

Особенности голосового аппарата у детей с тугоухостью

В.С. Долдова^{✉1}, Е.П. Меркулова², Ю.Е. Еременко¹, С.М. Босяков³, Е.И. Васенкова³

¹ГУ «Республиканский научно-практический центр оториноларингологии», Минск, Республика Беларусь;

²УО «Белорусский государственный медицинский университет», Минск, Республика Беларусь;

³УО «Белорусский государственный университет», Минск, Республика Беларусь

Аннотация

Обоснование. В настоящее время одной из важных и актуальных проблем детской оториноларингологии является нарушение слуховой функции, которое рассматривают не только в медицинском, но и в социальном аспекте. При отсутствии обратной слуховой связи дети с нарушением слуха страдают от проблем с голосом и речью вследствие невозможности контролировать собственный голос.

Цель. Определить характер нарушений голосового аппарата (ГА) у детей с двусторонней хронической нейросенсорной тугоухостью.

Материалы и методы. Проведена субъективная и объективная оценка голоса у 100 детей в возрасте 4–12 лет с двусторонней хронической нейросенсорной тугоухостью различной степени тяжести.

Результаты. В ходе исследования установлено, что нарушение слуха сопряжено с развитием нарушений в ГА детей с тяжелой степенью тугоухости (СТ), что отражается в акустических характеристиках их голоса. Оказание медицинской помощи детям с 3 и 4-й СТ не должно ограничиваться слухопротезированием, в частности нужно включать мероприятия по выявлению и лечению отклонений со стороны ГА. Фонопедические занятия показаны детям с любой СТ, т.к. в подавляющем большинстве случаев у них отмечается изменение тембра и модуляции голоса, что может усугубить коммуникативные проблемы, которые неизбежно у них возникают.

Ключевые слова: акустический анализ голоса, дети, нейросенсорная тугоухость, нарушения голоса, субъективные методы исследования голоса

Для цитирования: Долдова В.С., Меркулова Е.П., Еременко Ю.Е., Босяков С.М., Васенкова Е.И. Особенности голосового аппарата у детей с тугоухостью. Педиатрия. Consilium Medicum. 2024;1:33–36. DOI: 10.26442/26586630.2024.1.202771

© ООО «КОНСИЛИУМ МЕДИКУМ», 2024 г.

ORIGINAL ARTICLE

Features of the voice apparatus in children with hearing loss

Valeryia S. Daldova^{✉1}, Elena P. Merkulova², Julia E. Eremenko¹, Sergei M. Bosiakov³, Elena I. Vasenkova³

¹Republican Scientific and Practical Center for Otorhinolaryngology, Minsk, Belarus;

²Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus;

³Belarusian State University, Minsk, Belarus

Abstract

Background. One of the critical and urgent problems of pediatric otorhinolaryngology is impaired hearing, which is considered both medical and social. In the absence of auditory feedback, children with hearing impairment suffer from voice and speech disorders due to their inability to control their voice.

Aim. To determine the nature of vocal apparatus (VA) disorders in children with bilateral chronic sensorineural hearing loss.

Materials and methods. A subjective and objective voice assessment was conducted in 100 children aged 4–12 years with varying severity of bilateral chronic sensorineural hearing loss.

Results. The study found that hearing impairment is associated with VA disorders in children with severe hearing loss (HL), reflected in their voice's acoustic characteristics. The medical care for children with grade 3–4 HL should not be limited to hearing aids; measures to identify and treat HA abnormalities are also necessary. Phono-pedic classes are indicated for children with any HL since most of them (72.9%) have a change in the timbre and modulation of the voice, which can aggravate inevitable communication problems.

Keywords: acoustic voice analysis, children, sensory hearing loss, voice disorders, subjective voice assessment methods

For citation: Daldova VS, Merkulova EP, Eremenko JE, Bosiakov SM, Vasenkova EI. Features of the voice apparatus in children with hearing loss. Pediatrics. Consilium Medicum. 2024;1:33–36. DOI: 10.26442/26586630.2024.1.202771

Информация об авторах / Information about the authors

✉ **Долдова Валерия Сергеевна** – врач – оториноларинголог-фониатр фониатрического отд-ния ГУ «РНПЦ оториноларингологии». E-mail: lera.daldova@mail.ru

Меркулова Елена Павловна – д-р мед. наук, проф. каф. оториноларингологии Института повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения УО БелГМУ

Еременко Юлия Евгеньевна – д-р мед. наук, проф., нач. научно-исследовательского отд. ГУ «РНПЦ оториноларингологии»

Босяков Сергей Михайлович – д-р физ.-мат. наук, декан механико-математического фак-та УО БГУ

Васенкова Елена Игоревна – канд. физ.-мат. наук, зам. декана экономического фак-та УО БГУ

✉ **Valeryia S. Daldova** – otorhinolaryngologist-phoniatrist, Republican Scientific and Practical Center for Otorhinolaryngology. E-mail: lera.daldova@mail.ru; ORCID: 0009-0007-7051-6706

Elena P. Merkulova – D. Sci. (Med.), Belarusian State Medical University. ORCID: 0000-0002-6533-3696

Julia E. Eremenko – D. Sci. (Med.), Prof., Republican Scientific and Practical Center for Otorhinolaryngology. ORCID: 0000-0003-2524-1145

Sergei M. Bosiakov – D. Sci. (Phys.-Math.), Belarusian State University. ORCID: 0000-0003-4524-9304

Elena I. Vasenkova – Cand. Sci. (Phys.-Math.), Belarusian State University. ORCID: 0000-0002-3464-0220

Введение

В настоящее время одной из важных и актуальных проблем детской оториноларингологии является нарушение слуховой функции [1, 2]. Несмотря на успехи педиатрии, ученые всего мира констатируют, что число детей с хронической нейросенсорной тугоухостью (ХНТ) с каждым годом возрастает. В 2019 г., по данным Всемирной организации здравоохранения, в мире насчитывалось 34 млн детей с нарушением слуха (НС).

Приведенное обстоятельство превратило рассматриваемую медицинскую проблему в социальную. При отсутствии обратной слуховой связи дети с НС страдают от проблем с голосом и речью вследствие невозможности контролировать собственный голос [3]. Несмотря на то что в мире проводят множество исследований, посвященных скринингу и ранней диагностике НС у детей, изучают факторы риска различного генеза тугоухости, разрабатывают программы ведения данной сложной категории пациентов, современная литература имеет лишь единичные сведения о голосовых нарушениях слабослышащих детей [4]. У человека органом слуха контролируются такие качества голоса, как сила, высота, тембровая окраска. Полноценное развитие голосовой функции обеспечивается качественным контролем слуха [5]. В результате нарушенного слухового анализатора страдают голос и его акустические характеристики. Голос зависит от степени и длительности потери слуха [3]. Нужно отметить, что вследствие нарушения голоса (НГ) возникают нарушения речи и ее компонентов: мелодики, интенсивности, темпа, ритма, логического ударения, паузирования и тембра.

С позиции единства структурно-функциональной организации акустико-речевой системы мозга [6] в настоящее время существует немного исследований с высоким уровнем доказательности, которые бы точно отражали влияние остроты слуха на качество голоса у детей с тугоухостью [7–9]. При изучении нарушений коммуникативных способностей детей с тугоухостью акцент делают на нарушении речи, однако мало внимания уделяют состоянию голосового аппарата (ГА) [10–12]. Более того, результаты исследований достаточно трудно интерпретировать и использовать в клинической практике из-за неизученных языковых особенностей тональности голоса, особенно в детском возрасте.

Изменение слуховой координации является потенциальной причиной повышенного риска развития дисфонии у людей с НС, но взаимосвязь остается непонятной вследствие отсутствия исследований [9, 10]. Соответственно, голос, речь и слух представляют собой единую функциональную систему.

У детей с НС и НГ возникают коммуникативные проблемы [10]. Непонимание или неправильное толкование социальных ситуаций может привести к ощущению отчужденности, а в итоге – к социальным и эмоциональным трудностям [11, 12].

Цель исследования – определить характер нарушений ГА у детей с двусторонней ХНТ (ДХНТ).

Материалы и методы

Диагностические мероприятия проведены у 100 детей в возрасте 4–12 лет с диагнозом ДХНТ различной степени тяжести.

Критериями исключения пациентов из исследования стали:

- тяжелая сопутствующая патология со стороны других органов и систем;
- острые респираторные заболевания;
- новообразования голосовых складок (ГС), узелки ГС;
- врожденные пороки развития гортани.

Детей с тугоухостью разделили на 2 подгруппы в зависимости от степени тугоухости (СТ): подгруппа 1 – 1–2-я степень НТ (n=18); подгруппа 2 – 3–4-я степень НТ (n=82).

Кроме того, детей с тугоухостью разделили на 2 подгруппы в зависимости от метода коррекции слуха (КС): подгруппа 1 – дети, имеющие слуховой аппарат (n=38); подгруппа 2 – дети, использующие систему кохлеарной имплантации (n=57).

Выявлены жалобы на НГ (дисфонию) у детей с тугоухостью. Субъективная оценка голоса проведена по общепринятой в фониатрической практике шкале N. Yanagihara в баллах [13]. Визуальное и функциональное состояние гортани оценивали методом оптической ларингостробоскопии с использованием жесткого ларингоскопа, а также методом непрямой ларингоскопии при помощи гортанного зеркала. Состояние голосовой функции оценивали методом акустического анализа голоса на стандартизированной программе LingWaves 2.5 (Германия) с записью фонетогаммы и речевого профиля. Проанализированы следующие показатели певческого профиля: частота основного тона (ЧОТ), джиттер (пертурбация ЧОТ), время максимальной фонации (ВМФ), динамический диапазон (SPLdelta – разница между максимальной и минимальной силой голоса).

В нашем исследовании использованы данные акустических параметров (АП) голоса 255 и здоровых детей белорусской популяции в возрасте 4–12 лет, которых мы определили заранее. Проведен сравнительный анализ фонетогамм.

Статистический анализ полученных данных осуществляли при помощи параметрических методов, в том числе методов описательной статистики. Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета прикладных программ Statistica 10.0.

Результаты

При анализе результатов исследования установлено, что подгруппы являлись однородными по полу ($p=0,422$). Не выявлено статистически достоверных ($p=0,483$) различий подгрупп в зависимости от возраста детей.

В процессе комплексного исследования пациентов с тугоухостью в 87,0% (n=87) случаев не выявлено какой-либо патологии в гортани: слизистая оболочка розовая, влажная, язычная миндалина не изменена, надгортанник не изменен (в виде лепестка), грушевидные синусы и валлекулы свободны, черпаловидные хрящи симметричны, ГС серые, ровные, подвижные, при фонации смыкание достигается, подскладочный отдел гортани не изменен.

В то же время у 13 (n=13) детей с ДХНТ 4-й степени выявлены следующие особенности ГА: неполное смыкание ГС (n=13), снижение амплитуды ГС (n=3), асимметрия слизистой волны (n=6). Приведенные изменения ГА соответствуют признакам гипотонусной дисфонии. Неполное смыкание ГС чаще всего встречали у детей с 4-й СТ, средний возраст которых составил 5,07 года (доверительный интервал – ДИ 95% 3,50–6,64).

При анализе жалоб родителей детей с тугоухостью выявлено, что 74 (74,0%) пациента с тугоухостью жаловались на дисфонию, а 54% – на нарушение тембра голоса. Проанализированы жалобы в зависимости от степени НС (табл. 1).

Нестабильность голоса чаще всего наблюдали у детей с 3–4-й СТ. В редких случаях (5,4% наблюдений) пациенты жаловались на диплофонию.

При исследовании субъективной оценки голоса по шкале N. Yanagihara установлено, что 82 (82,0%) пациента имели НГ.

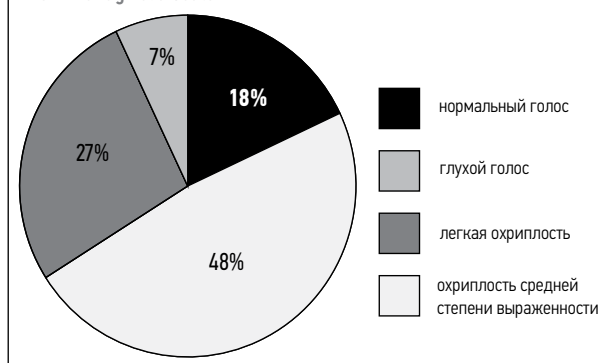
Таблица 1. Жалобы на НГ у детей в зависимости от СТ, абс. (%)

Table 1. Complaints of voice disorders in children depending on the degree of hearing loss, abs. (%)

Жалобы	Число детей с 1–2-й СТ (n=12)	Число детей с 3–4-й СТ (n=62)	Всего детей (n=74)
Изменение тембра голоса	3 (4,0)	21 (28,3)	24 (32,4)
осиплость	1 (1,3)	14 (18,9)	15 (20,2)
охриплость	4 (0,0)	11 (0,0)	15 (20,2)
огрубление			
Нестабильность голоса	4 (5,4)	12 (16,2)	16 (21,6)
Диплофония	0 (0)	4 (5,4)	4 (5,4)

Рис. 1. Субъективная оценка голоса у пациентов с тугоухостью по шкале N. Yanagihara.

Fig. 1. Subjective assessment of the voice in patients with hearing loss on the N. Yanagihara scale.



Результаты субъективной оценки голоса по шкале N. Yanagihara приведены на рис. 1.

Выполнена субъективная оценка голоса у пациентов с тугоухостью по шкале N. Yanagihara в зависимости от СТ (табл. 2). У 18 детей не выявлено НГ, из которых 14 страдали 1–2-й СТ, а 4 – 3–4-й СТ.

Среднее значение по шкале N. Yanagihara у детей с 1–2-й СТ составляло 1,23 (ДИ 95% 1,07–1,39), а у больных с 3–4-й – 1,5 (ДИ 95% 1,32–1,68) балла. Не выявлено значимых ($p=0,098$) статистических различий в субъективной оценке голоса по шкале N. Yanagihara в зависимости от СТ.

Установлены средние значения АП голоса у детей с ДХНТ (табл. 3).

Затем определены особенности АП голоса детей с НС в зависимости от СТ (табл. 4).

Не установлено статистически значимых различий (СЗР) в ЧОТ, джиттер, ВМФ, SPLdelta в зависимости от СТ.

Полученные данные позволили определить АП голоса детей с НС в зависимости от способа КС (табл. 5).

Не обнаружено СЗР в ЧОТ, джиттер, ВМФ, SPLdelta в зависимости от способа КС.

Определены средние значения АП голоса у детей с 3–4-й СТ и проведено сравнение АП голоса детей без НС и детей с 3–4-й СТ (табл. 6).

При сравнительном анализе АП голоса детей без НС и детей с тугоухостью установлены существенные различия по показателям ЧОТ, ВМФ и джиттер. Не выявлено СЗР в SPLdelta ($p=0,207$).

Обсуждение

В настоящее время проблема НГ у детей с НТ освещена в литературе недостаточно. Исследований с высоким уровнем

Таблица 2. Субъективная оценка голоса у пациентов с тугоухостью по шкале N. Yanagihara в зависимости от СТ, абс. (%)

Table 2. Subjective assessment of the voice in patients with hearing loss according to the N. Yanagihara scale, depending on the degree of hearing loss, abs. (%)

Степень нарушения, баллы	Число детей с 1–2-й СТ (n=18)	Число детей с 3–4-й СТ (n=82)	Всего детей (n=100)
0 – нормальный голос	14 (14,0)	4 (4,0)	18 (18,0)
1 – глухой голос	4 (4,0)	44 (44,0)	48 (48,0)
2 – легкая охриплость	0 (0,0)	27 (27,0)	27 (27,0)
3 – охриплость средней степени выраженности	0 (0,0)	7 (7,0)	7 (7,0)

Таблица 3. Средние значения АП голоса детей с тугоухостью

Table 3. Average values of acoustic parameters of the voice of children with hearing loss

АП	ДХНТ (n=100)
ЧОТ, Гц	243,3 (232,7–253,8)
ВМФ, с	5,44 (4,95–5,89)
Джиттер	1,69 (1,15–2,23)
SPLdelta	27,62 (24,99–30,24)

Таблица 4. Средние значения АП голоса детей с тугоухостью в зависимости от СТ

Table 4. Average values of acoustic parameters of the voice of children with hearing loss, depending on the degree of hearing loss

АП	1–2-я СТ (n=18)	3–4-я СТ (n=82)	p
ЧОТ, Гц	259,15 (228,15–290,14)	239,78 (228,6–250,95)	0,164
ВМФ, с	5,62 (4,59–6,64)	5,41 (4,90–5,91)	0,723
Джиттер	1,09 (0–2,37)	1,82 (1,22–2,43)	0,301
SPLdelta	29,56 (20,98–38,13)	27,34 (24,51–30,16)	0,578

доказательности, которые бы точно отражали влияние слуха на качество голоса у детей с НС, немного [7, 14]. Нами впервые проведено среди стран СНГ исследование ГА, включая субъективную и объективную диагностику голоса у детей с ДХНТ. Установлено, что дети с 3–4-й СТ чаще имеют жалобы на изменения голоса, соответственно, голос зависит от степени и длительности потери слуха. Таким образом, крайне важно обращать внимание на наличие жалоб, дисфонию при сборе анамнеза у детей с ХНТ.

Выводы

1. Наиболее часто пациенты с тугоухостью, в частности 72,94%, жаловались на изменение тембра голоса.

2. При обследовании ГА детей с тугоухостью у 87 (87,0%) человек из 100 не обнаружено патологии, только при 3–4-й степени ХНТ чаще всего возникают анатомо-функциональные нарушения.

3. При проведении акустического анализа голоса у детей с тугоухостью обнаружены НГ, например при 3–4-й СТ – смещения частоты основного тона в сторону низких частот – 239,78 Гц (ДИ 95% 228,6–250,95); $p<0,05$. У детей с тугоухостью показатель пертурбации частоты основного тона имел высокие значения – 1,82 (ДИ 95% 1,22–2,43), что практически в 3 раза превышало норму ($p<0,05$).

4. Время максимальной фонации у детей с 3–4-й СТ снижено относительно показателя детей с нормальным голосом и слухом на 5,41 с (ДИ 95% 1,22–2,43); $p<0,05$.

Таблица 5. Средние значения АП голоса детей с тугоухостью в зависимости от способа КС
Table 5. Average values of acoustic parameters of the voice of children with hearing loss, depending on the method of hearing correction

АП	Слуховой аппарат (n=38)	Кохлеарная имплантация (n=57)	p
ЧОТ, Гц	252,64 (234,32–270,96)	237,32 (223,87–250,76)	0,166
ВМФ, сек	5,23 (4,40–6,07)	5,57 (4,99–6,14)	0,488
Джиттер	1,85 (0,79–2,92)	1,64 (0,99–2,29)	0,716
SPLdelta	29,33 (25–33,67)	26,70 (23,23–30,17)	0,35

Заключение

Установлены АП голоса у детей домутационного возраста с ДХНТ в зависимости от степени НС и способа КС. Проведен сравнительный анализ АП голоса здоровых детей и детей с диагнозом ХНТ. Выявлено, что НС сопряжено с развитием нарушений в ГА детей с тяжелой СТ, что отражается в акустических характеристиках их голоса. Оказание медицинской помощи детям с 3–4-й СТ не должно ограничиваться слухопротезированием, в частности нужно включать мероприятия по выявлению и лечению отклонений со стороны ГА. Фонопедические занятия показаны детям с любой СТ, т.к. в большинстве случаев у них отмечается изменение тембра и модуляции голоса, что может усугубить коммуникативные проблемы, неизбежно возникающие у детей с тугоухостью.

Раскрытие интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Disclosure of interest. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

Funding source. The authors declare that there is no external funding for the exploration and analysis work.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие законных представителей пациентов на анализ и публикацию медицинских данных и фотографий.

Informed consent for publication. The authors obtained the written consent of the patients' legal representatives for the analysis and publication of medical data and photographs.

Благодарности. Авторы выражают большую благодарность администрации и коллективу ГУ «РНПЦ оториноларингологии» и ГУО БелМАПО за поддержку и содействие при сборе материала и подготовке публикации.

Acknowledgements. The authors express their deep gratitude to the administration and staff of Republican Scientific and Practical

Таблица 6. Сравнение основных АП голоса детей без НС и детей с тугоухостью
Table 6. Comparison of the main acoustic parameters of the voice of children without hearing impairment and children with hearing loss

АП	Здоровые дети (n=255)	3–4-я СТ (n=82)	p
ЧОТ, Гц	256,3 (252,1–256,3)	239,78 (228,6–250,95)	0,007
ВМФ, сек	7,66 (7,36–7,96)	5,41 (4,90–5,91)	0,000
Джиттер	0,4844 (0,3795–0,5893)	1,82 (1,22–2,43)	0,000
SPLdelta	25,51 (24,59–26,43)	27,62 (24,99–30,24)	0,207

Center for Otorhinolaryngology and Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education for their support and assistance in collecting material and preparing the publication.

Литература / References

- Natalizia A, Casale M, Guglielmelli E, et al. An overview of hearing impairment in older adults: perspectives for rehabilitation with hearing aids. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2010;14(3):223–9.
- De Boedt F, Van der Veken P, Esertepe S, Mensels M. Hearing prevention experience. *B-ENT*. 2016;Suppl. 26(2):167–76.
- Upadhyay M, Datta R, Nilakantan A, et al. Voice Quality in Cochlear Implant Recipients: An Observational Cross Sectional Study. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2019;71(Suppl. 2):1626–32. DOI:10.1007/s12070-019-01700-3
- Flaherty MM, Browning J, Buss E, Leibold LJ. Effects of Hearing Loss on School-Aged Children's Ability to Benefit From F0 Differences Between Target and Masker Speech. *Ear Hear*. 2021;42(4):1084–96. DOI:10.1097/AUD.0000000000000979
- Куренева Е.Ю., Шидловская Т.А. Количественная оценка состояния различных отделов слухового анализатора при хронической функциональной гипотонусной дисфонии в зависимости от характера ее течения. Российская оториноларингология. 2004;1(8):66–9 [Kureneva EYu, Shidlovskaya TA. Quantitative assessment of the state of various departments of the auditory analyzer in chronic functional hypotonic dysphonia, depending on the nature of its course. *Russian Otorhinolaryngology*. 2004;1(8):66–9 (in Russian)].
- Вартанян И.А., Черниговская Т.В. Вокализационная и речевая системы мозга: эволюционно-нейробиологический анализ. Журнал эволюционной биохимии и физиологии. 1990;6:826–36 [Vartanian IA, Chernigovskaia TV. Vokalizatsionnaia i rechevaia sistemy mozga: evoliutsionno-neirobiologicheskii analiz. *Zhurnal Evoliutsionnoi Biokhimii i Fiziologii*. 1990;6:826–36 (in Russian)].
- Coelho AC, Brasolotto AG, Bevilacqua MC. Systematic analysis of the benefits of cochlear implants on voice production. *J Soc Bras Fonoaudiol*. 2012;24(4):395–402. DOI:10.1590/s2179-64912012000400018
- Cohen SM, Turley R. Coprevalence and impact of dysphonia and hearing loss in the elderly. *Laryngoscope*. 2009;119(9):1870–3. DOI:10.1002/lary.20590
- Selleck MA, Sataloff RT. The impact of the auditory system on phonation: a review. *J Voice*. 2014;28(6):688–93. DOI:10.1016/j.jvoice.2014.03.018
- Yoshinaga-Itano C. From Screening to Early Identification and Intervention: Discovering Predictors to Successful Outcomes for Children With Significant Hearing Loss. *J Deaf Stud Deaf Educ*. 2003;8(1):11–30. DOI:10.1093/deafed/8.1.11
- Netten AP, Rieffe C, Theunissen SC, et al. Low empathy in deaf and hard of hearing (pre)adolescents compared to normal hearing controls. *PLoS One*. 2015;10(4):e0124102. DOI:10.1371/journal.pone.0124102
- Fellinger J, Holzinger D, van Dijk J. Deaf blindness – hearing and vision handicap. *Kinderkrankenschwester*. 2012;31(1):20–3 (in German).
- Francis DO, Daniero JJ, Hovis KL, et al. Voice-Related Patient-Reported Outcome Measures: A Systematic Review of Instrument Development and Validation. *J Speech Lang Hear Res*. 2017;60(1):62–88. DOI:10.1044/2016_JSLHR-S-16-0022
- Gautam A, Naples JG, Eliades SJ. Control of speech and voice in cochlear implant patients. *Laryngoscope*. 2019;129(9):2158–63. DOI:10.1002/lary.27787

Статья поступила в редакцию / The article received: 25.09.2023

Статья принята к печати / The article approved for publication: 12.04.2024