

Обозрение психиатрии и медицинской психологии
им. В.М. Бехтерева, 2022, Т. 56, № 3, с. 80-88,
<http://doi.org/10.31363/2313-7053-2022-56-3-80-88>

V.M. Bekhterev review of psychiatry and medical psychology,
2022, T. 56, no 3, pp. 80-88,
<http://doi.org/10.31363/2313-7053-2022-56-3-80-88>

Продольное исследование головного мозга у здоровых добровольцев в условиях стресса, вызванного пандемией новой коронавирусной инфекции COVID-19

Оригинальная статья

Сафонова Н.Ю.¹, Ананьева Н.И.^{1,2}, Лукина Л.В.¹

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

²Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Резюме. Актуальность: Пандемия новой коронавирусной инфекции COVID-19 — процесс мирового масштаба, который крайне отрицательно сказывается на психологическом состоянии людей, что повышает уровень тревожности, дистресса и других реактивных состояний. Активно проводится изучение влияния инфекции SARS-CoV-2 на нервную систему и психику человека. Целью данного исследования являлось сравнение нейровизуализационных данных у здоровых лиц на фоне пандемии COVID-19 в течение 6 месяцев наблюдения. Материалы и методы: Исходной моделью для сравнения морфометрических показателей послужил «Банк нормы центральной нервной системы», включающий данные МРТ головного мозга 131 условно-здорового добровольца в возрасте от 20 до 70 лет (из них 72 женщины и 59 мужчин), собранные до начала пандемии COVID-19 и данные повторного исследования головного мозга через полгода. Результаты: Полученные нами данные воксельбазированной морфометрии не совпадают данными по морфометрии при ПТСР и тревожном расстройстве. Вероятно, это отражает более распространенный характер изменений в головном мозге, связанным с COVID-19 и обусловленный длительностью пандемии, изменениями, произошедшими в образе жизни и мышлении людей, состоянием неопределенности. Таким образом, данные морфометрии показывают нейропластичность головного мозга взрослых здоровых добровольцев. Данные изменения подчеркивают необходимость снижения уровня стресса у здоровых на фоне пандемии, что возможно реализовывать через предоставление убедительной и достоверной информации о данном заболевании. Выводы: Актуальным было бы дополнительно создание возможностей психопрофилактики, снятия уровня стресса, что безусловно увеличивает нагрузку на психотерапевтическую службу в условиях пандемии.

Ключевые слова: COVID-19, головной мозг, магнитно-резонансная томография, сегментация, воксель-базированная морфометрия, возрастная норма, тревожность, пандемия

Информация об авторах

Сафонова Наталья Юрьевна- e-mail: astarta10@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5847-4936>

Ананьева Наталия Исаевна- e-mail: ananieva_n@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7087-0437>

Лукина Лариса Викторовна- e-mail: larisalu@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8500-7268>

Как цитировать: Сафонова Н.Ю., Ананьева Н.И., Лукина Л.В. Продольное исследование головного мозга у здоровых добровольцев в условиях стресса, вызванного пандемией новой коронавирусной инфекции COVID-19. *Обозрение психиатрии и медицинской психологии имени В.М. Бехтерева*. 2022; 56:3:80-88. <http://doi.org/10.31363/2313-7053-2022-56-3-80-88>

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

A longitudinal study of the brain in healthy volunteers under stress caused by the pandemic of the new coronavirus infection COVID-19

Research article

Safonova N.Yu.¹, Ananyeva N.I.^{1,2}, Lukina L.V.¹

¹V.M. Bekhterev National Medical Research Center for psychiatry and neurology, St. Petersburg, Russia

²Saint-Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

Summary. Relevance: The COVID-19 pandemic is a global process that has an extremely negative impact on the psychological state of people, which increases the level of anxiety, distress, and other reactive states. The impact of SARS-CoV-2 infection on the human nervous system and psyche is being actively studied. This

Автор, ответственный за переписку: Сафонова Наталья Юрьевна — e-mail: astarta10@yandex.ru

Corresponding author: Natalia Yu. Safonova — e-mail: astarta10@yandex.ru

study aimed to compare neuroimaging data in healthy individuals during the COVID-19 pandemic during 6 months of follow-up. Materials and methods: The initial model for comparing morphometric parameters was the «Central Nervous System Norm Bank», which includes MRI data of the brain of 131 healthy volunteers aged 20 to 70 years (including 72 women and 59 men), collected before the start of the pandemic COVID-19 and brain re-examination data six months later. Results: The voxel-based morphometry data we obtained do not match the morphometry data for PTSD and anxiety disorder. This probably reflects the more widespread nature of changes in the brain associated with COVID-19 and caused by the duration of the pandemic, changes in people's lifestyle and thinking, and a state of uncertainty. Thus, the morphometric data show the neuroplasticity of the brain of adult healthy volunteers. These changes underline the need to reduce stress levels in healthy people during the pandemic, which can be implemented through the provision of convincing and reliable information about this disease. Conclusions: It would be additionally relevant to create opportunities for psycho prophylaxis, stress relief, which certainly increases the load on the psychotherapeutic service in a pandemic.

Keywords: COVID-19, brain, magnetic resonance imaging, segmentation, voxel-based morphometry, age norm, anxiety, pandemic

Information about the authors:

Natalia Yu. Safonova e-mail: astarta10@yandex.ru <https://orcid.org/0000-0001-5847-4936>

Natalia I. Ananyeva- e-mail: ananieva_n@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7087-0437>

Larisa V. Lukina — larisalu@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8500-7268>

To cite this article: Safonova NY, Ananyeva NI, Lukina LV

The authors declare no conflicts of interest.

В настоящее время активно проводятся исследования, посвященные влиянию непростой эпидемиологической обстановки на психическое состояние людей. Такие исследования проводятся в разных странах, являются чрезвычайно актуальными и социально значимыми. Пандемия COVID-19, как и все прочие негативные процессы глобального масштаба, отрицательно сказывается на психологическом состоянии людей и провоцирует повышение тревожности, дистресса и других реактивных состояний. Это ставит перед специалистами в области психического здоровья новые задачи по психопрофилактике и кризисному консультированию. Внимание исследователей в настоящее время сосредоточено на изучении влияния инфекции SARS-CoV-2 на нервную систему и психику человека, в частности, изменений структур мозга у перенесших новую коронавирусную инфекцию и уровень стресса у здоровых на фоне пандемии.

По оценкам разных экспертов, в режиме самоизоляции и карантине находилось около 3,4 миллиарда человек, что составляет примерно 43% населения Земли. Самоизоляция, карантин, пандемия — это вынужденные меры, которые существенно ухудшают условия и привычный образ жизни людей. В сложившейся ситуации для человека естественны реакции утраты по модели, предложенной Э. Кюблер-Росс (отрицание, злость, торг, депрессия, принятие), так как в сложившейся мировой ситуации становятся недоступными прежний уровень жизни, свобода перемещений, иллюзия безопасности вокруг [4].

Введенные ограничения приводят к повышенному уровню дистресса и тревожности, о чем свидетельствуют многочисленные исследования. В мае 2020 г. были опубликованы данные 43 различных исследований по оценке психического здоровья на фоне пандемии новой коронавирусной COVID-19. В этом метаанализе

представлены результаты 2 исследований, в которых оценивались данные пациентов с подтвержденной инфекцией COVID-19, и 41 исследования, в котором оценивались косвенные эффекты пандемии (в частности 2 исследования посвящены пациентам с ранее существовавшими психическими расстройствами, 20 — особенностям медицинских работников и 19 — описывают изменения у широкого круга лиц). В 2 исследованиях, в которых участвовали пациенты с COVID-19, была обнаружена высокая частота симптомов посттравматического стрессового расстройства (96,2%) и значительно более высокий уровень депрессии ($p = 0,016$) [5].

В исследовании Карпенко О.А. и соавт. (2020) было собрано 352 ответа (от мужчин — 74, от женщин — 278; возраст (среднее $\pm$ SD) — 36.81 ± 11.36 года). Большинство респондентов ($n = 225$, 63.92%) не имели какого-либо личного опыта, связанного с коронавирусной инфекцией. В группе преобладали нормальные уровни тревоги и депрессии. Уровень тревоги/депрессии по шкале HADS выше нормального (> 7 баллов) был отмечен у 105 (29.83%) и 59 (16.76%) респондентов соответственно; средний (95% ДИ) уровень тревоги/депрессии по шкале HADS составил 6,23 [5.77, 6.68] / 4,65 [4.22, 5.08] (женщины) и 4.20 [3.32, 5.09] / 3.46 [2.63, 4.29] (мужчины) соответственно. Основными причинами дистресса были: 1) риск финансовых проблем в будущем ($n = 267$, 76.3%); 2) нарушение планов и привычной жизни ($n = 235$, 67.1% и $n = 240$, 68.6% соответственно); 3) здоровье пожилых или хронически больных родственников ($n = 205$, 58.6%); 4) нахождение в самоизоляции ($n = 186$, 53.1%). Авторами были сделаны следующие выводы. В популяции участников исследования уровень тревоги и депрессии во время пандемии COVID-19 не превысил нормальные значения, характерные для населения в условиях без пандемии. Проведенный анализ уровня

дистресса выявил существующие эмоциональные проблемы, была обнаружена связь между уровнем дистресса и потребностью, по мнению участника, в психологической поддержке [2].

Кроме психологических тестов и консультации психотерапевтов накоплены данные исследований МРТ головного мозга у здоровых лиц на фоне текущей пандемии. Одним из перспективных методов изучения головного мозга является МР воксель-базированная морфометрия, позволяющая количественно измерить объём различных структур головного мозга и провести сопоставления с клиническими данными. На наш взгляд, данная методика позволяет максимально подробно отслеживать изменения головного мозга.

Интересные данные получены при исследовании здоровых лиц на фоне пандемии и режима изоляции при проведении МРТ головного мозга до и после снятия режима самоизоляции. В исследовании израильских авторов было показано, что у здоровых лиц отмечено объемное увеличение двусторонней миндалины, скорлупы и передней височной коры. При этом, изменения в миндалине уменьшались с течением времени после снятия локдауна, что позволяет предположить, что интенсивный психотравматический опыт, пережитый в связи с пандемией, также влияет на структуры головного мозга. [9]

Таким образом, влияние вируса SARS-CoV-2 на нервную систему сложно компонентно и связано с непосредственным проникновением вируса в ЦНС, опосредованно через развитие воспалительных реакций, а также социальные ограничения, которые ведут к нарастанию тревожности и депрессивных состояний у здоровых лиц.

В связи с вышесказанным, целью настоящего продольного исследования явилось сравнение нейровизуализационных данных у здоровых добровольцев до и на фоне пандемии новой коронавирусной инфекции в течение 6 месяцев наблюдения.

Материалы и методы

Была применена продольная модель исследования головного мозга. Участникам исследования были просканированы одни и те же участники головного мозга в две временные точки (т.е. были получены данные до пандемии коронавирусной инфекции и в среднем через 6 месяцев на фоне пандемии). Перед проведением исследования было получено одобрение локального этического комитета, все участники исследования подписали информированное согласие. Исходной моделью для сравнения морфометрических показателей послужил «Банк нормы центральной нервной системы», включающий данные МРТ головного мозга 131 условно-здорового добровольца в возрасте от 20 до 70 лет (из них 72 женщины и 59 мужчин), собранные до начала пандемии COVID-19 [1]

Критериями включения в исследование служили:

- наличие качественных данных нейровизуализации в «Банке нормы центральной нервной системы», полученных до начала пандемии;

- отсутствие структурных изменений головного мозга какого-либо генеза на сканированных изображениях, сделанных при первой визуализации;

- исключение воздействия патологических факторов, которые могли бы вызвать структурные изменения вещества головного мозга, в период между сканированиями.

Для изучения воздействия стресса, связанного с пандемией инфекции SARS-CoV-2 на головной мозг, были исследованы соответствовавшие критериям включения, 30 здоровых добровольцев «Банка нормы», не болевшие COVID-19, которые также прошли повторное сканирование головного мозга по аналогичному протоколу нейровизуализации.

Первое и второе сканирование головного мозга проводилось на МРТ сканере Atlas ExelartVantage XGV (Toshiba, Япония) с индукцией магнитного поля 1.5 Тесла.

Использовали стандартную 8-канальную катушку для головы. Стандартный протокол структурного МРТ головного мозга включал в себя импульсные последовательности быстрого спинного эха (FSE) для получения T1-взвешенных изображений (T1-ВИ) и T2-ВИ, а также T2-Flair-ВИ. На следующем этапе выполнялась 3D-MPRAGE-ИП последующему протоколу: TR=12, TE=5, FOV=25.6, MTX=256, ST=2.0, FA=20. Полученные файлы последовательности 3D-MPRAGE в формате DICOM конвертировали в формат NIFTI FSL. Конвертация файлов проводилась при помощи программного пакета MRI Convert.

Постобработка данных для определения полного объёма головного мозга в целом, а также его сегментированных отделов, проводилась с помощью метода МР-воксель-базированной морфометрии в программной среде FreeSurfer в рабочем окружении Linux Ubuntu 16.04.1 LTS. На персональном компьютере (4-х ядерный процессор Intel Core i5, рабочая частота 2,3 ГГц, объём оперативной памяти 16 Гб). Общий статистический анализ результатов МР воксель-базированной морфометрии выполнялся с использованием пакетов статистических программ «Statistica 6 for Windows» и «Microsoft Excel 2003». Перед началом сравнительного анализа выборки были проверены на нормальность при помощи критерия Колмогорова-Смирнова. Для оценки достоверности различий был использован критерий Стьюдента. Достоверными считались различия $P \leq 0,05$.

Результаты

Для подтверждения гипотезы о том, что стрессовая ситуация, связанная с пандемией вируса SARS-CoV-2 опосредованно отражается на объёме отдельных мозговых структур, был использован метод математической обработки полученных данных с помощью критерия Уилкок-

сона для связанных пар. Для каждого исследуемого вычислялась разность первого и второго значений объема для каждой отдельной структуры головного мозга, а также белого и серого вещества согласно атласу сегментации. Отрицательные и положительные разности разводились в две отдельные группы, в каждой из которых проводилось своё ранжирование модулей этих разностей. Далее, из получаемых сумм рангов для каждой группы, выбиралась меньшая из этих 2-х сумм и сравнивалась с таблицей критических значений. Если сумма была меньше критического значения, то делается вывод о наличии значимой тенденции в сторону увеличения или уменьшения среднего значения. При получении $p \leq 0,05$, разница средних групповых второго и первого измерений считалась статистически значимой и указывала на наличие динамики изменения показателя.

При анализе данных МР-морфометрии головного мозга у здоровых добровольцев на фоне пандемии коронавирусной инфекции COVID-19 и ограничений с ней связанных были выявлены следующие достоверные различия в объемах структур головного мозга, представленные в Табл.1, Табл.2, Табл.3.

Таблица 1. Динамика изменений общих объемов головного мозга по данным МР воксельбазированной морфометрии

Table 1. Dynamics of changes in total brain volumes according to MR voxelbased morphometry

Объем, мм3	1 исследование	2 исследование
Правое миндалевидное тело	1651	1832
Белое вещество левого полушария головного мозга	244308	225636*
Кора левого полушария мозжечка	53286	48652*
3 желудочек	953	1193*
Левый вентральный диэнцефалон	4290	4579*

$p \leq 0,05$

Таким образом, можно видеть, что на фоне пандемии отмечены достоверные изменения показателей морфометрии (уменьшение белого вещества левого полушария головного мозга, уменьшение объема коры левого полушария мозжечка,

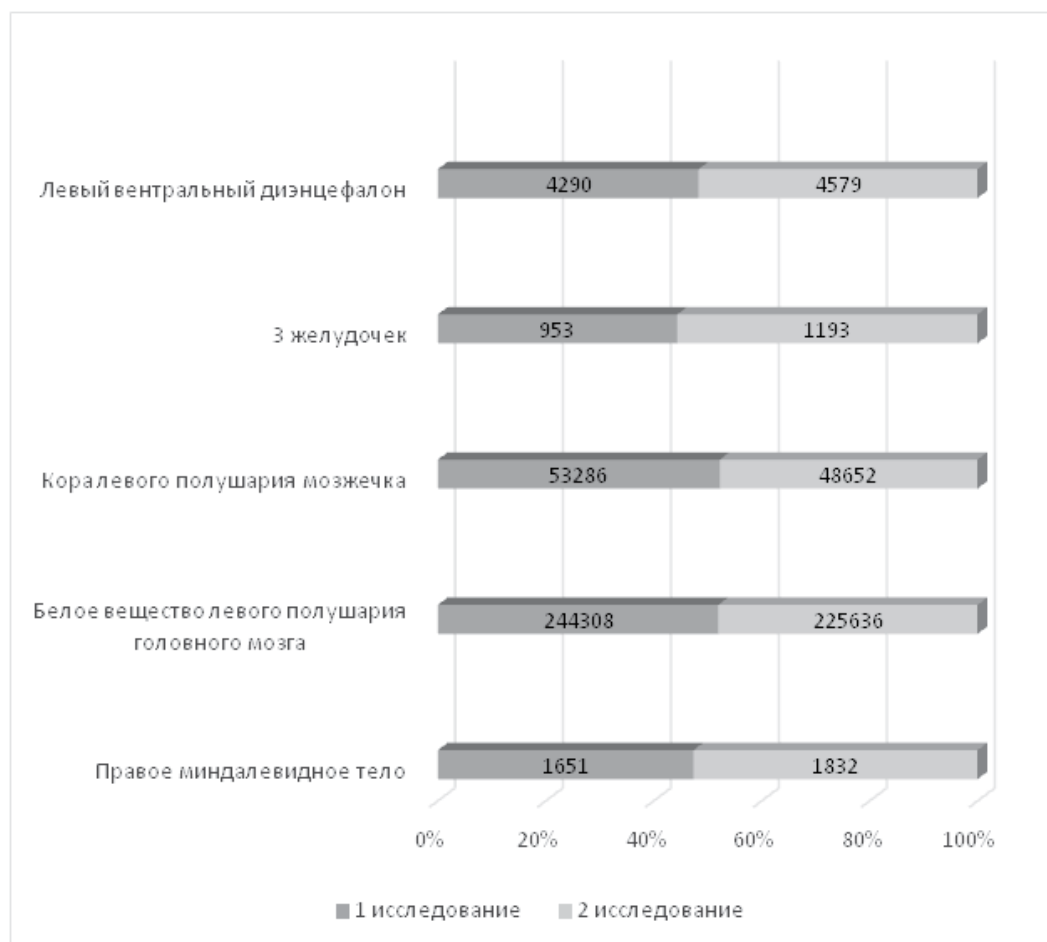


Рис. 1 Динамика изменений общих объемов головного мозга по данным МР воксель-базированной морфометрии
Fig. 1 Dynamics of changes in total brain volumes according to MR voxel-based morphometry

увеличение объема 3 желудочка, увеличение левого вентрального диэнцефалона). Наглядно вышеописанные изменения представлены на рис.1

Рассмотрим изменения объемов белого вещества более подробно.

Таблица 2. Динамика изменений объемов белого вещества по данным МР воксельбазированной морфометрии
Table 2. Dynamics of changes in the volume of white matter according to MR voxelbased morphometry

Объем белого вещества, мм3	1 исследование	2 исследование
Левая боковая орбитальная извилина	6698	6575
Правая поперечная височная извилина	730	535
Вокруг левой шпорной борозды	3108	3671*
Задняя часть правой средней лобной извилины	5768	6881*
Правая нижняя теменная доля	10494	13205*
Передняя часть правой средней лобной извилины	11938	13919*
Правый височный полюс	661	643*
Правый островок	9337	9827*

$p \leq 0,05$

По данным нашего исследования выявлены следующие динамические изменения: увеличение объема белого вещества вокруг левой шпорной борозды, увеличение объема белого вещества задней и передней части правой средней лобной извилины, увеличение объема белого вещества правой нижней теменной доли, уменьшение объемов белого вещества правого височного полюса, увеличение объема белого вещества правого островка. Графически выявленные особенности представлены на Рис.2.

Серое вещество также претерпело изменения, описание которых можно найти в Табл.3 .

Как видно из Табл.3, также увеличился объем серого вещества задней части правой средней лобной извилины, увеличился объем серого вещества правой медиальной орбитальной извилины, увеличился объем правой прецентральной извилины, увеличился объем серого вещества правой парацентральной дольки. Изменения серого вещества представлены графически на Рис.4.

Графически динамику изменений объемом серого и белого вещества можно видеть на Рис.5.

Полученные нами данные выявили изменения в несколько других областях по сравнению с исследованиями, проведенными Wang X. et al. (2018) на когорте пациентов с тревожным расстройством. Так данным этих авторов увеличение объемов серого вещества наблюдалось в левом предклинье, правой средней затылочной извилине и дополнительной двигательной зоне, а также в левой скорлупе[11].

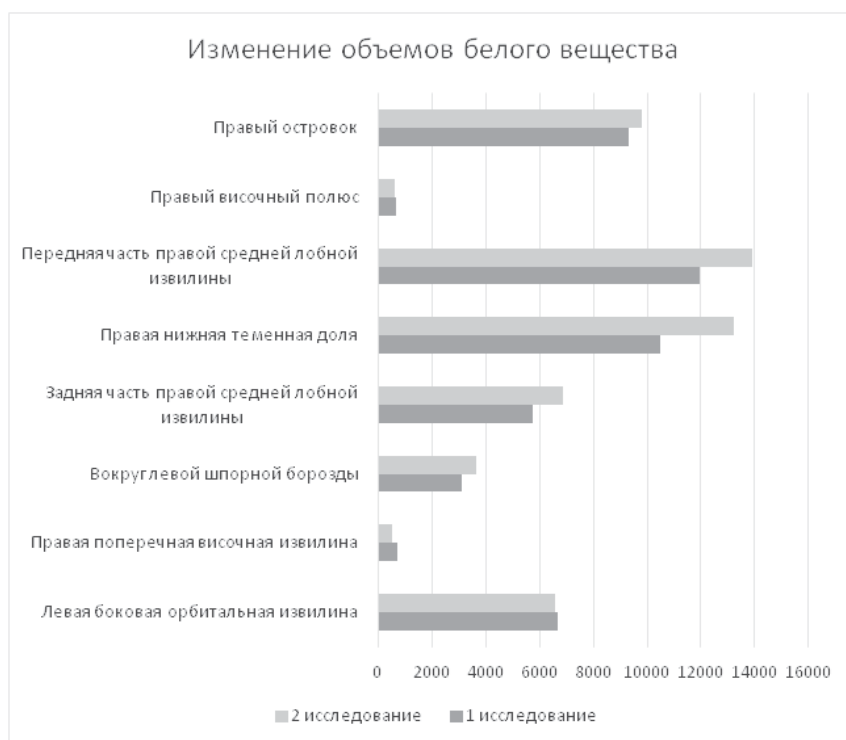


Рис.2 Динамика объемов белого вещества по данным МР воксель-базированной морфометрии
Fig.2 Dynamics of white matter volumes according to MR voxel-based morphometry

Таблица 3. Динамика изменений объемов серого вещества по данным МР воксельбазированной морфометрии
Table 3. Dynamics of changes in gray matter volumes according to MR voxelbased morphometry

Объём серого вещества, мм ³	1 исследование	2 исследование
Левая нижняя теменная доля	10372	11715
Орбитальная часть левой нижней лобной извилины	3013,8	2569
Правая боковая орбитальная извилина	7300	7766
Правая медиальная орбитальная извилина	5273	6068
Задняя часть правой средней лобной извилины	5302	6838*
Правая медиальная орбитальная извилина	5273	6069*
Правая прецентральная извилина	3664	4118*
Правая парацентральная доля	12958	14899*

$p \leq 0,05$

Также мы не обнаружили изменений в дорсальном стриатуме, в отличие от исследования Bas-Hoogendam J.M. et al. (2017), которое было посвящено морфометрии при тревожном расстройстве [7].

Таким образом, наши данные в некоторой степени отличаются от полученных на когорте военнослужащих с посттравматическим стрессовым расстройством (ПТСР). Результаты МРТ показали, что области мозга, связанные с патофизиологией ПТСР, включают медиальную и дорсолатеральную префронтальную кору, орбитофронтальную кору, островок, лентиформное (лентиккулярное) ядро, миндалину, гиппокамп и парагиппокамп, переднюю и заднюю поясную кору, прекунеус, кунеус, язычную извилину и тракты белого вещества, соединяющие эти области мозга [8].

По данным российских авторов, последствий ПТСР у военнослужащих выявило:

1. диффузное увеличение коры больших полушарий головного мозга, особенно коры лобных и височных долей, особенно left inferior parietal gyrus (левой нижней теменной области), left superior motor area (левой верхней моторной зоны), left superior temporal gyrus (левой верхней височной доли).

2. значительное уменьшение объема хвостатого ядра (caudate).

3. Существенное увеличение долек мозжечка (cerebellar lobules 7b, 8a and 8b).[3] Таким обра-

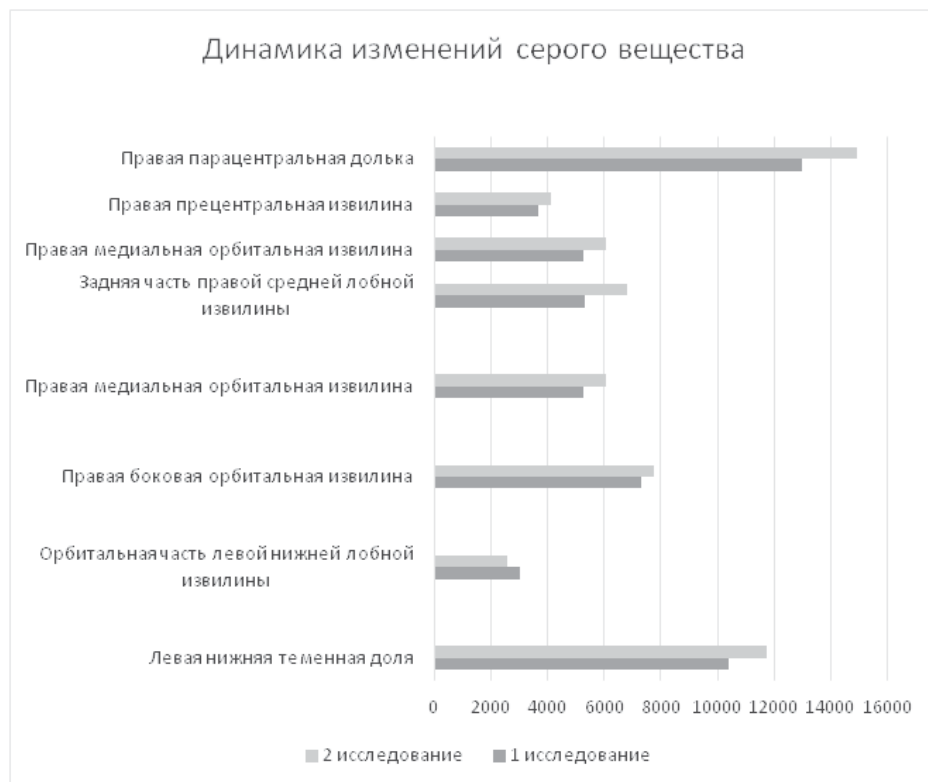


Рис. 4. Динамика изменений серого вещества по данным МР воксельбазированной морфометрии
 Fig. 4. Dynamics of changes in gray matter according to MR voxelbased morphometry

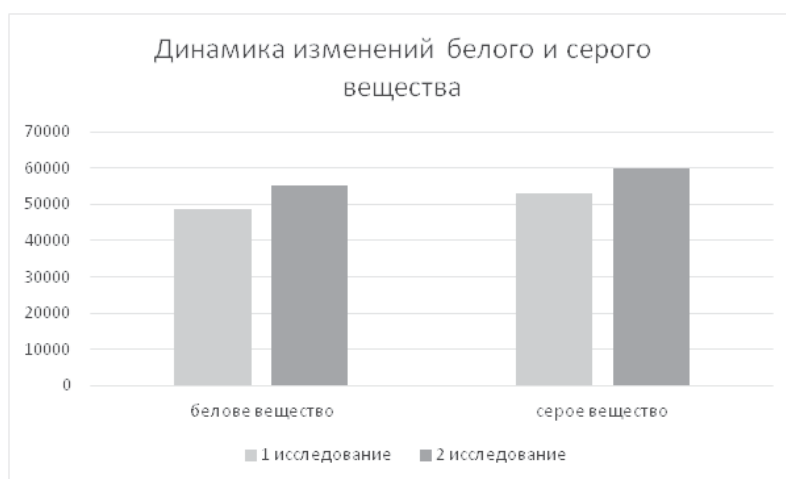


Рис.5 Динамика изменений серого и белого вещества по данным МР воксельбазированной морфометрии
Fig.5 Dynamics of changes in gray and white matter according to MR voxelbased morphometry

зом, при стрессовых ситуациях есть некоторые особенности реакции структур головного мозга.

Вероятно, у военнослужащих отмечается изменение несколько других структур головного мозга, так как их стрессовые ситуации ожидаемы с учётом их работы, а ситуация локдауна стала неожиданностью и усилила тревогу и депрессивный фон у здоровых лиц.

Данные другого исследования, посвященного морфометрии при ПТСР, выявили увеличение объема серого вещества правых миндалины и гиппокампа, в сочетании с уменьшением объема серого вещества в левой верхней медиальной лобной извилине, в том время как по нашим данным происходит увеличение объема серого вещества средней лобной извилины [3, 10].

Интересны данные, полученные Salomon T. et al. (2021) при исследовании здоровых лиц до и после снятия режима самоизоляции. Проведение МРТ головного мозга показало, что у здоровых лиц отмечается объемное увеличение миндалины, скорлупы и передней височной коры с обеих сторон. При этом, изменения в миндалине уменьшались с течением времени после снятия локдауна, что позволяет предположить, что интенсивный психотравматический опыт, пережитый с в связи с пандемией, также влияет на структуры головного мозга. [9]

При этом, при наличии изменений на воксельбазированной морфометрии у здоровых лиц не выявлялось неврологической симптоматики.

Как любая чрезвычайная ситуация, пандемия, вызванная COVID-19, породила волну психологического напряжения среди населения по всему миру. В данной ситуации для поддержания адаптационных механизмов людей чрезвычайно важными представляются следующие меры: во-первых, предоставление через СМИ полной, убедительной и обоснованной информации о необходимости соблюдения противоэпидемических мер населением; во-вторых, создание коалиции всех специалистов, участвующих в борьбе с пандемией и общественных организаций для мобили-

зации ресурсов с целью своевременного реагирования на потребности в поддержании психического здоровья населения; в-третьих, проведение длительного мониторинга уровня стресса на различных Интернет-платформах, что создаст возможность для сфокусированной профилактической и психокоррекционной работы среди населения [6].

Полученные нами данные воксельбазированной морфометрии не совпадают данными по морфометрии при ПТСР и тревожном расстройстве.

Вероятно, это отражает более распространённый характер изменений в головном мозге, связанный с COVID-19 и обусловленный длительностью пандемии, изменениями, произошедшими в образе жизни и мышлении людей, состоянием неопределённости.

Выводы. Таким образом, поражение ЦНС в виде изменений объемов структур головного мозга происходят не только на фоне непосредственно повреждающего действия вируса ковид, но на фоне влияния санитарно-эпидемиологический мероприятий, проводимых в связи с пандемией.

Таким образом, данные морфометрии показывают нейропластичность головного мозга взрослых здоровых добровольцев.

Полученные нами данные воксельбазированной морфометрии не совпадают данными по морфометрии при ПТСР и тревожном расстройстве. Вероятно, это отражает более распространённый характер изменений в головном мозге, связанным с COVID-19 и обусловленный длительностью пандемии, изменениями, произошедшими в образе жизни и мышлении людей, состоянием неопределённости. Данные изменения подчеркивают необходимость снижения уровня стресса у здоровых на фоне пандемии, что возможно реализовывать через предоставление убедительной и достоверной информации о данном заболевании. Актуальным было бы дополнительно создание возможностей психопрофилактики, снятия уровня стресса, что безусловно увеличивает нагрузку на психотерапевтическую службу в условиях пандемии.

Актуально было бы изучить объемы головного мозга здоровых лиц после снятия ограничений по COVID-19 и сравнить их с полученными на дан-

ный момент данными для уточнения возможностей нейропластичности головного мозга взрослых.

Литература/References

1. Ананьева Н.И., Лукина Л.В., Андреев Е.В., Саломатина Т.А., Сафонова Н.Ю., Парфёнова А.В., Гребенищикова Р.В. Гендерные различия объема структур головного мозга в аспекте физиологического старения. Успехи геронтологии. 2021;34(3):352-359. Ananyeva NI, Lukina LV, Andreev EV, Salomatina TA, Safonova NY, Parfyonova AV, Grebenshchikova RV. Gender differences in the volume of brain structures in the aspect of physiological aging. Uspekhii gerontologii. 2021;34(3):352-359. (In Russ.). PMID: 3440981328 in Russ.)
2. Карпенко О.А., Сюняков Т.С., Кулыгина М.А., Павличенко А.В., Четкина А.С., Андрущенко А.В. Влияние пандемии COVID-19 на уровень тревоги, депрессии и дистресса: результаты онлайн-опроса в условиях пандемии в России. Consortium Psychiatricum. 2020;1(1):8-20. doi: 10.17650/2712-7672-2020-1-1-8-20 Karpenko OA, Syunyakov TS, Kulygina MA, Pavlichenko AV, Chetkina AS, Andrushchenko AV. Impact of COVID-19 pandemic on anxiety, depression and distress—online survey results amid the pandemic in Russia. ConsortiumPsychiatricum. 2020;1(1):8-20. doi: 10.17650/2712-7672-2020-1-1-8-20 (in Russ.)
3. Особенности магнитно-резонансной томографии у солдат с посттравматическим стрессовым расстройством. Военно-медицинский журнал. [journals.eco-vector.com]. journals.eco-vector; 2016;337(5):52-53. doi: 10.17816/RMMJ73650 9. [Процитировано 15 мая 2022] Доступно: <https://journals.eco-vector.com/0026-9050/article/view/73650/54233>
4. Features of magnetic resonance imaging in soldiers with post-traumatic stress disorder. Voenno-meditsinskij zhurnal. 2016;337(5):52-53 doi: 10.17816/RMMJ73650 9 (in Russ.)
5. Островский Д.И., Иванова Т.И. Влияние новой коронавирусной инфекции COVID-19 на психическое здоровье человека (Обзор литературы). Омский психиатрический журнал. 2020;2-1S(24):4-10. doi: 10.24411/2412-8805-2020-10201 Ostrovskij DI, Ivanova TI. The impact of the new coronavirus infection COVID-19 on human mental health (Literature review). Omskij psichiatricheskij zhurnal. 2020;2-1S(24):4-10. doi: 10.24411/2412-8805-2020-10201 (in Russ.)
6. Пизова Н.В., Пизов А.В. Депрессия и посттравматическое стрессовое расстройство при новой коронавирусной инфекции. Лечебное дело. 2020;1:82-88. Doi: 10.24411/2071-5315-2020-12197 Pizova NV, Pizov AV. Depression and post-traumatic stress disorder in the new coronavirus infection. Lechebnoe delo. 2020;1:82-88. doi: 10.24411/2071-5315-2020-12197 (in Russ.)
7. Сорокин М.Ю., Касьянов Е.Д., Рукавишников Г.В., Макаревич О.В., Незнанов Н.Г., Лутова Н.Б., Мазо Г.Э. Психологические реакции населения как фактор адаптации к пандемии COVID-19. Обзорение психиатрии и медицинской психологии имени В.М.Бехтерева. 2020;2:87-94. <https://doi.org/10.31363/2313-7053-2020-2-87-94> Sorokin MYu, Kas'yanov ED, Rukavishnikov GV, Makarevich OV, Neznakov NG, Lutova NB, Mazo GE. Psychological reactions of the population as a factor of adaptation to the COVID-19 pandemic. Obozrenie psikiatrii i medicinskoj psihologii imeni V.M.Bekhtereva. 2020;2:87-94. <https://doi.org/10.31363/2313-7053-2020-2-87-94> (in Russ.)
8. Bas-Hoogendam JM, van Steenbergen H, Nienke Pannekoek J, Fouche JP, Lochner C, Hattinck CJ, Cremers HR, Furmark T, Månsson KNT, Frick A, Engman J, Boraxbekk CJ, Carlbring P, Andersson G, Fredrikson M, Straube T, Peterburs J, Klumpp H, Phan KL, Roelofs K, Veltman DJ, van Tol MJ, Stein DJ, van der Wee NJA. Voxel-based morphometry multi-center mega-analysis of brain structure in social anxiety disorder. Neuroimage Clin. 2017;16:678-688. doi: 10.1016/j.nicl.2017.08.001. PMID: 30140607; PMCID: PMC6103329
9. Kunitatsu A, Yasaka K, Akai H, Kunitatsu N, Abe O. MRI findings in posttraumatic stress disorder. J MagnReson Imaging. 2020;52(2):380-396. doi: 10.1002/jmri.26929. Epub 2019 Sep 12. PMID: 31515885.
10. Salomon T, Cohen A, Barazany D, Ben-Zvi G, Botvinik-Nezer R, Gera R, Oren S, Roll D, Rozic G, Saliy A, Tik N, Tsarfati G, Tavor I, Schonberg T, Assaf Y. Brain volumetric changes in the general population following the COVID-19 outbreak and lockdown. Neuroimage. 2021;239:118311. doi: 10.1016/j.neuroimage.2021.118311. Epub 2021 Jun 26. PMID: 34182098
11. Shin LM, Rauch SL, Pitman RK. Amygdala, medial prefrontal cortex, and hippocampal function in PTSD. Ann N Y Acad Sci. 2006;1071:67-79. doi: 10.1196/annals.1364.007. PMID: 16891563
12. Wang X, Cheng B, Luo Q, Qiu L, Wang S. Gray Matter Structural Alterations in Social Anxiety Disorder: A Voxel-Based Meta-Analysis. Front Psychiatry. 2018;9:449. doi: 10.3389/fpsy.2018.00449. PMID: 30298028; PMCID: PMC6160565

Сведения об авторах

Сафонова Наталья Юрьевна — к.м.н., с.н.с. отделения нейровизуализационных исследований, СПб ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии им. В.М. Бехтерева» Минздрава России, 'Санкт-Петербург, 192019, Бехтерева, 3. E-mail: astarta10@yandex.ru

Ананьева Наталия Исаевна — д.м.н., профессор, заведующий отделением лучевой диагностики, СПб ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии им. В.М. Бехтерева» Минздрава России, 'Санкт-Петербург, 192019, Бехтерева, 3, профессор Санкт-Петербургского государственного университета. E-mail: ananieva_n@mail.ru

Лукина Лариса Викторовна — к.м.н., с.н.с., руководитель отделения нейровизуализационных исследований СПб ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии им. В.М. Бехтерева» Минздрава России, 'Санкт-Петербург, 192019, Бехтерева, 3. E-mail: larisalu@yandex.ru

Поступила 22.05.2022

Received 22.05.2022

Принята в печать 30.05.2022

Accepted 30.05.2022

Дата публикации 30.09.2022

Date of publication 30.09.2022