

Варіабельність серцевого ритму під впливом 10-денного курсу дихальної гімнастики «йогоа» у юнаків

Н.І. Шейко, В.П. Фекета

ДВНЗ «Ужгородський національний університет»; e-mail: n.molanich@gmail.com

Оцінювали можливості використання курсу дихальної гімнастики «йогоа» на функціональний стан автономної нервової системи (АНС). До дослідження залучили 30 практично здорових юнаків-іноземців, яких поділили на 2 групи по 15 чоловік. Учасники основної групи щодня займалися дихальними вправами «пранаяма» по 15 хв протягом 10 днів. Контрольну групу склали 15 осіб, які не займалися дихальною гімнастикою. Варіабельність серцевого ритму (ВСР) реєстрували за допомогою комп'ютерного діагностичного комплексу «КардіоЛаб» («ХАІ-Медіка», Україна). Спостерігалось зростання середньоквадратичного відхилення тривалості кардіоінтервалів на $7,8 \pm 1,3$ мс у юнаків, що займалася дихальною гімнастикою. Серед спектральних показників можна відзначити збільшення загальної варіабельності серцевого ритму внаслідок зростання загальної потужності на 723 ± 174 мс². Вказані зміни відбулися переважно за рахунок зростання низькочастотного компонента на 658 ± 193 мс² та частково внаслідок зменшення наднизькочастотного на 174 ± 47 мс². У відсотковій структурі спектра серцевого ритму вірогідно знизилася питома вага останнього на $5,7 \pm 2,8$ %. Таку динаміку показників ВСР можна трактувати як перерозподіл активності периферичних відділів АНС з одночасним зменшенням надсегментарної регуляції серцевого ритму з боку вищих вегетативних центрів та гуморальних механізмів.

Ключові слова: варіабельність серцевого ритму; йогоа; діафрагмове дихання; біологічний зворотний зв'язок.

ВСТУП

Варіабельність серцевого ритму (ВСР) є високочутливим неінвазивним методом дослідження не тільки функціонального стану серцево-судинної системи, але й інтегративної регуляторної діяльності автономної нервової системи (АНС). Найбільш інформативними вважають спектральні показники ВСР, що відображають активність різних ланок АНС. На думку багатьох авторів велика ВСР асоціюється із зростанням адаптаційного потенціалу людини, що впливає на перебіг різноманітних захворювань та патологічних станів, наприклад стрес, депресія, автономні дисфункції, бронхіальна астма тощо [1–5].

Науково обґрунтованим є застосування діафрагмального дихання в режимі біологічного зворотного зв'язку за допомогою портативних комп'ютерних пристроїв [6–8].

© Н.І. Шейко, В.П. Фекета

Однак існує мало даних щодо використання дихальної гімнастики йогоа для впливу на ВСР. З розвитком цивілізації ритм життя пришвидшився і дихання стало відповідати йому. Вчення йогоїв стверджує, що природою визначена кількість дихальних циклів для кожної людини і чим частіше вона дихає, тим раніше помирає. А повільне, глибоке дихання навпаки подовжує його. Тому йогої вважають правильним лише глибоке і ритмічне дихання, як дихали наші предки [9].

Метою нашого дослідження було оцінити можливості використання курсів дихальної гімнастики «йогоа» для корекції функціонального стану АНС.

МЕТОДИКА

До дослідження залучили 30 практично здорових юнаків-іноземців віком $20,0 \pm 1,5$ років.

Їх розподілили на 2 групи по 15 чоловік у кожній. До 1-ї (основної) групи ввійшли особи, які щодня займалися дихальними вправами «пранаяма» по 15 хв на добу протягом 10 днів, до 2-ї (контрольної) ввійшли юнаки, що не займалися дихальною гімнастикою. Всі учасники експерименту не пред'являли скарг на стан здоров'я, не мали відхилень від норми за даними лікарського обстеження і не займалися професійно спортом та йогою.

Функціональний стан АНС досліджували за допомогою аналізу ВСР у фоновому записі ритмограми тривалістю 5 хв. Вимірювали часові інтервали між R-зубцями моніторної електрокардіограми у II стандартному відведенні (R-R-інтервалів), будували динамічний ряд кардіоінтервалів (кардіоінтервалограми) та аналізували за допомогою математичних методів [10]. Ритмограми реєстрували за допомогою комп'ютерного апаратного комплексу «КардіоЛаб» (Національний аерокосмічний університет імені М.Є.Жуковського «Харківський авіаційний інститут») у положенні лежачи після 10-хвилинної адаптації до умов реєстрації. Як фонові показники використовували результати останніх 5 хв запису. Надалі щодня впродовж 10 днів проводили 15-хвилинний сеанс дихальної гімнастики, що полягав у 3 періодах по 5 хв, протягом яких обстежуваний виконував 5-6 дихальних циклів щохвилини. Кожен період завершувався 3 спонтанними дихальними циклами. Для контрольної групи проводили аналогічний первинний запис ритмограми та повторний через 10 днів.

ВСР оцінювали за протоколами з обчисленням часових та спектральних параметрів відповідно до Міжнародних стандартів виміру, фізіологічної інтерпретації та клінічного використання, що розроблені робочою групою Європейського товариства кардіології та Північноамериканського товариства кардіостимуляції та електрофізіології. Зокрема використовували середньоквадратичне відхилення тривалості кардіоінтервалів (SDNN, мс), квадратний корінь із середнього

значення квадратів різниць послідовних пар кардіоінтервалів (RMSSD, мс) та число пар послідовних інтервалів R-R, що відрізняються тривалістю більш ніж на 50 мс (pNN50). Також визначали загальну потужність спектра частот (TP, мс²), високочастотний компонент спектра серцевого ритму в діапазоні 0,15–0,4 Гц (HF, мс²), низькочастотний компонент спектра серцевого ритму в діапазоні 0,04–0,15 Гц (LF, мс²) та наднизькочастотний компонент спектра серцевого ритму в діапазоні 0,003–0,04 Гц (VLF, мс²). Окрім цього, розраховували показник симпато-вагального балансу (LF/HF) та відсотковий внесок кожного із частотних компонентів спектра у TP (HF, LF та VLF%) [10].

Дослідження проведено за згодою обстежуваних осіб та схвалено біоетичною комісією медичного факультету № 2 ДВНЗ «Ужгородського національного університету». Його методика відповідає вимогам Гельсінкської декларації Всесвітньої медичної асоціації щодо етичних принципів медичних досліджень за участю людини як об'єкта досліджень.

Результати обробляли методами варіаційної статистики з використанням критерію t Стьюдента. Динаміку показників ВСР оцінювали методом парних порівнянь, а міжгрупові відмінності визначали за допомогою однофакторного дисперсного аналізу.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Динаміка показників ВСР під впливом 10-денного курсу дихальної гімнастики «йога» представлена у таблиці.

Слід відмітити, що за жодним показником на початку експерименту не було вірогідних відмінностей між групами. Однак протягом 10 днів тренувань у обстежених основної групи виявлено низку вірогідних зсувів показників ВСР. Зокрема спостерігалось зростання SDNN на $7,8 \pm 1,3$ мс ($P < 0,05$) порівняно з контрольною групою. Достовірного зростання показників RMSSD та pNN50,

що характеризують парасимпатичну ланку АНС, не було.

Перевагою спектрального аналізу серцевого ритму є можливість з'ясувати динаміку окремих ланок АНС під впливом дихальної гімнастики йогів. Серед спектральних показників можна відзначити збільшення загальної ВСР за ТР на $723 \pm 174 \text{ мс}^2$ ($P < 0,05$). Загальна потужність спектра частот ТР змінювалася переважно за рахунок зростання LF на $658 \pm 193 \text{ мс}^2$ ($P < 0,05$) та частково внаслідок зменшення VLF на $174 \pm 47 \text{ мс}^2$ ($P < 0,05$). Оскільки частота дихання обстежуваних основної групи знаходилась у діапазоні 5–7 дихальних рухів за 1 хв, що корелює із частотними LF хвиль спектра серцевого ритму (0,1 Гц), потужність LF діапазону визначає не стільки активність симпатичної ланки АНС, а дихальну періодику. У відсотковій структурі спектра серцевого ритму вірогідно знизилася питома вага VLF% на $5,7 \pm 2,8\%$ ($P <$

0,05). Таку динаміку показників ВСР юнаків основної групи можна трактувати як посилення тону парасимпатичної ланки АНС з одночасним зменшенням надсегментарної регуляції серцевого ритму з боку вищих вегетативних центрів та гуморальних механізмів. Цю думку підтверджує і порівняння відсоткового внеску різних спектральних складових у загальну ВСР. Водночас у контрольній групі жоден з показників ВСР статистично вірогідно не змінювався.

Механізм позитивного впливу глибокого діафрагмального дихання на фізіологічний стан організму вбачають у перерозподілі активності периферичних ланок АНС на користь парасимпатичного відділу, що проявляється у збільшенні загальної ВСР та індексів парасимпатичної ланки [11–13]. Отримані нами результати підтверджують ці уявлення, про що свідчить вірогідне зростання SDNN та ТР у групі, що займалася

Динаміка показників варіабельності серцевого ритму після 10-денного курсу дихальної гімнастики «йога»
($M \pm m$; $n = 30$)

Показники	Дихальна гімнастика «йога»		Без будь-яких тренувань	
	Фон	Через 10 днів	Фон	Через 10 днів
Середньоквадратичне відхилення тривалості кардіоінтервалів, мс (SDNN)	$63 \pm 5,3$	$70,8 \pm 6,6^*$	$59,3 \pm 5,2$	$59,6 \pm 5,3$
Квадратний корінь із середнього значення квадратів різниць послідовних пар кардіоінтервалів, мс (RMSSD)	$42 \pm 2,3$	$44,9 \pm 1,3$	$44,1 \pm 2,1$	$43,8 \pm 1,7$
Число послідовних інтервалів R-R, що відрізняються за тривалістю на понад 50 мс (pNN50%)	$21 \pm 1,5$	$22,7 \pm 1,3$	$20,7 \pm 1,6$	$21,2 \pm 1,6$
Загальна потужність спектра частот серцевого ритму, мс^2 (TP)	3624 ± 221	$4347 \pm 395^*$	3594 ± 245	3521 ± 277
Компонент спектра, мс^2				
високочастотний (HF)	795 ± 113	1029 ± 102	826 ± 114	808 ± 105
низькочастотний (LF)	1451 ± 212	$2109 \pm 405^*$	1482 ± 211	1517 ± 196
наднизькочастотний (VLF)	1383 ± 121	$1209 \pm 168^*$	1286 ± 127	1196 ± 113
Показник симпато-вагального балансу (LF\HF)	$1,83 \pm 0,1$	$2,04 \pm 0,2$	$1,79 \pm 0,1$	$1,86 \pm 0,1$
Відсотковий внесок спектра в ТР, %				
високочастотного компонента (HF)	$21,3 \pm 2,3$	$23,7 \pm 0,1$	$23,0 \pm 1,5$	$22,9 \pm 1,6$
низькочастотного компонента (LF)	$40,0 \pm 3,3$	$48,5 \pm 4,6^*$	$41,2 \pm 3,0$	$43,1 \pm 2,0$
наднизькочастотного компонента (VLF)	$38,2 \pm 0,9$	$27,8 \pm 1,3^*$	$35,7 \pm 1,1$	$34,0 \pm 0,5$

* $P < 0,05$ порівняно з вихідним станом

дихальною гімнастикою «його».

За умов відносно повільного діафрагмального дихання, частота якого (5–7 дихальних рухів за хвилину) близька до 0,1 Гц, показник LF відображає не активність симпатичної ланки, а узгодження барорецепторного рефлексу з частотою дихання та серцевим ритмом. Частоту дихання, при якій досягається таке узгодження називають резонансною (термін запропонував Lehrer) [13]. Показано, що під час тривалого вдиху (протягом приблизно 5 с) завдяки активації симпатичної ланки АНС серцевий ритм пришвидшується, одночасно активація барорецепторів стимулює серцевий ритм для того, щоб не допустити зниження артеріального тиску. Під час видиху процеси розвиваються в протилежному напрямі. Зменшення об'єму грудної клітки створює тенденцію до підвищення артеріального тиску, зменшує імпульсацію від барорецепторів та рефлекторно активує парасимпатичну ланку, зменшуючи частоту серцевого ритму [14–16]. Це пояснює зростання з резонансною частотою ВСР під час дихання. Точна синхронізація серцево-судинної, дихальної та АНС створює стан фізіологічної когерентності, який можна досягнути за допомогою дихальної гімнастики його, що також базується на глибокому діафрагмальному диханні.

ВИСНОВКИ

1. Дихальна гімнастика «його» протягом 15 хв впродовж 10 днів сприяє зростанню показників ВСР та може використовуватись для її покращення.

2. Показники ВСР змінюються в основному за рахунок пригнічення центральної ланки (VLF) регуляції серцевого ритму та перерозподілу регуляторної активності АНС між центральними та периферичними ланками регуляції серцевого ритму на користь останніх.

Authors of this study confirm that the research and publication of the results was not associated

with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.

Н.І. Шейко, В.П. Фекета

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПОД ВЛИЯНИЕМ 10-ДНЕВНОГО КУРСА ДЫХАТЕЛЬНОЙ ГИМНАСТИКИ «ЙОГА» У ЮНОШЕЙ

Оценивали возможности использования курса дыхательной гимнастики «його» с целью влияния на функциональное состояние автономной нервной системы (АНС). К исследованию привлекли 30 практически здоровых юношей-иностранцев, которых разделили на 2 группы по 15 человек. Участники основной группы ежедневно занимались дыхательными упражнениями «прамаяма» по 15 мин в течение 10 дней. Контрольную группу составили 15 человек, которые не занимались дыхательной гимнастикой. Вариабельность сердечного ритма (ВСР) регистрировали с помощью компьютерного диагностического комплекса «КардиоЛаб» («ХАИ-Медика», Украина). Наблюдался рост среднеквадратичного отклонения длительности кардиоинтервалов на $7,8 \pm 1,3$ мс у юношей, которые занимались дыхательной гимнастикой «його». Среди спектральных показателей можно отметить увеличение общей вариабельности сердечного ритма вследствие роста общей мощности на 723 ± 174 мс². Указанные изменения произошли в основном за счет роста низкочастотного компонента на 658 ± 193 мс² и частично вследствие уменьшения сверхнизкочастотного на 174 ± 47 мс². В процентной структуре спектра сердечного ритма достоверно снизился удельный вес последнего на $5,7 \pm 2,8\%$. Такую динамику показателей ВСР можно трактовать как перераспределение активности периферических отделов АНС с одновременным уменьшением надсегментарной регуляции сердечного ритма со стороны высших вегетативных центров и гуморальных механизмов.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма; його; диафрагменное дыхание; биологическая обратная связь.

N.I. Sheiko, V.P. Feketa

DYNAMICS OF INDICATORS OF HEART RATE VARIABILITY UNDER THE INFLUENCE OF 10-DAY COURSE OF BREATHING GYMNASTICS OF “YOGA” IN YOUNG MEN

Possibilities of using respiratory yoga gymnastics classes to influence the functional state of the autonomic nervous system (ANS) were evaluated. The study involved 30 practically healthy young foreigners, who were randomly divided into 2

groups of 15 people. The participants of the test group daily performed 15-min «pranayama» breathing exercises during 10 days. The control group consisted of 15 people who were not engaged in the breathing exercises. Heart rate variability (HRV) was recorded by using a CardioLab computer diagnostic complex (KhAI-Medica, Ukraine). There was a 7.8 ± 1.3 ms increase in the standard deviation of cardio intervals (SDNN, ms) in youth who performed the breathing exercises. Among the spectral indicators we can note an increase in the total variability of the heart rhythm due to an increase in the total power (TP, ms^2) by $723 \pm 174 \text{ ms}^2$. These changes occurred mainly due to the low-frequency component (LF, ms^2) increase by $658 \pm 193 \text{ ms}^2$ and partly due to the decrease of the sub-frequency component (VLF, ms^2) by $174 \pm 47 \text{ ms}^2$. In the percentage structure of the spectrum of the heart rhythm, the VLF% share probably decreased by $5.7 \pm 2.8\%$. Such dynamics of HRV indicators can be interpreted as a redistribution of the activity of peripheral ANS departments with simultaneous decrease of supersegmental regulation of cardiac rhythm by higher vegetative centers and humoral mechanisms.

Key words: heart rate variability; yoga; diaphragmatic breathing; biological feedback.

*SHEI "Uzhhorod National University" e-mail:
n.molanich@gmail.com*

REFERENCES

1. Chizh NA. Physiological interpretation of heart rate variability spectral analysis data. *Fiziol Zh.* 2019;65(2):31-42.
2. Low A, McCraty R. Heart rate variability: New perspectives on assessment of stress and health risk at the workplace. *Heart&Mind.* 2018;2:16-27.
3. Nikhil S, Kegan JM, Christle JW, Hadley D, Plews D, Froelicher V. Heart rate variability: an old metric with new meaning in the era of using mHealth technologies for health and exercise training guidance. *Arrhythm Electrophysiol Rev.* 2018;7(4):247-55.
4. Veyn AM. Autonomic disorders: Clinic, diagnosis, treatment. *Med Inform Agency.* 2003;752. [Russian].
5. Jerath R, Edry JW, Barnes VA, Jerath V. Physiology of long pranayamic breathing: Neural respiratory elements may provide a mechanism that explains how slow deep breathing shifts the autonomic nervous system. *MedHypotheses.* 2006;67:566-71.
6. Gleba LA, Feketa VP, Palamarchuk OS, Meleha KP. Use of portable biofeedback devices for corrections of functional state of autonomic nervous system. *Intermed J.* 2015;III(5):3-9.
7. Feketa VP, Meleha KP, Palamarchuk OS. The dynamics of heart rate variability indices in healthy young persons under the influence of diaphragmatic breathing in the biofeedback mode. *Science and education a new dimension. Natural and Technic Sci.* 2015;III(8),73:14-17. [Ukrainian].
8. Kivezhdi KB, Feketa VP, Palamarchuk OS, Savka YuM, Gleba LA. Heart rate variability under the influence of diaphragmatic breathing in the biofeedback mode. *Fiziol Zh.* 2016;62(4):66-75. [Ukrainian].
9. Posadzki P, Kuzdzal A, Lee MS, Ernst E. Yoga for heart rate variability: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2015;40:239-49.
10. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation.* 1996;93(5):1043-65.
11. Aritzeta A, Soroa G, Balluerka N, Muela A, Gorostiaga A, Aliri J. Reducing anxiety and improving academic performance through a biofeedback relaxation training program. *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2017;42(3):193-202.
12. Tonhajzerova I, Mestanik M, Mestanikova A, Jurko A. Respiratory sinus arrhythmia as a non-invasive index of 'brain-heart' interaction in stress. *Ind J Med Res.* 2016;144(6):815-22.
13. Lehrer P, Gevirtz R. Heart rate variability biofeedback: how and why does it work? *Front Psychol.* 2014;5:756.
14. Perrotta A, Jeklin A, Hives B, Meanwell LE, Warburton DER. Validation of the elite HRV smartphone application for examining heart rate variability in a field-based setting. *J Strength Cond Res.* 2017;31:2296-302.
15. Hamaideh SH, Al-Omari H, Al-Modallal H. Nursing students' perceived stress and coping behaviors in clinical training in Saudi Arabia. *J Ment Health.* 2017;26(3):197-203.
16. Vaschillo E, Vaschillo B, Lehler P. Heartbeat synchronizes with respiratory rhythm only under specific circumstances. *Chest.* 2004;126(4):1385-406.

*Матеріал надійшов
до редакції 22.05.2019*