

УДК 616.28-008.14-036.868-053.8:004.946  
DOI: 10.35693/2500-1388-2019-4-4-8-11

## Методика виртуальной реальности в реабилитации хронической сенсоневральной тугоухости у взрослых

Т.Ю. Владимирова, Л.В. Айзенштадт, А.В. Куренков, А.Б. Мартынова

### Аннотация

**Цель** – оценить влияние индивидуальных особенностей пациента с хронической сенсоневральной тугоухостью на восприятие методики виртуальной реальности.

**Материал и методы.** Проведено исследование восприятия виртуальной реальности у 77 человек с учетом их пола, возраста, слуховой функции, психологического и когнитивного статуса.

**Результаты.** Всеми пациентами применение методики виртуальной реальности оценивалось положительно. Уровень восприятия виртуальной реальности у взрослых определяется степенью слуховых нарушений. Выявлена отрицательная корреляция показателей когнитивного и психологического статуса обследованных с уровнем восприятия виртуальной реальности.

**Заключение.** Методика виртуальной реальности может дополнить существующие методы реабилитации слуха, особенно в группе лиц с социально значимыми нарушениями слуха.

**Ключевые слова:** реабилитация слуха, виртуальная реальность, когнитивный статус, психологический статус, степень тугоухости, возраст.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

### Для цитирования:

Владимирова Т.Ю., Айзенштадт Л.В., Куренков А.В., Мартынова А.Б. **Методика виртуальной реальности в реабилитации хронической сенсоневральной тугоухости у взрослых.** *Наука и инновации в медицине.* 2019;4(4):8-11.  
doi: 10.35693/2500-1388-2019-4-4-8-11

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

### 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

**Айзенштадт Л.В.** – аспирант кафедры оториноларингологии им. академика И.Б. Солдатова. ORCID: 0000-0002-9303-3818

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

**Мартынова А.Б.** – ординатор кафедры оториноларингологии им. академика И.Б. Солдатова. ORCID: 0000-0001-5851-5670

### Автор для переписки

**Владимирова Татьяна Юльевна**

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

E-mail: vladimirovalor@yandex.ru

Тел.: +7 (927) 004 20 33.

ХСНТ – хроническая сенсоневральная тугоухость;

ВР – виртуальная реальность; АД – артериальное давление;

ЧСС – частота сердечных сокращений.

**Рукопись получена:** 01.11.2019

**Рецензия получена:** 22.11.2019

**Решение о публикации принято:** 24.11.2019

## Virtual reality in rehabilitation of sensorineural hearing loss in adults

Tatyana Yu. Vladimirova, Lubov V. Aizenshtadt, Aleksandr V. Kurenkov, Anastasia B. Martynova

### Abstract

**Objectives** – to study the influence of the individual characteristics of a patient with chronic sensorineural hearing loss on the perception of VR technique.

**Material and methods.** The perception of VR was studied in 77 people in relation to their gender, age, auditory function, psychological and cognitive status.

**Results.** All the patients positively evaluated the use of the virtual reality method. The level of perception of VR in adults is determined by the degree of auditory impairment. A negative correlation was revealed between the indicators of cognitive and psychological status of the examined persons and the level of perception of VR.

**Conclusion.** The VR technique can improve the existing aural rehabilitation methods, especially in the group of people with socially significant hearing impairments.

**Keywords:** aural rehabilitation, virtual reality, cognitive status, psychological status, degree of hearing loss, age.

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

### Citation

Vladimirova TYu, Aizenshtadt LV, Kurenkov AV, Martynova AB. **Virtual reality in rehabilitation of sensorineural hearing loss in adults.** *Science & Innovations in Medicine.* 2019;4(4):8-11.  
doi: 10.35693/2500-1388-2019-4-4-8-11

Samara State Medical University (Samara, Russia)

### 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

**Lubov V. Aizenshtadt** – postgraduate student of the Otorhinolaryngology Department named after academician I.B. Soldatov. ORCID: 0000-0002-9303-3818

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

**Anastasia B. Martynova** – resident of the Otorhinolaryngology Department named after academician I.B. Soldatov. ORCID: 0000-0001-5851-5670

### Corresponding Author

**Tatyana Yu. Vladimirova**

Address: Samara State Medical University, 89  
Chapaevskaya st., Samara, Russia, 443099.

E-mail: vladimirovalor@yandex.ru

Phone: +7 (927) 004 20 33.

**Received:** 01.11.2019

**Revision Received:** 22.11.2019

**Accepted:** 24.11.2019

## ■ ВВЕДЕНИЕ

Нарушение слуховой функции, согласно данным Всемирной организации здравоохранения, остается важной социальной и медицинской проблемой в различных возрастных группах, составляя 4–7% среди населения с преобладанием у взрослых (17,6 на 1000), распространенность у детей составляет 1,2 на 1000 [1]. Наиболее часто нарушение слуха у взрослых обусловлено хронической сенсоневральной тугоухостью (ХСНТ) различной степени выраженности [2]. При социально значимой потере слуха (свыше 40 дБ) процент лиц, активно использующих слуховые аппараты или иные способы коррекции слуха, согласно данным литературы, явно недостаточен [3, 4]. Причинами этого могут быть как низкая информированность населения относительно последствий нарушения слуховой функции, так и выраженность мотивации пациента к использованию подобранного слухового аппарата [5]. Все это определяет важность развития современных подходов к проведению реабилитации слуха, включая этап диагностики и подбора средств электроакустической коррекции слуха и последующую тренировку слуха. Технологии виртуальной реальности (VR-технологии) все активнее внедряются в процесс медицинской и социальной реабилитации пациентов в различных областях медицины. Современные обзоры инновационных решений в реабилитации все чаще включают публикации по практическому применению VR [6, 7, 8], в то же время возможность их использования в сурдологической практике при хронической сенсоневральной тугоухости у взрослых требует исследования, особенно учитывая восприятие VR у пациентов с данной патологией.

## ■ ЦЕЛЬ

Оценить влияние индивидуальных особенностей пациента с хронической сенсоневральной тугоухостью на восприятие методики VR.

## ■ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на выборке из 77 пациентов, находящихся на стационарном лечении в ГБУЗ «Самарский областной клинический госпиталь для ветеранов войн» в октябре 2019 года. Для анализа в качестве факторов, влияющих на восприятие виртуальной реальности, были использованы пол, возраст пациентов, наличие у них хронической сенсоневральной тугоухости различной степени, состояние когнитивного, психологического и вегетативного статуса.

Условия проведения исследования соответствовали этическим стандартам, разработанным в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» (2000 г.) и Правилами клинической практики в РФ, утвержденными приказом Минздрава РФ №266 (2003 г.). От участников было получено добровольное письменное информированное согласие на обследование.

Для формирования обследуемой группы пациентам проводилась оценка жалоб, анамнеза, данных отокопической картины. Исследование слуха выполнялось сурдологом в соответствии с ISO 8253-1:2010 в

расширенном диапазоне частот (до 20 кГц) 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, 4000 Гц пациенты были разделены на две группы: первая группа с социально значимой потерей слуха – выше 40 дБ (хроническая сенсоневральная тугоухость II, III, IV степени) и вторая группа с социально не значимой потерей слуха (порог слуха 26–40 дБ) (хроническая сенсоневральная тугоухость I степени).

Психологический статус анализировался с использованием опросника GDS-15 (гериатрическая шкала депрессии) [9]. Суммарная оценка баллов (от 0 до 15) позволяла определять степень выраженности депрессии. Когнитивный статус пациентов изучали при помощи теста MMSE (Mini-mental state examination) [10]. В баллах оценивали показатели когнитивных функций, при этом более суммарный балл 28–30 свидетельствовал о высокой сохранности когнитивных функций, баллы ниже 27 свидетельствовали о возможных когнитивных нарушениях различной степени выраженности.

Объективные измерения восприятия VR включали исследование биомаркеров – физиологических (ЧСС, АД) и поведенческих реакций пациента на аудиовизуальную ситуацию (городская среда) [11]. Регистрацию физиологических реакций (ЧСС, АД) проводили при помощи медицинского пульсоксиметра «Armed» YX 301 и тонометра «Omron M2 Basic» с универсальной манжетой и адаптером. Поведенческие реакции пациента записывали на веб-камеру.

В качестве дополнительных инструментов для измерения восприятия VR использовали методику анкетирования (анкета IPQ) [12]. Переносимость VR оценивалась по среднему баллу (>2 баллов – хорошая переносимость, <2 баллов – неудовлетворительная переносимость).

Исследование слуха в пространстве с использованием технологий VR проводили при помощи «Программы для оценки речевых, пространственных и качественных характеристик слуха с применением виртуальной реальности» (патент №2019619948 от 26.07.2019 г.) [13]. Статистический анализ полученных результатов проводился с использованием программного пакета MedCalc и табличного редактора Microsoft Excel.

## ■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Среди обследованных преобладали лица женского пола – 44 человека (57,2%), мужчин было 33 человека (42,8%). Возраст обследованных пациентов варьировал от 37 до 97 лет (средний возраст составил 76,07±22,47 года). С учетом классификации ВОЗ пациенты были разделены на следующие возрастные группы: до 59 лет – средний возраст, 60–74 лет – пожилые, 75–89 лет – старческий возраст, > 90 лет – долгожители.

По данным объективной регистрации измерения восприятия VR по физиологическим биомаркерам и поведенческим реакциям пациента на аудиовизуальную ситуацию (городская среда), все 77 пациентов независимо от степени потери слуха адекватно реагировали на использование технологии VR, у 2 пациентов наблюдалось учащение пульса (до 85 ударов в минуту)

Возрастная группа, лет	Общее количество человек	Результат по анкете IPQ, средний балл	Количество мужчин	Количество женщин	IPQ, средний балл у мужчин	IPQ, средний балл у женщин
< 59	10	3,37	9	1	3,40	3,17
60–74	20	3,43	9	11	3,52	3,36
75–89	33	3,40	8	25	3,15	3,48
> 90	14	3,45	7	7	3,30	3,61

**Таблица 1.** Результаты восприятия ВР у взрослых с учетом возраста и пола пациентов  
**Table 1.** The characteristics of VR perception in adults depending on the age and gender

Возрастная группа, лет	Группа пациентов с социально значимым снижением слуха		Группа пациентов с социальное значимым снижением слуха	
	Общее количество человек	IPQ, средний балл	Общее количество человек	IPQ, средний балл
< 59	2	3,54	8	3,28
60–74	9	3,51	6	3,26
75–89	26	3,24	12	3,64
> 90	13	3,47	1	3,33

**Таблица 2.** Восприятие ВР у взрослых пациентов с учетом уровня слуха  
**Table 2.** VR perception in adult patients depending on the hearing level

Возрастная группа, лет	Группа пациентов с когнитивными нарушениями		Группа пациентов без когнитивных нарушений	
	Общее количество человек	IPQ, средний балл	Общее количество человек	IPQ, средний балл
< 59	2	3,04	8	3,46
60–74	11	3,65	9	3,17
75–89	15	3,42	18	3,39
> 90	9	3,59	5	3,20

**Таблица 3.** Восприятие ВР у взрослых пациентов с учетом показателя когнитивного статуса  
**Table 3.** VR perception in adult patients depending on the cognitive status indicator

Возрастная группа, лет	Группа пациентов с психологическими нарушениями		Группа пациентов без психологических нарушений	
	Общее количество человек	IPQ, средний балл	Общее количество человек	IPQ, средний балл
< 59	1	2,92	9	3,43
60–74	4	3,42	16	3,44
75–89	10	3,04	23	3,56
> 90	5	3,59	9	3,43

**Таблица 4.** Восприятие ВР и психологический статус  
**Table 4.** VR perception and psychological status

и повышение артериального давления (на 5 мм рт. ст.) в течение первых 5 минут использования очков виртуальной реальности. Анализ поведенческих реакций пациентов показал умеренную и хорошую адаптированность пациентов с хронической сенсоневральной тугоухостью к условиям эксперимента (исследование слуха при помощи разработанной нами программы с применением виртуальной реальности).

Данные по восприятию ВР в обозначенных возрастных группах отражены в **таблице 1**. Минимальный средний балл по анкете восприятия ВР (IPQ) составил 3,37 балла у лиц среднего возраста, максимальный балл в 3,45 был зарегистрирован в группе долгожителей. У мужчин средний балл по анкете восприятия ВР составлял 3,15 балла в минимальном значении, 3,52 балла — в максимальном значении. Женщины воспринимали методику ВР лучше (средний минимальный балл по анкете IPQ 3,17, максимальный — 3,61 балла).

Данные по восприятию ВР у обследованных при различной степени хронической сенсоневральной тугоухости отражены в **таблице 2**.

В первой группе из 50 человек (71,4% выборки) преобладали женщины — 29 человек (58%), мужчин было 21 человек (42%). Среди обследованных пациентов второй группы

из 27 человек (28,6% выборки) также преобладали женщины — 15 человек (55,5%), мужчин было 12 человек (45,5%). Больше всего пациентов в обеих группах было в возрасте 75–89 лет (26 человек и 12 человек соответственно). Меньше всего пациентов в первой группе было младше 59 лет, причем в данной возрастной группе были только мужчины — 2 человека (4%), во второй группе меньше всего пациентов было в группе долгожителей (старше 90 лет), причем в данной возрастной группе была только 1 женщина (3,3%). Средний балл по восприятию ВР и его колебания (3,24–3,54 балла) у пациентов с социально значимой потерей слуха был ниже (**таблица 2**).

Анализ восприятия ВР с учетом когнитивного статуса пациентов (**таблица 3**) выявил при практически равном количественном соотношении 37 пациентов (48,05%) с высокой сохранностью когнитивной функции и 40 человек (51,95%) с когнитивным дефицитом следующую закономерность. Несмотря на наличие когнитивных нарушений минимальный средний балл по восприятию ВР был достаточно высоким и составил 2,92 балла в группе пациентов среднего возраста (при условии хорошего восприятия >2,0 балла), но оказался ниже, чем у пациентов без когнитивных нарушений — 3,17 балла в группе лиц пожилого возраста. Интересно, что максимальный средний балл по восприятию ВР наблюдался в группе долгожителей и у пациентов с когнитивными нарушениями оказался выше (3,65 балла и 3,46 балла соответственно).

Проведенный анализ состояния психологического статуса у пациентов показал, что психологические нарушения наблюдались у 1/5 части всех обследованных — 20 человек (25,97%), у остальных — 57 человек (74,03%) психологических нарушений не наблюдалось. При этом умеренная степень депрессии была диагностирована у 10 пациентов, легкая и высокая степень депрессии определялась у одинакового количества оставшихся в группе — по 5 человек (25%). Результаты восприятия ВР у пациентов с учетом психологического статуса отражены в **таблице 4**. Минимальный средний балл по восприятию ВР был ниже у лиц с депрессией и составил 2,92 балла, в отличие от пациентов без психологических нарушений — 3,43 балла. Максимальный средний балл по восприятию ВР был выше в группе лиц с депрессией и составил 3,59 балла, в группе пациентов без психологических нарушений максимальный средний балл по восприятию ВР составил 3,56 балла.

## ■ ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенное нами исследование открыло возможность внедрения технологии ВР в комплекс инновационных реабилитационных мероприятий у лиц со слуховыми нарушениями. Это подтверждают данные нашего иссле-

дования: все пациенты оценивали методику применения ВР положительно. Согласно литературным источникам [14, 15], на восприятие ВР оказывают влияние индивидуальные особенности человека, возраст, пол. Так, женщины воспринимают ВР лучше, чем мужчины, что может быть связано с гормональными различиями [16].

Снижение слуха как один из признаков сенсорной депривации приводит к отсутствию полноценного общения, социальной изоляции [17] и как следствие — к недостаточному усваиванию новых знаний и навыков. Наше исследование показало, что пациенты с социально значимой потерей слуха (>40 дБ, II–IV степень) воспринимали ВР хуже в отличие от группы пациентов с начальными формами хронической сенсоневральной тугоухости (<40 дБ, 0–I степень).

Методика ВР применяется в лечении психологических расстройств, при социальной адаптации [18]. Мы выявили, что максимальный средний балл по восприятию ВР у лиц с когнитивными и психологическими нарушениями был выше аналогичных показателей у пациентов без подобных нарушений. Это подтверждает возможность использования ВР для повышения эффективности реабилитации слуха среди пациентов с ментальными нарушениями.

## ВЫВОДЫ

1. Проведенное исследование демонстрирует возможность использования новых решений в реабилитации слуха у пациентов с хронической сенсоневральной тугоухостью.

2. Методика ВР одинаково хорошо воспринимается во всех исследованных возрастных группах (средний балл по анкете IPQ составил  $3,42 \pm 0,6$ ), при этом у женщин восприятие ВР лучше.

3. Степень слуховых нарушений влияет на восприятие ВР, наиболее низкий средний балл с большими его колебаниями отмечен в группе с социально значимой потерей слуха.

4. Существует вероятность влияния когнитивного и психологического статуса пациента на эффективность восприятия ВР. У пациентов с когнитивным дефицитом и депрессией восприятие ВР по данным анкетирования было сходным с минимальным баллом 2,92, в то время как у лиц без подобных нарушений минимальный балл составлял 3,17 балла и 3,43 балла соответственно. Однако максимальный средний балл по восприятию ВР у лиц с когнитивными и психологическими нарушениями был выше аналогичных показателей у пациентов без подобных нарушений и составил 3,65 балла и 3,59 балла. Этот факт наводит нас на мысль по активному привлечению технологии ВР в реабилитацию слуха у взрослых пациентов (с акцентом на старшую возрастную группу) с имеющимися нарушениями в когнитивном и психологическом статусе с целью повышения эффективности проводимых мероприятий. ■

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

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Fact sheet on deafness and hearing loss. World Health Organization. Deafness and hearing loss (online) 2019. [Информационный бюллетень по: глухоте и потере слуха. Всемирная организация здравоохранения]. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>
2. Koroleva IV. Diagnostics and correction of disorders of hearing function. SPb.: CARO, 2005. (In Russ.). [Королева И.В. Диагностика и коррекция нарушений слуховой функции. СПб.: КАРО, 2005].
3. Roth TN, Hanebuth D, Probst R. Prevalence of age-related hearing loss in Europe: a review. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2011 Aug;268(8):1101–1107. doi: 10.1007/s00405-011-1597-8
4. Löhler J, Wälther LE, Hansen F, et al. The prevalence of hearing loss and use of hearing aids among adults in Germany: a systematic review. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2019 Apr;276(4):945–956. doi: 10.1007/s00405-019-05312-z
5. Laplante-Lévesque A, Hickson L, Worrall L. Factors influencing rehabilitation decisions of adults with acquired hearing impairment. *Int J Audiol*. 2010 Jul;49(7):497–507. doi: 10.3109/14992021003645902
6. Gallagher R, Damodaran H, Werner WG, et al. Auditory and visual cueing modulate cycling speed of older adults and persons with Parkinson's disease in a Virtual Cycling (V-Cycle) system. *J Neuroeng Rehabil*. 2016;1:77. doi: 10.1186/s12984-016-0184-r
7. Doniger GM, Beerl MS, Bahar-Fuchs A, et al. Virtual reality-based cognitive-motor training for middle-aged adults at high Alzheimer disease risk: a randomized controlled trial. *Alzheimers. Dement*. 2018;4:118–129. doi: 10.1016/j.trci.2018.02.005
8. Huang Q, Wu W, Chen X, et al. Evaluating the effect and mechanism of upper limb motor function recovery induced by immersive virtual-reality-based rehabilitation for subacute stroke subjects: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2019 Feb;20(1):104. doi: 10.1186/s13063-019-3177-y
9. Levin OS. Algorithms for diagnosis and treatment of dementia. М., Medpress-inform, 2011. (In Russ.). [Левин О.С. Алгоритмы диагностики и лечения деменции. М., Медпресс-информ, 2011].
10. Lecouvey G, Morand A, Gonneaud J, et al. An Impairment of Prospective Memory in Mild Alzheimer's Disease: A Ride in a Virtual Town. *Front Psychol*. 2019;10:241. doi: 10.3389/fpsyg.2019.00241
11. Van Baren J, Jsselstein W. Measuring Presence: A Guide to Current Measurement Approaches. Deliverable of the OmniPres Project IST-2001-39237. 2004. Available at: <https://ispr.info/about-presence-2/tools-to-measure-presence/omnipres-guide/>
12. Weech S, Kenny S, Barnett-Cowan M. Presence and Cybersickness in Virtual Reality Are Negatively Related: A Review. *Front Psychol*. 2019;10:158. doi: 10.3389/fpsyg.2019.00158
13. Vladimirova TYu, Kolsanov AV, Kurenkov AV, et al. Program for evaluating speech, spatial and qualitative characteristics of hearing using virtual reality. Patent RF, №2019619948, 2019. (In Russ.). [Владимирова Т.Ю., Колсанов А.В., Куренков А.В. и др. Программа для оценки речевых, пространственных и качественных характеристик слуха с применением виртуальной реальности. Патент России №2019619948, 2019].
14. Gamito P, Oliveira J, Morais D, et al. Training presence: the importance of virtual reality experience on the "sense of being there". *Annu Rev Cyberther Telemed*. 2010:128–133. PMID: 20543284
15. Kothgassner OD, Goreis A, Kafka JX, et al. Agency and Gender Influence Older Adults' Presence-Related Experiences in an Interactive. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*. Vol. 21, No. 5. doi: 10.1089/cyber.2017.0691
16. Biocca F, Harms C, Burgoon JK. Toward a more robust theory and measure of social presence: review and suggested criteria. *Presence Teleoper. Virtual Environ*. 2003. doi: 12 456–480. 10.1162/105474603322761270
17. Campbell J, Sharma A. Compensatory changes in cortical resource allocation in adults with hearing loss. *Front Syst Neurosci*. 2013;7:71. doi: 10.3389/fnsys.2013.00071 PMID: 24478637
18. Virtual reality technology in medicine. The popular science portal "Eternal Youth". (In Russ.). [Технологии виртуальной реальности в медицине. Научно-популярный портал «Вечная молодость»]. Available at: <http://www.vechnayamolodost.ru/articles/drugie-nauki-o-zhizni/tekhnologii-virtualnoy-realnosti-v-meditsine/>