



редко симулируя «заднее» носовое кровотечение. В данной ситуации используют тест на «двуконтурное пятно».

Задача усложняется при наличии массивных зон повреждения костных структур черепа, а также нередким сочетанием множественных переломов лицевого скелета с поражением основания черепа. Такого рода травматические носовые геморрагии характеризуются массивностью и часто рецидивируют, требуют переливания крови и кровезаменителей, нередко сочетаются с симптомами поражения черепно-мозговых нервов. При таких травмах традиционные методы гемостаза часто отходят на второй план и первоочередными в выборе тактики становятся методы хирургического гемостаза.

В заключение можно отметить, что несмотря на совершенствование диагностических и лечебных мероприятий, появление новых методов диагностики и остановки посттравматических кровотечений, в большинстве случаев основным способом гемостаза остается классическая марлевая тампонада.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аксенов В. М. Носовые кровотечения. – М.: Изд-во. Рос. ун-та дружбы народов, 1996. – 17 с.
2. Волков А. Г., Киселев В. В., Трушин В. Б. Рецидивирующие носовые кровотечения: актуальность проблемы: сб. тр. // Юбил. науч.-практ. конф. оторинолар., посвящ. 100-летию проф. В. К. Супрунова. – Краснодар, 2002. – С. 21–24.
3. Григорьев Г. М. Рационализация тампонады носа // Вестн. оториноларингологии. – 1973. – № 5. – С. 92–93.
4. Курилин И. В., Шапаренко Б. А. Носовые кровотечения. – Киев: Здоровье, 1976. – 48 с.
5. Пальчун В. Т., Кунельская Н. А. Экстренная патология носа и околоносовых пазух // Вестн. оториноларингологии. – 1998. – № 3. – С. 4–12.
6. Соловьев Л. М., Радзмирский К. Н. Носовые кровотечения. Вопросы профилактики и лечения травм. – 1958. – С. 281–289.
7. Шустер М. А., Калина В. О., Чумаков Ф. И. Носовые кровотечения. Неотложная помощь в оториноларингологии. – М.: Медицина, 1989. – С. 100–110.

**Коношков** Александр Сергеевич – клинический ординатор кафедры оториноларингологии СПбГМУ им. акад. И. П. Павлова. 197022, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6/8; тел.: 8-921-596-29-74, e-mail: konoshkov@mail.ru;  
**Летягин** Константин Владимирович – врач-отоларинголог кафедры оториноларингологии с клиникой СПбГМУ им. акад. И. П. Павлова. 197022, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6/8; тел.: 8-921-305-41-13, e-mail: Kletyagin@mail.ru

УДК: 612.78:784.92-053.3

## РАЗНОВИДНОСТИ СПЕКТРОВ ГОЛОСА У ПОЮЩИХ ДЕТЕЙ

**В. В. Коротченко**

### TYPES OF SPECTROGRAMS IN SINGING CHILDREN

**V. V. Korotchenko**

*ГБОУ ВПО «Ярославская государственная медицинская академия  
Минздрава России»*

*(Ректор – проф. А. В. Павлов)*

Проведено изучение разновидностей спектров голоса у 228 поющих детей и подростков 6–15 лет. Спектрограммы были классифицированы по Yanagihara–Wilson на пять типов. Установлено, что у здоровых детей превалировал нулевой тип спектров. При мутации чаще встречались I и II типы (23,2 и 37,5%), при функциональной дисфонии – II и III типы (28,1 и 37,5%). При парезах гортани преобладали III и IV типы спектрограмм (33,3%), при узелках голосовых складок – преимущественно IV тип (52,8%). Кроме того, авторы выделили три подтипа IA, IIA и IIIA, ранее не описанных в литературе. Спектрограммы этих разновидностей характеризовались присутствием в спектрах при пении гласных звуков «о» и «у» шумовых компонентов различной степени выраженности.



**Ключевые слова:** спектрография, поющие дети.

**Библиография:** 13 источников.

The study of varieties of spectrum of voice among 228 singing children and teenagers from 6 to 15 years old was spent. According to Yanagihara–Wilson the spectrograms were classified into five types. It was established that the zero-type spectrum dominated in healthy children. With mutation I and II types (23,2% and 37,5%) were more common, with functional dysphonia – II and III types (28,1% and 37,5%), with laryngeal paresis – III and IV types of the spectrograms (33,3%), with vocal fold nodules – mainly IV type (52,8%). In addition, the authors singled out three subtypes – IA, IIA and IIIA, not previously described in the literature. The spectrograms of these varieties were characterized by the presence of noise components of different intensity during the singing of vowels “o” and “y” in the spectrum.

**Key words:** spectrography, singing children.

**Bibliography:** 13 sources.

Спектрография голоса представляет собой метод, позволяющий получить графическое изображение фонлируемых звуков путем разложения их на составляющие – обертоны. По спектру можно определить не только частоту, но и интенсивность каждого обертона. Спектрография помогает проанализировать структуру певческого голоса, в частности такие его характеристики, как форманты. Кроме того, спектрография позволяет оценить выраженность спектрального шума по отношению к высокочастотным гармоническим компонентам в спектре гласных звуков [10].

В литературе метод спектрального анализа голоса описывается в основном по отношению к взрослым профессионалам голоса [5–7, 11]. В детской практике спектрография применяется для анализа частоты основного тона (ЧОТ) и интенсивности голоса ребенка, а также для оценки эффективности терапии заболеваний гортани [1, 2, 4, 8, 12].

В 2007 г. Н. В. Красновой было установлено, что у здоровых детей существует зависимость спектра голоса от пола и возраста [3]. Так, у мальчиков и девочек до 12-летнего возраста спектры разговорного голоса существенно не различаются. У подростков-девочек спектр фонемы «и» состоит из двух формант, у юношей обнаруживаются как две, так и три форманты. Однако певческий голос автор не исследовала. J. M. Cooksey (1997), изучая спектры поющих мальчиков-подростков, обнаружил снижение амплитуды формант по всему спектру с повышением уровня шума в диапазоне высоких частот 4,1–8,0 кГц в разгаре мутации и снижение уровня шума в постмутационном периоде [9].

В 1967 г. N. Yanagihara предложил классифицировать спектрограммы на четыре типа согласно соотношению гармонических элементов и выраженности шумовых эффектов в спектрах гласных звуков «а», «е», «и» [13]. При типе I обычные гармонические компоненты смешаны с шумовыми главным образом в области формант гласных звуков. При типе II на пении звуков «е», «и» шумовые компоненты во вторых формантах преобладают над гармоническими компонентами, а в области высокочастотного диапазона (выше 3000 Гц) в этих гласных появляются небольшие добавочные шумовые эффекты. При типе III область вторых формант при пении звуков «е», «и» полностью замещена шумовыми компонентами, а дополнительные шумовые компоненты с частотой более 3000 Гц усиливаются. Тип IV характеризуется тем, что вторые форманты в звуках «а», «е», «и» полностью замещены шумовыми компонентами. Во всех гласных первые форманты полностью утрачены, высокочастотные шумы выражены значительно. Д. К. Вильсон (1990) модифицировал классификацию N. Yanagihara, предложив нулевой тип спектров, при котором постоянные гармонические компоненты чистые и не содержат шумовых компонентов [2]. Классификация N. Yanagihara в модификации Д. К. Вильсона нашла применение в зарубежной оториноларингологии для оценки охриплости у взрослых пациентов [10]. Однако в литературных источниках отсутствуют данные об использовании этой классификации у детей.

**Цель исследования.** Изучение спектрограмм детских голосов в норме и при заболеваниях гортани.

**Пациенты и методы исследования.** Основу клинического анализа составили 228 детей и подростков (130 девочек и 98 мальчиков) в возрасте от 6 до 15 лет включительно. Все обследо-



дованные были разделены на четыре группы. Первую группу составили здоровые дети до периода мутации. В нее вошли 98 детей в возрасте 6–11 лет. В этой группе были выделены две подгруппы: поющие дети (51 ребенок) и непоющие дети (47 детей). Вторую группу составили 56 поющих детей и подростков в возрасте 12–15 лет, у которых при обследовании была выявлена мутация. В третью группу были включены 32 ребенка с функциональной дисфонией (ФД) по гипотонусному типу. Остальные 42 ребенка имели органические заболевания гортани и составили четвертую группу. Из них 36 детей страдали узелками голосовых складок (УГС), 6 – односторонними парезами голосовых складок (ОПГС). Во всех случаях диагноз был подтвержден на основании традиционного осмотра ЛОР-органов и оптической ларингостробоскопии при помощи портативного ларингостробоскопа  $\mu$ -PULSAR®40 с оптикой бокового видения 90°. Пациенты третьей и четвертой групп также имели навыки вокального и хорового пения, посещали музыкальные школы, вокально-хоровые студии.

Запись спектрограмм осуществляли при помощи специального программного компьютерного обеспечения. Голос записывали при помощи прилагаемого к анализатору измерителя шума Sound Level Meter, имеющего встроенный микрофон и позволяющего регистрировать уровень шумовых эффектов в помещении. Оптимальным режимом для записи голоса считался уровень шума не более 40 дБ.

Для воспроизводства спектрограммы ребенок пропевал гласные звуки «а», «е», «и», «о», «у», причем каждый из звуков – в течение не менее 4–5 с, в удобном для ребенка тоне и комфортной громкости. Нужная тональность выбиралась вокальным педагогом, который в обязательном порядке присутствовал во время исследования, и задавалась при помощи виртуальной клавиатуры. По характеру спектрограмм оценивали вибрацию голоса, присутствие добавочных призвуков и шумов. Спектрограммы разделяли на пять типов согласно классификации Yanagihara–Wilson.

**Результаты исследования.** Полученные в ходе исследования данные представлены в табл. 1. Установлено, что для здоровых детей домутационного возраста характерным является нулевой тип спектров (62,2%). Однако у поющих детей эта разновидность спектрограмм встречалась достоверно чаще, чем у непоющих: 76,5 и 55,3% случаев соответственно,  $p < 0,05$  (рис. 1). Спектрограммы I и II типов у не поющих детей зафиксированы в 36,2 и 8,5% наблюдений соответственно. В спектрах типа I присутствовали шумовые компоненты в области гласных звуков, которые смешивались с гармоническими, но не маскировали их (рис. 2). При типе II шумовые компоненты превалировали над гармоническими в области вторых формант гласных звуков «е», «и», в то время как в области высокочастотного диапазона (выше 3000 Гц) добавочные шумовые эффекты были выражены незначительно. У поющих детей домутаци-

Таблица 1

Типы спектрограмм голоса поющих детей в норме и при заболеваниях гортани

| Тип спектра                                                                                          | Здоровые непоющие, абс. (%) | Здоровые поющие, абс. (%) | Мутация, абс. (%) |           |           | ФД, абс. (%) | УГС, абс. (%) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------|-----------|-----------|--------------|---------------|
|                                                                                                      |                             |                           | М                 | Д         | Всего     |              |               |
| 0                                                                                                    | 26 (55,3)                   | 39 (76,5)                 | –                 | –         | –         | –            | –             |
| I                                                                                                    | 17 (36,2)                   | 12 (23,5)                 | 4 (16)            | 9 (29)    | 13 (23,2) | –            | –             |
| Подтип IA                                                                                            | –                           | –                         | 4 (16)            | –         | 4 (7,1)   | –            | –             |
| II                                                                                                   | 4 (8,5)                     | –                         | 9 (36)            | 12 (38,7) | 21 (37,5) | 9 (28,1)     | 5 (13,9)      |
| Подтип IIA                                                                                           | –                           | –                         | –                 | 2 (6,5)   | 2 (3,6)   | 2 (6,3)      | 2 (5,6)       |
| III                                                                                                  | –                           | –                         | 5 (20)            | 5 (16,1)  | 10 (17,8) | 12 (37,5)    | 7 (19,4)      |
| Подтип IIIA                                                                                          | –                           | –                         | 2 (8)             | 2 (6,5)   | 4 (7,2)   | 4 (12,5)     | 3 (8,3)       |
| IV                                                                                                   | –                           | –                         | 1 (4)             | 1 (3,2)   | 2 (3,6)   | 5 (15,6)     | 19 (52,8)     |
| Примечание: М – мальчики; Д – девочки; ФД – функциональная дисфония; УГС – узелки голосовых складок. |                             |                           |                   |           |           |              |               |

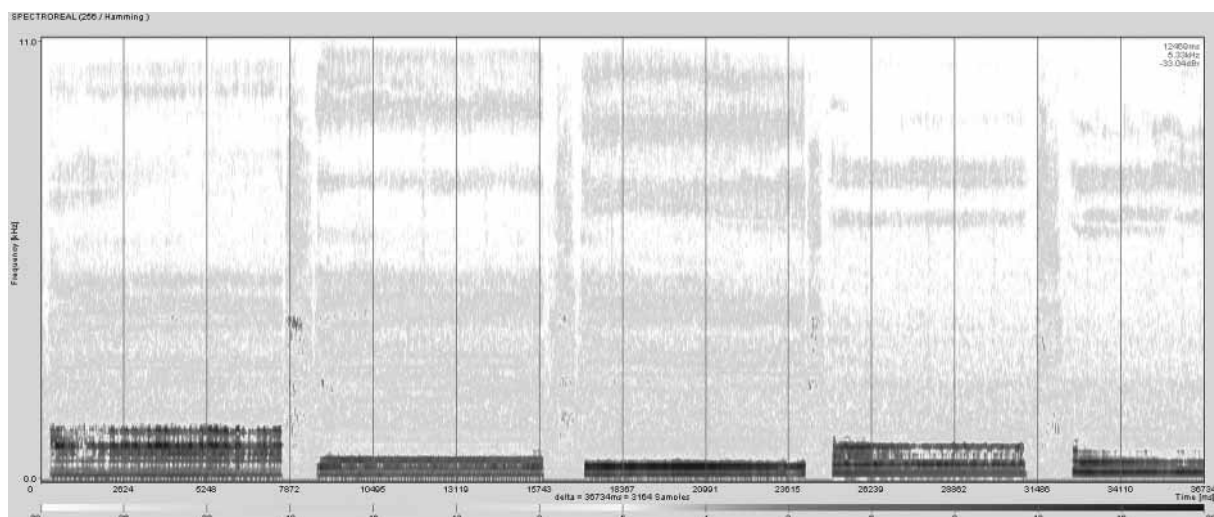


Рис. 1. Спектрограмма здоровой поющей девочки 9 лет. Нулевой тип.

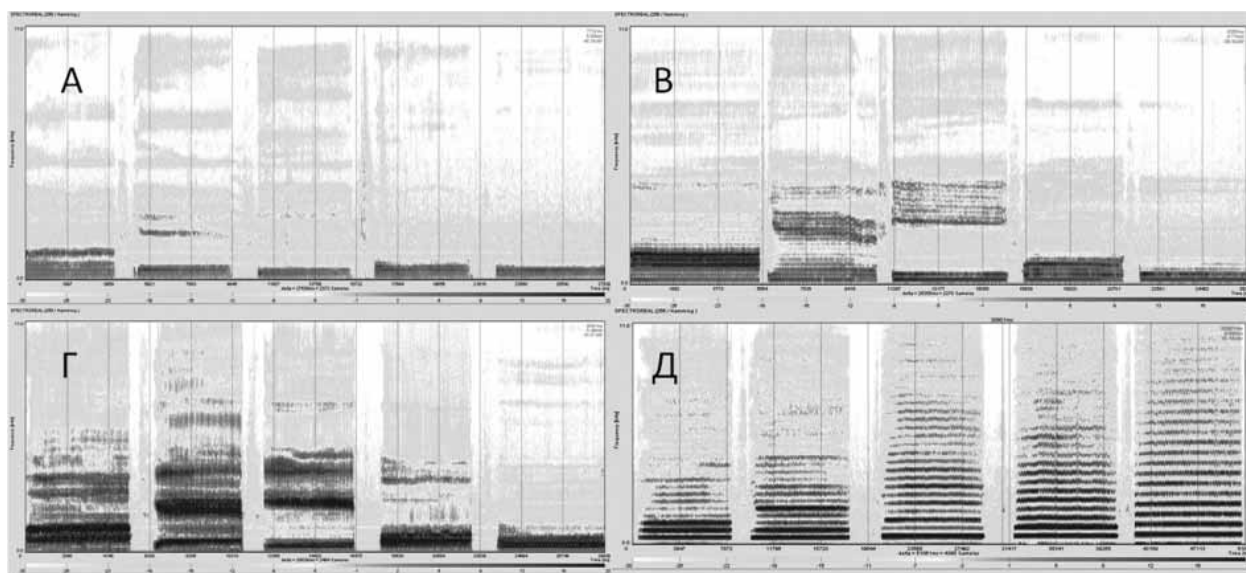
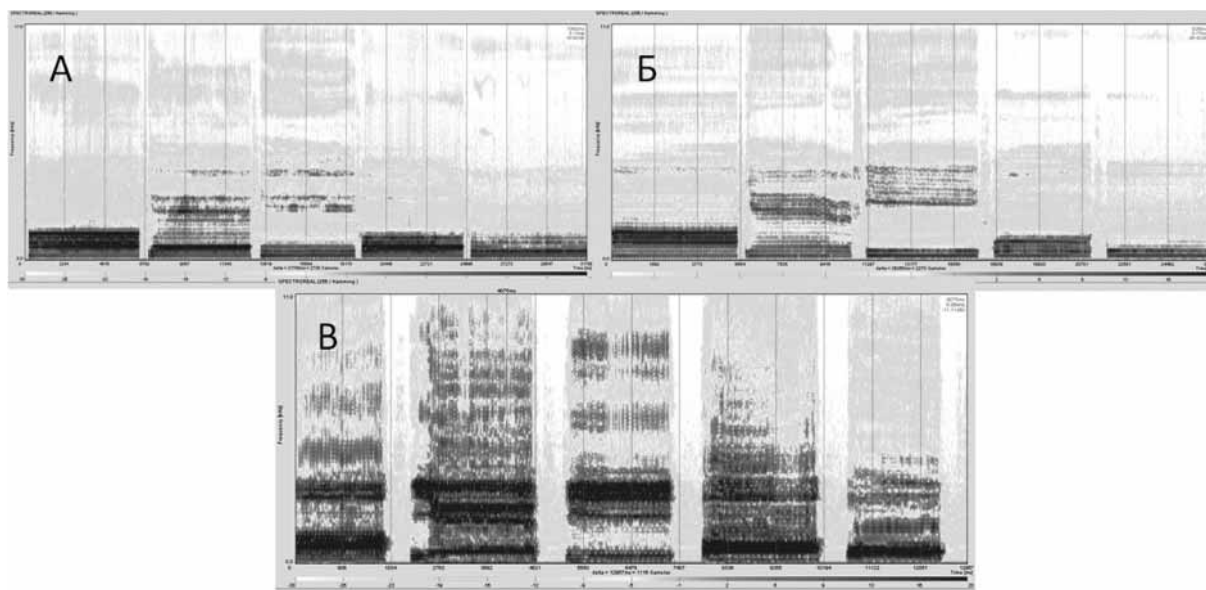


Рис. 2. Разновидности спектрограмм: А – тип I, спектрограмма здорового поющего мальчика 7 лет; Б – тип II, мутация; В – тип III, функциональная дисфония по гипотонусному типу; Г – тип IV, узелки голосовых складок.

онного возраста в отличие от непоющих тип II не встречался, а спектрограммы типа I имели место лишь в 23,5% случаев ( $p < 0,05$ ), что в целом указывало на хорошее качество певческих голосов.

При мутации и заболеваниях гортани спектрограммы нулевого типа не зафиксированы. При мутации превалировал II тип спектров – 37,5% случаев (рис. 3). Реже встречались тип I (23,2%) и тип III (17,8%). Последний характеризовался полным замещением вторых формант шумовыми компонентами при пении звуков «е», «и», а также усилением шумов в области частот, превышающих 3000 Гц. В 3,6% случаев при мутации имел место тип IV, характерным для которого явились полная утрата первых формант и замещение вторых формант шумовыми компонентами в гласных «а», «е», «и». Следует подчеркнуть, что если тип II преимущественно встречался у мальчиков, то остальные разновидности спектрограмм были одинаково характерны для детей обоего пола. Таким образом, появление выраженных шумовых эффектов в спектрах гласных звуков у детей и подростков 12–15 лет свидетельствовало об ухудшении качества голоса и было вызвано наличием у них мутации.

При ФД по гипотонусному типу превалировали спектрограммы III типа – 37,5% наблюдений. Тип II имел место в 28,1% случаев, тип IV – в 15,6%. Для детей с УГС наиболее характерным явился IV тип спектров – 52,8% случаев, что, безусловно, свидетельствовало о наихудшем



**Рис. 3.** Подтипы спектров: А – подтип IА, спектрограмма мальчика 14 лет, мутация; Б – подтип IIА, спектрограмма девочки 10 лет, функциональная дисфония по гипотонусному типу; В – подтип IIIА, спектрограмма мальчика 9 лет, узелки голосовых складок.

качестве голоса у данной категории пациентов. Типы II и III спектрограмм при УГС встречались чрезвычайно редко: 13,9 и 19,4% случаев. При парезах голосовых складок в основном имел место III тип (3 наблюдения из 6), а также IV тип (2 случая). Лишь у 1 ребенка зафиксирован II тип.

Установлено, что далеко не во всех наблюдениях полученные при спектрографии данные укладывались в описанные N. Yanagihara и Д. К. Вильсоном пять типов спектров. В частности, в спектрах, которые имели формальные признаки, позволяющие отнести их к типам I, II или III, были зафиксированы добавочные шумовые компоненты, появляющиеся при пении гласных звуков «о», «у». Эти разновидности спектров получили название подтипов IА, IIА и IIIА. Подтип IА имел место лишь при мутации, причем наблюдался только у мальчиков (7,1% случаев). Остальные подтипы зафиксированы не только при мутации, но и при заболеваниях гортани. При мутации подтип IIА имел место в 3,6% случаев, причем только у девочек. При гипотонусной дисфонии этот подтип наблюдался в 6,3% случаев, при УГС – в 5,6%. Подтип IIIА чаще встречался при гипотонусной дисфонии (12,5%), реже при мутации (7,2%) и УГС (8,3%),  $p < 0,05$ . В целом полученные данные свидетельствуют о ценности применения спектрографии в определении выраженности нарушений голосовой функции у детей.

### Выводы

1. Для здоровых детей домутационного возраста, имеющих навыки вокального пения, типичным является нулевой тип спектрограмм голоса. У непоющих детей помимо этой разновидности встречаются I и II типы.
2. При мутации преобладают I и II типы спектров, при функциональной дисфонии – II и III типы. При парезах гортани чаще имеют место III и IV типы, при узелках голосовых складок – IV тип.
3. Помимо традиционных пяти типов спектрограмм голоса следует учитывать и возможные подтипы, характеризующиеся появлением в спектрах при пении гласных звуков «о», «у» шумовых компонентов различной степени выраженности.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Богомилский М. Р., Радциг Е. Ю. Ларингит у детей: особенности течения и лечения // Вестн. оториноларингологии. – 2009. – № 1. – С. 45–49.
2. Вильсон Д. К. Нарушения голоса у детей. – М.: Медицина, 1990. – 446 с.
3. Краснова Н. В. Современный подход к диагностике и лечению органических и функциональных нарушений голоса у детей и подростков: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2007. – 39 с.



4. Оленчик Н. В., Комарова И. А. Акустические параметры голоса в период мутации у детей, поющих в хорах и вокально-музыкальных ансамблях // Рос. оториноларингология. – 2002. – № 1 (1). – С. 45–46.
5. Осипенко Е. В. Опыт использования компьютерного спектрального анализа в обследовании лиц с нарушениями голоса // Новости оториноларингологии и логопатологии. – 2002. – № 3 (31). – С. 42–44.
6. Павлихин О. Г. Роль спектрального анализа голоса в диагностике голосовых расстройств: тез. докл. // III науч.-практ. конф. «Фармакологические и физические методы лечения в оториноларингологии». – М., 2005. – С. 18–19.
7. Павлихин О. Г. Роль спектрального компьютерного анализа в определении типа голоса певца в профилактике заболеваний голосового аппарата у вокалистов // Вестн. оториноларингологии. – 2003. – № 1. – С. 9–11.
8. Aronson A. E. Clinical voice disorders. – 3rd edition. – New York Thieme, 1990. – 396 p.
9. Cooksey J. M. Voice Transformation in Male Adolescents: In Bodimind and Voice. – 1997. – P. 495–515.
10. Dejonckere P.H. Comparison between long-time-average-spectra of the voice and the sonographic degree of hoarseness according to Yanagihara's classification // Int. J. Rehabilitation Research. – 1984. – Vol. 7, N1. – P. 73.
11. Spectral Approach to the Modeling of the Singing Voice: Proceedings of 111th AES Convention, New York, USA / J. Bonada [et al.]. – 2001. – P. 123–124.
12. Voice after supracricoid laryngectomy: Subjective, objective and self-assessment data / A.Schindler [et al.] // Logopedics Phoniatrics Vocology. – 2005. – Vol. 30, N 3–4. – P. 114–119.
13. Yanagihara N. Significance of harmonic changes and noise components in hoarseness // J. Speech and Hearing Research. – 1967. – Vol. 10. – P. 531–541.

**Коротченко** Валентина Викторовна – заочный аспирант кафедры оториноларингологии Ярославской ГМА. 150054, Ярославль, ул. Загородный сад, д. 11, корпус 4; тел.: 8-8452-25-09-64, e-mail: V.V.Korotchenko@yandex.ru;