

МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА

Для ординаторов по специальности – Терапия

ТЕМА: КАПНОГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ И БИОУПРАВЛЕНИЕ В ЛЕЧЕНИИ ГИПЕРВЕНТИЛЯЦИОННОГО СИНДРОМА

Разработчик: О.В. Гришин

Методическая разработка «Игровое биоуправление по капнографии для диагностики и лечения дыхательных расстройств при астме» посвящено диагностике и безлекарственной терапии гипервентиляционного синдрома при астме и других психосоматических заболеваниях. Метод биоуправления дыхания по капнографии реализуется путем игрового тренинга по компьютерной игре, управляемой легочной вентиляцией пациента. Условия игрового биоуправления задаются врачом. Целью методики является научить пациента контролировать свое дыхание в физиологических пределах. Подбор программы реабилитации основан на оценке индивидуальных особенностей дыхательных расстройств, осуществляемой предварительным диагностическим тестированием по капнограмме. Техническим результатом является восстановление показателей легочной вентиляции и снижение клинических проявлений основного заболевания. Медицинская технология предназначена для терапевтов, педиатров, пульмонологов, невропатологов, физиотерапевтов и психотерапевтов.

Введение

Методы биоуправления широко используются в практике терапии и реабилитации психосоматических заболеваний. К настоящему времени утвержден ряд методических рекомендаций и пособий для врачей, среди которых можно отметить «Биоуправление: Методы биоуправления в лечении стресс-зависимых заболеваний (Новосибирск, 2002), руководство для врачей и психологов «Электроэнцефалографическое биоуправление» (Новосибирск, 1999). По респираторному биоуправлению накопилось много научно-клинических данных о положительном влиянии метода при лечении гипервентиляционного синдрома и тревожных состояний при различных психосоматических заболеваниях и психоэмоциональных расстройствах. Однако до сих пор эти результаты не обобщены в виде практического издания для практикующих врачей. Настоящее пособие содержит практические рекомендации и технологию применения биоуправления по капнографии для диагностики и лечения гипервентиляционного синдрома при астме у детей и взрослых.

Глава 1. Биоуправление — немедикаментозный метод лечения

Несмотря на очевидные успехи медикаментозной терапии, встречаемость бронхиальной астмы среди детей и подростков не только не снижается, а продолжает нарастать. По данным американских авторов каждые 10 лет показатели увеличиваются в среднем на 1/3 (Богорад, 2002; Johnson, 2002; Lugogo et al. 2006). Данные российских клиницистов во многом совпадают с зарубежными (Ревякина, 2006). Так, если в 70-80-х годах встречаемость была менее 1%, то в 80-90-х уже около 2% (Дрожжев и др., 2002), а после 2000 года – составляет 5%, что согласуется с данными ВОЗ по анализу эпидемиологии этого заболевания в развитых странах (GINA, 2002; Zöllner, 2005). В то же время некоторые клиницисты отмечают проблему гиподиагностики бронхиальной астмы в России (Кондюрина и др., 2003). Разнообразие лекарственных средств, применяемых для лечения бронхиальной астмы, с течением времени неуклонно растёт. Но при этом полный контроль над симптомами бронхиальной астмы достигается редко (Горячкина, 2005).

Значительная медикаментозная нагрузка активизирует исследования в области патофизиологических механизмов астмы в детском возрасте для поиска новых методов, альтернативных продолжительной ингаляционной противовоспалительной терапии. Одно из таких направлений тесно связано с психосоматическим аспектом бронхиальной астмы, актуальность которого находит свое подтверждение в исследованиях в области нейрогенных механизмов персистирующего воспаления дыхательных путей (Ritz et al. 2000; Bruton et al. 2005). При астматическом удушье особую роль играют механизмы памяти, реализующиеся на выраженном эмоциональном фоне. Развитие приступа, как и его ожидание, сопровождается чувством страха и значительным эмоциональным напряжением (De Peuter, 2004). Все это сопровождается дыхательными расстройствами, наиболее часто – по типу гипервентиляционного синдрома (ГВС). В клинических работах последних лет доказано, что при астме в большинстве случаев развиваются тревожно-депрессивные и панические расстройства (Nardi, 2006; Lee et al, 2006, Van Diest, 2006). Они провоцируют дыхательные расстройства (Gardner et al., 1996; Butani et al. 1997) часто, до 80% случаев, диагностируемые как гипервентиляционный синдром (Федосеев и др., 1991; Ловицкий и др., 1997; Martinez-Maragon, 2005; Ogata, 2006). ГВС – это нарушение паттерна дыхания центрального генеза, приводящее к неадекватному увеличению альвеолярной вентиляции (Gardner 1996, 2004) и, как выяснилось, способен запускать механизмы бронхоспазма. Снижение напряжения CO_2 в альвеолярном газе и артериальной крови (Bruton et al. 2005; Van den Elshout et al. 1991) приводит к внутри- и внеклеточному алкалозу, снижению содержания внеклеточного K^+ , Ca^{2+} , O_2 , повышению проницаемости для Na^+ и гиперполяризации мембран (Gardner, 1996). В результате возрастает нервно-мышечная возбудимость, что способствует патологическому сокращению гладкой мускулатуры

бронхов (Kavanagh et al., 2006). Механизм гипокапнического бронхоспазма остается до конца еще не выясненным, однако факт его развития в ответ на снижение напряжения CO_2 в альвеолярном газе и артериальной крови, особенно у больных астмой, можно считать вполне доказанным (Bruton et al. 2005). Наиболее вероятно, патофизиологическим механизмом служит снижение порога чувствительности ирритантных рецепторов в бронхах. В результате даже незначительное усиление вентиляции и охлаждение слизистой дыхательных путей провоцирует и поддерживает бронхоспазм (Федосеев и др., 1984).

Подтверждением также служат данные об эффективности респираторного биоуправления. В ряде исследований у взрослых пациентов установлено, что вместе с увеличением напряжения CO_2 в альвеолярном газе, уменьшается выраженность дыхательных расстройств и клинических симптомов. Появляются доказательства тесной взаимосвязи между нейрогенными механизмами и психосоматическим статусом больных астмой (Лещинская и др., 2006), которые выражаются, в частности, в достоверном увеличении параметров бронхиальной проходимости в результате лечения с помощью методов биоуправления (Ritz et al., 2000; Hasler et al. 2005).

Реабилитационные методы коррекции дыхательных расстройств (дыхательная гимнастика Стрельниковой, методы Бутейко, восточной медицины Цы-Гун, У-Шу и др.) нацелены на волевое управление дыханием для предупреждения или даже купирования приступов удушья (Lehler et al. 2004). Вместе с тем изучение эффективности дыхательных тренировок показало, что без применения биоуправления большинство известных дыхательных методик достоверно не влияет ни на паттерн дыхания, ни на бронхиальную проходимость (Lehler et al. 2004), что указывает на сохранение установочных характеристик регуляции дыхания на прежнем уровне.

В России и за рубежом разработан ряд методов, основанных на биологической обратной связи под контролем капнографии, которые успешно применяются у взрослых (Khan, 1977; Zanuss et al., 1984; O'Donnell et al., 1988; Esteve et al, 1996; Katsura, 1997; Lehrer et al., 2000). При этом пациент наблюдает в режиме "on line" капнографию своего дыхания на мониторе и может произвольно изменять паттерн дыхания. Для достижения терапевтического эффекта необходимо активное участие пациента в процессе лечения, требуются ежедневные и продолжительные тренировки. У взрослых это достигается с помощью суггестивного воздействия со стороны лечащего врача или методиста, проводящего дыхательный тренинг. Подобное трудно обеспечить в детской практике (Исаев, 1992). Особую проблему представляет продолжительность тренировок, так как ребёнок быстро устаёт без игровой доминанты, и чем он младше, тем труднее проводить лечебный тренинг. В результате дети не могут научиться контролировать и управлять

своим дыханием. Поэтому в последние годы, особенно за рубежом, активно развиваются методы игрового биоуправления, которые значительно облегчают тренировки биологической обратной связи (Штарк и др., 2002).

При астме у детей остаются неизученными патогенетические аспекты эффективности методов, направленных на коррекцию дыхательных расстройств и тревожных состояний, участвующих, как предполагается, в нейрогенных механизмах персистирующего воспаления (Лещинская и др., 2006), с одной стороны, и поддерживающих гипервентиляционные изменения в регуляции дыхания, с другой стороны. Технологически и методически проблема лечения гипервентиляционного синдрома у детей с астмой была решена лабораторией физиологии дыхания ГУ НИИ физиологии и ГУ НИИ молекулярной биохимии и биофизики СО РАМН. Для этого совместно с НГТУ был разработан программный комплекс «БОС-капнография». Это позволило проводить у детей объективную диагностику гипервентиляционного синдрома, на основе которой стала возможна разработка игрового биоуправления и полноценного дыхательного тренинга при бронхиальной астме у детей.

Глава 2. Бронхиальная астма и гипервентиляционный синдром

По данным Всемирной организации здравоохранения в развитых странах, так же, как и в России, заболевания органов дыхания стоят на первом месте по встречаемости и распространенности, особенно среди детей. Каждый год из каждой тысячи детей 100 болевают бронхитом, сопровождающимся длительным кашлем и различного вида дыхательными расстройствами. Такое серьезное заболевание, как бронхиальная астма, наблюдается у 5 % населения. У детей, больных бронхиальной астмой, в 80 % случаев приступы удушья формируют стойкие виды дыхательных расстройств, основанные на панике и тревоге, вызванных приступами удушья. Дыхательные расстройства существенно увеличивают потребность пациента в ингаляционных препаратах, вызывающих различные осложнения у ребенка. Дыхательные расстройства часто сами провоцируют приступы удушья, становятся причиной повторных обострений и существенно утяжеляют течение астмы и бронхита. У взрослых (особенно женщин) дыхательные расстройства чаще проявляются в виде гипервентиляционного синдрома, который сопровождается приступами «нехватки воздуха» и различными симптомами – головными спастическими болями, «онемением» конечностей, парестезиями и множеством других симптомов, которые объединяются тем, что имеют преходящий характер и купируются при коррекции гипервентиляции – неадекватном увеличении дыхания. Избыточное дыхание может иметь разное проявление – учащенное дыхание,

глубокие вздохи, редкое и глубокое дыхание. Такая гипервентиляция является реакцией, сформированной психологическими или психосоматическими расстройствами.

Недостатком большинства методик респираторного биоуправления является то, что активный тренинг по контролю за одним из параметров с целью достижения расслабления всего организма приводит к развитию вторичного напряжения, связанного с избыточным контролем одного из параметров, который пациент отслеживает по монитору БОС-системы. Это приводит к перераспределению напряжения на другие функциональные системы и способствует формированию наведенного стресса от перегрузки в процессе тренинга, особенно при индивидуальных методиках. Чтобы избежать побочный эффект перегрузки, необходимо использовать системы, в которых есть возможность контролировать основные физиологические параметры. Выход за границы нормативных значений предупреждается специальными ограничениями, которые пациент контролирует самостоятельно по монитору.

Контроль дыхания всех отечественных и большинства западных систем по косвенным показателям (механограмме или по пульсу) не позволяет контролировать физиологическое состояние самой системы. Капнография, отражающая газообмен в альвеолярном воздухе и артериальной крови, позволяет полностью держать ситуацию под контролем. Таким образом, преимущества медицинской технологии выявления и коррекции дыхательных расстройств биоуправления по капнографии заключается в возможности проводить точную и объективную диагностику дыхательных расстройств, проводить терапевтические тренинги с физиологическим контролем системы дыхания. Предлагаемая технология включает полный лечебно-диагностический цикл:

- А) объективную диагностику дыхательных расстройств,
- Б) коррекция дыхательных расстройств,
- В) объективный контроль эффективности проводимой терапии

За рубежом биоуправление по капнографии введено в середине 80-х годов для лечения больных астмой, в настоящее время активно развивается в качестве метода для коррекции дыхательных расстройств у взрослых при психосоматической патологии.

Глава 3. Показания к использованию метода респираторного биоуправления

- 1) Бронхиальная астма у детей и взрослых
- 2) Гипервентиляционный синдром
- 3) Расстройства дыхания у взрослых при психосоматических заболеваниях.

Противопоказания к использованию

- 1) Острый период бронхиальной астмы с приступами удушья
- 2) Дыхательная недостаточность 3 стадии,
- 3) Сердечная недостаточность, функциональный класс 4
- 4) Гиперкапния (при атмосферном давлении $P_{et}CO_2 > 5,5$ об. %)
- 5) Нежелание пациента использовать метод биоуправления
- 6) Психические заболевания

Материально-техническое обеспечение

Для реализации метода необходим капнометр, сертифицированный для использования в реаниматологии. Для медицинской технологии «Биоуправление по капнографии с использованием компьютерных игр» комплекс “Control CO₂ monitor” реализован на базе капнографа «Микон» фирмы ЗАО «Ласпек», разрешенный к применению в медицинской практике.

Глава 4. Респираторное биоуправление

Для коррекции гипервентиляционного синдрома и других дыхательных расстройств используются различные методы дыхательных тренировок и дыхательных гимнастик. Объективным методом, сочетающим диагностику и лечение признан метод биоуправления по капнограмме [5]. Биоуправление осуществляется по капнограмме – концентрации CO₂ в выдыхаемом воздухе, отображавшейся на экране капнографа или компьютера, соединенного с капнографом. Несмотря на большой опыт применения, только в последние годы были получены объективные доказательства эффективности биоуправления в комплексном лечении БА [6]. Недостатком дыхательного биоуправления по капнограмме при диагностике и лечении дыхательных расстройств является то, что метод ограничивается диагностикой и коррекцией гипервентиляционного синдрома, проявляющегося избыточной легочной вентиляцией и гипокапнией. В исследованиях последних 10 лет доказано, что гипервентиляционный синдром в «чистом» виде встречается редко [4]. В экспериментах на животных и в исследованиях у человека было установлено, что характер нарушений дыхания тесно связан с психосоматическими особенностями в механизмах расстройства регуляции дыхания, что реализуется в различных типах отклонений в дыхательном паттерне [1]. Таким образом, в известных методах биоуправления все расстройства дыхания сводятся к гипервентиляционному синдрому, поэтому биоуправление сосредоточено на снижении $P_{et}CO_2$ в выдыхаемом воздухе [5, 6, 10]. В результате, до сих пор отсутствует индивидуальный метод коррекции

дыхательных расстройств на основе их объективной типизации. Другим общим недостатком методов дыхательного биоуправления является то, что они сложны для детей. Пациенты младше 10 лет дети не способны к длительной концентрации внимания на дыхании как объекте тренировки. В обычном, не игровом биоуправлении дыхательный тренинг осуществляется непосредственно по капнографии, то есть по одному из общепринятых показателей – FetCO_2 или ЧД [5, 10]. Пациент непосредственно контролирует эти показатели по кривой капнограммы или ее аналогам. При этом не учитывается индивидуальный тип дыхательных расстройств, при котором может наблюдаться сложный механизм нарушения паттерна легочной вентиляции.

Существуют другие методы реализации дыхательного биоуправления, основанные на контроле механограммы движения грудной клетки и/или брюшной стенки [13]. Недостатком метода (Патент RU № 2033783) является отсутствие контроля основных функциональных показателей легочной вентиляции, что не позволяет ни диагностировать, ни контролировать многие типы дыхательных расстройств. Такой же недостаток имеет место в методе Сметанкина, использующим игровое биоуправление диафрагмально-релаксационного типа дыхания с максимальной дыхательной аритмией сердца (ДАС). По существу дыхание контролируется по косвенным параметрам – движению грудной или брюшной стенки, изменению variability пульсовой волны [7].

Недостатком другого метода игрового биоуправления, запатентованного в США [9] является то, что контроль дыхания осуществляется не по капнограмме, а по пневмограмме с помощью датчика термодатчика. В результате управление может осуществляться только по параметрам, отражающим структуру дыхательного цикла, при этом невозможно определять и контролировать гипоканию (снижение CO_2 в выдыхаемом воздухе) – один из основных типов дыхательных расстройств, и неизвестным остается состояние газообмена в легких и легочной вентиляции в процессе игрового биоуправления. Очевидно поэтому указанный метод не претендует на использование в лечебной практике.

Цель медицинской технологии – повысить эффективность диагностики дыхательных расстройств и эффективность их лечения у детей на основе индивидуального подбора режима дыхательного тренинга для игрового биоуправления по капнограмме. Повышению эффективности проводимого биоуправления способствует формирование у детей игровой доминанты. Нами предлагается метод коррекции дыхания, основанный на сочетании биоуправления по капнограмме и компьютерной игры, в которой управление сюжетом игры осуществляется параметрами дыхания пациента. Новый метод позволяет обеспечить:

- объективную диагностику дыхательных расстройств с установлением типа расстройств,
- индивидуальный подбор режима лечебно-реабилитационной сессии игрового управления,
- постоянный контроль дыхательного тренинга,
- оперативное управление дыхательным тренингом,

В результате применения метода более эффективно достигается ликвидация дыхательных расстройств, вызванных психо-эмоциональными нарушениями, у детей улучшается течение бронхиальной астмы, которое выражается в снижении количества используемых лекарств у больных бронхиальной астмой. Метод также может быть использован для диагностики и лечения всего спектра дыхательных расстройств у взрослых, так как формирование игровой доминанты может значительно увеличить эффективность проводимого биоуправления.

Глава 5. Технология метода респираторного биоуправления

Игровое биоуправление реализуется на основе программно-аппаратного комплекса, состоящего из компьютера, медицинского капнографа, имеющего вывод данных на компьютер, программное обеспечение, обеспечивающее проведение игрового биоуправления, компьютерной игры, управление которой осуществляется по параметрам $F_{et}CO_2$, частоте дыхания, вариабельности дыхательного цикла, продолжительности дыхательной паузы. Условия игры задаются на основе типа дыхательных расстройств, который определяется каждый раз перед началом дыхательного тренинга. Если $F_{et}CO_2$ ниже нормы (4,5 % по объему атмосферного воздуха), то успешным выполнением игрового сюжета служит повышение этого параметра на протяжении всех дыхательных циклов. Увеличение частоты дыхания выше 20 в минуту – определяет второй тип дыхательных расстройств и выполнение игрового сюжета построено на поддержании меньшей частоты дыхания в процессе игрового тренинга. Повышение вариабельности дыхания определяет 3-й тип дыхательных расстройств и является основанием для установки игрового условия поддержания ритмичного дыхания. Уменьшение дыхательной паузы меньше, чем 10 % дыхательного цикла отражает 4-й тип дыхательных расстройств, при выявлении которого для выполнения игрового сюжета вводится условие увеличения дыхательной паузы. При сочетанном типе дыхательных нарушений, специалист может по своему усмотрению выбрать одно или одновременно несколько условий игрового тренинга. Для диагностики гипервентиляционного синдрома использовался созданный для этой цели программно-

аппаратный комплекс «БОС-капнография». Результаты следующих анализируемых параметров больного выводились на экран монитора (табл. 1).

Таблица 1. Параметры дыхания, анализируемые программой обработки данных

Анализируемый параметр	Обозначение	Время усреднения
Концентрация CO ₂ в конечной порции выдыхаемого воздуха	FetCO ₂ , об %	Каждые 30 сек
Частота дыхания	ЧД, в 1 мин	Каждые 30 сек
Время дыхательного цикла	Тдц, сек	Каждые 30 сек
Коэффициент доктора Фрида, =ЧД/FetCO ₂	Кдф	Каждые 30 сек
Время выдоха по CO ₂	Rco ₂	Каждые 30 сек
Коэффициент вариации Rco ₂	CVRco ₂ (KBвыд)	Каждые 30 сек

Глава 6. Влияние биоуправления на тревожность и фрустрацию

Исследования последних десятилетий показали, что биоуправление или биологическая обратная связь оказывает свое действие преимущественно путем снижения тревожности и страха, что в значительной мере определяет эффективность метода при астме у детей (Fried, 1987; Gardner et al, 1996; Lehler, Vaschilo, 2004; Bruton et al., 2005 и др.). Для оценки влияния тренингов респираторного биоуправления на психологический статус пациентов, с целью прояснения механизмов их воздействия, изучался уровень

тревожности, тип и направление реакции на фрустрирующую ситуацию до и после проведения тренингов (в среднем – 9 тренингов по 30 минут). Обследуемая группа состояла из 9 детей в возрасте от 6 до 16 лет с различными диагнозами в сочетании с гипервентиляционным синдромом. Для исследования уровня тревожности были использованы соответствующие возрастам методики: Р. Тэмбла, М. Дорки, В. Амена, СМАС, Спилбергера-Ханина (Бурлачук и др., 1999; Тэммл и др., 2001; Астапов, 2004). Для статистической обработки результатов в данной группе состояние тревожности подразделили на высокий, средний и низкий уровень. Исходное состояние группы характеризовалось высоким уровнем тревожности: из 9 человек у 8 был выявлен высокий уровень и у 1 ребёнка – средний. После прохождения этими детьми тренингов респираторного биоуправления было выявлено достоверное ($p=0,008$) снижение показателей уровня тревожности в целом по группе.

Для исследования реакции на фрустрацию использовался тест рисуночной фрустрации Розенцвейга, детский и взрослый его варианты (Бурлачук и др., 1999; Елисеев, 2001). Каких-либо достоверных изменений в реакции на фрустрацию в обследованной группе детей после окончания тренингов респираторного биоуправления выявлено не было. Однако увеличился процент импунитивных реакций, и снизился процент экстрапунитивных реакций. Переход на импунитивный уровень служит показателем отсутствия напряжённости в ситуации фрустрации (Кукина, 2000; Сиваков, 2001). Полученные данные говорят, как минимум, о тенденциях положительного влияния на психологический статус пациентов.

Глава 7. Возможные осложнения при использовании медицинской технологии

Предклинические исследования не выявили каких-либо побочных эффектов или осложнений при использовании настоящей технологии. Теоретически можно предположить, что если метод биоуправления будет применяться у больных астмой в период обострения или у больных с тяжелыми формами дыхательной или сердечной недостаточности, то дыхательный тренинг может сопровождаться гиперкапнической гипоксией и вызвать ухудшение функции дыхания. Ситуация маловероятна, так как капнография обеспечивает такой контроль дыхания, что гиперкапния выявляется на стадии диагностики, а также в процессе дыхательного тренинга. Гиперкапния проявляется в увеличении FetCO_2 до 5,5 % и выше (при атмосферном давлении от 735 до 770 мм рт. ст.). В случае выявления гиперкапнии на стадии диагностики, проведение биоуправления противопоказано, больного необходимо направить в кабинет функциональной диагностики

для выявления причин гиперкапнии. В случае развития гиперкапнии в процессе дыхательного тренинга, пациенту рекомендуется увеличить легочную вентиляцию.

Глава 8. Эффективность медицинской технологии

Оценка клинической эффективности способа проводилась при лечении детей, больных астмой. В группе наблюдения, было включено 75 детей 7-15 летнего возраста, больных atopической бронхиальной астмой в сочетании с различного типа расстройствами дыхания. Контрольную группу составили 30 детей с этой же патологией. Медикаментозное лечение основного заболевания в обеих группах проводилось согласно национальной программе «Бронхиальная астма. Стратегия и профилактика», утверждённой на национальном конгрессе по болезням органов дыхания (Москва, 1997 год). Дыхательный тренинг в группе наблюдения проводили после купирования острого периода заболевания, на 5-7 день пребывания в стационаре. Количество тренингов биоуправления определялось индивидуально и составило в среднем 10 сеансов, продолжительностью 30 минут. Все это время больные обеих групп проходили лечение в стационаре. В группе контроля обследование проводилось дважды и в те же сроки, что и в группе наблюдения с применением игрового биоуправления.

Процесс игрового биоуправления состоял в следующем. В процессе лечебной сессии пациент стремился привести своё дыхание к индивидуально подобранным параметрам дыхания, которые определялся врачом на основании результатов диагностического обследования с целью выявления определенного типа дыхательных расстройств. В разработанной компьютерной игре результат зависел от параметров дыхания больного. Например, в программе «Марсианское вторжение» можно поставить разные задачи, конечная цель которых попасть в передвигающуюся с определённой скоростью марсианский корабль. Меткость «стрелка» зависит от параметров его дыхания: глубины дыхания, частоты и ритмичности дыхания. Таким образом, разработанные игровые программы направлены на коррекцию основных составляющих дыхательных расстройств: гипоканию и тахикардию дыхания. Одним из важных элементов игрового биоуправления было научиться контролировать своё дыхания с целью профилактики развития паники и тревоги, сопряженными с развитием приступов удушья, которые в результате теряют свое триггерное значение.

После проведения 10 сеансов игрового биоуправления наблюдалось достоверное влияние метода на показатели альвеолярной вентиляции, о чем судили по показателю

FetCO₂. В группе наблюдения по окончании терапии выявлено достоверное увеличение FetCO₂ по сравнению с контрольной группой (таблица 2).

Частота дыхания в группе наблюдения к 30 дню также достоверно снизилась в среднем на 28 %, то есть на 5 дыханий в минуту (табл.3). Из этого следует, что в группе наблюдения в процессе лечебного тренинга удалось достичь устойчивого изменения паттерна дыхания. Достигнута коррекция двух основных составляющих ГВС: гипокапнии и тахикардии дыхания. Встречаемость случаев с различными клиническими проявлениями приведено в таблице 3.

Таблица 2. Напряжение CO₂ в конце выдоха (FetCO₂, об %) у детей с астмой в группе наблюдения после лечения с применением игрового биоуправления в сравнении с группой контроля.

Группа	До лечения М (SD)	После М (SD)	% □ М (SD)	Достовернос ть динамики
Наблюдения	4,56 (0,49)	5,45 (0,52)	21 (14)	p<0,01
Контрольная	4,52 (0,83)	4,45 (0,73)	-0,6 (9)	-
Достоверность различия	-	p<0,01	p<0,01	

Большинство детей, прошедших курс игрового биоуправления не имеет клинических симптомов вообще (0 баллов), в то время как у большинства детей, лечившихся только медикаментозной терапией, остались клинические симптомы не чаще 2 раз в неделю (1 балл). Эти данные согласуются с результатами, представленными в таблице 5, отражающей потребность в бронхолитиках. В группе наблюдения у 82 % детей полностью отпала, в то время как в группе сравнения только у 50%.

Таблица 3. Частота дыхания (дых./мин.) у детей с астмой в группе наблюдения после лечения с применением игрового биоуправления в сравнении с группой контроля.

Группа	До лечени	После М (SD)	% □ М (SD)	Достоверност ь динамики р
--------	--------------	-----------------	---------------	------------------------------

	я М (SD)			
Наблюдения	16,9 (4,1)	12,3(3,7)	- 27,5(14,9)	p<0,01
Контрольная	15,9 (3,3)	14,0(3,8)	-8,6 (27,1)	-
Достоверность различия	-	-	p<0,01	

Таблица 4. Частота встречаемости детей с различными клиническими проявлениями до и после лечения (%)

Клинические проявления (баллы)	Частота встречаемости (%)			
	Группа наблюдения		Группа контроля	
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
0	0	78,8**	0	26,7** !!
1	0	18,2*	0	60,0** !!
2	15,1	3,0	26,7	13,3
3	66,7	0**	50,0	0**
4	18,2	0*	23,3	0**

** (p<0,01) и * (p<0,05) - достоверность различия встречаемости до и после лечения,
!! (p<0,01) и ! (p<0,05) – между группой наблюдения и группой контроля.

Таким образом, у детей с бронхиальной астмой создание игровой доминанты в процессе игрового биоуправления с предварительной диагностикой дыхательных расстройств и подбором соответствующего типа игрового биоуправления обеспечивает купирование расстройств дыхания, являющихся одной из важных составляющих клинических проявлений бронхиальной астмы. Под воздействием дыхательного тренинга с

применением биологической обратной связи у обследуемых детей наблюдается достоверное влияние метода на альвеолярную вентиляцию, о чем можно судить по показателю FetCO_2 , значения которого отражают уровень PaCO_2 (Gardner, 1996). В группе наблюдения по окончании терапии в большей степени снизилась ЧД по сравнению с группой контроля. Таким образом, в группе наблюдения в процессе лечебного тренинга удалось достичь устойчивого изменения паттерна дыхания. На основании этого можно сделать вывод, что тренинг биоуправления, нацеленный на снижение частоты дыхания и увеличения FetCO_2 , приводит к изменению установочных характеристик дыхательного центра и повышению порога чувствительности к CO_2 .

Таблица 5. Частота встречаемости детей с различной потребностью в бронхолитиках до и после лечения (%)

Клинические проявления (баллы)	Частота встречаемости (%)			
	Группа наблюдения		Группа контроля	
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
0	0	81,8**	0	50,0** !!
1	0	15,2*	0	43,3** !
2	54,5	3,0**	26,7 !	6,7*
3	36,4	0**	50,0	0**
4	9,1	0	23,3	0**

- * ($p < 0,01$) и * ($p < 0,05$) - достоверность различия встречаемости до и после лечения,
- !! ($p < 0,01$) и ! ($p < 0,05$) – между группой наблюдения и группой контроля.

Как показали функциональные исследования, более выраженная положительная клиническая динамика в группе наблюдения нашла объективное отражение в состоянии бронхиальной проходимости. В период пребывания в стационаре ОФВ₁ возросла в среднем на 14% у детей группы наблюдения, против 1% в контрольной группе ($p < 0,05$). Таким образом, показано, что создание игровой доминанты в результате десяти 30-минутных сеансов тренинга биоуправления у детей с бронхиальной астмой способствует коррекции двух основных составляющих гипервентиляционного синдрома: гипокании и тахикардии дыхания, а также обеспечивает улучшение бронхиальной проходимости у

больных детей, снижение частоты клинических симптомов БА и потребности в бронхолитиках. Важное значение тренинга состоит в том, что пациент обучается контролировать свое дыхание. Поэтому ситуации, сопровождающиеся страхом или другими отрицательными эмоциями, сопряженными с развитием приступов удушья, не приводят к развитию гипервентиляционного синдрома, играющего триггерную роль.

Возникает замкнутый круг: стресс, вызванный страхом удушья, провоцирует приступ астмы, который порождает страх смерти от удушья. В формировании замкнутого круга участвует ещё один известный механизм – увеличение сопротивления в дыхательных путях рефлекторно приводит к гипервентиляции (Caruana-Montaldo et al., 2000). Дыхательный тренинг капнографического игрового биоуправления способен разрушить связи гипервентиляции с бронхоспазмом и развитием паники у ребенка, то есть разрушить патофизиологическую основу гипервентиляционного синдрома. Умение избегать паники и рефлекторной гипервентиляции дает два очень важных клинических эффекта. Во-первых, это помогает пациенту самостоятельно справляться со многими астматическими приступами. Во-вторых, резко снижает потребность в бронхолитиках.

Таким образом, в отношении респираторного биоуправления можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее информативными показателями, характеризующими состояние функции внешнего дыхания у детей с гипервентиляционным синдромом, для осуществления эффективного респираторного биоуправления являются: частота дыхания (ЧД) и концентрация CO_2 в конечной порции выдыхаемого воздуха (FetCO_2).
2. Увеличение концентрации CO_2 в конечной порции выдыхаемого воздуха с 4,56 до 5,45 об. % и снижение частоты дыхания с 16,9 до 12,3 дых/мин в сочетании с более выраженным уменьшением тяжести клинических проявлений (в 1,5-3 раза) в группе наблюдения по сравнению с группой контроля, указывают на то, что коррекция гипервентиляционного синдрома методом респираторного биоуправления обеспечивает эффективную реабилитацию детей с бронхиальной астмой.
3. Положительные эффекты воздействия технологии респираторного биоуправления сохраняются на протяжении 3-6 месяцев.

Литература:

1. Gallego J., Nsegbe E., Durand E. Learning in respiratory control // Behav Modif. 2001. Sep. 25(4). P. 495-512.
2. Gardner W.N. The pathophysiology of hyperventilation disorders // Chest. 1996. V. 109. P. 516-534.

3. Grishin O.V., Zubkov A.A., Grishin V.G. Capnography as a biocontrol method in hyperventilation syndrome diagnostics and therapy \ San Diego 1997; Surfing the Wave of Technology. P.183-186.
4. Hornsvelt H., Garssen B. Hyperventilation syndrome: an elegant but scientifically untenable concept *Neth J Med.* 1997. V. 50(1). P.13-20.
5. Fried R. The hyperventilation syndrome. Research and Clinical treatment. The Johns Hopkins University Press.1987.
6. Lehrer P.M., Vaschillo E., Vaschillo B., Lu S-E., Scardella A., Siddique M., Habib R. Biofeedback treatment for asthma // *Chest.* 2004. V. 126. p. 352-361.
7. Lehrer, P., Smetankin, A.& Potapova, T. Respiratory sinus arrhythmia biofeedback therapy for asthma. A report of 20 unmedicated pediatric cases using the Smetankin method // *Applied Psychophysiology and Biofeedback.* 2000. V. 3. P. 193 – 200.
8. Wilhelm F.H., Gevirtz R., Roth W.T. Respiratory dysregulation in anxiety, functional cardiac, and pain disorders. Assessment, phenomenology, and treatment // *Behav. Modif.* 2001. Sep. 25 (4). P. 513-45.
9. Patent US № 20030195040. Int. class: A63F 013/00. “Video game system and game controller”. 2003 г.
10. Абросимов В.Н. Возможности использования биологической обратной связи в комбинированной терапии пациентов с бронхиальной астмой // *Терапевтический архив.* 1991. №3. С. 87-90.
11. Корнев Н., Курышев В., Ракита Д., Соломаха В. Устройство для регуляции параметров внешнего дыхания пациента // *Электроника: наука, Технология, Бизнес.* 2001. № 6. С. 42-44.
12. Патент SU № 1238759, кл.: А 61 Н 31/00 «Устройство для проведения дыхательной гимнастики». Авт. Свидетельство № 904662. 1982 г.
13. Патент RU № 2033783 кл.: А 61 Н 31/00, А 61 В 5/08 «Тренажер для отработки дыхания». 1995 г.