

## МЕТОДИКА / METHODS

Научная статья / Research Article

<https://doi.org/10.11621/LPJ-24-22>

УДК/УДК 159.9.07, 159.91

# Апробация на выборке здоровых добровольцев комплекса парадигм фМРТ для выявления феномена «скрытого сознания»

А.Н. Черкасова<sup>1, 2</sup>✉, К.А. Яцко<sup>1, 2</sup>, М.С. Ковязина<sup>1, 2, 3</sup>,  
Н.А. Варако<sup>1, 2, 3</sup>, Е.И. Кремнева<sup>1</sup>, М.В. Кротенкова<sup>1</sup>,  
Ю.В. Рябинкина<sup>1</sup>, Н.А. Супонева<sup>1</sup>, М.А. Пирадов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Научный центр неврологии, Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup> Федеральный научный центр психологических и междисциплинарных исследований, Москва, Российская Федерация

✉ cherka.sova@mail.ru

## Резюме

**Актуальность.** Для диагностики феномена «скрытого сознания» на русскоязычной популяции пациентов с хроническими нарушениями сознания авторами был разработан специализированный комплекс парадигм для проведения под контролем функциональной магнитно-резонансной томографии с опорой на данные общей психологии, нейропсихологии и предшествующие исследования. Перед применением у пациентов желательно проведение его апробации на группе здоровых людей для выявления значимых кластеров активации, соответствующих парадигмам при сохранным сознании, и оценки их воспроизведимости на индивидуальном уровне.

**Цель.** Апробация на выборке здоровых добровольцев предложенного комплекса парадигм для диагностики феномена «скрытого сознания».

**Выборка.** В исследовании приняли участие 10 здоровых добровольцев (3 мужчины, 7 женщин,  $M = 44$  года,  $SD = 17$ ).

**Методы.** Исследование проводилось на магнитно-резонансном томографе «Magnetom Verio», «Siemens», с напряженностью магнитного поля 3 Тесла. Участникам предъявлялся иерархический комплекс из девяти пассивных и трех активных парадигм. Статистическая обработка данных осуществлялась с помощью пакета SPM12.



**Результаты.** При групповом анализе данных значимые кластеры активации были выявлены в шести пассивных парадигмах, охватывающих восприятие тактильных («написание» буквы на животе), слуховых неречевых (звук будильника, два музыкальных фрагмента без слов) и речевых стимулов. На индивидуальном уровне наиболее воспроизведимыми оказались слуховые речевые парадигмы с предъявлением аудиофрагмента из фильма, содержащего обсценную лексику, и имени каждого участника в рамках эффекта «коктейльной вечеринки».

**Выводы.** Полученные результаты позволяют применять зарекомендовавшие себя парадигмы в последующих исследованиях по выявлению феномена «скрытого сознания» на русскоязычной выборке пациентов с хроническими нарушениями сознания. Данные о зонах активации головного мозга здоровых добровольцев в ответ на каждую из парадигм обогащают теоретические представления о церебральной организации когнитивных функций.

**Ключевые слова:** нейропсихология, сознание, хронические нарушения сознания, «скрытое сознание», функциональная магнитно-резонансная томография

**Для цитирования:** Черкасова, А.Н., Яцко, К.А., Ковязина, М.С., Варако, Н.А., Кремнева, Е.И., Кротенкова, М.В., Рябинкина, Ю.В., Супонева, Н.А., Пирадов, М.А. (2024). Апробация на выборке здоровых добровольцев комплекса парадигм фМРТ для выявления феномена «скрытого сознания». *Вестник Московского университета. Серия 14. Психология*, 47(2), 219–242. <https://doi.org/10.11621/LPJ-24-22>

## Testing a Set of fMRI Paradigms to Detect the “Covert Cognition” Phenomenon on a Sample of Healthy Volunteers

Anastasiia N. Cherkasova <sup>1, 2</sup>✉, Kseniia A. Yatsko <sup>1, 2</sup>,  
Maria S. Kovyazina <sup>1, 2, 3</sup>, Natalia A. Varako <sup>1, 2, 3</sup>,  
Elena I. Kremneva <sup>1</sup>, Marina V. Krotenkova <sup>1</sup>,  
Yulia V. Ryabinkina <sup>1</sup>, Natalia A. Suponeva <sup>1</sup>,  
Mikhail A. Piradov <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Research Center of Neurology, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup> Federal Scientific Center for Psychological and Multidisciplinary Research, Moscow, Russian Federation

✉ cherka.sova@mail.ru

## Abstract

**Background.** The authors developed a specialized set of functional magnetic resonance imaging paradigms, based on data from general psychology, neuropsychology and previous studies, to diagnose the “covert cognition” phenomenon on a Russian-speaking sample of patients with chronic disorders of consciousness. Before using this set with patients, it is advisable to carry out testing on a group of healthy people with preserved consciousness in order to detect significant clusters of activation corresponding to paradigms and to assess their reproducibility at the individual level.

**Objectives.** The study is aimed at testing the proposed set of fMRI paradigms in order to detect the “covert cognition” phenomenon on a sample of healthy volunteers.

**Study Participants.** Sample included 10 healthy volunteers (3 men, 7 women,  $M = 44$  years,  $SD = 17$ ).

**Methods.** The study was performed on a magnetic resonance imaging scanner “Magnetom Verio”, “Siemens” with a magnetic field strength of 3 Tesla. The hierarchical set of nine passive and three active paradigms was presented to participants. Statistical analysis was carried out using SPM12.

**Results.** As a result of group analysis, significant clusters of activation were observed in six passive paradigms, covering the perception of tactile (“writing” a letter on the abdomen), auditory non-speech (alarm clock, two musical fragments without words) and speech stimuli. Auditory speech paradigms (audio fragment from the film with obscene language, testee’s name within the “cocktail party” effect) were the most reproducible paradigms at the individual level.

**Conclusions.** The obtained results allow us to apply the proven paradigms in further studies to detecting the “covert cognition” phenomenon on a Russian-speaking sample of patients with chronic disorders of consciousness. Data on brain activation in healthy volunteers in different paradigms enriches theoretical understanding of cerebral organization of cognitive functions.

**Keywords:** neuropsychology, consciousness, prolonged disorders of consciousness, “covert cognition”, functional magnetic resonance imaging

**For citation:** Cherkasova, A.N., Yatsko, K.A., Kovyzina, M.S., Varako, N.A., Kremneva, E.I., Krotenkova, M.V., Ryabinkina, Yu.V., Suponeva, N.A., Piradov, M.A. (2024). Testing a Set of fMRI Paradigms to Detect the “Covert Cognition” Phenomenon on a Sample of Healthy Volunteers. *Lomonosov Psychology Journal*, 47(2), 219–242. <https://doi.org/10.11621/LPJ-24-22>

## **Введение**

Феномен «скрытого сознания» был описан у небольшого процента пациентов с хроническими нарушениями сознания (ХНС), которые клинически соответствуют вегетативному состоянию / синдрому ареактивного бодрствования или состоянию минимального сознания «минус», но при этом по данным инструментальных методов демонстрируют активацию головного мозга в ответ на те или иные парадигмы (задания) (Owen et al., 2006; Boly, Laureys, 2018). Разработка таких парадигм активно ведется в последние десятилетия преимущественно за рубежом.

С опорой на данные общей психологии, нейропсихологии и представленные в литературе исследования нами был предложен иерархический комплекс парадигм для проведения под контролем метода функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ) с целью выявления феномена «скрытого сознания» на русскоязычной выборке пациентов с ХНС (Таблица). Он включает девять пассивных парадигм, в рамках которых осуществляется воздействие на пациентов стимулами разных модальностей (соматосенсорной, слуховой неречевой и речевой), и три активных, которые побуждают пациентов к мысленному выполнению определенных инструкций. Теоретическое клинико-психологическое обоснование каждой парадигмы приводится в отдельной публикации (Черкасова и др., 2024). Перед применением данного комплекса у пациентов с ХНС важно проведение исследования на здоровых добровольцах для выявления усредненных кластеров активации головного мозга, специфических для конкретных парадигм, в ясном сознании и при нормативном когнитивном функционировании. Важно, чтобы эти кластеры были воспроизводимы на индивидуальном уровне для их сопоставления с данными, получаемыми у отдельных пациентов. Целью настоящей публикации является представление результатов апробации предложенного комплекса парадигм фМРТ для выявления феномена «скрытого сознания» на группе здоровых добровольцев.

## **Методы исследования**

### **Дизайн исследования**

Исследование осуществлялось в период с июня по сентябрь 2020 г. Каждому участнику однократно проводилась фМРТ с комплексом парадигм, характеристики которых представлены в Таблице.

Парадигмы предъявлялись в указанной в таблице последовательности. Каждая парадигма имела блоковую структуру: 5 пассивных и 5 активных блоков, чередующихся между собой, продолжительностью 20 секунд (за исключением парадигмы «Русский — японский», включавшей по 4 блока в силу длины предлагаемых для прослушивания произведений). В случае с парадигмами с пассивным предъявлением тех или иных стимулов перед началом каждого из них в наушники, совместимые с МР-томографом, однократно подавалась короткая инструкция (например, «Послушайте»). В случае с парадигмами, подразумевающими выполнение команд, каждый активный блок начинался инструкцией (например, «Представьте, как Вы идете из своей комнаты в кухню») и завершался командой «Стоп». Все инструкции заранее записывались на диктофон и монтировались в единую временную разметку каждой парадигмы с помощью программы Audacity (<http://audacity.sourceforge.net>). Время выполнения одной парадигмы варьировало от 2 минут 40 секунд до 3 минут 40 секунд в зависимости от длины инструкции и количества блоков, суммарное время проведения всего комплекса составило 40 минут 42 секунды. В процессе исследования участников просили лежать с закрытыми глазами.

#### Таблица

#### Комплекс парадигм фМРТ, разработанный для выявления феномена «скрытого сознания»

Пассивные парадигмы				
Соматосенсорные				
Краткое на- звание	Активный блок (20 сек)	Пассивный блок (20 сек)	Инструкция	Об- щее время
«Боль»	Надавливание на ногте- вое ложе указательного пальца правой руки	Покой	—	3 мин 20 сек
«Буква»	«Написание» буквы «М» на животе	Покой	Сейчас я «напишу» Вам букву на животе, а Вы назовите ее про себя	3 мин 26 сек

Слуховые неречевые				
«Будильник»	Прослушивание звука будильника	Покой	Послушайте	3 мин 22 сек
«Марш»	Прослушивание марша Ф. Мендельсона	Покой	Послушайте	3 мин 22 сек
«Елочка»	Прослушивание мелодии песни «В лесу родилась елочка»	Покой	Послушайте	3 мин 22 сек
«Смех»	Прослушивание смеха ребенка	Покой	Послушайте	3 мин 22 сек
Слуховые речевые				
«Русский — японский»	Прослушивание рассказа на русском языке «Два товарища»	Прослушивание произведения на японском языке «Не уступая дождю»	Послушайте, что говорят	2 мин 40 сек
«Имя»	Прослушивание собственного имени внутри фраз (например, «Знаете, что я узнала об Иване?»)	Шум вечеринки	Послушайте, что говорят	3 мин 24 сек
«Брань»	Прослушивание фрагмента из фильма «Изображая жертву», содержащего обсценную лексику	Покой	Послушайте, что говорят	3 мин 24 сек
Активные парадигмы				
«Навигация»	Выполнение инструкции	Покой	Представьте, как Вы идете из своей комнаты в кухню	3 мин 40 сек
«Зубы»	Выполнение инструкции	Покой	Представьте, как Вы чистите зубы	3 мин 40 сек
«Пропой елочку»	Выполнение инструкции	Покой	Пропойте про себя песню «В лесу родилась елочка»	3 мин 40 сек

**Table****Set of fMRI paradigms proposed to detect the “covert cognition” phenomenon**

Passive paradigms				
Somatosensory				
Short name	Active block (20 sec)	Passive block (20 sec)	Instruction	Total time
“Pain”	Pressing on the nail bed of the right hand index finger	Rest	–	3 min 20 sec
“Letter”	“Writing” the letter “M” on the abdomen	Rest	Now I'll “write” a letter on your abdomen and you name it to yourself	3 min 26 sec
Auditory non-speech				
“Alarm”	Listening to the alarm sound	Rest	Listen	3 min 22 sec
“March”	Listening to the Wedding March (Mendelssohn)	Rest	Listen	3 min 22 sec
“Christmas song”	Listening to the melody of the traditional Russian Christmas song	Rest	Listen	3 min 22 sec
“Laughter”	Listening to the child's laughter	Rest	Listen	3 min 22 sec
Auditory speech				
“Russian — Japanese”	Listening to narrative in Russian “Two Comrades”	Listening to poem in Japanese “Be Not Defeated by the Rain”	Listen to what they say	2 min 40 sec
“Name”	Listening to testee's name inside phrases (e.g. “Do you know what I have learned about Ivan?”)	“Cocktail party” noise	Listen to what they say	3 min 24 sec
“Curse”	Listening to the fragment from the film “Playing the Victim” with obscene language	Rest	Listen to what they say	3 min 24 sec

Active paradigms				
“Navigation”	Execution of instruction	Rest	Imagine walking from your room to the kitchen	3 min 40 sec
“Teeth”	Execution of instruction	Rest	Imagine cleaning your teeth	3 min 40 sec
“Sing the Christmas song”	Execution of instruction	Rest	Sing to yourself the traditional Russian Christmas song	3 min 40 sec

### **Сбор данных**

Исследование проводилось на МР-томографе «Magnetom Verio», «Siemens», 3Т. Для получения анатомических данных выполнялось сканирование в режиме «3D-T1 градиентное эхо (T1-mpr)». Затем последовательно были получены 12 наборов функциональных данных для каждой из парадигм в режиме «мультипланарное градиентное эхо» в аксиальной проекции. Всего по каждой парадигме было получено 100 функциональных объемов вещества головного мозга по 10 для каждого блока (за исключением парадигмы «Русский — японский», в которой было получено 80 функциональных объемов).

### **Обработка данных**

Статистический анализ осуществлялся с помощью пакета SPM12 (<https://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/>) отдельно для каждой парадигмы. Все объемы функциональных данных были выровнены относительно первого для коррекции движения добровольца, после чего средний функциональный файл линейно корегировался с соответствующим анатомическим файлом с последующей пространственной нормализацией первого и второго относительно стандартного пространства координат Монреальского неврологического института. Преобразованные функциональные данные размывались при помощи гауссовой функции с размером кернеля  $8 \times 8 \times 8$  мм для увеличения соотношения сигнал — шум и компенсации вариабельности строения извилин между субъектами. Статистические параметрические карты генерировались на основании повоксельного сравнения при помощи общей линейной модели. Для снижения артефактов от движения параметры ригидной трансформации при выравнивании вводились

в качестве регрессоров при статистической обработке первого уровня для каждого добровольца. При групповом анализе применялась модель со случайными уровнями факторов с установленным порогом статистической значимости  $p < 0,001$  (без коррекции) для выявления значимых зон активации. В результатах представлены только зоны с  $p < 0,05$  (с FWE-коррекцией на кластерном уровне).

### **Выборка**

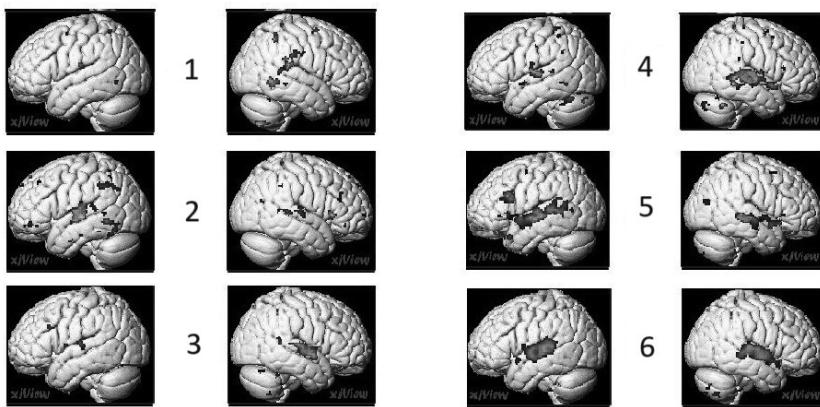
В исследовании приняли участие 10 здоровых добровольцев без неврологических и психиатрических заболеваний в анамнезе (3 мужчины, 7 женщин,  $M = 44$  года,  $SD = 17$ ; 4 имели высшее образование, 6 — среднее специальное). При подборе участников мы руководствовались необходимостью репрезентативности выборки генеральной совокупности. Протокол исследования был одобрен Локальным этическим комитетом (заключение № 1-5/23 от 25.01.2023). Перед началом исследования все участники подписывали добровольное информированное согласие.

### **Результаты исследования**

При групповом анализе значимые кластеры активации были получены в 6 пассивных парадигмах, представляющих основные блоки разрабатываемого иерархического комплекса, — «Буква» (соматосенсорная), «Будильник», «Марш», «Елочка» (слуховые неречевые), «Имя», «Брань» (слуховые речевые) (Рисунок).

Каждая из этих парадигм была рассмотрена на индивидуальном уровне анализа. Кластеры активации, выявленные для группы в целом, были сопоставлены со значимыми кластерами у каждого здорового добровольца. Наиболее воспроизводимыми оказались парадигмы «Имя» и «Брань». Для них активация хотя бы в одной из зон, выявленных ранее на уровне группы, была получена у 9 из 10 добровольцев. Стоит отметить, что в парадигме «Брань» у каждого добровольца наблюдается активация, соответствующая практически всем зонам, выделенным на группе, тогда как в парадигме «Имя» у многих добровольцев охватываются не все из групповых зон.

Парадигмы, не зарекомендовавшие себя на групповом уровне, были рассмотрены в рамках индивидуального анализа дополнительно. Было отмечено, что в части из них значимые кластеры наблюдаются у многих добровольцев («Смех» — 7 из 10, «Русский — японский» — 6 из 10, «Навигация» — 6 из 10), однако активация имеет



### Рисунок

Средняя по группе активация, соответствующая парадигмам: 1 — «Буква»; 2 — «Будильник»; 3 — «Марш»; 4 — «Елочка»; 5 — «Имя»; 6 — «Брань»

### Figure

Group activation corresponding to paradigms: 1 — “Letter”; 2 — “Alarm”; 3 — “March”; 4 — “Christmas song”; 5 — “Name”; 6 — “Curse”

высокую межиндивидуальную изменчивость. Отдельно обозначим, что у всех здоровых людей безотносительно данных по группе наблюдалась значимая активация в ответ на те или иные парадигмы. Однако среди них встречались как те, кто имел низкие результаты (активация в 3 заданиях из 12), так и те, кто смог продемонстрировать активацию практически во всех парадигмах комплекса (11 из 12), что также указывает на разброс данных в нормативной выборке.

### Обсуждение результатов

В результате апробации по данным группового и индивидуального анализа наиболее эффективными оказались слуховые речевые парадигмы «Имя» и «Брань». Предъявление собственного имени внутри привлекающих внимание предложений на фоне общего шума вечеринки, который нельзя было четко распознать как речь, вызывало на уровне группы активацию в височных долях правого (средняя височная извилина) и левого (верхняя височная извилина) полушарий, а также в нижней лобной извилине слева (поле Бродмана 45). Данная парадигма позволила выявить «классические» речевые

центры Брука и Вернике, остающиеся традиционными мишенями прехирургического картирования функционально значимых зон с помощью фМРТ (для обзора см.: Печенкова и др., 2022). Важно отметить активацию в нижней лобной извилине слева при восприятии речи, что отражает сложность структурно-функциональной организации речевой системы (Лурия, 2022). Можно указать на соответствие полученных зон активации перцептивному уровню переработки слухоречевой информации, выделенному группой А.М. Оуэна у здоровых людей и регистрируемому у части пациентов с ХС (Coleman et al., 2009). В контексте рассмотрения феномена «скрытого сознания» стоит обозначить, что выявленные зоны активации являются хабами языковой сети, являющейся одной из крупномасштабных сетей сознания (Han et al., 2021). Эта лобно-височно-теменная сеть была описана в ряде работ в том числе с применением парадигм, направленных на прослушивание речи (Scott et al., 2017). Сохранность хабов этой сети может быть крайне важна для пациентов с ХС.

Следует учитывать, что при анализе на уровне отдельного случая значимая активация нижней лобной извилины слева в этой парадигме наблюдалась только у одного добровольца. Это ограничивает возможности сравнения данных групповой активации здоровых людей с результатами отдельных пациентов. Возможно, в дальнейшем стоит применять ROI-анализ в соответствии с зонами языковой сети (Scott et al., 2017).

В рассматриваемой парадигме помимо непосредственно речевого содержания присутствовал также персонализированный стимул — собственное имя. Имеются данные о том, что в рамках эффекта «коктейльной вечеринки» имя первично воспринимается посредством слухового внимания «снизу вверх», что обеспечивается за счет корково-подкорковой сети, включающей слуховую кору, предклинье, островок, таламус и ствол головного мозга (Nakane et al., 2016). Задействование данного стимула способствовало непроизвольному вовлечению в процесс восприятия поступающей информации, что особенно важно для пациентов с ХС.

Второй эффективной слухоречевой парадигмой стало предъявление эмоционально нагруженных упроченных выражений, включаяющих обсценную лексику («Брань»). Они сравнивались с состоянием покоя. Средняя по группе здоровых добровольцев активация была выявлена в верхних височных извилинах билатерально и поперечной височной извилине Гешля справа. Данные зоны могут быть связаны как с базовыми процессами восприятия слуховой информации, так

и с восприятием слуховой речевой информации в рамках языковой сети (Han et al., 2021), хотя в отличие от парадигмы с именем активации в левой нижней лобной извилине не отмечалось. Текущее контрольное условие не позволяет разделить эти процессы. Тем не менее выявленные зоны активации стали самыми воспроизведимыми на индивидуальном уровне, что позволяет осуществлять их дальнейшее сопоставление с данными отдельных пациентов с ХНС. При выявлении языковой сети указывается на возможности применения натуралистичных и привлекающих стимулов (Scott et al., 2017). В данном случае таким стимулом выступает обсценная лексика, эмоциональная нагрузка которой может способствовать большей включенности в восприятие информации.

Возможно, именно применение высказываний, содержащих обращение по имени и обсценную лексику, повлияло на то, что данные парадигмы оказались более эффективными у здоровых добровольцев, чем третья слуховая речевая парадигма «Русский — японский», не продемонстрировавшая значимых кластеров активации на групповом уровне, хотя и показавшая индивидуальные кластеры у 6 из 10 добровольцев.

Рассмотрим далее слуховые неречевые парадигмы «Будильник», «Марш» и «Ёлочка», которые оказались несколько менее воспроизведимыми на индивидуальном уровне, но продемонстрировали значимую активацию при групповом анализе данных здоровых добровольцев. При предъявлении звука механического будильника кластеры активации наблюдались в левом полушарии в верхней, средней и нижней височных извилинах, в областях *planum polare* и *central operculum*. Наиболее часто в нейропсихологической литературе указывается на ведущую роль височной доли правого полушария в восприятии бытовых шумов (Хомская, 2005; Корсакова, Московичуте, 2023), что расходится с полученными данными. Однако стоит отметить упоминания о том, что слуховая агнозия может возникать и при поражении левого полушария, а грубые ее проявления наблюдаются при билатеральных поражениях височных долей (Хомская, 2005). Что касается фМРТ-исследований у здоровых людей, в литературе представлены работы по восприятию звуков окружающей среды. В крупном метаанализе (Schirmer et al., 2012) было показано, что при их восприятии выявляются кластеры активации в обоих полушариях (преимущественно в височных долях), но имеется значительно преобладающая левосторонняя латерализация активации

(21, 22, 40, 41 поля по Бродману), с чем в большей степени согласуются наши данные.

Парадигмы «Марш» и «Елочка», в которых использовались музыкальные инструментальные фрагменты без слов, также продемонстрировали активацию височных областей головного мозга: марш Ф. Мендельсона — в поперечной височной извилине Гешля и в области *planum polare* правого полушария, песня «В лесу родилась елочка» — в верхней и средней височных извилинах справа, в поперечной височной извилине Гешля и верхней височной извилине слева. По данным клинической нейропсихологии, чаще всего нарушение восприятия мелодий наблюдается при повреждении височных структур правого полушария (Лурия, 2022; Хомская, 2005; Корсакова, Московичюте, 2023). Имеются указания на роль в переработке музыкальной информации обеих гемисфер с преобладающим вкладом правой (Тонконогий, Пуанте, 2007), на возможное участие в этом процессе полюса левой височной области (Лурия, 2022). При изучении восприятия различных музыкальных стимулов у здоровых людей с помощью фМРТ по данным метаанализа (Schirmer et al., 2012) было выделено 4 кластера активации преимущественно в височных долях правого и левого полушарий с воздействием левой веретенообразной извилины, при этом не было показано преимущественной латерализации. Выявленные в наших музыкальных заданиях кластеры в височных долях преимущественно соотносятся с имеющимися клиническими и нейровизуализационными сведениями. Стоит отметить, что мы не проводили направленного сопоставления мелодий с другими стимулами.

Отдельно остановимся на парадигме «Елочка», в которой имелись более обширные кластеры активации, чем в парадигме «Марш». Мелодия этой песни отличается от классической инструментальной музыки тем, что при ее прослушивании могут сразу вспоминаться слова, то есть возможно скрытое подпевание. Ранее для задачи пропевания про себя песни «Jingle bells» были показаны зоны активации в левой верхней височной извилине, дорзальной премоторной коре и области пре-ДМО (дополнительной моторной области). Две последние зоны интерпретировались как отражение намерения выполнить задачу или когнитивного контроля (Boly et al., 2007) и не активировались в нашей работе, где подпевание, если и имело место, было непроизвольным. Тем не менее оно могло вносить дополнительный вклад в активацию височных структур. За пределами височных областей в парадигме «Елочка» имелись кластеры в скорлупе справа,

постцентральной извилине и передних/средних отделах поясной извилины слева. Активация в постцентральной извилине может указывать на межмодальное взаимодействие слухового и кожно-кинестетического анализаторов при восприятии музыки. Ранее с помощью фМРТ уже была показана активация соматосенсорной коры левого полушария при прослушивании музыки по сравнению с голосовыми стимулами (Angulo-Perkins et al., 2014). Активация скролупы может быть связана с восприятием такта музыки (Grahn, Brett, 2007). Кроме этого, было показано, что знакомые мелодии по сравнению с незнакомыми, а также со случайными последовательностями звуков активируют среди прочего центральный стриатум, частью которого является скролупа (Peretz et al., 2009). Активация передних/средних отделов поясной извилины слева, входящих в лимбическую систему, может быть обусловлена эмоциональным откликом на услышанную мелодию (Juslin, Sakka, 2019). Таким образом, парадигма «Елочка» позволила охватить широкую сеть областей, задействованных в восприятии музыкальных стимулов, помимо зон, связанных с базовыми процессами восприятия слуховой информации. Однако стоит отметить, что при индивидуальном анализе многие из этих областей оказались слабо воспроизведимыми.

В блоке слуховых неречевых парадигм нами также использовался смех ребенка. Значимой активации на уровне группы получено не было (хотя отдельные кластеры имелись у 7 из 10 добровольцев). В соответствии с данными нейропсихологии мы могли ожидать активацию височной доли преимущественно правого полушария, структур лимбической системы (Хомская, 2005). В проведенных ранее фМРТ-исследованиях по восприятию смеха указывалось на активацию слуховой коры, миндалины и островка с разной латерализацией в зависимости от контрастного условия (Sander, Scheich, 2005), на вовлечение слуховых и соматосенсорных полей преимущественно справа (Meyer et al., 2005). Мы могли не получить значимых результатов из-за того, что данный стимул был недостаточно различим в шуме томографа. Возможно, разброс активации на индивидуальном уровне наблюдался в связи с теми или иными опосредующими восприятие смеха ребенка переменными (пол, опыт взаимодействия с детьми и т.д.), которые мы не контролировали.

Последней парадигмой, в которой имелись значимые кластеры активации на групповом, а у 7 из 10 добровольцев и на индивидуальном уровнях анализа, стало написание буквы «М» на животе («Буква»). Она входит в соматосенсорный блок и направлена на

«кожное чтение», которое в нейропсихологии связывают с работой теменных отделов левого полушария (Хомская, 2005). Мы же получили активацию в теменных (теменном оперкулуме) и височных (верхней и средней височной извилине, височной покрышке) отделах правого полушария, а также в правом полушарии мозжечка. В теменном оперкулуме представлена вторичная соматосенсорная кора, которая активируется посредством тактильной стимуляции, в большей степени контролеральной (Eickhoff et al., 2007). Мы наносили стимул по центру живота без латерализации. Можно предположить, что активация справа возникла вследствие того, что правое полушарие является ведущим в обеспечении тактильного восприятия и соматогнозиса. Активация в височных отделах коры частично пересекается со средневисочным комплексом (hMT+/V5), описанным в нейровизуализационных работах как зона, связанная с восприятием движущихся стимулов, в том числе и тактильных (van Kemenade et al., 2014), наш стимул как раз наносился плавным движением по животу. В целом активация в областях правого полушария, выходящая за рамки теменных отделов, может свидетельствовать о межмодальном взаимодействии, необходимом для осуществления предложенного задания, может отражать симультанное «правополушарное» узнавание образа предъявляемой буквы. Что касается активации в структурах мозжечка, она отмечалась в ряде исследований тактильного восприятия формы (Stoesz et al., 2003) и движущихся стимулов (van Kemenade et al., 2014). Помимо аспекта тактильного восприятия буквы, которая писалась на животе добровольцев, мы просили их называть идентифицированную букву про себя, но зон, специализированно связанных с называнием, мы не выявили. Интересно отметить, что эта парадигма оказалась единственной, в которой значимые кластеры активации имелись у всех здоровых добровольцев безотносительно средних данных по группе. Ограничением парадигмы является то, что нанесение стимула проводилось вручную, поэтому мы не можем говорить об абсолютно идентичной стимуляции для каждого добровольца.

В соматосенсорном блоке имелась еще одна парадигма с нанесением болевого стимула в виде надавливания карандашом на ногтевое ложе («Боль»). Предполагалось получение активации в структурах центрального болевого матрикса (Apkarian et al., 2005). Однако она оказалась неэффективной по данным группового анализа и малоэффективной на индивидуальном уровне. Это могло быть связано с техническими ограничениями, указанными выше для парадигмы

«Буква», но имевшими здесь ключевую роль. Нанесение стимула проводилось вручную без фиксации силы надавливания. Каждый доброволец имеет свой порог болевой чувствительности, который не оценивался. Стимул наносился в момент нахождения человека в томографе, было трудно проконтролировать его реакцию. Слишком сильная стимуляция приводила к артефактам движения. По этим причинам данная парадигма без контроля указанных факторов не рекомендуется для использования.

Все рассмотренные парадигмы являются пассивными. Ни одна из трех применявшихся нами активных парадигм не позволила выявить значимые кластеры активации на групповом уровне. Парадигма «Навигация» успешно использовалась во многих работах с участием здоровых добровольцев и пациентов, мы могли ожидать активацию парагиппокампальной извилины, предклинья, ретросплениальной коры, пре-ДМО и дорзальной премоторной коры (Owen et al., 2006; Boly et al., 2007). Стоит отметить, что, несмотря на отсутствие групповой активации, те или иные кластеры были получены нами на индивидуальном уровне у 6 из 10 добровольцев. Парадигма «Чистка зубов» направлена на мысленное представление определенного предметного действия и, насколько нам известно, ранее в фМРТ-исследованиях не применялась. Парадигма «Пропой елочку», как уже отмечалось, в англоязычной версии вызывала активацию левой верхней височной извилины, дорзальной премоторной коры и области пре-ДМО (Boly et al., 2007). При индивидуальном анализе обе эти парадигмы показали низкие результаты (выявляли те или иные кластеры менее чем у половины добровольцев).

Активные парадигмы являются для нас особым предметом интереса, так как позволяют выявлять у пациентов когнитивно-моторное разобщение — крайне значимый вариант «скрытого сознания» (Schiff, 2015; Белкин и др., 2019), поэтому нам было важно понять, почему мы не получили на нашей выборке результаты, сопоставимые с данными зарубежных коллег. Мысленные представления являются достаточно сложной задачей. В одном из систематических обзоров (Schuster et al., 2011) были выделены параметры, способствующие эффективности представления движений. Среди них отдельное место занимает детализированная инструкция. Возможно, в проведенном исследовании мы не уделили этому достаточно внимания. Инструкция формулировалась в самом общем виде (например, «Представьте, как Вы чистите зубы») и подавалась непосредственно во время сканирования. Добровольцы могли не сразу понять, что от них требуется, могли

выполнять инструкцию по-разному. В связи с этим мы решили не отказываться от активных парадигм, а максимально детализировать и структурировать инструкции к ним для возможного применения в последующих исследованиях. Отдельно обозначим, что задание «Чистка зубов» могло оказаться малоэффективным из-за слишком высокой автоматизации данного процесса в опыте человека, что могло осложнять его развертывание для детального представления.

## **Выводы**

На выборке здоровых добровольцев нами был апробирован комплекс парадигм фМРТ для выявления феномена «скрытого сознания» с целью его дальнейшего применения у пациентов с ХНС. Были выделены эффективные парадигмы во всех пассивных блоках комплекса. Наиболее воспроизводимыми стали парадигмы с предъявлением эмоционально нагруженной обсценной лексики и имени в рамках эффекта «коктейльной вечеринки», которые являются авторскими. Намечен путь доработки активных парадигм.

Сочетание нейровизуализации с данными нейропсихологии, ставшими основой для разработки парадигм, может не только помочь в выявлении феномена «скрытого сознания», но способствовать обогащению теоретических представлений о мозговом субстрате отдельных психических функций и сознания в целом. В отечественной нейропсихологии основным методом является синдромный анализ нарушений высших психических функций (Лурия, 2022). Большая часть данных получена на модели поврежденного мозга, который имеет специфику структурно-функциональной организации в силу нарушения и компенсаторных перестроек. Исследования интактного и поврежденного головного мозга с помощью нейровизуализации способствуют верификации и развитию теории системной динамической локализации высших психических функций, на что активно обращается внимание в последние годы (Паникратова и др., 2022).

## **Список литературы**

Белкин, В.А., Поздняков, Д.Г., Белкин, А.А. (2019). Диагностика феномена когнитивно-моторного разобщения у пациентов с хроническими нарушениями сознания. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*, (11), 45–51. <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2019-3S-46-51>

Корсакова, Н.К., Московичюте, Л.И. (2023). Клиническая нейропсихология: учебное пособие для вузов. Москва: Юрайт.

Лурия, А.Р. (2022). Высшие корковые функции человека. Санкт-Петербург: Питер.

Паникрапова, Я.Р., Власова, Р.М., Лебедева, И.С., Синицын, В.Е., Печенкова, Е.В. (2022). Возможности методов нейровизуализации и нейростимуляции для развития теории системной динамической локализации высших психических функций. *Культурно-историческая психология*, 18(3), 70–80. <https://doi.org/10.17759/chp.2022180310>

Печенкова, Е.В., Паникрапова, Я.Р., Мершина, Е.А., Власова, Р.М. (2022). Прехирургическое картирование речевых зон коры головного мозга с помощью фМРТ: актуальное состояние и тенденции. *Медицинская визуализация*, 26(1), 48–69. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1094>

Тонконогий, И.М., Пуанте, А. (2007). Клиническая нейропсихология. Санкт-Петербург: Питер.

Хомская, Е.Д. (2005). Нейропсихология. Санкт-Петербург: Питер.

Черкасова, А.Н., Яцко, К.А., Ковязина, М.С., Варако, Н.А., Кремнева, Ю.В., Рябинкина, Ю.В., Супонева, Н.А., Пирадов, М.А. (2024). Разработка комплекса парадигм фМРТ для выявления феномена «скрытого сознания»: нейропсихологические аспекты. *Национальный психологический журнал*, 19(2), 68–80.

Angulo-Perkins, A., Aube, W., Peretz, I., Barrios, F.A., Armony, J.L., Concha, L. (2014). Music listening engages specific cortical regions within the temporal lobes: Differences between musicians and non-musicians. *Cortex*, (59), 126–137. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2014.07.013>

Apkarian, A.V., Bushnell, M.C., Treede, R-D., Zubieta, J-K. (2005). Human brain mechanisms of pain perception and regulation in health and disease. *European Journal of Pain*, 9(4), 463–484. <https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2004.11.001>

Boly, M., Coleman, M.R., Davis, M.H., Hampshire, A., Bor, D., Moonen, G., Maquet, P.A., Pickard, J.D., Laureys, S., Owen, A.M. (2007). When thoughts become action: an fMRI paradigm to study volitional brain activity in non-communicative brain injured patients. *NeuroImage*, 36(3), 979–992. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.02.047>

Boly, M., Laureys, S. (2018). Functional «unlocking» bedside detection of covert awareness after severe brain damage, *Brain*, 141(5), 1239–1241. <https://doi.org/10.1093/brain/awy080>

Coleman, M.R., Davis, M.H., Rodd, J.M., Robson, T., Ali, A., Owen, A.M., Pickard, J.D. (2009). Towards the routine use of brain imaging to aid the clinical diagnosis of disorders of consciousness. *Brain*, 132(9), 2541–2552. <https://doi.org/10.1093/brain/awp183>

Eickhoff, S.B., Grefkes, C., Zilles, K., Fink, G.R. (2007). The somatotopic organization of cytoarchitectonic areas on the human parietal operculum. *Cerebral Cortex*, 17(8), 1800–1811. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhl090>

Juslin, P.N., Sakka, L.S. (2019). Neural correlation of music and emotion. In: M.H. Thaut, D.A. Hodges (Eds.), *The Oxford Handbook of Music and the Brain* (pp. 108–139). Oxford: Oxford Univ. Press.

Han, M-E., Park, S-Y., Oh, S-O. (2021). Large-scale functional brain networks for consciousness. *Anatomy and Cell Biology*, 54(2), 152–164. <https://doi.org/10.5115/acb.20.305>

Grahn, J.A., Brett, M. (2007). Rhythm and beat perception in motor areas of the brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(5), 893–906. <https://doi.org/10.1162/jocn.2007.19.5.893>

Meyer, M., Zysset, S., von Cramon, D.Y., Alter, K. (2005). Distinct fMRI responses to laughter, speech, and sounds along the human peri-sylvian cortex. *Cognitive Brain Research*, 24(2), 291–306. <https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2005.02.008>

Nakane, T., Miyakoshi, M., Nakai, T., Naganawa, S. (2016). How the non-attending brain hears its owner's name. *Cerebral Cortex*, 26(10), 4046–4056. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhv184>

Owen, A.M., Coleman, M.R., Boly, M., Davis, M.H., Laureys, S., Pickard, J.D. (2006). Detecting awareness in the vegetative state. *Science*, 313(5792), 1402. <https://doi.org/10.1126/science.1130197>

Peretz, I., Gosse, N., Belin, P., Zatorre, R.J., Plailly, J., Tillmann, B. (2009). Music lexical networks: the cortical organization of music recognition. *Annals of the New York Academy of Science*, 1169(1), 256–265. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04557.x>

Sander, K., Scheich, H. (2005). Left auditory cortex and amygdala, but right insula dominance for human laughing and crying. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17(10), 1519–1531. <https://doi.org/10.1162/089892905774597227>

Schirmer, A., Fox, P.M., Grandjean, D. (2012). On the spatial organization of sound processing in the human temporal lobe: a meta-analysis. *NeuroImage*, 63(1), 137–147. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.06.025>

Schiff, N.D. (2015). Cognitive motor dissociation. Following severe brain injuries. *JAMA Neurology*, 72(12), 1413–1415. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2015.2899>

Schuster, C., Hilfiker, R., Amft, O., Scheidhauer, A., Andrews, B., Butler, J., Kischka, U., Ettlin, T. (2011). Best practice for motor imagery: a systematic literature review on motor imagery training elements in five different disciplines. *BMC Medicine*, 75(9). <https://doi.org/10.1186/1741-7015-9-75>

Scott, T.L., Galle, J., Fedorenko, E. (2017). A new fun and robust version of an fMRI localizer for the frontotemporal language system. *Cognitive Neuroscience*, 8(3), 167–176. <https://doi.org/10.1080/17588928.2016.1201466>

Stoesz, M.R., Zhang, M., Weisser, V.D., Prather, S.C., Mao, H., Sathian, K. (2003). Neural networks active during tactile form perception: common and differential activity during macrospatial and microspatial tasks. *International Journal of Psychophysiology*, 50(1-2), 41–49. [https://doi.org/10.1016/S0167-8760\(03\)00123-5](https://doi.org/10.1016/S0167-8760(03)00123-5)

Van Kemenade, B.M., Seymour, K., Wacker, E., Spitzer, B., Blankenburg, F., Sterzer, P. (2014). Tactile and visual motion direction processing in hMT+/V5. *NeuroImage*, 84, 420–427. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.09.004>

## References

Angulo-Perkins, A., Aube, W., Peretz, I., Barrios, F.A., Armony, J.L., Concha, L. (2014). Music listening engages specific cortical regions within the temporal lobes: Differences between musicians and non-musicians. *Cortex*, (59), 126–137. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2014.07.013>

Apkarian, A.V., Bushnell, M.C., Treede, R-D., Zubieta, J-K. (2005). Human brain mechanisms of pain perception and regulation in health and disease. *European Journal of Pain*, 9(4), 463–484. <https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2004.11.001>

Belkin, V.A., Pozdnyakov, D.G., Belkin, A.A. (2019). Diagnosis of the phenomenon of cognitive-motor dissociation in patients with chronic consciousness disorders. *Nevrologiya, Neiropsikiatriya, Psichosomatika (Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics)*, (11), 46–51. <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2019-3S-46-51> (In Russ.).

Boly, M., Coleman, M.R., Davis, M.H., Hampshire, A., Bor, D., Moonen, G., Maquet, P.A., Pickard, J.D., Laureys, S., Owen, A.M. (2007). When thoughts become action: an fMRI paradigm to study volitional brain activity in non-communicative brain injured patients. *NeuroImage*, 36(3), 979–992. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.02.047>

Boly, M., Laureys, S. (2018). Functional «unlocking» bedside detection of covert awareness after severe brain damage. *Brain*, 141(5), 1239–1241. <https://doi.org/10.1093/brain/awy080>

Cherkasova, A.N., Yatsko, K.A., Kovyazina, M.S., Varako, N.A., Kremneva, E.I., Ryabinkina, Yu.V., Suponeva, N.A., Piradov, M.A. (2024). Development of a set of fMRI paradigms to detecting the “covert cognition” phenomenon: neuropsychological aspects. *National Psychological Journal*, 19(2), 68–80. (In Russ.).

Coleman, M.R., Davis, M.H., Rodd, J.M., Robson, T., Ali, A., Owen, A.M., Pickard, J.D. (2009). Towards the routine use of brain imaging to aid the clinical diagnosis of disorders of consciousness. *Brain*, 132(9), 2541–2552. <https://doi.org/10.1093/brain/awp183>

Eickhoff, S.B., Grefkes, C., Zilles, K., Fink, G.R. (2007). The somatotopic organization of cytoarchitectonic areas on the human parietal operculum. *Cerebral Cortex*, 17(8), 1800–1811. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhl090>

Juslin, P.N., Sakk, L.S. (2019). Neural correlation of music and emotion. In: M.H. Thaut, D.A. Hodges (Eds.), *The Oxford Handbook of Music and the Brain* (pp. 108–139). Oxford: Oxford Univ. Press.

Han, M-E., Park, S-Y., Oh, S-O. (2021). Large-scale functional brain networks for consciousness. *Anatomy and Cell Biology*, 54(2), 152–164. <https://doi.org/10.5115/acb.20.305>

Grahn, J.A., Brett, M. (2007). Rhythm and beat perception in motor areas of the brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(5), 893–906. <https://doi.org/10.1162/jocn.2007.19.5.893>

Khomskaya, E.D. (2005). Neuropsychology. St. Petersburg: Piter. (In Russ.).

Korsakova, N.K., Moskovichyute, L.I. (2023). Clinical neuropsychology. Moscow: Yurait. (In Russ.).

Luriya, A.R. (2022). Higher cortical functions in man. St. Petersburg: Piter. (In Russ.).

Meyer, M., Zysset, S., von Cramon, D.Y., Alter, K. (2005). Distinct fMRI responses to laughter, speech, and sounds along the human peri-sylvian cortex. *Cognitive Brain Research*, 24(2), 291–306. <https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2005.02.008>

Nakane, T., Miyakoshi, M., Nakai, T., Naganawa, S. (2016). How the non-attending brain hears its owner's name. *Cerebral Cortex*, 26(10), 4046–4056. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhv184>

Owen, A.M., Coleman, M.R., Boly, M., Davis, M.H., Laureys, S., Pickard, J.D. (2006). Detecting awareness in the vegetative state. *Science*, 313(5792), 1402. <https://doi.org/10.1126/science.1130197>

Panikratova, Ya.R., Vlasova, R.M., Lebedeva, I.S., Sinitsyn, V.E., Pechenkova, E.V. (2022). Scope and perspectives of neuroimaging and neurostimulation to develop the theory of systemic and dynamic localization of higher mental functions. *Kul'turoistoricheskaya Psichologiya (Cultural-Historical Psychology)*, 18(3), 70–80. <https://doi.org/10.17759/chp.2022180310> (In Russ.).

Pechenkova, E.V., Panikratova, Ya.R., Mershina, E.A., Vlasova, R.M. (2022). Presurgical brain mapping of language processing with fMRI: state of the art and tendencies. *Meditinskaya Vizualizatsiya (Medical Visualization)* 26(1), 48–69. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1094> (In Russ.).

Peretz, I., Gosselin, N., Belin, P., Zatorre, R.J., Plailly, J., Tillmann, B. (2009). Music lexical networks: the cortical organization of music recognition. *Annals of the New York Academy of Science*, 1169(1), 256–265. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04557.x>

Sander, K., Scheich, H. (2005). Left auditory cortex and amygdala, but right insula dominance for human laughing and crying. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17(10), 1519–1531. <https://doi.org/10.1162/089892905774597227>

Schirmer, A., Fox, P.M., Grandjean, D. (2012). On the spatial organization of sound processing in the human temporal lobe: a meta-analysis. *NeuroImage*, 63(1), 137–147. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.06.025>

Schiff, N.D. (2015). Cognitive motor dissociation. Following severe brain injuries. *JAMA Neurology*, 72(12), 1413–1415. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2015.2899>

Schuster, C., Hilfiker, R., Amft, O., Scheidhauer, A., Andrews, B., Butler, J., Kischka, U., Ettlin, T. (2011). Best practice for motor imagery: a systematic literature review on motor imagery training elements in five different disciplines. *BMC Medicine*, 75(9). <https://doi.org/10.1186/1741-7015-9-75>

Scott, T.L., Galle, J., Fedorenko, E. (2017). A new fun and robust version of an fMRI localizer for the frontotemporal language system. *Cognitive Neuroscience*, 8(3), 167–176. <https://doi.org/10.1080/17588928.2016.1201466>

Stoesz, M.R., Zhang, M., Weisser, V.D., Prather, S.C., Mao, H., Sathian, K. (2003). Neural networks active during tactile form perception: common and differential activity during macrospatial and microspatial tasks. *International Journal of Psychophysiology*, 50(1-2), 41–49. [https://doi.org/10.1016/S0167-8760\(03\)00123-5](https://doi.org/10.1016/S0167-8760(03)00123-5)

Tonkonogii, I.M., Puante, A. (2007). Clinical neuropsychology. St. Petersburg: Piter. (In Russ.).

Van Kemenade, B.M., Seymour, K., Wacker, E., Spitzer, B., Blankenburg, F., Sterzer, P. (2014). Tactile and visual motion direction processing in hMT+/V5. *NeuroImage*, (84), 420–427. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.09.004>

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Анастасия Николаевна Черкасова**, аспирант кафедры нейро- и патопсихологии факультета психологии Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова; младший научный сотрудник Института нейрореабилитации и восстановительных технологий Научного центра неврологии, Москва, Российская Федерация, cherka.sova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7019-474X>

**Ксения Александровна Яцко**, аспирант кафедры многопрофильной клинической подготовки факультета фундаментальной медицины Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова; врач-невролог Института клинической и профилактической неврологии Научного центра неврологии, Москва, Российская Федерация, kseniia.a.yatsko@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3014-4350>

**Мария Станиславовна Ковязина**, член-корреспондент РАО, доктор психологических наук, доцент, профессор кафедры нейро- и патопсихологии факультета психологии Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова; старший научный сотрудник Института нейрореабилитации и восстановительных технологий Научного центра неврологии; заведующий лабораторией консультативной психологии и психотерапии Федерального научного центра психологических и междисциплинарных исследований, Москва, Российская Федерация, kms130766@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1795-6645>

**Наталья Александровна Варако**, кандидат психологических наук, старший научный сотрудник кафедры методологии психологии факультета психологии Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова; старший научный сотрудник Института нейрореабилитации и восстановительных технологий Научного центра неврологии; старший научный сотрудник Федерального научного центра психологических и междисциплинарных исследований, Москва, Российская Федерация, nvarako@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8310-8169>

**Елена Игоревна Кремнева**, кандидат медицинских наук, научный сотрудник Отделения лучевой диагностики Научного центра неврологии, Москва, Российская Федерация kremneva@neurology.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9396-6063>

**Марина Викторовна Кротенкова**, доктор медицинских наук, главный научный сотрудник, руководитель Отделения лучевой диагностики Научного центра неврологии, Москва, Российская Федерация, krotenkova\_mrt@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3820-4554>

**Юлия Валерьевна Рябинкина**, доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник, заведующая Отделением анестезиологии-реанимации с палатами реанимации и интенсивной терапии Научного центра неврологии, Москва, Российская Федерация, ryabinkina11@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8576-9983>

**Наталья Александровна Супонева**, член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник, директор Института нейропротекции и восстановительных технологий Научного центра неврологии, Москва, Российская Федерация, nasu2709@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3956-6362>

**Михаил Александрович Пирадов**, вице-президент РАН, доктор медицинских наук, профессор, академик, директор Научного центра неврологии, Москва, Российская Федерация, dir@neurology.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6338-0392>

## ABOUT THE AUTHORS

**Anastasiia N. Cherkasova**, Postgraduate Student, the Department of Neuro- and Pathopsychology, Faculty of Psychology, Lomonosov Moscow State University; Junior Researcher, Institute of Neurorehabilitation and Recovery Technologies, Research Centre of Neurology, Moscow, Russian Federation, cherka.sova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7019-474X>

**Kseniiia A. Yatsko**, Postgraduate Student, the Department of Multidisciplinary Clinical Training, Faculty of Fundamental Medicine, Lomonosov Moscow State University; neurologist, Institute of Clinical and Preventive Neurology, Research Center of Neurology, Moscow, Russian Federation [kseniiia.a.ilina@gmail.com](mailto:kseniiia.a.ilina@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-3014-4350>

**Maria S. Kovyazina**, Corresponding Member of the Russian Academy of Education, Dr. Sci. (Psychology), Associate Professor, Professor at the Department of Neuro- and Pathopsychology, Faculty of Psychology, Lomonosov Moscow State University; Senior Researcher, Institute of Neurorehabilitation and Recovery Technologies, Research Centre of Neurology; Head of the Laboratory of Counseling Psychology and Psychotherapy, Federal Scientific Center for Psychological and Multidisciplinary Research, Moscow, Russian Federation, [kms130766@mail.ru](mailto:kms130766@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-1795-6645>

**Natalia A. Varako**, Cand. Sci. (Psychology), Senior Researcher, the Department of Methodology of Psychology, Faculty of Psychology, Lomonosov Moscow State University; Senior Researcher, Institute of Neurorehabilitation and Recovery Technologies, Research Centre of Neurology; Senior Researcher, Federal Scientific Center of Psychological and Multidisciplinary Research, Moscow, Russian Federation, [nvarako@mail.ru](mailto:nvarako@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-8310-8169>

**Elena I. Kremneva**, Cand. Sci. (Medicine), Researcher at the Department of Radiology, Research Centre of Neurology, Moscow, Russian Federation, [kremneva@neurology.ru](mailto:kremneva@neurology.ru), <https://orcid.org/0000-0001-9396-6063>

**Marina V. Krotenkova**, Dr. Sci. (Medicine), Chief Researcher, Head of the Department of Radiology, Research Centre of Neurology, Moscow, Russian Federation, krotenkova\_mrt@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3820-4554>

**Yulia V. Ryabinkina**, Dr. Sci. (Medicine), Leading Researcher, Head of the Department of Anesthesiology and Intensive Care, Research Center of Neurology, Moscow, Russian Federation, ryabinkina11@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8576-9983>

**Natalia A. Suponeva**, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Medicine), Professor, Chief Researcher, Director, Institute of Neurorehabilitation and Recovery Technologies, Research Centre of Neurology, Moscow, Russian Federation, nasu2709@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3956-6362>

**Mikhail A. Piradov**, Vice-President of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Medicine), Professor, Academician, Director, Research Centre of Neurology, Moscow, Russian Federation, dir@neurology.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6338-0392>

Поступила: 05.11.2023; получена после доработки: 31.01.2024; принята в печать: 06.05.2024.

Received: 05.11.2023; revised: 31.01.2024; accepted: 06.05.2024.