



3. Зарицкий Л. А. К патогенезу тимпаносклероза. VII съезд оториноларингологов СССР: Сб. тр. М., 1970. Т. 5. С. 190–192.
4. Камышников В. С. Клинические лабораторные тесты от А до Я и их диагностические профили: справ. пособие. М.: МЕДпресс-информ, 2007. 320с.
5. Клиническая интерпретация лабораторных исследований / под ред. А. Б. Белевитина и С. Г. Щербака. СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2006. 384 с.
6. Маркеры костного обмена в сыворотке крови здоровых людей / Ивашикина Т. М. [и др]. // Лабораторная диагностика. – 2008. – № 3. – С. 27–32.
7. Пятакина О. К., Гаров Е. В., Дондитов А. Ц. Тимпаносклероз: клиника, диагностика, причины, патогенез, лечение. 8-я научно-практическая конференция оториноларингологов Москвы: Тез. докл. М., 1998. С. 79–80.
8. Тарасов Д. И., Федорова О. К., Быкова В. П. Заболевания среднего уха. М.: Медицина, 1988. 288 с.
9. Comparison of free radicals and antioxidant enzymes in chronic otitis media with and without tympanosclerosis / Karlidag T. [et al]. // Laryngoscope. – 2004. – Vol. 114, N 1. – P. 85–89.
10. Evaluation of the polymorphism in the Toll-like receptor 4 (TLR4) genes of tympanosclerosis patients / Alpay H. C. [et al]. // Auris Nasus Larynx. – 2009. – №1232. – P. 1–4.
11. Forseni M., Hultcrantz M. Possible inflammatory mediators in tympanosclerosis development. // International journal of pediatric otorhinolaryngology. – 2002. – Vol. 63, N 2. – P. 149–154.
12. Gibb A. G., Pang Y. T. Current considerations in the etiology and diagnosis of tympanosclerosis. // Eur. Arch. Otorhinolaryngol. – 1994. – Vol. 251, № 8. – P. 439–451.
13. Possible relationship between tympanosclerosis and atherosclerosis / Pirodda A. [et al]. // Acta Otolaryngology. – 2004. – Vol. 124, № 5. – P. 574–576.
14. Raustyte G., Hermansson A. Development of myringosclerosis during acute otitis media caused by Streptococcus pneumoniae and non-typeable Haemophilus influenzae: a clinical otomicroscopical study using the rat model. // Medicina (Kaunas). – 2005. – Vol. 41, № 8. – P. 661–667.
15. Shankar S., Hosking D. J. Biochemical Assessment of Paget's Disease of Bone. // Journal of Bone and Mineral Research. – 2006. – Vol. 21. – P. 22–27.
16. The effect of L-carnitine on the prevention of experimentally induced myringosclerosis in rats / Akbas Y. [et al]. // Hearing Research. – 2003. – Vol. 184. – P. 107–112.
17. The effect of stapes mobility on hearing outcome and which procedure to choose in fixed stapes in children tympanosclerosis / Kizilkaya Z. [et al]. // International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology. – 2008. – Vol. 72. – P. 849–856.
18. The effect of Topical Doxycycline in the Prevention of Experimental Tympanosclerosis / Ozcan I. [et al]. // Laryngoscope. – 2008. – Vol. 118. – P. 1051–1056.

УДК: 371. 927:616. 22. 5]-053. 5

ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ГОЛОСОВОЙ ФУНКЦИИ У ДЕТЕЙ МЕТОДОМ АКУСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

М. В. Мохотаева, Ю. Е. Степанова

DIAGNOSTICS OF VOCAL FUNCTION STATE AT CHILDREN BY THE METHOD OF ACOUSTIC ANALYSIS

M. V. Mokhotaeva, U. E. Stepanova

ГОУ ВПО Российский государственный педагогический университет

им. А. И. Герцена, г. Санкт-Петербург

(Зав. каф. логопедии – проф. Л. В. Лопатина)

ФГУ Санкт-Петербургский НИИ уха, горла, носа и речи Росмедтехнологий

(Директор – Засл. врач РФ, проф. Ю. К. Янов)

Работа посвящена проблеме диагностики расстройств голосовой функции у детей младшего школьного возраста. Представлены результаты исследования акустических характеристик голоса, реализованного с помощью компьютеризированной речевой лаборатории Multi-Speech с целью выявления нарушений и необходимости последующего фониатрического обследования и лечения.



Ключевые слова: дети, нарушения голоса, акустический анализ.

Библиография: 12 источников.

The research is related to a problem of diagnostics of voice disorders at seven- and eight-year-old children. Results of acoustic characteristics analysis with realized by computerized speech laboratory (Multi-Speech) with the purpose of revealing of voice disorders and exposing of necessity of phoniatric examination and treatment are presented.

Key words: children, voice disorders, acoustic analysis.

Bibliography: 12 sources.

В настоящее время отмечается рост числа детей с нарушениями голоса. Одной из основных причин расстройств голосовой функции, является перенапряжение, как следствие неправильного механизма фонации [1, 12]. Возникновению голосовых перегрузок способствуют: обучение детей в музыкальных учебных заведениях без учета соматического состояния и музыкальных способностей, несоблюдение правил охраны голоса, экологические и социальные проблемы [2, 4].

Зачастую незначительные отклонения в состоянии голосовой функции у детей не замечаются родителями, преподавателями и самими детьми или трактуются как состояния после перенесенных простудных заболеваний. Однако такое состояние нередко может носить стойкий характер и при повышении голосовой нагрузки качество голоса заметно ухудшается.

Основными акустическими параметрами, позволяющими судить о состоянии голосовой функции, являются: время максимальной фонации (ВМФ), частота основного тона (ЧОТ), сила голоса, нестабильность голоса по частоте (Jitter, PPQ, RAP) и по амплитуде (Shimmer, APQ), соотношение шума и гармонических компонентов (NHR), частотный и динамический диапазоны голоса.

ВМФ или длительность фонационного выдоха отражает состояние функции гортани, и, в частности, нервно-мышечного тонуса. Укорочение ВМФ до 5 секунд у детей 5–7 лет и до 9 секунд у детей 8–12 лет свидетельствуют о недостаточном смыкании голосовых складок [12].

ЧОТ голоса обусловлена частотой колебаний голосовых складок, которая, в свою очередь, находится в зависимости от их длины, толщины и напряжения. Изменения высоты голоса обеспечиваются мышечным аппаратом гортани. Следовательно, показатель ЧОТ отражает функционально-анатомические особенности гортани. Нормативные показатели ЧОТ в зависимости от возраста и пола были определены экспериментально [6, 12]. В дальнейшем эти данные были уточнены рядом авторов [5].

Несмотря на то, что высота голоса определяется частотой колебательных движений голосовых складок, частота колебаний при фонировании звука и удержании его на одной высоте не является постоянной. Такое непостоянство принято называть нестабильностью голоса по частоте (vocal jitter). По данным ряда авторов значение указанного параметра при отсутствии нарушений голоса не должно превышать 1% [8, 9, 10, 11]. В настоящее время для диагностики нарушений голоса вместо показателя Jitter все чаще применяются коэффициенты PPQ (Pitch Period Perturbation Quotient) и RAP (Relative Average Perturbation Quotient) [6, 7]. Они показывают относительную оценку изменения высоты от периода к периоду в пределах анализируемого сигнала с фактором сглаживания в 3 и 5 периодов. Коэффициент сглаживания снижает вероятность ошибок при расчете и поэтому более точно отражает нестабильность голоса. Считается, что значения коэффициентов PPQ и RAP не должны превышать 0,84% и 0,68% соответственно [6, 7]. Более высокие значения будут свидетельствовать о невозможности голосовых складок поддерживать колебания с определенной периодичностью. Наличие охриплости и придыхания также приведет к повышению значений коэффициентов.

Сила голоса, находясь в зависимости от амплитуды колебания голосовых складок, позволяет судить об их состоянии. Амплитуда колебаний определяется величиной подскладочного давления, которое является результатом работы резонаторного отдела голосового аппарата. В разговорной речи диапазон силы фонлируемых звуков колеблется от 30–40 до 70–90 дБ [3].



В здоровой гортани во время фонации звука с определенной громкостью амплитуда колебаний не является величиной постоянной подобно частоте колебаний голосовых складок. Такая нестабильность голоса по амплитуде (vocal shimmer) не должна превышать 7% [5, 9, 10]. Однако, при расчете показателя vocal shimmer велика вероятность ошибки. Учитывая это, расчет коэффициента APQ (Amplitude Perturbation Quotient), который является относительной оценкой изменений величины амплитуды от периода к периоду с фактором сглаживания в 11 периодов, оказывается более предпочтительным, так как менее чувствителен к ошибкам. Принято считать, что значение коэффициента APQ при отсутствии нарушений голоса должно быть не более 3,07% [6]. Увеличение значения показателя свидетельствует о невозможности поддерживать периодические колебания голосовыми складками и присутствии турбулентного шума. Наличие осиплости и охриплости также ведет к повышению APQ.

Соотношение шума и гармонических компонентов NHR (Noise-to-Harmonic Ratio) представляет собой среднее отношение негармонической спектральной энергии в диапазоне 70–4200 Гц к гармонической энергии в пределах 70–4200 Гц. Значение данного показателя у здоровых детей не должно превышать 0,190. Более высокие значения NHR можно интерпретировать как наличие спектрального шума вследствие нестабильности голоса по частоте и амплитуде, остановок при фонации звука, наличии негармонических компонентов и турбулентного шума.

Целью нашего исследования было изучение функционального состояния голосового аппарата у учащихся инструментальных отделений детской музыкальной школы первого года обучения.

Пациенты и методы. Нами был осуществлен анализ записей голосов 30 учащихся в возрасте 7–8 лет, которые не предъявляли жалобы на нарушения голосовой функции. Известно, что в этом возрасте голоса мальчиков и девочек не имеют акустических различий [12], поэтому пол ребенка в исследовании не учитывался.

В исследовании применялся акустический анализ голоса, который включал исследование времени максимальной фонации (ВМФ), частоты основного тона (ЧОТ), силы голоса, нестабильности голоса по частоте (RAP и PPQ) и по амплитуде (APQ), соотношение шума и гармонических компонентом (NHR).

Акустическое исследование было реализовано с помощью аппаратно-программного комплекса Multi-speech 3700 и программы MDVP (Multi-Dimensional Voice Program). Запись голоса ребенка проводилась с помощью микрофона, расположенного на расстоянии 30 см ото рта, в помещении, где уровень шума не превышал 30 дБ. Испытуемому предлагалось сделать глубокий вдох и произнести гласный [а] как можно дольше. После того как была проведена запись выделялся необходимый для анализа участок звуковой волны и программа выводила на экран монитора отчет в виде нескольких окон с диаграммами, характеризующими оцениваемые параметры. Основное окно отчета содержало радиальную диаграмму, отражающую значения всех рассчитанных показателей, их пороговые (нормативные) значения и на основании этих данных индивидуальный профиль голоса конкретного испытуемого. Те части профиля, которые отражали значения, выходящие за пределы зеленого круга нормативных значений, окрашивались в красный цвет. Таким образом, индивидуальный профиль испытуемого позволял сразу оценить наличие отклонений в состоянии голосовой функции и выявить необходимость более детального анализа. На рисунке показан индивидуальный профиль здоровой девочки (а) и мальчика с узелками голосовых складок (б).

Среди 30 обследованных детей 22 не имели отклонений по исследуемым акустическим параметрам. У 8 человек значения ряда показателей не соответствовали нормативным. ВМФ у этих испытуемых не превышало 7,5 ($\pm 1,02$ сек.). Средние значения коэффициентов RAP и PPQ, отражающих нестабильность голоса по частоте составили 0,77% ($\pm 0,03\%$) и 0,93% ($\pm 0,025\%$). Среднее значение коэффициента нестабильности голоса по амплитуде APQ составило 4,17% ($\pm 0,39\%$). Средняя сила голоса у данной группы испытуемых не превышала 35 дБ ($\pm 2,7$ дБ), что является достаточно низким значением. Частота основного тона всех испытуемых соответствовала возрастной норме. Значения NHR у этих детей были высокими и в среднем составили 0,31 ($\pm 0,02$).

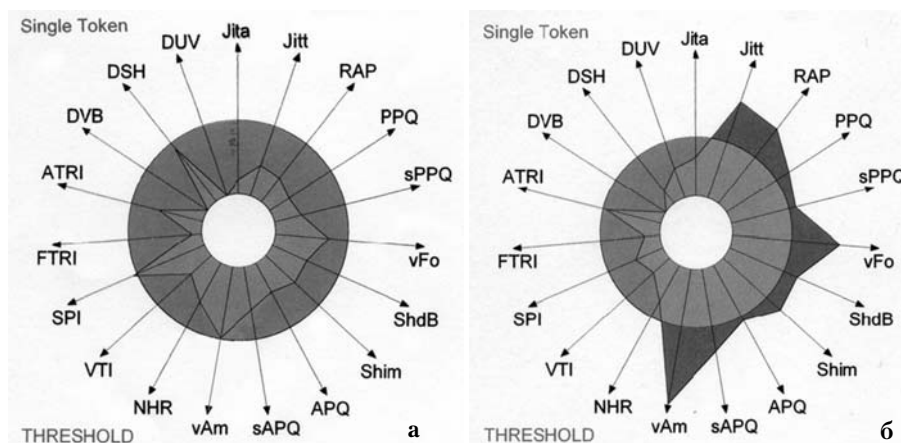


Рис. Индивидуальный профиль голоса здоровой девочки 7 лет (а) и мальчика 8 лет с узелками голосовых складок (б).

Дети, у которых в ходе акустического анализа были выявлены изменения голосовой функции, были направлены на дальнейшее фониатрическое обследование. По результатам проведенной эндоларинговидеостробоскопии были установлены следующие диагнозы: мягкие узелки голосовых складок (4 чел.), хронический ларингит (2 чел.), гипотонусная дисфония (2 чел.). Всем детям были рекомендованы голосовой режим и занятия с фонопедом, медикаментозная и физиотерапия.

Таким образом, акустический анализ голоса позволил выявить из большого числа поющих в хоре тех детей, у которых имелись нарушения голосовой функции. Отсутствие своевременной диагностики заболеваний гортани и дополнительная голосовая нагрузка, такая как пение в хоре, возможно, могут в дальнейшем стать причиной возникновения более серьезных и стойких нарушений голоса.

Учитывая результаты проведенного исследования, следует сделать **вывод** о необходимости своевременного проведения профилактической работы, направленной на предупреждение возникновения нарушений голоса у детей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Василенко Ю. С., Уланов С. Е. Нарушения голоса у детей и подростков // Вестн. оторинолар. – 1984. – № 6, – С. 13–16.
2. Дифференцированная система коррекционно-педагогического воздействия при функциональных и органических нарушениях голоса у детей / Орлова О. С. [и др.] // Рос. оторинолар. – 2002. – №1. – С. 46–47.
3. Ермолаев В. Г., Лебедева Н. Ф., Морозов, В. П. Руководство по фониатрии. – М.: Медицина, 1970. 272 с.
4. Степанова Ю. Е. Современная диагностика нарушений голоса у детей // Вестн. оторинолар. – 2000. – №3. – С. 47–49.
5. Acoustic characteristics of children's voice / Glaze L. E. [et al.] // Journal of Voice. – 1988. – Vol. 2. – No. 4. – P. 321–319.
6. Baken R. J. Clinical measurement of speech and voice. – Boston: Little, Brown. – 1987. – 518 p.
7. Hirano M. Clinical Examination of voice. Vienna: Springer-Verlag. – 1981. – 100 p.
8. Horii Y. Fundamental frequency perturbation observer in sustained phonation // Journal of Speech and Hearing Research. – 1979. – Vol. 22. – P. 5–19.
9. Horii Y. Jitter and shimmer differences among sustain vowel phonations // Journal of Speech and Hearing Research. – 1982. – Vol. 25. – P. 12–14.
10. Orlikoff R. F., Baken R. J. Consideration of relationship between the fundamental frequency of phonation and vocal jitter // Folia Phoniatrica. – 1990. – Vol. 42. – P. 31–40.
11. Pinto N. B., Titze I. R. Unification of perturbation measures in speech signals // Journal of the Acoustical Society of America. – 1990. – Vol. 78. – P. 1278–1289.
12. Wilson D. K. Voice problem of children. – Tache, Baltimore, London: Sans Willams&Wilkins. – 1987. – 448 p.