

УДК 616.831-005.4-073.756.8-07
МРНТИ 76.29.62
DOI: 10.53065/kaznmu.2024.71.4.007

Поступил в редакцию: 17.10.2024
Принято к публикации: 17.12.2024

ПЕРФУЗИОННАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ОСТРОГО ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Ж.Ж. ЖОЛДЫБАЙ¹, Ж.К. ЖАКЕНОВА¹, А.С. АЙНАКУЛОВА¹,
Ж.Б. АМАНКУЛОВА¹, А.А. МУСТАПАЕВА¹, Ю.Т. ДАУТОВА¹, Е.Н. АБДИДИН^{1,2},
З.Д. КУРАКБАЕВА^{1,2}, А.Н. АХМУЛЬДИНОВА^{1,2}, А.А. ХАЙРАМОВА¹,
Ж.Т. ЖАРКИНБЕКОВА¹, З.С. ЮСУПОВА¹, У.С. ТУЛЕНДЫ¹, Н.Э. КАТТАБЕК¹,
Е.А. КОПЖАСАР¹, А.Ы. МОЛДАЕЛИЕВА¹, М.П. АБУБАКИРОВА¹

¹ НАО «Казахский национальный медицинский университет имени С.Д. Асфендиярова», г. Алматы, Казахстан

² Алматинская многопрофильная клиническая больница, г. Алматы, Казахстан

Аннотация

Наиболее актуальным методом оценки мозгового кровотока в настоящее время представляется КТ-перфузия (КТП). КТП расширяет значение рентгеновской компьютерной томографии в диагностике ишемического инсульта. КТ-перфузия сегодня становится клинически доступным методом исследования пациентов с подозрением на острое нарушение мозгового кровообращения и предоставляет функциональные данные о мозговом кровотоке, что позволяет принимать решения о лечении для конкретного пациента.

Целью исследования является рассмотрение текущего состояния доказательств, лежащих в основе различных парадигм визуализации для диагностики и лечения острого ишемического инсульта, включая текущие рекомендации из научных исследований и крупных обзоров. Мы также рассматриваем последние достижения в области нейровизуализации и текущие испытания в ключевых терапевтических областях, а также критерии выбора визуализации, чтобы информировать о возможных будущих подходах к использованию нейровизуализации для диагностики инсульта и принятия решений о лечении.

Ключевые слова: КТ-нейроперфузия, ишемический инсульт.

Введение. По данным международного проекта по изучению глобального бремени заболеваний (Global Burden of Diseases) в 2019 году в мире было зарегистрировано 7,63 миллионов случаев ишемического инсульта, из которых 3,29 миллионов (43%) привели к летальному исходу [1]. Наиболее актуальным методом оценки мозгового кровотока в настоящее время представляется КТ-перфузия (КТП). КТП расширяет значение рентгеновской компьютерной томографии в диагностике ишемического инсульта [2]. В настоящее время протокол КТП является стандартным для большинства современных аппаратов ведущих производителей визуализационной техники, установленных в крупных стационарах Республики Казахстан.

КТ головного мозга является наиболее широко используемым методом визуализации для острого ишемического инсульта и дополняется КТА и КТП [4]. КТП – это метод динамической четырехмерной визуализации (трехмерные объемы, полученные в течение примерно 1 минуты), при котором мозговой кровотоки

количественно оценивается путем отслеживания прохождения болюса внутривенного контраста с помощью серийной визуализации головного мозга [5]. Для диагностики и оценки острого ишемического инсульта стандартный метод основан на суммировании полученных срезов КТ-перфузии по временной оси для создания карт, которые показывают различные гемодинамические параметры [4-5]. КТ-перфузия сегодня становится клинически доступным методом исследования пациентов с подозрением на острое нарушение мозгового кровообращения и предоставляет функциональные данные о мозговом кровотоке, что позволяет принимать решения о лечении для конкретного пациента [6].

Кроме того, КТА и КТП могут дать важную диагностическую, этиологическую, а также прогностическую информацию у пациентов с острым ишемическим инсультом. КТА дает возможность определить наличие внутричерепной окклюзии, оценить лептоменингеальное коллатеральное кровообращение и визуализировать эндovasкулярный доступ через шейные артерии. КТП применяется для получения показателей перфузии головного мозга и для дифференциации обратимой ишемии (пенумбры) от необратимо поврежденного ядра инфаркта головного мозга [7]. Методы нейровизуализации при остром ишемическом инсульте развиваются с такими ключевыми целями, как обнаружение кровотечения, улучшение выбора лечения, обнаружение артериальной окклюзии, оценка ядра инфаркта и оценка жизнеспособной пенумбры [8].

Учитывая растущее бремя ишемического инсульта в мире и нашей стране, оснащение крупных стационаров КТ-нейровизуализационной техникой для его диагностики, активное участие врачей радиологов в выявлении данной патологии, целью нашего исследования является рассмотрение текущего состояния доказательств, лежащих в основе различных парадигм визуализации для диагностики и лечения острого ишемического инсульта, включая текущие рекомендации из научных исследований и крупных обзоров. Мы также рассматриваем последние достижения в области нейровизуализации и текущие испытания в ключевых терапевтических областях, а также критерии выбора визуализации, чтобы информировать о возможных будущих подходах к использованию нейровизуализации для диагностики инсульта и принятия решений о лечении.

Многими исследователями высказано предположение, что карты перфузии тканей головного мозга, полученные на основе КТП, улучшают обнаружение окклюзии сосудов у пациентов с острым ишемическим инсультом, если их использовать в дополнение к КТА и нативной КТ головного мозга [9-11]. G. Bathla с соавт (2022), изучая тяжесть оценки окклюзии средней мозговой артерии на КТА, пришли к выводу, что дополнительный просмотр карт перфузии повышает точность обнаружения окклюзии крупных сосудов на КТА и сокращает время их интерпретации [10]. К таким же выводам пришли Marinus J Beck с соавт., которыми при описании 110 пациентов на наличие или отсутствие окклюзии внутричерепных артериальных сосудов, сделан вывод, что эффективность обнаружения окклюзии внутричерепных сосудов на КТА была улучшена благодаря наличию карт перфузии [12]. Несколько исследований показали, что добавление КТП к КТ без контрастного усиления и КТА повышает чувствительность обнаружения артериальной окклюзии головного мозга [9-11]. При этом прирост чувствительности от добавления КТП составлял от 0 до 20%, – в зависимости от опыта нейрорадиолога и места окклюзии [9,12]. Кроме этого, КТП является наиболее быстрым, адаптированным к неотложной диагностике сосудистой патологии головного мозга методом исследования [5,13]. Однако есть опубликованные результаты исследований, которые показали, что сочетание КТА с КТП обеспечивает диагностическую точность и

качество изображения острого ишемического инсульта, аналогичные традиционной КТА [14].

По данным Zhou Z. с соавт. (2023), лучшая точность диагностики ишемического инсульта достигается с помощью КТП, совокупная чувствительность которой составляет 82% (95% ДИ 75–88) и специфичность 96% (95% ДИ 89–99). Чувствительность снижается при диагностике инсульта задней циркуляции до 76% (70–81), а специфичность – до 93% (87–97) [15]. Несколько исследовательских групп отмечают, что проведение мультимодального КТ-исследования в острой фазе у пациентов с подозрением на инсульт имеет множество преимуществ, по сравнению с МРТ. Во-первых, мультимодальное КТ-обследование позволяет исключить инсульт, во-вторых, результаты важны для стратегии лечения и прогноза течения заболевания [3,17,18].

По данным Koorman M.S. с соавт. (2024) КТП в первую очередь рассматривается для отбора пациентов для эндоваскулярного лечения (ЭВЛ) [9]. Такое утверждение совпадает с мнением других авторов, пришедших к выводу, что точная и надежная количественная оценка ядра инфаркта на картах перфузии имеет решающее значение при отборе пациентов для реперфузионной терапии, улучшает прогноз пациентов с острым ишемическим инсультом и позволяет направлять пациентов на лечение вне «терапевтического окна» для проведения внутривенного тромболизиса (ЭВТ) или механической тромбэктомии (МТ) [3,5,18].

N. Haranhalli с соавт. (2019) выявили, что некоторые параметры КТП являются независимыми предикторами функционального результата у пациентов с острым ишемическим инсультом и имеют потенциал для выявления тех пациентов, которые с наибольшей вероятностью получают пользу от реперфузионной терапии при лечении инфаркта головного мозга [19]. Восстановление функциональной активности головного мозга после проведения ЭВТ в позднем «терапевтическом окне» по поводу инсульта не наблюдалось чаще у пациентов, отобранных для эндоваскулярного лечения с помощью КТП, по сравнению с пациентами, отобранными только с помощью нативной КТ головного мозга. Однако, у пациентов, отобранных для ЭВТ по результатам КТП, смертность была ниже по сравнению с пациентами, которым была проведена только нативная КТ головного мозга [20,21].

Václavík D.V. с соавт. (2022) выявили, что в пределах временного интервала до 4,5 часов («терапевтическое окно») от начала симптомов инсульта для применения системного тромболизиса и до 6 часов – для механической тромбэктомии, проведение нативной КТ головного мозга считается достаточным для оценки имеющихся изменений, но предпочтительно применение нативной КТ с использованием шкалы ASPECTS и КТА, чтобы определить показания к реканализирующей терапии [3]. Так, по данным Hoving J.W. с соавт. (2023) у пациентов с ограниченным объемом ишемического ядра на картах перфузии, поступивших в течение 4,5 часов от начала появления симптомов инсульта, проведение КТП не изменило статистически значимого эффекта от проведенного лечения [22]. Применение КТП, позволяющей дифференцировать ядро инфаркта от пенумбры, заключается, прежде всего, в расширении возможностей лечения пациентов с помощью системного тромболизиса или эндоваскулярной терапии. К этим группам пациентов относятся: пациенты с инсультом после пробуждения, пациенты, у которых время начала возникновения инфаркта головного мозга неизвестно, и пациенты, которые поступили позже 4,5 часов от начала появления симптомов [23].

Несколькими исследователями получены результаты, когда в группе пациентов с острым ишемическим инсультом, которым проводилась КТП, наблюдалось достоверное снижение смертности (OR = 0,75; 95% ДИ 0,59–0,74) и более высокая вероятность реканализации (OR = 4,37; 95% ДИ 2,52–7,58), а шансы на хороший клинический

результат были в 1,9-2,3 раза выше в группе реканализации под контролем КТП [3,24]. Исследователи указывают, что КТП открывает возможности терапии для пациентов, которые в противном случае не получали бы лечения из-за несоответствия временным критериям [5].

В настоящее время проводится исследование «Select 2» с эндоваскулярным лечением после проведения КТП с целью изучения эффективности лечения и критериев безопасности пациентов с обширными инфарктами ядра и расширенными временными окнами. В этом анализе рандомизированного клинического исследования пациентов с обширным ишемическим инсультом, авторы дают предварительные результаты, что ЭВТ улучшила клинические исходы с обширными инфарктами ядра, хотя участие пациентов с минимальным объемом пенумбры было низким. У пациентов, получавших ЭВТ, клинические результаты ухудшались по мере увеличения показателей ишемического повреждения головного мозга [25].

Современное исследование авторов, направленное на изучение влияния КТ-перфузионной визуализации во время тромбэктомии на функциональные результаты пациентов с инсультом с обширным ишемическим ядром как в ранних, так и в поздних временных окнах, выявило, что коэффициент интенсивности гипоперфузии и время от начала до реперфузии были независимо связаны с неблагоприятными трехмесячными исходами после ЭВТ [26]. Кроме этого, по данным Su J.(2024), индекс объема церебральной крови (CBV) коррелировал с объемом пенумбры, а коэффициент интенсивности гипоперфузии не коррелировал с этим показателем. Авторы рекомендуют продолжить исследования в этом направлении [27]. Также имеются результаты, которые выявили, что относительное снижение индекса объема церебральной крови (rCBV) на картах перфузии служит ранним маркером необратимого повреждения тканей и прогрессирования поражения головного мозга при остром ишемическом инсульте [28].

Анализ нескольких исследований показывает значительный положительный эффект тромболитической терапии у пациентов, получивших лечение на основании КТ-перфузионной визуализации жизнеспособности ткани в пределах позднего временного отрезка, значительно превышающего «терапевтическое окно» [3,28]. Авторами указываются недостатки использования КТП вне «терапевтического окна», это низкая чувствительность КТП (50%) для выявления лакунарных инфарктов, что может быть критерием исключения пациентов с лакунарными инфарктами из тромболитического лечения в позднем временном окне. Ожидаемый более высокий процент реперфузии у пациентов, получавших альтеплазу, продемонстрировал значительно лучший клинический результат у пациентов с реперфузией через 4,5 часа. У пациентов, перенесших инсульт с неизвестным временем его начала, внутривенное введение альтеплазы приводило к лучшему функциональному результату через 90 дней, чем плацебо или стандартная помощь, несмотря на повышенный риск симптоматического внутричерепного кровоизлияния [3]. Так, по результатам исследований Gu Y. (2023) с соавт, многофакторный логистический регрессионный анализ показал, что меньший объем ишемического ядра на картах перфузии (отношение шансов [OR]: 0,950; 95% ДИ: 0,908-0,994; P = 0,026), более низкий балл по шкале инсульта Национального института здоровья (OR: 0,750; 95%; ДИ: 0,593–0,949; P = 0,017) и более короткое время от начала инсульта до времени реперфузии (OR: 0,981; 95% ДИ: 0,966–0,996; P = 0,016) были независимыми предикторами хороших результатов ЭВТ через 90 дней [29].

МТ в настоящее время является признанным методом лечения острого ишемического инсульта вследствие окклюзии крупного сосуда первого сегмента средней мозговой артерии (СМА) или внутренней сонной артерии (ВСА) в течение 6

часов [30]. КТП является полезным методом визуализации острого инсульта, особенно для отбора пациентов для МТ. После ряда многоцентровых исследований механическая тромбэктомия теперь также рекомендуется отдельным пациентам с окклюзией крупного сосуда головного мозга в течение 6–24 часов [30,31]. В работе Н. Yang с соавт. (2022) изучался клинический прогноз и факторы после проведения МТ у пациентов с большим объемом ядра ишемии головного мозга на картах перфузии и оптимального порога мозгового кровотока (CBF) для оценки ишемического ядра. Авторы пришли к выводу, что механическая тромбэктомия может быть применена у пациентов с большими объемами ядра ишемии. При этом у пациентов старше 76 лет с большими ядрами (>90 мл) на нейрперфузионных картах, МТ может быть менее эффективной. Эти результаты могут быть полезными в выборе пациентов с большими объемами ядра ишемии [32]. Другое исследование показало, что кривая времени затухания, определяемая на перфузионной КТ при поступлении, может отражать проницаемость и состав тромба, а также предоставлять ценную информацию для прогнозирования клинических результатов механической тромбэктомии у пациентов с острым ишемическим инсультом [33]. Оценка объема ядра инфаркта имеет решающее значение при отборе пациентов для МТ. Следовательно, изображения КТП всегда следует интерпретировать наряду с КТ-изображениями без контрастного усиления. Часто считается, что изображения КТП легче интерпретировать по сравнению с результатами, наблюдаемыми на нативных КТ-изображениях. Однако всю совокупность данных следует оценивать вместе, чтобы избежать неправильной интерпретации, например, в случае интервальной реканализации окклюзированных сосудов. Этот подход позволит лучше оценить пациентов, которым МТ не принесет пользы, и, возможно, позволит избежать исключения пациентов, которым может помочь эндоваскулярное лечение [30,34]. Однако, исследования, проведенные в 2023 г., выявили результаты, показывающие, что реперфузионные повреждения головного мозга относительно часто встречаются у пациентов с инсультом, перенесших реканализацию после механической тромбэктомии, и связаны с плохим исходом, несмотря на успешно проведенную реканализацию [35]. Имеются результаты, которые позволяют предположить, что нативная КТ головного мозга столь же эффективна, как и КТП, при отборе пациентов для ЭВТ в расширенном временном окне [36]. Однако, ряд исследователей выявили, что среди пациентов, получивших ЭВТ, частота ложноотрицательных результатов КТА составила 30,1%. Поэтому авторы рекомендуют систематическое включение КТП в протоколы визуализации при остром инсульте и считают, что КТП может улучшить диагностику окклюзии сосудов головного мозга и расширить показания к проведению ЭВТ [11]. Кроме того, по данным К. Nael и соавт., КТП превосходит коллатеральные показатели КТА в определении результатов реканализации и выявлении хорошего функционального результата и может быть многообещающим визуализирующим маркером коллатерального статуса у пациентов с отсроченными клиническими проявлениями острого ишемического инсульта [37]. Однако имеются результаты исследований, в которых коллатеральный статус, оцененный по данным КТА, близок к оценке коллатерального кровообращения по данным КТП, но этот параметр зависит от времени получения изображений [38]. Анализ результатов исследования 64 пациентов с окклюзией или стенозом СМА выявил, что проведение КТ-перфузии для оценки изменений параметров церебральной перфузии у пациентов с тяжелым стенозом или окклюзией СМА оказалось полезным для клинической диагностики этой патологии, выборе стратегии лечения и оценке развития заболевания [39]. Однако, изучив результаты на основе исследования «ESCAPE-NA1» (2023), авторы пришли к выводу, что результаты КТП, отражающие почти полную реперфузию, не оказали влияния на клинические исходы. Таким образом, КТП не может

объяснить, почему у некоторых пациентов с почти полной реперфузией наблюдаются плохие клинические результаты [30].

Важно отметить, что КТП имеет ограничения. Было показано, что объем ядра инфаркта при инсульте может быть переоценено, если визуализация КТ-перфузии выполняется очень рано после появления клинических симптомов, и следует рассмотреть возможность использования более строгих критериев, особенно, если визуализация выполняется в течение первого часа («золотой час»). Раннюю визуализацию перфузии следует интерпретировать с осторожностью, чтобы предотвратить случайное исключение пациентов из высокоэффективной реперфузионной терапии [40]. КТП может полностью не выявить ишемическое ядро в 25% случаев, особенно при изолированных глубоких инсультах СМА [41]. Переоценка ядра была также продемонстрирована у пациентов с достигнутой быстрой реперфузией и при применении различных программных пакетов [42]. Ряд авторов пришли к выводу, что завышенная оценка ишемического ядра на КТП, по-видимому, является относительно распространенным явлением, которое наиболее часто встречается у пациентов с плохо развитыми коллатеральными, визуализируемыми в остром «терапевтическом окне» [40].

Хотя известно, что белое вещество более устойчиво к гипоперфузии и поэтому для более точного различения серого и белого вещества при риске инфаркта необходимо применять более строгие пороговые значения, в клинической практике такое дифференцирование широко не используется и по-прежнему представляет исследовательский интерес [3,19]. V.Yedavalli с соавт. (2023) изучали порог перфузии КТ головного мозга перед лечением для прогнозирования конечного объема инфаркта при дистальных окклюзиях СМА. Авторы пришли к выводу, что у пациентов с инсультом и дистальными окклюзиями СМА, более длительными временными задержками, $T_{max} > 6$ секунд, лучше всего предсказывают конечный объем инфаркта у неудачно реканализированных пациентов. Ни один порог КТП надежно не предсказывал конечный объем инфаркта в успешно реканализированной группе и незначительно превосходил $rCBF < 30\%$ [43]. Sporns P. с соавт. (2023) изучали несоответствие гипоперфузии -гиподенсивности КТ для выявления пациентов с острым ишемическим инсультом в течение 4,5 часов от начала появления симптомов. Из 666 пациентов с острым ишемическим инсультом 94% выявили несоответствие гипоперфузии - гиподенсивности КТ. Авторы пришли к выводу, что несоответствие гипоперфузии-гиподенсивности КТ идентифицирует пациентов с инсультом в первые 4,5 часов от начала течения [44].

На прогноз состояния тканей головного мозга также влияет выраженность гипоперфузии [17,20]. Острый инфаркт в ткани головного мозга с выраженной гипоперфузией на перфузионных картах, определяемая как задержка $T_{max} > 10$ секунд, имеет тенденцию прогрессировать быстрее, чем в тканях с лучшей остаточной перфузией за счет коллатерального кровотока. Тяжесть гипоперфузии можно измерить количественно: определяется коэффициентом интенсивности гипоперфузии, который представляет собой долю перфузионного поражения от $T_{max} > 6$ секунд и до перфузионного поражения с $T_{max} > 10$ секунд. Было доказано, что высокий коэффициент интенсивности гипоперфузии является предиктором плохо развитых коллатералей и прогрессирования инфаркта головного мозга [3]. Еще ограничения использования КТП связаны с доступностью нескольких пакетов программного обеспечения, создающих карты перфузии: [45,46]. По данным исследователей, к ограничениям информативности КТП могут привести факторы, влияющие на артериальный поток контрастного вещества через ткани. Эти факторы вызывают задержку или дисперсию болюса контрастного

вещества, что может привести к ошибке в количественном определении CBF на нейроперфузионных картах. Кроме этого, другими ограничениями применения КТП являются случаи лакунарных инсультов с 50% ложноотрицательных случаев, а также небольшие корковые и подкорковые инсульты с размером инфаркта, менее 3 см² и низкой чувствительностью КТП (29%) [3].

Проблемой радиологической диагностики острого ишемического инсульта также является значительная неоднородность протоколов визуализации острого инсульта в больницах третичного уровня. Поэтому Kim M. с соавт. предлагает для создания базы данных искусственного интеллекта при остром инсульте стандартизированные и осуществимые протоколы нейровизуализации: КТ без контрастирования, ДВИ, КТ/МР-ангиография и КТ/МР-перфузия, тогда как дополнительно могут потребоваться FLAIR и T1ВИ [47].

Кроме этого, КТП имеет ограниченную диагностическую ценность при остром ишемическом инсульте задней циркуляции [48], но по мнению других авторов, КТП имеет многообещающую диагностическую ценность при остром ишемическом инсульте данной локализации [49].

Опубликованные исследования показывают, что КТ-перфузионная визуализация может иметь прогностическую ценность при остром ишемическом инсульте в бассейне передней и средней мозговых артерий, внутренней сонной артерии, помогает в отборе пациентов за пределами терапевтического окна для проведения ЭВТ или МТ [23]. Хотя КТП имеет ценность для оценки состояния тканевой перфузии в условиях острого инсульта и долгосрочного клинического прогноза у пациентов с острым инфарктом головного мозга, получающих реперфузионную терапию, прогностическое использование КТП требует оптимизации и дальнейших исследований [3]. Будущие исследования необходимы для расширения нашего понимания дополнительной роли индекса объема церебральной крови (CBV) с другими аналогичными маркерами на картах перфузии до лечения для клинической оценки и принятия решений у пациентов с окклюзией средней мозговой артерии. Необходимы дополнительные исследования по применению КТП для отбора пациентов с обширным ядром инфаркта к проведению реперфузионной терапии, для лечения пациентов с острым ишемическим инсультом в течение 24 часов и определения критериев для проведения им реперфузии в пределах определенного стандартизированного временного окна.

Заключение. КТ-перфузия – метод визуализации, который занимает центральное место в современном лечении пациентов с ишемическим инсультом. КТП привел к расширению «терапевтических окон» для внутривенного тромболитика и механической тромбэктомии, помогает выявить поддающуюся восстановлению мозговую ткань у пациентов, которым, вероятно, будет полезна реперфузионная терапия, особенно в окне ≥ 6 ч.

Конфликт интересов

Мы заявляем об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов

Все авторы принимали равносильное участие при написании данной статьи.

Данный материал не был заявлен ранее, для публикации в других изданиях и не находится на рассмотрении другими издательствами.

Финансирование – не проводилось.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. GBD 2019 Stroke Collaborators. Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990- 2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019 // *The Lancet Neurology*, 2021. V. 20(10). P. 795- 820. doi:10.1016/S1474-4422(21)00252-0.
2. Panicker S., Wilseck Z.M., Lin L.Y. CT Imaging Computed Tomography/Computed Tomography Angiography/Perfusion in Acute Ischemic Stroke and Vasospasm // *Neuroimaging Clinics of North America*, 2024. V. 34(2). P. 175- 189. doi:10.1016/j.nic.2024.01.004.
3. Václavík D., Volný A., Cimřlová P. The importance of CT perfusion for diagnosis and treatment of ischemic stroke in anterior circulation // *Integr. Neurosci*, 2022. V. 21(3). P. 92. doi:10.31083/j.jin2103092.
4. Soltanpour M., Boulanger P., Buck B. CT Perfusion Map Synthesis from CTP Dynamic Images Using a Learned LSTM Generative Adversarial Network for Acute Ischemic Stroke Assessment // *Med Syst* 2024, V. 48. P. 37. doi:10.1007/s10916-024-02054-2.
5. Сенько К.В., Федулов А.С. Реперфузионные технологии при ишемическом инсульте // *Неврология и нейрохирургия. Восточная Европа*, 2020. Том 10. № 1 С. 96- 108. doi:10.34883/PI.2020.10.1.048.
Senko K.V., Fedulov A.S. Reperfusion technologies for ischemic stroke // *Neurology and neurosurgery. Eastern Europ*, 2020. V. 10. № 1 P. 96- 108. doi:10.34883/PI.2020.10.1.048.
6. Казаков С.Д., Павлушкина Д.А., Каменских Е.М. и др. Предикторы ранней геморрагической трансформации ишемического инсульта после реперфузионной терапии // *Сибирское медицинское обозрение*, 2023. Том 6. P.5- 15. doi: 10.20333/25000136-2023-6-5-15.
Kazakov S.D., Pavlushkina D.A., Kamenskikh E.M. et al. Predictors of early hemorrhagic transformation of ischemic stroke after reperfusion therapy // *Siberian Medical Review*, 2023. V. 6. P. 5-15. doi: 10.20333/25000136-2023-6-5-15.
7. Seeters T., Biessels G.J., Kappelle L.J. et al. CT angiography and CT perfusion improve prediction of infarct volume in patients with anterior circulation stroke // *Neuroradiology*, 2016.V. 58. P. 327- 337. doi: 10.1007/s00234-015-1636-z.
8. Regenhardt R.W., Potter C.A., Huang S.S.. et al. Advanced Imaging for Acute Stroke Treatment Selection: CT, CTA, CT Perfusion, and MR Imaging // *Radiol Clin North Am*, 2023 May. V. 61(3). P. 445- 456. doi: 10.1016/j.rcl.2023.01.003.
9. Voorst H., Hoving J.W., Koopman M.S. et al. Cost-effectiveness of CT perfusion for the detection of large vessel occlusion acute ischemic stroke followed by endovascular treatment: a model-based health economic evaluation study // *European Radiology*, 2024. V. 34. P. 2152- 2167 . doi:10.1007/s00330-023-10119-y.
10. Bathla G., Maheshwarappa R.P., Soni N. et al. CT Perfusion Maps Improve Detection of M2-MCA Occlusions in Acute Ischemic Stroke // *Stroke Cerebrovasc Dis.*, 2022 Jun. V. 31(6). doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2022.106473.
11. Gadea M.O., Requena M., Diaz F. et al. Systematic CT perfusion acquisition in acute stroke increases vascular occlusion detection and thrombectomy rates // *Neurointerv Surg*, 2022 Dec. V. 14(12). P. 1270- 1273. doi: 10.1136/neurintsurg-2021-018241.
12. Becks M.J., Manniesing R., Vister J. et al. Brain CT perfusion improves intracranial vessel occlusion detection on CT angiography // *Neuroradiology*, 2019 Mar. V. 46(2). P. 124- 129. doi: 10.1016/j.neurad.2018.03.003.
13. Horn N., Broocks G., Kabiri R. et al. Cerebral Hypoperfusion Intensity Ratio Is Linked to Progressive Early Edema Formation // *Hubertus Axer, Academic Editor Med*, 2022 May. V. 11(9). P. 2373. doi: 10.3390/jcm11092373.

14. Семенов С.Е., Короткевич А.А., Коков А.Н. Рентгенологические аспекты диагностики церебральной гиперперфузии // Лекция. Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний, 2020. Том 9 (3). С. 108-117. doi: 10.17802/2306-1278-2020-9-3-108-117.
Semenov S.E., Korotkevich A.A., Kokov A.N. X-ray aspects of diagnosing cerebral hyperperfusion // Lecture. Complex problems of cardiovascular diseases, 2020. V. 9 (3). P. 108- 117. doi: 10.17802/2306-1278-2020-9-3-108-117.
15. Zhou Z., Lu X., Zhai K. et al. The image quality and diagnostic performance of CT perfusion-derived CT angiography versus that of conventional CT angiography // Quant Imaging Med Surg, 2023. V. 13(10). P. 7294- 7303. doi: 10.21037/qims-22-988.
16. Keselman B., Cooray C., Vanhooren G. et al. Intravenous thrombolysis in stroke mimics: results from the SITS International Stroke Thrombolysis Register // European Journal of Neurology, 2019. V. 26. P. 1091- 1097. doi: 10.1111/ene.13944.
17. Martinez G., Katz J.M., Pandya A. et al. Cost-Effectiveness Study of Initial Imaging Selection in Acute Ischemic Stroke Care // Journal of the American College of Radiology, 2021. V. 18. P. 820- 833. doi: 10.1016/j.jacr.2020.12.013
18. Kral J., Cabal M., Kasickova L. et al. Machine learning volumetry of ischemic brain lesions on CT after thrombectomy-prospective diagnostic accuracy study in ischemic stroke patients // Neuroradiology, 2020. V. 62. P. 1239- 1245. doi: 10.1007/s00234-020-02419-7.
19. Haranhalli N., Mbabuie N., Grewal S.S. et al. Topographic correlation of infarct area on CT perfusion with functional outcome in acute ischemic stroke // Neurosurg, 2019 Jan 11. V. 132(1). P. 33- 41. doi: 10.3171/2018.8. JNS181095.
20. Kobeissi H., Ghozy H., Adusumilli S. et al. CT Perfusion vs Noncontrast CT for Late Window Stroke Thrombectomy: A Systematic Review and Meta-analysis // Neurology, 2023. V. 100(22). P. 2304- 2311. doi: 10.1212/WNL.0000000000207262.
21. Lin C.H., Ovbiagele B., Liebeskind D.S. et al. Brain imaging prior to thrombectomy in the late window of large vessel occlusion ischemic stroke: a systematic review and meta-analysis. // Neuroradiology, 2024. P.809- 816. doi:10.1007/s00234-024-03324-z.
22. Hoving J.W., Voorst H., Peerlings D. et al. Association between computed tomography perfusion and the effect of intravenous alteplase prior to endovascular treatment in acute ischemic stroke // Neuroradiology, 2023 Jun. V. 65(6). P.1053- 1061. doi: 10.1007/s00234-023-03139-4.
23. Katyal A., Bhaskar S. CTP-guided reperfusion therapy in acute icachemic stroke: a meta-analysis // Acta Neurologica Scandinavica, 2021. V. 143. P. 355- 366. doi: 10.1111/ane.13374.
24. Sarraj A., Hassan A.E., Abraham M.G. et al. Endovascular Thrombectomy for Large Ischemic Stroke Across Ischemic Injury and Penumbra Profiles // JAMA, 2024 Mar. V. 331(9). P. 750- 763. doi: 10.1001/jama.2024.0572.
25. Wang Z., Li L. Long term outcome after endovascular treatment for large ischemic core acute stroke is associated with hypoperfusion intensity ratio and onset-to-reperfusion time // Neurosurg Rev, 2024. V. 47(1). P. 182. doi:10.1007/s10143-024-02417-w.
26. Lakhani D.A., Balar A.B., Koneru M. et al. Pretreatment CT perfusion collateral parameters correlate with penumbra salvage in middle cerebral artery occlusion // Journal of Neuroimaging, 2024. V. 34(1). P. 44- 49. doi: 10.1111/jon.13178.
27. Haupt W., Meyer L., Wagner M. et al. Assessment of Irreversible Tissue Injury in Extensive Ischemic Stroke—Potential of Quantitative Cerebral Perfusion // Translational Stroke Research, 2023 Aug. V. 14(4). P. 562- 571. doi: 10.1007/s12975-022-01058-9.

28. Gutierrez S., Orozco D.Q., Schafer S. et al. Angiography suite cone-beam CT perfusion for selection of thrombectomy patients: A pilot study // *Neuroimaging*, 2022. V. 32. P. 493- 501. doi: 10.1111/jon.12988.
29. Gu Y., Hang Y., Jia Z. et al. Predictive value of CT perfusion for acute ischemic stroke patients with ASPECTS < 6 in an early time window // *Clin Neurol Neurosurg*, 2023 Feb. P. 225. doi: 10.1016/j.clineuro.2023.107605.
30. John S., Hussain S.I., Jozwiak B.P. et al. Discrepancy in core infarct between non-contrast CT and CT perfusion when selecting for mechanical thrombectomy // *Cerebrovasc. Endovasc. Neurosurg*, 2020 March. V. 22(1). P. 8- 14. doi: 10.1016/j.clineuro.2023.107605.
31. Tenser M.K., Mlynash M., Lansberg M.G. et al. CT perfusion core and ASPECT score prediction of outcomes in DEFUSE // *3. Int J. Stroke*, 2021 Apr. V. 16(3). P. 288- 294. doi: 10.1177/1747493020915141.
32. Yang H., Lin D., Lin X. et al. Outcomes and CT Perfusion Thresholds of Mechanical Thrombectomy for Patients With Large Ischemic Core Lesions // *Front Neurol*, 2022. doi: 10.3389/fneur.2022.856403.
33. Wei J., Jiang J., Zhu Y. et al. Clot-based time attenuation curve as a novel imaging predictor of mechanical thrombectomy functional outcome in acute ischemia stroke // *European Radiology*, 2024. V. 34(4). P. 2198- 2208. doi: 10.1007/s00330-023-10196z.
34. Siegler J.E., Messé S.R., Sucharew H. Noncontrast et al. CT versus Perfusion-Based Core Estimation in Large Vessel Occlusion: The Blood Pressure after Endovascular Stroke Therapy Study // *Neuroimaging*, 2020 Mar. V. 30(2). P. 219- 226. doi: 10.1111/jon.12682.
35. Zhou Y., He Y., Yan S. et al. Reperfusion Injury Is Associated With Poor Outcome in Patients With Recanalization After Thrombectomy // *Stroke*, 2023 Jan. V. 54(1). P. 96- 104. doi: 10.1161/STROKEAHA.122.039337.
36. Bai X., Zhang Y., Sui Y. Noncontrast versus perfusion CT to select endovascular therapy in an extended time window: Systematic review/meta-analysis // *Review J Neuroimaging*, 2023 Nov- Dec. V. 33(6). P. 889- 897. doi: 10.1111/jon.13152.
37. Nael K., Sakai Y., Larson J. et al. CT Perfusion collateral index in assessment of collaterals in acute ischemic stroke with delayed presentation: Comparison to single phase CT // *Neuroradiol*, 2022 Mar. V. 49(2). P. 198- 204. doi: 10.1016/j.neurad.2021.11.002.
38. Su J., Wolff L., Doormaal P.J. et al. Time dependency of automated collateral scores in computed tomography angiography and computed tomography perfusion images in patients with intracranial arterial occlusion. // *Neuroradiology*, 2023 Feb. V. 65(2). P. 313- 322. doi: 10.1007/s00234-022-03050-4.
39. Ban M., Zhang Z., Yue J. et al. CT Perfusion Alterations in Patients with Symptomatic and Asymptomatic Unilateral Middle Cerebral Artery Severe Stenosis or Occlusion *Curr // Neurovasc Res*, 2023. V. 20(1). P. 62- 69. doi: 10.2174/1567202620666230119122237.
40. Ballout A.A., Oh S.Y., Huang B. et al. Ghost infarct core: A systematic review of the frequency, magnitude, and variables of CT perfusion overestimation // *Journal of Neuroimaging*, 2023 Sep- Oct. V. 33(5). P. 716- 724. doi: 10.1111/jon.13127.
41. Bouslama M., Ravindran K., Rodrigues G.M. et al. Falsely normal CT perfusion ischemic core readings are common and often associated with deep infarcts // *Neurointerv Surg*, 2023 Feb. V. 15(2). P. 183- 187. doi: 10.1136/neurintsurg-2021-018490.
42. Yedavalli V., Kihira S., Shahrouki P. et al. CTP-based estimated ischemic core: A comparative multicenter study between Olea and RAPID software // *Stroke Cerebrovasc Dis*, 2023. V. 32(11). P. 107- 297. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2023.107297.

43. Yedavalli V., Hamam O., Mohseni A. et al. Pretreatment brain CT perfusion thresholds for predicting final infarct volume in distal medium vessel occlusions // *Neuroimaging*, 2023 Nov- Dec. V. 33(6). P. 968- 975. doi: 10.1111/jon.13142.
44. Sprons P.B, Kemmling A., Minnerup H. et al. CT Hypoperfusion-Hypodensity Mismatch to Identify Patients With Acute Ischemic Stroke Within 4.5 Hours of Symptom Onset // *Multicenter Study Neurology*, 2021 Nov 23. V. 97(21). P. 2088- 2095. doi: 10.1212/WNL.0000000000012891.
45. Alwood B.T., Meyer D.M., Ionita C. et al. Multicenter comparison using two al stroke CT perfusion software packages for determining thrombectomy eligibility // *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 2024. V. 33(7). P. 107750. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2024.107750.
46. Peerlings D., Bennink E., Dankbaar J.W. et al. Standardizing the estimation of ischemic regions can harmonize CT perfusion stroke imaging // *European Radiology*, 2024. V. 34(2). P. 797- 807. Doi: 10.1007/s00330-023-10035-1.
47. Kim M., Jung S.C., Kim S.C. et al. Proposed Protocols for Artificial Intelligence Imaging Database in Acute Stroke Imaging // *Neurointervention*, 2023 Nov. V. 18(3). P. 149- 158. doi: 10.5469/neuroint.2023.00339.
48. Pelletier J., Koymann A., Long B. Pearls for the Emergency Clinician: Posterior Circulation Stroke // *Journal of Emergency Medicine*. 2023. V. 65(5). P. 414- 426. doi: 10.1016/j.jemermed.2023.07.007.
49. Edwards L.S., Smith S.S., Cordato D. et al. Optimal CT perfusion thresholds for core and penumbra in acute posterior circulation infarction // *Front Neurol*, 2023 Feb. doi:10.3389/fneur.2023.1092505.
50. Katyal A., Bhaskar S.M.M. Value of pre-intervention CT perfusion imaging in acute ischemic stroke prognosis // *Diagn Interv Radiol*, 2021 Nov. V. 27(6). P. 774- 785. doi: 10.5152/dir.2021.20805.

Сведения об авторах

Жолдыбай Ж.Ж., д.м.н. профессор заведующая каф. «Визуальная диагностика», НАО «Казахский Национальный Медицинский Университет имени С. Д. Асфендиярова», joldybay.j@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0553-9016>;

Жакенова Ж.К., к.м.н., проф. каф. «Визуальная диагностика», НАО «Казахский Национальный Медицинский Университет имени С. Д. Асфендиярова, zhakenova.zh2020@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6764-6821>;

Айнакулова А.С., PhD, доцент кафедры «Визуальная диагностика», НАО «Казахский Национальный Медицинский Университет имени С. Д. Асфендиярова», врач лучевой диагностики отд. Радиологии и Ядерной медицины АО «Казахский научно-исследовательский институт онкологии и радиологии», ar89@list.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1773-5145>;

Абдидин Е.Н., клинический наставник, КазНМУ врач лучевой диагностики ГКП на ПХВ «Алматинская многопрофильная клиническая больница», esbolat_12@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-4126-9480>;

Аманкулова Ж.Б., ассистент каф. «Визуальная диагностика», НАО «Казахский Национальный Медицинский Университет имени С. Д. Асфендиярова», zhannur_amankulova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-7849-2463>;

Мустапаева А.А., PhD, доцент каф. «Визуальная диагностика», НАО «Казахский Национальный Медицинский Университет имени С. Д. Асфендиярова», mustapaeva_aigerim@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9738-5995>;

Дауытова Ю. Т. ассистент каф. «Визуальная диагностика», НАО «Казахский Национальный Медицинский Университет имени С. Д. Асфендиярова», juldiz.dauytova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9411-758>;

Куракбаева З.Д., врач рентгенолог, КТ врач, Алматинская Многопрофильная Клиническая Больница. Клинический наставник кафедры "Визуальная диагностика" НАО, "Казахский Национальный Медицинский Университет имени С. Д. Асфендиярова," kurakbayeva78@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-7557-5160>;

Ахмульдинова А. Н., врач рентгенолог, КТ врач, Алматинская Многопрофильная Клиническая Больница. Клинический наставник кафедры "Визуальная диагностика" НАО, "Казахский Национальный Медицинский Университет имени С. Д. Асфендиярова", aisha_19.05@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-7199-3421>;

Хайрамова А. А., резидент кафедры «Визуальная диагностика», НАО «Казахский Национальный Медицинский Университет имени С. Д. Асфендиярова», Khairamova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-9397-6238>;

Жаркинбекова Ж. Т., резидент кафедры «Визуальная диагностика», НАО «Казахский Национальный Медицинский Университет имени С. Д. Асфендиярова», zhzhanel5@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-3919-6877>;

Юсупова З. С., резидент кафедры «Визуальная диагностика», НАО «Казахский Национальный Медицинский Университет имени С. Д. Асфендиярова», zarina.yussupova.1998@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-7547-7595>;

Туленды Ү. С., резидент кафедры «Визуальная диагностика», НАО «Казахский Национальный Медицинский Университет имени С. Д. Асфендиярова», tolendi.1999@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-5971-2401>;

Каттабек Н. Э., - резидент кафедры «Визуальная диагностика», НАО «Казахский Национальный Медицинский Университет имени С. Д. Асфендиярова», nazerkekat@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-0286-6630>;

Копжасар Е. А., резидент кафедры «Визуальная диагностика», НАО «Казахский Национальный Медицинский Университет имени С. Д. Асфендиярова», edon_98@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-4790-3198>;

Молдалиева А. Ы., резидент кафедры «Визуальная диагностика», НАО «Казахский Национальный Медицинский Университет имени С. Д. Асфендиярова», Ayajan.98.kz@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-3221-0491>;

@Абубакирова М.П., резидент кафедры «Визуальная диагностика» НАО «Казахский Национальный Медицинский Университет имени С. Д. Асфендиярова» madiiin_aa@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-1968-4181>.

Авторлар туралы мәлімет

Жолдыбай Ж. Ж., м.ғ.д. профессор, «Сәулелік диагностика» кафедрасының меңгерушісі, С. Ж. Асфендияров атындағы ҚазҰМУ, e-mail: joldybay.j@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0553-9016>;

Жакенова Ж.К., м.ғ.к., «Визуалды диагностика» кафедрасының профессоры, С.Ж. Асфендияров атындағы ҚазҰМУ, zhakenova.zh2020@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6764-6821>;

Айнакулова А.С., PhD, «Визуалды диагностика» кафедрасының доценті, «Сәулелі диагностика» бөлімінің, Радиология және ядролық медицина «Қазақ онкология және радиология ғылыми-зерттеу институты» дәрігері, С. Ж. Асфендияров атындағы ҚазҰМУ, ar89@list.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1773-5145>;

Абдидин Е.Н., клиникалық тәлімгер, С. Ж. Асфендияров атындағы ҚазҰМУ, «Алматы көпсалалы клиникалық ауруханасының» сәулелік диагностика дәрігері, esbolat_12@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-4126-9480>;

Аманкулова Ж.Б., «Визуалды диагностика» кафедрасының ассистенті, С. Ж. Асфендияров атындағы ҚазҰМУ, zhannur_amankulova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-7849-2463>;

Мустапаева А.А., PhD, «Визуалды диагностика» кафедрасының доценті, С. Ж. Асфендияров атындағы ҚазҰМУ, mustapaeva_aigerim@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9738-5995>;

Дауытова Ю. Т. «Визуалды диагностика» кафедрасының ассистенті, С. Ж. Асфендияров атындағы ҚазҰМУ, juldiz.dauytova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9411-758>;

Куракбаева З.Д., рентген, КТ дәрігері, клиникалық тәлімгер, С. Ж. Асфендияров атындағы ҚазҰМУ, «Алматы көпсалалы клиникалық ауруханасының» сәулелік диагностика дәрігері, kurakbayeva78@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-7557-5160>;

Ахмульдинова А. Н., рентген, КТ дәрігері, клиникалық тәлімгер, С. Ж. Асфендияров атындағы ҚазҰМУ, «Алматы көпсалалы клиникалық ауруханасының» сәулелік диагностика дәрігері, aisha_19.05@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-7199-3421>;

Хайрамова А. А., «Визуалды диагностика» кафедрасының резиденті, С.Ж.Асфендияров атындағы ҚазҰМУ, Khairamova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-9397-6238>;

Жаркинбекова Ж. Т., «Визуалды диагностика» кафедрасының резиденті, С.Ж.Асфендияров атындағы ҚазҰМУ, zhzhanel5@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-3919-6877>;

Юсупова З. С., «Визуалды диагностика» кафедрасының резиденті, С.Ж.Асфендияров атындағы ҚазҰМУ, zarina.yussupova.1998@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-7547-7595>;

Туленды Ү. С., «Визуалды диагностика» кафедрасының резиденті, С.Ж.Асфендияров атындағы ҚазҰМУ, tolendi.1999@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-5971-2401>;

Каттабек Н. Э., «Визуалды диагностика» кафедрасының резиденті, С.Ж.Асфендияров атындағы ҚазҰМУ, nazerkekat@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-0286-6630>;

Көпжасар Е. А., «Визуалды диагностика» кафедрасының резиденті, С.Ж.Асфендияров атындағы ҚазҰМУ, edon_98@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-4790-3198>;

Молдалиева А. Ы., «Визуалды диагностика» кафедрасының резиденті, С.Ж.Асфендияров атындағы ҚазҰМУ, Ayajan.98.kz@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-3221-0491>;

@Әбубәкірова М.П., «Визуалды диагностика» кафедрасының резиденті, С.Ж.Асфендияров атындағы ҚазҰМУ, madiiin_aa@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-1968-418>.

Informarion about the authors

Zholdybay Zh.Zh. Doctor of Medical Sciences professor head of department “Visual diagnostics” of NPJSC “Kazakh National Medical University” named after S. D. Asfendiyarov, joldybay.j@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0553-9016>;

Zhakenova Zh.K., Candidate of Medical Sciences, Professor of the Department of Visual Diagnostics, of NPJSC “Kazakh National Medical University” named after S.D.Asfendiyarov, zhakenova.zh2020@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6764-6821>;

Ainakulova A.S., PhD, Associate Professor, Department of "Visual Diagnostics" of NPJSC “Kazakh National Medical University” named after S. D. Asfendiyarov, doctor of X-ray diagnostics of the Department of Radiology and Nuclear Medicine of JSC “Kazakh Research Institute of Oncology and Radiology”, ar89@list.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1773-5145>;

Abdidin E.N., clinical mentor, KazNMU, radiation diagnostics doctor State utility enterprise with the right of economic management "Almaty Multidisciplinary Clinical Hospital", esbolat_12@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-4126-9480>;

Amankulova Zh.B., Assistant at the Department of «Visual Diagnostics» of NPJSC “Kazakh National Medical University” named after S. D. Asfendiyarov, zhannur_amankulova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-7849-2463>;

Mustapayeva A.A., PhD, Associate Professor, Department of "Visual Diagnostics" of NPJSC “Kazakh National Medical University” named after S. D. Asfendiyarov, mustapaeva_aigerim@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9738-5995>;

Dautova YU. T. Assistant at the Department of «Visual Diagnostics» of NPJSC “Kazakh National Medical University” named after S. D. Asfendiyarov, juldiz.dauytova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9411-758>;

Kurakbayeva Z.D., radiologist, CT scanner, radiation diagnostics doctor State utility enterprise with the right of economic management "Almaty Multidisciplinary Clinical Hospital", clinical mentor Department of "Visual Diagnostics" of NPJSC “Kazakh National Medical University” named after S. D. Asfendiyarov, kurakbayeva78@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-7557-5160>;

Akhmulinova A. N., radiologist, CT scanner, radiation diagnostics doctor State utility enterprise with the right of economic management "Almaty Multidisciplinary Clinical Hospital", clinical mentor Department of "Visual Diagnostics" of NPJSC “Kazakh National Medical University” named after S. D. Asfendiyarov, aisha_19.05@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-7199-3421>;

Khairamova A. A., resident of the Department of "Visual Diagnostics" of NPJSC “Kazakh National Medical University” named after S. D. Asfendiyarov, Khairamova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-9397-6238>;

Zharkinbekova Zh. T., resident of the Department of "Visual Diagnostics" of NPJSC “Kazakh National Medical University” named after S. D. Asfendiyarov, zhzhanel5@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-3919-6877>;

Yussupova Z. S., resident of the Department of "Visual Diagnostics" of NPJSC “Kazakh National Medical University” named after S. D. Asfendiyarov, zarina.yussupova.1998@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-7547-7595>;

Tulendi U. S., resident of the Department of "Visual Diagnostics" of NPJSC “Kazakh National Medical University” named after S. D. Asfendiyarov, tolendi.1999@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-5971-2401>;

Kattabek N. Y., - resident of the Department of "Visual Diagnostics" of NPJSC “Kazakh National Medical University” named after S. D. Asfendiyarov, nazerkekat@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-0286-6630>;

Kopzhasar E. A., resident of the Department of "Visual Diagnostics" of NPJSC “Kazakh National Medical University” named after S. D. Asfendiyarov, edon_98@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-4790-3198>;

Moldalyieva A. I., resident of the Department of "Visual Diagnostics" of NPJSC "Kazakh National Medical University" named after S. D. Asfendiyarov, Ayajan.98.kz@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-3221-049>;

@Abubakirova M.P., resident of the Department of "Visual Diagnostics" of NPJSC "Kazakh National Medical University" named after S. D. Asfendiyarov, madiiin_aa@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-1968-418>.

ЖЕДЕЛ ИШЕМИЯЛЫҚ ИНСУЛЬТ ДИАГНОСТИКАСЫНДАҒЫ ПЕРФУЗИЯЛЫҚ КОМПЬЮТЕРЛІК ТОМОГРАФИЯ: ӘДЕБИ ШОЛУ

Ж.Ж. ЖОЛДЫБАЙ¹, Ж.К. ЖАКЕНОВА¹, А.С. АЙНАКУЛОВА¹, Ж.Б. АМАНКУЛОВА¹, А.А. МУСТАПАЕВА¹, Ю.Т. ДАУТОВА¹, Е.Н. ӘБДИДІН^{1,2}, З.Д. КУРАКБАЕВА^{1,2}, А.Н. АХМУЛЬДИНОВА^{1,2}, А.А. ХАЙРАМОВА¹, Ж.Т. ЖАРКИНБЕКОВА¹, З.С. ЮСУПОВА¹, Ү.С. ТУЛЕНДЫ¹, Н.Ә. КАТТАБЕК¹, Е.А. КӨПЖАСАР¹, А.Ы. МОЛДАЕЛИЕВА¹, М.П. ӘБУБӘКІРОВА¹

¹ С.Д. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медицина университеті, қ. Алматы, Қазақстан

² Алматы көпсалалық клиникалық ауруханасы, қ. Алматы, Қазақстан

Түйіндеме

Қазіргі уақытта церебральды қан ағымын бағалаудың ең өзекті әдісі-КТ перфузиясы (КТП). СТР ишемиялық инсульт диагностикасында рентгендік компьютерлік томографияның маңыздылығын кеңейтеді. КТ перфузиясы бүгінде жедел цереброваскулярлық бұзылуларға күдікті науқастарды зерттеудің клиникалық қол жетімді әдісіне айналуға және белгілі бір науқас үшін емдеу туралы шешім қабылдауға мүмкіндік беретін цереброваскулярлық функционалды деректерді ұсынады.

Зерттеуіміздің мақсаты- бұл шолуда жедел ишемиялық инсультті диагностикалау және емдеу үшін әртүрлі бейнелеу парадигмаларының негізінде жатқан дәлелдердің ағымдағы күйін, соның ішінде ғылыми зерттеулер мен ірі шолулардағы ағымдағы ұсыныстарды қарастыру. Біз сондай-ақ негізгі терапевтік салалардағы соңғы нейробейнелеу жетістіктері мен ағымдағы сынақтарды, сондай-ақ инсультті диагностикалау және емдеу шешімдерін қабылдау үшін нейробейнелеуді пайдаланудың ықтимал болашақ тәсілдері туралы хабардар ету үшін бейнелеуді таңдау критерийлерін қарастырамыз.

Түйінді сөздер: КТ-нейроперфузия, ишемиялық инсульт.

PERFUSION COMPUTED TOMOGRAPHY IN THE DIAGNOSIS OF ACUTE ISCHEMIC STROKE: LITERATURE REVIEW

Zh.Zh. ZHOLDYBAI¹, Zh.K. ZHAKENOVA¹, A.S. AINAKULOVA¹, Zh.B. AMANKULOVA¹, A.A. MUSTAPAIEVA¹, U.T. DAUTOVA¹, E.N. ABDIDIN^{1,2}, Z.D. KURAKBAEVA^{1,2}, A.N. AKHMULDINOVA^{1,2}, A.A. KHAIRAMOVA¹, Zh.T. ZHARKINBEKOVA¹, Z.S. YUSUPOVA¹, U.S. TULENDI¹, N.E. KATTABEK¹, E.A. KOPZHASAR¹, A.Y. MOLDAELIEVA¹, M.P. ABUBAKIROVA¹

¹ S.D.Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Kazakhstan

² Almaty Multidisciplinary Clinical Hospital, Almaty, Kazakhstan

Abstract

CT perfusion (CTP) is currently considered to be the most relevant method for assessing cerebral blood flow. CT extends the importance of X-ray computed tomography in the diagnosis of ischemic stroke. CT perfusion is now becoming a clinically available method of examining patients with suspected acute cerebrovascular accident and provides functional data on cerebral blood flow, which allows making treatment decisions for a particular patient.

The purpose of our study is to review in this review the current state of evidence underlying various imaging paradigms for the diagnosis and treatment of acute ischemic stroke, including current recommendations from scientific studies and major reviews. We also review recent advances in neuroimaging and ongoing trials in key therapeutic areas, as well as imaging selection criteria, to inform possible future approaches to using neuroimaging for stroke diagnosis and treatment decisions.

Keywords: CT-neuroperfusion, ischemic stroke.