

# Персистирующая тригеминальная артерия по данным мультисрезовой компьютерно-томографической ангиографии

**М.Ю. Калмыков**<sup>1,2</sup>, рентгенолог, аспирант;  
**С.К. Терновой**<sup>2</sup>, д. м. н., профессор, академик РАН

<sup>1</sup> ФБУ «Центральная клиническая больница гражданской авиации»,  
Иваньковское шоссе, 7, Москва, 125367, Российская Федерация;

<sup>2</sup> ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова»  
Министерства здравоохранения РФ,  
ул. Б. Пироговская, 2, стр. 4, Москва, 119048, Российская Федерация

## The persistent trigeminal artery as evidenced by multislice spiral computed tomographic angiography

**M.Yu. Kalmykov**<sup>1,2</sup>, Radiologist, Postgraduate;

**S.K. Ternovoy**<sup>2</sup>, MD, PhD, DSc, Professor, Academician of Russian Academy of Sciences

<sup>1</sup> Central Clinical Hospital of Civil Aviation,  
Ivan'kovskoe shosse, 7, Moscow, 125367, Russian Federation;

<sup>2</sup> I.M. Sechenov First Moscow State Medical University,  
Ministry of Health of the RF,

ul. Bol'shaya Pirogovskaya, 2, stroenie 4, Moscow, 119048, Russian Federation

**Цель исследования** – по данным мультисрезовой компьютерно-томографической ангиографии (КТА) определить частоту встречаемости персистирующей тригеминальной артерии (ПТА), выявить связь ПТА с церебральными аневризмами и сопутствующие анатомические особенности церебральных артерий.

**Материал и методы.** КТА брахиоцефальных артерий по различным клиническим показаниям была выполнена 1041 пациенту. На компьютерно-томографических (КТ) ангиограммах выявлялись ПТА, церебральные артериальные аневризмы и оценивались анатомические особенности строения артериального круга большого мозга.

**Результаты.** ПТА была выявлена у 6 (0,58%) пациентов. Церебральная аневризма имела только у 1 пациента с ПТА и сочеталась с гипоплазией конралатерального А1 сегмента передней мозговой артерии (ПМА). Гипоплазия базилярной артерии (БА) и обеих позвоночных артерий (ПА) наблюдалась в 3 (60%) случаях, при этом калибр ПТА в месте слияния с БА превышал 3 мм. В случае нормального калибра БА диаметр ПТА был менее 2 мм. Все ПТА были шире у основания, в дистальном направлении калибр уменьшался.

**Заключение.** По данным КТА частота встречаемости ПТА составила 0,58%, чаще выявлялся латеральный вариант по классификации Salas и 1 тип по Saltzman (5 из 6 случаев). В 4 случаях ПТА сочеталась с гипоплазией ПА и БА, причем наблюдалась обратная зависимость степени гипоплазии от калибра ПТА в дистальном отрезке. Убедительной связи ПТА с церебральными аневризмами не обнаружено.

### Введение

Самое раннее описание персистирующей тригеминальной артерии (ПТА) датируется 1844 г. и принадлежит R. Quain [1]. Ангиограмма артерии впервые была продемонстрирована в статье D. Sutton, опубликованной

в Британском журнале радиологии в 1950 г. [2].

Каротидно-вертебробазиллярные анастомозы (КВБА), или пре-сегментарные артерии, в эмбриональном периоде развития поставляют кровь от внутренней сонной артерии (ВСА) к примитивной

**Objective:** to determine the incidence of the persistent trigeminal artery (PTA) and to reveal its relationship to cerebral aneurysms, as well as the concomitant anatomic features of cerebral arteries according to the data of multislice spiral computed tomographic angiography (CTA).

**Material and methods.** A total of 1041 patients underwent brachiocephalic artery CTA according to different clinical indications. PTA and cerebral arterial aneurysms were found on the computed tomographic angiograms and the anatomic features of the structure of the circle of Willis were assessed.

**Results.** PTA was identified in 6 (0.58%) of the 1041 patients. Cerebral aneurysm was present in only one patient with PTA and concurrent with hypoplasia of the contralateral A1 segment of the anterior cerebral artery. Hypoplasia of the basilar artery (BA) and both vertebral arteries (VA) was observed in 3 (60%) cases, with the diameter of PTA at its confluence with BA exceeding 3 mm. When the diameter of BA was normal, that of PTA was less than 2 mm. All PTAs were wider at their base, by decreasing in diameters distally.

**Conclusion.** CTA showed that the incidence of PTA was 0.58% and its lateral type according to the Salas classification and Saltzman's type 1 were more common (5/6). In 4 cases, PTA was concurrent with VA and BA hypoplasia, with its degree being inversely related to the distal diameter of PTA. There was no convincing evidence for a relationship of PTA to cerebral aneurysms.

### Ключевые слова:

персистирующая тригеминальная артерия, аневризма, гипоплазия базилярной артерии, компьютерно-томографическая ангиография

### Index terms:

persistent trigeminal artery, aneurysm, basilar artery hypoplasia, computed tomographic angiography

вертебробазилярной системе через парные продольные нервные артерии (будущая базилярная артерия). Примерно на 5-й неделе гестации из примитивной ВСА формируются четыре пары пресегментарных артерий, которые называются согласно смежным анатомическим структурам: тригеминальные, ушные, подъязычные и проатлантные межсегментарные артерии. Анастомозы между ВСА и продольными нервными артериями существуют в течение очень короткого времени, от 4 до 8 дней. На 6-й неделе гестации из каудальных отделов ВСА развиваются задние соединительные артерии (ЗСоА), которые связывают ВСА с артериями примитивного ромбовидного мозга. После развития ЗСоА пресегментарные артерии обычно инволюционируют. Другими факторами, способствующими запустеванию КВБА, являются изменение взаиморасположения каротидного и базилярного концов анастомозов и интерпозиция между ними клиновидного хряща [3, 4]. Персистирование этих примитивных эмбриональных анастомозов может сохраняться во взрослом возрасте, однако точные причины этого не до конца ясны. Наиболее часто встречается ПТА – в пределах 0,1–0,68% случаев по данным ангиографии и магнитно-резонансной ангиографии (МРА) [5–9].

Большинство случаев ПТА были случайными находками при ангиографических исследованиях, выполненных по другим клиническим показаниям. Тем не менее ПТА имеет важные анатомические и клинические особенности, которые должны быть приняты во внимание при планировании манипуляций в сельлярно-парасельлярной области. Отсутствие информации о наличии ПТА может привести к летальному исходу в результате кровотечения. В случае контакта ПТА с образованием [10] может потребоваться проведение ее предоперационной окклюзии.

В то же время важно учитывать, что ПТА может давать начало нескольким перфорирующим мостовым артериям и менинго-гипофизарному стволу [11]. Поскольку перфорирующие артерии, отходящие от ПТА, могут иметь существенное значение в кровоснабжении ромбовидного мозга, проходимость ПТА должна быть по возможности сохранена во время вмешательств по поводу аневризм ПТА [12]. Клинически аневризмы ПТА могут проявляться субарахноидальным кровоизлиянием [12], каротидно-кавернозным соустьем [13] или парезом отводящего нерва [14].

ПТА часто связана с гипоплазией базилярной артерии (БА) [7], в результате чего основной объем кровотока к верхним отделам моста, среднему мозгу, мозжечку и базальным поверхностям височных и затылочных долей осуществляется через ПТА из каротидного бассейна. Поэтому диссекции и атеросклеротические бляшки ВСА могут привести к ишемическим изменениям в указанных бассейнах [15].

Описаны случаи различных патологических процессов, ассоциированных с наличием ПТА. Так, ПТА интимно прилежит к медиальной поверхности тройничного нерва и Гассерову узлу, что создает предпосылку для развития нервно-сосудистого конфликта. В. J. de Bondt et al. [16] по данным МРА выявили ПТА на стороне поражения у 2,2% пациентов из 136 с диагнозом невралгии тройничного нерва, что превышает распространенность ПТА в общей популяции. Таким же образом – за счет близких анатомических отношений ПТА с глазодвигательным, отводящим и блоковым нервами могут быть объяснены случаи офтальмоплегии при наличии ПТА [17, 18]. Наиболее часто поражается отводящий нерв, что, возможно, обусловлено относительно большей частотой латерального варианта ПТА, при котором она прободает твердую мозговую оболочку

(ТМО) под петроклиноидной связкой на уровне входа отводящего нерва в канал Dorello. G. Ekinci et al. [19] сообщают о случае гиперпролактинемии, связанной с компрессией ПТА гипофизарной воронки.

## Материал и методы

Мультисрезовая компьютерно-томографическая ангиография (КТА) брахиоцефальных артерий по различным клиническим показаниям была последовательно выполнена 1041 пациенту (из них 428 мужчин и 613 женщин в возрасте от 18 до 79 лет) в период с апреля 2009 г. по декабрь 2013 г.

КТА брахиоцефальных сосудов выполнялась на 64-спиральном компьютерном томографе Lightspeed VCT фирмы General Electric. Параметры исследования следующие: толщина среза 0,625 мм, питч 0,516:1, сила тока 390 мА/с, напряжение 120 кВ. Уровень исследования – от дуги аорты до верхней границы черепа. Йод-содержащее контрастное вещество в объеме 80–100 мл с массовой долей йода 350–370 Ед/мл вводили в кубитальную вену со скоростью 4–4,5 мл/с с помощью автоматического шприца-инжектора.

Постпроцессорная обработка данных для получения оптимальных изображений выполнялась на рабочей станции Advantage Window Workstation 4,5 с использованием объемного представления (VR), мультипланарных реконструкций (MPR) и проекций максимальной интенсивности (MIP).

На ангиограммах выявлялись ПТА, церебральные аневризмы и оценивались анатомические особенности артериального круга мозга.

## Результаты и обсуждение

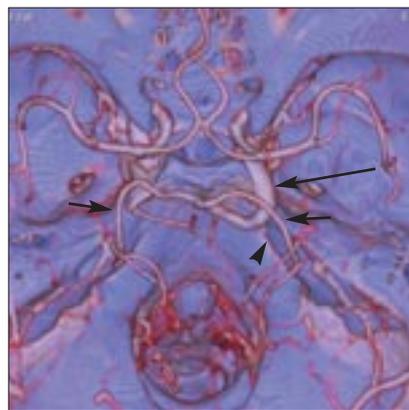
По результатам КТА было выявлено 6 (0,58%) ПТА. Полученные нами данные о частоте встречаемости ПТА близки к результатам ранее выполненных

исследований. Так, J.W. Allen et al. [5] по данным дигитальной субтракционной ангиографии (ДСА) 481 пациента выявили ПТА в 0,1% случаев. Y.C. Chen et al. [6] по результатам МРА у 4650 пациентов выявили 25 (0,54%) случаев ПТА, что схоже с данными A. Uchino et al. [8], выявивших ПТА в 0,51% случаев. E. O'Uchi и T. O'Uchi [7], изучив 16 415 МР-ангиограмм, обнаружили 48 (0,29%) случаев ПТА и 50 (0,3%) случаев ПТА III типа по Saltzman, что в общей сложности составляет 0,68%. S.J. Rhee et al. [9] по данным МРА и ДСА у 4054 пациентов выявили ПТА в 0,12% случаев.

В нашем исследовании из 6 ПТА четыре были слева, две справа, причем правосторонние варианты были у женщин, а левосторонние – у мужчин.

Во всех случаях ПТА являлась случайной находкой. В клинической картине наиболее частой жалобой пациентов ( $n=5$ ) была различная по характеру периодическая головная боль, причем у одного пациента – по типу гемикраниалгии со стороны ПТА, что совпадает с данными Ю.М. Филатова и соавт. [20]. В одном случае ПТА сочеталась с расположенной ипсилатерально дермоидной кистой передней черепной ямки с признаками прорыва содержимого кисты в желудочки мозга.

В 1959 г. G.F. Saltzman [21] на основании данных ДСА описал восемь случаев ПТА и предложил ангиографическую классификацию ПТА на два основных типа – по бассейнам кровоснабжения ПТА и наличию ЗСоА ипсилатерально. ВПА 1 типа по классификации Saltzman впадает в БА между устьями передних нижних мозжечковых артерий (ПНМА) и верхних мозжечковых артерий (ВМА). Таким образом, бассейны задних мозговых артерий (ЗМА) и ВМА полностью кровоснабжаются за счет ПТА. Базиллярная артерия проксимальнее соединения с ПТА – часто гипоплазированная, задние коммуникантные артерии могут отсутствовать.

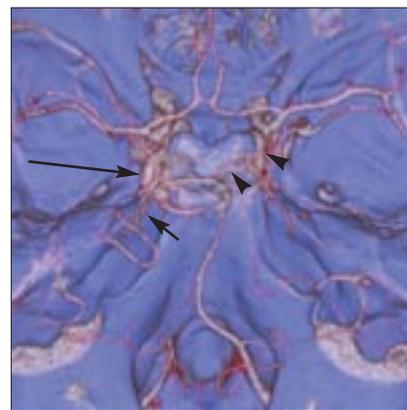


**Рис. 1.** КТА церебральных артерий. Объемное представление (VR). Персистирующая тригеминальная артерия справа (длинная стрелка), тип 1 по Saltzman, латеральный тип по Salas. ПТА отходит от заднелатеральной стенки правой ВСА и формирует дистальный отрезок БА, от которой отходят обе ЗМА (короткие стрелки) и нитевидные ВМА (головка стрелки). БА проксимальнее анастомоза и обе позвоночные артерии резко гипоплазированные.

ВПА 2 типа по Saltzman впадает в БА и преимущественно кровоснабжает бассейны обеих ВМА. В этом случае обе ЗМА формируются из ВСА через задние коммуниканты (ЗМА фетального типа), в то время как дистальный отрезок БА ангиографически плохо визуализируется. Частота встречаемости типов 1 и 2 по Saltzman примерно одинаковая [22].

G.F. Saltzman [21] классифицировал один случай как комбинацию двух типов. При этом ПТА заполняла обе ВМА и контралатеральную ЗМА, тогда как на стороне ПТА визуализировалась ЗМА фетального типа. Подобный случай был описан D. Parkinson и С.В. Shields в 1974 г. [23].

Впоследствии появилось описание дополнительных вариантов ПТА [24–26], которые иногда называют типом 3 по Saltzman. Эти варианты ПТА напрямую переходят в мозжечковые артерии без анастомозирования с БА, в частности тип 3а – в ВМА, тип 3б – в ПНМА, тип 3с – в ЗНМА. Дополнительные варианты ПТА редки и встречаются примерно



**Рис. 2.** КТА церебральных артерий. VR. Персистирующая тригеминальная артерия слева (длинная стрелка), комбинация типов 1 и 2 по Saltzman, латеральный тип по Salas. ПТА отходит от латеральной стенки заднего колена сифона левой ВСА и формирует дистальный отрезок БА, от которой отходит левая ЗМА (короткая стрелка) и нитевидные ВМА. Правая ЗМА формируется из равновеликих ЗСоА и P1 (головки стрелок). Калибр БА проксимальнее анастомоза умеренно снижен и близок по калибру к ПТА. Правая позвоночная артерия (ПА) доминантная, левая ПА дистальнее устья ЗНМА гипоплазированная.

в 0,18% случаев, наиболее частым является тип 3б [27]. В то же время, согласно результатам исследования Y.C. Chen et al. [6], по данным МРА в 25 случаях ПТА частота встречаемости типа 3 по Saltzman составила 60%, тогда как тип 1 и тип 2 встречались только в 24 и 16% случаев соответственно.

В нашем исследовании 1 тип по Saltzman был выявлен в 5 (83,3%) случаях, а 2 и 3 типы не встречались (рис. 1).

Один случай можно было условно охарактеризовать как комбинацию 1 и частично 2 типов, потому что контралатеральная ЗМА формировалась из равновеликих ЗСоА и P1 сегмента ЗМА (рис. 2). ЗСоА на стороне ПТА отсутствовала во всех случаях.

E. Salas et al. [28] классифицировали ПТА по отношению к отводящему нерву, выделив латеральный (петрозальный) и медиальный (сфеноидальный) типы.

Латеральный тип ПТА формируется из заднелатеральной поверхности кавернозного сег-

мента ВСА, проходит кнаружи и снизу от отводящего нерва, иногда смещая его вверх, и покидает Меккелеву пещеру под петроклиноидной связкой медиальнее чувствительного корешка тройничного нерва.

Медиальный тип ПТА отходит от заднемедиальной стенки кавернозного С4 сегмента ВСА, следует в полости турецкого седла медиальнее отводящего нерва и прободает ТМО в углублении латеральное ската или, реже, через спину турецкого седла.

Клинически латеральный вариант может проявляться ишемией ствола мозга, офтальмоплегией и невралгией тройничного нерва, медиальный вариант – симптомами феномена обкрадывания (стил-синдрома) в области задней черепной ямки. Хирург должен знать о медиальном варианте ПТА при проведении вмешательств через трансфеноидальный доступ, чтобы избежать кровотечения. Латеральный вариант встречается до 11 раз чаще [7, 8].

Нами было выявлено 5 (83,3%) латеральных вариантов ПТА (см. рис. 1 и 2) и 1 (16,7%) медиальный (рис. 3), что соответствует литературным данным о частоте их встречаемости. ПТА медиального типа прободала ТМО в области спинки турецкого седла, где располагалась в костном канале.

Описано множество анатомических вариантов церебральных артерий, связанных с ПТА, включая ЗСоА фетального типа на стороне ПТА [9] или с обеих сторон (тип 2 по Saltzman), гипоплазию БА и ПА проксимальнее уровня анастомоза с ПТА [7, 23]. По данным Е. О'Uchi, Т. О'Uchi [7], гипоплазия БА той или иной степени выраженности наблюдалась у 74,5% пациентов с ПТА. Другие аномалии включают удвоение ВМА, гипоплазию ПНМА и двустороннее отсутствие ЗНМА [23, 29].

По нашим данным, гипоплазия БА проксимальнее анастомоза (диаметр 0,6–1,2 мм) и обе-



**Рис. 3.** КТА церебральных артерий. VR. Персистирующая тригеминальная артерия слева (длинная стрелка), медиальный тип по Salas, тип 1 по Saltzman. ПТА формируется из медиальной стенки кавернозного сегмента левой ВСА и прободает спинку турецкого седла. БА проксимальнее анастомоза гипоплазированная, калибром 1,2 мм, как и правая ПА дистальнее устья ЗНМА. В области передней соединительной артерии определяется средних размеров двухкамерная аневризма (короткая стрелка). А1 сегмент ПМА справа не контрастируется за счет резкой гипоплазии.



**Рис. 4.** КТА церебральных артерий. VR. Персистирующая тригеминальная артерия слева (длинная стрелка), латеральный тип по Salas, тип 1 по Saltzman. Калибр ПТА дистальнее дурального кольца снижен вдвое по отношению к проксимальной части и не превышает 1,5 мм. БА, формирующаяся из доминантной правой ПА, имеет обычный калибр. Левая ПА гипоплазирована дистальнее устья ЗНМА. ПНМА отсутствуют. Справа видна нитевидная ЗСоА. Фенестрация БА в проксимальной трети (короткая стрелка). Трифуркация ПМА за счет перикаллезной артерии (головка стрелки).

их ПА наблюдалась в 3 случаях. В 2 случаях имелась односторонняя гипоплазия ПА при нормальном или умеренно сниженном калибре БА (2–3,2 мм). В 1 (20%) случае была выявлена фенестрация БА в основании (рис. 4).

У 1 (20%) пациентки имелась aberrantная правая подключичная артерия. Трифуркация ПМА за счет перикаллезной артерии была выявлена в 1 случае. Гипоплазия ПНМА и задних коммуникантных артерий со стороны ПТА была выявлена у всех пациентов. ЗСоА были видны в четырех из пяти случаев ПТА латерального типа, причем в одном случае калибр ЗСоА был сопоставим с P1 (см. рис. 2), в остальных ЗСоА были нитевидными.

S. Ohshiro et al. [29] по результатам вскрытия установили, что перед выходом из Меккелевой пещеры в заднюю черепную ямку ПТА, прободая дуральное кольцо, имела неравномерный диаметр: 4,0 мм – перед кольцом, 1,0 мм – на уровне кольца и

2,0 мм – дистальнее. Это совпадает с полученными нами данными. Во всех случаях имелась разница калибров ПТА в основании и в области анастомоза, с уменьшением калибра в дистальном направлении. Диаметр ПТА, измеренный в области Меккелевой пещеры, составлял 3,9–4,1 мм – у 4 и 3,1–3,5 мм – у 2 пациентов. Диаметр ПТА дистальнее дурального кольца составлял 3–3,2 мм в случае сопутствующей гипоплазии БА (см. рис. 1, 3) и 1,5–2 мм при нормальном или умеренно сниженном калибре БА проксимальнее анастомоза (см. рис. 2, 4). То есть наблюдалась обратная зависимость степени гипоплазии БА от диаметра ПТА.

Данные о связи церебральных аневризм и ПТА противоречивые. R.A. Davis et al. впервые сообщили об аневризме ПТА в 1956 г. [30]. Согласно S. Karazincir et al. [31], почти у половины пациентов с церебральными аневризмами имелись те или иные анатомические варианты или аномалии церебральных артерий. Что касается

пациентов с ПТА, по данным А.Е. George et al. [32], частота встречаемости аневризм, выявленных при проведении ДСА, составляла 14%. Позднее Y.C. Chen et al. [6] и Lei Yan et al. [33] по результатам МРА установили более высокую частоту встречаемости аневризм у пациентов с ПТА – 16 и 42% соответственно. В то же время в исследованиях H.J. Cloft et al. [34] и E. O'Uchi, T. O'Uchi [7] аналогичный показатель составил 3,0–4,2%, что не отличалось от распространенности аневризм в основной популяции. Аневризмы самой ПТА довольно редки и обычно располагаются на уровне ствола ПТА [10, 35].

В нашем исследовании была выявлена только одна мешотчатая церебральная аневризма, сочетающаяся с медиальным типом ПТА по Salas. Среднего размера (6×7 мм) двухкамерная нетромбированная аневризма располагалась на широком основании в области передней соединительной артерии (ПСоА) и сочеталась с гипоплазией перекрестного А1 сегмента ПМА контралатерально. В то же время E. Tarulli, A.J. Fox установили, что асимметричная конфигурация А1 сегментов ПМА может способствовать формированию церебральных аневризм за счет гемодинамической перегрузки [36]. В связи с этим в нашем случае напрямую связать аневризму ПСоА с наличием ПТА не представляется возможным.

### Заключение

По данным КТА частота встречаемости ПТА составила 0,58%, чаще это был латеральный вариант по классификации Salas и 1 тип по Saltzman (5 из 6 случаев). В 4 случаях ПТА сочеталась с гипоплазией ПА и БА, причем отмечена обратная зависимость степени гипоплазии от калибра ПТА в дистальном отрезке. Убедительной связи ПТА с церебральными аневризмами не обнаружено. Наиболее распространенной жалобой пациентов с ПТА были головные боли.

### Литература

1. Quain R. The anatomy of the arteries of the human body and its applications to pathology and operative surgery, with a series of lithographic drawings. London: Taylor and Walton; 1844.
2. Sutton D. Anomalous carotid-basilar anastomosis. *Br. J. Radiol.* 1950; 23: 617–9.
3. Padget D.H. Development of cranial arteries in human embryo. *Contrib. Embryol.* 1948; 32: 205–62.
4. Raybaud C. Normal and abnormal embryology and development of the intracranial vascular system. *Neurosurg. Clin. N. Am.* 2010; 21 (3): 399–426.
5. Allen J.W., Alastrá A.J., Nelson P.K. Proximal intracranial internal carotid artery branches: Prevalence and importance for balloon occlusion test. *J. Neurosurg.* 2005; 102: 45–52.
6. Chen Y.C., Li M.H., Chen S.W., Hu D.J., Qiao R.H. Incidental findings of persistent primitive trigeminal artery on 3-dimensional time-of-flight magnetic resonance angiography at 3.0 T: An analysis of 25 cases. *J. Neuroimaging.* 2011; 21: 152–8.
7. O'Uchi E., O'Uchi T. Persistent primitive trigeminal arteries (PTA) and its variant (PTAV): Analysis of 103 cases detected in 16,415 cases of MRA over 3 years. *Neuroradiology.* 2010; 52: 1111–9.
8. Uchino A., Saito N., Okada Y., Kozawa E., Mizukoshi W., Inoue K. et al. Persistent trigeminal artery and its variants on MR angiography. *Surg. Radiol. Anat.* 2012; 34: 271–6.
9. Rhee S.J., Kim M.S., Lee C.H., Lee G.J. Persistent trigeminal artery variant detected by conventional angiography and magnetic resonance angiography-incidence and clinical significance. *J. Korean Neurosurg. Soc.* 2007; 42: 446–9.
10. Baltasavias G., Valavanis A. Endovascular occlusion of a lacerated primitive trigeminal artery during surgical resection of clival chordoma. A case report. *Interv. Neuro-radiol.* 2010; 16: 204–7.
11. Suttner N., Mura J., Tedeschi H., Ferreira M., Wen H., de Oliveira E., Rhoton A.L. Jr. Persistent trigeminal artery: A unique anatomic specimen – analysis and therapeutic implications. *Neurosurgery.* 2000; 47: 428–34.
12. Takase T., Tanabe H., Kondo A., Nonoguchi N., Tane K. Surgically treated aneurysm of the trunk of the persistent primitive trigeminal artery-case report. *Neurol. Med. Chir. (Tokyo).* 2004; 44: 420–3.
13. Guglielmi G., Vinuela F., Dion J., Duckwiler G., Cantore G., Delfini R. Persistent primitive trigeminal artery-cavernous sinus fistulas: Report of two cases. *Neurosurgery.* 1990; 27: 805–8; discussion 808–9.
14. Memis A., Demirpolat G., Biceroglu S. Persistent trigeminal artery aneurysm: Treatment with coil embolization. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2007; 18: 459–61.
15. Iancu D., Anxionnat R., Bracard S. Brainstem infarction in a patient with internal carotid dissection and persistent trigeminal artery: A case report. *BMC Med. Imaging.* 2010; 10: 14.
16. De Bondt B.J., Stokroos R., Caselman J. Persistent trigeminal artery associated with trigeminal neuralgia: Hypothesis of neurovascular compression. *Neuroradiology.* 2007; 49: 23–6.
17. Kalidindi R.S., Balen F., Hassan A., Al-Din A. Persistent trigeminal artery presenting as intermittent isolated sixth nerve palsy. *Clin. Radiol.* 2005; 60: 515–9.
18. Olivares J., Alonso-Verdegay G. Persistent trigeminal artery and isolated sixth cranial nerve. *Rev. Neurol.* 2007; 44: 685–6.
19. Ekinici G., Baltacioglu F., Kilic T., Cimsit C., Akpınar I., Pamir N. et al. A rare cause of hyperprolactinemia: Persistent trigeminal artery with stalk-section effect. *Eur. Radiol.* 2001; 11: 648–50.
20. Филатов Ю.М., Элиава Ш.Ш., Золотухин С.П., Таланов А.Б. Персистирующая тригеминальная артерия при сосудистых заболеваниях головного мозга. *Журнал «Вопросы нейрохирургии» им. Н.Н. Бурденко.* 1998; 2: 3–6.
21. Saltzman G.F. Patent primitive trigeminal arteries studied by cerebral angiography. *Acta Radiol.* 1959; 51: 329–36.
22. McKenzie J.D., Dean B.L., Flom R.A. Trigeminal-cavernous fistula: Saltzman anatomy revisited. *Am. J. Neuroradiol.* 1996; 17: 280–2.
23. Parkinson D., Shields C.B. Persistent trigeminal artery: Its relationship to the normal branches of the cavernous carotid. *J. Neurosurg.* 1974; 40: 244–8.

24. Cobb S.R., Hieshima G.B., Meh-rhger C.M., Grinnell V.S., Prib-ram H.W. Persistent trigeminal artery variant: Carotid-anterior inferior cerebellar artery anastomosis. *Surg. Neurol.* 1983; 19: 263–6.
25. Teal J.S., Raumbaugh C.L., Ber-geron A.T., Scanban A.L., Segall H. Persistent carotid-superior cerebel-lar artery: A variant of persistent trigeminal artery. *Radiology.* 1972; 103: 335–41.
26. Ali S., Radaideh M.M., Shaibani A., Russell E.J., Walker M.T. Persis-tent trigeminal artery terminating in the posterior inferior cerebellar artery: Case report. *Neurosurgery.* 2008; 62: E746–8.
27. Siqueira M., Piske R., Ono M., Marino R. Jr. Cerebellar arteries originating from the internal car-otid artery. *Am. J. Neuroradiol.* 1993; 14: 1229–35.
28. Salas E., Ziyal I.M., Sekhar L.N., Wright D.C. Persistent trigeminal artery: An anatomic study. *Neuro-surgery.* 1998; 43: 557–62.
29. Ohshiro S., Inoue T., Hamada Y., Matsuno H. Branches of the per-sistent primitive trigeminal arte-ry – an autopsy case. *Neurosurgery.* 1993; 32: 144–8.
30. Davis R.A., Wetzel N., Davis L. An analysis of the results of intracra-nial vascular lesions by carotid artery ligation. *Ann. Surg.* 1956; 143: 641–8.
31. Karazincir S., Ada E., Sarsilmaz A., Yalcin O., Vidinli B., Sahin E. Frequency of vascular variations and anomalies accompanying intra-cranial aneurysms. *Tani. Girisim. Radyol.* 2004; 10: 103–9.
32. George A.E., Lin J.P., Morantz R.A. Intracranial aneurysm on a persist-ent primitive trigeminal artery. Case report. *J. Neurosurg.* 1971; 35: 601–4.
33. Lei Yan, Ming-Hua Li, Yong-Dong Li, Hua-Qiao Tan, Yue-Qi Zhu. Intra-cranial aneurysm associated with persistent primitive trigeminal ar-tery. *Neurosurgery Quarterly.* 2013; 23: 3, 175–80.
34. Cloft H.J., Razack N., Kallmes D.F. Prevalence of cerebral aneurysms in patients with persistent primi-tive trigeminal artery. *J. Neurosurg.* 1999; 90: 865–7.
35. Chan D., Boet R., Yu S., Poon W.S. Trispan-assisted coiling of a wide-necked persistent trigeminal artery aneurysm. *Acta Neurochir.* (Wien). 2004; 146: 87–8.
36. Tarulli E., Fox A.J. Potent risk fac-tor for aneurysm formation: termi-nation aneurysms of the anterior communicating artery and detec-tion of A1 vessel asymmetry by flow dilution. *Am. J. Neuroradiol.* 2010; 31 (7): 1186–91.

## References

1. Quain R. The anatomy of the ar-teries of the human body and its appli-cations to pathology and operative surgery, with a series of lithographi-c drawings. London: Taylor and Walton; 1844.
2. Sutton D. Anomalous carotid-basi-lar anastomosis. *Br. J. Radiol.* 1950; 23: 617–9.
3. Padget D.H. Development of cra-nial arteries in human embryo. *Contrib. Embryol.* 1948; 32: 205–62.
4. Raybaud C. Normal and abnormal embryology and development of the intracranial vascular system. *Neu-rosurg. Clin. N. Am.* 2010; 21 (3): 399–426.
5. Allen J.W., Alastra A.J., Nelson P.K. Proximal intracranial internal car-otid artery branches: Prevalence and importance for balloon occlusion test. *J. Neurosurg.* 2005; 102: 45–52.
6. Chen Y.C., Li M.H., Chen S.W., Hu D.J., Qiao R.H. Incidental find-ings of persistent primitive trigemi-nal artery on 3-dimensional time-of-flight magnetic resonance angiogra-phy at 3.0 T: An analysis of 25 cases. *J. Neuroimaging.* 2011; 21: 152–8.
7. O'Uchi E., O'Uchi T. Persistent primitive trigeminal arteries (PTA) and its variant (PTAV): Analysis of 103 cases detected in 16,415 cases of MRA over 3 years. *Neurora-diology.* 2010; 52: 1111–9.
8. Uchino A., Saito N., Okada Y., Kozawa E., Mizukoshi W., Inoue K. et al. Persistent trigeminal artery and its variants on MR angiography. *Surg. Radiol. Anat.* 2012; 34: 271–6.
9. Rhee S.J., Kim M.S., Lee C.H., Lee G.J. Persistent trigeminal ar-tery variant detected by convention-al angiography and magnetic reso-nance angiography-incidence and clinical significance. *J. Korean. Neu-rosurg. Soc.* 2007; 42: 446–9.
10. Baltsavias G., Valavanis A. Endo-vascular occlusion of a lacerated primitive trigeminal artery during surgical resection of clival chordo-ma. A case report. *Interv. Neuro-radiol.* 2010; 16: 204–7.
11. Suttner N., Mura J., Tedeschi H., Ferreira M., Wen H., de Oliveira E., Rhoton A.L. Jr. Persistent trigemi-nal artery: A unique anatomic spec-imen – analysis and therapeutic implications. *Neurosurgery.* 2000; 47: 428–34.
12. Takase T., Tanabe H., Kondo A., Nonoguchi N., Tane K. Surgically treated aneurysm of the trunk of the persistent primitive trigeminal artery-case report. *Neurol. Med. Chir.* (Tokyo). 2004; 44: 420–3.
13. Guglielmi G., Vinuela F., Dion J., Duckwiler G., Cantore G., Delfini R. Persistent primitive trigeminal artery-cavernous sinus fistulas: Re-port of two cases. *Neurosurgery.* 1990; 27: 805–8; discussion 808–9.
14. Memis A., Demirpolat G., Bice-roglu S. Persistent trigeminal ar-tery aneurysm: Treatment with coil embolization. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2007; 18: 459–61.
15. Iancu D., Anxionnat R., Bracard S. Brainstem infarction in a patient with internal carotid dissection and persistent trigeminal artery: A case report. *BMC Med. Imaging.* 2010; 10: 14.
16. De Bondt B.J., Stokroos R., Cas-selman J. Persistent trigeminal artery associated with trigeminal neuralgia: Hypothesis of neurovas-cular compression. *Neuroradiology.* 2007; 49: 23–6.
17. Kalidindi R.S., Balen F., Hassan A., Al-Din A. Persistent trigeminal artery presenting as intermittent isolated sixth nerve palsy. *Clin. Radiol.* 2005; 60: 515–9.
18. Olivares J., Alonso-Verdegay G. Persistent trigeminal artery and isolated sixth cranial nerve. *Rev. Neurol.* 2007; 44: 685–6.
19. Ekinici G., Baltacioglu F., Kilic T., Cimsit C., Akpinar I., Pamir N. et al. A rare cause of hyperprolactinemia: Persistent trigeminal artery with stalk-section effect. *Eur. Radiol.* 2001; 11: 648–50.
20. Filatov Yu.M., Eliava Sh.Sh., Zo-lotukhin S.P., Talanov A.B. The persistent trigeminal artery in vas-cular brain diseases. *Zhurnal "Vop-rosy neyrokhirurgii" imeni N.N. Bur-denko".* 1998; 2: 3–6 (in Rus-sian).
21. Saltzman G.F. Patent primitive trigeminal arteries studied by cere-bral angiography. *Acta Radiol.* 1959; 51: 329–36.
22. McKenzie J.D., Dean B.L., Flom R.A. Trigeminal-cavernous fistula: Salt-zman anatomy revisited. *Am. J. Neuroradiol.* 1996; 17: 280–2.

23. Parkinson D., Shields C.B. Persistent trigeminal artery: Its relationship to the normal branches of the cavernous carotid. *J. Neurosurg.* 1974; 40: 244–8.
24. Cobb S.R., Hieshima G.B., Meh-rhger C.M., Grinnell V.S., Prib-ram H.W. Persistent trigeminal artery variant: Carotid-anterior inferior cerebellar artery anastomosis. *Surg. Neurol.* 1983; 19: 263–6.
25. Teal J.S., Raumbaugh C.L., Ber-geron A.T., Scanban A.L., Segall H. Persistent carotid-superior cerebel-lar artery: A variant of persistent trigeminal artery. *Radiology.* 1972; 103: 335–41.
26. Ali S., Radaideh M.M., Shaibani A., Russell E.J., Walker M.T. Persis-tent trigeminal artery terminating in the posterior inferior cerebellar artery: Case report. *Neurosurgery.* 2008; 62: E746–8.
27. Siqueira M., Piske R., Ono M., Marino R. Jr. Cerebellar arteries originating from the internal ca-rotid artery. *Am. J. Neuroradiol.* 1993; 14: 1229–35.
28. Salas E., Ziyal I.M., Sekhar L.N., Wright D.C. Persistent trigeminal artery: An anatomic study. *Neuro-surgery.* 1998; 43: 557–62.
29. Ohshiro S., Inoue T., Hamada Y., Matsuno H. Branches of the per-sistent primitive trigeminal arte-ry—an autopsy case. *Neurosurgery.* 1993; 32: 144–8.
30. Davis R.A., Wetzel N., Davis L. An analysis of the results of intracranial vascular lesions by carotid artery li-gation. *Ann. Surg.* 1956; 143: 641–8.
31. Karazincir S., Ada E., Sarsilmaz A., Yalcin O., Vidinli B., Sahin E. Frequency of vascular variations and anomalies accompanying intra-cranial aneurysms. *Tani. Girisim. Radyol.* 2004; 10: 103–9.
32. George A.E., Lin J.P., Morantz R.A. Intracranial aneurysm on a persis-tent primitive trigeminal artery. Case report. *J. Neurosurg.* 1971; 35: 601–4.
33. Lei Yan, Ming-Hua Li, Yong-Dong Li, Hua-Qiao Tan, Yue-Qi Zhu. Intra-cranial aneurysm associated with persistent primitive trigeminal ar-tery. *Neurosurgery Quarterly.* 2013; 23: 3, 175–80.
34. Cloft H.J., Razack N., Kallmes D.F. Prevalence of cerebral aneurysms in patients with persistent primi-tive trigeminal artery. *J. Neurosurg.* 1999; 90: 865–7.
35. Chan D., Boet R., Yu S., Poon W.S. Trispan-assisted coiling of a wide-necked persistent trigeminal artery aneurysm. *Acta Neurochir. (Wien).* 2004; 146: 87–8.
36. Tarulli E., Fox A.J. Potent risk fac-tor for aneurysm formation: termi-nation aneurysms of the anterior communicating artery and detec-tion of A1 vessel asymmetry by flow dilution. *Am. J. Neuroradiol.* 2010; 31 (7): 1186–91.

Поступила 03.07.2014