

© Team of authors, 2025 / © Коллектив авторов, 2025

3.1.3. Otorhinolaryngology, 3.3.3. Pathological physiology / 3.1.3. Оториноларингология, 3.3.3. Патологическая физиология

Optimization of olfactory training technology using a software and hardware complex in patients with olfactory disorders

G.V. Lebedeva¹, M.V. Svistushkin¹, L.V. Selezneva¹, V.P. Sobolev¹,
V.M. Svistushkin¹, M.V. Morozova², M.A. Lebedev³

¹Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenovskiy University). Ear, nose and throat diseases department, Moscow, Russia

²Moscow State University of Psychology & Education, Moscow, Russia

³Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Contacts: Lebedeva Gay Valerievna – e-mail: gde12@yandex.ru

Оптимизация технологии обонятельного тренинга с применением программно-аппаратного комплекса у пациентов с нарушениями обоняния

Г.В. Лебедева¹, М.В. Свистушкин¹, Л.В. Селезнева¹, В.П. Соболев¹,
В.М. Свистушкин¹, М.В. Морозова², М.А. Лебедев³

¹ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет) Минздрава РФ, Клиника болезней уха, горла и носа, Москва, Россия

²ФГБОУ ВО МПГУ, ФГБОУ ВО Московский государственный психолого-педагогический университет, Москва, Россия

³ФГБОУ ВО Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Контакты: Лебедева Гая Валерьевна – e-mail: gde12@yandex.ru

利用软硬件系统优化嗅觉训练技术在嗅觉障碍患者中的应用

G.V. Lebedeva¹, M.V. Svistushkin¹, L.V. Selezneva¹, V.P. Sobolev¹,
V.M. Svistushkin¹, M.V. Morozova², M.A. Lebedev³

¹俄罗斯联邦卫生部联邦国家自治高等教育机构 I.M. 先觉诺夫第一莫斯科国立医科大学 (先觉诺夫大学) 耳鼻喉科教研室, 莫斯科, 俄罗斯

²莫斯科国立心理与教育大学, 莫斯科, 俄罗斯

³俄罗斯联邦国家预算高等教育机构 罗蒙诺索夫莫斯科国立大学, 莫斯科, 俄罗斯

联系人: Lebedeva Gay Valerievna – e-mail: gde12@yandex.ru

Purpose of the study. Evaluation of the effectiveness of olfactory training in patients using the VIBRAINT RehUp automated software and hardware complex, which includes a neurocomputer interface.

Material and methods. The present study involved 15 patients with post-viral olfactory dysfunction. Before the study, all participants underwent olfactory diagnostics using the Russian Olfactory Test. The study included patients with dysosmia: olfactory threshold ability – <16 points, olfactory identification ability <17 points. All patients were offered to undergo a course of olfactory training using a software and hardware complex. Olfactory training was conducted using 6 aromas: melon, chocolate, linden, mint, smoke and orange. The rehabilitation course included 10 training sessions. During each training, the study participant had to complete 2 exercises: exercise №1 – rhythmic inhalation of randomly sprayed odors (random); exercise №2 – a task to discriminate odors («Matrix»). The duration of each training session was about 45 minutes.

Results. When performing an odor discrimination exercise, 9 out of 15 study participants showed improved accuracy scores. Statistical analysis of the results of all patients using the Wilcoxon test showed a significant improvement in accuracy in pairwise comparison of the results: the first and last sessions ($n=15$, $-W=8$; $p=0.026$), the average values of the first two and the last two sessions ($n=15$, $-W=10$; $p=0.0076$). When comparing the accuracy of the first session with each subsequent one, a tendency towards an increase in the number of correct answers is noted from the 7th session ($n=14$, $W=7$; $p=0.021$) and is maintained in the 8th ($n=13$, $W=8.5$; $p=0.029$) and 10th sessions ($n=10$, $W=0$; $p=0.018$). When assessing the sense of smell using the Russian Olfactory Test in 10 patients who completed a 10-session rehabilitation course, 7 (70%) of participants showed positive dynamics, 3 (30%) – no changes. Based on the data obtained during the interpretation of the EEG of patients, it was found that the beta rhythm has a statistically significant tendency to increase throughout the entire training course (linear mixed model, $p=0.01$, coefficient= 0.439 ± 0.129). This EEG pattern indicates an increase in cognitive activity associated with improvements in olfactory function and engagement in the training paradigm.

Conclusions. The results confirm the effectiveness of olfactory training using VIBRAINT RehUp and justify its implementation in clinical practice as an element of comprehensive diagnostics and rehabilitation of patients with olfactory dysfunction.

Key words: olfactory analyzer, olfaction, dysosmia, olfactory dysfunction, olfactory disorders; olfactory training, aroma; postviral olfactory impairment, software and hardware complex

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

Funding. The study has not received any funding.

For citation: Lebedeva G.V., Svistushkin M.V., Selezneva L.V., Sobolev V.P., Svistushkin V.M., Morozova M.V., Lebedev M.A. Optimization of olfactory training technology using a software and hardware complex in patients with olfactory disorders. Head and neck. Head and Neck. Russian Journal. 2025;13(4):63–71

Doi: 10.25792/HN.2025.13.4.63-71

The authors are responsible for the originality of the data presented and the possibility of publishing illustrative material – tables, drawings, photographs of patients.

Цель исследования: Оценка эффективности тренировки обоняния у пациентов с применением автоматизированного программно-аппаратного комплекса VIBRAINT RehUp, включающего в себя нейрокомпьютерный интерфейс.

Материал и методы. В исследовании приняли участие 15 пациентов с поствирусной ольфакторной дисфункцией. Всем участникам была проведена диагностика обоняния Отечественным обонятельным тестом. В исследование были включены пациенты с дизосмией: пороговая способность обоняния <16 баллов, идентификационная способность обоняния <17 баллов. Всем пациентам было предложено пройти курс обонятельного тренинга с применением VIBRAINT RehUp. Обонятельная тренировка проводилась с применением 6 ароматов: дыня, шоколад, липа, мята, дым и апельсин. Курс реабилитации включал в себя 10 тренировочных сессий. Во время каждой тренировки участник выполнял 2 упражнения: упражнение №1 – ритмичное вдыхание случайно распыленных запахов (random); упражнение №2 – задание на различение (дискриминацию) запахов (matrix; «Матрица»). Длительность одной тренировочной сессии (оба задания) составляла около 45 минут.

Результаты. При выполнении упражнения на дискриминацию запахов у 9 участников исследования из 15 отмечено улучшение показателей точности. Статистический анализ результатов всех пациентов с применением критерия Вилкоксона показал значимое улучшение точности при попарном сравнении результатов: 1-й и последней сессии ($n=15$, $-W=8$; $p=0,026$), средних значений первых двух и последних двух сессий ($n=15$, $-W=10$; $p=0,0076$). При сравнительном анализе точности 1-й сессии с каждой последующей отмечается тенденция к увеличению числа правильных ответов, имеющая статистическую достоверность при сравнении с 7-й ($n=14$, $W=7$; $p=0,021$), 8-й ($n=13$, $W=8,5$; $p=0,029$) и 10-й ($n=10$, $W=0$; $p=0,018$) сессиями. При оценке обоняния Отечественным обонятельным тестом у 10 пациентов, которые завершили курс реабилитации из 10 сессий, у 7 (70%) участников отмечена положительная динамика, у 3 (30%) – без изменений. При интерпретации электроэнцефалограммы (ЭЭГ) пациентов выявлено, что β -ритм имеет статистически значимую тенденцию к росту в течение всего курса тренировок (линейная смешанная модель, $p=0,01$, коэффициент $=0,439 \pm 0,129$). Такая динамика ЭЭГ указывает на рост когнитивной активности, связанный с улучшениями обонятельной функции и степени вовлеченности в тренировочную парадигму.

Закключение. Полученные данные, подтверждают эффективность обонятельного тренинга с применением VIBRAINT RehUp и обосновывают целесообразность его внедрения в клиническую практику в качестве элемента комплексной диагностики и реабилитации пациентов с ольфакторной дисфункцией.

Ключевые слова: обонятельный анализатор, обоняние, дизосмия, ольфакторная дисфункция, расстройства обоняния, обонятельный тренинг, аромат, поствирусное нарушение обоняния, программно-аппаратный комплекс

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда 24-25-00415.

Для цитирования: Лебедева Г.В., Свистушкин М.В., Селезнева Л.В., Соболев В.П., Свистушкин В.М., Морозова М.В., Лебедев М.А. Оптимизация технологии обонятельного тренинга с применением программно-аппаратного комплекса у пациентов с нарушениями обоняния. Head and neck. Голова и шея. Российский журнал. 2025;13(4):63–71

Doi: 10.25792/HN.2025.13.4.63-71

Авторы несут ответственность за оригинальность представленных данных и возможность публикации иллюстративного материала – таблиц, рисунков, фотографий пациентов.

研究目的：评估包含神经计算机接口的 VIBRAINT RehUp 自动化软硬件系统在嗅觉障碍患者嗅觉训练中的有效性。

材料与方法：本研究共纳入 15 例病毒后嗅觉功能障碍患者。研究前，所有受试者均接受俄罗斯嗅觉测试（Russian Olfactory Test）评估。入选患者均存在嗅觉异常：嗅觉阈值能力 <16 分，嗅觉识别能力 <17 分。所有患者均接受基于软硬件系统的嗅觉训练课程。训练中使用 6 种气味：香瓜、巧克力、椴树花、薄荷、烟味和橙子。康复课程共包括 10 次训练。每次训练中，受试者需完成 2 项练习：练习 1——节律性吸入随机喷洒的气味（“random”）；练习 2——气味辨别任务（“Matrix”）。每次训练时长约 45 分钟。

结果：在气味辨别练习中，15 名受试者中有 9 名的准确率提高。对所有患者结果使用 Wilcoxon 检验进行统计分析，在以下配对比较中显示出准确率的显著改善：第一次与最后一次训练（ $n=15$, $-W=8$; $p=0.026$ ），前两次与最后两次训练的平均值（ $n=15$, $-W=10$; $p=0.0076$ ）。将第一次训练与其后每次训练比较，从第 7 次起可见正确答案数量增加的趋势（ $n=14$, $W=7$; $p=0.021$ ），这一趋势在第 8 次（ $n=13$, $W=8.5$; $p=0.029$ ）和第 10 次训练（ $n=10$, $W=0$; $p=0.018$ ）中得以维持。对 10 名完成全部 10 次康复课程的患者进行俄罗斯嗅觉测试评估，7 名（70%）受试者显示阳性动态，3 名（30%）无变化。根据对患者脑电图（EEG）结果的解释，在整个训练期间 β 节律表现出具有统计学意义的增加趋势（线性混合模型， $p=0.01$ ，系数= 0.439 ± 0.129 ）。这一 EEG 模式表明，与嗅觉功能改善及对训练范式参与度提高相关的认知活动增强。

结论：研究结果证实，使用 VIBRAINT RehUp 进行嗅觉训练是有效的，并支持其作为嗅觉功能障碍患者综合诊断与康复组成部分在临床实践中推广应用。

关键词：嗅觉分析器，嗅觉，嗅觉异常，嗅觉功能障碍，嗅觉紊乱，嗅觉训练，香味，病毒后嗅觉减退，软硬件系统

利益冲突：作者声明无利益冲突。

经费支持：本研究未获得任何经费资助。

引用格式：Lebedeva G.V., Svistushkin M.V., Selezneva L.V., Sobolev V.P., Svistushkin V.M., Morozova M.V., Lebedev M.A. Optimization of olfactory training technology using a software and hardware complex in patients with olfactory disorders. Head and neck. Head and Neck. Russian Journal. 2025;13(4):63–71

Doi: 10.25792/HN.2025.13.4.63-71

作者对所呈现数据的原创性以及发表插图材料（表格、图示、患者照片）的可能性负责。

Введение

Реабилитация пациентов с ольфакторной дисфункцией является актуальной междисциплинарной проблемой. Это обусловлено не только тем, что дизосмия является сопутствующей патологией при заболеваниях из различных отраслей медицины (оториноларингология, неврология и др.), но и хроническим течением большинства расстройств обоняния [1–2].

На данный момент существуют различные способы лечения дизосмии. К ним относятся консервативные (медикаментозные) методы: интраназальные и пероральные глюкокортикостероиды, кофе, инсулин, цитрат натрия и др. [3–6]. Но медикаментозные подходы в большинстве случаев не эффективны и не являются универсальным методом лечения [7]. В настоящее время «золотым» стандартом реабилитации ольфакторной дисфункции является обонятельная тренировка [8].

Обонятельная тренировка – это многократное вдыхание пахучих веществ и выполнение различных упражнений на протяжении определенного периода времени [9–11]. Механизм действия тренировки обусловлен нейропластичностью структур обонятельного анализатора как периферических, так и центральных [12]. Несмотря на множество исследований, подтверждающих эффективность метода, отсутствует единый алгоритм его проведения. Поводом для дискуссии остаются следующие параметры: количество, концентрация и категории запахов, период длительности тренировки, число занятий в день и др. [13].

В большинстве зарубежных исследований проводится тренировка с применением 4 запахов, принадлежащих к разным группам ароматов в соответствии с гипотезой «ольфакторной призмы» предложенной Н. Henning в 1916 г.: цветочный (роза); цитрусовый (лимон); ароматный (гвоздика) и смолистый (эвкалипт) [14, 15]. Но помимо количества и категорий запахов остается открытым ряд следующих вопросов: на каком расстоянии и на протяжении какого времени необходимо вдыхать аромат, методика подачи аромата, соблюдают ли пациенты перечисленные критерии при самостоятельном тренинге.

По данным зарубежных исследований курс реабилитации должен составлять не менее 3 месяцев [9, 12, 16, 17]. Как отмечают L. Zetian и соавт., для успешной реабилитации необходимо строгое соблюдение продолжительности курса. По результатам исследования 76,4% участников выполняют тренировку менее 4 недель [18]. Основываясь на вышеуказанных данных, возникает потребность в создании условий для увеличения приверженности пациента тренировкам.

Стоит отметить, что при проведении обонятельной тренировки чаще всего оценка динамики проводится субъективными методами (опросники, психофизические тесты). Но результаты, полученные с их применением, не всегда точны [12]. В связи с этим перспективным подходом к решению поставленных задач является применение программно-аппаратных комплексов, предназначенных для обонятельной тренировки. Программно-аппаратный комплекс может включать в себя систему для пода-

чи запахов, программу для регистрации активных сигналов головного мозга, устройство для выполнения тренировочных заданий и др. [19]. Применение таких комплексов для тренировки обладает рядом преимуществ: исключает вариабельность поданных стимулов (аромадиффузор), обеспечивает оценку эффективности тренировок по результатам выполненных упражнений, повышает приверженность пациента курсу реабилитации (программное обеспечение для выполнения тренировочных заданий), фиксирует данные о нейропластических изменениях на уровне коры головного мозга (устройство для снятия электроэнцефалограммы – ЭЭГ) и т.д.

В связи с этим целью настоящего исследования было оценить эффективность обонятельной тренировки у пациентов, с применением программно-аппаратного комплекса VIBRAINT RehUp, включающего в себя нейрокompьютерный интерфейс.

Материал и методы

В настоящем исследовании приняло участие 15 пациентов с поствирусной ольфакторной дисфункцией. Критерии включения: мужчины и женщины в возрасте от 18 до 60 лет, добровольное информированное согласие пациента на участие в исследовании, наличие субъективных симптомов дизосмии продолжительностью не менее 3 месяцев после разрешения острого заболевания. Критерии невключения: возраст младше 18 лет, полная обструкция носового дыхания из-за наличия патологии, требующей хирургического лечения, беременность и период лактации, аллергическая реакция на компоненты ароматов для тренинга, гель для установки электродов. Критерии исключения: наличие тяжелых сопутствующих патологий, препятствующих проведению исследования, развитие во время проведения тренировок острого заболевания (ОРВИ), оказывающего временное влияние на носовое дыхание и обоняние, отказ от участия в исследовании.

Перед проведением исследования всем участникам провели эндоскопический осмотр ЛОР-органов и диагностику обоняния Отечественным обонятельным тестом. Отечественный обонятельный тест был разработан на базе кафедры болезней уха, горла и носа ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава РФ. Тест валидирован на здоровых добровольцах и проведена оценка возможностей его применения у пациентов с постинфекционной дисфункцией обоняния в клинических исследованиях [20, 21]. В исследование были включены пациенты с постинфекционной дизосмией: пороговая способность обоняния – <16 баллов, идентификационная способность обоняния <17 баллов [23].

Всем пациентам было предложено пройти курс обонятельной тренировки с применением программно-аппаратного комплекса VIBRAINT RehUp (ООО «Нейротехника», Самара, Россия). VIBRAINT RehUp включает в себя диффузор для подачи запахов Aroma Shooter (Aromajoin Corporation, Киото, Япония), назальный термометрический датчик дыхания TRSens (Москва, Россия) усилитель NVX-36 (ООО «Медицинские Компьютерные Системы», Москва, Россия), шлем для снятия ЭЭГ с 24 отведениями по системе 10–20 равномерно распределенными по поверхности головы (земляное отведение FCz, референсные отведения A1, A2), компьютер с программным обеспечением (ООО «Нейротехника», Самара, Россия) для выполнения упражнений. Программное обеспечение синхронизирует запись ЭЭГ с предъявлением запахов и позволяет в едином интерфейсе управлять записью ЭЭГ и обонятельными упражнениями.

Aroma Shooter оснащен 6 отсеками для установки катриджей с ароматическими веществами, которые являются синтетическими пищевыми ароматизаторами, сертифицированными в пищевой промышленности. Обонятельная тренировка проводилась с применением 6 ароматов: дыня, шоколад, липа, мята, дым и апельсин.

Курс тренировки включал в себя 10 тренировочных сессий. Тренировочные сессии проводились под контролем врача-оториноларинголога преимущественно ежедневно, длительность курса составляла не более 14 дней. Перед проведением тренировки в полость носа каждого участника устанавливали назальный термометрический датчик дыхания для контроля вдоха и выдоха. На голову пациента надевали шлем и устанавливали электроды в соответствии с методологией ранее проведенного исследования при участии здоровых добровольцев [22].

«Aroma Shooter» устанавливался на расстоянии 20 см от носа пациента. Во время каждой тренировки участнику исследования необходимо было последовательно выполнить 2 упражнения: упражнение №1 – ритмичное вдыхание случайно распыленных запахов (random); упражнение №2 – различение (дискриминация) запахов (matrix; «Матрица»). Длительность перерыва между упражнениями составляла не более 10 минут. Во время тренировочной сессии участник сидел в удобном кресле в слабо освещенном помещении, выполнял упражнения с закрытыми глазами, а в задании на различение запахов по звуковому сигналу давал ответ нажатием на одну из двух кнопок. Во время упражнения №1 пациенту с помощью диффузора «Aroma Shooter» осуществлялась подача запаха, при этом в случайном порядке подавался либо один из 6 запахов, либо пустой стимул. подача пустого стимула была необходима для сравнения с реакцией на обонятельные стимулы при анализе ЭЭГ. Во время упражнения №2 «Матрица» участнику с помощью диффузора осуществлялась подача 15 пар запахов. Перед каждой подачей пары программное обеспечение случайным образом «выбирало» будет ли данная пара запахов иметь оба одинаковых (50%) или оба (50%) разных запаха. Затем, соответственно, случайным образом выбирались либо два разных запаха, либо один запах, который подавался дважды. После каждой пары испытуемому необходимо было ответить на вопрос «Являются ли запахи одинаковыми или различаются?». Участник подтверждал свой выбор с помощью клавиш на компьютерной клавиатуре, где «0» – запахи различаются, «1» – одинаковые. В конце упражнения оценивалась точность его выполнения, а именно число правильных ответов в %. Число пар запахов было сбалансировано (50% одинаковых; 50% различных), минимально возможная точность при случайном угадывании составляла 50%. Для здоровых испытуемых упражнения на различение двух запахов из набора дыня, шоколад, липа, мята, дым и апельсин не вызывает затруднений, а точность распознавания запахов близка к 100% [22]. Все упражнения осуществлялись под голосовую команду «вдох» и «выдох» для синхронизации дыхания с обонятельным стимулом. Длительность каждой тренировочной сессии составляла около 45 минут.

Исследование проводилось на клинической базе отделения болезней уха, горла и носа УКБ №1 Клинического центра ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава РФ.

Статистическую обработку данных проводили с помощью NumPy и SciPy библиотек Python для научных вычислений. При выполнении пациентами упражнения на дискриминацию запахов была рассчитана точность после каждой тренировочной сессии – число правильных ответов в %. Сравнительный анализ

точности сессий проводили с применением парного критерия Вилкоксона. Анализ ЭЭГ данных выполняли с использованием библиотеки MNE-Python, применением линейной смешанной модели. Для сравнения результатов ЭЭГ полученных при выполнении упражнений также применяли критерий Вилкоксона.

Результаты

Всего в исследовании обонятельный тренинг был проведен 15 пациентам. Из 15 участников 1 человек выполнил 6 сессий, 1 человек – 7 сессий, 3 человека – 9 сессий, и 10 человек прошли все 10 сессий.

Исходя из полученных результатов, при выполнении упражнения на дискриминацию запахов у 9 человек была отмечена улучшение показателей точности, 4 человека – без изменений и у 2 человек – отрицательная динамика (рис. 1).

Статистический анализ результатов всех пациентов с применением критерия Вилкоксона показал значимое улучшение точности при попарном сравнении результатов: первой и последней сессии ($n=15$, $W=8$; $p=0,026$), средних значений первых двух и последних двух сессий ($n=15$, $-W=10$; $p=0,0076$). При сравнительном анализе точности 1-й сессии с каждой последующей отмечается тенденция к увеличению числа правильных ответов с 7-й сессии ($n=14$, $W=7$; $p=0,021$) и сохраняется в 8-й ($n=13$, $W=8,5$; $p=0,029$) и 10-й сессиях ($n=10$, $W=0$; $p=0,018$) (рис. 2).

При оценке обоняния Отечественным обонятельным тестом у 10 пациентов, которые завершили курс реабилитации из 10 сессий, у 7 (70%) участников отмечалась положительная динамика, у 3 (30%) – без изменений. По результатам оценки пороговой способности обоняния до и после завершения курса из

10 сессий отмечены изменения у 6 участников исследования: ID-133 – от 11 до 14 баллов, ID-134 – от 9 до 10 баллов, ID-139 – от 13 до 15 баллов, ID-140 – от 6 до 10 баллов, ID-143 – от 10 до 12 баллов, ID-144 – от 6 до 10 баллов. При оценке идентификационной способности обоняния изменения выявлены у 4 участников: ID-134 – от 12 до 13 баллов, ID-139 – от 7 до 18 баллов, ID-142 – от 9 до 12 баллов, ID-143 – от 12 до 15 баллов. На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что положительная динамика курса реабилитации может быть обусловлена улучшением как пороговой, так и идентификационной способности обоняния.

Исходя из анализа полученных баллов по тесту 1-й, 5-й и 10-й сессий, к 10-й сессии отмечается тенденция к улучшению как пороговой, так и идентификационной способности обоняния. При этом стоит отметить, что между 1-й и 5-й сессией не выявлено статистически значимых различий. Полученные данные по тесту соответствуют результатам попарного сравнения групп с применением критерия Вилкоксона (рис. 3).

Для спектрального анализа ЭЭГ подсчитывались мощности основных ЭЭГ ритмов: тета (4–7 Гц), альфа (8–12 Гц) и бета (13–30 Гц). Мощность диапазона подсчитывалась как площадь под кривой усредненного спектра затылочно-паритальных отведений P3, PZ, P4, PO3, O1, OZ, O2, PO4. Было выявлено, что бета-ритм имеет статистически значимую тенденцию к росту в течение всего курса тренировок (линейная смешанная модель, $p=0,01$, коэффициент= $0,439\pm 0,129$), в то время как изменения мощностей тета и альфа-ритмов не достигали статистической значимости. Полученные данные могут быть интерпретированы как признак повышения когнитивной активности, а также увеличения вовлеченности в выполнение поставленных задач, поскольку бета-ритм был неоднократно показан как усиливаю-

| № п/п | Испытуемый / Patients | Точность различения запахов в сессии №, % / Accuracy of odor discrimination in session No, % | | | | | | | | | |
|-------|-----------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | ID-125 | 53.33 | 61.67 | 66.67 | 65 | 63.33 | 55 | 61.67 | - | - | - |
| 2 | ID-137 | 53.33 | 76.67 | 50 | 51.67 | 65 | 68.33 | 68.33 | 70 | 60 | - |
| 3 | ID-133 | 70 | 58.33 | 70 | 70 | 63.33 | 65 | 66.67 | 56.67 | 58.33 | 71.67 |
| 4 | ID-134 | 73.33 | 70 | 81.67 | 96.67 | 88.33 | 81.67 | 86.67 | 88.33 | 81.67 | 90 |
| 5 | ID-139 | 73.33 | 71.67 | 68.33 | 75 | 71.67 | 66.67 | 85 | 73.33 | 81.67 | 78.33 |
| 6 | ID-140 | 55 | 73.33 | 66.67 | 66.67 | 80 | 75 | 81.67 | 65 | 65 | 71.67 |
| 7 | ID-142 | 50 | 56.67 | 60 | 66.67 | 68.33 | 70 | 71.67 | 75 | 76.67 | 80 |
| 8 | ID-143 | 63.33 | 65 | 63.33 | 66.67 | 73.33 | 70 | 80 | 73.33 | 90 | 86.67 |
| 9 | ID-144 | 68.33 | 68.33 | 70 | 70 | 68.33 | 71.67 | 80 | 83.33 | 85 | 86.67 |
| 10 | ID-122 | 88.33 | 80 | 83.33 | 78.33 | 71.67 | 90 | 88.33 | 96.67 | 88.33 | - |
| 11 | ID-138 | 48.33 | 50 | 46.67 | 48.33 | 50 | 50 | 41.67 | 58.33 | 48.33 | 48.33 |
| 12 | ID-145 | 66.67 | 65 | 66.67 | 65 | 66.67 | 65 | 66.67 | 68.33 | 66.67 | 66.67 |
| 13 | ID-146 | 80 | 80 | 80 | 80 | 78.33 | 81.67 | 80 | 78.33 | 80 | 80 |
| 14 | ID-121 | 80 | 75 | 86.67 | 71.67 | 80 | 70 | - | - | - | - |
| 15 | ID-123 | 91.67 | 68.33 | 86.67 | 93.33 | 96.67 | 96.67 | 81.67 | 91.67 | 88.33 | - |

Рис. 1. Результаты пациентов при выполнении упражнения на дискриминацию запахов «Матрица»

Fig. 1. Results of patients when performing the exercise on the discrimination of odors "Matrix"

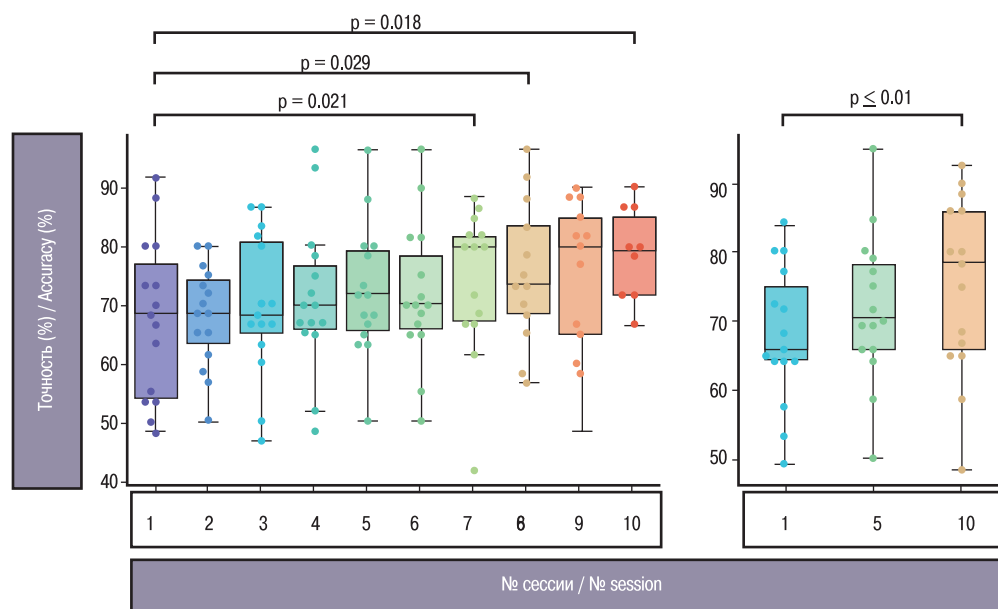


Рис. 2. Результаты попарного сравнения точности сессий обонятельной тренировки с применением критерия Вилкоксона

Fig. 2. Results of a paired comparison of the accuracy of olfactory training sessions using the Wilcoxon test

щийся при выполнении когнитивных задач, включая удержание информации в рабочей памяти и регуляцию исполнительного контроля [23]. При сравнении мощности бета-ритма во время выполнения упражнений с применением критерия Вилкоксона у пациентов отмечена тенденция к его уменьшению во время выполнения упражнения №2 на дискриминацию запахов ($W=574$; $p=0.0076$) (рис. 4).

Так как во время упражнения №1 на вдыхание случайно распыленных запахов пациенту необходимо осуществлять вдох и выдох под голосовую команду без решения какой-либо задачи, возможно, полученные данные отражают временное переключение с более автоматических процессов восприятия

на выполнение задачи с необходимостью принятия решения, что снижает спонтанную когнитивную активность.

Обсуждение

По данным согласительного документа от 2023 г. по ольфакторной дисфункции, пациентам с постинфекционной дисфункцией обоняния рекомендовано проводить обонятельный тренинг. Курс реабилитации обычно включает в себя вдыхание нескольких ароматов, в количестве от 3 до 8, ежедневно, с периодичностью 1–2 раза в день, продолжительностью от 4 до 6 месяцев. Распространенной практикой является исполь-

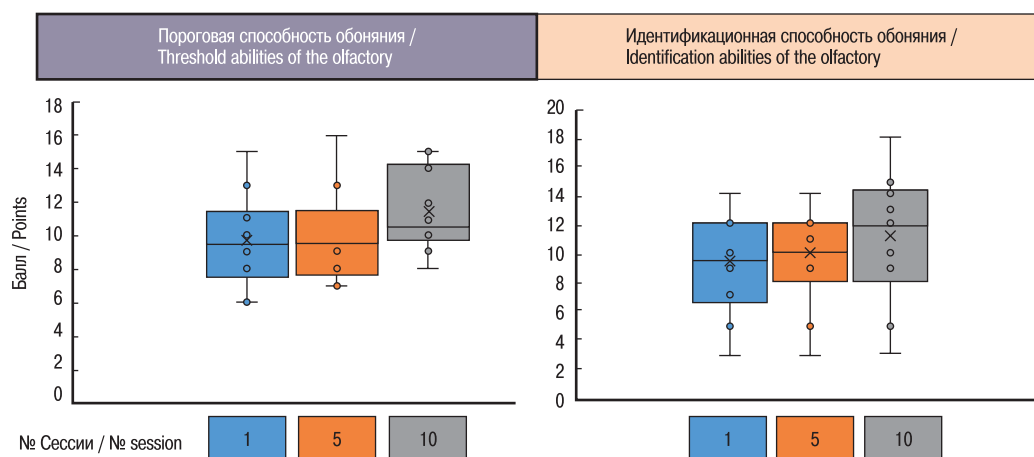


Рис. 3. Результаты оценки пороговой и идентификационной способностей обоняния Отечественным обонятельным тестом 1-й, 5-й и 10-й сессий

Синий цвет – сессия 1, оранжевый цвет – сессия 5, серый цвет – сессия 10.

Fig. 3. Results of the assessment of threshold and identification abilities of the olfactory by the Russian Olfactory Test of the 1st; 5th and 10th sessions
Blue color – session 1, orange color – session 5, gray color – session 10.

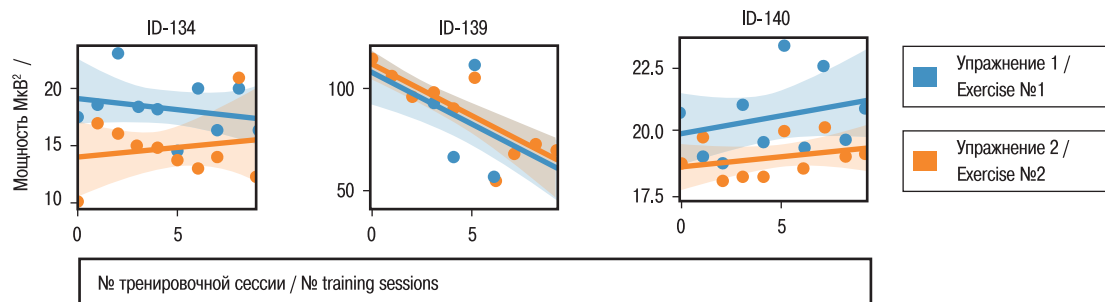


Рис. 4. Примеры изменения мощности бета-ритма у пациентов ID-134; ID-139; ID-140, завершивших курс из 10 тренировочных сессий. Синий цвет — мощность во время выполнения упражнения №1; оранжевый цвет — упражнение №2.

Fig. 4. Examples of changes in beta rhythm of EEG in patients ID-134, ID-139, ID-140 who completed a course of 10 training sessions. Blue color — exercise №1, orange color — exercise №2.

зование ароматов гвоздики, лимона, розы, эвкалипта. [24] Особенности такого вида тренировок является длительность курса, пациент выполняет исследования в домашних условиях самостоятельно.

Цель данной работы заключалась в оценке возможности изменения подхода к обонятельным тренировкам за счет выполнения ежедневного курса упражнений в условиях клиники с большей длительностью одного сеанса тренировок (в среднем 45 минут) и использовании определенного набора упражнений. В настоящем исследовании тренировка осуществлялась с использованием 6 запахов (дыня, шоколад, липа, мята, дым и апельсин) при помощи аромадиффузора (Aroma Shooter), под контролем врача-оториноларинголога. Данный метод ранее не применялся с целью реабилитации нарушений обоняния.

Метод обладает несколькими преимуществами. Во-первых, подача запахов осуществляется при помощи диффузора «Aroma Shooter» на одинаковом расстоянии, с одинаковой частотой, что обеспечивает стабильность подачи стимула. Во-вторых, возрастает приверженность пациентов тренировке за счет проведения ее под контролем специалиста и увлекательной парадигмы. В-третьих, комплекс обладает возможностью отслеживания изменений активности головного мозга посредством записи ЭЭГ. Такой нейроинтерфейс относится к категории пассивных, но в будущем могут оказаться полезными активные ольфакторные нейроинтерфейсы, использующие обратную связь по ритмам ЭЭГ [25].

В исследовании участвовали 15 пациентов с поствирусной дизосмией. Было отмечено улучшение обоняния у 70% пациентов, завершивших полный курс тренировок по данным Отечественного обонятельного теста. Приверженность пациентов тренировкам составила 66,6%. Улучшение пороговой и идентификационной функций обоняния составили от 1 до 4 баллов и от 1 до 11 баллов соответственно. Данные результаты не противоречат результатам исследований классического тренинга. Так, A.W. Fjaeldstad и соавт. в 2023 г. провели курс обонятельного тренинга 52 пациентам с постинфекционной дизосмией. Тренировка проводилась с применением 3–4 эфирных масел, которые необходимо было вдыхать 2 раза в день в течение 3 и более месяцев. Испытуемым необходимо было приобрести ароматы и вдыхать их самостоятельно. Оценка обоняния проводилась с применением Sniffin'sticks test, осуществлялся подсчет суммы баллов при оценке всех способностей обоняния: порога, дифференцировки и идентификации — TDI. По результатам исследования значимое улучшение обоняния отмечали 23% пациентов, показатель TDI увеличился на 5,5 балла. При этом

соблюдали режим тренировки 54% испытуемых [26]. S.D. Le Bon и соавт. в 2021 г. также провели обонятельный тренинг 18 пациентам с постинфекционной потерей обоняния. Во время тренировки необходимо было вдыхать 4 запаха (гвоздика, лимон, роза, эвкалипт) 2 раза в день в течение 10 недель. Оценка динамики лечения проводилась с применением Sniffin'sticks test. У пациентов было выявлено улучшение обоняния, увеличение TDI на 2,1 балла по сравнению с исходным. Приверженность пациентов тренировкам составила 31% [27].

По результатам работ можно отметить большую приверженность пациентов лечению в данном исследовании и значительно меньшую длительность курса тренировок при большей длительности одной тренировки.

Относительно близким к нашей работе является способ коррекции ольфакторной дисфункции, предложенный Т.Ю. Владимировой, А.В. Куренковым и соавт. в 2024 г. Способ заключается в проведении обонятельного тренинга с применением 15 ароматов и программно-аппаратного комплекса «ReviSmell», который включает в себя устройство для подачи запахов, специальное программное обеспечение для проведения тренировок. По данным клинического случая пациентки с постинфекционной дизосмией после курса реабилитации наблюдался рост числа идентифицируемых запахов (от 4 эфирных масел до 14), а также увеличение амплитуды бета-ритма по данным ЭЭГ [28]. Отличие этого способа заключается в большем числе ароматов и добавлении визуальных изображений, ассоциирующихся с запахом при проведении тренировок. В настоящем исследовании также отмечена тенденция к росту бета-ритма на ЭЭГ, что представляет научный интерес и потенциально может стать основой для разработки новых критериев оценки динамики лечения.

Данная работа показала эффективность короткого курса интенсивных ольфакторных тренировок. При этом недостаточно данных для формирования определенной стратегии ольфакторной тренировки. В дальнейшем мы считаем необходимым проведение сравнительного исследования с классической самостоятельной тренировкой обоняния. Кроме того, определенный интерес для исследования представляет как увеличение длительности курса, так и повторение нескольких курсов тренировок.

Заключение

После проведения полного курса реабилитации ольфакторной дисфункции было отмечено улучшение как пороговой, так и

идентификационных способностей обоняния у 70% участников исследования. Полученные данные подтверждают эффективность обонятельного тренинга на программно-аппаратном комплексе с автоматизированной подачей ароматизаторов и обосновывают целесообразность дальнейших исследований коротких интенсивных тренировок в реабилитации пациентов с ольфакторной дисфункцией.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Auinger A.B., Besser G., Liu D.T., et al. Long-term impact of olfactory dysfunction on daily life. *Wiener klinische Wochenschrift*. 2021;133(19–20):1004–11. <https://doi.org/10.1007/s00508-020-01751-5>.
2. Haehner A., Tosch C., Wolz M., et al. Olfactory Training in Patients with Parkinson's Disease. *Matsunami H (ed.) PLoS ONE*. 2013;8(4):e61680. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0061680>.
3. Khurana K., Singh C.V. Management of Anosmia in COVID-19: A Comprehensive Review. *Cureus*. 2022. <https://doi.org/10.7759/cureus.30425>.
4. Hu B., Gong M., Xiang Y., et al. Mechanism and treatment of olfactory dysfunction caused by coronavirus disease 2019. *J. Translat. Med.* 2023;21(1):829. <https://doi.org/10.1186/s12967-023-04719-x>.
5. Duan H.G., Ji F., Yan M.X. Treatment of Postinfectious Olfactory Dysfunction Using Corticosteroids. *Ear Nose Throat J.* 2024;103(2):NP108–12. <https://doi.org/10.1177/01455613211040368>.
6. Fokkens W.J., Lund V.J., Hopkins C., et al. European Position Paper on Rhinosinusitis and Nasal Polyps 2020. *Rhinol. J.* 2020;0(0):1–464. <https://doi.org/10.4193/Rhin20.600>.
7. Hura N., Xie D.X., Choby G.W., et al. Treatment of post-viral olfactory dysfunction: an evidence-based review with recommendations. *Int. Forum Allergy Rhinol.* 2020;10(9):1065–86. <https://doi.org/10.1002/alf.22624>.
8. Hummel T., Liu D.T., Müller C.A., et al. Olfactory dysfunction: etiology, diagnosis, and treatment. *Deutsches Ärzteblatt international*. 2023. <https://doi.org/10.3238/arztebl.m2022.0411>.
9. Hwang S.H., Kim J.S., Choi B.Y., et al. Practical Review of Olfactory Training and COVID-19. *J. Rhinol.* 2022;29(3):127–33. <https://doi.org/10.18787/jr.2022.00407>.
10. Yuan F., Huang T., Wei Y., Wu D. Steroids and Olfactory Training for Postviral Olfactory Dysfunction: A Systematic Review. *Frontiers in Neuroscience*. 2021;15:708510. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.708510>.
11. Pires ÍDAT, Steffens S.T., Mocelin A.G., et al. Intensive Olfactory Training in Post-COVID-19 Patients: A Multicenter Randomized Clinical Trial. *Am. J. Rhinol. Allergy*. 2022;36(6):780–7. <https://doi.org/10.1177/19458924221113124>.
12. Hu B., Zhang J., Gong M., et al. Research Progress of Olfactory Nerve Regeneration Mechanism and Olfactory Training. *Ther. Clin. Risk Management*. 2022;18:185–95. <https://doi.org/10.2147/TCRM.S354695>.
13. Pieniak M., Oleszkiewicz A., Avaro V., et al. Olfactory training – Thirteen years of research reviewed. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 2022;141:104853. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2022.104853>.
14. Koyama S., Heinbockel T. Chemical Constituents of Essential Oils Used in Olfactory Training: Focus on COVID-19 Induced Olfactory Dysfunction. *Front. Pharmacol.* 2022;13:835886. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.835886>.
15. Donelli D., Antonelli M., Valussi M. Olfactory training with essential oils for patients with post-COVID-19 smell dysfunction: A case series. *Eur. J. Integr. Med.* 2023;60:102253. <https://doi.org/10.1016/j.eujim.2023.102253>.
16. Bérubé S., Demers C., Bussière N., et al. Olfactory Training Impacts Olfactory Dysfunction Induced by COVID-19: A Pilot Study. *ORL*. 2023;85(2):57–66. <https://doi.org/10.1159/000528188>.
17. Delgado-Lima A.H., Bouhaben J., Delgado-Losada M.L. Maximizing Participation in Olfactory Training in a Sample with Post-COVID-19 Olfactory Loss. *Brain Sci.* 2024;14(7):730. <https://doi.org/10.3390/brainsci14070730>.
18. Li Z., Pellegrino R., Kelly C., Hummel T. Olfactory training: perspective from people who were disturbed by their smell problems. *Eur. Arch. Oto-Rhino-Laryngol.* 2024;281(12):6423–30. <https://doi.org/10.1007/s00405-024-08911-7>.
19. Буланов В.А. Патент № RU2768172C1 Российская Федерация, МПК A61H 99/00 (2006.01), A61M 11/00 (2006.01), A61M 15/00 (2006.01), A61B 5/369 (2021.01). Система и способ реабилитации (восстановления) обоняния и вкуса, а также коррекции эмоциональных и когнитивных расстройств с применением интерфейса мозг-компьютер; №2021104994: заявл. от 26.02.2021; опублик. 23.03.2022.
20. Lebedeva G.V., Svistushkin M.V., Selezneva L.V., et al. Development and validation of Russian olfactory test. *Rus. Bull. Otorhinolaryngol.* 2024;89(3):41. <https://doi.org/10.17116/otorino20248903141>.
21. Лебедева Г.В., Свистушкин М.В., Селезнева Л.В. и др. Возможности использования отечественного обонятельного теста в диагностике типовых форм ольфакторной патологии. *РМЖ. Медицинское обозрение*. 2024;8(8):470–6. Doi: 10.32364/2587-6821-2024-8-8-5.
22. Morozova M., Bikbavova A., Bulanov V., Lebedev M.A. An olfactory-based Brain-Computer Interface: electroencephalography changes during odor perception and discrimination. *Front. Behavior. Neurosci.* 2023;17:1122849. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2023.1122849>.
23. Schmidt R., et al. Beta oscillations in working memory, executive control of movement and thought, and sensorimotor function. *J. Neurosci.* 2019;39(42):8231–8.
24. Whitcroft K.L., Altundag A., Balungwe P., et al. Position paper on olfactory dysfunction. *Rhin.* 2023;61(33):1–131.
25. Medvedeva A., et al. The development and testing of olfactory-based neurofeedback for the EEG alpha rhythm. *Neurosci. Behavior. Physiol.* 2024;54(2):177–86.
26. Fjaeldstad A.W., Ovesen T., Stankevics D., Ovesen T. Olfactory training in long COVID-19 patients with lasting symptoms including olfactory dysfunction. *Danish Med. J.* 2023;70(3):A09220568.
27. Le Bon S.D., Konopnicki D., Pisarski N., et al. Efficacy and safety of oral corticosteroids and olfactory training in the management of COVID-19-related loss of smell. *Eur. Arch. Otorhinolaryngol.* 2021;278(8):3113–7. Doi: 10.1007/s00405-020-06520-8.
28. Колсанов А.В., Чаплыгин С.С., Ровнов С.В. и др. Патент №2791921C2 Российская Федерация, МПК A61B 5/381(2021.01), A61B 5/08(2006.01), A61B 5/02(2006.01). Устройство для диагностики и реабилитации обонятельных нарушений с возможностью компьютерного управления и интеграции с системой биологической обратной связи; №2021125935: заявл. 02.09.2021; опублик. 14.03.2023.

Поступила 25.08.2025

Получены положительные рецензии 01.10.25

Принята в печать 24.10.25

Received 25.08.2025

Positive reviews received 01.10.25

Accepted 24.10.25

Вклад авторов. В.М. Свистушкин — концепция статьи. М.А. Лебедев — концепция и дизайн исследования, утверждение окончательного варианта статьи. Г.В. Лебедева — написание текста. В.П. Соболев, М.А. Морозова — сбор и обработка материала. Л.В. Селезнева — обзор литературы. М.В. Свистушкин — перевод на английский язык, анализ материала. М.А. Морозова — статистическая обработка. В.М. Свистушкин, М.А. Лебедев — редактирование.

Contribution of authors. V.M. Svistushkin — concept of the article. M.A. Lebedev — study concept and design, approval of the final version of the article. G.V. Lebedeva — text development. V.P. Sobolev, M.V. Morozova — collection and processing of material. L.V. Selezneva — literature review. M.V. Svistushkin — translation into English, material analysis. M.V. Morozova — statistical processing. V.M. Svistushkin, M.A. Lebedev — editing.

Информация об авторах:

Лебедева Гая Валерьевна — ассистент кафедры болезней уха, горла и носа, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет). Адрес: 119991 Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2; e-mail: gde12@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9697-2597>

Свистушкин Михаил Валерьевич — доцент кафедры болезней уха, горла и носа ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет). Адрес: 119991 Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2; e-mail: swistushkin@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8552-1395>

Селезнева Лилия Валерьевна — ассистент кафедры болезней уха, горла и носа, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет). Адрес: 119991 Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2; e-mail: selezneva_l_v@staff.sechenov.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5296-0463>

Соболев Василий Петрович — доцент кафедры болезней уха, горла и носа ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет). Адрес: 119991 Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2; e-mail: sobolev_v_p@staff.sechenov.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7372-3299>

Свистушкин Валерий Михайлович — заведующий кафедры болезней уха, горла и носа ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет). Адрес: 119991 Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2; e-mail: svvm3@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7414-1293>

Морозова Марина Витальевна — младший научный сотрудник Центра нейрокогнитивных исследований (МЭГ-центр), Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ). Адрес: 123290 Москва, Шелепихинская набережная, д. 2а, стр. 2; e-mail: M.Morozova.V@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0529-8777>

Лебедев Михаил Альбертович — профессор кафедры математического анализа механико-математического факультета МГУ им. Ломоносова. Адрес: 119234 Москва, ул. Колмогорова д. 1; e-mail: mikhail.a.lebedev@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0355-8723>

Information about the authors:

Lebedeva Gaya Valerievna — assistant for ear, nose and throat department FSAEI HE I.M. Sechenov First MSMU of MOH of Russia (Sechenovskiy University). Address: 119991 Moscow, Trubetskaya str., 8–2; e-mail: gde12@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9697-2597>

Svistushkin Mikhail Valerievich — associate Professor for ear, nose and throat department FSAEI HE I.M. Sechenov First MSMU of MOH of Russia (Sechenovskiy University). Address: 119991 Moscow, Trubetskaya str., 8–2; e-mail: swistushkin@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8552-1395>

Selezneva Lilia Valeryevna — assistant for ear, nose and throat department FSAEI HE I.M. Sechenov First MSMU of MOH of Russia (Sechenovskiy University). Address: 119991 Moscow, Trubetskaya str., 8–2; e-mail: selezneva_l_v@staff.sechenov.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5296-0463>

Sobolev Vasily Petrovich — associate Professor for ear, nose and throat department FSAEI HE I.M. Sechenov First MSMU of MOH of Russia (Sechenovskiy University). Address: 119991 Moscow, Trubetskaya str., 8–2; e-mail: sobolev_v_p@staff.sechenov.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7372-3299>

Svistushkin Valeriy Mikhailovich — head for the ear, nose and throat department FSAEI HE I.M. Sechenov First MSMU of MOH of Russia (Sechenovskiy University). Address: 119991 Moscow, Trubetskaya str., 8–2; e-mail: svvm3@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7414-1293>

Morozova Marina Vitalievna — Researcher Assistant at the Center for Neurocognitive Research (MEG Center), Moscow State University of Psychology & Education (MSUPE). Address: 123290 Moscow, Shelepikhinskaya embankment, 2a, building 2; e-mail: M.Morozova.V@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0529-8777>

Lebedev Mikhail Albertovich — Professor of the Department of Mathematical Analysis of the Faculty of Mechanics and Mathematics, Lomonosov Moscow State University. Address: 119234 Moscow, str. Kolmogorova 1; e-mail: mikhail.a.lebedev@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0355-8723>