

СЛУЧАЙ ВЫЯВЛЕНИЯ МНОЖЕСТВЕННЫХ АНЕВРИЗМ ИНТРАКРАНИАЛЬНЫХ АРТЕРИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ПАЦИЕНТА С НЕТРАВМАТИЧЕСКИМ СУБАРАХНОИДАЛЬНЫМ КРОВОИЗЛИЯНИЕМ

Зяблова Е.И.

Описан случай клинического наблюдения множественных аневризм у пациента с острым нетравматическим внутричерепным кровоизлиянием. Мужчина, 46 лет, с подозрением на острое нетравматическое субарахноидальное кровоизлияние поступил в приемный покой Научно-исследовательского института – Краевой клинической больницы №1 им. проф. С.В. Очаповского (г. Краснодар) для дообследования и лечения. В условиях приемного покоя пациенту выполнены нативная компьютерная томография головного мозга и компьютерно-томографическая ангиография брахиоцефальных сосудов, с помощью которых обнаружены множественные аневризмы интракраниальных артерий, одна из которых являлась источником кровотечения. Диагноз подтвержден церебральной ангиографией и интраоперационно.

Своевременно поставленный диагноз позволил определить тактику лечения пациента в остром периоде и сократить время обследования..

Ключевые слова: множественные аневризмы, субарахноидальное кровоизлияние, брахиоцефальные сосуды, интракраниальные артерии, церебральная ангиография.

Контактный автор: Зяблова Е.И., e-mail: elenazyablova@inbox.ru

Для цитирования: Зяблова Е.И. Случай выявления множественных аневризм интракраниальных артерий головного мозга у пациента с нетравматическим субарахноидальным кровоизлиянием. REJR 2021; 11(1):213-219. DOI: 10.21569/2222-7415-2021-11-1-213-219.

Статья получена: 09.03.21

Статья принята: 01.04.21

ГБУЗ НИИ – Краевая клиническая больница №1 им. проф. С.В. Очаповского. г. Краснодар, Россия.

MULTIPLE INTRACRANIAL ANEURYSMS IN A PATIENT WITH NON-TRAUMATIC SUBARACHNOID HEMORRHAGE

Zyablova E.I.

We reported a case of multiple intracranial aneurysms concurrent with non-traumatic subarachnoid hemorrhage in a 46-year-old male patient. Unenhanced head computed tomography and computed tomography angiography of brachiocephalic vessels performed in hospital demonstrated multiple intracranial aneurysms, one of which was the source of bleeding. The diagnosis was confirmed by cerebral angiography and intraoperatively. The timely diagnosis made it possible to determine the tactics of the patient treatment in the acute period and to reduce the time of his examination.

Keywords: multiple aneurysms, subarachnoid hemorrhage, brachiocephalic vessels, intracranial arteries, cerebral angiography.

Research Institute – Ochapovsky Regional Hospital no. 1. Krasnodar, Russia.

Corresponding author: Zyablova E.I., e-mail: elenazyablova@inbox.ru

For citation: Zyablova E.I. Multiple intracranial aneurysms in a patient with non-traumatic subarachnoid hemorrhage. REJR 2021; 11(1):213-219. DOI: 10.21569/2222-7415-2021-11-1-213-219.

Received: 09.03.21

Accepted: 01.04.21

Множественные аневризмы головного мозга, по данным разных авторов, обнаруживаются у 13% пациентов при ангиографических исследованиях и у 22,7% при вскрытии [1]. У пациентов с субарахноидальным кровоизлиянием (САК) заболеваемость множественными аневризмами варьируется от 14% до 45% [2].

Множественные аневризмы часто наблюдаются у пациентов с такими заболеваниями, как васкулопатия, фиброзно-мышечная дисплазия и поликистоз почек. К факторам, приводящим к развитию аневризмы, относят:

- черепно-мозговую травму (менее 1% всех случаев);
- инфекцию (так называемая микотическая аневризма – 2% от всех известных случаев);
- наследственная предрасположенность (20%);
- курение сигарет и гипертонию или повышенное артериальное давление;
- употребление таких наркотиков, как кокаин и амфетамины;
- некоторые сосудистые заболевания: фиброзно-мышечная дисплазия, церебральный артериит, артериальная диссекция.

Среди факторов риска разрыва аневризмы выделяют: семейный анамнез, гипертонию, употребление табака, женский пол (соотношение женщин и мужчин 3:2), возраст от 35 до 60 лет. В большинстве случаев причина разрыва аневризмы остается неизвестной. Ряд исследований показал, что гипертония, сильные эмоции (например, гнев) могут повышать артериальное давление и вызывать разрыв [3].

Различные методы лучевой диагностики активно применяются на каждом этапе выявления, лечения и наблюдения интракраниальных аневризм. Тяжесть состояния пациентов и высокий риск неблагоприятных исходов требуют их экстренного выявления для выбора своевременной тактики лечения в остром периоде [4].

У пациентов с нетравматическим САК (нСАК) классическим диагностическим подходом является получение неконтрастной компьютерной томографии (КТ) головы. В случае положительного результата этим пациентам выполняется церебральная ангиография (ЦАГ).

Этот путь диагностического поиска можно изменить – выполнить КТ-ангиографию перед ЦАГ. Если нативная КТ головы дает положительный результат на САК, а результаты компьютерно-томографической ангиографии (КТ-ангиографии) соответствуют локализации кровоизлияния, доказательств достаточно, чтобы рассмотреть возможность прямого оперативного вмешательства без получения предоперационной ЦАГ [5]. Однако существуют факторы, которые необходимо обязательно учитывать при обследовании пациентов с множественными аневризмами, в том числе опыт рентгенолога и качество оборудования.

В работе представлен случай диагностики множественных интракраниальных аневризм у пациента с острым нетравматическим внутричерепным кровоизлиянием в условиях приемного покоя.

История болезни.

Мужчина, 46 лет. Жалобы на сильную головную боль. Из анамнеза заболевания: со слов пациента и сопровождавшей его супруги накануне почувствовал себя плохо, упал. Бригадой скорой медицинской помощи доставлен в больницу.

Объективный осмотр в приемном покое: общее состояние пациента тяжелое, размещен на каталке. Нормостенического телосложения, среднего роста. Кожные покровы и видимые слизистые физиологической окраски. Дыхание самостоятельное, адекватное, артериальное давление 150/80 мм рт. ст., частота сердечных сокращений – 90 ударов в минуту.

Клиническое и лучевое обследование.

Неврологический статус: оглушение. Прогностическому контакту доступен ограниченно, сонлив, адинамичен, координированные движения в конечностях с двух сторон. Глазные щели D = S, зрачки D = S, узкие, фотореакции сохранены. Взор фиксирован прямо. Лицо внешне симметричное. Язык во рту по средней линии. Глубокие рефлекс конечностей без убедительной разницы, торпидны. Видимых парезов конечностей, патологических стопных рефлексов не выявлено. Грубый менингеальный синдром.

Пациенту при поступлении в условиях приемного покоя выполнена нативная КТ головного мозга, где определялись кровь в суба-

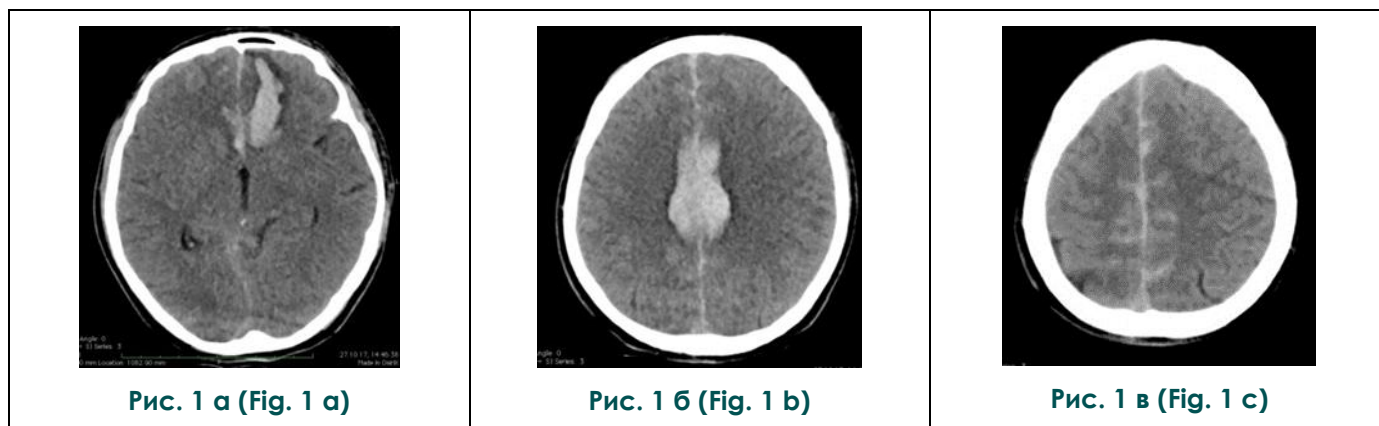


Рис. 1. Компьютерная томография головного мозга без контрастирования, аксиальная плоскость.

Субарахноидально-паренхиматозное кровоизлияние (кровь определяется в передних рогах боковых желудочков, имеется паренхиматозное кровоизлияние в лобных долях (а), мозолистом теле (б), субарахноидальном пространстве с максимальным скоплением в межполушарной щели (в)).

Fig. 1. Unenhanced head computed tomography. Axial images.

Subarachnoid-parenchymal hemorrhage (blood is detected in the anterior horns of the lateral ventricles, there is parenchymal hemorrhage in the frontal lobes (a), corpus callosum (b), subarachnoid space with maximum accumulation in the interhemispheric fissure (c)).

рахноидальном пространстве (САП) обоих полушарий с максимальным ее скоплением в межполушарной щели (толщина слоя – до 15 мм), паренхиматозное кровоизлияние в мозолистое тело и в обе лобные доли. Кровь также определялась в передних рогах боковых желудочков (рис. 1).

Далее так же в условиях приемного покоя выполнена КТ-ангиография брахиоцефальных артерий (рис. 2).

КТ-ангиография проводилась на двухтрубном 256-срезовом томографе Siemens Definition Flash. Толщина среза составляла 0,75 мм, питч – 0,2 мм. Изображения получали с помощью высокой и низкой энергий. Контрастный препарат вводился с помощью болюсного шприца Ульрих со скоростью 4 мл/с. В исследовании использовали неионный контрастный препарат с концентрацией йода 350 мг/мл объемом 50 мл. Область исследования распространялась от уровня дуги аорты до мягких тканей свода черепа.

Постобработка полученных изображений выполнялась на рабочей станции VIA Multimodality.

По данным КТ-ангиографии (рис. 3), у пациента имелись 4 интракраниальные аневризмы:

- 1 – бифуркации правой средней мозговой артерии (СМА)(3 × 3,5 мм);
- 2 – передней соединительной артерии (ПСА) (4 × 4 мм);
- 3 – М1 сегмента левой СМА(3 × 3 мм);
- 4– бифуркации левой СМА(6 × 6 мм).

Аневризма ПСА тесно прилежит к паренхиматозному кровоизлиянию в лобных долях,

имеет неровные контуры – с выпячиванием в области дна.

Кроме того, определялись атеросклеротические изменения сонных артерий без гемодинамически значимых стенозов.

Учитывая количество аневризм, принято решение о выполнении церебральной ангиографии. По данным ЦАГ, имеются множественные интракраниальные аневризмы: 1 – бифуркации СМА справа, 3 × 3,5 мм, без выраженной шейки; 2 – ПСА слева, 4 × 4 мм; 3 – М1 сегмента левой СМА, 3 × 3 мм; 4 – бифуркации СМА слева, 6 × 6 мм.

По данным лучевых методов исследования установлен клинический диагноз: «Множественные церебральные аневризмы. Разрыв аневризмы передней соединительной артерии. Субарахноидально-паренхиматозно-внутрижелудочковое кровоизлияние с формированием острой внутримозговой гематомы лобных долей и мозолистого тела. Геморрагический период. Fisher IV. Hunt-Hess III. Интактные аневризмы: развилки правой средней мозговой артерии, М1 сегмента и развилки левой средней мозговой артерии».

Больной в экстренном порядке прооперирован. В ходе открытой операции подтвержден факт разрыва аневризмы передней соединительной артерии.

Обсуждение.

У 30% пациентов, поступающих в отделение неотложной помощи с острым нСАК, могут быть множественные аневризмы [6]. Следовательно, поиск разорвавшейся аневризмы имеет первостепенное значение для оказания своевременной помощи и определения тактики ле-

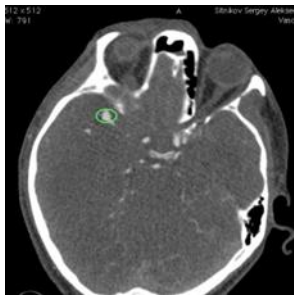


Рис. 2 а (Fig. 2 а)

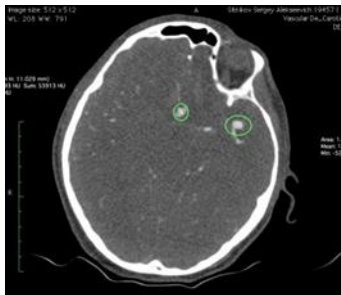


Рис. 2 б (Fig. 2 б)

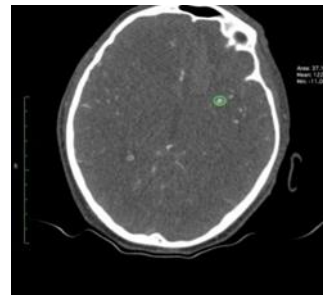


Рис. 2 в (Fig. 2 с)

Рис. 2. КТ-ангиография брахиоцефальных артерий, аксиальная плоскость.

Множественные аневризмы артерий Виллизиева круга.

Fig. 2. CT-angiography of brachiocephalic vessels. Axial images.

Multiple aneurysms of the circle of Willis.

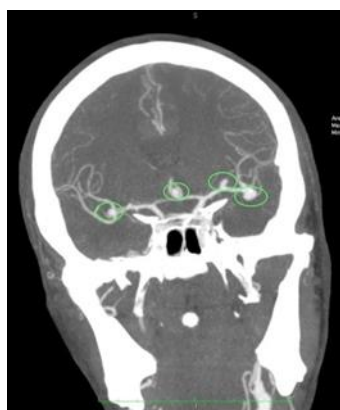


Рис. 3 а (Fig. 3 а)

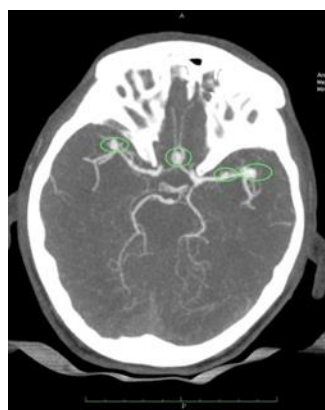


Рис. 3 б (Fig. 3 б)



Рис. 3 в (Fig. 3 с)

Рис. 3. КТ-ангиография брахиоцефальных артерий, MIP и VRT-реконструкции.

Множественные интракраниальные аневризмы: 1 – бифуркации правой средней мозговой артерии, 2 – передней соединительной артерии, 3 – M1 сегмента левой средней мозговой артерии, 4 – бифуркации левой средней мозговой артерии.

Fig. 3. CT-angiography of brachiocephalic vessels. MIP и VRT reconstruction.

There are multiple intracranial aneurysms located at the right middle cerebral artery bifurcation (1), anterior communicating artery (2), M1 segment of the left middle cerebral artery (3), left middle cerebral artery bifurcation (4).

чения. Чтобы избежать ненужных трепанаций и повторных САК, необходимо использовать современные и наиболее информативные методики нейровизуализации.

Нативная КТ – первоначальный метод исследования, что обусловлено его простотой и доступностью. С его помощью необходимо установить факт САК, определить степень его тяжести согласно шкале Фишера (the Modified Fisher Grading Scale), при ассоциированном внутрижелудочковом кровоизлиянии – оценить тяжесть согласно шкале Graeb (the Modified Graeb Score) [7].

Поскольку большинство артериальных аневризм локализуется в области артериального

круга большого мозга и начальных сегментов СМА, кровь сначала скапливается в базальных цистернах и сильвиевой щели, в дальнейшем она распределяется по конвексимальному САП, может определяться в межполушарной щели [8].

В случаях множественных аневризм необходимо предположить наиболее вероятный источник кровоизлияния. Так, преобладание скопления крови в передних отделах межполушарной щели указывает на разрыв аневризмы ПСА, в одной из обходных цистерн – аневризмы внутренней сонной артерии (ВСА) – задней соединительной артерии, в одной из цистерн латеральной щели – разрыв аневризмы ВСА или СМА, в премедулярной и препонтиной ци-

стерных соответствует разрыву аневризм вертебробазиллярного бассейна субтенториальной локализации [7, 9].

Распределение крови помогает предположить локализацию аневризмы, однако попытки определить точную анатомическую локализацию подозреваемой аневризмы, основанные только на распространенности внутрочерепного кровоизлияния по нативной КТ, имеют определенную долю погрешности [7, 10].

Наличие внутримозговой гематомы (ВМГ) в одной из лобных долей указывает на разрыв аневризмы ПСА, передней мозговой артерии, реже аневризмы офтальмического сегмента ВСА с верхним направлением купола. ВМГ в мозолистом теле указывает на разрыв аневризмы ПСА или перикаллезных артерий, ВМГ в височной доле – на разрыв аневризмы ВСА или СМА. Наличие крови в передних рогах боковых желудочков указывает на возможный разрыв аневризмы ПСА, в нижнем роге бокового желудочка – на разрыв аневризмы ВСА или СМА; кровь в III желудочке указывает на возможный разрыв аневризмы ВСА или развилки основной артерии (в первом случае прорыв крови происходит через конечную пластинку, во втором – через дно третьего желудочка). Сгустки крови в IV или в IV и частично III желудочке указывают на возможный разрыв аневризмы вертебробазиллярного бассейна (кровь попадает в желудочки через отверстия Мажанди и Лушки) [11].

Для поиска источника кровотечения необходимо выполнить ангиографическое исследование. Учитывая совершенствование методов лучевой диагностики, протоколы диагностической визуализации для пациентов с острым нСАК периодически пересматриваются. Еще недавно в обследовании пациентов с нСАК основным диагностическим подходом было получение неконтрастной КТ головы, а в случае положительного результата поиск аневризмы проводили с помощью ЦАГ. Этот алгоритм действий постепенно меняется – КТ-ангиографию используют для обнаружения/исключения аневризм, а ЦАГ применяют в исключительно сложных случаях [12].

Для пациентов с диагностированной аневризмой КТ-ангиография может предложить уникальные преимущества по сравнению с ЦАГ [13]. Его способность идентифицировать шейку аневризмы может быть полезна при выборе лечения (хирургического или эндоваскулярного). С помощью 3D-КТ-ангиографии аневризму можно поворачивать во многих плоскостях, пока не будет получена идеальная проекция. Ротационная ЦАГ предлагает часть этой информации, но доступность этой техники ограничена. Кроме того, КТ показывает тромбированную часть аневризмы, кальцификаты на стенке и прилегающий сгусток, которые могут

затруднить установку зажима. Наконец, установление взаимосвязи между костными структурами и аневризмой может помочь определить, является ли аневризма интра- или экстрадуральной на уровне кавернозного синуса. Этот процесс требует, чтобы сканирование было согласовано с плотным контрастированием артериального русла, чтобы во время сканирования не было венозной крови в кавернозном синусе. При правильном выборе времени старта сканирования аневризмы параофтальмологического и кавернозного синуса также могут быть визуализированы с помощью КТ-ангиографии [14].

Ни один клинический метод не может со 100%-й точностью указать, в какой из аневризм произошло кровотечение [15]. Традиционно разрывается самая большая аневризма [16]. Другими ангиографическими признаками разрыва являются локальные массы или вазоспазм, аневризма неправильной формы или тромб внутри аневризмы. Когда две аневризмы находятся в одном сосуде, если проксимальная аневризма не тромбирована, проксимальная аневризма будет разорвана [17]. С помощью КТ-ангиографии возможно также определить продолжающуюся экстравазацию контрастного материала, что указывает на то, какая из обнаруженных аневризм разорвалась. Клинические признаки обычно бесполезны, хотя паралич третьего нерва или односторонняя ретроорбитальная боль, например, могут свидетельствовать о разрыве аневризмы устья задней соединительной артерии. Отграниченные скопления субарахноидальной крови на КИ могут указывать на пораженный регион [15, 16].

Алгоритм выявления разорванной аневризмы должен был следующим: найти участок геморрагического пропитывания на КТ-сканах, найти массы или вазоспазм на ангиограмме, оценить размер и форму (более крупные аневризмы с большей вероятностью дадут кровотечение; если они одинакового размера, нужно искать нарушения контура мешочка или дочернего локулюса) [18]. КТ-ангиографию следует сравнивать с исходной неконтрастной базовой КТ головного мозга пациента, сопоставлять со скоплением крови в САП.

Если базовая КТ головы дает положительный результат на нСАК, а результаты КТ-ангиографии соответствуют локализации кровоизлияния, доказательств достаточно, чтобы рассмотреть возможность прямого оперативного вмешательства без получения предоперационной ЦАГ [19].

В сложных случаях возможно применение ЦАГ, с помощью которой идет поиск изменений в аневризмах и, наконец, выбирается аневризма с наибольшей вероятностью разрыва [11].

Согласно данным Европейского рекомендательного протокола от 2013 г., КТ-

ангиография и ЦАГ имеют одинаковый уровень доказательности (класс II, уровень B) в выявлении источника кровоизлияния при САК и назначение ЦАГ рекомендовано только тем пациентам, у которых не обнаружен источник кровоизлияния при КТ-ангиографии [13].

В представленном клиническом случае причиной нСАК явилась одна из множественных аневризм Виллизиева круга, однако не самая крупная, как описывается в литературных источниках. Определить локализацию разорвавшейся аневризмы ПСА с помощью нативной КТ помогли максимальное скопление крови при бесконтрастном исследовании (паренхиматозное кровоизлияние в лобных долях, мозолистом теле, кровь в межполушарной щели). При проведении КТ-ангиографии выявлены особенности формы аневризмы ПСА – наличие локулюса. При проведении ЦАГ дополнительной информации получено не было. Интраоперационно диагноз подтвержден.

Заключение.

Недавние достижения в области КТ позво-

ляют использовать данные КТ-ангиографии в предоперационной оценке пациентов с множественными церебральными аневризмами при остром нСАК в условиях приемного покоя. Ключевым моментом является выбор диагностического алгоритма, адаптированного для поддержания высокой специфичности и чувствительности, необходимых для выявления или исключения этой патологии. Если результаты КТ-ангиографии не соответствуют локализации кровоизлияния, если КТ-ангиограмма полностью отрицательна при наличии САК, а также сложных аневризм, пациентам следует пройти ЦАГ. При этом любое исследование должно проводиться по строгому протоколу, оцениваться опытным специалистом.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

- Howard B.M., Hu R., Barrow J.W., Barrow D.L. Comprehensive review of imaging of intracranial aneurysms and angiographically negative subarachnoid hemorrhage. *Neurosurg Focus.* 2019; 47 (6): E20. PMID: 31786554. <https://doi.org/10.3171/2019.9.FOCUS19653>
- Alg V.S., Sofat R., Houlden H., Werring D.J. Genetic risk factors for intracranial aneurysms: a meta-analysis in more than 116,000 individuals. *Neurology.* 2013; 80 (23): 2154-2165. PMID: 23733552. PMID: PMC3716358. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e318295d751>
- Крылов В.В., Годков И.М., Генов П.Г. Интраоперационные факторы риска в хирургии церебральных аневризм. *Нейрохирургия.* 2009; 2: 24-33.
- Backes D., Rinkel G.J., Laban K.G., Algra A., Vergouwen M.D. Patient- and aneurysm-specific risk factors for intracranial aneurysm growth: a systematic review and meta-analysis. *Stroke.* 2016; 47 (4): 951-957. PMID: 26906920. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.115.012162>
- Marcolini E., Hine J. Approach to the diagnosis and management of subarachnoid hemorrhage. *WestJEmergMed.* 2019; 20 (2): 203-211. PMID: 30881537. PMID: PMC6404699. <https://doi.org/10.5811/westjem.2019.1.37352>
- Корниенко В.Н., Пронин И.Н. Диагностическая нейрорадиология. 2008; 1.
- Зяблова Е.И. Стандарты лучевой диагностики в оценке острого нетравматического субарахноидального кровоизлияния. В сборнике: Трофимова Т.Н. (ред.). *Современные стандарты лучевых исследований и принципы построения заключений. Руководство для врачей.* 2021: 13-47.
- Frontera J.A., Claassen J., Schmidt J.M. et al. Prediction of symptomatic vasospasm after subarachnoid hemorrhage: the modified Fisher scale. *Neurosurgery.* 2006; 59 (1): 21-27. PMID: 16823296. <https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000218821.34014.1B>
- Menke J., Larsen J., Kallenberg K. Diagnosing cerebral aneurysms by computed tomographic angiography: meta-analysis. *Ann Neurol.* 2011; 69(4): 646-654. PMID: 21391230. <https://doi.org/10.1002/ana.22270>
- White P.M., Wardlaw J.M., Easton V. Can noninvasive imaging accurately depict intracranial aneurysms? A systematic review. *Radiology.* 2000; 217 (2): 361-370. PMID: 11058629. <https://doi.org/10.1148/radiology.217.2.r00nv06361>
- Heit J.J., Pastena G.T., Nogueira R.G. et al. Cerebral angiography for evaluation of patients with CT angiogram-negative subarachnoid hemorrhage: an 11-year experience. *Am J Neuro-radiol.* 2016; 37 (2): 297-304. PMID: 26338924. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A4503>
- Pradilla G., Wicks R.T., Hadelberg U. et al. Accuracy of computed tomography angiography in the diagnosis of intracranial aneurysms. *World Neurosurg.* 2013; 80 (4): 845-852. PMID: 23220123. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2012.12.001>
- Westerlaan H.E., van Dijk JMC, van der Weide MCJ, et al. Intracranial aneurysms in patients with subarachnoid hemorrhage: CT angiography as a primary examination tool for diagnosis – systematic review and meta-analysis. *Radiology.* 2011; 258 (1): 134-145. PMID: 20935079. <https://doi.org/10.1148/radiol.10092373>
- Steiner T., Juvela S., Unterberg A. et al. European Stroke Organization guidelines for the management of intracranial aneurysms and subarachnoid haemorrhage. *Cerebrovasc Dis.* 2013; 35 (2): 93-112. PMID: 23406828. <https://doi.org/10.1159/000346087>
- Agid R., Schaaf M., Farb R. CE-MRA for follow-up of aneurysms poststent-assisted coiling. *Interv Neuroradiol.* 2012; 18: 275-283. PMID: 22958765. PMID: PMC3442300. <https://doi.org/10.1177/159101991201800305>
- Khan A.A., Smith J.D.S., Kirkman M.A. et al. Angiogram negative subarachnoid hemorrhage: outcomes and the role of

repeat angiography. *Clin Neurol Neurosurg.* 2013; 115 (8): 1470-1475. PMID: 23485251. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2013.02.002>

17. Meurer W.J., Walsh B., Vilke G.M., Coyne C.J. Clinical guidelines for the emergency department evaluation of subarachnoid hemorrhage. *J Emerg Med.* 2016; 50 (4): 696-701. PMID: 26823138. <https://doi.org/10.1016/10.1016/j.jemermed.2015.07.048>

18. Connolly E.S. Jr, Rabinstein A.A., Carhuapoma J.R. et al. Guidelines for the management of aneurysmal subarachnoid

hemorrhage: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke.* 2012; 43 (6): 1711-1737. PMID: 22556195. <https://doi.org/10.1161/STR.0b013e3182587839>

19. Jabbarli R., Gläsker S., Weber J. et al. Predictors of severity of cerebral vasospasm caused by aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2013; 22 (8): 1332-1339. PMID: 23422346. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2013.01.006>.

References:

1. Howard B.M., Hu R., Barrow J.W., Barrow D.L. Comprehensive review of imaging of intracranial aneurysms and angiographically negative subarachnoid hemorrhage. *Neurosurg Focus.* 2019; 47 (6): E20. PMID: 31786554. <https://doi.org/10.3171/2019.9.FOCUS19653>
2. Alg V.S., Sofat R., Houlden H., Werring D.J. Genetic risk factors for intracranial aneurysms: a meta-analysis in more than 116,000 individuals. *Neurology.* 2013; 80 (23): 2154-2165. PMID: 23733552. PMID: PMC3716358. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e318295d751>
3. Krylov V.V., Godkov I.M., Genov P.G. Intraoperation risk factors in the cerebral aneurysm surgery. *Russian Journal of Neurosurgery.* 2009; 2: 24-33 (in Russian).
4. Backes D., Rinkel G.J., Laban K.G., Algra A., Vergouwen M.D. Patient- and aneurysm-specific risk factors for intracranial aneurysm growth: a systematic review and meta-analysis. *Stroke.* 2016; 47 (4): 951-957. PMID: 26906920. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.115.012162>
5. Marcolini E., Hine J. Approach to the diagnosis and management of subarachnoid hemorrhage. *WestJEmergMed.* 2019; 20 (2): 203-211. PMID: 30881537. PMID: PMC6404699. <https://doi.org/10.5811/westjem.2019.1.37352>
6. Korniyenko V.N., Pronin I.N. *Diagnostic Neuroradiology.* 2008; 1 (in Russian).
7. Zyblova E.I. Standards of radiation diagnostics in the assessment of acute non-traumatic subarachnoid hemorrhage. In: Trofimova TN (ed.). *Modern Standards of Radiation Research and Principles of Drawing Conclusions. A Guide for Doctors.* 2021: 13-47 (in Russian).
8. Frontera J.A., Claassen J., Schmidt J.M. et al. Prediction of symptomatic vasospasm after subarachnoid hemorrhage: the modified Fisher scale. *Neurosurgery.* 2006; 59 (1): 21-27. PMID: 16823296. <https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000218821.34014.1B>
9. Menke J., Larsen J., Kallenberg K. Diagnosing cerebral aneurysms by computed tomographic angiography: meta-analysis. *Ann Neurol.* 2011; 69(4): 646-654. PMID: 21391230. <https://doi.org/10.1002/ana.22270>
10. White P.M., Wardlaw J.M., Easton V. Can noninvasive imaging accurately depict intracranial aneurysms? A systematic review. *Radiology.* 2000; 217 (2): 361-370. PMID: 11058629. <https://doi.org/10.1148/radiology.217.2.r00nv06361>
11. Heit J.J., Pastena G.T., Nogueira R.G. et al. Cerebral angiography for evaluation of patients with CT angiogram-negative

- subarachnoid hemorrhage: an 11-year experience. *Am J Neuro-radiol.* 2016; 37 (2): 297-304. PMID: 26338924. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A4503>
12. Pradilla G., Wicks R.T., Hadelberg U. et al. Accuracy of computed tomography angiography in the diagnosis of intracranial aneurysms. *World Neurosurg.* 2013; 80 (4): 845-852. PMID: 23220123. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2012.12.001>
13. Westerlaan H.E., van Dijk JMC, van der Weide MCJ, et al. Intracranial aneurysms in patients with subarachnoid hemorrhage: CT angiography as a primary examination tool for diagnosis – systematic review and meta-analysis. *Radiology.* 2011; 258 (1): 134-145. PMID: 20935079. <https://doi.org/10.1148/radiol.10092373>
14. Steiner T., Juvela S., Unterberg A. et al. European Stroke Organization guidelines for the management of intracranial aneurysms and subarachnoid haemorrhage. *Cerebrovasc Dis.* 2013; 35 (2): 93-112. PMID: 23406828. <https://doi.org/10.1159/000346087>
15. Agid R., Schaaf M., Farb R. CE-MRA for follow-up of aneurysms poststent-assisted coiling. *Interv Neuroradiol.* 2012; 18: 275-283. PMID: 22958765. PMID: PMC3442300. <https://doi.org/10.1177/159101991201800305>
16. Khan A.A., Smith J.D.S., Kirkman M.A. et al. Angiogram negative subarachnoid hemorrhage: outcomes and the role of repeat angiography. *Clin Neurol Neurosurg.* 2013; 115 (8): 1470-1475. PMID: 23485251. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2013.02.002>
17. Meurer W.J., Walsh B., Vilke G.M., Coyne C.J. Clinical guidelines for the emergency department evaluation of subarachnoid hemorrhage. *J Emerg Med.* 2016; 50 (4): 696-701. PMID: 26823138. <https://doi.org/10.1016/10.1016/j.jemermed.2015.07.048>
18. Connolly E.S. Jr, Rabinstein A.A., Carhuapoma J.R. et al. Guidelines for the management of aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke.* 2012; 43 (6): 1711-1737. PMID: 22556195. <https://doi.org/10.1161/STR.0b013e3182587839>
19. Jabbarli R., Gläsker S., Weber J. et al. Predictors of severity of cerebral vasospasm caused by aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2013; 22 (8): 1332-1339. PMID: 23422346. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2013.01.006>.