

БОЛЕЗНИ УХА, ГОРЛА, НОСА (14.01.03)

УДК 616.28-008.1-071-072.7

<https://doi.org/10.17816/2072-2354.2019.19.3.49-53>**ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ МОБИЛЬНОГО СКРИНИНГА СЛУХА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)****Т.Ю. Владимирова, А.В. Куренков, Л.В. Айзенштадт**

ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, Самара

Для цитирования: Владимирова Т.Ю., Куренков А.В., Айзенштадт Л.В. Обзор современных решений в области мобильного скрининга слуха (обзор литературы) // Аспирантский вестник Поволжья. – 2019. – № 5–6. – С. 49–53. <https://doi.org/10.17816/2072-2354.2019.19.3.49-53>

Поступила: 27.05.2019

Одобрена: 24.06.2019

Принята: 09.09.2019

▪ Снижение слуха является одной из наиболее распространенных проблем современной практической медицины и затрагивает все слои населения. В связи с этим раннее выявление нарушения слуховой функции должно быть одной из главных целей оториноларингологов, оториноларингологов-сурдологов, врачей амбулаторно-поликлинического звена. В последние годы особое внимание уделяется профилактической медицине, телемедицине, медицинской помощи в отдаленных районах. Создание доступной среды для обследования слуха и связи со специалистами может быть реализовано благодаря техническим возможностям нашего времени. Проведен обзор 75 статей, представленных в международных базах данных (PubMed, ScienceDirect, WebofScience, Scopus) и связанных с разработкой и внедрением мобильной аудиометрии. Наиболее интересные аспекты по данной теме представлены в статье.

▪ **Ключевые слова:** скрининг; аудиометрия; мобильное приложение; снижение слуха.

REVIEW OF MODERN ACTIONS IN THE FIELD OF MOBILE HEARING SCREENING (LITERATURE REVIEW)**T.Yu. Vladimirova, A.V. Kurenkov, L.V. Aizenshtadt**

Samara State Medical University, Samara, Russia

For citation: Vladimirova T.Yu., Kurenkov AV, Aizenshtadt LV. Review of modern actions in the field of mobile hearing screening (Literature review). *Aspirantskiy Vestnik Povolzhiya*. 2019;(5-6):49-53. <https://doi.org/10.17816/2072-2354.2019.19.3.49-53>

Received: 27.05.2019

Revised: 24.06.2019

Accepted: 09.09.2019

▪ Hearing loss is one of the most common problems affecting all segments of the population. In this regard, early detection of hearing impairment should be one of the main goals of otorhinolaryngologists, audiologists, outpatient physicians. In recent years specialists has paid much attention to the preventive medicine, telemedicine and medical care in the remote areas. Nowadays accessible environment for hearing examination and communication with specialists can be developed due to the technical capabilities. 75 articles related to the development and implementation of mobile audiometry have been collected from the international databases (PubMed, Science Direct, Web of Science, Scopus) and reviewed. The most interesting issues of this topic are presented in the article.

▪ **Keywords:** screening; audiometry; mobile app; hearing loss.

Введение

Снижение слуха является одной из самых распространенных проблем современной практической медицины и затрагивает все слои населения. По оценкам Всемирной организации здравоохранения, в 2012 г. в мире

насчитывалось 360 млн человек с инвалидизирующей потерей слуха (5,3 % населения мира), из них 328 млн (91 %) были взрослыми и 32 млн (9 %) — детьми [12].

Одной из причин, приводящих к инвалидности по слуху, является несвоевременное

обращение к врачу при появлении первых жалоб на снижение слуха. Неосознание важности данной проблемы может стать причиной развития психоэмоциональных и когнитивных расстройств, нарушения речевой коммуникации и, в целом, снижения качества жизни [1, 4]. В некоторых случаях пациент не всегда обращает внимание на возникшие проблемы со слухом, так как снижение слуха начинается с высоких частот и лишь позже затрагивает речевой диапазон.

На сегодняшний день на законодательном уровне регламентирован скрининг слуха детского населения, в то время как золотым стандартом оценки нарушений слуха у взрослых является тональная пороговая аудиометрия [2]. Однако ее выполнение требует доступа к дорогостоящему аудиологическому оборудованию и квалифицированному персоналу, что ограничивает доступность данного исследования [9].

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 [10].

Создание доступной среды для обследования и связи со специалистами может быть реализовано благодаря техническим возможностям нашего времени. На сегодняшний день уже имеются сайты и мобильные приложения, позволяющие проверить слух самостоятельно [11]. Однако, несмотря на их разнообразие, лишь некоторые приложения были исследованы и могут применяться в клинической практике [13, 14].

В России такого рода скрининг не контролируется здравоохранением, его достоверность неизвестна и не имеет обратной связи со специалистом, то есть носит скорее игровой характер, нежели способствует решению проблем со слухом.

Цель исследования — оценить значимость и качество существующих скрининговых методов диагностики слуха, включая мобильные приложения.

Материалы и методы

Данное обзорное исследование проводилось с марта по сентябрь 2019 г. Проанализировано 75 статей, найденных по запросам “hearing screening”, “mobile hearing testing”, “mobile-based audiometry” в PubMed, Science Direct, Web of Science и Scopus за последние 5 лет. Из них отобрано 37 статей, включающих обзор

мобильных приложений для диагностики слуха.

Из исследования были исключены статьи, где использовалась тональная пороговая и речевая аудиометрии в условиях стационаров и поликлиник, объективные методы исследования слуха, а также статьи, посвященные дистанционной аудиометрии в присутствии аудиолога.

Таким образом, под критерий нашего обзора попало 15 статей.

Результаты и их обсуждение

Обзор литературных данных показал возможности, способы применения, достоинства и недостатки применения аудиологического скрининга при помощи мобильных устройств. Наиболее интересные аспекты рассмотрены ниже.

В исследовании, опубликованном М. Malski et al. [8], было проведено сравнение измерений порогов слуха, выполненных при помощи мобильного приложения на базе Android и клинического аудиометра. Среди большого разнообразия мобильных версий исследования слуха было выбрано бесплатное приложение Hearing Test, доступное в Google Play. В отличие от мобильной операционной системы iOS, устройства на базе Android выпускаются многими производителями, что расширяет круг пользователей. Однако данный аспект имеет и недостатки, так как становится невозможным проведение унифицированной калибровки наушников для реализации скрининга слуха с персонального устройства. Решением данной проблемы явилось проведение калибровки мобильных устройств с помощью биологического метода, включающего определение референтного уровня звука относительно порога слышимости у людей с нормальным слухом, с последующим выведением коэффициента погрешности для исследованных моделей устройств. Тональная пороговая аудиометрия проводилась специалистом на клиническом аудиометре Interacoustic AD229e с использованием наушников TDH-39 (Interacoustics, Дания, AudiometerAllé, 5500 Middelfart), предварительно откалиброванных. Измерения для обоих методов проводились в звуковой кабине на частотах 250, 500 Гц, 1, 2, 4, 6 и 8 кГц. Всего в исследовании приняли участие 70 человек (34 мужчины и 36 женщин) в возрасте от 18 лет до 71 года (средний возраст 36 лет). Среди участников были пациенты как с нормальным слухом, так и со сниженным. Данные аудиометрического исследова-

ния сравнивались с порогами, полученными на мобильных устройствах отдельно для обеих групп. На уровне статистической значимости расхождений между группами обнаружено не было. Наибольшие статистически незначимые различия отмечены для частот 6 и 8 кГц на уровне 4,0 и 7,0 дБ соответственно, тогда как наименьшие выявлены для частот 500 Гц и 1 кГц. Средняя разница между порогами слуха 2,6 дБ, что подтверждает надежность метода. Таким образом, автор делает вывод, что метод самотестирования слуха, выполняемый на мобильных устройствах, откалиброванных с учетом коэффициентов, соответствует результатам тональной пороговой аудиометрии. Это делает возможным его применение в мониторинге слуха, скрининговых тестах или эпидемиологических исследованиях большого числа населения вне медицинских учреждений.

Аналогичное исследование было проведено на Тайване [5], однако для этой цели было разработано мобильное приложение EarScale на базе iOS. Чтобы избежать возможной вариабельности и погрешностей, получаемых при биологической калибровке, для устройств Apple с комплектными наушниками создана единая система калибровки. Проверку слуха проводили среди школьников 5 и 6 классов в возрасте от 11 до 12 лет, в общей сложности было обследовано 85 детей (38 мальчиков и 47 девочек). Процедура проверки слуха проходила в тихой комнате. Приложение EarScale было очень точным на тестируемых частотах (500, 1000, 2000 и 4000 Гц), специфичность и чувствительность метода в сравнении со стандартной аудиометрией составила 100 %. EarScale может быть использовано для скрининга детей школьного возраста и лиц с высоким риском развития потери слуха с целью раннего выявления тугоухости.

Проведение массового скрининга при помощи мобильной версии программы проверки слуха описано в статье канадских авторов [7]. В программу скрининга слуха вошли 218 детей в возрасте от 4 до 11 лет, проживающие в сельских и отдаленных районах Канады, где недоступно аудиологическое обследование. Для тестирования слуха использовалась мобильная версия аудиометра на портативном планшете. Исследование проводилось на частотах 500, 1000, 2000 и 4000 Гц. Средняя продолжительность теста составила 5 мин 30 с. Эффективность и необходимость данного скрининга была подтверждена на практике. В ходе обследования у 14,8 % детей диагностировано снижение слуха, и назначе-

на консультация сурдолога. Преимуществами мобильной версии аудиометрии являются экономия средств и повышение доступности обследования, что может привести к экономически эффективной и быстрой диагностике нарушений слуха, особенно в отдаленных районах.

Внедрение мобильного скрининга слуха является оптимальным решением и для пациентов, нуждающихся в регулярном контроле за слухом. В статье S. Kohlert et al. [6] идет речь о пациентах с аутоиммунным заболеванием внутреннего уха (AIED). Для контроля за изменением слуха при данном заболевании необходимо частое проведение аудиометрии, что технически и финансово труднодоступно. Появление мобильного планшетного аудиометра Shoebox Audiometer-Clearwater Clinical Limited (Ottawa, Canada) дает возможность получать достоверные результаты исследования порогов слуха в домашних условиях. Планшетный аудиометр представляет собой калиброванное приложение для iPad, которое сопряжено со стандартными аудиометрическими датчиками, и позволяет пациентам выполнять собственную аудиограмму. В течение 9 мес. пациенткой с AIED было выполнено 64 сеанса аудиометрии с использованием планшетного аудиометра, а также 9 стандартных клинических исследований слуха. Возможность проведения частого аудиометрического контроля может быть использована для оценки динамики прогрессирования тугоухости у пациентов с AIED, выявления основных колебаний слуха на ранних стадиях заболевания, а также мониторинга эффективности терапии кортикостероидами.

Получение регулярных аудиометрических данных позволяет прекратить терапию кортикостероидами, как только она становится неэффективной, уменьшая риск нежелательных явлений, связанных с данным лекарственным препаратом. Кроме того, возможность проведения аудиометрии в домашних условиях помогает подобрать слуховой аппарат при флюктуирующих потерях слуха. Применение мобильной аудиометрии в домашних условиях в динамике на сегодняшний день необходимо при возрастных снижениях слуха, острой сенсоневральной тугоухости, кохлеовестибулярных расстройствах.

В связи с большим количеством имеющихся мобильных приложений, используемых для скрининга слуха, в США проведен опрос жителей о востребованности данного метода исследования слуха, его недостатках и возможных путях популяризации [3]. Опрос касался следующих разделов: знание, доверие, доступ-

ность, повышение качества жизни, межличностное общение.

Всего в опросе приняло участие 50 человек, ранее проходивших мобильный скрининг слуха. Участники обозначили несколько факторов, которые помогли бы повысить их доверие к данной технологии: знание того, кто спонсирует систему скрининга слуха; информирование об уровне точности проведенного скрининга; знание того, куда направляются результаты скрининга или другая информация после использования программы; обеспечение дальнейшей расшифровки результатов скрининга врачом.

По мнению участников, для соблюдения данных факторов скрининг должен проводиться на базе клинических учреждений. Кроме того, участники опроса рекомендовали включить в программу скрининга раздаточный материал с иллюстрациями, который мог бы привлечь внимание пациентов к возможности прохождения скрининга, повысив уровень их мотивации.

Выводы

Таким образом, выполненный нами обзор показал актуальность использования скрининговых методов в первичной оценке слуховой функции. Развитие интернет-технологий, телемедицины и IT направлений определяет приоритетность мобильных решений для скрининга слуха. На сегодняшний день использование мобильных приложений является доступным, экономически обоснованным, перспективным направлением, обеспечивающим качественную и доступную медицинскую помощь широким слоям населения, с последующей дифференцировкой потоков пациентов на различные виды реабилитации. Несмотря на небольшое количество работ в области мобильного скрининга слуха, преимущественно за рубежом, будущее за надежными, доступными программными решениями с клинически проработанной базой, позволяющими реализовать стратегию персонализированной оценки слуха.

Литература

1. Арефьева Н.А., Цыглин А.А., Савельева Е.Е., Шарипов Р.А. Методы исследования слухового анализатора. Методические рекомендации для врачей оториноларингологов, сурдологов, неврологов. – Уфа: Феникс, 2012. – 37 с. [Aref'yeva NA, Tsyglin AA, Savel'yeva EE, Sharipov RA. Metody issledovaniya slukhovogo analizatora. Metodicheskiye rekomendatsii dlya vrachey otorinolaringologov, surdologov, nevrologov. Ufa: Feniks; 2012. 37 p. (In Russ.)]
2. Таваркиладзе Г.А. Руководство по клинической аудиологии. – М.: Медицина, 2013. – 676 с. [Tavartkiladze GA. Rukovodstvo po klinicheskoy audiologii. Moscow: Meditsina; 2013. 676 p. (In Russ.)]
3. Carlson KF, Sell S, Vachhani J, et al. Enhancing screening systems to facilitate hearing-healthcare access: a qualitative study. *J Am Acad Audiol.* 2019;30(4):250-263. <https://doi.org/10.3766/jaaa.15087>.
4. Chou R, Dana T, Bougatsos C, et al. Screening adults aged 50 years or older for hearing loss: a review of the evidence for the U.S. preventive services task force. *Ann Intern Med.* 2011;154(5):347-355. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-154-5-201103010-00009>.
5. Chu YC, Cheng YF, Lai YH, et al. A mobile phone-based approach for hearing screening of school-age children: cross-sectional validation study. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2019;7(4):e12033. <https://doi.org/10.2196/12033>.
6. Kohlert S, Bromwich M. Mobile tablet audiometry in fluctuating autoimmune ear disease. *J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2017;46(1):18. <https://doi.org/10.1186/s40463-017-0195-1>.
7. Liao WH, Lien CF, Young ST. The hearing scale test for hearing screening of school-age children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2010;74(7):760-764. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2010.03.033>.
8. Masalski M, Grysiński T, Kręcicki T. Hearing tests based on biologically calibrated mobile devices: comparison with pure-tone audiometry. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2018;6(1):e10. <https://doi.org/10.2196/mhealth.7800>.
9. Mahomed F, Swanepoel de W, Eikelboom RH, Soer M. Validity of automated threshold audiometry: a systematic review and meta-analysis. *Ear Hear.* 2013;34(6):745-752. <https://doi.org/10.1097/01.aud.0000436255.53747.a4>.
10. Paglialonga A, Tognola G, Pincirolfi F. Apps for hearing science and care. *Am J Audiol.* 2015;24(3):293-298. https://doi.org/10.1044/2015_AJA-14-0093.
11. 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):61-66. <https://doi.org/10.5152/iao.2016.1421>.
12. Szudek J, Ostevek A, Dziegielewski P, et al. Can uhear me now? Validation of an ipod-based hearing loss screening test. *J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2012;41 Suppl 1:S78-84.
13. Watson CS, Kidd GR, Miller JD, et al. Telephone screening tests for functionally impaired hearing: current use in seven countries and development of a US version. *J Am Acad Audiol.* 2012;23(10):757-767. <https://doi.org/10.3766/jaaa.23.10.2>.
14. Xing Y, Fu Z, Wu X, Chen J. Evaluation of apple iOS-based automated audiometry. Proceedings of the 22nd International Congress on Acoustics; 2016 Sept 5-9. Psychological and physiological acoustics (others): paper ICA2016-114. Buenos Aires; 2016.

■ Информация об авторах

Татьяна Юльевна Владимирова — кандидат медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой и клиникой оториноларингологии им. академика И.Б. Солдатова, ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, Самара. E-mail: vladimirovalor@yandex.ru.

Александр Валерьевич Куренков — ассистент кафедры оториноларингологии им. академика И.Б. Солдатова, ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, Самара. E-mail: alexvalkurenkov@gmail.com.

Любовь Витальевна Айзеништадт — очный аспирант кафедры оториноларингологии им. академика И.Б. Солдатова, ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России, Самара. E-mail: lav2203@yandex.ru.

■ Information about the authors

Tatyana Yu. Vladimirova — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Otolaryngology Department and Clinic named after academician I.B. Soldatov, Samara State Medical University, Samara, Russia. E-mail: vladimirovalor@yandex.ru.

Alexandr V. Kurenkov — Assistant of the Otorhinolaryngology Department named after academician I.B. Soldatov, Samara State Medical University, Samara, Russia. E-mail: alexvalkurenkov@gmail.com.

Lubov' V. Aizenshtadt — Postgraduate student of the Otorhinolaryngology Department named after academician I.B. Soldatov, Samara State Medical University, Samara, Russia. E-mail: lav2203@yandex.ru.