., Vaschillo, B., Lu, S. E., Scardella, A., Siddique, M., & Habib, R. H. (2004). Biofeedback treatment for asthma. *Chest*, 126(2), 352-361.
156. Del Pozo, J. M., Gevirtz, R. N., Scher, B., & Guarneri, E. (2004). Biofeedback treatment increases heart rate variability in patients with known coronary artery disease. *American heart journal*, 147(3), 545.
157. Swanson, K. S., Gevirtz, R. N., Brown, M., Spira, J., Guarneri, E., & Stoletniy, L. (2009). The effect of biofeedback on function in patients with heart failure. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 34(2), 71.
158. Zucker, T. L., Samuelson, K. W., Muench, F., Greenberg, M. A., & Gevirtz, R. N. (2009). The effects of respiratory sinus arrhythmia biofeedback on heart rate variability and posttraumatic stress disorder symptoms: A pilot study. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 34(2), 135.
159. Kapitza, K. P., Passie, T., Bernateck, M., & Karst, M. (2010). First non-contingent respiratory biofeedback placebo versus contingent biofeedback in patients with chronic low back pain: a randomized, controlled, double-blind trial. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 35(3), 207-217.

160. Litchfield, K. N., Harten, J. M., Anderson, K. J., Kinsella, J., & McGrady, E. M. (2007). Effects of normobaric hyperoxia on haemodynamic parameters of healthy full-term parturients. *Anaesthesia*, 62(9), 931-935.
161. Baumert, M., Brechtel, L., Lock, J., Hermsdorf, M., Wolff, R., Baier, V., & Voss, A. (2006). Heart rate variability, blood pressure variability, and baroreflex sensitivity in overtrained athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 16(5), 412-417.
162. Hallman, D. M., Olsson, E. M., Von Schéele, B., Melin, L., & Lyskov, E. (2011). Effects of heart rate variability biofeedback in subjects with stress-related chronic neck pain: a pilot study. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 36(2), 71-80.
163. Yetwin, A., Marks, K., Bell, T., & Gold, J. (2012). Heart rate variability biofeedback therapy for children and adolescents with chronic pain. *The Journal of Pain*, 13(4), S93.
164. Riddle, D. L., Keefe, F. J., Nay, W. T., McKee, D., Attarian, D. E., & Jensen, M. P. (2011). Pain coping skills training for patients with elevated pain catastrophizing who are scheduled for knee arthroplasty: a quasi-experimental study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 92(6), 859-865.
165. Hassett, A. L., Radvanski, D. C., Vaschillo, E. G., Vaschillo, B., Sigal, L. H., Karavidas, M. K., ... & Lehrer, P. M. (2007). A pilot study of the efficacy of heart rate variability (HRV) biofeedback in patients with fibromyalgia. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 32(1), 1-10.
166. Bar-Eli, M., Dreshman, R., Blumenstein, B., & Weinstein, Y. (2002). The effect of mental training with biofeedback on the performance of young swimmers. *Applied psychology*, 51(4), 567-581.
167. Raymond, J., Sajid, I., Parkinson, L. A., & Gruzelier, J. H. (2005). Biofeedback and dance performance: A preliminary investigation. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 30(1), 65-73.
168. Appaneal, R. N., Levine, B. R., Perna, F. M., & Roh, J. L. (2009). Measuring postinjury depression among male and female competitive athletes. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 31(1), 60-76.

169. Malik, M. (1996). Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use: Task force of the European Society of Cardiology and the North American Society for Pacing and Electrophysiology. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, 1(2), 151-181.
170. Фекета, В. П., Глеба, Л. А., & Солопчук, О. І. (2013). Вплив глибокого дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку на швидкість і якість обробки вербальної інформації у здорових осіб молодого віку. *Вісник Вінницького національного медичного університету*, 2, 301–306.
171. Баевский, Р. М., & Берсенева, А. П. (1997). *Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний*. Москва: Медицина.
172. Леженко, Г. О. (2011). Вегетативні дисфункції у дітей. Патогенез, діагностика і терапевтична тактика. *Дитячий лікар*, 4, 20-32.
173. Горст, Н. А., Лычагина, С. Н., Горст, В. Р., Горячкина, Л. В., Полукова, М. В., Чапрасова, О. А., & Куаншкалиев, К. М. (2016). Показатель активности регуляторных систем в структуре анализа вариабельности сердечного ритма. *Естественные науки*, 1, 28-33.
174. Кулик, А. Л., Задерихин, А. К., Шульгин, В. И., Мартыненко, А. В., & Яблучанский, Н. И. (2010). Сравнение различных методик нахождения оптимальных частот дыхания на основе изучения соотношений спектральных показателей вариабельности сердечного ритма. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія Медицина*, 19 (898), 53-56.
175. Hayano, J., Yasuma, F., Okada, A., Mukai, S., & Fujinami, T. (1996). Respiratory sinus arrhythmia: a phenomenon improving pulmonary gas exchange and circulatory efficiency. *Circulation*, 94(4), 842-847.
176. Ruediger, H., Seibt, R., Scheuch, K., Krause, M., & Alam, S. (2004). Sympathetic and parasympathetic activation in heart rate variability in male hypertensive patients under mental stress. *Journal of human hypertension*, 18(5), 307.
177. Фекета, В. П., Глеба, Л. А., Паламарчук, О. С., Савка, Ю. М., Ківежді, К. Б. (2016). Варіабельність серцевого ритму у здорових осіб за умов діафрагмального

дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку. *Фізіологічний журнал інституту фізіології ім. О. О. Богомольця*, 62 (4), 66-75.

178. Фекета, В. П., Мелега, К. П., Паламарчук, О. С. (2015). Динаміка показників варіабельності серцевого ритму у здорових осіб молодого віку під впливом діафрагмального дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку. *Science and Education a New Dimension. Natural and Nechnical Sciences*, III(8), Issue 73, 14-17.

179. Sherina, M. S., Rampal, L., & Kaneson, N. (2004). Psychological stress among undergraduate medical students. *Medical Journal of Malaysia*, 59(2), 207-211.

180. Paul, G., Elam, B., & Verhulst, S. J. (2007). A longitudinal study of students' perceptions of using deep breathing meditation to reduce testing stresses. *Teaching and learning in medicine*, 19(3), 287-292.

181. Gustems-Carnicer, J., Calderón, C., & Calderón-Garrido, D. (2019). Stress, coping strategies and academic achievement in teacher education students. *European Journal of Teacher Education*, 42(3), 375-390.

182. Яблучанский, Н. И., Мартыненко, А. С., Исаева, А. В. (2005). *Исследуем регуляторные процессы*. Донецк: ЧП Бутасова.

183. Литвинець, Л. Я. (2013). Варіабельність серцевого ритму як індикатор адаптивних можливостей у дітей з бронхіальною астмою. *Семейная медицина*, (3), 131-134.

184. Малкина-Пых, И. Г. (2005). *Психосоматика: справочник практического психолога*. Москва: Изд-во Эксмо.

185. Паламарчук, О. С. (2019). Взаємозв'язок між психофізіологічним статусом студентів-медиків та функціональним станом автономної регуляції за даними варіабельності серцевого ритму. *Проблеми клінічної педіатрії*, 2 (44), 66-73.

186. Третяк, Т. О., & Севериновська, О. В. (2016). Психофізіологічний профіль студентів першого курсу у процесі адаптації до освітньої діяльності. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія Біологія*, 2(66), 90-103.

187. Федотова, Г. Г., Пожарова, Г. В., & Гераськина, М. А. (2015). Оценка функционального состояния организма студентов на основе анализа variability сердечного ритма. *Современные проблемы науки и образования*, 5, 697-697.
188. Рашман, С. М. (1989). Гемодинамика (общая и мозговая) и умственная деятельность в нормальных условиях. *Физиологический журнал*, 35(3), 49-56.
189. McDougall, S. J., Widdop, R. E., & Lawrence, A. J. (2005). Central autonomic integration of psychological stressors: focus on cardiovascular modulation. *Autonomic Neuroscience*, 123(1-2), 1-11.
190. Everhart, D. E., & Harrison, D. W. (2002). Heart rate and fluency performance among high-and low-anxious men following autonomic stress. *International Journal of Neuroscience*, 112(10), 1149-1171.
191. Gleba, L. A., Feketa, V. P., Meleha, K. P., & Palamarchuk, O. S. (2015). Use of portable biofeedback devices for correction of the functional state of autonomic nervous system. *Intermedical journal*, III (5), 3-11.
192. Lucini, D., Cerchiello, M., & Pagani, M. (2004). Selective reductions of cardiac autonomic responses to light bicycle exercise with aging in healthy humans. *Autonomic Neuroscience*, 110(1), 55-63.
193. Рашман, С. М. (1992). Системная и мозговая гемодинамика и умственная активность в условиях нервно-эмоционального стресса. *Физиологический журнал*, 38(6), 78-85.
194. Антонец, К. В., & Чурукова, Н. М. (2017). Влияние учебной нагрузки на некоторые параметры гемодинамики и эмоциональное состояние студентов. *Международный студенческий научный вестник*, 2, 91-91.
195. Геворкян, Э. С., Даян, А. В., Адамян, Ц. И., Григорян, С. С., & Минасян, С. М. (2003). Влияние экзаменационного стресса на психофизиологические показатели и ритм сердца студентов. *Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова*, 53(1), 46-50.

196. Maes, M., Song, C., Lin, A., De Jongh, R., Van Gastel, A., Kenis, G., ... & Demedts, P. (1998). The effects of psychological stress on humans: increased production of pro-inflammatory cytokines and Th1-like response in stress-induced anxiety. *Cytokine*, 10(4), 313-318.
197. Cacioppo, J. T., Petty, R. E., Losch, M. E., & Kim, H. S. (1986). Electromyographic activity over facial muscle regions can differentiate the valence and intensity of affective reactions. *Journal of personality and social psychology*, 50(2), 260.
198. Silva V., Costa P., Pereira I., Faria, R., Salgueira, A. P., Costa, M. J., ... & Morgado, P. (2017). Depression in medical students: insights from a longitudinal study. *BMC Medical Education*, 17, 184.
199. Almeida, G. D. C., Souza, H. R. D., Almeida, P. C. D., Almeida, B. D. C., & Almeida, G. H. (2016). The prevalence of burnout syndrome in medical students. *Archives of Clinical Psychiatry (São Paulo)*, 43(1), 6-10.

ДОДАТОК АНКЕТИ

Гіссенський опитувальник соматичних скарг

Гіссенський опитувальник соматичних скарг виявляє інтенсивність емоційно забарвлених скарг з приводу стану фізичного здоров'я, яка високо корелює з маскованою депресією. Для правильної інтерпретації необхідно з'ясувати, чи немає у обстежуваного встановлених соматичних захворювань з підтвердженими діагнозами.

Опитувальник має 5 шкал:

В: Виснаження.

Ш: Шлункові скарги.

Р: Ревматичний чинник.

С: Серцеві скарги.

Загальний бал.

Бланк опитувальника

Інструкція: Поставте після кожного пункту опитувальника цифру, що відповідає вашому звичайному стану:

0 — не турбує ніколи;

1 — турбує дуже рідко;

2 — часом турбує;

3 — часто турбує;

4 — турбує майже постійно.

Чи турбують вас:

В	Ш
Відчуття слабкості	Болі в суглобах і кінцівках
Підвищена сонливість	Болі в поясниці або спині
Швидка виснажуваність	Болі в шиї, потилиці
Втома	або плечових суглобах

Відчуття оглушеності	Головні болі
Млявість	Відчуття важкості або втоми в ногах
	Відчуття тиску в голові
Р	С
Відчуття переповнення в шлунку	Серцебиття, перебої в серці
Блювота	Запаморочення
Нудота	Відчуття грудки в горлі
Відрижка	Важкість в грудях
Печія	Напади задухи
Болі в шлунку	Серцеві напади

Оцінка результатів

В: Виснаження. Характеризує суб'єктивне уявлення людини про наявність/втрату життєвої енергії і потребу в допомозі. Корелює з депресивним станом, алекситимією.

Ш: Шлункові скарги. Шкала відображає вираженість психосоматичних шлункових нездужань (епігастральний синдром).

Р: Ревматичний чинник. Шкала виражає суб'єктивні страждання людини, що носять алгічний або спастичний характер.

С: Серцеві скарги. Зазвичай, у здорових обстежуваних серцеві скарги найбільш необґрунтовані. Високий бал за шкалою свідчить про приписування собі неіснуючих симптомів з метою привернути увагу або звернутися по допомогу.

Загальний бал: Загальний бал показує інтенсивність соматичних скарг. Добре корелює з депресією, алекситимією, особистісною тривожністю.

Нормативів для окремих шкал не передбачено. Оцінюється загальний бал виходячи з того, що при максимально можливій сумі в 100 балів серед здорових людей 50% має менше 14 балів, 75% — менше 20, 100% — менше 40 балів.

Опитувальник Спілбергера-Ханіна (СХ)

Шкала ситуативної тривожності (СТ)

Інструкція. Прочитайте уважно кожне з наведених тверджень і закресліть цифру у відповідній графі праворуч залежно від того, як Ви почуваетесь на даний момент. Над запитаннями довго не задумуйтеся, оскільки правильних і неправильних відповідей немає.

№ n/n	Судження	Ні, це не так	Мабуть, так	Правильно	Зовсім правильно
1.	Я спокійний	1	2	3	4
2.	Мені ніщо не загрожує	1	2	3	4
3.	Я знаходжуся в напрузі	1	2	3	4
4.	Я внутрішньо скутий	1	2	3	4
5.	Я відчуваю вільно	1	2	3	4
6.	Я розстроений	1	2	3	4
7.	Мене хвилюють можливі невдачі	1	2	3	4
8.	Я відчуваю душевний спокій	1	2	3	4
9.	Я стривожений	1	2	3	4
10.	Я відчуваю почуття внутрішнього задоволення	1	2	3	4
11.	Я упевнений у собі	1	2	3	4
12.	Я нервую	1	2	3	4
13.	Я не знаходжу собі місця	1	2	3	4

14.	Я напружений	1	2	3	4
15.	Я не почуваю скутості, напруги	1	2	3	4
16.	Я задоволений	1	2	3	4
17.	Я заклопотаний	1	2	3	4
18.	Я занадто збуджений і мені не по собі	1	2	3	4
19.	Мені радісно	1	2	3	4
20.	Мені приємно	1	2	3	4

Шкала особистісної тривожності (ОТ)

Інструкція. Прочитайте уважно кожне з наведених тверджень і закресліть цифру у відповідній графі праворуч залежно від того, як Ви почуваєтеся на даний момент. Над запитаннями довго не задумуйтеся, оскільки правильних і неправильних відповідей немає.

<i>№ n/n</i>	<i>Судження</i>	<i>Ні, це не так</i>	<i>Мабуть, так</i>	<i>Правильно</i>	<i>Зовсім правильно</i>
1.	У мене буває піднесений настрій	1	2	3	4
2.	Я буваю дратівливим	1	2	3	4
3.	Я легко розстроююся	1	2	3	4
4.	Я хотів би бути таким же щасливим, як інші	1	2	3	4
5.	Я сильно переживаю неприємності і довго не можу про них забути	1	2	3	4
6.	Я відчуваю прилив сил і бажання працювати	1	2	3	4
7.	Я спокійний, холоднокровний і зібраний	1	2	3	4

8.	Мене тривожать можливі труднощі	1	2	3	4
9.	Я занадто переживаю через дрібниці	1	2	3	4
10.	Я буваю цілком щасливий	1	2	3	4
11.	Я все приймаю близько до серця	1	2	3	4
12.	Мені не вистачає впевненості в собі	1	2	3	4
13.	Я почуваюся беззахисним	1	2	3	4
14.	Я намагаюся уникати критичних ситуацій і труднощів	1	2	3	4
15.	У мене буває нудьга	1	2	3	4
16.	Я буваю задоволений	1	2	3	4
17.	Будь-які дрібниці відволікають і хвилюють мене	1	2	3	4
18.	Буває, що я почуваюся невдахою	1	2	3	4
19.	Я врівноважена людина	1	2	3	4
20.	Мене охоплює занепокоєння, коли я думаю про свої справи і турботи	1	2	3	4

Обробка та інтерпретація

Результати тесту обробляються за допомогою ключа.

Ключ

<i>Ситуативна тривожність</i>					<i>Особистісна тривожність</i>				
<i>№ з/п</i>	<i>Ні, це не так</i>	<i>Мабуть, так</i>	<i>Правильно</i>	<i>Зовсім правильно</i>	<i>№ з/п</i>	<i>Ніколи</i>	<i>Іноді</i>	<i>Часто</i>	<i>Майже завжди</i>
1	4	1	3	2	21	4	3	2	1
2	4	1	3	2	22	1	2	3	4
3	1	4	2	3	23	1	2	3	4
4	1	4	2	3	24	1	2	3	4

5	4	1	3	2	25	1	2	3	4
6	1	4	2	3	26	4	3	2	1
7	1	4	2	3	27	4	3	2	1
8	4	1	3	2	28	1	2	3	4
9	1	4	2	3	29	1	2	3	4
10	4	1	3	2	30	4	3	2	1
11	4	1	3	2	31	1	2	3	4
12	1	4	2	3	32	1	2	3	4
13	1	4	2	3	33	1	2	3	4
14	1	4	2	3	34	1	2	3	4
15	4	1	3	2	35	1	2	3	4
16	4	1	3	2	36	4	3	2	1
17	1	4	2	3	37	1	2	3	4
18	1	2	3	4	38	1	2	3	4
19	4	1	3	2	39	4	3	2	1
20	4	1	3	2	40	1	2	3	4

Під час аналізу результатів самооцінки треба мати на увазі, що загальний підсумковий показник за шкалами ситуативної й особистісної тривожності може знаходитися в діапазоні від 20 до 80 балів. При цьому чим вищий підсумковий показник, тим вищий рівень тривожності (ситуативної чи особистісної).

Орієнтовні оцінки рівня тривожності:

- Від 0 до 30 балів – низька тривожність;
- Від 31 до 44 балів – помірна тривожність;
- Від 45 і більше – висока тривожність.

Наукове видання

ПАЛАМАРЧУК ОЛЬГА СЕРГІЇВНА

**ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ
АВТОНОМНОЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ ПІД ВПЛИВОМ
ГЛИБОКОГО ДИХАННЯ В РЕЖИМІ БІОЛОГІЧНОГО
ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ**

Монографія

Формат 60×84/16. Умовн. друк. арк. 7,44. Облік.вид.арк. 5,25.
Зам. №41. Наклад 50 прим.

Видавництво УжНУ «Говерла»
88000, м. Ужгород, вул. Капітульна, 18. E: mail: hoverla@i.ua

*Свідоцтво про внесення до державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів продукції
Серія 3т № 32 від 31 травня 2006 року*