

DOI: 10.15690/pf.v12i2/1276

Е.Г. Фурман¹, А.М. Ярулина², Л.В. Софронова¹¹ Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера, Российская Федерация² Городская детская клиническая поликлиника № 2, Пермь, Российская Федерация

Состояние функции внешнего дыхания и дыхательной мускулатуры у детей с ожирением

Контактная информация:

Фурман Евгений Григорьевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой факультетской педиатрии ГБОУ ВПО «Пермский медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера»

Адрес: 614990, Пермь, ул. Петропавловская, д. 26, тел.: +7 (342) 217-08-60, e-mail: furman1@yandex.ru

Статья поступила: 02.11.2014 г., принята к печати: 04.03.2015 г.

Обоснование. Доказаны факты разностороннего воздействия ожирения на состояние функции внешнего дыхания и взаимосвязь с рядом заболеваний дыхательной системы. Ожирение само по себе, даже при отсутствии других известных причин, может вызывать ощущение одышки в состоянии покоя. В то же время одышка является и кардинальным симптомом респираторной мышечной слабости, снижая толерантность к физическим нагрузкам. В современной медицине состояние функции внешнего дыхания и дыхательной мускулатуры у детей с различной степенью ожирения — проблема актуальная и недостаточно изученная. **Цель исследования:** оценить состояние вентиляционной функции и силы дыхательной мускулатуры у детей с ожирением. **Методы.** Обследовано 46 детей в возрасте от 7 до 16 лет с ожирением. Оценивали спирограмму и силу респираторной мускулатуры в виде максимального инспираторного давления на уровне ротовой полости (MIP), максимального экспираторного давления на уровне ротовой полости (MEP) и назального инспираторного давления в тесте на дыхание (sniff-тест, SNIP). **Результаты.** У детей с ожирением при наличии жалоб на одышку отмечалась дисфункция дыхательной мускулатуры. Снижение силы дыхательной мускулатуры ($\leq 80\%$ от норматива) наблюдалось у 44% обследованных по показателю MIP и 38% — по MEP. Повышенный индекс массы тела свидетельствовал об увеличении силы дыхательной мускулатуры. **Выводы.** Мониторинг состояния функции внешнего дыхания и оценка силы дыхательной мускулатуры способствуют раннему выявлению нарушений функции дыхательной системы у детей с ожирением.

Ключевые слова: дети, ожирение, состояние вентиляционной функции, сила дыхательной мускулатуры.

(Для цитирования: Фурман Е. Г., Ярулина А. М., Софронова Л. В. Состояние функции внешнего дыхания и дыхательной мускулатуры у детей с ожирением. *Педиатрическая фармакология*. 2015; 12 (2): 143–147. doi: 10.15690/pf.v12i2/1276)

ОБОСНОВАНИЕ

Неуклонный рост ожирения среди взрослых и детей — актуальная медико-социальная проблема современной цивилизации. Ожирение — одно из самых распространенных детских хронических заболеваний: ему подвержены 22 млн детей во всем мире [1].

Во многих странах распространенность ожирения среди детей за последние 20 лет резко возросла: так, в США и Японии численность детей с ожирением увеличилась с 12 до 21% [2]. Увеличение массы тела наблюдается среди детей обоих полов и всех этнических и социально-экономических групп [3].

E.G. Furman¹, A.M. Yarulina², L.V. Sofronova¹¹ Perm State Medical University Named after Academician E.A. Wagner, Russian Federation² City Children's Clinical Hospital № 2, Perm, Russian Federation

Lung Function and Respiratory Muscle Strength in Obese in Children

Background. It is known that obesity may influence the state of respiratory function and it is associated with a number of diseases of the respiratory system. Obesity in itself, even in the absence of other known causes, can cause a feeling of shortness of breath at rest. At the same time, the cardinal symptom of respiratory muscle weakness is shortness of breath, which promotes the reduction of exercise tolerance. At the moment the problem state of respiratory function and respiratory muscles in children with different degrees of obesity is relevant and understudied. **Aim.** Investigation of lung function and respiratory muscle strength in obese in children. **Methods.** 46 children with obesity were examined, with a prevalence of obesity of mixed origin with progressive, aged 7 to 16 years. We evaluated the lung function and strength of respiratory muscles in the form of maximum inspiratory pressure at the mouth (MIP), maximal expiratory pressure at the mouth (MEP) and nasal inspiratory pressure in the sniff-test (SNIP). **Results.** The children with obesity complained of dyspnea. The respiratory muscle dysfunction observed in the form of reduction of its forces. Reduced respiratory muscle strength ($\leq 80\%$ of the norm) was in 44% of patients on the MIP and 38% on the MEP and was increased with increasing body mass index. **Conclusion.** Children with obesity need to monitor the lung function and evaluate the strength of the respiratory muscles for early detection of functional disorders of the respiratory system.

Key words: children, obesity, lung function assessment, respiratory muscle strength.

(For citation: Furman E. G., Yarulina A. M., Sofronova L. V. Lung function and respiratory muscle strength in obese in children. *Pediatricheskaya farmakologiya — Pediatric pharmacology*. 2015; 12 (2): 143–147. doi: 10.15690/pf.v12i2/1276)

По данным эпидемиологического исследования, проведенного в России в 2005–2006 гг. и включающего сведения о 10 223 подростках в возрасте 12–17 лет, частота встречаемости избыточной массы тела у учащихся 6–11 классов составила 12% [4]. Показатели исследовательских групп из Саратова и Оренбурга демонстрируют распространенность избыточной массы тела (в том числе ожирения) у 11 и 7% школьников в возрасте 6–16 и 7–17 лет, соответственно [5, 6].

Известно, что дети с ожирением имеют риск развития сахарного диабета, метаболического синдрома, а также осложнений со стороны сердечно-сосудистой системы [4, 7–9]. Кроме того, доказано двустороннее воздействие ожирения на состояние функции внешнего дыхания и взаимосвязь с рядом заболеваний дыхательной системы (бронхиальной астмой; синдромом обструктивного апноэ сна, СОАС) [10]. С эпидемиологической точки зрения, увеличение индекса массы тела (ИМТ) связано с увеличением распространенности персистирующей астмы [11]. У 10–23% детей первичным фактором развития СОАС стало ожирение [12]. Исследования СОАС обычно указывают, что храп и другие симптомы нарушения дыхания во время сна встречаются в 2–3 раза чаще у детей с ожирением [13].

Ожирение у детей может не отражаться на спирометрических показателях, но способно приводить и к их нарушениям [14]. При ожирении у детей может снижаться функциональная остаточная емкость легких и отмечаться умеренное снижение диффузионной способности. Также известны случаи уменьшения соотношения объема форсированного выдоха за первую секунду и форсированной жизненной емкости легких (ОФВ₁/ФЖЕЛ) по мере увеличения ИМТ [15]. Избыточный вес детей может ассоциироваться с уменьшением легочных объемов [16].

Ожирение само по себе, даже при отсутствии других известных причин, может вызывать ощущение одышки в состоянии покоя. Распространенность симптомов одышки возрастает с увеличением индекса массы тела или окружности талии [17, 18]. В то же время кардинальным симптомом респираторной мышечной слабости является одышка, способствующая снижению толерантности к физическим нагрузкам. Спектр заболеваний и состояний, при которых встречается слабость дыхательной мускулатуры, чрезвычайно широк. В большинстве случаев причиной слабости дыхательной мускулатуры являются метаболические, воспалительные и дегенеративные изменения, приводящие к нарушению функции собственно дыхательной мускулатуры, нервной системы либо нейромышечных соединений. У взрослых отмечается снижение силы дыхательной мускулатуры при синдроме Пиквика [10].

Слабость экспираторной мускулатуры ассоциируется с неэффективным кашлем, ухудшением легочного клиренса и может стать причиной повторных ателектазов или инфекций нижних дыхательных путей. Несостоятельность инспираторных мышц приводит к проблемам при использовании дозированных аэрозольных ингаляторов: известно, что при низком воздушном потоке вдоха снижается доступность лекарственных средств.

В настоящее время проблема состояния функции внешнего дыхания и дыхательной мускулатуры у детей с различной степенью ожирения является актуальной и недостаточно изученной.

Цель: оценить состояние вентиляционной функции и силы дыхательной мускулатуры у детей с ожирением.

МЕТОДЫ

Дизайн работы представлял собой исследование серии случаев ожирения у детей. Участники исследования в зависимости от степени ожирения были разделены на подгруппы с целью анализа состояния вентиляционной функции и силы дыхательной мускулатуры при разной степени выраженности патологии.

Критерии соответствия: в исследование включались дети в возрасте 7–15 лет обоего пола с ожирением смешанного генеза.

Условия проведения: исследование проведено в 2013–2014 гг. на базе эндокринологического отделения Городской детской клинической больницы № 15 г. Перми.

Описание медицинского вмешательства: проводилось клиническое обследование и изучение состояния вентиляционной функции и силы дыхательной мускулатуры.

Основной исход исследования: характеристика состояния функции внешнего дыхания и силы дыхательной мускулатуры при ожирении, в том числе с учетом степени ожирения.

В ходе клинического обследования пациентов анализировались амбулаторные карты, истории болезни, другие анамнестические данные. Проводился физикальный осмотр с углубленным обследованием дыхательной системы.

Физическое развитие (масса, рост, соответствие массы росту) оценивалось по центильным таблицам соответственно полу и возрасту детей [19]. Для верификации ожирения рассчитывали ИМТ по формуле:

$$\text{ИМТ} = \text{вес (кг)} / \text{рост (м)}^2.$$

Диагноз ожирения определялся по стандартным таблицам ИМТ при превышении индекса массы тела выше 95-го перцентиля для конкретного пола и возраста детей [19, 20].

Анализ в подгруппах: изучено состояние вентиляционной функции и силы дыхательной мускулатуры в зависимости от степени ожирения. Проведены исследования силы дыхательной мускулатуры в подгруппе детей, предъявляющих жалобы на одышку при физической нагрузке. Расчет избытка массы тела (в %) и степень ожирения определяли в соответствии с рекомендациями Ю.А. Князева (1981):

- ожирение I степени — при избытке массы тела на 15–29,5% от идеальной по росту, возрасту и полу за счет жировой ткани;
- ожирение II степени — при избытке массы тела на 30–49%;
- ожирение III степени — при избытке массы тела на 50–99%;
- ожирение IV степени — при избытке массы тела на 100% и более.

За идеальную массу был взят 50-й перцентиль для конкретного возраста и пола [21].

Критерии исключения: наличие бронхиальной астмы, хронических бронхолегочных заболеваний, нейромиопатий, обструктивных заболеваний полости носа (для sniff-тестов).

Программное обеспечение и основные методы работы. Для оценки функции внешнего дыхания выполнялось спирографическое исследование на диагностическом комплексе Spiro USB с использованием программы SPIDA (Великобритания). Регистрировалась кривая поток–объем форсированного выдоха с вычислением легочных объемов и скоростных показателей. Для оценки

бронхиальной проходимости учитывали следующие группы показателей:

- легочные объемные показатели: ФЖЕЛ, ОФВ₁;
- относительные показатели: соотношение ОФВ₁/ФЖЕЛ.

Силу респираторной мускулатуры в виде максимального инспираторного давления на уровне ротовой полости (MIP), максимального экспираторного давления на уровне ротовой полости (MEP) и назального инспираторного давления в sniff-тесте (SNIP) оценивали на приборе MicroRPM (Respiratory Pressure Meter; Micro Medical Ltd, Великобритания). Прибор MicroRPM использовали вместе с программным обеспечением Puma. Результаты измерения оценивали в сантиметрах водного столба и процентном соотношении к индивидуальному нормативу. Показатель MIP определяли путем измерения максимального статического давления на уровне рта, которое пациент создавал при закрытых дыхательных путях во время максимального вдоха; показатель MEP, соответственно, — во время максимального выдоха. Во время проведения тестов пациенты находились в положении сидя; для предотвращения утечки воздуха использовался носовой зажим. Для определения MEP пациент делал максимально сильный и быстрый выдох после максимально глубокого вдоха; соответственно, для определения MIP — максимально сильный и быстрый вдох после максимального выдоха. Результат вычисляли после 5 попыток для вдоха и выдоха с перерывами между попытками не менее 1 мин для предупреждения мышечного утомления. Пробы прекращали после достижения различий между тремя максимальными значениями менее 20%. Регистрировалось максимальное значение давления.

В связи с отсутствием в литературных источниках ссылок на национальные формулы или нормативы референсных значений для интерпретации полученных результатов в основу были положены линейные регрессионные уравнения S. Wilson [22]. Соответствующие формулы индивидуального расчета представлены в табл. 1. Результаты каждого пациента в дальнейшем сравнивали с нормативами, вычисленными по этим формулам.

Во время измерения показателя SNIP пациент находился в положении сидя, датчик располагался в одной

ноздри, полностью перекрывая ее: выполнялась серия маневров по уровню функциональной остаточной емкости легких с интервалом не менее 30 с. После нормального выдоха пациент должен был сделать вдох с максимально возможным усилием через свободную ноздрию при условии отсутствия утечки воздуха через губы: таким образом создавалось пиковое давление в назофарингеальной области. Определение SNIP — информативный метод оценки силы инспираторных мышц. Для получения воспроизводимых результатов пациент выполнял 10 попыток.

Полученные результаты сравнивали с существующими нормативами, вычисленными по соответствующим формулам (табл. 2) [22].

Для каждого ребенка был вычислен индивидуальный процент отклонения от нормы по всем трем показателям.

Этическая экспертиза. Исследование проводилось с учетом принципов Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы медицинских исследований при участии человека в качестве объекта исследования». У всех включенных в исследовательский проект имелось информированное согласие на участие в нем. Протокол исследования был обсужден на заседании Локального этического комитета при ГБОУ ВПО «ПГМА им. академика Е. А. Вагнера», решением которого оно было одобрено (протокол № 51 от 26.06.2013).

Статистический анализ. Статистическую обработку результатов проводили в программе Statistica 7.0. *Размер выборки предварительно не рассчитывался.* Для описания полученных количественных признаков, имеющих нормальное распределение, были рассчитаны среднееарифметическое значение (M), стандартное отклонение (σ), стандартная ошибка среднего (m); для качественных признаков — абсолютная частота проявления признака (количество обследованных), частота проявления признака (в %) и 95% доверительный интервал. При ненормальном распределении использовали интерквартильный размах от 25-го до 75-го перцентиля. Количественная оценка линейной связи между двумя случайными величинами вычислялась с использованием ранговых коэффициентов корреляции по Спирмену (r). Статистически достоверными считали различия при $p < 0,05$.

Таблица 1. Нормативы показателей MIP и MEP

Категории пациентов	MIP, см. вод. ст.	MEP, см. вод. ст.
Мальчики, 7–17 лет	$44,5 + 0,75 \times \text{масса}$	$35 + 5,5 \times \text{возраст}$
Девочки, 7–17 лет	$40 + 0,57 \times \text{масса}$	$24 + 4,8 \times \text{возраст}$

Примечание. MIP — максимальное инспираторное давление на уровне ротовой полости, MEP — максимальное экспираторное давление на уровне ротовой полости.

Таблица 2. Нормативы показателя SNIP

Категории пациентов	SNIP, см. вод. ст.	
	Среднее значение	Нижняя граница нормы
Мальчики, 6–17 лет	$70,0 + 0,30 \times \text{возраст}$	Среднее 39,9
Девочки, 6–12 лет	92 ± 22	-
Девочки, 13–16 лет	97 ± 26	-

Примечание. SNIP — назальное инспираторное давление в sniff-тесте.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Участники исследования. В исследование включено 46 детей в возрасте от 7 до 15 лет с ожирением смешанного генеза с преобладанием прогрессирующего течения, среди них 29 мальчиков и 17 девочек. Средний возраст данной группы детей составил $11 \pm 1,7$ года.

ИМТ превышал 95-й перцентиль у 16 (35%) детей, а 97-й перцентиль — у 30 (65%). Средний ИМТ обследованных детей составил $28,3 \pm 5,34$. Были выделены 3 подгруппы в зависимости от степени ожирения. Дети, предъявляющие жалобы на одышку при физической нагрузке, были выделены в отдельную подгруппу.

Ожирение I степени диагностировано у 2 (4,3%) детей, II степени — у 12 (26,1%), III степени — у 19 (41,3%), IV степени — у 13 (28,3%). На постоянную одышку при физической нагрузке жаловались 16 (35%) детей; двое (4%) обследованных отмечали появление сухого кашля при физической нагрузке, столько же признались в активном табакокурении.

Патология сердечно-сосудистой системы в виде артериальной гипертензии I степени отмечена у 11% пациентов с ожирением и одышкой.

Основные результаты исследования

Показатели вентиляционной функции у обследованных: снижение ОФВ₁ меньше 80% — у 2,2% детей, снижение ФЖЕЛ меньше 80% — у 13%, соотношения ОФВ₁/ФЖЕЛ меньше 90% — у 2,4%.

Средние относительные показатели силы дыхательной мускулатуры (% отклонения от нормы) в целом по группе детей с ожирением: MIP $101,4 \pm 4,05$ см вод. ст., MEP $89,8 \pm 3,69$ см вод. ст., SNIP $76 \pm 4,35$ см вод. ст. У 28% обследованных наблюдалось снижение показателя MIP ($\leq 80\%$ от норматива), у 33% — снижение MEP ($\leq 80\%$ от норматива), у 67% — снижение SNIP ($\leq 80\%$ от норматива). Показатели силы дыхательной мускулатуры в зависимости от степени ожирения представлены в табл. 3.

В подгруппе детей ($n = 16$), предъявляющих жалобы на одышку при физической нагрузке, снижение ($\leq 80\%$ от норматива) по показателю MIP отмечалось у 44%, снижение по MEP ($\leq 80\%$ от норматива) — у 38%, снижение по SNIP ($\leq 80\%$ от норматива) — у 94%.

Установлена взаимосвязь между показателями силы дыхательной мускулатуры и спирометрическими данными: показатель MEP коррелировал с ФЖЕЛ ($r = 0,31$; $p < 0,05$), слабо коррелировал с ОФВ₁ ($r = 0,29$; $p < 0,05$); ИМТ обратно коррелировал с MIP ($r = -0,41$; $p < 0,05$).

Дополнительных результатов исследования не проводилось, нежелательных явлений не зафиксировано.

ОБСУЖДЕНИЕ

Резюме основного результата исследования.

У 35% обследованных детей с ожирением, не имеющих серьезных заболеваний сердечно-сосудистой системы и органов дыхания, отмечаются жалобы на одышку при физической нагрузке, что может быть связано как с общей нетренированностью и особенностью состояния сердечно-сосудистой системы, так и с дисфункцией дыхательной мускулатуры и изменением функционального состояния дыхательной системы. Выраженность одышки у данных пациентов можно попытаться оценить по шкале диспноэ Совета медицинских исследований (Medical Research Council, Великобритания), которая в основном применяется у взрослых пациентов. Учитывая возможные осложнения, у детей с ожирением и жалобами на одышку целесообразно проводить комплексное углубленное обследование сердечно-сосудистой или дыхательной системы (мониторинг показателей частоты дыхания, минутного объема дыхания, частоты сердечных сокращений, артериального давления, электрокардиограммы до и после нагрузки).

В представленном исследовании была использована оценка силы дыхательной мускулатуры путем определения показателей MIP, MEP и SNIP как одного из самых изученных и проверенных в клинической практике диагностических подходов. Для оценки дыхательной мускулатуры у детей могут применяться также другие неинвазивные методы: определение инспираторного резерва и индекса времени напряжения диафрагмы, индуктивная плетизмография торакоабдоминальных движений, поверхностная электромиография дыхательных мышц, определение MEP и MIP во время плача ребенка [23]. В исследовании установлено, что дисфункция дыхательной мускулатуры в виде снижения ее силы ($\leq 80\%$ от норматива) наблюдается при ожирении с жалобами на одышку: у 44% обследованных — по показателю MIP, у 38% — по показателю MEP с нарастанием по мере увеличения ИМТ.

Обсуждение основного результата исследования. Установленные корреляции указывают на то, что снижение показателя силы экспираторной мускулатуры, возможно, связано с уменьшением легочных объемов, в том числе из-за отложения жировой ткани. При спирографическом исследовании у 13% детей с ожирением отмечалось снижение показателя ФЖЕЛ. Сила инспираторной дыхательной мускулатуры уменьшалась по мере увеличения ИМТ.

Как видно из табл. 3, снижение показателя MEP было наиболее выражено при III–IV степени ожирения. В мень-

Таблица 3. Показатели вентиляционной функции и силы дыхательной мускулатуры у детей с различной степенью ожирения (в % от норматива, кроме соотношения ОФВ₁/ФЖЕЛ)

Показатель*	MIP	MEP	SNIP	ОФВ ₁	ФЖЕЛ	ОФВ ₁ /ФЖЕЛ
Ожирение I–II	114 [103,25; 119,25]	95,5 [88; 112,25]	61 [52,5; 103]	100 [95; 105,75]	89 [81,25; 96,75]	116 [108,75; 117]
Ожирение III	108 [80; 122]	89 [59; 101]	70 [52; 82,5]	94 [88; 105,5]	88 [78; 94]	110 [107; 117]
Ожирение IV	94 [72; 110]	88 [75; 110]	65 [50; 94]	104 [97; 109]	94 [87; 97]	112 [108; 118]

Примечание. MIP — максимальное инспираторное давление на уровне ротовой полости, MEP — максимальное экспираторное давление на уровне ротовой полости, SNIP — назальное инспираторное давление в sniff-тесте, ОФВ₁ — объем форсированного выдоха за первую секунду, ФЖЕЛ — форсированная жизненная емкость легких.

* Показатели представлены в виде медианы [25-й и 75-й перцентиль].

шей степени снижался показатель MIP. Показатель SNIP оказался сниженным на 1/3 и более при всех степенях ожирения. Однако, необходимо учитывать, что к недостаткам sniff-тестов, включая SNIP, относится их производный характер — зависимость результата от воли пациента. Данные тесты зависят от проходимости верхних дыхательных путей и практически невозможны при полной обструкции носа. Дисфункция экспираторной дыхательной мускулатуры у детей с ожирением может приводить к снижению эффективности откашливания, что в свою очередь будет способствовать задержке секрета в бронхах с последующим риском развития ателектазов и пневмоний. Снижение силы инспираторной дыхательной мускулатуры способно уменьшать эффективность ингаляционной терапии, например, у больных с ожирением и бронхиальной астмой [16, 22].

Ограничения исследования связаны с малым количеством обследованных пациентов с ожирением, а также с преобладанием более выраженной степени ожирения.

Выводы. Тактика ведения пациентов с ожирением должна быть направлена на углубленное обследование с целью диагностики таких коморбидных состояний, как синдром гиповентиляции и синдром обструктивного апноэ сна. При наличии клинических симптомов последнего требуется полисомнографическое исследование ночного сна.

Детям с ожирением и одышкой при снижении показателей MIP/MER при нормальных уровнях ФЖЕЛ и ОФВ₁ следует провести развернутое спирометрическое обследование и бодиплетизмографию (для исключения рестриктивных нарушений). Также необходимо провести оценку уровня насыщенности крови кислородом (SatO₂), включая показатели ночного сна; исследовать газы крови для выявления дневной гиперкапнии (при PaCO₂ > 45 mmHg) или гипоксемии (PaO₂ > 70 mmHg); определить уровень бикарбонатов плазмы HCO₃³⁻.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Deckelbaum R.J., Williams C.L. Childhood obesity: the health issue. *Obes Res.* 2001; 9 (Suppl. 4): 239–243.
2. Hedley A.A., Ogden C.L., Johnson C.L., Carroll M.D., Curtin L.R., Flegal K.M. Prevalence of overweight and obesity among US children, adolescents, and adults, 1999–2002. *JAMA.* 2004; 291: 2847–2850.
3. Dietz W.H., Robinson T.N. Clinical practice. Overweight children and adolescents. *N Engl J Med.* 2005; 352: 2100–2109.
4. Ахмедова Р.М., Софронова Л.В. Ожирение и метаболический синдром в детском возрасте: современный взгляд на проблему. *Вопросы диагностики в педиатрии.* 2012; 4 (1): 13–19.
5. Аверьянов А.П. Ожирение у детей и подростков: клинико-метаболические особенности, лечение, прогноз и профилактика осложнений. Автореф. дис. ... докт. мед. наук. Саратов. 2009. 53 с.
6. Лебедькова С.Е., Игнатова Т.Н., Трусова О.Ю., Вивтаненко Т.В., Рошупкин А.Н. О метаболическом синдроме у детей и подростков с ожирением. *Педиатрия.* 2010; 89 (2): 151–155.
7. Бойков В.А., Кобякова О.С., Деев И.А., Куликов Е.С., Старовойтова Е.А. Состояние функции внешнего дыхания у пациентов с ожирением. *Бюллетень сибирской медицины.* 2013; 12 (1): 86–92.
8. Давидович В.В. Функция внешнего дыхания у пациентов с морбидным ожирением. *Лечебно-профилактические вопросы.* 2013. С. 34–38.
9. Краснопёрова О.И. Клинико-метаболическая характеристика ожирения различной степени у детей. *Пермский медицинский журнал.* 2012; 29 (2): 99–105.
10. Авдеев С.Н., Нуралиева Г.С. Синдром ожирения-гиповентиляции. *Пульмонология и аллергология.* 2006; 3: 10–14.
11. Maiolo C., Mohamed E.I., Carbonelli M.G. Body composition and respiratory function. *Acta Diabetol.* 2003; 40 (Suppl. 1): 32–38.
12. Erler T., Paditz E. Obstructive sleep apnea syndrome in children: a state-of-the-art review. *Treat Respir Med.* 2004; 3: 107–122.
13. Young T., Peppard P.E., Gottlieb D.J. Epidemiology of obstructive sleep apnea: a population health perspective. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 165: 1217–1239.
14. Marcus C.L., Curtis S., Koerner C.B., Joffe A., Serwint J.R., Loughlin G.M. Evaluation of pulmonary function and polysomnography in obese children and adolescents. *Pediatr Pulmonol.* 1996; 21: 176–183.
15. Pistelli R., Brancato G., Forastiere F. Population values of lung volumes and flows in children: effect of sex, body mass and respiratory conditions. *Eur Respir J.* 1992; 5: 463–470.
16. Inselman L.S., Milanese A., Deurloo A. Effect of obesity on pulmonary function in children. *Pediatr Pulmonol.* 1993; 16: 130–137.
17. Jubber A.S. Respiratory complications of obesity. *Int J Clin Pract.* 2004; 58: 573–580.
18. Sampson M.G., Grassino A.E. Load compensation in obese patients during quiet tidal breathing. *J Appl Physiol.* 1983; 55: 1269–1276.
19. Намазова-Баранова Л.С., Ресненко А.Б. Ожирение: карманный справочник педиатра. Москва: Педиатр. 2012. 23 с.
20. Софронова Л.В., Софронова Р.Н. Методы оценки нарушений физического и полового развития у детей и подростков: методические рекомендации для врачей-педиатров. Пермь: ГБОУ ВПО «ПГМА им. ак. Е.А. Вагнера» Минздрава России. 2013. 45 с.
21. Корюкина И.П., Софронова Л.В., Трефилов Р.Н. Методы оценки физического развития и биологической зрелости детей и подростков. Пермь: ГБОУ ВПО «ПГМА им. ак. Е.А. Вагнера» Минздрава России. 2007. 191 с.
22. Авдеев С.Н. Оценка силы дыхательных мышц в клинической практике. *Пульмонология и аллергология.* 2008; 4: 12–17.
23. ATS/ERS Statement on Respiratory Muscle Testing, 2001. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002; 166: 518–624.

Краткие практические рекомендации

1. Измерения показателей силы дыхательной мускулатуры на уровне ротовой полости на приборе MicroRPM (Respiratory Pressure Meter) неинвазивны, безопасны и могут производиться у детей как амбулаторно (в лабораториях функциональной диагностики, в поликлинике), так и в стационаре.
2. Детям с ожирением целесообразно проводить мониторинг состояния функции внешнего дыхания, а также оценку силы дыхательной мускулатуры (показатели MER и MIP) для раннего выявления нарушений функции дыхательной системы.
3. Тесты оценки показателей силы дыхательной мускулатуры на уровне ротовой полости целесообразно применять в комплексной дифференциальной диагностике одышки у детей.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Грант Президента РФ МД-4241.2012.7.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки/конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

ВЫРАЖЕНИЕ ПРИЗНАТЕЛЬНОСТИ

Выражаем признательность заслуженному деятелю науки РФ профессору И.П. Корюкиной; главному врачу МБУЗ ДБ № 15 г. Перми докт. мед. наук Д.В. Антонову; заведующей эндокринологическим отделением МБУЗ ДБ № 15 г. Перми С.Г. Малимон и сотрудникам отделения эндокринологии.