

ISSN 1607-419X
ISSN 2411-8524 (Online)
УДК 616.12-008.331.1-
06:[616.98:578.834.1]-07:616-008.1



Новый способ диагностики когнитивных нарушений у больных гипертонической болезнью с длительным постковидным синдромом

О. В. Масалкина¹, Н. А. Козиолова¹, К. И. Белоусов²

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е. А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Пермь, Россия

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Пермь, Россия

Контактная информация:

Масалкина Ольга Владимировна,
ФГБОУ ВО «ПГМУ им. академика
Е. А. Вагнера» Минздрава России,
ул. Петропавловская, д. 26, Пермь,
Россия, 614000
E-mail: omasalkina@mail.ru

Статья поступила в редакцию
21.05.25 и принята к печати 20.06.25.

Резюме

Цель исследования — определить эффективность нового способа диагностики когнитивных нарушений у больных гипертонической болезнью (ГБ) с длительным постковидным синдромом. **Материалы и методы.** Проведено скрининговое одномоментное клиническое исследование. В течение 3 лет при обращении в поликлинику среди 878 больных ГБ было выявлено 205 пациентов (23,4 %) с длительным постковидным синдромом, которые в соответствии с критериями включения и невключения были отобраны для исследования. Пациенты были разделены на 2 группы в зависимости от наличия или отсутствия когнитивных нарушений. «Золотым стандартом» для выявления когнитивных нарушений считали краткую шкалу оценки психического статуса MMSE (Mini Mental State Examination). Для оценки эффективности нового способа выявления когнитивных нарушений была использована многопользовательская информационная система «СЕМОГРАФ», как инструмент для обработки и анализа устных ответов пациентов в виде «свободной речи» на вопросы специально разработанной анкеты с учетом взаимосвязи с инфекцией COVID-19. **Результаты.** Средний возраст пациентов, включенных в исследование, составил $57,2 \pm 12,4$ года, средняя продолжительность периода после перенесенной новой коронавирусной инфекции (НКВИ) составила 7,3 [3,2; 12,8] месяца. Среди больных ГБ с длительным постковидным синдромом у 74 (36,1 %) обследуемых выявлены когнитивные нарушения с помощью шкалы MMSE, у 80 (39,0 %) — с помощью информационной системы «СЕМОГРАФ». При построении Receiver Operating Characteristic (ROC)-кривой новый метод диагностики когнитивных нарушений с использованием информационной системы «СЕМОГРАФ» был сопоставим с «золотым стандартом» — шкалой MMSE: площадь под ROC-кривой составила 0,855, $p < 0,001$; чувствительность 85,6 %, специфичность 90,1 %. **Заключение.** Новый метод с использованием информационной системы «СЕМОГРАФ», исключая субъективизм врача и необходимость обработки анкет в ручном режиме, в сравнении с «золотым стандартом» — шкалой MMSE — позволил с высокой точностью верифицировать наличие когнитивных нарушений у больных ГБ с длительным постковидным синдромом.

Ключевые слова: гипертоническая болезнь, длительный постковидный синдром, диагностика когнитивных нарушений

Для цитирования: Масалкина О. В., Козиолова Н. А. Белоусов К. И. Новый способ диагностики когнитивных нарушений у больных гипертонической болезнью с длительным постковидным синдромом. *Артериальная гипертензия*. 2025;31(3):265–273. <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2025-2528>. EDN: TQZEXO

A new diagnostic method for cognitive impairment in hypertensive patients with long COVID

O. V. Masalkina¹, N. A. Koziolova¹, K. I. Belousov²

¹ Perm State Medical University named after Academician Ye. A. Wagner, Perm, Russia

² Perm State University, Perm, Russia

Corresponding author:

Olga V. Masalkina,
Perm State Medical University
named after Academician Ye. A. Wagner,
26 Petropavlovskaya str., Perm,
614000 Russia.
E-mail: omasalkina@mail.ru

Received 21 May 2025;
accepted 20 June 2025.

Abstract

Objective — to determine the effectiveness of a new method for diagnosing cognitive impairment in patients with hypertension with long COVID. **Material and methods.** In a single-stage screening clinical study, over the course of 3 years, 205 patients (23,4%) with long COVID were selected out of 878 hypertensive patients. Patients were divided into 2 groups depending on the presence or absence of cognitive impairment based on the Mini Mental State Examination (MMSE). To assess the effectiveness of a new method for detecting cognitive impairments, the “SEMOGRAPH” multi-user information system was used as a tool for processing and analyzing patients’ oral answers in the form of “free speech” to the questions of a specially developed questionnaire, taking into account the relationship with COVID-19 infection. **Results.** The mean age of patients included in the study was $57,2 \pm 12,4$ years, the mean duration of long COVID was 7,3 [3,2; 12,8] months. Among hypertensive patients with long COVID syndrome, 74 (36,1%) subjects were diagnosed with cognitive impairment using the MMSE, while cognitive decline was found in 80 (39,0%) subjects with the help of the “SEMOGRAPH” information system. Based on the Receiver Operating Characteristic (ROC) curve, the new method for diagnosing cognitive impairment using the “SEMOGRAPH” information system was comparable to the “gold standard” — the MMSE scale: the area under the ROC curve was 0,855, $p < 0,001$; sensitivity 85,6%, specificity 90,1%. **Conclusion.** A new method using the “SEMOGRAPH” information system, which eliminates the doctor’s subjectivity and the need to process questionnaires manually, in comparison with the “gold standard” — the MMSE scale, allowed for an accurate verification of cognitive impairment in hypertensive patients with long COVID.

Key words: hypertension, prolonged post-COVID syndrome, diagnosis of cognitive impairment

For citation: Masalkina OV, Koziolova NA, Belousov KI. A new diagnostic method for cognitive impairment in hypertensive patients with long COVID. *Arterial'naya Gipertenziya = Arterial Hypertension*. 2025;31(3):265–273. <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2025-2528>. EDN: TQZEXO

Введение

По данным Всемирной организации здравоохранения, в 2015 г. мировая статистика зафиксировала 47 млн больных с деменцией, число которых неуклонно увеличивается, и, согласно прогнозам, может вырасти до 75 млн к 2030 г. и до 132 млн пациентов — к 2050 г. [1].

Частота верификации постковидного синдрома варьирует в широких пределах от 4 до 40% [2, 3].

В систематическом обзоре было показано, что самыми частыми симптомами постковидного синдрома являются одышка, усталость, когнитивные нарушения [4]. В метаанализе, в котором участвовали 412 957 пациентов с COVID-19, общая доля пациентов с вновь выявленными когнитивными нарушениями составила 65% (95% ДИ [44,81]) [5]. У больных, перенесших НКВИ, даже спустя 2 года после ее развития, распространенность когнитивных нарушений составляет 30,6%, при отсутствии симптомов до заболевания [6].

Особого внимания заслуживают пациенты с гипертонической болезнью (ГБ), перенесшие НКВИ. Известно, что высокое АД, нарушения его суточного ритма и большая вариабельность являются самостоятельными факторами риска когнитивных нарушений.

Несмотря на используемые в клинической практике методы диагностики когнитивных нарушений, проблема остается нерешенной. Отсутствуют надежные, широкодоступные, простые в обработке, без субъективной оценки врача, шкалы и опросники для ранней диагностики когнитивных нарушений.

Нейрофизиологические исследования, которые включают различные скрининговые шкалы деменции, такие как Mini-Cog, MMSE (Mini-mental State Examination), MoCA (Montreal Cognitive Assessment), IQCODE (Informant Questionnaire on Cognitive Decline in the Elderly), не позволяют выявить имеющиеся когнитивные нарушения у 10–80% больных даже при дополнительном опросе родственников. Они субъективны, не учитывают уровень образования и интеллекта пациентов до момента снижения когнитивных функций [7–9].

Оценка функционального статуса с применением стандартизированных шкал, таких как опросник функциональной активности (FAQ) по R. Pfeffer et al. (1982), опросник ADL (Activity in Daily Living), имеет крайне низкую специфичность для определения наличия когнитивных нарушений.

Нейровизуализирующие методы исследования головного мозга для диагностики когнитивных нарушений дорогостоящи, требуют высокого профессионального уровня исследователя, а самое глав-

ное — имеют низкую специфичность без сопоставления с клиническими данными [10, 11].

Некоторые лабораторные маркеры анализа спинномозговой жидкости на наличие бета-амилоида и фосфорилированного тау-протеина могут дать дополнительную информацию о наличии возможных когнитивных нарушений при сочетании с нейровизуализирующими методиками. Но они не могут быть рекомендованы для скрининга в силу инвазивности, трудоемкости и низкой специфичности [12, 13].

Таким образом, у больных ГБ с длительным постковидным синдромом доказаны высокая частота и большая продолжительность когнитивных нарушений, а надежность и доступность существующих методов их диагностики не удовлетворяют в полной мере ни пациентов, ни врачей. Это определяет необходимость поиска новых способов их определения с целью минимизации негативных последствий постковидного синдрома в целом.

Цель исследования — определить эффективность нового способа диагностики когнитивных нарушений у больных ГБ с длительным постковидным синдромом.

Материалы и методы

Исследование было выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской декларации. Протокол исследования был одобрен Этическим комитетом 21 апреля 2020 года. До включения в исследование у всех участников было получено письменное информированное согласие.

Проведено скрининговое одномоментное клиническое исследование.

В течение 3 лет при обращении в поликлинику среди 878 больных ГБ было выявлено 205 пациентов (23,4%) с длительным постковидным синдромом согласно критериям NICE [14], которые в соответствии с критериями включения и невключения были отобраны для исследования.

Критерии включения: амбулаторные пациенты с ГБ в анамнезе и впервые выявленной АГ в возрасте 18 лет и старше, перенесшие НКВИ, подтвержденную по данным теста полимеразной цепной реакции и мазка на коронавирус SARS-CoV-2, давностью более 3 месяцев с симптомами постковидного синдрома, не имеющие в анамнезе до НКВИ признаков когнитивных нарушений.

Критериями невключения в исследование явились: перенесенная НКВИ давностью менее 3 месяцев; при обращении острый коронарный синдром, стабильная стенокардия, миокардит, кардиомио-

патии, хроническая сердечная недостаточность, тромбоэмболия легочной артерии, хроническая посттромбоэмболическая болезнь, ишемический инсульт, транзиторная ишемическая атака, геморрагический инсульт в анамнезе, клапанные пороки, другие острые воспалительные и инфекционные заболевания; тяжелые заболевания печени, требующие постоянной терапии, хроническая болезнь почек 5-й стадии, в том числе диализ, трансплантация почки в анамнезе; тяжелые заболевания крови и ревматические заболевания, требующие постоянной терапии; некомпенсированные нарушения функции щитовидной железы; сахарный диабет 1-го типа; онкологические заболевания в анамнезе и активный рак; отказ от подписания информированного согласия и трудности контакта с пациентом (отсутствие связи, сложная логистика для осуществления очных визитов и т. п.).

Пациенты, отобранные для исследования, были разделены на 2 группы в зависимости от наличия или отсутствия когнитивных нарушений.

«Золотым стандартом» для выявления когнитивных нарушений считали краткую шкалу оценки психического статуса MMSE (Mini Mental State Examination). Интерпретация результатов шкалы MMSE была следующей: 28 баллов — легкие когнитивные нарушения; 25–27 баллов — умеренные когнитивные нарушения; 20–24 балла — легкая деменция; 10–19 баллов — умеренная деменция; < 10 баллов — тяжелая деменция.

Для оценки эффективности нового способа выявления когнитивных нарушений была использована многопользовательская информационная система «СЕМОГРАФ» [<https://semograph.com/>] как инструмент для обработки и анализа устных ответов пациентов в виде свободной речи на вопросы специально разработанной анкеты, составленной таким образом, чтобы вопросы отражали состояние всех сфер когнитивных функций человека с учетом взаимосвязи с инфекцией COVID-19. Аналогов способу диагностики когнитивных нарушений у пациентов, перенесших НКВИ, с помощью полиметрического анализа лингвистических данных в информационной системе «СЕМОГРАФ», в доступной научной медицинской литературе не найдено.

Аргументация нового метода диагностики когнитивных нарушений:

- 1) повышение точности диагностики когнитивных нарушений, особенно на ранних стадиях заболевания;
- 2) простота выполнения исследования;
- 3) исключение инвазивных инструментальных и лабораторных методов исследования;
- 4) исключение субъективной оценки врача.

Новый метод диагностики когнитивных нарушений был реализован путем применения специально разработанной анкеты для больного, перенесшего НКВИ, за счет полиметрического анализа лингвистических данных в ответах больных в виде «свободной речи» с помощью информационной системы «СЕМОГРАФ».

Специально разработанная анкета включала 9 разделов со следующими вопросами:

1. Как повлияла на Вас новая коронавирусная инфекция? Есть у Вас нарушения в восприятии информации? Вы понимаете все, что Вам говорят? Стали ли Вы хуже слышать? Появились ли у Вас парестезии (тактильные нарушения)? Изменилось ли у Вас зрение (появилось ли расплывчатость перед глазами, мелькание мушек, исчезают ли поля зрения? Изменился ли у Вас вкус (извращение вкуса)? Изменилось ли обоняние?

2. Есть ли проблемы с памятью? О чем Вы забываете: о прошлом, настоящем? Сколько раз надо повторить фразу, чтобы ее запомнить (фамилию, цифры, даты)? Можете ли Вы запомнить номер телефона? При знакомстве Вам представляется человек, как быстро Вы запоминаете фамилию, имя и отчество человека и как быстро вспоминаете фамилию, имя и отчество человека?

3. Возникают ли у Вас проблемы с повседневной деятельностью (повседневный алгоритм действий на работе, дома)? После новой коронавирусной инфекции Вы делаете всю работу как обычно или что-то поменялось?

4. Забываете ли Вы слова, трудно ли подбираете слова в разговоре, при написании текста? Понимаете ли Вы своего собеседника? Рассказываете ли Вы дважды или многократно одну и ту же историю? Обижаетесь ли Вы, когда Вам говорят, что Вы уже говорили об этом? Но Вы все равно продолжаете говорить об этом?

5. Внимательны ли Вы?

6. Быстро ли Вы переключаетесь на другую работу?

7. Как Ваш сон?

8. Как Ваше настроение?

9. Какие тактильные нарушения появились у Вас после перенесенной новой коронавирусной инфекции?

Ответы пациентов записывались на диктофон. Полученный аудиофайл записанной речи преобразовывали в текстовый формат (транскрибация). Далее текстовый файл вносили в информационную систему «СЕМОГРАФ», с помощью которой производился семантический анализ информационных массивов на основе классификации реплик и метаданных пациента (пол, психологические харак-

теристики, профессия, возраст и т.п.). Заключение о наличии и выраженности у больного нарушений определенных функций когнитивной сферы определялось по семантической карте на основе корреляции лингвистических параметров речи больных с социальными, психологическими характеристиками личности, хранящимися в системе. Система ищет в ответах совпадения ключевых слов, словосочетаний, фраз, терминов, предложений и т.п., отражающих когнитивные нарушения, по всем блокам вопросов, с хранящимися в системе. В дальнейшем по количеству и частоте совпадений хранящихся в системе ключевых слов, словосочетаний, фраз, терминов, предложений и т.п., отражающих когнитивные нарушения, и в ответах больных на вопросы анкеты строится диаграмма структуры и выраженности когнитивных нарушений (семантическая карта) с использованием средств визуальной аналитики, позволяющей выявить наличие изменений когнитивных функций и их связь (следствие) с перенесенной НКВИ.

Нарушение определенной функции когнитивной сферы представляется в виде кругов, отличающихся по цвету. Чем выше частота совпадений по какой-либо нарушенной функции когнитивной сферы, тем больше диаметр круга этой нарушенной функции. Линиями на диаграмме показана связь нарушенных когнитивных функций с различными периодами НКВИ.

Таким образом, заключение о наличии и выраженности у больного нарушений определенных функций когнитивной сферы определяется по се-

мантической карте на основе корреляции лингвистических параметров речи больных с социальными, психологическими характеристиками личности, хранящимися в системе, с использованием средств визуальной аналитики.

Использование данной информационной системы как инструмента при обработке и анализе анкеты, разработанной для выявления когнитивных нарушений, позволяет обеспечить простоту, воспроизводимость, широкую доступность предложенного метода, исключить субъективизм врача при оценке анкеты в ручном режиме, ускорить процесс получения объективного заключения для ранней диагностики когнитивных нарушений у больных во время и после НКВИ.

Для наглядности представляется транскрибация аудиофайла ответов на анкету больной Ш., 36 лет, которые в последующем были занесены в информационную систему «СЕМОГРАФ»:

«Нет, плохо у меня, вот были, даже бывает, куда-то иду в комнату зачем-то, зачем иду и забываю, то есть даже вот такая быстрая. Ну вот руки у меня вот эти так год уже, шас конечно, меньше, вот это трясет, как это, триммер, треммер тоже. Да нет, слух нормально, вот со зрением, мне кажется, я иногда всматриваться начала, хотя у меня вообще идеальное, вкус у меня пропадал. Да я не знаю, на болезнь вообще раздражительная» (свободная речь пациентки записана без правок).

На рисунке 1 воспроизведена семантическая карта, представляющая заключение о наличии и выраженности когнитивных нарушений у больной Ш. и их взаимосвязь с НКВИ, сформированная информационной системой «СЕМОГРАФ»

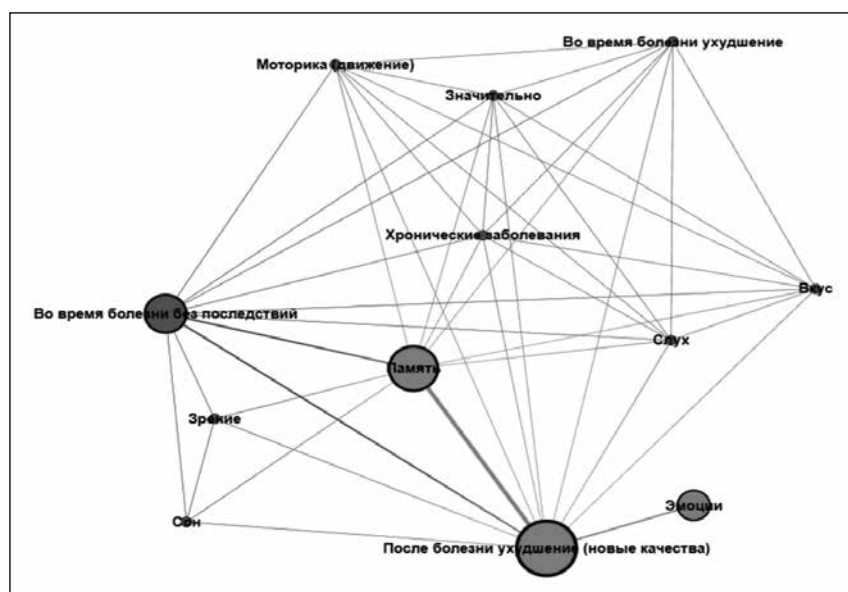


Рисунок 1. Семантическая карта, представляющая заключение о наличии и выраженности когнитивных нарушений у больной Ш. и их взаимосвязь с НКВИ, сформированная информационной системой «СЕМОГРАФ»

и их взаимосвязь с НКВИ, сформированная информационной системой «СЕМОГРАФ».

По данным семантической карты, у больной значительно нарушена память, как во время, так и после болезни, в меньшей степени праксис (способность выполнять последовательные комплексы движений и совершать целенаправленные действия по выработанному плану), как во время НКВИ, так и после ее развития. Пациентка эмоционально лабильна после перенесенной НКВИ.

Ниже представлена транскрипция аудиофайла анкетирования пациента М., 22 года, с ответами в виде «свободной речи» с последующим их занесением в информационную систему «СЕМОГРАФ». «Все осталось так же, мыслительные процессы не нарушены, агрессии к людям никакой нет, фактически мои умственные способности остались на том же уровне, и болезнь на них никак не повлияла» (свободная речь пациента воспроизводится без правок).

На рисунке 2 воспроизведена семантическая карта, представляющая заключение об отсутствии когнитивных нарушений у больного М., перенесшего НКВИ, сформированная информационной системой «СЕМОГРАФ».

Диагноз ГБ был реклассифицирован или выявлялся впервые в соответствии с клиническими рекомендациями Российского кардиологического общества (РКО) [15].

Всем пациентам проводились общеклиническое обследование, суточное мониторирование АД.

Статистическая обработка данных производилась с помощью пакета программ STATISTICA 10.0. и онлайн-калькулятора Johns Hopkins Medicine для ROC-анализа оценки эффективности нового метода выявления когнитивных нарушений. При проведении статистической обработки данных критическое значение уровня статистической значимости при проверке нулевых гипотез принималось равным 0,05. Проверка нормальности распределения признаков в группах проводилась с использованием критериев Шапиро–Уилка и Колмогорова–Смирнова. Для количественных признаков, соответствующих закону нормального распределения, производился расчет средних арифметических значений и среднеквадратических отклонений ($M \pm SD$), при распределении, не соответствующем закону нормального распределения, определялась медиана с нижним и верхним квартилем (Med [LQ; UQ]) или 95 %-ный доверительный интервал (ДИ). Для качественных признаков были рассчитаны абсолютная частота проявления признака, частота проявления признака в процентах (%). При сравнении количественных показателей применялся критерий Стьюдента, при сравнении показателей, не соответствующих закону нормального распределения, для статистического анализа использовали критерий Манна–Уитни, для качественных — критерий χ^2 . При сравнении двух групп статистически значимыми считались различия данных при $p < 0,05$. Для оценки эффективности нового метода выявления когнитивных нарушений у больных ГБ с длитель-

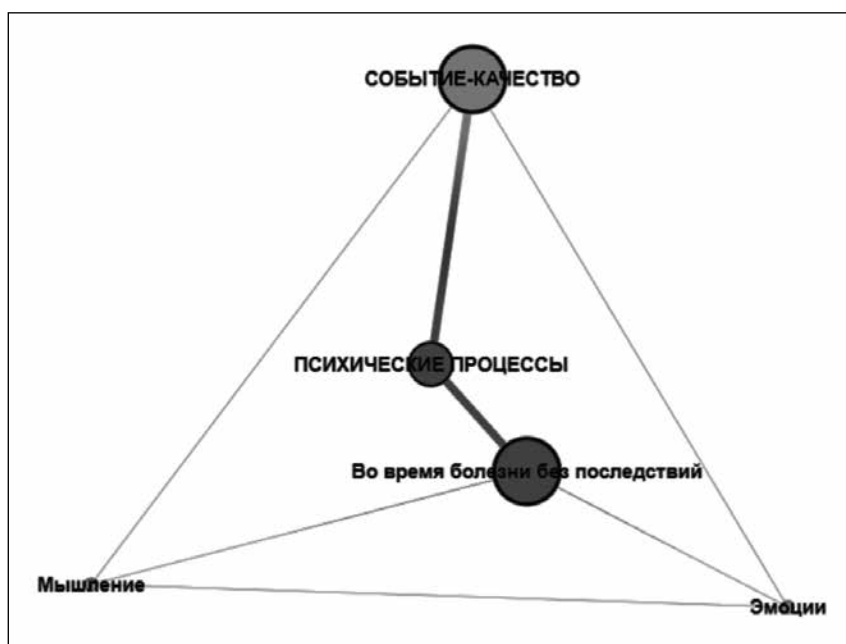


Рисунок 2. Семантическая карта, представляющая заключение об отсутствии когнитивных нарушений у больного М., перенесшего НКВИ, сформированная информационной системой «СЕМОГРАФ»

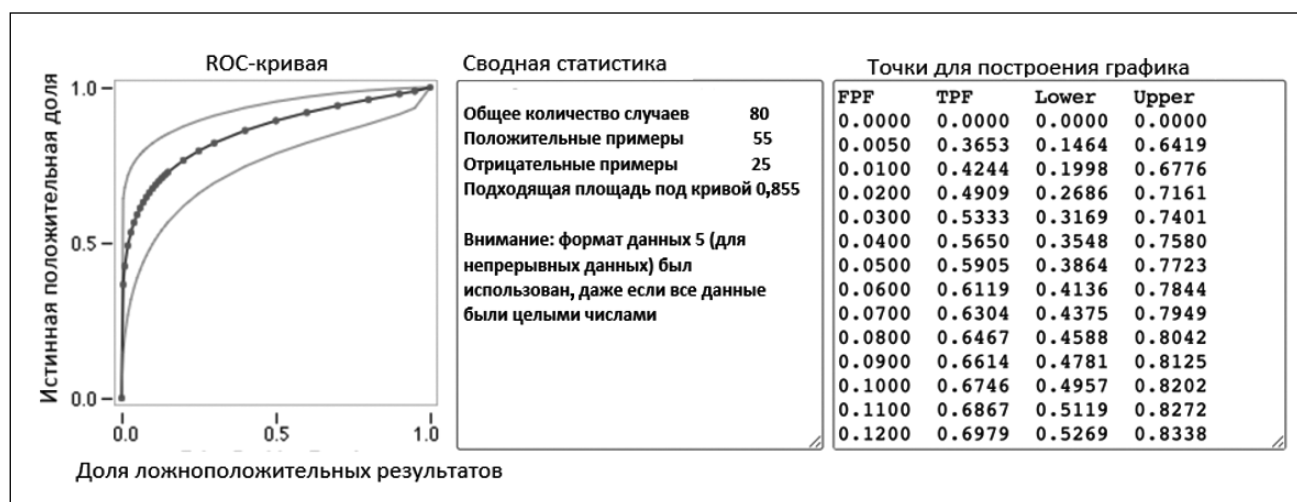


Рисунок 3. ROC-анализ для оценки эффективности метода выявления когнитивных нарушений с использованием информационной системы «СЕМОГРАФ»

Примечание: FPP (false positive fraction) — ложноположительные результаты; TPF (true positive fraction) — истинно положительные результаты; Lower — ниже; Upper — выше.

ным постковидным синдромом использовали метод построения ROC-кривой с расчетом количественного показателя AUC > 0,5 при $p < 0,05$, его чувствительности и специфичности.

Результаты

Средний возраст пациентов, включенных в исследование, составил $57,2 \pm 12,4$ года, средняя продолжительность периода после перенесенной НКВИ составила 7,3 [3,2; 12,8] месяца.

Среди 205 больных ГБ с длительным постковидным синдромом у 74 (36,1 %) обследуемых выявлены когнитивные нарушения с помощью шкалы MMSE, у 80 (39,0 %) — с помощью информационной системы «СЕМОГРАФ». Для оценки диагностической ценности нового метода выявления когнитивных нарушений в сравнении с «золотым стандартом» — шкалой MMSE — был выполнен ROC-анализ (рис. 3).

Новый метод с использованием информационной системы «СЕМОГРАФ» в сравнении с «золотым» стандартом (шкалой MMSE) позволил с высокой точностью верифицировать наличие когнитивных нарушений у больных ГБ с длительным постковидным синдромом: площадь под ROC-кривой составила 0,855, $p < 0,001$; чувствительность 85,6 %, специфичность 90,1 %.

Обсуждение

В нашем исследовании частота развития когнитивных нарушений среди больных ГБ с длительным постковидным синдромом при использовании нового метода диагностики более высокая по сравнению

со шкалой MMSE: 39,0 % против 36,1 %, но без статистически значимых различий ($p = 0,610$). У больных, перенесших НКВИ, распространенность когнитивных нарушений, по данным литературы, достигает 20–40 % в зависимости от сроков после ее начала и тяжести заболевания [16–18]. Известно, что и другие возбудители инфекций, такие как вирусы Herpes simplex и Herpes zoster, Powassan virus, бактерии borreliosis, могут вызывать когнитивные нарушения, при развитии которых также требуются их ранняя диагностика и коррекция [19, 20].

Предложенный нами новый способ диагностики когнитивных нарушений у больных ГБ с длительным постковидным синдромом с использованием искусственного интеллекта прост, доступен, легко воспроизводим, исключает субъективизм врача и ускоряет получение заключения. Наш способ отличается от других методик с использованием искусственного интеллекта собственной специально разработанной анкетой для больных и используемым инструментом (информационная система «СЕМОГРАФ») для ее обработки. Многие авторы, так же, как и мы, считают, что свободная речь может обеспечивать лучшую воспроизводимость психологических и поведенческих изменений по сравнению с анкетами с заранее подготовленными вариантами ответов на вопросы, особенно у пациентов, переболевших COVID-19 [21]. В несистематическом обзоре исследований К. Ćosić с соавторами (2021) на основе опубликованных результатов ряда исследований приводится широкий спектр приемов выявления речевых особенностей для оценки и прогнозирования расстройств психического здоровья,

которые включают: вокальные упражнения; чтение нейтральных или эмоционально заряженных слов, предложений или отрывков текстов с индукцией настроения или без нее с помощью изображений или видео; свободная речь при описании эмоционально возбуждающих событий или во время интервью, проводимых людьми или виртуальными агентами. Из программных инструментов искусственного интеллекта для более точной оценки психических расстройств среди пациентов с COVID-19 в обзоре представлена программа Linguistic Inquiry and Word Count (LIWC) для нейропрограммирования, которая широко используется в проектах по психическому здоровью. В дополнение к LIWC часто применяются и другие лингвистические инструменты, такие как языковые модели N-грамм, эмоциональные тезаурусы, такие как WordNet-affect, и нормативные базы данных, такие как Affective Norm for English Words (ANEW). Мы в работе использовали российскую информационную систему «СЕМОГРАФ» в виде инструмента обработки и анализа свободной речи больных, перенесших НКВИ, при устных ответах на вопросы анкеты. Информационная система «СЕМОГРАФ» впервые нами применена в медицинской практике. Недостатки инструментов искусственного интеллекта, представленных в обзоре, следующие: недоступность инструментов для российской популяции: платный доступ, английский язык; сложная и многоэтапная методика анализа с использованием искусственного интеллекта, надежность которого как инструмента исследования ставится под сомнение; невысокая воспроизводимость.

Ограничением данного исследования является отсутствие достаточного объема данных у больных до НКВИ, позволяющих более точно исключить наличие когнитивных нарушений в анамнезе.

Выводы

Среди 205 больных ГБ с длительным постковидным синдромом у 74 (36,1 %) обследуемых выявлены когнитивные нарушения с помощью шкалы MMSE, у 80 (39,0 %) — с помощью информационной системы «СЕМОГРАФ». Новый метод с использованием информационной системы «СЕМОГРАФ» в сравнении с «золотым» стандартом — шкалой MMSE — позволил с высокой точностью верифицировать наличие когнитивных нарушений у больных ГБ с длительным постковидным синдромом: площадь под ROC-кривой составила 0,855, $p < 0,001$; чувствительность 85,6 %, специфичность 90,1 %.

Финансирование/Funding

Финансирование произведено из собственных средств авторов работы. / The study was conducted with the support of the authors' own funds.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

Список литературы / References

1. World Health Organization. Dementia [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2023 [updated 2023 Mar 15; cited 2024 May 10]. Available from: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/dementia>
2. Sk Abd Razak R, Ismail A, Abdul Aziz AF, Suddin LS, Azzeri A, Sha'ari NI. Post-COVID syndrome prevalence: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*. 2024;24(1):1785. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-19264-5>
3. Al-Oraibi A, Woolf K, Naidu J, Nellums LB, Pan D, Sze S, et al. Global prevalence of long COVID and its most common symptoms among healthcare workers: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Public Health*. 2025;3(1):e000269. <https://doi.org/10.1136/bmjph-2023-000269>
4. Morgan S, Smith JM, Thomas B, Moreno M, Visovsky C, Beckie T. Risk factors and predictors for persistent dyspnea post-COVID-19: a systematic review. *Clin Nurs Res*. 2025;34(3–4):195–212. <https://doi.org/10.1177/10547738251314076>
5. Fernandez-de-Las-Peñas C, Notarte KI, Macasaet R, Velasco JV, Catahay JA, Ver AT, et al. Persistence of post-COVID symptoms in the general population two years after SARS-CoV-2 infection: a systematic review and meta-analysis. *J Infect*. 2024;88(2):77–88. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2023.12.004>
6. Ollila H, Tiainen M, Pihlaja R, Koskinen S, Tuulio-Henriksson A, Salmela V, et al. Subjective cognitive, psychiatric, and fatigue symptoms two years after COVID-19: a prospective longitudinal cohort study. *Brain Behav Immun Health*. 2025;45:100980. <https://doi.org/10.1016/j.bbih.2025.100980>
7. Liu H, Huo Q, Li F, Luo X, Deng R. Machine learning applied to mild cognitive impairment: bibliometric and visual analysis from 2015 to 2024. *Front Neurol*. 2025;16:1587441. <https://doi.org/10.3389/fneur.2025.1587441>
8. Gallegos M, Morgan ML, Cervigni M, Martino P, Murray J, Calandra M, et al. 45 Years of the mini-mental state examination (MMSE): A perspective from Ibero-America. *Dement Neuropsychol*. 2022;16(4):384–387. <https://doi.org/10.1590/1980-5764-DN-2021-0097>
9. Iardi CR, Menichelli A, Michelutti M, Cattaruzza T, Mangano P. Optimal MoCA cutoffs for detecting biologically-defined patients with MCI and early dementia. *Neurol Sci*. 2023;44(1):159–170. <https://doi.org/10.1007/s10072-022-06422-z>
10. Huang SH, Hsiao WC, Chang HI, Ma MC, Hsu SW, Lee CC, et al. The use of individual-based FDG-PET volume of interest in predicting conversion from mild cognitive impairment to dementia. *BMC Med Imaging*. 2024;24(1):75. <https://doi.org/10.1186/s12880-024-01256-x>
11. Li B, Zeng B, Zeng P, Luo D, Yin F, Dong X, et al. Hippocampal-subfield macro- and microstructural changes in cerebral small vessel disease with mild cognitive impairment. *J Affect Disord*. 2025;384:12–22. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2025.05.027>
12. Ossenkoppele R, Salvadó G, Janelidze S, Binette AP, Bali D, Karlsson L, et al. Prediction of future cognitive decline among cognitively unimpaired individuals using mea-

sures of soluble phosphorylated tau or tau tangle pathology. *medRxiv* [Preprint]. 2024;2024.06.12.24308824. <https://doi.org/10.1101/2024.06.12.24308824>

13. Sperling RA, Donohue MC, Rissman RA, Johnson KA, Rentz DM, Grill JD, et al. Amyloid and tau prediction of cognitive and functional decline in unimpaired older individuals: Longitudinal data from the A4 and LEARN studies. *J Prev Alzheimers Dis*. 2024;11(4):802–813. <https://doi.org/10.14283/jpad.2024.122>

14. National Institute for Health and Care Excellence (NICE). COVID-19 rapid guideline: managing the long-term effects of COVID-19 [Internet]. London: NICE; 2022 [cited 2024 Jan 19]. Available from: <https://www.nice.org.uk/guidance/ng188>

15. Кобалава Ж. Д., Конради А. О., Недогода С. В., Шляхто Е. В., Арутюнов Г. П., Баранова Е. И. и др. Артериальная гипертензия у взрослых. *Клинические рекомендации* 2024. Российский кардиологический журнал. 2024;29(9):6117. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2024-6117>.

Kobalava ZhD, Konradi AO, Nedogoda SV, Shlyakhto EV, Arutyunov GP, Baranova EI, et al. 2024 Clinical practice guidelines for hypertension in adults. *Russian Journal of Cardiology*. 2024;29(9):6117. (In Russ.) <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2024-6117>

16. van der Feltz-Cornelis C, Turk F, Sweetman J, Khunti K, Gabbay M, Shepherd J, et al. Prevalence of mental health conditions and brain fog in people with long COVID: a systematic review and meta-analysis. *Gen Hosp Psychiatry*. 2024;88:10–22. <https://doi.org/10.1016/j.genhosppsych.2024.02.009>

17. Premraj L, Kannapadi NV, Briggs J, Seal SM, Battaglini D, Fanning J, et al. Mid and long-term neurological and neuropsychiatric manifestations of post-COVID-19 syndrome: a meta-analysis. *J Neurol Sci*. 2022;434:120162. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2022.120162>

18. Gorenshtein A, Liba T, Leibovitch L, Stern S, Stern Y. Intervention modalities for brain fog caused by long-COVID: systematic review of the literature. *Neurol Sci*. 2024;45(7):2951–2968. <https://doi.org/10.1007/s10072-024-07566-w>

19. Thapa S, Shah S, Bhattarai A, Yazdan Panah M, Chand S, Mirmosayyeb O. Risk of dementia following herpes zoster infection among patients undertreatment versus those not: a systematic review and meta-analysis. *Health Sci Rep*. 2024;7(3): e1941. <https://doi.org/10.1002/hsr2.1941>

20. Kakoullis L, Vaz VR, Kaur D, Kakoulli S, Panos G, Chen LH, et al. Powassan virus infections: a systematic review of published cases. *Trop Med Infect Dis*. 2023;8(12):508. <https://doi.org/10.3390/tropicalmed8120508>

21. Ćosić K, Popović S, Šarlija M, Kesedžić I, Gambiraža M, Dropuljić B, et al. AI-based prediction and prevention of psychological and behavioral changes in ex-COVID-19 patients. *Front Psychol*. 2021;12:782866. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.782866>

Вклад авторов

О. В. Масалкина — сбор данных, анализ данных, написание текста рукописи, статистическая обработка данных, редактирование текста, сопровождение программного обеспечения; Н. А. Козиолова — концепция исследования, разработка дизайна исследования, написание текста рукописи, сопровождение программного обеспечения, критический обзор, утверждение текста рукописи, научное редактирование, научное руководство; К. И. Белоусов — анализ данных, сопровождение программного обеспечения. Все авторы прочли, одобрили финальную версию и выразили согласие с подачей ее на рассмотрение в журнал, а также утвердили исправленную версию.

Author contributions

O. V. Masalkina — data collection, data analysis, manuscript writing, statistical processing of data, text editing, software maintenance; N. A. Koziołova — study concept, study design, manuscript writing, software support, critical review, manuscript approval, scientific editing, scientific supervision; K. I. Belousov — data analysis, сопровождение программного обеспечения, software maintenance. All authors have approved the final version of the manuscript and its submission to the journal, as well as the revised version.

Информация об авторах

Масалкина Ольга Владимировна — кандидат медицинских наук, доцент кафедры внутренних болезней и кардиологии ФГБОУ ВО «ПГМУ им. академика Е. А. Вагнера» Минздрава России, ORCID 0009-0006-3364-0591, e-mail: omasalkina@mail.ru;

Козиолова Наталья Андреевна — доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой внутренних болезней и кардиологии ФГБОУ ВО «ПГМУ им. академика Е. А. Вагнера» Минздрава России, ORCID 0000-0001-7003-5186, e-mail: nakoziołova@mail.ru;

Белоусов Константин Игоревич — доктор философских наук, профессор кафедры теоретического и прикладного языкознания ПГНИУ, научный руководитель лаборатории социокогнитивной и компьютерной лингвистики ПГНИУ, ORCID 0000-0003-4447-1288, e-mail: belousov@semograph.com.

Author information

Olga V. Masalkina, MD, PhD, Associate Professor, Department of Internal Medicine and Cardiology, Perm State Medical University named after Academician Ye. A. Wagner; ORCID 0009-0006-3364-0591, e-mail: omasalkina@mail.ru;

Natalya A. Koziołova, MD, PhD, DSc, Professor, Head, Department of Internal Medicine and Cardiology, Perm State Medical University named after Academician Ye. A. Wagner; e-mail: nakoziołova@mail.ru;

Konstantin I. Belousov, MD, PhD, Professor, Department of Theoretical and Applied Linguistics; Scientific Director, Laboratory of Sociocognitive and Computational Linguistics, PSNRU. ORCID 0000-0003-4447-1288, e-mail: belousov@semograph.com.