

PERFUSION COMPUTER TOMOGRAPHY IN THE DIAGNOSIS OF ACUTE CEREBRAL CIRCULATION ACCIDENT

**Daniyar A.
Suleimenov B.
Artykbaev A.
Nurgisin N.
Usmagambetov D.
Bakhytjanov S.**
Scientific supervisors:
**Iztleuov E.
Mutigullina G.**

West Kazakhstan Medical University named after M. Ospanov, Aktobe

ПЕРФУЗИОННАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ОСТРОГО НАРУШЕНИЯ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

**Данияр Ә.С.
Сулейменов Б.К.
Артықбаев Ә.Т.
Нургисин Н.Н.
Усмагамбетов Д.А.
Бахытжанов С.А.**
Научные руководители:
**Изтлеуов Е.М.
Мутигуллина Г.А.**

Западно-Казахстанский медицинский университет имени М.Оспанова, г.Актобе
<https://doi.org/10.5281/zenodo.14499256>

Abstract

Relevance: Perfusion computed tomography (PCT) is one of the main methods of CT examination, which has spread with the development of fast multispiral tomography technology, and has become the standard for emergency diagnostics of ischemic stroke and detection of reversible brain tissue damage. PCT allows to evaluate the physiology of the brain parenchyma, namely tissue (capillary) blood flow. The degree of perfusion of the brain substance depends on the speed and volume of blood flow through large-capacity vessels (internal carotid arteries and their intracranial branches) and through the capillary bed. PCT usually uses the first pass of contrasted blood. With computer processing using deconvolution algorithms, perfusion parameters are calculated that allow estimating cerebral blood flow.

Objective: The development of perfusion CT of the brain was the diagnosis of ischemic changes in the brain substance at the early stages of the onset of symptoms of stroke to determine adequate further treatment tactics.

Research methods: This article explains the principles of the technique, its applicability in modern multidisciplinary clinics as an emergency and planned method for studying cerebral blood flow.

Аннотация

Актуальность: Перфузионная компьютерная томография (ПКТ) – один из основных методов КТ-исследования, распространившаяся с развитием технологии быстрой мультиспиральной томографии, и стала стандартом экстренной диагностики ишемического инсульта и выявления обратимого повреждения ткани мозга. ПКТ дает возможность оценить физиологию паренхимы мозга, а именно тканевой (капиллярный) кровоток. Степень перфузии вещества мозга зависит от скорости и объема кровотока через сосуды большой емкости (внутренние сонные артерии и их интракраниальные ветви) и через капиллярное русло. При ПКТ обычно применяется оценка первого прохождения контрастированной крови. При компьютерной обработке с использованием алгоритмов деконволюции рассчитываются параметры перфузии, позволяющие оценить мозговой кровоток.

Цель: разработки перфузионной КТ головного мозга явилась диагностика ишемических изменений в веществе головного мозга на ранних сроках появления симптомов ОНМК для определения адекватной дальнейшей тактики лечения.

Методы исследования: Данная статья разъясняет принципы методики, ее применимость в современных многопрофильных клиниках в качестве экстренного и планового метода исследования мозгового кровотока.

Keywords: Perfusion computed tomography, ischemic stroke, cerebral blood flow velocity, cerebral blood flow volume, average transit time of the contrast agent.

Ключевые слова: Перфузионная компьютерная томография, ишемический инсульт, скорость мозгового кровотока, объем мозгового кровотока, среднее время транзита контрастного препарата.

Актуальность.

Начальным этапом выполнения перфузионной КТ является нативное сканирование для исключения геморрагического инсульта, а также для выявления иной патологии головного мозга. Перфузионная КТ выполняется после внутривенного болюсного введения 40–50 мл контрастного препарата и 20–30 мл физиологического раствора со скоростью 5 мл/с. При исследовании рекомендуется использовать препаратов с высокой концентрацией йода, 350–370 мг/мл для создания отчетливых графиков накопления и вымывания контрастного препарата, построения параметрических карт. Данное условие обязывает рентгенолога информировать пациента (или его законного представителя) о планируемой манипуляции, возможных последствиях и осложнениях, а также получить согласие на ее проведение. При наличии противопоказаний для введения контрастного препарата может проводиться экстренная премедикация с использованием стероидных препаратов. [9]

После внутривенного болюсного введения контрастного препарата выполняются многократные сканирования на одном или нескольких уровнях, следующие друг за другом с минимальными промежутками времени или при непрерывной работе рентгеновской трубки. Общая длительность перфузионного исследования составляет около 1 минуты. Для получения графика контрастного усиления для каждого вокселя в зоне интереса необходимо зарегистрировать множественные фазы. [5]

Для расчета параметров перфузии необходимо указать длительность первого прохождения контрастного препарата через сосудистую сеть мозга, идентифицировать крупную артерию (обычно

внутреннюю сонную или среднюю мозговую артерию), а также венозный отток (чаще всего поперечный или сагиттальный синусы). Расчет параметров перфузии и построение параметрических карт может обычно выполняться в автоматическом режиме с помощью специальных программ. [4]

Результаты исследования. Физиологические аспекты перфузионной компьютерной томографии головного мозга. Перфузионная КТ позволяет оценить физиологию кровоснабжения паренхимы мозга, а именно тканевой (капиллярный) кровоток. Степень перфузии вещества мозга зависит от скорости и объема кровотока через сосуды большой емкости (внутренние сонные артерии и их интракраниальные ветви) и через капиллярное русло. При ПКТ обычно применяется оценка первого прохождения контрастированной крови, используя кинетическую модель, которая предполагает, что контрастное средство не диффундирует, не метаболизируется и не абсорбируется тканью мозга. [8]

Церебральная перфузия оценивается по следующим параметрам (**рис. 1**):

- скорость мозгового кровотока (СМК, Cerebral Blood Flow, CBF)
- объем мозгового кровотока (ОМК, Cerebral Blood Volume, CBV)
- среднее время транзита контрастного препарата (СВТ, Mean Transit Time, MTT).

Скорость мозгового кровотока является наиболее важным показателем перфузии мозга, которая определяется как количество крови, проходящей через единицу объема мозговой ткани в течение определенного периода времени.

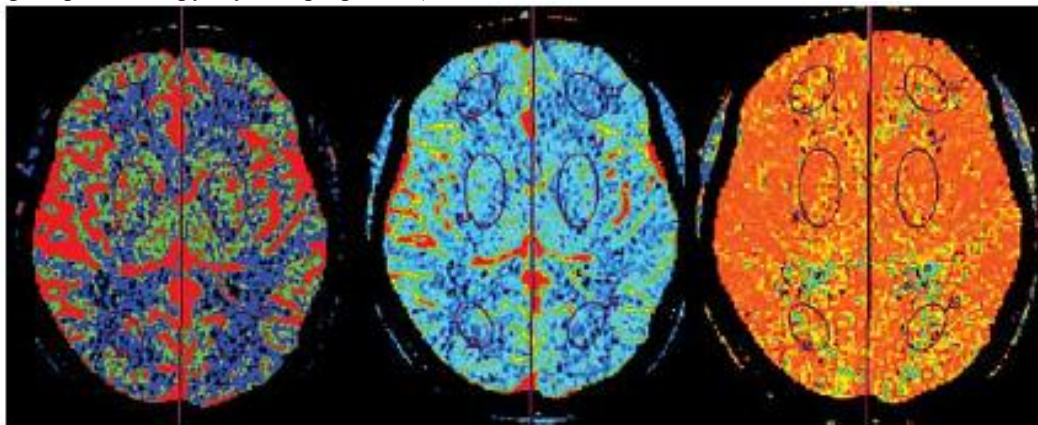


Рис.1. Перфузионные карты (слева направо): Скорость мозгового кровотока (СМК), объем мозгового кровотока (ОМК), среднее время транзита контрастного препарата (СВК)

При повышении артериального давления сосуды головного мозга сужаются, и наоборот, при понижении давления происходит расширение сосудов головного мозга. Если сосуды определенной области мозга достигают максимального диаметра и артериальное давление продолжает падать, показатель СМК также снижается. [13]

Существуют критические показатели СМК, при достижении которых развивается ОНМК. Так при достижении уровня СМК менее 20 мл/100

г/мин снижается скорость синаптической передачи. Клинически это проявляется в виде острой недостаточности мозгового кровообращения. Однако указанные изменения полностью обратимы в случае нормализации кровообращения до момента развития инфаркта мозга. [7]

При СМК ниже 10–15 мл/100 г/мин (ишемический порог) происходит декомпенсация метаболизма нейрона, что приводит к гибели нейронов через 5–10 минут.

При развитии ишемического инсульта вокруг «ядра» деструкции мозговой ткани формируется зона гипоперфузии с СМК, поддерживаемым на уровне 10–20 мл/100г/мин за счет коллатерального кровотока. Клетки этой зоны представляют собой полутень инсульта (penumbra в англоязычной литературе). Нейроны полутени сохраняют структурную целостность до момента декомпенсации коллатерального кровотока и снижения уровня СМК до критических цифр. Этот период представляет собой терапевтическое окно ОНМК, который может растягиваться до нескольких часов (обычно до 3–4 часов), но в каждом индивидуальном случае его длительность непредсказуема.

Сосудистая терапия острого ишемического инсульта направлена на восстановление перфузии и жизнедеятельности клеток полутени и минимизации размеров зоны деструкции ткани мозга. [14]

Объем мозгового кровотока измеряется в [мл/100 г ткани мозга] и позволяет оценить количество крови в единице объема ткани мозга. Хорошо васкуляризированные участки мозговой ткани

(кора, базальные ядра) имеют более высокий уровень ОМК, чем белое вещество.

ПЕРФУЗИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА исследована на 30 последовательных срезах толщиной 5 мм на супратенториальном уровне. Количество фаз – 40. (рис. 2):

ROI артерия: A1 сегмент передней мозговой артерии (ACA). ROI вена: прямой синус (sinus rectum), сток синусов (confluens sinuum).

На КТ сканах без контрастного усиления отмечается следующее: в области височной доли правой полушарии большого мозга преимущественно субкортикально зоны нарушения кровотока, с наличием зоны гиподенсивности.

На картах CBV: отмечается зона снижения CBV в правом полушарии большого мозга.

На картах CBF: зона снижения CBF одинаковая по размеру с зоной пониженного CBV (соотношение ядра и пенумбры 70/30).

На картах MTT и TTP: отмечается замедленной прохождения КВ в височной доли правой полушарии большого мозга.

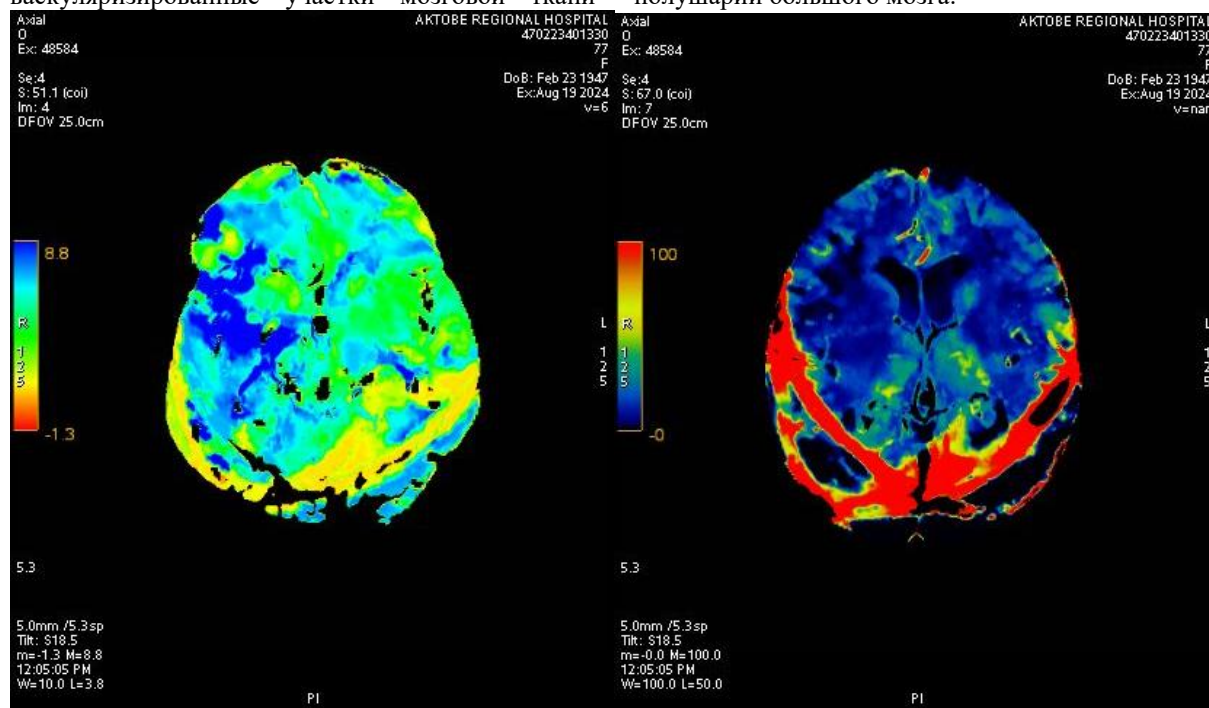


Рис.2. КТП признаки зоны гипоперфузии височной доли правой полушарии большого мозга.

ПКТ обладает двумя существенными преимуществами:

- зоны нарушения мозгового кровообращения могут быть выявлены сразу же после появления острой неврологической симптоматики;
- возможна дифференциация обратимых и необратимых изменений ткани мозга.

ПКТ позволяет определить индивидуальные особенности кровотока у каждого пациента и расширить терапевтическое окно для тромболитической терапии, выходящее за общепринятые 3–4 часа. [10]

ПКТ может служить надежным и доступным инструментом диагностики ишемического инсульта в острейшем периоде, который проводится в

качестве необременительного дополнения к традиционному КТ-исследованию и позволяет определить целесообразность проведения того или иного вида тромболитической терапии у конкретного пациента вне зависимости от временных рамок. Полученные данные делают возможным точное определение распространенности зоны дисгемии и разграничение необратимо поврежденной ткани и пенумбры, что позволяет быстро выбрать тактику дальнейшего лечения и потом оценить его эффективность. Внедрение новых возможностей КТ-сканеров и программного обеспечения будет способствовать увеличению скорости, размеров и разрешения ПКТ. Таким образом, ПКТ представляет собой пример эффективного использования воз-

возможностей нейровизуализации для внедрения новейших методов лечения и исследования патофизиологии острого ишемического инсульта. [17]

Заключение. Применение комплекса методик КТ-диагностики, включающего оценку перфузии головного мозга, у пациентов с острым нарушением мозгового кровообращения доказало свою целесообразность. Быстрота выполнения и оценки результатов, отсутствие противопоказаний, высокая информативность – несомненные преимущества методики. Применение ПКТ у пациентов в ранние сроки появления симптомов ОНМК позволяет определить показания для тромболитической терапии (в т.ч. за пределами терапевтического окна), а в комплексе с КТА – показания к ангиохирургическому вмешательству.

Список литературы:

1. Болезни нервной системы: Руководство для врачей: в 2-х т. – Т.1. Под ред. Яхно Н.Н., Штульмана Д.Р. – 3-е изд., перераб и доп. – М.: Медицина, 2003. – 744 с.
2. Hunter W., Kaste M., Feischl., et al. Assessment of cerebral perfusion and arterial anatomy in hyperacute stroke with threedimensional functional CT: early clinical results. *AJNR Am Neuroradiology*. – 1998. – Vol. 19. – P. 29–37.
3. Mayer T.E., Hamman G.F., Baranczyk J., et al. Dynamic CT perfusion imaging of acute stroke. *ALNR Am Neuroradiology*. – 2002. – Vol. 21. – P. 1441–1449.
4. Roberts C.H., Roberts T.P.L., Smith W.S., Lee T.J., Fishbein H.J., Dillon W.P. Multisection dynamic CT perfusion for acute cerebral ischemia: the “toggling-table” technique. *ALNR Am Neuroradiology*. – 2001. – Vol. 22. – P. 1077–1080.
5. Waaijer A., van Leeuwen M.S., van Osch M.J. et al. Changes in cerebral perfusion after revascularization of symptomatic carotid artery stenosis: CT
6. «Перфузионная компьютерная томография в диагностике острого нарушения мозгового кровообращения» С.П. Морозов, И.Ю. Насникова, В.И. Шмырев, С.М. Крыжановский, М.И. Бадюл; ФГУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» УД Президента РФ (журнал «Кремлевская медицина. Клинический вестник» №1, 2011);
7. «Методика перфузионной компьютерной томографии в диагностике острого ишемического инсульта» Д.В. Сергеев, А.Н. Лаврентьева, М.В. Кротенкова; Научный центр неврологии РАМН, Москва (журнал «Анналы клинической и экспериментальной неврологии» №3, 2008);
8. «Исследование тканевой перфузии головного мозга методом компьютерной томографии» В.Н. Корниенко, И.Н. Пронин, О.С. Пьяных, Л.М. Фадеева; ГУ НИИ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко РАМН, Москва; Harvard Medical School (журнал «Медицинская визуализация» №2, 2007).
9. Корниенко В.Н., Пронина И.Н. (ред.) *Диагностическая нейрорадиология*. М., 2006.
10. Суслина З.А., Пирадов М.А. (ред.) *Инсульт: диагностика, лечение, профилактика*. М.: МЕДпресс-информ, 2008.
11. Корниенко В. Н, Пронин И. Н, Пьяных И. С. и др. Исследование тканевой перфузии головного мозга методом компьютерной томографии. *Медицинская визуализация* 2007; 2: 70-81.
12. Суслина З.А. (ред.) *Очерки ангионеврологии*. М.: Атмосфера, 2005.
13. Суслина З.А., Варакин Ю.Я. Эпидемиологические аспекты изучения инсульта. *Время подводить итоги. Анналы клинической и экспериментальной неврологии* 2007; 1(2): 22-28.