

БОЛЕЗНИ УХА, ГОРЛА И НОСА

УДК 616.28–008.1–072.7–004.9

Оригинальная статья

НОВЫЙ ПОДХОД К ПЕРВИЧНОЙ ОЦЕНКЕ СЛУХА

Т. Ю. Владимирова — ФГБОУ ВО «Самарский ГМУ» Минздрава России, заведующая кафедрой и клиникой оториноларингологии им. академика И. Б. Солдатова, доцент, кандидат медицинских наук; **Л. В. Айзенштадт** — ФГБОУ ВО «Самарский ГМУ» Минздрава России, аспирант кафедры оториноларингологии им. академика И. Б. Солдатова; **М. М. Давыдкин-Гогель** — ФГБОУ ВО «Самарский ГМУ» Минздрава России, студент.

A NEW APPROACH TO THE INITIAL ASSESSMENT OF HEARING

T. Yu. Vladimirova — Samara State Medical University, Head of Department and Clinic of Otorhinolaryngology n. a. Academician I. B. Soldatov, Associate Professor, PhD; **L. V. Aizenshtadt** — Samara State Medical University, Postgraduate Student of Department of Otorhinolaryngology n. a. Academician I. B. Soldatov; **M. M. Davydkin-Gogel** — Samara State Medical University, Student.

Дата поступления — 11.07.2020 г.

Дата принятия в печать — 03.09.2020 г.

Владимирова Т. Ю., Айзенштадт Л. В., Давыдкин-Гогель М. М. Новый подход к первичной оценке слуха. Саратовский научно-медицинский журнал 2020; 16 (3): 714–717.

Цель: обоснование возможности использования частотного исследования слуха в веб-приложении «Автоматизированная система первичной оценки слуха». **Материалы и методы.** Исследование проведено в отделе оториноларингологии клиник СамГМУ в октябре 2019 г. В нем приняли участие 91 пациент в возрасте от 17 до 73 лет (средний возраст $48 \pm 14,6$ года). Все участники исследования разделены на две возрастные группы: I группа — 17–59 лет, II группа — старше 60 лет. Пациентам предложено пройти оценку слуха двумя способами: на клиническом аудиометре Interacoustics AC-40 и разработанном нами веб-приложении «Автоматизированная система первичной оценки слуха» (патент № 2019664671). **Результаты.** Максимальная разница в показателях средних порогов слуха между тональной пороговой аудиометрией и веб-приложением в I группе составила 3,3 дБ на частоте 2 кГц справа и 3,2 дБ на частотах 2 и 4 кГц — слева, во II группе — 4,7 и 3,5 дБ на частотах 1 и 2 кГц справа, и 7,2 дБ на частоте 4 кГц — слева. Представленные данные оценены с помощью коэффициента Калпа Козна и подтверждают высокий уровень соответствия между результатами, полученными с помощью клинического аудиометра и разработанного веб-приложения. **Заключение.** На основании полученных результатов сделан вывод о возможности использования веб-приложения для первичной экспресс-оценки слуха в общей врачебной практике в условиях трудной доступности аудиологической помощи.

Ключевые слова: аудиометрия, первичная оценка слуха, телемедицина.

Vladimirova TYu, Aizenshtadt LV, Davydkin-Gogel MM. A new approach to the initial assessment of hearing. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2020; 16 (3): 714–717.

Purpose: To substantiate the possibility of using frequency hearing research in the web application “Automated system of primary hearing assessment”. **Material and Methods:** The study was conducted in the Department of Otorhinolaryngology of Clinics of Samara State Medical University in October 2019. It involved 91 patients aged 17 to 73 years (mean age 48 ± 14.6 years). All participants in the study were divided into two age groups: group I — 17–59 years old, group II — over 60 years old. Patients were asked to pass a hearing assessment in two ways: on the Interacoustics AC-40 clinical audiometer and the web application “Automated system for primary hearing assessment” developed by us (patent no. 2019664671). **Results:** The maximum difference in average hearing thresholds between tonal threshold audiometry and the web application in group I was 3.3 dB at 2 kHz on the right and 3.2 dB at 2 and 4 kHz on the left, in group II—4.7 and 3.5 dB at 1 and 2 kHz on the right, and 7.2 dB at 4 kHz on the left. The presented data were evaluated using the Cohen Kappa coefficient and confirm a high level of correspondence between the results obtained using the clinical audiometer and the developed web application. **Conclusion:** Based on the results obtained, a conclusion is made about the possibility of using a web application for primary rapid diagnostics of hearing in General medical practice in conditions of difficult accessibility of audiological care.

Keywords: audiometry, initial assessment of hearing, web-application.

Введение. Проблема потери слуха является одной из важнейших в современном мировом здравоохранении, затрагивающей более 5% населения мира

(ВОЗ), среди них 432 миллиона взрослых и 34 миллиона детей, страдающих инвалидизирующей потерей слуха [1]. В последние годы изменение демографической ситуации несколько сместило акцент в сторону лиц трудоспособного возраста и старших возрастных групп. Стратегией ВОЗ определена слож-

Ответственный автор — Владимирова Татьяна Юльевна
Тел.: +7 (927) 0042033
E-mail: lav2203@yandex.ru

нейшая задача своевременного выявления и профилактики тугоухости.

Возможным решением охвата большей численности населения для оценки состояния слуха является использование скрининговых анкет-опросников, чувствительность которых помогает врачам-специалистам выявить нарушения слуха, основанные на самооценке пациента [2, 3]. Между тем данные анамнеза, возраст, а также когнитивный и психоэмоциональный статусы обследуемого могут повлиять на качество оценки слуха. Применение специализированных методик часто ограничено доступностью сурдологической помощи населению и отсутствием диагностического оснащения. Потребность в промежуточной оценке уточняющего характера и выраженности нарушений слуха может компенсироваться путем использования современных мобильных технологий [4]. Приложения, специально разработанные для смартфонов, позволяют провести экспресс-оценку слуха и правильно составить маршрутизацию пациента, сократив при этом время обследования и материальные затраты [5]. Однако большая часть приложений ориентирована на операционные системы iOS или Android, что, в свою очередь, ограничивает их универсальность. Кроме того, нет приложений, совмещающих проверку слуха с оценкой факторов риска по тугоухости и возможностью прикрепления снимков отоскопии.

Нами разработано и запатентовано веб-приложение «Автоматизированная система первичной оценки слуха», включающее в себя три модуля: опросник факторов риска, частотное исследование слуха, прикрепление снимков отоскопии; также возможна отправка полученных данных врачу-специалисту с дальнейшей расшифровкой результатов. Веб-приложение доступно для использования на любом устройстве, имеющем выход в интернет, и требует предварительной калибровки (возможно биологическим методом путем определения референтного уровня звука относительно порога слышимости нормально слышащих людей).

Цель — обоснование возможности использования частотного исследования слуха в веб-приложении «Автоматизированная система первичной оценки слуха».

Материал и методы. В октябре 2019 г. на базе клиник СамГМУ нами проведено одномоментное поперечное исследование, в котором приняли участие 91 пациент в возрасте от 17 до 73 лет (средний возраст составил $48 \pm 14,6$ года). Среди них 38 мужчин — 41,7% и 53 женщины — 58,3%. Всем участникам наряду со стандартной тональной пороговой аудиометрией предложено пройти дополнительную оценку слуха при помощи разработанного нами веб-приложения «Автоматизированная система первичной оценки слуха».

Исследование проводилось в соответствии с принципами Хельсинкской декларации Всемирной ассоциации (2000), Правилами клинической практики в Российской Федерации, утвержденными приказом Минздрава России № 266 (2003), и было одобрено Комитетом по биоэтике при Самарском ГМУ (протокол №196 от 31.10.2018 г.). Перед началом исследования от всех пациентов было получено письменное добровольное информированное согласие на обследование и обработку персональных данных.

Критерии включения пациентов в исследование: возраст старше 18 лет, подписанное добровольное согласие на прохождение исследования и обработку

персональных данных. Критерии исключения пациентов из исследования: воспалительные заболевания ЛОР-органов, obturированный наружный слуховой проход, тяжелые психические и когнитивные расстройства.

Для объективизации данных пациенты были разделены на две возрастные группы: I группа — 17–59 лет (55 человек, средний возраст $35 \pm 5,8$ года, среди них 23 мужчины и 32 женщины), II группа — старше 60 лет (36 человек, средний возраст $68 \pm 2,4$ года, среди них 15 мужчин и 21 женщина).

Тональная пороговая аудиометрия проводилась в тихой комнате на клиническом аудиометре Interacoustics AC-40 (Дания) в накладных наушниках Sennheiser Urbanite XL i на частотах 125, 250, 500 Гц; 1, 2, 4 и 8 кГц.

Далее оценка слуха проводилась при помощи разработанного нами веб-приложения. Для этого использовалось мобильное устройство Samsung SM-J320F (версия Android 5.1.1). После заполнения общих сведений и выполнения тест-опросника в веб-приложении, пациент переходил к оценке слуха. Исследование проводилось в идентичных условиях, в накладных наушниках Sennheiser Urbanite XL i на тех же частотах, что и тональная пороговая аудиометрия. Участники исследования меняли интенсивность звука с помощью знаков «плюс» и «минус», фиксируя самый слабый звук с помощью кнопки «нет звука». Программа автоматически фиксировала результаты с последующим графическим изображением, соответствующим бланку аудиометрии.

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

Результаты. Оценены средние показатели порогов слуха (в дБ) для левого и правого ушей, полученные с помощью тональной пороговой аудиометрии и веб-приложения для 182 ушей 91 участника в каждой возрастной группе.

Пороги слуха, полученные при проведении тональной пороговой аудиометрии на частотах от 0,125 до 8 кГц, в I возрастной группе справа варьировали от $10,5 \pm 1,2$ дБ до $9 \pm 1,3$ дБ, слева от $10,3 \pm 0,9$ дБ до $9,3 \pm 1,0$ дБ. При исследовании слуха через веб-приложение пороги слуха оказались незначительно ниже, чем на аудиометре, и варьировали справа от $9,6 \pm 1,2$ дБ до $7,5 \pm 1,5$ дБ, слева — от $8,9 \pm 0,8$ дБ до $7 \pm 0,9$ дБ (табл. 1). Пациенты моложе 60 лет лучше воспринимали высокие частоты во всех рассматриваемых случаях. Максимальная разница в показателях средних порогов слуха между тональной пороговой аудиометрией и веб-приложением составила

Таблица 1

Средние пороги слуха по данным тональной пороговой аудиометрии и веб-приложения в группе пациентов моложе 60 лет (I группа), $M \pm \sigma$

Частоты (воздушное проведение, кГц)	Правое ухо		Левое ухо	
	тональная пороговая аудиометрия	веб-приложение	тональная пороговая аудиометрия	веб-приложение
0,125	10,5±1,2	9,6±1,2	10,3±0,9	8,9±0,8
0,25	10,7±1,2	9,3±1,2	10,5±0,9	8,6±0,9
0,5	11,9±1,2	9,7±1,0	11,6±0,9	9,3±0,9
1	10,5±1,2	8,4±1,2	8,9±0,8	5,9±0,8
2	11,5±1,3	8,2±1,0	9,2±1,0	6±0,9
4	10,8±1,3	8,9±1,0	10±1,0	6,8±0,9
8	9±1,3	7,5±1,3	9,3±1,0	7±0,9

Таблица 2

Средние пороги слуха по данным тональной пороговой аудиометрии и веб-приложения в группе пациентов старше 60 лет (II группа), $M \pm \sigma$

Частоты (воздушное проведение, кГц)	Правое ухо		Левое ухо	
	тональная пороговая аудиометрия	веб-приложение	тональная пороговая аудиометрия	веб-приложение
0,125	13,7±2,6	13,1±2,4	13,7±2,6	15,9±3,4
0,25	11,5±2,2	10,3±2,2	11,8±2,2	12,5±2,6
0,5	12,5±1,8	11,2±2,3	10,9±2,3	9±2,3
1	13,7±2,4	9±2	10,3±2,6	7,8±2
2	12,8±2,7	9,3±2,4	11,2±2,9	6,5±1,9
4	18,7±4,7	15±4,3	15±3,2	7,8±2
8	21,5±6,2	21,5±6,4	20,3±5,2	13,4±2,8

3,3 дБ на частоте 2 кГц справа и 3,2 дБ на частотах² и 4 кГц — слева.

У пациентов II группы средние пороги слуха по всем частотам были выше, чем у пациентов I группы, что связано как с возрастными изменениями слуха, так с большим числом сопутствующих заболеваний. Значения тональной пороговой аудиометрии варьировали справа от 13,7±2,6 до 21,5±6,2, слева — от 13,7±2,6 до 20,3±5,2. При исследовании слуха через веб-приложение средние пороги слуха имели минимальные отличия и варьировали справа от 13,1±2,4 дБ до 21,5±6,4 дБ, слева отличия были наиболее заметны на высоких частотах, средние пороги варьировали от 15,9±3,4 дБ до 13,4±2,8 дБ (табл. 2). Максимальная разница составила 4,7 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 мы оценили с помощью коэффициента Каппа Коэна. Низкая согласованность значений средних порогов слуха отмечалась у пациентов II группы на частотах 1 и 4 кГц справа ($\kappa=0,26$ и $\kappa=0,3$ соответственно) и на частоте 4 кГц — слева ($\kappa=0,13$), что может быть связано с высокочастотными потерями слуха в данной группе и более значительными колебаниями показателей. В остальных случаях согласованность между значениями тональной пороговой аудиометрии и тестированием слуха через веб-приложение у пациентов I и II групп была высокой и хорошей. Максимальные значения коэффициента Каппа Коэна

для исследуемых групп находились на частоте 0,125 кГц и составили для I группы — 0,75, для II группы — 0,9 (табл. 3).

Представленные данные подтверждают высокий уровень соответствия между результатами, полученными с помощью клинического аудиометра и разработанного нами веб-приложения.

Обсуждение. Использование мобильных устройств для мониторинга здоровья населения и повышения доступности медицинской помощи приобретает все большую актуальность. В настоящее время существуют различные варианты оценки слуха с помощью мобильных устройств, однако только некоторые из них прошли клинические испытания, и могут быть использованы в медицинской практике. Согласно литературным данным, результаты приложения для смартфонов Near Screen показали высокую чувствительность и специфичность результатов при сравнении с тональной пороговой аудиометрией [6] и доказали возможность использования данного приложения в условиях первичной медико-санитарной помощи. Аналогичное исследование точности частотного тестирования слуха, проводимого на мобильном устройстве, было выполнено с помощью бесплатного приложения Hearing Test [7]. Между результатами приложения и порогами слуха на клиническом аудиометре не было обнаружено существенной разницы, за исключением частоты 4 кГц, как и в нашем исследовании у пациентов старше 60 лет. В общей сложности 70,6% порогов слуха на исследуемых частотах имели разницу менее 5 дБ.

Таблица 3

Показатель коэффициента Каппа Коэна (к) в исследуемых группах

Частоты (воздушное проведение, кГц)	I группа		II группа	
	правое ухо	левое ухо	правое ухо	левое ухо
0,125	0,75	0,69	0,9	0,77
0,25	0,7	0,58	0,77	0,47
0,5	0,5	0,56	0,46	0,54
1	0,56	0,41	0,26	0,65
2	0,46	0,46	0,46	0,4
4	0,61	0,48	0,3	0,13
8	0,67	0,58	0,57	0,5

Следует отметить важность правильного использования веб-приложения (исследование должно проводиться в тихом помещении, исправных наушниках) для достижения максимально точного результата. В исследовании K. Khoza-Shangase, L. Kassner [8] различия между результатами, полученными с помощью приложения uHear и тональной пороговой аудиометрии, имели существенные значения на всех частотах, что, скорее всего, было связано с нарушением требований к мобильной диагностике слуха.

Сурдологическая помощь в России находится на достаточно высоком уровне, вместе с тем количество пациентов, нуждающихся в диагностике слуха, стремительно растет и превышает число специалистов, в результате чего большой процент лиц оказывается не охвачен. Проверка слуха в территориально отдаленных районах значительно затруднена, и часто возможно только путем проверки шепотной и разговорной речи, что не является достоверным и показательным способом оценки слуха [9]. Имеющиеся в России мобильные версии оценки слуха заимствованы у зарубежных коллег или имеют маркетинговую направленность. Созданное нами веб-приложение «Автоматизированная система первичной оценки слуха» основывается на действующих в России клинических рекомендациях, может быть использовано пациентом самостоятельно или под контролем медицинского персонала, без необходимости прохождения специального обучения.

Безусловно, ни одно приложение не может полностью заменить специальную медицинскую аппаратуру для аудиометрии. Однако в случаях, когда у врача нет доступа к клиническому аудиометру или необходимо в короткие сроки провести оценку остроты слуха, разработанное нами веб-приложение является достаточно достоверным (на основании статистически подтвержденных данных) для первичной диагностики слуха у пациентов. Более того, дополнительные возможности созданного нами веб-приложения, такие как кроссплатформенное применение, наличие опросного листа, возможность прикрепления снимков отоскопии, отправка и оценка данных специалистом, позволяют более полно собрать анамнез пациента и составить алгоритм его маршрутизации.

Заключение. Основная гипотеза, заключающаяся в соответствии данных между двумя измерениями слуха, выполненными в одно и то же время разными способами — на клиническом аудиометре и при помощи разработанного нами веб-приложения, подтвердилась.

С учетом проанализированных статистических данных можно сделать вывод о том, что кроссплатформенное веб-приложение «Автоматизированная система первичной оценки слуха» применимо для первичной экспресс-диагностики слуха у взрослого населения в общеклинической практике и в условиях трудной доступности аудиологической помощи.

Конфликт интересов не заявляется.

References (Литература)

1. World Health Organization. Deafness and hearing loss (online) 2019. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss> (15 Nov 2019).
2. Tomioka K, Ikeda H, Hanaie K, et al. The Hearing Handicap Inventory for Elderly-Screening (HHIE-S) versus a single question: reliability, validity, and relations with quality of life measures in the elderly community. *Qual Life Res* 2013; 22 (05): 1151–9.
3. Bokari S, Prepageran N, Raman R. Visual analog scale in hearing loss. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg* 2010; 62 (1): 40–3.
4. Abu-Ghanem S, Handzel O, Ness L, et al. Smartphone-based audiometric test for screening hearing loss in the elderly. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2016; 273 (2): 333–9.
5. 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.
6. Louw C, Swanepoel DW, Eikelboom RH, Myburgh HC. Smartphone-based hearing screening at primary health care clinics. *Ear Hear* 2017; 38 (2): e93-e100.
7. Tonder J, Swanepoel W, Mahomed-Asmail F, et al. Automated smartphone threshold audiometry: validity and time efficiency. *J Am Acad Audiol* 2017; 28 (3): 200–8.
8. Khoza-Shangase K, Kassner L. Automated screening audiometry in the digital age: exploring uHear™ and its use in a resource-stricken developing country. *Int J Technol Assess Health Care* 2013; 29 (1): 42–7.
9. Bogardus ST Jr, Yueh B, Shekelle PG. Screening and management of adult hearing loss in primary care: Clinical applications. *JAMA* 2003; 289 (15): 1986–90.