

## Модель оценки оптико-пространственной функции у пациентов с нарушениями мозгового кровообращения

Лакутин А.А., Смычек В.Б., Авин А.И.

Республиканский научно-практический центр медицинской экспертизы и реабилитации

*Диагностика с использованием нейропсихологических тестов постинсультных пространственных нарушений при наличии сопутствующей церебральной болезни мелких сосудов сопряжена с трудностями дифференциальной оценки первичных и вторичных нарушений оптико-пространственной функции (ОПФ) у пациентов с нарушениями мозгового кровообращения (НМК).*

*Цель статьи — разработать модель оценки ОПФ у пациентов с НМК.*

**Материал и методы.** *Всего в исследовании приняли участие 124 (М/Ж=29 (23,4%)/95 (76,6%)) пациента вследствие перенесенного инфаркта мозга (пациенты в позднем восстановительном периоде и в периоде последствий перенесенного острого НМК) и хронических НМК, т.е. дисциркуляторной энцефалопатией. Средний возраст пациентов составил 73±7,67 года. В работе использовался клинико-нейропсихологический метод исследования (нейропсихологическое тестирование) и методы статистической обработки данных.*

**Результаты и обсуждение.** *Полученные результаты исследования показали, что применяемые в клинической практике тесты для оценки пространственных нарушений у пациентов с НМК обнаруживают чувствительность не только к нарушениям ОПФ, но и сопутствующим нарушениям лобно-регуляторной функции (ЛРФ). Указанные данные позволили разработать прогностически эффективную модель оценки ОПФ у пациентов с НМК в зависимости от суммарного балла по шкале оценки ЛРФ ( $AUC=0,942$  (95% ДИ 0,893–0,992)), что дает возможность проводить оценку нарушений ОПФ независимо от нарушений ЛРФ.*

**Заключение.** *Результаты исследования свидетельствуют о том, что модель оценки ОПФ у пациентов с НМК является статистически обоснованным инструментом, который позволяет провести диагностику оптико-пространственных нарушений при сопутствующих, часто наблюдаемых у данной группы пациентов нарушениях ЛРФ.*

**Ключевые слова:** *нарушения мозгового кровообращения, дисциркуляторная энцефалопатия, лобно-регуляторная функция, оптико-пространственная функция, нейропсихологические тесты, инфаркт мозга.*

## Model for Assessing Optical-Spatial Function of Patients with Cerebral Circulation Disorders

Lakutin A.A., Smychek V.B., Avin A.I.

Republic Scientific and Practical Center for Medical Expertise and Rehabilitation

*Diagnosis using neuropsychological tests of post-stroke spatial disorders in the presence of concomitant cerebral small vessel disease is associated with difficulties in the differential assessment of primary and secondary disorders of visuospatial function (VF) of patients with cerebrovascular disorders (CVD).*

*The purpose of the article is to develop a model for assessing VF of patients with CVD.*

**Material and methods.** *The study enrolled 124 patients with cerebrovascular disorders (M/F = 29 (23.4%) / 95 (76.6%)), including: patients after cerebral infarction (patients in the late recovery period and in the period of consequences of an acute cerebrovascular accident); patients with dyscirculatory encephalopathy. The average age of the patients was 73±7.67. A clinical neuropsychological research method (neuropsychological testing) and statistical data processing methods were used.*

**Findings and their discussion.** *The results showed that tests for assessing spatial impairments used in clinical practice are sensitive not only to impairments in frontal-regulatory function (FRF) but also to VF. These data made it possible to develop a prognostically efficient model for assessing VF of patients with CVD based on the total score on the FRF assessment scale ( $AUC=0.942$  (95% CI 0.893–0.992)), which makes it possible to assess VF disorders independently of FRF disorders.*

**Conclusion.** *The results of the study showed that the VF assessment model of patients with CVD is a statistically valid tool that allows for the diagnosis of visuospatial disorders of patients with concomitant FRF disorders, which are frequently observed in this patient group.*

**Key words:** *cerebrovascular disorders, dyscirculatory encephalopathy, frontal-regulatory function, visuospatial function, neuropsychological tests, cerebral infarction.*

Пространственные нарушения могут возникнуть вследствие двух патогенетических вариантов развития сосудистых когнитивных нарушений (СКН). Первый вариант связан с болезнью мелких сосудов (БМС) головного мозга — наиболее

частой причиной подкорковой СКН и нарушений мозгового кровообращения (НМК) в целом [1; 2]. Второй вариант — в результате коркового инсульта или коркового варианта СКН, являющегося также распространенной причиной НМК

Таблица 1 — Нозологическая структура клинической группы (n=124)

Диагноз	Кол-во пациентов	Распределение пациентов по диагностическим категориям МКБ-10						
		I63.3	I63.4	I63.9	I69.3			
Инфаркт мозга	30 (24,2%)	2	1	6	21			
		I65.0	I67.2	I67.4	I67.8	G93.8		
ДЭ 1-й стадии	40 (32,2%)	1	16	3	16	4		
		F01.1	F01.3	I67.2	I67.4	I67.8	G93.8	G98.0
ДЭ 2-й стадии	43 (34,7%)	1	1	14	2	12	12	1
		F01.3	F01.8	I67.4	I67.8	G93.8		
ДЭ 3-й стадии	11 (8,9%)	6	1	1	1	2		

в Республике Беларусь по данным Министерства здравоохранения за 2020 год [3].

При подкорковом варианте СКН пространственные нарушения развиваются вследствие патологии церебральных мелких подкорковых сосудов, обеспечивающих трофическую функцию подкорковых базальных ядер, связанных функциональной сетью «лобные доли — базальные ганглии» [2]. В данном случае пространственные нарушения имеют вторичный характер, поскольку переработка и использование пространственной информации требует частую участия исполнительных функций [4].

В свою очередь при корковом варианте СКН в области заднетеменных отделов коры головного мозга возникают первичные пространственные нарушения [5]. Их специфика зависит от стороны поражения: при повреждении правого полушария возникает нарушение пространственного зрительного гнозиса, схемы тела, пространственного праксиса, при повреждении левого — добавляются трудности использования и понимания вербально-пространственных связей (семантическая афазия, нарушения счетных операций).

В обоих указанных случаях нарушение переработки пространственной информации обнаруживается в разных модальностях: гнозиса, речи, счета, праксиса.

Исходя из сказанного выше, диагностика с использованием нейропсихологических тестов постинсультных пространственных нарушений при наличии сопутствующей церебральной БМС сопряжена с трудностями дифференциальной оценки первичных и вторичных нарушений оптико-пространственной функции (ОПФ). Это нередко приводит к тому, что истинный характер и степень нарушений ОПФ остаются неверифицированными, что, в свою очередь, искажает

представление о реабилитационном потенциале пациента. Как следствие, лечебно-восстановительные мероприятия могут быть несвоевременными или неадекватными структуре дефекта, что не только снижает возможность восстановления данной функции из-за упущенного времени, но и препятствует выбору эффективной, патогенетически обоснованной стратегии нейрореабилитации.

Таким образом, актуальным представляется разработать модель оценки ОПФ у пациентов с НМК.

Цель исследования — разработать модель оценки ОПФ у пациентов с НМК

**Материал и методы.** Всего в исследовании приняли участие 124 (М/Ж=29 (23,4%)/95 (76,6%)) пациента вследствие перенесенного инфаркта мозга (пациенты в позднем восстановительном периоде и в периоде последствий перенесенного острого НМК) и хронических НМК, т.е. дисциркуляторной энцефалопатией (ДЭ). Средний возраст пациентов составил  $73 \pm 7,67$  года. В работе использовался клиничко-нейропсихологический метод исследования (нейропсихологическое тестирование) и методы статистической обработки данных.

Нозологическая структура клинической группы представлена в таблице 1.

Критериями включения являлись: подписанное информированное согласие на участие в исследовании, наличие инфаркта мозга и хронических нарушений мозгового кровообращения (ДЭ). Критерии исключения: неподписанное информированное согласие на участие в исследовании, наличие сенсорных и острых психотических нарушений (бред, галлюцинации), затрудняющих оценку когнитивных функций.

Всем респондентам выполнялось клиничко-нейропсихологическое исследование с использованием шкалы оценки лобно-регуляторной

функции (ЛРФ) ввиду ее высоких психометрических характеристик [6] и тестов для оценки пространственных нарушений [7; 8].

Набор респондентов осуществлялся в ГУЗ «Минский областной клинический госпиталь инвалидов Великой Отечественной войны имени П.М. Машерова» и ГУ «РНПЦ психического здоровья». Каждый респондент в рамках участия в исследовании подписывал форму информированного согласия, одобренную по итогам заседания комиссии по вопросам медицинской этики и деонтологии (№ 1 от 17.01.2024).

В работе был использован клинико-нейропсихологический метод исследования с использованием тестовых заданий для оценки пространственных нарушений (ПН).

На основе содержательного анализа трудности и стимульного материала тестовых заданий был осуществлен отбор нейропсихологических тестов для оценки пространственных нарушений (ПН), направленных на диагностику семантической афазии, оптико-пространственной агнозии и пространственной апраксии. Нейропсихологические тесты для оценки акалькулии в данной работе не были использованы в силу того, что данное расстройство обычно отмечается вместе с семантической афазией.

С учетом предварительных оценок трудностей и характера стимульного материала был составлен перечень тестов для оценки ПН:

– тест «Перерисовка двумерных изображений» используется для оценки пространственного праксиса [7]. Данный тест выполнялся в конфигурации без поворота фигур. От испытуемого требовалось перерисовать двумерные изображения по зрительному образцу. Данный тест не требует проведения дополнительных операций, связанных с поворотом фигур, анализом глубины или представлением их в необычном ракурсе. Вероятно, указанный тест в большей мере обладает легкой степенью трудности или чувствительностью в отношении выраженных оптико-пространственных нарушений;

– тест «Ориентации линий» направлен на оценку оптико-пространственного гнозиса [8]. Испытуемому требуется показать, какая из линий (отрезков) соответствует линиям определенного наклона. Вероятно, указанный тест в большей мере будет соответствовать легкой степени трудности, в связи с тем, что не требуется использования дополнительных операций по преобразованию;

– тест «Речевая форма пробы Хеда» направлен на оценку понимания лево/правосторонних отно-

шений [8]. Указанный тест позволяет определить наличие семантической афазии, нарушения конструктивного праксиса. От пациента по вербальной инструкции требуется правой/левой рукой указать правую/левую часть тела. Например, указать левой рукой — правый глаз. Данный тест является вербальной формой пробы Хеда. Помимо вербальных указаний, в данном тесте в отличие от невербальной пробы Хеда, отсутствует необходимость пространственного сличения поз по зрительному образцу для избегания зеркальных ошибок. Следовательно, данный тест предположительно обладает легкой степенью трудности;

– тест «Понимание пространственных отношений» между предметами направлен на оценку наличия семантической афазии [8]. От испытуемого требуется расположить конкретные предметы в определенной позиции. Например, положить ручку перед книгой, книгу за ручкой, ручку под книгу, но над тетрадь. Данный тест включает использование одного или двух предлогов, что вероятно характеризует его степень трудности как среднюю;

– в тесте «Перерисовка объемных изображений» от испытуемого требуется перерисовать три трехмерные фигуры [7]. Учитывая, что помимо ориентации фигуры, требуется перенести пространственную глубину изображения, то данный тест предположительно имеет среднюю или более высокую степень трудности для пациентов с ОПФ. Данный тест направлен на оценку пространственного праксиса, пространственного гнозиса;

– тест «Воспроизведение соотносительного положения кистей двух рук» требует копировать позы рук по изображению или экспериментатора, расположенного напротив испытуемого [7]. Сложность данного теста состоит в мысленном вращении поз рук с целью избежать зеркальных ошибок. Указанный тест вероятнее всего имеет выраженную степень трудности. Направлен на оценку пространственного праксиса.

Таким образом, перечень заданий для оценки ПН у пациентов с НМК составили: тест «Перерисовка двумерных изображений», тест «Ориентации линий», тест «Речевая форма пробы Хеда», тест «Понимание пространственных отношений», тест «Перерисовка объемных изображений», тест «Воспроизведение соотносительного положения кистей двух рук».

Для классификации пространственных тестовых заданий был использован модульный подход в обработке здесь и далее — конвенциональной

Таблица 2 — Перечень тестов оценки ПН с учетом их предполагаемой трудности и типа задания

Перечень тестов для оценки ПН	Предполагаемая трудность	Тип задания
Перерисовка двумерных изображений	Легкая	Конвенциональный
Ориентации линий	Легкая	
Речевая форма пробы Хеда	Легкая	
Тест на понимание пространственных отношений	Средняя	Неконвенциональный
Копирование объемных изображений	Средняя	
Воспроизведение соотносительного положения кистей двух рук	Высокая	

и неконвенциональной информации [9]. Под конвенциональной понимается обычная, часто используемая информация, для обработки которой достаточно ограниченное количество хорошо усвоенных в памяти действий, не требующих дополнительных операций. Например, для зрительного предметного восприятия было отмечено, что пациенты могут правильно опознавать реалистичные объекты и/или их изображения в случае явных повреждений участков мозга вне затылочной коры. В этом отношении реалистичные предметы с точки зрения опознавания являются конвенциональной информацией. В свою очередь, неконвенциональная (необычная) информация для обработки требует использования расширенного набора характеристик, дополнительных операций по переработке. Данное положение означает, что при подаче неконвенциональной информации для ее обработки требуется вовлечение не только процессов, связанных с оптико-пространственной информацией, но и других функций, главным образом лобно-регуляторной. Например, было показано, что опознавание изображений с недостающими деталями нарушается как при повреждении затылочной коры, так и при повреждении заднетеменных и передних отделов головного мозга. В контексте данной работы при повреждении заднетеменных отделов коры мозга нарушается способность в переработки конвенциональной и неконвенциональной информации. Однако при использовании тестов для оценки ПН с неконвенциональным типом заданий ошибки могут возникать в случае нарушений ЛРФ, при интактности заднетеменных отделов коры головного мозга.

Статистические методы обработки данных. С целью сравнительного анализа двух выборок, характеризующихся частотой невыполнения тестовых заданий для оценки ОПФ, был использован точный критерий Фишера (ТКФ). Данный

критерий использовался в том случае, если частота встречаемости анализируемого признака в одной или двух выборках была менее 10. При частоте встречаемости анализируемого признака более 10, использовался критерий  $\chi^2$  Пирсона.

В представленной работе также был использован ROC-анализ с целью установить, какое значение (порог) выраженности нарушений ЛРФ позволяет дифференцировать испытуемых правильно и неправильно выполнивших тестовые задания для оценки ОПФ.

Сравнительный анализ четырех подгрупп по степени выраженности нарушений ЛРФ в зависимости от результатов выполнения тестов для оценки ПН проводился с помощью непараметрического однофакторного дисперсионного анализа Н-критерия Краскела–Уоллиса. Данный анализ позволяет обнаружить наличие статистически значимых различий ( $p < 0,05$ ) средних рангов в четырех группах испытуемых.

**Результаты и их обсуждение.** Первоначально перечень отобранных тестов для оценки ПН был теоретически разделен на конвенциональные и неконвенциональные с точки зрения обработки информации и с учетом предполагаемой трудности стимульного материала. Данный перечень представлен в таблице 2. Согласно приведенным данным конвенциональным тестам соответствовала легкая степень трудности в силу отсутствия дополнительных операций по преобразованию связанных с исполнительными функциями (подробнее в разделе «материал и методы»). В свою очередь неконвенциональным — средняя и высокая степень трудности, т.к. в данных тестах имеются дополнительные операции по преобразованию.

Для оценки наличия или отсутствия ПН по результатам тестирования с использованием представленного перечня тестов для оценки ПН (таблица 2) также применен конвенциональный и неконвенциональный подход в обработке

Таблица 3 — Распределение групп пациентов с нарушением ЛРФ и наличием/отсутствием нарушения ОПФ в зависимости от результатов выполнения нейропсихологических тестов для оценки ПН с конвенциональным типом заданий

Пациенты с нарушением ЛРФ и отсутствием/наличием нарушения ОПФ	Конвенциональные тесты для оценки ПН		
	Копирование двумерных изображений	Ориентация линий	Речевая форма пробы Хеда
Отсутствие нарушений ОПФ (n=95)	1 (1%)	1 (1%)	2 (2,1%)
Наличие нарушений ОПФ (n=26)	10 (38,5%)	14 (53,8%)	15 (57,7%)

информации. Как было теоретически отмечено в разделе «Материал и методы», лобно-регуляторные нарушения, то есть не связанные «напрямую» с обработкой пространственной информации, при интактности заднетеменных отделов коры, позволяет пациентам верно выполнять тесты с конвенциональным типом заданий. В случае же повреждения заднетеменных отделов коры наиболее вероятно стоит ожидать ошибок в тестах с конвенциональным и неконвенциональным типом заданий.

Учитывая вышесказанное, критериями отсутствия нарушения ОПФ у пациентов с НМК являлись:

» правильное выполнение перечня тестов для оценки ПН конвенционального типа или легкой степени трудности;

» неправильное выполнение перечня тестов для оценки ПН конвенционального типа или легкой степени трудности, однако правильное выполнение тестов неконвенционального типа.

Критерием наличия нарушений ОПФ у пациентов с НМК являлось неправильное выполнение перечня тестов конвенционального и неконвенционального типа для оценки ПН, заметное увеличение латентного периода выполнения указанных тестов, жалобы на трудности ориентации в пространстве.

По результатам проведенного тестирования с использованием нейропсихологических тестов для оценки ПН с конвенциональным типом заданий (таблица 3) у пациентов с нарушением ЛРФ и без нарушений ОПФ сопоставлялись с данными результатов тестирования у пациентов с нарушением ЛРФ и вероятным нарушением ОПФ. Результаты тестирования указанных групп пациентов представлены в таблице 3. В ходе количественной оценки данных с использованием ТКФ отмечено, что в группе пациентов с нарушением ОПФ значимо превалирует ( $p < 0,001$ ) процент

(38,5%) невыполнения теста «Копирование двумерных изображений» с конвенциональным типом задания, чем в группе пациентов без ОПФ (1%). Значимая статистическая разница ( $p < 0,001$ ) по частоте невыполнения теста «Ориентация линий» отмечена между группами пациентов с нарушением ОПФ (53,8%) и без нарушений ОПФ (1%). Процент невыполнения теста «Речевая форма пробы Хеда» в группе с нарушением ОПФ (57,7%) также был значимо больше ( $p < 0,001$ ), чем в группе пациентов без нарушений ОПФ (2,1%).

Представленные результаты демонстрируют, что нейропсихологические тесты с конвенциональным типом заданий позволяют выявить нарушения ОПФ у пациентов с нарушением ЛРФ. Стоит также отметить различную частоту невыполнения указанных тестов в группе с нарушением ОПФ. При этом общая частота невыполнения хотя бы одного 1 из 3 тестов для оценки ПН конвенционального типа в группе пациентов с нарушением ОПФ составила 20 случаев (77%). Следовательно, чтобы повысить вероятность обнаружения нарушений ОПФ по всей видимости следует использовать несколько, в данном случае три нейропсихологических теста для оценки ПН с конвенциональным типом заданий. Полученные данные также показывают, что указанные тесты можно проводить в независимости от степени выраженности нарушений ЛРФ. Это свидетельствует о том, что данные нейропсихологические тесты содержат стимульный материал или задания конвенционального типа.

Был проведен сопоставительный анализ результатов выполнения неконвенциональных тестов (таблица 4) для оценки ПН в группах пациентов с нарушением ЛРФ и наличием/отсутствием нарушения ОПФ. Распределение частоты невыполнения трех указанных тестов в двух группах пациентов представлены в таблице 4. Согласно

Таблица 4 — Распределение групп пациентов с нарушением ЛРФ и наличием/отсутствием нарушения ОПФ в зависимости от результатов выполнения неконвенциональных тестов для оценки ПН

Пациенты с нарушением ЛРФ и отсутствием/наличием нарушения ОПФ	Неконвенциональные тесты для оценки ПН		
	Понимание пространственных отношений	Копирование объемных изображений	Воспроизведение соотносительного положения кистей двух рук
Отсутствие нарушения ОПФ (n=95)	53 (55,8%)	34 (35,8%)	82 (86,3%)
Наличие нарушения ОПФ (n=26)	26 (100%)	25 (96,1%)	25 (96,1%)

представленным результатам в группе пациентов с нарушением ОПФ (100%) отмечается значимое превалирование ( $\chi^2=25,81$ ;  $p<0,001$ ) частоты невыполнения теста «Понимание пространственных отношений», чем в группе пациентов без нарушений ОПФ (55,8%). Значимая статистическая разница ( $\chi^2=9,32$ ;  $p=0,0023$ ) в процентном соотношении также отмечена в тесте «Копирование объемных изображений» между группой пациентов с нарушением ОПФ (69,2%) и без нарушения ОПФ (35,8%). В тесте «Воспроизведение соотносительного положения кистей двух рук» значимой статистической разницы в процентном соотношении в группах пациентов с нарушением ОПФ и без нарушения ОПФ обнаружено не было ( $\chi^2=1,93$ ;  $p=0,1647$ ).

Согласно полученным данным в обеих группах пациентов обнаруживаются ошибки при выполнении тестов для оценки ПН с неконвенциональным типом заданий. Ошибки при выполнении указанных тестов в группе пациентов без нарушений ОПФ наиболее вероятно связаны с наличием нарушения ЛРФ, в связи с тем, что данные тесты связаны с обработкой пространственной информации неконвенционального типа. Полученные результаты сравнительного анализа продемонстрировали более высокую частоту невыполнения тестов «Понимание пространственных отношений» и «Копирование объемных изображений» в группе пациентов с нарушениями ОПФ, за исключением теста «Воспроизведение соотносительного положения кистей двух рук». Также, учитывая данные частотного анализа, отсутствует разница в результатах выполнения всех неконвенциональных тестов в группе пациентов с нарушением ОПФ, что может указывать на возможность применения 1 из 3 данных тестов для оценки ПН.

Далее был проведен анализ взаимосвязи значений мер выраженности нарушений ЛРФ

и результатов выполнения нейропсихологических тестов для оценки ПН с неконвенциональным типом заданий. Для этой цели был использован статистический Н-критерий Краскала–Уоллиса. Категории 0 соответствовали пациентам с нарушением ЛРФ, правильно выполнившие все 3 теста с неконвенциональным типом заданий; категории 1 — выполнившие правильно 2 из 3 тестов; категории 2 — выполнившие правильно 1 из 3 тестов; категории 3 — не выполнившие правильно ни одного из 3 тестов. Сравнительный анализ показал наличие статистически значимых различий ( $H=15,425$ ;  $p<0,001$ ) средних рангов в четырех группах пациентов. Было определено, что в первой группе пациентов (категория 0) средний ранг выраженности нарушений ЛРФ принял значение  $\bar{R}=22,14$ ; во второй группе (категория 1) —  $\bar{R}=43,16$ ; в третьей группе (категория 2) —  $\bar{R}=44,32$ ; в четвертой группе (категория 3) —  $\bar{R}=62,00$ . Полученные результаты показывают: чем больше выраженность нарушений ЛРФ, тем хуже пациенты справлялись с указанными тестами.

Затем был проведен анализ пороговых значений с целью установить, какое значение выраженности нарушений ЛРФ позволяет разделить пациентов, правильно выполнивших все 3 теста для оценки ПН с неконвенциональным типом заданий и не выполнивших от 1 до 3 указанных тестов. Оценка осуществлялась с использованием ROC-кривой. В качестве показателя чувствительности — пациенты с нарушением ЛРФ, не выполнившие от 1 до 3 тестов для оценки ПН с неконвенциональным типом заданий; в качестве показателя специфичности — пациенты с нарушением ЛРФ, выполнившие правильно все 3 данных теста. На рисунке 1 представлена ROC-кривая зависимости чувствительности от доли ложноположительных случаев (1-специфичность).

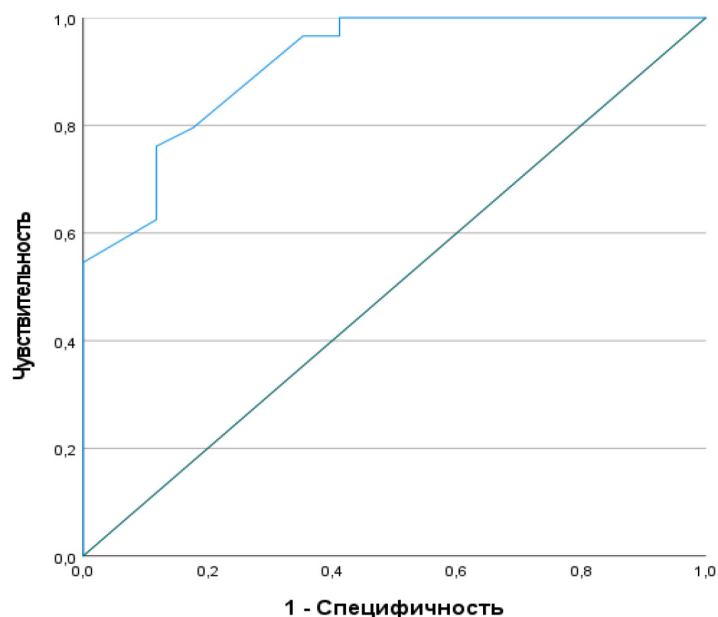


Рисунок 1 — ROC-кривая дифференцирующая пациентов, верно выполнивших 3 теста для оценки ПН и не выполнивших от 1 до 3 данных тестов

По результатам оценки показатель площади под кривой принял значение  $AUC=0,942$  (95% ДИ 0,893–0,992). Согласно J-индексу Юдена ( $J=0,738$ ) 6 баллов по шкале оценки ЛРФ являются оптимальным пороговым значением, которому соответствуют максимальные показатели чувствительности ( $Se=0,761$ ) и специфичности ( $Sp=0,997$ ). Среди группы пациентов, верно выполнивших указанные тесты, моделью были спрогнозированы следующие результаты: в 99,7% случаев пациенты, набравшие  $\leq 6$  баллов по шкале оценки ЛРФ, безошибочно будут выполнять указанные тесты; в 0,3% случаев при значении  $7 \geq$  баллов пациенты также безошибочно будут выполнять данные тесты, однако моделью будут отнесены к категории «ложноположительные» случаи. При этом для группы пациентов, неверно выполнивших хотя бы 1 из 3 указанных тестов, моделью были спрогнозированы следующие результаты: в 76,1% пациенты, набравшие  $7 \geq$  баллов, допустят ошибки по меньшей мере в 1 из 3 неконвенциональных тестов для оценки ПН; в 23,9% случаев при показателях  $\leq 6$  баллов по шкале оценки ЛРФ пациенты ошибочно выполнят хотя бы 1 из 3 указанных тестов и тем самым будут отнесены моделью к категории «ложноотрицательные» случаи.

Стоит отметить, что для данной модели более важным является показатель чувствительности,

повышение которого, позволит снизить частоту ложноотрицательных случаев, то есть увеличить уверенность модели в том, что пациенты, набравшие меньше порогового значения баллы по шкале оценки ЛРФ будут иметь более низкую вероятность ошибочного выполнения хотя бы 1 из 3 неконвенциональных тестов для оценки ПН. В случае наличия нарушений ОПФ и сопутствующих нарушений ЛРФ повышение чувствительности модели путем изменения порогового показателя позволит снизить вероятность того, что ошибки при выполнении указанных неконвенциональных тестов будут связаны с нарушениями ЛРФ, т.е. повысят дифференцирующую способность модели в оценке двух указанных конструктов.

Исходя из сказанного выше, оптимальным решением будет снизить пороговое значение до 4 баллов по шкале оценки ЛРФ, что позволит повысить чувствительность до 94,3% и снизить специфичность до 76,9%. Следовательно, в группе пациентов, неверно выполнивших хотя бы 1 из 3 данных тестов, моделью будет спрогнозировано следующие: в 94,3% случаях пациенты, набравшие  $5 \geq$  баллов, допустят ошибки по меньшей мере в 1 из 3 неконвенциональных тестов, направленных на оценку ПН; в 5,7% случаев при показателях  $\leq 4$  баллов по шкале оценки ЛРФ пациенты ошибочно выполнят хотя бы 1 из 3 указанных тестов и тем самым будут отнесены

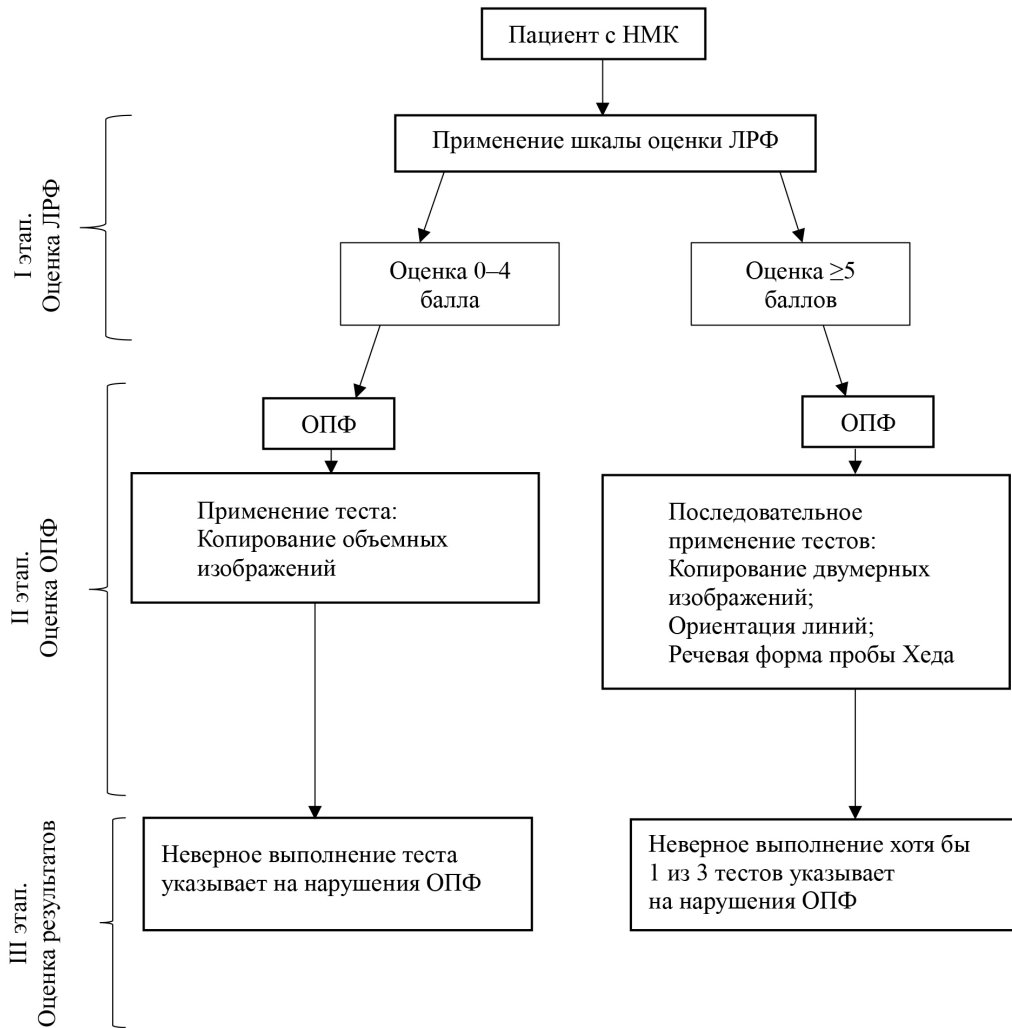


Рисунок 2 — Модель оценки ОПФ у пациентов с НМК

моделью к категории «ложноотрицательные» случаи. Несмотря на то, что последующее снижение еще больше повысит чувствительность, это ограничит «окно» возможностей для применения более чувствительных к незначительным и легким нарушениям ОПФ неконвенциональных тестов для оценки ПН у пациентов с сопутствующими нарушениями ЛРФ.

Полученные результаты позволили разработать модель оценки ОПФ у пациентов с НМК. Указанная модель представлена на рисунке 2. Согласно представленным на рисунке 2 данным на первом этапе реализации модели осуществляется оценка наличия и степени выраженности лобно-регуляторных нарушений пациента с НМК с помощью шкалы оценки ЛРФ. На втором этапе проводится оценка ОПФ с учетом полученных баллов по шкале оценки ЛРФ:

– при оценке 0–4 балла применяется неконвенциональный тест для оценки ОПФ «Копирование объемных изображений»;

– при оценке  $\geq 5$  применяются последовательно 3 конвенциональных теста для оценки ОПФ: «Копирование двумерных изображений»; «Ориентация линий»; «Речевая форма пробы Хеда».

На третьем этапе подводится оценка ОПФ с учетом выполненных на втором этапе тестов. Неверное выполнение хотя бы 1 из 3 конвенциональных тестов указывает на нарушение ОПФ. Ошибочное выполнении неконвенционального теста «Копирование объемных изображений» — на нарушение ОПФ.

Полученные результаты исследования показали, что применяемые в клинической практике для оценки ПН тесты у пациентов с НМК обнаруживают чувствительность не только к нарушениям

ОПФ, но и сопутствующим нарушениям ЛРФ, т.е. наличие и степень выраженность нарушений ЛРФ влияет на выполнение указанных тестов ( $N=15,425$ ;  $p<0,001$ ).

Теоретически обоснованное, а затем эмпирически подтвержденное, разделение тестов для оценки ПН на конвенциональные и неконвенциональные позволило разработать прогностически эффективную модель оценки ОПФ у пациентов с НМК в зависимости от суммарного балла по шкале оценки ЛРФ ( $AUC=0,942$  (95% ДИ 0,893–0,992)), что дает возможность проводить оценку нарушений ОПФ независимо от нарушений ЛРФ.

**Заключение.** Результаты исследования показали, что модель оценки ОПФ у пациентов с НМК является статистически обоснованным инструментом, который позволяет провести диагностику оптико-пространственных нарушений при сопутствующих, часто наблюдаемых у данной группы пациентов нарушениях ЛРФ.

Исследуемая выборка пациентов с НМК характеризуется различными патогенетическими вариантами возникновения когнитивных нарушений, в том числе связанных с локализацией инфаркта мозга, что указывает на ее «когнитивную неоднородность». Для повышения валидности диагностики ОПФ в разработанной модели использовались пробы различной сложности (как конвенциональные, так и неконвенциональные). Учитывая, что выполнение сложных проб может страдать не только из-за первичных гностических дефектов, но и вследствие лобно-регуляторных нарушений, интерпретация результатов осуществлялась с поправкой на уровень сохранности ЛРФ. Это позволило «очистить» оценку от влияния регуляторных трудностей и обеспечить более точное определение степени тяжести именно оптико-пространственных расстройств.

Таким образом, на наш взгляд полученная модель оценки ОПФ может эффективно применяться при различных заболеваниях, вызывающих когнитивные нарушения.

Разработанная модель может использоваться для диагностики нарушений ОПФ медицинскими работниками, психологами в стационарных и амбулаторных условиях с целью повышения качества медицинской реабилитации.

## Литература

1. Боголепова, А.Н. Сосудистые когнитивные нарушения / А.Н. Боголепова // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. — 2022. — Т. 122, № 10. — С. 17–23.
2. Захаров, В.В. Диагностика и лечение сосудистых когнитивных нарушений / В.В. Захаров // Клиницист. — 2023. — Т. 17, № 3. — С. 12–21.
3. Усова, Н.Н. Постинсультные когнитивные нарушения / Н.Н. Усова, А.А. Горшкова // Коллекция гуманитарных исследований. — 2023. — Т. 2, № 35. — С. 48.
4. Буклина, С.Б. Нарушения высших психических функций при поражении глубинных и стволовых структур мозга / С.Б. Буклина. — 2-е изд. — М.: МЕДпрессинформ, 2017. — 312 с.
5. Яхно, Н.Н. Деменции: руководство для врачей / Н.Н. Яхно, В.В. Захаров, А.Б. Локшина. — 3-е изд. — М.: МЕДпресс-информ, 2011. — С. 80.
6. Лакутин, А.А. Психометрические показатели шкалы оценки лобно-регуляторной функции у пациентов с нарушениями мозгового кровообращения / А.А. Лакутин, В.Б. Смычек, А.И. Авин // Zenodo. — 2026. — С. 1–18. DOI: 10.5281/zenodo.18641884.
7. Вассерман, Л.И. Методы нейропсихологической диагностики: практическое руководство / Л.И. Вассерман, С.А. Дорофеева, Я.А. Меерсон. — СПб.: Стройлеспечать, 1997. — 360 с.
8. Бизюк, А.П. Компендиум методов нейропсихологического исследования: метод. пособие / А.П. Бизюк; под ред. И. Авидона. — СПб., 2005. — 397 с.
9. Тонконогий, И.М. Клиническая нейропсихология / И.М. Тонконогий, А. Пуантэ. — СПб.: Питер, 2007. — 528 с.

*Поступила в редакцию 11.03.2026*