

УДК 612.3:612.8:612.821.001.5

НОВЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ УСПЕШНОСТИ СЕАНСОВ БИОУПРАВЛЕНИЯ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ НА ПРИМЕРЕ ПРОИЗВОЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОЗГОВОЙ ГЕМОДИНАМИКИ

Долецкий А.Н., Ахундова Р.Е., Хвастунова И.В.

ГБОУ ВПО «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения России, Волгоград, Россия (400131, г. Волгоград, пл. Павших Борцов, 1), e-mail: andoletsky@volgmed.ru

Основываясь на литературных данных о высокой значимости тонуса мозговых сосудов для оценки устойчивости организма к стрессовым воздействиям и прогнозирования развития сердечно-сосудистых заболеваний, проведен поиск эффективных путей влияния на систему мозгового кровообращения и методик обучения произвольной релаксации организма. Были разработаны адекватные критерии для оценки успешности адаптивного биоуправления с биологической обратной связью, установлена их эффективность на примере здоровых лиц с различными типами церебральной гемодинамики. Разработана методика определения эффективности адаптивного биоуправления тонусом мозговых сосудов с биологической обратной связью по продолжительности достоверных изменений церебрального сосудистого тонуса. Выявлено, что у здоровых лиц эффективность биоуправления с биологической обратной связью практически не зависит от типа церебрального кровообращения.

Ключевые слова: адаптивное биоуправление, церебральная гемодинамика, типологический анализ, эффективность.

A NEW APPROACH TO ASSESSING THE SUCCESS OF BIOFEEDBACK SESSIONS ON CEREBRAL HEMODYNAMIC REGULATION EXAMPLE

Doletskiy A.N., Akhundova R.E., Khvastunova I.V.

Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia (400131, Volgograd, Pavshikh Bortsov Sq., 1), e-mail: andoletsky@volgmed.ru

The literary data convincingly testify to the high importance of brain vessels tone for an estimation of stability resistance to influences of stresses and forecasting of development cardiovascular of diseases. The search for effective ways to influence the cerebral circulation system and teaching methods and any relaxation of the body was performed. As a result, criteria for assessing the success of adaptive biofeedback was developed. The method for determining the effectiveness of biofeedback control of cerebral vessels tone with measuring the duration of significant changes was developed. The efficiency of biofeedback was independent from the type of cerebral hemodynamic in healthy individuals.

Key words: biofeedback, cerebral hemodynamic, typological analysis, estimation procedure.

Введение

Несмотря на то что волевая модификация автономной нервной системы с целью контроля сердечно-сосудистой деятельности активно изучалась с 70-х годов, ее механизмы, клиническая эффективность и перспективы до сих пор не объяснены [6; 10]. Предполагается, что причина этого – в отсутствии адекватных критериев управления, основанных на индивидуальных особенностях реагирования [3–5].

Возможность адаптивного биоуправления с биологической обратной связью (БОС) по параметрам церебральной гемодинамики была показана многими исследователями [7–9]. Однако в данных работах, как и в использующих для обратной связи другие критерии, не оценивается индивидуальная вариабельность используемого параметра и устойчивость достигнутого в процессе БОС-тренинга состояния.

Наша цель состояла в разработке математически обоснованного алгоритма индивидуализированной оценки эффективности БОС.

Материалы и методы. Учитывая высокую прогностическую значимость повышения тонуса мозговых сосудов в развитии сосудистых заболеваний и снижении устойчивости организма к стрессовым воздействиям [1; 2], мы предварительно выделили группы здоровых молодых людей в возрасте от 18 до 33 лет (21,5 год в среднем) с гипертоническим (20 человек) и нормотоническим типом церебрального кровообращения (22 человека). Выбор последнего типа обусловлен наибольшей частотой его встречаемости и максимальной выраженностью ауторегуляторных механизмов в покое, что позволяет считать нормотонический тип мозговой гемодинамики наиболее сбалансированным.

Для исключения артефактов и оценки эффективности биоуправления в режиме реального времени по результатам предварительной трёхминутной записи реограммы в спокойном состоянии рассчитывались медиана и стандартное отклонение интегрального показателя мозгового кровотока (ИПК). При последующем БОС-тренинге эффективным считалось отклонение интегрального показателя от медианы записанной реограммы на величину, превышающую два стандартных отклонения.

Эффективность всего сеанса биоуправления рассчитывалась как процентное отношение количества кардиоциклов, во время которых управление было эффективно, к их общему числу. С каждым обследуемым проводилось 9 еженедельных сеансов биоуправления, в последующем объединенных в три блока. Такой подход является компромиссом между избыточностью данных при анализе каждого сеанса и значительной потерей информации при усреднении всех сеансов БОС. Кроме того, изменения регулируемого параметра в большинстве случаев обнаруживаются именно после трёх-четырёх сеансов [4].

Достоверность различия значений ИПК на разных этапах исследования от фоновых значений проверялась при помощи непараметрического W-критерия Вилкоксона для связанных выборок.

Полученные результаты

Как следовало из полученных данных, на первом этапе достоверных изменений регулируемого параметра не отмечено ни в одной из представленных групп (табл. 1). Второй этап характеризовался снижением тонуса церебральных сосудов во время БОС-тренинга в обеих группах, о чем свидетельствует достоверное уменьшение ИПК. На третьем этапе у лиц с нормотоническим типом выраженность изменения ИПК снижалась, и уменьшение церебрального сосудистого сопротивления становилось недостоверным. В группе с исходно повышенными значениями сопротивления мозговых сосудов к концу исследования,

наоборот, отмечалось значимое уменьшение интегрального показателя церебрального кровообращения ($p = 0,008$). Выраженность уменьшения ИПК в данной группе на втором и третьем этапах тренинга свидетельствует о способности по крайней мере части лиц с гипертоническим типом церебральной гемодинамики обучаться произвольному понижению тонуса сосудов церебрального бассейна.

Таблица 1 – Выраженность изменений интегрального показателя мозгового кровотока в процессе БОС-тренинга у лиц с различными типами церебральной гемодинамики (усл.ед.)

Этапы Тип кровообращения	1			2			3		
	НК	Ме	ВК	НК	Ме	ВК	НК	Ме	ВК
фоновые значения ИПК									
Нормотонический	123,4	138,7	156,6	128,8	142,0	152,4	115,7	138,5	149,5
Гипертонический	129,6	141,8	158,4	138,3	152,6	168,0	141,8	160,4	165,6
значения ИПК во время тренинга									
Нормотонический	118,2	138,5	155,9	119,0	132,4	148,1	109,8	135,3	148,2
				$p = 0,05$					
Гипертонический	128,1	143,2	149,4	133,4	141,1	151,5	133,9	149,9	159,1
				$p = 0,02$			$p = 0,008$		

НК – нижний квартиль, Ме – медиана, ВК – верхний квартиль.

Приведены только уровни статистической значимости, соответствующие $p \leq 0,05$.

Если ограничиться только анализом динамики усредненных изменений амплитуды параметра регуляции, то может сложиться впечатление, что в группе с нормотоническим типом церебральной гемодинамики на последнем этапе эффективность регуляции тонуса мозговых сосудов с использованием БОС значительно уменьшается. Однако усреднение показателей может приводить к снижению их информативности. Обычно упускается из виду возможность незначительных по амплитуде, но продолжительных изменений используемого для управления параметра, зачастую не определяемых стандартными методами.

С целью выявления подобных изменений проводилась оценка способности поддерживать достигнутый уровень тонуса церебральных сосудов, определяемой как отношение времени, в течение которого отмечались достоверные отклонения интегрального показателя мозгового кровотока от предтренинговых значений, к общей продолжительности сессии.

При этом отмечалось увеличение успешности БОС-тренинга по ИПК в обеих группах. Наиболее существенный прирост эффективности наблюдался на втором этапе БОС-тренинга (включающем в себя сессии с четвертой по шестую). Об этом свидетельствует достоверное

изменение W-критерия Вилкоксона в группах как с нормотоническим, так и с гипертоническим типами церебральной гемодинамики ($p = 0,017$ и $p = 0,019$ соответственно). В группе с нормотоническим типом церебральной гемодинамики верхний квартиль и максимум продолжительности снижения ИПК составили 5,9 и 37,6%. В группе с гипертоническим типом мозгового кровотока верхний квартиль и максимум продолжительности снижения ИПК составили 4,1 и 17,3% соответственно, что показывает несколько меньшую успешность лиц этого типа на втором этапе БОС-тренинга. На третьем этапе группа с нормотоническим типом характеризовалась значениями верхнего квартиля и максимума относительной продолжительности снижения ИПК, равными 8,0 и 39,1% соответственно. Для лиц с гипертоническим типом мозгового кровотока значения данных параметров составили 8,2 и 12,4%.

Обсуждение результатов

Методика определения эффективности БОС-тренинга по продолжительности достоверных изменений церебрального сосудистого тонуса имеет высокую чувствительность. Результаты ее применения свидетельствуют о способности части лиц как с нормотоническим, так и с гипертоническим типами церебральной гемодинамики обучаться регуляции тонуса мозговых сосудов с помощью БОС. Разработанную методику легко модифицировать, изменяя ее чувствительность. Так, при принятии границ эффективности равными 2,5 среднеквадратических отклонений, вероятность ошибки данного способа определения эффективности БОС-тренинга уменьшится до 1%. Подобное уменьшение чувствительности целесообразно применять у уже обученных БОС-тренингу лиц, побуждая их тем самым к дальнейшему повышению эффективности сеансов управления с обратной связью. Все вышеперечисленное обуславливает возможность использования в дальнейшем продолжительности достоверных изменений церебрального сосудистого тонуса как индивидуализированный критерий эффективности БОС-тренинга.

Выводы

Таким образом, с помощью разработанных критериев определяется не только способность обследуемого произвольно изменять регулируемый параметр, но и возможность длительно сохранять достигнутый результат. У здоровых лиц эффективность управления тонусом мозговых сосудов с биологической обратной связью практически не зависит от типа мозгового кровообращения.

Список литературы

1. Евтушенко М.А. Реакции мозговой гемодинамики на функциональные пробы по данным ультразвуковой доплерографии и реоэнцефалографии // VI Сибирский физиологический съезд. Тезисы докладов. – Новосибирск, 2008. – С. 25.
2. Куликов В.П. Реакция мозговой гемодинамики на стрессорные воздействия по данным транскраниальной доплерографии // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. – 2004. – № 8. – С. 484–485.
3. Мулик А.Б. [и др.] Психофизиологические характеристики рисков адаптации учащейся молодежи // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11. Естественные науки. – 2011. – № 2 (2). – С. 114–121.
4. Редько Н.Г. Зависимость динамики психовегетативных показателей от темперамента пациентов и особенности организации сеансов биоуправления // Бюллетень сибирской медицины. – 2010. – № 2. – С. 125–128.
5. Тонконоженко Н.Л., Клиточенко Г.В. Сравнительная эффективность применения методик релаксации и биологической обратной связи при коррекции синдрома гиперактивности с дефицитом внимания // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2009. – № 2. – С. 43–45.
6. Шустерман В., Якобсон И. Автономный контроль сердечно-сосудистой системы: результаты, проблемы и перспективы // Биоуправление-4. Теория и практика. – Новосибирск, 2002. – С. 156.
7. Duschek S., Schandry R., Duschek Stefan S.R. Cognitive performance and cerebral blood flow in essential hypotension // Psychophysiology. – 2004. – Vol. 41. – № 6. – P. 905–913.
8. Tokarev V. The Use of REG Biofeedback in Occupational Medicine // In 26th Annual Meeting of Association of Applied Psychophysiology and Biofeedback (USA), 1995. – P. 139–140.
9. Vasudeva S., Claggett A.L., Tietjen G.E., и др. Biofeedback-Assisted Relaxation in Migraine Headache: Relationship to Cerebral Blood Flow Velocity in the Middle Cerebral Artery // Headache: The Journal of Head and Face Pain. – 2003. – Vol. 43. – № 3. – P. 245–250.
10. Wheat A.L., Larkin K.T. Biofeedback of heart rate variability and related physiology: A critical review // Applied psychophysiology and biofeedback. – 2010. – Vol. 35. – № 3. – P. 229–242.

Рецензенты:

Мулик Александр Борисович, доктор биологических наук, профессор, декан ф-та естественных наук ФГАОУ ВПО «Волгоградский государственный университет», г. Волгоград.

Клаучек Сергей Всеволодович, д.м.н., профессор, зав. кафедрой физиологии ГБОУ ВПО «ВолгГМУ» Минздрава РФ, г. Волгоград.