

© CC BY Коллектив авторов, 2024
УДК 616.831-005.1-036.11-08.019.941
<https://doi.org/10.24884/0042-4625-2024-183-6-64-70>

ВНУТРИСОСУДИСТОЕ ЛЕЧЕНИЕ ОСТРОГО ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА

Д. В. Кандыба^{1, 2}, К. Н. Бабичев^{1, 2*}

¹ Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И. И. Джанелидзе 192242, Россия, Санкт-Петербург, Будапештская ул., д. 3, лит. А

² Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова 194044, Россия, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6

Поступила в редакцию 15.11.2024 г.; принята к печати 20.11.2024 г.

Острый ишемический инсульт является одной из ведущих причин смерти и длительной нетрудоспособности. Долгое время внутривенный тромболитический препарат рекомбинантным активатором плазминогена тканевого типа (rt-PA) был единственным методом лечения пациентов с острым ишемическим инсультом. Однако в настоящее время внутрисосудистые методы лечения позволяют достичь значительно более высоких показателей реканализации и хорошего функционального исхода по сравнению с внутривенной rt-PA у пациентов с ишемическим инсультом вследствие окклюзии крупных церебральных сосудов. В этой статье представлена информация и обсуждается роль внутрисосудистых методов в лечении острого ишемического инсульта.

Ключевые слова: внутрисосудистое лечение, ишемический инсульт, тромбэктомия

Для цитирования: Кандыба Д. В. Бабичев К. Н. Внутрисосудистое лечение острого ишемического инсульта. *Вестник хирургии имени И. И. Грекова.* 2024;183(6):64–70. <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2024-183-6-64-70>.

* **Автор для связи:** Константин Николаевич Бабичев, ГБУ СПб НИИ СП им. И. И. Джанелидзе, 192242, Россия, Санкт-Петербург, Будапештская ул., д. 3, лит. А. E-mail: k_babichev@mail.ru.

CURRENT ENDOVASCULAR TREATMENT OF ACUTE ISCHEMIC STROKE

Dmitriy V. Kandyba^{1, 2}, Konstantin N. Babichev^{1, 2*}

¹ Saint-Petersburg I. I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine 3, Budapeshtskaya str., Saint Petersburg, 192242, Russia

² Military Medical Academy 6, Academica Lebedeva str., Saint Petersburg, 194044, Russia

Received 15.11.2024; accepted 20.11.2024

Acute ischemic stroke is one of the leading causes of death and long-term disability. For a long time, intravenous thrombolysis with recombinant tissue-type plasminogen activator (rt-PA) has been the only method of treating patients with acute ischemic stroke. However, at present, endovascular treatment allows to achieve better revascularization and good functional outcomes compared with intravenous rt-PA in patients with ischemic stroke due to large vessel occlusion. This article provides an update and discusses the role of endovascular therapy in management of acute ischemic stroke

Keywords: endovascular treatment, ischemic stroke, thrombectomy

For citation: Kandyba D. V., Babichev K. N. Current endovascular treatment of acute ischemic stroke. *Grekov's Bulletin of Surgery.* 2024;183(6):64–70. (In Russ.). DOI: 10.24884/0042-4625-2024-183-6-64-70.

* **Corresponding author:** Konstantin N. Babichev, Saint-Petersburg I. I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, 3, Budapeshtskaya str., Saint Petersburg, 192242, Russia. E-mail: k_babichev@mail.ru.

Введение. Острое нарушение мозгового кровообращения является одной из ведущих причин инвалидизации и смертности в мире [1]. Учитывая увеличение продолжительности жизни населения, можно ожидать возрастание значимости лечения инсульта [2]. Профилактика ишемического инсульта (ИИ) является основным способом уменьшить заболеваемость. Однако в случае уже свершившегося события внутрисосудистые методы тромболектомии (ВСТЭ) позволяют восстановить кровоток в интракраниальном русле, тем самым уменьшив выраженность или добиться полного регресса неврологического дефицита.

В данной статье освещены вопросы лечения пациентов с ишемическим инсультом посредством внутрисосудистых методов. Обсуждены особенности отбора больных на ВСТЭ с учетом временных рамок, данных методов нейровизуализации и локализации окклюзии.

История вопроса. Попытки внутрисосудистого лечения ИИ предпринимались еще в 80-х гг. прошлого столетия. Стоит отметить, что это даже раньше, чем применение внутривенного тромболитика. Так, Н. Zeumer в 1976 г. представил серию клинических случаев внутриартериального локального тромболитика при окклюзии основной артерии [3]. Применение метода позволило восстановить проходимость артерии и снизить летальность, что на тот момент являлось огромным успехом. В дальнейшем ВСТЭ ушли на второй план в лечении ИИ, что в первую очередь обусловлено отсутствием подходящего инструментария. В связи с этим единственным методом в лечении ИИ на долгие годы стал внутривенный тромболитик.

Однако внутривенная тромболитическая терапия (ВТТ) имеет достаточно большое количество ограничений. В первую очередь это временной фактор, ограниченный 4,5 часами от момента развития симптоматики. При этом менее 5 % пациентов поступают в стационар в первые 4,5 часа от манифестации заболевания. Также эффективность ВТТ снижается при увеличении размеров тромба: при окклюзии М-1 сегмента средней мозговой артерии (СМА) возможность реканализации не превышает 18 % [4]. Это обусловлено приложением места тромболитика к проксимальной и (при хороших коллатеральных) дистальной поверхностям тромба. В связи с этим, чтобы потенцировать действие тромболитика, стали предприниматься попытки локального интраартериального введения тромболитика непосредственно в тромб.

Основываясь на ряде успешных публикаций, были инициированы два рандомизированных исследования Prolyse in Acute Cerebral Thromboembolism (PROACT I) и PROACT (PROACT II) для оценки интраартериального применения проурокиназы при окклюзии М-1 сегмента СМА [5]. Согласно результатам исследований отмечено, что

интраартериальный тромболитик (ИАТ) позволяет добиться реканализации в 66 % случаев (при ВТЛ – 18 %) и достичь хороших функциональных исходов в 40 % наблюдений (в сравнении с 25 % при стандартной терапии). Таким образом, ИАТ является первым доказанным методом внутрисосудистого лечения ишемического инсульта.

Параллельно развивались методы интервенционного лечения сосудистой патологии головного мозга, в первую очередь аневризм. Как и в любой хирургии, отмечались осложнения, связанные с эмболизацией, среди которых следует выделить выпадение из купола аневризмы и последующую миграцию микроспиралей. Именно для разрешения таких ситуаций было разработано устройство, предназначенное для удаления инородных тел Merci Retriever (Concentric Medical, Mountain View, USA). В дальнейшем Merci Retriever применили для удаления тромбов при ИИ, и через некоторое время оно стало первым устройством, одобренным FDA для лечения ишемического инсульта помимо ВТТ. Вторым механическим устройством, одобренным FDA для лечения ИИ, стала аспирационная система – Penumbra System™ (Penumbra, Inc., San Leandro, CA). В отличие от Merci Retriever, которая раскрывалась за тромбом и вытягивала его, аспирационная система дефрагментировала и всасывала тромб в катетер, действуя с проксимальной поверхности.

Таким образом, к 2008 г. сформировалась концепция удаления тромботических масс из церебральных артерий с использованием двух методов: тромбэкстракции и аспирации. Данная концепция сохраняется и в настоящее время.

Тромбэкстракция тромбов получила дальнейшее развитие с использованием самораскрывающихся стентов. Впервые для этого был использован стент Solitaire stent (ev3, Plymouth, USA), который можно полностью раскрыть, не отделяя его от системы доставки. Данная технология, применение неотделяемых стентов для удаления тромбов, привело к разработке большого количества стент-ретриверов различных производителей и послужило эпохальным событием в лечении ИИ.

Доказательная база. Несмотря на развитие инструментария (о чем описано выше), ВСТЭ долгое время не имело доказательной базы, однозначно демонстрирующей ее эффективность в сравнении с ВТТ. Так, в 2013 г. были опубликованы результаты трех исследований с применением ИАТ или устройств для механической тромболектомии: The Interventional Management of Stroke III (IMS III), Magnetic Resonance and Recanalization of Stroke Clots Using Embolectomy (MR RESCUE) и Local versus Systemic Thrombolysis for Acute Ischemic Stroke (SYNTHESIS EXPANSION). Согласно опубликованным данным, ВСТЭ не имела преимуществ по сравнению с ВТТ. Однако, учитывая недостатки проведенных исследований, среди которых следу-

ет выделить: использование устаревших поколений устройств/стент-ретриверов и недостаточность данных о локализации окклюзии, были инициированы дополнительные исследования, сравнивающие ВСТЭ и ВТТ. Результаты исследований MR CLEAN, SWIFT PRIME, EXTEND-IA, REVASCAT, ESCAPE однозначно показали преимущество ВСТЭ с применением стент-ретриверов нового поколения в лечении пациентов с окклюзией крупной церебральной артерии передней циркуляции (каротидного бассейна) [7–10]. Это изменило парадигму лечения пациентов с ИИ и привело к добавлению в American Heart Association (AHA)/American Stroke Association guidelines в 2015 г. рекомендации об использовании внутрисосудистых методов лечения при окклюзии крупных церебральных артерий [11]. Чуть позже метаанализ HERMES (Highly Effective Reperfusion Evaluated in Multiple Endovascular Stroke Trials), включивший в себя 1,287 пациентов, еще раз продемонстрировал преимущество ВСТЭ над тромболитической терапией в достижении хороших функциональных исходов через 90 дней после инсульта. Так, в группе внутрисосудистого лечения хорошие результаты лечения (mRs 0–2) отмечены в 46 % случаев в сравнении с 26,5 % в группе медикаментозной терапии (OR: 2,35; 95 % CI: 1,85 to 2,98; $p < 0,0001$) [4]. Эти результаты еще раз подчеркнули преимущество эндоваскулярного лечения острого ишемического инсульта при окклюзии крупных сосудов переднего отдела кровообращения по сравнению с медикаментозным лечением и помогли проложить путь к установлению эндоваскулярной терапии в качестве стандарта лечения острого ишемического инсульта у избранной популяции пациентов.

Таким образом, на основании данных исследований в настоящее время рекомендуется выполнение ВСТЭ при верифицированной окклюзии крупной интракраниальной артерии в каротидной системе (BCA, CMA M1-M2, ПМА A1) в течение 6 часов от момента манифестации заболевания при очаге ишемии менее $\frac{1}{3}$ бассейна CMA (ASPECTS \geq 6) [6]. На *рис. 1* представлен клинический пример применения ВСТЭ у пациента в первые 6 часов от начала заболевания без ранних признаков ишемии в бассейне CMA.

Несмотря на прогресс в лечении ИИ, оставалось множество нерешенных вопросов, что делать за пределами 6 часов или при большом очаге ишемии, когда стоит лечить пациентов с малым неврологическим дефицитом, что делать при окклюзии артерий среднего и малого калибра, роль эндоваскулярных технологий при окклюзии вертебробазилярного бассейна.

Нейровизуализация. Во многом ответ на поставленные вопросы нашли в соотношении патогенеза развития ИИ и данных методов нейровизуализации, в первую очередь перфузионных

методов. Как правило, пациентам, поступающим в стационар с подозрением на ИИ, выполняется бесконтрастная КТ головного мозга или, в более редких случаях, МРТ с целью исключить кровоизлияние и определить обширность ишемических изменений. КТ головного мозга – быстрый и эффективный метод отбора больных для ВСТЭ. Для этого используется 10-балльная шкала The Alberta Stroke Program Early CT Score (ASPECTS). Дополнение бесконтрастной КТ ангиографическими данными (КТ-ангиографией) позволяет определить локализацию окклюзии, доступность для эндоваскулярного вмешательства. Однако ни бесконтрастная КТ головного мозга, ни КТ-ангиография не позволяют судить об ядре ишемии, размеры которого в конечном счете и определяет исход лечения. Оценка размеров/объема ядра ишемии, зоны пенумбры (ишемической полутени) позволяет отбирать пациентов за пределами терапевтического окна (более 6 часов). С целью их оценки необходимо выполнять КТ или МР-перфузионные исследования с последующим обходом церебрального кровотока и зоны несоответствия (mismatch), которые определяют показания к реперфузии. Так, целевыми показателями перфузионно-диффузионного несоответствия являются соотношение ядра ишемии и пенумбры $>1,8$ и rBF (relative blood flow) – объем мозговой ткани со снижением кровотока менее 40 % от должного (ядро ишемии).

Учитывая факт вариабельности скорости развития зоны инфаркта, была предложена возможность лечения пациентов за пределами 6 часов от момента манифестации заболевания. В 2018 г. опубликованы два рандомизированных исследования: DAWN (DWI or CTP Assessment with Clinical Mismatch in the Trage of Wake-Up and Late Presenting Strokes Undergoing Neurointervention with Trevo) [12] и DEFUSE 3 (The Endovascular Therapy Following Imaging Evaluation for Ischemic Stroke) [13], оценивавших результаты ВСТЭ в пределах 6–24 и 6–16 часов соответственно. Исследования несколько отличались между собой по критериям включения. В исследовании DAWN использовался принцип несоответствия клиники и ядра ишемии (распределение осуществлялось по тяжести неврологического дефицита и объему зоны инфаркта), а в DEFUSE-3 использовался принцип перфузионного несоответствия и учитывалась максимальная зона ядра ишемии. Тем не менее, оба исследования достоверно показали преимущества ВСТЭ в достижении хороших функциональных исходов над ТЛТ: mRS score 0–2, 49 % vs 13 %; [95 % CI, 21–44] и 44,6 % versus 16,7 %; [95 % CI, 1,60–4,48] для DAWN и DEFUSE-3 соответственно.

Таким образом, в настоящее время возможно применение ВСТЭ в каротидном бассейне у пациентов с дебютом ОНМК во время сна или за 6–24 часа до поступления с объемом ядра ишемии

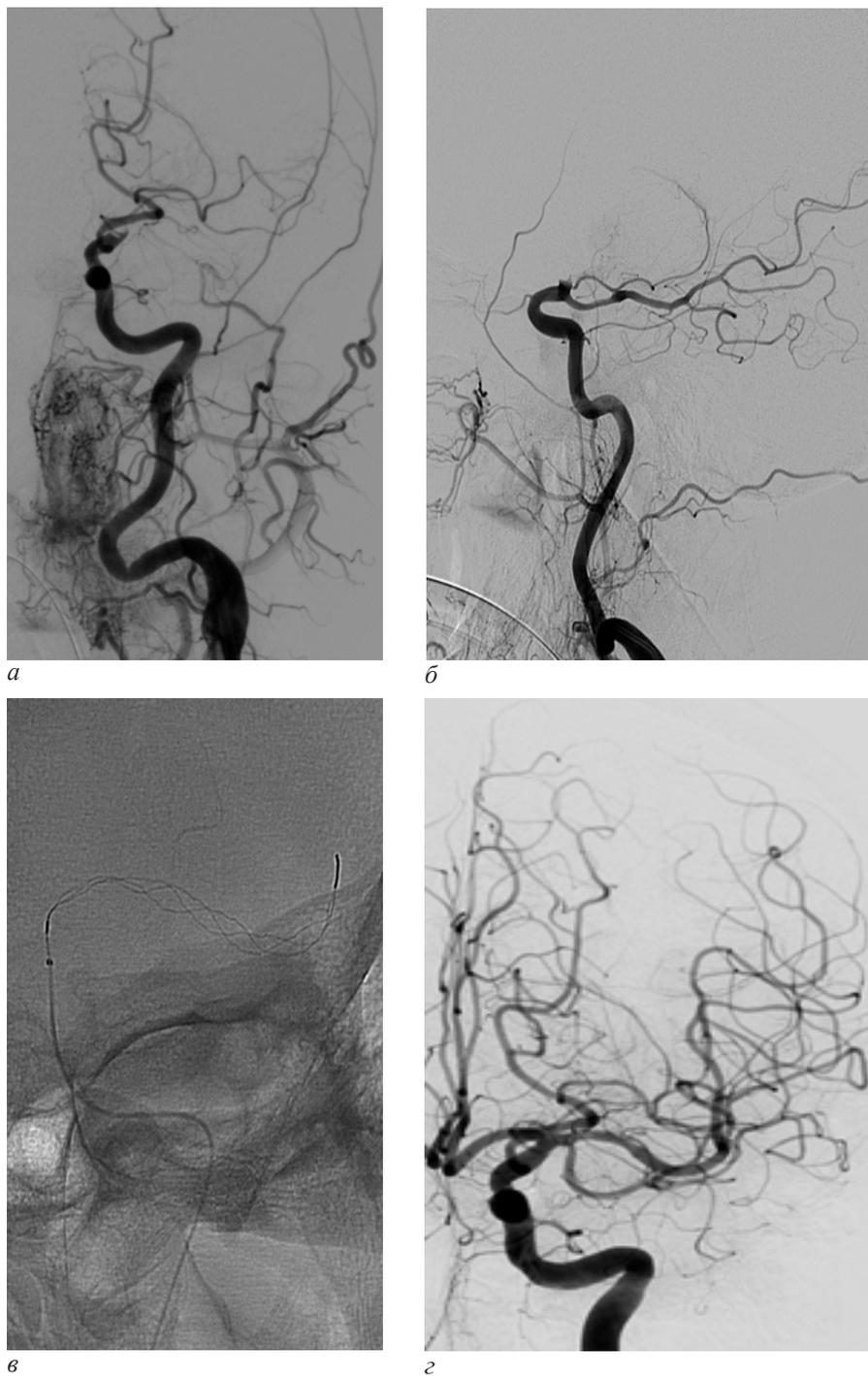


Рис. 1. Пример внутрисосудистой тромболэктомии при окклюзии левой внутренней сонной артерии: а, б – окклюзия супраклиноидного сегмента левой ВСА; в – раскрытый стент-ретривер в левой средней мозговой артерии; г – результат операции. Полное восстановление перфузии в ранее окклюзированной бассейне

Fig. 1. The example of intravascular thrombolysis with occlusion of the left internal carotid artery: а, б – occlusion of the supraclinoid segment of the left ICA; в – the open stent retriever in the left middle cerebral artery; г – the operation result. Complete restoration of perfusion in the previously occluded territory

менее 50–70 см³. На рис. 2 представлен клинический пример применения ВСТЭ за пределами 6 часов от начала заболевания.

Окклюзия вертебробазилярного бассейна. Если ВСТЭ при окклюзии передней циркуляции – давно доказанный и самостоятельный метод, то при окклюзии ВББ долгое время были дис-

куссии о пользе и необходимости применения эндоваскулярных методов. Основным ограничивающим фактором являлась большая летальность в группе хирургического лечения, что ставило под сомнение целесообразность применения ВСТЭ. Хотя, казалось бы, летальность при стандартной терапии была не меньше. Тем не менее, доказательной базы

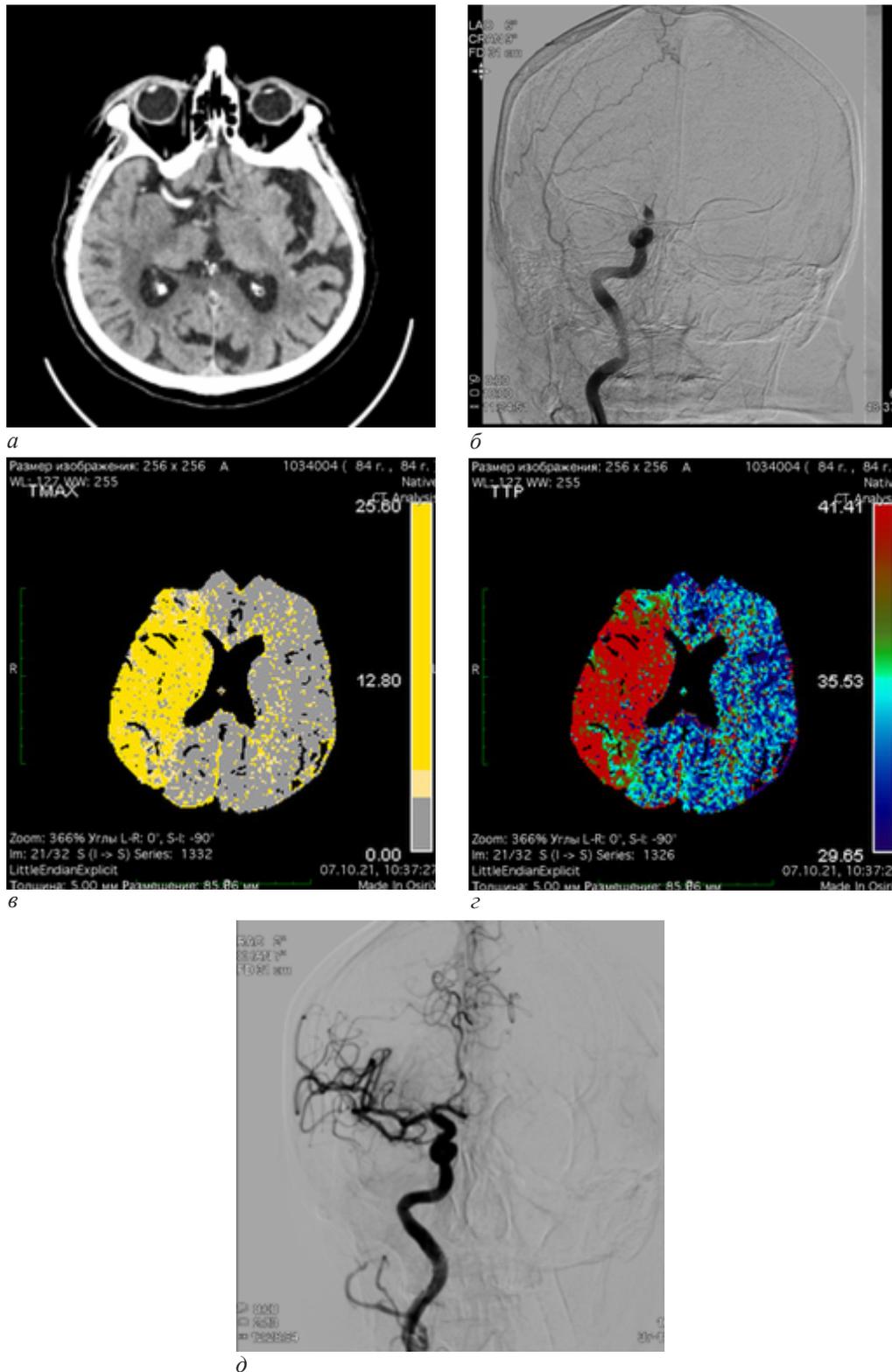


Рис. 2. Пример выполнения ВСТЭ у пациента с острым ишемическим инсультом через 10 часов от манифестации заболевания: а – данные нативной КТ головного мозга, при которой определяется протяженная окклюзия правой внутренней сонной и средней мозговой артерий; б – данные селективной церебральной ангиографии. Отсутствие контрастирования ВСА дистальнее офтальмического сегмента; в, г – данные КТ-перфузии, при которой определяется обширная зона ишемической полутени, без сформированного ядра ишемии; д – результат ВСТЭ с восстановлением проходимости по правым ВСА и СМА

Fig. 2. The example of performing intravascular thrombectomy in the patient with acute ischemic stroke 10 hours after the manifestation of the disease: а – data from a native CT scan of the brain, which determines the extended occlusion of the right internal carotid and middle cerebral arteries; б – data from selective cerebral angiography. Absence of contrast of the ICA distal to the ophthalmic segment; в, г – CT perfusion data, in which the extensive zone of ischemic penumbra is determined, without the formed ischemic nucleus; д – the result of intravascular thrombectomy with restoration of patency along the right ICA and MCA

долгое время не существовало. Так, по данным исследования BASIC (Basilar Artery International Cooperation Study), внутрисосудистые методы лечения не имели преимуществ перед ТЛТ [15]. Однако данное исследование было проведено в 2007 г., когда внутрисосудистые методы лечения ИИ только формировались. Повторное исследование BASICS, опубликованное уже в 2021 г., также не выявило различий между ВСТЭ и ТЛТ: mRs 0–3 – 44,2 % при ВСТЭ и 37,7 % в контрольной группе RR, 1,18; 95 % CI, 0,92–1,50; P=0,19. Но данное исследование за методологические ошибки подверглось критике: 79 % пациентов из хирургической группы включены ретроспективно. В отличие от вышеперечисленных исследований 4 исследования: BEST (2017), BASILAR (2019), ATTENTION (2022), ВАОСНЕ (2022) однозначно показали преимущество внутрисосудистого лечения по сравнению с ВТЛ [15–19].

Таким образом, в настоящее время ВСТЭ рекомендована для пациентов с окклюзией основной артерии или интракраниального сегмента позвоночной артерии в срок до 24 часов.

Перспективы и нерешенные вопросы. Несмотря на прогресс в лечении ИИ, остается много нерешенных вопросов: необходимость ВСТЭ из дистальных отделов церебральных артерии; операции за пределами уже 24 часов от манифестации заболевания; выполнение ВСТЭ минуя КТ (транспортируя пациентов сразу в операционную). Помимо этого, совершенствуются методы тромбэктомии с увеличением числа комбинированных вмешательств: стент-ретриверов и аспирационных катетеров одновременно. Стоит ожидать дальнейшего развития метода с внедрением новых технологий как нейровизуализации, так и инструментария.

Заключение. Внутрисосудистое лечение острого ишемического инсульта является доказанным и эффективным методом лечения в течение 24 часов от момента дебюта заболевания.

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Соответствие нормам этики

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе. Подробная информация содержится в Правилах для авторов.

Compliance with ethical principles

The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary, and the rules of treatment of animals when they are used in the study. Author Guidelines contains the detailed information.

ЛИТЕРАТУРА

- Benjamin E. J., Muntner P., Alonso A. et al. American heart association council on epidemiology and prevention statistics committee and stroke statistics subcommittee. Heart Disease and Stroke Statistics-2019 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 2019. Vol. 139, № 10. P. e56–e528.
- Roth G. A., Forouzanfar M. H., Moran A. E. et al. Demographic and epidemiologic drivers of global cardiovascular mortality. *N Engl J Med*. 2015. Vol. 372, № 14. P. 1333–41. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1406656>.
- Zeumer H., Hacke W., Ringelstein E. B. Local intraarterial thrombolysis in vertebrobasilar thromboembolic disease. *AJNR Am J Neuroradiol*. 1983. Vol. 4, № 3. P. 401–404. PMID: 641075.
- Alexandrov A. V., Molina C. A., Grotta J. C. et al. Ultrasound-enhanced systemic thrombolysis for acute ischemic stroke. *N Engl J Med*. 2004. Vol. 351. P. 2170–2178. <https://doi.org/10.1056/nejmoa041175>.
- Furlan A., Higashida R., Wechsler L. et al. Intra-arterial prourokinase for acute ischemic stroke. The PROACT II study: a randomized controlled trial. *Prolyse in Acute Cerebral Thromboembolism*. *JAMA*. 1999. Vol. 282, № 21. P. 2003–11.
- Ишемический инсульт и транзиторная ишемическая атака у взрослых. Клинические рекомендации. 2021 г.
- Jovin T. G., Chamorro A., Cobo E. et al. Thrombectomy within 8 hours after symptom onset in ischemic stroke. *N Engl J Med*. 2015. Vol. 372. P. 2296–2306.
- Saver J. L., Goyal M., Bonafe A. et al. Stent-retriever thrombectomy after intravenous t-PA vs. t-PA alone in stroke. *N Engl J Med*. 2015. Vol. 372. P. 2285–2295.
- Goyal M., Demchuk A. M., Menon B. K. et al. Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke. *N Engl J Med*. 2015. Vol. 372. P. 1019–1030.
- Berkhemer O. A., Fransen P. S., Beumer D. et al. A randomized trial of intraarterial treatment for acute ischemic stroke. *N Engl J Med*. 2015. Vol. 372. P. 11–20.
- 2015 AHA/ASA Focused Update of the 2013 Guidelines for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke Regarding Endovascular Treatment. A Guideline for Healthcare Professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2015. Vol. 46. P. 000-000.
- Nogueira R. G., Jadhav A. P., Haussen D. C. et al. Thrombectomy 6 to 24 Hours after Stroke with a Mismatch between Deficit and Infarct. *N Engl J Med*. 2018. Vol. 378, № 1. P. 11–21. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1706442>.
- Albers G. W., Marks M. P., Kemp S. et al. Thrombectomy for stroke with perfusion imaging selection at 6–16 hours. *N Engl J Med*. 2018. Vol. 378. P. 708–18. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1713973>.
- Campbell B. C., Mitchell P. J., Kleinig T. J. et al. Endovascular therapy for ischemic stroke with perfusion-imaging selection. *N Engl J Med*. 2015. Vol. 372. P. 1009–1018.
- Schonewille W. J., Wijman C. A. C., Michel P. et al. Treatment and outcomes of acute basilar artery occlusion in the Basilar Artery International Cooperation Study (BASICS): a prospective registry study. *Lancet Neurol*. 2009. Vol. 8. P. 724–730. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(09\)70173-5](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(09)70173-5).
- Liu X., Dai Q., Ye R. et al. Endovascular treatment versus standard medical treatment for vertebrobasilar artery occlusion (BEST): an open-label, randomised controlled trial. *Lancet Neurol*. 2020. Vol. 19. P. 115–122. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(19\)30395-3](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(19)30395-3).
- Tao C., Nogueira R. G., Zhu Y. et al. Trial of Endovascular Treatment of Acute Basilar-Artery Occlusion. *N Engl J Med*. 2022. Vol. 387, № 15. P. 1361–1372. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2206317>.
- Jovin T. G., Li C., Wu L. et al. Trial of Thrombectomy 6 to 24 Hours after Stroke Due to Basilar-Artery Occlusion. *N Engl J Med*. 2022. Vol. 387, № 15. P. 1373–1384. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2207576>.
- Langezaal L. C. M., van der Hoeven E. J. R. J., Mont'Alverne F. J. A. et al. Endovascular Therapy for Stroke Due to Basilar-Artery Occlusion. *N Engl J Med*. 2021. Vol. 384, № 20. P. 1910–1920. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2030297>.

REFERENCES

- Benjamin E. J., Muntner P., Alonso A. et al. American heart association council on epidemiology and prevention statistics committee and stroke statistics subcommittee. Heart Disease and Stroke Statistics-2019

- Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 2019;139(10):e56–e528.
2. Roth G. A., Forouzanfar M. H., Moran A. E. et al. Demographic and epidemiologic drivers of global cardiovascular mortality. *N Engl J Med*. 2015;372(14):1333–41. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1406656>.
 3. Zeumer H., Hacke W., Ringelstein E. B. Local intraarterial thrombolysis in vertebrobasilar thromboembolic disease. *AJNR Am J Neuroradiol*. 1983;4(3):401–404. PMID: 641075.
 4. Alexandrov A. V., Molina C. A., Grotta J. C. et al. Ultrasound-enhanced systemic thrombolysis for acute ischemic stroke. *N Engl J Med*. 2004; 351:2170–2178. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa041175>.
 5. Furlan A., Higashida R., Wechsler L. et al. Intra-arterial prourokinase for acute ischemic stroke. The PROACT II study: a randomized controlled trial. *Prolyse in Acute Cerebral Thromboembolism*. *JAMA*. 1999;282(21):2003–11.
 6. Ischemic stroke and transient ischemic attack in adults. Clinical recommendations. 2021 г. (In russ.).
 7. Jovin T. G., Chamorro A., Cobo E. et al. Thrombectomy within 8 hours after symptom onset in ischemic stroke. *N Engl J Med*. 2015;372:2296–2306.
 8. Saver J. L., Goyal M., Bonafe A. et al. Stent-retriever thrombectomy after intravenous t-PA vs. t-PA alone in stroke. *N Engl J Med*. 2015; 372:2285–2295.
 9. Goyal M., Demchuk A. M., Menon B. K. et al. Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke. *N Engl J Med*. 2015;372:1019–1030.
 10. Berkhemer O. A., Fransen P. S., Beumer D. et al. A randomized trial of intraarterial treatment for acute ischemic stroke. *N Engl J Med*. 2015;372:11–20.
 11. 2015 AHA/ASA Focused Update of the 2013 Guidelines for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke Regarding Endovascular Treatment. A Guideline for Healthcare Professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2015;46:000-000.
 12. Nogueira R. G., Jadhav A. P., Haussen D. C. et al. Thrombectomy 6 to 24 Hours after Stroke with a Mismatch between Deficit and Infarct. *N Engl J Med*. 2018;378(1):11–21. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1706442>.
 13. Albers G. W., Marks M. P., Kemp S. et al. Thrombectomy for stroke with perfusion imaging selection at 6–16 hours. *N Engl J Med*. 2018;378:708–18. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1713973>.
 14. Campbell B. C., Mitchell P. J., Kleinig T. J. et al. Endovascular therapy for ischemic stroke with perfusion-imaging selection. *N Engl J Med*. 2015;372:1009–1018.
 15. Schonewille W. J., Wijman C. A. C., Michel P. et al. Treatment and outcomes of acute basilar artery occlusion in the Basilar Artery International Cooperation Study (BASICS): a prospective registry study. *Lancet Neurol*. 2009;8:724–730. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(09\)70173-5](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(09)70173-5).
 16. Liu X., Dai Q., Ye R. et al. Endovascular treatment versus standard medical treatment for vertebrobasilar artery occlusion (BEST): an open-label, randomised controlled trial. *Lancet Neurol*. 2020;19:115–122. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(19\)30395-3](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(19)30395-3).
 17. Tao C., Nogueira R. G., Zhu Y. et al. Trial of Endovascular Treatment of Acute Basilar-Artery Occlusion. *N Engl J Med*. 2022;387(15):1361–1372. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2206317>.
 18. Jovin T. G., Li C., Wu L. et al. Trial of Thrombectomy 6 to 24 Hours after Stroke Due to Basilar-Artery Occlusion. *N Engl J Med*. 2022; 387(15):1373–1384. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2207576>.
 19. Langezaal L. C. M., van der Hoeven E. J. R. J., Mont'Alverne F. J. A. et al. Endovascular Therapy for Stroke Due to Basilar-Artery Occlusion. *N Engl J Med*. 2021;384(20):1910–1920. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2030297>.

Информация об авторах:

Кандыба Дмитрий Вячеславович, кандидат медицинских наук, главный врач, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И. И. Джанелидзе (Санкт-Петербург, Россия), ассистент кафедры нейрохирургии, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0002-9715-5505; **Бабичев Константин Николаевич**, младший научный сотрудник, врач, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И. И. Джанелидзе (Санкт-Петербург, Россия), нейрохирург, клиника нейрохирургии, Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0002-4797-2937.

Information about authors:

Kandyba Dmitriy V., Cand. of Sci. (Med.), Chief Physician, Saint-Petersburg I. I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine (Saint Petersburg, Russia), Assistant of the Department of Neurosurgery, Military Medical Academy (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0002-9715-5505; **Babichev Konstantin N.**, Junior Research Fellow, Doctor, Saint-Petersburg I. I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine (Saint Petersburg, Russia), Neurosurgeon, Neurosurgery Clinic, Military Medical Academy (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0002-4797-2937.