

УДК 616.28-008.1-072.7-073.782-053.9  
DOI: 10.35693/2500-1388-2021-6-2-8-12

## Дистанционное исследование и тестирование лиц пожилого возраста с целью выявления нарушений слуховой функции

Т.Ю. Владимирова, А.Б. Мартынова, А.В. Куренков, М.Н. Попов  
ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет»  
Минздрава России (Самара, Россия)

### Аннотация

**Цель** — оценить эффективность применения комплексного исследования слуха, включающего онлайн-анкетирование по самооценке слуха и определение порогов слуха при помощи веб-приложения «Автоматизированная система первичной оценки слуха» в сравнении с тональной пороговой аудиометрией у лиц пожилого возраста.

**Материал и методы.** Были обследованы 138 пациентов старше 60 лет (средний возраст  $71,6 \pm 6,4$  года), из которых 67 женщин и 71 мужчина. Все пациенты находились на лечении в Самарском областном клиническом госпитале для ветеранов войн. Пациентам проводились эндоскопия лор-органов, онлайн-опрос по самооценке слуха, исследование порогов слуха при помощи веб-приложения «Автоматизированная система первичной оценки слуха» и тональная пороговая аудиометрия.

**Результаты.** Распространенность нарушений слуха по данным онлайн-анкетирования по самооценке слуха составила 76,1%. При сравнении общих результатов тест-опросника и исследования порогов слуха у 75,0% лиц с нормальными показателями теста подтвердились эти данные при проведении тональной пороговой аудиометрии, у 25,0% лиц углубленное исследование показало некоторое снижение слуха. По данным онлайн-анкетирования пациентов с жалобами на слух у 89,1% выявили наличие определенной степени тугоухости. Параметры слуха по данным веб-приложения были сопоставимы как по значениям порогов слуха, так и по степеням снижения слуха с данными тональной пороговой аудиометрии. Максимальная разница составила 3,9 и 3,5 дБ на частотах 1 и 2 кГц на правом ухе и 7,2 дБ на частоте 4 кГц на левом ухе. Низкая согласованность значений средних порогов слуха отмечалась у пациентов на частотах 1 и 4 кГц справа ( $\kappa=0,24$  и  $\kappa=0,3$  соответственно) и на частоте 4 кГц — слева ( $\kappa=0,14$ ), что может быть связано с высокочастотными потерями слуха в данной группе пациентов и более значительными колебаниями показателей. Расхождения по данным веб-приложения и по значениям порогов слуха при учете коморбидного статуса были минимальны у лиц с сахарным диабетом и составили 2 дБ на частоте 8 кГц, максимальные отклонения наблюдались у пациентов с производственными факторами риска в 7,2 дБ на частоте 4 кГц.

**Заключение.** Проведенное комплексное исследование, включающее онлайн-опрос по самооценке слуха и состояние слуховой функции в веб-приложении «Автоматизированная система первичной оценки слуха», является удобным и простым инструментом для скрининга нарушений слуха на амбулаторно-поликлиническом приеме и диспансеризации, а также на этапе контроля эффективности лечения и реабилитации пациентов с различной степенью и видом тугоухости, особенно у лиц пожилого возраста.

**Ключевые слова:** снижение слуха, дистанционное исследование слуховой функции, веб-приложение, телемедицина.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

### Для цитирования:

Владимирова Т.Ю., Мартынова А.Б., Куренков А.В., Попов М.Н.  
Дистанционное исследование и тестирование лиц пожилого возраста с целью выявления нарушений слуховой функции.  
Наука и инновации в медицине. 2021;6(2):8-12.  
doi: 10.35693/2500-1388-2021-6-2-8-12

### Сведения об авторах

**Владимирова Т.Ю.** — к.м.н., доцент, заведующая кафедрой и клиникой оториноларингологии им. академика И.Б. Солдатова.

ORCID: 0000-0003-1221-5589

E-mail: vladimirovalor@yandex.ru

**Мартынова А.Б.** — аспирант кафедры оториноларингологии им. академика И.Б. Солдатова.

E-mail: martynova.a.med@yandex.ru

**Куренков А.В.** — ассистент кафедры оториноларингологии им. академика И.Б. Солдатова. ORCID: 0000-0002-8385-6407

E-mail: alexvaikurenkov@gmail.com

**Попов М.Н.** — к.м.н., ассистент кафедры оториноларингологии им. академика И.Б. Солдатова.

E-mail: m.n.popov@samsmu.ru

### Автор для переписки

**Владимирова Татьяна Юльевна**

Адрес: Самарский государственный медицинский университет, ул. Чапаевская, 89, г. Самара, Россия, 443099.

E-mail: vladimirovalor@yandex.ru

Рукопись получена: 09.01.2021

Рецензия получена: 20.02.2021

Решение о публикации принято: 03.03.2021

# Remote examination and testing of elderly persons in detecting hearing impairments

Tatyana Yu. Vladimirova, Anastasiya B. Martynova, Aleksandr V. Kurenkov, Mikhail N. Popov  
Samara State Medical University (Samara, Russia)

## Abstract

**Objectives** – to assess the efficiency of using a comprehensive hearing test, including a questionnaire survey and determination of hearing thresholds using the "Automated system of primary hearing assessment" web application, in comparison with tone threshold audiometry in elderly people.

**Material and methods.** We examined 138 patients of the Samara Regional Clinical Hospital for War Veterans who were over 60 years old. The group included 67 women and 71 men with the average age of  $71.6 \pm 6.4$  years. The patients underwent ENT endoscopy, an online survey on hearing self-assessment, hearing thresholds study using the Automated Primary Hearing Assessment web application, and tone threshold audiometry.

**Results.** The prevalence of hearing impairment in the group was 76.1% according to the online questionnaire on hearing self-assessment. When comparing the general results of the on-line test questionnaire and the study of hearing thresholds, the on-line test data were confirmed when conducting tonal threshold audiometry in 75.0% of people with normal test indicators, in 25.0% of people an in-depth study showed some hearing loss. According to an online survey of patients with hearing complaints, 89.1% had a certain degree of hearing loss. Hearing parameters according to the web application were comparable in terms of both hearing threshold values and the degree of hearing loss with the data of tonal threshold audiometry. The maximum difference was 3.9 and 3.5 dB at 1 and 2 kHz for the right ear and 7.2 dB at 4 kHz for the left ear. Low agreement of mean hearing thresholds was observed in patients at frequencies of 1 and 4 kHz on the right ( $\kappa = 0.24$  and  $\kappa = 0.3$ , respectively) and at a frequency of 4 kHz - on the left ( $\kappa = 0.14$ ), which may be due to high-frequency hearing loss in this group of patients and more significant fluctuations of indicators. The discrepancies in the data of the web application and in the values of the hearing thresholds when taking into account the comorbid status were minimal in persons with diabetes mellitus and amounted to 2 dB at a frequency of 8 kHz, the maximum deviations were observed in patients with occupational risk factors of 7.2 dB at a frequency of 4 kHz.

**Conclusion.** The comprehensive study that includes an online survey on hearing self-assessment and the hearing function evaluation in the Automated System for Primary Hearing Assessment web application is a convenient and simple tool for screening hearing impairment in outpatients and clinical examination, as well as at the stage of monitoring, treatment, and rehabilitation of patients with various degrees and types of hearing loss, especially in the elderly people.

**Keywords:** hearing loss, remote sensing of auditory function, web application, telemedicine.

**Conflict of interest:** nothing to disclose.

## Citation

Vladimirova TYu, Martynova AB, Kurenkov AV, Popov MN. Remote examination and testing of elderly persons in detecting hearing impairments. *Science & Innovations in Medicine*. 2021;6(2):8-12. doi: 10.35693/2500-1388-2021-6-2-8-12

## Information about authors

**Tatyana Yu. Vladimirova** – PhD, Associate professor, Head of the Otorhinolaryngology Department and Clinic named after academician I.B. Soldatov. ORCID: 0000-0003-1221-5589  
E-mail: vladimirovalor@yandex.ru

**Anastasiya B. Martynova** – postgraduate student of the Otorhinolaryngology Department named after academician I.B. Soldatov.  
E-mail: martynova.a.med@yandex.ru

**Aleksandr V. Kurenkov** – teaching assistant of the Otorhinolaryngology Department named after academician I. B. Soldatov.  
ORCID: 0000-0002-8385-6407

E-mail: alexvalkurenkov@gmail.com

**Mikhail N. Popov** – PhD, assistant of the Otorhinolaryngology Department named after academician I.B. Soldatov.  
E-mail: m.n.popov@samsmu.ru

## Corresponding Author

**Tatyana Yu. Vladimirova**  
Address: Samara State Medical University,  
89 Chapayevskaya st., Samara, Russia, 443099.  
E-mail: vladimirovalor@yandex.ru

Received: 09.01.2021

Revision Received: 20.02.2021

Accepted: 03.03.2021

## ВВЕДЕНИЕ

Снижение слуха является одной из самых распространенных проблем современной медицины [1, 2, 3]. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), более 5% населения мира страдает тяжелой степенью тугоухости, из них одна треть – лица старше 65 лет. По оценкам специалистов ВОЗ, к 2050 году более 900 млн человек будут иметь инвалидизирующую потерю слуха [4].

Среди причин, приводящих к инвалидности по слуху, наиболее значимым является несвоевременное обращение к врачу при появлении первых жалоб на снижение слуха. Тугоухость может стать причиной развития психоэмоциональных и когнитивных расстройств, нарушения речевой коммуникации и в целом снижения качества жизни [5–7]. Важно отметить, что у лиц пожилого возраста высока частота сопутствующих заболеваний (в т.ч. артериальной гипертензии и сахарного диабета), включая воздействие бытовых и производственных факторов риска [8–10].

Поздняя обращаемость населения к врачу приводит к несвоевременной диагностике тугоухости, что в свою очередь обуславливает низкие показатели

эффективности восстановительной терапии. «Золотым стандартом» оценки нарушений слуховой функции является тональная пороговая аудиометрия [11]. Однако ее выполнение требует доступа к дорогостоящему аудиологическому оборудованию и квалифицированному персоналу, что ограничивает доступность данного исследования. Разработка эффективной и устойчивой стратегии скрининга потери слуха, которая является быстрой, точной и простой в использовании, имеет решающее значение для диагностики состояния слуха среди пациентов, не имеющих возможности пройти обследование у сурдолога [12, 13]. Поэтому возможно использование дистанционных методик диагностики и тестирования на этапе первичного обследования пациентов [14–17]. Однако необходимо исследовать сопоставимость результатов данных методик, выявить их недостатки и преимущества [18, 19].

## ЦЕЛЬ

Оценить эффективность применения комплексного исследования слуха, включающего онлайн-анкетирование по самооценке слуха и определение порогов слуха при помощи веб-приложения

«Автоматизированная система первичной оценки слуха» в сравнении с тональной пороговой аудиометрией у лиц пожилого возраста.

## ■ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Были обследованы пациенты старше 60 лет (средний возраст  $71,6 \pm 6,4$  года), находившиеся на лечении в Самарском областном клиническом госпитале для ветеранов войн. Критериями исключения являлись: использование слухового аппарата, наличие инструментально установленного снижения слуха (данные тональной пороговой аудиометрии, заключение сурдолога). Также в эксперимент не вошли лица с нарушениями функции звукопроводения, выявленными при отоскопии. Был достигнут окончательный  $n=138$ , из них 67 женщин, 71 мужчина.

Исследование проводилось в рамках комплексной темы кафедры оториноларингологии имени академика И.Б. Солдатова «Оптимизация диагностики, лечения и реабилитации больных с патологией лор-органов» (№ гос. регистрации АААА-А16-116053010020-1) и в соответствии с принципами Хельсинкской декларации Всемирной ассоциации (2000 г.), правилами клинической практики в Российской Федерации, утвержденными приказом Минздрава России №266 (2003 г.). Исследование было одобрено Комитетом по биоэтике при СамГМУ (протокол №196 от 31.10.2018 г.). Все пациенты дали информированное согласие на обследование.

После выполнения эндоскопии лор-органов участникам в режиме онлайн проводился скрининг-тест на самооценку слуха с использованием анкетирования через приложение. Далее исследовали пороги слуха при помощи разработанного нами веб-приложения «Автоматизированная система персонализации первичной оценки слуха» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2019664671 от 12.11.2019 г.). Для этого использовали мобильное устройство Samsung SM-J320F (версия Android 5.1.1) и накладные наушники Sennheiser Urbanite XL i. С методикой обследования можно ознакомиться на сайте Клиник Самарского государственного медицинского университета по ссылке <https://sluh.samsmu.ru/> Данные обследования оценивал врач оториноларинголог-сурдолог.

После анкетирования посредством веб-приложения пациенту было проведено исследование слуха путем метода тональной пороговой аудиометрии, выполненного

врачом оториноларингологом-сурдологом в соответствии с ISO 8253-1:2010 на клиническом аудиометре Interacoustics AC-40 в изолированной комнате с минимальным уровнем шума в наушниках Sennheiser HDA-300. С учетом средних порогов слуха на частотах 500, 1000, 2000 и 4000 Гц пациенты были разделены на 4 группы по степеням тугоухости по классификации, предложенной ВОЗ [11].

Статистический анализ полученных данных проводился с использованием лицензированного программного обеспечения: программы IBM SPSS Statistics, версия 1.0.0.1089. Нормальность распределения оценивали по критерию Колмогорова — Смирнова. Результаты описательной статистики для нормального распределения в таблицах представлены в виде  $M \pm \sigma$ , где  $M$  — среднее значение,  $\sigma$  — стандартное отклонение. Для верификации взаимосвязи между данными, полученными после тональной пороговой аудиометрии, и результатами оценки порогов слуха через веб-приложение выбран непараметрический показатель — коэффициент «каппа Коэна». Данный критерий применяется при измерении соглашения между двумя оценщиками (клинический аудиометр Interacoustics AC-40 и веб-приложение «Автоматизированная система первичной оценки слуха»), каждый из которых классифицирует  $N$  предметов на  $S$  взаимоисключающих категорий. Если  $\kappa > 0,75$ , согласованность считается высокой, если 0,4 — низкой.

## ■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Оценка проведенного онлайн скрининг-теста на самовосприятие слуха показала, что у 23,9% ( $n=33$ ) пациентов не было жалоб на нарушение слуха, 76,1% ( $n=105$ ) предъявляли жалобы на снижение слуха. Распространенность нарушений слуха по данным опроса составила 76,1% (105/138).

При оценке средних показателей порогов слуха (в дБ) значения тональной пороговой аудиометрии варьировали справа от  $13,7 \pm 2,6$  до  $51,8 \pm 3,2$ , слева — от  $13,7 \pm 2,6$  до  $54,1 \pm 4,4$  (таблица 1). При исследовании слуха через веб-приложение средние пороги слуха имели минимальные отличия и варьировали справа от  $13,1 \pm 2,4$  дБ до  $50,8 \pm 4,2$  дБ, слева отличия были наиболее заметны на высоких частотах, средние пороги варьировали от  $15,9 \pm 3,4$  дБ до  $56,3 \pm 5,4$  дБ. Максимальная разница составила 3,9 и 3,5 дБ на частотах 1 и 2 кГц справа и 7,2 дБ на частоте 4 кГц — слева. Значимость расхождений в

показателях тональной пороговой аудиометрии и веб-приложения рассчитали с помощью коэффициента «каппа Коэна». Низкая согласованность значений средних порогов слуха отмечалась у пациентов на частотах 1 и 4 кГц справа ( $\kappa=0,24$  и  $\kappa=0,3$  соответственно) и на частоте 4 кГц — слева ( $\kappa=0,14$ ), что может быть связано

Частоты (воздушное проведение, кГц)	Правое ухо		Левое ухо	
	Тональная пороговая аудиометрия (дБ)	Веб-приложение (дБ)	Тональная пороговая аудиометрия (дБ)	Веб-приложение (дБ)
0,125	$13,7 \pm 2,6$	$13,1 \pm 2,4$	$13,7 \pm 2,6$	$15,9 \pm 3,4$
0,25	$11,2 \pm 2,3$	$10,9 \pm 2,3$	$11,8 \pm 2,2$	$12,5 \pm 2,6$
0,5	$13,7 \pm 2,4$	$9,0 \pm 2,0$	$10,3 \pm 2,6$	$7,8 \pm 2,0$
1	$20,3 \pm 5,2$	$16,4 \pm 2,8$	$21,5 \pm 6,2$	$23,5 \pm 6,4$
2	$28,8 \pm 2,2$	$32,3 \pm 4,1$	$31,1 \pm 2,9$	$33,8 \pm 4,5$
4	$37,8 \pm 2,2$	$39,8 \pm 3,2$	$39,8 \pm 2,4$	$47,0 \pm 2,6$
8	$51,8 \pm 3,2$	$50,8 \pm 4,2$	$54,1 \pm 4,4$	$56,3 \pm 5,4$

Таблица 1. Средние пороги слуха по данным тональной пороговой аудиометрии и веб-приложения  $M \pm \sigma$

Table 1. The average hearing thresholds according to tonal threshold audiometry and web-application  $M \pm \sigma$

с высокочастотными потерями слуха в данной группе пациентов и более значительными колебаниями показателей. В остальных случаях согласованность между значениями тональной пороговой аудиометрии и тестированием слуха через веб-приложение у пациентов была высокой. Максимальное значение коэффициента «каппа Коэна» находилось на частоте 0,125 кГц и составило 0,8. Представленные данные подтверждают высокий уровень соответствия между результатами, полученными с помощью клинического аудиометра и разработанного нами веб-приложения.

При изучении порогов слуха не отмечалось различий по данным по тональной пороговой аудиометрии и веб-приложению «Автоматизированная система первичной оценки слуха». Наиболее часто наблюдались менее серьезные потери слуха, при этом 28,3% испытуемых страдали легкой потерей слуха и 38,4% — умеренной потерей слуха; более высокая степень потери слуха наблюдалась в меньшей мере, при этом у 9,4% испытуемых была тяжелая потеря слуха и у 3,6% — глубокая потеря слуха. Распространенность нарушения слуха при аудиометрическом тестировании и по данным веб-приложения составила 79,7% (110/138), т.е. имела место недооценка самим пациентом состояния собственного слуха (таблица 2).

При изучении сопутствующих заболеваний пациенты с артериальной гипертензией составили 41,3% (n=57), пациенты с вредными профессиональными факторами (шум, вибрация) — 19,6% (n=27) и с сахарным диабетом — 39,1% (n=54). Нами проведено исследование слуха с учетом коморбидной патологии при помощи тональной пороговой аудиометрии и веб-приложения в зависимости от коморбидной патологии (таблица 3). При оценке средних показателей порогов слуха значения тональной пороговой аудиометрии у пациентов с артериальной гипертензией варьировали от  $13,7 \pm 2,6$  дБ до  $51,8 \pm 3,2$  дБ, у пациентов с профессиональной вредностью — от  $13,1 \pm 2,4$  дБ до  $52,8 \pm 4,2$  дБ, у пациентов с сахарными диабетом — от  $13,4 \pm 2,4$  дБ до  $54,8 \pm 4,2$  дБ. При исследовании слуха через веб-приложение средние пороги слуха варьировали у пациентов с артериальной гипертензией от  $13,7 \pm 2,6$  дБ до  $54,1 \pm 4,4$  дБ, у пациентов с профессиональной вредностью — от  $15,9 \pm 3,4$  дБ до  $56,3 \pm 5,4$  дБ, у пациентов с сахарными диабетом — от  $13,6 \pm 2,2$  дБ до  $52,8 \pm 2,8$  дБ.

Расхождения в показателях между тональной пороговой аудиометрией и веб-приложением у лиц с сахарным диабетом были минимальными (в среднем 0,56 дБ), максимальная разница составила 2 дБ на частоте 8 кГц. У лиц с артериальной гипертензией расхождения в показателях между тональной пороговой аудиометрией и веб-приложением в среднем составили 1,47 дБ, максимальная разница составила 3,4 дБ на частоте 0,5 кГц. У пациентов с профессиональной вредностью наблюдалось самое высокое расхождение

Уровень слуха (ВОЗ)	Правое ухо		Левое ухо		Общий	
	Количество	%	Количество	%	Количество	%
Нормальный слух (0–25 дБ)	24	17,4%	19	13,8%	28	20,3%
1 степень тугоухости (26–40 дБ)	36	26,1%	37	26,8%	39	28,3%
2 степень тугоухости (41–55 дБ)	51	37,0%	45	32,6%	53	38,4%
3 степень тугоухости (56–70 дБ)	20	14,5%	24	17,4%	13	9,4%
4 степень тугоухости (71–90 дБ)	7	5,1%	13	9,4%	05	3,6%

**Таблица 2.** Распространенность расстройства слуха по данным тональной пороговой аудиометрии и веб-приложению

**Table 2.** The incidence of hearing disorders by the tonal threshold audiometry and web-application

в показателях, в среднем составило 2,53 дБ, максимальная разница составила 7,2 дБ на частоте 4 кГц.

## ■ ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнивая показатели, полученные в результате скрининг-теста на самооценку слуха, тональной пороговой аудиометрии и исследования порогов слуха в веб-приложении, мы отметили, что среди 28 лиц с нормальным слухом при тональной пороговой аудиометрии у 21 (75,0%) пациента не выявлено нарушения слуха. С другой стороны, среди пяти лиц с глубокой потерей слуха по данным аудиометрического обследования у четырех (80,0%) выявили IV степень тугоухости, то есть имело место значительное нарушение слуховой функции.

Что касается умеренных потерь слуха, то мы отмечаем, что среди 53 лиц с такой интенсивностью потери слуха при аудиометрическом осмотре у 26 лиц (49,1%) установлена III степень тугоухости, еще 26 лиц (49,1%) показали II степень тугоухости, и только у 1 пациента (1,9%) не выявили никаких нарушений слуховой функции.

При сравнении общих результатов проведенного в режиме онлайн скрининг-теста на самооценку слуха и исследования порогов слуха мы выявили следующее: среди 28 людей с нормальными показателями теста у 21 (75,0%) подтвердились эти данные при проведении тональной пороговой аудиометрии, и только у 7 (25,0%) углубленное исследование показало некоторое снижение слуха. Среди 110 лиц с жалобами на слух у 98 (89,1%) по данным онлайн-опроса выявлено наличие тугоухости, в то время как только у 12 (10,9%) пациентов не было никакого нарушения слуховой функции по данным исследования порогов слуха.

## ■ ВЫВОДЫ

На основании результатов, полученных в ходе настоящего исследования, мы пришли к выводу, что онлайн-опрос по самооценке слуха и исследование слуха в веб-приложении «Автоматизированная система первичной оценки слуха», учитывая их удобство и простоту применения, возможны для исследования нарушения слуховой функции у пожилых людей. Данная методика подходит для скрининга нарушения слуховой функции на амбулаторно-поликлиническом приеме и диспансеризации, а также на этапе контроля эффективности лечения и реабилитации пациентов с различной степенью и видом тугоухости.



Частоты (воздушное проведение, кГц)	Тональная пороговая аудиометрия			Веб-приложение		
	Артериальная гипертензия (дБ)	Проф. вредность (дБ)	Сахарный диабет (дБ)	Артериальная гипертензия (дБ)	Проф. вредность (дБ)	Сахарный диабет (дБ)
0,125	13,7±2,6	13,1±2,4	13,4±2,4	13,7±2,6	15,9±3,4	13,6±2,2
0,25	11,2±2,3	10,9±2,3	11,1±2,3	11,8±2,2	12,5±2,6	11,0±2,4
0,5	13,7±2,4	9,0±2,0	12,4±2,0	10,3±2,6	7,8±2,0	12,8±2,0
1	21,5±6,2	21,5±6,4	21,7±4,4	20,3±5,2	18,4±2,8	21,7±5,4
2	28,8±2,2	32,3±4,1	32,7±4,3	31,1±2,9	33,8±4,5	31,7±4,1
4	37,8±2,2	39,8±3,2	40,8±3,2	39,8±2,4	47,0±2,6	39,8±4,2
8	51,8±3,2	52,8±4,2	54,8±4,2	54,1±4,4	56,3±5,4	52,8±2,8

**Таблица 3.** Результаты исследования слуха с учетом коморбидной патологии

**Table 3.** The results of hearing test with reference to comorbid pathology

При сравнении показателей, полученных в процессе анкетирования и тональной пороговой аудиометрии, наблюдалась недооценка самими пациентами состояния собственного слуха.

Параметры слуха по данным веб-приложения сопоставимы как по значениям порогов слуха, так и по степени снижения слуха с данными тональной пороговой

аудиометрии. При учете коморбидной патологии расхождения по данным веб-приложения и по значениям порогов слуха были минимальны у лиц с сахарным диабетом. Максимальные отклонения наблюдались у пациентов с производственными факторами риска, что определяет целевую аудиторию исследования. ■

**Конфликт интересов:** все авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Looi LM, Ganten D, McGrath PF, et al. Hearing loss: a global health issue. *Lancet*. 2015;385(9972):943-4. PMID: 25743174 doi: 10.1016/S0140-6736(15)60208-2
- Wilson BS, Tucci DL, Merson MH, et al. Global hearing health care: new findings and perspectives. *Lancet*. 2017;390(10111):2503-2515. PMID: 28705460 doi: 10.1016/S0140-6736(17)31073-5
- Tucci DL, Wilson BS, O'Donoghue GM. The Growing and Now Alarming-Burden of Hearing Loss Worldwide. *Otol Neurotol*. 2017;38(10):1387-1388. PMID: 29065094 doi: 10.1097/MAO.0000000000001593
- World Health Organization. Deafness and hearing loss (online) 201. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss> (21 Jan 2021)
- Nkyekyer J, Meyer D, Pipingas A, Reed N. The cognitive and psychosocial effects of auditory training and hearing aids in adults with hearing loss. *Clinical Interventions in Aging*. 2019;14:123-135. doi: 10.2147/CIA.S183905
- Lawrence BJ, Jayakody MP, Henshaw H, et al. Auditory and Cognitive Training for Cognition in Adults With Hearing Loss: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Trends Hear*. 2018;22. PMID: 30092719 doi: 10.1177/2331216518792096
- Michaud HN, Duchesne L. Aural Rehabilitation for Older Adults with Hearing Loss: Impacts on Quality of Life-A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *J Am Acad Audiol*. 2017;28(7):596-609. PMID: 28722643 doi: 10.3766/jaaa.15090
- Axmon A, Ahlström G, Höglund P. Prevalence and treatment of diabetes mellitus and hypertension among older adults with intellectual disability in comparison with the general population. *BMC Geriatr*. 2017;17(1):272. PMID: 29169334 doi: 10.1186/s12877-017-0658-2
- Yildiz M, Esenboğa K, Oktay AA. Hypertension and diabetes mellitus: highlights of a complex relationship. *Curr Opin Cardiol*. 2020;35(4):397-404. PMID: 3237162 doi: 10.1097/HCO.0000000000000748
- Yang Y, Zhang E, Zhang J, et al. Relationship between occupational noise exposure and the risk factors of cardiovascular disease in China: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2018;97(30):11720. PMID: 30045338 doi: 10.1097/MD.00000000000011720
- Daikhes NA, Yanov YuK. Clinical recommendations "Sensorineural hearing loss". Moscow-St. Petersburg, 2016. (In Russ.). [Дайхес Н.А., Янов Ю.К. Клинические рекомендации «Сенсоневральная тугоухость». Москва—Санкт-Петербург, 2016].
- Abu-Ghanem S, Handzel O, Ness L, et al. Smartphonebased audiometric test for screening hearing loss in the elderly. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2016;273(2):333-9. doi: 10.1007/s00405-015-3533-9
- Renda L, Selçuk OT, Eyigör H, et al. Smartphone based audiometric test for confirming the level of hearing; is it useable in underserved areas? *J Int Adv Otol*. 2016;12(1):61-6. doi: 10.5152/iao.2016.1421
- Evaluation of short-and long-term effects of an online hearing rehabilitation program for hearing aid users in general clinical practice: a randomized controlled trial 2017. doi: 10.1136/bmjopen-2016-013047
- Paglalonga A, Nielsen AC, Ingo E, Barr C, Laplante-Lévesque A. eHealth and the hearing aid adult patient journey: a state-of-the-art review. *Biomed Eng Online*. 2018;17(1):101. PMID: 30064497 doi: 10.1186/s12938-018-0531-3
- Ratanjee-Vanmali H, Swanepoel DW, Laplante-Lévesque A. Patient Uptake, Experience, and Satisfaction Using Web-Based and Face-to-Face Hearing Health Services: Process Evaluation Study. *J Med Internet Res*. 2020;22(3):e15875. PMID: 32196459 doi: 10.2196/15875
- Beukes EW, Manchaiah V, Allen PM, Baguley DM, Andersson G. Internet-Based Interventions for Adults With Hearing Loss. Tinnitus, and Vestibular Disorders: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Trends Hear*. 2019;23. PMID: 31328660 doi: 10.1177/2331216519851749
- Louw C, Swanepoel DW, Eikelboom RH, Myburgh HC. Smartphone-based hearing screening at primary health care clinics. *Ear Hear*. 2017;38(2):93-100. doi: 10.1097/AUD.0000000000000378
- Tonder J, Swanepoel W, Mahomed-Asmail F. Automated smartphone threshold audiometry: validity and time efficiency. *J Am Acad Audiol*. 2017;28(3):200-8. doi: 10.3766/jaaa.16002