



Разрыв аневризмы средней мозговой артерии через 11 лет после верификации диагноза

©М.Е. Першин¹, А.Д. Федоренко², Д.В. Литвиненко^{1*}, А.В. Дубовой³, Е.И. Зяблова^{1,2}, В.В. Ткачёв^{1,2}

¹ Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С. В. Очаповского, Краснодар, Россия

² Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Россия

³ Ильинская больница, Московская обл., городской округ Красногорск, д. Глухово, Россия

* Д.В. Литвиненко, НИИ – Краевая клиническая больница №1 им. проф. С.В. Очаповского, 350086, Краснодар, ул. 1 мая, 167, dmlalit73@gmail.com

Поступила в редакцию 5 ноября 2025 г. Исправлена 21 января 2026 г. Принята к печати 30 января 2026 г.

Резюме

Неразорвавшиеся церебральные аневризмы встречаются у 3–5% взрослого населения. Разрывы аневризм приводят к внутримозговому кровоизлиянию со смертностью около 45% и инвалидизацией порядка 30%. Шкалы оценки риска разрыва неразорвавшихся аневризм (UCAS, ISUIA, PHASES, UIATS, ELAPSS) были разработаны для выбора тактики лечения; однако при их практическом применении отмечается систематическая недооценка вероятности кровоизлияний. Так, в метаанализе более, чем 1 500 случаев аневризматических кровоизлияний установлено, что у 50–80% наблюдаемых аневризм риск разрыва изначально оценивался как низкий, что свидетельствует о проблемах в оценке рисков разрыва и необходимости разработки динамических моделей расчёта вероятности кровоизлияния, учитывающих изменения клинического статуса и морфологии аневризмы с течением времени.

Представленный клинический случай лечения аневризмы средней мозговой артерии иллюстрирует необходимость трансформации подходов к определению тактики лечения неразорвавшихся аневризм.

Ключевые слова: церебральные аневризмы, шкалы риска разрыва аневризм, аневризмы средней мозговой артерии

Цитировать: Першин М.Е., Федоренко А.Д., Литвиненко Д.В., Дубовой А.В., Зяблова Е.И., Ткачёв В.В. Разрыв аневризмы средней мозговой артерии через 11 лет после верификации диагноза. *Инновационная медицина Кубани.* 2026;11(1):100–107. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2026-11-1-100-107>

Rupture of a Middle Cerebral Artery Aneurysm 11 Years After Diagnosis Verification

©Mikhail E. Pershin¹, Arkady D. Fedorenko², Dmitry V. Litvinenko^{1*}, Andrey V. Dubovoy³,
Elena I. Zyablova^{1,2}, Vyacheslav V. Tkachev^{1,2}

¹ Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1, Krasnodar, Russian Federation

² Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

³ Ilyinskaya Hospital, Moscow region, Krasnogorsk city district, Glukhovo village, Russian Federation

* Dmitry V. Litvinenko, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1, 167 1 Maya St., Krasnodar, 350086, Russian Federation, dmlalit73@gmail.com

Received: November 5, 2025. Received in revised form: January 21, 2026. Accepted: January 30, 2026.

Abstract

Unruptured cerebral aneurysms are detected in 3–5% of the adult population. Aneurysm rupture results in intracranial hemorrhage, with a mortality rate of approximately 45% and disability in about 30% of cases. Risk assessment scales for rupture of unruptured aneurysms (UCAS, ISUIA, PHASES, UIATS, ELAPSS) were developed to guide treatment strategy; however, their practical application has revealed a systematically underestimation of hemorrhage risk. In particular, a meta-analysis of more than 1,500 cases of aneurysmal hemorrhage demonstrated that 50–80% of the observed aneurysms had initially been classified as low risk, indicating significant limitations of current rupture risk assessment tools and highlighting the need for the development of dynamic models to predict hemorrhage probability that account for changes in clinical status and aneurysm morphology over time.

The presented clinical case of middle cerebral artery aneurysm management illustrates the necessity to transform current approaches to determining treatment strategies for unruptured aneurysms.

Keywords: cerebral aneurysms, aneurysm rupture risk scales, middle cerebral artery aneurysms

Cite this article as: Pershin ME, Fedorenko AD, Litvinenko DV, Dubovoy AV, Zyablova EI, Tkachev VV. Rupture of a middle cerebral artery aneurysm 11 years after diagnosis verification. *Innovative Medicine of Kuban.* 2026;11(1):100–107. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2026-11-1-100-107>



Введение

Общепринятого метода оценки риска разрыва интактной церебральной аневризмы на сегодняшний день не разработано. Принято считать, что частота разрыва верифицированных интактных аневризм варьирует от 2 до 10 % в год [1]. При этом до 45% пациентов умирает в остром периоде кровоизлияния, а 30% выживших остаются инвалидами [2]. Также известно, что плановое выключение церебральных аневризм открытым и внутрисосудистым методами, несёт в себе риск неблагоприятного исхода от 5 до 8,3% случаев с летальностью от 0,1 до 0,3% [3]. Таким образом, превентивная хирургия неразрывавшихся аневризм сопряжена со значительно меньшими, но все равно реальными рисками тяжелых периоперационных осложнений. В этой связи достоверная оценка вероятности разрыва аневризмы является краеугольным камнем принятия решения о необходимости операции.

Для определения рисков разрыва церебральных аневризм были разработаны шкальные системы UCAS, ISUIA, PHASES, UIATS и ELAPSS [4–8]. По мере их практического применения выяснилось, что их прогностическая ценность при длительном наблюдении за па-

циентом снижается, в связи с изменениями на протяжении жизни морфологии аневризмы и соматического состояния пациента. Кроме этого, ряд факторов, которые в отдалённой перспективе потенциально увеличивают риск разрыва аневризмы, в указанных шкалах не учитывается, например, «тонкие» морфологические и гемодинамические характеристики аневризм и несущих их артерий, курение, смена региона проживания [9, 10].

Представляем клинический случай пациентки с аневризмой средней мозговой артерии (СМА), имевшей на момент верификации диагноза низкую вероятность разрыва по всем ключевым шкалам прогноза. Манифестация заболевания внутрочерепным кровоизлиянием произошло спустя 11 лет после установления диагноза. Получено добровольное информированное согласие пациентки на публикацию данных.

Клинический случай

Пациентка Б., 1948 г.р., в 2011 г. (в возрасте 63 лет), в ходе инструментального обследования по поводу хронической головной боли, была диагностирована аневризма правой средней мозговой артерии (рис. 1А, Б). Соматический статус

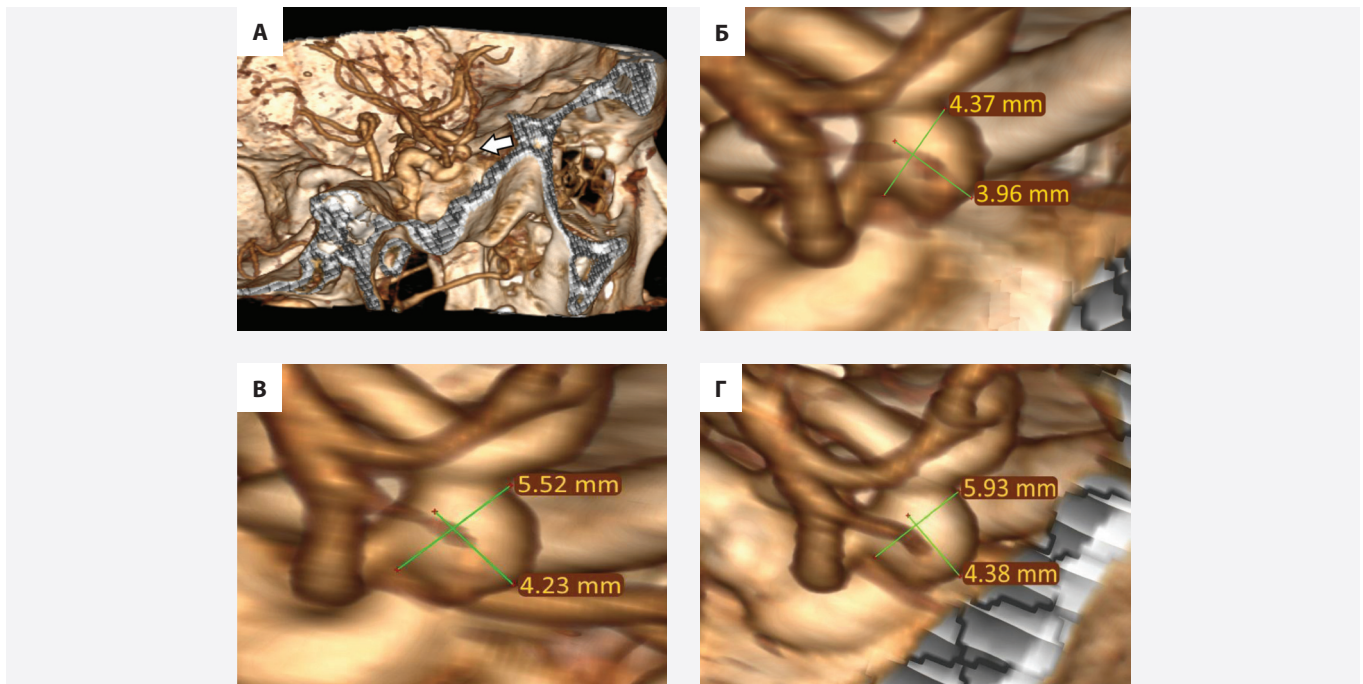


Рисунок 1. Компьютерно-томографическая ангиография (3D-реконструкция) церебральных артерий пациентки Б. от 27.01.2011 г. Визуализируется средних размеров аневризма развилки левой средней мозговой артерии

А. КТ-АГ, белой стрелкой указан купол аневризмы развилки левой СМА

Б. КТ-АГ от 2011 г. Размер аневризмы 4,37×3,96 мм. Объём аневризмы ~0,37см³

В. КТ-АГ от 2012 г. Размер аневризмы 5,52×4,23 мм. Объём ~0,61см³

Г. КТ-АГ от 2013 г. Размер аневризмы 5,93×4,38 мм. Объём аневризмы ~0,77см³

Figure 1. Computed tomography angiography (3D reconstruction) of the cerebral arteries of patient B. dated January 27, 2011. A medium-sized aneurysm of the bifurcation of the left middle cerebral artery is visualized

A. CTA, the white arrow indicates the dome of the aneurysm at the bifurcation of the left middle cerebral artery

B. CTA 2011: aneurysm size 4.37×3.96 mm; aneurysm volume ~0.37 cm³

C. CTA, 2012: aneurysm size 5.52×4.23 mm; aneurysm volume ~0.61 cm³

D. CTA, 2013: aneurysm size 5.93 × 4.38 mm; aneurysm volume ~0.77 cm³



Рисунок 2. КТ, церебральная ангиография и КТ-АГ (3D-реконструкция) пациентки Б. от 17.12.2022 г. Визуализируется средних размеров аневризма развилки левой средней мозговой артерии, отмечается увеличение объёма купола, субарахноидальное кровоизлияние

А. Субарахноидальное кровоизлияние. Кровь по бороздам левой и правой височной доли, межполушарно. Стрелкой указан единственный сверток крови в 3-м желудочке (Fisher 4)

Б. Аневризма средней мозговой артерии, указана стрелкой

В. Размер аневризмы 10,5×7,18 мм. Объём аневризмы ~3,9 см³

Figure 2. CT, cerebral angiography, and CT angiography (3D reconstruction) of patient B. dated December 17, 2022. A medium-sized aneurysm of the bifurcation of the left middle cerebral artery is visualized, with an increase in dome volume and associated subarachnoid hemorrhage

А. Subarachnoid hemorrhage: blood is present in the sulci of the left and right temporal lobes and in the interhemispheric fissure. The arrow indicates a single clot of blood in the third ventricle (Fisher 4)

Б. Middle cerebral artery aneurysm, indicated by the arrow

С. Aneurysm size 10.5×7.18 mm; aneurysm volume ~3.9 cm³

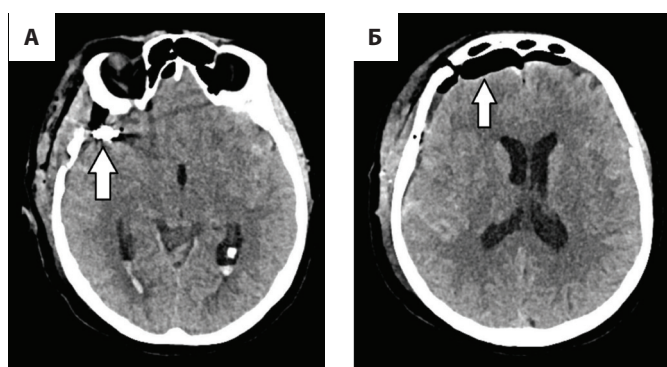


Рисунок 3. КТ головного мозга от 19.12.2022 г. пациентки Б. после операции. Сохраняется кровь в нижних рогах боковых желудочков. Пневмоцефалия.

А – стрелкой указаны клипсы, наложенные на шейку аневризмы

Б – стрелкой указана послеоперационная пневмоцефалия

Figure 3. Brain CT of patient B. dated December 19, 2022 after surgery. Residual blood is present in the inferior horns of the lateral ventricles. Pneumocephalus.

А, the arrow indicates clips applied to the neck of the aneurysm
Б, the arrow indicates postoperative pneumocephalus

отягощён гипертонической болезнью. В неврологическом статусе без очаговой и общемозговой симптоматики. От предложенного оперативного лечения – клипирования аневризмы СМА – отказалась. В 2012 и 2013 г. при компьютерной томографической ангиографии (КТ-АГ) аневризма увеличилась в размерах (рис. 1В, Г). От повторно предложенного

оперативного лечения отказалась, до 2022 г. не проходила контрольных обследований. В 2022 г. (в возрасте 74 лет) сменила место жительства, что сопровождалось резким изменением климатической зоны проживания.

Утром 17.12.2022 г. внезапно возникла сильная головная боль, тошнота, рвота. Амбулаторное лечение в течение суток – без эффекта. Бригадой скорой медицинской помощи госпитализирована в региональный сосудистый центр. По результатам КТ головного мозга и церебральной ангиографии диагностирован разрыв аневризмы правой средней мозговой артерии (рис. 2). В сравнении с исследованиями от 2011 г. аневризма увеличилась более, чем в 4 раза по сравнению с исходными размерами (рис. 1Г, 2В). Переведена в ГБУЗ «НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского» Минздрава Краснодарского края. При поступлении: состояние средней тяжести. В неврологическом статусе: сознание ясное, по шкале комы Глазго (ШКГ) 15 баллов, грубый менингеальный синдром. Выполнена операция: костно-пластическая краниотомия справа. Вентрикулоцистерностомия. Клипирование разорвавшейся аневризмы развилки правой средней мозговой артерии.

Течение послеоперационного периода – гладкое с постепенным регрессом общемозговой и менингеальной симптоматики. При транскраниальной доплерографии отмечались признаки умеренного ангиоспазма по правой СМА (индекс Линдегарда

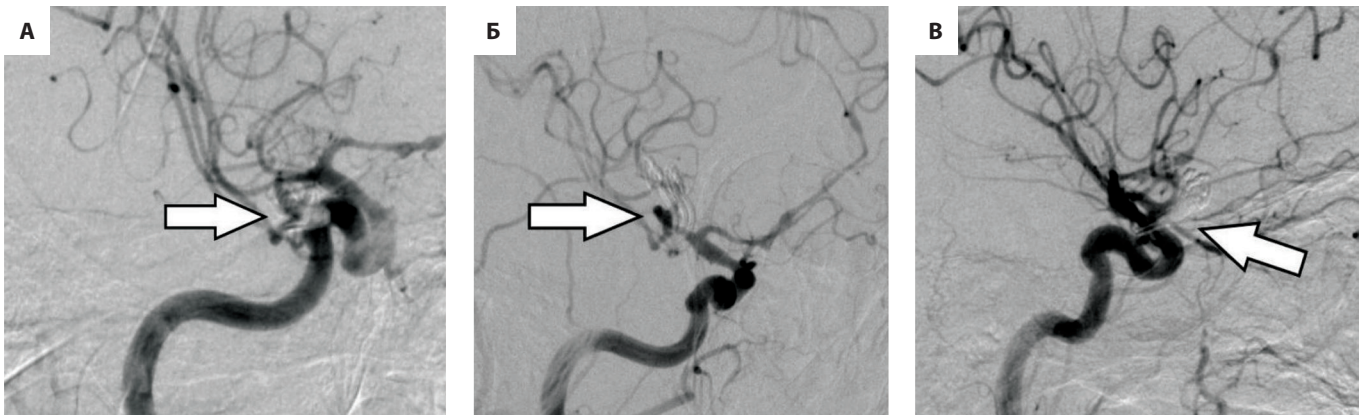


Рисунок 4. Контрольные церебральные ангиограммы после операции от 29.12.2022 г. Аневризма не контрастируется.
 А – Ипсилатеральная косая проекция, стрелкой указаны клипсы, наложенные на аневризму
 Б – Ипсилатеральная косая проекция, стрелкой указаны клипсы, наложенные на аневризму
 В – Ипсилатеральная проекция, стрелкой указаны клипсы, наложенные на аневризму
 Figure 4. Follow-up cerebral angiograms after surgery dated December 29, 2022. The aneurysm is not opacified.
 A, Ipsilateral oblique projection; the arrow indicates clips applied to the aneurysm
 B, Ipsilateral oblique projection; the arrow indicates clips applied to the aneurysm
 C, Ipsilateral projection; the arrow indicates clips applied to the aneurysm

до 2,8). При КТ головного мозга (от 19.12.2022 г.) без признаков ишемии и отёка головного мозга (рис. 3). При контрольной церебральной ангиографии (от 19.12.2022 г.) аневризма не контрастируется (рис. 4). Послеоперационные раны зажили первично, швы сняты. Выписана в удовлетворительном состоянии на 13 сут. от начала заболевания с полным регрессом неврологической симптоматики, ультразвуковые признаки ангиоспазма регрессировали.

Обсуждение

Клинические рекомендации ассоциации нейрохирургов России по лечению неразорвавшихся церебральных аневризм [11] разработаны с учетом двух крупных рандомизированных мультицентровых проспективных исследований, изучавших риск разрыва случайно выявленных церебральных аневризм – UCAS (The Unruptured Cerebral Aneurysms Study) [4] и ISUIA (The International Study of Unruptured Intracranial Aneurysms) [5]. Интересно, что калькуляторы риска, предложенные в ходе этих исследований [12], по-разному оценивают вероятность разрыва у нашей пациентки, хотя опираются на сходные критерии. Так по клиническим данным 2011 г., вероятность разрыва аневризмы у нашей пациентки, при предполагаемом сроке жизни 15 лет, по шкале ISUIA составила 0%, а по UCAS – 3,4% (рис. 5). Полученные результаты отражают научное представление по данной проблеме в указанный временной период, а именно отсутствие единого мнения относительно влияния на вероятность разрыва аневризмы её локализации и размеров.

В 2013 г. была опубликована шкала PHASES (Population, Hypertension, Age, Size, Earlier SAH, Site) [6],

ISUIA	
LOCATION*	Anterior circulation
SIZE(MM)*	4
PREVIOUS SAH?*	<input type="radio"/> Yes <input checked="" type="radio"/> No
ESTIMATED LIVE EXPECTANCY (MIN. 10 Y.)*	15
5 YEAR RUPTURE RISK (%)	0
CUMULATIVE LIFETIME RUPTURE RISK (%)	0*
UCAS	
LOCATION*	Middle cerebral
SIZE(MM) (MINIMUM 3MM)*	4
LIFE EXPECTANCY (MINIMUM 1 YEAR)	15
1 YEAR RUPTURE RISK (%)	0.23
CUMULATIVE LIFETIME RUPTURE RISK (%)	3.4

Рисунок 5. Шкалы ISUIA и UCAS [12] с рассчитанным риском (низкий по обеим шкалам) для пациентки Б. на 2011 г.
 Figure 5. ISUIA and UCAS [12] scales with calculated risk (low according to both scales) for patient B. in 2011

PHASES

LOCATION*
Middle Cerebral Artery

SIZE(MM)*
4

ETHNICITY*
Neither Finnish nor Japanese

PREVIOUS SAH?*
 Yes No

HYPERTENSION?*
 Yes No

AGE OVER 70?*
 Yes No

ESTIMATED LIVE EXPECTANCY (MIN. 10 Y.)*
15

5 YEAR RUPTURE RISK (%)
0.7

CUMULATIVE LIFETIME RUPTURE RISK (%)
2.1

Рисунок 6. Рассчитанный риск по шкале PHASES [12] для пациентки Б. на 2011 г.
Figure 6. Calculated rupture risk to the PHASES score [12] for patient B. in 2011

разработанная в ходе наиболее крупного проспективного исследования по проблеме неразорвавшихся церебральных аневризм, позволяющая определить абсолютный риск разрыва в течение первых 5 лет после обнаружения аневризмы с помощью 6 легко определяемых характеристик (этническая принадлежность, возраст пациента, размер и расположение аневризмы, наличие артериальной гипертензии и ранее перенесённое субарахноидальное кровоизлияние из-за другой аневризмы). Согласно данного калькулятора пятилетний риск разрыва у нашей пациентки составил 0,7%, а пятнадцатилетний – 2,1%, т.е. очень низкий (рис. 6).

К этому времени уже были установлены дополнительные критерии риска разрыва интактной аневризмы: неправильная конфигурация, узкая шейка, соотношение максимального диаметра аневризмы к диаметру несущей артерии более 2, соотношение высоты аневризмы к диаметру шейки более 1,6 и другие [9, 10]. Доказано, что рост аневризмы в ходе динамического наблюдения увеличивает ежегодный риск разрыва до 12 раз по сравнению с аневризмами без роста [15].

В 2015 г. была предложена шкала UIATS (Unruptured Intracranial Aneurysm Treatment Score) [7], основанная на консенсусе специалистов по церебровас-

скулярным заболеваниям по вопросам лечения интактных аневризм. Данная шкала позволяет выбрать оптимальную тактику лечения, оценивая по балльной системе ключевые характеристики аневризмы и соматический статус пациента. Применительно к нашему случаю, риск разрыва в год обнаружения был равен хирургическому, что означало обоснованность выбора выжидательной тактики (рис. 7).

В шкале UIATS высокую балльную оценку получили такие морфологические факторы, как: неправильная конфигурация и увеличение размеров аневризмы в динамике, которые стали наиболее значимыми для прогнозирования разрыва аневризмы в более поздних исследованиях [15].

В 2017 г. была опубликована шкала ELAPSS (Earlier SAH, Location, Age, Population, Size, Shape) [8] (рис. 8), с помощью которой рассчитывается вероятность роста аневризмы при её первом обнаружении. Согласно предложенной методике, при высоком риске роста аневризмы пациенту сразу предлагается хирургическое лечение. При низком риске назначается повторное ангиографическое исследование, сроки которого также определяются по данной шкале.

Оценивая данные нашей пациентки по шкале ELAPSS в 2011 г., мы получили бы низкую вероятность роста: за 3 года – 7,8%, за 5 лет – 13%. В этом случае контрольную ангиографию рекомендуется выполнить не ранее, чем через 3 года. Однако контрольные исследования были выполнены раньше и при сравнении ангиограмм 2011 и 2013 г. (двухлетний промежуток), мы получаем двукратное увеличение объема аневризмы: ~0,37 см³ против ~0,77 см³, хотя на «первый взгляд» абсолютные размеры аневризмы увеличились «незначительно».

В 2022 г. объём аневризмы у нашей пациентки составлял уже 3,9 см³, не оставляя сомнений в необходимости оперативного лечения. В этой связи мы склонны полагать, что слишком частые лучевые обследования не всегда дают показательный результат (не говоря уже о необоснованной лучевой нагрузке), при ежегодном исследовании можно получить изменения размеров аневризмы в пределах 1–2 мм, что может быть обусловлено как аппаратной погрешностью, так и погрешностью измерения врачом-рентгенологом, вызывая сомнения в необходимости операции. Возможно, если бы сроки выполнения контрольного обследования были бы соблюдены, то при контроле в 2014 г. увеличение размеров аневризмы могло быть более наглядным и убедительным.

За последние 15 лет, помимо когортных исследований, опубликовано множество работ, посвящённых гемодинамике интракраниальных аневризм. Ключевыми гемодинамическими факторами, влияющими на образование, рост и разрыв аневризмы в настоящее время считаются касательные напряжения в стенке

аневризмы и пристеночные напряжения сдвига.

По мнению исследователей высокие касательные напряжения вызывают механическое повреждение эндотелия, которое приводит к дегенерации стенки и увеличению аневризмы. Низкие касательные напряжения потенцируют застой крови в куполе аневризмы и адгезию тромбоцитов и лейкоцитов на поверхности эндотелия, что приводит к повреждению интимы, её воспалению и дегенерации стенки сосуда [14, 15].

Пристеночное напряжение сдвига – это механизм, регулирующий калибр и структуру сосудов. Высокое пристеночное напряжение сдвига в слабых местах сосудов приводит к образованию и росту аневризмы [16].

Гемодинамическая теория касательных напряжений и пристеночных напряжений сдвига хорошо объясняет механизм образования, роста и разрыва аневризмы, однако внедрение указанных научных достижений в практику на сегодня

Aneurysm growth risk score	Points
Earlier subarachnoid hemorrhage	
Yes	0
No	1
Location of the aneurysm	
ICA/ACA/ACOM	0
MCA	3
PCOM/posterior	5
Age	
≤60 y	0
>60 y (per 5 y)	1
Population	
North America, China, Europe (other than Finland)	0
Japan	1
Finland	7
Size of the aneurysm, mm	
1.0-2.9	0
3.0-4.9	4
5.0-6.9	10
7.0-9.9	13
≥10.0	22
Shape of the aneurysm	
Regular	0
Irregular	4

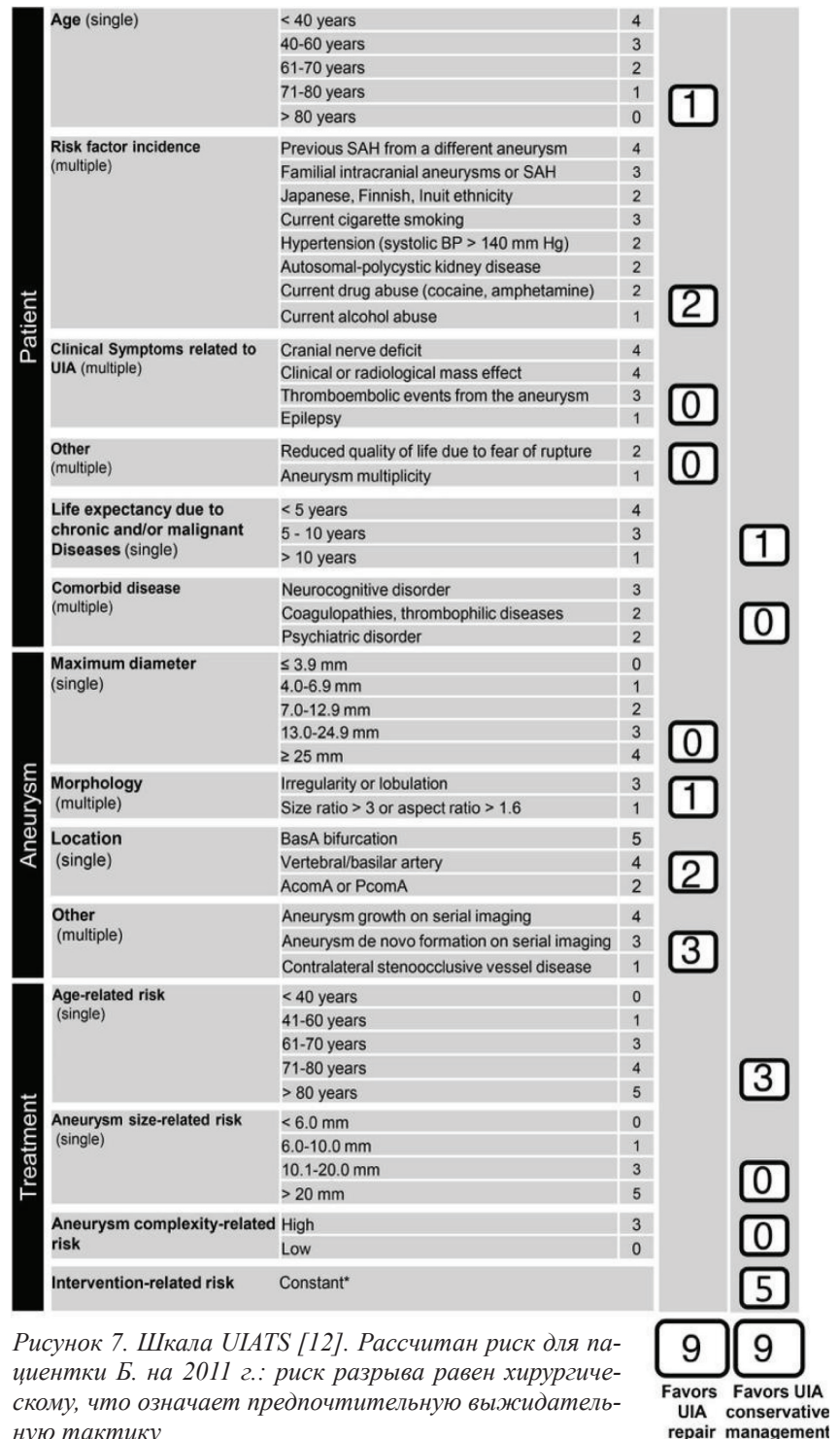


Рисунок 7. Шкала UIATS [12]. Рассчитан риск для пациентки Б. на 2011 г.: риск разрыва равен хирургическому, что означает предпочтительную выжидательную тактику

Figure 7. UIATS scale [12]. Calculated risk for patient B. in 2011: the rupture risk equals the surgical risk, indicating a preferable watch-and-wait strategy

Рисунок 8. Шкала ELAPSS [12] с интерпретацией. Рассчитанный риск роста аневризмы пациентки Б. на 2011 г.: риск роста за 3 года – 7,8%, за 5 лет – 13%. Figure 8. ELAPSS scale with interpretation [12]. Calculated aneurysm growth risk for patient B. in 2011: 3-year growth risk 7.8%, 5-year growth risk 13%.

весьма ограничено. Это связано с крайней трудоёмкостью индивидуального моделирования и целым рядом условностей при оценке гемодинамических характеристик аневризмы у конкретного пациента. Так, например, стенки сосудов на проектируемых моделях считаются жёсткими, а кровь – однородной несжимаемой неньютоновской жидкостью с постоянной плотностью и вязкостью [17]. Поэтому к результатам моделирования приходится относиться с осторожностью и применять в сочетании с клиническими данными и другими диагностическими инструментами [14].

Развитие компьютерных технологий позволяет предположить, что механические факторы при гемодинамическом моделировании, в ближайшей перспективе станут наиболее эффективными параметрами оценки вероятности разрыва аневризмы при её первичном обнаружении. Однако в настоящий момент приходится опираться на косвенные признаки гемодинамических изменений.

Одним из современных трендов в прогнозировании разрывов аневризм является верификация накопления контрастного препарата в стенке аневризмы при МР-ангиографии, что позволяет верифицировать участок воспаления и указывает на потенциальный рост и возможность разрыва аневризмы [18].

И, конечно, большие надежды в настоящее время связывают с внедрением в клиническую практику алгоритмов искусственного интеллекта, позволяющих анализировать большие объёмы данных и выявлять сложные закономерности, которые не могут быть достигнуты с помощью обычных классификаций или логистического регрессионного анализа [19–21].

Выводы

Стандартный, формализованный подход к прогнозированию рисков разрыва интактных аневризм на сегодняшний день недостаточно надёжен и не позволяет охватить все возможные варианты развития заболевания.

Неправильная конфигурация и увеличение размеров аневризмы при динамическом наблюдении являются ключевыми критериями риска разрыва аневризмы.

При выработке тактики лечения пациентов с интактными аневризмами целесообразно использование трех прогностических шкал: PHASES – как наиболее совершенной шкалы риска разрыва, UIATS – для сопоставления рисков естественного течения аневризматической болезни и операции и ELAPSS – как метода планирования контрольных лучевых исследований.

Наиболее перспективными направлениями в решении проблемы оценки рисков разрыва церебральных интактных аневризм мы считаем индивидуальное гемодинамическое моделирование, изучение морфологии сосудистой стенки посредством высокопольной МРТ в сочетании с технологиями искусственного интеллекта.

Вклад авторов

Разработка концепции и дизайна: В.В. Ткачёв
Сбор, анализ и интерпретация данных: М.Е. Першин, Д.В. Литвиненко, Е.И. Зяблова, А.В. Дубовой
Подготовка текста: М.Е. Першин
Редактирование текста: Д.В. Литвиненко, А.Д. Федоренко
Утверждение окончательной версии: В.В. Ткачёв

Author Contributions

Concept and design: Tkachev
Acquisition, analysis, or interpretation of data: Pershin, Litvinenko, Zyablova, Dubovoy
Manuscript drafting: Pershin
Manuscript revising: Litvinenko, Fedorenko
Final approval of the version to be published: Tkachev

Литература/References

1. Van der Kamp LT, Rinkel GJE, Verbaan D, et al. Risk of Rupture After Intracranial Aneurysm Growth. *JAMA Neurol.* 2021;78(10):1228-1235. PMID: 34459846. PMCID: PMC8406207. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2021.2915>
2. Nieuwkamp DJ, Setz LE, Algra A, Linn FH, de Rooij NK, Rinkel GJ. Changes in case fatality of aneurysmal subarachnoid haemorrhage over time, according to age, sex, and region: a meta-analysis. *Lancet Neurol.* 2009;8(7):635-642. PMID: 19501022. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(09\)70126-7](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(09)70126-7)
3. Algra AM, Lindgren A, Vergouwen MDI, et al. Procedural Clinical Complications, Case-Fatality Risks, and Risk Factors in Endovascular and Neurosurgical Treatment of Unruptured Intracranial Aneurysms: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Neurol.* 2019;76(3):282-293. PMID: 30592482. PMCID: PMC6439725. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2018.4165>
4. UCAS Japan Investigators, Morita A, Kirino T, et al. The natural course of unruptured cerebral aneurysms in a Japanese cohort. *N Engl J Med.* 2012;366(26):2474-2482. PMID: 22738097. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1113260>
5. Wiebers DO, Whisnant JP, Huston J 3rd, et al. Unruptured intracranial aneurysms: natural history, clinical outcome, and risks of surgical and endovascular treatment. *Lancet.* 2003;362(9378):103-110. PMID: 12867109. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(03\)13860-3](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(03)13860-3)
6. Greving JP, Wermer MJ, Brown RD Jr, et al. Development of the PHASES score for prediction of risk of rupture of intracranial aneurysms: a pooled analysis of six prospective cohort studies. *Lancet Neurol.* 2014;13(1):59-66. PMID: 24290159. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(13\)70263-1](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(13)70263-1)
7. Etniman N, Brown RD Jr, Beseoglu K, et al. The unruptured intracranial aneurysm treatment score: a multidisciplinary consensus. *Neurology.* 2015;85(10):881-889. PMID: 26276380. PMCID: PMC4560059. <https://doi.org/10.1212/wnl.0000000000001891>
8. Backes D, Rinkel GJE, Greving JP, et al. ELAPSS score for prediction of risk of growth of unruptured intracranial aneurysms. *Neurology.* 2017;88(17):1600-1606. PMID: 28363976. <https://doi.org/10.1212/wnl.0000000000003865>
9. Wermer MJ, van der Schaaf IC, Algra A, Rinkel GJ. Risk of rupture of unruptured intracranial aneurysms in relation to patient and aneurysm characteristics: an updated meta-analysis. *Stroke.* 2007;38(4):1404-1410. PMID: 17332442. <https://doi.org/10.1161/01.str.0000260955.51401.cd>
10. Lall RR, Eddleman CS, Bendok BR, Batjer HH. Unruptured intracranial aneurysms and the assessment of rupture risk based on anatomical and morphological factors: sifting through the sands of data. *Neurosurg Focus.* 2009;26(5):E2. PMID: 19408998. <https://doi.org/10.3171/2009.2.focus0921>

11. Крылов В.В., Крылов В.В., Элиава Ш.Ш., и др. Клинические рекомендации по лечению неразрывавшихся бессимптомных аневризм головного мозга. *Журнал «Вопросы нейрохирургии» имени Н.Н. Бурденко*. 2016;80(5):124-135. <https://doi.org/10.17116/neiro2016805124-135>

Krylov VV, Eliava ShSh, Yakovlev SB, Kheireddin AS, Belousova OB, Polunina NA. Clinical guidelines for treatment of unruptured asymptomatic brain aneurysms. *Burdenko's Journal of Neurosurgery*. 2016;80(5):124-135. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/neiro2016805124-135>

12. Kockro RA. Online calculators. Available from: <https://www.kockro.com/en/calculators/>. Accessed December 11, 2025.

13. Lindgren AE, Koivisto T, Björkman J, et al. Irregular Shape of Intracranial Aneurysm Indicates Rupture Risk Irrespective of Size in a Population-Based Cohort. *Stroke*. 2016;47(5):1219-1226. PMID: 27073241. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.115.012404>

14. Иванов Д.В., Доль А.В. Факторы разрыва аневризм сосудов головного мозга: обзор литературы. *Российский журнал биомеханики*. 2018;20(4):437-484.

Ivanov DV, Dol AV. Factors of cerebral aneurysm rupture: literature review. *Russian Journal of Biomechanics*. 2018;20(4):437-484.

15. Huo H, Chang Y. Hemodynamic study of the ICA aneurysm evolution to attain the cerebral aneurysm rupture risk. *Sci Rep*. 2024;14(1):8984. PMID: 38637544. PMCID: PMC11026371. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-59242-w>

16. Dolan JM, Kolega J, Meng H. High wall shear stress and spatial gradients in vascular pathology: a review. *Ann Biomed Eng*. 2013;41(7):1411-1427. PMID: 23229281. PMCID: PMC3638073. <https://doi.org/10.1007/s10439-012-0695-0>

17. Долотова Д.Д., Благосклонова Е.Р., Григорьева Е.В., Архипов И.В., Полунина Н.А., Гаврилов А.В., Крылов В.В. Исследование локальной гемодинамики в сложных аневризмах: влияние сосуда, отходящего от купола или шейки. *Журнал «Вопросы нейрохирургии» имени Н.Н. Бурденко*. 2020;84(3):28-34. <https://doi.org/10.17116/neiro20208403128>

Dolotova DD, Blagosklonova ER, Grigorieva EV, Arkhipov IV, Polunina NA, Gavrilov AV, Krylov VV. Analysis of local hemodynamics in complex aneurysms: an effect of the vessel arising from the dome or the neck. *Burdenko's Journal of Neurosurgery*. 2020;84(3):28-34. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/neiro20208403128>

18. Semin KS, Zakharova NE, Eliava SS, et al. Magnetic resonance imaging of saccular intracranial aneurysm wall. MR-vizualizatsiya sosudistoi stenki meshotchatykh intrakranial'nykh anevrizm. *Zh Vopr Neurokhir Im NN Burdenko*. 2023;87(5):55-62. PMID: 37830469. <https://doi.org/10.17116/neiro20238705155>

19. Woo D, Khoury J, Haverbusch MM, et al. Smoking and family history and risk of aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Neurology*. 2009;72(1):69-72. PMID: 19122033. PMCID: PMC2656254. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000338567.90260.46>

20. Stroh N, Stefanits H, Maletzky A, et al. Machine learning based outcome prediction of microsurgically treated unruptured intracranial aneurysms. *Sci Rep*. 2023;13(1):22641. PMID: 38114635. PMCID: PMC10730905. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-50012-8>

21. Дербилова ВП, Виноградов РА, Захаров ЮН, и др. Определение вероятности развития атеросклероза брахиоцефальных артерий на основании геометрических и гемодинамических особенностей бифуркации общей сонной артерии. Российское общество ангиологов и сосудистых хирургов. XXXIX Международная конференция «Горизонты современной ангиологии, сосудистой и рентгенэндоваскулярной хирургии» 2024:144-145.

Derbilova VP, Vinogradov RA, Zakharov YuN, et al. Opredelenie veroyatnosti razvitiya ateroskleroza brakhiocefal'nykh arterii na osnovanii geometricheskikh i gemodinamicheskikh osobennostei bifurkatsii obshchei sonnoi arterii. Rossiiskoe obshchestvo angiologov i sosudistykh khirurgov. XXXIX Mezhdunarodnaya konferentsiya "Gorizonty sovremennoy angiologii, sosudistoy i rentgenendovaskulyarnoy khirurgii". 2024:144-145. (In Russ.)

Сведения об авторах

Першин Михаил Евгеньевич, врач-нейрохирург нейрохирургического отделения № 2, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0003-2390-3483>

Федоренко Аркадий Дмитриевич, клинический ординатор по профилю «нейрохирургия» кафедры неврологии и нейрохирургии, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0009-0004-1461-553X>

Литвиненко Дмитрий Викторович, к. м. н., врач-нейрохирург нейрохирургического отделения № 2 НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-4831-1874>

Дубовой Андрей Владимирович, ведущий нейрохирург, Ильинская больница (Красногорск, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-0927-2841>

Зяблова Елена Игоревна, д. м. н., заведующий рентгеновским отделением, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского; заведующий кафедрой лучевой диагностики, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-6845-5613>

Ткачев Вячеслав Валерьевич, д. м. н., заведующий нейрохирургического отделения № 2, НИИ – ККБ № 1 им. проф. С.В. Очаповского; профессор кафедры неврологии и нейрохирургии, Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-5600-329X>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors credentials

Mikhail E. Pershin, Neurosurgeon, Neurosurgical Department No. 2, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1 (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-2390-3483>

Arkady D. Fedorenko, Resident in Neurosurgery, Department of Neurology and Neurosurgery, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0009-0004-1461-553X>

Dmitry V. Litvinenko, Cand. Sci. (Med.), Neurosurgeon, Neurosurgical Department No. 2, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1 (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-4831-1874>

Andrey V. Dubovoy, Leading Neurosurgeon, Ilyinskaya Hospital, (Krasnogorsk, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-0927-2841>

Elena I. Zyblova, Dr. Sci. (Med.), Head of the Radiology Department, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1 (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-6845-5613>

Vyacheslav V. Tkachev, Dr. Sci. (Med.), Head of Neurosurgical Department No. 2, Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinical Hospital No. 1; Professor, Department of Neurology and Neurosurgery, Kuban State Medical University (Krasnodar, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-5600-329X>

Conflict of interest: none declared.