
ВЛИЯНИЕ ИНТЕРВАЛЬНОЙ ГИПОКСИЧЕСКОЙ ТРЕНИРОВКИ И ЭНТЕРАЛЬНОЙ ОКСИГЕНОТЕРАПИИ НА БИОЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ДЕТЕЙ С БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ

И.Х. Борукаева

Кафедра нормальной и патологической физиологии
Медицинский факультет
Кабардино-Балкарский государственный университет
ул. Чернышевского, 173, Нальчик, Россия, 360004

А.Д. Асланов

Кафедра госпитальной хирургии
Медицинский факультет
Кабардино-Балкарский государственный университет
ул. Чернышевского, 173, Нальчик, Россия, 360004

Изучено состояние биоэлектрической активности головного мозга детей 8—12 лет с бронхиальной астмой легкой и средней степени тяжести. У больных средней степени тяжести выявлены изменения, характеризующие наличие тканевой гипоксии. Комбинированный метод лечения, включающий интервальную гипоксическую тренировку и энтеральную оксигенотерапию, привел к нормализации биоэлектрической активности головного мозга у больных бронхиальной астмой.

Ключевые слова: биоэлектрическая активность головного мозга, гипокситерапия, энтеральная оксигенотерапия, бронхиальная астма, функциональная система дыхания.

Бронхиальная астма (БА) — хроническое заболевание дыхательных путей, которое является серьезной проблемой здравоохранения почти во всех странах мира. В мире насчитывается более 200 млн человек, страдающих бронхиальной астмой, причем распространенность астмы у детей варьирует в различных популяциях от 0 до 30% [1, 2].

Несомненно, что в ряду обструктивных болезней по распространенности, тяжести и опасности для жизни больных детей первенство принадлежит бронхиальной астме. В связи с БА госпитализируется 72% детей в возрасте от 0 до 3 лет, 78% в возрасте от 3 до 8 лет, 90% 8—14 лет и 94% старше 14 лет [3]. Бронхиальная астма, начавшись в детском возрасте, часто продолжается у взрослых, приводит к ранней инвалидизации, более тяжелому течению и развитию осложнений [4]. При бронхиальной астме изменения функциональной системы дыхания и кислородного режима приводят к изменению биоэлектрической активности головного мозга. Поэтому поиск немедикаментозных методов лечения больных бронхиальной астмой, приводящих к нормализации электроэнцефалограммы, весьма актуален. Интервальная гипоксическая тренировка и энтеральная оксигенотерапия применяются в лечении бронхиальной астмы [5, 6], однако данные о комбинированном использовании этих методов лечения в литературе не встречались.

Целью нашего исследования явилось изучение влияния комбинированного метода лечения, включающего интервальную гипоксическую тренировку и энтеральную оксигенотерапию на биоэлектрическую активность головного мозга у детей с бронхиальной астмой.

Материал и методы. Обследовано 315 больных 8—12 лет, из них 150 больных бронхиальной астмой легкой степени тяжести и 165 больных бронхиальной астмой средней степени тяжести. Комбинированное лечение, включающее интервальную гипоксическую тренировку и энтеральную оксигенотерапию, прошли 315 больных бронхиальной астмой. Группу сравнения составили сопоставимые по возрасту практически здоровые (140 детей 8—12 лет), проходившие в ГУ БРДСРЦ «Радуга» санаторно-курортное лечение без нормобарической интервальной гипоксической тренировки и энтеральной оксигенотерапии. В группу сравнения вошли практически здоровые дети со спазмом аккомодации, получавшие специализированное офтальмологическое лечение в виде гимнастики глазных мышц, тренировочных тестов.

Регистрация биопотенциалов различных участков коры головного мозга проводилась на электроэнцефалографе Epas 29/40/44/64/128 Schwarzer (Германия, 2007) с топографическим отображением результатов в виде гистограмм и карт (brain-mapping) в правых и левых затылочных (O_1 , O_2), теменных (P_3 , P_4), центральной (Cz), височных (T_3 , T_4) и лобных (F_3 , F_4) долях коры головного мозга. Обследование включало запись так называемой «фоновой электроэнцефалограммы» (или «электроэнцефалограммы покоя») и запись электроэнцефалограммы при проведении функциональных нагрузок: проба открывания и закрывания глаз, ритмичное световое раздражение, проба с гипервентиляцией.

Кислородные режимы организма и показатели функциональной системы дыхания определялись по методике А.З. Колчинской. Диагностический тест интенсивности перекисного окисления липидов проводили по В.Б. Гаврилову и соавт. (1987). Для оценки состояния антиоксидантной системы определяли активность глутатионпероксидазы в крови по методу В.М. Меина (1986), супероксиддисмутазы в сыворотке крови в тесте торможения спонтанного восстановления нитросинего тетразолия — по методу М. Nishikimi и соавт. (1972), в модификации Г.И. Клебанова (1990).

Интервальная гипоксическая тренировка включала 15 сеансов, в каждом из них — 4 серии пятиминутных гипоксических воздействий с пятиминутными интервалами дыхания комнатным воздухом с нормальным содержанием кислорода (20,9% O_2). Содержание кислорода в гипоксической смеси: у больных легкой степени тяжести в первые 5 сеансов — 14%, во вторые — 13%, в третьи — 12%, у больных средней степени тяжести в первые 5 сеансов — 16%, во вторые — 15%, в третьи — 14%.

Энтеральная оксигенотерапия проводилась с использованием кислородного коктейлера — аппарата для приготовления кислородных коктейлей при помощи кислородного концентратора. В коктейлер наливали 1,5 литра воды и добавляли 30—35 мл сиропа корня солодки и тщательно перемешивали. Подключали коктейлер к концентратору кислорода для получения густой пены. Пациенты принимали кислородный коктейль за 1—1,5 часа до приема пищи или через 2 часа после еды. Коктейль медленно съедался ложкой в течение 3—5 минут. Для детей 8—12 лет рекомендуемой разовой порцией коктейля являлось 200 мл. Курс энтеральной оксигенотерапии составлял 15 ежедневных процедур.

Статистическая обработка результатов проводилась в соответствии с правилами математической статистики с использованием программы «Microsoft Excel» и «Statistica 6,0» для «Windows». При проведении параметрического анализа использовался парный и непарный t -критерий Стьюдента.

Результаты исследования. У больных бронхиальной астмой выявленные изменения функциональной системы дыхания, снижение скорости поэтапной доставки кислорода к органам и тканям, сниженное напряжения кислорода оказало существенное влияние на высший центр управления функциональной системы дыхания — кору головного мозга, что проявлялось в изменении биоэлектрической активности коры больших полушарий.

При астме легкой степени тяжести электроэнцефалограмма больных практически не отличалась от электроэнцефалограммы здоровых, что можно объяснить менее выраженными у них изменениями функциональной системы дыхания в период ремиссии, исчезновением или уменьшением клинических проявлений болезни. Выявлялись минимальные патологические изменения: преобладала активность альфа-ритма в сравнении с другими типами во всех отведениях, равномерное распределение ритмов ЭЭГ, устойчивость такого распределения к нагрузочным прогам — гипервентиляции.

У 60% детей больных бронхиальной астмой средней степени тяжести имелись изменения электроэнцефалограммы, указывающие на вовлечение в патологический процесс ствола мозга и гипоталамических структур, проявляющиеся нарушениями корково-подкорковых взаимоотношений. Индекс альфа-ритма был снижен в большинстве отведений: теменных, центральных, височных и лобных. Амплитуда альфа-ритма была снижена практически во всех отведениях. В теменных долях его амплитуда соответствовала значениям здоровых детей.

Индекс и амплитуда бета-ритма были достоверно снижены в теменных, центральных отведениях и имели тенденцию к уменьшению в левой затылочной, височных и лобных долях коры головного мозга. Индекс тета-ритма был повышен в лобных, правой теменной, центральной и снижен в затылочных долях коры головного мозга. Амплитуда тета-ритма была повышена практически во всех отведениях: затылочных, теменных, центральной, лобных и несколько снижена в правой височной доле.

У детей 8—12 лет отмечалось повышение индекса и амплитуды дельта-ритма практически во всех отведениях, более выражено в центральной и височных долях коры больших полушарий головного мозга. В затылочных долях коры индекс дельта-ритма приближался к его показателям у здоровых детей. При усилении активации с помощью слабой сенсорной стимуляции (реакция на открывание глаз) у больных астмой средней степени тяжести обнаруживалось снижение амплитуды реакции десинхронизации в альфа-диапазоне в передней коре, а в бета-диапазоне — в передней, центральной и височной коре. У больных астмой было обнаружено левополушарное доминирование альфа-мощности в передневисочных отведениях. Обнаруженная нами десинхронизация биоэлектрической активности коры у больных астмой до лечения была связана с рефлекторной активацией ретикулярной формации ствола и имела компенсаторно-приспособительное значение.

Проведенные исследования выявили, что у детей 8—12 лет с бронхиальной астмой средней степени тяжести имелись выраженные изменения биоэлектрической активности коры головного мозга, проявляющиеся в угнетении быстрой (альфа- и бета-ритмы) и преобладании медленноволновой (тета- и дельта-ритмы) активности коры головного мозга, свидетельствующие о наличии хронической гипоксии у данной категории больных, связанной с изменениями всех звеньев функциональной системы дыхания, и в частности, со снижением скорости поэтапной доставки кислорода в головной мозг и потребления кислорода и действием сниженного pO_2 артериальной крови на кору головного мозга.

После комбинированного метода лечения, включающего интервальную гипоксическую тренировку и энтеральную оксигенотерапию, отмечалась нормализация биоэлектрической активности коры головного мозга. Зональные различия индексов колебаний приблизились к возрастной норме. Увеличилась суммарная быстроволновая активность ЭЭГ (альфа- и бета-ритмы) и снизилась суммарная медленноволновая активность (дельта- и тета-ритмы), достоверно приблизившись к показателям здоровых сверстников (табл. 1).

Таблица 1

**Изменение биоэлектрической активности головного мозга
после комбинированного применения ИГТ и энтеральной оксигенотерапии**

Отведения ЭЭГ	Суммарная быстроволновая активность ЭЭГ (альфа- и бета-ритмы)		Суммарная медленноволновая активность ЭЭГ (тета- и дельта-ритмы)	
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
O ₁	21,62 ± 1,51	34,21 ± 0,25*	78,38 ± 1,51	65,80 ± 0,27*
O ₂	20,45 ± 1,71	32,82 ± 0,43*	79,55 ± 1,39	67,18 ± 1,11*
P ₃	23,55 ± 1,62	34,14 ± 0,72*	76,45 ± 2,11	65,86 ± 1,13*
P ₄	24,52 ± 0,19	34,03 ± 0,25*	75,48 ± 0,81	65,97 ± 0,32*
C _z	32,54 ± 0,28	37,87 ± 1,14*	67,46 ± 1,24	62,13 ± 0,36*
T ₃	34,64 ± 1,16	39,12 ± 1,21*	65,36 ± 0,49	60,88 ± 0,26*
T ₄	29,47 ± 1,52	34,86 ± 1,14*	70,53 ± 1,28	65,14 ± 1,15*
F ₃	19,34 ± 1,43	34,31 ± 0,32*	80,66 ± 0,26	65,69 ± 0,25*
F ₄	24,45 ± 1,31	33,89 ± 1,12*	75,55 ± 0,38	66,11 ± 0,41*

Примечание: * — достоверные отличия с показателями до лечения.

Наряду с вышеперечисленными изменениями нормализовались реакции на функциональные нагрузки. В частности, при проведении пробы с открыванием-закрыванием глаз отмечалась депрессия и десинхронизация альфа-ритма с последующим нормальным восстановлением. Заметных изменений на электроэнцефалограмме при проведении гипервентиляционной пробы выявлено не было.

Нормализация и синхронизация электроэнцефалограммы произошла в результате улучшения доставки кислорода к головному мозгу, обусловленная повышением напряжения кислорода в артериальной крови, скорости доставки кислорода на всех этапах его массопереноса, возрастания скорости потребления кислорода мозгом после комбинированного применения ИГТ и энтеральной оксигенотерапии (табл. 2).

**Изменение скорости транспорта и потребления кислорода
после комбинированного применения ИГТ и энтеральной оксигенотерапии**

Показатель	Больные бронхиальной астмой легкой степени тяжести		Больные бронхиальной астмой средней степени тяжести	
	PaO ₂ , мм рт. ст.	81,43 ± 1,18	100,56 ± 2,15***	74,75 ± 1,61
q _a O ₂ , мл/мин.	552,68 ± 10,21	613,08 ± 11,16***	534,95 ± 11,6	858,95 ± 10,65*
ПО ₂ , мл/мин.	149,45 ± 3,22	189,7 ± 6,31***	135,91 ± 3,81	167,85 ± 3,38***

Примечание: * — $p < 0,05$, ** — $p < 0,01$, *** — $p < 0,001$ — достоверные отличия с показателями до лечения; где PaO₂ — напряжение кислорода в артериальной крови, q_aO₂ — скорость транспорта кислорода артериальной кровью, ПО₂ — скорость потребления кислорода.

К улучшению биоэлектрической активности головного мозга привело также уменьшение интенсивности процессов перекисного окисления липидов клеток и усиление активности антиоксидантной системы, обнаруженные у больных бронхиальной астмой средней степени тяжести после комбинированного применения интервальной гипоксической тренировки и энтеральной оксигенотерапии, в результате чего снизилась степень повреждения нейронов. Концентрация малонового диальдегида у больных бронхиальной астмой средней степени тяжести снизилась до $50,24 \pm 0,13$ мкмоль/л, что свидетельствовало о снижении интенсивности процессов перекисного окисления липидов у больных. Отмечалось также достоверное ($p < 0,05$) увеличение активности ферментов антиоксидантной системы: глутатионпероксидазы — до $194,54 \pm 3,15$ мкмоль/1 г Нв/мин и супероксиддисмутазы — до $4,98 \pm 0,03$ ед. акт./1 г Нв.

Таким образом, после комбинированного применения интервальной гипоксической тренировки и энтеральной оксигенотерапии произошла нормализация биоэлектрической активности головного мозга, проявившаяся в увеличении суммарной быстроволновой активности и уменьшении медленноволновой активности на ЭЭГ, восстановление асимметрии в правых и левых отделах головного мозга, синхронизация межполушарных взаимодействий. Положительный эффект комбинированного метода лечения на биоэлектрическую активность головного мозга связан с улучшением бронхиальной проходимости, дыхательной функции крови, скорости потребления кислорода тканями и уменьшением тканевой гипоксии, которая имела место у больных бронхиальной астмой средней степени тяжести.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Национальная программа «Бронхиальная астма у детей. Стратегия лечения и профилактика». 2-е изд. — М., 2006.
- [2] Гетте Н.А., Колосова Н.Г. Современная стратегия лечения детей с бронхиальной астмой // Пульмонология. — 2006. — № 3. — С. 113—118.
- [3] Чучалин А.Г. Качество жизни у больных бронхиальной астмой и хронической обструктивной болезнью легких. — М.: Атмосфера, 2004.
- [4] Ковалевская М.И., Розинова Н.И. Возрастающая эволюция бронхиальной астмы у детей // Росс. вестник перинат. и педиатрии. — 1997. — №1. — С. 34—39.

- [5] *Агапитова Л.Э.* Применение кислородного коктейля — доступный метод оксигенотерапии // Курортные Ведомости. — 2006. — № 2. — С. 35.
- [6] *Алдунгарова Р.К., Каменева С.У., Сенгербекова З.И. и др.* Значение нейрогуморальных механизмов регуляции в организации электроэнцефалограммы у детей в пубертатном периоде // Механизмы функционирования висцеральных систем. — СПб., 1999.

INFLUENCE OF INTERVAL HYPOXEMIC TRAINING AND ENTERAL OXYGEN THERAPY ON BIOELECTRIC ACTIVITY OF THE BRAIN IN CHILDREN WITH BRONCHIAL ASTHMA

I.H. Borukaeva

Department of Normal and pathologic physiology
The faculty of medicine
Kabardino-Balcar State University
Chernyshevskogo str., 173, Nalchik, Russia, 360004

A.D. Aslanov

Department of hospital surgery
The faculty of medicine
Kabardino-Balcar State University
Chernyshevskogo str., 173, Nalchik, Russia, 360004

Brain bioelectric activity of children of 8—12 years with mild and moderate bronchial asthma (BA) was studied. In patients with moderate BA the changes characterizing presence of tissue hypoxemia were revealed. The combined method of treatment including interval hypoxemic training and enteral oxygen therapy has led to normalization of brain bioelectric activity in patients with BA.

Key words: brain bioelectric activity, interval hypoxic training, enteral oxygen therapy, bronchial asthma, the functional respiratory.