

6. *Striem-Amit E, Guendelman M., Amedi A.* ‘Visual’ Acuity of the Congenitally Blind Using Visual-to-Auditory Sensory Substitution // PLoS ONE. 2012. Vol. 3 (7). P. e33136.

7. *Выготский Л. С.* Мышление и речь. Изд. 5-е, испр. М. : Лабиринт, 1999. 352 с.

А. А. Найзагааринова

А. С. Буторова

Д. Н. Гончарова

Д. А. Тарасов

А. П. Сергеев

*Уральский федеральный университет
им. первого Президента России Б. Н. Ельцина
Екатеринбург, Россия*

Восприятие глубины при визуально-аудиальном сенсорном замещении: некоторые результаты опубликованных экспериментальных работ

Рассмотрен один из способов компенсации нарушенного зрения — сенсорное замещение, технология неинвазивного протезирования. Оно позволяет компенсировать функцию навигации, необходимую для передвижения в пространстве. Навигация во многом зависит от восприятия глубины. Целью этой работы является обзор публикаций в области изучения восприятия глубины при использовании устройств сенсорного замещения. Исследовательский материал был набран из международных научных баз данных *Scopus*, *Web of Science*, *PubMed*. Обзор показал несогласованность опубликованных экспериментальных результатов, что делает дискуссионным тезис о влиянии раннего зрительного опыта на восприятие глубины при использовании визуально-аудиальных устройств сенсорного замещения.

Ключевые слова: сенсорное замещение, восприятие глубины, визуально-аудиальное сенсорное замещение, устройства сенсорного замещения, нейропластичность

Aigerim A. Naizagarinova

Anastasia S. Butorova

Daria N. Goncharova

Dmitry A. Tarasov

Aleksandr P. Sergeev

*Ural Federal University named
after the first President of Russia B. N. Yeltsin
Yekaterinburg, Russia*

Depth Perception With Visual-Auditory Sensory Substitution: Some Results of Published Experimental Works

One of the ways to compensate for impaired vision is sensory substitution, the technology of non-invasive prosthetics. Sensory substitution allows you to compensate for the navigation function necessary for movement in space. Navigation largely depends on the perception of depth. The purpose of this work is to review publications in the field of studying depth perception using sensory substitution devices. The research material was collected from international scientific databases: *Scopus*, *Web of Science*, *PubMed*. The review showed inconsistency of the published experimental results, which makes the thesis about the influence of early visual experience on depth perception when using visual-auditory sensory substitution devices controversial.

Keywords: sensory substitution, depth perception, visual-auditory sensory substitution, sensory substitution devices, neuroplasticity

Введение. Во всем мире по меньшей мере 2,2 млрд чел. живут с той или иной формой нарушения зрения или слепотой [1]. Такая дисфункция накладывает ограничения на их качество жизни. Поэтому разработка технологий восстановления зрения является одной из важнейших задач в здравоохранении. Для восстановления зрения в настоящий момент используют инвазивные и неинвазивные способы протезирования зрительной системы. Один из способов неинвазивного протезирования — сенсорное замещение. Важной задачей при протезировании зрения является самостоятельная навигация незрячих, которая может быть

чрезвычайно сложной из-за их неспособности распознавать препятствия, избегать их, а также воспринимать глубину. Восприятие глубины — это способность человека оценивать длину, ширину, высоту и расстояние до объекта.

По мнению некоторых авторов, глубина зрения основана на определенных зрительных сигналах, которые обычно усваиваются в течение первого года жизни [2; 3]. В настоящий момент устройства сенсорного замещения (УСЗ) могут предоставить людям с врожденной слепотой визуальный опыт. Таким образом возникает вопрос, могут ли люди с врожденной или приобретенной в раннем возрасте слепотой интерпретировать визуальные сигналы глубины, полученные от УСЗ. Целью этой работы является обзор нескольких публикаций, изучающих восприятия глубины у людей с ранней слепотой при визуально-аудиальном сенсорном замещении.

Материалы и методы. Исследовательский материал был набран из международных научных баз данных *Scopus*, *Web of Science*, *PubMed*. Для поиска использовался запрос: *Title-ABS-KEY ((sensory substitution) and (depth perception))*.

Результат поиска содержал 69 научных источников. Для дальнейшего отбора источников были сформулированы следующие критерии:

- наличие аспекта применения визуально-аудиальных УСЗ;
- испытуемые с врожденной или приобретенной в раннем возрасте слепотой;
- наличие сравнения группы испытуемых с врожденной или приобретенной в раннем возрасте слепотой с группой зрячих или группой с поздней слепотой.

Результаты. Среди 69 источников с помощью критериев отбора было выделено три экспериментальных статьи. Дизайн работ был направлен на исследование навигации с использованием УСЗ и восприятия глубины.

Авторы работы [4] наблюдали дефицит зрительного восприятия глубины у людей с ранней слепотой, подтвердив тезис том, что паттерны глубины изображения приобретаются через зрительный опыт. Участники с ранней слепотой не понимали сигналы глубины, воспринимая визуальную перспективу через УСЗ. Обучающие сес-

сии позволили ранним незрячим понять и интегрировать правила восприятия глубины. Однако в работе [5] различия в навигации между зрячими и незрячими людьми обнаружены не были. Результаты навигационной задачи одного из экспериментов [6] не показали значимой межгрупповой разницы (группы людей с ранней и поздней слепотой, зрячие) в уклонении от препятствий, но была выявлена значимая разница во времени между группой зрячих и людей с ранней и поздней слепотой. В среднем группа людей с ранней и поздней слепотой быстрее справлялась с экспериментальной задачей. Все работы показывают, что ранние незрячие справлялись с экспериментальными задачами и достигли уровня производительности, сопоставимого с уровнем зрячих субъектов.

Заключение. Отобранные для обзора работы продемонстрировали несогласованные результаты о влиянии раннего зрительного опыта на оценку расстояния испытуемыми с врожденной или приобретенной в раннем возрасте слепотой. Тем не менее, эти эксперименты показали, что незрячие люди могут использовать информацию, предоставляемую устройствами визуально-аудиального сенсорного замещения для навигации и восприятия глубины. Отмечено влияние дефицита зрительного восприятия в раннем возрасте на восприятие глубины [4], в то время как в исследовании [5] обнаружено отсутствие этого влияния. Таким образом, тезис о влиянии раннего зрительного опыта на восприятие глубины при использовании визуально-аудиальных устройств сенсорного замещения остается дискуссионным.

Библиографические ссылки

1. Слепота и нарушения зрения // Всемирная организация здравоохранения : [сайт]. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment> (дата обращения: 02.11.2021).

2. *Benson C., Yonas A.* Development of sensitivity to static pictorial depth information // *Perception & Psychophysics*. 1973. Vol. 13. P. 361–366.

3. *Granrud C.E., Yonas A., Pettersen L.A.* Comparison of monocular and binocular depth perception in 5- and 7- month-old infants // *J. of Experimental Child Psychology*. 1984. Vol. 38. P. 19–32.

4. Renier L., de Volder A. G. Vision substitution and depth perception: Early blind subjects experience visual perspective through their ears // Disability and Rehabilitation : Assistive Technology. 2010. Vol. 5 (3). P. 175–183.

5. Chebat D. R., Maidenbaum S., Amedi A. Navigation using sensory substitution in real and virtual mazes // PLoS One. 2015. Vol. 6 (10). P. e0126307.

6. Paré S., Bleau M., Djerourou I. et al. Spatial navigation with horizontally spatialized sounds in early and late blind individuals // PLoS One. 2021. Vol. 2 (16). P. e0247448.

М. А. Начарова

Д. В. Начаров

Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского

Симферополь, Россия

Севастопольский государственный университет

Севастополь, Россия

Анализ связанных с прослушиванием слов спектральных пертурбаций ЭЭГ у детей с нарушением рецептивной речи

Проведен анализ спектральных пертурбаций ЭЭГ, связанных с прослушиванием существительных слов, у 23 типично развивающихся детей и 23 детей с нарушением рецептивной речи в возрасте от 4 до 10 лет. Установлено, что прослушивание слов в группе детей с расстройством рецептивной речи сопровождается десинхронизацией тета-ритма во время и синхронизацией альфа-ритма после предъявления слова, тогда как в группе типично развивающихся детей — синхронизацией тета-ритма во время и десинхронизацией альфа-ритма после предъявления слова. Различия мощности тета-ритма достигают уровня статистической значимости в локусах Т3, С4, а мощности альфа-ритма — в локусах С3, Т6, Р3, О1.

Ключевые слова: ЭЭГ, речь, альфа-ритм, тета-ритм, нарушение рецептивной речи