

НОУ «Институт биологической обратной связи»

# **Общие вопросы применения метода БОС**

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2008

УДК 615.851.11

Утверждено научно-методическим советом  
Негосударственного образовательного учреждения  
«Институт биологической обратной связи»

*Авторы:*

**Сметанкин А. А.**, кандидат биологических наук,  
ректор НОУ «Институт БОС»

**Ивановский Ю. В.**, кандидат медицинских наук

**Вартанова Т. С.**, специалист по внешнеэкономиче-  
ским связям ЗАО «Биосвязь»

**Быков А. Т.**, доктор медицинских наук, заведующий  
кафедрой курортологии и физиотерапии Кубан-  
ской государственной медицинской академии

**Поддубная Р. Ю.**, кандидат медицинских наук

**Питерская Я. А.**, врач-психотерапевт ГУ «Централь-  
ный клинический санаторий им. Дзержинского»

**Черноусова Л. Д.**, кандидат медицинских наук,  
начальник I медицинского отделения ГУ «Централь-  
ный клинический санаторий им. Дзержинского»

*Рецензент:*

**Яковлев Н. М.**, доктор медицинских наук, ведущий  
научный сотрудник ГУ НИИ экспериментальной  
медицины РАМН

В пособии описана история возникновения и развития биологической обратной связи (БОС) за рубежом и в России; описано применение метода по различным параметрам управления (ЭМГ-БОС, ЭЭГ-БОС, ЧСС-БОС, КГР-БОС, ТЕМП-БОС и др.).

Также в пособии приведены теоретические основы метода БОС как способа медицинской реабилитации; подробно обсуждены показания и противопоказания к применению в лечебной практике.

Кроме того, освещены принципы применения метода БОС в комплексной коррекции психофизиологической дезадаптации в условиях санатория.

Отдельно рассматриваются теоретические основы и практические рекомендации по применению метода БОС по дыхательной аритмии сердца в лечении ряда заболеваний дыхательной и сердечно-сосудистой систем.

*Пособие предназначено для врачей, медицинских психологов, логопедов, педагогов, социальных работников, а также слушателей факультетов переподготовки и повышения квалификации*

Сборник статей «Общие вопросы применения метода БОС»  
СПб.: ЗАО «Биосвязь», 2008

Т. С. Вартанова, А. А. Сметанкин

## **Очерк истории развития биологической обратной связи как метода медицинской реабилитации**

Биологическая обратная связь (БОС) — это метод медицинской реабилитации, при котором человеку с помощью электронных приборов мгновенно и непрерывно предоставляется информация о физиологических показателях деятельности его внутренних органов посредством световых или звуковых сигналов обратной связи. Опираясь на эту информацию, человек может научиться произвольно изменять эти в обычных условиях неощущаемые параметры.

Первым практиком в использовании электромиографической БОС (ЭМГ БОС) все исследователи единодушно признают Эдмунда Джекобсона, одного из основателей современной теории управления стрессом, который в 1920-е годы разработал методику прогрессивной релаксации [29]. Он был ограничен в своих действиях несовершенной аппаратурой, но, тем не менее, с помощью чрескожных электродов измерял мышечное напряжение и применял эти измерения для ускорения выработки навыка соматической релаксации. Еще при его жизни методика получила широкое применение, а в современных условиях — с использованием уже новейшей электронной аппаратуры.

Скептики могут возразить, что для управления скелетными мышцами не требуется специальной аппаратуры. Если человек намерен поднять руку, наклониться или сжать кулак, он делает это произвольно. Однако, если необходимо напрячь или расслабить (последнее гораздо труднее), например, трапецевидную

мышцу (обычное упражнение при тренировке стрелков из пистолета) или попеременно напрягать и расслаблять мышцы тазового дна, не включая при этом мышцы брюшного пресса (упражнение при лечении недержания мочи или кала), почти всегда возникают непреодолимые трудности. Еще труднее представить себе произвольное регулирование внутренних (висцеральных) реакций организма, осуществляемых без помощи напряжения скелетных мышц, например, управление величиной артериального давления.



И. М. Сеченов

С древних времен произвольные реакции скелетных мышц считались стоящими выше, а эмоции и произвольные реакции желез и внутренних органов — стоящими ниже на ступенях иерархической лестницы жизнедеятельности человеческого организма. Это несправедливое разделение на два класса появляется уже в философии Платона — с его высшей разумной душой, находящейся в голове, и низшими душами, расположенными в теле [26]. Гораздо позже, в конце XVIII века, французский нейроанатом К. Биша [24] высказал мнение, что существует различие между «цереброспинальной нервной системой большого мозга и спинного мозга» (называемыми в настоящее время центральной нервной системой — ЦНС), управляющей скелетными реакциями, с одной стороны, и двойной цепью ганглиев (которые он называл «малыми мозгами»), проходящей вниз по обеим сторонам спинного мозга и управляющей эмоциями и висцеральными реакциями, с другой. Свое пренебрежительное отношение к ганглиозной нервной системе он выразил, назвав ее вегетативной, т. е. растительной (*vegetative* — растительный). Он также считал ее полностью независимой от цереброспинальной системы, что так и осталось в современном названии вегетативной нервной системы, нередко обозначаемой как «автономная».

Значительно позже, в 1932 году, Уолтер Кэннон, американский физиолог, который изучал функционирование внутренней саморегуляции человека и ввел термин «гомеостаз», пришел к выводу, что различные нервные волокна симпатической части автономной нервной системы возбуждаются одновременно и неспособны к тонким дифференцированным индивидуальным реакциям, возможным для цереброспинальной

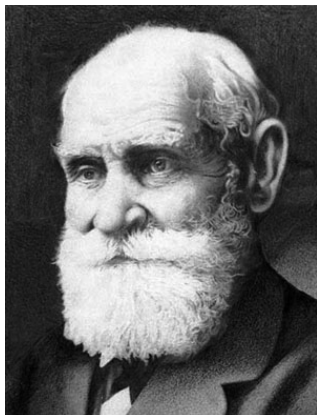
системы [25]. Этот вывод до недавнего времени считался классическим и приводился во всех учебниках по физиологии.

В то же время многие (хотя и не все) психиатры различали истерические, депрессивные, маниакальные и подобные реакции и симптомы, управляемые цереброспинальной нервной системой, и психосоматические нарушения, управляемые автономной нервной системой. Первые — субъекты контроля высшего типа, вторые — только прямые физиологические следствия человеческих эмоций различного типа и интенсивности, опосредованные с помощью вегетативной нервной системы.

Подобно этому, в классической физиологии различались низшая форма обучения, называемая классическим обуславливанием (классические условные рефлексы) и считающаяся произвольной, и высшая форма, называемая по-разному: обучение методом проб и ошибок, оперантное обуславливание, обуславливание II типа или инструментальное обучение, и считающаяся ответственной за сознательное поведение. Примером классического обуславливания является выделение желудочного сока при виде еды у «Павловских» собачек, примером инструментального обучения — раздражение электрическим током «центра удовольствия» у крысы с вживленными в соответствующие структуры мозга электродами.

При классическом обуславливании подкреплением является безусловный стимул, вызывающий специфическую реакцию, которой надо обучить. Соответственно, возможности этого метода крайне ограничены.

При инструментальном обучении подкрепление, которое называют вознаграждением, имеет свойство усиливать любую непосредственно предшествующую ему реакцию. Поэтому возможностей для подкрепления гораздо больше: данная награда может



И. П. Павлов



К. М. Быков

подкреплять любую из ряда различных реакций, а данная реакция может подкрепляться любой из данного ряда наград.

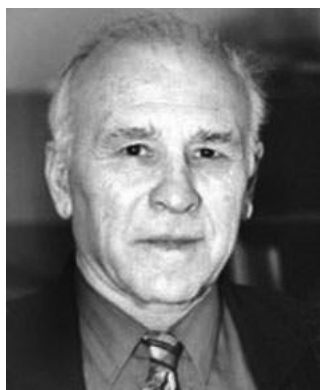
И наконец, все упомянутые выше различия объединились в традиционном мнении, что высший тип инструментального обучения, включенный



П. А. Анохин

в высшее сознательное поведение, возможен только для скелетных реакций, управляемых цереброспинальной нервной системой. А низшее классическое обуславливание — единственный тип обучения, возможный для низших непроизвольных висцеральных и эмоциональных акций, управляемых автономной нервной системой. В классическом учебнике по физиологии Дж. Кимбла, вышедшем в 1961 г. [31], прямо сказано, что «для автономно управляемого поведения все данные недвусмысленно приводят к заключению, что такие реакции могут быть изменены только классическим обуславливанием, а не инструментальным обучением».

С точки зрения обывателя, эти рассуждения легко подтверждаются повседневной человеческой практикой. Большинство людей весьма смутно



Н. Е. Миллер

ощущает висцеральные реакции, протекающие в организме. Если же человек пытается произвольно управлять своими физиологическими параметрами (например, повышать или понижать артериальное давление), это, как правило, оказывается невозможным.

Однако, несмотря на общепринятые взгляды, в 50-х годах XX века возникла идея о возможности обучения управлению внутренними процессами. Появлению этой идеи способствовало новое осмысление результатов классических исследований великих русских физиологов, прежде всего, И. М. Сеченова [15, 16] и И. П. Павлова [14] в области условно-рефлекторной деятельности, представления К. М. Быкова о кортико-висцеральных связях [5, 6], нейроанатомические данные, полученные в лаборатории В. Н. Черниговского [20], доказавшие наличие

представительства вегетативной нервной системы в отдельных локальных зонах коры больших полушарий. Теоретические обоснования метода БОС опираются, кроме того, на основные положения теории функциональных систем П. К. Анохина [1, 2] и теории устойчивых патологических состояний, разработанной Н. П. Бехтеревой и ее сотрудниками [3, 4]. Большую роль в разработке проблемы биологической обратной связи сыграли также работы ряда американских ученых, которые пытались модифицировать реакции внутренних органов, опосредуемые через вегетативную нервную систему, с помощью методик инструментального обучения, то есть выработки оперантных рефлексов [23, 27, 32]. Н. Е. Миллер, физиолог из США, еще в 1941 году предположил, что существует не два, а только один тип обучения, проявляющийся по-разному в различных обстоятельствах. В 1957 году он начал исследовательские работы по доказательству того, что с помощью инструментального обучения можно научить любым висцеральным реакциям, которые приобретаются за счет классического обуславливания. Сначала работы проводились на парализованных животных (крысах) с живленными электродами и катетерами, у которых велось управление работой слюнных желез, параметрами сердечно-сосудистой системы (частотой сердечных сокращений, артериальным давлением), желудка, почек. В 1961 году результаты работы были доложены научной общественности на Симпозиуме по мотивациям в Небраске и III Всемирном конгрессе по психиатрии в Монреале.



В. Н. Черниговский

В эти же годы в США активно проводились исследовательские работы на добровольцах, доказывающие, что изменения таких висцеральных реакций, как частота сердечных сокращений (ЧСС), кожно-гальваническая реакция (КГР) и сосудистые реакции, могут быть вызваны с помощью инструментальных методик обучения.

В 1969 году в американском журнале «Science» была опубликована большая статья Н. Миллера [33], которую многие специалисты в области БОС считают приоритетной. Н. Миллер рассказал в ней не только о своих опытах на крысах, но и привел результаты проведенного им исследования на парализованных больных (что исключало воздействие на управляемый параметр состояния скелетной мускулатуры), которых он обучал регулировать артериальное давление (АД). Особенно драматичным был

рассказ [13] о молодом человеке, у которого в результате травмы были парализованы нижние конечности, но который горел желанием научиться ходить на костылях. К сожалению, он страдал постуральной гипотонией: когда его поднимали в вертикальное положение, у него так резко падало давление, что он от слабости не мог сохранять вертикальное положение тела. Тогда Н. Миллер попытался научить его повышать свое АД с помощью «инструментального обучения». На руку больному надевали манжету, контролирующую минимальное АД (диастолическое). При отклонении давления в нужном направлении (в данном случае — при превышении), раздавался звуковой сигнал, свидетельствующий об успешном выполнении задания. По мере нарастания успеха задание усложнялось. Так этот больной научился повышать свое кровяное давление на 30 мм рт. ст. Он пользовался этим навыком, когда его ставили в вертикальное положение, и в дальнейшем обучился ходьбе на костылях.

По Н. Миллеру, при инструментальном обучении происходит непрерывное измерение физиологического параметра, изменения значения которого подаются пациенту в виде понятного для последнего сигнала. При этом у пациента должна быть выраженная мотивация на успешное выполнение задания, данного инструктором. Таким образом, практически осуществляется методика биологической обратной связи. «По существу, Н. Миллер как основоположник висцерального обучения прямо указывал на развитие идей оперантного обучения и претворения основ-



И. Р. Тарханов

ных положений кортико-висцеральной теории в формирование направления БОС, его внедрение в клинику» [21]. Справедливости ради необходимо отметить, что первые опыты по произвольному регулированию висцеральных реакций проводились в России. Так, профессор Военно-медицинской академии И. Р. Тарханов еще в 1885 году [35] предлагал испытуемому повышать ЧСС, одновременно звуковым сигналом ему подавалась информация о каждом ударе пульса (к сожалению, при этом не было устранено влияние скелетных мышц). Более того, И. Р. Тарханов заме-

тил, что лучше всего регулируют свои висцеральные реакции те испытуемые, которые могли произвольно сокращать группы мышц, обычно не управляемые (например, могут шевелить ушами). Поэтому нельзя



сказать, что это был чистый эксперимент по переводу произвольных реакций в произвольные.

И все-таки первая публикация, которую можно по праву отнести к БОС, появилась в 1955 году также в России [12]. М. И. Лисина, аспирантка Института психологии АПН РСФСР, провела экспериментальные исследования, убедительно доказавшие возможность превращения произвольных реакций в произвольные. Идея исследования и конкретной методики принадлежала ее руководителю психофизиологу А. В. Запорожцу. В 1955 году М. И. Лисина защитила кандидатскую диссертацию, а затем эта работа вошла в монографию А. В. Запорожца [10]. В этих исследованиях испытуемого обучали управлять своими



Дж. Басмаджан

взаимомоторными реакциями, то есть произвольно сужать или расширять кровеносные сосуды. Информация об объеме сосудов подавалась испытуемому в виде звукового сигнала. При расширении сосудов высота звука понижалась, а при сужении повышалась. При отключении звукового сигнала все, кто прошел тренировку по управлению вазомоторными реакциями, оказались способными практически сразу сужать или расширять сосуды в ответ на словесную инструкцию экспериментатора.

Что касается самого термина «биологическая обратная связь», то приоритет в этом вопросе принадлежит психофизиологам США. Впервые в широкой литературе он появился в 1963 году в работе Дж. Басмаджана [22], посвященной обучению управлению электрической активностью, снимаемой с отдельного мышечного волокна. С помощью игольчатого электрода снималась электрическая активность мышечного волокна, затем она усиливалась и подавалась на осциллограф. Кривая на экране осциллографа являлась сигналом визуальной обратной связи (visual feedback). Преобразованный сигнал электрической активности подавался на громкоговоритель, громкость звука которого менялась с изменением электрической активности. Этот звук являлся сигналом звуковой обратной связи (aural feedback). Испытуемые обучались напрягать и расслаблять отдельное мышечное волокно в нужном ритме.

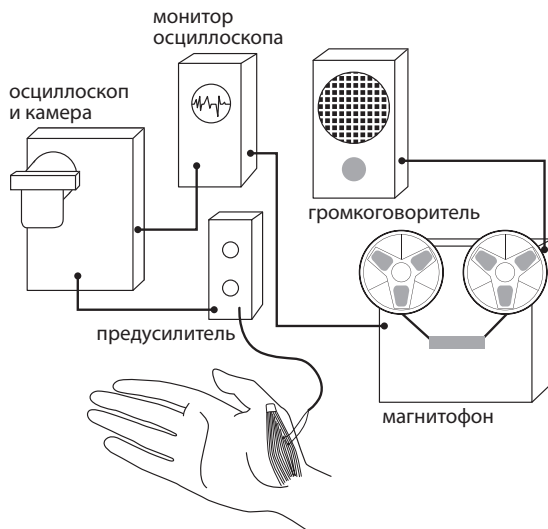


Схема установки для проведения сеансов тренировки отдельных мышечных волокон по Дж. Басмаджану [22].

Необходимо отметить, что после этой работы Дж. Басмаджана исследователи все чаще стали применять вместо терминов «оперантное обусловливание» или «инструментальное обучение» термин «биологическая обратная связь».

В 1969 году в США в городе Санта-Моника (Калифорния) группа энтузиастов-исследователей, большинство из которых не знали друг друга лично, но в своих работах придерживались одной и той же тематики, основала Исследовательское общество биологической обратной связи (The Biofeedback Research Society), целью которого являлось объединение профессионалов, работающих в области БОС. Один из основателей общества Дж. Басмаджан и предложил его название.

После 1969 года уже очень редко можно встретить работы, посвященные исследованию БОС, где вместо БОС употреблялись бы термины оперантного или инструментального обучения, причем это обстоятельство нельзя объяснить только удобством нового термина. Дело в том, что невозможно полностью отождествить БОС и оперантное обучение. Обратная связь, подаваемая при оперантном обучении, имеет форму неотвратимого награждения или наказания, которые предназначены для создания мотивации на формирование желаемого поведения. При осуществлении БОС информация подается пациенту обычно в форме звуков

или изображения. Ясно, что у человека при этом включаются и другие формы мотивации. Эти формы имеют элемент социального подкрепления, не обнаруживаемого при обусловливании у животных. Например, человек может захотеть сделать приятное экспериментатору, проводящему БОС тренировку. Следовательно, ожидание человеком символической социальной награды является важной переменной в БОС тренировке, которая отсутствует при исследованиях на животных. (Необходимо, кстати, отметить, что сама проблема как таковая, можно ли автономную нервную систему обучать с помощью инструментального, оперантного обусловливания или ее реакции можно формировать лишь с помощью классических условных рефлексов, мало волновала большую часть практикующих психологов).

В том же 1969 году появилась публикация Дж. Камия [30], в которой говорилось об оперантном управлении альфа-ритмами головного мозга и влиянии этого процесса на сознание. Эта статья вышла в сборнике «Измененные состояния сознания» (*Altered States of Consciousness*, Tart, 1969) и как нельзя лучше вписалась в тогдашнюю моду на восточные религии и разнообразные связанные с этим направления, такие как гипноз, йога, медитация, релаксация, аутогенная тренировка.

С этого момента публикации об исследованиях и практическом применении методики БОС стали нарастать, как снежный ком. Сначала лечебный эффект наблюдали случайно. Известные исследователи БОС Элмер Грин и его жена Алиса Грин [28] в середине 60-х годов решили воспроизвести вышеописанную методику Дж. Басмаджана с тем, чтобы научить пациентов с тревожностью изменять кровотока в кончиках пальцев, для чего одновременно измеряли температуру кожи пальцев рук с помощью термисторов. В ходе проведения эксперимента одному больному с мигренью стало лучше. Вскоре выяснилось, что изменение кровотока в кончиках пальцев носит генерализованный характер и отражает общее состояние циркуляции крови в организме, а так как приступ мигрени связывают с изменением уровня кровотока в мозговых сосудах, то произвольное повышение температуры кончиков пальцев стали рассматривать как новый метод лечения мигрени. В дальнейшем появились публикации как против этого метода, так и в его защиту, но стало ясно одно — сознательный контроль кровотока возможен и воздействует на сосудистые головные боли.

В то же время исследователи влияния БОС на артериальное давление распространили свои исследования в практическую область — для лечения пациентов с высоким АД (гипертензией). Пациенты обучались снижению АД довольно легко, но испытывали трудности с поддержанием

низкого артериального давления в повседневной жизни. Появились работы, посвященные применению БОС методики для лечения эпилепсии (по сенсомоторному ритму ЭЭГ), тревожных состояний (по альфа-ритму ЭЭГ), сердечных аритмий (по ЧСС), головных болей напряжения, астмы, паркинсонизма (по ЭМГ), детской гиперактивности (по ЭЭГ) и т. д.

И все же исследование и применение ЭЭГ БОС в эти годы занимало глав-



Н. Н. Василевский

лет почти все они разорились, и «альфа-сумасшествие» кончилось, но это было потом, а пока...

Учитывая возросший интерес клиницистов к проблеме БОС, учредители общества в 1976 году решили переименовать его в Американское общество биологической обратной связи (The Biofeedback Society of America) и разрешить становиться действительными членами не только исследователям, как было вначале, но и клиницистам. С 1976 года начал выходить ежеквартальный журнал Общества, который освещал теоретические и практические аспекты применения БОС («Biofeedback and Self-Regulation»). В связи с тем, что в 1986 году Общество было переименовано в Американскую ассоциацию прикладной психофизиологии и биологической обратной связи (the American Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback), журнал с 1992 года приобрел новое название «Applied Psychophysiology and Biofeedback».

В Европе БОС развивалась примерно по тому же сценарию, что и в США, но не нашла такого широкого применения, как за океаном. Ассоциации БОС существуют во Франции — с середины 70-х годов (со своим журналом), в Италии — с начала 80-х годов. В 90-х годах образовались общества БОС в Германии и Австрии. В 1996 году была организована

венствующее положение по причине, обозначенной выше. Особенный интерес представлял альфа-ритм. Различные исследователи обнаружили тесную связь между индексом альфа-ритма (процентное содержание альфа-волн в общей структуре ЭЭГ за определенный период времени) и эмоциональным состоянием субъекта. Так, было показано, что восточные йоги имеют высокий индекс альфа-волн. Кажущаяся легкость достижения высоких результатов лечения привела к тому, что к 1971 году 99 небольших фирм выпускали приборы для БОС по альфа-ритму. Через несколько

Европейская Ассоциация БОС, причем вдохновителем и организатором этой Ассоциации явилась канадская фирма «Thought Technology» — один из крупнейших в западном мире производителей аппаратуры БОС. Ежегодные встречи этой ассоциации превращаются в обучающие семинары для распространителей аппаратуры этой фирмы.

В России начало активного изучения и применения методики БОС можно отнести к началу 1970-х годов. К этому же времени относится и интенсивное появление в отечественной печати результатов исследований, в основном, представленных учеными Института экспериментальной медицины АМН СССР (Санкт-Петербург) — Н. Н. Василевским и сотрудниками его отдела [7 - 9, 11], Н. В. Черниговской и ее учениками [18, 19]. Немного позже появились работы по биологической обратной связи сотрудников Института физиологии АН СССР (Санкт-Петербург). Начиная с 1980-х годов в активное исследование и применение БОС включились ученые Сибирского Отделения РАМН (Институт медицинской и биологической кибернетики), которые с 1988 года выпускают сборники научных трудов под общим названием «Биоуправление. Теория и практика». С начала 1990-х годов исследования в области БОС начались и в Институте мозга АН СССР (Санкт-Петербург). Многие русские исследователи предпочитают методику БОС называть «адаптивным биоуправлением». Возможно, этот термин лучше отражает суть методики, «так как в процессе обучения на основе механизмов саморегуляции вырабатываются новые адаптивные функциональные состояния нервной системы» [19]. Но и в нашей стране термин «биологическая обратная связь» завоевал в последние годы устойчивое положение, особенно после образования в 1996 году Российской Ассоциации Биологической Обратной Связи, главным организатором которой стала Санкт-Петербургская фирма ЗАО «Биосвязь». С деятельностью Российской Ассоциации БОС вообще и ЗАО «Биосвязь» в частности связан современный, качественно новый уровень развития технологии БОС и практического применения метода БОС в здравоохранении, социальной защите и образовании.

Таким образом, к настоящему времени биологическая обратная связь как способ лечения имеет уже солидный стаж.

Самым распространенным видом БОС и за рубежом, и в нашей стране является ЭМГ БОС. В этом случае сигналом обратной связи, подаваемым пациенту, является электромиографический сигнал, пропорциональный мышечной активности. Этот режим широко применяется в клинике, прежде всего как один из методов коррекции двигательных нарушений различного генеза. Можно привести много примеров применения ЭМГ БОС при лечении параличей, парезов, для уменьшения

спастической и гиперкинетической активности, уменьшения патологических синкинезий, коррекции походки. Известно применение ЭМГ БОС при лечении больных с орально-глоточной дисфагией — нарушением глотательных движений. С помощью сигналов обратной связи у этих больных удастся создать образ орально-глоточного движения и перевести ранее (до болезни) автоматически выполняемую двигательную активность в сознательные, контролируемые волевым усилием движения.

Очень актуальным направлением применения ЭМГ БОС является лечение недержания мочи и кала, ведь только в США этим заболеваниями подвержены свыше 15 млн. человек.

Этот вид БОС успешно применяют и при лечении хронических головных болей, вызванных повышением тонуса мышц головы. БОС-тренинг, направленный на снижение патологически повышенной ЭМГ этих мышц, дает выраженный клинический эффект. Применяют электромиографическую БОС и при лечении некоторых типов фантомных болей, в частности болей судорожного типа, поскольку известно, что такие боли возникают на фоне резкого подъема электрической активности мышц.

Другим направлением является применение ЭМГ БОС в качестве одного из методов релаксационной терапии. Обеспечивая глубокую мышечную релаксацию, можно снизить активность симпатoadреналовой системы, снять симптомы стресса. При этом открывается дорога к лечению целого ряда стресс-зависимых расстройств. Например, в ряде случаев ЭМГ БОС используется при лечении гипертонической болезни, неврозов.

ЭМГ БОС нередко помогает не только при лечении ряда заболеваний, но и для профилактики развития патологических изменений. Так, за рубежом метод БОС широко применяется для создания оптимальных условий труда у рабочих ряда специальностей, например, операторов персональных компьютеров, у которых при длительной работе за компьютером может развиваться хроническая боль в шее и верхних конечностях, известная как синдром OVERUSE. 60 млн. американцев используют персональные компьютеры, причем 15-20% из них находятся в группе риска в отношении этого синдрома. В этих случаях БОС помогает:

- отыскать эргономически выгодную позу при работе;
- научиться задействовать только те мышцы, которые нужны для выполнения конкретного рабочего движения и только во время рабочей фазы, а в остальные фазы эффективно расслаблять их.

Вторым по распространенности на американском континенте видом БОС долгое время оставалась БОС по температуре (ТЕМП БОС) кончиков пальцев рук, иногда ног. Поскольку температура кожи соответствует

интенсивности периферического кровотока, то этот вид БОС нашел широкое применение при лечении многих сосудистых заболеваний. Одним из таких заболеваний является болезнь Рейно, проявляющаяся хроническими спазмами периферических кровеносных сосудов, что приводит к нарушению микроциркуляции конечностей.

Значительную эффективность метод ТЕМП БОС показал при лечении мигрени. Мигрень представляет собой комплексное вазомоторное нарушение в виде припадка спазмов (сужений) и последующих расширений в системе сосудов головного мозга, что приводит к упорным болям. При этом БОС направлена на повышение температуры пальцев и снижение температуры лба. Эффект терапии объясняется нормализацией мозгового кровообращения у таких больных. Этот вид БОС с успехом применяется при лечении нейроциркуляторной дистонии, а также дисменореи.

Температурная БОС применяется и для купирования фантомных болей колюще-жгущего типа. Эти боли связаны с уменьшением кровотока в оставшейся части конечности. Целью БОС-терапии при этом является формирование у пациента навыка привычно и бессознательно поддерживать температуру культи на уровне температуры здоровой конечности.

Следующим, весьма распространенным видом БОС, является БОС по кожно-гальванической реакции (КГР БОС). Измеряемым параметром при этом является сопротивление кожи электрическому току. Физиологически КГР отражает активность потовых желез и, следовательно, активность симпатического отдела вегетативной нервной системы. В свою очередь, симпатическая активация отражает уровень эмоционального возбуждения. Поэтому КГР БОС используется при лечении неврозов. Этот вид БОС-терапии применяется также у больных с артериальной гипертензией, для лечения фобийных состояний, нарушений речи, обусловленных эмоциональным дисбалансом, психозависимых форм бронхиальной астмы.

КГР БОС весьма широко используется для достижения высокой функциональной способности, оптимизации какой-либо физической или умственной деятельности. Этот вид БОС применяется и при лечении гипергидроза — усиленного, чрезмерного потоотделения, чаще всего в области подмышек и ладоней, поскольку это состояние также связано с повышенным симпатическим тонусом. При локализованных формах болезни лечение с помощью КГР БОС весьма успешно.

Весьма распространенной в США, Канаде, Японии является БОС по сердечному ритму (ЧСС БОС), которая применяется для блокирования

«пароксизмов сердцебиения, снятия состояния тревоги, сильного страха. Известно применение ЧСС БОС для снижения уровня тревожности при кардионеврозах, а также при лечении тревожности, связанной с публичными выступлениями. В последние годы большое внимание уделяется БОС по дыхательной аритмии сердца, которую применяют, как в России, так и за рубежом, для лечения бронхиальной астмы, снятия тревожности, купирования панических состояний.

Уже давно и традиционно ЭЭГ БОС применяется для профилактики эпилептических припадков и лечения эпилепсии. Хорошо известно, что в ЭЭГ существуют сенсомоторные ритмы (частотой около 15 Гц), интенсификация которых позволяет предотвращать эпилептические припадки. Этот факт широко используется практиками ЭЭГ БОС. При лечении эпилепсии применяются и другие методики ЭЭГ БОС, в частности, предусматривающие контроль медленных корковых потенциалов, что также позволяет уменьшить частоту судорожных припадков и снизить их интенсивность.

В последнее время ЭЭГ БОС начинает широко применяться при лечении старческого слабоумия. Известно, что по мере естественно-го старения у людей отмечается постепенное снижение интенсивности мозгового кровообращения и связанное с этим смещение спектра ЭЭГ в низкочастотную область. Для коррекции спектра ЭЭГ может успешно применяться метод БОС.

Важное социальное и медицинское значение имеет применение ЭЭГ БОС для лечения пациентов с различными аддиктивными расстройствами [17]. Например, у алкоголиков наблюдается угнетение альфа-ритма ЭЭГ, а также дефицит тета-ритма. Методика альфа-тета тренировки, предложенная американским физиологом Ю. Пенистоном [34], позволяет усилить присутствие этих составляющих и тем самым ослабить пагубное влечение, купировать проявления алкогольного абстинентного синдрома. Исследования показали, что альфа-тета тренинг приводит к снижению самооценочной депрессии, происходят изменения в нейрохимии мозга, снижается уровень (3-эндорфина - нейропептида, являющегося показателем стресса и возбудителем приема этанола [34].

Поскольку психофизиологические механизмы, лежащие в основе различных аддиктивных расстройств, имеют единую природу, альфа-тета тренинг с успехом применяется и для лечения других зависимых состояний, например, наркомании, а также патологического переедания [17]. Последнее весьма актуально для США, где около 33% мужчин и 36% женщин имеют избыточный вес.



В настоящее время в США имеется целый ряд центров ЭЭГ-БОС, где терапия аддиктивного поведения осуществляется на основе альфа-тета тренинга. В штате Канзас даже было принято решение внедрить системы ЭЭГ БОС во всех тюрьмах этого штата для лечения заключенных.

В целом можно уверенно сказать, что в настоящее время во многих странах БОС стала полноправным, динамично развивающимся направлением современной медицины:

- во многих медицинских университетах читаются курсы и проводится практическая подготовка специалистов по БОС;
- внимание многих ученых направлено к теме БОС. Ежегодно защищаются докторские диссертации по этой теме (в некоторые годы до 60 диссертаций);
- страховые компании многих стран оплачивают процедуры, связанные с БОС;
- часто ученые, практики и даже производители аппаратуры БОС получают государственную поддержку в виде грантов, фондов, льгот.

Методы БОС привлекают врачей-практиков, в первую очередь, тем, что при относительно малых затратах достигается хороший лечебный эффект, а, кроме того, эти неинвазивные и немедикаментозные методы практически не имеют нежелательных побочных последствий.

## Литература

1. Анохин П. К. Очерки по физиологии функциональных систем. — М.: Медицина, 1975. — 447 с.
2. Анохин П. К. Узловые вопросы теории функциональной системы. — М.: Наука, 1980. — 196 с.
3. Бехтерева Н. П. Здоровый и больной мозг человека. — Л.: Наука, 1988. — 262 с.
4. Бехтерева Н. П., Камбарова Д. К., Поздеев В. К. Устойчивое патологическое состояние при болезнях мозга. — Л.: Медицина, 1978. — 240 с.
5. Быков К. М. Кора головного мозга и внутренние органы. — М.-Л.: Медгиз, 1947.
6. Быков К. М., Курцин И. Т. Кортико-висцеральная патология. — Л.: Медгиз, 1960. — 575 с.
7. Василевский Н. Н. Экологическая физиология мозга. — Л.: Медицина, 1979.-199 с.
8. Василевский Н. Н., Богданов О. В., Сметанкин А. А., Яковлев Н. М. Автономные биотехнические средства непрерывного контроля и коррекции функциональных систем организма // Физиология человека. — 1982.-№8.-С. 111-131.

9. Василевский Н. Н., Яковлев Н. М., Цукерман А. С. Системы с биорегулируемыми обратными связями в клинике. Адаптивная тренировка, компенсация и коррекция патологически измененных функций // Адаптивная саморегуляция функций / Под ред. Василевского Н. Н. — М., 1977, с. 274-306.
10. Запорожец А. В. Развитие произвольных движений. — М.: Изд-во АПН РСФСР, 1960. — 431 с.
11. Ланге К. А. Проблемы физиологии человека в Институте экспериментальной медицины (1890-1990 гг.) // Физиология человека. — 1990,-№6.-с. 5-13.
12. Лисина М. И. О некоторых условиях превращения реакций из непроизвольных в произвольные / Автореф. дисс.канд. пед. наук. — М., 1955.
13. Миллер Н. Е. Двигательное обучение, висцеральное обучение и гомеостаз // Системная организация физиологических функций. — М., 1969. с. 363-372.
14. Павлов И. П. Двадцатилетний опыт объективного изучения нервной деятельности (поведения животных. — М.: Наука, 1973. — 659 с.
15. Сеченов И. М. Рефлексы головного мозга. — М.: Изд-во АН СССР, 1961. — 100 с.
16. Сеченов И. М. Лекции по физиологии. — М.: Медицина, 1974. — 232 с.
17. Скок А. Б. Использование биологической обратной связи для целенаправленного изменения поведения пациентов с аддитивными расстройствами: Автореф. дисс. канд. мед. наук / Новосибирский мед. ин-т, Ин-т мед. и биол. кибернетики СО РАМН. — Новосибирск, 1999. — 17 с.
18. Черниговская Н. В. Адаптивное биоуправление в неврологии. — Л.: Наука, 1978. — 134 с.
19. Черниговская Н. В., Мовсисянц С. А., Тимофеева А. Н. Клиническое значение адаптивного биоуправления. —Л.: Медицина, 1982. — 128 с.
20. Черниговский В. Н. Интерорецепторы —М.: Медгиз, 1960.
21. Яковлев Н. М. Биологическая обратная связь при лечении стресса и психосоматической патологии // Биологическая обратная связь: Висцеральное обучение в клинике. Вып. 2, Ч. 1. С.-Пб, 1993, с. 3-49.
22. Basmajian J. V. Control and training of individual motor units // Science. — 1963.-V. 141. — p. 440-441.
23. Basmajian J. V. Conscious control of nerve cells // New Scientist. — 1966. — V. 369. — p. 61-664.
24. Bichat X. Recherches physiologiques sur la vie et le mort. — Paris, Brosson, on, 1800.
25. Cannon W. B. The wisdom of the body. —New York, 1932.
26. The dialogues of Plato // B. Jowett, transl. — London. Univ.: Oxford Press, ed. 2, 1875.
27. Engel B. T., Melman K. T. Operant conditioning of heart rate in patients with cardiac arrhythmias // Conditional Reflex. — 1968. — V. 3. — p. 130.

28. Green E. E., Walters E. D. Green A. M., Murphy G. Feedback technique for deep relaxation // Psychophysiology. — 1969. — V. 6. — p. 371-377.
29. Jacobson E. Progressive relaxation: A physiological and clinical investigation of muscular states and their significance in physiology and medical practice. —Chicago: Univ. Chic. Press, 1929.
30. Kamiya I. Operant control of EEG alpha rhythm and some of its reported effects on consciousness / New York: Wiley, 1969. — p. 519-529.
31. Kimble G. A. Hilgard and Marquis conditioning and learning — New York: W. W. Norton, 1961.
32. Kimmel H. D. Instrumental conditioning of autonomically mediated behavior // Psychologies Bulletin. — 1967. V. 67. — p. 337-345.
33. Miller N. E. Learning of visceral and glandular responses // Science. — 1969. — V. 163. — p. 434-445.
34. Peniston E. G., Kulkosky P. J. a-o brainwave training and P-endorphin levelsm in alcoholics. // Alcoholism: Clin. Exp. Res. — 1989. — V. 13. — p. 271-279.
35. Tarchanoff I. R. Uber die will Kuliche Acceleration der Herzschage beim Mensehen // Pflug. Arch. Fur Psysiol. — 1885. — B. 35. — s. 109-135.

Ю. В. Ивановский, А. А. Сметанкин

## **Принципы использования метода биологической обратной связи в системе медицинской реабилитации**

Как известно, успехи современной клинической медицины опираются на прочный фундамент достижений физико-математических и естественных наук. Полноценная диагностика заболеваний и их качественное лечение в настоящее время немыслимы без учета новых данных о функционировании живого организма и использования новейших технологических разработок, применяемых в медицинской аппаратуре.

Вместе с тем, традиционные терапевтические и хирургические методы лечения заболеваний далеко не всегда удовлетворяют как практических врачей, так и самих больных. Это обстоятельство обусловлено двумя группами объективных причин.

Первая группа связана с исходно существующими ограничениями, которые присущи каждому методу лечения. Например, в случае онкологических заболеваний операция является вынужденной мерой, направленной на стабилизацию клинического состояния больного, но не ликвидирует саму причину возникновения и развития злокачественной опухоли. Поэтому и после успешно выполненной операции опухоль может развиваться снова, так как причина ее появления не определена и не ликвидирована. Вероятнее всего, успешная терапия онкологических заболеваний в будущем будет базироваться на достижениях иммунологии, которая позволит восстановить иммунологический надзор за размножением клеток организма (по подсчетам, ежесекундно обновляется, то есть делится,

около 10 млн. клеток различных тканей и органов человека). Другой пример: современная хирургия способна восстанавливать за счет пересадки почти все органы человека, однако без решения проблем, связанных с иммунным отторжением трансплантатов, широкое распространение трансплантационных методов лечения не имеет далеко идущих перспектив.

Вторая группа причин неудовлетворенности традиционными способами лечения связана с их двойственной направленностью: вылечивая одну болезнь, можно нередко создать другую. Так, любая хирургическая операция, помимо нарушения анатомической целостности организма, может привести к развитию послеоперационных заболеваний (именно заболеваний, а не осложнений), например, спаечной болезни или болезни оперированного желудка. Аналогично хирургическому лечению, прием лекарственных препаратов также может привести к различным осложнениям — от возникновения патологических симптомов лекарственной терапии и феномена «отмены» до подавления эмоциональной и волевой сферы пациента. Например, прием ацетилсалициловой кислоты не только решает поставленную терапевтическую задачу (устранение гипертермии), но и создает новые проблемы (повышенное отделение желудочного сока под действием ацетилсалициловой кислоты может вызвать образование множественных язв на слизистой оболочке желудка, а снижение свертываемости крови — привести к массивным кровотечениям).

Вероятно, в силу указанных причин с середины 1970-х годов 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 (БОС), 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.

Теоретическое обоснование метода БОС опирается на представления об условно-рефлекторной деятельности, разработанные великими русскими физиологами И. М. Сеченовым [13, 14] и И. П. Павловым [10] и их идейными последователями — К. М. Быковым (теория кортико-висцеральных связей) [5], П. К. Анохиным (теория функциональных систем) [1, 2], Н. П. Бехтеревой (теория устойчивых патологических состояний) [3, 4]. Пионерами в разработке методов БОС в нашей стране стали

ученые Института экспериментальной медицины Российской Академии Медицинских Наук (Санкт-Петербург), в котором около 40 лет осуществляются систематические исследования в указанном направлении.

Применению метода БОС в клинической практике посвящены многочисленные работы школы Н. Н. Василевского – Н. В. Черниговской, О. В. Богданова, Н. М. Яковлева, Д. Ю. Пинчука и других [6, 7, 11, 16, 17, 20–22]. Эти исследования продолжаются и в настоящее время, причем не только в рамках Санкт-Петербургской физиологической школы, но и в Москве под руководством члена-корреспондента РАМН А. М. Вейна [12], Новосибирске под руководством академика РАМН М. Б. Штарка [15, 19] и ряде других научных центров.

Метод БОС давно и широко применяется и за рубежом [18, 23]. Необходимо отметить, что, в отличие от отечественных авторов, ориентированных, в основном, на медицинские проблемы, за рубежом в последние годы метод БОС используется больше в плоскости прикладной психофизиологии и осуществляется на практике психологами, что несколько отдаляет его от решения специфических лечебных задач.

Самым крупным разработчиком и производителем аппаратуры БОС является научно-производственная фирма ЗАО «Биосвязь», основателем и бессменным руководителем которой является Александр Афанасьевич Сметанкин. За годы существования в фирме разработаны кабинеты БОС, которые предназначены для лечения заболеваний кардио-респираторной системы, опорно-двигательного аппарата, психофизиологической подготовки беременных к родам, коррекции зрения, коррекции речи и психоэмоционального состояния человека и т. д.

Метод БОС (называемый также методом адаптивного или функционального биоуправления, биореабилитацией, висцеральным обучением, методом оперантного обуславливания и др.) – это современный метод реабилитации, направленный на активизацию внутренних резервов организма с целью восстановления или совершенствования физиологических навыков. Метод БОС представляет собой комплекс процедур, при проведении которых человеку посредством специальных технических устройств (цепи внешней обратной связи) передается информация о состоянии той или иной функции его собственного организма. На основе полученной информации пациент под руководством инструктора с помощью специальных приемов и аппаратуры развивает навыки самоконтроля и саморегуляции, т.е. способность произвольно изменять физиологическую функцию для коррекции патологических расстройств.

Принцип обратной связи опирается на фундаментальный закон кибернетики, согласно которому эффективное функционирование любой

управляемой системы зависит от возврата информации о результатах работы этой системы управляющему органу. Можно обратиться к простому примеру из области техники, иллюстрирующему это положение. Так, для успешной посадки космического корабля на другую планету Центр управления полетом (ЦУП) должен непрерывно получать информацию о скорости ракеты, ее положении в пространстве, расстоянии от корабля до поверхности планеты и, основываясь на полученных данных, корректировать движение спускаемого аппарата; без этой информации произвести посадку корабля будет невозможно. Нарушение какого-либо звена этой системы (отсутствие информации, невозможность ее обработки, отправки или выполнения управляющего сигнала) приводит к разрушению контура обратной связи и отменяет саму возможность выполнения поставленной задачи.

Любая живая система также подчиняется фундаментальным законам природы. Как считают М. Т. Орне и D. A. Paskewitz [24], результат обучения человека каким-нибудь навыкам непосредственно зависит от того, насколько человек знает, как хорошо он выполняет предписанные тренировочные действия. Действительно, с точки зрения кибернетики, человеческий организм в целом можно сравнить с открытой информационной системой, которая включает в себя следующие элементы:

1. Источник информации.
2. Регистратор (передатчик) информации.
3. Канал передачи (проводник) информации.
4. Приемник информации.
5. Потребитель информации.
6. Источник помех.

*Источниками информации* являются раздражители внешней или внутренней среды, в качестве *регистратора информации* выступает зрительный, слуховой, тактильный или какой-либо другой рецептор. *Канал передачи* – нервное волокно, *приемник информации* – нейрон, обрабатывающий и передающий информацию другим нейронам. *Потребитель информации* – структуры (группы функционально связанных нейронов) нервной системы (головного и спинного мозга), оценивающие поступающую информацию и обеспечивающие осуществление соответствующего действия, результаты которого описанным путем вновь возвращаются к управляющему органу. Круг обратной связи, таким образом, замыкается. В случае, когда речь идет об обратной связи на уровне целостного живого организма, принято говорить о **биологической обратной связи**.

В описываемой системе существует даже свой *источник помех*, в роли которого могут выступать травмы и заболевания нервной системы человека.

На принципах обратной связи построены все гомеостатические механизмы, обеспечивающие постоянство внутренней среды организма: глубина и частота дыхания зависят от содержания углекислого газа и кислорода в крови, сердечный выброс тесно связан с интенсивностью физической нагрузки, поступление гормона инсулина контролируется уровнем глюкозы в крови и т. д.

В реальной жизни человек постоянно сталкивается с регулирующим механизмом обратной связи, как правило, не задумываясь об этом. Например, поддержание вертикального положения тела является с физической точки зрения весьма сложной задачей, учитывая большую массу тела, относительно малую площадь опоры и высокое расположение центра тяжести. В таких условиях даже реактивная сила, возникающая при сокращении сердца, способна нарушить неустойчивое динамическое равновесие, не говоря уже о возмущениях, возникающих при перемещении тела в пространстве. Однако информация, постоянно поступающая от рецепторов давления (кожа подошв), проприорецепторов, расположенных в мышцах, сухожилиях, суставах, костях, от вестибулярного аппарата — анализатора вектора и градиента гравитации, от органа зрения, оперативно сравнивающего изменения окружающей среды по отношению к туловищу, перерабатывается в центральной нервной системе (ЦНС), которая в реальном масштабе времени путем управления соответствующими мышцами обеспечивает сохранение вертикального положения тела. Таким образом, в данном примере происходит наглядное осуществление **принципа биологической обратной связи**, однако, как и в случае поддержания гомеостаза, здесь приходится говорить о существовании **цепи внутренней обратной связи**, т.е. биоуправление осуществляется без участия сознания человека, каких-либо мотивационных или волевых предпосылок, поэтому правильнее было бы говорить о бессознательном биоуправлении. Иными словами, приведенный пример иллюстрирует сам принцип биологической обратной связи, но не его клиническое применение.

В противоположность этому, **метод БОС, как способ медицинской реабилитации предусматривает, обязательное использование цепи внешней обратной связи**, сознательно задействующей принцип БОС с применением, как уже говорилось, специальных технических устройств. Именно в таком контексте мы и будем рассматривать принципы использования метода БОС в медицинской реабилитации.



При обсуждении проблемы биологической обратной связи общепризнано, что без специального технического обеспечения ни врач, ни пациент не имеют возможности получить данные о работе корректируемой висцеральной системы и, тем более, управлять ее деятельностью.

Таким образом, существуют определенные *предпосылки* для реализации метода БОС в медицинской реабилитации:

1. Получение информации о работе каких-либо физиологических систем или внутренних органов, причем при обычных условиях эта информация недоступна для человека.

2. Обучение пациента произвольному управлению работой этих физиологических систем или внутренних органов.

3. Использование для решения указанных задач специальных технических устройств, предназначенных для представления пациенту (и/или инструктору БОС) информации в доступной для человека форме.



На схеме коррекции функций организма методом БОС показаны необходимые этапы (они же — составляющие), обеспечивающие замыкание

контура биологической обратной связи при проведении лечебного процесса. Таких составляющих три: сам пациент, прибор биологической обратной связи и инструктор БОС, управляющий тренировочным сеансом. Прямоугольник, ограниченный сплошной жирной линией, условно обозначает те элементы биологической обратной связи, которые относятся к человеческому организму. Элементы, расположенные за пределами этого пространства, являются внешними составляющими метода БОС, или цепью внешней обратной связи.

Рассмотрим основные понятия метода БОС.

**Физиологическая функция.** Обязательным требованием, предъявляемым к физиологической функции, которую планируется сделать объектом применения метода БОС, является возможность ее объективной регистрации и количественной оценки. В принципе, этим условиям удовлетворяют многие физиологические параметры. В литературе описано применение БОС на основе систолического и диастолического артериального давления (АД), содержания углекислоты и кислорода в выдыхаемом воздухе, показателей функции внешнего дыхания и т. д. Однако в практических условиях чаще всего используются такие физиологические параметры, как частота сердечных сокращений (ЧСС), частота дыхательных циклов (ЧД), величина дыхательной аритмии сердца (ДАС), показатели электроэнцефалограммы (ЭЭГ) и электромиограммы (ЭМГ), периферическая температура, кожно-гальваническая реакция.

Необходимо иметь в виду, что обязательным *условием* применения метода БОС является хотя бы минимальная сохранность корректируемой физиологической функции. В том случае, если функция отсутствует полностью (например, исчезновение двигательной функции вследствие травматического перерыва нервного ствола), применение БОС неэффективно, т.к. контур обратной связи замкнуться не может.

**Регистратор параметров физиологических функций.** Для успеха БОС-терапии необходимо обеспечить получение адекватной информации о работе органов и систем организма. Роль первичного регистратора, в принципе, может выполнять любой прибор, который фиксирует полученные результаты, например, электрокардиограф или электроэнцефалограф. Эти приборы позволяют получить записи объективных показателей работы тех или иных органов и систем перед началом и после окончания лечения, а также сравнивать эти показатели для определения эффективности тренировок. Однако данные, представленные в таком виде, не удовлетворяют принципу БОС, поскольку они, во-первых, непонятны для пациента, а нередко — и для инструктора БОС, и требуют специальной расшифровки (например, ЭЭГ), а, во-вторых, не позволяют

использовать на практике схему биоуправления из-за разрыва во времени между проведением тренировки и обсуждением ее результатов, т. е. получением информации и возможностью ее применения для тренировки. Другими словами, регистрация информации и ее предъявление пациенту должны происходить одновременно, или, по крайней мере, с минимальной задержкой (необходимой для технической обработки сигнала), не влияющей на осуществление принципа БОС.

Необходимость получения адекватной информации предопределяет повышенные требования к конструкционным особенностям и материалам применяемых датчиков:

1. Электроды датчиков должны обеспечивать надежный электрический контакт с поверхностью кожи человека или получение достоверной информации иным способом (применение специальных датчиков дыхания, температуры и т. д.). Например, электроды для ЭЭГ должны иметь хлорсеребряную поверхность размером около 1 кв. см, на которую наносится электропроводный гель или паста, обеспечивающие плотный электрический контакт. Возможно использование специальных электропроводных клеящих гелей, хорошо фиксирующих ЭЭГ-электроды на голове человека без применения шлемов или ремней крепления. В то же время электроды ЭМГ-датчиков имеют меньший диаметр — около 8 мм (т. е. площадь поверхности около 0,5 кв. см) и могут быть сдвоенными, если электрический потенциал снимается с мышцы небольшого размера.

Следует помнить, что при применении ЭЭГ и ЭМГ датчиков, как правило, необходимо наложение индифферентного («заземляющего») электрода, обеспечивающего стабильные показания основных (референтных) электродов.

2. Датчики должны легко накладываться и сниматься, не причинять пациенту беспокойства, не смещаться во время проведения сеанса, не изменять в ходе тренировки электрических или иных параметров.

3. Электроды датчиков и провода, соприкасающиеся с телом пациента, должны иметь возможность проведения обеззараживания каким-либо способом.

**Преобразователь параметров физиологических функций.** Как становится ясным из обсуждения условий получения физиологической информации, для лечения методом биологической обратной связи одного прибора-регистратора недостаточно. Физиологические параметры должны быть преобразованы в доступные пониманию пациента сигналы и через органы чувств доведены до его сознания. Поэтому основными задачами прибора-преобразователя являются:

1. Выделение и отождествление изучаемого параметра физиологической функции, фильтрация сигнала, очистка от шумов и искажений.

2. Преобразование полученной информации в сигналы обратной связи, доступные для понимания пациента и пригодные для постановки перед пациентом задачи по их изменению с целью коррекции нарушенной функции.

Следует сразу же оговориться, что в качестве сигналов обратной связи можно использовать только световые и звуковые раздражители, сформированные таким образом, чтобы органы зрения и слуха человека могли легко воспринять их изменения в диапазонах требуемой коррекции. Гипотетически можно было бы применить тактильные раздражители (в случае лечения слепоглухонемых), но задействовать обоняние или вкус уже совершенно не представляется возможным.

Для указанных целей используются либо соответствующие шкалы приборов БОС, либо в современных условиях компьютер.

В реальных условиях регистратор и преобразователь физиологических функций не являются самостоятельными приборами, а конструктивно объединены в единый прибор биологической обратной связи (или компьютерный комплекс биологической обратной связи), условно выделенный на рисунке прямоугольником со скругленными углами.

Применение в аппаратуре БОС компьютерного обеспечения с его мощной информационной базой позволило переложить на плечи прибора не только предварительную обработку и фильтрацию поступающего от пациента сигнала, но и трудоемкую функцию хранения и обработки полученных данных. Кроме того, при таких средствах вывода изображения и звука, как дисплей и звуковая карта, компьютер оказался незаменимым «глашатаем» обратной связи, позволяющим наиболее адекватно отображать преобразованную физиологическую информацию.

Следует отметить, что информация, представляемая пациенту, должна соответствовать его интеллектуальному уровню. Если для взрослого допустимо применение светового столбика на шкале прибора БОС или графика на экране монитора, то для ребенка физиологические параметры нужно стараться отобразить через мультипликационные сюжеты, детские слайды, сказки.

Инструкция пациенту, которую дает специалист БОС, должна в доступной форме содержать информацию о том, как должны выглядеть сигналы обратной связи, отражающие параметры функционирования тренируемого органа или системы. Весьма желательно стремиться к тому, чтобы инструкция была ясной и четкой (например, напрячь тренируемую мышцу с такой силой, чтобы на экране монитора линия ЭМГ превысила

определенный порог, или включилась биокомпьютерная игра). Однако в ряде случаев приходится ограничиваться общими указаниями: так, при ЭЭГ-тренинге пациенту предлагается «найти в себе такое внутреннее состояние, чтобы зазвучала музыка» (инструктору, но не пациенту, известно, что это будет лишь при достижении определенного значения, – порога, – выбранного ритма ЭЭГ), или при проведении коррекции зрения перед больным ставится задача «смотреть сквозь экран» (ситуация, аналогичная предыдущей).

Иногда инструкция может быть слишком общей, например, с целью коррекции психоэмоциональных расстройств предлагается без какой-либо определенной цели просто слушать «музыку собственного мозга» (трансформированные в звуковой спектр ритмы ЭЭГ) [8], хотя такая постановка вопроса является для метода БОС скорее исключением, чем правилом.

Исходя из указаний, полученных от инструктора БОС, и опираясь на свои функциональные резервы, пациент пытается активно изменить физиологические параметры в требуемом направлении. Задача инструктора – поэтапно повышать нагрузку от наиболее простых и доступных для данного пациента упражнений до более сложных, требующих значительных усилий.

Наконец, для эффективного осуществления лечения методом БОС абсолютно необходимо, чтобы был задействован еще один важный фактор, связанный с личностью пациента. Этот фактор — мотивация, т. е. активное желание лечиться со стороны самого человека. Если пациент явно или скрытно не хочет выполнять поставленную перед ним задачу, если он занимает иждивенческую в отношении лечения позицию, то даже при наличии всех остальных звеньев биологической обратной связи не имеется логической основы для реализации БОС-программы.

Высокий уровень мотивации может быть обеспечен как психологической установкой человека на выздоровление (как правило, у больных, а также у детей и подростков ее бывает явно недостаточно), так и внешними факторами, повышающими заинтересованность пациента в процессе и результатах лечения. Например, одним из мощных мотивационных факторов, обеспечивающих высокие результаты лечения, как у детей, так и у взрослых является игровая ситуация, поэтому введение в комплекс аппаратуры БОС различных биокомпьютерных игр весьма целесообразно. Хорошим мотивационным фактором является также познание новой желаемой информации, например, включение в контур БОС просмотра видеофильма, представляющего интерес для пациента. За рубежом используется даже материальное вознаграждение за достижение

положительных результатов в лечении, причем этот фактор особенно хорошо зарекомендовал себя при лечении детей и подростков [26].

Как и всякий способ лечения, метод БОС имеет определенные показания, противопоказания и условия, ограничивающие область его применения.

Прежде всего, при обсуждении данного вопроса необходимо обратить особое внимание на то, что существуют определенные условия, без соблюдения которых применение метода БОС оказывается принципиально невозможным (хотя они не относятся к противопоказаниям).

Первое условие, и о нем уже говорилось ранее, – это *минимальная сохранность корректируемой функции*. Действительно, отсутствие физиологической функции, нуждающейся в коррекции, например, полное отсутствие предметного зрения (слепота) вследствие травм и заболеваний глазного яблока, глазного нерва, проводящих путей или корковых зрительных анализаторов исключает саму возможность применения метода БОС у таких больных в офтальмологических целях.

Вторым условием является *минимальная сохранность интеллекта*, необходимая для понимания инструкций методиста и их выполнения. При стойких грубых нарушениях интеллекта врожденного или приобретенного характера, таких, как тяжелая олигофрения при синдроме Дауна, выраженное слабоумие после заболеваний и травм головного мозга, заболевания «большой» психиатрии и т. д., пациент просто не в состоянии осознать поставленную перед ним задачу. Вопрос о сохранности интеллекта в возрастном аспекте, при психопатологических состояниях, психовегетативных расстройствах и т. д. подробнее будет рассмотрен ниже.

**Показания** к применению метода БОС в системе медицинской реабилитации тесно связаны со специальной направленностью разрабатываемой аппаратуры, т. е. приборы, основанные на принципе ЭМГ-БОС, применяются для лечения посттравматических, ортопедических, неврологических нарушений, приборы на основе ЭЭГ-БОС – для лечения психовегетативных, невротических расстройств и т. д. Поэтому медицинские показания для использования метода БОС целесообразно рассматривать при обсуждении каждого конкретного специализированного комплекса БОС.

**Абсолютные противопоказания отсутствуют**, по крайней мере, в том смысле, что под этим термином обычно понимают такие патологические состояния или физиологические особенности организма человека, при которых применение данного метода или способа лечения может вызвать ухудшение течения основного или сопутствующего заболевания. Поскольку до настоящего времени не удалось выявить таких состояний,

можно говорить о том, что абсолютных противопоказаний к применению метода БОС в терапевтической практике не обнаружено.

**Относительные противопоказания**, в отличие от абсолютных, носят преходящий, непостоянный характер или накладывают лишь частичные ограничения на применение метода БОС.

Относительные противопоказания можно условно разделить на две большие группы. К одной из них относятся такие психологические и интеллектуальные особенности личности человека, а к другой — такие патологические или физиологические состояния его организма, которые в данный момент времени препятствуют выполнению поставленной перед пациентом задачи. Коррекция таких состояний открывает возможности для терапевтического применения метода БОС.

При обсуждении относительных противопоказаний первой группы, пожалуй, было бы точнее говорить даже не об относительных противопоказаниях, а о все тех же *условиях* практического осуществления метода; к последним можно отнести, прежде всего, особенности личности пациента.

• **Возраст** пациента требует специального обсуждения в свете того, что метод БОС относится к высоко кортиколизованным способам лечения, эффективность которых напрямую зависит от интеллектуальных и эмоционально-волевых качеств пациента. Вполне естественно, что маленькие дети такими качествами обладать не могут. Поэтому считается, что минимальный возраст ребенка для лечения методом БОС должен составлять 4,5–5 лет. Кроме того, необходимо учесть, что при освоении новых форм деятельности все дети проходят определенные стадии обучения: сначала не понимают, чего от них хотят; затем понимают, но не получается; потом получается все лучше и лучше. Отсюда вытекают специальные задачи инструктора БОС при работе с пациентами детского возраста: не утомлять ребенка; стараться заниматься в игровой форме; обращать внимание ребенка на то, что у него хорошо получается; рассказывать родителям в присутствии ребенка о его достижениях. Следует помнить, что многие новые физиологические паттерны, такие, как, например, навык диафрагмально-релаксационного дыхания, вырабатываются у детей даже быстрее и лучше, чем у взрослых.

С другой стороны, нередко наблюдающееся снижение интеллекта в пожилом и старческом возрасте, агрессивнo-негативная направленность поведения, неадекватность оценки окружающей обстановки не позволяют использовать метод БОС в медицинской реабилитации определенной категории лиц старших возрастных групп. В этом случае приходится

говорить о несоблюдении второго обязательного условия применения метода БОС – минимальной сохранности интеллекта больного.

Конечно, абсолютно жестких возрастных рамок не существует: в Медицинском центре нашей фирмы успешно лечились и дети в возрасте до 4 лет, и очень пожилые люди, – успех лечения зависит от интеллектуального уровня *данного конкретного пациента*, а не от количества прожитых им лет. Поэтому вопрос о применении метода всегда должен решаться *строго индивидуально*.

• **Сохранность интеллекта** (в смысле, его недостаточная сохранность) также может быть относительным противопоказанием к применению метода БОС. Не требует особых комментариев то обстоятельство, что заболевания или острые реактивные состояния, сопровождающиеся нарушением психики (за исключением упоминавшихся выше грубых расстройств интеллекта), ограничивают возможность БОС-тренировок. Вопрос о применении метода БОС в комплексной терапии таких пациентов так же, как и в лечении страдающих детским церебральным параличом, должен решаться индивидуально, поскольку у значительной части таких пациентов метод БОС может использоваться с достаточно высокой эффективностью.

• **Сохранность эмоционально-волевой сферы** – это положение касается не только патологических состояний психики, тесно связанных с нарушениями интеллекта, но и с капризностью пациента, его нежеланием лечиться, «уходом в болезнь». Если сам пациент не испытывает стремления к выздоровлению, не намерен предпринимать никаких усилий для собственного лечения, то хороших результатов БОС-терапии ожидать не приходится.

Перечисленные выше относительные противопоказания тесно связаны с *мотивацией* больного к лечению, являющейся одним из обязательных компонентов, без которых невозможно практическое осуществление метода БОС.

Ко второй группе относительных противопоказаний (физическая невозможность применения метода БОС) относятся следующие патологические состояния.

• **Тяжелые сопутствующие заболевания** — острые инфекционные и неинфекционные, системные и хронические в стадии обострения, злокачественные опухоли, травмы – то есть все патологические процессы, которые сопровождаются ухудшением общего самочувствия пациента и делают невозможным или существенно препятствуют применению метода БОС в данный момент времени. Примером подобных заболеваний могут служить острый инфаркт миокарда, острые нарушения кровооб-



ращения головного мозга, гипертермия, переломы костей конечностей или туловища и т. д. После купирования острых симптомов основного заболевания применение метода БОС не только возможно, но и показано, поскольку при этом значительно улучшается течение реабилитационного периода.

- Заболевания, создающие принципиальную невозможность достижения положительного эффекта вследствие **значительных анатомических изменений** окружающих тканей, например, выраженная инфравезикальная обструкция при доброкачественной гиперплазии простаты (при лечении недержания мочи), грубые келоидные рубцы и анкилозы суставов конечностей (в терапии заболеваний опорно-двигательного аппарата) или травматические повреждения скелетной и гладкой мускулатуры дна малого таза (в проктологии). При таких заболеваниях метод БОС целесообразно рассматривать как терапевтические мероприятия второй линии, применяющиеся с целью улучшения течения реабилитационного процесса после хирургической коррекции имеющихся нарушений.

- **Локальные патологические изменения**, как правило, инфекционно-воспалительного характера, препятствующие применению наружных (нейродермит, гнойничковые заболевания кожи), ректальных (проктиты, геморрой, трещины заднего прохода) или вагинальных (кольпиты, вульвовагиниты) датчиков.

- **Ожирение III степени**, при котором электрические сигналы от пациента могут ослабляться настолько, что полезный сигнал становится неотличим от шумов.

- **Тяжелые нарушения возбудимости и проводимости сердца** — выраженная брадикардия или экстрасистолия, затрудняющие применение метода БОС по ЧСС.

- Наличие **диафрагмальной грыжи**, хотя следует сразу же оговориться, что, с одной стороны, такой диагноз чаще всего является прерогативой патологоанатома, а с другой, – вряд ли нагрузки при выработке диафрагмально-релаксационного дыхания являются настолько значительными, чтобы они могли вызвать ущемление грыжи.

- Наконец, одним из относительных противопоказаний к применению метода БОС следует считать и **повышенную судорожную готовность** головного мозга, ограничивающую применение электронно-оптических приборов (монитор компьютера, телевизор биокомпьютерной игры); естественно, при работе с такими пациентами можно использовать лубые шкальные или звуковые приборы БОС.

Конечно, относительные противопоказания не ограничиваются приведенным списком, который может пополняться по мере расширения

сферы применения технологии БОС. Важно еще раз напомнить, что многие из них могут быть сняты со временем или после проведения соответствующего лечения у врача-специалиста.

Независимо от того, какая именно методика БОС выбрана для лечения, – по ЭМГ, ЧСС или ЭЭГ, – *общая структура проведения курса БОС-терапии* не меняется.

**I этап лечения** является подготовительным. На этом этапе врач должен провести подробное клиническое, лабораторное и инструментальное исследование пациента, поставить диагноз, выявить показания и противопоказания к применению метода БОС. Затем нужно в доступной форме ознакомить пациента и/или его родителей (если пациент – ребенок) с принципами БОС, особо отметив, что приборы не оказывают *никакого влияния* на организм человека, а лишь регистрируют происходящие физиологические изменения. В разговоре с ребенком следует подчеркнуть, что процедура абсолютно безболезненна, а взрослому для создания положительной мотивации желательно продемонстрировать успешный сеанс БОС у другого пациента.

Затем нужно провести пробный сеанс БОС, чтобы пациент сам мог понять и почувствовать, что он должен делать. Обучение пациента правильному выполнению процедуры БОС по выбранному сигналу управления – главная цель подготовительного этапа. В зависимости от особенностей личности человека I этап может занимать от 1 до 5 занятий. Его можно считать законченным, когда пациент хорошо освоил ту методику биоуправления, с которой он будет работать.

**II этап лечения** – основной. В этот период пациент использует метод БОС для коррекции выбранной физиологической функции, например, для тренировки определенной группы мышц, до получения желаемого эффекта – развития необходимой мышечной силы, восстановления правильной осанки и т. д.

Длительность основного периода может быть различной – от 9-10 занятий при психофизиологической подготовке беременных к родам до 25-30 занятий при коррекции речи. Устойчивый навык диафрагмально-релаксационного дыхания, позволяющий купировать приближающийся приступ бронхиальной астмы, у большинства пациентов вырабатывается за 10-12 занятий.

**III этап лечения** – заключительный. Задача этого этапа – добиваться воспроизведения полученного навыка управления физиологическими функциями собственного организма без использования приборов биологической обратной связи. Для этого инструктор поворачивает от пациента к себе экран монитора или шкалу прибора БОС, выключает звуковую

обратную связь и визуально контролирует выполнение пациентом «вслепую» выработанного навыка. В случае успешного выполнения пациентом поставленной задачи курс лечения можно считать окончанным.

Таким образом, общее количество сеансов так же, как и продолжительность каждого отдельного сеанса при проведении БОС-терапии, может значительно колебаться в зависимости от выбранной методики, конкретной нозологической формы заболевания, особенностей личности и обучаемости пациента и многих других причин. Общепринято, что курс лечения методом БОС не должен быть менее 10 сеансов.

Д. Ю. Пинчук и соавт. [11] считают, что полноценный клинический эффект при лечении методом ЭМГ-БОС, в частности, сколиотической болезни, достигается лишь при увеличении количества БОС-процедур до 20–25 на курс.

Зарубежные авторы рекомендуют проведение БОС-тренировок до получения стойкого желаемого результата – иногда на это требуется свыше 100 сеансов БОС! [26].

Такова общая схема лечебно-коррекционного курса при проведении БОС-терапии. Как и всякая схема, она нуждается в уточнении и детализации применительно к каждому конкретному пациенту.

*Эффективность* применения метода БОС оценивается по трем основным показателям.

**1. Клиническое улучшение** состояния больного позволяет говорить о хороших результатах лечения даже в том случае, если положительная динамика объективно выражена слабо. В конце концов, улучшение самочувствия больного, вера в хороший исход заболевания – это тоже шаг к выздоровлению.

**2. Статистически значимые изменения** регулируемой функции, например, статистически достоверное увеличение ЭМГ ослабленной мышцы, уменьшение числа эпизодов неудержания мочи, повышение остроты зрения. При этом положительные результаты, показываемые приборами БОС, не только объективны, но и, как правило, опережают явное клиническое улучшение состояния больного и являются его предвестниками.

**3. Сохранение устойчивости сформированных навыков** в течение длительного периода времени, умение применять полученные навыки в повседневных условиях, в том числе и с учетом психоконфликтных ситуаций. Среди многих примеров, которыми можно проиллюстрировать это положение, хотелось бы привести один: матери детей-астматиков, прошедших курс БОС, неоднократно отмечали, что при приближении во сне предвестников приступа (покашливание, поперхивание) ребенок, не

*просыпаясь*, переходил на диафрагмально-релаксационный тип дыхания и купировал наступление приступа бронхиальной астмы.

Обсуждая вопрос длительности сохранения полученных навыков, можно отметить, что они далеко превосходят те сроки, которые можно было бы ожидать, если рассматривать метод БОС просто как своеобразный вид лечебной физической культуры, хотя бы и под объективным контролем. Так, дети после лечения плоскостопия методом БОС не обращаются повторно только потому, что восстановленный свод стопы сохраняется в течение длительного времени и просто не требует повторных курсов БОС-тренировок. Биоуправление по альфа-тета волнам ЭЭГ приводит к стойкой ремиссии у 80% хронических алкоголиков в течение 13 месяцев [25]. После коррекции методом ЭЭГ-БОС поведения детей с синдромом дефицита внимания результат сохранялся многие годы [25]. Эти факты позволяют предположить формирование новых устойчивых стереотипов на уровне коры головного мозга, объясняющих столь длительный эффект проведенного лечения.

В заключение хотелось бы отметить те *преимущества метода БОС*, которыми он обладает по сравнению с общепринятыми способами лечения.

1. Не имеет абсолютных противопоказаний к применению.
2. Физиологичен, т.к. опирается на активизацию и мобилизацию собственных резервов организма человека.
3. Имеет четкую патогенетическую направленность при лечении ряда заболеваний (например, недержания мочи или кала).
4. Позволяет осуществлять дозирование и контроль нагрузок как при проведении каждого сеанса, так и в ходе всего курса лечения.
5. Позволяет осуществлять объективно-диагностические мероприятия (выявление патологической картины ЭЭГ, нарушения ритмов сердечной деятельности и т. д.).
6. Объективно требует как от врача, так и от пациента индивидуально-психологического подхода к проведению каждого терапевтического сеанса, что значительно повышает эффективность лечения.
7. Требует от пациента активного участия в собственном лечении, что также повышает его эффективность.
8. Сочетается со всеми видами проводимых лечебных и реабилитационных мероприятий, причем их совместное применение взаимно потенцирует друг друга.

9. Не ограничивает применения каких-либо лечебных мероприятий в будущем.
10. Безболезненен.
11. Не инвазивен или минимально инвазивен.
12. Позволяет снизить или полностью отменить лекарственную нагрузку на организм человека.
13. Позволяет осуществлять профилактические мероприятия по подготовке беременных к родам, снятию психоэмоционального стресса у людей с особо тяжелыми психоэмоциональными условиями труда – военных, сотрудников милиции, МЧС и т. д.
14. Дает возможность проводить лечение в амбулаторных условиях, что обеспечивает непрерывность лечебного процесса и значительно повышает его результативность.

Таким образом, метод биологической обратной связи является современным высокоэффективным способом лечения многих заболеваний, обладающим определенными преимуществами по сравнению с существующими терапевтическими методами. Следует надеяться, что дальнейшее развитие как теоретических обоснований, так и практических схем и приемов применения метода БОС позволит улучшить качество лечебно-профилактической работы на всех этапах медицинского обеспечения населения.

## Литература

1. Анохин П. К. Очерки по физиологии функциональных систем. — М.: Медицина, 1975. — 447 с.
2. Анохин П. К. Узловые вопросы теории функциональной системы. — М.: Наука, 1980. 196 с.
3. Бехтерева Н. П. Здоровый и больной мозг человека. — Л.: Наука, 1988. — 262 с.
4. Бехтерева Н. П., Камбарова Д. К., Поздеев В. К. Устойчивое патологическое состояние при болезнях мозга. — Л.: Медицина, 1978. — 240 с.
5. Быков К. М., Курцин И. Т. Кортико-висцеральная патология. — Л.: Медгиз, 1960.— 575 с.
6. Василевский Н. Н. Экологическая физиология мозга. — Л.: Медицина, 1979. — 199 с.
7. Василевский Н. Н., Богданов О. В., Сметанкин А. А., Яковлев Н. М. Автономные биотехнические средства непрерывного контроля и коррекции функциональных систем организма // Физиология человека. — 1982. — № 8. — с. 111–131.

8. Константинов К. В., Сизов В. В., Мирошников Д. Б., Клименко В. М. Новый принцип организации биологической обратной связи в методе биоакустической коррекции функциональных расстройств центральной нервной системы // Биол. обратная связь. — 2000. — №1. — с. 31–33.
9. Метод биологической обратной связи: методологические основы // Биол. обратная связь. — 1999. — № 1. — с. 4–6.
10. Павлов И. П. Двадцатилетний опыт объективного изучения нервной деятельности (поведения) животных. — М.: Наука, 1973. — 659 с.
11. Пинчук Д. Ю., Сезнева Т. Н., Катышева М. В. и др. Использование метода биологической обратной связи (БОС) по параметрам электромиограммы (ЭМГ) в восстановительном лечении детей со сколиотической болезнью позвоночника в условиях специализированного реабилитационного центра // Биол. обратная связь, 2000. — №2. — С. 26-31.
12. Рябус М. В. Лечение головной боли напряжения методом биологической обратной связи: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук / ММА им. И. М. Сеченова. — М., 1998. — 24 с.
13. Сеченов И. М. Рефлексы головного мозга. — М.: Изд-во АН СССР, 1961. — 100 с.
14. Сеченов И. М. Лекции по физиологии. — М.: Медицина, 1974. — 232 с.
15. Скок А. Б. Использование биологической обратной связи для целенаправленного изменения поведения пациентов с аддитивными расстройствами: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук / Новосибирский мед. ин-т, Ин-т мед. и биол. кибернетики СО РАМН. — Новосибирск, 1999. — 17 с.
16. Черниговская Н. В. Адаптивное биоуправление в неврологии. — Л.: Наука, 1978. — 134 с.
17. Черниговская Н. В., Мовсисянц С. А., Тимофеева А. Н. Клиническое значение адаптивного биоуправления. — Л.: Медицина, 1982. — 128 с.
18. Шварц М. С. Современные проблемы биоуправления. // Биоуправление-3. Теория и практика. — Новосибирск, 1998. — с. 15–24.
19. Штарк М. Б. Заметки о биоуправлении (сегодня и немного о завтра) // Биоуправление-3. Теория и практика. — Новосибирск, 1998. — с. 5–13.
20. Яковлев Н. М. Биологическая обратная связь при лечении стресса и психосоматической патологии // Биологическая обратная связь: висцеральное обучение в клинике. Сб. научн. тр. Вып. 2. Ч. 1. — СПб., 1993. — с. 3–49.
21. Яковлев Н. М. Адаптивные механизмы висцерального обучения с помощью БОС // Биологическая обратная связь: висцеральное обучение в клинике. Сб. научн. тр. Вып. 2. Ч. 1. — СПб., 1993. — с. 49–80.
22. Яковлев Н. М., Сметанкин А. А. Новый методологический подход в функциональном лечении больных с двигательными нарушениями при помощи портативных приборов с ЭМГ-БОС // Биологическая обратная связь: нейромоторное обучение в клинике и спорте. Сб. научн. тр. Вып. 1. — СПб., 1991. — с. 3–30.

23. Basmajian J. V. Biofeedback in rehabilitation. A review of principles and practices // Arch. Phys. Med. Rehab. — 1981. — V. 62. — P. 469–475.
24. Orne M. T., Paskewitz D. A. Aversive situational in alpha-feedback training // Science. — 1974. — V. 186. — p. 458–460.
25. Peniston E. G., Kulkosky P. J.  $\alpha$ - $\theta$  brainwave training and  $\beta$ -endorphin levels in alcoholics. // Alcoholism: Clin. Exp. Res. — 1989. — V. 13. — p. 271–279.
26. Thompson L., Thompson M. Neurofeedback combined with training in metacognitive strategies: effectiveness in students with ADD. // Appl. Psychophysiol. Biof. — 1998. — V. 23. — p. 243–263.

Т. С. Вартанова

## **Применение метода биологической обратной связи в практике зарубежного здраво- охранения, социальной помощи и образования**

Метод биологической обратной связи (БОС) является интенсивно развивающимся направлением современной медицины, привлекающим широкий круг практиков и ученых во многих странах мира. Поэтому международные связи, международное сотрудничество занимают важное место в работе фирмы «Биосвязь». Это сотрудничество включает совместные публикации с рядом зарубежных ученых, работу по зарубежным грантам, участие в международных выставках, симпозиумах, семинарах по БОС. Такое постоянное общение позволяет не только учитывать в своей работе всю гамму современных тенденций развития БОС в мире, но и непосредственно участвовать в формировании этих тенденций.

Безусловным лидером в разработке и применении БОС за границей являются Соединенные Штаты Америки. Американская Ассоциация БОС — самая крупная на сегодня организация подобного типа на Западе. В США сейчас около 40 фирм производят приборы БОС на общую сумму около 70 млн. долларов в год.

Вообще же спектр выпускаемой аппаратуры БОС в мире очень широк — от карманных портативных приборов до компьютерных многоканальных комплексов. При этом исторически сложилось так, что сначала развитие БОС за рубежом происходило по принципу управления именно тем параметром, который необходимо было корректировать. Что это значит?



Например, если надо увеличить усилие, развиваемое определенной мышцей, то и контролируется с помощью различных устройств именно усилие мышечного сокращения, сигнал о котором подается в виде изменения звука субъекту. Или, если надо уменьшать давление крови при гипертензии, то приходится идти на различные ухищрения, чтобы непрерывно измерять давление крови и направлять усилия пациента на его уменьшение. А при гипервентиляционном синдроме, связанном, как известно, со снижением уровня углекислого газа в выдыхаемом воздухе, применяли капнографию и проводили тренировку на увеличение его концентрации.

В дальнейшем были найдены положительные корреляции между тонусом скелетных мышц и интенсивностью физической боли, величиной артериального давления, эмоциональным состоянием, между температурой рук и кожно-гальванической реакцией, с одной стороны, и степенью кровоснабжения мозга, уровнем опиатов в крови, состоянием иммунной и эндокринной систем — с другой, между амплитудно-частотными характеристиками биопотенциалов мозга и способностями к обучению и т. д. В связи с этим, с одной стороны, один и тот же сигнал обратной связи (например, миографический) может использоваться в самых различных клинических приложениях, а, с другой, для лечения одного и того же заболевания можно использовать самые разные модальности БОС.

Рассмотрим основные направления применения различных модальностей БОС.

Самым распространенным видом БОС и за рубежом, и в нашей стране является *БОС по электромиограмме (ЭМГ)*, или *ЭМГ-БОС*. В этом случае сигналом обратной связи является электромиографический сигнал, пропорциональный мышечной активности. Этот режим широко применяется в клинике, прежде всего, как один из методов коррекции двигательных нарушений различного генеза. Можно привести много примеров применения ЭМГ-БОС при лечении параличей, парезов, для уменьшения спастической и гиперкинетической активности, уменьшения патологических синкинезий, коррекции походки. Главным при этом является определение местоположения электродов и уровня ЭМГ во время тренировки. Необходимо отметить, что использование этого вида БОС для восстановления двигательных функций в России началось даже раньше, чем за рубежом, и этот опыт в некоторых вопросах оказался даже более успешным, чем там.

Известно применение ЭМГ-БОС при лечении орально-глочной дисфагии — нарушении глотательных движений. С помощью сигналов обратной связи удается создать образ орально-глочного движения и

перевести ранее (до болезни) автоматически выполняемую двигательную активность в сознательные, контролируемые волевым усилием движения.

Другим направлением является применение ЭМГ-БОС в качестве одного из методов релаксационной терапии. Обеспечивая глубокую мышечную релаксацию, можно снизить активность симпатoadреналовой системы, снять симптомы стресса. Это объясняется тем, что именно поперечно-полосатая мускулатура, иннервируемая соматической нервной системой, легко поддается сознательному контролю. Наиболее кортиколизированы, как известно, мышцы лица и верхних конечностей. Поэтому, как правило, ЭМГ электроды накладываются на лобную мышцу или на трапециевидную мышцу. При этом открывается дорога к лечению целого ряда стресс-зависимых расстройств. В частности, ЭМГ БОС используется при лечении гипертонической болезни, невротозов.

Этот вид БОС успешно применяется при лечении хронических головных болей, вызванных повышением тонуса мышц головы. БОС-тренинг, направленный на снижение патологически повышенной ЭМГ этих мышц, дает выраженный клинический эффект.

Применяют электромиографическую БОС и при лечении некоторых типов фантомных болей, в частности, болей судорожного типа, поскольку известно, что такие боли возникают на фоне резкого подъема электрической активности мышц.

Очень актуальным направлением применения ЭМГ-БОС является лечение недержания мочи и кала, ведь только в Америке этим проблемам подвержены свыше 15 млн. человек. И сейчас примерно 20-30% всех ЭМГ-БОС-приборов, предлагаемых на международных выставках — это приборы для лечения недержания. Есть опыт решения этой проблемы и у нас в стране, в нашей фирме.

Накоплен опыт применения ЭМГ-БОС и для лечения ряда сексуальных дисфункций. В частности, БОС-тренинг применяется для компенсации пониженного вагинального тонуса, увеличения силы сокращения мышц тазового дна, что в итоге ведет к повышению степени выраженности оргазма и достижению высокого качества половой жизни женщины. Известно также применение этого вида БОС и при лечении вагинизма, связанного с гипертонусом тазовых мышц во время полового акта. В этом случае проводится тренинг на релаксацию этих мышц.

ЭМГ-БОС часто помогает не только при лечении ряда заболеваний, но и при их профилактике. В частности, за рубежом ее применяют в производственной медицине для предупреждения патологических изменений у операторов персональных компьютеров. При длительной работе

за ПК может развиваться хроническая боль в шее и верхних конечностях, известная как синдром OVERUSE. 60 млн. американцев используют ПК, 15-20% из них — в группе риска в отношении этого синдрома. В этих случаях БОС помогает:

- отыскать эргономически выгодную позу при работе;
- научиться задействовать только те мышцы, которые нужны для выполнения конкретного рабочего движения и только во время рабочей фазы, а в остальные фазы эффективно расслаблять их.

Вторым по распространенности на американском континенте видом БОС долгое время оставалась *температурная БОС*, или *ТЕМП-БОС*, обеспечивающая обратную связь по температуре кожи пальцев рук, иногда ног. Поскольку температура кожи соответствует интенсивности периферического кровотока, то этот вид БОС нашел широкое применение при лечении целого ряда сосудистых заболеваний. Одним из таких заболеваний является болезнь Рейно, проявляющаяся хроническими спазмами периферических кровеносных сосудов, что приводит к нарушению микроциркуляции конечностей.

Температурная БОС позволяет снимать эти спазмы. Каким образом? Можно провести аналогию с техникой йоги. Известно, что йоги могут легко воздействовать на температуру пальцев, могут даже один палец согреть, а соседний — охладить. Но путь к вершинам йоги долг. А ТЕМП-БОС позволяет во многих случаях достаточно быстро научить пациентов изменять (в частности, повышать) температуру пальцев и за счет этого осуществлять купирование периферического ангиоспазма. Максимальный клинический эффект получали, когда сочетали БОС-тренировку с холодовым раздражением дистальных отделов конечностей. Успешно вылеченные больные могли выдержать более сильное раздражение холодом до возникновения спазмов.

Значительную эффективность метод ТЕМП БОС показал при лечении мигрени. Мигрень представляет собой комплексное вазомоторное нарушение в виде приступа спазмов и последующих расширений сосудов головного мозга, что приводит к упорным головным болям. При этом БОС направлена на повышение температуры пальцев и снижение температуры лба. Эффект терапии объясняется нормализацией мозгового кровообращения у таких больных.

Этот же вид БОС с успехом применяется при лечении нейроциркуляторной дистонии, дисменореи.

Температурная БОС применяется и для купирования фантомных болей колюще-жгущего типа. Эти боли связаны с уменьшением кровотока в оставшейся части конечности. Целью БОС-терапии при этом

является формирование у пациента навыка привычно и бессознательно поддерживать температуру культи на уровне температуры здоровой конечности.

Следующим, также очень распространенным видом БОС, является *БОС по кожно-гальванической реакции (КГР)*, или *КГР-БОС*. Измеряемым параметром при этом является сопротивление кожи протеканию электрического тока. Физиологически КГР отражает активность потовых желез и, следовательно, активность симпатической нервной системы. В свою очередь симпатическая активация отражает уровень эмоционального возбуждения. Поэтому КГР-БОС используется при лечении неврозов. Этот вид БОС-терапии применяется также у больных с артериальной гипертензией, для лечения фобийных состояний, нарушений речи, обусловленных эмоциональным дисбалансом, психозависимых форм бронхиальной астмы.

КГР-БОС используют и при лечении гипергидроза — усиленного, чрезмерного потоотделения, чаще всего в области подмышек, кистей рук, поскольку это состояние тоже связано с повышенным симпатическим тонусом. Если эта болезнь системная, т. е. сильно потеют и лицо, и руки, и промежность, добиться положительных результатов труднее. Но при локализованных формах болезни лечение весьма успешно.

Помимо лечения этот вид БОС широко используется и для достижения высокой функциональной способности, для оптимизации какой-либо физической или умственной деятельности. Например, приборы наших коллег — канадской фирмы ТТ, используются для психологического кондиционирования при подготовке ряда олимпийских команд. Ведь успех на соревнованиях определяется не только физическим совершенством, отточенной моторикой, но и психическим состоянием. С помощью КГР-БОС спортсменам удается найти ту тонкую грань, которая отделяет возбуждение, необходимое для успеха, от перевозбуждения, паники или страха. Сказанным не исчерпываются многочисленные области применения КГР-БОС. Стоит отметить, что часто она используется совместно с аутотренингом, позволяя бороться с бессонницей, пристрастиями, помогая оптимизировать свое мировосприятие.

Весьма распространенной в Америке и в Японии является *БОС по частоте сердечных сокращений*, или *ЧСС-БОС*. Ещё в 1974 г. в работах Бланчарда и Энджел была показана возможность произвольного, т.е. волевого ускорения и замедления ритма сердца с помощью БОС. Однако, терапевтический эффект основывается не на обучении произвольно ускорять или замедлять сердечную деятельность, а на приобретении навыка контроля состояния, например, блокирование пароксизмов

сердцебиения, снятие состояния тревоги, сильного страха. В этом же ряду стоит и возможность коррекции некоторых видов аритмий. Известны применения ЧСС БОС для снижения уровня тревожности при кардионеврозах, а также при лечении тревожности, связанной с публичными выступлениями.

Наконец, в последние годы все большее распространение получает метод *БОС по дыхательной аритмии сердца*, или *RSA-тренинг* (от английского *rhythmus synus ahrhythmy* — синусовая дыхательная аритмия) по методу Сметанкина.

Приоритет этого метода зарегистрирован в 1989 г. Последующие 10 лет метод активно развивался в фирме «Биосвязь». Он предусматривает в комплексе:

- выработку абдоминально-релаксационного типа дыхания;
- синхронизацию дыхательного и сердечного ритмов, и, как следствие:

- увеличение RSA;
- снижение средней ЧСС и частоты дыхания;
- нормализация внутренней среды организма.

Активному распространению этого метода в США способствовало сотрудничество фирмы «Биосвязь» с рядом американских ученых и учреждений. В 1994 г. эта аппаратура была поставлена в Университет штата Нью-Джерси и проведено обучение персонала практической методике RSA-тренинга. Сейчас метод активно адаптируется в США, о чем, в частности, свидетельствовала передача по каналу CNN об RSA-методе и о российско-американском сотрудничестве в этой области. Работы по адаптации этих методов субсидируются из правительственных источников США, и недавно Университет Нью-Джерси получил очередной солидный грант на продолжение работ по адаптации этого метода.

RSA-тренинг начинает применяться в США для:

- лечения бронхиальной астмы;
- релаксационной терапии, снижения уровня тревожности.

Необходимо отметить, что одновременно с разработкой и применением отдельных выше перечисленных модальностей БОС на Западе наблюдается высокий интерес к мультимодальным терапевтическим процедурам, когда одновременно или на различных этапах лечения используются разные виды БОС.

Характерным примером использования мультимодальных процедур БОС в Америке является подготовка беременных к родам, в процессе которой используется и ЭМГ-БОС, и ТЕМП ЮС, и КГР-БОС и ЧСС-БОС.

Эти процедуры в том или ином наборе направлены на то, чтобы:

- снизить стрессовый фон во время беременности, который напрямую ассоциируется с нарушениями развития системы плода;
- помочь будущей матери быть физически активной;
- бороться с тошнотой, с болезненными ощущениями в тазовой области;
- снизить потребление лекарств, например, в случае гестационного диабета, гестационной гипертензии;
- наконец, эти процедуры направлены на то, чтобы помочь матери и ребенку во время беременности и родов чувствовать друг друга, действовать синхронно, или, как сказал один американский ученый: чтобы мать и ребенок «были партнерами в совместном танце, а не танцевали каждый сам по себе».

Ну, и очень большое внимание обращается на постановку диафрагмально-релаксационного дыхания. Правильное дыхание является не только важнейшим релаксационным компонентом во время беременности, оно исключительно важно и во время родов.

Необходимо отметить, что во многих случаях предпочтительнее оказывается мультипараметрическая БОС. Нужно подчеркнуть, что речь идет не об одновременном, а поэтапном контроле за многими физиологическими параметрами. Например, при лечении гипертонии вырабатывают диафрагмальное дыхание под контролем датчиков дыхания, установленных на животе, затем проводят глубокое расслабление мышц по ЭМГ-БОС, снижают психоэмоциональное напряжение по ТЕМБОС и КГР-БОС.

До сих пор главное внимание обращалось на применение БОС-методик в здравоохранении для лечения и профилактики различных заболеваний. Однако практически все выше перечисленные аспекты применения БОС за исключением, быть может, акушерства, актуальны и в области социального обеспечения. Надо признать, что за границей эта сфера применения БОС стала развиваться позже, чем медицинская. Применяется БОС, в частности, для решения проблемы долголетия. Не секрет, что достигнув высокого жизненного уровня, Америка столкнулась с проблемой старения нации. Как правило, благотворительные организации, фонды открывают в своих районах (community) дома для престарелых в рамках комплексных медицинских центров. Обитатели этих домов получают необходимую медицинскую помощь. Методики БОС применяются для лечения недержания мочи и кала, для поддержания функционирования мышечной системы, сердечно-сосудистой системы. Об этих аспектах применения БОС говорилось ранее. Но в таком возрасте нарушения деятельности мозга, сенильное, старческое слабоумие становится

проблемой номер один. Сейчас в США широко распространена болезнь Альцгеймера — одна из форм сенильного слабоумия, характеризующаяся глубоким распадом психической деятельности, вследствие чего больные в итоге становятся совершенно беспомощными. Например, этой болезнью страдает сейчас бывший президент США Рональд Рейган.

Параллельно с разработкой медикаментозных средств лечения сенильного слабоумия, ведутся интересные работы и по применению методов *электроэнцефалографической БОС*, или *ЭЭГ-БОС*.

Как же может помочь ЭЭГ БОС?

По мере естественного старения у людей отмечается постепенное снижение интенсивности мозгового кровообращения и связанное с этим смещение спектра ЭЭГ в низкочастотную область.

Известно также, что уровень полученного в молодости образования, творческая работа в значительной мере определяют активность мозга в годы старческие. Например, у фермеров в 6 раз больше шансов иметь нарушения умственной деятельности, в том числе получить болезнь Альцгеймера, чем у учителей, инженеров, менеджеров. Объяснение простое: интеллектуальная стимуляция увеличивает резервы нейронных структур, и в преклонном возрасте мозг может использовать эти резервы, продлевая период своего нормального функционирования.

Для активизации этих резервов и коррекции спектра ЭЭГ может успешно применяться БОС. Например, в одной из клиник применяется лечебная методика, названная BRAIN BRIGHTENING PROGRAM, что можно перевести как «Программа осветления ума». Эта программа предусматривает:

- около 20 сеансов ЭЭГ-БОС, направленных на снижение активности в низкочастотном дельта-тета диапазоне и интенсификацию волн бета-диапазона.

- домашние тренировки с аудиовизуальными стимуляторами, несюжетными видеофильмами, которые посредством специально подобранных звуковых и световых раздражителей способствуют усилению мозгового кровообращения и изменению паттернов ЭЭГ.

Кроме того, известно, что стресс (тем более хронический) вызывает нарушение кратковременной памяти у пожилых людей (особенно с низким уровнем образования), поэтому для увеличения продолжительности активной жизни БОС применяется в качестве релаксационной терапии.

Если речь идет о трудоспособном населении, государство берет на себя финансирование социальных центров (например, Реабилитационный центр для инвалидов в Хельсинки), Государственная

финансовая поддержка оказывается также, если возникает общенациональная проблема (например, когда в США многие ветераны Вьетнама превратились в тяжелых алкоголиков).

Именно для решения этой проблемы в США 20 лет назад стала динамично развиваться ЭЭГ-БОС. Работая с этими ветеранами, американский ученый Юджин Пенистой обратил внимание на тот факт, что алкоголики постепенно уничтожают, угнетают у себя  $\alpha$ -ритм — доминирующий ритм нормальной ЭЭГ, волны частотой 8-12 Гц. Когда алкоголик выпьет, то этот ритм на время несколько повышается. Таким образом, можно образно сказать, что алкоголики постоянно испытывают альфа-ритмовый голод и выпивкой стараются его утолить. Кроме того, у алкоголиков отмечается и дефицит  $\theta$ -ритмов (волн диапазона 4-8 Гц). Методика  $\alpha/\theta$ -тренировки, предложенная Пенистой, позволяет усилить присутствие этих составляющих и тем самым ослабить пагубное влечение, купировать проявления алкогольного абстинентного синдрома.

Исследования показали, что  $\alpha/\theta$ -тренинг приводит к снижению самооценочной депрессии, происходят изменения в нейрохимии мозга, снижается уровень  $\beta$ -эндорфина - нейропептида, являющегося показателем стресса и возбудителем приема этанола.

Поскольку психофизиологические механизмы, лежащие в основе различных аддиктивных расстройств, имеют единую природу,  $\alpha/\theta$ -тренинг с успехом применяется и для лечения других зависимых состояний, например наркомании, патологического переедания, что тоже весьма актуально для США, где около 33% мужчин и 36% женщин имеют избыточный вес.

Сейчас в США имеется целый ряд центров ЭЭГ-БОС, где терапия аддиктивного поведения осуществляется на основе  $\alpha/\theta$ -тренинга, в штате Канзас было принято решение внедрить системы электроэнцефалографической БОС во всех тюрьмах этого штата для лечения заключенных.

К социальной помощи, очевидно, можно отнести и применение БОС для решения целого ряда различных женских проблем: в американском Армейском Медицинском Центре уже несколько лет реализуется исследовательская программа помощи женщинам-военнослужащим, причем центральное место в ней отведено методу БОС.

Применяется ЭЭГ-БОС и для лечения эпилепсии. Как известно, в спектре волновой активности мозга есть ритмы, ассоциирующиеся с припадками, и есть ритмы, «антиэпилептические», подавляющие припадки. Яркий пример навязывания «плохих» ритмов — событие в Японии в конце 1997 года. Тогда после показа по ТВ мультфильма, в котором были сюжеты с яркими пульсирующими огнями, в больницы попали свыше



1000 малышей, у которых внезапно наступили приступы эпилепсии или состояния, близкие к ним. Так художники фильма случайно попали в опасный диапазон частот.

С другой стороны, известны сенсомоторные ритмы частотой около 15 Гц, интенсификация которых позволяет профилактически предотвращать эпилептические припадки. Этот факт и используется практиками ЭЭГ-БОС.

Известны и другие методики БОС, в частности, предусматривающие контроль медленных корковых потенциалов, что также позволяет уменьшить частоту судорожных припадков и снизить их интенсивность.

Есть сообщения и о применении ЭЭГ-БОС для саморегуляции деятельности мозга при лечении постинсультных пациентов. В ряде клиник США применяется двухэтапная методика. Задачей первого этапа является «частотная раскачка» мозга, чтобы сделать его более пластичным, поскольку в результате болезни мозг стал более ригидным, жестким, не способным легко изменять в нужную сторону параметры волновой активности при взаимодействии с внешней средой. Для этого применяется светозвуковой стимулятор, с помощью которого осуществляются световые и звуковые воздействия с периодически изменяемой частотой. Это и позволяет повысить пластичность, подстраиваемость мозга в заданном интервале. Затем, на втором этапе лечения, используется активная ЭЭГ-БОС, направленная на создание самим пациентом желаемой формы ЭЭГ-паттерна, обеспечивающего коррекцию нарушений, например, коррекцию моторной активности, коррекцию речи и т. д.

Очень распространенным применением ЭЭГ-БОС является лечение синдрома дефицита внимания, которому подвержены до 15% школьников США. Эти школьники — проблема, страх преподавателей, тем более, что дефициту внимания часто сопутствует гиперактивность. Типичные проявления этого нейрофизиологического расстройства (известного у нас как дефицитарное нарушение внимания) — пониженная мотивация к выполнению учебных задач, трудности с планированием своей работы, плохая успеваемость, эмоциональная лабильность. Невнимательность диагностируется при условии наличия трех из пяти ее проявлений: ребенок не может закончить то, что начал, не слушает, что ему говорят, легко отвлекается, с трудом поддерживает игру, с трудом концентрируется на задании. Гиперактивные дети легко возбудимы, а потом их трудно уговорить. Утомление наступает уже после 2-3 урока, они часто жалуются на головные боли. Они нередко метеочувствительны, имеют обморочные реакции, заикание, нервные тики, страдают энурезом. У таких детей формируется негативная самооценка и враждебность ко всему, связанному

со школьным обучением, возникают неврозоподобные и психопатоподобные состояния. Традиционно для пациентов с таким диагнозом предполагается медикаментозное лечение.

Сейчас в США более 2 млн. детей принимают риталин (метилфенидат) и другие медикаментозные стимуляторы. В некоторых случаях при этом возникают побочные эффекты, включающие анорексию, изменения настроения и нарушения сна различной степени тяжести. Риталин иногда вызывает тотальное нарушение аффективной сферы у детей, родители которых описывают их как «зомби». Естественно, что такой результат является неудовлетворительным, потому понятен повышенный интерес к применению ЭЭГ-БОС для лечения этой болезни.

Было выявлено, что у детей с синдромом дефицита внимания в центральной и фронтальной областях мозга отмечается недостаточная активность на высоких частотах, в  $\beta$ -диапазоне (16-20 Гц). А при работе с 14-летними пациентами было обнаружено, что у многих из них существует избыточная альфа-активность. На нормализацию этих частотно-топографических отклонений и направлен ЭЭГ-БОС-тренинг: в первом случае тренинг направлен на увеличение бета-активности, а во втором подавляется активность в диапазоне 6-10 Гц (верхняя часть тета- и нижняя часть альфа-диапазона) и стимулируют бета-активность в диапазоне 16-22, 16-24 и даже 18-26 Гц. БОС сочетается с чтением, выполнением математических заданий и тестов на внимание. Пациент должен быть сосредоточенным, но в то же время физически релаксированным. Это помогает достичь состояния спокойного внимания (о чем мечтают учителя и родители) и в итоге обеспечить долговременное улучшение академической успеваемости.

Кстати, БОС применяется не только для лечения гиперактивных школьников, но и учителям в дни каникул предлагаются рекреационные курсы БОС для того, чтобы привести в порядок нервы, расшатанные во время семестра.

В Японии, где студенты очень болезненно воспринимают неудачи на экзаменах, КГР-БОС приборы используются во время сессий для снятия тревожности, для релаксации и настроая на победу в предстоящем поединке с профессором.

Метод БОС успешно применяется в образовании, особенно для коррекции речи. В Австралии уже много лет для лечения заикания используют ЭМГ-БОС, направленную на снижение напряжения речевой мускулатуры (углы рта, крылья носа). Тренировка при этом состоит из нескольких фаз: сначала уменьшение напряжения при отдыхе без слов, а затем и произвольная регуляция напряжения в повседневной жизни.

В США при тяжелой степени заикания применяют обратную связь по кривой дыхания. Пациента обучают диафрагмальному дыханию, а затем на выдохе он произносит слоги и слова, одновременно видя на экране кривую дыхания и обучаясь избегать неравномерности дыхания и распознавать начинающееся судорожное состояние. Кроме того, пациент обучается говорить с некоторой задержкой после начала выдоха, что также способствует плавности речи.

Еще одним вариантом применения обратной связи при коррекции речи является технология «задержанной речи» (собственная речь пациента подается ему в наушники с различной задержкой и громкостью), довольно широко применяемая в США.

Кроме лечебного воздействия БОС позволяет человеку познавать свой организм. БОС подобна зеркалу, которое позволяет человеку заглянуть в себя, узнать о себе много нового.

Прототипом приборов БОС можно считать полиграф, — детектор лжи, — прибор, фиксирующий физиологические отклики на малейшие внешне незаметные эмоциональные перепады.

Точно так же и современные приборы БОС позволяют увидеть связь между состоянием человека и его физиологическими параметрами.

Приведем пример использования БОС не с лечебной, а с познавательной целью.

Ребенку и матери в доступной форме объясняется связь между физиологическими и психологическими процессами и предлагается наглядная демонстрация такой связи. И у ребенка, и у матери регистрируется температура кончиков пальцев и представляется в виде сигнала обратной связи. Инструктор говорит ребенку: «Сейчас я покажу, что простое мое слово вызовет физиологическую реакцию, готов? Тогда говори, только быстро, сколько будет  $4 \times 8$ ?» Ребенок, запинаясь от волнения, отвечает: «32», и с удивлением видит, что при этом температура упала примерно на  $0,5^\circ\text{C}$ . Мать же удивлена еще больше, ее температура упала на  $1,5^\circ\text{C}$ . Проблема ребенка отразилась на ней еще сильнее.

И это урок для обоих, особенно для матери, она понимает, что так реагировать нельзя. Ведь если кровообращение в пальцах так легко изменяется даже при незначительном волнении в доброжелательной обстановке, то чего же можно ожидать в стрессовых ситуациях? Какие изменения кровообращения могут происходить в почках, в печени, в сердце? Возможно, что и области мозга лишаются достаточного кровоснабжения время от времени по психогенным причинам? Ведь нет никаких причин полагать, что психогенное влияние на циркуляцию крови ограничивается периферическими частями тела. Таким образом, даже

этот простой эксперимент имеет серьезную познавательную пользу и заставляет задуматься.

Можно привести прекрасный пример использования методов БОС для образовательных (а значит, и превентивных) целей в штате Южная Дакота (США), где БОС была внедрена в школьную систему, начиная от начальных классов и до последнего двенадцатого класса. Программа называлась «Осознание себя посредством тренировки методами БОС».

Другой пример — программа «Управление стрессом и оптимизация работы в школе», которая сейчас внедряется в школах Израиля. В программе используются различные приборы БОС, с помощью которых предусматривается овладение навыками абдоминального дыхания, прогрессивной релаксации, преодоления боли. Программа позволяет оптимизировать учебный процесс и взаимоотношения в коллективе, а также подготовить к стрессам взрослой жизни (в Израиле основной стресс — это приближающаяся военная служба).

С помощью подобных программ, использующих метод БОС, можно с детства воспитать особое отношение к здоровому образу жизни: осознанно относиться к самому себе как к уникальному творению природы, стремиться понять свою единую психофизиологическую суть, наконец, осознать личную ответственность за свое собственное здоровье.

Метод БОС непрерывно развивается и интегрирует многие новые технические идеи, например, приборы БОС снабжаются уникальными телеметрическими системами, которые исключают провода, идущие от пациента к прибору. Такие приборы уже применяются в спортивной медицине (в гимнастике и плавании). Характерен и синтез БОС с технологиями виртуальной реальности (VR). Системы VR позволяют человеку погрузиться в некоторый иллюзорный мир, среду, воспринимаемую зрением, слухом и другими органами чувств. Причем человек является не простым созерцателем этой среды, а может активно участвовать в ее трансформации. С помощью такой системы можно зримо ощутить себя в какой-либо заранее запрограммированной обстановке, например, пройти по улице.

Системы VR уже применяются и в медицине, например, для учебных целей создаются 3-х мерные изображения, позволяющие заглянуть внутрь виртуального организма. Виртуальные системы применяются также для лечения акрофобии — болезненного страха высоты. Эти системы позволяют пациенту, преодолевая страх, взбираться по виртуальной лестнице, уходящей в небо, подходить к краю пропасти. При этом они получают сигналы обратной связи и могут контролировать, приводить в норму свои физиологические реакции.

В целом можно уверенно сказать, что сегодня в США и многих других странах БОС стала полноправным, динамично развивающимся направлением современной медицины.

Распространению БОС способствуют и те трудности, которые переживает здравоохранение в США, где за фасадом благополучия скрываются многие проблемы. Так, стоимость медицинских процедур выходит из-под контроля, что зачастую негативно влияет на качество медицинского обслуживания, на взаимоотношения между врачом и пациентом, на доступность для пациентов целого ряда процедур и способов лечения.

Следует особо выделить вопрос о качестве. Многие успехи зарубежной медицины известны. Взять хотя бы как пример операцию коронарного шунтирования: в Израиле пациента выписывают домой через 4-5 часов после такой операции. Но имеется и много негативных моментов, которые менее известны, чем успехи:

- в США было выявлено отсутствие клинических показаний для проведения от 16 до 40% хирургических вмешательств;

- британский журнал «Ланцет» заявляет, что 50% больных, госпитализированных в лечебные учреждения США, становятся жертвами ошибок врачей и вредных побочных эффектов медикаментозной терапии. В 18% случаев эти ошибки имеют самые серьезные последствия, в том числе смертельные исходы.

Таким образом, на Западе высокая стоимость лечения еще не эквивалентна высокому качеству оказания медицинской помощи, несмотря на то, что на здравоохранение в США тратится свыше 13% национального дохода, что составляет огромную сумму, превышающую расходы на оборону.

Вот почему методы БОС привлекают, в первую очередь из-за своей, как говорят *cost-efficiency*, т. е. ценно-эффективности, относительно малых затрат по отношению к достигаемому лечебному эффекту. Кроме того, эти методы неинвазивны, немедикаментозны, практически не имеющие нежелательных побочных последствий, в наибольшей мере удовлетворяющие известной формуле:

**ВРАЧ, ПРЕЖДЕ ВСЕГО, НЕ НАВРЕДИ!**

А. Т. Быков, Я. А. Питерская,  
Р. Ю. Поддубная, Л. Д. Черноусова

## **Методы биологической обратной связи в коррекции психофизиологической дезадаптации в условиях санатория**

### **Введение**

В последнее время проблема стресса, адаптации и функциональных нарушений является одной из актуальных тем современной медицины. По мнению экспертов, в Российской Федерации уже около 50 млн. человек имеют проблемы с психическим здоровьем («носители симптомов») и не получают необходимой психиатрической помощи. Пограничные состояния проявляются в виде нарушений невротического уровня, характерологических, поведенческих отклонений, различных соматических расстройств, которые тесно связаны с психическим фактором (начальные формы гипертонической болезни, ишемической болезни сердца, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, гастрита, колита и др.).

По данным, полученным при проведении эпидемиологического мониторинга состояния психического здоровья населения, за последние годы значительно увеличилось число лиц, подвергшихся тем или иным стрессовым воздействиям, и в настоящее время их количество составляет не менее 10 млн. человек [38, 41]. Эмоциональный стресс занимает ведущее место в этиологии психических расстройств невротического регистра,

так как в патогенезе стрессовых расстройств, вызванных экстремальными факторами, изменения в эмоциональной сфере являются одним из доминирующих синдромов. Это обусловлено ролью эмоционального возбуждения, которое приводит к усилению реакции на неблагоприятные воздействия [7,42].

Вышесказанное убедительно подтверждает актуальность как проблемы стресса, в частности, изучения механизмов психофизиологической дезадаптации, так и определения наиболее эффективных методов лечения и коррекции, позволяющих максимально обеспечить психофизиологическую стрессоустойчивость.

В этих методических рекомендациях представлены основы психофизиологической дезадаптации при стрессовых расстройствах, дано патогенетическое обоснование применения метода биологической обратной связи (БОС), направленного на купирование и коррекцию состояния эмоционального стресса, а также приведены статистически достоверные результаты применения метода БОС при психической дезадаптации в комплексе традиционного санаторно-курортного лечения в условиях влажного субтропического климата.

### **Патогенетическое обоснование применения тренингов биологической обратной связи при психической дезадаптации в комплексе традиционного санаторно-курортного лечения**

На протяжении всей истории применения биологической обратной связи (синонимы — биоуправление, функциональное биоуправление, английский вариант — Biofeedback) в физиологии, психологии и медицине продолжается дискуссия об эффективности этого метода, о его возможностях в анализе фундаментальных закономерностей интегративной работы мозга и о перспективах практического применения в клинике, прикладной психологии и физиологии [8].

По определению М. Shwartz [58], «цель биологической обратной связи заключается в том, чтобы повысить уровень осознания и произвольного контроля физиологических процессов, обычно не осознаваемых и не контролируемых произвольно, сначала путем контролирования внешних сигналов, а затем путем сознательного регулирования внутреннего физиологического состояния или усвоения такого типа поведения, которое будет предотвращать возникновение симптомов, устранять или ослаблять их вскоре после возникновения». Эта процедура направлена на функциональную стимуляцию нейронных путей, связанных с

концентрацией внимания и формированием поведенческих навыков, и может способствовать достижению желаемых физиологических изменений. Эти физиологические изменения не вызывают побочных эффектов и, как правило, устойчивы.

Метод БОС в терапии определяется как ведущий, так как обучение с БОС, основанное на активизации внутренних резервов организма, является хорошей моделью эффективного реагирования, построенной на базе современной компьютерной технологии. В этом случае пациент сам активно участвует в процессе лечения и может планировать свое поведение, применять выбранную совместно с врачом стратегию своей деятельности [17]. Именно в этих условиях у пациента возникает возможность самому научиться контролировать и управлять ранее неосознаваемыми функциями организма с помощью сигналов внешней обратной связи (так называемая немедикаментозная терапия) [3, 5, 52, 54, 55]. Конечная цель этого обучения — формирование новых поведенческих реакций.

Уникальность метода БОС и широкий диапазон применения, включая и психопрофилактику, объясняется возможностью одновременного воздействия на основные патогенетические звенья стресса.

Установлено, что доминирующим синдромом при стрессовых расстройствах является психовегетативный. Это обусловлено, в первую очередь, реакцией личности на психотравмирующую ситуацию, и в дальнейшем, в зависимости от длительности психотравмирующего события и преморбидных особенностей личности, способствует формированию неадекватного стереотипа поведения, вследствие чего имеет место в той или иной степени выраженность социальной дезадаптации. А также, учитывая, что, с одной стороны, при воздействии стрессовых раздражителей развитию патологических процессов способствует гиперкатехоламинемия, а впоследствии истощение тканевых запасов катехоламинов и снижение резервных возможностей симпатoadреналовой системы, а, с другой стороны, достоверно доказано, что при психоэмоциональном стрессе отрицательные эмоции суммируются и способны вызывать стационарную форму застойных возбуждений мозга и приводить к активации симпатoadреналовых влияний на структуры мозга, что и обуславливает повышение возбудимости коры головного мозга. Указанные выше факторы становятся патогенетической основой нарушения баланса между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы.

Устойчивость к психоэмоциональному стрессу зависит от функции симпатoadреналовой системы [10, 11, 43], которая тесно взаимодействует с гипофизарно-адренокортикальной системой и обеспечивает



реализацию адаптогенных эффектов, что неоднократно подчеркивалось многочисленными исследователями.

Таким образом, воздействуя на основные патогенетические механизмы стрессового расстройства, метод БОС ограничивает стрессорную активность гипоталамо-гипофизарно-адренокортикальной системы, обеспечивая уменьшение активации коры надпочечников, приводящей к более низкой концентрации глюкокортикоидов, тем самым, способствуя уменьшению деструктивных изменений в тканях, вызываемых большими концентрациями этих гормонов при стрессе [2, 19]. Следовательно, уменьшение деструкции клеточных мембран существенно снижает афферентную импульсацию в центральную нервную систему и ведет к снижению активации гипоталамо-гипофизарного комплекса (рис. 1).

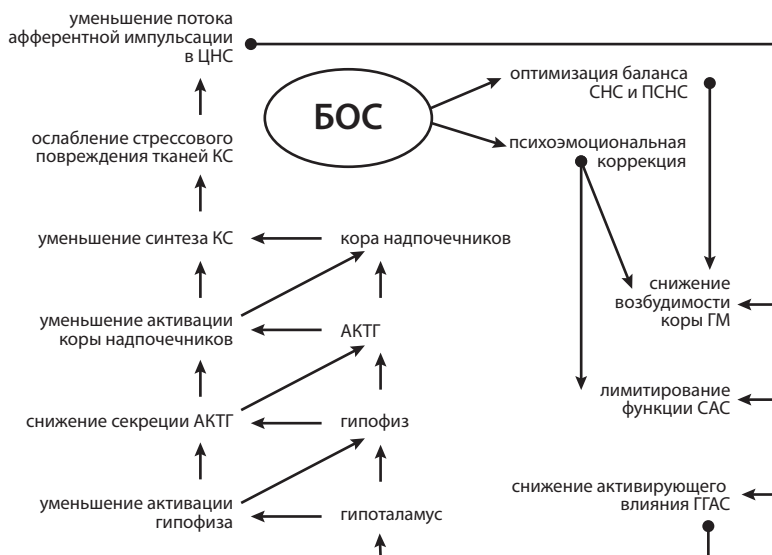


Рис. 1. Схема лимитирования гипоталамо-гипофизарно-адренокортикальной системы методом биологической обратной связи

На основании вышесказанного представляется возможным сделать вывод, что эффективность применения БОС в комплексе традиционного санаторно-курортного лечения при стрессовых расстройствах основана на лимитировании функции гипоталамо-гипофизарно-адренокортикальной системы, что подтверждает антистрессорное воздействие БОС. Данное утверждение базируется на том, что:

во-первых, метод БОС позволяет корректировать ситуацию, что в значительной степени снижает эмоциональную напряженность, и, в конечном итоге, обуславливает снижение возбудимости коры головного мозга;

во-вторых, тренинги БОС позволяют оптимизировать баланс между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системой путем активации адаптационно-приспособительных механизмов;

в-третьих, воздействие тренингов БОС обеспечивает ослабление стрессорного повреждение тканей кортикостероидами и снижение проницаемости гематоэнцефалического барьера для периферических медиаторов стресса, обуславливая снижение потока афферентной информации с периферии, что, в конечном итоге, проявляется в виде лимитирования стресс-организующей функции высших регуляторных механизмов.

### **Методология применения биологической обратной связи**

Биологическая обратная связь — это комплекс методов и технологий, базирующихся на принципах обратной связи и направленных на активизацию внутренних резервов организма, развитие самоконтроля и саморегуляции путем формирования на уровне головного мозга программы физиологически адекватного управления функциями организма. Метод БОС позволяет учитывать индивидуальные особенности личности, дозированно подбирать каждому пациенту нагрузку для тренировки и контролировать эффективность ее выполнения в ходе лечения, а также, используя мультимедийные возможности компьютерной технологии БОС, обеспечить высокую эмоциональную заинтересованность и нестандартность проведения лечебных сеансов, как для взрослых, так и для детей [17].

**Основные преимущества коррекции психоэмоциональных расстройств по методу БОС:**

- исключение медикаментозной агрессии, особенно для детей; включение механизмов саморегуляции организма на базе скрытых резервов;
- объективизация физиологических процессов происходящих при психотерапевтическом воздействии на организм; потенцирование результатов лечения в сочетании с классическими видами психотерапевтического воздействия;

- формирование устойчивых навыков управления организма с целью коррекции их в повседневной жизни самостоятельно.

Проведение сеансов биологической обратной связи осуществлялось с помощью Кабинета коррекции психоэмоционального состояния производства ЗАО «Биосвязь» (Санкт-Петербург), который предназначен для лечения больных с невротическими и депрессивными состояниями, психосоматическими заболеваниями, а также для купирования психоэмоциональных расстройств при стрессовых ситуациях и переутомлении у практически здоровых людей.

Компьютерный комплекс и программы БОС позволяют использовать несколько видов обратной связи по:

- величине дыхательной аритмии сердца (ДАС-БОС);
- параметрам электроэнцефалограммы (ЭЭГ-БОС);
- параметрам электромиограммы (ЭМГ-БОС).

#### **1. БОС по дыхательной аритмии сердца**

Учитывая, что на фоне психоэмоционального напряжения имеет место смещение баланса вегетативной нервной системы в сторону симпатикотонии, что проявляется прежде всего в нарушении ассоциативных вегетативных связей между водителями ритмов сердца и легких, выбор наиболее оптимального метода лечения должен основываться на активационном воздействии на парасимпатическую нервную систему, которая преимущественно обеспечивает сердечно-легочные взаимодействия и позволяет оптимизировать баланс между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы [44].

Проведенные нами исследования, результаты которых представлены ниже, достоверно подтверждают модулирующий эффект при проведении сеансов биологической обратной связи по дыхательной аритмии сердца, направленный на активизацию парасимпатической нервной системы и синхронизацию деятельности сердечно-сосудистой и респираторной систем.

В основу методики положен эффект дыхательной аритмии сердца (ДАС), который заключается в колебаниях частоты сердечных сокращений с периодом, равным периоду дыхания. В ходе сеансов биологической обратной связи пациента обучают диафрагмально-релаксационному типу дыхания, что обеспечивает синхронизацию дыхательного и сердечного ритмов, и, как следствие, способствует увеличению ДАС, снижению частоты сердечных сокращений и частоты дыхания. Полученные эффекты, в конечном итоге, позволяют увеличить резервные возможности кардиореспираторной системы и оптимизировать ассоциативные вегетативные связи между водителями ритмов сердца и легких [44].

## **2. БОС по параметрам электроэнцефалограммы**

Использование метода ЭЭГ-БОС позволяет получить выраженный клинический эффект при нарушениях психоэмоциональной сферы. Произвольной регуляции поддаются практически все ритмы ЭЭГ, как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения. При этом направленная перестройка ритмов головного мозга сопровождается изменением функционального состояния ЦНС, общего уровня напряжения и эмоционально-волевой сферы [45].

При работе с ЭЭГ-БОС на экран монитора в реальном масштабе времени с заранее выбранной скоростью развертки выводится суммарная ЭЭГ по доминирующему полушарию и текущие результаты ее обработки: величины альфа-, бета- и тета-ритмов, представляемые в виде гистограмм. Программа имеет несколько режимов работы: на повышение альфа-ритма, на снижение бета- и тета-ритмов. Одновременно проводится компьютерная обработка ЭЭГ по оценке её спектрального состава и структуре взаимодействия ритмов.

Регуляция ритмической структуры ЭЭГ происходит не только за счет различных перестроек мощности отдельных составляющих ритмов, но и посредством изменения временной последовательности отдельных волн в текущей ЭЭГ. При сеансах ЭЭГ-БОС происходит разрушение исходной структуры взаимодействия ритмов ЭЭГ, и, через стадию равновесного взаимодействия всех компонентов ЭЭГ, формируется требуемая структура ЭЭГ, сопровождающаяся нормализацией психоэмоционального состояния.

Сеанс психоэмоциональной коррекции проводится с акустической обратной связью по параметрам ЭЭГ, регистрируемой в биполярном отведении лоб-затылок. Пациенту предлагается поддерживать звучание музыки, при этом мелодия звучит непрерывно, если пациенту удастся вызвать у себя и удерживать такое состояние, при котором в соотношении ритмов ЭЭГ пациента выполняются заранее заданные условия. При условии адекватной мотивации пациента при проведении сеансов БОС имеет место выраженный клинический эффект без применения фармакологических препаратов. Положительные сдвиги параметров ЭЭГ возникают через 3-4 сеанса, а устойчивая положительная динамика наступает обычно через 8-12 сеансов.

## **3. БОС по параметрам электромиограммы**

ЭМГ-БОС тренинг используется для распознавания и коррекции избыточного мышечного напряжения, при лечении головных болей эмоционального напряжения и является одним из методов релаксационной терапии [37].

Известно, что эмоциональному напряжению сопутствует мышечное напряжение. Метод основан на том, что каждая область мозга функционирует в тесной связи с периферическим нейромускулярным аппаратом, образуя церебронейромускулярный круг. Состояние мышечной релаксации, возникающее во время тренинга, сопровождается ослаблением тонуса не только поперечно-полосатой, но и гладкой мускулатуры, а также уменьшением эмоциональной напряженности.

Достоверно установлено, что в состоянии нервно-мышечной релаксации наступает снижение артериального давления, замедление пульса (в среднем, на 4-6 ударов в минуту), дыхание становится более медленным и поверхностным.

Сеанс психоэмоциональной коррекции проводится с визуальной обратной связью по показателям мощности электрической активности мышц. Контролируемым параметром является мышечную активность лицевой мускулатуры, уровень которой соответствует уровню общей неспецифической активности физиологических систем организма. Эффективность лечения проявляется в нормализации сна, снижении уровня невротизации и тревожности, более адекватной оценке своего состояния.

### **Клиническая характеристика групп**

В статистический материал были включены результаты обследования 56 человек (из них мужчины — 24 человека, женщины — 32 человека) в возрасте от 25 до 56 лет ( $37,3 \pm 9,4$ ), которые получали тренинги биологической обратной связи в комплексе традиционного санаторно-курортного лечения и составили основную группу, а также 24 человека (из них 8 мужчин и 16 женщин) в возрасте от 22 до 51 лет ( $34,8 \pm 8,3$ ), которые получали только санаторно-курортное лечение и составили контрольную группу. Основными показателями при отборе лиц для исследования были высокий уровень тревоги, сниженный фон настроения, эмоциональная напряженность, повышенная чувствительность к внешним раздражителям, соматизированные расстройства.

В исследование не включались пациенты, которые получали интенсивное санаторно-курортное лечение (общие мацестинские ванны, физиотерапия по биологическим активным точкам, грязе- и озокеритолечение и т. д.). Таким образом, основная и контрольная группы сопоставимы по методам санаторно-курортного лечения и отличаются только применением тренингов биологической обратной связи (табл. 1).

Таблица 1. Методы санаторно-курортного лечения

Методы санаторно-курортного лечения	Основная группа		Контрольная группа	
	абс.	%	абс.	%
БОС-терапия	56	100	–	–
Аэротерапия I-II режим	56	100	24	100
Гелиотерапия	56	100	24	100
Талассотерапия	56	100	24	100
ЛФК	32	57	15	62,5
Диетотерапия	48	85,7	21	87,5
Йодо-бромные ванны	23	41,1	10	41,7
Хвойно-жемчужные ванны	18	32,1	7	29,2
Ароматические ванны	9	16,1	4	16,7
Подводный массаж	6	10,7	3	12,5
Ручной массаж	42	75	18	75

### **Методы оценки изменения состояния адаптивных систем при стрессовых расстройствах на фоне применения тренингов БОС в комплексе традиционного санаторно-курортного лечения**

До настоящего времени в специальной литературе содержатся весьма разноречивые оценки возможности реабилитации лиц из зон локальных военных конфликтов, а также членов их семей при проведении санаторно-курортного лечения. В частности, отсутствуют критерии эффективности реабилитации на курортах указанного контингента пациентов, сведения об этапности и продолжительности периода реабилитации этих лиц. Нет также систематизированных сведений о потребности указанного контингента и членов их семей в проведении им санаторно-курортных мероприятий, отсутствует современная система реализации им медицинских и организационных технологий оздоровления и реабилитации [6].

Весьма актуальным для восстановительной медицины вопросом является определение наиболее информативных методов оценки изменений параметров адаптивных систем организма при стрессовых расстройствах. Изучение адаптации с точки зрения системного принципа, основанное на учении А. А. Ухтомского и П. К. Анохина, в последние десятилетия дало существенные результаты, поскольку такой подход открыл перед исследователями возможность анализа динамической интеграции

физиологических систем в процессе приспособления организма к изменяющимся условиям среды [48], рассматривая при этом организм как целостную саморегулирующую систему. При этом, разрабатывая теорию функциональных систем применительно к организации поведенческих актов, П. К. Анохин (1975) придавал большое значение эмоциям, как фактору интеграции целенаправленных реакций организма, как процессу, объединяющему и направляющему приспособительные возможности индивидуума по отношению к внешнему миру.

Учитывая вышесказанное, целесообразно выделить следующие типы функциональных систем [36]:

*Морфофункциональные системы*, связанные с работой определенных морфоструктур организма (опорно-двигательный аппарат, сердечно-сосудистая система, дыхательная система, центральная нервная система);

*Гомеостатические функциональные системы*. Важнейшие элементы этих систем — внутренняя среда организма, вегетативная нервная и эндокринная системы, подкорковые нервные центры. Их основная цель — поддерживать постоянными определенные жизненно важные характеристики организма и внутренней среды: температуру тела, энергетический потенциал, структурную специфичность, концентрацию водородных ионов, содержание электролитов и т. д. В отличие от морфофункциональных систем, где структура и функция слиты воедино, в гомеостатических системах формируется интегральная функция на основе взаимодействия многих элементов различных морфофункциональных систем;

*Нейродинамические функциональные системы*, важнейшим структурным элементом которой является кора головного мозга на том этапе эволюционного развития, который привел к формированию первой сигнальной системы.

*Психофизиологические функциональные системы*, важнейшим структурным элементом которых являются отделы коры головного мозга, связанные с формированием второй сигнальной системы.

*Энергоинформационная система*.

Проведенные в последние десятилетия исследования позволили создать принципиально новый информативный метод оценки, основанный на анализе многопараметрических данных. Метод газоразрядной визуализации (ГРВ) — это компьютерная регистрация и анализ свечений, индуцированных объектами, в том числе и биологическими, при стимуляции их электромагнитным полем. Метод ГРВ позволяет проводить скрининг и мониторинг состояния здоровья, количественного

определения уровня стресса и психофункциональной готовности к профессиональной деятельности.

В Центральном клиническом санатории им. Ф. Э. Дзержинского активно применяется методология системной оценки параметров адаптивных систем и комплексный подход к лечению пациентов со стрессовыми расстройствами.

Для медицинского контроля за состоянием здоровья в условиях курортов предлагаются различные критерии его оценки, хотя, как правило, они характеризуют не состояние организма в целом, а состояние какой-либо из его подсистем — сердечно-сосудистой, нервной, респираторной и т. д. Поэтому, учитывая высокую клиническую значимость оценки общих адаптационных реакций организма на различные воздействия, нами в мероприятия по обследованию указанного контингента включены методы верификации общих неспецифических адаптационных реакций и реактивности организма (А. Т. Быков, 1996) [6].

В этом плане достаточно информативным диагностическим тестом является определение общих неспецифических адаптационных реакций организма и уровней реактивности по лейкограмме (Л. Х. Гаркави, Е. Б. Квакина, М. А. Уколова, 1985; 1999), которые позволяют оценить функциональное состояние организма и определить уровень компенсаторных возможностей индивида.

При формировании оптимального восстановительного комплекса необходимо также учитывать адаптивные возможности каждой функциональной подсистемы организма (рис. 2).

С этой целью мы используем следующий комплекс доступных и информативных методов оценки:

1. Морфофункциональная система:  
кардиоинтервалография; ЭКГ; ТПГР; кинетика кислородного метаболизма; биоэлектрическая сегментарная диагностика.
2. Гомеостатическая система:  
биохимическое исследование; липидограмма; состояние иммунного статуса; сахар крови; перекисное окисление липидов и антиоксидантная активность плазмы крови; иммуноферментный анализ (АКТГ, 17-оксикортистероиды).
3. Нейродинамическая система:  
ЭЭГ с картированием и спектральным анализом; РЭГ.
4. Психофизиологическая система:  
определение Р зоо (когнитивных ВП); психотестирование (госпитальная шкала тревоги и депрессии HADS, методика опера-



тивной оценки уровня тревоги Ж. Тейлор, методика САН, тест Люшера).

5. Энергоинформационная система:

функциональное состояние органов и систем; уровень стресса и тревожности; психологический профиль личности.

Комплекс обследования выполняется троекратно.

- первое обследование проводится с целью установления индивидуально-типологических особенностей, определения фоновое состояние и формирования лечебно-реабилитационных мероприятий;
- второе — с целью определения адекватности и своевременной коррекции проводимого лечения на 11-12-й день;
- третье — с целью оценки эффективности проведенного лечения.



Рис. 2. Методы оценки изменения состояния адаптивных систем при стрессовых расстройствах на фоне применения тренировок БОС в комплексе традиционного санаторно-курортного лечения.

## Статистическая обработка материала

Статистическая обработка результатов исследования проводилась на основе программного пакета «Statistika 5.0.» и включала следующие методы:

- достоверность различий между средними величинами при нормальном распределении с использованием t-критерия Стьюдента;
  - в выборках с попарно связанными вариантами использовался критерий Вилкоксона;
  - для независимых выборок применялся критерий Манна-Уитни.
- Статистически значимыми считали различия при  $p < 0,05$ .

### **Результаты исследования клинической эффективности БОС-терапии при психофизиологической дезадаптации в комплексе традиционного санаторно-курортного лечения**

Всем пациентам основной и контрольной групп до и после курса лечения проводилось анкетирование по основным жалобам.

В группе пациентов, которые получали традиционное санаторно-курортное лечение в сочетании с БОС-терапией, наблюдалась выраженная положительная динамика. В основной группе отмечалось значительное уменьшение жалоб: реакция тревоги — на 42,9%, раздражительность — на 57,2%, нарушения сна — на 44,7%, затруднения в межличностных отношениях — на 25%, навязчивые воспоминания — на 26,8%, соматизированные расстройства — на 39,3%, эмоциональная напряженность — на 42,8% (табл. 2).

В группе больных, получавших традиционное санаторно-курортное лечение (без БОС) также отмечалась положительная динамика, связанная с уменьшением жалоб, но менее выраженная: реакция тревоги — на 37,5%, раздражительность — на 29,2%, нарушение сна — на 16,7%, затруднения в межличностных отношениях — на 25%, навязчивые воспоминания — на 12,5%, соматизированные расстройства — на 25%, эмоциональная напряженность — на 37,5% (табл. 2).

Таблица 2. Динамика клинического состояния у пациентвосновной и контрольной групп

	Основная группа (n=56)				Контрольная группа (n=24)			
	До лечения		После лечения		До лечения		После лечения	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Реакция тревоги	38	67,9	14	25	18	75	9	37,5
Раздражительность	50	89,3	18	32,1	22	91,7	15	62,5
Нарушения сна	51	91,1	26	46,4	16	66,7	12	50
Сниженный фон настроения	27	48,2	11	19,6	14	58,3	8	33,3
Затруднения в межличностных отношениях	32	57,1	18	32,1	17	70,8	11	45,8
Навязчивые воспоминания	19	33,9	4	7,1	8	33,3	5	20,8
Соматизированные расстройства	43	76,8	21	37,5	17	70,8	11	45,8
Эмоциональная напряженность	39	69,6	15	26,8	19	79,2	10	41,7

Примечание: все различия достоверно значимы ( $p < 0,05$ ).

Таким образом, в обеих группах отмечена положительная динамика. Однако полученные статистические данные анализа жалоб свидетельствуют о более выраженной стабилизации психоэмоционального состояния, уменьшении эмоциональной напряженности, нормализации сна, снижении уровня тревожности, улучшении межличностных взаимоотношений, улучшении и устойчивости настроения после проведенного курса БОС-терапии по сравнению с контрольной группой. Полученные данные наглядно свидетельствуют, что применение метода БОС-терапии позволяет значительно повысить эффективность проводимого лечения, учитывая ограниченные сроки пребывания пациентов на санаторно-курортном этапе.

Анализ результатов медико-психологических исследований лиц с высоким уровнем тревожности свидетельствует о повышенной чувствительности к эмоциональному стрессу, об уменьшении фрустрационной толерантности, снижении уровня самооценки, что ведет к неадекватным эмоциональным реакциям на субэкстремальные и экстремальные раздражители, т. е. тревожность является клиническим проявлением хронического эмоционального напряжения, стресса. Учитывая, что тревожность занимает основное место в синдроме психоэмоционального напряжения [35], можно предположить, что тревожность является той основой, которая приводит к развитию психической и психосоматической патологии. Следовательно, изменение уровня тревожности на фоне

проводимой терапии является ярким и достоверным показателем, отражающим изменения уровня эмоционального напряжения. В ходе исследования нами применялся опросник оперативного определения уровня тревоги Ж. Тейлор в модификации Т. А. Немчинова, который предназначен для измерения уровня тревожности и позволяет дифференцированно подходить к лечению пациента, так как дает возможность оценить качественные особенности проявления тревоги:

показатель уровня тревоги по соматическому состоянию;

показатель уровня тревожности по нервно-психической деятельности;

показатель тревожности по социально-трудовому состоянию.

Суммарная оценка: 40-50 баллов рассматривается как показатель очень высокого уровня тревоги; 25-40 баллов свидетельствуют о высоком уровне тревоги; 15-25 баллов — о среднем (с тенденцией к высокому) уровне; 5-15 баллов — о среднем (с тенденцией к низкому) уровне и 0-5 баллов — о низком уровне тревоги.

Проведенные нами исследования уровня тревоги по Ж. Тейлор мы сопоставили с уровнем тревожности и стресса по программе «Stress Factor», входящей в аппаратно-компьютерный комплекс ГРВ биоэлектрорафии.

Данная методика оценки уровня стресса и тревожности основана на сопоставлении БЭО-грамм, снятых с пленкой-фильтром и без нее. Фильтр позволяет разделить психофизиологическое и физическое поля. Чем сильнее уровень тревожности и стресса, тем больше разница между этими двумя изображениями. Шкала оценки определена на основании статистического материала, полученного в разных странах и имеющего клиническую верификацию. Для спокойного, уравновешенного, относительно здорового человека эта величина находится в пределах от 0 до 2, что характеризует низкий уровень стресса; в пределах от 2 до 4 — уровень нормальный, хотя и не оптимальный; от 4 до 6 — повышенный уровень, влияющий на состояние здоровья человека; от 6 до 8 — высокий уровень стресса, негативно сказывающийся на психическом и физическом состоянии человека; выше 8 — это дистресс.

Результаты медико-психологических исследований — в табл. 3.

Таблица 3. Динамика параметров уровня тревожности и качественных характеристик тревоги

	До лечения		После лечения	
	Основная группа	Контрольная группа	Основная группа	Контрольная группа
Индекс общей тревоги	29,26±9,6	26,35±11,1	13,11±7,7	21,57±12,2
Индекс тревожности по соматическому состоянию	8,57±3,3	9,78±2,0	4,21±2,8	8,11±2,3
Индекс тревожности по нервно-психической деятельности	13,43±4,1	12,07±4,7	6,19±4,0	10,0±5,6
Индекс тревожности по социальному состоянию	8,2±3,3	6,64±4,4	3,15±2,9	4,64±3,6
Уровень тревожности по Stress Factor	6,5±0,32	6,3±0,15	3,7±0,02	5,4±0,12

Примечание: все различия достоверно значимы ( $p < 0,05$ ).

Проведенные нами исследования определения уровня тревоги посредством методики Ж. Тейлор в модификации Т. А. Немчинова, достоверно показали, что на фоне тренингов биологической обратной связи происходило снижение уровня тревоги практически в два раза, что позволяет говорить о нормализации психоэмоционального состояния, тогда как динамика показателей в контрольной группе была незначительной, что также коррелирует с показателями, полученными по программе «Stress Factor».

Проведенные нами исследования эмоционального фона также были дополнены динамикой показателей самочувствия, активности и настроения посредством методики САН. Тест САН предназначен для оперативной оценки самочувствия, активности и настроения и заключается в том, что испытуемого просят соотнести свое состояние с рядом признаков по многоступенчатой шкале. Шкала состоит из индексов (3210123) и расположена между тридцатью парами слов противоположного значения, отражающих подвижность, скорость и темп протекания функций (активность), силу, здоровье, утомление (самочувствие), а также характеристики эмоционального состояния (настроение). Нормальные оценки состояния лежат в диапазоне 50-55 баллов. Однако при анализе функционального состояния важны не только значения отдельных показателей, но и их соотношение. Это обусловлено тем, что по мере нарастания утомляемости соотношение между показателями изменяется за счет относительного снижения показателей самочувствия и активности по сравнению с настроением.

Результаты исследований приведены в таблице 4.

Таблица 4. Динамика самочувствия, активности и настроения у пациентов основной и контрольной групп

	До лечения		После лечения	
	Основная группа	Контрольная группа	Основная группа	Контрольная группа
Самочувствие	43,87±11,4*	43,77±15,7*	52,63±8,1*	49,3±12,47*
Активность	41,47±10,2*	42,23±12,2*	52,19±7,6*	46,6±12,4*
Настроение	45,87±11,9**	44,36±17,0**	53,68±9,7**	48,57±16,0**

Примечание:

\* - достоверно значимые различия ( $p < 0,03$ )

\*\* - достоверно значимые различия ( $p < 0,02$ )

В обеих группах отмечалась статистически достоверная положительная динамика, но в основной группе имела место более выраженная тенденция к гармонизации состояния.

Так как состояние центральной нервной системы определяет основу и степень выраженности дезадаптации психической деятельности и может являться коррелятом функционального исходного состояния различных звеньев гипоталамо-гипофизарно-кортикоадренальной системы, нами было проведено исследование динамики показателей нейротизма (или эмоциональной неустойчивости) у лиц с посттравматическими стрессовыми расстройствами на фоне тренировок биологической обратной связи в комплексе с традиционным санаторно-курортным лечением. В ходе исследования нами применялась шкала Г. Айзенка, позволяющая определить уровень чувствительности к стрессовому воздействию. У лиц с высокими показателями по шкале нейротизма высока вероятность развития невротических расстройств при эмоционально-стрессовых ситуациях (табл. 5).

Таблица 5. Динамика показателей по шкале нейротизма/стабильности на фоне тренировок БОС в комплексе традиционного санаторно-курортного лечения

Основная группа		Контрольная группа	
До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
17,9±2,7	7,5±1,5	15,5±3,9	11,3±2,3

Примечание: все различия достоверно значимы ( $p < 0,05$ ).

На фоне проводимой БОС-терапии выявлены статистически достоверные изменения показателей нейротизма в сторону эмоциональной устойчивости, что отражает сохранение организованного поведения, ситуативной целенаправленности в обычных и стрессовых ситуациях и свидетельствует о позитивных сдвигах в психо-эмоциональном состоянии, тогда как в контрольной группе на фоне традиционного санаторно-

курортного лечения имела место незначительная тенденция к указанным изменениям.

Учитывая, что доминирующим синдромом является психовегетативный, наиболее достоверно эффективность проводимого лечения показывают результаты, позволяющие оценить состояние регуляторных систем при острых и хронических стрессорных воздействиях.

Система кровообращения может рассматриваться как чувствительный индикатор адаптационных реакций целостного организма, а вариабельность сердечного ритма хорошо отражает степень напряжения регуляторных систем, обусловленную возникающей в ответ на любое стрессорное воздействие активацией системы гипофиз-надпочечники и реакцией симпатoadреналовой системы.

Проведенный анализ динамики параметров кардиоинтервалограммы, проводимой с помощью аппарата «Варикард», позволяет оценить активность регуляторных механизмов, а также соотношение между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы. Характерной особенностью метода является его неспецифичность по отношению к нозологическим формам патологии и высокая чувствительность к самым разнообразным внутренним и внешним воздействиям. Метод основан на распознавании и измерении временных интервалов между RR-интервалами электрокардиограммы, построении динамических рядов кардиоинтервалов (кардиоинтервалограммы) и последующего анализа полученных числовых рядов различными математическими методами. Здесь простота съема информации сочетается с возможностью извлечения из получаемых данных обширной и разнообразной информации о нейрогуморальной регуляции физиологических функций и адаптационных реакциях целостного организма.

Учитывая, что изменения вегетативного баланса в виде активации симпатического звена рассматриваются как неспецифический компонент адаптационной реакции в ответ на различные стрессорные воздействия, одним из методов оценки таких реакций является вычисление показателя активности регуляторных систем (ПАРС). Он вычисляется в баллах по специальному алгоритму, учитывающему статистические показатели, показатели гистограммы и данные спектрального анализа кардиоинтервалов. ПАРС позволяет дифференцировать различные степени напряжения регуляторных систем и оценивать адаптационные возможности организма.

Значения ПАРС выражаются в баллах от 1 до 10. На основании анализа значений ПАРС могут быть диагностированы следующие функциональные состояния:

1. Состояние оптимального (рабочего) напряжения регуляторных систем, необходимое для поддержания активного равновесия организма со средой (норма ПАРС = 1-2).

2. Состояние умеренного напряжения регуляторных систем, когда для адаптации к условиям окружающей среды организму требуются дополнительные функциональные резервы. Такие состояния возникают в процессе адаптации к трудовой деятельности, при эмоциональном стрессе или при воздействии неблагоприятных экологических факторов (ПАРС = 3-4).

3. Состояние выраженного напряжения регуляторных систем, которое связано с активной мобилизацией защитных механизмов, в том числе повышением активности симпатико-адреналовой системы и системы гипофиз-надпочечники (ПАРС = 4-6).

4. Состояние перенапряжения регуляторных систем, для которого характерна недостаточность защитно-приспособительных механизмов, их неспособность обеспечить адекватную реакцию организма на воздействие факторов окружающей среды. Здесь избыточная активация регуляторных систем уже не подкрепляется соответствующими функциональными резервами (ПАРС = 6-8).

При проведении исследования нами достоверное установлено изменение активности регуляторных систем (ПАРС) от  $4,5 \pm 0,6$  до  $3,2 \pm 0,3$  ( $p < 0,05$ ) на фоне проводимой БОС-терапии в комплексе традиционного санаторно-курортного лечения у лиц со стрессовыми расстройствами, что подтверждается значительным снижением индекса напряженности от  $375,1 \pm 61,2$  до  $250,6 \pm 39,1$  ( $p < 0,05$ ). Кроме того, выявлены позитивные изменения при анализе среднеквадратичного отклонения (СКО) от  $31,5 \pm 2,5$  до  $34,9 \pm 4,4$  ( $p < 0,05$ ), что указывает на усиление автономной регуляции и обусловлено достоверным снижением исходно повышенного симпатического тонуса, а также отмечена тенденция к нормализации активности вазомоторного центра, регулирующего сосудистый тонус (уменьшение мощности спектра медленных волн 1-го порядка (LF) с  $44,6 \pm 3,0$  до  $37,4 \pm 1,9$  ( $p < 0,05$ ), тогда как динамика вышеуказанных показателей в контрольной группе была менее выраженной (табл. 6).

Таблица 6. Динамика показателей вегетативного баланса в основной и контрольной группах пациентов

	Основная группа		Контрольная группа	
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
Показатель активности регуляторных систем	$4,53 \pm 0,61$	$3,22 \pm 0,34$	$5,13 \pm 0,33$	$4,43 \pm 0,37$



	Основная группа		Контрольная группа	
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
Показатель автономной регуляции	31,5±2,5	34,92±4,44	35,81±4,34	36,29±5,38
Индекс напряженности	375,1±61,17	250,6±39,11	389,0±69,31	453,38±72,1
Активность вазомоторного центра	44,6±3,04	37,41±1,88	38,15±2,66	39,3±3,09

Примечание: все различия достоверно значимы ( $p < 0,05$ ).

На фоне проводимой терапии наблюдается нормализация вегетативного гомеостаза и повышение активности механизмов симпатической регуляции, что при статистической обработке достоверно подтверждается комплексом показателей.

Эти результаты позволяют провести корреляцию с данными, полученными при проведении сеансов ДАС-БОС, которые также подтверждают нормализацию вегетативного статуса. При анализе дыхательной аритмии сердца отмечается значительное улучшение показателей до  $25,23 \pm 8,5$  от первоначального значения  $14,79 \pm 6,5$  ( $p < 0,001$ ), снижение частоты дыхания с  $10,64 \pm 3,8$  до  $7,34 \pm 2,3$  ( $p < 0,01$ ), а также стабилизация ЧСС, что достоверно указывает на оптимизацию баланса симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы и нормализацию центральной регуляции дыхательной и сердечно-сосудистой систем.

При анализе динамики показателей гомеостатической системы статистически достоверных изменений выявлено не было, что, возможно, объясняется малыми ограниченными сроками пребывания указанных лиц на санаторно-курортном этапе, а также тяжестью их состояния.

По данным литературы (П. В. Бундзен, 2000, 2001; М. Я. Магидов, 2001), динамика психовегетативного статуса достоверно коррелирует с изменениями ГРВ-грамм и характеризует изменение энергетического гомеокинеза. Поэтому дополнительно для определения информационных признаков изменения психоэмоционального состояния пациентов с посттравматическими расстройствами нами был использован метод газоразрядной визуализации с целью определения параметров биоэнерграмм, коррелирующих с другими методами исследования, характеризующими динамику состояния пациентов на фоне санаторно-курортного лечения с применением БОС-терапии (рис. 3).

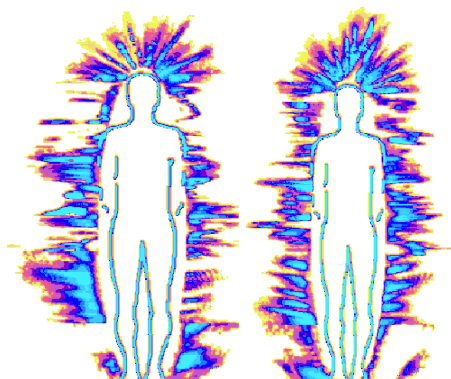


Рис. 3. Изменение биоэнерграммы пациентки до (слева) и после (справа) БОС-терапии

Динамика показателей психологического статуса достоверно коррелировала с изменениями ГРВ-грамм. Изначально ГРВ-граммы визуально оценивались как дефектные, с множеством областей выпадения, не координированными локальными выбросами. Изображения характеризовались малой площадью, низким уровнем шума. В динамике отмечалось статистически достоверное увеличение площади и плотности свечения, заполнение дефектных зон, увеличение среднего интегрального коэффициента площади на 58,5%. Наиболее наглядные данные ГРВ-грамм определялись в первом режиме

В основной группе были применены дополнительные методы исследования — тетраполярная реография (ТПГР), реоэнцефалография (РЕГ), фоновая электроэнцефалография (ЭЭГ)

Проведенные нами исследования морфофункциональной системы дополнили вышеуказанные результаты и подтвердили положительный модулирующий эффект коррекции дисрегуляторных нарушений при применении БОС у лиц в хроническом стрессовом состоянии. Так, при анализе тетраполярной реографии подтвержден модулирующий эффект биологической обратной связи: до лечения гиперкинетический тип гемодинамики имел место у 47% пациентов, эукинетический тип — у 25%, гипокинетический тип — у 28% пациентов. После лечения БОС соотношения преобладающего типа гемодинамики изменилось: гиперкинетический тип составил 25%, эукинетический тип — 56%, гипокинетический тип — 19% (рис. 4).

после лечения



до лечения

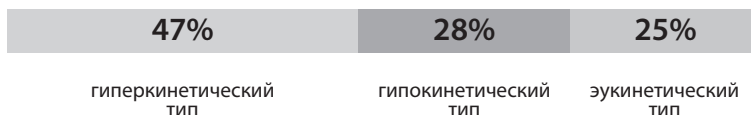


Рис. 4. Изменения гемодинамики при применении БОС-терапии

По данным реоэнцефалограммы, в динамике отмечается улучшение венозного оттока у 22% пациентов, повышение пульсового кровенаполнения и нормализация сосудистого тонуса у 34% и 38% пациентов, соответственно.

Для объективного подтверждения положительных сдвигов в психоэмоциональном состоянии пациентов использовались показатели мощности альфа- и бета-ритмов, которые наиболее объективно отражают изменения психоэмоционального состояния пациента. Данное утверждение основано на том, что основной функцией коры головного мозга бодрствующего человека является мобилизация и регуляция всех процессов, связанных с выполнением, контролем и прогнозированием поведенческих актов. При анализе результатов использовался показатель мощности альфа- и бета-ритмов, выраженный в процентах. В ходе проведения сеансов БОС наблюдалось достоверное повышение мощности альфа-ритма до  $61,26 \pm 15,32\%$  от исходного уровня  $45,93 \pm 16,70\%$  ( $p < 0,05$ ), что является индикатором улучшения психоэмоционального состояния, и снижение бета-ритма до  $27,62 \pm 13,16\%$  от исходного значения  $36,54 \pm 15,43\%$  ( $p < 0,06$ ).

## Заключение

Проведенный статистический системный анализ состояния адаптивных систем при применении БОС-тренингов выявил повышение компенсаторно-приспособительных реакций и клинической эффективности у лиц со стрессовыми расстройствами в комплексе традиционного санаторно-курортного лечения в условиях влажного субтропического климата.

Применение БОС-терапии в комплексе санаторно-курортного лечения у пациентов со стрессовыми расстройствами позволяет корректировать психоэмоциональное состояние за счет формирования адекватного и целенаправленного реагирования индивидуума на психотравмирующую ситуацию, что позволяет в значительной степени снизить эмоциональную напряженность, которая, в конечном итоге, и обуславливает выраженный положительный клинический эффект.

БОС-терапия позволяет оптимизировать баланс между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системой путем активации адаптационно-приспособительных механизмов.

Тренинги биологической обратной связи значительно улучшают показатели психоэмоционального состояния пациентов, что проявляется в уменьшении уровня тревоги, в нормализации показателей самочувствия, активности и настроения, снижении эмоциональной напряженности, стабилизации субъективного состояния.

БОС-терапия является методом, воздействующим на основные звенья патогенеза стрессовых расстройств, и способствует лимитированию стрессорной активации гипоталамо-гипофизарно-адренортикальной системы через оптимизацию баланса между парасимпатическим и симпатическим отделами вегетативной нервной системы и коррекцию психоэмоционального состояния.

Метод БОС повышает устойчивость центральной нервной системы к воздействию стрессовых факторов эмоциональной природы, что выражается в сохранении организованного поведения, ситуативной целенаправленности в обычных и стрессовых ситуациях и свидетельствует о позитивных сдвигах в психоэмоциональном состоянии, тогда как в контрольной группе на фоне традиционного санаторно-курортного лечения имела место лишь незначительная тенденция к указанным изменениям.

Полученные данные позволяют рекомендовать метод биологической обратной связи при лечении стрессовых расстройств в комплексе традиционного санаторно-курортного лечения, что позволит в значительной степени повысить эффективность проводимого лечения, учитывая ограниченные сроки пребывания указанных лиц на санаторно-курортном этапе.

## Литература

1. Арчаков А. И. Микросомальное окисление. — М.: Наука, 1978. — 327 с.
2. Барабой В. А., Дружина Н. А. и др. — Киев: Наукова думка, 1986. — 216 с.
3. Бекшаев С. С., Левина В. Ю., Яковлев Н. М., Ващилло Е. Г. Динамика структуры электроэнцефалограммы у больных неврозом в процессе лечения методом биологической обратной связи // Биоуправление-3: Теория и практика / Под ред. М. Б.Штарк, Р. Колл. — Новосибирск, 1998. — с. 202-212.
4. Белова Т. Н., Кветнанский Р. // Успехи физиол. наук. — 1981.-ТД2.-№2. — с. 67-90.
5. Богданова Т. А., Яковлев Н. М. Коррекция предсердной экстрасистолии у больных синдромом вегетососудистой дистонии с помощью биоуправления с обратной связью // Биол. обратная связь. — 2000. — №1. — С. 26-30.
6. Быков А. Т. Оздоровление и реабилитация военнослужащих на курортах России. — Сочи: ЧРЦСМ, 1996. — 300 с.
7. Вальдман А. В./Актуальные проблемы стресса. — Кишинев: Штиинца, 1976. — с. 34-43.
8. Вартанова Т. С., Сметанкин А. А. Очерк истории развития биологической обратной связи как метода медицинской реабилитации // Биол. обратная связь. — 2001. — №1. — с. 2-9.
9. Васильев В. Н. Симпатоадреналовая активность при различных функциональных состояниях человека: Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. — М., 1981. — 36 с.
10. Виру А. А. Гормональные механизмы адаптации и тренировки. — Л.: Наука, 1981. — 155 с.
11. Виру А. А., Кырге П. К. Гормоны и спортивная работоспособность. — М.: Физкультура и спорт, 1983. — 159 с.
12. Воскресенский О. Н. Влияние природных биоантиоксидантов на патологические процессы, связанные со старением // Итоги науки и техники. Серия: Общие проблемы биологии. — М.: ВИНТИ. — 1986. — Т. 5. — с. 163-201.
13. Голотин В. Г., Гоненко В. А., Добрякова А. И. // Биоантиокислители и регуляция окислительных процессов. — М.: Наука, 1972.-С. 18-19.
14. Журавлев А. И. Биоантиокислители в животном организме/ Биоантиокислители. — М.; Наука, 1975. — с. 15-29.
15. Забродин О. Н. Роль адренергических механизмов в развитии и заживлении экспериментальных нейрогенных повреждений слизистой желудка (фармакологический анализ): Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. — М., 1982. — 32 с.
16. Заводская И. С., Морева Е. В. Фармакологический анализ механизма стресса и его последствий. — Л., 1981.

17. Ивановский Ю. В., Сметанкин А. А. Принципы использования метода биологической обратной связи в системе медицинской реабилитации // Биол. обратная связь. — 2000. — № 3. — с. 2-9.
18. Казначеев В. П., Панин Л. Е., Коваленко Л. А. Проблема сбалансированного питания в связи с особенностями метаболической адаптации человека на севере // Физиология человека. — 1976. — Т. 2. — №4.-с. 646-652.
19. Кокс Т. Стресс / Пер. с англ. — М.: Мир, 1981. — 216 с.
20. Куликов В. Ю., Ляхович В. В. Реакции свободно-радикального окисления липидов и некоторые показатели кислородного обмена / Механизмы адаптации человека в условиях высоких широт. — Л.: Медицина, 1980. — с. 60-87.
21. Линчевская А. А., Яхнина Д. Н. Содержание свободных жирных кислот и перекисное окисление липидов при воздействии холода и введении альфа-токоферола // Патол. физиология и эксперим. терапия. — 1986.-№ 5. — с. 10-12.
22. Машина Э. Ш., Меньшиков В. В. Клиническая биохимия катехоламинов. — М.: Медгиз, 1967. — 304 с.
23. Матлина Э. Ш. Регуляция биосинтеза катехоламинов при физиологических и патологических состояниях, связанных с нарушением функций нервной системы // Журн. Всесоюз. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева. — 1976. — Т. 21. —№ 2. —С. 157-164.
24. Матлина Э. Ш., Бару А. М., Васильев В. Н. Эмоции: значение некоторых медиаторов и гормонов в механизмах включения и поддержания эмоциональных состояний // Итоги науки и техники. Серия: Физиология человека и животных. — М.: ВИНТИ, 1975. — Т. 15. — с. 30-93.
25. Меерсон Ф. З. Адаптация, стресс, профилактика. — М., 1981.
26. Меерсон Ф. З. Общий механизм адаптации и роль в нем стресс-реакции, основные стадии процесса / Физиология адаптационных процессов. — М., 1986. — с. 77-123.
27. Меерсон Ф. З. Патогенез и предупреждение стрессорных и ишемических повреждений сердца. — М.: Медицина, 1984. — 272 с.
28. Мезенцева Л. Н. Роль индивидуальных особенностей обмена биогенных аминов в устойчивости и развитии патологических последствий стресса: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. — М., 1982.
29. Обухова Л. К. Свободнорадикальные механизмы старения в биологической эволюции // Итоги науки и техники. Серия: Общие проблемы биологии. — М.: ВИНТИ, 1986. —Т. 5. — с. 36-68.
30. Обухова Л. К., Эмануэль Н. М. Молекулярные механизмы замедления старения антиоксидантами // Итоги науки и техники. Серия: Общие проблемы биологии. — М.: ВИНТИ, — 1984. — Т. 4. — с. 44-80.
31. Окислительные процессы при гамма-нейтронном облучении организма / Чеботарев Е. Е., Барабой В. А., Дружина Н. А. и др. — Киев: Наукова думка, 1986. — 216 с.

32. О накоплении липидных перекисей и хинонов в печени крыс при стрессе / Брехман И. И., Голотин В. Г., Гоненко В. А., Добрякова А. И. // Биоантиокислители и регуляция окислительных процессов. М.: Наука, 1972. — с. 18-19.
33. Панин Л. Е. Энергетические аспекты адаптации. — Л.: — Медицина, 1978. — 192 с.
34. Панин Л. Е. Энергетический гомеостаз в норме и в условиях функционального напряжения // Бюлл. СО АМН СССР. — 1983. — № 5. — с. 126-132.
35. Панин Л. Е. Биохимические механизмы стресса. — Новосибирск, 1983.
36. Панин Л. Е., Соколов В. П. Психосоматические взаимоотношения при хроническом эмоциональном напряжении. — Новосибирск: Наука, 1981. — 178 с.
37. Пасюкевич В. В., Черниговский А. В., Маркович Н. Н., Сметанкин А. А. Коррекция невротических расстройств по методу ЭМГ- БОС с использованием компьютерного комплекса «Neuro 2.0» ЗАО «Биосвязь» // Биол. обратная связь. — 1999. — № 2. — с. 40-47.
38. Петраков Б. Д. Основные закономерности распространения психических болезней в современном мире и Российской Федерации / XII съезд психиатров в России. / Материалы съезда. — М., 1995. — с. 98-100.
39. Петров Ю. А., Гуткин Д. В. Свободнорадикальное окисление и его роль в патогенезе воспаления, ишемии и стресса // Патол. физиология и эксперим. терапия. — 1986. — №5. — с. 85-92.
40. Положенцев С. Д., Рудков Д. А., Кувшинников А. В. Динамика липидного обмена и гормональный фон в процессе адаптации к длительным психоэмоциональным и физическим нагрузкам // Физиология человека. —1987. — Т. 13. — № 4. — с. 16-620.
41. Ратштейн В. Г. Перспективы эпидемиологических исследований в психиатрии / XII съезд психиатров в России. / Материалы съезда. — М., 1995. — с. 109-110.
42. Рейковский Я. Экспериментальная психология эмоций. — М., 1979.
43. Розен В. Б. Основы эндокринологии. — М.: Высшая школа, 1980.-244 с.
44. 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.
45. Сметанкин А. А., Габитов И. М. Перспективы использования метода биологической обратной связи по электроэнцефалограмме в клинической практике // Биол. обратная связь. —2000.-№1. — с. 3-4.
46. Суворов Н. Ф., Суворов В. В. Холинореактивная система базальных ганглиев и условно-рефлекторная деятельность. — Л.: Наука, 1975. —96 с.
47. Угарова О. П. // Физиологический журнал. — 1985. — Т. 31. — № 2. — с. 224-227.
48. Функциональные системы организма: Руководство / Под ред. К. В. Судакова. — М.: Медицина, 1987. — 432 с.

49. Фурдуй Ф. И. Стресс, адаптация и функциональные нарушения. // Тез. докл. III Всесоюзн. симп. — Кишинев. 1984. — с. 294-295.
50. Хайдарлиу С. Х. Медиаторные механизмы стресса. — Кишинев: Штиинца, 1987. — С. 99-111.
51. Цулая М. Х., Чиркова А. М. и др. // Известия АН ГССР: Серия биол. — 1984. — Т. 10. — № 5. — с. 293-298.
52. Штарк М. Б. Заметки о биоуправлении (сегодня и немного о завтра) // Биоуправление-3: Теория и практика / Под ред. М. Б. Штарк, Р. Колл. — Новосибирск, 1998. — с. 4-13.
53. Юматов Е. А. // Вестн. АМН СССР. — 1982. — № 2. — с. 63-69.
54. Яковлев Н. М. Биологическая обратная связь при лечении стресса и психосоматической патологии // Биологическая обратная связь: Висцеральное обучение в клинике. Сб. научн. тр. Вып. 2. Ч. 1. — СПб., 1993. — с. 3-49.
55. Яковлев Н. М. Адаптационные механизмы висцерального обучения с помощью БОС // Биологическая обратная связь. Висцеральное обучение в клинике. Сб. научн. тр. Вып. 2. Ч. 1. — СПб., 1993. — с. 49-80.
56. Pryor W. A. Oxyradicals and related species: Their formation, lifetimes and reactions // Annu. Rev. Physiol. — 1986. — V. 48» pale Alto. — p. 657-667.
57. Usdin E., Kvemansky R., Kopin J. Catecholamines and Stress. — Oxford, Pergamon Press, 1976.
58. Shwartz M. Biofeedback. A Practitioners Guide. — New York, London: The Guilford Press, 1995. — 908 p.



## **Метод биологической обратной связи по дыхательной аритмии сердца — путь к нормализации взаимодействия дыхательной и сердечно-сосудистой систем**

Хорошо известно, что дыхание — это основной «канал» (механизм), который связывает организм человека с окружающим миром. Главная и единственная задача дыхания — обеспечить поступление в организм кислорода и удаление углекислого газа.

С достаточной степенью схематичности дыхательный цикл выглядит так: легкие обеспечивают забор атмосферного воздуха, кровь осуществляет транспорт кислорода по всем клеткам организма и обеспечивает обратный транспорт углекислого газа от клеток в легкие с последующим выбросом его в атмосферу.

Организм стремится поддержать постоянство газового состава крови (гомеостаз), что обеспечивается различными механизмами регуляции. Важно понимать, что основными физиологическими системами, участвующими в регуляции гомеостаза, являются дыхательная и сердечно-сосудистая, поэтому для хорошего, «совершенного» гомеостаза необходимы три условия:

1. Оптимальная работа дыхательной системы.
2. оптимальная работа сердечно-сосудистой системы.
3. Оптимальная синхронизация работы дыхательной и сердечно-сосудистой систем.

Если о физиологических механизмах отдельной работы дыхательной и сердечно-сосудистой систем известно

достаточно хорошо (то есть можно выявить нормальную или нарушенную функцию), то о последнем условии, — их взаимосвязанной работе, — известно гораздо меньше, хотя оно является наиболее важным.

Необходимо учитывать, что деятельность сердечно-сосудистой системы автономна, т.е. практически не подвластна сознательному контролю, хотя известно, что частоту сердечных сокращений (ЧСС) произвольно можно уменьшить в среднем на 2-4 уд/мин, а увеличить — на 5-8 уд/мин, причем уменьшение или увеличение ЧСС, как правило, достигается не прямо, а опосредованно. Например, увеличение ЧСС достигается через воспроизведение эмоционально окрашенных образов, а уменьшение ЧСС часто связано с нервно-мышечной релаксацией.

В отличие от сердечно-сосудистой системы, деятельность дыхательной системы подвластна произвольному контролю: по желанию человек может задержать дыхание или, наоборот, начать дышать быстро. Механизмы произвольного управления дыханием широко используются в различных методиках оздоровления и лечения. В качестве примера можно привести две отечественные и одну зарубежную методики.

В России наиболее известны методики К. П. Бутейко и А. Н. Стрельниковой. Из зарубежных целесообразно рассмотреть методику профессора Эрика Пеппера (так называемое «диафрагмальное дыхание без усилий»).

Прежде, чем перейти к изложению указанных методик, нужно рассмотреть некоторые особенности внешнего дыхания, которые понадобятся для понимания сути рассматриваемого вопроса. Схематическое строение дыхательной системы показано на рис. 1.

Атмосферный воздух поступает через нос, носоглотку, трахею и бронхи в легкие, точнее, в легочные альвеолы.

Нос называют «сторожевой собакой» легких: он кондиционирует поступающий воздух, создавая оптимальный диапазон температуры и влажности, и очищает его. За 24 часа человек вдыхает почти 12000 л воздуха, нередко — холодного, повышенной влажности и загрязненного. Увлажняется воздух почти до полного насыщения за счет носовой слизи. Далее воздух идет через носоглотку, гортань и попадает в трахею, которая в свою очередь разветвляется на бронхи, а те — на бронхиолы. Респираторные бронхиолы заканчиваются альвеолами.

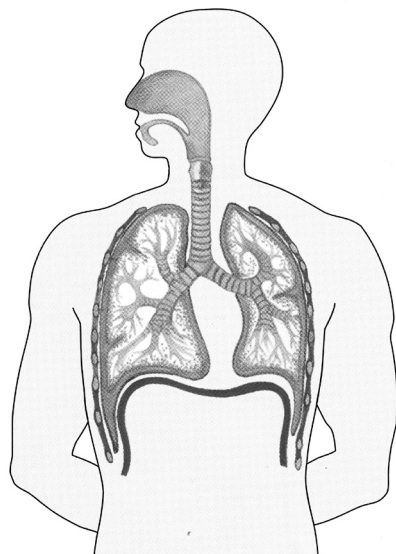


Рис. 1. Схема строения бронхо-легочной системы

Альвеолы покрыты густой сетью кровеносных капилляров малого круга кровообращения. Газообмен между внешним воздухом и кровью происходит в основном в альвеолах (их насчитывается свыше 700 миллионов). Парциальное давление кислорода в альвеолах значительно выше, чем напряжение кислорода в венозной крови, поступающей в капилляры легких. Градиент парциального давления для углекислого газа направлен в обратную сторону. Эти градиенты давлений и являются движущей силой диффузии кислорода и углекислого газа, т.е. газообмена в легких.

Воздух попадает в альвеолы и выводится из них благодаря изменению объема легких вследствие дыхательных движений грудной клетки, осуществляемых дыхательными мышцами, которые, сокращаясь, вызывают изменение объема грудной клетки при дыхании. Дыхательные мышцы подразделяются на инспираторные (мышцы вдоха) и пираторные (мышцы выдоха).

Инспираторные мышцы — это, прежде всего диафрагма и наружные межреберные мышцы. Диафрагма, по мнению большинства авторов, обеспечивает в состоянии покоя до 90% дыхательного объема (рис. 2). Несмотря на способность диафрагмы «единолично» обеспечивать вентиляцию легких, роль межреберных мышц очень важна: они позволяют

точнее градуировать вентиляцию, а также участвуют в фонации. Целый ряд мышц, обычно не участвующих в респираторной функции, относят к вспомогательным дыхательным мышцам. Речь идет о мышцах груди, шеи, спины. Они включаются при форсированном дыхании.

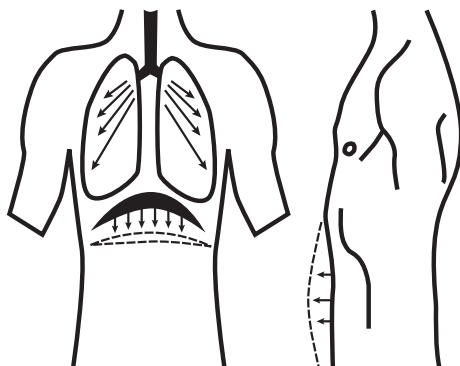


Рис. 2. Диафрагмальное дыхание. Движение диафрагмы вниз при вдохе.

Экспираторные мышцы — это наружная и внутренняя косые, поперечная и прямая мышцы живота.

Таким образом, вдох обеспечивается в основном сокращением диафрагмы. Мышечные волокна диафрагмы сокращаются, оба ее купола опускаются, а боковая поверхность диафрагмы отходит от стенок грудной клетки. В результате объем грудной полости увеличивается в направлении сверху вниз, создается разрежение, и воздух входит в легкие. Сокращаясь, диафрагма давит на органы брюшной полости, которые выжимаются вниз и вперед — живот выпячивается.

При спокойном дыхании выдох происходит пассивно. Легкие и грудная клетка обладают упругостью и поэтому после вдоха, когда их ткани растянуты, стремятся вернуться в исходное положение. Под влиянием органов брюшной полости и собственных эластичных свойств диафрагма поднимается. Когда диафрагма расслабляется, оба купола поднимаются вверх, вытесняемые органами брюшной полости, где давление всегда выше, чем в грудной. Сокращение мышц брюшного пресса еще больше усиливает это давление. Вследствие этого объем грудной полости уменьшается, создается повышенное давление, и воздух выходит из легких. Следует подчеркнуть, что мышцы брюшного пресса — абдоминальные мышцы, — являясь мышцами выдоха, в то же время облегчают работу диафрагмы во время вдоха.

В зависимости оттого, связано ли расширение грудной клетки при нормальном дыхании преимущественно с поднятием ребер или уплощением диафрагмы, различают реберный (*грудной*) и *брюшной* типы дыхания.

Раньше считалось, что у женщин преобладает грудной тип дыхания, а у мужчин — брюшной. Однако в настоящее время показано, что тип дыхания в большей степени зависит от возраста (с возрастом подвижность грудной клетки уменьшается), одежды (тесные корсажи препятствуют брюшному дыханию) и профессии (у лиц, занимающихся физическим трудом, преобладает брюшной тип дыхания). Брюшное дыхание затрудняется в последние месяцы беременности, и тогда дополнительно включается грудное дыхание. Наиболее эффективным, с точки зрения дыхания и гемодинамики, является брюшной тип, т.к. при таком дыхании глубже вентилируются легкие, и облегчается венозный возврат от брюшной полости к сердцу. В связи с этим, брюшное дыхание преобладает у работников физического труда, скалолазов, певцов и т. д.

Ритмичное чередование вдоха и выдоха связано с попеременными разрядами инспираторных и экспираторных нейронов, находящихся в продолговатом мозгу. Во время активности инспираторных нейронов экспираторные клетки «молчат», и наоборот (рис. 3).

Это позволяет предположить, что инспираторные и экспираторные клетки оказывают друг на друга тормозное влияние. Причем, нет паузы между работой этих двух групп нейронов. Наоборот, еще одна группа нейронов не закончила работу, а уже включилась другая группа нейронов «противоположной» активности. Этот факт говорит о том, что пауза между вдохом и выдохом в нормальном механизме ритмогенеза нет. Поэтому, когда говорят о дыхательном цикле «вдох - выдох - пауза», под паузой следует понимать задержку дыхания. Таким образом, истинный дыхательный цикл — это цикл «вдох - выдох».

Совокупность параметров, характеризующих объемно-временные отношения дыхательного акта, принято называть паттерном дыхания. В числе компонентов дыхательного паттерна нужно особо отметить те, которые наиболее часто используют для произвольного управления: Частота дыхательных циклов в 1 мин; длительность отдельного цикла, его инспираторной и экспираторной фаз; доля вдоха в общей длительности цикла (так называемый «полезный» цикл); дыхательный объем или глубина дыхания.

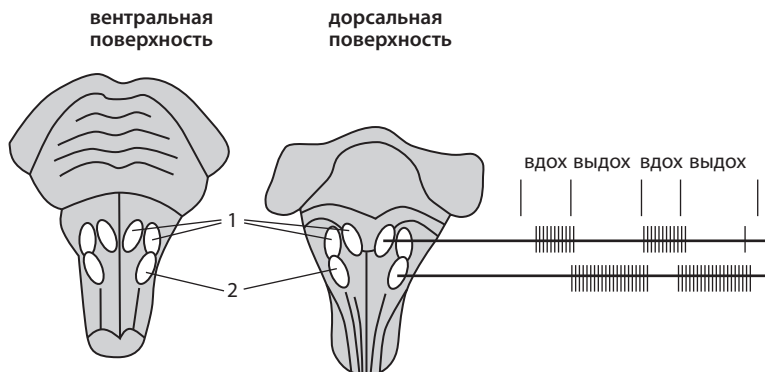


Рис. 3. Локализация инспираторных (1) и экспираторных (2) центров в продолговатом мозге и разряды нейронов этих центров в различные фазы дыхательного цикла.

Необходимо отметить, что в спокойном состоянии каждый человек обладает индивидуальным паттерном дыхания «вдох — выдох», который зафиксирован в центральной нервной системе в виде так называемого дыхательного стереотипа. На индивидуальный паттерн дыхания оказывают влияние различные специфические и неспецифические факторы.

- К специфическим факторам можно отнести:

**Механические факторы:** так, при раздувании легких рефлекторно тормозится вдох и начинается выдох, и наоборот. Это происходит благодаря сигналам, которые непрерывно посылают в дыхательный центр рецепторы растяжения. Эти рецепторы находятся в лёгочной ткани, в трахее, в бронхах и в бронхиолах. Некоторые из этих рецепторов реагируют на степень растяжения легочной ткани; другие - возбуждаются лишь при уменьшении или увеличении растяжения.

**Химические факторы:** кислотность оказывают влияние на вентиляцию легких. Если происходит снижение кислотности артериальной крови по сравнению с нормальным уровнем, вентиляция легких увеличивается. При возрастании кислотности выше нормы вентиляция уменьшается, хотя и в несколько меньшей степени.

**Физическая нагрузка:** работающие мышцы потребляют значительно больше кислорода, чем находящиеся в покое, поэтому процессы доставки к ним кислорода, включая внешнее дыхание и перенос кислорода кровью, должны протекать более интенсивно. Во время напряженной работы поглощение кислорода может повышаться до 4 л/мин (в покое — 300 мл/мин). Это возможно лишь при существенном увеличении вентиляции легких. В тех пределах, в которых уровень метаболизма изменяется

при длительной нагрузке, вентиляция легких возрастает прямо пропорционально поглощению кислорода.

• К неспецифическим (влияющим на вентиляцию лёгких, но непосредственно не участвующим в её регуляции) факторам можно отнести.

**Изменения температуры:** сильные холодовые воздействия или тепловые воздействия на кожу могут приводить к возбуждению дыхательных центров. Кроме того, на дыхание влияют изменения температуры тела: как ее повышение, так и понижение сопровождаются увеличением вентиляции легких. В то же время резкое охлаждение приводит к угнетению дыхательных центров.

**Боль:** у новорожденных болевые раздражители стимулируют дыхание.

**Повышение артериального давления:** дыхательные центры реагируют на сигналы от сосудистых барорецепторов, что приводит к торможению как инспираторных нейронов, так и экспираторных нейронов, и в результате уменьшается как глубина, так и частота дыхания.

**Гормоны:** вентиляция лёгких возрастает при поступлении в кровь адреналина (при физической нагрузке или умственной нагрузке) и при повышении уровня прогестерона (при беременности).

Теперь, с точки зрения рассмотренных представлений о регуляции кардио-респираторной системы, целесообразно подробнее рассмотреть методики К. П. Бутейко, А. Н. Стрельниковой и Э. Пеппера.

Константин Павлович Бутейко разработал метод волевой ликвидации глубокого дыхания (ВЛГД). Первые теоретические предпосылки родились у него еще в 1952 г. По Бутейко, главным стержнем метода является роль углекислого газа в организме, а причинами болезней — глубокое дыхание, вымывающее углекислоту из организма. Величина автоматической «паузы» (непроизвольной задержки дыхания после выдоха) является самой важной характеристикой, т.к. при этих «паузах», по мнению Бутейко, не происходит потери углекислоты.

В приведенной таблице (табл. 1) показана степень здоровья человека, по Бутейко. Если показатели уходят вверх от состояния нормы, то человек обладает более высоким показателем здоровья. Если они находятся ниже — такой человек является «глубокодышащим» и его здоровье хуже нормального уровня. Это есть не что иное, как состояние предпатологии. Дыхание здорового человека, по Бутейко, протекает так: вдох, выдох, автоматическая «пауза», которая возникает непроизвольно, затем процесс повторяется снова. Вся методика Бутейко сводится к тому, чтобы вернуть больному, «глубокодышащему» человеку эту автоматическую «паузу». Как показывает практика, она восстанавливается после 3-х

лет регулярных тренировок, причем контролировать ее нужно постоянно — только тогда успех обеспечен.

Табл. 1. Данные о состоянии организма человека, по К. П. Бутейко

Состояние организма	Форма дыхания	Степень отклонения здоровья	ЧСС уд/мин	ЧД дых/мин	Содержание CO <sub>2</sub> в альвеолах, %	Пауза после выхода, сек
Сверхвыносливое	Поверхностное	5	48	3	7,5	16
		4	50	4	7,4	12
		3	52	5	7,3	9
		2	55	6	7,1	7
		1	57	7	6,8	5
		1	60	8	6,5	4
Норма	Норма	1	65	10	6,0	3
		2	70	12	5,5	2
		3	75	15	5,0	
		4	80	20	4,5	
Болезнь	Глубокое	5	90	23	4,0	

Тренировка по данному методу проводится так. Надо удобно, выпрямить спину, потянуть вверх шею, руки свободно положить на колени, так, чтобы они не соприкасались. Теперь необходимо *максимально расслабиться*, успокоить дыхание и пульс. Обязательно контролировать расслабление плеч, рук, лица, ног, мышцы груди, живота и диафрагмы. Приняв нужное положение, следует начать постепенно уменьшать глубину дыхания, сводя ее на нет. При этом должна ощущаться легкая нехватка воздуха. Внешнее дыхание должно стать незаметным. Главным при ВЛГД является уменьшение глубины дыхания путем расслабления до появления ощущения недостатка воздуха и постоянного сохранения этого ощущения на протяжении всей тренировки. При ликвидации глубокого дыхания за счет сохранения углекислоты нормализуется обмен веществ и улучшается жизнедеятельность организма.

Александра Николаевна Стрельникова в начале 70-х годов запатентовала свою дыхательную гимнастику и стала официально лечить астматиков. Методика Стрельниковой делает акцент на работу со вдохом. По Стрельниковой, вдох должен быть *коротким и активным*. «Думайте только о вдохе», — говорит она. Следите за тем, чтобы вдох шел одновременно с движением. Выдох — результат вдоха и от природы, по



Стрельниковой, вдох слабее выдоха (на самом деле, наоборот, по всем данным физиологии дыхания). Короткие, как укол, вдохи — долго шмыгая носом с сильным акцентом на обоняние. Именно такое дыхание позволяет пропускать наибольшее количество воздуха через нос, раздражать рецепторы обоняния и производить регулирующее действие на весь ферментативный аппарат человека. Короткие вдохи, продельваемые на сжатой грудной клетке, не позволяют вымываться углекислому газу — он накапливается в организме, нормализуя внутреннюю среду для протекания биологических реакций.

Несмотря на принципиально различные методические подходы Бутейко и Стрельниковой, в них есть и общее, если рассматривать их с современных позиций дыхательного паттерна. В обеих методиках авторы стремились изменить отношение времени вдоха ко всему дыхательному циклу, уменьшить это отношение: Бутейко путем удлинения фазы задержки дыхания, а Стрельникова — путем укорочения фазы вдоха. В обеих методиках, если это удастся, содержание углекислого газа в крови увеличивается. Методика Бутейко представляется более целесообразной, т. к. направлена на тренировку фазы выдоха и задержки дыхания. Именно фаза выдоха является наиболее ранимой и должна наиболее хорошо регулироваться сознательно. Фаза вдоха должна происходить безусловно-рефлекторно, хотя тренировка быстрых, фазных волокон также важна, особенно для людей, которым это профессионально необходимо — певцам, дикторам, в меньшей степени лекторам и ораторам. Однако и методика Бутейко имеет много существенных недостатков и главным из них является отсутствие в ней возможности координированной работы дыхательной и сердечно-сосудистой системы.

Наиболее грамотно, с физиологической точки зрения, построена методика профессора Эрика Пеппера, в которой уже имеются важные указания на необходимость координирования работы дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Пеппер указывает, что при хорошем диафрагмальном дыхании наблюдается увеличение дыхательной аритмии сердца (ДАС) и она начинает изменяться в фазе дыхательного цикла.

Для того, чтобы лучше понять механизмы регуляции ДАС, уместно будет напомнить о функциях вегетативной нервной системы.

Вегетативная (автономная) нервная система, иннервирующая гладкую мускулатуру всех органов, сердца и желез, отвечает за нервную регуляцию внутренней среды. Как видно из самого названия, влияния этой системы обычно не находится под непосредственным контролем со стороны сознания. Главная функция вегетативной нервной системы заключается в поддержании постоянства внутренней среды или гомеостаза

при различных воздействиях на организм. В этом состоит отличие вегетативной нервной системы от произвольной, сознательно управляемой соматической системы, обуславливающей афферентные и эфферентные связи организма с окружающей средой.

Вегетативная и соматическая нервные системы действуют содружественно. Их нервные центры невозможно отделить друг от друга; однако периферические отделы этих двух систем совершенно различны.

Периферическая вегетативная нервная система состоит из двух отделов: симпатического и парасимпатического. Центры этих отделов расположены на различных уровнях ЦНС.

Влияние симпатических и парасимпатических нервов на различные органы представлено в таблице 2. Многие внутренние органы получают как симпатическую, так и парасимпатическую иннервацию. Влияние этих двух отделов часто носит *антагонистический* характер. Так, раздражение симпатических нервов приводит к увеличению частоты сердечных сокращений и ударного объема сердца. Стимуляция же парасимпатических волокон оказывает противоположное действие: частота сердечных сокращений сердца и сила сокращений предсердий снижаются. В физиологических условиях деятельность всех этих органов зависит от преобладания тех или иных влияний.

Принципиально новые результаты по регуляции гомеостаза организма человека были получены при использовании управления дыхательной аритмией сердца с помощью метода биологической обратной связи (БОС). В 1991 г. в России был запатентован разработанный в фирме «Биосвязь» метод лечения бронхиальной астмы и аппаратура, применяемая для этой цели (Патент России № 1717116 «Способ лечения бронхиальной астмы» получен 8 ноября 1991 г. с приоритетом заявления от 18 августа 1989 г). Суть метода сводится к выработке нового типа дыхания — диафрагмально-релаксационного, с использованием в качестве сигнала обратной связи изменений параметров ДАС, или RSA (respiratory sinus arrhythmia). Термин RSA чаще встречается в зарубежной литературе.

Табл. 2. Некоторые влияния симпатических и парасимпатических нервов

Орган или система	Стимуляция	
	Парасимпатических нервов	Симпатических нервов
Сердце	Замедление ритма, уменьшение силы сокращений (предсердий)	Ускорение ритма, увеличение силы сокращений
Артерии кожи и слизистых	—	Сужение

Орган или система	Стимуляция	
	Парасимпатических нервов	Симпатических нервов
Артерии брюшной полости	—	Сужение
Артерии сердца (коронарные)	—	Сужение Расширение (?)
Вены	—	Сужение
Сосуды мозга	Расширение (?)	Сужение
Продольные и циркулярные мышцы желудочно-кишечного тракта	Усиление моторики	Ослабление моторики
Сфинктеры желудочно-кишечного тракта	Расслабление	Сокращение
Детрузор мочевого пузыря	Сокращение	Расслабление
Внутренний сфинктер мочевого пузыря	—	Сокращение
Мышца, расширяющая зрачок глаза	—	Сокращение (мидриаз)
Сфинктер зрачка глаза	Сокращение (миоз)	—
Цилиарная мышца глаза	Сокращение (аккомодация)	Незначительное расслабление
Трахеобронхиальные мышцы глаза	Сокращение	Расслабление

В 1847 г. Людвиг с помощью кимографа зарегистрировал у собак изменение пульса: ускорение его на вдохе и упреждение на выдохе. В дальнейшем ДАС была обнаружена и у человека (рис. 4).

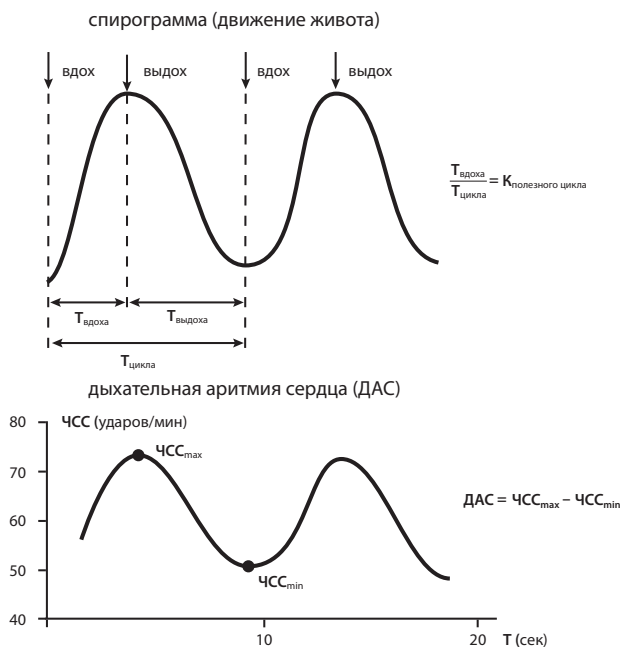


Рис. 4. Изменение частоты сердечных сокращений в различные фазы дыхательного цикла.

Величина ДАС различна у взрослых и детей, она зависит от состояния организма. По степени выраженности ДАС судят об активности парасимпатической нервной системы и вегетативном балансе в целом. Так, во время вдоха вегетативный баланс сдвигается в симпатическую сторону, и происходит увеличение ЧСС, а во время выдоха усиливаются парасимпатические влияния, и ЧСС понижается.

Таким образом, величина ДАС позволяет говорить об общих регуляторных взаимосвязях в деятельности дыхательной и сердечно-сосудистой систем, которые в конечном итоге обуславливают гомеостаз внутренней среды организма.

В нашей методике произвольные изменения дыхания служат основой для обучения человека новому типу дыхания — диафрагмально-релаксационному с одновременным контролем систематических изменений ЧСС. При этом произвольный акцент (внимание пациента) уделяется выдоху. На пике выдоха пациент должен достигать минимальной величины ЧСС.

Как же происходит обучение новому навыку диафрагмально-релаксационного дыхания?

На подготовительном этапе необходимо рассказать пациенту и/или родителям (если речь идет о ребенке) в доступной форме о методе биологической обратной связи, о его эффективности и необходимости применения для данного конкретного больного. Объяснить, что приборы не наносят никакого вреда, а являются только регистрирующими. Настроить пациента на лечение может помочь успешная демонстрация сеанса другого пациента.

Релаксация — важный компонент методики. Поэтому, нужно научить пациента расслабляться. В удобном кресле с высокой спинкой и подлокотниками следует помочь ему найти наиболее комфортное положение. Расслаблению и успокоению, безусловно, помогает спокойная эмоциональная обстановка в кабинете, благожелательность инструктора или врача, проводящего процедуру.

Диафрагмальное дыхание — следующий компонент методики. Нужно объяснить пациенту, что дышать он должен животом. На вдохе живот выпячивается («надувается»), при выдохе — медленно втягивается. Вдох пациент делает через нос (уже говорилось, что нос — это мощная рефлексогенная зона), выдох — медленно, плавно, спокойно лучше через слегка сомкнутые губы. Чтобы легче освоить этот навык, можно предложить пациенту положить одну руку на нижнюю часть грудной клетки, другую — на живот. Ребенку лучше предложить игровую ситуацию (животик — это шарик, и его надо надуть и сдуть; при выдохе попросить ребенка представить, что он дует на парус кораблика и т. д.). Освоение этого навыка происходит у всех по-разному, поэтому и длительность данного этапа может быть от одного до нескольких дней. Рекомендуется, чтобы после занятия с инструктором пациент выработывал навык дома.

Как только человек понял, что при вдохе живот выпячивается, а при выдохе — втягивается, можно переходить к тренировкам по ЧСС.

Пациент садится в удобное кресло, занимает комфортную позу. На грудную клетку накладываются электроды для регистрации пульса, и пациент начинает дышать спокойно, произвольно. Прибор фиксирует ЧСС, индивидуальную для каждого пациента. Например, пульс пациента равен 60 уд/мин. Если работа выполняется без использования компьютера, на приборе Кардиосигнализатор (пульсотаксометр), то устанавливаются верхний и нижний пределы изменений ЧСС  $\pm 10$  уд/мин. от среднего значения. Значит, теперь пациент сможет контролировать изменения ЧСС в пределах от 50 до 70 уд/мин с помощью зрительной и слуховой обратной связи. Например, если ЧСС равна 70 уд/мин, загорается верхний

светодиод 12-ти уровневой шкалы, если ЧСС уменьшится до 50 уд/мин, световое пятно опустится на первый индикатор. Плавное перемещение светового пятна по шкале будет соответствовать плавному изменению ЧСС от 50 до 70 уд/мин. Человек начинает дышать диафрагмально, синхронизируя дыхание с колебаниями ЧСС (вдох — ЧСС увеличивается, выдох — ЧСС уменьшается). В это время методист несколько корректирует пороги, устанавливая их на величинах, соответствующих индивидуальной ДАС. При этом пациенту дается инструкция делать произвольный акцент только на выдохе, достигая минимальной ЧСС; вдох происходит безусловно-рефлекторно. Обязательно говорится, что чем выше уровень релаксации пациента при выполнении упражнения, тем лучше они у него получаются. Очень важно на данном этапе добиться, чтобы у пациента получилась эта синхронизация отдельных фаз дыхания с изменениями ЧСС (рис. 4). Этот момент будет стимулировать дальнейшее стремление к работе. Поэтому необходимо выставить те пороги (особенно важен нижний порог), с которыми пациент обязательно справится. Не нужно забывать хвалить пациента. Необходимо обязательно следить, чтобы он дышал животом, не напрягался, не отвлекался и т. д.

При утомлении следует предоставлять отдых («паузу»), который особенно важен для детей младшего возраста, для эмоциональных, с быстрой истощимыми нервными процессами пациентов.

Время первых нескольких занятий также может быть меньше, чем 20 мин. Обычно освоение навыка наступает к 5-6 занятию, затем осуществляется его закрепление. К концу курса пациент овладевает новым навыком дыхания, при этом достигаются следующие результаты:

- увеличение и/или стабилизация величины ДАС;
- снижение частоты дыхания до 5-7 дыханий в минуту;
- увеличение периферической температуры.

Оценка этого показателя осуществляется на каждом занятии и свидетельствует об умении расслабиться, снять психоэмоциональное напряжение, т. е. об умении управлять своим психоэмоциональным состоянием. Увеличение температуры свидетельствует и об улучшении гемодинамики периферического кровообращения.

Необходимо подчеркнуть, что при выполнении процедур ДАС-БОС, надо знать особенности применения БОС у взрослых и детей, которые представлены в таблице 3.

Табл. 3. Особенности применения метода БОС у детей и у взрослых

Основные компоненты функций человека, влияющие на эффективность выработки нового навыка с БОС	Дети		Взрослые	
	Имеющийся навык, стереотип функции	Неустойчивый навык, стереотип	+	Очень устойчивый навык, стереотип
Пластичность, резервы, резервы функции	Высокая	+	С увеличением возраста все меньше	-
Механизмы призывного управления функциями	Находятся на этапе формирования	-	Полностью сформированы	+
Мотивация (желание выработать новый навык, стереотип); осознание важности нового навыка	Не сформирована, трудно обеспечить высокий уровень (поэтому важна игра)	-	Часто очень высокая, легко сформировать установку на выработку нового навыка, стереотипа	+

Обозначения:

+ положительный фактор

- отрицательный фактор

Так как для детей важным фактором является мотивация, то у них для ДАС-БОС-тренировки целесообразно использовать набор игровых сюжетов, где в качестве зрительной обратной связи об изменениях ДАС служит отдельный компонент компьютерного игрового сюжета.

Прежде всего, нужно знать, что величина дыхательной аритмии сердца у взрослых людей имеет возрастную динамику. На рис. 5 представлены результаты изучения величины ДАС у людей различного возраста. Величина ДАС отложена по ординате — это величина ДАС при БОС-тренировке, а без тренировки или до ее начала она намного меньше. По оси абсцисс — возраст человека от 5 до 70 лет. Видно, что у детей 5-10 лет величина ДАС составляет в среднем 38 уд/мин, а затем с возрастом плавно уменьшается, и к 70 годам находится в диапазоне 1-3 уд/мин. Все это указывает на большие функциональные резервы гомеостатических систем регуляции функций у детей и на снижение их с возрастом.

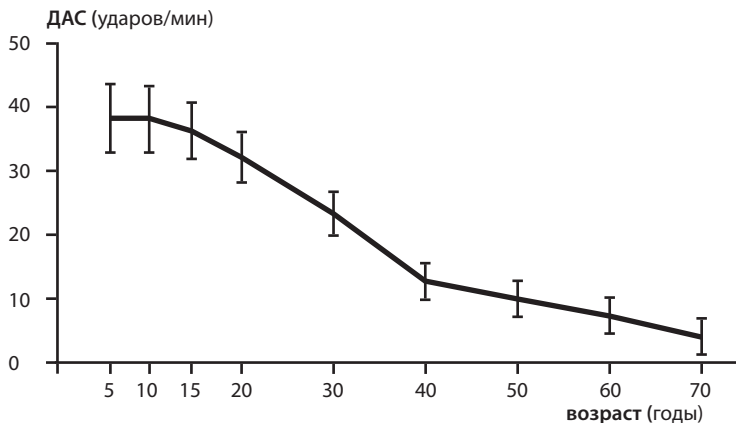


Рис. 5. Динамика изменения величины дыхательной аритмии сердца у здоровых людей с возрастом при RSA-БОС (N = 98)

На протяжении лечебного курса ДАС-БОС медицинский работник решает специальные задачи, которые приведены в таблице 4.

После проведенного лечения производился анализ динамики изменений физиологических показателей.

Табл. 4. Специальные задачи, решаемые медперсоналом при лечении больных с бронхо-легочной патологией методом ДАС-БОС

Задачи	Сроки
Выработать навык диафрагмально-релаксационного дыхания с изменениями ЧСС по фазам дыхательного цикла (выдох — уменьшение ЧСС, вдох — увеличение ЧСС). Акцент делается на уменьшение ЧСС в фазу выдоха. Инструкция пациенту: выполнять упражнение с максимальным чувством комфорта.	1-й-3-й сеансы
<b>Внимание!</b> Период перехода от старого к новому стереотипу дыхания! Старый «патологический» стереотип практически разрушен, новый еще недостаточно устойчив. Если пациент слишком старается, может наблюдаться гипервентиляция с неприятными ощущениями. Нужно предупредить пациента о возможности временного ухудшения самочувствия.	3-й-15-й сеансы
Выработать навык диафрагмально-релаксационного дыхания с максимальной величиной дыхательной аритмии сердца.	3-й - 8-й сеансы
Навык диафрагмально-релаксационного дыхания с максимальной величиной дыхательной аритмии сердца сделать автоматизированным (воспроизводить с БОС и без БОС одинаково хорошо).	8-й- 15-й сеансы



Задачи	Сроки
Закрепить выработанный навык диафрагмально-релаксационного дыхания с максимальной величиной дыхательной аритмии сердца на бессознательном уровне: при появлении вероятности развития одышки автоматически воспроизводить сформированный навык.	15-й - 20-й сеансы или на 2-3-м курсе лечения

Количественные средние данные по группе пациентов приведены на рис. 6. Частота дыхания уменьшилась с 18,2 до 5,8 дыхательных движений в минуту, т. е. дыхание замедлилось более чем в 3 раза. Динамика «полезного» цикла отношений длительности вдоха ко всей длительности дыхательного цикла показана на соседнем графике. Прямой линией указан порог величины «полезного» цикла для здоровых, а именно 0,34. Все величины, которые ниже 0,34, — это норма. Видно, что до начала лечения полезный цикл равен 0,52. Это говорит о том, что у больных бронхиальной астмой затруднен выдох, и длительности фаз вдоха и выдоха практически равны между собой. В конце лечения величина «полезного» цикла находится в зоне нормы и равна 0,24, что говорит о том, что выдох у больных облегчился и его длительность стала более, чем в 3 раза длиннее фазы вдоха. Средняя величина ЧСС по отношению к исходному уровню значительно снизилась, в среднем на 12,1 уд/мин. Величина дыхательной аритмии сердца достигла средней величины 26,1 уд/мин, что более чем в 3 раза больше первоначальной ее величины, равной 8,3 уд/мин.

Периферическая температура пальцев руки также существенно увеличилась с 21,4°C. Данная динамика физиологических указателей показывает на резкое увеличение бронхиальной проходимости, улучшение гемодинамики и газообмена. Динамика физиологических показателей также указывает, что новый сформированный навык диафрагмально-релаксационного дыхания с максимальной дыхательной аритмией сердца является оптимальным и обеспечивает поддержание функционирования гомеостатических функций организма человека на уровне нормы. Длительное поддержание этого уровня физиологических функций должно приводить к существенным положительным клиническим результатам.

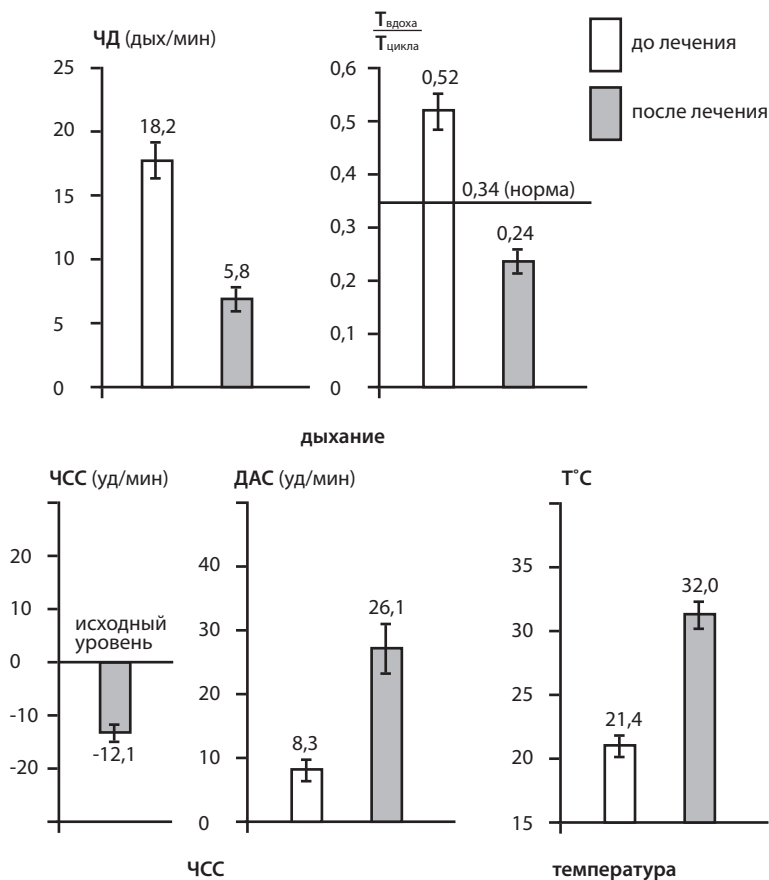


Рис. 6. Динамика изменения физиологических показателей в процессе ДАС-БОС-тренировок у больных с бронхо-легочной патологией (N=249)

Теперь же пора переходить к практическому изучению метода БОС по дыхательной аритмии сердца. Завет древних мудрецов сводится к следующему: «Прежде чем лечить другого, излечись сам. Прежде, чем предложить что-либо другому, испытай на себе». По крайней мере, к методам произвольного управления, саморегуляции функций с БОС эти слова относятся в полной мере. Знания, полученные врачом, медицинской сестрой, логопедом, инструктором при тренировке с БОС, оказываются незаменимыми. Лучше один раз прочувствовать самому этот процесс, чем сто раз увидеть, как это делают другие.

## Литература

1. Александров Н. М., Яковлев Н. М., Сметанкин А. А. Домбровская Л. В. Применение метода биоуправления с ЭМГ-обратной связью в реабилитации больных с повреждениями кисти и предплечья. // Ортопедия, травматология и протезирование. — 1988. — № 1. — с. 25-28.
2. Анохин П. К. Очерки по физиологии функциональных систем. — М.: Медицина, 1975.
3. Адаптивная саморегуляция функций // Под ред. Н. Н. Василевского. — М.: Медицина, 1977. — 327 с.
4. Биологическая обратная связь: Нейромоторное обучение в клинике и спорте / Сб. научн. тр. — Вып. 1.- СПб: Биосвязь, 1991. — 190 с.
5. Биоуправление — 3: Теория и практика / Ред. М. Б. Штарк и Р. Колл. — Новосибирск, 1998.
6. Биоуправление — 2: Теория и практика / Ред. М. Б. Штарк и Р. Колл. —Новосибирск, 1995.
7. Биоуправление: Теория и практика: Сб. научн. тр. / Ред. М. Б. Штарк и Н. Н. Василевский-1988. — 167 с.
8. Бреслов И. С. Паттерны дыхания: Физиология, экстремальные состояния, патология — Л.: Наука. — 1984. — 205 с.
9. Бреслов И. С. и др. Физиология дыхания. — СПб., 1994.
10. Бреслов И. С. Как управляется дыхание человека. Л.: Наука, 1985. — 160 с.
11. Висцеральное обучение в клинике / Сб. научн. тр. Вып. 2. Ч. 1. —СПб: Биосвязь, 1993. — 166 с.
12. Хэссет Дж. Введение в психофизиологию. — М.: Мир, 1981. —248 с.
13. Исаев Г. Г. Физиология дыхания. — СПб: Наука, 1994.
14. Исаев Г. Г. Физиология дыхательных мышц. — СПб: Наука, 1994. — с. 178-195.
15. Лобзин В. С., Сметанкин А. А., Цацкина Н. Д., Яшин Н. С. Лечение параличей Белла с применением портативных приборов биологической обратной связи. // Невропатология. — 1989. — № 10. — с. 57-62.
16. Лобзин В. С. Теория и практика аутогенной тренировки. Л.: 1980.
17. Лобзин В. С., Беляев Г. С. и др. Психогенетическая саморегуляция. Л.: Медицина, 1977.
18. Лобзин В. С, Решетников М. М. Аутогенная тренировка: «Справочное пособие для врачей. — Л.: Медицина, 1986. — 279 с.
19. Малахов Г. П. Целебное дыхание: Авторский учебник. — СПб: ИК «Комплект», 1997. — 356 с.

20. Петраш В. В., Сметанкин А. А., Вашилло Е. Г., Бекшаев С. С. Метод биологической обратной связи в коррекции физиологических функций человека. Учебное пособие для врачей-слушателей. — Л.: Лен. ГИДУВ, 1988. — 15 с.
21. Селье Г. На уровне целого организма. — М.: Наука, 1972. — 122 с.
22. Сметанкин А. А. Адаптивное биоуправление при формировании новых двигательных навыков в раннем онтогенезе. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. — Л.: НИИЭМ АМН СССР, 1978.
23. Сметанкин А. А. и др. Способ лечения бронхиальной астмы у детей. Авторское свидетельство СССР № 1717116, заявление 18.08.89 г., опубликованное 08.11.91 г.
24. Сметанкин А. А. и др. Устройство для измерения частоты сердечных сокращений. Авторское свидетельство СССР № 1759401, заявление 16.02.90 г., опубликованное 08.05.92.
25. Сметанкин А. А. Исповедь бизнесмена. Опыт организации научного бизнеса в России. — СПб: 1998. — 88 с.
26. Сохадзе Э. М., Штарк М. Б. Биологическая связь (биотехническая обратная связь) — Biofeedback, мониторы и произвольный контроль физических параметров физиологических систем линии с ЭВМ. — Новосибирск: 1985 — 48 с.
27. Физиология человека (в 4-х томах). — М.: Мир, 1985.
28. Черниговская Н. В. Адаптивное биоуправление в неврологии. — Л.: Наука, 1978. — 134 с.
29. Черниговская Н. В., Мовсисянц С. А., Тимофеева А. Н. Клиническое значение адаптивного биоуправления. — Л.: Медицина, 1982. — 127 с.
30. Яковлев Н. М. Адаптивные механизмы регуляции движения в онтогенезе. Л.: Наука, 1981. — 136 с.

## Содержание

<b>Т. С. Вартанова, А. А. Сметанкин</b> Очерк истории развития биологической обратной связи как метода медицинской реабилитации	3
<b>Ю. В. Ивановский, А. А. Сметанкин</b> Принципы использования метода биологической обратной связи в системе медицинской реабилитации	20
<b>Т. С. Вартанова</b> Применение метода биологической обратной связи в практике зарубежного здравоохранения, социальной помощи и образования	40
<b>А. Т. Быков, Я. А. Питерская, Р. Ю. Поддубная, Л. Д. Черноусова</b> Методы биологической обратной связи в коррекции психофизиологической дезадаптации в условиях санатория	54
<b>А. А. Сметанкин</b> Метод биологической обратной связи по дыхательной аритмии сердца — путь к нормализации взаимодействия дыхательной и сердечно-сосудистой систем	81

**Руководитель проекта**

**Редакторы**

**Художник обложки**

**Верстка**

**А. Григорьев**

**В. Зверев, О. Карандасова**

**И. Ворончихина**

**С. Пономаренко**