

УДК 616.395.08:616-073.75

<http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2023-14-1-26-36>

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СВЯЗАННОСТЬ СТРУКТУР ГОЛОВНОГО МОЗГА У БОЛЬНЫХ НЕРВНОЙ АНОРЕКСИЕЙ ПО ДАННЫМ фМРТ СОСТОЯНИЯ ПОКОЯ: ПРОСПЕКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

¹Р. В. Гребенщикова^{✉*}, ^{1,2}Н. И. Ананьева[✉], ¹А. А. Пичиков[✉], ¹Д. Н. Исхаков[✉], ¹Л. В. Лукина[✉]

¹Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии имени В. М. Бехтерева, Санкт-Петербург, Россия

²Научно-клинический и образовательный центр «Лучевая диагностика и ядерная медицина» Института высоких медицинских технологий Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург, Россия

ВВЕДЕНИЕ: В работе проведен анализ отечественной и зарубежной литературы, посвященной функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ) у пациентов с нервной анорексией. Представлены результаты обследования головного мозга пациентов с нервной анорексией (НА) с помощью фМРТ состояния покоя.

ЦЕЛЬ: Изучить функциональную связанность в сетях состояния покоя у пациентов с НА.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ: Обследовано 43 пациента с нервной анорексией в возрасте от 14 до 19 лет. Группу контроля составил 31 здоровый доброволец. Проанализирована связанность структур, участвующих в формировании сети пассивного режима работы мозга, фронтопариетальной и зрительной сети.

Статистика: Применялась математико-статистическая обработка в программной среде языка программирования Python с использованием среды разработки Jupyter-notebook и прикладных модулей для статистического анализа Pandas и Numpy). Основным инструментом статистического анализа функциональной МРТ был пакет специализированного программного обеспечения CONN-TOOLBOX.

РЕЗУЛЬТАТЫ: В сети пассивного режима работы мозга выявлено снижение коннективности между медиальной префронтальной корой и кластером, включающим левую угловую извилину и левую надкраевую извилину, и повышение коннективности между правой латеральной теменной корой и кластером, включающим левые прецентральную и постцентральную извилины. В фронтопариетальной сети были получены достоверные показатели снижения коннективности между правой латеральной префронтальной корой и тремя кластерами, включающими полюса лобных долей, левые верхнюю и среднюю лобные извилины, левую латеральную затылочную кору. В визуальной сети было выявлено снижение коннективности между левой латеральной визуальной сетью и кластером, включающим преимущественно латеральные отделы полушарий мозжечка и его червь, правой латеральной визуальной сетью и кластером, включающим преимущественно правую и левую язычную извилину, полушария и червь мозжечка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Наше исследование показало нарушение функциональной связанности структур больных НА, приводящее к зрительно-пространственным нарушениям и, вследствие этого, изменению сложного процесса постановки целей, планирования соответствующих путей к этим целям и нарушению когнитивного контроля.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: нервная анорексия, магнитно-резонансная томография, фМРТ покоя, нейровизуализация

*Для корреспонденции: Гребенщикова Руслана Владимировна, e-mail: ruslana411@gmail.com

Для цитирования: Гребенщикова Р.В., Ананьева Н.И., Пичиков А.А., Исхаков Д.Н., Лукина Л.В. Функциональная связанность структур головного мозга у больных нервной анорексией по данным фМРТ состояния покоя: проспективное исследование // *Лучевая диагностика и терапия*. 2023. Т. 14, № 1. С. 26–36, DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2023-14-1-26-36>.

FUNCTIONAL CONNECTIVITY OF BRAIN STRUCTURES IN PATIENTS WITH ANOREXIA NERVOSA BASED ON RESTING STATE FMRI: PROSPECTIVE STUDY

¹Ruslana V. Grebenshchikova^{✉*}, ^{1,2}Natalia I. Ananyeva[✉], ¹Alexei A. Pichikov[✉], ¹Dmitrii N. Iskhakov[✉],
¹Larisa V. Lukina[✉]

¹V. M. Bekhterev National Medical Research Center for Psychiatry and Neurology, St. Petersburg, Russia

²Scientific, Clinical and Educational Center for Radiation Diagnostics and Nuclear Medicine, Institute of High Medical Technologies, St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

© Авторы, 2023. Издательство ООО «Балтийский медицинский образовательный центр». Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа», в соответствии с лицензией CCBY-NC-SA 4.0 («Attribution-NonCommercial-ShareAlike») / «Атрибуция-Некоммерчески-Сохранение Условий» 4.0), которая разрешает неограниченное некоммерческое использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии указания автора и источника. Чтобы ознакомиться с полными условиями данной лицензии на русском языке, посетите сайт: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ru>

INTRODUCTION: This paper analyzes local and foreign literature on functional magnetic resonance imaging (fMRI) in patients with anorexia nervosa. Resting state fMRI results of the brain of patients with anorexia nervosa (AN) are presented.

OBJECTIVE: To study functional connectivity in the networks in resting state in patients with AN.

MATERIALS AND METHODS: 43 patients with anorexia nervosa aged 14 to 19 years were examined. The control group consisted of 31 healthy volunteers. The connectivity of the structures involved in the formation of the default mode brain network, frontoparietal and visual networks was analyzed.

Statistics: Mathematical and statistical processing was applied in the programming environment of the Python programming language, using the Jupyter-notebook development environment and application modules for statistical analysis Pandas and Numpy. The main tools for statistical analysis of functional MRI were the specialized software package CONN-TOOLBOX.

RESULTS: In the default mode network, a decrease in connectivity between the medial prefrontal cortex and the cluster including the angular gyrus and the supramarginal gyrus, and an increase in connectivity between the right lateral parietal cortex and the cluster including the left precentral and postcentral gyrus, were revealed. In the frontoparietal network, significant indicators of a decrease in connectivity between the right lateral prefrontal cortex and three clusters were obtained, including the poles of the frontal lobes, the left superior and middle frontal gyri, and the left lateral occipital cortex. In the visual network, there was a decrease in connectivity between the left lateral visual network and the cluster which includes mainly the lateral parts of the cerebellar hemispheres and its vermis, the right lateral visual network and the cluster which includes mainly the right and left lingual gyrus, cerebellar hemispheres and vermis.

CONCLUSION: Our study showed a disruption of the functional connectivity in patients with AN, leading to visuospatial disorders and, as a result, a change in the complex process of setting goals, planning appropriate steps to these goals, and impaired cognitive control.

KEYWORDS: anorexia nervosa, magnetic resonance imaging, resting state fMRI, neurovision

*For correspondence: *Ruslana V. Grebenschikova, e-mail: ruslana411@gmail.com*

For citation: Grebenschikova R.V., Ananyeva N.I., Pichikov A.A., Ishakov D.N., Lukina L.V. Functional connectivity of brain structures in patients with anorexia nervosa based on resting state fMRI: prospective study // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2023. Vol. 14, No. 1. P. 26–36, DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2023-14-1-26-36>.

Введение. Нервная анорексия (НА) по определению МКБ-10 (F50.0) — это расстройство пищевого поведения, характеризующееся преднамеренным снижением массы тела, вызываемым и/или поддерживаемым самим пациентом. Распространенность НА в популяции составляет 1,2% среди женщин и 0,29% среди мужчин [1]. Заболевают в подавляющем большинстве случаев (90%) лица женского пола в возрасте от 12 до 24 лет. НА характеризуется самоиндуцированным голоданием и сильной потерей веса, навязчивым страхом увеличения веса или ожирения, искаженным образом тела и негативным отношением к употреблению пищи [2]. При этом у больных НА имеется нарушение интероцептивной обработки сигналов тела, что не только является предрасполагающим фактором к формированию расстройства, но и способствует его поддержанию уже на этапе выраженного снижения веса [3]. На сегодняшний день этиология НА до конца не изучена. Однако специалисты разных областей медицины предполагают многофакторное происхождение заболевания, при котором нейробиологические отклонения могут способствовать возникновению, поддержанию и рецидиву НА [4–6]. В связи с тем, что НА является психическим расстройством с одним из самых высоких уровней летальности (18%) вследствие соматических нарушений и суицидальных попыток, крайне важно лучше понять нейробиологическую основу заболевания, которая в настоящее время остается неясной [1].

Современные методы нейровизуализации позволяют получить важное представление о патофизиологии и нейробиологическом субстрате НА. Структурные методы нейровизуализации используются для изучения изменений отделов головного мозга у пациентов с НА, а функциональные — для выявления изменений нейронных сетей.

Применение структурных методов нейровизуализации, таких как воксельная морфометрия, позволили выявить не только общее уменьшение объемов серого и белого веществ головного мозга на фоне увеличения общего объема спинномозговой жидкости, но и определить наиболее специфичные области головного мозга, подверженные атрофическим изменениям (левый гипоталамус, левая нижняя теменная доля, правое чечевицеобразное ядро и правое хвостатое ядро), связанные с аппетитом и соматосенсорным восприятием [10, 11].

Функциональная нейровизуализация при НА представлена функциональной магнитно-резонансной томографией (фМРТ). При этом могут использоваться два ее варианта: с использованием специфических стимулов, исходя от основных симптомов, таких как задачи, связанные с едой, вознаграждением, а также задачи, связанные с исполнительным контролем [4, 7], и с помощью фМРТ состояния покоя. Изменение функциональной активности у больных НА было обнаружено в областях когнитивного контроля при просмотре изображений пищи

[8], в центральных передних пояснично-полосато-таламических областях при выполнении задач на когнитивную гибкость [9], а также в задних теменных областях, префронтальной коре и островке в ответ на задачи, связанные с оценкой перцептивного и аффективного компонентов образа тела [7]. Результаты стимульной функциональной нейровизуализации показывают изменения вентральных лимбических цепей (которые включают миндалину, передний островок, переднее вентральное полосатое тело, переднюю поясничную и орбитофронтальную кору), а также дорсальных исполнительных цепей (которые, в частности, включают дорсальные области хвостатой, дорсолатеральной префронтальной и теменной коры), что может являться паттерном дисбаланса в обработке определенных видов информации. Эти два контура мозга в первую очередь вовлечены в тормозящие процессы при принятии решений и поведение, связанное с вознаграждением, таким образом, изменение в их функциональности может поддерживать симптоматику НА [4].

В течение последнего десятилетия разные авторы использовали подход фМРТ без стимулов, определяемый как фМРТ покоя [12–14]. В этих исследованиях участники помещаются в сканер в бодрствующем состоянии, не выполняя при этом какой-либо конкретной задачи. Такой подход позволяет проводить временные корреляции между активными областями мозга на основе спонтанных колебаний сигнала, зависящего от уровня оксигенации крови в мозге [12]. фМРТ покоя рассматривает функциональную связь областей мозга, в то время как традиционная, зависящая от задачи фМРТ касается активности определенных областей мозга в ответ на стимул. Изучение функциональной связи в состоянии покоя дает информацию о функционировании нейронных сетей мозга, определяющих клиническую симптоматику расстройства [10].

С помощью фМРТ был идентифицирован ряд нейронных сетей, описывающих анатомически различные, но функционально связанные области мозга, которые демонстрируют сильную временную когерентность в мозге в состоянии покоя, и, как полагают, реализуют специфические наборы функций мозга [15, 16]. Особый интерес представляет сеть пассивного режима работы мозга (СПРРМ, DefaultModeNetwork, DMN) — сеть, которая активна без выполнения когнитивных заданий, но чья активность приостанавливается во время целенаправленного поведения [17]. Сеть пассивного режима работы мозга включает в себя такие области, как медиальная префронтальная кора, задняя поясничная извилина/предклинье, гиппокамп и нижняя теменная кора, работает во время когнитивной активности, не ориентированной на цель, во время размышлений, возбуждениях низкого уровня, гомеостатической и саморегуляции, например, во время «сновидений наяву», и поддерживает автобиографическую,

внутренне сфокусированную, декларативную, эпизодическую память о прошлом [16].

Сеть пассивного режима работы мозга антагонистически деактивируется и противопоставляется с сетью исполнительного контроля (central executive network, CEN), которая ориентирована на выполнение задач и лежит в основе исполнительного функционирования, такого как рабочая память, целенаправленное распознавание и контроль импульсов, обработка эмоций. Сеть исполнительного контроля включает в себя переднюю поясничную и параингулярную кору, вентролатеральную префронтальную кору, подкорковые области таламуса и параингулярные извилины, нижнюю теменную долю, большую часть задних отделов средней и нижней височных извилин, таламус [18, 19]. В дополнение к описанным выше существует множество других основных сетей состояния покоя, которые часто упоминаются в литературе [17, 12]. В частности, сенсомоторная и зрительная сети, сеть мозжечка, сеть мотивационной значимости (salience network), дорсальная сеть внимания и другие.

Изменения функциональной связанности в различных сетях состояния покоя были зарегистрированы при ряде психических заболеваний и, в том числе, при НА [20]. В одних исследованиях [21] была обнаружена повышенная функциональная связанность переднего островка с СПРРМ у больных НА по сравнению со здоровой контрольной группой. В других работах [22] сообщается о снижении активности предклинья у больных НА. Вместе с этим в некоторых исследованиях, например у Phillipou A., не было выявлено различий функциональной связанности в СПРРМ между группами [23]. Хотя текущие данные о сетевом подключении в сети пассивного режима работы при НА неоднородны, они предполагают, что у больных все же существует коннективность в этой сети. Кроме того, измененные связи сети пассивного режима работы могут отражать специфические самофокусированные размышления в состоянии покоя и во время активной работы.

Для изучения визуально-пространственной и так называемой сенсорной обработки при НА исследовали медиальную, латеральную и вентральную зрительные сети, а также соматосенсорную сеть [21, 24]. Учитывая искаженную обработку образа тела у больных НА, функциональная связь этих областей мозга может дать представление о том, почему пациенты неверно воспринимают размеры своего тела. Пациенты с НА показали области сниженной связанности в вентральной зрительной сети, участвующей в пространственной памяти и представлении образов. При этом было продемонстрировано ухудшение зрительной памяти и снижение центральной когерентности при выполнении комплексного фигурного теста Рея–Остеррита, что коррелировало с различиями в связанности [24].

В других исследованиях зрительных сетей [23] выявлялось снижение функциональной связанности

между вторичной и ассоциативной зрительными областями, а также между ними и первичной моторной областью, что может свидетельствовать о нарушениях зрительно-пространственной обработки, определяющих степень выраженности искажения образа тела, у больных НА.

Таким образом, до настоящего времени выявленные изменения функциональной связанности при НА носят противоречивый характер и до конца не выяснены.

Цель. Изучить функциональную связанность в сетях состояния покоя у пациентов с НА.

Для достижения этой цели поставлены следующие **задачи**.

1. Усовершенствовать методику комплексной магнитно-резонансной томографии с целью оптимизации ее протокола для обследования лиц, страдающих НА.

2. Определить зоны функциональных изменений головного мозга у лиц, страдающих НА.

3. Систематизировать магнитно-резонансную семиотику данных функциональной магнитно-резонансной томографии, характерную для лиц, страдающих НА.

Дополнительно с помощью психометрических методик оценивалась степень выраженности симптомов, характерных для нарушений пищевого поведения, а также уровень когнитивного дефицита у пациенток с НА в сравнении с группой контроля. В дальнейшем предполагается сопоставление полученных данных в этих областях с данными фМРТ.

Исследование является проспективным, когортным по типу «случай-контроль», выполнено согласно принципам доказательной медицины и клинико-диагностических методов исследования и обработки научных данных.

Материалы и методы. Исследование было одобрено независимым этическим комитетом при ФГБУ НМИЦ ПН им. В. М. Бехтерева 28.06.2018 г. (дело № ЭК-1814). Все участники и их законные представители заполнили информированное добровольное согласие на участие в исследовании. Было обследовано 74 человека, которые были разделены на две группы (основную и контрольную). В основную группу были включены 43 девушки с диагнозом НА (F50.0 по МКБ-10), средний возраст 16 лет. Критериями включения в исследование являлся возраст от 14 до 19 лет, женский пол, наличие на момент проведения актуальной симптоматики, характерной для НА, и индекс массы тела $\leq 17,5$ кг/м² (или перцентиль <5 согласно возрасту и ИМТ); отсутствие неврологической патологии. В данном исследовании не проводилось разделение больных по наличию ограничительного или очистительного пищевого поведения. В группу контроля были включены здоровые девушки (всего 31) с отсутствием в анамнезе психиатрических и неврологических заболеваний и имеющие индекс массы тела $>17,5$ кг/м² (перцен-

тиль >5 согласно возрасту и ИМТ). К критериям не включения относились: наличие ЧМТ, неврологических заболеваний в анамнезе, новообразований в головном мозге, наличие аддитивных расстройств в анамнезе, несоответствие критериям одной из групп. Критерием исключения являлся отказ от участия в исследовании.

Для оценки состояния когнитивных функций в обеих группах применялись: тест Струпа, Адденбрукская когнитивная шкала (АСЕ-III), дихотическое прослушивание для оценки направленного слухового внимания, тест Бентона, модифицированная цифровая корректурная проба (МЦКП), тест интеллектуального потенциала (ТИП).

Для диагностики и оценки характерных признаков пищевых расстройств использовалась «Шкала оценки пищевого поведения» (ШОПП; О. А. Ильчик, С. В. Сивуха, О. А. Скугаревский, С. Суихи, 2011). Данная шкала состоит из 51 утверждения и включает в себя 7 субшкал: (1) стремление к худобе, (2) булимия, (3) неудовлетворенность телом, (4) неэффективность, (5) перфекционизм, (6) недоверие в межличностных отношениях, (7) интроцептивная некомпетентность.

Так как на функциональность СПРРМ влияет психотропная терапия и психотерапия, увеличивая ее связанность, нейровизуализационное исследование пациентам основной группы было выполнено до начала использования лекарственной терапии и психотерапевтической коррекции.

Обследуемым проводилась МРТ головного мозга по стандартному протоколу. Кроме того, выполнялась 3DMP-RAGE ИП и фМРТ (BOLD-последовательность в состоянии покоя при выключенном свете). Магнитно-резонансную томографию выполняли на томографе AtlasExelartVantage XGV (Toshiba, Япония) с силой индукции магнитного поля 1,5 Тл. Использовали стандартную 8-канальную катушку для головы. Пациент находился в положении лежа на спине. Для исследования головного мозга применяли стандартный алгоритм МРТ-исследования, который включает в себя импульсные последовательности быстрого спинного эха (fast spin echo — FSE) для получения T1-взвешенных изображений (T1-ВИ) и T2-взвешенных изображений (T2-ВИ), а также последовательность инверсии-восстановления с подавлением сигнала от жидкости FLAIR (Fluid Attenuated Inversion Recovery), обеспечивающая подавление сигнала свободной воды при сохранении базовой T2-взвешенности изображения.

Для выявления функциональных изменений головного мозга выполняли фМРТ с применением импульсной последовательности BOLD (Blood Oxygen Dependent Level) со следующими параметрами: TR=3000 мс, TE=40 мс, FOV=25,6, MTX=256, ST=4,0, FA=70°. Для создания анатомической маски и совмещения с данными фМРТ использовали импульсные последовательности T1

взвешенного градиентного эхо MPRAGE (Magnetization Prepared Rapid Acquisition Gradient Echo) со следующими параметрами: TR=12 мс, TE=5 мс, FOV=25,6, MTX=256, ST=2,0, FA=20°.

фМРТ выполняли в состоянии полного покоя у обследуемых, когда они не выполняли каких-либо внешних задач. При этом девушки находились в состоянии бодрствования с открытыми глазами в полной темноте. Таким образом, полученные данные позволяли оценить рабочие сети покоя головного мозга.

Следующим этапом была постобработка данных фМРТ состояния покоя с помощью программного обеспечения CONN-TOOLBOX на основе Matlab, предназначенного для обработки, отображения и анализа функциональных связей в состоянии покоя.

Поскольку целью исследования было изучение отклонений в функциональной связанности между различными областями внутри сетей и между ними, был использован анализ корреляций на основе начальных значений (seed-based, SBS), в котором анализируется корреляция интенсивности сигнала временных рядов тайм серии BOLD как между всеми вокселями матрицы (voxel-to-voxel), так и между заранее размеренными кластерами вокселей на основе функциональных зон эталонного атласа, интегрированного в программное обеспечение CONN-TOOLBOX (roi-to-ro, roi-region of interest). В качестве изначального значения (seed) в сетях покоя были взяты каждый из основных узлов, известных на данный момент науке, составляющих сеть пассивного режима работы мозга, визуальную сеть и фронтопарентальную сеть (часть сети исполнительного контроля).

Математико-статистический метод применялся для обработки собранного эмпирического материала и математической верификации выявленных законо-

для статистического анализа Pandas и NumPy. Основным инструментом статистического анализа функциональной МРТ был пакет специализированного программного обеспечения CONN-TOOLBOX.

Результаты. Психометрические методики.

По данным шкалы оценки пищевого поведения (ШОПП), были выявлены статистические значимые различия в показателях субшкал между группой больных НА и здоровыми девушками: стремление к худобе ($p<0,05$), неудовлетворенность телом ($p<0,001$), неэффективность ($p<0,05$), перфекционизм ($p<0,05$), интероцептивная некомпетентность ($p<0,001$). По всем этим субшкалам более высокие значения определялись у пациенток с НА. Показатели группы контроля не превышали нормативных значений за исключением субшкалы недоверие в межличностных отношениях. Результаты субшкал по данным шкалы оценки пищевого поведения представлены в таблице.

Таким образом, отклонения практически по всем нормативным показателям шкалы оценки пищевого поведения показали девушки из группы с НА.

По данным ТИП, у девушек с НА уровень абстрактного логического мышления был значимо ниже, чем в группе контроля. МЦКП позволила выявить повышенную психическую истощаемость у девушек с НА (время выполнения ими второй половины МЦКП $119,5\pm6,09$ с, в группе контроля — $73,5\pm24,32$ с). При этом в обеих группах количество ошибок и коэффициент асимметрии не различались. Показатели субшкалы «память» в Адденбрукской когнитивной шкале были ниже в группе НА, чем в контрольной, аналогично для субшкалы «внимание» и для общего суммарного балла. Остальные показатели значимо не различались. По результатам теста Струпа время всех трех проб оказалось ниже в клинической группе

Таблица

Результаты субшкал по данным шкалы оценки пищевого поведения

Table

Subscale results according to the Eating Behavior Rating Scale

№	Название субшкалы	Нервная анорексия (n=43)	Группа контроля (n=31)
1	Стремление к худобе	$9,8\pm3,4^*$	$4,7\pm2,1^*$
2	Булимия	$3,4\pm1,1$	$2,3\pm0,9$
3	Неудовлетворенность телом	$15,3\pm5,2^{**}$	$5,1\pm1,6^{**}$
4	Неэффективность	$10,2\pm4,1^*$	$4,7\pm1,2^*$
5	Перфекционизм	$11,6\pm3,7^*$	$4,5\pm1,9^*$
6	Недоверие в межличностных отношениях	$9,7\pm2,5$	$6,3\pm2,1$
7	Интероцептивная некомпетентность	$17,9\pm3,5^{**}$	$3,1\pm1,5^{**}$

* $p<0,05$, ** $p<0,001$.

мерностей. В соответствии с поставленными задачами исследования мы применяли математико-статистическую обработку в программной среде языка программирования Python, с использованием среды разработки Jupyter-notebook и прикладных модулей

($122\pm4,3$ и $96,4\pm6,47$ с). Значения коэффициента интерференции в группе НА составили $47,1\pm3,11$ с, а в группе контроля — $34,1\pm3,10$ с.

Данные фМРТ. При анализе данных с применением методики построения карт коннективности

на основе начальных значений с выбором в качестве изначального значения областей мозга, участвующих в формировании сети пассивного режима работы мозга (DMN), были получены достоверные показатели изменения коннективности ($p < 0,05$ для кластера, $p < 0,001$ для вокселя):

1. Снижение коннективности между медиальной префронтальной корой и кластером, включающим в большем проценте левую угловую извилину и левую надкраевую извилину (рис. 1).

2. Повышение коннективности между правой латеральной теменной корой и кластером, включаю-

ных значений с выбором в качестве изначального значения областей мозга, участвующих в формировании фронтопариетальной сети, были получены достоверные показатели снижения коннективности ($p < 0,05$) между правой латеральной префронтальной корой и тремя кластерами, включающими (рис. 3): (а) полюса лобных долей (больше левого), (б) левые верхнюю и среднюю лобные извилины, (в) левую латеральную затылочную кору.

При выборе в качестве изначального значения областей мозга правой и левой задней поясной коры получились достоверные показатели снижения кон-

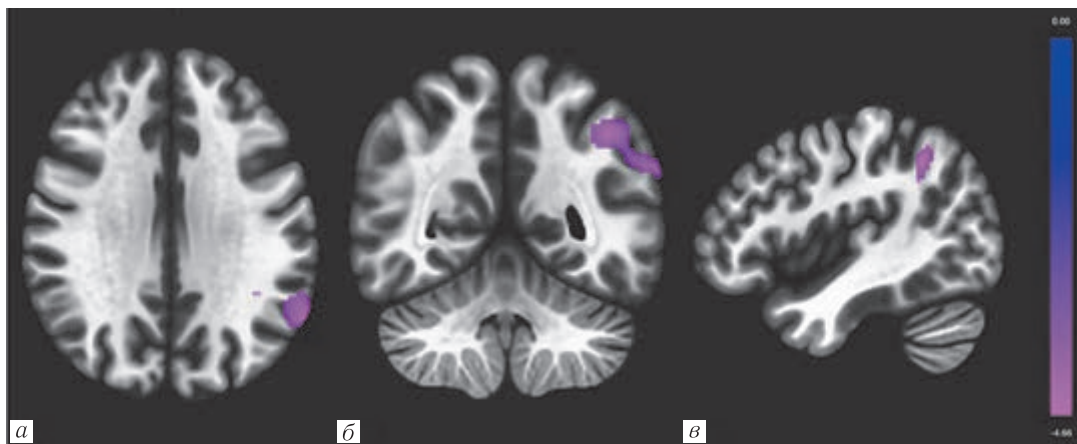


Рис. 1. Цветовое картирование абсолютной разницы активации, полученные субтракцией функциональных метрик группы контроля из функциональных метрик группы пациентов с НА. Визуализируется снижение активности в проекции преимущественно левой угловой и левой надкраевой извилинах в аксиальной (а), фронтальной (б) и сагиттальной плоскостях (в)

Fig. 1. Color mapping of the absolute difference in activation, obtained by subtraction of the functional metrics of the control group from the functional metrics of the group of patients with AN. A decrease in activity is visualized mainly in the area of the left angular and left supramarginal gyri in the axial (a), frontal (b) and sagittal planes (v)

щим левые прецентральную и постцентральную извилины (рис. 2).

При анализе данных с применением методики построения карт коннективности на основе началь-

ности коннективности ($p < 0,05$) между ними и, преимущественно, правой и левой параингулярной корой и корой полюсов лобных долей, но при этом выявилось снижение коннективности правой задней

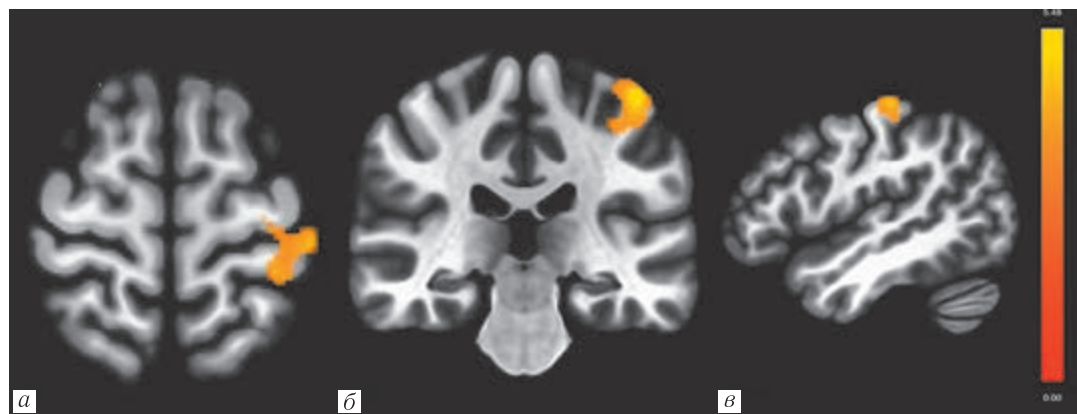


Рис. 2. Цветовое картирование абсолютной разницы активации, полученные субтракцией функциональных метрик группы контроля из функциональных метрик группы пациентов с НА. Визуализируется повышение активности в проекции преимущественно левых прецентальной и постцентальной извилин в аксиальной (а), фронтальной (б) и сагиттальной плоскостях (в)

Fig. 2. Color mapping of the absolute difference in activation, obtained by subtraction of the functional metrics of the control group from the functional metrics of the group of patients with AN. An increase in activity is visualized predominantly in the area of left precentral and postcentral gyri in the axial (a), frontal (b) and sagittal planes (v)

поясной коры также и с правым полушарием мозжечка (рис. 4).

В визуальной сети было выявлено снижение коннективности между левой латеральной визуальной сетью и кластером, включающим преимущественно латеральные отделы полушарий мозжечка и его червь, правой латеральной визуальной сетью и кластером, включающим преимущественно правую и левую язычную извилину, полушария и червь мозжечка (рис. 5).

Обсуждение. В данном исследовании была предпринята попытка изучить функциональную связь в сетях покоя у пациентов с НА. Предполагается,

что изменения пищевого поведения коррелируют с изменениями функциональной коннективности в таких сетях, как сеть пассивного режима работы, визуальная и центральная исполнительная сеть.

Наше исследование показало, что пациентки с НА демонстрировали большую синхронную активность между правой латеральной теменной корой и областью, включающей прецентральную и постцентральную извилины. Латеральная теменная кора связана с различными когнитивными процессами, такими как внимание, оперативная память, пространственное мышление и социальные познания [25, 26]. Постцентральная извилина является частью первич-

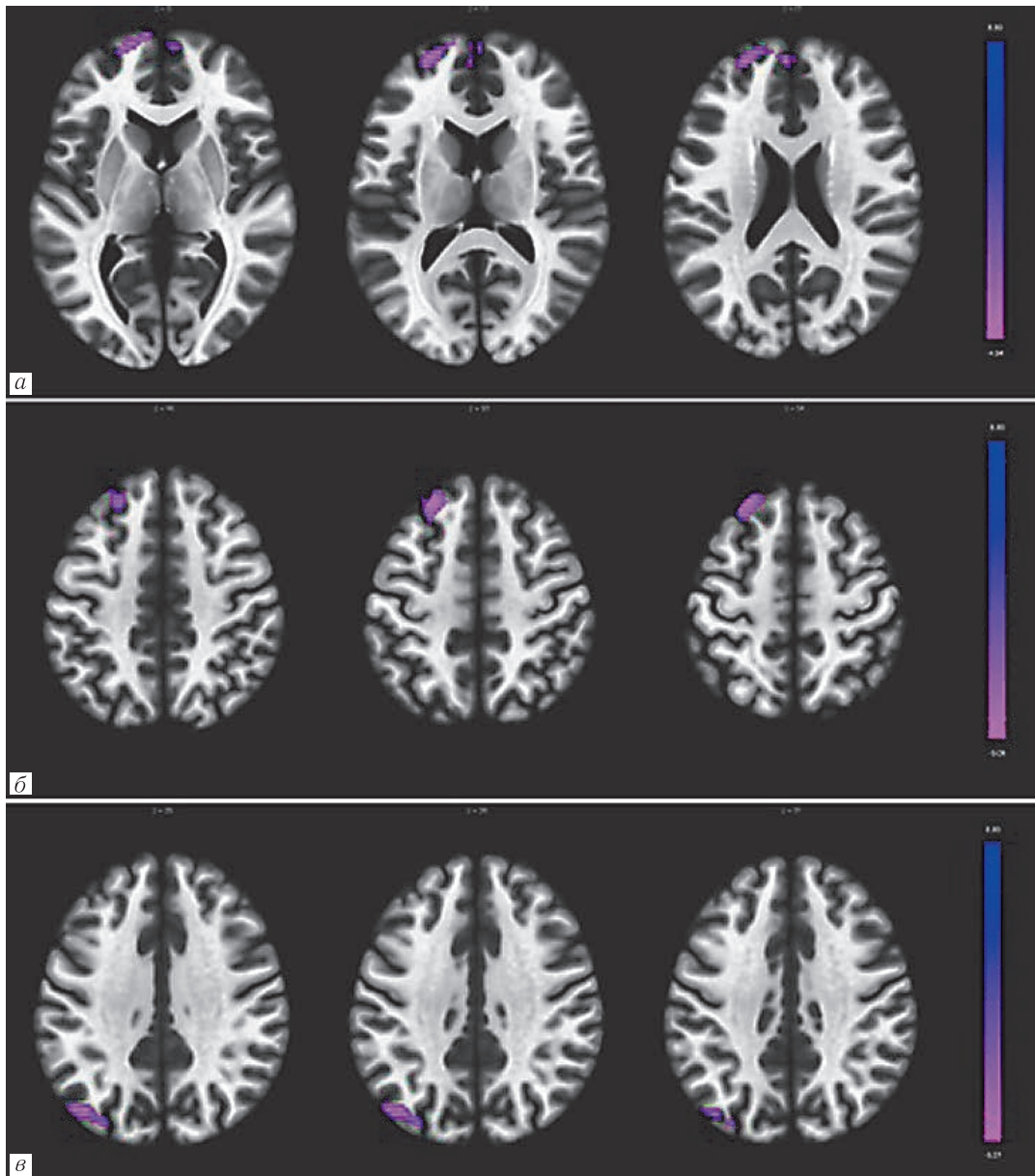


Рис. 3. Цветовое картирование абсолютной разницы активации, полученные субтракцией функциональных метрик группы контроля из функциональных метрик группы пациентов с НА с выбором в качестве зоны интереса правой латеральной префронтальной коры. Визуализируется снижение активности в проекции преимущественно в проекции полюсов лобных долей (а), левых верхней и средней лобных извилинах (б), левой латеральной затылочной коре (в)

Fig. 3. Color mapping of the absolute difference in activation obtained by subtraction of the functional metrics of the control group from the functional metrics of the group of patients with AN, the right lateral prefrontal cortex was chosen as the region of interest. A decrease in activity is visualized mainly in the area of the poles of the frontal lobes (a), left upper and middle frontal gyri (b), and the left lateral occipital cortex (v)

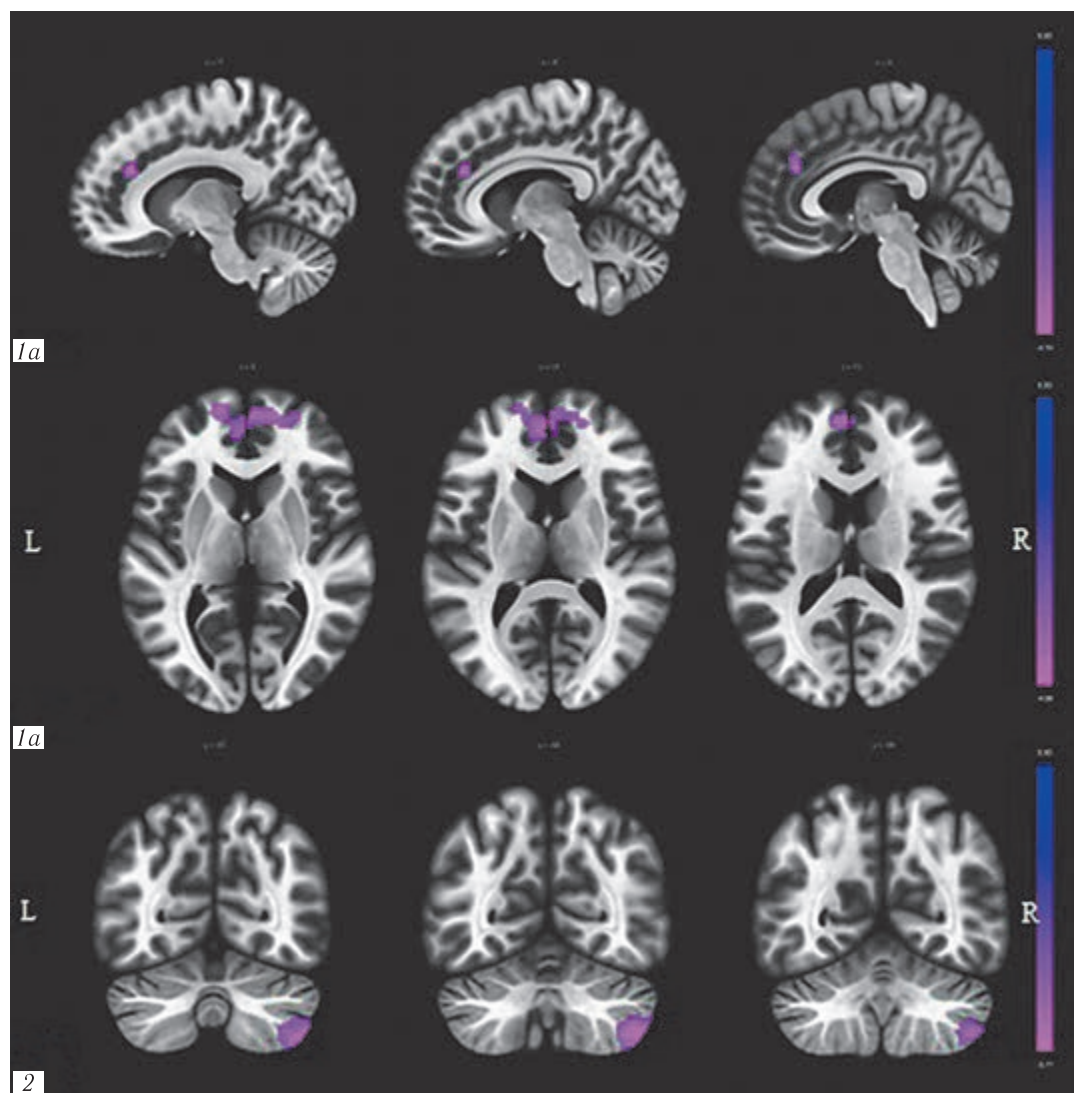


Рис. 4. Цветовое картирование абсолютной разницы активации, полученные субтракцией функциональных метрик группы контроля из функциональных метрик группы пациентов с НА с выбором в качестве зоны интереса правой латеральной префронтальной коры. Визуализируется снижение активности в проекции параингулярной коры (1а), коры полюсов лобных долей (1б), правой гемисферой мозжечка (2)

Fig. 4. Color mapping of the absolute difference in activation obtained by subtraction of the functional metrics of the control group from the functional metrics of the group of patients with AN, the right lateral prefrontal cortex was chosen as the region of interest. A decrease in activity is visualized in the area of the paracingulate cortex (1a), the cortex of the frontal lobe poles (1b), and the right cerebellar hemisphere (2)

ной соматосенсорной коры, а прецентральная извилина — частью первичной моторной коры. В неповрежденном функциональном состоянии инициирование действий можно рассматривать как автоматический процесс, требующий небольшого когнитивного усилия. Следовательно, данный процесс может не иметь особого значения в понимании нейронных механизмов, которые поддерживают сложный ход постановки целей, планирования соответствующих путей к цели и мониторинг процесса. Вместе с тем полученные нами данные позволяют предположить, что при НА нарушение способности преднамеренно инициировать поведение может лечь в основу возникновения основных симптомов данного заболевания.

Кроме того, изменение активности в некоторых сетях может быть связано с чрезмерным когнитив-

ным контролем у пациентов с НА. В этом плане показательно, что наряду с повышенной активностью в сети пассивного режима работы нами было выявлено снижение активности между одним из основных узлов сети — медиальной префронтальной корой и кластером, включающим левую угловую и левую надкраевую извилины. В исследовании I. Voeht [21] различия были обнаружены в сети пассивного режима работы и лобно-теменной сети. В частности, у пациентов с НА была выявлена повышенная функциональная связь между сетью пассивного режима работы и левым передним островком, а также повышенная функциональная связь между лобно-теменной сетью и левой угловой извилиной по сравнению с контрольной группой.

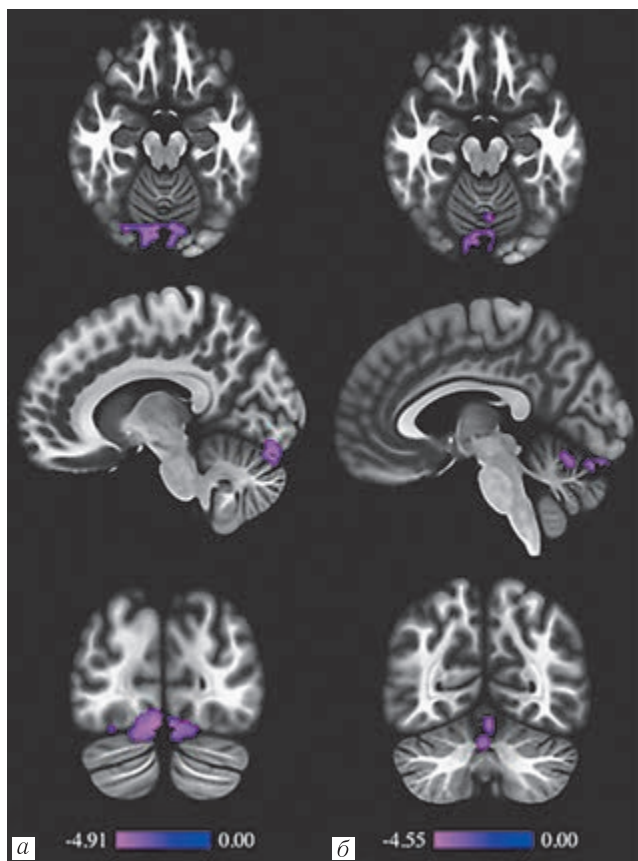


Рис. 5. Цветовое картирование абсолютной разницы активации, полученные субтракцией функциональных метрик группы контроля из функциональных метрик группы пациентов с НА с выбором в качестве зоны интереса правой и левой латеральной визуальной сети. Визуализируется снижение активности (*а*) в проекции правой и левой язычных извилин, полушарий мозжечка и червя мозжечка при выборе зоной интереса правой латеральной визуальной сети; (*б*) в проекции полушарий и червя мозжечка при выборе зоной интереса левой латеральной визуальной сети

Fig. 5. Color mapping of the absolute difference in activation obtained by subtraction of the functional metrics of the control group from the functional metrics of the group of patients with AN, the right and left lateral visual networks were chosen as the region of interest. A decrease in activity is visualized (*a*) in the area of the right and left lingual gyri, cerebellar hemispheres and cerebellar vermis when the right lateral visual network is selected as the area of interest; (*b*) in the area of the cerebellar hemispheres and vermis when the left lateral visual network is chosen as the region of interest

В нашем исследовании были получены данные, свидетельствующие о снижении функциональной связанности в фронтопариетальной сети при выборе в качестве зон интереса задней поясной коры (участвующей в пространственной навигации, эпизодической памяти, планировании будущего, воображении, а также причастной к извлечению из памяти недавней автобиографической информации) и правой латеральной префронтальной коры (участвующей в интерпретации сложной визуальной информации,

внимании, поддержании пространственной памяти). Прочие исследования [20] также показали снижение функциональной активности в структуре этой сети, но в других функциональных узлах. Это подтверждает частое вовлечение сети исполнительного контроля в патологический процесс при НА со снижением функционирования различных узлов сети.

Что касается визуальной системы, то мы получили данные о снижении связанности между правой и левой латеральной зрительными сетями и областями, включающими полушария мозжечка и язычные извилины. Латеральная зрительная сеть объединяет огромное количество визуальной информации, играет важную роль в восприятии содержания изображения, интегрируя информацию о деталях, движении и форме; участвует в фильтрации стимулов из-за повышенной избирательности движений, основанной на внимании. Язычные извилины участвуют в восприятии и узнавании знакомых ориентиров и сцен, а также в идентификации лиц. Мозжечок играет роль в немоторном функционировании мозга, в частности в получении и распознавании сенсорной информации. Кроме того, он участвует в большом разнообразии социальных, исполнительных, когнитивных и самореферентных процессов, а в случае НА нарушение этих процессов может вызвать страх набора массы или мешать отвлечься от размышлений от мыслей о похудении.

Выявленные изменения в сетях покоя доказывают, что многофакторная дисфункция взаимосвязей различных отделов головного мозга может поддерживать зрительно-пространственные нарушения, наблюдаемые при НА, и позволяет выдвинуть гипотезу о возможной психологической сложности интерпретации нарушений образа тела у этих пациентов. Полученные данные фМРТ могут объяснить достоверные различия по данным ШОПП и когнитивным нарушениям у пациентов с НА по сравнению со здоровыми девушками. По сути, подразумевается глобальный дефицит самости, т.е. интегративной структуры сознания, организующей и координирующей аффективные, когнитивные, социальные, сенсомоторные и вегетативные функции в отношении внутренних и внешних стимулов из собственного тела и окружающего мира. Это может способствовать проблемам в интеграции собственного внутреннего опыта в осмысленное «я», сохраняющееся во времени, что приводит к нестабильному ощущению себя и ослабляет такие функции, как самооценка, регулирование эмоций и межличностная эффективность [3].

Полученные нами результаты частично совпадают с данными литературы. Например, нами были получены различия в функционировании сети пассивного режима работы мозга, визуальной и фронтопариетальной сети, что совпало с данными других исследований [21, 23, 24]. Имеющиеся некоторые отличия в наших данных могут быть связаны, например, с неодинаковой выборкой пациентов. Так, в своем исследовании A. Favaro и I. Voehm обследовали взрос-

рых пациенток, в то время как в нашем исследовании средний возраст пациенток составил 16 лет. Кроме того, расхождения в результатах исследований могут возникнуть из-за использования различных аналитических средств обработки данных фМРТ покоя. В текущем исследовании мы изучили конкретные корреляции между областями мозга, основываясь на подходе выбора начального значения, в то время как другие группы использовали анализ независимых компонент (Independent component analysis, ICA) для исследования прочности сетей [20, 24], а исследователи, выбравшие подход на основе начальных значений, использовали для изучения отличные от нашего исследования структуры. Важно отметить, что результаты изучения функциональной связанности в состоянии покоя у больных НА с использованием различных методик обсчета, включая анализ независимых компо-

нент и метода, основанного на начальных значениях, могут быть в настоящее время неодинаковы. Хотя оба метода выявляют корреляции между временными интервалами, существуют важные различия. ICA сравнивает временной ход, специфичный для вокселей, с временным ходом усредненных компонент, в то время как показатели, основанные на начальном этапе, сравнивают средние временные серии всех вокселей в пределах начальных значений.

Таким образом, наше исследование показало нарушение функциональной связанности структур головного мозга у больных нервной анорексией, приводящее к зрительно-пространственным нарушениям и, вследствие этого, изменению сложного процесса постановки целей, планирования соответствующих путей к этим целям и нарушению когнитивного контроля.

Сведения об авторах:

Гребенщикова Руслана Владимировна — врач-рентгенолог рентгеновского отделения федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии имени В. М. Бехтерева» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 192019, Санкт-Петербург, ул. Бехтерева, д. 3; e-mail: ruslana411@gmail.com; ORCID 0000–0003–0392–1051;

Ананьева Наталья Исаевна — доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделением лучевой диагностики федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии имени В. М. Бехтерева» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 192019, Санкт-Петербург, ул. Бехтерева, д. 3; e-mail: ananieva_n@mail.ru; ORCID 0000–0002–7087–0437;

Пичиков Алексей Александрович — кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отделения лечения психических расстройств у лиц молодого возраста федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии имени В. М. Бехтерева» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 192019, Санкт-Петербург, ул. Бехтерева, д. 3; e-mail: sigurros@mail.ru; ORCID 0000–0002–6522–6057;

Исхаков Дмитрий Надимович — кандидат медицинских наук, младший научный сотрудник отделения нейровизуализационных исследований федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии имени В. М. Бехтерева» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 192019, Санкт-Петербург, ул. Бехтерева, д. 3 e-mail: iskhakovdn@gmail.com; ORCID 0000–0003–3439–6923;

Лукина Лариса Викторовна — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник, руководитель отделения нейровизуализационных исследований федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии имени В. М. Бехтерева» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 192019, Санкт-Петербург, ул. Бехтерева, д. 3; e-mail: larisalu@yandex.ru; ORCID 0000–0001–8500–7268.

Information about the authors:

Ruslana V. Grebenshchikova — radiologist of the radiological department V. M. Bekhterev National Medical Research Center for Psychiatry and Neurology; 192019, Saint Petersburg, Bekhtereva str., 3; e-mail: ruslana411@gmail.com; ORCID 0000–0003–0392–1051;

Natalia I. Ananieva — Dr. of Sci. (Med.), professor, Head of the radiological Department V. M. Bekhterev National Medical Research Center for Psychiatry and Neurology; 192019, Saint Petersburg, Bekhtereva str., 3; e-mail: ananieva_n@mail.ru; ORCID 0000–0002–7087–0437;

Aleksei A. Pichikov — Cand. of Sci. (Med.), Senior Researcher V. M. Bekhterev National Medical Research Center of psychiatry and neurology; 192019, Saint Petersburg, Bekhtereva str., 3; e-mail: sigurros@mail.ru; ORCID 0000–0002–6522–6057;

Dmitrii N. Iskhakov — Cand. of Sci. (Med.), Senior Researcher V. M. Bekhterev National Medical Research Center of psychiatry and neurology; 192019, Saint Petersburg, Bekhtereva str., 3; e-mail: iskhakovdn@gmail.com; ORCID 0000–0003–3439–6923;

Larisa V. Lukina — Cand. of Sci. (Med.), Senior Researcher V. M. Bekhterev National Medical Research Center of psychiatry and neurology; 192019, Saint Petersburg, Bekhtereva str., 3; e-mail: larisalu@yandex.ru; ORCID 0000–0001–8500–7268.

Вклад авторов: все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределен следующим образом: концепция и план исследования — *Н.И. Ананьева, Л.В. Лукина, А.А. Пичиков*; сбор и математический анализ данных — *Р.В. Гребенщикова, Д.Н. Исхаков*; подготовка рукописи — *Р.В. Гребенщикова, Н.И. Ананьева, А.А. Пичиков, Д.Н. Исхаков, Л.В. Лукина*.

Authors' contributions: All authors met the ICMJE authorship criteria. Special contribution aided in the concept and plan of the study: *NIA, AAP, LVL*; provided collection and mathematical analysis of data: *RVG, DNI*; preparation of the manuscript: *RVG, NIA, AAP, DNI, LVL*.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure: the author declares no conflict of interest.

Соответствие принципам этики: Исследование одобрено независимым этическим комитетом ФГБУ НМИЦ ПН им. В. М. Бехтерева, протокол № ЭК-1814 от 28.06.2018 г, информированное согласие получено от каждого пациента и законного представителя.

Adherence to ethical standards: the study was approved by the ethics committee of the Federal State Budgetary Institution V. M. Bekhterev National Research Medical Center for Psychiatry and Neurology (protocol No. ЭК-1814 from 28.06.2018), informed consent was obtained from each patient and legal representative of the patient.

Поступила/Received: 31.10.2022.

Принята к печати/Accepted: 20.01.2023.

Опубликована/Published: 29.03.2023.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Захарова Л.И. Нервная анорексия: распространенность, критерии диагностики и психосоматические соотношения (обзор) // *Научные результаты биомедицинских исследований*. 2019. Т. 5, № 1. С. 108–121. [Zakharova LI. Anorexia nervosa: prevalence, diagnostic criteria and psychosomatic relations (review). *Research Results in Biomedicine*, 2019, Vol. 5, No. 1, pp. 108–121 (In Russ.).]

2. Пырьева Е.А., Сорвачева Т.Н., Волкова Л.Ю., Колтунов И.Е., Петрайкина Е.Е., Усачева Е.Л. Современные подходы к ведению пациентов с нервной анорексией в условиях стационара // *Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского*. 2015. Т. 94, № 5. С. 41–47. [Piryeva E.A., Sorvacheva T.N., Volkova L.Yu., Koltunov I.E., Petraykina E.E., Usacheva E.L. Modern approaches to the management of patients with anorexia nervosa in a hospital. *Pediatrics. Journal them. G.N. Speransky*, 2015, Vol. 94, No. 5, pp. 41–47 (In Russ.).]
3. Пичиков А.А., Попов Ю.В., Яковлева Ю.А., Ананьева Н.И., Саломатина Т.А., Ахмерова Л.Р., Андреев Е.В. Динамика нарушений interoцепции у пациенток с нервной анорексией в процессе лечения // *Обозрение психиатрии и медицинской психологии имени В.М. Бехтерева*. 2019. Т. 4–2. С. 68–77. [Pichikov A.A., Popov Y.V., Yakovleva Y.A., Ananieva N.I., Salomatina T.A., Akhmerova L.R., Andreev E.V. The dynamics of violations interoception in patients with anorexia nervosa during treatment. *V.M. Bekhterev review of psychiatry and medical psychology*, 2019, Vol. 4–2, pp. 68–77 (In Russ.).] doi: 10.31363/2313-7053-2019-4-2-68-77.
4. Kaye W.H., Wierenga C.E., Bailer U.F., Simmons A.N., Bischoff-Grethe A. Nothing tastes as good as skinny feels: the neurobiology of anorexia nervosa // *Trends in Neurosciences*. 2013. Vol. 36, No. 2. P. 110–120. doi: 10.1016/j.tins.2013.01.003.
5. Treasure J., Zipfel S., Micali N. Anorexia nervosa // *Nature Reviews Disease Primers*. 2015. Vol. 1, No. 1. P. 15074. doi: 10.1038/nrdp.2015.74.
6. Zipfel S., Giel K.E., Bulik C.M., Hay P., Schmidt U. Anorexia nervosa: aetiology, assessment, and treatment // *The Lancet Psychiatry*. 2015. Vol. 2, No. 12. S. 1099–1111. doi: 10.1016/s2215-0366(15)00356-9.
7. Gaudio S., Quattrocchi C.C. Neural basis of a multidimensional model of body image distortion in anorexia nervosa // *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. 2012. Vol. 36, No. 8. P. 1839–1847. doi: 10.1016/j.neubiorev.2012.05.003.
8. Brooks S.J., O Daly O.G., Uher R. et al. Differential Neural Responses to Food Images in Women with Bulimia versus Anorexia Nervosa / ed. M. Tsakiris // *PLoS ONE*. 2011. Vol. 6, No. 7. e22259. doi: 10.1371/journal.pone.0022259.
9. Zastrow A., Kaiser S., Stippich C. et al. Neural Correlates of Impaired Cognitive-Behavioral Flexibility in Anorexia Nervosa // *American Journal of Psychiatry*. 2009. Vol. 166, No. 5. P. 608–616. doi: 10.1176/appi.ajp.2008.08050775.
10. Eynde F., Suda M., Broadbent H. et al. Structural Magnetic Resonance Imaging in Eating Disorders: A Systematic Review of Voxel-Based Morphometry Studies // *European Eating Disorders Review*. 2011. Vol. 20, No. 2. P. 94–105. doi: 10.1002/erv.1163.
11. Titova O.E., Hjorth O.C., Schiöth H.B., Brooks S.J. Anorexia nervosa is linked to reduced brain structure in reward and somatosensory regions: a meta-analysis of VBM studies // *BMC Psychiatry*. 2013. Vol. 13, No. 1. doi: 10.1186/1471-244x-13-110.
12. Буккиева Т.А., Чегина Д.С., Ефимцев А.Ю., Левчук А.Г., Исхаков Д.К., Соколов А.В., Фокин В.А., Труфанов Г.Е. Функциональная МРТ покоя. Общие вопросы и клиническое применение // *REJR*. 2019. Т. 9, № 2. С. 150–170. [Bukkieva T.A., Chagina D.S., Efimtsev A.Yu., Levchuk A.G., Iskhakov D.K., Sokolov A.V., Fokin V.A., Trufanov G.E. Resting state functional MRI. General issues and clinical application. *REJR*, 2019, Vol. 9, No. 2, pp. 150–170 (In Russ.).] doi: 10.21569/2222-7415-2019-9-2-150-170.
13. Абриталин Е.Ю., Шамрей В.К., Труфанов Г.Е., Корзенев А.В. Функциональная магнитно-резонансная томография для объективизации состояния больных с аффективной патологией // *Доктор.Ру*. 2010. Т. 4, № 47. С. 82–87. [Abritalin E.Yu., Shamrey V.K., Trufanov G.E., Korzenev A.V. Functional magnetic resonance imaging for objectification of the condition of patients with affective pathology. *Doctor.Ru*, 2010, Vol. 4, No. 47, pp. 82–87 (In Russ.).]
14. Ананьева Н.И., Саломатина Т.А., Попов Ю.В., Пичиков А.А., Ахмерова Л.Р., Андреев Е.В. фМРТ состояния покоя и воксель-базированная морфометрия пациентов с нервной анорексией // *Лучевая диагностика и терапия*. 2019. № 1. С. 26–27. [Ananieva N.I., Salomatina T.A., Popov Yu.V., Pichikov A.A., Akhmerova L.R., Andreev E.V. resting state fMRI and voxel-based morphometry in patients with anorexia nervosa. *Diagnostic radiology and radiotherapy*, 2019, No. 1, pp. 26–27 (In Russ.).]
15. Damoiseaux J.S., Rombouts S.A.R.B., Barkhof F. et al. Consistent resting-state networks across healthy subjects. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2006. Vol. 103, No. 37. P. 13848–13853. doi: 10.1073/pnas.0601417103.
16. Smith S.M., Fox P.T., Miller K.L. et al. Correspondence of the brain's functional architecture during activation and rest // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2009. Vol. 106, No. 31. P. 13040–13045. doi: 10.1073/pnas.0905267106.
17. Van den Heuvel M.P., Hulshoff Pol H.E. Exploring the brain network: a review on resting-state fMRI functional connectivity // *European neuropsychopharmacology: the journal of the European College of Neuropsychopharmacology*. 2010. Vol. 20, No. 8. P. 519–534. doi: 10.1016/j.euroneuro.2010.03.008.
18. Bilevicius E., Kolesar T.A., Smith S.D., Trapnell P.D., Kornelsen J. Trait Emotional Empathy and Resting State Functional Connectivity in Default Mode, Salience, and Central Executive Networks // *Brain Sciences*. 2018. Vol. 8, No. 7. P. 128.
19. Barkhof F., Haller S., Rombouts S.A.R.B. Resting-State Functional MR Imaging: A New Window to the Brain // *Radiology*. 2014. Vol. 272, No. 1. P. 29–49. doi: 10.1148/radiol.14132388.
20. Gaudio S., Wiemerslage L., Brooks S.J., Schiöth H.B. A systematic review of resting-state functional-MRI studies in anorexia nervosa: Evidence for functional connectivity impairment in cognitive control and visuospatial and body-signal integration // *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. 2016. Vol. 71. P. 578–589. doi: 10.1016/j.neubiorev.2016.09.032.
21. Boehm I., Geisler D., King J.A., Ritschel F., Seidel M., Deza Araujo Y., Petermann J., Lohmeier H., Weiss J., Walter M., Roessner V., Ehrlich S. Increased resting state functional connectivity in the fronto-parietal and default mode network in anorexia nervosa // *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. 2014. Vol. 8. doi: 10.3389/fnbeh.2014.00346.
22. McFadden K., Tregellas J., Shoft M., Frank G. Reduced salience and default mode network activity in women with anorexia nervosa // *Journal of Psychiatry and Neuroscience*. 2014. Vol. 39, No. 3. P. 178–188. doi: 10.1503/jpn.130046.
23. Phillipou A., Abel L.A., Castle D.J. et al. Resting state functional connectivity in anorexia nervosa // *Psychiatry Research: Neuroimaging*. 2016. Vol. 251. P. 45–52. doi: 10.1016/j.psychres.2016.04.008.
24. Favaro A., Santonastaso P., Manara R., Bosello R., Bommarito G., Tenconi E., DiSalle F. Disruption of visuospatial and somatosensory functional connectivity in anorexia nervosa // *Biol. Psychiatry*. 2012. Vol. 72. P. 864–870. doi: 10.1016/j.biopsych.2012.04.025.
25. Cabeza R., Ciaramelli E., Moscovitch M. Cognitive contributions of the ventral parietal cortex: an integrative theoretical account // *Trends in Cognitive Sciences*. 2012. Vol. 16, No. 6. P. 338–352.
26. Humphreys G.F., Lambon Ralph M.A. Fusion and Fission of Cognitive Functions in the Human Parietal Cortex. // *Cerebral Cortex*. 2014. Vol. 25, No. 10. P. 3547–3560. doi: 10.1093/cercor/bhu198.

Открыта подписка на 2-е полугодие 2023 года.

Подписной индекс:

Объединенный каталог «Пресса России» 42177