

Негосударственное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования (повышения квалификации) специалистов «Институт биологической обратной связи»

Применение метода биологической обратной связи в коррекции зрительных расстройств

Учебно-методическое пособие

Дронова Т.Н. - врач-офтальмолог Центра медицинской реабилитации «Биосвязь», преподаватель НОУ «Институт биологической обратной связи»

Рецензент:

Ивановский Ю.В. - кандидат медицинских наук, проректор по учебной работе «Институт биологической обратной связи»

В пособии описаны анатомо-физиологические особенности зрительного анализатора, дано теоретическое обоснование применения метода БОС в офтальмологии, приведены показания и противопоказания для прохождения курса коррекции зрительных расстройств методом БОС, оценена клиническая эффективность ЭЭГ-БОС тренинга.

Пособие предназначено для врачей-офтальмологов, медсестер-ортоптисток, а также слушателей факультетов переподготовки и повышения квалификации.

Санкт-Петербург, 2004г.

Применение метода биологической обратной связи в коррекции зрительных расстройств

В современном мире актуальность проблемы зрительных перегрузок для людей всех возрастных групп не вызывает сомнения. Особенно четко просматривается зависимость состояния зрительных функций у детей, преимущественно школьников, от компьютеризации учебного процесса, интенсификации учебных нагрузок, увлечения дошкольников и младших школьников компьютерными играми, ведущая, соответственно, к систематическим зрительным перегрузкам. Перенапряжение глаз сказывается на физическом и интеллектуальном состоянии человека и может на 90% понизить способность думать и концентрировать внимание [12].

Согласно современным статистическим данным, до 40% детей различных возрастных групп нуждаются в квалифицированной помощи врача-офтальмолога. В связи с особенностями современного ритма жизни, интенсификацией умственной деятельности и зрительных нагрузок, преимущественно в детском и юношеском возрасте, офтальмопатология практически не встречается изолированно, а все чаще сочетается с соматическими и нервно-психическими нарушениями, такими, как вегетососудистая дистония, астеноневротический синдром, синдром дефицита внимания. Для перечисленных заболеваний ведущим звеном патогенеза являются острые и хронические стрессы, умственное перенапряжение, ведущие к дезинтеграции нейрогуморальной регуляции на уровне коры головного мозга, лимбической зоны и гипоталамуса, и в конечном итоге - к дисфункции вегетативной нервной системы и функциональным нарушениям микроциркуляции.

Функциональные методы лечения широко используются для мобилизации резервных возможностей организма при различных заболеваниях, в том числе при нарушении зрительных функций. К ним относятся тренировочные упражнения, направленные на улучшение моторной функции глаза, на нормализацию тонуса цилиарной мышцы, различные виды светового и лазерного воздействия на центральную ямку сетчатки для стимуляции центрального зрения и некоторые другие [8]. Все перечисленные

методы лечения реализуются через периферические звенья зрительной системы.

Существующие методы лечения функциональных зрительных расстройств широко известны и подробно представлены в специальной литературе [1, 22, 24, 37], однако проблема эффективной коррекции данной патологии остается весьма актуальной. Это обусловлено, с одной стороны, возрастанием офтальмопатологии у детей и подростков, а с другой, - отсутствием необходимого уровня мотивации у пациентов при применении традиционных методик ее лечения.

Вероятно, в силу указанных причин в последние десятилетия XX века во всем мире стал значительно повышаться интерес к методам лечения, направленным на активизацию внутренних резервов организма и одновременно снижающим возможные неблагоприятные последствия проводимой терапии. Одним из таких методов является метод биологической обратной связи (метод функционального биологического управления, метод адаптивного биоуправления, биореабилитация), основой для создания концепции которого послужили фундаментальные исследования механизмов регуляции физиологических и развития патологических процессов, а также результаты прикладного изучения рациональных способов активации адаптивных систем мозга здорового и больного человека [18, 29, 40, 44].

В офтальмологическую практику метод биологической обратной связи (БОС) по электроэнцефалограмме (ЭЭГ) впервые был внедрен в Городском консультативном поликлиническом центре детской офтальмологии Санкт-Петербурга в 1991 году [34]. Он направлен на расширение динамического диапазона альфа-ритма затылочных областей мозга и, в отличие от других функциональных методов лечения, используемых в офтальмологической практике, позволяет обратиться не только к сохранению и восстановлению зрительных функций путем опосредованного воздействия на центральные звенья зрительного анализатора, но и к коррекции вегетативных и нервно-психических расстройств путем комплексного применения метода ЭЭГ-БОС и метода БОС по частоте сердечных сокращений, направленного на формирование у пациента навыка

диафрагмально-релаксационного дыхания с максимальной величиной дыхательной аритмии сердца (ДАС-БОС) [27-29].

В офтальмологической практике метод БОС можно использовать либо в качестве средства для приобретения навыков физической саморегуляции с целью предотвращения возникновения зрительных расстройств или снятия зрительного утомления после интенсивных зрительных нагрузок, либо в качестве средства для коррекционного лечения уже имеющейся у пациента офтальмопатологии.

Принципиальные отличия метода биологической обратной связи по электроэнцефалограмме (ЭЭГ-БОС), а именно - возможности видеокомпьютерного тренинга альфа-ритма и высокий уровень мотивации к занятиям, послужили основанием для внедрения этого метода в практику комплексного лечения функциональных зрительных расстройств.

Анатомо-физиологические особенности зрительного анализатора

Учитывая непосредственное обращение метода БОС к центральным звеньям зрительного анализатора в отличие от других функциональных методов, используемых для коррекции зрительных расстройств через его периферические звенья, необходимо несколько подробнее остановиться на вопросах анатомо-физиологических особенностей зрительного пути.

Орган зрения человека относится к анализаторным системам и в анатомическом отношении состоит из структурных звеньев, обеспечивающих реализацию основного его функционального предназначения - рецепцию адекватных световых раздражителей с конечной трансформацией их в субъективный зрительный образ, достаточно точно, тем не менее, отражающий объективно существующую реальность. Анатомическая структура зрительного пути сложна и включает в себя ряд нейронных звеньев [5, 9, 11, 32, 36, 43, 46, 50]. В пределах сетчатки каждого глаза это нейроэпителиальный слой -слой палочек и колбочек (первый нейрон) и биполярных клеток (второй нейрон). Третий нейрон зрительного пути начинается с аксонов ганглиозных клеток сетчатки, которые по морфологическому строению сходны с аксонами нейронов коры

головного мозга, так как аксоны и тех, и других не имеют шванновской оболочки и по строению близки к нервным волокнам белого вещества мозга. Аксоны ганглиозных нейроцитов сетчатки образуют зрительный нерв - отрезок третьего нейрона зрительного пути от уровня решетчатой пластинки до хиазмы. В полости черепа зрительные нервы обоих глаз соединяются в области турецкого седла и образуют частичный перекрест перед воронкой над гипофизом и пещеристой пазухой, на основании головного мозга впереди от серого бугра. Волокна зрительного нерва от височных отделов сетчатки обоих глаз в области хиазмы не перекрещиваются и идут снаружи до зрительного тракта, а от носовых - перекрещиваются и переходят в противоположный зрительный тракт. Волокна от центральной, фовеальной области сетчатки (папилло-макулярный пучок) в хиазме занимают срединное положение, его волокна перекрещиваются в задне-верхнем отделе хиазмы, под дном третьего желудочка [2, 5, 11].

Дальнейший участок зрительного пути - зрительные тракты - начинаются у задней поверхности хиазмы и, обогнув с наружной стороны ножки мозга, оканчиваются в латеральном коленчатом теле (наружном коленчатом теле - НКТ), задней части зрительного бугра и верхних холмиках крыши среднего мозга. Однако только НКТ являются безусловным подкорковым первичным зрительным центром, соединяющим периферический и центральный нейроны зрительного пути [4, 30]. Третий нейрон, осуществляющий проведение зрительного возбуждения от сетчаток, заканчивается в НКТ. Здесь же берет начало четвертый нейрон зрительного пути, проходящий к подушке таламуса. Аксоны четвертого нейрона, направляющиеся в первичные зрительные центры в затылочной доле коры, проходя через подчечевицеобразную часть внутренней капсулы, образуют зрительную лучистость (пучок Грациоле).

Система эфферентных связей основных структур промежуточного мозга дает существенную информацию для анализа процессов переработки зрительных сигналов и функциональной роли отдельных подкорково-корковых путей их передачи [3, 11, 36].

Среди структур среднего мозга, имеющих прямое отношение к зрительной и глазо-двигательной системам,

принимающих аксоны ганглиозных клеток, выделяют претектальную область, ядра крыши среднего мозга, верхние холмики (передние бугры четверохолмия), относящиеся ко «второй зрительной системе» [9, 11,38].

К первичному комплексу зрительной коры в каждом полушарии относят затылочные цитоархитектонические поля 17-19. При этом поле 17 называют стриарным, а 18-19 - пара- или экстрастриарной корой [38, 41]. Кортикальный отдел зрительного пути располагается в области верхнего и нижнего краев шпорной борозды на медиальной поверхности затылочной доли (цитохимическое поле 17). Пирамидные клетки от поля 17 проецируются на высшие зрительные области, поля 18-19 (по Бродману), которые окружают первичные зрительные центры. Аfferентная информация в зрительную кору идет четырьмя параллельными путями. Основной из них - ретиногенулокорковый путь - проходит через дорсальное ядро НКТ в поле 17-19.

В отличие от сетчатки и НКТ клетки зрительной коры имеют не круглые, а вытянутые рецептивные поля разной ориентации [38]. Среди нейронов коры выделяют простые и сложные. Простые нейроны делятся на on и off (с антагонистическим взаимодействием) по ответам на вспышечный стимул. Сложные рецептивные поля характеризуются тем, что зоны on- и off-ответов в этих полях совпадают или в значительной степени перекрываются, что позволяет получить смешанный (on-off) ответ.

В первичной зрительной коре в обработке информации участвуют параллельные каналы и системы клеток [41]. При этом происходит параллельный отбор признаков: пространственной локализации объекта, формы, скорости движения, цвета.

Центробежные волокна сетчатки идут от нейронов разных отделов мозга: ретикулярной формации, среднего мозга, гипоталамуса, верхнего двуххолмия, зрительной коры и оканчиваются в сетчатке, образуя, по принципу обратной связи, аксосоматическую связь с телами амакриновых клеток. Не исключается связь с горизонтальными клетками и биполярами [11].

Современные данные об организации зрительной системы значительно расширили классические представления [20, 39, 42, 45, 47]. Установлено, что зрение приматов зависит от функционирования не только стриарной коры затылочных долей (корковые поля 17 по Бродману), но и от сохранности связанных с ними экстрастриарных участков мозга [52, 53]. В обработке зрительной информации участвуют 22 области головного мозга, занимающие суммарно до 54% площади коры больших полушарий, причем 25% площади составляют области, являющиеся в основном или исключительно зрительными [48, 51, 54].

Теоретическое обоснование метода

Предпосылкой для применения метода БОС в офтальмологии явились исследования биоэлектрической активности затылочных областей мозга детей, страдающих дисбинокулярной амблиопией, выполненные в конце 70-х - начале 80-х годов XX века врачом-офтальмологом С.А.Туманян под руководством академика Н.П.Бехтеревой в Отделе нейрофизиологии человека Института экспериментальной медицины АМН СССР (Ленинград) [33, 34].

Применение электроэнцефалографической биологической обратной связи основывается на генезе и функциональном значении разных видов биоэлектрической активности мозга. Мозг состоит из более чем 10 млрд клеток, и каждая из них представляет собой миниатюрную электростанцию, способную в возбужденном состоянии создавать электрический потенциал.

При низкой активности мозга большие группы нервных клеток разряжаются одновременно. Эта синхронность отображается в ЭЭГ как ритм - регулярная последовательность колебаний одной частоты.

В биоэлектрической активности мозга взрослого человека можно выделить синусоидальные ритмичные колебания биопотенциалов характерной веретенообразной формы с амплитудой от 10 до 100 мкВ (в среднем 30-60 мкВ) и частотой 8-13 Гц, называемые альфа-ритмом или альфа-волнами. Как правило, он максимально выражен в затылочных областях мозга в

состоянии покоя с закрытыми глазами. При повышении уровня функциональной активности мозга (напряженное внимание, интенсивная психическая работа, чувство страха, беспокойство), либо при воздействии внешних звуковых, температурных, тактильных раздражителей амплитуда альфа-ритма уменьшается, и часто он полностью исчезает.

Становление альфа-ритма происходит с возрастом, от новорожденности до 16-18 лет. Возрастная динамика альфа-ритма отражает созревание коры больших полушарий и функциональную организацию ее нервных центров.

Характерной особенностью биоэлектрической активности в частотном диапазоне альфа-ритма является ее подавление при открывании глаз. Это явление есть зрелый тип общей реакции активации, являющейся частью ориентировочной реакции. Специфичной для зрительной функции является локальная (в затылочных областях) реакция **активации**, длительность которой находится в соответствии с длительностью зрительного внимания. Так, подавление альфа-ритма наблюдается, когда внимание связано со зрительной фиксацией, с напряжением аккомодации и конвергенции и зрительным восприятием.

Обратный процесс, который состоит в возрастании амплитуды альфа-ритма при закрывании глаз или помещении перед глазами испытуемого диффузного (матового) светового поля, ниже условно будет называться *релаксацией*.

Необходимо подчеркнуть, что как при активации, так и при релаксации амплитуда альфа-ритма не остается постоянной, а непрерывно пульсирует в широком диапазоне значений. Это приводит к характерной веретенообразной форме альфа-ритма, наблюдаемой при визуальном анализе ЭЭГ.

Формирование альфа-ритма затылочных областей мозга определяет, как известно, зрительная афферентация. Так, между состоянием зрительной функции и формированием альфа-ритма имеется определенная зависимость: при врожденной слепоте и остроте зрения менее 0,01 он не формируется, при остроте зрения менее 0,1 он недостаточно выражен, а при остроте зрения 0,3 по своим амплитудным и частотным показателям постепенно приближается к альфа-ритму зрячих.

Амблиопия рассматривается как поражение зрительной системы на корковом, а возможно, и подкорковом уровне, о чем свидетельствует наблюдаемое при ней расстройство форменного зрения при сохранении контрастной чувствительности. Кортикальный характер нарушений при амблиопии подтвержден модельными экспериментами по монокулярной зрительной депривации, в ходе которых были обнаружены морфологические и электрофизиологические изменения в наружном колленчатом теле и зрительной коре.

Наличие кортикальных нарушений при амблиопии подтверждается наблюдаемыми изменениями в ЭЭГ затылочных областей мозга. Так, локальная реакция активации оказывалась различной на световое раздражение или зрительную фиксацию фиксирующего (здорового) и амблиопичного глаза. С другой стороны, эффективное лечение амблиопии всегда сопровождалось усилением реакции активации. В случае сохранения слабой реакции активации острота зрения не превышала 0,1 что привело к выводу о целесообразности сопровождать лечение амблиопии тренингом альфа-ритма на усиление реакции активации [33, 34].

В соответствии с тем, что в альфа-ритме затылочных областей отражается состояние центральных или корковых звеньев управления зрительной функцией, нормализация последней должна сопровождаться усилением выраженности альфа-ритма и специфической для зрительной функции реакции активации. С другой стороны, существуют обоснованные представления о том, что альфа-ритм через систему обратных связей определяет состояние зрительного входа, подготавливая его к приему и обработке информации. Поэтому тренинг альфа-ритма, направленный на расширение его динамического диапазона, должен способствовать нормализации зрительной функции.

Тренинг альфа-ритма есть метод неспецифической функциональной коррекции зрительных функций. Так, обучение навыку управления альфа-ритмом в направлении усиления специфичной для зрительной функции реакции активации приводит к повышению остроты зрения и к умению управлять глазодвигательным аппаратом. Обучение навыку управления

альфа-ритмом в режиме релаксации может использоваться для расслабления при приобретенной близорукости и спазме аккомодации, а также для общего повышения уровня альфа-активности, если этот уровень исходно низок.

В общем случае тренинг альфа-ритма есть способ улучшения центральной регуляции зрительной функции. Механизм содружественного косоглазия и дисбинокулярной амблиопии можно рассматривать как устойчивое патологическое состояние, нестабильное до определенного возраста, развивающееся в качестве защитной реакции на двоение изображения при возникновении косоглазия. Развитие устойчивых патологических состояний возможно и при других патологиях, в частности, при нистагме. Поэтому неспецифический тренинг зрительной функции через воздействие на альфа-ритм может оказаться полезным и в этих случаях. Тренинг альфа-ритма, вероятно, расшатывает устойчивое патологическое состояние и приводит к адаптации организма на новом качественном уровне, существенно более близком к норме, чем к патологии.

Таким образом, поскольку альфа-ритм затылочных областей отражает состояние центральных или корковых звеньев управления зрительной функцией, нормализация последней должна сопровождаться усилением выраженности альфа-ритма и реакции активации. С другой стороны, альфа-тренинг, направленный на расширение его динамического диапазона, опосредованно способствует нормализации зрительной функции.

Показания и противопоказания для прохождения курса коррекции зрительных функций в кабинете БОС

Принципиальные отличия ЭЭГ-БОС, а именно - возможности видеокomпьютерного тренинга альфа-ритма и высокий уровень мотивации к занятию, послужили основанием для внедрения этого метода в практику комплексного лечения широкого круга зрительных расстройств.

В профилактических целях у здоровых лиц метод БОС применяется для:

- снятия зрительного напряжения после интенсивных

зрительных нагрузок;

- профилактики астигматических жалоб;
- сохранения высокого уровня работоспособности глаз;
- поддержания качественного зрительного восприятия объективной реальности;
- профилактики близорукости, в случаях генетической предрасположенности;
- увеличения возрастного порога субъективных проявлений пресбиопии.

Показания:

- амблиопия различного генеза:
 - рефракционная, в т.ч. анизометропическая;
 - дисбинокулярная;
 - обскурационная;
- гиперметропия и гиперметропический астигматизм;
- врожденная миопия;
- прогрессирующая приобретенная миопия слабой и средней степени;
- спазм аккомодации;
- содружественное косоглазие, в т.ч. аккомодационное;
- врожденный нистагм:
 - толчкообразный;
 - маятникообразный;
 - ротаторный;
- частичная атрофия зрительного нерва;
- астигматизм:
 - мышечная;
 - аккомодативная;
- пресбиопия.

Противопоказания:

Абсолютные:

- анофтальм;
- посттравматическая атрофия глазного яблока с грубыми нарушениями прозрачности оптических сред;
- воронкообразная отслойка сетчатки;

- ангиоматоз сетчатки, дырчатая дистрофия, рецидивирующие кровоизлияния в сетчатку;
- грубые нарушения в интеллектуальной сфере (отсутствует мотивация лечения).

Относительные:

- отсутствие предметного зрения вследствие органических изменений оптических сред (роговицы, хрусталика, стекловидного тела) в виде нарушения их прозрачности (бельмо роговицы, катаракта); после устранения выше названных причин отсутствия предметного зрения хирургическим путем возможно лечение методом БОС;
- острые воспалительные заболевания глаз и придатков;
- онкологические заболевания органа зрения;
- наличие клинически явно выраженной неврологической симптоматики;
- возраст до 4,5 лет.

Материально-техническое обеспечение метода

В кабинете БОС коррекции зрения используется программа «Нейрокор 3.1V» и прибор БОС - преобразователь биологических сигналов. В кабинете впервые установлена двухмониторная система: монитор врача и монитор пациента. Первый отображает всю информацию о текущем состоянии пациента, второй - трениговую программу сеанса БОС. Одним из важных достижений программы «Нейрокор 3.1V» является возможность целенаправленной коррекции спектра ЭЭГ с учетом индивидуальных и возрастных особенностей (спектр ЭЭГ у детей существенно отличается от взрослых) [49]. Мультимедийные сюжеты программы «Нейрокор 3.1V» позволяют достичь высокого уровня мотивации (заинтересованности процессом) и результатов тренинга как у детей, так и у взрослых.

В программе «Нейрокор 3.1V» объединены *две модальности БОС, используемые в кабинете БОС коррекции зрения:*

I. ДАС-БОС - для формирования навыка диафрагмально-релаксационного дыхания с целью устранения

кардиореспираторных и вегетативных нарушений, уменьшения тревожности, снятия психоэмоционального напряжения.

II. ЭЭГ-БОС - для произвольного управления функциональными состояниями головного мозга (через управление характеристиками биоэлектрической активности головного мозга) с целью опосредованного воздействия на положительную динамику зрительных функций.

Коррекция психовегетативных нарушений методом ДАС-БОС

У больных с расстройствами зрения, особенно у детей, нередко можно наблюдать снижение адаптивности при перемене окружающей обстановки, явления гипо- либо гиперактивности в поведенческих реакциях и даже выраженные невротические и психовегетативные нарушения. Для таких пациентов рекомендуется проводить обучение диафрагмально-релаксационному типу дыхания, при котором происходит согласованное изменение частоты сердечных сокращений с определенными фазами дыхательного цикла и отмечается нормализация работы вегетативной нервной системы [27, 28].

В структуре программы «Нейрокор 3.1V» предусмотрены стандартные шаблоны по ДАС-БОС тренингу. Построение программы на модульной основе позволяет свободно планировать сеанс и управлять его ходом. Различные уровни сложности настроек сюжетов дают возможность адаптировать их под конкретные требования, начиная от выбора типа обратной связи и заканчивая созданием своего собственного варианта сюжета и индивидуального шаблона для каждого пациента.

Сеансы ДАС-БОС тренинга позволяют:

- овладеть навыком гармонизации фаз дыхания и работы сердца;
- сбалансировать соотношения симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы;

- снизить уровень психоэмоционального напряжения;
- достигнуть общей нервно-мышечной релаксации.

Для достижения положительного результата в комплексном использовании методик достаточно включения в лечебно-коррекционный курс 7-10 занятий по ДАС-БОС тренингу.

Метод ЭЭГ-БОС в коррекции зрительных расстройств с помощью офтальмологического компьютерного комплекса

Применение электроэнцефалографической биологической обратной связи основывается на генезе и функциональном значении разных видов биоэлектрической активности мозга.

Учитывая тот факт, что с целью коррекции зрительных расстройств методом БОС в качестве параметра, регистрируемого у пациента и включаемого в цепь обратной связи, используется кривая биоэлектрической активности головного мозга (электроэнцефалограмма), необходимо остановиться на некоторых понятиях, применяемых для ее оценки.

У большинства (85-95%) здоровых взрослых людей альфа-активность является доминирующей в ЭЭГ. Одним из наиболее адекватных количественных ЭЭГ показателей, используемым для оценки функционального состояния головного мозга является индекс ритма. ***Индекс ритма*** - это отношение времени выраженности ритма к общему времени измерения ЭЭГ, выраженное в процентах. Ритм считается выраженным, если имеется регулярная последовательность из трех (для альфа-ритма) или одного (для тета-ритма) периодов - колебаний одной частоты.

Снижение индекса альфа-ритма свидетельствует о повышении уровня бодрствования и может быть связано с состоянием мобилизации, эмоциональной напряженности, а также повышением уровня зрительной концентрации. Изменение альфа-индекса отражает уровень восходящей активации (от органов чувств к коре головного мозга), необходимый для организации адаптивного поведения, и в то же время степень эмоциональной напряженности, тревоги.

Амплитуда альфа-ритма может в некотором смысле рассматриваться как показатель, аналогичный альфа-индексу:

состояния внимания и напряжения, в частности зрительного, ведут к снижению амплитуды альфа-ритма, как и уровня альфа-индекса. Высокой динамичности возбуждения в общем случае должен соответствовать низкоамплитудный, высокочастотный альфа-ритм с частыми периодами десинхронизации, а высокой динамичности торможения - высокоамплитудный (до 50-100 мкВ), низкочастотный альфа-ритм, регистрируемый непрерывно. В целом, десинхронизация связана с возбуждением активирующих систем мозга и сопровождается повышением объема воспринимаемой и перерабатываемой мозгом зрительной информации.

Амплитуда альфа-ритма, хотя и является относительно постоянным параметром для каждого человека, иногда существенно меняется во времени. Помимо изменений амплитуды, связанных с функциональным состоянием мозга, достаточно регулярно могут наблюдаться спонтанные изменения амплитуды - амплитудные модуляции, характерные для альфа-ритма и имеющие форму веретена из-за последовательного нарастания и снижения амплитуды волн одной частоты.

Биоэлектрическая активность мозга, регистрируемая с помощью ЭЭГ, имеет сложную волновую структуру. Для выявления основных волновых составляющих, о которых говорилось выше, обычно применяются специальные математические методы обработки сложных сигналов (в частности, быстрое преобразование Фурье - БПФ). Результатом такого математического анализа ЭЭГ являются данные о количестве энергии - **интенсивности** (мощности), распределенной в определенных частотных диапазонах спектра ЭЭГ. В нашей методике мы обучаем пациентов увеличивать либо уменьшать количество энергии выбранного диапазона (в нашем случае альфа-диапазона), устанавливая тренировочные пороги относительно кривой интенсивности ритма, отображающей изменения значения интенсивности ритма в реальном масштабе времени с задержкой от 0,5 сек, равной периоду усреднения (время анализа ЭЭГ методом БПФ).

Когда кривая интенсивности (если речь идет о тренинге на увеличение интенсивности альфа-диапазона) находится выше

порога, пациент продолжает просмотр видеосюжета и слышит звучание мелодии. Это означает, что он находится в том состоянии, которого ему следует придерживаться. При снижении значения интенсивности (изменении, «ухудшении» функционального состояния) кривая опускается ниже установленного порога, и изображение на экране монитора начинает угасать, музыка - затихать, а по прошествии установленного в настройках шаблона времени исчезает, если пациент за это время «не успел» вернуться в оптимальное «нужное» функциональное состояние, соответствующее надпороговым значениям интенсивности.

Длительность «веретен» альфа-ритма колеблется от 2 до 8 сек. В нашей методике мы используем понятие *время существования ритма (время отсутствия ритма)* - ВСР (ВОР), в данном случае альфа-ритма. Под ВСР мы понимаем время существования регулярной последовательности волн одной частоты. Определение ВСР альфа начинается после появления трех колебаний с частотными характеристиками альфа-активности. Под ВОР мы понимаем время отсутствия, например, альфа-активности. ВОР отсчитывается с момента исчезновения альфа-активности. Можно считать, что, увеличивая в процессе тренинга значение ВСР, мы увеличиваем длительность существования «веретен» альфа-ритма, являющихся оптимальной формой проявления альфа-активности и, в конечном итоге, способствуем увеличению индекса ритма (альфа-индекса). Уменьшая значение ВОР мы уменьшаем длительность периодов десинхронизации в ЭЭГ, когда альфа-ритм отсутствует, и значит, уменьшаем значение индексов ритмов бета и тета, что также приводит к относительному приросту альфа-индекса. В норме длительность периода десинхронизации не должна превышать 4 с. В нашей методике при работе в режиме «релаксации» мы обучаем пациента увеличивать ВСР и уменьшать ВОР альфа до оптимальных значений. Устанавливая индивидуальные тренировочные пороги по ВСР и по ВОР, мы определяем время, в течение которого пациент должен сохранять состояние, соответствующее существованию регулярной последовательности

альфа-волн и действием сигнала положительной обратной связи (поддержание максимальной яркости изображения на экране монитора и звучание мелодии). Если это время меньше порогового, начинается отсчет ВОР, для которого также устанавливается порог, по достижении которого мелодия начинает затихать (или прерывается).

Суть метода БОС в офтальмологии состоит в обучении пациента умению управлять уровнем альфа-активности затылочных областей мозга в процессе видеокomпьютерного тренинга с одновременной регистрацией и компьютерной обработкой ЭЭГ посредством установления контроля над ним с помощью сигнала внешней обратной связи - появлением (положительный сигнал) и исчезновением (отрицательный сигнал) изображения на экране монитора, т.е. с использованием зрительной обратной связи. Программа «Нейрокор 3.1V» позволяет использовать также звуковую обратную связь.

В ходе лечебного сеанса от затылочных областей мозга отводится биоэлектрическая активность и производится регистрация графического изображения ЭЭГ на экране монитора. Одновременно компьютерная программа математически обрабатывает биоэлектрическую активность и преобразует ее в сигнал обратной связи.

Пациент получает от методиста инструкцию в зависимости от выбранного режима работы (повышение или понижение альфа-ритма). Его просят смотреть на экран монитора таким образом, чтобы последний оставался включенным как можно дольше, и предупреждают, что следует избегать излишних движений и добиваться поставленной цели (поддержание яркости изображения на экране монитора) только с помощью взгляда. Стимулом для пациента служит просмотр видеofilьма, слайдов или «мозаики» с музыкальным сопровождением.

При достижении заданной выраженности частотных показателей альфа-активности яркость экрана монитора поддерживается на оптимальном уровне, в противном случае изображение на экране гаснет, а звуковое сопровождение прерывается до тех пор, пока пациент не восстановит необходимые соотношения между частотными характеристиками

ЭЭГ и заданным порогом биоэлектрической активности головного мозга. При этом изменение яркости экрана монитора и угасание музыкального сопровождения происходит постепенно, не раздражая пациента.

Выбор режима альфа - видеокомпьютерного тренинга

Методика ЭЭГ-БОС тренинга при офтальмологических расстройствах включает в себя работу в двух основных режимах:

- режим «релаксации» (увеличение альфа-ритма);
- режим «активации» (уменьшение альфа-ритма).

Выбор режима ЭЭГ-БОС тренинга зависит от имеющейся у данного пациента офтальмопатологии, исходного состояния зрительных функций, в частности, от остроты зрения каждого глаза с учетом оптической коррекции (если таковая возможна).

Режим «релаксации» (увеличение альфа-ритма) применяется при следующих видах офтальмологических расстройств:

- спазм аккомодации;
- приобретенная миопия слабой и средней степени;
- астигматизм:
 - мышечная;
 - аккомодативная;
- зрительные перегрузки у лиц, не страдающих офтальмологическими расстройствами.

Во время тренинга в режиме «релаксации» пациенту дается задание смотреть на экран монитора с предъявляемыми видеосюжетами расслабленно, не фиксируя взор на какой-либо конкретной точке, смотря как бы сквозь экран.

Режим «активации» (уменьшение альфа-ритма) применяется при следующих видах офтальмологических расстройств:

- амблиопия любой степени различного генеза:
 - рефракционная, в том числе анизометропическая;
 - дисбинокулярная;
 - обскуационная;

- гиперметропия;
- гиперметропический астигматизм;
- аккомодационное косоглазие;
- врожденный нистагм;
- атрофия зрительного нерва;
- пресбиопия.

Во время тренинга в режиме «активации» пациенту дается задание смотреть внимательно, концентрируя и фиксируя взор на какой-либо конкретной точке экрана монитора с предъявляемыми видеосюжетами.

На практике мы достаточно часто используем так называемый «комбинированный» режим альфа-тренинга - сочетание режима «релаксации» и режима «активации». Такой вариант методики используется для чередования одного вида зрительной нагрузки с другим, противоположным, с целью получения возможно максимального расширения динамического диапазона альфа-ритма.

Работа в каждом из режимов может осуществляться в двух вариантах:

- на изменение *интенсивности* в альфа-диапазоне;
- на изменение *времени существования ритма (BCP)* в альфа-диапазоне.

Выбор варианта альфа-тренинга зависит от типа ЭЭГ. Ниже приведена классификация типов ЭЭГ по соотношению индексов ритмов.

I тип - быстроволновой (инд. бета \geq инд. альфа, инд. тета ≈ 0 ; альфа представлен быстроволновым субдиапазоном 11-12 Гц);

II тип - средневолновой (доминирует альфа, альфа представлен одним из трех субдиапазонов);

III тип - медленноволновой (инд. тета \geq инд. альфа, инд. бета ≈ 0 ; альфа представлен медленноволновым субдиапазоном 8-9 Гц).

Тренинг зрительных функций методом БОС, направленный на изменение *интенсивности* в альфа-диапазоне, применяется для типов I и III, а на изменение *времени существования альфа-ритма* только для типа II.

Учитывая тот факт, что коррекция зрительных расстройств методом альфа-видеоконピューтерного тренинга нашла наиболее широкое применение в детской офтальмологической практике (у детей чаще имеет место III тип ЭЭГ), в подавляющем большинстве случаев мы используем тренинг, направленный на изменение интенсивности в альфа-диапазоне [49]. Тем не менее, не исключено применение тренинга, направленного на изменение времени существования ритма в альфа-диапазоне у взрослых лиц и подростков старше 14 лет.

Методика

Для проведения сеанса коррекции зрительных функций методом ЭЭГ-БОС пациент располагается в удобном кресле в умеренно освещенной и изолированной от шума комнате перед экраном монитора на расстоянии 1-3 метра от него в зависимости от остроты зрения. Если острота зрения менее 0,1, то рекомендуется сначала посадить пациента близко к экрану (1-1,5 м). В дальнейшем его следует постепенно отсаживать на более далекое расстояние, так чтобы к концу курса оно составило 2,5-3,5 метра.

Монтаж электродов

В протоколе предлагаемой нами методики для отведения биоэлектрической активности с целью проведения альфа-тренинга используется монополярный монтаж электродов по системе 10x20. Всего устанавливают 3 электрода:

- активный, с металлической, содержащей серебро поверхностью, - на затылочную область головы в проекции срединного расстояния между классическими отведениями O1 и O2 (усредненно - на 1-1,5 см выше затылочного бугра по срединной линии);

- референтный, одноразовый, с клейкой контактной поверхностью - за ухом, в области проекции сосцевидного отростка височной кости;

- заземляющий, в виде металлической клипсы с мягким пружинящим механизмом - на мочку противоположного уха.

Перед установкой электродов кожные покровы в местах их расположения обрабатываются раствором 70° спирта, а на

контактные поверхности электродов наносится электропроводящий гель («Элкогель») в достаточном количестве. Затылочный, активный электрод устанавливается под предварительно надетую на голову фиксирующую повязку.

Затем переходят к **проведению лечебно-коррекционного сеанса** ЭЭГ-БОС тренинга зрительных функций. Программа «Нейрокор 3.1V» предлагает для этого готовые стандартные шаблоны, которые, в случае необходимости, могут быть дополнены и изменены [13-15].

Шаблон - это спланированная структура сеанса. Шаблон состоит из периодов определения исходного состояния биоэлектрической активности головного мозга, периодов работы, периодов отдыха и периодов контрольного измерения фоновых показателей ЭЭГ.

Период определения исходного состояния биоэлектрической активности головного мозга предваряет проведение непосредственно лечебно-коррекционного сеанса и состоит из двух видов минисеансов:

- определение фоновых показателей ЭЭГ пациента с закрытыми глазами;
- определение фоновых показателей ЭЭГ пациента с открытыми глазами.

Если патология бинокулярная, с равной остротой зрения обоих глаз, либо разница в остроте зрения не превышает 0,2, производится определение фоновых показателей с обоими открытыми глазами. В случае наличия анизометропии с разницей в остроте зрения более 0,2 имеет смысл дополнительное определение фоновых показателей ЭЭГ с одним открытым глазом (с наименьшей остротой зрения).

Пациенту предлагают расслабиться, закрыть глаза, после чего начинают регистрацию ЭЭГ в течение 2 мин. Оценивают масштаб амплитуды ЭЭГ на экране монитора, она должна быть в среднем 2,5-3 см. Если амплитуда значительно больше или меньше указанной величины, изменяют масштаб по оси ординат, манипулируя соответствующими кнопками на рабочей панели экрана монитора врача.

Затем просят пациента открыть глаза, и результаты ЭЭГ также записываются в базу данных и выводятся на экран монитора. Таким образом, в начале каждого сеанса альфа-тренинга проводится *проба с открыванием глаз*. Она является простой функциональной пробой, оценивающей степень активации коры головного мозга, проявляющуюся в реакции десинхронизации, описанной выше. В норме происходят значительные изменения индексов альфа- и бета-активности: при открывании глаз индекс альфа-ритма уменьшается, а бета-ритма, напротив, увеличивается.

Коэффициент активации является разностью между показателем индекса альфа-ритма с закрытыми глазами и показателем индекса альфа-ритма с открытыми глазами и может служить для оценки динамики функционального состояния мозга в процессе лечебно-коррекционного курса ЭЭГ-БОС-тренинга.

Период работы - время, предоставленное непосредственно для ЭЭГ-БОС тренинга по заданной методике. Предварительно пациенту дается инструкция, которая зависит от выбранного режима работы. Его просят смотреть на экран монитора таким образом, чтобы последний оставался включенным как можно дольше, и предупреждают, что следует избегать излишних движений и добиваться поставленной цели (включения экрана) только с помощью взгляда. В момент исчезновения предметного изображения и угасания звукового сопровождения во время тренинга в режиме на увеличение альфа-активности (режим «релаксации») пациенту дается задание смотреть на экран монитора с предъявляемыми видеосюжетами расслабленно, не фиксируя взор на какой-либо конкретной точке, смотря как бы сквозь экран, а в режиме на уменьшение альфа-активности (режим «активации») - фиксировать свой взор на какой-либо конкретной точке экрана монитора (чаще всего это центральная зона).

В случае правильного выполнения инструкции экран монитора остается максимальной яркости и продолжается звуковое сопровождение (положительный сигнал обратной связи). В противном случае экран монитора гаснет, звуковое сопровождение прерывается, что является отрицательным

сигналом обратной связи. Фактически в ходе лечения поощряется не поддержание альфа-активности на каком-то определенном уровне, а ее изменение в заданном направлении таким образом, чтобы экран монитора оставался включенным. Высокий уровень мотивации и желание пациента продолжить просмотр видеосюжета стимулируют его изменять уровень альфа-активности в заданном направлении. Пациент стремится найти такое состояние, при котором сигнал положительной обратной связи будет сохраняться как можно дольше. В качестве зрительных стимулов используются стандартные наборы слайдов, «мозаики» (составление из отдельных фрагментов целого изображения сюжета) и видеосюжеты (демонстрация фильма на экране второго монитора).

В ходе сеанса определяется выраженность текущего альфа-ритма и строится кривая показателя альфа-активности, которая используется в ходе лечебной процедуры для генерации сигналов внешней обратной связи. Регулирование яркости экрана осуществляется с помощью сигналов помехи, вырабатываемых в модуле управления монитора пациента под воздействием сигналов внешней обратной связи, поступающих из компьютера через интерфейс. Сигнал помехи генерируется по-разному, в зависимости от того, какой тип тренировочных упражнений выбран (на повышение или понижение альфа-активности) [13-15]. В обоих случаях производится сравнение текущего уровня альфа-активности с так называемым порогом биоэлектрической активности. Под порогом биоэлектрической активности понимается то критическое значение амплитуды кривой, описывающей текущий уровень альфа-активности, при котором начинает вырабатываться сигнал помехи.

Установка порогов для альфа-тренинга на увеличение интенсивности альфа-диапазона и увеличение ВСР альфа-ритма

Порог относительно кривой интенсивности устанавливается во время соответствующего минисеанса так, чтобы альфа-активность я в 70-

75% случаев превышала пороговую (в случае работы в режиме «релаксации»). В случае работы в режиме «активации»

соотношение пороговой кривой и графических показателей ЭЭГ будет прямо противоположным.

Относительно *времени существования ритма* (BCP) порог устанавливается таким образом, чтобы индикаторы BCP (красные вертикальные штрихи) в 70-75% случаев достигали или пересекали *порог времени существования ритма* - ПВСР (красную линию). Относительно *времени отсутствия ритма* (BOP) порог устанавливается так, чтобы индикаторы BOP достигали порога « в 20-25% случаев. Индикаторы BOP - белые наклонные линии, возникающие в тот момент, когда индикатор BCP не достигает порога BCP. Когда индикатор BOP достигает *порога времени отсутствия ритма* - ПВОР, изображение на экране монитора начинает угасать, а мелодия - затухать, и через некоторое время (по истечении времени угасания изображения на экране монитора и затухания музыки, когда они исчезают вовсе), индикатор BOP приобретает вид трапеции, если индикатор BCP достигает порога BCP.

Время угасания экрана монитора и затухания музыки устанавливается предварительно в настройках шаблона сеанса (в представленных шаблонах - 2 сек). Если установить его на «0», музыка будет не затухать, а прерываться, а яркость экрана монитора будет изменяться очень резко. Если дополнительно включить в настройках шаблона *тональный сигнал* и задать *время нарастания тона*, то после окончательного угасания яркости экрана монитора или прерывания музыки начинает нарастать интенсивность тонального сигнала. Если установить *время нарастания тона* на «0», то после окончательного угасания яркости экрана монитора и затухания или прерывания музыки сразу включится тональный сигнал максимальной интенсивности.

В нашей методике мы не применяем эффекты резкого изменения яркости экрана монитора, прерывания мелодии и включения тонального сигнала, однако в некоторых случаях для усиления воздействия отрицательного подкрепления (примерами которого являются эти эффекты) и проверки устойчивости навыка в условиях применения стандартного раздражителя (тональный сигнал) можно использовать эти настройки в конце курса альфа-тренинга.

Период отдыха - время, отведенное для переключения внимания с выполнения условий, заданных в период работы, на просмотр подборки различных слайдов с одновременным прослушиванием музыкальных сюжетов релаксирующего характера либо на прослушивание музыкальных сюжетов с закрытыми глазами. Сигналы обратной связи в этот период не предъявляются.

Период контрольного измерения фоновых показателей ЭЭГ проводится с открытыми глазами (открыты оба глаза или один из них, что зависит от вида офтальмопатологии и состояния глаз в периоды работы).

Состояние глаз во время сеанса альфа-видеокомпьютерного тренинга

В период определения исходного состояния биоэлектрической активности головного мозга:

- закрыты оба глаза - проводится в начале каждого сеанса;
- открыты оба глаза - при бинокулярной патологии, с равной остротой зрения обоих глаз, либо разница в остроте зрения не превышает 0,2, а также при альфа-тренинге в профилактических целях;

- открыт один глаз (с наименьшей остротой зрения) - в случае монокулярной либо бинокулярной патологии, при анизометропии с разницей в остроте зрения более 0,2.

В периоды работы, т.е. непосредственно во время альфа-тренинга, состояние глаз зависит от имеющейся у пациента патологии и остроты зрения каждого глаза. Просмотр видеосюжетов проводится:

- *бинокулярно* - при альфа-тренинге в профилактических целях, астиопии, изометропических аметропиях, двусторонней амблиопии (при разности в остроте зрения обоих глаз не более 0,2), нистагме, астиопии, пресбиопии;

- *монокулярно*, худшим глазом с одновременной окклюзией здорового или лучшего глаза - при монокулярной патологии, анизометропии (разница в остроте зрения обоих глаз превышает 0,2), односторонней амблиопии, косоглазии, частичной атрофии зрительного нерва;

- *попеременная окклюзия* каждого глаза - при бинокулярной патологии, может использоваться в структуре лечебного курса после бинокулярного варианта тренинга (продолжительность минисеанса для каждого глаза корректируется в зависимости от остроты зрения).

В периоды *отдыха*:

- глаза закрыты - без обратной связи во время прослушивания музыкального сюжета релаксационного характера;

- глаза открыты - без обратной связи во время просмотра слайдового ряда.

На заключительном этапе сеанса, в период *контрольного измерения фоновых показателей ЭЭГ* открыты оба или один глаз (аналогично состоянию глаз в период исходного определения фоновых показателей).

Использование оптической коррекции во время сеанса ЭЭГ-БОС тренинга

Сеансы альфа-видеокomпьютерного тренинга проводятся в нескольких вариантах:

без оптической коррекции:

- в профилактических целях;

- при спазме аккомодации и миопии слабой степени в случае остроты зрения не менее 0,6;

- пресбиопии;

- астигматизма;

с оптической коррекцией:

- при миопии слабой и средней степени - с неполной оптической коррекцией, до получения остроты зрения 0,6-0,7;

- при гиперметропии, гиперметропическом астигматизме, амблиопии, атрофии зрительного нерва, нистагме - с полной оптической коррекцией (в большинстве случаев она соответствует оптической силе очков).

В случае профилактики зрительных расстройств, при спазме аккомодации, миопии слабой степени, астигматизме не исключается применение перфорационных очков, которые благотворно влияют на пациента во время просмотра

релаксационных видеосюжетов, предъявляемых для альфа-тренинга в режиме релаксации.

Общие замечания по методике

Курс коррекции зрительных функций методом ЭЭГ-БОС состоит из 10-15-20 сеансов продолжительностью в среднем по 18-20 мин. При включении в структуру сеанса ДАС-БОС тренинга продолжительность может увеличиться до 30-35 мин. Сеансы проводят ежедневно или через день. Весь курс занимает от 3 до 7 недель. Следует подчеркнуть, что график лечения пациентов исключительно индивидуален и зависит от возраста пациента, его темперамента, общего состояния, предшествующего сеансу характера занятий, эмоционального настроя в данный конкретный момент, от исходных зрительных функций и др. Так, первый сеанс считается ознакомительным и обычно проводится не более 12-15 мин. Во время него необходимо наладить контакт с пациентом, поинтересоваться, понял ли он поставленную задачу, не ощущает ли какой-либо дискомфорт. Порог биоэлектрической активности во время первого сеанса преднамеренно устанавливается более легким (т.е. более низким при работе на повышение альфа-ритма и, соответственно, более высоким при работе на понижение альфа-ритма) таким образом, чтобы процент успеха составлял $\approx 80-85\%$. Это делается с целью развития у пациента мотивации к просмотру видеосюжетов и уверенности в его способности усилием своего взора регулировать уровень яркости экрана монитора. По мере овладения пациентом навыка управления уровнем альфа-активности структура сеансов усложняется, а продолжительность ЭЭГ-БОС тренинга может увеличиться до 25-27 мин.

Контроль зрительных функций осуществляется после проведения каждых 5 сеансов и по окончании курса лечения. При необходимости проводят повторные курсы через 3-6 месяцев в зависимости от стойкости лечебного эффекта и индивидуальных особенностей организма пациента.

Оценка динамики объективных показателей

Перед началом лечебно-коррекционного курса офтальмологических расстройств методом ЭЭГ-БОС тренинга, а

также после каждого пятого сеанса пациенту проводятся диагностические манипуляции согласно предоставленным возможностям диагностического модуля программы «Нейрокор 3.1V».

Диагностический модуль предусматривает проведение следующих исследований:

- определение остроты зрения без коррекции и с оптической коррекцией, если таковая возможна;
- проведение визоконтрастометрического исследования [6, 7, 38];
- исследование цветового зрения по таблицам Юстовой.

У пациентов в процессе лечения методом ЭЭГ-БОС видеокomпьютерного тренинга целесообразно проводить анализ эффективности лечения по динамике остроты зрения без коррекции и с коррекцией, силе оптической коррекции, по динамике показателей контрастной чувствительности, цветоразличения, по динамике показателей альфа-активности затылочных отделов головного мозга в зоне проекции зрительных корковых центров.

Представление результатов проведенных сеансов БОС возможно в виде гистограмм, таблиц, графиков реального отображения кривой биоэлектрической активности, пульса, дыхания. Программное обеспечение предоставляет возможность выбора тех параметров, которые необходимы для анализа эффективности лечения каждого конкретного пациента. Сравнительный анализ можно проводить по результатам каждого сеанса в целом, по выбранным минутам, по всем минутам, по минисеансам.

Клиническая эффективность

В результате проведенного лечебно-коррекционного курса зрительных расстройств методом ЭЭГ-БОС, нормализуется взаимодействие корково-подкорковых структур головного мозга, следствием чего является:

- активное включение механизмов саморегуляции всех звеньев зрительного анализатора;

- повышение показателей контрастной чувствительности глаза;
- овладение навыком безусильного стереотипа зрения;
- состояние высокой психической адаптивности и потенциальной устойчивости к возможности возникновения астенопических явлений психострессорного генеза;
- овладение навыком самоконтроля и саморегуляции психоэмоционального состояния;
- возможность применения приобретенных навыков в повседневной жизни.

По мнению большинства авторов, наиболее эффективно лечение амблиопии слабой и средней степеней, миопии слабой степени и спазма аккомодации [16, 17, 19,25, 31, 35].

Положительная динамика той или иной степени выраженности при лечении амблиопии методом ЭЭГ-БОС была зафиксирована в 92% случаев, в 8% случаев - без эффекта. Необходимо специально подчеркнуть, что ***ухудшения состояния не наблюдалось ни в одном случае.*** Оценка проводилась по контролю остроты зрения (визометрия на проекторе знаков ПЗ-МД). Мы расценивали повышение остроты зрения на 0,3 и выше как хороший эффект лечения, на 0,05-0,2 - как незначительный. Результаты повышения остроты зрения зависели и от исходного состояния, в частности, от степени амблиопии. Из 83 пациентов с диагнозом «амблиопия» (в том числе 46 - рефракционная, 15 - анизометропическая, 21 - дисбинокулярная, 1 - обскурационная), прошедших курс лечения методом БОС, у 45 имелась амблиопия слабой степени, у 26 - средней степени, у 12 - высокой степени. У пациентов со слабой степенью амблиопии были получены наиболее оптимистичные результаты: хороший эффект лечения наблюдался в 66% случаев (30 пациентов), незначительный - 34% (15 пациентов). При амблиопии средней степени показатели были 52% (14 пациентов) и 48% (12 пациентов), соответственно. При амблиопии высокой степени незначительный эффект лечения и без эффекта — по 50% случаев (по 6 человек). Согласно обобщенным результатам нашей клинической работы, динамика остроты зрения в результате применения метода ЭЭГ-БОС у пациентов с амблиопией

следующая: повышение остроты зрения на 100% - у 7% пациентов, на 50% - практически у каждого четвертого, на 30% - у каждого второго, без динамики - у каждого восьмого пациента [16, 17].

Помимо динамики объективных показателей происходят выраженные сдвиги в положительную сторону и субъективных показателей. Так, субъективно отмечали повышение остроты зрения 85,6% пациентов, уменьшение астенопических жалоб - 33,9%, улучшение поведенческих реакций наблюдалось у 29,4% пациентов.

При анизометропической амблиопии повышение остроты зрения отмечено в 84% и улучшение зрительной фиксации вплоть до восстановления правильной - в 73% случаев. При дисбинокулярной амблиопии максимальный эффект достигался преимущественно после повторных курсов, причем их количество зависело от характера зрительной фиксации: при правильной фиксации, как правило, было достаточно 1-2 курсов, а при неправильной - от 3 до 6. Исходно неправильная зрительная фиксация в ходе лечения становилась правильной в 61% случаев. Острота зрения со значениями 0,5 и более до лечения была выявлена в 7% случаев, после лечения - в 70% [33, 34].

В группу с рефракционной амблиопией вошли дети с такими видами аномалии рефракции, как гиперметропия, преимущественно высокой степени, и врожденная близорукость разных степеней в сочетании с астигматизмом. Средние прирост остроты каждого глаза составил 0,3. Пациенты с остротой зрения 0,7 на оба глаза после лечения составили 59% по сравнению с 0% до лечения [33, 34].

У пациентов с гиперметропией слабой, средней и высокой степеней и с астигматизмом до 1,5D после 10-15 сеансов альфа-видеокомпьютерного тренинга острота зрения повысилась до 0,8-1,0, что позволило отказаться от оптической коррекции при слабой степени и ослабить ее при средней и высокой степенях гиперметропии. Наблюдение за большими в течение 3-18 месяцев показало стабильность достигнутых результатов у 80% пациентов [34].

Применение метода ЭЭГ-БОС при приобретенной миопии приводит к нормализации электрофизиологических показателей у 95% пациентов, увеличению показателя ДАС - у 87%, индекса альфа-ритма - у 85% пациентов. Острота зрения и запас аккомодации увеличились у 90% детей, а восстановления остроты зрения до 1,0 удалось добиться в 68% случаев [19]. При спазме аккомодации наблюдалось снятие спазма либо снижение его выраженности. Эффективность комплексного лечения с включением метода БОС при этой патологии отмечают от 79% до 100% пациентов [26, 31].

Проведен сравнительный анализ эффективности нескольких способов консервативного лечения спазма аккомодации и миопии у детей [37]. Получены наилучшие непосредственные и отдаленные результаты при комбинированном методе лечения, сочетающем электро- и лазерстимуляцию с компьютерной коррекцией зрения по методу ЭЭГ-БОС. При этом резервы аккомодации увеличились в 69% пролеченных глаз, острота зрения повысилась в 62% пролеченных глаз. Градиент прогрессирования миопии составил 0,21D в год (в контрольной группе -0.58D в год). Через 6 мес. повышенная острота зрения сохранилась в 28% глаз, резервы аккомодации сохранились повышенными в 21% глаз.

В результате применения метода ЭЭГ-БОС при содружественном косоглазии, преимущественно при сходящемся аккомодационном, а также при расходящемся аккомодационном непостоянном и расходящемся вторичном, максимальный эффект (исчезновение косоглазия) наблюдался в 55%, частичный эффект (косоглазие проявлялось эпизодически) - в 39%, отсутствие эффекта - в 6% случаев. Значительно улучшились показатели бинокулярной функции: устойчивое бинокулярное зрение с 6,5% случаев (до лечения) выявлялось в 52% случаев (после лечения). Оптическая коррекция была ослаблена почти у всех пациентов (96%) [34].

У пациентов с нистагмом наилучшие результаты лечения методом БОС наблюдались у больных с толчкообразной и смешанной формами, при этом острота зрения в среднем повысилась на 0,2, что для больных с нистагмом является

значимым. Одновременно у больных наблюдалось уменьшение амплитуды колебательных движений глазных яблок (либо они принимали непостоянный характер) и сопутствующих нистагму признаков (компенсаторное избирательное положение головы и компенсаторные положения головы) [34].

При мышечной и аккомодативной астинопии, сопровождающей аномалии рефракции и косоглазия, до применения метода БОС-тренинга пациентов беспокоили головные боли, утомление при чтении, возникновение диплопии. Головные боли и зрительное утомление исчезали уже после 5-6 сеансов. После 1-2 курсов исчезала диплопия и появлялось чувство комфорта. Полученные результаты носили, как правило, стабильный характер.

Отдельные исследования начаты по выявлению эффективности применения метода ЭЭГ-БОС в комплексном лечении частичной атрофии зрительного нерва и врожденной миопии [23]. При обоих видах офтальмопатологии отмечается положительная динамика показателей остроты зрения от 10 до 30%, уменьшение количества относительных и абсолютных скотом в поле зрения (до 60%).

Имеется опыт применения метода ЭЭГ-БОС тренинга при сложной офтальмопатологии (частичная атрофия зрительного нерва, нистагм, гипоплазия макулы) в условиях интерната для незрячих и слабовидящих детей [10]. В результате дополнения комплексного лечения, включающего медикаментозную терапию, физиолечение, аппаратное лечение (электростимуляцию зрительного нерва и лазерную стимуляцию сетчатки), ЭЭГ-БОС и ДАС-БОС тренингом у таких больных острота зрения повысилась от 0,03-0,05 до 0,1 в 57% случаев, почти у всех пациентов наблюдалось повышение зрительной работоспособности, усидчивости, возможности концентрировать зрительное внимание. Интересен результат лечения ребенка 12 лет с центральной слепотой. В возрасте 1 года 3 мес у него во время сложной торакальной операции наступила клиническая смерть. После успешно проведенных реанимационных мероприятий развились левосторонний гемипарез и центральная слепота. В течение 5 лет (1996-2001 гг.), ребенок регулярно получал

комплексное медикаментозное и аппаратное лечение, в результате чего появилось предметное зрение 0,01-0,02 (коррекции не поддается). После присоединения метода ЭЭГ-БОС и ДАС-БОС тренинга и проведения двух курсов лечения острота зрения повысилась до 0,05, и ребенок стал лучше ориентироваться в пространстве.

На XVI Общероссийском Форуме «Здоровье России и биологическая обратная связь» в марте 2003 года впервые были доложены результаты применения ДАС-БОС и ЭЭГ-БОС тренинга у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой [21]. В исследуемую группу вошли пациенты в возрасте от 40 до 60 лет. Все они были инвалидами I группы по зрению, перенесли антиглаукоматозные операции, прежде получали курсы функциональной и медикаментозной терапии 1 раз в 6-8 мес, после которых значительных изменений не наблюдалось. Исследования, проведенные по окончании курса лечения методом БОС, показали, что острота зрения у всех пациентов повысилась от 0,02 до 0,2, поля зрения суммарно расширились на 15-20°. Изменений в электрофизиологических показателях не обнаружено. При исследовании гемодинамики выявлена тенденция к увеличению скорости кровотока и снижению венозного застоя. Все пациенты отмечали улучшение общего состояния, стабилизацию артериального давления, нормализацию сна. Они стали свободнее передвигаться в незнакомой обстановке, зачастую могли обойтись без посторонней помощи.

При лечении детей со зрительными расстройствами в ряде случаев улучшаются поведенческие реакции пациентов, возбудимые дети становятся спокойнее, у них повышается концентрация внимания, исчезают двигательные неврозы, у детей с неврологической симптоматикой улучшается характер ЭЭГ.

Следует отметить, что тренировки методом БОС помогают адаптации пациентов даже в тех случаях, когда повышения остроты зрения вдаль не происходит. Например, при слабовидении дети начинают лучше ориентироваться в пространстве, смотреть телевизионные передачи, рисовать, читать и т. д.

Приемы БОС могут быть использованы для повышения зрительной работоспособности и у здоровых людей, профессиональная деятельность которых связана с чрезмерной зрительной нагрузкой, а также при развитии пресбиопии.

Таким образом, на основании полученных данных можно сделать вывод о том, что проведение лечебно-коррекционных курсов зрительных расстройств методом ЭЭГ-БОС, в процессе которых пациент овладевает навыком управления уровнем биоэлектрической активности головного мозга в альфа-диапазоне, приводит к возможности получения следующих клинических эффектов:

- повышение остроты зрения без оптической коррекции;
- повышение остроты зрения с оптической коррекцией;
- уменьшение оптической силы корригирующих линз;
- стабилизация зрительных функций;
- снижение темпов прогрессировать патологического процесса, в частности, уменьшение скорости регресса остроты зрения;
- купирование спазма аккомодации или значительное уменьшение его выраженности;
- нормализация тонуса глазодвигательной мускулатуры;
- повышение показателей контрастной чувствительности глаза;
- улучшение зрительной фиксации;
- купирование астенопических явлений.

Преимущества метода биологической обратной связи и возможности аппаратуры кабинета БОС коррекции зрения:

- индивидуальность подхода к лечению с учетом частотных характеристик альфа-активности пациента;
- возможность управления интенсивностью и временем существования альфа-ритма с учетом особенностей длительности альфа-веретен;
- обеспечение высокого уровня мотивации и повышения эффективности БОС-сеансов за счет

многообразия форм обратной связи (видеосюжеты, слайды «мозаика», мелодия, звуковые тональные сигналы);

- возможность обучения навыку восстановления функциональных нарушений вегетативной нервной системы;
- наличие двухмониторной системы (монитор врача и монитор пациента);
- надежная монополярная регистрация ЭЭГ в зоне проекции корковых зрительных центров с выделением отдельных ритмов и выбором частотной полосы этих ритмов (особенно важно для работы с детьми);
- простота и надежность крепления датчиков;
- возможность проведения сеанса по готовым шаблонам в зависимости от вида офтальмопатологии;
- возможность создания индивидуальных шаблонов;
- мгновенная обработка и предоставление в наглядном виде результатов проведенного сеанса;
- четкий контроль динамики параметров ЭЭГ на протяжении всего курса лечения;
- включение в программное обеспечение диагностического блока;
- возможность сочетания с другими функциональными и медикаментозными методами лечения;
- укорочение сроков лечения по сравнению с использованием только традиционных общепринятых методов лечения;
- возможность использования метода при наличии неправильной зрительной фиксации;
- активное осознанное участие пациента в процессе лечебного сеанса, с непосредственным задействованием корковых зрительных центров;
- неинвазивность метода и отсутствие побочного влияния на организм пациента;
- наличие положительной эмоциональной окраски, что особенно важно при лечении зрительных расстройств у детей.

Заключение

Как показали результаты проведенных исследований, метод биологической обратной связи хорошо сочетается и дополняет другие функциональные и медикаментозные методы лечения и профилактики офтальмологических расстройств, заметно повышая их суммарный эффект и не давая при этом отрицательных результатов.

Литература

1. Аветисов Э.С. Близорукость. - М.: Медицина, 1986. - 239 с.
2. Бетелева Т.Г. Структурно-функциональная организация развивающегося мозга. - М.: Наука, 1990. - 65 с.
3. Бондарко В.М., Данилова М.В., Красильников Н.Н. и др. Пространственное зрение. // РАН. Институт физиологии им. акад. И.П.Павлова. - СПб.: Наука, 1999. - С. 68.
4. Бунин А.Я., Яковлев А.А. Патология латерального коленчатого тела и зрительные функции // Веста, офтальмол. - 2003. - № 1. - С. 48-49.
5. Бызов А.Л. Нейрофизиология сетчатки // Физиология зрения / Под ред. АЛ.Бызова. - М.: Наука, 1992. - С. 115-162.
6. Волков В.В., Горбань А.Н., Джалиашвили О.А. Клиническая визо- и рефрактометрия. - Л.: Медицина, 1976. - С. 5-65, 161-202.
7. Волков В.В., Колесникова Л.Н., Шелепин Ю.Е. Методика клинической визоконтрастометрии // Вестн. офтальмол. - 1983. - № 3. - С.59-61.
8. Волков В.В., Лебехов П.П. Тесты и упражнения для проверки и тренировки зрения. - Л.: Гиппократ, 1993. - 6 с.
9. Габибов И.М. Функциональная организация и роль зрительной и глазодвигательной систем в диагностике различных форм нарушений зрительных функций человека. // Биол. обратная связь. - 2000. - № 1. - С. 18-25.
10. Гинзбург В.С. Метод биологической обратной связи в медицинской реабилитации детей-инвалидов по зрению // Мат. XVI Общероссийского форума «Здоровье России и биологическая обратная связь». - СПб, 2003. - С. 43-44.
11. Глезер В.Д. Зрение и мышление. - Л. Наука, 1985. - 284 с.
12. Демирчоглян Г.Г. Как сохранить и улучшить зрение. - Д.: Сталкер, 1997.-316 с.
13. Дронова Т.Н. Описание готовых шаблонов ЭЭГ-БОС тренинга для практического применения в коррекции зрительных расстройств. Часть 1. Увеличение интенсивности в альфа-диапазоне. Увеличение времени существования ритма альфа-диапазона: Учебно-методическое пособие. - СПб.: НОУ «Институт биологической обратной связи», 2003. -18 с.

14. Дронова Т.Н. Описание готовых шаблонов ЭЭГ-БОС тренинга для практического применения в коррекции зрительных расстройств. Часть 2. Уменьшение интенсивности в альфа-диапазоне: Учебно-методическое пособие. - СПб.: НОУ «Институт биологической обратной связи» - СПб., 2003. - 34 с.

15. Дронова Т.Н. Описание готовых шаблонов ЭЭГ-БОС тренинга для практического применения в коррекции зрительных расстройств. Часть 3. Уменьшение времени существования ритма в альфа-диапазоне: Учебно-методическое пособие. - СПб.: НОУ «Институт биологической обратной связи», 2003. - 34 с.

16. Дронова Т.Н., Сметанкин А. А. Метод биологической обратной связи по электроэнцефалограмме в лечении зрительных расстройств у детей с сочетанной патологией речевого аппарата // Мат. XVI Общероссийского форума «Здоровье России и биологическая обратная связь». - СПб, 2003. - С. 49-52.

17. Дронова Т.Н., Сметанкин А.А., Тильгор А.В., Габибов И.М. Метод биологической обратной связи в структуре современных подходов к решению проблем диагностики и лечения различных форм нарушения зрения // Биол. обратная связь. -2000. -№ 1. - С. 12-17.

18. Ивановский Ю.В., Сметанкин А.А. Принципы использования метода биологической обратной связи в системе медицинской реабилитации // Биол. обратная связь. - 2000. - № 3. - С. 2-9.

19. Козодаев В.О., Трегубова В.Н., Мещанинова О.Н. Метод биологической обратной связи в лечении миопии у детей // Мат. XVI Общероссийского форума «Здоровье России и биологическая обратная связь».-СПб, 2003. - С. 91.

20. Кривошеев А.А. Топографическое картирование зрительных вызванных потенциалов в диагностике заболеваний зрительной системы // Вести, офтальмол. - 2001. - № 3. - С. 50-54.

21. Лохман Е.Ф. Метод биологической обратной связи в лечении больных первичной открытоугольной глаукомой // Мат. XVI Общероссийского форума «Здоровье России и биологическая обратная связь». - СПб., 2003. - С. 119.

22. Меркулов И.И. Введение в клиническую офтальмологию. - Харьков: Харьковский гос. ун-т, 1964. - С. 14-83.

23. Муравьев В.Ю., Панкрахин СВ. О новых возможностях улучшения зрительных функций при частичной атрофии зрительного нерва и врожденной близорукости у детей методом БОС-коррекции зрения // Мат. XVI Общероссийского форума «Здоровье России и биологическая обратная связь». - СПб, 2003. - С. 143-145.

24. Розенблюм Ю.З. Оптометрия. - СПб: Гиппократ, 1996. - 247 с.

25. Рощупкина Г.В. Метод биологической обратной связи в офтальмологии. // Мат. XVI Общероссийского форума «Здоровье России и биологическая обратная связь». - СПб, 2003. - С. 181-182.

26. Сергеева У.А. Метод биологической обратной связи в работе офтальмологической службы в Республике Саха (Якутия) // Мат. XVI Общероссийского форума «Здоровье России и биологическая обратная связь». - СПб, 2003. - С. 194-196.

27. Сметанкин А.А. Здоровье без лекарств: Биологическая обратная связь. - СПб.: Российская Ассоциация биологической обратной связи, 2001. - 68 с.

28. Сметанкин А.А. Метод биологической обратной связи по дыхательной аритмии сердца - путь к нормализации центральной регуляции дыхательной и сердечно-сосудистой систем (метод Сметанкина) // Биол. обратная связь. - 1999. - № 1. - С. 18-29.

29. Сметанкин А.А., Габибов И.М. Перспективы использования метода биологической обратной связи по электроэнцефалограмме в клинической практике // Биол. обратная связь. - 2000. - № 1. - С. 3-4.

30. Современная офтальмология: руководство для врачей / Под ред. В.Ф. Даниличева. - СПб.: Питер, 2000. - 672 с.

31. Соколова Е.В. Применение метода БОС при нарушении функции зрения // Мат. XVI Общероссийского форума «Здоровье России и биологическая обратная связь». - СПб, 2003. - С. 198-200.

32. Сомов Е.Е. Введение в клиническую офтальмологию. - СПб.: Санкт-Петербургский пед. ин-т им. А.И.Герцена, 1993. - С. 133-176.

33. Туманян С.А., Богданов О.В., Михайленок И.Л. и др. Использование приемов функционального биоуправления в комплексном лечении амблиопии // Вестн. офтальмол. - 1993. - № 4. - С. 11-13.

34. Туманян С.А., Кечек А.Г. Коррекция зрительных функций с использованием приемов функционального биоуправления. - СПб.: Комитет по здравоохранению Мэрии Санкт-Петербурга, Городской поликлинический центр детской офтальмологии, 1996. - 24 с.

35. Хохлов С.А. Метод биологической обратной связи в комплексном лечении детей школьного возраста с хроническими заболеваниями глаз в условиях Крайнего Севера // Мат. XVI Общероссийского форума «Здоровье России и биологическая обратная связь». - СПб, 2003. - С. 214-215.

36. Хьюбел Д. Глаз, мозг, зрение: Пер. с англ. - М.: Мир, 1990. - 297 с.

37. Ченцова О.Б., Шаталов О.А. Сравнительный анализ эффективности нескольких способов консервативного лечения спазма аккомодации и миопии у детей // Вестн. офтальмол. - 2002. - № 6. - С. 10-11.

38. Шамшинова А.М., Волков В.В. Функциональные методы исследования в офтальмологии. - М.: Медицина, 1999. - 416 с.

39. Шамшинова А.М. и др. Возможности компьютерной обработки результатов исследования зрительной системы // Вестн. офтальмол. - 1992. - № 2. - С. 29-35.

40. Шварц М.С. Современные проблемы биоуправления. // Биоуправление-3: Теория и практика. - Новосибирск, 1998. - С. 15-24.

41. Шевелев И.А. Зрительная кора // Физиология зрения / Под ред АЛБЫзова. -М.: Наука, 1992. -С. 243-315.

42. Шелепин Ю.Е., Волков В.В., Колесникова Л.Н. др. Измерение функциональных возможностей зрительной системы человека // Вестн. АН СССР. - 1987. - № 9. - С. 63-72.

43. Шелепин Ю.Е., Глезер В.Д., Бондаренко В.М. и др. Пространственное зрение // Физиология зрения / Под ред. А.Л.Бызова. -М.: Наука, 1992. - С. 528-586.

44. Штарк М.Б. Заметки о биоуправлении (сегодня и немного завтра) // Биоуправление-3: Теория и практика. - Новосибирск, 1998. - С. 5-13.

45. Bass S., Sherman J., Bodis-Wollner J. et al. Visual evoked potentials in macular diseases // *Inv. Ophthalmol. Vis. Sci.* - 1985. - Vol. 26, № 8.-P. 1071.

46. Birch D. G. Clinical electrophysiology // *Ophthalmol. Clin. North. Amer.* - 1989. - Vol. 2. - P. 469-497.

47. Buisseret P., Gary-Bobo E. Development of visual cortical orientation specificity after dark-rearing: Role of extraocular proprioception // *Neurosci. Lett.* - 1979. - Vol. 13, № 3. - P. 259-263.

48. Celesia G.G., DeMarco P.J. Jr. // *J. Clin. Neurophysiol.* - 1994. -Vol. 11, №5.-P. 482-492.

49. Dobson V., Teller D. Visual acuity in human infants: a rewire and comparison of behavioral and electrophysiological studies // *Vis. Res.* - 1978. -Vol. 18.-P. 1469-1475.

50. Gampbell F.W., Gubish R.W. Optical quality of the human eye // *J. Physiol.* - 1986. -Vol. 186, №3. - P. 259-263.

51. Knierim J.J., Van-Essen D.C. // *Curr. Opin. Neurobiol.* - 1992. -Vol. 2, №2.-P. 150-155.

52. Van Essen D.C. // *Trans. Am. Ophthalmol. Soc.* - 1995. - Vol. 93. -P. 123-133.

53. Van Essen D.C, Anderson C.H., Felleman D.J. // *Science.* - 1992. - Vol. 255, № 5043. - P. 419-423.

54. Van Essen D. C, Fellman D. J., DeVoe E.A. // *From Pigments to Perception Advances in Understanding Visual Processes* / Eds. A.Valberg, B.B.Lee. - New York, 1991. - P. 227-237.