



ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Оригинальная статья

УДК 616.133

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2023-6-50-65>

Значение ультразвуковой диагностики в прогнозировании исходов ишемического инсульта после применения различных видов реперфузионной терапии

Амина Гаджиевна Хадисова¹, Татьяна Владимировна Захматова²

^{1,2} ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия.

² ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

¹ amishoc@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-2036-6344>

² tvzakh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8253-2382>

Автор, ответственный за переписку: Амина Гаджиевна Хадисова, amishoc@mail.ru

Резюме

Острый ишемический инсульт (ОИИ) ассоциирован с высоким уровнем смертности, инвалидности и экономическими затратами. Несмотря на существенный прогресс в лечении ОИИ с использованием эндоваскулярных методов, не всегда удается получить хорошие результаты. В современной литературе небольшое число исследований посвящено прогнозированию исходов у пациентов с ОИИ, получавших различные виды лечения.

В настоящее время проспективное когортное исследование было включено 460 пациентов с ОИИ, которым проводилась тромболитическая терапия, тромбоэкстракция, сочетание тромбоэкстракции со стентированием или тромболитической терапией. Была оценена взаимосвязь между клинико-функциональными результатами в ранние сроки после вмешательства с потенциальными предикторами, среди которых анализировали ультразвуковые характеристики экстра- и интракраниальных артерий.

Полное или частичное восстановление кровотока получено у 61,7 % пациентов. Отмечена более высокая эффективность эндоваскулярных методов по сравнению с тромболитической терапией (99,5 и 33,5 % соответственно). Исходная оценка по шкалам NIHSS и Rankin не продемонстрировала высокой предиктивной способности в отношении ранних исходов, что потребовало поиска инструментальных предикторов. Пациенты со значимым стенозом внутренней сонной артерии или позвоночной артерии имели значительно худшие клинические и функциональные исходы, в том числе по шкале mRS. Доля неблагоприятных ранних исходов у пациентов со значимым стенозированием была существенно ниже в группах с применением эндоваскулярных методов лечения по сравнению с группой тромболитической терапии. Множественный регрессионный анализ показал,

© Хадисова А. Г., Захматова Т. В., 2023

что на исход ОИИ влияет уровень поражения церебральных артерий, а также размер очага с пороговым значением более 2 см.

Ключевые слова: компьютерная томография, дуплексное сканирование, острый ишемический инсульт, стеноз, окклюзия

Для цитирования: Хадисова А. Г., Захматова Т. В. Значение ультразвуковой диагностики в прогнозировании исходов ишемического инсульта после применения различных видов реперфузионной терапии // Радиология — практика. 2023;6:50-65. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2023-6-50-65>

ORIGINAL RESEARCH

Original research

Value of Ultrasound Diagnostics in Predicting Ischemic Stroke Outcomes after Different Reperfusion Therapies

Amina G. Hadisova¹, Tat'yana V. Zakhmatova²

^{1,2} North-West State Medical University named after I. I. Mechnikov Ministry of Healthcare Russia, Saint Petersburg, Russia

² Almazov National Medical Research Centre Ministry of Healthcare Russia, Saint Petersburg, Russia

¹ amishoc@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-2036-6344>

² tvzakh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8253-2382>

Corresponding author: Amina G. Hadisova, amishoc@mail.ru

Abstract

Acute ischemic stroke (AIS) is associated with high mortality, disability and economic expenses. Despite significant progress in the treatment of AIS using endovascular methods, it is not always possible to obtain good results. In the current literature, a small number of studies are devoted to predicting outcomes in patients with AIS who received various types of treatment.

This prospective cohort study included 460 patients who underwent thrombolytic therapy, thromboextraction, combination of thromboextraction with stenting or thrombolytic therapy. The relationship between clinical and functional results at the early stages after intervention was assessed with potential predictors, among which the ultrasonic characteristics of extra- and intracranial arteries were analyzed.

Complete or partial reperfusion was obtained in 61,7 % of the examined patients. A higher efficiency of endovascular methods compared to thrombolytic therapy was noted (99,5 % vs 33,5 % respectively). The baseline NIHSS and Rankin scores did not show a high predictive value for early outcomes, that caused the necessity for searching instrumental predictors. Patients with significant stenosis of the internal carotid artery or vertebral artery had significantly worse clinical and functional outcomes, including the mRS scale. The proportion of poor early outcomes in patients with significant stenosis was significantly lower in the endovascular treatment groups compared to the thrombolytic therapy group. Multiple regression analysis showed that the outcome of AIS is influenced by the level of cerebral arterial involvement as well as lesion size with a threshold value of more than 2 cm.

Keywords: Computed Tomography Scan, Ultrasound Duplex Scanning, Acute Ischemic Stroke, Stenosis, Occlusion

For citation: Hadisova A. G., Zakhmatova T. V. Value of ultrasound diagnostics in predicting the outcomes of ischemic stroke after the use of various types of reperfusion therapy. *Radiology – Practice*. 2023;6:50-65. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2023-6-50-65>

Актуальность

Инсульт является одной из ведущих причин смертности и инвалидизации как во всем мире, так и в Российской Федерации [18]. Несмотря на то что эффективность и безопасность внутривенной тромболитической терапии (ТЛТ) подтверждена рандомизированными контролируемыми исследованиями [20], анализ результатов применения ТЛТ в реальной клинической практике (вне рамок рандомизированных исследований) продемонстрировал очень низкую частоту реканализации: для терминальной части внутренней сонной артерии (ВСА) — 4,4 %, М1 сегмента средней мозговой артерии (СМА) — 32,3 %, М2 сегмента СМА — 30,8 %, базилярной артерии (БА) — 4 %, общая частота реканализации — 21,3 % [4].

Метод ТЛТ имеет множество противопоказаний и ограничений (узкое терапевтическое окно, повышение риска геморрагических церебральных и внецеребральных осложнений, нейротоксичность, невозможность сочетать с антиагрегантами и антикоагулянтами), низкую эффективность при тромбозе крупных церебральных артерий [1, 6, 17]. Тем не менее ТЛТ остается стандартным методом лечения пациентов с ОИИ в системе здравоохранения России.

В настоящее время предложены рентгенохирургические методы восстановления церебрального кровотока при окклюзии крупных церебральных артерий: внутриартериальный тромболизис, баллонная ангиопластика интракраниальных артерий, тромбаспирация и тромбэкстракция (ТЭ). Этапная репер-

фузия (rtPA — bridging) представляет собой комбинацию ТЛТ и механической реканализации при окклюзии крупного сосуда. По данным литературы, при использовании интервенционных методов частота реканализации была значительно выше и составила для ВСА — 39,1 %, М1 сегмента СМА — 43,1 %, М2 сегмента СМА — 61,5 %, БА — 52 % при общей частоте реканализации — 46,5 % [4].

В целом относительно эффективности различных, в том числе эндоваскулярных, методов реперфузии в литературе представлены весьма противоречивые данные, что затрудняет выбор практикующим врачом оптимального метода восстановления церебрального кровотока у конкретного пациента [5, 7, 9, 12, 15, 16, 18]. В связи с этим особую актуальность приобретает поиск доступных и понятных параметров, позволяющих прогнозировать исход лечебных мероприятий. Выявление предикторов восстановления церебрального кровотока после реваскуляризации позволит объяснить приведенную выше частоту неудовлетворительных результатов. В опубликованных работах к таким предикторам отнесена оценка по клиническим шкалам, невысокую прогностическую ценность которых отмечают сами авторы, а также оценка размера очага при спиральной компьютерной томографии (СКТ) и данные церебральной ангиографии (ЦАГ) [15, 16]. Дуплексное сканирование (ДС) представляется оптимальным инструментальным неинвазивным средством диагностики церебральной гемодинамики, в том числе для оценки прогноза.

Цель: установить предикторы ранних клинических и функциональных результатов различных видов лечения ОИИ с помощью ультразвукового исследования экстра- и интракраниальных артерий.

Материалы и методы

В настоящее проспективное исследование было включено 460 пациентов с ОИИ, из них 45,6 % (210) мужчин, 54,4 % (250) женщин в возрасте от 23 до 97 лет. Медиана возраста пациентов составила 71 год. Из исследования были исключены пациенты с геморрагическими церебральными осложнениями, артериовенозными мальформациями, непроницаемостью височных акустических окон для ультразвука.

В соответствии с примененным видом реваскуляризации пациенты были разделены на группы: в группе 1 проводилась ТЛТ (263 человека), в группе 2 — ТЭ (87 пациентов), в группе 3 использовали сочетание ТЛТ и ТЭ (91 человек), в группе 4 (19 наблюдений) тромбоэкстракция сопровождалась установкой стента (рис. 1).

Пациенты групп инвазивного лечения были старше лиц, получавших ТЛТ (средний возраст пациентов 2, 3, 4-й групп составил 74 года против 68 лет в 1-й группе, $p = 0,004$). Значимых различий возраста пациентов мужского и женского пола выявлено не было ($p = 0,493$).

Методы обследования пациентов всех групп включали неврологический осмотр, лабораторные исследования (определение концентрации тромбоцитов, коагулограмма), электрокардиографию, эхокардиографию, ДС брахиоцефальных и интракраниальных артерий, СКТ и/или магнитно-резонансную томографию головного мозга, перфузионную компьютерную томографию, компьютерно-томографическую ангиографию (КТА) сосудов головного мозга. Пациентам, получившим инвазивное лечение, проводилась ЦАГ. Ультразвуковое исследование выполняли на ультразвуковом аппарате Vivid E9 с помощью линейного датчика частотой 5–7,5 МГц при исследовании сосудов шеи и секторного датчика частотой 2–2,5 МГц при транскраниальном ска-

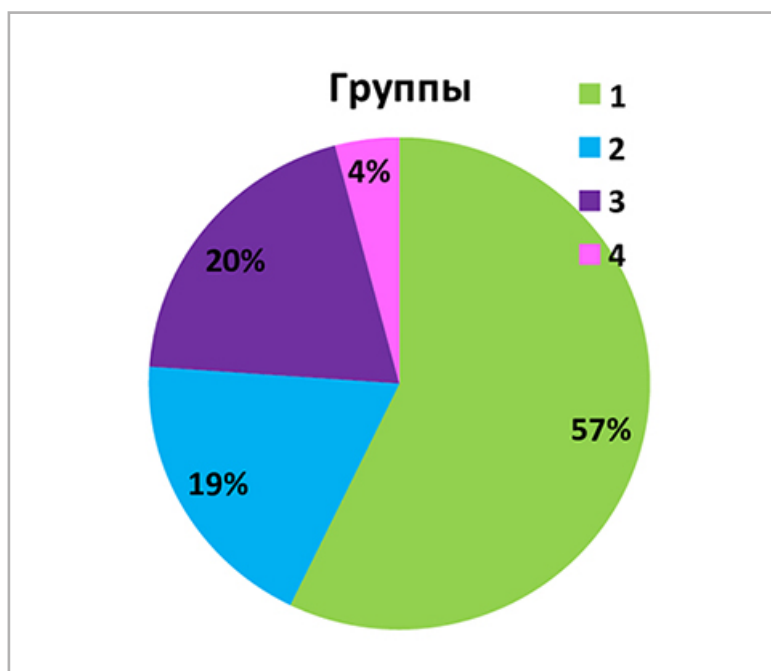


Рис. 1. Диаграмма распределения пациентов по группам в зависимости от примененного вида лечения

нировании. СКТ проводили на аппарате Somatom Emotion 16 с системой внутривенного болюсного контрастирования MEDRAD Stellant Injection System и томографах Canon Aquilion Prime SP и GE Revolution EVO. ЦАГ выполняли на ангиографической установке GE Innova IGS 540.

В дополнение к клиническому осмотру использовали оценку по шкале тяжести инсульта Национального института здоровья (National Institutes of Health Stroke Scale, NIHSS) и модифицированную шкалу функциональных исходов Rankin (mRs).

Объем ДС артерий шеи включал оценку проходимости, степени стенозирующего поражения подключичных, общих, внутренних и наружных сонных артерий. Для определения выраженности стенозирующих поражений использовали планиметрические (остаточный диаметр и площадь сосуда в зоне максимального стенозирования) и гемодинамические (скоростные показатели в престенозическом и постстенозическом участках, в зоне стеноза) критерии. Выявленные стенозические поражения были подразделены на стенозы до 50, 50–69, 70 % и более.

При ДС интракраниальных артерий оценивали проходимость, максимальную (V_{max}) и усредненную по времени максимальную ($TAMX$) скорости кро-

вотока в средней, задней (ЗМА) и передней (ПМА) мозговых артериях, ПА (V4 сегмент) и БА с определением коэффициента асимметрии до лечения, на 1, 3 и 7-е сутки после проведенной терапии, а также индексы периферического сопротивления (RI — резистивный индекс Пурсело). Критерии оценки кровотока в интракраниальных артериях, примененные в группах обследованных пациентов, приведены в табл. 1 [2, 3].

Во всех случаях результаты ДС интракраниальных артерий были сопоставлены с данными КТА сосудов головного мозга в качестве референсного метода. В группах инвазивного лечения (197 человек) в качестве референсного метода выполнялась ЦАГ.

СКТ головного мозга выполняли всем пациентам до и после лечения с целью исключения внутримозгового кровоизлияния и оценки степени ишемических изменений. Для количественной оценки степени ишемического повреждения головного мозга применяли шкалу ASPECTS.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью пакета программ Statistica 12.0, SPSS Statistics 17.0. При анализе данных использовали: среднее арифметическое (M), стандартное отклонение (SD), медиана и квартили (Me [LQ; UQ]). Для оценки корреляционной связи параме-

Таблица 1

**Критерии оценки кровотока в интракраниальных артериях
в исследуемых группах**

Характеристика кровотока	Гипоперфузия		Гиперперфузия	
	V_{max} , см/с	$TAMX$, см/с	V_{max} , см/с	$TAMX$, см/с
Средняя мозговая артерия	< 70	< 45	> 160	> 90
Передняя мозговая артерия	< 60	< 35	> 150	> 70
Задняя мозговая артерия	< 50	< 30	> 85	> 50
Позвоночные артерии	< 45	< 30	> 70	> 45
Базиллярная артерия	< 50	< 35	> 90	> 50

тров использовался метод Спирмена. Сравнение групп по количественным показателям проводили с помощью U-критерия Манна — Уитни, по качественным показателям — при помощи точного критерия Фишера или хи-квадрат (χ^2). При проверке статистических гипотез допустимым уровнем ошибки первого типа считалось значение, не превышающее показатель 0,05. Определяли значения чувствительности, специфичности, прогностической ценности положительного и отрицательного результата. При проведении ROC-анализа (receiver operating characteristic) рассчитывали специфичность, чувствительность, а также площадь под ROC-кривой (AUC — Area Under Curve).

Результаты

Удовлетворительные ранние результаты лечения с полным или частичным восстановлением кровотока, по данным ЦАГ и/или ДС, были получены у 61,7 % обследованных пациентов. При этом отмечена более высокая эффективность инвазивной реваскуляризации по сравнению с ТЛТ — 99,5 и 33,5 % соответственно ($p = 0,0001$).

При оценке тяжести инсульта при поступлении мы обнаружили, что легкая и средняя степени тяжести невро-

логического дефицита и ограничения самообслуживания наблюдались у 40 и 30 % пациентов соответственно, у 60 % пациентов — тяжелая степень по шкалам NIHSS и mRS (табл. 2).

При этом более высокие баллы по шкале неврологического дефицита (NIHSS) и самообслуживания (mRS) имели пациенты из групп инвазивного лечения. В свою очередь, улучшение по NIHSS после лечения в данных группах регистрировалось значимо чаще ($p = 0,044$, табл. 2).

При оценке клинических шкал NIHSS и mRS до лечения для прогнозирования клинического улучшения был проведен ROC-анализ, который показал весьма невысокую прогностическую ценность (с пороговым значением 7 по NIHSS и 4 по mRS): для предсказания неблагоприятного исхода при выписке шкала NIHSS имела чувствительность (Se) 65,7 %, специфичность (Sp) — 30,5 %, положительную прогностическую ценность (PPV) — 36,1 %, отрицательную прогностическую ценность (NPV) — 32,0 %, положительное отношение правдоподобия (LR+) — 1,005, отрицательное отношение правдоподобия (LR-) — 0,202, Карра $p = 0,017$. По шкале mRS чувствительность (Se) составила 55,1 %, специфичность (Sp) —

Таблица 2

Данные оценки по шкалам NIHSS и mRS пациентов, включенных в исследование, до и после лечения

Параметр	Всего			Группа 1			Группа 2, 3, 4			P
	Me	LQ	HQ	Me	LQ	HQ	Me	LQ	HQ	
Шкала NIHSS до лечения, баллы	13	10	17	9	6	10	19	17	23	0,003
Шкала Rankin до лечения, баллы	3	2	5	2	1	4	3	2	5	0,023
Шкала NIHSS на момент выписки, баллы	3	0	5	3	0	5	2	0	4	0,044
Шкала Rankin на момент выписки, баллы	0	2	4	2	0	4	2	0	4	0,565

Примечание: Me — медиана, LQ — нижний квартиль, HQ — верхний квартиль.

43,6 %, положительная прогностическая ценность (PPV) — 61,1 %, отрицательная прогностическая ценность (NPV) — 67,1 %, положительное отношение правдоподобия (LR+) — 1,219, отрицательное отношение правдоподобия (LR–) — 0,564, Карра $p = 0,026$. Как следует из результатов ROC-анализа, значения NIHSS и mRS не могут служить предикторами благоприятного клинического исхода в силу низких чувствительности, специфичности, положительной и отрицательной прогностической ценности и отрицательного отношения правдоподобия.

На основании ROC-анализа было установлено, что положительная динамика по NIHSS при выписке имела умеренную прогностическую ценность для предсказания неблагоприятного клинического исхода ($Se = 85,9 \%$, $Sp = 69 \%$, $PPV = 68,5 \%$, $NPV = 61 \%$, $LR+ = 0,589$, $LR- = 59,786$, Карра $p < 0,0001$). Следовательно, любое ухудшение или отсутствие динамики по шкале NIHSS может быть использовано как предиктор неблагоприятного исхода. У пациентов с динамикой NIHSS 0 баллов и менее (отсутствие динамики или нарастание неврологического дефицита) риск неблагоприятного исхода был су-

щественно выше, чем в группе с динамикой NIHSS > 0 ($p = 0,002$).

Динамика по шкале mRS продемонстрировала низкую прогностическую ценность для предсказания неблагоприятного клинического исхода: $Se = 33,5 \%$, $Sp = 14,6 \%$, $PPV = 41,2 \%$, $NPV = 17,8 \%$, положительное отношение правдоподобия $LR+ = 0,763$, отрицательное отношение правдоподобия $LR- = 0,324$, Карра $p = 0,018$.

Распределение пациентов по локализации поражения церебрального русла, согласно данным КТА и ДС, представлено в табл. 3 и 4. Необходимо отметить, что более 40 % обследованных лиц имели поражение более чем одной артерии или артериального сегмента.

Таким образом, во всех группах наиболее часто встречался тромбоз в системе СМА (рис. 2).

Важно отметить, что данные КТА были сопоставимы с результатами ДС в 94,1 % случаев. Наибольший процент расхождений наблюдался при поражении дистальных сегментов СМА.

По результатам ROC-анализа наибольшее отрицательное прогностическое значение (взаимосвязь с формированием неблагоприятного клинического

Таблица 3

Локализация сосудистого поражения в группах обследованных пациентов по данным компьютерной ангиографии

Данные КТА	Группа 1, абс. (%)	Группа 2, абс. (%)	Группа 3, абс. (%)	Группа 4, абс. (%)	Всего, абс. (%)
Тромбоз М1 сегмента СМА	88 (33,5)	30 (34,5)	40 (44,0)	16 (84,2)	166 (36,1)
Тромбоз М2 и М3 сегментов СМА	135 (51,3)	32 (36,8)	44 (48,4)	5 (26,3)	216 (47,0)
Тромбоз ПМА	28 (10,6)	6 (6,9)	12 (13,2)	5 (26,3)	51 (11,1)
Тромбоз ЗМА	39 (14,8)	17 (19,5)	9 (9,9)	6 (31,6)	71 (15,4)
Тромбоз ПА	15 (5,7)	11 (12,6)	9 (9,9)	4 (21,1)	39 (8,5)
Тромбоз БА	17 (6,5)	13 (14,9)	7 (7,7)	5 (26,3)	42 (9,1)
Окклюзия ВСА	29 (11,0)	21 (24,1)	15 (16,5)	1 (5,3)	66 (14,3)

Таблица 4

**Результаты дуплексного сканирования интракраниальных артерий
до лечения**

Данные ДС	Группа 1		Группа 2		Группа 3		Группа 4		Всего	
	п, абс.	%	п, абс.	%	п, абс.	%	п, абс.	%	п, абс.	%
Тромбоз М1 сегмента СМА	87	33	32	37	43	47	9	47	171	37
Тромбоз М2 и М3 сегментов СМА	118	45	32	37	47	52	5	26	202	44
Тромбоз ПМА	26	10	4	5	13	14	5	26	48	10
Тромбоз ЗМА	40	15	19	22	10	11	5	26	74	16
Тромбоз ПА	13	5	11	13	10	11	4	21	38	8
Тромбоз БА	18	7	9	10	8	9	5	26	40	9
Стеноз М1 СМА	3	1	–	–	–	–	–	–	3	1

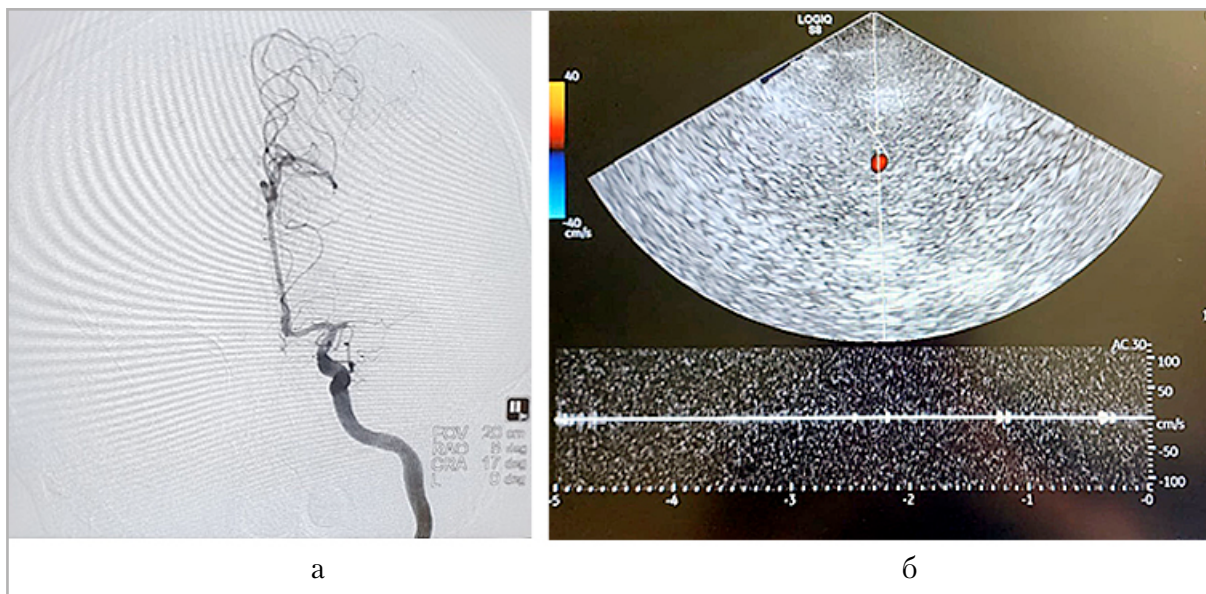


Рис. 2. Рентгенконтрастная церебральная ангиография: отсутствие контрастирования (тромбоз) М1 сегмента СМА (а). Транскраниальное дуплексное сканирование: тромбоз М1 сегмента СМА — в режиме цветового дуплексного картирования артерия не окрашивается, в режиме импульсно-волнового доплера кровотоков не регистрируется (б)

исхода) имело поражение интракраниального отдела ВСА: площадь под кривой (area under the curve, AUC) — 0,688,

точность — 77,4 %, чувствительность (Se) — 50 %, специфичность (Sp) — 82 %. Для ПА и БА показатели состава

вили: площадь под кривой (AUC) — 0,666 и 0,604; точность — 76,7 и 78,3 %, чувствительность (Se) — 46,2 и 54,8 %, специфичность (Sp) — 79,6 и 80,6 % соответственно (рис. 3).

Структура поражения церебрального сосудистого русла на экстракраниальном уровне приведена в табл. 5.

Значимое (более 70 %) поражение экстракраниальных артерий (рис. 4) в группе неинвазивного лечения встречалось в 32 % случаев, тогда как в группе эндоваскулярного лечения — в 59 % наблюдений ($p = 0,021$).

Пациенты со значимым стенозом ВСА и/или ПА имели значительно

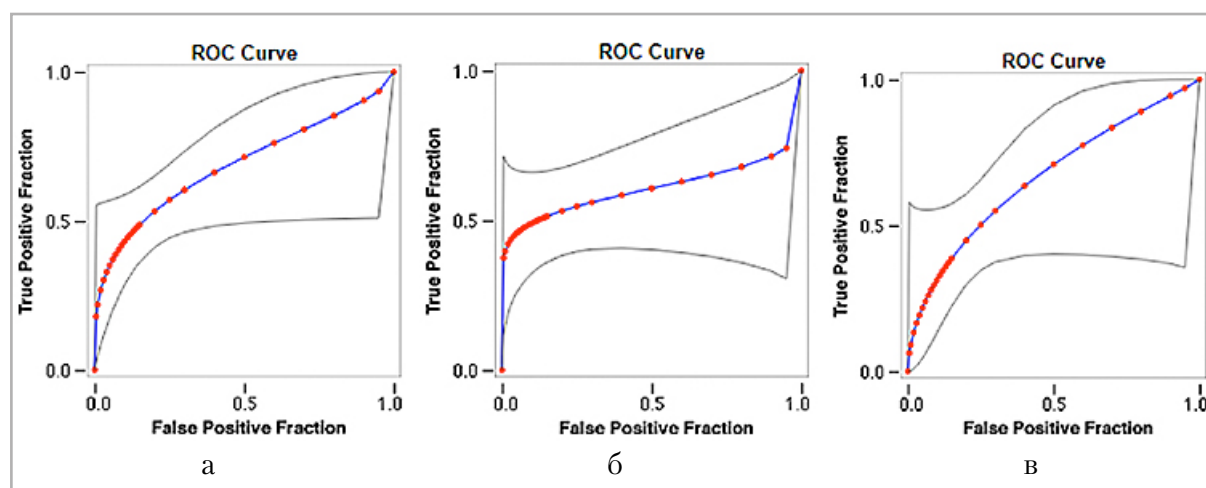


Рис. 3. ROC-кривые влияния локализации поражения интракраниальных артерий на исход при выписке: а — при поражении интракраниального отдела ВСА, б — при поражении ПА, в — при поражении БА (True Positive Fraction — частота истинно положительных ответов, ROC-Curve — ROC-кривая)

Таблица 5

**Результаты ультразвукового исследования экстракраниальных артерий
в группах обследованных**

Степень стенозирования (%)	Группа 1		Группа 2		Группа 3		Группа 4	
	п, абс.	%	п, абс.	%	п, абс.	%	п, абс.	%
Менее 50	74	28	21	24	28	31	2	11
50–60	45	17	21	24	17	19	2	11
60–70	24	9	7	8	9	10	1	5
70–80	8	3	13*	15*	14*	15*	2*	11*
80–90	5	2	10*	12*	7*	8*	4*	21*
Окклюзия	5	2	11*	13*	5*	6*	2*	11*
Отсутствие стенооокклюдизирующих поражений	105	40	4	5	20	22	6	32

Примечание: * значимые статистические различия в группах инвазивного и неинвазивного лечения.

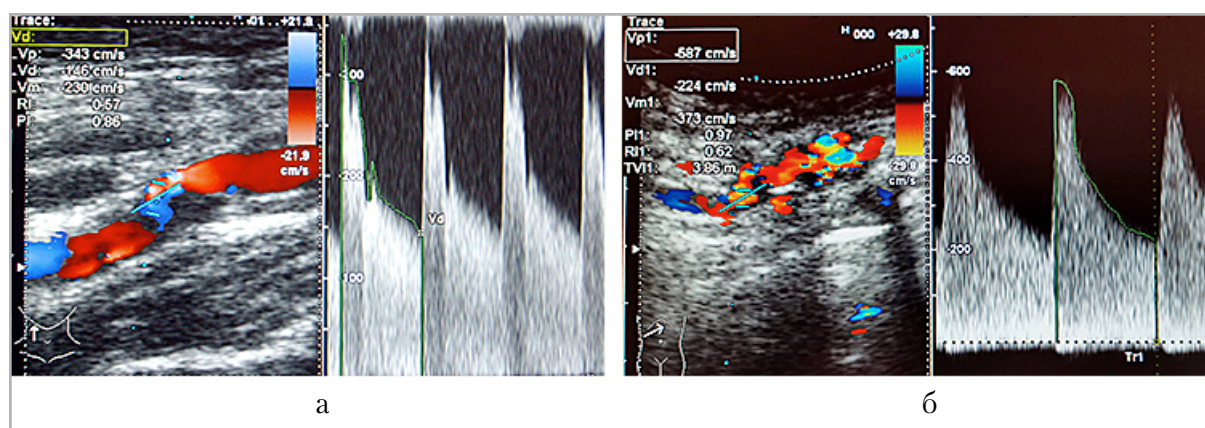


Рис. 4. Дуплексное сканирование экстракраниальных артерий. Гемодинамически значимые стенозы ВСА: пиковая систолическая скорость кровотока составляет 343 см/с — стеноз 80 % (а), пиковая систолическая скорость кровотока равна 587 см/с — стеноз 90–95 % (б)

худшие ранние клинические и функциональные исходы (NIHSS и mRS). Клиническое улучшение продемонстрировали 158 (66,7 %) пациентов без стеноза или незначимым стенозированием артерий шеи и 120 (50,6 %) человек со значимыми стенозами брахиоцефальных артерий. Улучшение по NIHSS наблюдалось только у 85 (32,8 %) пациентов ($p = 0,018$), имевших значимый стеноз ВСА или ПА, тогда как положительная динамика по mRS — только у 54 (20,8 %) обследованных ($p < 0,001$).

Обращает внимание, что в 1-й группе пациенты со значимыми стенозами, имели клиническое улучшение лишь в 5,7 % случаев, тогда как в группах 2, 3 и 4 — в 81,2 % ($p = 0,003$). Напротив, среди пациентов без значимых стенозов ТЛТ приводила к улучшению в 25,8 % случаев, в то время как эндоваскулярные методы имели успех в 100 % случаев.

Распределение пациентов каждой группы по размерам очага, определенного с помощью СКТ, представлено в табл. 6. С наибольшей частотой во всех

Таблица 6

Размер очага ишемии, определенный при компьютерной томографии головного мозга у пациентов разных групп

Размер очага	Группа 1		Группа 2		Группа 3		Группа 4	
	п, абс.	%	п, абс.	%	п, абс.	%	п, абс.	%
Очаг ишемии не выявлен	30	11	5	6	6	7	2	11
До 1 см	96	37	18	21	30	33	12	26
1–2 см	84	32	25	29	22	24	2	11
2–3 см	23	9	7	8	8	9	1	5
3–4 см	11	4	28	14	7	7,7	1	5
4–5 см	13	5	13*	15*	13*	14*	6*	32*
Более 10 см	6	2	70*	8*	5*	6*	2*	11*

Примечание: * значимые статистические различия в группах инвазивного и неинвазивного лечения.

группах регистрировались очаги до 2 см. Достоверно чаще обширные поражения (4–5 см и более 10 см) встречались в группе пациентов, которым выполнялось эндоваскулярное лечение. По данным СКТ, размер ишемического очага более 2 см служил значимым предиктором неблагоприятного исхода со следующими показателями: площадь под кривой (AUC) — 0,710; точность — 86,7 %, чувствительность (Se) — 65,7 % и специфичность (Sp) — 95,7 % (рис. 5).

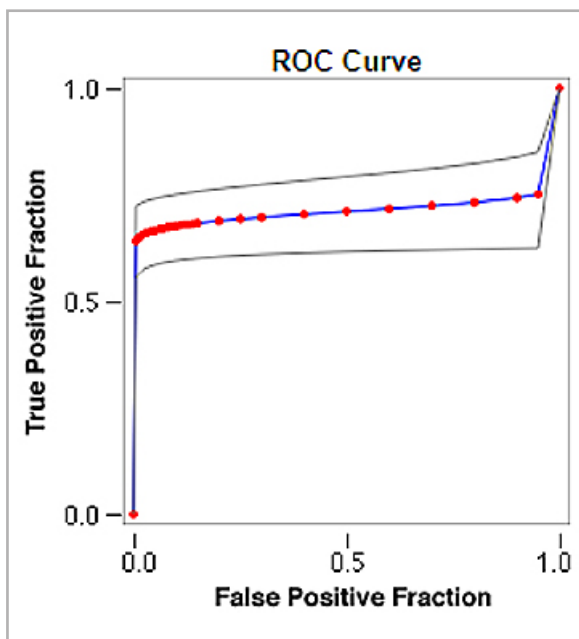


Рис. 5. ROC-кривая влияния размера очага ишемии, определенного при СКТ, на исход при выписке (True Positive Fraction — частота истинно положительных ответов, ROC-Curve — ROC-кривая)

Обсуждение результатов

В настоящем исследовании, которое включает 460 пациентов с ОИИ, в большинстве случаев наблюдались удовлетворительные результаты лечения (61,7 %) с достоверным преобладанием в группах эндоваскулярного лечения. Полученные результаты сопоставимы с данными других исследователей. Например, Chang Y. J. и соавт. (2021) доложили, что эффективность сочетания

внутривенного и внутриартериального тромболизиса составила 67,4 % [8]. По данным Kaesmacher J. и соавт. (2018), 46,9 % пациентов имели степень mTICI 2b или 3 после интервенционного комбинированного лечения [11].

Однако имеются противоречивые данные о влиянии различных предикторов на результаты лечения ОИИ [19]. Многие авторы отмечают ограниченную прогностическую ценность клинических шкал [5, 7, 9, 12, 15, 16, 18].

В настоящем исследовании также оценивали восстановление неврологического дефицита и независимость в повседневной активности после лечения ОИИ. Было обнаружено, что именно динамика NIHSS в раннем периоде была наиболее чувствительным параметром в определении восстановления пациентов (82 %) по сравнению с mRS (59,6 %). Данный факт, вероятно, объясняется тем, что шкала NIHSS является наиболее всеобъемлющей для характеристики неврологического дефицита, в то время как шкала mRS нацелена в основном на оценку независимости и способности к активной жизнедеятельности у пациентов с ОИИ. Восстановление отдельных неврологических функций происходит раньше, чем формирование определенных навыков жизнедеятельности.

Клиническое улучшение, а также улучшение показателей mRS и NIHSS может зависеть от наличия стенозов брахиоцефальных артерий. Наличие стенозов ВСА и/или ПА более 50 % на экстракраниальном уровне определяло значимо меньший процент восстановления кровотока и клинического улучшения. Chang Y. J. и соавт. (2021) продемонстрировали корреляционную связь исхода со всеми стенозирующими поражениями, тогда как в нашей работе удалось подтвердить лишь влияние значимых (более 50 %) стенозов [8]. Второй важный аспект состоит в том, что в настоящей работе оценивали исходы не только инвазивного лечения,

но и внутривенной ТЛТ, что позволило сделать вывод о том, что наличие экстракраниальных стенозов может повлиять на выбор тактики лечения в пользу инвазивного вмешательства. Выявленная корреляция значимого стенозирования экстракраниальных артерий с неблагоприятным исходом, вероятно, связана с недостаточной коллатеральной компенсацией интракраниального кровотока.

Аналогичные результаты получены в исследовании Maus V. и соавт. (2018), проведенном среди пациентов с экстракраниальной и/или интракраниальной тандемной окклюзией каротидного бассейна, которым проводились ТЭ и стентирование сонных артерий. Реперфузия была успешной у аналогичного числа пациентов со стенозом контралатеральной сонной артерии и без него, однако у пациентов со стенозом контралатеральной артерии более 50 % результаты были значительно хуже (mRS более 2 через 90 дней). Исследователи пришли к выводу, что стеноз контралатеральной сонной артерии более 50 % является независимым предиктором неблагоприятного клинического исхода в результате недостаточной коллатеральной компенсации кровотока [14].

Такие предикторы, как размер очага по данным СКТ и анатомическая локализация инфаркт-ассоциированной артерии, многократно обсуждались в современных источниках [12, 15, 18]. Также указывается на значение поражения вертебрально-базилярного бассейна как источника коллатеральной компенсации при стенозах в каротидном бассейне.

Выводы

Таким образом, при ультразвуковом исследовании определены предикторы неблагоприятных клинико-функциональных исходов у пациентов с острым ишемическим инсультом: значимые стенозы внутренней сонной и/или позвоночной

артерии, поражение интракраниальных отделов внутренней сонной, позвоночной и базилярной артерий. Выявление очага поражения головного мозга размером более 2 см, по данным спиральной компьютерной томографии, также является фактором неблагоприятного прогноза. В исследовании доказана преимущественная эффективность рентгенэндоваскулярных видов лечения по сравнению с тромболитической терапией.

Список источников

1. Акжигитов Р. Г., Алесян Б. Г., Алферова В. В. и др. Ишемический инсульт и транзиторная ишемическая атака у взрослых: клинические рекомендации. Москва: Министерство здравоохранения Российской Федерации, 2021. 181 с.
2. Вознюк И. А., Полушин А. Ю., Белясник А. С. Ультразвуковая доплерография при острой церебральной ишемии // Эффективная фармакотерапия. 2017. № 19. С. 20–25.
3. Куликов В. П., Шульгина Л. Э., Дическул М. Л., Беспалов А. Г., Федюнина Н. Г., Засорин С. В., Тимошенская Н. В., Хорев Н. Г. Ультразвуковая диагностика сосудистых заболеваний. М.: Фирма СТРОМ, 2015. 508 с.
4. Bhatia R., Hill M. D., Shobha N., Menon B., Bal S., Kochar P., Watson T., Goyal M., Demchuk A. M. Low rates of acute recanalization with intravenous recombinant tissue plasminogen activator in ischemic stroke: real-world experience and a call for action. Stroke. 2010. Vol. 41, no. 10. P. 2254–2258. DOI: 10.1161/STROKEAHA.110.592535
5. Boulanger M., Lapergue B., Turjman F., Touzé E., Anxionnat R., Bracard S., Piotin M., Gory B. First-line contact aspiration vs stent-retriever thrombectomy in acute ischemic stroke patients with large-artery occlusion in the anterior circulation: Systematic review and meta-analysis. Interv Neuroradiol. 2019. Vol. 25, no. 3. P. 244–253. DOI: 10.1177/1591019918821074

6. Broderick J. P., Palesch Y. Y., Demchuk A. M. et al. Interventional Management of Stroke (IMS) III Investigators. Endovascular therapy after intravenous t-PA versus t-PA alone for stroke. *N. Engl. J. Med.* 2013. Vol. 368, no. 10. P. 893–903. DOI: 10.1056/NEJMoa1214300
7. Campbell B. C. V., Majoie C. B. L. M., Albers G. W. et al. HERMES collaborators. Penumbra imaging and functional outcome in patients with anterior circulation ischaemic stroke treated with endovascular thrombectomy versus medical therapy: a meta-analysis of individual patient-level data. *Lancet Neurol.* 2019. Vol. 18, no. 1. P. 46–55. DOI: 10.1016/S1474-4422(18)30314-4
8. Chang Y. J., Liu C. K., Wu W. P., Wang S. C., Chen W. L., Lin C. M. The prediction of acute ischemic stroke patients' long-term functional outcomes treated with bridging therapy. *BMC Neurol.* 2020. Vol. 20, no. 1. P. 22. DOI: 10.1186/s12883-020-1610-1
9. Gory B., Lapergue B., Blanc R., Labreuche J. et al. ASTER Trial Investigators. Contact Aspiration Versus Stent Retriever in Patients With Acute Ischemic Stroke With M2 Occlusion in the ASTER Randomized Trial (Contact Aspiration Versus Stent Retriever for Successful Revascularization). *Stroke.* 2018. Vol. 49, no. 2. P. 461–464. DOI: 10.1161/STROKEAHA.117.019598
10. Jiang S., Peng Y., Jing C. H. et al. Endovascular thrombectomy can be beneficial to acute ischemic stroke patients with large infarcts. *J. Neurosurg.* 2018. No. 1. P. 1–8. DOI: 10.3171/2017.11.JNS171297
11. Kaesmacher J., Kleine J. F. Bridging Therapy with i. v. rtPA in MCA Occlusion Prior to Endovascular Thrombectomy: a Double-Edged Sword? *Clin. Neuroradiol.* 2018. Vol. 28, no. 1. P. 81–9. <https://doi.org/10.1007/s00062-016-0533-0>
12. Lapergue B., Blanc R., Gory B. et al. ASTER Trial Investigators. Effect of Endovascular Contact Aspiration vs Stent Retriever on Revascularization in Patients With Acute Ischemic Stroke and Large Vessel Occlusion: The ASTER Randomized Clinical Trial. *JAMA.* 2017. Vol. 318, no. 5. P. 443–452. DOI: 10.1001/jama.2017.9644
13. Logan C., Maingard J., Phan K. et al. Borderline Alberta Stroke Programme Early CT Score Patients with Acute Ischemic Stroke Due to Large Vessel Occlusion May Find Benefit with Endovascular Thrombectomy. *World Neurosurg.* 2018. No. 110. P. 653–658. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.11.068
14. Maus V., Behme D., Borggrefe J. et al. Carotid Artery Stenosis Contralateral to Acute Tandem Occlusion: An Independent Predictor of Poor Clinical Outcome after Mechanical Thrombectomy with Concomitant Carotid Artery Stenting. *Cerebrovasc. Dis.* 2018. Vol. 45, no. 1. P. 10–17. DOI: 10.1159/000484719
15. Primiani C. T., Vicente A. C., Brannick M. T. et al. Direct Aspiration versus Stent Retriever Thrombectomy for Acute Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis in 9127 Patients. *J. Stroke. Cerebrovasc. Dis.* 2019. Vol. 28, no. 5. P. 1329–1337. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.01.034
16. Qin C., Shang K., Xu S. B., Wang W., Zhang Q., Tian D. S. Efficacy and safety of direct aspiration versus stent-retriever for recanalization in acute cerebral infarction: A PRISMA-compliant systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2018. Vol. 97, no. 41. P. 127–170. DOI: 10.1097/MD.00000000000012770
17. Riedel C. H., Zimmermann P., Jensen-Kondering U., Stinge R., Deuschl G., Jansen O. The importance of size: successful recanalization by intravenous thrombolysis in acute anterior stroke depends on thrombus length. *Stroke.* 2011. Vol. 42, no. 6. P. 1775–1777. DOI: 10.1161/STROKEAHA.110.609693
18. Román L. S., Menon B. K., Blasco J. et al. HERMES collaborators. Imaging features and safety and efficacy of endovascular

- stroke treatment: a meta-analysis of individual patient-level data. *Lancet Neurol.* 2018. Vol. 17, no. 10. P. 895–904. DOI: 10.1016/S1474-4422(18)30242-4
19. Virani S. S., Alonso A., Aparicio H. J. et al. American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Heart Disease and Stroke Statistics-2021 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation.* 2021. Vol. 143, no. 8. P. 254–743. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000950
 20. Wardlaw J. M., Murray V., Berge E., del Zoppo G. J. Thrombolysis for acute ischaemic stroke. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2014. 213 p.

References

1. Akzhigitov R. G., Alekjan B. G., Alferova V. V. et al. Ischemic stroke and transient ischemic attack in adults: clinical guidelines. Moscow: Ministry of Health of the Russian Federation, 2021. 181 p. (In Russ.).
2. Voznyuk I. A., Polushin A. Yu., Belyasnik A. S., Zabiroy S. Sh., Morozova Ye. M. Ultrasound doppler in acute cerebral ischemia. *Effective pharmacotherapy.* 2017;19:20-25. (In Russ.).
3. Kulikov V. P., Shul'gina L. E., Dicheskul M. L., Bepalov A. G., Fedjunina N. G., Zasorin S. V., Timoshenskaja N. V., Horev N. G. Ultrasound diagnostic of vascular diseases. Moscow: Firma STROM, 2015. 508 p. (In Russ.).
4. Bhatia R., Hill M. D., Shobha N., Menon B., Bal S., Kochar P., Watson T., Goyal M., Demchuk A. M. Low rates of acute recanalization with intravenous recombinant tissue plasminogen activator in ischemic stroke: real-world experience and a call for action. *Stroke.* 2010;41(10):2254-2258. DOI: 10.1161/STROKEAHA.110.592535
5. Boulanger M., Lapergue B., Turjman F., Touzé E., Anxionnat R., Bracard S., Piotin M., Gory B. First-line contact aspiration vs stent-retriever thrombectomy in acute ischemic stroke patients with large-artery occlusion in the anterior circulation: Systematic review and meta-analysis. *Interv. Neuroradiol.* 2019;25(3):244-253. DOI: 10.1177/1591019918821074
6. Broderick J. P., Palesch Y. Y., Demchuk A. M. et al. Interventional Management of Stroke (IMS) III Investigators. Endovascular therapy after intravenous t-PA versus t-PA alone for stroke. *N. Engl. J. Med.* 2013;368(10):893-903. DOI: 10.1056/NEJMoa1214300
7. Campbell B. C. V., Majoie C. B. L. M., Albers G. W. et al. HERMES collaborators. Penumbra imaging and functional outcome in patients with anterior circulation ischaemic stroke treated with endovascular thrombectomy versus medical therapy: a meta-analysis of individual patient-level data. *Lancet Neurol.* 2019;18(1):46-55. DOI: 10.1016/S1474-4422(18)30314-4
8. Chang Y. J., Liu C. K., Wu W. P., Wang S. C., Chen W. L., Lin C. M. The prediction of acute ischemic stroke patients' long-term functional outcomes treated with bridging therapy. *BMC Neurol.* 2020;20(1):22. DOI: 10.1186/s12883-020-1610-1
9. Gory B., Lapergue B., Blanc R., Labreuche J. et al. ASTER Trial Investigators. Contact Aspiration Versus Stent Retriever in Patients With Acute Ischemic Stroke With M2 Occlusion in the ASTER Randomized Trial (Contact Aspiration Versus Stent Retriever for Successful Revascularization). *Stroke.* 2018;49(2):461-464. DOI: 10.1161/STROKEAHA.117.019598
10. Jiang S., Peng Y., Jing C. H. et al. Endovascular thrombectomy can be beneficial to acute ischemic stroke patients with large infarcts. *J. Neurosurg.* 2018;1:1-8. DOI: 10.3171/2017.11.JNS171297
11. Kaesmacher J., Kleine J. F. Bridging Therapy with i. v. rtPA in MCA Occlusion Prior to Endovascular Thrombectomy: a Double-Edged Sword? *Clin. Neuroradiol.* 2018;28(1):81-9. <https://doi.org/10.1007/s00062-016-0533-0>

12. Lapergue B., Blanc R., Gory B. et al. ASTER Trial Investigators. Effect of Endovascular Contact Aspiration vs Stent Retriever on Revascularization in Patients With Acute Ischemic Stroke and Large Vessel Occlusion: The ASTER Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2017;318(5):443-452. DOI: 10.1001/jama.2017.9644
13. Logan C., Maingard J., Phan K. et al. Borderline Alberta Stroke Programme Early CT Score Patients with Acute Ischemic Stroke Due to Large Vessel Occlusion May Find Benefit with Endovascular Thrombectomy. *World Neurosurg*. 2018; 110:653-658. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.11.068
14. Maus V., Behme D., Borggrefe J. et al. Carotid Artery Stenosis Contralateral to Acute Tandem Occlusion: An Independent Predictor of Poor Clinical Outcome after Mechanical Thrombectomy with Concomitant Carotid Artery Stenting. *Cerebrovasc. Dis*. 2018;45(1):10-17. DOI: 10.1159/000484719
15. Primiani C. T., Vicente A. C., Brannick M. T. et al. Direct Aspiration versus Stent Retriever Thrombectomy for Acute Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis in 9127 Patients. *J. Stroke. Cerebrovasc. Dis*. 2019;28(5):1329-1337. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.01.034
16. Qin C., Shang K., Xu S. B., Wang W., Zhang Q., Tian D. S. Efficacy and safety of direct aspiration versus stent-retriever for recanalization in acute cerebral infarction: A PRISMA-compliant systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2018;97(41):127-170. DOI: 10.1097/MD.00000000000012770
17. Riedel C. H., Zimmermann P., Jensen-Kondering U., Stingle R., Deuschl G., Jansen O. The importance of size: successful recanalization by intravenous thrombolysis in acute anterior stroke depends on thrombus length. *Stroke*. 2011;42(6):1775-1777. DOI: 10.1161/STROKEAHA.110.609693
18. Román L. S., Menon B. K., Blasco J. et al. HERMES collaborators. Imaging features and safety and efficacy of endovascular stroke treatment: a meta-analysis of individual patient-level data. *Lancet Neurol*. 2018;17(10):895-904. DOI: 10.1016/S1474-4422(18)30242-4
19. Virani S. S., Alonso A., Aparicio H. J. et al. American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Heart Disease and Stroke Statistics-2021 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 2021;143(8):254-743. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000950
20. Wardlaw J. M., Murray V., Berge E., del Zoppo G. J. Thrombolysis for acute ischaemic stroke. *Cochrane Database Syst. Rev*. 2014. 213 p.

Сведения об авторах / Information about the authors

Хадисова Амина Гаджиевна, аспирант кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия.

191015, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41.

+7 (981) 165-76-96.

Вклад автора: концепция и план исследования, сбор и математический анализ данных, подготовка рукописи.

Hadisova Amina Gadzhievna, Postgraduate Student of Radiology Department, North-West State Medical University named after I. I. Mechnikov, Ministry of Healthcare Russia, Saint Petersburg, Russia.

41, Kirochnaya ul., Saint Petersburg, 191015, Russia.

+7 (981) 165-76-96.

Author's contribution: aided in the concept and plan of the study, provided collection and mathematical analysis of data, manuscript preparation.

Захматова Татьяна Владимировна, доктор медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова» Минздрава России, доцент кафедры лучевой диагностики и медицинской визуализации ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия. 191015, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41.

+7 (905) 283-43-65

Вклад автора: концепция и план исследования, утверждение окончательного варианта публикации, принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

Zahmatova Tat'yana Vladimirovna, M. D. Med., Associate Professor of Department Radiology, North-West State Medical University named after I. I. Mechnikov, Almazov National Medical Research Centre, Ministry of Healthcare Russia, Saint Petersburg, Russia.

41, Kirochnaya ul., Saint Petersburg, 191015, Russia.

+7 (905) 283-43-65

Author's contribution: aided in the concept and plan of the study, approval of the final version of the publication, acceptance of responsibility for all aspects of the issue, the integrity of all parts of the article and its final version.

Финансирование исследования и конфликт интересов

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов. Мнения, изложенные в статье, принадлежат авторам рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Research funding and conflict of interest

The study was not funded by any sources. The authors state that this work, its topic, subject and content do not affect competing interests. The opinions expressed in the article belong to the authors of the manuscript. The authors confirm the compliance of their authorship with the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, the preparation of the article, read and approved the final version before publication).

Статья поступила в редакцию 18.07.2023;
одобрена после рецензирования 30.10.2023;
принята к публикации 31.10.2023.

The article was submitted 18.07.2023;
approved after reviewing 30.10.2023;
accepted for publication 31.10.2023.