

были видны инфраорбитальные складки Морганна, периорбитальная пигментация. Дермографизм был стойким, белым. Анализы крови и мочи были без патологии. Микроскопия волос показала изменения по типу трихорексиса. На основании клинической картины и микроскопического исследования волос был поставлен диагноз: синдром Нетертона. Проводилось лечение: внутривенные вливания изотонического раствора с 30 %-м тиосульфатом натрия в количестве трех, перманганат калия 1: 10 000 по 1 ст. л. перед едой, витамин В<sub>6</sub> по 5 мг 3 раза в день, аевит 1 капсула в день, наружная терапия с помощью детского крема "Тик-так", 5 %-й дерматоловой мази, "Адвантана" на кожу лица. Ежедневно больная получала сеансы иглорефлексотерапии. Больная была выписана из стационара в состоянии значительного улучшения с рекомендацией повторять курсы лечения 1 раз в 6 месяцев.

Приведенные случаи синдрома Нетертона представляют интерес в связи с редкостью данной патологии и хорошим терапевтическим эффектом от сочетания традиционного медикаментозного и нетрадиционного (иглорефлексотерапия) лечения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кожные и венерические болезни: руководство для врачей / Под ред. Ю.К. Скрипкина. – М., 1995. – Т. 3. – С. 251–252.
2. Суворова К. Н., Антоньев А. А., Гребенников В. А. Генетически обусловленная патология кожи. – Ростов-н/Д: Изд-во Ростовского университета, 1990. – С. 284–285.

© И. Н. Иванова, В. И. Русинов, 2006

УДК 612:616.8

## ПОСТРОЕНИЕ ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УСПЕШНОСТИ БИОУПРАВЛЕНИЯ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ НА ОСНОВЕ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ

А. Н. Долецкий, Р. А. Кудрин

*Кафедра нормальной физиологии ВолГМУ*

В основе снижения устойчивости организма к физическим и психическим нагрузкам лежат неадекватность сосудистого тонуса и, как результат, недостаточное кровоснабжение органов и тканей [5]. Наиболее тесная зависимость наблюдается между снижением адаптации и повышением сопротивления в сосудах головного мозга [1, 6]. Таким образом, проблема своевременной коррекции изменений тонуса мозговых сосудов, сопровождающих состояние психоэмоционального напряжения у здоровых лиц, имеет большое значение для адаптации к психофизиологическим нагрузкам и повышения работоспособности. Одним из вариантов решения этой проблемы может быть использование биологической обратной связи (БОС) по параметрам церебрального кровотока для обучения навыкам управления тонусом сосудов. Однако научно-обоснованные подходы к применению метода БОС по параметрам мозговой гемодинамики в настоящее время практически не разработаны, а его использование основывается только на эмпирическом опыте. Наши предыдущие исследования показали, что между группами испытуемых с различной успешностью обу-

чения БОС отмечаются различия по параметрам электроэнцефалограммы (амплитуда и мощность  $\alpha$ -,  $\delta$ -ритмов), когнитивных вызванных потенциалов (амплитуда волны P3) и Миннесотского многопрофильного опросника (шкала гипертимности Ма ММРП), носящие нелинейный характер [4].

#### ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработать научно-обоснованные критерии прогнозирования успешности обучения произвольного управления тонусом мозговых сосудов с использованием БОС.

#### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Успешность произвольной регуляции тонуса церебральных сосудов определялась у 42 испытуемых. Дизайн исследования разрабатывался, исходя из общих рекомендаций по проведению тренингов с БОС. С каждым обследуемым проводилось 9 еженедельных сеансов биоуправления. Перед началом сеансов БОС все обследуемые получали инструкцию найти и закрепить такое состояние, при котором происходит уменьшение величины интегрального показателя мозгового кровотока (ИПК), что свидетельствовало о гипотензивной реакции резистивных артерий головного мозга [3]. Успешность тре-

нинга оценивалась как отношение длительности отклонения ИПК от фоновых значений на два стандартных отклонения к общему времени исследования.

Перед началом обучения произвольной регуляции тонуса церебральных сосудов проводилось исследование биоэлектрической активности с помощью электроэнцефалограммы (ЭЭГ) и метода когнитивных вызванных потенциалов (ВП). Регистрация осуществлялась с помощью полиграфа "Энцефалан-131" (Медиком, г. Таганрог) в состоянии покоя при наложении 19 электродов по международной системе "10-20". Проводился анализ топографических карт, рассчитывались усредненные амплитудно-частотные характеристики в пределах основных частотных диапазонов. Запись ВП осуществлялась при подаче звуковых стимулов, анализировались амплитудные и временные характеристики ответа в центральном отведении (Pz). Для определения параметров психоэмоциональной сферы использовалась методика ММП1.

Для решения задачи прогнозирования успешности обучения БОС по параметрам церебральной гемодинамики использовался дискриминантный анализ (ДА). Данный вид статистического анализа используется в случаях необходимости принятия решения о том, какие переменные различают (дискриминируют) две или более возникающие совокупности [1].

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По способности к обучению регуляции тонуса церебральных сосудов все испытуемые были подразделены на группы высокообучаемых (1), среднеобучаемых (2) и низкообучаемых (3) (табл. 1).

Для поиска прогностических количественных критериев обучаемости испытуемого методу саморегуляции с БОС был использован пошаговый дискриминантный анализ. При использовании в качестве аргументов ДА всех параметров, имевших достоверные межгрупповые различия, были получены результаты, приведенные в табл. 2. Многомерный  $F$ -критерий, определяющий различия между группами (с учетом всех включенных в ДА переменных), был значим при  $p = 0,011$ ; а апостериорная классификация приводила к правильным значениям в 93,3 % случаев. Весовые коэффициенты для каждой

переменной дискриминантной функции могут быть проинтерпретированы следующим образом: чем больше коэффициент, тем больше вклад соответствующей переменной в дискриминацию групп. Из всего комплекса примененных психофизиологических исследований наиболее высокий информационный вес в формирование межгрупповых различий вносят показатели биоэлектрической активности мозга.

Исходя из этого, для определения качества классификации при уменьшении числа параметров был проведен дискриминантный анализ с включением только показателей амплитудно-частотного анализа ЭЭГ (табл. 3). Для проведенного ДА многомерный  $F$ -критерий, определяющий различия между группами, был значим при  $p = 0,0066$ , апостериорная классификация была справедлива в 87,5 % случаев.

Удовлетворительная точность прогностической оценки успешности обучения саморегуляции тонуса мозговых сосудов с БОС по параметрам ЭЭГ-исследования позволяет рекомендовать использование функций классификации. Функции классификации – система уравнений, полученных в результате ДА и предназначенных для определения того, к какой группе наиболее вероятно может быть отнесен каждый объект. Имеется столько же функций классификации, сколько групп. Каждая функция позволяет вычислить веса классификации по формуле:

$$Si = ci + w_{i1} \cdot x_1 + \dots + w_{im} \cdot x_m,$$

где:  $i$  обозначает соответствующую совокупность; индексы 1, ...,  $m$  обозначают переменные;  $c$  является константами;  $w$  – веса для переменной при вычислении показателя классификации для соответствующей совокупности;  $x$  – наблюдаемое значение параметра. Величина  $Si$  является результатом показателя классификации.

Практическая значимость полученных результатов заключается в возможности априорного отнесения испытуемого к группе высоко-, средне- или низкообучаемых саморегуляции тонуса мозговых сосудов с БОС. Для этого необходимо провести ЭЭГ-исследование и подставить амплитудные и мощностные характеристики в формулу для каждой группы (с соответствующими коэффициентами). Наиболее вероятно будет отнесение испытуемого к группе, для которой результат показателя классификации будет наибольшим.

Таблица 1

**Показатели выраженности основных личностных характеристик у лиц с различной успешностью обучения БОС по параметрам церебральной гемодинамики**

ИПК	Группа									p-уровень
	Высокообучаемые (n = 8)			Среднеобучаемые (n = 19)			Низкообучаемые (n = 15)			
	НК	Ме	ВК	НК	Ме	ВК	НК	Ме	ВК	
До тренинга, усл. ед.	110,7	132,6	146,4	141,7	152,4	176,9	132,5	148,9	165,6	–
Длительность изменения, %	7,9	25,1	38,4	5,0	7,9	8,3	1,0	0,4	2,4	$p_{1-3} = 0,0005$ $p_{2-3} = 0,0005$

Таблица 2

**Весовые коэффициенты параметров при вычислении показателя классификации для групп с различной успешностью обучения БОС (при использовании всех значимых показателей)**

Исследование	Параметр	Группа		
		1-я	2-я	3-я
ММРІ	Ma	2,38	2,87	2,45
	Мощность δ-ритма	5,01	5,28	4,99
ЭЭГ	Амплитуда δ-ритма	0,33	0,69	0,44
	Мощность α-ритма	4,38	4,51	4,30
ВП	Амплитуда волны РЗ	-2,38	-2,38	-2,04
	Константа	-260,8	-346,1	-270,1

Таблица 3

**Весовые коэффициенты параметров при вычислении показателя классификации для групп с различной успешностью обучения БОС (при использовании только результатов ЭЭГ-исследования)**

Исследование	Параметр	Группа		
		1-я	2-я	3-я
ЭЭГ	Мощность δ-ритма	2,40	2,23	2,37
	Амплитуда δ-ритма	-0,09	0,16	-0,01
	Мощность α-ритма	2,24	2,05	2,20
	Константа	-86,9	-97,9	-88,4

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Таким образом, анализ информативности нейрофизиологических характеристик и параметров психоэмоциональной сферы позволил рекомендовать для прогнозирования успешности обучения управлению тонусом церебральных сосудов с БОС лишь часть из них. Выявленные различия носят нелинейный характер и удовлетворительно описываются системой уравнений, полученных в результате ДА. Данные уравнения могут использоваться для прогноза успешности обучения БОС по параметрам мозговой гемодинамики. Возможно использование системы уравнений, основанных на меньшем числе параметров. Это сократит объем исследований при некотором снижении точности прогноза.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Боровиков В. П., Боровиков И. П. STATISTICA. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. – М: ФИЛИНЪ, 1998.
2. Гавриков К. В. // Эмоциональный стресс: теоретические и клинические аспекты. – Волгоград, 1997. – С. 32–37.
3. Давыдов А. А., Ковалева Н. И., Иванова Я. А. // Новые материалы и методы в медицине: сб. науч. статей. – Волгоград, 1995. – Т. 51. – Вып. 2. – С. 86–87.
4. Долецкий А. Н. // Молодежь и наука: итоги и перспективы: матер. межрегион. науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых с международным участием. – Саратов: СарГМУ, 2006. – С. 71.
5. Куликов В. П. // Рос. физиол. журн. им. И. М. Сеченова. – 2004. – Т. 90, № 8. – С. 484–485.
6. Федоров Б. М. // Физиол. человека. – 2001. – Т. 27, № 4. – С. 42–49.
7. Щекутьев Г. А. Нейрофизиологические исследования в клинике. – М.: Антидор, 2001. – 232 с.

Работа поддержана грантом РФФИ № 06-06-20603а/В.

© А. Н. Долецкий, Р. А. Кудрин, 2006