

Клінічні дослідження

УДК: 612.213

КАЧЕСТВО БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ В КОНТУРЕ МЕТРОНОМИЗИРОВАННОГО ДЫХАНИЯ ПОД КОНТРОЛЕМ ПАРАМЕТРОВ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ЗДОРОВЫХ ДОБРОВОЛЬЦЕВ РАЗНОЙ РАСОВОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

С. А. С. Белал, А. Л. Кулик, А. В. Мартыненко, Н. И. Яблучанский
Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина, Украина

На 14 здоровых добровольцах (6 мужчин и 8 женщин) в возрасте от 21 до 27 лет изучили эффективность биологической обратной связи (биофидбека) в контуре метрономизированного дыхания и параметров вариабельности сердечного ритма (ВСР) в зависимости от расовой принадлежности. Всех испытуемых разделили на 2 группы, сопоставимые по полу и возрасту: 1 — представители южноевропеоидной расы, 2 — представители среднеевропеоидной расы; каждому провели 7 сеансов биофидбека в исследуемом контуре. Было установлено, что в изученных выборках у представителей южноевропеоидной расы исходное значение индекса качества биофидбека оказалось ниже, чем у среднеевропеоидной, притом, что в обеих из них оно находилось в субоптимальной зоне. Биофидбек в контуре метрономизированного дыхания под контролем параметров ВСР позволил одинаково вывести индекс качества биофидбека в сторону оптимальных значений у представителей обеих рас, что позволяет рекомендовать его для коррекции состояния баланса регуляции в каждой из них.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: биологическая обратная связь, метрономизированное дыхание, вариабельность сердечного ритма, регуляторные системы, расовая принадлежность

ЯКІСТЬ БІОЛОГІЧНОГО ЗВОРОТНЬОГО ЗВ'ЯЗКУ В КОНТУРІ МЕТРОНОМІЗОВАНОГО ДИХАННЯ ПІД КОНТРОЛЕМ ПАРАМЕТРІВ ВАРІАБЕЛЬНОСТІ СЕРЦЕВОГО РИТМУ У ЗДОРОВИХ ДОБРОВОЛЬЦІВ РІЗНОЇ РАСОВОЇ ПРИНАЛЕЖНОСТІ

С. А. С. Белал, О. Л. Кулик, О. В. Мартиненко, М. І. Яблучанський
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Україна

На 14 здорових добровольцях (6 чоловіків і 8 жінок) віком від 21 до 27 років вивчили ефективність біологічного зворотнього зв'язку (біофідбека) в контурі метрономізованого дихання та параметрів варіабельності серцевого ритму (ВСР) залежно від расової приналежності. Усіх випробовуваних поділили на 2 групи, які співставлені за віком та статтю: 1 — представники південноєвропеїдної раси, 2 — представники середньоєвропеїдної раси; кожному провели 7 сеансів біофідбека в досліджуваному контурі. Було встановлено, що у вивчених вибірках у представників південноєвропеїдної раси початкове значення індексу якості біофідбека виявилось нижчим, ніж у середньоєвропеїдної, притому, що в обох із них воно перебувало в субоптимальній зоні. Біофідбек в контурі метрономізованого дихання під контролем параметрів ВСР дозволив однаково вивести індекс якості біофідбека у бік оптимальних значень у представників обох рас, що дозволяє рекомендувати його для корекції стану балансу регуляції у кожній з них.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: варіабельність серцевого ритму, біологічний зворотній зв'язок, метрономізоване дихання, регуляторні системи, расова приналежність

BIOFEEDBACK QUALITY IN THE LOOP OF PACED BREATHING AND HEART RATE VARIABILITY PARAMETERS IN HEALTHY VOLUNTEERS OF DIFFERENT RACE

S. A. S. Belal, A. L. Kulik, A. V. Martynenko, M. I. Yabluchanskiy

V. N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine

On 14 healthy volunteers (6 men and 8 women) aged from 21 to 27 years the effectiveness of biofeedback in the loop of paced breathing and heart rate variability (HRV) parameters in different race groups was examined. All volunteers were divided into 2 groups comparable in age and sex: 1 — representatives of the South Europeoid race, 2 — representatives of the Medium Europeoid race. Each volunteer underwent 7 biofeedback sessions in the studied loop. It was found that in the beginning in representatives of the South Europeoid race biofeedback quality index was lower than that in representatives of the Medium Europeoid race, but both of them was located in the suboptimal zone. Biofeedback in the loop of paced breathing and HRV parameters has the same positive effect on the representatives of both races, that allows to recommend it for correction of regulation balance in each of them.

KEY WORDS: heart rate variability, biofeedback, paced breathing, regulatory systems, racial identity

В медицине последних десятилетий отдается предпочтение неинвазивным технологиям для диагностики различных состояний организма человека [1–2]. Среди уже предложенных особое место занимает биологическая обратная связь (биофидбек) как эффективное средство контроля и управления состоянием регуляторных систем организма [3–6].

Основная задача биофидбека — обучение пациентов приемам достижения оптимальных параметров саморегуляции с последующим их использованием в повседневной жизни для поддержания и/или повышения уровня здоровья и качества своей жизни [7].

В предыдущих работах [8–9] мы подтвердили высокую эффективность биофидбека в замкнутом контуре метрономизированного дыхания и параметров variability сердечного ритма (ВСР), а в [9] установили, что лучшей его реализацией является алгоритм поиска оптимальной частоты метрономизированного дыхания, стартующий со свободного дыхания.

В работах R. Bathula [10], Z. Li [11], J. V. Choi [12] было продемонстрировано, что распределение спектра ВСР, а следовательно и состояние баланса регуляции, имеет расовые особенности, что не может не найти отражения в биофидбеке. В виду отсутствия в литературе данных об эффективности биофидбека у представителей разных рас выполнена данная работа.

Исследование выполнено в рамках НИР ХНУ имени В. Н. Каразина «Разработка и исследование системы автоматического управления variability сердечного ритма», № госрегистрации 0109U000622.

Цель исследования — изучить эффективность биофидбека в контуре метрономизи-

рованного дыхания при старте со свободного дыхания под контролем параметров ВСР у здоровых добровольцев в группах различной расовой принадлежности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

14 здоровым добровольцам в возрасте от 21 до 27 лет (6 мужчин и 8 женщин) провели 7 сеансов биофидбека в контуре метрономизированного дыхания. Контроль параметров ВСР осуществлялся с помощью компьютерного диагностического комплекса «Cardio-Lab 2009» («ХАИ-Медика») на основании записи ЭКГ в I стандартном отведении длительностью 7 минут, частота дискретизации сигнала составляла 1 кГц, продолжительность скользящего буфера — 1 минуту [13–14]. Частота дыхания задавалась, а затем корректировалась встроенным визуально-звуковым программным модулем «Biofeedback» с использованием алгоритма поиска оптимальной частоты метрономизированного дыхания со стартом со свободного дыхания.

В соответствии с целью исследования все испытуемые по классификации А. И. Дубова [15] были разделены на две группы: 1-ю группу составили представители южно-европеоидной расы (3 мужчин и 4 женщины), 2-ю группу — представители среднеевропеоидной расы (3 мужчин и 4 женщины).

С помощью быстрого преобразования Фурье все полученные записи были поделены на одномоментные интервалы, в которых оценивалась мощность медленных (V) частот в диапазоне 0,0033–0,05 Гц, что соответствует метаболической и гуморальной регуляции, мощность средних (L) частот в диапазоне 0,05–0,15 Гц, преимущественно связанных с симпатическим и парасимпати-

ческим звеньями регуляции и мощность быстрых (Н) частот в диапазоне 0,15–0,40 Гц, преимущественно связанных с парасимпатическим звеном вегетативной нервной регуляции [13–14]. Полученные данные преобразовывались в двумерную координатную плоскость с осями L/Н и V/(L+H), которые соответствовали симпатовагальному и нейрогуморальному балансам регуляции. В начало отсчета помещались значения физиологической нормы указанных балансов каждого испытуемого в соответствии с [13], что позволяло оценивать расстояние D между текущим и оптимальными значениями параметров ВСР человека. Алгоритм оптимального управления частотой дыхания автоматически искал наименьшие значения D в пространстве регуляций на заданных дискретных частотах дыхания и, в соответствии с этим, перемещал дыхательный пик в лучшую область аттракции.

Качество биофидбека оценивалось на основании предложенных в [8] параметров

оптимальности (О), чувствительности (S), эффективности (Е) и интегрального показателя ВQI, расчет которых велся с помощью программы MathCAD 15.

Статистическая обработка результатов проводилась в программе «Microsoft Excel 2003». В таблицы заносились данные средних значений (М) и стандартных отклонений (sd) параметров О, S, Е для показателей D, L/Н и V/(L+H) по всем записям каждого испытуемого и выделенным группам сравнения. Достоверность различий по индексу ВQI между группами определялась с помощью U-критерия Манна-Уитни, между сеансами в группах — Т-критерия Уилкоксона.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Изменения ВQI на протяжении 7 сеансов биофидбека в группах здоровых добровольцев южноевропеоидной (группа 1) и среднеевропейской (группа 2) расы представлены на рис. 1.

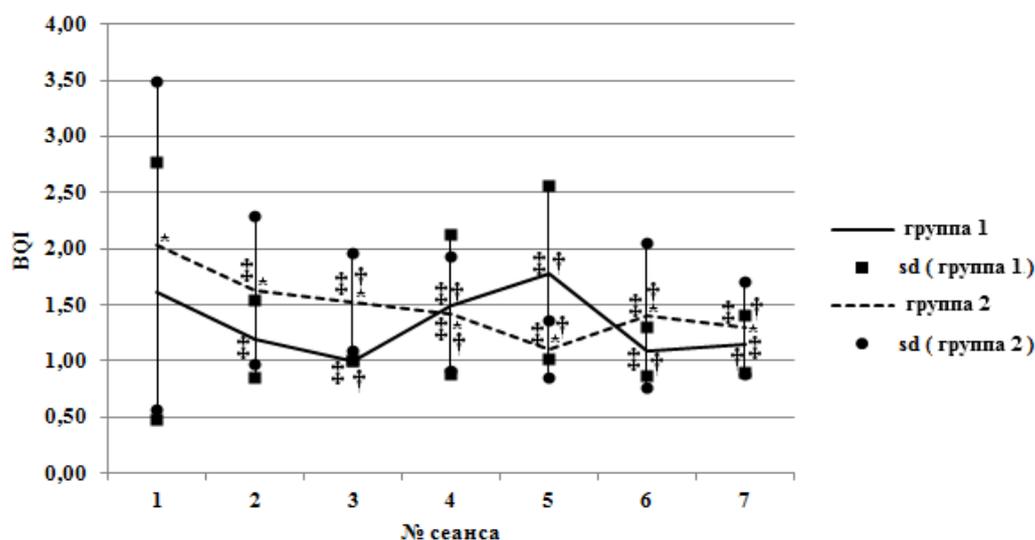


Рис. 1. Изменения ВQI по всем испытуемым на 7 сеансах биофидбека в группах южноевропеоидной (группа 1) и среднеевропейской (группа 2) расы

Примечание:

† — $p > 0,05$ на сеансах в группах против исходных значений;

‡ — $p > 0,05$ на соседних сеансах внутри групп;

* — $p > 0,05$ между группами на текущем сеансе.

В группе 1 состояние баланса регуляции изначально находилось в субоптимальной зоне и было более оптимальным, чем в группе 2. Значение отражающего баланс регуляции индекса ВQI снижалось на сеансах 1–3, и, после некоторого уклонения в сеансах 4–5 в сторону больших значений, возвращалось на достигнутый на сеансе 3 уровень. В группе 2 состояние баланса регуляции также

находилось в субоптимальной зоне, но было менее оптимальным, чем в группе 1. С сеанса 1 индекс ВQI планомерно смещался в зону оптимума при незначительных колебаниях.

В табл. 1 представлены средние значения (М) и их стандартные отклонения (sd) О, S, Е для D, L/Н и V/(L+H) по группам южноевропеоидной (группа 1) и среднеевропейской (группа 2) рас.

Средние значения O, S, E показателей D, L/H и V/(L+H) в группах здоровых добровольцев южноевропеоидной (группа 1) и среднеевропеоидной (группа 2) расы, (M ± sd)

Группы	Показатели								
	D			L/H			V/(L+H)		
	O	S	E	O	S	E	O	S	E
1 группа	-2,62 ± 9,31	0,97 ± 0,47	0,11 ± 0,19	-28,25 ± 26,95	6,28 ± 1,71	0,95 ± 0,15	-2,00 ± 1,04	0,60 ± 0,85	0,15 ± 0,22
2 группа	-2,06 ± 4,26	0,87 ± 0,49	0,18 ± 0,24	-7,36 ± 25,34	5,85 ± 1,45	0,88 ± 0,25	-1,97 ± 0,97	0,45 ± 0,47	0,17 ± 0,23

В группах 1 и 2 значения O^D практически соответствовали друг другу ($-2,62 \pm 9,31$ против $-2,06 \pm 4,26$) при значительно более низких значениях $O^{L/H}$ в группе 1 $-28,25 \pm 26,95$ против $-7,36 \pm 25,34$ в группе 2) и одинаковых значениях $O^{V/(L+H)}$ ($-2,00 \pm 1,04$ против $-1,97 \pm 0,97$) в обеих группах.

Несколько более высокие значения S^D отмечались в группе 1 ($0,97 \pm 0,47$) против таковых в группе 2 ($0,87 \pm 0,49$), что объясняется более высокими значениями и $S^{L/H}$ ($6,28 \pm 1,71$ против $5,85 \pm 1,45$), и $S^{V/(L+H)}$ ($0,60 \pm 0,85$ против $0,45 \pm 0,47$) этой группы.

Значения E^D групп 1 и 2 практически соответствовали друг другу ($0,11 \pm 0,19$ против $0,18 \pm 0,24$) при несколько более высоких значениях $E^{L/H}$ ($0,95 \pm 0,15$ против $0,88 \pm 0,25$) в группе 2 и практически одинаковых значениях $E^{V/(L+H)}$ ($0,15 \pm 0,22$ против $0,17 \pm 0,23$) в обеих группах.

Представления об устойчивых различиях в значениях показателей ВСР у представителей разных рас [1–3] подтверждены нашим исследованием и нашли отражение в показателях исходного состояния регуляторных систем изученных представителей сравниваемых рас: у представителей южноевропеоидной расы исходные значения индекса BQI были ниже, чем среднеевропеоидной, притом, что в обеих из них они были выше значений оптимума. Также в группе южноевропеоидной расы отмечалась удаленность L/H при оптимальном состоянии системы по D и V/(L+H). У представителей среднеевропеоидной расы оптимальными оказались показатели состояния регуляции как в целом, так и каждой из её ветвей, что может быть связано с более высокими адаптационными способностями их организмов. Однако, данные выводы ограничиваются только изученной выборкой, которая представлена 7-ю здоровыми добровольцами.

Биофидбек в контуре метрономизированного дыхания под контролем параметров

ВСР через колебания изменял индекс BQI в сторону оптимальных значений с последующим их достижением в обеих группах здоровых добровольцев южноевропеоидной и среднеевропеоидной рас, что следует расценивать как наличие эффекта тренировки системы и высокую эффективность предложенной методики у всех испытуемых.

Одинаково положительная динамика BQI в биофидбеке у представителей среднеевропеоидной и южноевропеоидной рас позволяет рекомендовать предложенную методику для коррекции состояния баланса регуляции в обеих расах без ограничений.

ВЫВОДЫ

1. Расовая принадлежность оказывает влияние на исходное состояние регуляторных систем организма человека: в изученных выборках у представителей южноевропеоидной расы исходное значение индекса качества биологической обратной связи оказалось ниже, чем у среднеевропеоидной, притом, что в обеих из них оно соответствовало субоптимальной зоне.

2. Биофидбек в контуре метрономизированного дыхания под контролем параметров ВСР позволяет одинаково вывести индекс биологической обратной связи в сторону оптимальных значений у представителей южноевропеоидной или среднеевропеоидной рас.

3. Одинаково положительная динамика BQI в биофидбеке у представителей среднеевропеоидной и южноевропеоидной рас позволяет рекомендовать предложенную методику для коррекции состояния баланса регуляции в обеих из них.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Представляет интерес установить эффективность биофидбека в контуре метрономизированного дыхания и параметров ВСР у представителей негроидной, монголоидной и др. рас.

ЛИТЕРАТУРА

1. Dittmar A. New concepts and technologies in home care and ambulatory monitoring / A. Dittmar, F. Axisa, G. Delhomme [et al.] // *Stud Health Technol Inform.* — 2004. — № 108. — P. 9—35.
2. Shimokawa H. Development of next generation of non-invasive medicine / H. Shimokawa // *Fukuoka Igaku Zasshi.* — 2004. — № 95 (10). — P. 265—8.
3. Frank D. L. Biofeedback in medicine: who, when, why and how? / D. L. Frank, L. Khorshid, J. F. Kiffer [et al.] // *Ment Health Fam Med.* — 2010. — № 7 (2). — P. 85—91.
4. Handbook of Mind-Body Medicine for Primary Care / [D. Moss, A. McGrady, T. C. Davies, I. Wickramasekera]. — London : Sage Publications, 2003. — 576 p.
5. Lehrer P. M. Heart Rate Variability Biofeedback Increases Baroreflex Gain and Peak Expiratory Flow / P. M. Lehrer, E. Vaschillo, B. Vaschillo [et al.] // *Psychosomatic Medicine.* — 2003. — Vol. 65, № 5. — P. 796—805.
6. McKee M. G. Biofeedback: an overview in the context of heart-brain medicine / M. G. McKee // *Cleve Clin J Med.* — 2008. — № 75 (suppl 2). — P. 31—34.
7. Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback. What is biofeedback? [Електронний ресурс]. — Режим доступу до ресурсу : <http://www.aapb.org/>
8. Белал С. А. С. Качество биологической обратной связи у здоровых добровольцев в алгоритме метрономизированного дыхания при старте с возрастной физиологической нормы / С. А. С. Белал, К. И. Линская, А. Л. Кулик [и др.] // *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія : «Медицина».* — 2011. — № 938, Вип. 21. — С. 29—37.
9. Белал С. А. С. Сравнение алгоритмов поиска оптимальной частоты метрономизированного дыхания при старте с физиологической нормы и со свободного дыхания у здоровых добровольцев на основании оценки качества биологической обратной связи / С. А. С. Белал, К. И. Линская, А. Л. Кулик [и др.] // *Вариабельность сердечного ритма : Теоретические аспекты и практическое применение : материалы V всеросс. симп. / отв. ред. Р. М. Баевский, Н. И. Шлык.* — Ижевск : Изд-во «Удмуртский университет», 2011. — С. 25—30.
10. Bathula R. Indian Asians have poorer cardiovascular autonomic function than Europeans: this is due to greater hyperglycaemia and may contribute to their greater risk of heart disease / R. Bathula, A. D. Hughes, R. Panerai [et al.] // *Diabetologia.* — 2010. — № 53 (10). — P. 2120—8.
11. Li Z. A longitudinal study in youth of heart rate variability at rest and in response to stress / Z. Li, H. Snieder, S. Su [et al.] // *Int J Psychophysiol.* — 2009. — № 73 (3). — P. 212—7.
12. Choi J. B. Age and ethnicity differences in short-term heart-rate variability / J. B. Choi, S. Hong, R. Nelesen [et al.] // *Psychosom Med.* — 2006. — № 68 (3). — P. 421—6.
13. Яблучанский Н. И. Вариабельность сердечного ритма в помощь практическому врачу [Электронный ресурс] / Н. И. Яблучанский, А. В. Мартыненко // *Режим доступа к ресурсу : <http://dspace.univer.kharkov.ua/handle/123456789/1462>.*
14. Yabluchansky N. The heart rate variability (HRV) Point: Counterpoint discussion raises a whole range of questions, and our attention has also been attracted by the topic / N. Yabluchansky, A. Kulik, A. Martynenko // *J Appl Physiol.* — 2007. — № 102. — P. 1715.
15. Дубов А. И. К вопросу о классификации человеческих рас / А. И. Дубов. — *Горизонты антропологии: Труды международной научной конференции памяти академика В. П. Алексеева.* — М. : Наука, 2003. — С. 108—114.