

АНОТАЦІЯ

Паламарчук О.С. Вплив діафрагмального дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку на функціональний стан автономної нервової системи. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 222 – медицина. – ДВНЗ «Ужгородський національний університет», МОН України Ужгород, 2020.

Дисертаційна робота присвячена вивченню впливу діафрагмального 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.

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), викликаній модуляцією тону 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.

Для реєстрації показників варіабельності серцевого ритму (BCP) використовували дистанційний монітор серцевого ритму Polar RS800CX та пакет програмного забезпечення Polar ProTrainer5. Розрахунки показників проводили, аналізуючи 5-хвилинні стаціонарні відрізки грудного відведення електрокардіограми (ЕКГ). В якості інтегрального критерію функціонального стану автономної нервової системи використовувався запропонований Р.М. Баєвським показник активності регуляторних систем (ПАРС), який отримували за допомогою автоматизованої обробки ритмокардіограми приладом «Кардіолаб» (ХАІ, Медіка, Україна).

Для модуляції функціонального стану АНС з допомогою глибокого дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку з варіабельністю серцевого ритму були використані три прилади: StressEraser (“Helicor”, USA), EmWave2 (“Heartmath”, USA), MyCalmBeat (USA). У ході тренування за допомогою приладів кожен доброволець експерименту модулював частоту і глибину власного дихання відповідно до візуальних сигналів приладу.

Оцінка психофізіологічного стану студентів включала: визначення рівня особистісної тривожності за тестовою методикою Спілбергера-Ханіна; оцінка рівня стресостійкості; дослідження психосоматичної обумовленості соматичних недомогань за Гісенівським опитувальником (Giesener Beshwedebogen – GBB). Гісенівський опитувальник (Giesener Beshwedebogen) – анкета, яка націлена на виявлення суб'єктивної картини фізичних недомогань. Було проведено оцінку по чотирьом основним та одній додатковій шкалам.

Отримані дані щодо динаміки показників ВСР під впливом однократного сеансу діафрагмального дихання з використанням трьох портативних пристроїв біологічного зворотного зв'язку свідчать про те, що у всіх трьох групах обстежених спостерігалась схожа динаміка показників ВСР, але її вираженість була різною. Спільним інтегральним ефектом діафрагмального дихання із застосуванням усіх трьох приладів біологічного зворотного зв'язку було суттєве зростання ВСР як за даними статистичних, так і спектральних показників. Так, SD у групах StressEraser, EmWave2 та MyCalmBeat зросла відповідно на $10,2 \pm 1,2$; ($p < 0,01$); $8,1 \pm 2,3$; ($p < 0,02$) та $6,5 \pm 2,4$; ($p < 0,05$) мс. Приріст pNN50 у цих групах склав відповідно $4,2 \pm 0,4$; ($p < 0,001$); $3,8 \pm 0,6$ ($p < 0,01$) та $3,3 \pm 0,7$; ($p < 0,01$). Показник RMSSD, що характеризує парасимпатичну ланку АНС, статистично вірогідно зростає тільки в першій та другій групах відповідно на $12,2 \pm 1,4$; ($p < 0,01$) та $14,2 \pm 1,8$; ($p < 0,05$) 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 ($p < 0,05$) мс².

Спектральний аналіз серцевого ритму дає досліднику серйозний інструмент для з'ясування динаміки функціонального стану усіх ланок АНС під впливом діафрагмального 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 .

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.

Наступним завданням було з'ясувати чи використання діафрагмального дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку є суттєвим з точки зору впливу на функціональний стан АНС в порівнянні з звичайним діафрагмальним диханням з частотою 6 дихальних рухів за хвилину.

Отримані результати свідчать, що у обох групах обстежених спостерігалась схожа динаміка показників ВСР, 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 $p\text{NN}50$ 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 ($p < 0,01$).

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

Наступним завданням було з'ясування фізіологічного ефекту курсового застосування діафрагмального дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку на показники функціонального стану АНС.

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 структурі спектру кривої ВСР викликали суттєве зменшення ($p < 0,05$) 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. Слід відмітити, що показники ВСР обстежених контрольної групи не продемонстрували статистично вірогідних змін протягом тривалості експерименту.

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).

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. Сеанси діафрагмального 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.

Новизна роботи полягає в тому, що дослідження біологічного зворотного зв'язку, як методу корекції функціонального стану АНС людини, в даний час в Україні не проводяться. За кордоном такі дослідження стосуються перш за все ментальних функцій і не проводяться у запланованому в дисертації контексті. Крім того, вперше встановлено, що діафрагмальне дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку може бути використане як засіб профілактики психоемоційного стресу в навчальному процесі студентів медичних вузів з незадовільним рівнем адаптації та виснаженням регуляторних механізмів, які характеризуються достовірно вищим рівнем особистісної тривожності, низькою стресостійкістю, наростанням рівня психосоматичних проявів.

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

Ключові слова: глибоке дихання, автономна нервова система, біологічний зворотній зв'язок, варіабельність серцевого ритму, вегетативна дисфункція, дихальна гімнастика, пристрої біологічного зворотного зв'язку.

Список публікацій здобувача:

1. 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, 66-73.

2. 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.

(Особистий внесок здобувача – провела збір та аналіз матеріалу, узагальнення, написання та оформлення статті).

3. 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 Technical Sciences*. III(8), Issue 73, 14-17.

(Особистий внесок здобувача – провела збір та аналіз матеріалу, написання та оформлення статті).

4. 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.

(Особистий внесок здобувача – провела аналіз матеріалу та написання статті).

5. Паламарчук, О. С. (2019). Вплив глибокого дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку з використанням портативних приладів на варіабельність серцевого ритму у жінок молодого віку. *Фізіологічний журнал: матеріали ХХ з'їзду Українського фізіологічного товариства ім. П. Г. Костюка з міжнародною участю, присвяченого 95-річчю від дня народження академіка П. Г. Костюка*. Київ, 65 (3), 102.

6. Паламарчук, О. С. (2019). Корекція функціонального стану автономної

нервової системи в здорових осіб під впливом діафрагмального дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку. *Актуальні питання сучасної медицини*: тези доповідей XVI Міжнародної наукової конференції студентів, молодих вчених та фахівців, 28-29 березня (С. 195-196). Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна.