© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2020

АУДИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЙ КОГНИТИВНОЙ ДИСФУНКЦИИ

Полушин А.Ю.[1], Бобошко М.Ю.[1,2], Гарбарук Е.С.[1], Кожемякина М.В.[1], Полушин Ю.С.[1]

[1]ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия
[2]ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Введение. *Потеря слуха может быть предиктором или своего рода катализатором когнитивных расстройств. Поэтому аудиологические методы исследования могут занять свое место в диагностике когнитивных нарушений или в оценке риска их появления.*
Цель исследования — *определить чувствительность и специфичность аудиологических методов для диагностики послеоперационной когнитивной дисфункции (ПОКД).*
Материал и методы. *В исследовании приняли участие 40 пациентов (17 женщин и 23 мужчины) в возрасте от 22 до 77 лет. Всем пациентам проводили плановые полостные операции или реконструктивные операции на сосудах нижних конечностей с использованием разных видов анестезии. До и после операции проводили нейропсихологическую оценку когнитивного статуса с использованием Монреальской шкалы оценки когнитивных функций (MoCA-тест) и аудиологическое обследование (отоскопия, тональная пороговая аудиометрия, речевые тесты).*
Результаты. *При тональной пороговой аудиометрии у всех пациентов молодого возраста пороги слуха были в пределах нормы. У 11,8% пациентов среднего возраста и у 81,8% пожилых была выявлена периферическая тугоухость. Исходное снижение когнитивных функций по результатам MoCA-теста также чаще всего наблюдалось в группе пожилых пациентов. При этом ПОКД диагностирована у 63,6% пациентов пожилого возраста, 35,3% среднего возраста и 8,3% молодых. Результаты дооперационного речевого тестирования выявили выраженные признаки дефицита центральной обработки акустической информации у пациентов всех возрастных групп. У всех пациентов пожилого возраста имели место отклонения хотя бы в одном из речевых тестов, а у 63,6% пациентов — в обоих тестах (дихотическом, RuMatrix). Выявлена высокая чувствительность речевых тестов к оценке вероятности возникновения ПОНКФ: для дихотического теста чувствительность составила 85,7%, для теста RuMatrix 78,6%.*
Заключение. *Речевые аудиологические тесты обладают высокой чувствительностью, что делает целесообразным их использование на этапе предоперационной диагностики. Выявление отклонений от нормы в обоих речевых тестах на дооперационном этапе может указывать на высокую вероятность развития ПОКД.*

Ключевые слова: когнитивные нарушения; послеоперационная когнитивная дисфункция; тугоухость; аудиологические тесты; дихотический тест; RuMatrix.

Для цитирования: Полушин А.Ю., Бобошко М.Ю., Гарбарук Е.С., Кожемякина М.В., Полушин Ю.С. Аудиологические методы исследования в диагностике послеоперационных нарушений когнитивных функций. *Российский неврологический журнал*. 2020;25(1):43–51. (Russian). DOI 10.30629/2658-7947-2020-25-1-43-51.
Для корреспонденции: Полушин Алексей Юрьевич — ассистент кафедры неврологии ФГБОУ ВО «Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. академика И.П. Павлова» Минздрава России; e-mail: alexpolushin@yandex.ru
Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.
Информация об авторах
Полушин А.Ю., https://orcid.org/0000-0001-8699-2482
Бобошко М.Ю., https://orcid.org/0000-0003-2453-523X
Гарбарук Е.С., https://orcid.org/0000-0002-9535-6063
Кожемякина М.В., https://orcid.org/0000-0001-9573-7627
Полушин Ю.С., https://orcid.org/0000-0002-6313-5856

AUDIOLOGICAL RESEARCH METHODS IN THE DIAGNOSIS OF POSTOPERATIVE COGNITIVE DYSFUNCTION

Polushin A.Yu.[1], Boboshko M.Yu.[1,2], Garbaruk E.S.[1], Kozhemyakina M.V.[1], Polushin Yu.S.[1]

[1]Pavlov First St. Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia

[2]Northwest State Medical University named after Mechnikov, St. Petersburg, Russia

Introduction. *Hearing loss may be a predictor or a kind of catalyst for cognitive disorders. This may indicate that audiological research methods can take their place in the diagnosis of cognitive impairments or in assessing the risk of their occurrence.*
The aim *is to determine the sensitivity and specificity of audiological methods for the diagnosis of postoperative cognitive dysfunction (POCD).*
Material and methods. *The study involved 40 patients (17 women and 23 men) aged 22 to 77 years. All patients underwent planned abdominal surgery or reconstructive operations on the vessels of the lower extremities using*

different types of anesthesia. Before and after the operation, all patients underwent neuropsychological assessment of their cognitive status and audiological examination (otoscopy, tonal threshold audiometry, speech tests).
Results. *The hearing thresholds in a tonal audiometry in all young patients were within normal limits. Peripheral hearing loss was detected in 11,8% of middle-aged patients and 81,8% of the elderly. Initial cognitive impairment based on the results of the MoCA test was also most often observed in a group of elderly patients. POCD was diagnosed in 63,6% of elderly patients, 35,3% of middle-aged and 8,3% of young patients. The results of preoperative speech testing revealed pronounced signs of a deficit in central processing of acoustic information in patients of all age groups. In all elderly patients, there were deviations in at least one of the speech tests, and in 63,6% of patients — in both tests (dichotic, RuMatrix). The high sensitivity of speech tests to the assessment of the probability of occurrence of POCD was revealed: for the dichotic test, the sensitivity was 85,7%, for the RuMatrix test 78,6%.*
Conclusions. *Speech audiological tests are highly sensitive, which makes it appropriate to use them at the stage of preoperative diagnosis. Identify deviations from the norm in both speech tests at the preoperative stage may indicate a high probability of development of POCD.*

Keywords: cognitive impairment; postoperative cognitive impairment; hearing loss; audiological tests; dichotic test; RuMatrix.

For citation: Polushin A.Yu., Boboshko M.Yu., Garbaruk E.S., Kozhemyakina M.V., Polushin Yu.S. Audiological Research Methods in the Diagnosis of Postoperative Cognitive Dysfunction. *Russian Neurological Journal (Rossijskij Nevrologicheskiy Zhurnal).* 2020;25(1):43–51. (Russian). DOI 10.30629/2658-7947-2020-25-1-43-51.
For correspondence: Polushin Alexey, e-mail: alexpolushin@yandex.ru
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.
Acknowledgments. The study had no sponsorship.
Information about authors
Polushin A.Yu., https://orcid.org/0000-0001-8699-2482
Boboshko M.Yu., https://orcid.org/0000-0003-2453-523X
Garbaruk E.S., https://orcid.org/0000-0002-9535-6063
Kozhemyakina M.V., https://orcid.org/0000-0001-9573-7627
Polushin Yu.S., https://orcid.org/0000-0002-6313-5856

Received 30.12.19
Accepted 17.01.20

Изучение нарушений когнитивных функций (НКФ) первичного генеза имеет большое значение с учетом роста продолжительности жизни и усугубления влияния на человека экзогенных факторов.

Не теряет своей актуальности и направление изучения нарушений когнитивных функций после подтвержденного факта агрессии головного мозга, в результате чего стали появляться термины, описывающие этиопатогенетическую сторону НКФ вторичного характера: постинсультные когнитивные нарушения [1, 2], послеоперационная когнитивная дисфункция (ПОКД) [3–5], или в структуре других синдромов, например посттравматическое стрессовое расстройство [6, 7].

Это делает необходимым выявление конкретных факторов риска, приводящих к соответствующему типу ментальной дисфункции. Во всех источниках упоминаются основные немодифицируемые факторы: возраст и пол [8]. Новые исследования указывают на такие факторы риска НК, как недостаточный уровень образования, одиночество (в том числе раздельная жизнь супругов, состояние развода, вдовство), алкоголизм, стресс, депрессия, гиподинамия, низкий уровень физической активности, вредные привычки депривация сна, социальная изоляция, приверженность мобильным телефонам и поисковым сетям (замена библиотекам) и т.д. [9, 10].

К факторам риска НКФ относятся заболевания и состояния: сахарный диабет, полистенозирующий процесс на экстрацеребральном уровне, двусторонняя нейросенсорная тугоухость, артериальная гипертензия в среднем возрасте, хроническая обструктивная болезнь легких, онкологические заболевания, кардиальная патология, аутоиммунные и нейродегенартивные заболевания, а также генетические факторы [9, 11–23].

Среди терапия-ассоциированных факторов НКФ чаще всего упоминаются лучевая терапия, общая анестезия и хирургическое вмешательство, применение полихимиотерапии и моноклональных антител, статинов и т.д. [22, 24–32].

Из морфологических (радиологических) критериев при выраженных НКФ в рутинной практике выделяют субкортикальную артериолосклеротическую энцефалопатию (болезнь Бинсвангера), перивентрикулярный лейкоареоз, двустороннюю атрофию гиппокампов, энторинальной коры, дегенерацию мозжечка, расширение периваскулярного пространства [33–35]. Интерес последних лет связан с использованием методов нейровизуализации, благодаря которым можно не только подтвердить факт наличия атрофии стратегически важных зон, но и спрогнозировать прогрессию синдрома НКФ в краткосрочном периоде [14, 34, 36, 37].

При исследовании когнитивных функций возможно использование аудиологических тестов. Состояние слуха у пациентов с деменцией находится в центре растущего клинического интереса. Последние данные свидетельствуют о том, что потеря слуха может быть предиктором или своего рода

катализатором НКФ [38–42]. В ряде исследований доказано, что снижение слуха достоверно повышает риск развития деменции [40, 43, 44]. Нарушения слуха могут протекать не только в форме периферической тугоухости, но затрагивать также и центральные отделы слуховой системы, ответственные за распознавание и интеграцию сложной акустической информации. Основными клиническими признаками центральных слуховых расстройств (ЦСР) являются трудности восприятия речи, особенно в шумной обстановке, проблемы с локализацией источника звука, снижение способности к обработке невербальной информации [45, 46]. Все эти нарушения могут сопровождаться сложными когнитивными и поведенческими симптомами [47, 48].

Существуют клинические данные о том, что у пациентов с болезнью Альцгеймера НКФ предшествуют расстройства восприятия (разборчивости) речи [49]. В этой связи тесты, направленные на выявление ЦСР, оказываются наиболее чувствительными к субклиническому когнитивному дефициту по сравнению со скрининговыми нейропсихологическими тестами [38, 50, 51]. К речевым методикам оценки состояния центральных отделов слуховой системы относятся три основные группы тестов: 1) монауральные низкоизбыточные (в том числе исследование речью на фоне шума), чувствительные к нарушениям в корковых отделах слухового анализатора; 2) дихотические, выявляющие нарушения межполушарных связей, изменения функционирования мозолистого тела; 3) тесты бинаурального взаимодействия, чувствительные к нарушениям функции высших слуховых центров [52, 53]. При этом как речевые, так и неречевые звуковые стимулы являются динамическими сенсорными сигналами, при обработке которых вовлекаются сложные эмоциональные и другие формы поведения [38].

Цель работы — определить чувствительность и специфичность аудиологических методов для диагностики ПОКД.

Материал и методы. В исследовании приняли участие 40 пациентов (17 женщин и 23 мужчины). Возраст пациентов составил от 22 до 77 лет. 12 пациентов были молодого возраста (34 ± 7,3 года); 17 — среднего возраста (53 ± 6,1 года) и 11 пациентов были пожилого возраста (67,8 ± 5,1 года). Использовалась возрастная классификация ВОЗ, в соответствии с которой молодым считается возраст от 25 до 44 лет, средним — от 45 до 59 лет и пожилым — от 60 до 74 лет.

Все пациенты пожилого возраста и 4 пациента среднего возраста страдали генерализованным атеросклерозом, им проводились плановые реконструктивные операции на сосудах нижних конечностей с использованием разных видов анестезии: общая комбинированная анестезия с искусственной вентиляцией легких (ИВЛ), сочетанная (эпидуральная и общая комбинированная) анестезия, комбинированная спинально-эпидуральная анестезия. Пациентам молодого возраста и 13 пациентам среднего возраста проводились плановые оперативные вмешательства по поводу следующих заболеваний: желчнокаменная болезнь (n = 8), паховая или пупочная грыжа (n = 7), гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь (n = 6), кисты селезенки (n = 2), стеноз чревного ствола (n = 2) с использованием общей комбинированной анестезии с ИВЛ. Длительность анестезиологического пособия составила в группе пожилых пациентов 292 ± 86 мин, в группе молодых пациентов 138 ± 46 мин, у пациентов среднего возраста с генерализованным атеросклерозом 316 ± 106 мин, у пациентов среднего возраста без генерализованного атеросклероза 183 ± 105 мин.

Исследования проводились дважды: до и после операции.

Нейропсихологическая оценка когнитивного статуса выполнялась с помощью Монреальской шкалы оценки когнитивных функций — Montreal Cognitive Assessment (MoCA). В качестве критерия наличия когнитивной дисфункции считалась сумма баллов меньше 26. Для констатации факта ПОКД было выбрано послеоперационное снижение по шкале MoCA на 1 и более баллов по сравнению с исходным значением.

Аудиологическое обследование наряду со сбором анамнеза и отоскопией включало тональную пороговую аудиометрию в стандартном диапазоне частот по воздушной и костной проводимости. Наряду с проверкой периферического слуха оценивали состояние центральных отделов слуховой системы посредством специальных речевых тестов: дихотического числового теста и русского матриксного фразового теста (Russian Matrix Sentence Test — RuMatrix) в шуме [54, 55]. Оба теста выполняли в наушниках с использованием ноутбука, оборудованного соответствующим программным обеспечением и звуковой картой.

При проведении дихотического числового теста одновременно на правое и левое ухо подавали пары разных двузначных чисел от 11 до 99 на комфортной для испытуемого громкости. Тест выполнялся в формате бинауральной интеграции, то есть пациент должен был повторять оба услышанных числа в произвольном порядке. Всего за одно исследование подавали 20 различных пар чисел. Результат подсчитывали как процент правильных ответов, при этом ответ считали правильным, если оба числа из пары были названы верно. Результаты данного теста в значительной степени зависят от функционального состояния мозолистого тела, что позволяет использовать его для оценки процессов межполушарного взаимодействия. У людей с нормальными порогами слуха результат должен быть не менее 90%, а у людей с хронической сенсоневральной тугоухостью слабой и средней степени — не менее 80% [46].

В тесте RuMatrix речевой материал представлен фразами из 5 слов, расположенных в определенном порядке (1-е слово — имя, 2-е — глагол, 3-е — числительное, 4-е — прилагательное и 5-е — существительное). Например, «Иван видит семь красных улиц», то есть все фразы синтаксически фиксированы, но семантически бессмысленны, что устраняет

Таблица 1

Результаты предоперационного и послеоперационного нейропсихологического тестирования по шкале MoCA в зависимости от возраста

Показатели / Группы пациентов	Молодой возраст	Средний возраст	Пожилой возраст
Число пациентов, *n*	12	17	11
Возраст, годы	34 ± 7,3	53 ± 6,1	67,8 ± 5,1
Результат MoCA до операции (баллы)	27,0 ± 1,6	24,9 ± 2,3	21,4 ± 2,8
Число пациентов с результатом ниже нормативного до операции, *n* (%)	2 (16,7)	11 (64,8)	11 (100)
Результат MoCA после операции (баллы)	27,4 ± 2,0	25,1 ± 3,3	20,8 ± 1,9
Число пациентов с результатом ниже нормативного после операции, *n* (%)	1 (8,3)	8 (47,0)	11 (100)
ПОКД, *n* (%)	1 (8,3)	6 (35,3)	7 (63,6)

Table 1

Results of preoperational and post-operational neuropsychological testing according to the MoCA (Montreal Cognitive Assessment) scale in dependence on age

Indices / Groups of patients	Young age	Middle age	Elderly age
Number of patients, *n*	12	17	11
Age, years	34 ± 7,3	53 ± 6,1	67,8 ± 5,1
Preoperational MoCA result (points)	27,0 ± 1,6	24,9 ± 2,3	21,4 ± 2,8
Number of patients with preoperational result not up to the standard, *n* (%)	2 (16,7)	11 (64,8)	11 (100)
Post-operation MoCA result (points)	27,4 ± 2,0	25,1 ± 3,3	20,8 ± 1,9
Number of patients with post-operation result not up to the standard, *n* (%)	1 (8,3)	8 (47,0)	11 (100)
POCD (post-operation cognitive dysfunction), *n* (%)	1 (8,3)	6 (35,3)	7 (63,6)

влияние фактора догадки на результат. В процессе тестирования пациенту монаурально (на лучше слышащее или ведущее ухо) предъявляли фразы на фоне шума. Задача пациента — повторить всю услышанную фразу или отдельные слова, если полностью повторить фразу он не может. Всего испытуемому предъявляли два трека по 20 фраз в каждом (первый трек — тренировочный): при фиксированном уровне шума, равном 65 дБ УЗД (децибел уровня звукового давления). Использовали адаптивный режим предъявления, при котором интенсивность речевого сигнала менялась автоматически, уменьшаясь при правильном ответе испытуемого и увеличиваясь при неправильном ответе. Оценивали отношение сигнал/шум в дБ SNR (Signal-to-Noise Ratio — SNR), при котором достигался уровень 50% речевой разборчивости. В норме у испытуемых 60 лет и старше оно составляет –6,9 ± 1,1 дБ SNR (не превышает –5,8 дБ SNR), а у испытуемых среднего возраста равняется –8,7 ± 0,9 дБ SNR (не превышает –7,8 дБ SNR) [54, 55]. Тест RuMatrix, так же как и другие тесты по оценке речевой разборчивости на фоне шума, чувствителен к изменениям слуховой коры [46].

Результаты. По данным нейропсихологического тестирования в предоперационном периоде у всех пожилых пациентов были отмечены умеренные когнитивные расстройства с оценками от 17 до 25 баллов по шкале MoCA, среднее значение — 21,4 ± 2,8 балла. По результатам повторного обследования после операции у 7 пациентов было зафиксировано снижение значения MoCA (20,8 ± 1,9 балла). В группе среднего возраста дооперационное значение по шкале MoCA составило в среднем 24,9 ± 2,3 балла; показатели ниже нормативных имели 11 (64,8%) пациентов. Послеоперационное среднее значение по шкале MoCA у пациентов среднего возраста практически не изменилось и составило 25,1 ± 3,3 балла, но ухудшение продемонстрировали 6 пациентов (35,3%). В группе молодых пациентов предоперационное значение MoCA равнялось 27,0 ± 1,6 балла, что соответствует норме, послеоперационное — 27,4 ± 2,0; лишь у одного пациента выявлено снижение этого показателя.

Данные нейропсихологического тестирования представлены в табл. 1. Результаты шкалы MoCA достоверно различались между всеми группами ($p < 0,01$ для групп пожилых и молодых пациентов, а также испытуемых пожилого и среднего возраста; $p < 0,05$ для групп пациентов среднего и молодого возраста).

Таким образом, чаще всего ПОКД диагностировались у пожилых пациентов (63,6% случаев), реже — у пациентов среднего возраста (35,3% случаев) и совсем редко — у молодых пациентов (8,3% случаев).

Первичное аудиологическое обследование пациентов пожилого возраста выявило двустороннее симметричное снижение периферического слуха 1–2-й степени у 4 испытуемых (у 3 — по сенсоневральному типу, у 1 — по типу нарушения звукопроведения на фоне хронического среднего отита вне обострения). У 5 пациентов имела место асимметрия слуха с сенсоневральной тугоухостью 1-й степени на одно ухо

Таблица 2

Результаты предоперационного и послеоперационного речевого тестирования у пациентов разного возраста

Показатели / Группы пациентов	Молодой возраст	Средний возраст	Пожилой возраст
Число пациентов, *n*	12	17	11
Возраст, годы	34 ± 7,3	53 ± 6,1	67,8 ± 5,1
Дихотический тест до операции, %	90,8 ± 13,8	75,3 ± 18,5	57,8 ± 19,3
Число пациентов с результатом дихотического теста ниже нормативного, до операции, *n* (%)	2 (16,7)	11 (64)	9 (81,8)
Дихотический тест после операции (%)	93,3 ± 6,2	78,8 ± 17,4	54,4 ± 20,6
Число пациентов с результатом дихотического теста ниже нормативного после операции, *n* (%)	1 (8,3)	9 (53)	10 (90,9)
Ухудшение результата дихотического теста, *n* (%)	0	1 (5,8)	2 (18,1)
RuMatrix до операции (дБ SNR)	–8,1 ± 0,6	–6,0 ± 2,9	–3,2 ± 3,5
Число пациентов с результатом RuMatrix ниже нормативного до операции, *n* (%)	3 (25)	12 (70)	9 (81,8)
RuMatrix после операции (дБ SNR)	–8,4 ± 0,8	–6,6 ± 2,0	–3,5 ± 2,4
Число пациентов с результатом RuMatrix ниже нормативного после операции, *n* (%)	1 (8,3)	10 (59)	10 (90,9)
Ухудшение результатов RuMatrix, *n* (%)	0	2 (11,7)	2 (18,1)
Число пациентов с результатами в обоих тестах (одновременно и RuMatrix, и дихотического) ниже нормативного до операции, *n* (%)	0	6 (35,3)	7 (63,6)

Table 2

Results of preoperational and post-operational speech testing in patients of different ages

Indices / Groups of patients	Young age	Middle age	Elderly age
Number of patients, *n*	12	17	11
Age, years	34 ± 7,3	53 ± 6,1	67,8 ± 5,1
Alternative-response test, preoperational, %	90,8 ± 13,8	75,3 ± 18,5	57,8 ± 19,3
Number of patients with the alternative-response test result not up to the standard, preoperational, *n* (%)	2 (16,7)	11 (64)	9 (81,8)
Alternative-response test, post-operation (%)	93,3 ± 6,2	78,8 ± 17,4	54,4 ± 20,6
Number of patients with the alternative-response test result not up to the standard, post-operation, *n* (%)	1 (8,3)	9 (53)	10 (90,9)
Deterioration of the alternative-response test result, *n* (%)	0	1 (5,8)	2 (18,1)
RuMatrix, preoperational (dB SNR)	–8,1 ± 0,6	–6,0 ± 2,9	–3,2 ± 3,5
Number of patients with RuMatrix result not up to the standard, preoperational, *n* (%)	3 (25)	12 (70)	9 (81,8)
RuMatrix, post-operation (dB SNR)	–8,4 ± 0,8	–6,6 ± 2,0	–3,5 ± 2,4
Number of patients with RuMatrix result not up to the standard, post-operation, *n* (%)	1 (8,3)	10 (59)	10 (90,9)
Deterioration of RuMatrix result, *n* (%)	0	2 (11,7)	2 (18,1)
Number of patients with both tests resuls (RuMatrix and Alternative-response test) not up to the standard, preoperational, *n* (%)	0	6 (35,3)	7 (63,6)

и нормальным слухом на второе ухо. У двух испытуемых слух был в пределах нормы (среднее значение порогов по воздушной проводимости в зоне речевых частот не превышало 25 дБ относительно нормального порога слышимости). Среди пациентов среднего возраста у двоих была выявлена односторонняя тугоухость 1-й степени, у 15 испытуемых слух соответствовал норме. В группе молодых пациентов у всех испытуемых пороги слуха были в пределах нормы. Таким образом, нормальный слух отмечался у 100% пациентов молодого возраста, 88,2% пациентов среднего возраста и лишь у 18,2% пациентов пожилого возраста. Корреляции между состоянием слуха и результатами дооперационного нейропсихологического тестирования, а также состоянием слуха и развитием ПОКД не выявлено (квадрат коэффициента корреляции составил 0,4 и 0,16 соответственно).

Результаты речевых тестов представлены в табл. 2.

Среднее значение результата дихотического числового теста до операции у пациентов пожилого возраста составило 57,8 ± 19,3%; у 9 (81,8%) пациентов результат тестирования был ниже нормативного (табл. 2, рис. 1). После операции среднее значение дихотического теста значимо не изменилось и составило 54,4 ± 20,6%. Отмечено ухудшение результатов теста у двух пациентов этой группы. У пациентов среднего возраста данные дихотического теста были достоверно лучше ($p < 0,05$), чем у пожилых пациентов, и составили 75,3 ± 18,5% и 78,8 ± 17,4% до и после операции соответственно. Среди пациен-

тов среднего возраста у 11 (64%) до операции и у 9 (53%) после операции показатели дихотического теста не соответствовали норме; у одного пациента результаты тестирования ухудшились после операции. У молодых пациентов среднее значение дихотического теста составило 90,8 ± 13,8% до операции и 93,3 ± 6,2% после операции, ухудшения результатов тестирования в послеоперационный период в данной возрастной группе не выявлено. Результаты дихотического теста достоверно различались между всеми группами ($p < 0,01$ для групп пожилых и молодых пациентов; $p < 0,05$ для групп пациентов среднего и молодого возраста, а также пожилого и среднего возраста).

По данным теста RuMatrix у 9 (81,8%) пациентов пожилого возраста при первом обследовании было выявлено нарушение разборчивости речи на фоне шума (табл. 2). Среднее значение разборчивости составило до операции –3,2 ± 3,5 дБ SNR, а в послеоперационном периоде –3,5 ± 2,4 дБ SNR (табл. 2, рис. 2); у двоих (18,1%) пациентов выявлено ухудшение результатов тестирования в послеоперационном периоде. У пациентов среднего возраста среднее значение разборчивости в тесте RuMatrix до операции равнялось –6,0 ± 2,9 дБ SNR, отклонение от нормы обнаружено у 10 (59%) пациентов. После операции средний показатель теста практически не изменился и был равен –6,6 ± 2,0 дБ SNR. Ухудшение результатов в послеоперационном периоде подтверждено у 2 (11,7%) пациентов. Среди молодых пациентов средний показатель теста RuMatrix соответствовал нормативным значениям при первичном и повторном тестировании (–8,1 ± 0,6 дБ SNR и –8,4 ± 0,8 дБ SNR соответственно). Ухудшений показателей теста в послеоперационном периоде среди пациентов молодого возраста не выявлено. Результаты теста RuMatrix достоверно различались между всеми группами ($p < 0,01$ для групп пожилых и молодых пациентов; $p < 0,05$ для групп пациентов среднего и молодого возраста, а также пожилого и среднего возраста).

При анализе взаимосвязи между развитием ПОКД с результатами до- и послеоперационного речевого тестирования значимых корреляций не выявлено. Однако результаты дооперационного исследования позволяют проследить ряд закономерностей. При оценке чувствительности и специфичности дооперационных результатов дихотического теста и теста RuMatrix к возникновению ПОКД выявлено, что среди 14 пациентов с ПОКД результаты тестирования перед операцией не соответствовали норме у 12 пациентов при дихотическом тестировании и у 11 пациентов при проведении теста RuMatrix. Таким образом, чувствительность дихотического теста составила 85,7%, а теста RuMatrix 78,6%; специфичность этих тестов была равна 61 и 50% соответственно. Следует принять во внимание предварительный характер полученных результатов в связи с малочисленностью выборки для расчета данных показателей.

Был также проведен совокупный анализ предоперационных результатов дихотического теста и теста RuMatrix. Группа пациентов среднего возраста является при этом наиболее показательной для оценки эффективности применения дихотического теста и теста RuMatrix: у всех пациентов среднего возраста с нормальными результатами обоих тестов (4 человека) ПОКД не возникали, а у всех пациентов с показателями, отличными от нормы (6 человек), диагностированы ПОКД по данным MoCA. Противоположная картина имела место у пациентов пожилого возраста: ни у одного из них не зарегистрированы нормальные результаты в обоих тестах одновременно, у 7 человек имелись нарушения в обоих тестах, при этом ПОКД диагностирована у 4 из них. Среди пациентов молодого возраста нормальные результаты одновременно в обоих речевых тестах до операции имели место у 7 пациентов, но, несмотря на это, у одного из них были выявлены ПОКД. Отклонения

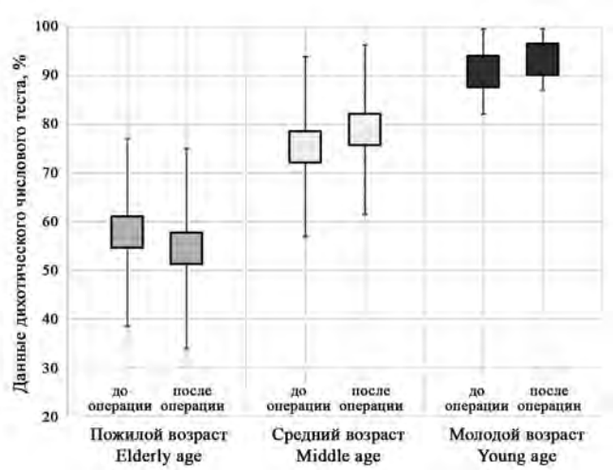

Рис. 1. Результаты дихотического числового теста до и после операции у пациентов разных возрастных групп
Fig. 1. Results of the alternative-response arithmetic test before and after surgery in patients of different age groups

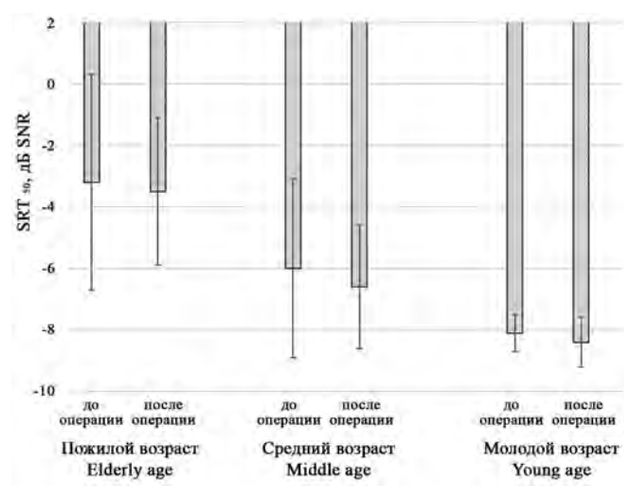

Рис. 2. Результаты русского матриксного фразового теста в шуме до и после операции у пациентов разных возрастных групп
Fig. 2. The results of RuMatrix phrasal test in the noise interference before and after surgery in patients of different age groups

от нормы хотя бы в одном из речевых тестов наблюдались у 5 молодых пациентов, что может свидетельствовать о минимальных нарушениях центральной обработки акустической информации. По всей видимости, они носят характер врожденных или рано приобретенных, не связанных с основными причинами возникновения ПОКД. В то же время у пожилых пациентов развитие ПОКД может быть связано с множеством дополнительных факторов (возраст, наличие сопутствующей соматической патологии, в том числе артериальной гипертензии, атеросклероза и др.), которые значимо увеличивают риск возникновения когнитивной дисфункции независимо от функционирования слуховых центров.

Обсуждение. Известно, что по мере старения у большинства людей развивается возрастная тугоухость (пресбиакузис): две трети людей в возрасте 70 лет и старше страдают от нарушений слуха [56], что четко прослеживается и в нашем исследовании. Сравнительно недавно была установлена связь между снижением слуха и НКФ [38–42]. Как показали результаты нашего исследования, при тональной пороговой аудиометрии у всех пациентов молодого возраста пороги слуха были в пределах нормы, а у 11,8% пациентов среднего возраста и у 81,8% пожилых была выявлена периферическая тугоухость.

Исходное НКФ по результатам теста MoCA также чаще всего наблюдалось в группе пожилых пациентов, как и развитие ПОКД, которые были диагностированы у 63,6% пациентов пожилого возраста, 35,3% среднего возраста и 8,3% молодых. Достоверно более частую встречаемость ПОКД у пожилых пациентов можно объяснить как возрастным фактором, так и более выраженным исходным когнитивным дефицитом и нарушением центральных слуховых функций.

В нашем исследовании оценка состояния центральных отделов слуховой системы осуществлялась посредством речевых психоакустических тестов. Известно, что результаты дихотического теста зависят преимущественно от состояния мозолистого тела и левой лобной доли головного мозга, а результаты теста RuMatrix — от состояния слуховой коры [46]. Результаты дооперационного речевого тестирования выявили в той или иной степени выраженные признаки дефицита центральной обработки акустической информации у пациентов всех возрастных групп. В меньшей степени они были выражены у молодых пациентов, а в большей — у пожилых. У всех пациентов пожилого возраста имели место отклонения хотя бы в одном из речевых тестов, а у 63,6% пациентов — в обоих тестах (и дихотическом, и RuMatrix) одновременно.

Выявлена достаточно высокая чувствительность речевых тестов к оценке вероятности возникновения ПОКД: для дихотического теста чувствительность составила 85,7%, а для теста RuMatrix 78,6%. При этом доказана диагностическая значимость выполнения обоих речевых тестов на дооперационном этапе. Как показало обследование пациентов среднего возраста, в случае нормальных результатов и в дихотическом тесте, и в тесте RuMatrix ни у кого ПОКД не возникали, а у всех пациентов с одновременным отклонением от нормы в обоих речевых тестах диагностировались ПОКД по данным MoCA.

Таким образом, речевые аудиологические тесты обладают достаточно высокой чувствительностью в качестве предикторов ПОКД: чувствительность дихотического теста составила 85,7%, а русского матриксного фразового теста в шуме — 78,6%, что делает целесообразным их использование на этапе предоперационной диагностики. Полезную информацию при обследовании пациентов перед операцией может дать использование дихотического теста и теста RuMatrix, оценивающего разборчивость речи в шуме. Выявление отклонений от нормы в обоих речевых тестах на дооперационном этапе может указывать на высокую вероятность развития ПОКД.

Финансирование. Работа не имела спонсорской поддержки.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме «Разработка комплекса мер по профилактике послеоперационных когнитивных расстройств и делирия на основе изучения роли в их генезе нейровоспаления, обусловленного операцией и анестезией». Номер госрегистрации 115091630050.

Конфликт интересов. Все авторы указывают на отсутствие конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Mijajlović M.D., Pavlović A., Brainin M., Heiss W.-D. et al. Post-stroke dementia — a comprehensive review. *BMC Med*. 2017;15:11. Published online 2017 Jan 18. https://doi.org/10.1186/s12916-017-0779-7.
2. Chi N.F., Shu-Ping Chao, Li-Kai Huang, Lung Chan, Yih-Ru Chen, Hung-Yi Chiou et al. Plasma Amyloid Beta and Tau Levels Are Predictors of Post-stroke Cognitive Impairment: A Longitudinal Study. *Front. Neurol*. 2019;10:715. Published online 2019 Jul 2. https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00715.
3. Needham M.J., Webb C.E., Bryden D.C. Postoperative cognitive dysfunction and dementia: what we need to know and do. *Br. J. Anaesth.* 2017;119(Suppl.1):i115–i125. https://doi.org/10.1093/bja/aex354.
4. Полушин Ю.С., Полушин А.Ю., Юкина Г.Ю., Кожемякина М.В. Послеоперационная когнитивная дисфункция — что мы знаем и куда двигаться далее. *Вестник анест. и реан.* 2019;16(1):19–28. [Polushin Yu.S., Polushin A.Yu., Yukina G. Yu., Kozhemyakina M.V. Postoperative cognitive dysfunction — what we know and where we go. Messenger of Anesthesiology and Resuscitation. 2019;16(1):19–28. (In Russian)]. https://doi.org/10.21292/2078-5658-2019-16-1-19-28.
5. Ding M.Y., Xu Y., Wang Y.Z., Li P.X., Mao Y.T., Yu J.T. et al. Predictors of Cognitive Impairment After Stroke: A Prospective Stroke Cohort Study. *J. Alzheimers Dis*. 2019;Sep 9. https://doi.org/10.3233/JAD-190382.
6. Samuelson K.W., Bartel A., Valadez R., Jordan J.T. PTSD symptoms and perception of cognitive problems: The roles of posttraumatic cognitionsand trauma coping self-efficacy. *Psychol. Trauma*. 2017;9(5):537–544. https://doi.org/10.1037/tra0000210. Epub 2016 Oct 13.
7. Schweizer S., Samimi Z., Hasani J., Moradi A., Mirdoraghi F., Khaleghi M. Improving cognitive control in adolescents with post-traumatic stress disorder (PTSD). *Behav. Res. Ther.* 2017;93:88–94. https://doi.org/10.1016/j.brat.2017.03.017.
8. Liu H., Zhang Z., Choi S.W., Langa K.M. Marital Status and

Dementia: Evidence from the Health and Retirement Study. *The Journals of Gerontology*: Series B, gbz087, 2019. https://doi.org/10.1093/geronb/gbz087.
9. Bajaj M.-P.K., Burrage D.R., Tappouni A., Dodd J.W., Jones P.W., Baker E.H. COPD patients hospitalized with exacerbations have greater cognitive impairment than patients hospitalized with decompensated heart failure. *Clin. Interv. Aging.* 2019;14:1–8. Published online 2018 Dec 18. https://doi.org/10.2147/CIA.S185981.
10. Evans I., Martyr A., Collins R., Brayne C., Clare L. Social Isolation and Cognitive Function in Later Life: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J. Alzheimers Dis.* 2019;70(Suppl.1):S119–S144. Prepublished online 2018 Oct 24. Published online 2019 Aug 13. https://doi.org/10.3233/JAD-180501.
11. Wraw C., Deary I.J., Gale C.R., Der G. Intelligence in youth and health at age 50. *Intelligence.* 2015;53:23–32.
12. Лобзин В.Ю., Колмакова К.А., Емелин А.Ю., Янишевский С.Н. Артериальная гипертензия и болезнь Альцгеймера. Пролог к нейродегенерации. *Артериальная гипертензия*. 2019;25(2):122–133. [Lobzin V.Yu., Kolmakova K.A., Emelin A.Yu., Yanishevskiy S.N. Arterial hypertension and Alzheimer's disease. Prologue to neurodegeneration. *Arterial'naya Gipertenziya = Arterial Hypertension*. 2019;25(2):122–133. (In Russian)]. https://doi.org/10.18705/1607-419X-2019-25-2-122-133.
13. Wefel J.S., Kesler S.R., Noll K.R., Schagen S.B. Clinical Characteristics, Pathophysiology, and Management of Noncentral Nervous System Cancer-Related Cognitive Impairment in Adults. *CA Cancer J. Clin.* 2015 65(2):123–138. https://doi.org/10.3322/caac.21258.
14. Klinger R.Y., James O.G., Borges-Neto S., Bisanar T., Li Y.-J., Qi W. et al. the Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative (ADNI) Study Group, the Neurologic Outcomes Research Group(NORG) ^{18}F-florbetapir PET-determined Cerebral β-Amyloid Deposition and Neurocognitive Performance after Cardiac Surgery. *Anesthesiology.* 2018;128(4):728–744. https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000002103.
15. Yuan S.-M., Lin H. Postoperative Cognitive Dysfunction after Coronary Artery Bypass Grafting. *Braz. J. Cardiovasc. Surg.* 2019;34(1):76–84. https://doi.org/10.21470/1678-9741-2018-0165.
16. Zhang Y., Bao H.-G., Lu Y.-L., Si Y.-N., Han L., Wang H.-Y. et al. Risk factors for early postoperative cognitive dysfunction after colorectal surgery. *BMC Anesthesiol.* 2019;19:6. Published online 2019 Jan 8. https://doi.org/10.1186/s12871-018-0676-4.
17. Hshieh T.T., Jung W.F., Grande L.J., Chen J., Stone R.M., Soiffer R.J. et al. Prevalence of Cognitive Impairment and Association With Survival Among Older Patients With Hematologic Cancers. *JAMA Oncol.* 2018;4(5):686–693. https://doi.org/10.1001/jamaoncol.2017.5674.
18. Duarte-García A., Romero-Díaz J., Juárez S., Cicero-Casarrubias A., Fragoso-Loyo H., Núñez-Alvarez C. et al. Disease activity, autoantibodies, and inflammatory molecules in serum and cerebrospinal fluid of patients with Systemic Lupus Erythematosus and Cognitive Dysfunction. *PLoS One.* 2018;13(5):e0196487. Published online 2018 May 3. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196487.
19. Kalb R., Beier M., Benedict R.H., Charvet L., Costello K., Feinstein A. et al. Recommendations for cognitive screening and management in multiple sclerosis care. *Mult. Scler.* 2018;24(13):1665–1680. Published online 2018 Oct 10. https://doi.org/10.1177/1352458518803785.
20. Miller E., Morel A., Redlicka J., Miller I., Saluk I. Pharmacological and Non-pharmacological Therapies of Cognitive Impairment in Multiple Sclerosis. *Curr. Neuropharmacol.* 2018;16(4):475–483. Published online 2018 May. https://doi.org/10.2174/1570159X15666171109132650.
21. Goldman J.G., Vernaleo B.A., Camicioli R., Dahodwala N. et al. Cognitive impairment in Parkinson's disease: a report from a multidisciplinary symposium on unmet needs and future directions to maintain cognitive health. *NPJ Parkinsons Dis.* 2018;4:19. Published online 2018 Jun 26. https://doi.org/10.1038/s41531-018-0055-3.
22. Schulz J., Pagano G., Bonfante J., Wilson H., Politis M. Nucleus basalis of Meynert degeneration precedes and predicts cognitive impairment in Parkinson's disease. *Brain.* 2018;141(5):1501–1516. Published online 2018 Mar 21. https://doi.org/10.1093/brain/awy072.
23. Davies G., Lam M. et al. Study of 300,486 individuals identifies 148 independent genetic loci influencing general cognitive function. *Nat. Commun.* 2018;9:2098. https://doi.org/10.1038/s41467-018-04362-x.
24. Biessels G.J., Despa F. Cognitive decline and dementia in diabetes mellitus: mechanisms and clinical implications. *Nat. Rev. Endocrinol.* 2018;14(10):591–604. https://doi.org/10.1038/s41574-018-0048-7.
25. Shibayama O., Yoshiuchi K., Inagaki M., Matsuoka Y. et al. Uchitomi Association between adjuvant regional radiotherapy and cognitive function in breast cancer patients treated with conservation therapy. *Cancer Med.* 2014;3(3):702–709. Published online 2014 Apr 23. https://doi.org/10.1002/cam4.174.
26. Makale M.T., McDonald C.R., Hattangadi-Gluth J., Kesari S. Brain irradiation and long-term cognitive disability: Current concepts. *Nat. Rev. Neurol.* 2017;13(1):52–64. Published online 2016 Dec 16. https://doi.org/ 10.1038/nrneurol.2016.185.
27. Van Harten A.E., Scheeren T.W., Absalom A.R. A review of postoperative cognitive dysfunction and neuroinflammation associated with cardiac surgery and anaesthesia. *Anaesthesia,* 2012;66:280–293. https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.2011.07008.x.
28. Riedel B., Browne K., Silbert B. Cerebral protection: inflammation, endothelial dysfunction and postoperative cognitive dysfunction. *Curr. Opin. Anaesthesiol*. 2014;27:89–97. https://doi.org/10.1097/aco.0000000000000032.
29. Silva F.P., Schmidt A.P., Valentin L.S., Pinto K.O., Zeferino S.P., Oses J.P. et al. S100B protein and neuron-specific enolase as predictors of cognitive dysfunction after coronary artery bypass graft surgery: A prospective observational study. *Eur. J. Anaesthesiol.* 2016;33:681–689. https://doi.org/10.1097/eja.0000000000000450.
30. Полушин А.Ю., Янишевский С.Н., Маслевцов Д.В., Кривов В.О., Бескровная О.В., Молчан Н.С. Эффективность профилактики послеоперационной когнитивной дисфункции при кардиохирургических вмешательствах с применением препарата Церебролизин. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2017;117(12):37–45. [Polushin A.Y., Yanishevskiy S.N., Maslevtsov D.V., Krivov V.O., Beskrovnaya O.V., Molchan N.S. The efficacy of prevention of postoperative cognitive dysfunction in cardiac surgeries with the use of the cerebrolysin. *Zh. nevrol. psikhiatr. im. S.S. Korsakova.* 2017;117(12):37–45. (In Russian)]. https://doi.org/10.17116/jnevro201711712137-45.
31. Safavynia S.A., Goldstein P.A. The Role of Neuroinflammation in Postoperative Cognitive Dysfunction: Moving From Hypothesis to Treatment. *Front. Psychiatry*. 2018;9:752. Published online 2019 Jan 17. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2018.00752.
32. Vega J.N., Dumas J., Newhouse P. Cognitive Effects of Chemotherapy and Cancer-Related Treatments in Older Adults. *Am. J. Geriatr. Psychiatry*. 2017;25(12):1415–1426. Published online 2017 Apr 6. https://doi.org/10.1016/j.jagp.2017.04.001.
33. Rosenberg G.A. Binswanger's disease: biomarkers in the inflammatory form of vascular cognitive impairment and dementia. *J. Neurochem.* 2018;144(5):634–643. https://doi.org/10.1111/jnc.14218.
34. Одинак М.М., Емелин А.Ю., Лобзин В.Ю., Воробьев С.В., Киселев В.Н. Современные возможности нейровизуализации в дифференциальной диагностике когнитивных нарушений. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика.* 2012;4(2S):51–55. [Emelin A.Y., Odinak M.M., Lobzin V.Y., Vorobyev S.V., Kiselev V.N. Current capacities for neuroimaging in the differential diagnosis of cognitive impairments. *Neurology,*

Neuropsychiatry, Psychosomatics. 2012;4(2S):51–55. (In Russian)]. https://doi.org/10.14412/2074-2711-2012-2509.
35. Юкина Г.Ю., Сухорукова Е.Г., Белозерцева И.В., Полушин Ю.С., Томсон В.В., Полушин А.Ю. Реакция нейронов и микроглии коры мозжечка на анестезию севофлураном. *Цитология*. 2019;(7):548–555. [Yukina G.Yu., Sukhorukova E.G., Belozertseva I.V., Polushin Yu.S., Tomson V.V., Polushin A.Yu. Cerebellar cortex neurons and microglia reaction to sevoflurane anesthesia. *Citologia*. 2019;(7):548–555. (In Russian)].
36. Herold F., Wiegel P., Scholkmann F., Müller N.G. Applications of Functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS) Neuroimaging in Exercise — Cognition Science: A Systematic, Methodology-Focused Review. *J. Clin. Med.* 2018;7(12):466. Published online 2018 Nov 22. https://doi.org/10.3390/jcm7120466.
37. Öz G., Alger J.R., Barker P.B., Bartha R. et al. Clinical Proton MR Spectroscopy in Central Nervous System Disorders. *Radiology.* 2014;270(3):658–679. Published online 2014 Mar. https://doi.org/10.1148/radiol.13130531.
38. Hardy C.J., Marshall C.R., Golden H.L., Clark C.N., Mummery C.J., Griffiths T.D. et al. Hearing and dementia. *J. Neurol.* 2016;263(11):2339–2354. https://doi.org/10.1007/s00415-016-8208-y.
39. Park S.Y., Kim M.J., Sikandaner H., Kim D.-K., Yeo S.W., Park S.N. A causal relationship between hearing loss and cognitive impairment. *Acta Oto-Laryngologica.* 2016;136(5):480–483. https://doi.org/10.3109/00016489.2015.1130857.
40. Su P., Hsu C.C., Lin H.C., Huang W.S., Yang T.L., Hsu W.T. et al. Age-related hearing loss and dementia: a 10-year national population-based study. *Eur. Arch. Otorhinolaryngol*. 2017;274(5):2327–2334. https://doi.org/10.1007/s00405-017-4471-5.
41. Huang B., Cao G., Duan Y., Yan S., Yan M., Yin P. et al. Gender Differences in the Association Between Hearing Loss and Cognitive Function. *Am. J. Alzheimers Dis. Other Demen.* 2019;Sep 11:1–8. https://doi.org/10.1177/1533317519871167.
42. Ray M., Dening T., Crosbie B. Dementia and hearing loss: A narrative review. *Maturitas.* 2019;128:64–69. https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2019.08.001.
43. Alattar A.A., Bergstrom J., Laughlin G.A., Kritz-Silverstein D., Richard E.L., Reas E.T. et al. Hearing impairment and cognitive decline in older, community-dwelling adults. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* 2019;Feb12. https://doi.org/10.1093/gerona/glz035.
44. Liu C.M., Lee C.T. Association of Hearing Loss With Dementia. *JAMA Netw Open.* 2019;2(7):e198112. https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2019.8112.
45. Бобошко М.Ю., Бердникова И.П., Гарбарук Е.С., Салахбеков М.А., Мальцева Н.В. Влияние центральных слуховых расстройств на разборчивость речи при сенсоневральной тугоухости. *Вестник оториноларингологии.* 2018;2:4–8. [Boboshko M.Y., Berdnikova I.P., Garbaruk E.S., Salakhbekov M.A., Mal'tseva N.V. The influence of central auditory processing on the intelligibility of the speech in the patients presenting with hearing impairment. *Vestnik Otorinolaringol.* 2018;2:4–8. (In Russian)]. https://doi.org/10.17116/otorino20188324-8.
46. Musiek F.E., Chermak G.D. Handbook of central auditory processing disorder. Vol. 1. Auditory neuroscience and diagnisis. 2nd ed. San Diego: Plural Publishing; 2014:745.
47. Goll J.C., Kim L.G., Ridgway G.R. et al. Impairments of auditory scene analysis in Alzheimer's disease. *Brain.* 2012;135:190–200. https://doi.org/10.1093/brain/awr260.
48. Golden H.L., Agustus J.L., Goll J.C., Downey L.E., Mummery C.J., Schott J.M., et al. Functional neuroanatomy of auditory scene analysis in Alzheimer's disease. *NeuroImage Clinical.* 2015;7:699–708. https://doi.org/10.1016/j.nicl.2015.02.019.
49. Gosselin P.A., Ismail Z., Faris P.D., Benkoczi C.L., Fraser T.L., Cherry S.W. et al. Effect of Hearing Ability and Mild Behavioural Impairment on MoCA and Memory Index Scores. *Can. Geriatr. J.* 2019;22(3):165–170. https://doi.org/10.5770/cgj.22.374.
50. Gates G.A., Anderson M.L., McCurry S.M., Feeney M.P., Larson E.B. Central Auditory Dysfunction as a Harbinger of Alzheimer Dementia. *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.* 2011;137(4):390–395. https://doi.org/10.1001/archoto.2011.28.
51. Schneider B.A. How Age Affects Auditory-Cognitive Interactions in Speech Comprehension. *Audiol. Res.* 2011;1(1):e10. https://doi.org/10.4081/audiores.2011.e10.
52. Бобошко М.Ю., Риехакайнен Е.И. Речевая аудиометрия в клинической практике. СПб.: Диалог; 2019:80. [Boboshko M.Y., Riehakainen E.I. Rechevaya audiometriya v klinicheskoy praktike. SPb.: Dialog; 2019:80.(In Russian)].
53. Musiek F.E., Chermak G.D. Psychophysical and behavioral peripheral and central auditory tests. *Handbook of Clinical Neurology.* 2015;129:313–332. https://doi.org/10.1016/b978-0-444-62630-1.00018-4.
54. Бобошко М.Ю., Жилинская Е.В., Важыбок А., Мальцева Н.В., Цоколь М., Кольмейер Б. Речевая аудиометрия с использованием матриксного фразового теста. *Вестн. оториноларингологии*. 2016;81(5):40–44. [Boboshko M.Y., Zhilinskaia E.V., Warzybok A., Maltseva N.V., Zokoll M., Kollmeier B. The speech audiometry using the matrix sentence test. *Vestn. Otorinolaringol.* 2016;81(5):40–44. (In Russian)]. https://doi.org/10.17116/otorino201681540-44.
55. Warzybok A., Zokoll M., Wardenga N., Ozimek E., Boboshko M., Kollmeier B. Development of the Russian matrix sentence test. *Int. J. Audiol.* 2015;54(Suppl.2):35–43. https://doi.org/10.3109/14992027.2015.1020969.
56. Goman A.M., Lin F.R. Prevalence of hearing loss by severity in the United States. *Am. J. Public Health*. 2016;106(10):1820–1822. https://doi.org/10.2105/AJPH.2016.303299.

Поступила 30.12.19
Принята к печати 17.01.19