

УДК 616.28-008.14-072.7+616.28-76

<https://doi.org/10.18692/1810-4800-2022-3-17-24>

Влияние контралатеральной помехи на разборчивость речи при слухопротезировании

М. Ю. Бобошко^{1,2}, И. П. Бердникова¹, Н. В. Мальцева¹

¹ Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, Санкт-Петербург, 197022, Россия

² Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова, Санкт-Петербург, 191015, Россия

Актуальной проблемой аудиологии является выяснение причин неудовлетворительных результатов слухопротезирования, прогнозирование и разработка путей повышения его эффективности. Цель исследования: оценить помехоустойчивость слуховой системы у лиц с нормальным слухом и с хронической сенсоневральной тугоухостью (ХСНТ) при контралатеральном предъявлении помехи, а также степень влияния контралатеральной помехи на разборчивость речи при слухопротезировании. Пациенты и методы: обследовано 24 пациента со 2–3-й степенью двусторонней симметричной ХСНТ в возрасте от 38 до 83 лет, протезированных современными цифровыми слуховыми аппаратами, и 10 лиц с нормальным слухом. По результатам комплексной оценки центральных отделов слуховой системы были сформированы две группы пациентов с тугоухостью: без признаков и с признаками центральных слуховых расстройств. Исследовались помехоустойчивость слуховой системы при контралатеральном предъявлении тональной помехи и степень ее влияния на разборчивость речи. Разборчивость речи оценивали посредством русского матричного фразового теста (RuMatrix) в свободном звуковом поле. При центральных слуховых расстройствах наблюдалось значительное снижение помехоустойчивости слуховой системы, ухудшающее разборчивость речи и приводящее к снижению эффективности бинаурального протезирования при восприятии речи в шуме; отмечена межполушарная асимметрия влияния контралатеральной помехи на разборчивость речи.

Ключевые слова: сенсоневральная тугоухость, слуховые аппараты, центральные слуховые расстройства, помехоустойчивость слуховой системы, разборчивость речи.

Для цитирования: Бобошко М. Ю., Бердникова И. П., Мальцева Н. В. Влияние контралатеральной помехи на разборчивость речи при слухопротезировании. *Российская оториноларингология*. 2022;21(3):17–24. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2022-3-17-24>

Effect of contralateral interference on speech intelligibility in hearing aid users

М. Yu. Boboshko^{1,2}, I. P. Berdnikova¹, N. V. Mal'tseva¹

¹ Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg, 197022, Russia

² Mechnikov Northwest State Medical University, Saint Petersburg, 191015, Russia

The actual problem of audiology is to find out the causes of poor results of hearing aid, to forecast and develop ways to improve their effectiveness. Objective. To evaluate the noise immunity of the auditory system in persons with normal hearing and in patients with chronic sensorineural hearing loss (SNHL) with contralateral presentation of interference and the degree of influence of contralateral interference on speech intelligibility during the use of hearing aid. Patients and methods. 24 patients with bilateral symmetrical chronic moderate/moderately severe sensorineural hearing loss aged 38 to 83 years, fitted with modern digital hearing aids, and 10 persons with normal hearing were examined. According to the results of a comprehensive assessment of the central departments of the auditory system, two groups of patients with hearing loss were formed: without signs and with signs of central auditory processing disorder (CAPD). The noise immunity of the auditory system with contralateral presentation of tonal interference and the degree of its influence on speech intelligibility were investigated. Speech intelligibility was assessed by means of the Russian matrix sentence test (RuMatrix) in a free sound field. Results. In patients with CAPD, there was a significant decrease in the noise immunity of the auditory system, which worsened speech intelligibility and led to a decrease in the effectiveness of

binaural prosthetics in speech perception in noise; an interhemispheric asymmetry of the effect of contralateral interference on speech intelligibility was noted.

Keywords: sensorineural hearing loss, hearing aids, central auditory processing disorder (CAPD), noise immunity of the auditory system, speech intelligibility.

For citation: Boboshko M. Yu., Berdnikova I. P., Mal'tseva N. V. Effect of contralateral interference on speech intelligibility in hearing aid users. *Rossiiskaya otorinolaringologiya*. 2022;21(3):17-24. <https://doi.org/10.18692/1810-4800-2022-3-17-24>

В повседневной жизни человек воспринимает речевой сигнал в условиях разнообразных помех, в том числе на фоне дополнительных источников речи, которые, маскируя целевой речевой сигнал, затрудняют его распознавание. Снижение разборчивости речи в этих ситуациях происходит даже у лиц с нормальным слухом [1, 2]. При нарушениях в слуховой системе проблема распознавания речи, как в тишине, так и на фоне помехи, ощущается значительно острее. Взаимодействие двух сигналов можно оценить, определяя порог восприятия полезного сигнала в присутствии конкурирующей помехи, увеличивающей порог его обнаружения. При контралатеральном предъявлении помехи, когда полезный и конкурирующий сигналы подаются на разные уши, влияние помехи обусловлено процессами, происходящими на уровне центральной нервной системы выше уровня конвергенции звуковой информации от правого и левого уха.

В последние годы такие исследования вызывают большой научный интерес, позволяя изучать центральные механизмы слухового восприятия и расширять клинические методы диагностики слуховых и речевых расстройств [3, 4]. Обработка звуковой информации при тугоухости может страдать не только на периферии, но и в центральных отделах слуховой системы, что нередко снижает эффективность слухопротезирования. Улучшить разборчивость речи помогает бинауральное протезирование, использующее такие физиологические преимущества бинаурального слуха, как освобождение от маскировки и бинауральную суммацию громкости, в наибольшей степени проявляющиеся в шумной обстановке. Однако в ряде случаев достичь ожидаемого эффекта от бинаурального протезирования не удается [5, 6]. Актуальной проблемой аудиологии является выяснение причин неудовлетворительных результатов бинаурального протезирования, прогнозирование и разработка путей повышения его эффективности.

Цель исследования

Оценить помехоустойчивость слуховой системы у лиц с нормальным слухом и с хронической сенсоневральной тугоухостью при контралатеральном предъявлении помехи, а также степень

влияния контралатеральной помехи на разборчивость речи при слухопротезировании.

Пациенты и методы

Обследовано 24 пациента со 2–3-й степенью двусторонней симметричной ХСНТ в возрасте от 38 до 83 лет ($64,9 \pm 12,5$ года), постоянно пользующихся современными цифровыми слуховыми аппаратами (СА) одного технологического класса, настроенными в соответствии с индивидуальными характеристиками слуха. Контрольную группу составили 10 лиц с нормальным слухом в возрасте от 26 до 42 лет ($35,2 \pm 6,3$ года). Наряду с осмотром ЛОР-органов и базовым аудиологическим обследованием, включавшим тональную пороговую аудиометрию, импедансометрию и измерение динамического диапазона громкости, всем пациентам проводили комплексную оценку центральных отделов слухового анализатора с использованием дихотического числового теста, теста обнаружения паузы и теста чередующейся бинаурально речи.

Дихотический числовой тест обладает высокой чувствительностью к поражению слуховой коры и мозолистого тела [7]. При его проведении одновременно на каждое ухо на комфортном уровне громкости предъявляют разные двузначные числа. Задача пациента – повторить оба услышанных числа. Нормативные данные по дихотическому числовому тесту для взрослых с нормальным слухом составляют не менее 90%, для взрослых с периферической ХСНТ – не менее 80% [7].

Временную разрешающую способность человека, в реализации которой главенствующую роль играют центральные отделы слуховой системы, анализировали посредством теста обнаружения паузы [7, 8]. На комфортном уровне громкости бинаурально подавали короткие тональные сигналы, в каждый из которых была вставлена беззвучная пауза. Задача пациента – ответить, воспринял ли он поданный сигнал как один звук или как два. Оценивали минимальную паузу, при которой пациент различал в подаваемом сигнале два звука. В норме минимальная воспринимаемая пауза не превышает 20 мс.

Бинауральное взаимодействие оценивали посредством теста чередующейся бинаурально

речи (ЧБР) [9]. На комфортном уровне громкости определяли процент разборчивости односложных слов в тишине для каждого уха в отдельности (монауральное тестирование), после чего – процент разборчивости при бинауральном предъявлении сигнала, когда слова делились пополам и первая часть слова подавалась на одно ухо, а вторая сразу вслед за первой – на другое ухо. Вычисляли разность между монауральной разборчивостью хуже разбирающего уха и бинауральной разборчивостью (ΔЧБР). Известно, что при нарушении бинаурального взаимодействия, обусловленного изменением функционирования центральных отделов слуховой системы, ΔЧБР превышает 20%. Перечисленные выше исследования выполняли в условиях прослушивания через наушники TDH 39 с использованием клинического аудиометра MA 42 (Maico, Германия), CD-плеера AEG portable mp3 и дисков с записями теста обнаружения паузы и речевых тестов.

Влияние контралатеральной тональной помехи на обнаружение тонального сигнала оценивали по сдвигу порога полезного сигнала (Δ дБ УЗД) в условиях предъявления помехи по сравнению с порогом его обнаружения в тишине. Использовали тональную помеху частотой 500 Гц и полезный тон 1000 Гц длительностью 20 мс при импульсной подаче сигналов с нулевой фазой (применение пульсирующих сигналов малой длительности, сопоставимой с длительностью фонем русской речи, обеспечивало наибольшее влияние контралатеральной помехи на полезный сигнал). Интенсивность помехи составляла +10, +20, +30 и +40 дБ НИПС (дБ УЗД над индивидуальным порогом слышимости). Измерения проводили на аппаратном комплексе, включающем два звуковых генератора ГЗ 34, коммутационное устройство, усилитель и головные телефоны TDH 39. Этот комплекс позволял независимо менять частоту, длительность и интенсивность помехи и полезного тона.

Разборчивость речи оценивали посредством русского матричного фразового теста Russian matrix sentence test (RuMatrix) в свободном звуковом поле [9, 10]. Речевой материал (фразы из 5 слов) и шум предъявляли со звуковой колонки, установленной спереди от испытуемого на расстоянии 1 м на уровне его головы. В условиях открытой формы тестирования в адаптивном режиме определяли порог разборчивости фраз в тишине и на фоне усредненного шума речевого спектра интенсивностью 65 дБ УЗД. Порог разборчивости фраз в тишине оценивали в единицах интенсивности (дБ УЗД), а в шуме – в значениях соотношения сигнал/шум (дБ SNR), при которых достигался 50%-ный уровень разборчивости. В норме порог разборчивости фраз в свободном звуковом поле в тишине составляет $16,6 \pm 3,2$ дБ

УЗД, а в шуме – $9,1 \pm 0,6$ дБ SNR [10]. Всем пациентам исследование проводили дважды: в одном СА и в двух СА. Использовали ноутбук с программным обеспечением Oldenburg Measurement Application (HörTech GmbH, Oldenburg), звуковую карту EarBox (Auritec) и звуковую колонку Genelec (Германия).

Анализ полученных результатов выполняли посредством стандартных средств статистической обработки данных. Достоверность различий оценивали с помощью t-критерия Стьюдента. Статистические решения принимались на 5%-ном уровне значимости. Расчет корреляций проводился с использованием корреляций по Пирсону.

Результаты исследования

С учетом результатов тестирования центральных отделов слуховой системы были сформированы 2 группы пациентов с ХСНТ: в 1-ю группу вошли пациенты без признаков центральных слуховых расстройств (12 человек); во 2-ю группу – пациенты, у которых результаты не менее чем в двух тестах из использовавшихся трех по оценке центральных отделов слуховой системы отличались от нормальных значений (12 человек). Средний возраст пациентов 1-й группы был достоверно ($p = 0,02$) больше, чем во 2-й ($58,4 \pm 15,4$ и $71,6 \pm 9,1$ года соответственно). Средние пороги слуха на речевых частотах (0,5–4 кГц) составили в 1-й группе $52,9 \pm 10,8$ дБ, а во 2-й группе – $59,1 \pm 9,3$ дБ. Различия по порогам между правым и левым ухом, а также между 1-й и 2-й группами были недостоверными.

Результаты теста обнаружения паузы у всех испытуемых контрольной группы (с нормальным слухом) и у 83% пациентов 1-й группы (10 человек) были в пределах нормы ($8,7 \pm 3,2$ и $10,0 \pm 4,1$ мс соответственно). Во 2-й группе 83% пациентов не смогли справиться с этим тестом: все парные сигналы воспринимались ими как одиночные и, наоборот, даже одиночные сигналы им казались двояными; лишь у двух пациентов порог обнаружения паузы соответствовал норме (не превышал 20 мс).

В тесте ЧБР у испытуемых контрольной группы были получены однородные результаты, ΔЧБР у них в среднем составила $2,0 \pm 2,5\%$. У всех пациентов 1-й группы результаты теста ЧБР не отличались от нормальных значений и составляли в среднем $2,1 \pm 9,2\%$. Во 2-й группе у 8 пациентов (67%) ΔЧБР превышала 20%, в среднем составляя $30,0 \pm 13,1\%$. У 3 пациентов (25%) ΔЧБР была в пределах нормы, но монауральная разборчивость односложных слов была очень низкая, менее 25%. Лишь у одного пациента 2-й группы ΔЧБР была в пределах нормы.

Показатели дихотического числового теста в 1-й группе были в пределах нормы и составля-

ли $84,6 \pm 8,6\%$, во 2-й – колебались от 0 до 95%; у 83% пациентов они значительно отличались от нормы ($\leq 50\%$). Таким образом, во 2-й группе результаты всех тестов по оценке центральных отделов слуховой системы были достоверно хуже, чем в 1-й группе ($p < 0,01 \div 0,001$).

Результаты измерения порогов полезного сигнала на правом и левом ухе на фоне контралатеральной помехи разной интенсивности представлены на рис. 1 и 2. В контрольной группе эти пороги увеличивались с возрастанием интенсивности контралатеральной помехи; при максимальной ее интенсивности (+60 дБ НИПС) они составили $11,5 \pm 3,7$ дБ УЗД при подаче помехи

на левое ухо и $10,4 \pm 2,3$ дБ УЗД при ее подаче на правое ухо. У пациентов 1-й группы пороги полезного сигнала существенно не отличались от нормальных значений, составляя при максимальной возможной интенсивности помехи $9,0 \pm 6,2$ дБ УЗД на правом ухе и $11,7 \pm 6,9$ дБ УЗД на левом ухе, при этом они достигали таких же значений, как в контрольной группе, при меньших интенсивностях контралатеральной помехи. Во 2-й группе пациентов отмечались достоверно ($p = 0,0001$) большие значения сдвига порогов полезного сигнала (рис. 1 и 2). Даже при интенсивности +10 дБ НИПС они были больше, чем в контрольной и 1-й группе при максимальной интенсивности поме-

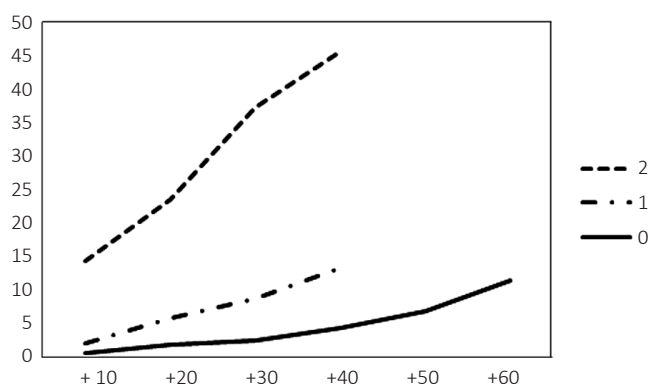


Рис. 1. Значения сдвига порогов полезного сигнала на правом ухе при предъявлении помехи на левое ухо: по оси ординат – сдвиг порога полезного сигнала (Δ дБ УЗД); по оси абсцисс – интенсивность помехи в дБ УЗД над индивидуальным порогом слышимости; 0 – контрольная группа (лица с нормальным слухом); 1 – группа без признаков нарушений в центральных отделах слуховой системы; 2 – группа с признаками центральных слуховых расстройств

Fig. 1. The values of the useful signal thresholds shifts on the right ear when interference is presented to the left ear: on the y-axis – the magnitude of the shift of the threshold of the useful signal (Δ dB SPL); on the x-axis – the intensity of the interference in dB SPL above the individual threshold of audibility;

0 – control group (normal hearing); 1 – group without signs of CAPD; 2 – group with signs of CAPD

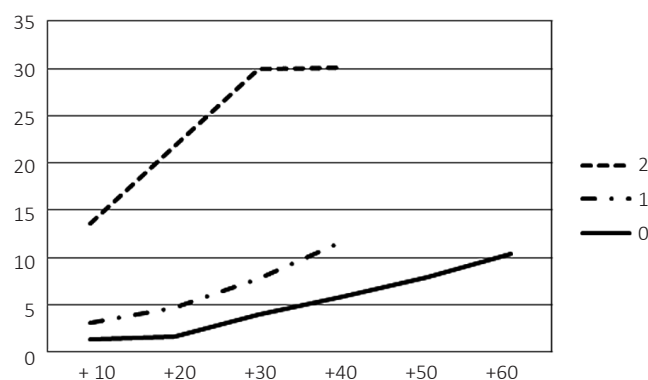


Рис. 2. Значения сдвига порогов полезного сигнала на левом ухе при предъявлении помехи на правое ухо: по оси ординат – сдвиг порога полезного сигнала (Δ дБ УЗД); по оси абсцисс – интенсивность помехи в дБ УЗД над индивидуальным порогом слышимости; 0 – контрольная группа (лица с нормальным слухом); 1 – группа без признаков нарушений в центральных отделах слуховой системы; 2 – группа с признаками центральных слуховых расстройств

Fig. 2. The values of the useful signal thresholds shifts on the left ear when interference is presented to the right ear: on the y-axis – the magnitude of the shift of the threshold of the useful signal (Δ dB SPL); on the x-axis – the intensity of the interference in dB SPL above the individual threshold of audibility;

0 – control group (normal hearing); 1 – group without signs of CAPD; 2 – group with signs of CAPD

хи ($12,4 \pm 6,7$ и $13,6 \pm 7,9$ дБ УЗД соответственно) и достигали $32,3 \pm 12,9$ дБ УЗД на правом ухе и $30,6 \pm 11,5$ дБ УЗД на левом ухе при интенсивности помехи +40 дБ НИПС.

По результатам теста RuMatrix в тишине у пациентов обеих групп наблюдалось достоверное улучшение разборчивости фраз при использовании двух СА по сравнению с одним. В 1-й группе отмечалось уменьшение порога разборчивости фраз в тишине с $35,9 \pm 5,9$ до $33,9 \pm 5,6$ дБ УЗД ($p < 0,01$), во 2-й – с $41,4 \pm 7,5$ до $35,8 \pm 6,8$ дБ УЗД ($p < 0,0005$).

По данным теста RuMatrix в шуме порог разборчивости фраз при использовании одного СА у всех пациентов 1-й группы имел отрицательные значения, варьируя от $-1,2$ дБ SNR до $5,6$ дБ SNR (среднее значение $-3,14 \pm 1,5$ дБ SNR), т. е. больные достаточно хорошо понимали речь даже если интенсивность помехи превышала интенсивность речевого сигнала. Однако разборчивость в этой группе была достоверно ниже по сравнению с нормальными значениями ($p < 0,00001$). При использовании двух СА разборчивость речи в шуме у пациентов 1-й группы незначительно улучшалась, составляя в среднем $3,6 \pm 1,2$ дБ SNR; ухудшения разборчивости не наблюдалось ни у одного пациента. Во 2-й группе результаты исследования в шуме были неоднородны: пороги разборчивости фраз в одном СА колебались у разных пациентов от +8,8 до $-3,7$ дБ SNR; среднее значение составило $1,0 \pm 3,7$ дБ SNR и было достоверно меньше, чем в 1-й группе ($p < 0,0001$). В двух СА порог разборчивости колебался от +4,2 до $-3,4$ дБ SNR (среднее значение $0,4 \pm 2,4$ дБ SNR) и был также достоверно меньше, чем в 1-й группе ($p < 0,0001$). У 6 человек 2-й группы (50%) наблюдалось некоторое улучшение разборчивости речи в шуме при протезировании двумя СА, у 5 (42%) отмечалось ухудшение разборчивости, а у одного (8%) разборчивость речи не изменилась. Во 2-й группе отмечалась корреляционная

связь ($r = 0,54$) между порогом разборчивости речи в шуме при использовании одного СА и возрастом пациента: чем больше возраст пациента, тем хуже была у него разборчивость речи в шуме. Также во 2-й группе выявлялась корреляционная связь между речевой разборчивостью в тишине и в шуме (при использовании как одного, так и двух СА) и порогом полезного сигнала на правом ухе при предъявлении на левое ухо помехи разной интенсивности от +10 до +40 дБ НИПС ($r = 0,6 \div 0,8$) (рис. 3). В 1-й группе (без признаков центральных слуховых расстройств) такой зависимости не отмечалось.

Обсуждение

Речь – это не только звуковой сигнал с определенными акустическими параметрами, но и сигнал, несущий в себе определенную семантическую составляющую, за расшифровку которой ответственны центральные отделы слуховой системы. Наибольшее воздействие на разборчивость речи оказывает окружающий шум, особенно речевой шум, так как он по спектральному составу совпадает с полезным (целевым) речевым сигналом. Улучшить разборчивость речи в этих ситуациях можно, разделив источники полезного и конкурирующего сигналов [11]. В нашем исследовании речевой сигнал и речеподобный шум исходили из одного источника, имитируя наиболее сложную для слушателя ситуацию. В этих условиях разборчивость фраз у пользователей СА, как в тишине, так и в шуме, была достоверно хуже, чем в норме. Это можно объяснить не только нарушением анализа звуковых сигналов в слуховой системе (на периферии и в центральных отделах), но и искажениями, обусловленными техническими особенностями СА. Даже лица с нормальным слухом при восприятии ими акустического материала с использованием СА демонстрируют ухудшение разборчивости речи и локализационных способностей [12].

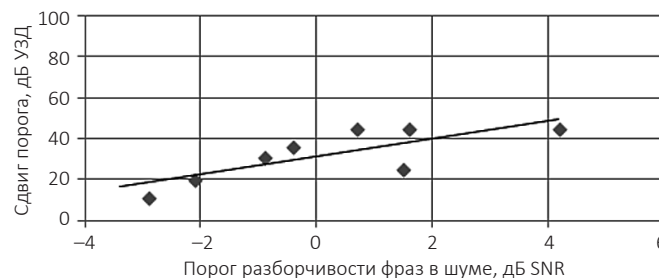


Рис. 3. Зависимость порога разборчивости фраз в шуме по результатам теста RuMatrix в слуховых аппаратах у пациентов 2-й группы (с признаками центральных слуховых расстройств) от сдвига порога полезного сигнала справа при предъявлении контралатеральной помехи на левое ухо

Fig. 3. Dependence of the speech intelligibility threshold in noise according to the RuMatrix test in hearing aids in group 2 (patients with signs of CAPD) on the useful signal thresholds shifts on the right when presenting contralateral interference to the left ear

Считается, что бинауральное слухопротезирование не только восстанавливает локализационные способности, но и повышает помехоустойчивость слуховой системы, улучшая разборчивость речи в сложных акустических условиях. В нашем исследовании бинауральное протезирование достоверно улучшало разборчивость речи у всех пользователей СА, но только в тишине, что может быть связано с большей, чем в норме, бинауральной суммацией громкости у лиц с нарушениями слуха [13, 14].

При восприятии речи в шуме достоверного улучшения разборчивости речи при использовании двух СА по сравнению с моноауральным протезированием не наблюдалось. Однако у всех пациентов 1-й группы (без центральных нарушений и с нормальными значениями сдвигов порога полезного сигнала в условиях одновременного контралатерального предъявления тональной помехи), как при моноауральном, так и при бинауральном протезировании, имели место отрицательные значения порога разборчивости фраз в шуме (пациенты правильно воспроизводили 50% речевого материала, когда интенсивность шума превышала интенсивность речи).

При предъявлении контралатеральной помехи пациентам 1-й группы сдвиг порога полезного сигнала соответствовал сдвигу порога, зарегистрированного у лиц с нормальным слухом. Однако его максимальное значение достигалось при меньших, чем в норме интенсивностях помехи, что можно объяснить явлением ускоренного нарастания громкости. Во 2-й группе с признаками центральных слуховых расстройств сдвиг порога полезного сигнала был существенно больше: даже при интенсивности помехи + 10 дБ НИПС он уже был больше, чем сдвиг, зарегистрированный у пациентов 1-й группы при максимально возможной интенсивности помехи (рис. 1 и 2).

Контралатеральное предъявление помехи используется рядом исследователей как инструмент изучения активности оливокохlearной системы при регистрации эффекта подавления отоакустической эмиссии (ОАЭ). Описана корреляция между подавлением ОАЭ и разборчивостью речи в шуме [15, 16], что объясняется подавлением кохlearной реакции на звук в тишине и ее усилением при предъявлении сигналов в шуме. Очевидно, что контралатеральное предъявление помехи оказывает влияние не только на периферические отделы слухового анализатора, но и на структуры, расположенные выше уровня конвергенции звуковой информации от правого и левого уха. В настоящее время признается участие обоих полушарий мозга в решении акустических задач и, в частности, в процессах идентификации речевого сигнала, особенно на фоне шума [17, 18]. Отмечается повышение значения правого полу-

шария при восприятии речи в шуме, отражающее привлечение дополнительных ресурсов мозга для распознавания речи в сложных акустических условиях [18].

В группе пациентов с центральными нарушениями слуха нами была отмечена корреляция речевой разборчивости (как в тишине, так и в шуме) со сдвигом порога полезного сигнала на правом ухе в условиях предъявления контралатеральной помехи и отсутствие такой корреляции на левом ухе. Это объясняется тем, что при предъявлении конкурирующего сигнала на правое ухо он оказывает более сильное влияние на левое полушарие, в котором локализуются основные речевые функции и которое, возможно, обладает большей помехоустойчивостью при восприятии речи. Правое полушарие не является специфичным для восприятия речи, и при предъявлении конкурирующего сигнала на левое ухо, контралатеральное правому полушарию, повышенные по сравнению с нормой изменения порогов начинают оказывать негативное действие на его работу. Такая межполушарная асимметрия влияния контралатеральной помехи на разборчивость речи свидетельствует о нарушении обработки речевых сигналов, поступающих на разные каналы слуховой системы и, возможно, о рассогласовании процессов распознавания речи, происходящих в обоих полушариях. В контрольной группе лиц с нормальным слухом и в 1-й группе пациентов такой асимметрии в соотношении разборчивости речи и сдвигов порогов на правом и левом ухе не наблюдалось.

Таким образом, причиной неудовлетворительных результатов бинаурального протезирования у пациентов с центральными слуховыми расстройствами, кроме нарушений временной обработки речевого сигнала и дефицита бинаурального взаимодействия, являются повышенные значения сдвигов порогов при контралатеральном предъявлении помехи.

Распространенная в зарубежных странах практика протезирования тугоухих пациентов сразу двумя слуховыми аппаратами не всегда оправдана – многие из них продолжают пользоваться только одним СА [19]. Основная жалоба пациентов – отсутствие улучшения разборчивости речи в условиях помехи, поэтому в каждом конкретном случае бинауральное протезирование следует рекомендовать только после комплексной оценки состояния слухового анализатора.

Выводы

При центральных нарушениях слуха значительно снижается помехоустойчивость слуховой системы.

Повышенные значения сдвигов порога тонального сигнала при предъявлении контрала-

теральной помехи ухудшают разборчивость речи как в тишине, так и на фоне шума.

Бинауральное протезирование эффективно даже у пациентов с нарушениями в центральных отделах слуховой системы, но только при восприятии речи в тишине.

Прогнозировать эффективность бинаурального протезирования можно после проведения мультифакторного (мультиуровневого) обследования состояния слухового анализатора пациента.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Martin R. L., McAnally K. I., Bolia R. S., Eberle G., Brungart D. S. Spatial release from speech-on-speech masking in the median sagittal plane. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2012;131(1):378-385. <https://doi.org/10.1121/1.3669994>
- Le Prell C. G., Clavier O. H. Effects of noise on speech recognition: Challenges for communication by service members. *Hearing Research*. 2017;349:76-89. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2016.10.004>
- Lee D. H., Aronoff J. M. Changing stimulation patterns can change the broadness of contralateral masking functions for bilateral cochlear implant users. *Hearing Research*. 2018;363:55-61. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2018.03.001>
- Aronoff J. M., Padilla M., Fu Q. J., Landsberger D. M. Contralateral masking in bilateral cochlear implant patients: a model of medial olivocochlear function loss. *PLOS ONE*. 2015; 10 (3): e0121591. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121591>
- Schilder A. G., Chong L. Y., Ftouh S., Burton M. J. Bilateral versus unilateral hearing aids for bilateral hearing impairment in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2017;12(12): CD012665. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012665.pub2>
- Van Beurden M., Boymans M., van Geleuken M., Oetting D., Kollmeier B., Dreschler W. A. Potential consequences of spectral and binaural loudness summation for bilateral hearing aid fitting. *Trends in Hearing*. 2018;22:1-15. <https://doi.org/10.1177/2331216518805690>
- Musiek F. E., Chermak G. D. Handbook of central auditory processing disorder. Vol. 1. Auditory neuroscience and diagnosis. 2nd edition. San Diego: Plural Publishing, 2014; 745 p.
- Бобошко М. Ю., Гарбарук Е. С., Жилинская Е. В., Абу-Джамеа А. Х. Использование теста обнаружения паузы для оценки временной разрешающей способности слуховой системы человека. *Российская оториноларингология*. 2012;6:16–20.
- Boboshko M. Yu., Garbaruk E. S., Zhilinskaia E. V., Abu Jamee A. H. The use of the gap detection test to assess temporal resolution of human auditory system. *Rossiiskaya otorinolaringologiya*. 2012;6:16-20. (In Russ.)
- Бобошко М. Ю., Риехакайнен Е. И. Речевая аудиометрия в клинической практике. СПб.: Диалог, 2019. 80 с.
- Boboshko M. Yu., Riekhakaunen E. I. Speech audiometry in clinical practice. SPb.: Dialog, 2019. 80 p. (In Russ.)
- Бобошко М. Ю., Бердникова И. П., Мальцева Н. В. Возможности фразовой речевой аудиометрии в свободном звуковом поле. *Наука и инновации в медицине*. 2020;5(1):36–39. <https://doi.org/10.35693/2500-1388-2020-5-1-36-39>
- Boboshko M. Yu., Berdnikova I. P., Maltzeva N. V. The use of speech sentence audiometry in a free sound field. *Nauka i innovatsii v meditsine*. 2020;5(1):36-39. (In Russ.) <https://doi.org/10.35693/2500-1388-2020-5-1-36-39>
- Wagner L., Geiling L., Hauth C., Hocke T., Plontke S., Rahne T. Improved binaural speech reception thresholds through small symmetrical separation of speech and noise. *PLOS ONE*. 2020;15(8):e0236469 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236469>
- Cubick J., Buchholz J. M., Best V., Lavandier M., Dau T. Listening through hearing aids affects spatial perception and speech intelligibility in normal-hearing listeners. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2018;144(5):2896. <https://doi.org/10.1121/1.5078582>
- Formby C., Payne J., Yang W., Wu D., Parton J. M. Repeated measurement of absolute and relative judgments of loudness: Clinical relevance for prescriptive fitting of aided target gains for soft, comfortable, and loud, but Ok sound levels. *Seminars in Hearing*. 2017;38(1):26-52. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1598064>
- Stephan D. Ewert, Dirk Oetting. Loudness summation of equal loud narrowband signals in normal-hearing and hearing-impaired listeners. *International Journal of Audiology*. 2018;57(sup. 3):S71-S80. <https://doi.org/10.1080/14992027.2017.1380848>
- Mertes I. B., Wilbanks E. C., Leek M. R. Olivocochlear efferent activity is associated with the slope of the psychometric function of speech recognition in noise. *Ear and Hearing*. 2018;39(3):583-593. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000514>
- Stuart A., Butler A. K. Contralateral suppression of transient otoacoustic emissions and sentence recognition in noise in young adults. *The Journal of the American Academy of Audiology*. 2012;23(9):686-696. <https://doi.org/10.3766/jaaa.23.9.3>
- Шестопалова Л. Б., Петропавловская Е. А., Семенова В. В., Никитин Н. И. Ритмическая активность мозга человека, связанная с движением звуковых стимулов. *Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова*. 2020;70(5):616-634. <https://doi.org/10.31857/S0044467720050111>
- Shestopalova L. B., Petropavlovskaya E. A., Semenova V. V., Nikitin N. I. Oscillatory activity of human brain evoked by auditory motion. *Zhurnal vysshei nervnoi deyatel'nosti im. I. P. Pavlova*. 2020;70(5):616-634. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S0044467720050111>

18. Bidelman G. M., Howell M. Functional changes in inter- and intra-hemispheric cortical processing underlying degraded speech perception. *Neuroimage*. 2016;124 (Pt. A):581-590. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.09.020>
19. Löhler J., Akcicek B., Kappe T., Schlattmann P., Schönweiler R. The influence of frequency-dependent hearing loss to unaided APHAB scores. *European Archives of Otorhinology*. 2016;273(11):3587-3593. <https://doi.org/10.1007/s00405-016-3966-9>

Информация об авторах

✉ **Бобошко Мария Юрьевна** – доктор медицинских наук, профессор, заведующая лабораторией слуха и речи НИЦ, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова (197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8); e-mail: boboshkom@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2453-523X>

Бердникова Ирина Петровна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории слуха и речи НИЦ, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова (197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8); e-mail: sgberd@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0880-6469>

Мальцева Наталия Васильевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории слуха и речи НИЦ, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова (197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8); e-mail: audiolog@inbox.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0789-2801>

Information about authors

✉ **Mariya Yu. Boboshko** – MD, Professor, Head of the Laboratory of Hearing and Speech, Research Center, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University (6-8, Lev Tolstoy str., Saint Petersburg, Russia, 197022); e-mail: boboshkom@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2453-523X>

Irina P. Berdnikova – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Hearing and Speech, Research Center, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University (6-8, Lev Tolstoy str., Saint Petersburg, Russia, 197022); e-mail: sgberd@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0880-6469>

Nataliya V. Mal'tseva – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Hearing and Speech, Research Center, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University (6-8, Lev Tolstoy str., Saint Petersburg, Russia, 197022); e-mail: audiolog@inbox.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0789-2801>

Статья поступила 04.02.2022

Принята в печать 15.05.2022