

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АСИММЕТРИЧНОСТИ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ ПО
ДАНЫМ ПЕРФУЗИОННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ПРИ ИНФАРКТАХ
БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА И ДИСЦИРКУЛЯТОРНОЙ
ЭНЦЕФАЛОПАТИИ

Л.Н. СЕИНОВА

*Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Рязанский государственный медицинский университет имени ак. И.П. Павлова» Министерства здра-
воохранения Российской Федерации, ул. Высоковольтная, д. 9, г. Рязань, Россия, 390026,
e-mail: rzgmu@rzgmu.ru*

Аннотация. В настоящее время проблема своевременной диагностики и лечения нарушений мозгового кровообращения является одной из главных для медицины, так как инсульты и хроническая ишемия мозга занимают значительное место среди заболеваний, ведущих к смертности и инвалидизации населения. Компьютерная томография является одним из ведущих средств диагностики нарушений мозгового кровообращения. На сегодняшний день диагностические возможности перфузионной компьютерной томографии, особенно в сфере тонких изменений характера перфузии не только в пораженном, но и в контрлатеральном полушариях головного мозга являются малоизученными и не используются в полном объеме. Актуальность и научная новизна данного исследования не вызывает сомнений. На основе полученных данных 87 пациентов с диагнозом ишемического инфаркта больших полушарий головного мозга и дисциркуляторной энцефалопатии, проведен сравнительный анализ кровотока в пораженном и контрлатеральном полушариях, оценивалась степень асимметричности кровотока в зависимости от фазы развития ишемического инсульта и при наличии хронической ишемии мозга. Исследования показали, что относительный показатель межполушарной асимметрии снижается по ходу развития инфаркта головного мозга, достигая минимальных значений дисциркуляторной энцефалопатии, возможно практическое использование предложенного показателя межполушарной асимметрии в оценке степени хронизации ишемических нарушений мозгового кровотока.

Ключевые слова: инфаркт головного мозга, дисциркуляторная энцефалопатия, пораженное полушарие, контрлатеральное полушарие, относительный показатель межполушарной асимметрии.

A COMPARATIVE ANALYSIS OF CEREBRAL ASYMMETRY ACCORDING TO DATA FROM
PERFUSION COMPUTED TOMOGRAPHY IN INFARCTIONS OF THE CEREBRAL HEMIS-
PHERES AND DYSIRCULATORY ENCEPHALOPATHY

L.N. SEINOVA

*Ryazan State Academician I.P. Pavlov Medical University, Vysokovoltnaya, 9, Ryazan, Russia, 390026,
e-mail: rzgmu@rzgmu.ru*

Abstract: Currently a problem of timely diagnostics and treatment of disorders of cerebral circulation is one of the most important for medicine, as strokes and chronic brain ischemia occupy a significant place among the diseases leading to mortality and disability of population. Computed tomography is one of the leading diagnostics of cerebro-vascular disorders. Today, the diagnostic capabilities of perfusion computed tomography, especially in the field of subtle changes in perfusion in infected and in the contralateral hemispheres of the brain are poorly understood and aren't used in full.

The relevance and scientific novelty of this research is not in doubt. Based on the data of 87 patients with ischemic infarction of the cerebral hemispheres of the brain and vascular encephalopathy, a comparative analysis of blood flow in the affected and contralateral hemispheres, was carried out. The degree of asymmetry of blood flow depending on the phase of development of ischemic stroke and chronic brain ischemia was evaluated. The studies have shown that the relative indicator of inter-hemispheric asymmetry is reduced in the course of development of cerebral infarction, reaching minimum values of dyscirculatory encephalopathy. The author substantiates the practical use of the proposed indicator of inter-hemispheric asymmetry in the evaluation of the degree of chronic ischemic disturbances of cerebral blood flow.

Key words: cerebral infarction, dyscirculatory encephalopathy, affected hemisphere, contralateral hemisphere, relative indicator of asymmetry.

Библиографическая ссылка:

Сеинова Л.Н. Сравнительный анализ асимметричности мозгового кровообращения по данным перфузионной компьютерной томографии при инфарктах больших полушарий головного мозга и дисциркуляторной энцефалопатии // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №4. Публикация 2-11. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-4/5270.pdf> (дата обращения: 30.11.2015). DOI: 10.12737/16770

В настоящее время проблема своевременной диагностики и лечения нарушений мозгового кровообращения является одной из главных для медицины, так именно инсульты и хроническая ишемия мозга занимают значительное место среди заболеваний, ведущих к смертности и инвалидизации населения [5, 7]. Клинические проявления недостаточности мозгового кровообращения наблюдаются почти у половины населения. В большинстве развитых странах смертность от сосудистых заболеваний головного мозга достигает 12-16%. Эпидемиологические исследования указывают также на существенное «омоложение» цереброваскулярной патологии [1, 2, 5].

Наиболее распространенной и тяжелой по своим последствиям является такая форма острого нарушения мозгового кровообращения, как ишемический инсульт, доля которого составляет 85% цереброваскулярных заболеваний, причем одними из самых частых причин данного вида патологии головного мозга являются окклюзирующие поражения ветвей дуги аорты атеросклеротического генеза [9]. Наряду с острыми нарушениями мозгового кровообращения все большее распространение получает такая патология, как *дисциркуляторная энцефалопатия* (ДЭП), которая определяется как хроническая прогрессирующая форма цереброваскулярной патологии, характеризующаяся многоочаговым или диффузным ишемическим поражением головного мозга с постепенным развитием комплекса неврологических и нейропсихологических расстройств [4, 6, 8]. Синонимами ДЭП являются также сосудистая энцефалопатия, хроническая мозговая сосудистая недостаточность, атеросклероз сосудов головного мозга, хроническая ишемическая болезнь мозга и др. [3]. По зарубежным данным, умеренные и выраженные когнитивные нарушения цереброваскулярной природы, которые могут служить клиническим эквивалентом ДЭП, выявляются у 16,5% лиц старше 60 лет [15]. По данным аутопсии, те или иные сосудистые изменения, чаще всего микроваскулярной природы, обнаруживаются примерно у трети пожилых лиц, что может соответствовать реальной распространенности ДЭП в этой возрастной группе [14].

Перечисленные обстоятельства обосновывают высокую актуальность изучения проблематики патогенеза инсультов, разработки новых, точных методов их своевременной диагностики, в первую очередь с широким внедрением новейших методов нейρο- и ангиовизуализации очагов поражения, а также разработки новых методов комплексной терапии (нейропротекция, тромболитис). Новые методы лечения, в свою очередь, требуют быстрого и точного определения характера нарушений мозгового кровообращения и определения показаний и противопоказаний к их применению с учетом клинко-анатомических особенностей [10-13]. Вместе с тем остаются сравнительно мало изученными диагностические возможности *перфузионной компьютерной томографии* (ПКТ), особенно в сфере тонких изменений характера перфузии не только в пораженном, но и в контрлатеральном полушариях головного мозга, и особенно в плане сравнительной характеристики степени асимметричности кровотока по данным ПКТ в зависимости от фазы (стадии) развития ишемического инсульта и при наличии дисциркуляторной энцефалопатии.

Цель исследования – сравнительная оценка степени межполушарной асимметрии мозгового кровотока по данным ПКТ в ходе развития ишемического инфаркта больших полушарий головного мозга и при дисциркуляторной энцефалопатии.

Материалы и методы исследования. Материалом для исследования послужили данные ПКТ, полученные при текущих исследованиях 87 пациентов, проходивших стационарное лечение по поводу ишемического инфаркта больших полушарий головного мозга, а также клинического обострения течения ДЭП. Средний возраст пациентов – 63,9±4,9 лет (от 33 до 85 лет), М:Ж=1,1:1. Диагноз устанавливался клиническими и инструментальными (РКТ и ПКТ) методами. Критериями включения в исследование служило наличие клинко-инструментальных признаков ишемического инфаркта больших полушарий головного мозга в острой, острой и подострой фазах, а также установление диагноза различных вариантов ДЭП с наличием в анамнезе транзиторных ишемических атак или малых ишемических инсультов, а также обнаружением лакунарных очагов (5-15 мм) и атрофической водянки головного мозга, превышающей возрастную. Основными группами исследования являлись:

- I. Ишемический инфаркт больших полушарий головного мозга
 - Острейшая фаза (до 6 час). 15 случаев (М:Ж=2:1). На нашем материале в среднем – 3,9±0,8 часов
 - Острая фаза (6 час – 7 дней). 18 наблюдений (М:Ж=1,3:1). На нашем материале в среднем – 3,4±0,6 суток
 - Подострая фаза (7 – 30 дней). 14 случаев (М:Ж=1:1,3). На нашем материале в среднем – 12,5±0,9 суток
- II. Дисциркуляторная энцефалопатия. 28 наблюдений (М:Ж=1:1,3). Средняя длительность анамнеза на нашем материале – 1,2±0,4 года.

Контрольную группу составили пациенты с отсутствием соответствующих клинических симптомов и ПКТ – признаков острых ишемических изменений в головном мозге (6 случаев, 45-66 л, М:Ж=1:1).

Рандомизация при распределении по группам не проводилась.

Библиографическая ссылка:

Сеинова Л.Н. Сравнительный анализ асимметричности мозгового кровообращения по данным перфузионной компьютерной томографии при инфарктах больших полушарий головного мозга и дисциркуляторной энцефалопатии // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №4. Публикация 2-11. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-4/5270.pdf> (дата обращения: 30.11.2015). DOI: 10.12737/16770

После выполнения бесконтрастного сканирования головного мозга в шаговом режиме с толщиной среза 5 мм всем пациентам проводилось исследование микроциркуляции в головном мозге методом ПКТ с использованием мультиспирального рентгеновского компьютерного томографа Toshiba *Aquilion 64* и болюсным введением со скоростью 4,0 мл/сек. 50 мл йодсодержащего контрастного вещества *омнипака* (концентрация йода 300-350 мг/мл) с последующей обработкой на рабочей станции *Vitreia Sensation*. Сканирование начиналось через 5 сек после начала внутривенного введения омнипака, продолжалось 50 сек со скоростью вращения рентгеновской трубки 1 оборот в сек и напряжением на трубке 80 кВ с силой тока 200 мА.

Сканирование в случаях ишемического инфаркта проводилось на уровне очага поражения, предвзвешенно заподозренного при проведении стандартной РКТ или предположительно локализованного по клиническим данным. При наличии клинических и анамнестических признаков ДЭП, а также в контрольной группе сканирование осуществлялось на уровне центрального отдела боковых желудочков, а также его переднего, нижнего и заднего рогов.

Результатом сканирования в больших полушариях головного мозга являлись 348 КТ-изображений в аксиальной плоскости, соответствующих 4 срезам мозговой ткани у каждого пациента толщиной 0,5 см, которые отражали прохождение контрастного вещества по микроциркуляторному руслу в течение 45 сек.

Для расчета перфузионных показателей области артериального входа и венозного выхода выставлялись вручную: для артериального входа – сегмент А1 *передней мозговой артерии* (ПМА), венозного выхода – область сигмовидного синуса.

После выстраивания рабочей станцией цветокодированных карт скорости мозгового кровотока (*Cerebral blood flow – CBF*), церебрального объема крови (*Cerebral blood volume – CBV*) и среднего времени транзита контрастного вещества (*Mean transit time – MTT*), на последние наносились 14 областей интереса, имевших форму окружности площадью 2,5 см². Симметрично, в каждом полушарии выделялись по 2 области интереса в белом веществе артериальных бассейнов ПМА, *средней мозговой артерии* (СМА) и *задней мозговой артерии* (ЗМА) с избеганием включения в них крупных сосудов. По одной области интереса наносилось также в зоне базальных ганглиев (головка хвостатого ядра) в каждом полушарии. Таким образом, во всей совокупности проанализировано 579 областей интереса в каждом полушарии (всего - 1158). Для дальнейшего аналитического изучения использовались показатели CBV, CBF и MTT, автоматически определяемые в выделенных областях.

Сравнивались и анализировались *относительные показатели степени межполушарной асимметрии* (ОПМПА) трех основных параметров перфузии при различных формах ишемических поражений больших полушарий головного мозга (три фазы ишемического инфаркта и ДЭП), которые определялись по предложенной нами формуле: $(|Л-П|/К) \times 100\%$, где Л и П средние показатели в левом и правом полушариях, а К – соответствующее среднемозговое значение в контрольной группе.

Полученные результаты анализировались методами вариационной статистики с использованием пакета программ *Statistica for Windows*, версия 10.0. Определялись *M* – выборочная средняя, *m* – ошибка средней, *p* – достигнутый уровень значимости. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимали равным 0,05.

Результаты и их обсуждение. Полученные результаты представлены в табл. и позволяют констатировать, что наибольшая степень ОПМПА имеется в острейшей фазе ишемического инфаркта головного мозга.

При этом межполушарная асимметрия скорости мозгового кровотока последовательно и значительно снижается от острейшей – к подострой фазе острого ишемического инфаркта (40,9 – 36,9 – 17,1%), причем, на этом фоне, соответствующий показатель при ДЭП принимает минимальные значения (12,4%).

Значения ОПМПА среднего времени транзита контрастного вещества при ишемических инфарктах больших полушарий головного мозга в острейшей фазе (50%) значительно превышают соответствующие показатели в последующих фазах, являясь наименьшими (20,5%) в острой фазе. Соответствующий показатель при ДЭП на этом фоне имеет минимальное значение (6,3%).

Вместе с тем, ОПМПА мозгового кровенаполнения, имея одинаковые средние значения в острейшей и острой фазах ишемического инфаркта больших полушарий головного мозга (12%), снижается до 4% в подострой фазе, на фоне чего соответствующие значения при ДЭП занимают промежуточное положение (8,0%).

Библиографическая ссылка:

Сеинова Л.Н. Сравнительный анализ асимметричности мозгового кровообращения по данным перфузионной компьютерной томографии при инфарктах больших полушарий головного мозга и дисциркуляторной энцефалопатии // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №4. Публикация 2-11. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-4/5270.pdf> (дата обращения: 30.11.2015). DOI: 10.12737/16770

Средние полушарные параметры перфузии и соответственные значения ОПМПА по данным ПКТ в различных фазах ишемического инфаркта головного мозга и при ДЭП (M±m)

| Группы | Пораженное полушарие | | | Контрлатеральное полушарие | | | ОПМПА (%) | | |
|--|----------------------|--------------------|-----------|----------------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | CBV (мл/100 г) | CBF (мл/100 г/мин) | MTT (сек) | CBV (мл/100 г) | CBF (мл/100 г/мин) | MTT (сек) | CBV | CBF | MTT |
| I.1 | 2,3±0,1 | 39,0±0,7 | 5,0±0,1 | 2,6±0,1 | 57,4±0,8 | 3,4±0,1 | 12,0±0,4 | 40,9±0,3 | 50,0±0,3 |
| I.2 | 2,6±0,1* | 51,7±0,8* | 4,3±0,1* | 2,9±0,1* | 68,3±0,9* | 3,5±0,2 | 12,0±0,4 | 36,9±0,3* | 20,5±0,4* |
| I.3 | 3,0±0,1* | 29,1±0,9* | 5,5±0,1* | 3,1±0,1* | 36,8±1,1* | 4,6±0,1* | 4,0±0,2* | 17,1±0,4* | 28,1±0,3* |
| II | 2,0±0,1* | 32,1±2,6* | 3,7±0,1* | 2,2±0,1* | 37,7±2,8* | 3,5±0,1* | 8,0±0,5 | 12,4±0,5 | 6,3±0,6 |
| Контроль (среднемозговые параметры) | 2,5±0,1 | 45,0±1,3 | | | | 3,2±0,1 | | | |

Примечание: в ячейках строки ДЭП, соответствующих столбцам «пораженное» и «контрлатеральное» полушарие приведены средние результаты, полученные в правом и левом полушариях. Значком * – в группах I.2 и I.3 отмечены статистически достоверная разница показателей по отношению к группе I.1. Группа II сравнивалась с контрольной

Таким образом, на основании полученных данных можно констатировать, что ОПМПА скорости мозгового кровотока и среднего времени транзита контрастного вещества при ДЭП являются значительно меньшими в сравнении с соответствующими показателями, полученными в различных фазах ишемического инфаркта больших полушарий головного мозга. Наряду с этим, ОПМПА мозгового кровенаполнения при ишемическом инфаркте головного мозга в подострой фазе принимает значения в 3 раза меньшие по сравнению с острой и острой фазами. Соответствующий показатель при ДЭП занимает промежуточное положение, являясь в 2 раза большим, чем при подострой фазе и в 1,5 раза меньшим по отношению к соответствующим значениям в острой и острой фазах ишемического инфаркта головного мозга.

Отмеченное закономерное снижение показателей ОПМПА по ходу развития ишемического инсульта головного мозга, а также при ДЭП, сопровождаемая соответствующими изменениями параметров перфузии по данным ПКТ, свидетельствует об установлении нового уровня регуляции мозгового кровотока по мере перехода состояния острой ишемии – в хроническую. Очевидно, что установившийся новый уровень регуляции характеризуется физиологически приемлемой минимизацией перфузии в условиях хронической ишемии, – как со стороны пораженного полушария, так и со стороны контрлатерального ему. В этой связи, предложенный нами показатель ОПМПА может быть использован в качестве параметра степени хронизации дефицита мозгового кровотока.

Выводы:

1. Относительный показатель межполушарной асимметрии мозгового кровотока снижается по ходу развития ишемического инфаркта головного мозга, достигая минимальных значений при дисциркуляторной энцефалопатии.
2. Возможно практическое использование предложенного показателя межполушарной асимметрии по данным ПКТ в оценке степени хронизации ишемических нарушений мозгового кровотока.

Литература

1. Антонова О.Г., Хазов П.Д. Динамика ишемических инсультов ствола головного мозга при МР-томографии // Российский медико-биологический вестник им. акад. И.П.Павлова. 2004. № 3-4. С. 108–112.
2. Варакин Ю.Я. Эпидемиологические аспекты профилактики нарушений мозгового кровообращения // Атмосфера: нервные болезни. 2005. №2. С. 4–10.
3. Вордлоу Д. Нейровизуализация при инсульте: достижения преимущества // Журнал неврологии и психиатрии. 2000. № 8. С. 35–37.
4. Гиткина Л.С., Пушкарев А.Л., Чапко И.Я. Дисциркуляторная энцефалопатия: критерии диагностики и медико-социальной экспертизы // Методические рекомендации, 1998. 19 с.
5. Роль диффузного интимомедианного утолщения сонных артерий в ранней диагностике

Библиографическая ссылка:

Сеинова Л.Н. Сравнительный анализ асимметричности мозгового кровообращения по данным перфузионной компьютерной томографии при инфарктах больших полушарий головного мозга и дисциркуляторной энцефалопатии // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №4. Публикация 2-11. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-4/5270.pdf> (дата обращения: 30.11.2015). DOI: 10.12737/16770

церебральной васкулопатии / Кириченко Т.В. [и др.] // *Практ. неврология и нейрореабилитология*. 2009. № 4. С. 4–6.

6. Лучевая диагностика патологии головного мозга / Китаев В.М. [и др.] Ред. Ю.Л.Шевченко. М.: Издание РАЕН, 2008. 158 с.

7. Левин О.С., Юнищенко Н.А. Диагностика и лечение когнитивных нарушений при дисциркуляторной энцефалопатии // *Consilium medicum*. 2007. № 8. С. 47–53.

8. Наумова Э.М. Системные управляющие эффекты экзогенных адаптогенов: дисс... доктора биол. Наук, 2005. 44 с.

9. Руководство по цереброваскулярным заболеваниям. Под ред. Д.О.Виберса, В.Фейгина, Р.Д.Брауна // Пер. с англ. В.Л.Фейгина. М.: ЗАО «Издательство БИНОМ», 1999. 520 с.

10. Узбеков М.Г., Алферова В.В. К вопросу о патохимических изменениях системы метаболического гомеостаза в остром периоде ишемического инсульта // *Российский медико-биологический вестник*. 2010. № 3. С. 12–13.

11. Age-associated leukoaraiosis and cortical cholinergic deafferentation / Bohnen N.I. [et al.] // *Neurology*. 2009. Vol. 72. P 1411–1416.

12. Bowler J.V., Hachinski V. The concept of vascular cognitive. *Vascular cognitive impairment*. Martin Dunitz, 2002.

13. Monitoring of cerebral autoregulation in head-injured patients / Czosnyka M. [et al.] // *Stroke*. 1996. Vol. 27, №10. P. 1829–1834.

14. Importance of hemodynamic factors in the prognosis of symptomatic carotid occlusion / Grubb R.L. [et al.] // *JAMA*. 1998. Vol. 280, №12. P. 1055–1060.

15. Analysis of dynamic computed tomography scan brain images / J.L. Hopper [et al.] // *Invest. Radiol*. 1987. Vol. 22. P. 651–657.

References

1. Antonova OG, Khazov PD. Dinamika ishemicheskikh insul'tov stvola golovnogo mozga pri MR-tomografii. *Rossiyskiy mediko-biologicheskiy vestnik im. akad. I.P.Pavlova*. 2004;3-4:108-12. Russian.

2. Varakin YuYa. Epidemicheskie aspekty profilaktiki narusheniy mozgovogo krovoobrashcheniya. *Atmosfera: nervnye bolezni*. 2005;2:4-10. Russian.

3. Vordlou D. Neyrovizualizatsiya pri insul'te: dostizheniya preimushchestva. *Zhurnal nevrologii i psikhatrii*. 2000;8:35-7. Russian.

4. Gitkina LS, Pushkarev AL, Chapko IYa. Distsirkulyatornaya entsefalopatiya: kriterii diagnostiki i mediko-sotsial'noy ekspertizy. *Metodicheskie rekomendatsii*; 1998. Russian.

5. Kirichenko TV, et al. Rol' diffuznogo intimomediannogo utolshcheniya sonnykh arteriy v ranney diagnostike tserebral'noy vaskulopatii. *Prakt. nevrologiya i neyroreabilitologiya*. 2009;4:4-6. Kirichenko TV, et al. Russian.

6. Kitaev VM, et al. Luchevaya diagnostika patologii golovnogo mozga. Red. Yu.L.Shevchenko. Moscow: Izdanie RAEN; 2008. Russian.

7. Levin OS, Yunishchenko NA. Diagnostika i lechenie kognitivnykh narusheniy pri distsirkulyatornoy entsefalopatii. *Consilium medicum*. 2007;8:47-53. Russian.

8. Naumova EM. Sistemnye upravlyayushchie efekty ekzogennykh adaptogenov [dissertation]; 2005. Russian.

9. Rukovodstvo po tserebrovaskulyarnym zabolevaniyam. Pod red. D.O.Vibersa, V.Feygina, R.D.Brauna. Per. s angl. V.L.Feygina. Moscow: ZAO «Izdatel'stvo BINOM»; 1999. Russian.

10. Uzbekov MG, Alferova VV. K voprosu o patokhimicheskikh izmeneniyakh sistemy metabolicheskogo gomeostaza v ostrom periode ishemicheskogo insul'ta. *Rossiyskiy mediko-biologicheskiy vestnik*. 2010;3:12-3. Russian.

11. Bohnen NI, et al. Age-associated leukoaraiosis and cortical cholinergic deafferentation. *Neurology*. 2009;72:1411-6.

12. Bowler JV, Hachinski V. The concept of vascular cognitive. *Vascular cognitive impairment*. Martin Dunitz; 2002.

13. Czosnyka M, et al. Monitoring of cerebral autoregulation in head-injured patients. *Stroke*. 1996;27(10):1829-34.

14. Grubb RL, et al. Importance of hemodynamic factors in the prognosis of symptomatic carotid occlusion. *JAMA*. 1998;280(12):1055-60.

15. Hopper JL, et al. Analysis of dynamic computed tomography scan brain images. *Invest. Radiol*. 1987;22:651-7.

Библиографическая ссылка:

Сеинова Л.Н. Сравнительный анализ асимметричности мозгового кровообращения по данным перфузионной компьютерной томографии при инфарктах больших полушарий головного мозга и дисциркуляторной энцефалопатии // *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. 2015. №4. Публикация 2-11. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-4/5270.pdf> (дата обращения: 30.11.2015). DOI: 10.12737/16770