

Н.В. Малюжинская, М.В. Гарина, А.В. Шаталин, Н.А. Смирнов, В.А. Горбунов, А.В. Разваляева

Волгоградский государственный медицинский университет

Метод измерения сопротивления дыхательных путей у детей дошкольного возраста, основанный на технике кратковременного прерывания потока

Контактная информация:

Малюжинская Наталья Владимировна, кандидат медицинских наук, доцент, заведующая курсом клинической аллергологии кафедры клинической фармакологии и интенсивной терапии с курсом клинической фармакологии и курсом клинической аллергологии Волгоградского государственного медицинского университета

Адрес: 400131, Волгоград, пл. Павших Борцов, д. 1, тел.: (8442) 47-96-55, e-mail: maluzginskaia@yandex.ru

Статья поступила: 16.09.2010 г., принята к печати: 11.10.2010 г.

Приводятся данные о границах значений популяционной нормы для показателей RINT (resistance by the interrupter technique; на выдохе — $RINT_{exp}$, на вдохе — $RINT_{insp}$) у 214 здоровых детей в возрасте 3–6 лет. Определение значений RINT проведено с помощью спирографа SuperSpiro с модулем MicroRint. Показано, что параметры $RINT_{exp}$ и $RINT_{insp}$ у мальчиков и девочек не различаются. Отмечена зависимость значений $RINT_{exp}$ от роста ребенка. Приведены данные о границах нормативных значений, которые можно использовать в диагностических целях.

Ключевые слова: дети, возраст, сопротивление дыхательных путей, RINT, норма.

Основные клинические проявления бронхиальной астмы (БА) обусловлены нарушениями функции внешнего дыхания. «Золотым» стандартом диагностики БА при проведении спирометрии и/или пикфлоуметрии является определение скоростных показателей воздушного потока (форсированной жизненной емкости, объема форсированного дыхания за 1 сек), что дает основания

для объективной оценки выраженности и обратимости бронхообструкции [1, 2]. Оценить гиперреактивность дыхательных путей позволяет также и измерение колебаний скоростных показателей [3]. Вместе с тем исследование функции внешнего дыхания, а также проведение плетизмографии и бронхоскопии у детей в возрасте до 5 лет представляет особую проблему, так

N.V. Malyuzhinskaya, M.V. Garina, A.V. Shatalin, N.A. Smirnov, V.A. Gorbunova, A.V. Razvalyayeva

Volgograd State Medical University

Measuring of airways resistance based on interrupter technique in pre-schoolchildren

Authors give information on limits of population norm for expiratory and inspiratory resistance by the interrupter technique indices ($RINT_{exp}$ and $RINT_{insp}$ accordingly) in 214 healthy children 3–6 years old. Estimation of RINT was performed with spirometer SuperSpiro with MicroRint module. Parameters of $RINT_{exp}$ and $RINT_{insp}$ are similar in boys and girls. $RINT_{exp}$ depends on height of a child. Information on limits of normal rates is presented in this article, and this data can be used in diagnostics of respiratory pathology.

Key words: children, age, resistance of airways, RINT, norm.

как требует сложного оборудования и особых условий проведения, поэтому считается трудно выполнимым и, как правило, не проводится [3–5]. Следует подчеркнуть, что до сих пор не существует общепризнанных и распространенных методов объективной диагностики БА в раннем возрасте [5, 6].

Оценка бронхиальной проходимости, не требующая форсированного выдоха, может быть выполнена с помощью RINT (resistance by the interrupter technique) — метода измерения сопротивления дыхательных путей, основанного на технике кратковременного прерывания потока воздуха [4, 7]. Метод позволяет регистрировать давление в ротовой полости (P_{aQ}), которое во время кратковременного прерывания потока воздуха становится равным альвеолярному давлению (P_a), и скорость потока воздуха (Q). Отношение этих двух показателей (P_{aQ}/Q или индекс RINT) и является отражением степени обструкции дыхательных путей [8].

Метод RINT характеризуют следующие преимущества:

- простота проведения исследования — нет необходимости выполнения максимальных и форсированных дыхательных маневров;
- небольшая длительность исследования;
- возможность многократных измерений;
- возможность проведения провокационных проб и проб с бронхолитиками.

Все это позволяет использовать данную методику у детей дошкольного возраста, у которых классические методы оценки функции внешнего дыхания не могут быть применены [9–11]. С середины 90-х гг. прошлого века выпускаются коммерческие образцы приборов для измерения сопротивления дыхательных путей с помощью метода RINT.

В применении любого диагностического метода важным является определение границ нормативных значений, за пределами которых наличие патологии считается особенно вероятным. За последние десятилетия было выполнено несколько работ, посвященных этому вопросу, преимущественно в европейских исследовательских центрах [12–15]. Все авторы констатируют высокую чувствительность и специфичность метода RINT при диагностике БА, но представляют различные данные по воспроизводимости и зависимости индексов RINT от массы тела, возраста и роста, а также возрастным границам нормы [16–19].

Целью настоящего исследования явилось определение границ значений популяционной нормы RINT у детей в возрасте 3–6 лет.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на базе детских дошкольных учреждений 8 районов Волгограда с 01.10.2008 по 01.10.2009 гг. В каждом учреждении в исследование включали детей обоего пола в возрасте от 3 до 6 лет. Выборку участников исследования формировали таким образом, чтобы численность каждой возрастной группы (3-, 4-, 5- и 6-летних) составила не менее 50 человек, с соблюдением равного соотношения полов. На этапе включения учитывались данные антропометрии, возраст и пол ребенка.

Критериями исключения служили: кашель или затрудненное дыхание, в анамнезе — хронические заболевания легких, проявления атопии, анатомические аномалии верхних дыхательных путей, поражение голосовых связок. Наличие указанных критериев определяли на основании сведений в медицинской документации, имеющейся в детском саду, беседы с ребенком и родителями, медицинским работником, по данным физикального осмотра. У всех законных представителей детей, включенных в исследование и соответствующих всем критериям отбора, получено информированное согласие на проведение исследования.

Использованное оборудование, условия проведения процедуры, методика оценки и интерпретации результатов соответствовали стандартам и протоколам измерения сопротивления дыхательных путей методом кратковременного прерывания потока воздуха у детей (ATS/ERS, 2007) [20]. Для измерения сопротивления дыхательных путей использовался спирограф SuperSpirо с модулем MicroRint (MicroMedical, Великобритания). В ходе выполнения процедуры не запрещалось присутствие родственников для облегчения адаптации ребенка, но не допускалось их влияние на технику дыхания (подсказки, советы и иные действия были исключены). Процедура проводилась в тихой комнате, одним исследователем и его ассистентом.

Исследование функции легких осуществлялось при спокойном дыхании. Ребенок, сидя прямо, в комфортной позе, со слегка запрокинутой головой, плотно обхватывал фильтр прибора губами; дополнительно использовался носовой зажим. Исследователь держал прибор параллельно полу, при этом ассистент плотно фиксировал щеки ребенка. Для адаптации пациента к звуку клапана проводилась демонстрация работы прибора, после чего учитывалось среднее значение сопротивления из 7 успешных попыток. В случае, если ребенок проявлял нервозность, боязнь или иные признаки дискомфорта, процедура прекращалась.

Для оценки воспроизводимости методики у 25 детей проводились повторные измерения сопротивления с интервалом в 15 мин одним и тем же исследователем. У каждого ребенка проводилось два последовательных теста с измерением сопротивления на вдохе ($RINT_{insp}$) и на выдохе ($RINT_{exp}$). Воспроизводимость индексов RINT определяли как среднее арифметическое значение разницы двух серий измерений ($RINT_1$ и $RINT_2$, $\Delta RINT$) и соответствующего 95% доверительного интервала (ДИ) для разброса значений [7, 9], предел воспроизводимости (R) определяли как среднее $\Delta RINT \pm 2s$, где s — стандартное отклонение [7, 9, 10]. Диапазон возможных отклонений оцениваемых параметров RINT определяли с помощью коэффициента вариации, рассчитанного по формуле: $CV = (s/M) \times 100$, где s — стандартное отклонение всех измерений $RINT_2$, M — среднее значение.

Обработку фактических данных осуществляли с помощью пакета программ STATISTICA 6.0 (StatSoft Inc., США). Характер распределения значений количественных признаков оценивался с помощью критерия Шапиро–Уилка. Поскольку изучаемые количественные пара-

Таблица 1. Показатели RINT_{insp} и RINT_{exp} у детей разного возраста

Возраст	RINT _{insp} , кПа·л ⁻¹ ·с	RINT _{exp} , кПа·л ⁻¹ ·с
3 года (n = 51)	0,65 ± 0,17	0,94 ± 0,23
4 года (n = 50)	0,56 ± 0,16	0,81 ± 0,17
5 лет (n = 50)	0,50 ± 0,15	0,73 ± 0,19
6 лет (n = 51)	0,50 ± 0,17*	0,71 ± 0,22*
Общая группа	0,55 ± 0,17	0,80 ± 0,22

Примечание. * $p < 0,001$ — по сравнению с показателем в группе детей в возрасте 3 лет.

метры имели распределение, близкое к нормальному, то их описание было выполнено с помощью среднего арифметического значения $\pm$ стандартное отклонение. Для описания разброса данных рассчитывали 95% ДИ. Для оценки значимости различий количественных переменных в сравниваемых группах использовали t -критерий Стьюдента для независимых выборок. При оценке воспроизводимости использовали t -критерий Стьюдента для парных сравнений. Для изучения взаимосвязи количественных признаков проводили корреляционный анализ по Пирсону с вычислением коэффициента корреляции (r). Наличие связи зависимой количественной переменной с независимыми факторами определяли с помощью многофакторного (для двух и более независимых признаков) линейного регресси-

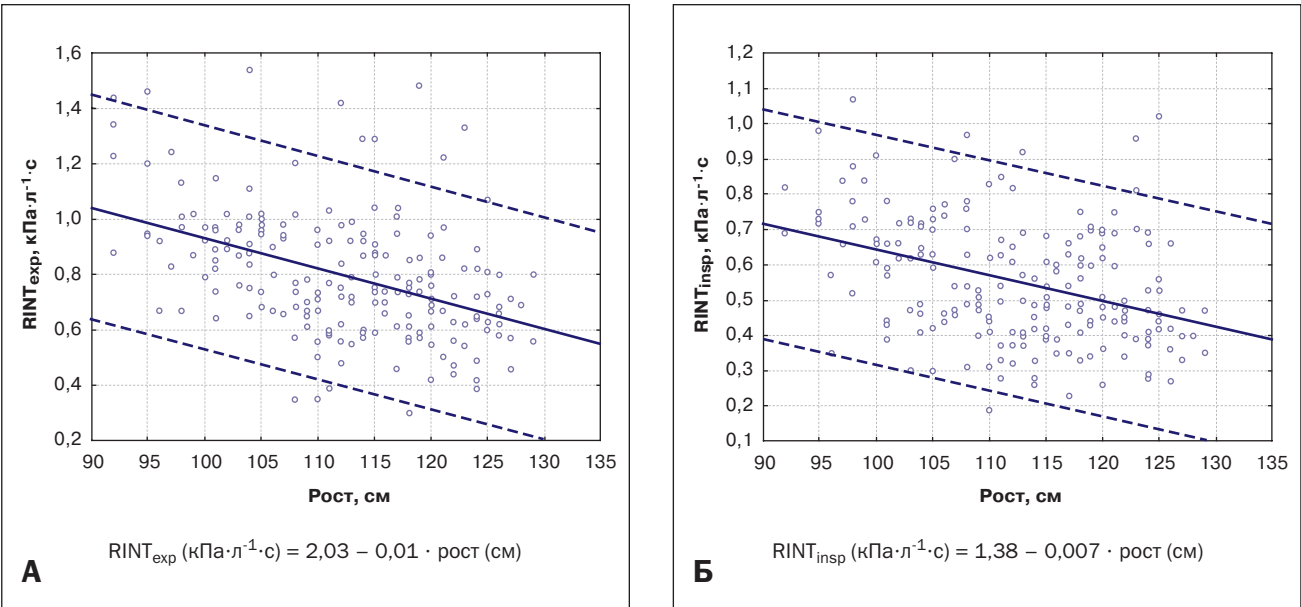
онного анализа. Статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В исследование было включено 214 здоровых детей (107 мальчиков и 107 девочек), средний возраст которых составил $4,4 \pm 1,1$ года, рост — 112 ± 9 см, вес — $19,2 \pm 3,8$ кг. В процессе исследования участие 12 из 214 детей (5,5%) было прекращено. Из них трехлетних было 8 (6 — отказ от исследования, 2 — незавершенность тестов) из 59 (13,5%), четырехлетних — 1 ребенок (отказ) из 51 (1,9%), пятилетних — 3 (2 — отказ, 1 — незавершенность тестов) из 53 (5,6%). Исследование завершили 202 ребенка (100 мальчиков и 102 девочки).

Анализ показателей сопротивления дыхательных путей на выдохе и вдохе показал, что значения RINT_{exp} и RINT_{insp} с возрастом снижались, хотя статистически значимые различия были установлены только при сравнении групп детей в возрасте 3 и 6 лет (табл. 1). Значения индекса RINT_{exp} у мальчиков не отличались от таковых у девочек ($0,79 \pm 0,20$ и $0,81 \pm 0,22$ кПа·л⁻¹·с, соответственно; $p = 0,199$). Сопоставимыми в группах, разделенных по полу, были и значения индекса RINT_{insp} ($0,58 \pm 0,16$ и $0,53 \pm 0,18$ кПа·л⁻¹·с, соответственно; $p = 0,270$). Вместе с тем прослеживалась обратная зависимость значений RINT_{exp} и RINT_{insp} от роста ребенка ($r = -0,64$ и $r = -0,61$; в обоих случаях $p < 0,001$) (рис. 1). Многофакторный регрессионный анализ показал, что только рост, но не вес, пол или возраст детей является значимым и независимым показателем, ассоциированным с величиной значений индексов RINT.

Рис. 1. Зависимость значений RINT_{exp} (А) и RINT_{insp} (Б) от роста детей



Примечание. Здесь и на рис. 2: — среднее значение индекса RINT; - - 95% ДИ разброса данных.

Воспроизводимость измерения показателей сопротивления дыхательных путей на выдохе и вдохе оценивалась у 25 детей: по 6 детей в возрасте 3, 4 и 5 лет, а также у 7 детей семилетнего возраста; девочек — 12, мальчиков — 13; средний рост — 111 ± 10 см, вес — $17,8 \pm 4,3$ кг. При сравнении исходных значений индексов RINT и значений, полученных через 15 мин, статистически значимых различий между показателями выявлено не было. Исходное среднее значение $RINT_{exp}$ было равно $0,82 \pm 0,19$ кПа·л⁻¹·с, после повторного измерения — $0,80 \pm 0,21$ кПа·л⁻¹·с ($p = 0,744$); разница средних ($\Delta RINT_{exp}$) и соответствующий 95% ДИ составили 0,02 (-0,01; 0,05). Среднее значение $RINT_{insp}$ исходно было равно $0,52 \pm 0,15$ кПа·л⁻¹·с, через 15 мин — $0,59 \pm 0,14$ кПа·л⁻¹·с ($p = 0,551$); $\Delta RINT_{insp}$ составила 0,07 (95% ДИ -0,01; 0,146). При пределе воспроизводи-

мости (R), равном $M \pm 2s$ для разницы значений между $RINT_1$ и $RINT_2$, показатели $RINT_{insp}$ были воспроизводимы в 88% случаев, а $RINT_{exp}$ — в 84%. Коэффициент вариации (CV) составил, соответственно, 26,3% для $RINT_{exp}$ (при $s = 0,21$) и 23,9% — для $RINT_{insp}$ ($s = 0,14$). При проведении корреляционного анализа коэффициент корреляции (r) между значениями первого и повторного (через 15 мин) измерения $RINT_{exp}$ составил 0,987 ($p < 0,001$), $RINT_{insp}$ — 0,967 ($p < 0,001$) (рис. 2). Аналогичные показатели воспроизводимости были получены и в других исследованиях [9–11, 17, 18].

В таблице 2 представлены центильные коридоры популяционных нормативных значений индексов RINT для детей в возрасте 3–6 лет. Полученные нами данные согласуются с результатами других исследований, выполненных в различных популяциях детей дошкольного возраста

Рис. 2. Оценка воспроизводимости индексов $RINT_{exp}$ (А) и $RINT_{insp}$ (Б) в результате повторного (через 15 мин) измерения

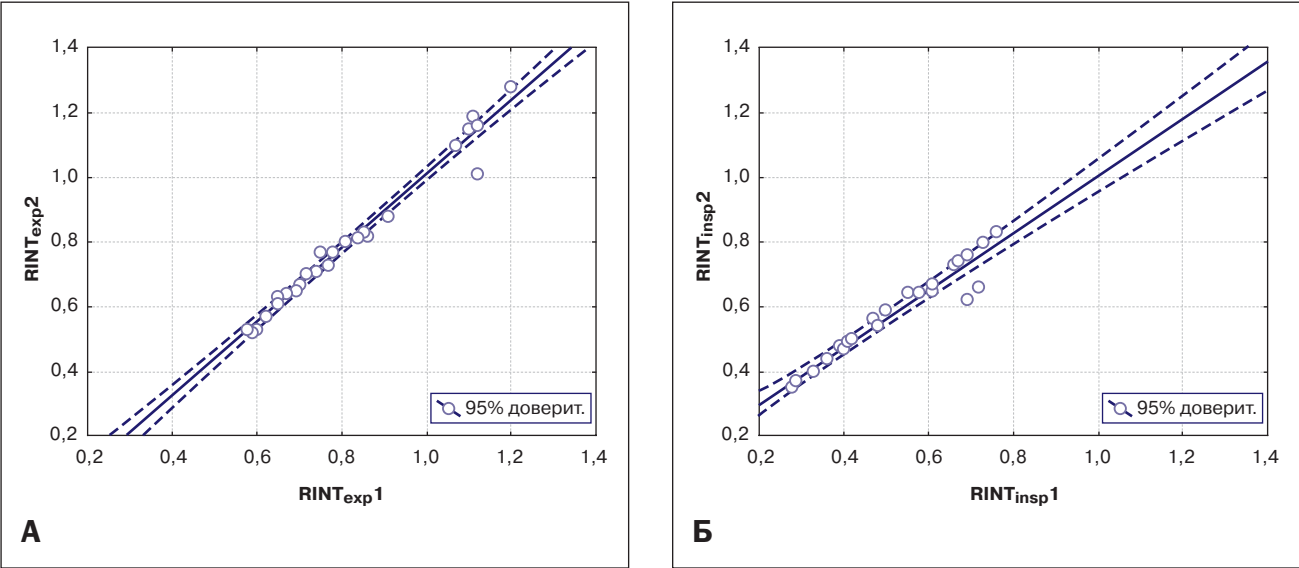


Таблица 2. Нормативные значения индекса $RINT_{exp}$ для детей от 3 до 6 лет

Показатель	Возраст, годы	Перцентили								
		2,5	5	10	25	50	75	90	95	97,5
$RINT_{insp}$, кПа·л ⁻¹ ·с	3	0,31	0,33	0,44	0,52	0,66	0,75	0,84	0,92	0,95
	4	0,30	0,31	0,33	0,42	0,54	0,69	0,78	0,87	0,89
	5	0,24	0,26	0,33	0,40	0,47	0,60	0,69	0,81	0,82
	6	0,27	0,28	0,29	0,39	0,47	0,61	0,70	0,84	0,91
$RINT_{exp}$, кПа·л ⁻¹ ·с	3	0,51	0,55	0,67	0,83	0,94	1,02	1,28	1,45	1,46
	4	0,49	0,53	0,57	0,70	0,78	0,92	0,99	1,15	1,20
	5	0,45	0,48	0,56	0,60	0,72	0,79	0,98	1,15	1,25
	6	0,42	0,42	0,46	0,57	0,68	0,81	1,01	1,27	1,33

в Великобритании, Бразилии, Дании, Франции, Кореи, Нидерландах, Эстонии. Они свидетельствуют о высокой воспроизводимости метода, обратной зависимости индексов RINT от роста ребенка, тенденции к снижению значений индекса RINT с возрастом и отсутствию значимых различий изучаемых показателей от пола и массы тела [7, 13, 15, 18, 19]. Нормативные данные, полученные нами, соответствуют аналогичным значениям индексов RINT, представленным в исследованиях других авторов [10, 11, 15].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Неинвазивный метод измерения сопротивления дыхательных путей (RINT) является простым, не требующим

активного сотрудничества пациента и исследователя, методом исследования функции внешнего дыхания у детей раннего и дошкольного возраста. Индексы RINT зависят от возраста и роста ребенка и не зависят от его пола и массы тела. Результаты исследования свидетельствуют о высокой воспроизводимости метода. Получены данные о границах нормативных значений индексов RINT, которые можно использовать для диагностики бронхообструктивных состояний (прежде всего, БА) у детей раннего возраста (до 6 лет включительно) на коммерческих приборах для оценки сопротивления дыхательных путей. Необходимы дальнейшие исследования для изучения потенциала методики RINT в клинических и эпидемиологических целях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клинические рекомендации для педиатров. Аллергология и иммунология / под ред. А.А. Баранова, Р.М. Хаитова. — М.: Союз педиатров России, 2010. — 246 с.
2. Глобальная стратегия лечения и профилактики бронхиальной астмы. Пер. с англ. / под ред. А.Г. Чучалина. — М.: Атмосфера, 2007. — 103 с.
3. Антонова Е.А., Чувашова А.С., Ладинская Л.М., Бочкова Г.А. Проблемы ранней диагностики бронхиальной астмы у детей младшего возраста и пути их решения // Медработник ДОУ. — 2008. URL: <http://www.mrdou.ru>
4. Marchal F., Schweitzer C., Thuy L.V. Forced oscillations, interrupter technique and body plethysmography in the preschool child // Paediatr. Respir. Rev. — 2005; 6 (4): 278–284.
5. Баранов А.А. Клинические рекомендации. Педиатрия. Бронхиальная астма. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2005. — 272 с.
6. Arets H.G., van der Ent C.K. Measurements of airway mechanics in spontaneously breathing young children // Paediatr. Respir. Rev. — 2004; 5 (1): 77–84.
7. McKenzie S., Chan E., Dundas I. et al. Airway resistance measured by the interrupter technique: normative data for 2–10 year olds of three ethnicities // Arch. Dis. Child. — 2002; 87: 248–251.
8. Lum S. Lung function in preschool children: applications in clinical and epidemiological research // Paediatr. Respir. — 2006; 7: 30–32.
9. Bridge P.D., Ranganathan S., McKenzie S.A. Measurement of airway resistance using the interrupter technique in preschool children in the ambulatory setting // Eur. Respir. J. — 1999; 3 (4): 792–796.
10. Lombardi E., Sly P.D., Concutelli G. et al. Reference values of interrupter respiratory resistance in healthy preschool white children // Thorax. — 2001; 56 (9): 691–695.
11. Beydon N. Interrupter resistance: what's feasible? // Paediatr. Respir. Rev. — 2006; 7 (1): 5–7.
12. Black J., Baxter-Jones A.D., Gordon J. et al. Assessment of airway function in young children with asthma: comparison of spirometry, interrupter technique, and tidal flow by inductance plethysmography // Pediatr. Pulmonol. — 2004; 37 (6): 548–553.
13. Rech V.V., Vidal P.C., de Melo Junior H.T. et al. Airway resistance in children measured using the interrupter technique: reference values // J. Bras. Pneumol. — 2008; 34 (10): 796–803.
14. Merkus P.J., Mijnsbergen J.Y., Hop W.C., de Jongste J.C. Interrupter resistance in preschool children: measurement characteristics and reference values // Am. J. Respir. Crit. Care Med. — 2001; 163 (6): 1350–1355.
15. Peter J.F., Merkus P.J., Jacqueline Y. et al. Interrupter resistance in preschool children — measurement characteristics and reference values // Am. J. Respir. Crit. Care Med. — 2001; 163: 1350–1355.
16. Child F. The measurement of airways resistance using the interrupter technique (Rint) // Paediatr. Respir. Rev. — 2005; 6 (4): 273–277.
17. McKenzie S.A., Bridge P.D., Pao C.S. Lung function tests for preschool children // Paediatr. Respir. Rev. — 2001; 2 (1): 37–45.
18. Song D.J., Woo C.H., Kang H. et al. Applicability of interrupter resistance measurements for evaluation of exercise-induced bronchoconstriction in children // Pediatr. Pulmonol. — 2006; 41 (3): 228–233.
19. Talts J., Kivastik J., Jagomagi K. Amplitude analysis of pressure oscillations after interruption of tidal breathing in preschool children // Conf. Proc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. — 2007; 4239–4242.
20. An Official American Thoracic Society/European Respiratory Society Statement: Pulmonary function testing in preschool children. An Official ATS Workshop Report. — 2007: 1318–1323. URL: <http://www.thoracic.org/statements>