

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ ГОЛОСОВЫХ СКЛАДОК У ДЕТЕЙ

Мария Владимировна Субботина

(Иркутский государственный медицинский университет, ректор — д.м.н., проф. И.В. Малов, кафедра оториноларингологии, зав. — к.м.н. М.В. Субботина; Городская детская поликлиника №3 г. Иркутска, гл. врач — к.м.н. Е.Е. Дядькина)

Резюме. Целью данной работы явился расчет формулы длины голосовых складок у детей на основе антропометрических данных. 916 детям без патологии гортани в возрасте от 1 до 17 лет, обратившимся в детскую поликлинику №3 г. Иркутска в 2014-2015 годах, определяли массу тела, рост и длину голосовых складок с помощью ультразвукового сканирования на аппарате «ALOKA SSD-500» стандартным датчиком частотой 5 МГц. С помощью программы Statistica 8.0 создана линейная регрессионная модель для расчета длины голосовых складок у детей, которая равна $0,24578 \times \text{возраст (лет)} + 1,83570 \times \text{пол (где 1 — женский пол, а 2 — мужской)} + 0,08853 \times \text{рост (см)} + 0,06940 \times \text{масса тела (кг)} - 3,51422$. Коэффициент детерминации модели $R^2=0,827$ при уровне значимости $p<0,05$. Предложенная формула определения длины голосовых складок у детей в зависимости от антропометрических показателей может применяться для определения типа певческого голоса у начинающих вокалистов, для диагностики недоразвития гортани как причины её функциональных нарушений.

Ключевые слова: ультразвуковая диагностика гортани, длина голосовых складок.

DETERMINATION OF THE VOCAL FOLDS LENGTHS IN CHILDREN

Maria Subbotina

(Irkutsk State Medical University; Irkutsk Children's Polyclinic No. 3, Russia)

Summary. The study was aimed at deriving the formula for the length of vocal folds in children based on anthropometric data. The study covered 916 children of the age 1 to 17 years having no larynx pathology who appealed to children's polyclinic №3 of Irkutsk in 2014 – 15. The studied parameters included the body weight and height as well as the length of vocal folds. The latter was measured using ultrasonic scanning apparatus “ALOKA SSD-500” with the standard transducer frequency of 5 MHz. Using the software Statistica 8.0 a linear regression model was created to calculate the length of vocal folds in children. It appeared to be equal to $0,24578 \times \text{age (years)} + 1,83570 \times \text{gender (1 – female, 2 – male)} + 0,08853 \times \text{height (cm)} + 0,06940 \times \text{weight (kg)} - 3,51422$. The determination coefficient of the model $R^2=0,827$ was at a significance level of $p<0.05$. The proposed formula can be used to determine the type of the singing voice in vocal beginners as well as for diagnostics of larynx hypoplasia as a cause of its functional disorder.

Key words: ultrasonography of the larynx, the length of vocal folds.

Несоответствие органа нормальным размерам лежит в основе диагностики его патологии. В настоящее время нет критериев, позволяющих определить соответствие норме длины голосовых складок у детей. Оценить состояние детской гортани в настоящее время можно с помощью прямой ларингоскопии под наркозом, во время ригидной или фиброларингоскопии в сочетании со стробоскопией, у старших детей — с помощью непрямой ларингоскопии [1, 2, 5, 9]. С помощью фиброскопии можно измерить площадь просвета дыхательных путей на вдохе по изображению на мониторе [4]. При этом оценить состояние голосовых складок, параметры фонаторного цикла можно качественно или полуколичественно [6]. Перспективным является метод высокоразрешающей съемки гортани [3], но у детей он пока не используется. Тем не менее, знать соответствует ли длина голосовых складок данного ребенка или подростка возрастной норме важно. Недоразвитие органа может являться причиной затянувшейся мутации, следствием нарушений гормональной, в том числе половой, сферы. Врожденную и приобретенную патологию гортани грамотно оценивать с позиций соответствия параметров органа возрастной норме. Тем более важно отслеживать изменение длины голосовых складок во время голосовой нагрузки для определения их тренированности, типа певческого голоса. Расчет длины голосовых складок в зависимости от антропометрических показателей производили ранее только на секционном материале [10, 13]. N. Nishizawa и соавт. [16] создали технику осмотра и

измерения длины голосовых складок во время фонации с помощью двух эндоскопов, дающих стереоизображение. G. Schade с соавт. [18] применили для этой цели два лазерных луча, а H. Larsson с S. Hertegard [15] усовершенствовали эту методику, назвав её лазерной триангуляцией. Они применяли данную технику для измерения длины, ширины и натяжения голосовых складок у оперных певцов. Рассчитать размеры голосовых складок у пациентов можно с помощью компьютерной томографии [12]. Можно производить измерения в гортани во время прямой ларингоскопии под общей анестезией, используя для этой цели измерительную шкалу, помещаемую непосредственно в просвет органа [9, 19]. Проще оценить состояние гортани у детей с помощью диагностического ультразвука, он позволяет определить размеры гортани, длину голосовых складок, их подвижность, наличие объемных образований [7, 11, 14, 17]. Основными показаниями к ультразвуковому исследованию (УЗИ) гортани являются: стридор, охриплость, мутация голоса у подростков, травмы и опухоли гортани. Определение соответствия длины голосовых складок физиологической норме до настоящего времени проводилось лишь приблизительно из-за отсутствия простых формул для её расчёта.

Цель исследования: определить формулу для расчета длины голосовых складок у детей на основе антропометрических данных.

Материалы и методы

Исследования проводили с соблюдением этических норм: имелось разрешение этического комитета ИГМУ, также получали письменное согласие на исследование от родителей пациентов. Обследовали 936 детей в возрасте от 1 до 17 лет, обратившихся в Детскую поликлинику №3 г. Иркутска в 2013-2015 годах для профилактического осмотра. Законные представители детей (родители, опекуны, попечители) и сами дети подписывали

Таблица 1

Распределение обследуемых пациентов по полу и возрасту

Возраст	Мальчики	Девочки	Итого
От 1 до 7 лет	123	107	230
От 8 до 14 лет	51	58	109
От 15 до 17 лет	238	339	577
итого	412	504	916

Таблица 2

Корреляционная матрица между предикторами: возрастом, полом, ростом, массой и длиной голосовой складки

	Возраст	Пол	Рост	Масса тела	скл в мм	скл в см
Возраст	1,0000	-,1194	,9225	,8606	,8166	,5181
	p= ----	p=,000	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00
Пол	-,1194	1,0000	,0697	,0998	,2171	,1105
	p=,000	p= ----	p=,035	p=,002	p=,000	p=,001
Рост	,9225	,0697	1,0000	,9320	,8874	,5459
	p=0,00	p=,035	p= ----	p=0,00	p=0,00	p=0,00
Масса тела	,8606	,0998	,9320	1,0000	,8690	,5297
	p=0,00	p=,002	p=0,00	p= ----	p=0,00	p=0,00
скл в мм	,8166	,2171	,8874	,8690	1,0000	,6196
	p=0,00	p=,000	p=0,00	p=0,00	p= ----	p=0,00
скл в см	,5181	,1105	,5459	,5297	,6196	1,0000
	p=0,00	p=,001	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p= ----

протокол добровольного информированного согласия на участие в исследовании.

Проводили стандартный осмотр ЛОР-органов, определяли массу тела, рост и длину голосовых складок с помощью ультразвукового сканирования (УЗС) гортани в поперечном направлении на аппарате «ALOKA SSD-500» стандартным датчиком частотой 5 МГц. Исследование проводили при спокойном дыхании, во

Итоги множественной линейной регрессии для зависимой переменной:

длины голосовой складки ($R=0,90951717$, $R^2=0,82722148$, Скорректировано $R^2=0,82646285$, $F(4,9111)=1090,4$, $p<0,0001$. Стандартная ошибка оценки: 2,0430)

N=916	Бета	Стандартная ошибка БЕТА	B	Стд Ош B	t(911)	p-уровень
Свободный член			-3,51422	0,956897	-3,67252	0,000254
Возраст	0,214362	0,040673	0,24578	0,046634	5,27043	0,000000
Пол	0,186142	0,015810	1,83570	0,155913	11,77386	0,000000
Рост	0,426205	0,052355	0,08853	0,010875	8,14062	0,000000
Масса тела	0,268753	0,038232	0,06940	0,009873	7,02957	0,000000

время фонации гласных звуков. Определяли длину голосовой складки во время поперечного ультразвукового сканирования гортани на аппарате «ALOKA SSD-500» с использованием стандартного датчика частотой 5 МГц в режимах, принятых для исследования щитовидной железы, располагая датчик на передней поверхности шеи. Оценивали подвижность голосовых складок, наличие эконегативного в норме просвета гортани, измеряли длину голосовых складок от экзогенного щитовидного хряща до черпаловидных хрящей с помощью стандартной линейки прибора (рис. 1). Параллельно детям проводилось измерение масса тела в килограммах (кг) с помощью весов и роста (в см) с помощью ростомера. В базу данных настоящего исследования не включили

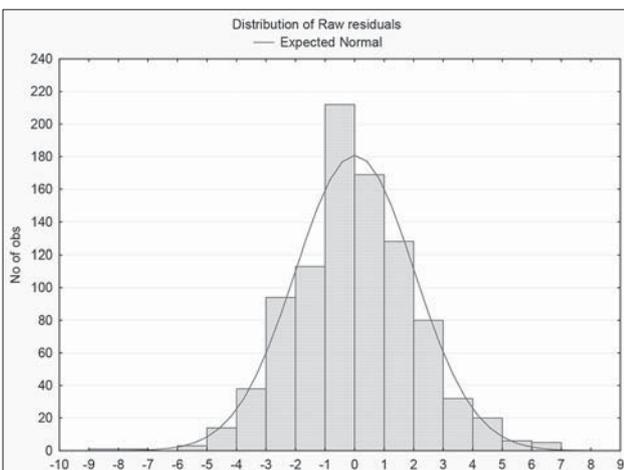


Рис. 1. Гистограмма остатков

сведения о 12 детях, имеющих недостаточную или избыточную массу тела по заключению эндокринолога (шифры МКБ-10 E 34.3, E 44, E 66), а также имеющие патологию гортани, выявленную во время обследования (функциональная дисфония у 11 детей, односторонний парез гортани у 1 ребенка, папилломатоз гортани у 1 девочки). Таким образом, для расчета длины голосовых складок у детей с помощью метода математического моделирования были включены 916 детей. Распределение пациентов по полу и возрасту отражено в таблице 1.

С помощью программы Statistica 8.0 пошагово была создана математическая регрессионная модель определения длины голосовых складок у детей на основе антропометрических данных [8].

Результаты и обсуждение

Коэффициенты корреляции и уровень значимости r между антропометрическими показателями, полом и длиной голосовых складок у обследуемых нами детей со здоровой гортанью представлены в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что коэффициент корреляции между длиной голосовых складок в мм, измеренной с помощью УЗС, и возрастом составил $+0,8166$ при уровне значимости $p=0,00^*$, ростом $+0,8874^*$, массой тела $+0,869^*$, полом $+0,2171^*$.

Таблица 3

С помощью стандартного раздела программы Statistica 8.0 получены результаты множественной регрессии (табл. 3). Уровни значимости всех переменных — возраста, пола, роста и массы тела, включенных в модель, не превосходят порог 0,05. Это свидетельствует о том, что их все можно включать в модель. Во второй строке таблицы содержится информация, которая позволяет предсказать зависимую переменную по независимой с помощью линейного уравнения регрессии $y=bx+a_0$, поскольку наша модель линейна. В нашем случае a_0 равно $-3,51422$, b соответственно равно для значения возраста $+0,24578$, для пола $+1,8357$, где данный коэффициент умножается на 1, если у пациента женский пол, и на 2, если мужской. Коэффициенты для роста и массы тела соответственно $+0,08853$ и $+0,0694$.

Коэффициент детерминации $R^2=0,827$ означает, что качество модели хорошее, она статистически значима $p<0,0001$. Рассчитанная с помощью множественной линейной регрессии формула длины голосовой складки получилась:

Длина голосовой складки = $0,24578 \times \text{возраст (лет)} + 1,83570 \times \text{пол (1 или 2)} + 0,08853 \times \text{рост (см)} + 0,06940 \times \text{масса тела (кг)} - 3,51422$.

Гистограмма остатков представлена на рис. 1, распределение их соответствует нормальному, что говорит о хорошем качестве модели.

Если существует необходимость определить длину голосовой складки у ребенка или подростка, то можно сделать это, производя измерения с помощью ультразвукового сканирования или просто рассчитать по формуле. Если возникает потребность диагностики недоразвития гортани, лежащей в основе затяжной мутации голоса или дисфонии, то можно сравнить рассчитанные по формуле значения длины голосовых складок с данными, полученными при УЗС гортани. Их соответствие позволит убедиться в возрастной норме размеров складок.

Таким образом, предложенная формула для определения длины голосовой складки у детей в зависимости от антропометрических показателей, пола и возраста может быть полезна для определения типа певческого голоса у начинающих вокалистов. Сравнение длины голосовой складки, измеренной с помощью ультразвукового сканирования, с рассчитанной по формуле может помочь в диагностике недоразвития гортани.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Прозрачность исследования. Исследование не имело спонсорской поддержки. Исследователи несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

Декларация о финансовых и иных взаимодействиях. Все авторы принимали участие в разработке концепции и дизайна исследования и в написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за исследование.
Работа поступила в редакцию: 20.06.2015 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Василенко Ю.С., Уланов С.Е. Нарушения голоса у детей и подростков. // Вестник оториноларингологии. — 1984. — № 6. — С. 13-16.
2. Вязьменов Э.О., Радциг Е.Ю., Водолазов С.Ю. Эндоскопическая диагностика нарушений голоса у детей грудного и раннего возраста. // Вестник оториноларингологии. — 2011. — №6. — С. 50-53.
3. Осипенко Е.В., Султонова К.Б. Высокоскоростная съемка гортани как метод оценки вибраторных характеристик голосовых складок. // Российская оториноларингология. — 2013. — Т., №4. — С. 98-102.
4. Плужников М.С., Рябова М.А., Ермаков В.Н., Карпищенко С.А. Способ оценки стеноза гортани: Патент РФ № 2224459, 2004.
5. Солдатский Ю.Л., Денисова О.А., Мазур Е.М. Нужна ли топическая анестезия при фиброларингоскопии у детей. // Материалы IV Петербургского форума оториноларингологов России. — СПб., 2015. — С. 110-111.
6. Степанова Ю.Е. Современная диагностика нарушений голоса у детей. // Новости оториноларингологии и логопатологии. — 2000. — №3. — С. 47-49.
7. Субботина М.В., Шантуров А.Г. Использование ультразвукового сканирования для диагностики заболеваний гортани у детей. // Медицинская визуализация. — 2005. — № 3. — С. 130-135.
8. Трухачева Н.В. Математическая статистика в медико-биологических исследованиях с применением пакета Statistica. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. — 384 с.
9. Цветков Э.А., Павлов П.В., Попов А.В. Способ лечения мембран гортани и эндопротез для его осуществления: Патент РФ № 2153300. — 2000.

10. Ягудин Р.К., Деменков В.Р., Ягудин К.Ф., Хамчич Е.А. Обоснование применимости пластической ариенохордотомии по данным морфометрических исследований для лечения больных со срединными стенозами гортани. // Журнал ушных, носовых и горловых хвороб. — 2008. — №3. — С. 58-62.
11. Bohme G. Echolaryngographie. Ein Beitrag zur Methode Ultraschalldiagnostik des Kehlkopfes // Laryng Rhinol Otol. — 1988. — Bd.67. — S. 551-558.
12. Hertegard S., Hakansson A., Thorstensen O. Vocal fold measurements with computer tomography. // Scand. J Log. Phon. — 1993. — N18. — P. 57-63.
13. Hirano M. et al. Posterior glottis. Morphological study in excised human larynges // The Annals of otology, rhinology, and laryngology. — 1986. — Vol. 95(6) Pt. 1. — P. 576-81.
14. Kaneko T. et al. Current status of ultrasonic diagnosis in otolaryngology // Jpn J Med Ultrason. — 1976. — N3. — P. 27-32.
15. Larsson H., Hertegard S. Vocal fold dimensional in professional opera singers as measured by means of laser triangulation. // Journal of Voice. — 2007. — Vol. 14. N2. — P. 1-9.
16. Nishizawa N, Sawashima M., Yonemoto K. Vocal fold length in vocal pitch change. In: Fujimura O. ed. Vocal Physiology: Voice production mechanisms and functions. — New York, NY: Raven Press Ltd; 1988. — P. 75-81.
17. Raghavendra B.N., Horii S.C., Reede D.L. et al. Sonographic anatomy of the larynx with particular reference of the vocal cords. // J Ultrasound Med. — 1987. — Vol. 6, N5. — P. 225-230.
18. Schade G., Hess M., Rasson B. Possibility for endolaryngeal morphometric measurements with a new laser light method [in German]. // HNO. — 2002. — N50. — P.753-755.
19. Su M.C., Yeh T.H., Tan C.T., et al. Measurement of adult vocal fold length. // J Laryngol Otol. — 2002. — N116. — P. 447-449.

REFERENCES

1. Vasilenko U.S., Ulanov S.E. Voice disorders in children and teenagers. // Vestnik otorinolaringologii. — 1984. — № 6. — P. 13-16. (in Russian)
2. Vyazmenov E. O., Radtzig E. Yu., Vodolozov S. Yu. Endoscopic diagnosis of voice disorders in children and infants. // Vestnik otorinolaringologii. — 2011. — №6. — P. 50-53. (in Russian)
3. Osipenko E.V., Sultonova K.B. High-speed imaging of the larynx as a method of assessing the vibratory characteristics of the vocal folds // Rossijskaya otorinolaringologiya — 2013. — №4. — P. 98-102. (in Russian)
4. Pluznikov M.S., Ryabova M.A., Ermakov V.N., Karpishenko S.A. Method of assessment of laryngeal stenosis. — Patent RF № 2224459, 2004. (in Russian)
5. Soldatskij Yu.L., Denisova O.A., Mazur E.M. Does the topical anesthesia need with fibrolaryngoscopy in children // Materiali IV Peterburgskogo foruma otorinolaringologov Rossii. — St. Petersburg, 2015. — P. 110-111. (in Russian)
6. Stepanova Yu.E. Modern diagnostics of voice disorders in children. // Novosti otorinolar i logopatol. — 2000. — №3. — P. 47-49. (in Russian)
7. Subbotina M.V., Shanturov A.G. The use of ultrasound scanning for the diagnosis of laryngeal diseases in children. // Meditsinskaya vizualizatsiya. — 2005. — № 3. — P. 130-135. (in Russian)
8. Truhacheva N.V. Mathematical statistics in biomedical research with the use of Statistica. — Moscow: GAOTAR-Media, 2012. — 384 p. (in Russian)
9. Tsvetkov E.A., Pavlov P.V., Popov A.V. Method of treatment of the membranes of the larynx and endoprosthesis for its implementation. — Patent RF № 2153300. — 2000. (in Russian)
10. Yagudin R.K., Demenkov V.R., Yagudin K.F., Hamchich

- E.A. Applicability of plastic arytenoidectomy according to morphometric studies for the treatment of patients with median stenosis of the larynx. // Zurnal vushnih, nosovih i gorlovih chvorob. — 2008. — №3. — P. 58-62. (in Russian)
11. Bohme G. Echolaryngographie. Ein Beitrag zur Methode Ultraschalldiagnostik des Kehlkopfes // Laryng Rhinol Otol. — 1988. — Bd.67. — P. 551-558.
12. Hertegard S., Hakansson A., Thorstensen O. Vocal fold measurements with computer tomography. // Scand. J Log. Phon. — 1993. — N18. — P. 57-63.
13. Hirano M. et al. Posterior glottis. Morphological study in excised human larynges // The Annals of otology, rhinology, and laryngology. — 1986. — Vol. 95(6) Pt. 1. — P. 576-81.
14. Kaneko T. et al. Current status of ultrasonic diagnosis in otolaryngology // Jpn J Med Ultrason. — 1976. — N3. — P. 27-32.
15. Larsson H., Hertegard S. Vocal fold dimensional in professional opera singers as measured by means of laser triangulation. // Journal of Voice. — 2007. — Vol. 14. N2. — P. 1-9.
16. Nishizawa N, Sawashima M., Yonemoto K. Vocal fold length in vocal pitch change. In: Fujimura O. ed. Vocal Physiology: Voice production mechanisms and functions. — New York, NY: Raven Press Ltd, 1988. — P. 75-81.
17. Raghavendra B.N., Horii S.C., Reede D.L. et al. Sonographic anatomy of the larynx with particular reference of the vocal cords. // J Ultrasound Med. — 1987. — Vol. 6, N5. — P. 225-230.
18. Schade G., Hess M., Rasson B. Possibility for endolaryngeal morphometric measurements with a new laser light method // HNO. — 2002. — N50. — P.753-755. (in German)
19. Su M.C., Yeh T.H., Tan C.T., et al. Measurement of adult vocal fold length. // J Laryngol Otol. — 2002. — N116. — P. 447-449.

Информация об авторах: Субботина Мария Владимировна — заведующий кафедрой оториноларингологии, к.м.н., 664025, Иркутск, ул. Свердлова, 14, ЛОР-клиника ИГМУ, тел. (3952) 242591, 241143, e-mail: lor-igmu@yandex.ru

Information About the Author: Subbotina Mariya Vladimirovna — head of the Department of otorhinolaryngology, PhD, 664025, Irkutsk, street Sverdlova, 14, ENT clinic, phone (3952) 242591, 241143, e-mail: lor-igmu@yandex.ru.