

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)

<https://doi.org/10.24835/1607-0763-1315>

## Оценка межэкспертной согласованности врачей-рентгенологов в диагностике ишемического инсульта в бассейне средней мозговой артерии с помощью компьютерной томографии

© Андропова П.Л.<sup>1,3\*</sup>, Гаврилов П.В.<sup>2</sup>, Казанцева И.П.<sup>4</sup>, Домиенко О.М.<sup>3</sup>, Наркевич А.Н.<sup>5</sup>, Колесникова П. А.<sup>6</sup>, Гребенкина Е.К.<sup>3</sup>, Тарасов Н.В.<sup>3</sup>, Сергеева Т.В.<sup>1,3,7</sup>, Трофимова Т.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный университет"; 199034 Санкт-Петербург, Университетская наб., 7-9, Российская Федерация

<sup>2</sup> ФГБУ "Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии" Минздрава России; 191036 Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2-4, Российская Федерация

<sup>3</sup> ГБУЗ "Елизаветинская больница"; 195257 Санкт-Петербург, ул. Вавиловых, д. 14, литера А, Российская Федерация

<sup>4</sup> ГБУЗ "Госпиталь для ветеранов войн"; 193079 Санкт-Петербург, Народная ул., 21, к. 2, Российская Федерация

<sup>5</sup> ФГБОУ ВО "Красноярский государственный медицинский университет им. профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого" Минздрава России; 660022 Красноярский край, Красноярск, ул. Партизана Железняка, 1, Российская Федерация

<sup>6</sup> ФГБУН "Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля" Российской академии наук; 119334 Москва, ул. Косыгина, д. 4, Российская Федерация

<sup>7</sup> ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет"; 194100 Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2, Российская Федерация

**Цель исследования:** определение показателей диагностической эффективности врачей с различным стажем в urgentной нейрорадиологии, а также уровня их согласия в отношении КТ-признаков ишемического инсульта.

**Материал и методы.** За 2021 г. из базы городской клинической больницы Санкт-Петербурга были ретроспективно отобраны 100 пациентов, которым были проведены бесконтрастная КТ, КТ-ангиография брахиоцефальных артерий и артерий головного мозга, а также КТ-перфузия. У 50 пациентов был подтвержден ишемический инсульт в бассейне средней мозговой артерии. Также в исследование рандомно включены 50 пациентов, у которых данный диагноз был исключен, в том числе на основе динамического наблюдения в рамках дальнейшей клинической оценки и контрольного КТ-исследования головного мозга. Все 100 исследований были проанализированы 21 рентгенологом, которые независимо друг от друга оценивали каждое исследование на наличие КТ-признаков ишемического инсульта. Статистический анализ включал определение коэффициента каппа Флейсса ( $\kappa$ ) относительно согласия по каждому признаку ишемического инсульта, специфичности, чувствительности и точности выявления данных изменений.

**Результаты.** Стаж работы врачей экстренной нейрорадиологии в Региональном сосудистом центре влияет как на диагностическую эффективность, так и на согласованность в отношении большинства КТ-признаков ишемического инсульта. В то же время стаж не влияет на диагностическую эффективность врачей, не имеющих опыта в оценке инсульта. Как наиболее высокоспецифичный и воспроизводимый признак ишемического инсульта был выявлен симптом гиперденной средней мозговой артерии, а самым неоднозначным диагностическим признаком оказался симптом сглаженности корковых борозд. При этом все врачи независимо от стажа и опыта работы в urgentной нейрорадиологии склонны к гипердиагностике.

**Заключение.** Необходим дальнейший поиск инструментов и решений, способных нивелировать межэкспертную вариативность в отношении оценки КТ-признаков ишемического инсульта, поскольку данная проблема имеет высокую значимость в клинической практике.

**Ключевые слова:** ишемический инсульт, компьютерная томография, ранние признаки ишемии, ASPECTS, межэкспертное согласие



Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

**Для цитирования:** Андропова П.Л., Гаврилов П.В., Казанцева И.П., Домиенко О.М., Наркевич А.Н., Колесникова П.А., Гребенкина Е.К., Тарасов Н.В., Сергеева Т.В., Трофимова Т.Н. Оценка межэкспертной согласованности врачей-рентгенологов в диагностике ишемического инсульта в бассейне средней мозговой артерии с помощью компьютерной томографии. *Медицинская визуализация*. 2023; 27 (4): 159–169. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1315>

Поступила в редакцию: 18.01.2023.

Принята к печати: 13.02.2023.

Опубликована online: 6.04.2023.

## Interexpert agreement between neuroradiologists in the diagnosis of middle cerebral artery stroke by computed tomography

© Polina L. Andropova<sup>1, 3\*</sup>, Pavel V. Gavrillov<sup>2</sup>, Inga P. Kazantseva<sup>4</sup>, Olga M. Domienko<sup>3</sup>, Artyom N. Narkevich<sup>5</sup>, Polina A. Kolesnikova<sup>6</sup>, Elizaveta K. Grebenkina<sup>3</sup>, Nikolay V. Tarasov<sup>3</sup>, Tatyana V. Sergeeva<sup>1, 3, 7</sup>, Tatyana N. Trofimova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> St. Petersburg State University; 7-9, Universitetskaya Embankment, St. Petersburg 199034, Russian Federation

<sup>2</sup> Saint-Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology; 2-4, Ligovsky prospect, St. Petersburg 191036, Russian Federation

<sup>3</sup> St. Petersburg City Hospital of the Holy Martyr Elizabeth; 14, Vavilovskiy str., St. Petersburg 195257, Russian Federation

<sup>4</sup> St. Petersburg City Hospital for the war veterans; 21-2, Narodnaya str., St. Petersburg 193079, Russian Federation

<sup>5</sup> Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voino-Yasenetsky; 1, Partizan Zheleznyak str., Krasnoyarsk 660022, Russian Federation

<sup>6</sup> Emanuel Institute of Biochemical Physics of the Russian Academy of Sciences; 4, Kosygina str., Moscow 119334, Russian Federation

<sup>7</sup> St. Petersburg State Pediatric Medical University; 2, Litovskaya str., St. Petersburg 194100, Russian Federation

**Background.** To evaluate the diagnostic accuracy of radiologists with a wide range of experience and training in emergency neuroradiology and other specialty hospitals, as well as the level of inter-experts' agreement regarding CT signs of ischemic stroke.

**Material and methods.** Our study included a retrospective cohort of 100 patients who underwent NCCT, CT angiography (mCTA) and CT perfusion in St. Petersburg clinical hospital. Fifty patients had confirmed middle cerebral artery ischemic stroke. The study also randomly included fifty patients in whom this diagnosis was excluded, including on the basis of dynamic follow-up as part of further clinical evaluation and follow-up CT scan of the brain. All 100 CT were reviewed by 21 radiologists who independently assessed each study for CT evidence of ischemic stroke. Statistical analysis included the Kappa-Fleiss coefficient ( ) calculation of agreement for each sign of ischemic stroke, specificity, sensitivity, and accuracy of detection of these changes.

**Results.** The staff radiologist's mean experience in emergency neuroradiology affects both diagnostic performance and consistency for detection of most CT features of ischemic stroke. At the same time, experience does not affect the diagnostic efficiency of radiologists with no experience in stroke assessment. The most highly specific and reproducible sign of ischemic stroke was the hyperdense middle cerebral artery sign, and the most ambiguous diagnostic sign was the gyral effacement. At the same time, all radiologists, regardless of length of service record and experience in emergency neuroradiology, are prone to overdiagnosis.

**Conclusion.** Further search for tools and solutions is needed to level out interexpert variability regarding assessment of ischemic CT signs, since this problem has high clinical importance.

**Keywords:** ischemic stroke, computed tomography, the signs of early ischemia, ASPECTS, inter-expert agreement

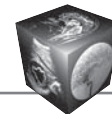
**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

**For citation:** Andropova P.L., Gavrillov P.V., Kazantseva I.P., Domienko O.M., Narkevich A.N., Kolesnikova P.A., Grebenkina E.K., Tarasov N.V., Sergeeva T.V., Trofimova T.N. Interexpert agreement between neuroradiologists in the diagnosis of middle cerebral artery stroke by computed tomography. *Medical Visualization*. 2023; 27 (4): 159–169. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1315>

Received: 18.01.2023.

Accepted for publication: 13.02.2023.

Published online: 6.04.2023.



## Введение

В клинической практике основой диагностики ишемического инсульта выступают компьютерная (КТ) и магнитно-резонансная томографии (МРТ). Согласно клиническим рекомендациям, в стационарах Российской Федерации при подозрении на ишемический инсульт рекомендуется всем пациентам в экстренном порядке проведение бесконтрастной КТ или МРТ головного мозга, получение результатов исследования (заключения) в течение 40 мин от момента поступления пациента в стационар для дифференциальной диагностики формы острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК) с целью определения тактики лечения [1]. С учетом ряда причин (время проведения исследования, отсутствие абсолютных противопоказаний, доступность) КТ является ведущим методом диагностики ОНМК, который призван разрешить два основных вопроса: наличие ишемического поражения головного мозга и/или внутримозгового кровоизлияния.

При КТ-исследовании пациентов с подозрением на ОНМК в бассейне средней мозговой артерии (СМА) существует ряд КТ-признаков, которые указывают на наличие ишемического инсульта: признак острой окклюзии артерии (гиперденность СМА и ее ветвей), признаки ранних ишемических изменений (нарушение дифференцировки серого/белого вещества, сглаженность корковых борозд на стороне поражения), а также снижение рентгеновской плотности вещества головного мозга [2].

Гиперденность СМА, как высокоспецифичный признак (90–100%) острого ишемического инсульта в одноименном бассейне, был впервые описан G. Gács и соавт. в 1983 г. [3]. Гиперденность СМА проявляется повышением КТ-плотности проксимальных отделов СМА с менее чем от +40 до +80 HU и ассоциирована с тромбозом сегмента М1 (и зачастую М2). Такой же механизм определяется в дистальных отделах СМА с формированием картины точечного повышения плотности СМА (“признак точки”) [4, 5].

Гиперденность СМА нередко бывает единственным диагностическим КТ-признаком на ранней стадии ишемического инсульта.

Однако не стоит забывать, что, несмотря на свою высокую специфичность, гиперденность СМА может встречаться при повышенном гематокрите (в отличие от данного признака, повышение КТ-плотности будет наблюдаться у всех внутрисерпных артерий и вен), при вирусных поражениях [6], также известны упоминания гиперденности СМА при диссекции артерии [7] (однако остается неясным, с чем ассоциируется данный признак: с интрамуральной гематомой или внутрисосуд-

ным тромбом). Снижение плотности окружающей артерию паренхимы мозга (инфекционное / неопластическое (пальмарный отек) поражение) также может создавать картину псевдогиперденного сосуда [8].

С.К. Коо и соавт. [6] установили объективные критерии гиперденности СМА путем измерения абсолютной плотности пораженных и неизмененных сосудов: абсолютная плотность должна составлять не менее +43 HU при соотношении с плотностью других артерий – 1:2.

Отек является распространенным ответом на различные формы повреждения головного мозга. При ишемическом инсульте существует три вида отека: цитотоксический, ионный и вазогенный [9]. Каждый из этих видов обладает своим доминирующим паттерном визуализации, идентификация которого в сочетании с дополнительными рентгенологическими данными и клиническим анамнезом часто дает ключ к верной трактовке изменений и влияет на дальнейшее лечение [10].

При цитотоксическом отеке возникает внутриклеточное накопление жидкости в нейронах, глиальных клетках, аксонах, а также миелиновых оболочках. В первую очередь поражается серое вещество из-за его высокой метаболической активности и большей плотности астроцитов [2]. На данном этапе развития ишемического процесса КТ не является чувствительным методом его обнаружения, визуализационный паттерн возможно выявить только с помощью МРТ.

Далее после истощения всех компенсаторных механизмов по осмотическому градиенту вода начинает поступать в межклеточное пространство, но без повреждения гематоэнцефалического барьера, моделируя ионный отек. При данном процессе в конечном итоге вовлекается как серое, так и белое вещество с соответствующей потерей их дифференцировки на КТ-изображении [10].

На КТ-изображении потеря дифференцировки серого и белого вещества соответствует крупному сосудистому распределению. Признак нарушения дифференцировки коры и белого вещества, в первую очередь, включает в себя “признак инсулярной ленты” (утрата разграничения серого/белого вещества вдоль инсулярной области) и исчезновение границ (контрастности) базальных ганглиев, а также изменение дифференцировки коры больших полушарий [11]. Раннее вовлечение базально-ядерной области в патологический процесс при тромбозе проксимальных отделов СМА обусловливается тем, что данная анатомическая область снабжается латеральными лентикюлостриарными артериями, ответвляющимися непосредственно от М1-сегмента СМА.



Трансформация ионного отека в вазогенный обуславливает снижение плотности (НУ) вещества головного мозга [10] на 2,5 НУ с увеличением содержания воды в межклеточном пространстве на 1%. А. Govind и соавт. в своем исследовании выявили диапазон значений рентгеновской плотности в НУ при острой ( $>+19,13$ ), подострой ( $+9,55$  до  $+19,13$ ) и хронической стадиях инсульта (менее  $+9,55$ ) [12].

С учетом того, что при вазогенном отеке происходит нарушение гематоэнцефалического барьера, повышенная проницаемость сосудов может привести к геморрагической трансформации инсульта, а также к экстравазации контрастного препарата после эндоваскулярного вмешательства. И чем больше зона изменений, тем выше эта вероятность. С целью оценки риска подобных осложнений была введена шкала ASPECTS, с помощью которой возможно спрогнозировать функциональный исход инсульта, а также результаты тромболитической терапии и тромбэкстракции [13]. Стоит отметить, что ошибочно будет оценивать изменения, соответствующие подострой и хронической стадиям ишемического инсульта по шкале ASPECTS.

Сглаженность корковых борозд описывается как следствие масс-эффекта, которая может свидетельствовать о необратимом повреждении паренхимы головного мозга [14]. Однако D. Haussen и соавт. в своем исследовании подтвердили, что, несмотря на общепринятую трактовку значения данного признака, сглаженность борозд без ассоциированного нарушения дифференцировки серого и белого вещества не может интерпретироваться как признак ишемических изменений, а также учитываться при оценке по ASPECTS, поскольку является потенциально обратимым явлением за счет повышенного лептоменингеального коллатерального кровотока [15]. С учетом отсутствия конвенционального подхода в определении данного признака именно он может вызывать наибольшую вариативность при оценке КТ-признаков ишемического инсульта врачами-рентгенологами.

Если визуализация геморрагических проявлений ОНМК при КТ не вызывает затруднений, то распознавание признаков тромбоза магистральных артерий головного мозга и ишемии на ранних стадиях является сложной диагностической задачей. Существуют сомнения и противоречивые данные относительно способности клиницистов и в том числе рентгенологов с небольшим опытом работы правильно трактовать КТ-признаки ишемического инсульта. В условиях ежегодного обновления кадрового состава больниц молодыми

специалистами, наличия периода их адаптации к специфике работы нейрорадиолога в сочетании с нехваткой врачей-рентгенологов для оперативной интерпретации лучевых исследований (в том числе КТ) в субъектах Российской Федерации, повышается уровень вариативности интерпретации лучевых изображений между экспертными оценками.

## Цель исследования

Анализ показателей точности, специфичности и чувствительности рентгенологов в выявлении ОНМК в бассейне СМА, а также оценка межэкспертной согласованности между рентгенологами с разным стажем работы в urgentной нейрорадиологии в отношении выявления КТ-признаков ишемического инсульта.

## Материал и методы

### Дизайн исследования

Исследование носило ретроспективный характер.

В исследование было включено 100 пациентов, поступивших в СПб ГБУЗ “Елизаветинская больница” за период с 1 июля по 30 декабря 2021 г. с подозрением на острый ишемический инсульт (согласно шкале догоспитальной оценки тяжести инсульта (LAMS)).

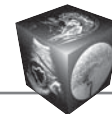
Диагноз ишемического инсульта был установлен врачом-неврологом на основании клинических данных в соответствии с рекомендациями Минздрава России и верифицировался с помощью проведения КТ-ангиографии сосудов головного мозга и КТ-перфузии. У 30 пациентов по данным КТ-ангиографии брахиоцефальных артерий (БЦА) и артерий головного мозга (АГМ), а также КТ-перфузии диагноз не подтвердился, у 20 пациентов диагноз ишемического инсульта был исключен на основе отсутствия патологических изменений (ишемии) посредством выполнения контрольного КТ-исследования в течение 24 ч от первоначальных диагностических мероприятий.

**Критерий включения** в исследование для пациентов с подтвержденным ОНМК в бассейне СМА: наличие ишемического инсульта в бассейне СМА, клинически установленного в соответствии с рекомендациями Минздрава России, и подтвержденного КТ-ангиографией АГМ и БЦА, КТ-перфузией.

**Критерии исключения** для данной группы пациентов:

- 1) повторное ОНМК в бассейне СМА;
- 2) ОНМК в бассейнах задней циркуляции и передней мозговой артерии;
- 3) тромбоз мозговых вен и венозных синусов;





4) хроническая окклюзия экстра- и интракраниальных артерий головного мозга передней циркуляции.

*Критерии включения* в исследование для пациентов, у которых диагноз ОНМК был исключен:

1) отсутствие КТ-признаков ишемических изменений по данным бесконтрастной КТ в бассейне СМА, с подтверждением отсутствия тромбоза экстра- и интракраниальных артерий и вен с помощью КТ-ангиографии АГМ и БЦА, а также по данным КТ-перфузии;

2) отсутствие КТ-признаков ишемических изменений в бассейне СМА по данным повторной бесконтрастной КТ, выполненной через 24 ч.

*Критерий исключения* для данной группы пациентов: за исключением ОНМК, наличие других изменений различной этиологии, выявляемых с помощью КТ.

КТ-исследования были полностью деперсонализированы, клинические данные в ходе текущего исследования не предоставлялись. Толщина среза предоставляемых бесконтрастных КТ-исследований составляла 1,25 мм, эксперты имели возможность просматривать КТ-изображения в аксиальной, сагиттальной и коронарной проекциях с возможностью построения мультипланарных реформаций. Также были установлены рекомендуемые значения “окна” с его сужением, так называемые stroke window: ширина окна +8 HU с центральным уровнем +32 HU с возможностью оценки и в стандартных настройках: ширина окна +80 HU и центральный уровень +20 HU [16, 17].

В эксперименте принял участие 21 эксперт. Врачи первоначально были распределены на две группы: специалисты ургентной медицины (Регионального сосудистого центра, далее РСЦ) и специалисты стационаров общего профиля (СОП), имеющие малый опыт в диагностике ишемического инсульта в острой и острой стадиях. Внутри группы эксперты делились в зависимости от опыта работы: более 8 лет, от 3 до 8 лет и до 3 лет – соотношение врачей РСЦ и СОП равнялось 4:3 в каждой группе, разделенной по опыту работы.

Экспертам предлагалось оценить наличие/отсутствие ОНМК по ишемическому типу на основе изображений бесконтрастной КТ головного мозга. Установить наличие таких признаков, как снижение рентгеновской плотности вещества головного мозга, сглаженность корковых борозд, нарушение дифференцировки серого/белого вещества, а также гиперденность СМА и ее дистальных отделов (признак или “симптом точки”).

Эксперты независимо друг от друга оценивали каждое исследование и маркировали признаки

при наличии как 1, при отсутствии как 0. Далее все оценки были объединены независимым исследователем в общую таблицу для дальнейшей статистической обработки результатов.

При проведении статистического анализа использовались методы описательной статистики. Анализ выполнен с использованием программы SPSS Statistics 19 и языка программирования Python.

На основании результатов оценки нами были осуществлены расчеты таких параметров, как чувствительность, специфичность, точность для оценки наличия/отсутствия ОНМК в бассейне СМА (проведен ROC-анализ и рассчитана площадь под ROC-кривой) [18].

При оценке КТ-признаков ишемического инсульта статистический анализ включал определение коэффициента межэкспертного согласия (каппа Флейсса) [19]. Коэффициент межэкспертного согласия (каппа Флейсса) расценивался следующим образом: случайный ( $\kappa < 0$ ), слабый ( $\kappa > 0-0,2$ ), незначимый ( $\kappa > 0,21-0,4$ ), умеренный ( $\kappa > 0,41-0,6$ ), существенный ( $\kappa > 0,61-0,8$ ) и полное согласие ( $\kappa > 0,81-1,0$ ) [17].

## Результаты и их обсуждение

Среди включенных в исследование пациентов было 44 (44%) женщины, 56 (56%) мужчин, средний возраст составил 63 года. Среднее время до КТ-исследования от появления симптомов составило 6 ч (диапазон 20 мин – 24 ч).

По данным нашего исследования, существует прямая зависимость между точностью, чувствительностью и стажем работы врачей РСЦ, для врачей из СОП данная корреляция не сохраняется. Стоит отметить, что определяется резкий скачок количества правильных интерпретаций КТ-изображений у экспертов каждой группы со стажем более 3 лет. Исходя из данных статистики, мы можем сделать вывод, что диагностическая эффективность врачей зависит как от стажа, так и от опыта работы в ургентной нейрорадиологии (табл. 1).

Для оценки взаимосвязи чувствительности и специфичности был проведен ROC-анализ с вычислением площади под кривой (AUC). Уровень гипер- и гиподиагностики у врачей РСЦ со стажем от 3 лет ниже, чем у специалистов РСЦ со стажем менее 3 лет и врачей СОП в целом (см. рисунок). Стоит отметить, что все врачи, участвующие в исследовании, более склонны к гипердиагностике, эта тенденция более выражена среди специалистов СОП со стажем менее 3 лет. Исходя из вышеописанных результатов, стаж специалистов, не имеющих опыта работы в ургентной медицине, не влияет на их диагностическую эффективность.



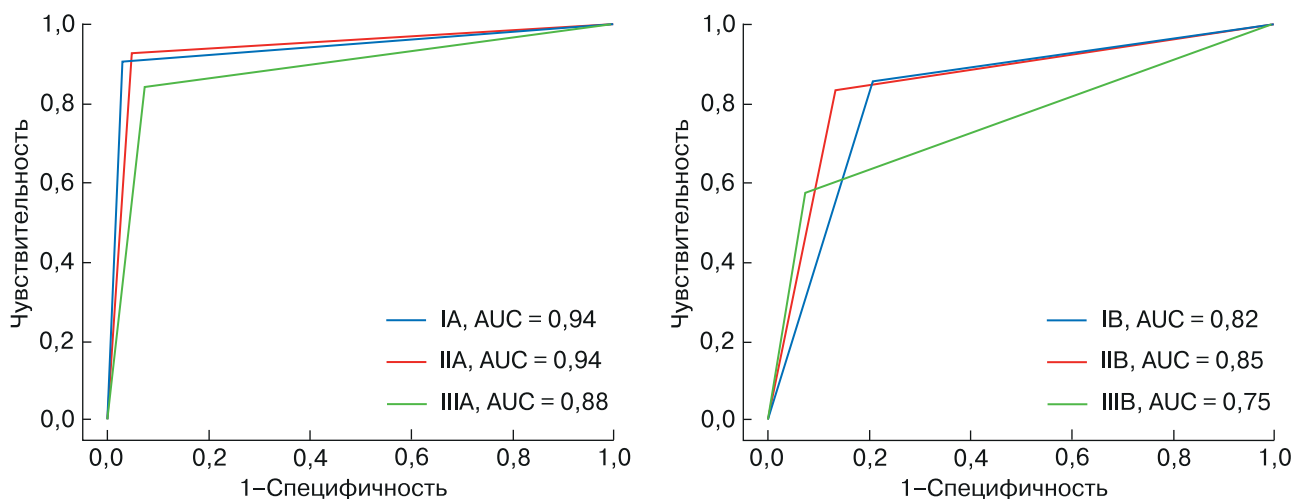
**Таблица 1.** Результативность выявления ишемических изменений в зависимости от наличия опыта работы в нейрорадиологии

**Table 1.** Determining the effectiveness of ischemic CT changes depending on the experience in neuroradiology

| Опыт<br>Experience               | Специализация<br>Neuroradiology<br>Specialty | Чувствительность<br>Sensitivity | Специфичность<br>Specificity | Точность<br>Accuracy |
|----------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|----------------------|
| Более 8 лет<br>More than 8 years | РЦЦ (IA группа)                              | 90,5                            | 97,0                         | 93,                  |
|                                  | RVC (IA group)                               | [70,8; 100,0]                   | [92,9; 100,0]                | [85,3; 100,0]        |
|                                  | СОП (IB группа)                              | 85,3                            | 79,3                         | 82,3                 |
|                                  | GH (IB group)                                | [53,4; 100,0]                   | [40,7; 100,0]                | [78,5; 86,1]         |
| 3–8 лет<br>3–8 years             | РЦЦ (IIA группа)                             | 92,5                            | 95,0                         | 91,3                 |
|                                  | RVC (IIA group)                              | [83,4; 100,0]                   | [90,9; 99,1]                 | [83,3; 99,2]         |
|                                  | СОП (IIB группа)                             | 83,3                            | 86,7                         | 85,0                 |
|                                  | GH (IIB group)                               | [77,6; 89,1]                    | [74,2; 99,2]                 | [78,4; 91,6]         |
| До 3 лет<br>Up to 3 years        | РЦЦ (IIIA группа)                            | 84,0                            | 92,5                         | 88,3                 |
|                                  | RVC (IIIA group)                             | [69,5; 98,5]                    | [82,9; 100,0]                | [81,2; 95,3]         |
|                                  | СОП (IIIB группа)                            | 57,3                            | 92,7                         | 75,0                 |
|                                  | GH (IIIB group)                              | [0,0; 100,0]                    | [72,6; 100,0]                | [35,6; 100,0]        |

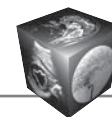
*Примечание.* Здесь и в табл. 2: группы рентгенологов Регионального сосудистого центра (РЦЦ) (А) и стационаров общего профиля (СОП) – (В) с разным стажем работы: I – более 8 лет, II – 3–8 лет, III – до 3 лет.

*Note:* Here and in Table. 2: groups of radiologists of the regional vascular center – RVC (A), and general hospitals – GH (B) with different job experience levels: I – more than 8 years, II – 3–8 years, III – up to 3 years.



**Рисунок.** Кривые ошибок (ROC-кривые) и расчет площадей под ними для оценки диагностической эффективности врачей-рентгенологов Регионального сосудистого центра (А) и стационаров общего профиля (В) с разным стажем работы: I – более 8 лет, II – 3–8 лет, III – до 3 лет.

**Figure.** ROC (Error curves) and measure of AUC (area under the ROC curve) to assess the diagnostic efficiency of radiologists of the regional vascular center – RVC (A) and general hospitals – GH (B) with different job experience levels: I – more than 8 years, II – 3–8 years, III – up to 3 years.



**Таблица 2.** Согласованность врачей-рентгенологов с разным стажем и опытом в ургентной нейрорадиологии в отношении КТ-признаков ишемического инсульта в бассейне средней мозговой артерии

**Table 2.** Consistency of radiologists with different job experience levels and neuroradiology specialty (emergency) in relation to CT signs in acute middle cerebral artery infarction

|                               |                                                                                             | Опыт более 8 лет<br>Experience<br>more than 8 years |                                        | Опыт 3–8 лет<br>Experience 3–8 years      |                                          | Опыт до 3 лет<br>Experience up to 3 years   |                                            |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|
|                               |                                                                                             | РСЦ<br>(IA группа)<br>RVC<br>(IA group)             | СОП<br>(IB группа)<br>GH<br>(IB group) | РСЦ<br>(IIA группа)<br>RVC<br>(IIA group) | СОП<br>(IIB группа)<br>GH<br>(IIB group) | РСЦ<br>(IIIA группа)<br>RVC<br>(IIIA group) | СОП<br>(IIIB группа)<br>GH<br>(IIIB group) |
| Каппа Флейсса / Fleiss' kappa | Гиперденсная средняя мозговая артерия<br>The hyperdense middle cerebral artery sign         | 0,750<br>[0,747; 0,752]                             | 0,406<br>[0,402; 0,409]                | 0,697<br>[0,694; 0,700]                   | 0,631<br>[0,627; 0,635]                  | 0,591<br>[0,588; 0,593]                     | 0,095<br>[0,091; 0,098]                    |
|                               |                                                                                             | РСЦ<br>RVC                                          | 0,684<br>[0,683; 0,684]                |                                           | СОП<br>GH                                | 0,318<br>[0,317; 0,319]                     |                                            |
|                               | Нарушение дифференцировки серого и белого вещества<br>Loss of grey-white discrimination     | 0,671<br>[0,668; 0,673]                             | 0,519<br>[0,515; 0,522]                | 0,626<br>[0,624; 0,629]                   | 0,530<br>[0,526; 0,534]                  | 0,599<br>[0,597; 0,602]                     | 0,114<br>[0,110; 0,118]                    |
|                               |                                                                                             | РСЦ<br>RVC                                          | 0,629<br>[0,628; 0,630]                |                                           | СОП<br>GH                                | 0,378<br>[0,377; 0,379]                     |                                            |
|                               | Сглаженность борозд<br>Effacement of cortical sulci or reduced space of the sylvian fissure | 0,689<br>[0,686; 0,691]                             | 0,254<br>[0,250; 0,258]                | 0,416<br>[0,413; 0,418]                   | 0,454<br>[0,451; 0,458]                  | 0,433<br>[0,430; 0,435]                     | –0,020<br>[–0,023; –0,016]                 |
|                               |                                                                                             | РСЦ<br>RVC                                          | 0,525<br>[0,524; 0,525]                |                                           | СОП<br>GH                                | 0,244<br>[0,243; 0,245]                     |                                            |
|                               | Снижение КТ-плотности вещества головного мозга<br>CT density decrease                       | 0,535<br>[0,532; 0,537];<br>p < 0,001               | 0,495<br>[0,491; 0,499];<br>p < 0,001  | 0,493<br>[0,490; 0,495];<br>p < 0,001     | 0,530<br>[0,527; 0,534];<br>p < 0,001    | 0,479<br>[0,476; 0,481];<br>p < 0,001       | 0,077<br>[0,073; 0,081];<br>p = 0,183      |
|                               |                                                                                             | РСЦ<br>RVC                                          | 0,529<br>[0,528; 0,529]                |                                           | СОП<br>GH                                | 0,449<br>[0,447; 0,449]                     |                                            |

Для оценки согласованности между исследуемыми группами специалистов в отношении КТ-признаков ишемического инсульта в бассейне СМА была рассчитана каппа Флейсса (табл. 2).

Общее согласие специалистов РСЦ по всем признакам колеблется от умеренного до существенного, согласие между врачами СОП ниже – от слабого до умеренного.

Межэкспертное согласие относительно гиперденсной СМА было существенным среди врачей РСЦ с опытом работы более 3 лет (с более высокими результатами при опыте выше 8 лет) и умеренным среди экспертов со стажем до 3 лет. Среди врачей СОП межэкспертная согласованность была наибольшей среди врачей со стажем от 3 до 8 лет и являлась существенной,

среди врачей с опытом более 8 лет согласие было умеренным, среди врачей с опытом до 3 лет слабым.

Согласованность в группах, разделенных по опыту, была существенной среди врачей с опытом более 3 лет, как РСЦ, так и СОП, и незначительной среди экспертов с опытом менее 3 лет.

Межэкспертная согласованность относительно признака нарушения дифференцировки серого и белого вещества была аналогичной признаку гиперденсности СМА, за исключением того, что врачи без опыта работы в ургентной медицине и стажем от 3–8 лет показали умеренное согласие относительно данного признака (в сравнении с существенным уровнем касательно признака гиперденсности СМА).



Относительно признака снижения КТ-плотности вещества головного мозга согласие среди всех специалистов, за исключением врачей без опыта в экстренной нейрорадиологии и стажем менее 3 лет, было умеренным. У специалистов СОП с опытом работы менее 3 лет согласованность была слабая. Стоит обратить внимание на существенное согласие среди всех специалистов РСЦ по данному признаку и умеренное среди врачей СОП, что подтверждает гипотезу о влиянии только релевантного опыта на правильную трактовку специфических признаков.

Сглаженность корковых борозд является самым неоднозначным признаком при оценке согласия между специалистами. Существенная согласованность отмечалась только среди специалистов РСЦ со стажем более 8 лет. Умеренное согласие регистрировалось между врачами со стажем от 3–8 лет в обеих группах и среди специалистов РСЦ со стажем менее 3 лет. Незначимая согласованность была выявлена среди врачей СОП со стажем более 8 лет, согласие среди их коллег со стажем менее 3 лет было случайным.

В зарубежной литературе аспекту оценки межэкспертного согласия в отношении КТ-признаков ишемии не было уделено должного внимания. В большинстве научных работ главенствующую роль занимает определение согласованности оценки по шкале ASPECTS [20, 21].

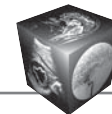
Однако в статье J.M. Wardlaw и соавт. был проведен систематический обзор публикаций, выпущенных между 1990 и 2003 гг., содержащих исследования оценки согласованности между экспертами в выявлении признаков ранних ишемических изменений (РИИ) (в том числе последующая оценка по ASPECTS) и определения корреляции между результатом диагностического анализа, клиническим исходом и проведением тромболизиса. По данным 15 исследований согласованность между экспертами (в среднем 30 КТ-исследований и 6 экспертов) в отношении наличия РИИ варьировала между 0,14 и 0,78 для любого РИИ (каппа-статистика). Средняя чувствительность и специфичность выявления РИИ составила 66% (диапазон 20–87%) и 87% (диапазон 56–100%) соответственно. При исследованиях, в которых были задействованы в качестве экспертов нейрорадиологи с большим стажем и опытом, точность выявления РИИ возрастала. В статьях, где точность пытались повысить за счет однородной и общей теоретической подготовки экспертов, результаты после проводимого эксперимента не улучшились. Авторы пришли к выводу, что необходимы дальнейшие исследования для определения наиболее надежных инструментов, которые могут

помочь в обнаружении РИИ, что, вероятно, повлияет на решения о проведении тромболизиса и клинический исход [22].

В исследовании D.W. Dippel и соавт. было высказано предположение, что уровень правильной верификации КТ-признаков ишемического инсульта является важным показателем его исхода и эффекта тромболитической терапии. Авторы изучили эти признаки проспективно у 260 пациентов с ишемическим инсультом в бассейнах переднего кровообращения. Надежность между наблюдателями оценивалась с помощью  $\chi$ -статистики. Наличие признаков РИИ подтверждали путем динамического наблюдения пациентов в виде проведения КТ-исследований через 1 и 12 нед после КТ при поступлении. Первоначальные КТ-исследования оценивались двумя экспертами независимо друг от друга. Изображения просматривались дважды, один раз без предоставления данных клинической картины и еще раз после указания стороны гемипареза или наличия афазии. Все рецензенты были опытными клиницистами, специализирующимися на лечении и диагностике инсульта (неврологи, нейрорадиологи и врачи эндоваскулярной хирургии). Среднее время между началом инсульта и выполнением первоначального КТ-исследования составило 3,2 ч. Более чем у половины пациентов (52%) при контрольной КТ был выявлен обширный инсульт в бассейне СМА. Скорректированные отношения шансов между наблюдателями ( $\chi$ -статистика) для любого раннего признака ишемического инсульта составили 0,27 (95% ДИ: от 0,15 до 0,39). Согласие относительно распространенности ишемических изменений в бассейне СМА и показаний к лечению рекомбинантным тканевым активатором плазминогена (rt-PA) было удовлетворительным: 0,37 и 0,35 соответственно [23].

В исследовании J.C. Grotta и соавт. выявили уровень согласия между нейрорадиологами с большим опытом в выявлении инсульта и другими клиницистами в отношении наличия признаков РИИ. 70 первоначальных КТ-исследований были оценены 16 экспертами, включая неврологов РСЦ (специализирующихся на диагностике и лечении инсультов), неврологов без опыта работы с инсультами, других врачей неотложной помощи, а также нейрорадиологов ургентной медицины. Значения каппа, как критерия межэкспертного согласия (95% ДИ), варьировали от 0,20 (–0,20, 0,61) (слабое согласие) до 0,41 (0,37, 0,45) (умеренное согласие). Авторы пришли к выводу, что даже среди опытных клиницистов существуют низкие уровни согласия в отношении распознавания и количественной оценки признаков РИИ [24].





Данные зарубежной литературы согласуются с нашим исследованием в том, что именно опыт в ургентной медицине повышает диагностическую эффективность в выявлении инсульта в бассейне СМА. Также стоит отметить, что, согласно нашему исследованию, общий стаж работы рентгенологов в СОП без постоянной практики в ургентной нейрорадиологии не оказал влияния на диагностическую эффективность.

Наши результаты также показали, что уровень диагностической точности врачей-рентгенологов коррелирует с повышением согласованности относительно КТ-признаков ишемического инсульта.

В нашем ранее опубликованном исследовании [25] мы выявили межэкспертную вариативность среди врачей КТ с различным стажем в ургентной нейрорадиологии в отношении оценки распространенности ишемических изменений по ASPECTS. Мы получили невысокий уровень согласия между специалистами вне зависимости от дихотомического деления 6 и 7 (показания к тромбэкстракции и тромболизису) и их опыта (в среднем 0,391 (для ASPECTS 6) и 0,376 (для ASPECTS 7) – слабая согласованность). Мы предположили, что возможной причиной данного явления стало низкое согласие между специалистами в выявлении КТ-признаков ишемического инсульта. Однако данное исследование показывает, что врачи с опытом в ургентной медицине имеют достаточно высокие уровни согласия относительно отдельных КТ-признаков ишемического инсульта, что подтверждает тот факт, что оценка по ASPECTS является субъективной.

Точная оценка КТ-признаков ишемического инсульта, их правильное ранжирование, последующая интеграция в оценку по шкале ASPECTS имеют зачастую критически важное значение в диагностике и последующем лечении ОНМК. Необходим поиск решений для устранения проблемы межэкспертной вариативности в отношении оценки РИИ и последующей оценке по ASPECTS, что влияет на тактику врача-невролога и в какой-то мере на функциональный исход инсульта.

## Выводы

1. В нашем исследовании выявлено влияние стажа работы в РСЦ врачей ургентной нейрорадиологии как на диагностическую эффективность, так и на согласованность в отношении большинства КТ-признаков ишемического инсульта.

2. По результатам данного исследования стаж не оказал влияния на диагностическую эффективность врачей, не имеющих релевантного опыта в оценке инсульта (т.е. работающих в стационарах, не относящихся к РСЦ).

3. При оценке КТ-исследований пациентов врачи независимо от стажа и опыта работы с ургентной патологией склонны к гипердиагностике. Данная тенденция более выражена среди врачей СОП со стажем менее 3 лет.

4. Наиболее высокоспецифичным и воспроизводимым КТ-признаком ишемического инсульта был признак гиперденсной СМА – все эксперты внутри своих групп показали наибольший уровень согласия.

5. Самым неоднозначным признаком ишемического инсульта в нашем исследовании являлась сглаженность корковых борозд ввиду низкой согласованности среди врачей-рентгенологов при его трактовке.

6. Признаки снижения плотности вещества головного мозга и нарушения дифференцировки коры имели умеренную и существенную согласованность среди врачей РСЦ.

7. Необходим дальнейший поиск инструментов и решений, способных нивелировать межэкспертную вариативность в отношении оценки КТ-признаков ишемического инсульта, поскольку данная проблема имеет высокую значимость в клинической практике.

## Участие авторов

Андропова П.Л. – концепция, дизайн и проведение исследования, анализ и интерпретация полученных данных, написание, подготовка и редактирование текста.

Гаврилов П.В. – концепция и дизайн исследования, анализ и интерпретация полученных данных, подготовка и редактирование текста.

Казанцева И.П. – концепция и дизайн исследования, подготовка и редактирование текста.

Домиенко О.М. – подготовка материальной части эксперимента.

Наркевич А.Н. – статистическая обработка данных.

Колесникова П.А. – написание текста, статистическая обработка данных.

Гребенкина Е.К. – подготовка материальной части эксперимента.

Тарасов Н.В. – подготовка материальной части эксперимента, утверждение окончательного варианта статьи.

Сергеева Т.В. – участие в научном дизайне, утверждение окончательного варианта статьи.

Трофимова Т.Н. – участие в научном дизайне, утверждение окончательного варианта статьи.

## Authors' participation

Andropova P.L. – conducting research, collection and analysis of data, concept and design of the study, writing text, text preparation and editing.

Gavrilov P.V. – concept and design of the study, collection and analysis of data, text preparation and editing.

Kazantseva I.P. – concept and design of the study, preparation and editing of the text.



Domienko O.M. – preparation of the material part of the experiment.

Narkevich A.N. – statistical data processing.

Kolesnikova P.A. – text writing, statistical data processing.

Grebenkina E.K. – preparation of the material part of the experiment.

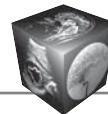
Tarasov N.V. – preparation of the material part of the experiment, approval of the final version of the article.

Sergeeva T.V. – participation in scientific design, approval of the final version of the article.

Trofimova T.N. – participation in scientific design, approval of the final version of the article.

## Список литературы [References]

1. Клинические рекомендации “Ишемический инсульт и транзиторная ишемическая атака у взрослых 2021”. [https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/171\\_2](https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/171_2)  
Clinical guidelines. Ischemic stroke and transient ischemic attack in adults. 2021 (In Russian)
2. Akbarzadeh M.A., Sanaie S., Kuchaki Rafsanjani M., Hosseini M.-S. Role of imaging in early diagnosis of acute ischemic stroke: a literature review. *Egypt J. Neurol. Psychiat. Neurosurg.* 2021; 57: 175. <https://doi.org/10.1186/s41983-021-00432-y>
3. Gács G., Fox A.J., Barnett H.J. et al. CT visualization of intracranial arterial thromboembolism. *Stroke.* 1983; 14 (5): 756–762. <https://doi.org/10.1161/01.str.14.5.756>
4. Barber P.A., Demchuk A.M., Hudon M.E. et al. Hyperdense sylvian fissure MCA “dot” sign: A CT marker of acute ischemia. *Stroke.* 2001; 32 (1): 84–88. <https://doi.org/10.1161/01.str.32.1.84>
5. Leary M.C., Kidwell C.S., Villablanca J.P. et al. Validation of computed tomographic middle cerebral artery “dot” sign: an angiographic correlation study. *Stroke.* 2003; 34 (11): 2636–2640. <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000092123.00938.83>
6. Koo C.K., Teasdale E., Muir K.W. What constitutes a true hyperdense middle cerebral artery sign? *Cerebrovasc. Dis.* 2000; 10 (6): 419–423. <https://doi.org/10.1159/000016101>
7. Hsu K.C., Kao H.W., Chen S.J. Backward somersault as a cause of childhood stroke: a case report of isolated middle cerebral artery dissection in an adolescent boy. *Am. J. Emerg. Med.* 2008; 26 (4): 519.e3–5. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2007.08.028>
8. Jha B., Kothari M. Pearls & oysters: hyperdense or pseudohyperdense MCA sign: a Damocles sword? *Neurology.* 2009; 72 (23): e116–117. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e3181a92b3b>
9. Simard J.M., Kent T.A., Chen M. et al. Brain oedema in focal ischaemia: molecular pathophysiology and theoretical implications. *Lancet Neurol.* 2007; 6 (3): 258–268. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(07\)70055-8](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(07)70055-8)
10. Ho M.L., Rojas R., Eisenberg R.L. Cerebral edema. *Am. J. Roentgenol.* 2012; 199 (3): W258–273. <https://doi.org/10.2214/AJR.11.8081>
11. Mainali .S, Wahba M., Eljovich L. Detection of Early Ischemic Changes in Noncontrast CT Head Improved with “Stroke Windows”. *ISRN Neurosci.* 2014; 2014: 654980. <https://doi.org/10.1155/2014/654980>
12. Govind A.S., Sukumar S., Dkhar W. Grading of cerebral infarction using CT-Hounsfield unit to report the Hounsfield unit in acute, Subacute and chronic stroke. *Int. J. Curr. Res.* 2015; 7 (7): 17874–17878.
13. Mokin M., Primiani CT., Ren Z. et al. Endovascular treatment of middle cerebral artery M2 occlusion strokes: Clinical and procedural predictors of outcomes. *Neurosurgery.* 2017; 81 (5): 795–802. <https://doi.org/10.1093/neuros/nyx060>
14. Butcher K.S., Lee S.B., Parsons M.W. et al. Differential prognosis of isolated cortical swelling and hypoattenuation on CT in acute stroke. *Stroke.* 2007; 38 (3): 941–947. <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000258099.69995.b6>
15. Haussen D.C., Lima A., Frankel M. et al. Sulcal effacement with preserved gray-white junction: a sign of reversible ischemia. *Stroke.* 2015; 46 (6): 1704–1706. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.115.009304>
16. Lev M.H., Farkas J., Gemmete J.J. et al. Acute stroke: improved nonenhanced CT detection--benefits of soft-copy interpretation by using variable window width and center level settings. *Radiology.* 1999; 213 (1): 150–155. <https://doi.org/10.1148/radiology.213.1.r99oc10150>
17. Kobkitsuksakul C., Tritanon O., Suraratdecha V. Inter-observer agreement between senior radiology resident, neuroradiology fellow, and experienced neuroradiologist in the rating of Alberta Stroke Program Early Computed Tomography Score (ASPECTS). *Diagn. Interv. Radiol.* 2018; 24 (2): 104–107. <https://doi.org/10.5152/dir.2018.17336>
18. Kumar R., Indrayan A. Receiver operating characteristic (ROC) curve for medical researchers. *Indian Pediatr.* 2011; 48 (4): 277–287. <https://doi.org/10.1007/s13312-011-0055-4>
19. Hallgren K.A. Computing Inter-Rater Reliability for Observational Data: An Overview and Tutorial. *Tutor Quant. Methods Psychol.* 2012; 8 (1): 23–34. <https://doi.org/10.20982/tqmp.08.1.p023>
20. Farzin B., Fahed R., Guilbert F. et al. Early CT changes in patients admitted for thrombectomy: Intrarater and interrater agreement. *Neurology.* 2016; 87 (3): 249–256. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000002860>
21. Gupta A.C., Schaefer P.W., Chaudhry Z.A. et al. Inter-observer reliability of baseline noncontrast CT Alberta Stroke Program Early CT Score for intra-arterial stroke treatment selection. *Am. J. Neuroradiol.* 2012; 33 (6): 1046–1049. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A2942>
22. Wardlaw J.M., Mielke O. Early signs of brain infarction at CT: observer reliability and outcome after thrombolytic treatment-systematic review. *Radiology.* 2005; 235 (2): 444–453. <https://doi.org/10.1148/radiol.2352040262>
23. Dippel D.W., Du Ry van Beest Holle M., van Kooten F. et al. The validity and reliability of signs of early infarction on CT in acute ischaemic stroke. *Neuroradiology.* 2000; 42 (9): 629–633. <https://doi.org/10.1007/s002340000369>
24. Grotta J.C., Chiu D., Lu M. et al. Agreement and variability in the interpretation of early CT changes in stroke patients qualifying for intravenous rtPA therapy. *Stroke.* 1999; 30 (8): 1528–1533. <https://doi.org/10.1161/01.str.30.8.1528>
25. Андропова П.Л., Гаврилов П.В., Казанцева И.П., Кочанова Н.И., Наркевич А.Н., Трофимова Т.Н. Оценка межэкспертной согласованности при использовании ASPECTS врачами urgentной нейрорадиологии с различным стажем. *Радиология– практика.* 2022; 5: 10–25. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2022-5-10-25>  
Andropova P.L., Gavrilov P.V., Kazantseva I.P., Kochanova N.I., Narkevich A.N., Trofimova T.N. Interexpert Agreement Between Emergency Neuroradiologists with Different Levels of Experience in the Rating of ASPECTS. *Radiology-Practice.* 2022; 5: 10–25. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2022-5-10-25> (In Russian)



**Для корреспонденции\*:** Андропова Полина Леонидовна – 195257 Санкт-Петербург, ул. Вавиловых, д. 14, лит. А, Российская Федерация. E-mail: polin.and@icloud.com

**Андропова Полина Леонидовна** – врач КТ-кабинета рентгеновского отделения ГБУЗ “Елизаветинская больница”, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0002-0416-493X>. E-mail: polin.and@icloud.com

**Гаврилов Павел Владимирович** – канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник, руководитель направления “лучевая диагностика” ФГБУ “Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии”, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0003-3251-4084>. E-mail: spbniifrentgen@mail.ru

**Казанцева Инга Павловна** – врач-рентгенолог отделения компьютерной томографии Санкт-Петербургского ГБУЗ “Госпиталь для ветеранов войн”, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0001-7143-2634>. E-mail: errion.ko@gmail.com

**Домиенко Ольга Михайловна** – заведующая рентгеновским отделением ГБУЗ “Елизаветинская больница”, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0002-2997-0495>. E-mail: domienkoom@eliz-spb.ru

**Наркевич Артем Николаевич** – доктор мед. наук, доцент, декан лечебного факультета, заведующий лабораторией медицинской кибернетики и управления в здравоохранении, заведующий кафедрой медицинской кибернетики и информатики ФГБОУ ВО “КрасГМУ им. профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого” Минздрава России, Красноярск. <https://orcid.org/0000-0002-1489-5058>. E-mail: narkevichart@gmail.com

**Колесникова Полина Алексеевна** – аспирант ФГБУН “Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля” Российской академии наук, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-2406-6349>. E-mail: larionova\_pa@gkl-kemerovo.ru

**Гребенкина Елизавета Константиновна** – врач-невролог Регионального сосудистого центра ГБУЗ “Елизаветинская больница”, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0001-5804-2279>. E-mail: janehomjak@yandex.ru

**Тарасов Николай Викторович** – анестезиолог-реаниматолог ГБУЗ “Елизаветинская больница”, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0002-9381-7874>. E-mail: nikolaytar@rambler.ru

**Сергеева Татьяна Васильевна** – канд. мед. наук, заместитель главного врача по неврологии ГБУЗ “Елизаветинская больница”; руководитель Регионального сосудистого центра; доцент кафедры медицинской реабилитации и спортивной медицины ФП и ДПО ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России; ассистент кафедры нейрохирургии и неврологии медицинского факультета ФГБОУ ВО “Санкт-Петербургский государственный университет”, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0003-2949-6268>. E-mail: tatyana\_serg@mail.ru

**Трофимова Татьяна Николаевна** – член-корр. РАН, доктор мед. наук, профессор, главный внештатный специалист по лучевой и инструментальной диагностике СЗФО РФ и Комитета по здравоохранению Санкт-Петербурга, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0003-4871-2341>. E-mail: TTrofimova@sogaz-clinic.ru

**Contact\*:** Polina L. Andropova – 14, Vavilovsk str., St. Petersburg 195257, Russian Federation. E-mail: polin.and@icloud.com

**Polina L. Andropova** – radiologist of the X-ray department of the St. Petersburg City Hospital of the Holy Martyr Elizabeth, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0002-0416-493X>. E-mail: polin.and@icloud.com

**Pavel V. Gavrilov** – Cand. of Sci. (Med.), leading Researcher, Head of the Department of Radiology Saint-Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0003-3251-4084>. E-mail: spbniifrentgen@mail.ru

**Inga P. Kazantseva** – radiologist of the CT department of the St. Petersburg City Hospital for the war veterans, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0001-7143-2634>. E-mail: errion.ko@gmail.com

**Olga M. Domienko** – Head of the X-ray department of the St. Petersburg City Hospital of the Holy Martyr Elizabeth, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0002-2997-0495>. E-mail: domienkoom@eliz-spb.ru

**Artem N. Narkevich** – Doct. of Sci. (Med.), Associate Professor, Dean of the Faculty of Medicine, Head of the Laboratory of Medical Cybernetics and Management in Healthcare, Head of the Department of Medical Cybernetics and Informatics of the V.F. Voyno-Yasenetsky KrasGMU of the Ministry of Health of the Russian Federation, Krasnoyarsk Territory, Krasnoyarsk. <https://orcid.org/0000-0002-1489-5058>. E-mail: narkevichart@gmail.com

**Polina A. Kolesnikova** – postgraduate (PhD) student of the Emanuel Institute of Biochemical Physics of the Russian Academy of Sciences, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-2406-6349>. E-mail: larionova\_pa@gkl-kemerovo.ru

**Elizaveta K. Grebenkina** – neurologist of the Regional Vascular Center of the St. Petersburg City Hospital of the Holy Martyr Elizabeth, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0001-5804-2279>. E-mail: janehomjak@yandex.ru

**Nikolay V. Tarasov** – anesthesiologist-resuscitator of the St. Petersburg City Hospital of the Holy Martyr Elizabeth, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0002-9381-7874>. E-mail: nikolaytar@rambler.ru

**Tatyana V. Sergeeva** – Cand. of Sci. (Med.), Deputy Chief Physician for neurology, Head, Regional Vascular Center of the St. Petersburg City Hospital of the Holy Martyr Elizabeth, Associate Professor of the Department of Medical Rehabilitation and Sports Medicine of the St. Petersburg State Pediatric Medical University, Assistant Professor of the Department of Neurosurgery and Neurology of Saint Petersburg State University, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0003-2949-6268>. E-mail: tatyana\_serg@mail.ru

**Tat'yana N. Trofimova** – Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Chief Freelance Specialist in Radiology and Instrumental Diagnostics of the Northwestern Federal District of the Russian Federation and the Committee for Health, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0003-4871-2341>. E-mail: TTrofimova@sogaz-clinic.ru