УДК 617.753.2- 053.5: 615.851

В.Ю. Муравьев, С.Л. Мельникова

УСПЕШНОСТЬ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДА БОС-ЭЭГ ПРИ МИОПИИ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИСХОДНОЙ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Центр восстановительного лечения для детей, г. Чита,
Читинская государственная медицинская академия (ректор – заслуженный врач РФ, д.м.н., профессор А.В.Говорин)

В современных условиях интенсификации учебного процесса и увеличения информационных воздействий адаптационные механизмы у

детей младшего школьного возраста работают с высокой степенью напряжения. Это приводит к выраженным изменениям в функциональном состоянии центральной нервной системы, особенно выраженным в сенситивный период начального обучения ребенка в школе [2]. При этом отмечается повышенная нагрузка на орган зрения. Все эти факторы в совокупности приводят к срыву адаптации зрительного анализатора, что выражается в ослаблении аккомодационной функции и развитии близорукости [1].

Одним из возможных путей коррекции дезадаптационных расстройств является применение методов эндогенного биологического управления, основанных на использовании возможностей самого пациента, как источника информации физиологических параметров, так и в качестве корректора деятельности основных систем регуляции [4]. К таким методам следует отнести ЭЭГ-БОС коррекцию зрения (метод биологической обратной связи по электроэнцефалограмме) с выделением параметров α, b, θ ритмов выбранных для управления. Этот метод позволяет на основе объективной регистрации показателей ЭЭГ не только оценивать функциональное состояние ЦНС, но и целенаправленно проводить его коррекцию с помощью возможностей самого пациента. Успешность и эффективность применения данного метода интерпретируются по разным показателям [9].

Успешность метода биологической обратной связи по ЭЭГ возможно оценить по изменению ритмических параметров ЭЭГ выбранных для управления. Успешность применения ЭЭГ-БОС терапии в ходе коррекции зрительных нарушений определяется по состоянию α-активности каудальных областей головного мозга [11]. Зрительная система является наиболее функционально реактивной и морфологически пространственной структурой. В связи с этим состояние α-ритма в биоэлектрической активности (БЭА) головного мозга возможно использовать не только как показатель переработки и интеграции зрительной афферентации, но и в качестве индикатора наиболее оптимального состояния корково - подкорковых взаимоотношений [5]. В отличие от успешности, эффективность применения ЭЭГ-БОС терапии возможно определить сдвигами параметров, отражающих состояние неспецифических адаптационных механизмов.

Изменения в функциональном состоянии (ФС) организма под влиянием лечебных факторов можно исследовать по характеру регуляции сердечного ритма. Метод кардиоинтервалографии (КИГ) с использованием клиноортостатической пробы (КОП) позволяет регистрировать не только изменения показателей сердечного ритма, но и состояние статуса и реактивности вегетативной нервной системы (ВНС) [3]. Для оценки степени активации центральных регуляторных механизмов (ВНС) используются показатели исходного вегетативного тонуса (ИВТ) и вегетативной реактивности (ВР).

Адаптационно - компенсаторные механизмы связаны и с особенностями восприятия времени. Одним из параметров их характеризующих является субъективная внутренняя оценка времени, в частности величина индивидуальной минуты (ИМ) [6]. По изменению длительности интервала времени можно судить о степени успешной адаптации к внешним воздействиям [7].

Кроме оценки эффективности метода ЭЭГ-БОС коррекции зрения по состоянию адаптационно - компенсаторных механизмов, возможно использование параметра запас относительной аккомодации (ЗОА) в качестве оперативного показателя эффективности лечения при миопии у детей [8].

Целью настоящего исследования является оценка успешности и эффективности применения метода ЭЭГ- БОС коррекции в зависимости от исходной фоновой биоэлектрической активности (БЭА) головного мозга у детей младшего школьного возраста с миопией и выявление прогностически значимых показателей эффективности и успешности данного метода.

Материалы и методы. Исследования выполнены с участием 32 детей в возрасте 7-9(M=8,7) лет с диагнозом миопия слабой степени (M=3,05). Всем пациентам было проведено полное офтальмологическое обследование, включающее визометрию по оптотипам Снеллена с использованием диагностического пакета программ "Нейрокор3.1.В", рефрактометрию в состоянии циклоплегии, определение состояния аккомодационной функции органа зрения (оперативного показателя эффективности лечения) запаса относительной аккомодации (ЗОА), офтальмоскопию, а также регистрацию фоновой биоэлектрической активности.

Во время лечебного сеанса ЭЭГ-БОС с использованием пакета программ "Нейрокор3.1.В" (Кабинет БОС- коррекции зрения) проводилась регистрация фоновой биоэлектрической активности затылочных областей головного мозга в зоне проекции корковых зрительных центров. Для

Таблица №1

Средние значения анализируемых параметров у детей с разной устойчивостью нейродинамических процессов до ЭЭГ-БОС терапии.(M±SD)

Группы пациентов	ЗОА	ИМ	ИВТ	ВР	Инд. α	Инд. b	Инд. θ
Первая	1,72±0,1	57±1,4	79±8,5	2,1±0,5	61±1,9	17±1,5	22±1,6
Вторая	1,53±0,1	64±3,4	126±18*	1,4±0,2	42±2,0**	15±1,4	43±3,1**

Межгрупповые различия *(p<0,05), ** (p<0,01)

Таблица № 2

Средние значения анализируемых параметров в ходе ЭЭГ-БОС терапии в первой группе пациентов.(M SD)

N=18	ЗОА	ИМ	ИВТ	ВР	Инд. α	Инд. b	Инд. θ
До лечения	1,72±0,1	57±1,4	79±8,5	2,1±0,5	61±1,9	17±1,5	22±1,6
После лечения	4,3±0,1**	61±1,8	55±5,3**	2,3±0,2	64±1,3	14±0,9	21±1,5

*(p<0,05), ** (p<0,01)

Таблица №3

Средние значения анализируемых параметров в ходе ЭЭГ-БОС терапии во второй группе пациентов. (M+SD)

N=14	ЗОА	ИМ	ИВТ	ВР	Инд. α	Инд. b	Инд. θ
До лечения	1,53±0,1	64±3,4	126±18	1,4±0,2	42±2,0	15±1,4	43±3,1
После лечения	4,3±0,9**	56,4±1,8	53±6,5**	1,8±0,2	61±2,3**	14±1,8	24±2,0**

*(p<0,05), ** (p<0,01)

прецизионного управления α-активностью из суммарной ЭЭГ выделялся диапазон частот с дальнейшим интегральным преобразованием амплитуды α-активности, которая используется для генерации сигналов внешней обратной связи. Для формирования состояния релаксации в ходе сеансов поощрялось изменение α-активности в заданном направлении (повышение). Полный курс адаптивного биоуправления составлял 15 сеансов, длительность сеансов до 30 минут.

Оценка состояния (ИВТ) и (ВР) проводилась по данным кардиоинтервалографии (КИГ) с применением клиноортостатической пробы (КОП). Запись электрокардиограмм проводилась в II ст. отведении. Регистрировалось не менее 100 кардиоинтервалов (R-R) в положении лежа, а затем такое же количество сразу после перехода в положение ортостаза. По показателям моды (Мо), ее амплитуды (АМо), вариационного размаха (ΔX) рассчитывали индекс напряжения в положении ребенка лежа (ИН1), в ортостазе (ИН2) и их соотношение (ИН1/ ИН2), которые использовались в качестве критериев ИВТ и ВР.

Исследование продолжительности ИМ осуществлялось по методу Н.И. Моисеевой (1981) в модификации С.Л. Мельниковой (1999).

Исследование параметров ЗОА, индекс α, b и θ ритмов, ИВТ, ВР, ИМ проводилось в фоновых условиях до и после курса лечения.

Результаты и их обсуждение. Анализ составляющих фоновой биоэлектрической активности (БЭА) головного мозга позволил распределить всех пациентов по двум группам.

По состоянию индексов α, b, θ ритмов, в первую группу были распределены дети с устойчивым характером нейродинамических процессов, что определялось хорошо выраженным веретенообразным α-ритмом, высоким его индексом (55-80%).

У детей второй группы фоновая ЭЭГ характеризовалась неустойчивостью нейродинамических процессов, что выражалось в снижении индекса α-ритма ниже 50%, и в наличии достаточно высокого индекса (до 45%) α ритма.

По данным, представленным в таблице № 1, видно, что состояние аккомодационной функции (ЗОА) в обеих группах детей с миопией является одинаково низким. Межгрупповые различия определяются по показателям биоэлектрической активности (БЭА) головного мозга и по состоянию статуса вегетативной нервной системы (ВНС).

Вариант исходного вегетативного тонуса (ИВТ) у детей первой группы характеризуется нормотонией с гиперсимпатикотоническим типом вегетативной реактивности (ВР). Пациенты второй группы отличаются симпатикотонией (ИВТ) с нормотоническим типом вегетативной реактивности (ВР).

Динамика показателей успешности и эффек-

тивности ЭЭГ- БОС терапии в каждой группе пациентов представлены в таблицах № 2 и № 3.

Как следует из представленных данных, эффективность ЭЭГ-БОС терапии в каждой группе пациентов выражается в улучшении показателей аккомодационной функции (ЗОА) до значений возрастной нормы и в достоверном изменении статуса и реактивности ВНС (ИВТ и ВР) до варианта нормотонии. При выявленных достоверных показателях эффективности в исследуемых группах детей, успешность ЭЭГ- БОС терапии характеризуется достоверным увеличением индекса α-ритма и снижением α-ритма только у пациентов второй группы.

Дать более точную оценку успешности ЭЭГ-БОС коррекции у детей каждой группы возможно по матрицам вероятностных переходов ритмов ЭЭГ [10].

Из данных, представленных на рис.№1, видно, что в группе детей с устойчивым нейродинамическим типом исходное состояние БЭА определяется хорошо выраженной составляющей α-ритма в начале лечения и сформированным ядром α-ритма в конце лечения. У пациентов второй группы состояние паттерна ЭЭГ отличается неустойчивостью внутрисистемных связей в начале лечения и нормализацией паттерна ЭЭГ к окончанию курса лечения.

Таким образом, изменения в ритмической структуре ЭЭГ в виде увеличения α-ритма находят отражение в нормализации статуса и реактивности ВНС. Поскольку в группе детей с неустойчивым характером нейродинамических процессов выявлена достоверная динамика индекса α-ритма, можно предполагать потенциально лучшие показатели успешности и эффективности ЭЭГ-БОС терапии у пациентов данной группы в сравнении с первой. (Табл.№4).

Анализ представленных данных демонстрирует, что динамические показатели успешности и эффективности имеют межгрупповые различия. У пациентов второй группы параметры ΔИВТ, ΔИнд. ритм, ΔИнд.θ отличаются большим диапазоном в сравнении с пациентами первой группы, что выявляет лучшую успешность и эффективность ЭЭГ- БОС терапии у детей с исходной неустойчивостью нейродинамических процессов. Кроме того, выявлены достоверные межгрупповые различия показателя ΔИМ, что позволяет предположить зависимость субъективной внутренней оценки времени и ритмических параметров БЭА головного мозга у детей с миопией в ходе ЭЭГ- БОС воздействия.

Для более объективной оценки взаимосвя-

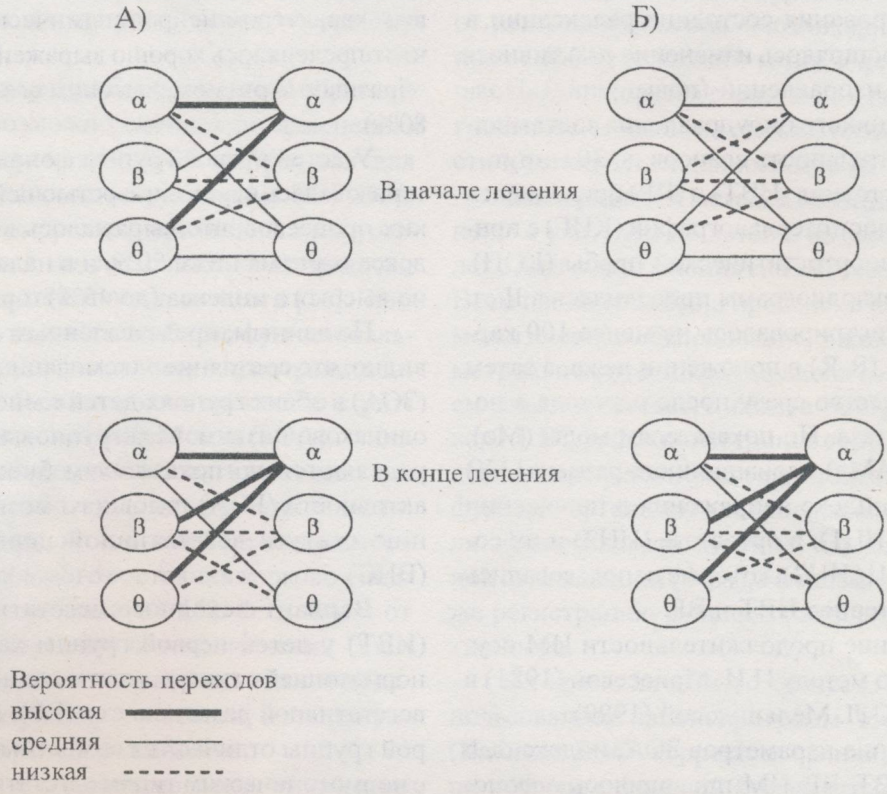

Рис. 1. Динамика перестроек в БЭА под влиянием ЭЭГ-БОС терапии в первой (А) и во второй группе (Б) пациентов.

Таблица №4

Динамические показатели анализируемых параметров в результате ЭЭГ-БОС терапии. (M+SD)

Группы пациентов	ΔЗОА	ΔИМ	ΔИВТ	ΔВР	ΔИнд. α	ΔИнд. b	ΔИнд. θ
Первая	2,6±0,06	3,5±2,3	-24±10	0,2±0,4	2,5±1,9	-2,9±1,5	0,5±1,2
Вторая	2,8±0,1	-7,6±3,7*	-73±18*	0,4±0,5	19±3,0**	0,05±1,4	-18±3,1**

Межгрупповые различия *(p<0,05), ** (p<0,01)

зей изучаемых параметров в ходе ЭЭГ- БОС терапии был проведен корреляционный анализ.

Из данных представленных на рис.№2, видно, что имеются межгрупповые различия по характеру межсистемных связей изучаемых параметров в фоновых условиях. В группе с устойчивым нейродинамическим типом изначально отмечаются сильные межсистемные связи показателей характеризующих эффективность и успешность ЭЭГ-БОС терапии. При этом наибольшее количество корреляций отмечено у параметра ИМ (5) что выражается в сильной прямой корреляции с индексом α- ритма, умеренной с b и θ ритмом, ИВТ и ЗОА. Таким образом, тесный характер межсистемных взаимосвязей ИМ с показателями, характеризующими успешность и эффективность ЭЭГ-БОС терапии может определять прогностическую значимость параметра ИМ в данной группе пациентов. В группе детей с неустойчивым нейродинамическим типом при умеренном характере корреляционных связей отмечается равнозначное их количество(3) у параметра ИМ и индекс α-ритма, при этом отмечается связь индекса α-ритма с ЗОА , а индексов b и θ ритма с ИВТ, что возможно определяет наибольшую значимость индекса α, b и θ ритма в прогнозе успешности и эффективности ЭЭГ-БОС терапии в данной группе пациентов.

Учитывая вышеизложенное, в целях определения информативности данных параметров в прогнозе успешности и эффективности ЭЭГ-БОС терапии в каждой группе детей был проведен многофакторный регрессионный анализ.

В качестве зависимых факторов использовался параметр аккомодационной функции ЗОА и ИВТ после курса лечения, поскольку нормализация данных показателей в ходе ЭЭГ-БОС терапии является показателем эффективности лечебного воздействия.

По увеличению идекса α-ритма в результате лечения можно судить об успешности и данный параметр был принят в качестве зависимого фактора прогноза успешности применения сеансов ЭЭГ-БОС.

В качестве независимых факторов прогноза принимались фоновые значениями параметров α-ритма, ИВТ, ВР, ИМ до и после курса лечения.

Поскольку изучаемые параметры тесно коррелируют между собой, для выявления наиболее значимых показателей использовался пошаговый подход. С учетом отбора значимых факторов при уровне критерия F=4, что обеспечивает уровень значимости коэффициентов p<0,05, а достоверность 1-p > 0,95, представленные в табл.№5 и №6, показатели обладают прогностической ценностью в пределах 95% уровня надежности [12].

Из данных регрессионного анализа, представленных в таблицах № 4и № 5, следует, что прогноз эффективности ЭЭГ- БОС терапии по состоянию параметра аккомодационной функции

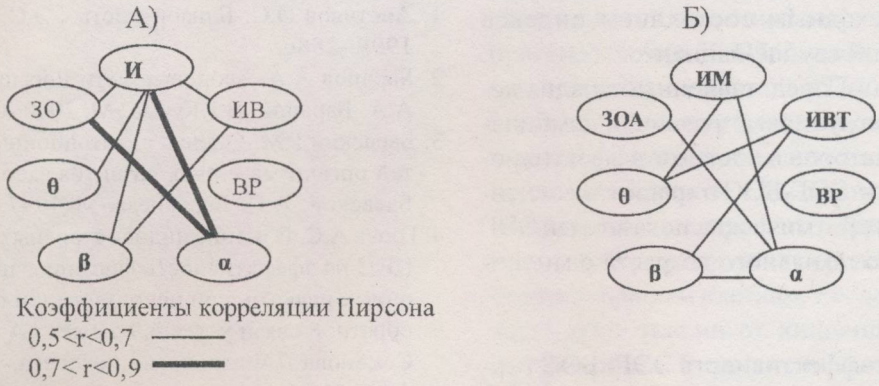

Рис. 2. Корреляционные плеяды параметров в фоновых условиях в первой (А) и во второй группе (Б) пациентов.

Таблица №4

Пошаговая регрессия показателей эффективности и успешности курса ЭЭГ-БОС терапии на параметры индекс α, β, θ -ритмов ИВТ, ВР, ИМ у пациентов первой группы.

Зависимая переменная	Предсказывающая переменная	b	F	R^2
ЗОА (3)	Индекс α-ритма (1) Индекс β-ритма(1) Индекс θ-ритма(1) ИМ(1)	0,07** 0,06** 0,07** -0,03**	81,1***	95%
ИВТ (3)	Индекс θ-ритма (1) ИВТ(1)	1,21** 0,43**	11,6***	56%
Индекс α-ритма (3)	Индекс b -ритма(1) Индекс α-ритма (1)	0,98*** 0,77 **	47,3***	89%

*(p<0,05), ** (p<0,01), *** (p<0,001)

Таблица №5

Пошаговая регрессия показателей эффективности и успешности курса ЭЭГ-БОС терапии на параметры индекс α, β, θ -ритмов, ИВТ, ВР, ИМ у пациентов второй группы.

Зависимая переменная	Предсказывающая переменная	b	F	R^2
ЗОА (3)	Индекс α-ритма (1) Индекс θ-ритма(1)	0,04* 0,05**	40,5***	93%
ИВТ (3)	Индекс α-ритма(1) Индекс β-ритма(1)	2,50*** -2,73**	17,0***	86%
Индекс α-ритма (3)	Индекс α-ритма(1)	1,10***	22,3***	61%

*(p<0,05), ** (p<0,01), *** (p<0,001)

Примечание:(1) - до лечения,(3) - после лечения, b-коэффициент регрессии, F- критерий Фишера, R^2 - коэффициент множественной детерминации.

(ЗОА) у пациентов первой группы с высокой степенью информативности (95%), обусловлен исходным состоянием индексов α, b, ритмов и продолжительностью ИМ. Это подтверждает предполагаемую прогностическую значимость параметра субъективной внутренней оценки времени совместно с ритмическими показателями ЭЭГ у пациентов с устойчивым состоянием нейродинамических процессов. У пациентов второй группы в прогнозе эффективности высоко информативны (93%) исходные значения индексов α и θ - ритмов.

Состояние вегетативного тонуса (ИВТ) в первой группе пациентов после ЭЭГ- БОС- терапии прогнозируется исходными значениями параметра α-ритма и ИВТ с информативностью 56%, и исходным состоянием индекса α и ритмов у пациентов второй группы с информативностью 86%.

Успешность ЭЭГ-БОС терапии по динамическому диапазону индекса α- ритма после курса лечения (89%) прогнозируется его исходным состоянием совместно с индексом β-ритма в первой группе детей и с информативностью (61%) определяется исходным состоянием индекса α- ритма во второй группе пациентов.

Таким образом, представленный анализ демонстрирует межгрупповые различия комбинаций значимых факторов в прогнозе эффективности и успешности ЭЭГ-БОС терапии в зависимости от исходных ритмических показателей ЭЭГ у детей младшего школьного возраста с миопией.

Выводы:

1. Успешность и эффективность ЭЭГ- БОС коррекции у детей младшего школьного возраста с миопией зависит от исходного состояния ритмических показателей ЭЭГ.
2. У детей с содержанием в фоновой ЭЭГ индекса α- ритма ниже 50% отмечается больший динамический диапазон повышения индекса α-и снижения θ- ритмов в конце курса лечения, что определяет лучшую успешность и эффективность ЭЭГ- БОС терапии в группе пациентов с неустойчивым характером нейродинамических процессов.
3. Значимые факторы в прогнозе успешности и эффективности ЭЭГ- БОС терапии отличаются в разных группах пациентов. При этом в группе с устойчивым характером нейродинамических процессов значения параметров ИМ и индексов α, β, ритмов до курса лечения с высокой степенью информативности прогнозируют состояние аккомодационной функции после курса ЭЭГ- БОС терапии при миопии у детей младшего школьного возраста.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аветисов Э.С. Близорукость / Э.С. Аветисов-М., 1999.-288с.
2. Баранов А.А. Здоровые дети России в XXI веке / А.А. Баранов, В.Р.Кучма.-М.,2000.-С 144-156.
3. Баевский Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева.-М.,1997.-225с.
4. Горев А.С. Влияние индивидуальных особенностей ЦНС на эффективность формирования релаксационных навыков при использовании биологической обратной связи у детей 9-10 лет / А.С. Горев, О.А. Семенова // Физиология человека.- 2003.-Т 29,№ 4.- С.54-61.
5. Королева Н.В. Ведущие показатели зрелости био-

электрической активности головного мозга у детей в возрасте от 1 до 7 лет / Н.В. Королева, С.А. Небера, И.Н.Гутник // Физиология человека.- 2002.- Т 28,№6.-С.57-63.

6. Моисеева Н.И. Временная среда и биологические ритмы / Н.И. Моисеева, В.М. Сысуев.- Л.: Наука, 1981.-127с.
7. Мельникова С.Л. Показатели индивидуального восприятия времени как характеристика общего состояния организма / С.Л. Мельникова, В.В. Мельников // Вестник новых медицинских технологий.-2002.- Т.9,№2.-С.20-23.
8. Розенблюм Ю.З. Функционально- возрастной подход к компенсации аметропий / Ю.З. Розенблюм // Вестник офтальмологии.-2004.-№1.- С.52-55.
9. Святогор И.А. Оценка эффективности и успешности использования метода биологической обратной связи в управлении потенциалами мозга / И.А. Святогор, И.А Моховикова, С.С. Бекшаев, Т.А. Фролова // Биологическая обратная связь.-2000.-№1.-С.8-11.
10. Сороко С.И. Основные типы механизмов саморегуляции мозга / С.И. Сороко, С.С Бекшаев, Ю.А. Сидоров.- Л.: Наука, 1990. - 205с.
11. Судаков К.В.Информационные взаимосвязи функциональных систем организма в норме и при эмоциональном напряжении // Дизрегуляционная патология / под ред. Г.Н. Крыжановского.- М.: Медицина, 2002.-с.176-187.
12. Туманян С.А. Соотношение во времени биоэлектрической активности затылочных областей мозга у детей с дисбинокулярной амблиопией: Автореф. дис. канд.мед. наук / С.А. Туманян; НИИ экспериментальной медицины АМН СССР.-Л.,1981.- 20с.
13. Юнкеров В.И. Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований / В.И. Юнкеров, С.Г. Григорьев. - СПб.: ВМедА, 2002.- С.82-95.