

ИНТЕРВАЛЬНАЯ ГИПОКСИЧЕСКАЯ ТРЕНИРОВКА И ЭНТЕРАЛЬНАЯ ОКСИГЕНОТЕРАПИЯ В ЛЕЧЕНИИ ДЕТЕЙ С БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ

Борукаева И.Х.¹, Шаваева Ф.В.¹, Шхагумов К.Ю.¹, Биногерова З.Х.¹

¹ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова», Нальчик, e-mail: irborukaeva@yandex.ru

Выявлена динамика изменения показателей функциональной системы дыхания и кислородного режима организма детей 8-12 лет с бронхиальной астмой после комбинированного применения интервальной гипокситерапии и энтеральной оксигенотерапии. Этот метод приводит к улучшению основных звеньев функциональной системы дыхания и нормализует кислородные режимы организма больных, результатом чего становится улучшение клинического течения болезни и качества жизни больных, увеличение продолжительности периода ремиссии, снижение дозы и частоты приема противовоспалительных, антигистаминных и бронхорасширяющих препаратов. Увеличение альвеолярной вентиляции с ростом дыхательного объема привело к улучшению вентиляционной, газообменной функций легких и нормализации соотношения вентиляции к перфузии с возрастанием скорости диффузии кислорода из альвеол в кровь. Улучшились процессы внешнего дыхания, кровообращения, дыхательная функция крови, возросла экономичность и эффективность дыхания и кровообращения. Также комбинированный курс привел к повышению скорости и интенсивности потребления кислорода, повышению кислородного эффекта дыхательного и сердечного циклов, снижению гемодинамического и вентиляционного эквивалентов, что свидетельствовало о нормализации кислородного режима организма больных детей. Неинвазивность, доступность и высокая эффективность данного метода открывает широкие перспективы в использовании нормобарической интервальной гипокситерапии в комбинации с приемом кислородных коктейлей в санаторно-курортном лечении детей 8-12 лет с бронхиальной астмой легкой и среднетяжелой степенью в период ремиссии.

Ключевые слова: бронхиальная астма, функциональная система дыхания, кислородный режим организма, нормобарическая интервальная гипокситерапия, энтеральная оксигенотерапия.

INTERVAL HYPOXIC TRAINING AND ENTERAL OXYGENOTHERAPY IN TREATMENT OF CHILDREN WITH BRONCHIAL ASTHMA

Borukaeva I.Kh.¹, Shavaeva F.V.¹, Shkhagumov K.Yu.¹, Binogeroва Z.Kh.¹

¹Federal state institution «Head Bureau of medical-social examination of the Kabardino-Balkarian Republic», Nalchik, e-mail: irborukaeva@yandex.ru

The dynamics of changes in the indices of the functional system of breathing and the oxygen regime of children 8-12 years old with bronchial asthma after combined use of interval hypoxic therapy and enteric oxygen therapy was revealed. This method leads to the improvement of the basic parts of the functional breathing system and normalizes the oxygen regimes of the patient's body, which results in an improvement in the clinical course of the disease and the quality of life of patients, an increase in the duration of remission, and a reduction in the dose and frequency of anti-inflammatory, antihistamine, and bronchodilator drugs. An increase in alveolar ventilation with an increase in the respiratory volume led to an improvement in the ventilation and gas exchange functions of the lungs and normalization of the ratio of ventilation to perfusion with an increase in the rate of diffusion of oxygen from the alveoli into the blood. Improved processes of external respiration, blood circulation, respiratory function of the blood, increased efficiency and effectiveness of respiration and circulation. Also, the combined course led to an increase in the speed and intensity of oxygen consumption, an increase in the oxygen effect of the respiratory and cardiac cycles, a decrease in hemodynamic and ventilation equivalents, which indicated the normalization of the oxygen regime of the organism of sick children. Non-invasiveness, accessibility and high effectiveness of this method opens wide prospects in the use of normobaric interval hypoxia in combination with the intake of oxygen cocktails in the sanatorium treatment of children aged 8-12 years with bronchial asthma of mild to moderate severity during remission.

Keywords: bronchial asthma, functional breathing system, body oxygen regime, normobaric interval hypoxic therapy, enteric oxygen therapy.

Бронхиальная астма (БА) – классическое хроническое заболевание, в патогенезе которого лежит реактивный (IgE) тип аллергической реакции. Ввиду возрастания экзогенных

и эндогенных аллергенов с каждым годом растет распространенность астмы у детей (10-12,7%), которая часто продолжается у взрослых и приводит к ранней инвалидизации, снижению качества жизни больных и возникновению тяжелых осложнений. БА часто стала встречаться у детей с первых лет жизни. Это заболевание является одной из распространенных причин инвалидности у детей и играет основную роль среди разных причин смерти. Несмотря на внедрение в нашей стране астма-школ, где больных БА обучают контролировать течение болезни, отмечается более раннее начало заболевания и усугубление тяжести течения и развития заболевания у детей [1; 2].

В настоящее время существует множество различных методов лечения БА. Однако, несмотря на это, остается важным поиск эффективных нелекарственных методов лечения БА, направленных на знание патогенетических механизмов развития болезни.

В последние годы стала применяться нормобарическая интервальная гипокситерапия (ИГТ) в лечении многих заболеваний [3]. Для улучшения клинического течения многих заболеваний стали использовать комбинированный метод, включающий такие патогенетически противоположные методы, как гипокситерапия и энтеральная оксигенотерапия [4; 5]. Но, несмотря на это, в доступных источниках до настоящего времени отсутствуют сведения о патогенетических механизмах эффективности комбинированного использования нормобарической ИГТ и энтеральной оксигенотерапии в лечении больных БА, не разработаны схемы одновременного применения гипокситерапии и оксигенотерапии.

Целью работы стало выяснение патогенетических механизмов эффективности применения комбинированного способа, включающего нормобарическую интервальную гипокситерапию и энтеральную оксигенотерапию, в лечении больных БА 8-12 лет.

Материал и методы исследования. Обследовано 210 больных 8-12 лет с БА легкой (80 больных) и среднетяжелой степенью тяжести (70 больных). В контрольную группу вошли сопоставимые по степени тяжести, возрасту, длительности заболевания 60 больных БА, проходивших в Детском республиканском реабилитационном центре «Радуга» санаторно-курортное лечение, включающее физиотерапию, ингаляции, лечебно-профилактические дыхательные упражнения без ИГТ и энтеральной оксигенотерапии. Для выбора больных использовалась классификация бронхиальной астмы по степеням тяжести [6]. Диагноз выставлялся по требованиям Национальной программы «Бронхиальная астма у детей. Стратегия лечения и профилактика» (2017) [7]. В исследование были включены больные с заболеванием легкой и средней степени тяжести, дыхательная недостаточность I-II степени.

Все больные получали постоянную базисную терапию с использованием противовоспалительных, антигистаминных и бронхорасширяющих препаратов по

показаниям, учитывая тяжесть заболевания.

Определение спирометрических показателей включало определение ОФВ₁ - объем форсированного воздуха на протяжении первой секунды, ФЖЕЛ - форсированная жизненная емкость легких, индекс Тиффно – соотношение измеренного ЖЕЛ к ФЖЕЛ на спирометре BTL-08 Spiro PRO. Все больные регистрировали данные пикфлоуметрии, которая проводилась с использованием индивидуального пикфлоуметра Omron PFM-20. Для выявления скрытого бронхоспазма и определения лабильности бронхиального дерева проводилась провокационная проба с бронходилататором, которая позволяла получить важную информацию о состоянии бронхолегочного аппарата.

Методика А.З. Колчинской использовалась для определения состояния функциональной системы дыхания (ФСД) и кислородных режимов организма (КРО) больных. Минутный объем дыхания (МОД), дыхательный объем (ДО), частота дыхательных движений (ЧД) определялись волюметром Ле-Шателье, содержание O₂ в альвеолярном, вдыхаемом и выдыхаемом воздухе - газоанализатором Oxybaby med WITT, скорость потребления кислорода по формуле Дуглас-Холдейну, сатурация артериальной крови O₂ (SaO₂) и частота сердечных сокращений (ЧСС) - пульсоксиметром MD 300 C3. Минутный объем сердца (МОК) определялся по методу Фика, гемоглобин крови определялся фотометрически. Все полученные данные подвергались тщательной статистической обработке: численные данные рассчитывались в виде средней арифметической и стандартной ошибки среднего $M \pm m$; различия считались достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Применение ИГТ в сочетании с оксигенотерапией оказалось эффективным средством коррекции состояния больных БА: отмечалось снижение частоты приема бронходилататоров, антигистаминных, дозы противовоспалительных препаратов. Улучшились показатели бронхиальной проходимости, о чем свидетельствовали возрастание ФЖЕЛ на $12,5 \pm 0,01\%$, объема форсированного выдоха за 1 секунду на $14,3 \pm 0,02\%$. По результатам пикфлоуметрии применение ИГТ с оксигенотерапией привело к достоверному увеличению пиковой скорости выдоха на $14,5 \pm 0,01\%$. Изменение этих параметров спирометрии отразилось и на улучшении проводимости воздушного потока на уровне бронхов разного калибра после лечения на $14,7 \pm 0,03\%$, что сказалось на клиническом течении БА и проявлялось уменьшением частоты приступов бронхообструкции, снижением дозы и частоты приема бронхорасширяющих и противовоспалительных препаратов.

Достоверное возрастание ($p < 0,01$) дыхательного объема и снижение частоты дыхания на фоне лечения характеризовало нормализацию кислородных режимов больных: дыхание стало более экономичным и эффективным и менее энергозатратным. Следует отметить, что нормализация многих параметров внешнего дыхания после лечения у детей объяснялась еще

обратимыми изменениями в бронхолегочной системе у больных детского возраста (табл. 1).

Таблица 1

Показатели функциональной системы дыхания у больных 8-12 лет с бронхиальной астмой после применения ИГТ + энтеральная оксигенотерапия (M±m)

Показатели	Больные БА с легкой степенью тяжести (n=80)		Больные БА со среднетяжелой степенью (n=70)	
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
Минутный объем дыхания, мл/мин	5425,14±21,11	5056,1±16,2**	6156,45±25,74	5173,4±12,3**
Част. дыхания, в 1 мин	21,01±1,01	16,25±1,02**	24,92±1,10	17,17±1,04**
Дыхательный объем, мл/мин	259,14±10,11	311,4±6,36**	247,04±11,44	301,28±12,06**
Альвеолярная вентиляция, мл/мин	4376,3±10,02	4171,2±16,25**	4422,7±21,4	4209,6±10,43**
Доля альвеол. вентиляции в МОД, %	71,55±1,11	74,48±1,24	68,55±2,12	72,63±2,51*
Минут. объем сердца, мл/мин	3316,8±21,03	3921,5±18,73**	3260,46±22,81	3944,65±18,41*
Частота сердечн. сокращений, в 1 мин	78,46±1,22	72,12±1,12**	85,05±1,12	75,03±1,02**
Ударный объем, мл	42,27±1,14	54,37±1,13**	38,35±1,17	52,58±1,03**
Гемоглобин крови, г/л	125,47±2,72	140,62±3,21**	129,27±2,17	133,45±3,02*
Кислородн. емкость крови, мл/л	168,47±2,5	188,62±2,26**	172,86±2,01	178,96±1,01*
Сатурация артер. крови, %	96,11±1,15	98,13±1,06	92,37±0,31	97,21±1,02*
Содержание O ₂ в артериал. крови, мл/л	162,25±2,01	188,25±3,61**	158,35±2,05	187,13±1,61**
Артериовенозн. различие по O ₂ , мл	37,14±1,02	46,34±1,32**	31,87±1,01	43,33±1,26**
Скорость потребления O ₂ , мл/мин	148,05±4,21	188,5±3,61**	136,31±3,72	168,26±4,06**

* - p<0,05, ** - p<0,01, ***- p<0,001 - достоверные различия с показателями до лечения.

Частота дыхания достоверно ($p < 0,1$) снизилась у больных с астмой в среднем на $5,0 \pm 1,0$ дых/мин и приблизилась к возрастной норме. Увеличение альвеолярной вентиляции на $29,2 \pm 1,4\%$ обусловило возрастание отношения альвеолярной вентиляции к минутному объему дыхания в среднем до $74,48 \pm 1,24\%$. Снижение минутного объема дыхания на $15,49 \pm 0,42\%$ ($p < 0,01$) с параллельным возрастанием альвеолярной вентиляции отразилось на вентиляционно-перфузионных отношениях с уменьшением функционально мертвого пространства, в результате чего повысилась эффективность дыхания. Рост альвеолярной вентиляции и дыхательного объема привели к увеличению поверхности и скорости диффузии легких, и закономерно к улучшению процессов кислородтранспортной функции крови.

Комбинированное лечение привело к улучшению показателей кровообращения. Урежение сердечного ритма на фоне возрастания ударного объема сердца привело к достоверному ($p < 0,01$) увеличению минутного объема сердца и повышению эффективности и экономичности кровообращения. Следует отметить, что изменения ударного объема сердца после комбинированного лечения были более выраженные, чем после интервальной гипокситерапии и энтеральной оксигенотерапии.

После лечения значительно улучшились показатели кислородтранспортной функции крови. Изменение показателей дыхания привело к повышению сатурации артериальной крови кислородом, так как проведенное лечение повысило содержание гемоглобина в артериальной крови у больных с легкой степенью тяжести на $12,7 \pm 0,01$ г/л. При астме среднетяжелой степени этот показатель возрос на $16,6 \pm 0,04$ г/л. Возрастание содержания гемоглобина в крови отмечалось у всех больных и было связано с активацией механизмов адаптации к гипоксии и выбросом эритропоэтина почками в ответ на дыхательную гипоксию. В результате этого возросла кислородная емкость крови до $174,86 \pm 4,69$ мл/л у больных с легкой степенью и до $191,3 \pm 2,4$ мл/л у больных со среднетяжелой степенью.

Нормализация вентиляционно-перфузионных соотношений на фоне улучшения диффузионной способности легких у больных с легкой степенью тяжести отмечалась как тенденция, а у больных со среднетяжелой степенью - достоверное повышение сатурации артериальной крови кислородом до $97,21 \pm 1,02\%$.

Проведенное лечение увеличило содержание кислорода в артериальной крови, обусловленное повышением содержания гемоглобина, кислородной емкости крови и сатурации артериальной крови кислородом: у больных легкой формой астмы содержание кислорода в артериальной крови возросло на $14,8 \pm 0,12\%$ ($p < 0,01$), средней степени - на $16,67 \pm 0,01\%$ ($p < 0,01$).

Улучшение показателей ФСД привело к повышению снабжения организма кислородом на различных стадиях его переноса по организму: обнаружено достоверное ($p < 0,05$) возрастание скорости транспорта кислорода в легкие и в альвеолы, повышение скорости передвижения кислорода артериальной и венозной кровью. Выявленное снижение градиента между давлением кислорода в альвеолах и напряжением кислорода в артериальной крови привело к улучшению вентиляции и газообмена в легких и нормализации соотношения вентиляции к перфузии с возрастанием диффузионной способности кислорода (табл. 2).

Таблица 2

Показатели кислородных режимов у детей 8-12 лет с бронхиальной астмой
после применения ИГТ + энтеральная оксигенотерапия ($M \pm m$)

Показатели	Больные БА с легкой степенью тяжести (n=80)		Больные БА со среднетяжелой степенью (n=70)	
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
Скорость поступления O_2 в легкие, мл/мин	936,17±13,3	988,17±21,64**	1136,95±12,53	915,13±11,72**
Скорость поступления O_2 в альвеолы, мл/мин	532,18±10,01	614,17±11,22**	522,82±10,6	736,05±11,25**
Скорость транспорта O_2 венозной кровью, мл/мин	418,16±8,18	464,38±8,01**	399,17±6,85	617,48±8,73***
Напряжен. O_2 в артериальной крови, мм рт. ст.	81,22±1,08	99,71±1,15**	73,58±1,21	95,23±1,51**
Напряжен. O_2 в венозной крови, мм рт. ст.	37,12±1,13	41,55±1,13*	33,13±1,15	44,28±1,08*
Вентиляционный эквивалент, у.е.	39,33±1,12	27,27±1,52**	47,46±2,11	30,66±1,13**
Кислородный эффект дыхательн. цикла, мл	6,49±0,21	10,11±0,31**	5,26±0,12	9,03±0,13**
Гемодинамический эквивалент, у.е.	23,55±1,11	21,10±1,10	25,98±1,23	21,78±1,37
Кислородный пульс, мл	1,85±0,03	2,71±0,02**	1,67±0,01	2,53±0,01**

* - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$, *** - $p < 0,001$ - достоверные различия с показателями до лечения.

Существенным результатом проведенного лечения стало увеличение напряжения

кислорода в артериальной крови до $99,71 \pm 1,03$ мм рт. ст. у больных с легкой степенью и до $95,23 \pm 1,51$ мм рт. ст. – со среднетяжелой астмой (табл. 2).

Положительный эффект комбинированного применения гипокситерапии и оксигенотерапии у больных БА связан с патогенетическими механизмами влияния гипоксии и оксигенотерапии на показатели ФСД и кислородные режимы организма больных. Ступенчатая адаптация к гипоксии привела к активации компенсаторных механизмов, а оксигенотерапия улучшила дыхательную функцию крови, что закономерно привело к значительному повышению оксигенации крови. Как показали исследования, можно говорить о высокой эффективности комбинированного использования адаптации к гипоксии и оксигенотерапии на кислородтранспортную функцию крови, проявившейся повышением содержания гемоглобина в крови, ее кислородной емкости, увеличением напряжения, содержания и сатурации артериальной крови кислородом.

Заключение. По данным проведенных исследований следует заключение о высокой эффективности применения гипокситерапии в комбинации с энтеральной оксигенотерапией в лечении больных бронхиальной астмой. Неинвазивность, доступность и высокая эффективность данного метода открывает широкие перспективы в использовании нормобарической ИГТ в комбинации с приемом кислородных коктейлей в санаторно-курортном лечении детей 8-12 лет с БА легкой и среднетяжелой степенью в период ремиссии. Этот метод приводит к улучшению всех показателей ФСД и нормализует кислородные режимы организма больных, результатом чего становится улучшение клинического течения болезни и качества жизни больных, увеличение продолжительности периода ремиссии, снижение дозы и частоты приема противовоспалительных, антигистаминных и бронхорасширяющих препаратов.

Список литературы

1. Иванова Е.В., Биличенко Т.Н., Чучалин А.Г. Заболеваемость и смертность населения трудоспособного возраста России по причине болезней органов дыхания в 2010-2012 гг. // Пульмонология. - 2015. - № 3. - С. 291-297.
2. Балаболкин И.И. Современные проблемы терапии бронхиальной астмы у детей // Педиатрия. - 2009. - Т. 88. - № 2. - С. 6-11.
3. Борукаева И.Х., Шауцукова Л.З., Шаваева Ф.В. Нормобарическая интервальная гипокситерапия и энтеральная оксигенотерапия в лечении подростков с бронхиальной астмой // Современные проблемы науки и образования. – 2015. - № 5. - URL: www.science-education.ru/128-22605 (дата обращения: 06.04.2018).

4. Дмитриенко Е.Г. Энтеральная оксигенотерапия в комплексном восстановительном лечении детей с хроническими болезнями органов дыхания: дис. ... канд. мед. наук. – Москва, 2011. – 165 с.
5. Агапитов А.Е. Обоснование и применение энтеральной оксигенотерапии как метода первичной медицинской профилактики основных неинфекционных заболеваний // Актуальные вопросы развития профилактической медицины и формирования здорового образа жизни: сборник научных статей / под ред. А.Е. Агапитова. - Иркутск: РИО ИГИУВа, 2016. - 152 с.
6. Классификация клинических форм бронхолегочных заболеваний у детей. Российское респираторное общество / руководитель проекта: Президент Российского респираторного общества Академик РАМН, профессор А.Г. Чучалин. - М., 2009. – 18 с.
7. Глобальная стратегия лечения и профилактики бронхиальной астмы (GINA): Пересмотр 2017 г. / пер. с англ. - М., 2017. - 160 с.