

ВАРИАНТЫ АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЗАДНИХ ОТДЕЛОВ АРТЕРИАЛЬНОГО КРУГА БОЛЬШОГО МОЗГА И ЗАДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ

Р.Н. Люнькова¹, В.В. Крылов^{1, 2}

¹ Кафедра нейрохирургии и нейрореанимации Московского государственного медико-стоматологического университета им. А.И. Евдокимова

² НИИ СП им. Н.В. Склифосовского, Москва

Цель работы. Изучение variability строения задних отделов АКБМ и задних мозговых артерий.

Материалы и методы. Изучено 50 базиларных артерий, 100 задних соединительных и 100 задних мозговых артерий на 50 анатомических препаратах головного мозга. Проведено морфометрическое исследование строения задних отделов АКБМ, базиларной артерии (БА), задней мозговой артерии (ЗМА), задней соединительной артерии (ЗСА) и перфорирующих артерий. Анатомическое исследование проводили с применением поэтапной микропрепаровки, микрофотографирования, моделирования хирургических доступов и морфометрии.

Результаты. Выявлены 3 типа строения задних отделов АКБМ. Нормальный тип строения встретился в 48% наблюдений. Абнормальный тип строения (гипоплазированный и фетальный) был выявлен в 52% наблюдений. Установлена зависимость формирования толщины P1-сегмента ЗМА от типа строения задних отделов АКБМ. Описан характер формирования прямых перфорирующих и циркумферентных артерий, отходящих от основных сегментов ЗМА, ЗСА и БА. Описан характер формирования задних хориоидальных артерий. Выявлены и описаны 4 модели сосудистой архитектуры коркового ветвления ЗМА. Выделены 3 формы проксимальной би(три)фуркации P2P-сегмента ЗМА и особенности ее расположения в ретроуникальной области.

Заключение. Знание вариантов строения задних отделов АКБМ, верхушки БА, ЗМА и топографии перфорирующих артерий необходимо для выбора оптимального хирургического доступа к задним отделам АКБМ при клипировании АА вертебробазиларного бассейна. Топографию проксимальной би- или трифуркации P2P ЗМА важно учесть при подвисочных доступах для предотвращения тракционных повреждений головного мозга.

Ключевые слова: фетальный и гипоплазированный типы строения задних отделов АКБМ, задняя мозговая артерия, задняя соединительная артерия, верхушка базиларной артерии, проксимальная бифуркация ЗМА.

Objective. To study the individual variability of posterior part of the circle of Willis and posterior cerebral arteries.

Material and methods. We examined 50 basilar arteries, 100 posterior communicating arteries and 100 posterior cerebral arteries on 50 anatomical specimens of human brain. We conducted the morphometric examination of the types of posterior part of the circle of Willis, basilar artery (BA), posterior cerebral artery (PCA), posterior communicating arteries (PCoA) and perforating arteries. This anatomical study was conducted using the method of step-by-step microsurgical dissection with microphotography as well as modeling of surgical approaches and morphometry.

Results. We revealed three types of posterior part of the circle of Willis: normal type was seen at 48% of cases while abnormal type (hypoplastic and fetal) — at 52% of cases. We stated the dependence between the diameter of P1-segment of PCA and type of posterior part of the circle of Willis. The forming principle of straight perforating and circumferential arteries arising from the main segments of PCA, PCoA and BA as well as principles of posterior choroid arteries forming was described. The 4 models of vascular architectonics of PCA cortical branching were revealed and described. The 3 types of proximal bi(tri)furcation of P2P-segment of PCA and features of its localization in retrounal area are described.

Conclusions. The knowing of anatomical types of posterior part of the circle of Willis, basilar apex, PCA and topography of perforating arteries is necessary for choice of optimal approach to posterior part of the Willis circle whole clipping the vertebrobasilar aneurysms. The topography of proximal bi(tri)furcation of P2P-segment of PCA must be taking into account during subtemporal approaches for prevention the traction damage of brain.

Key words: fetal and hypoplastic types of posterior part of the circle of Willis, posterior cerebral artery (PCA), posterior communicating artery, basilar apex, proximal bifurcation of PCA.

Особенности вариантов анатомического строения задних отделов артериального круга большого мозга (АКБМ), топографию задних мозговых и перфорирующих артерий необходимо учитывать при выборе доступа в хирургии аневризм вертебробазиларного бассейна (ВББ), опухолей

сфенопетрокливальной и кливальной локализации, тенториальных менингиом, гигантских неврином с оральным ростом в цистерны вырезки мозжечкового намета, при экзофитных стволовых глиомах, патологических образованиях пинеальной области.

Целью работы явилось изучение вариантов анатомического строения задних отделов АКБМ и задних мозговых артерий.

Материалы и методы. Анатомическое исследование проводили на 50 фиксированных блок-препаратах «головной мозг в твердой мозговой оболочке (ТМО) на основании черепа», изъятых у умерших от соматической патологии без патологии центральной нервной системы.

Извлечение препаратов для патологоанатомического исследования осуществляли по следующей методике. В первые часы после смерти выполняли стандартный распил костей свода черепа через лобную и теменные кости. Свод черепа удаляли таким образом, чтобы не повредить ТМО. После этого экстрадурально выделяли кости основания черепа до максимального предела видимости. Для извлечения головного мозга вместе с фрагментом основания черепа выполняли круговую деструкцию костей основания. Линия деструкции проходила через площадку клиновидной кости, далее через малые и большие крылья клиновидной кости, крышу барабанной полости с переходом на затылочную кость кпереди от яремного бугорка до края большого затылочного отверстия с захватом мыщелков. Частично мобилизованный фрагмент костей основания черепа приподнимали в передней его части кверху, одновременно разрушая кости глотки и пересекая глоточные мышцы и связки в направлении «спереди назад». По мере извлечения мобилизованного фрагмента костей основания черепа обнажался краниовертебральный переход, медуллоспинальное соединение. Выполняли экзартикуляцию атлантозатылочных суставов, пересечение спинного мозга, позвоночных артерий и оставшихся мышц и связок шеи.

Полученный блок-препарат, представляющий из себя головной мозг с полностью сохраненной ТМО и фрагментом основания черепа, готовили к анатомическому исследованию: перед фиксацией артериальную систему всех препаратов промывали физиологическим раствором, после чего выполняли наливку окрашенным латексом. Все препараты фиксировали в 10% растворе формальдегида в течение 14 сут и более по методике Г.Ф. Добровольского [1].

Анатомическое исследование проводили с применением поэтапной микропрепаровки, микрофотографирования, моделирования хирургических доступов и морфометрии.

По ходу исследования применяли операционный микроскоп S100/OPMI Carl Zeiss, используя 3–12-кратное увеличение. Микрофотографирование выполняли цифровой фотокамерой Sony HDR-CX 560 E.

Результаты

Проведено исследование изменчивости строения задних отделов АКБМ, верхушки базилярной артерии, задней мозговой артерии (ЗМА), задней соединительной артерии (ЗСА) и перфорирующих артерий.

Существует несколько классификаций сегментов ЗМА (А. Ecker, 1955; Н.А. Krayenbühl, 1968; M.T. Margolis, 1974; N. Saeki, 1977; M.G. Yasargil, 1984; E.R. Seoane, 1997). В нашей работе мы воспользовались анатомо-топографической классификацией А.А. Zeal и А.Л. Jr. Rhoton предложенной в 1978 г., где ЗМА разделена на основные 4 сегмента: P1-, P2-Anterior (P2A), P2-Posterior (P2P) и P3-сегменты. Деление основано на расположении ветвей относительно цистерн вырезки намета мозжечка. Первый сегмент лежит в *cisterna interpeduncularis* и представлен прекоммуникантным участком ЗМА от бифуркации базилярной артерии (БА) до ЗСА. Второй сегмент идет внутри *cisterna cruralis*, книзу от зрительного тракта и базальной вены Розенталя, медиально передним отделам крючка и гиппокампу. Третий сегмент находится внутри *cisterna ambient*, располагаясь латерально коленчатым телам и подушке таламуса, медиально IV нерву и над свободным краем намета. P3-сегмент находится в *cisterna quadrigeminalis*, разветвляется и ложится в шпорную и теменно-затылочную борозды. Прямые и циркумферентные артерии преимущественно исходят из P1-сегмента. Гиппокампаальные, передние нижние височные, педункулярные, перфорирующие и задние медиальные хороидаальные артерии чаще исходят из P2A-сегмента. Средние задние нижние височные, латеральные хороидаальные артерии чаще исходят из P2P. Таламоколенчатые артерии почти всегда исходят из P2P. А. *calcarina* и а. *parietooccipitalis* чаще исходят из P3-сегмента ЗМА.

Для характеристики строения задних отделов АКБМ мы использовали терминологию N.Saeki и A.L.Jr. Rhoton (1977), изучавших варибельность задних отделов АКБМ и верхушку базилярной артерии. Деление на нормальный, гипоплазированный и фетальный тип строения проводится на основании соотношения диаметров прекоммуникантного сегмента ЗМА (P1) и ЗСА [21]. При нормальном и гипоплазированном типе задних отделов АКБМ диаметр ЗСА намного меньше P1 ЗМА. При фетальном типе строения задних отделов АКБМ диаметр ЗСА всегда доминирует над P1 ЗМА и транзитом переходит в P2A ЗМА. Считают, что при таком типе строения ЗМА отходит от ВСА, однако это утверждение верно лишь с гемодинамической точки зрения. Фетальный P1-сегмент ЗМА, несмотря на гипоплазию, является источником таламоперфорирующих, ретроамилярных и таламобугорчатых артерий. Положение его истока необходимо учитывать при клипировании артериальных аневризм верхушки БА. Акцентирование внимания на предложенной сегментации ЗМА и обозначении типов строения задних отделов АКБМ поможет избежать путаницы в терминологии.

Для описания индивидуальной изменчивости ветвления основного ствола ЗМА мы воспользовались терминологией J.Fernandez-Miranda, E.Oliveira, (2010), которые выделили проксимальную и дистальную би- или трифуркацию ЗМА. Ранее имелись сообщения о делении общего ствола ЗМА преимущественно в обводной цис-

терне на ветви равного диаметра, одна из которых всегда является общей нижней височной артерией (М.Т. Margolis, Т.Н. Newton, 1974; М.Г. Yasargil, 1984). Русскоязычные работы, посвященные топографии ЗМА, крайне бедны описанием деталей ее строения. Ранее нами (2003) было отмечено наличие «развилки» Р2Р ЗМА в ретроуникальном пространстве и фиксирование ее здесь плотной сетью мелких артерий — таламоколенчатых, задних латеральных хориоидальных артерий (ЗЛХА), коротких педункулярных артерий [5]. Такое поведение ствола ЗМА особенно важно учитывать при тракции височной доли, транстемпоральных трансхориоидальных и трансункулярных претемпоральных доступах, резекции полюса височной доли.

В нашем исследовании выявлены 3 типа строения задних отделов АКБМ: нормальный, гипоплазированный и фетальный (рис. 1).

Нормальный тип строения был выявлен при исследовании 24 (48%) препаратов. Гипоплазированный и фетальный типы строения были выявлены при исследовании 26 (52%) препаратов. При нормальном типе строения задних отделов АКБМ диаметр Р1-сегмента ЗМА превалирует над диаметром ЗСА, диаметр которой больше 1 мм (рис. 2).

Гипоплазированный тип (диаметр ЗСА менее 1,0 мм) был выявлен при исследовании 10 препаратов (20%). Унилатеральный и билатеральный гипоплазированные типы выявили при исследовании 8 (16%) и 2 препаратов (4%) соответственно (рис. 3).

При фетальном типе строения задних отделов АКБМ диаметр одной или обеих ЗСА превалировал над диаметром Р1 ЗМА. Такое строение встретилось в 32% наблюдений. Унилатеральный и билатеральный фетальные типы выявили при исследовании 10 (20%) и 6 препаратов (12%) соответственно (рис. 4).

Изменчивость базилярной артерии. В нашей серии наблюдений длина базилярной артерии (БА) составила 27—46 мм (в среднем — 34,5 мм).

Наибольший диаметр БА выявлен в области слияния позвоночных артерий и составил 3—8,2 мм (в среднем — 5,8 мм). Наименьший диаметр отмечен в области дистальной трети и бифуркации БА: 3,8—6,9 мм (в среднем 4,7 мм). Ствол БА в 90% наблюдений располагался строго по средней линии, либо с незначительным отклонением от нее. В 10% наблюдений отмечено отклонение ствола БА латерально до нервов мосто-мозжечкового угла. Сравнение морфометрических характеристик БА с другими сериями наблюдений представлено в табл. 1.

Изменчивость Р1-сегмента задней мозговой артерии. Установлено, что диаметр Р1-сегмента, а также количество перфорирующих сосудов, отходящих от него, различаются в зависимости от типа строения задних отделов АКБМ. Особенно наглядна разница диаметров Р1 ЗМА при унилатеральном гипопластическом и фетальном типах (табл. 2).

При гипоплазированном унилатеральном типе строения задних отделов АКБМ диаметр Р1-сегмента ЗМА на стороне гипоплазированной задней соединительной артерии был 2,2–4,3 мм (в среднем 3,17 мм), а на противоположной гипоплазии стороне составил 1,9–4,0 мм (в среднем 2,8 мм). То есть при гипоплазированном типе строения задних отделов АКБМ, где диаметр ЗСА меньше 1 мм, Р1 ЗМА на стороне гипоплазии был всегда толще.

Диаметр гипоплазированной ЗСА варьировал от 0,5—0,9 мм и был длиннее на 3–4 мм по сравнению с противоположной ЗСА, диаметр которой был нормальным и составил от 1,0–2,2 мм (в среднем 1,6 мм). Р1-сегмент на стороне гипоплазии также был длиннее со средней длиной 10 мм (3—11 мм). При билатеральной гипоплазии диаметр Р1 варьировал от 3,8 до 5,2 мм (в среднем 4,1 мм).

При унилатеральном фетальном типе строения задних отделов АКБМ диаметр Р1 ЗМА на стороне фетального строения варьировал от 0,8 до 2,2 мм (в среднем 1,6 мм). Диаметр ЗСА был 2,3—3,4 мм.

Таблица 1 / Table 1

Морфометрические характеристики базилярной артерии / Morphometric characteristics of basilar artery

Авторы	Длина БА, мм	Диаметр БА, мм	Ход БА	Расположение бифуркации
М.Г. Yasargil [22]	15–40 (32)	4–4,5	Прямой в 25% наблюдений	Нет данных
J. Lang [14]	32	4	Прямой в 54% наблюдений, с изгибом вправо — 30% наблюдений, с изгибом влево — 10%, S-образный — 6% наблюдений	Нет данных
Е.Е. Завалишин и соавт. [2]	22–36 (29,5)	4,8	Нет данных	На уровне СТС — 44% наблюдений, выше или ниже СТС — 28%, соответственно
Наши данные	27–46 (34,5)	В области слияния ПА 3–8,2 (5,8). В области верхушки БА 3,8–6,9 (4,7)	Прямой в 90% наблюдений, с изгибом вправо — 10%	На уровне СТС 36% наблюдений, выше СТС 40%, ниже СТС — 24%

Сокращения: БА — базилярная артерия, ПА — позвоночная артерия, СТС — спинка турецкого седла.

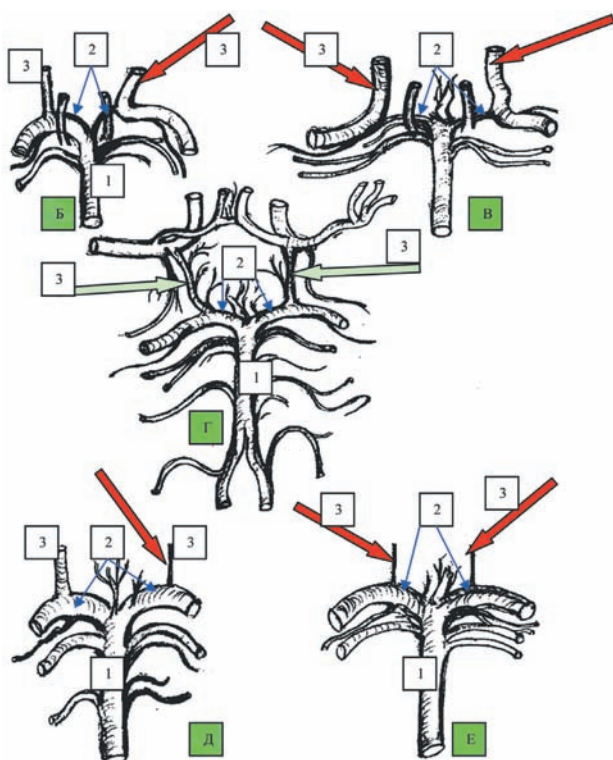
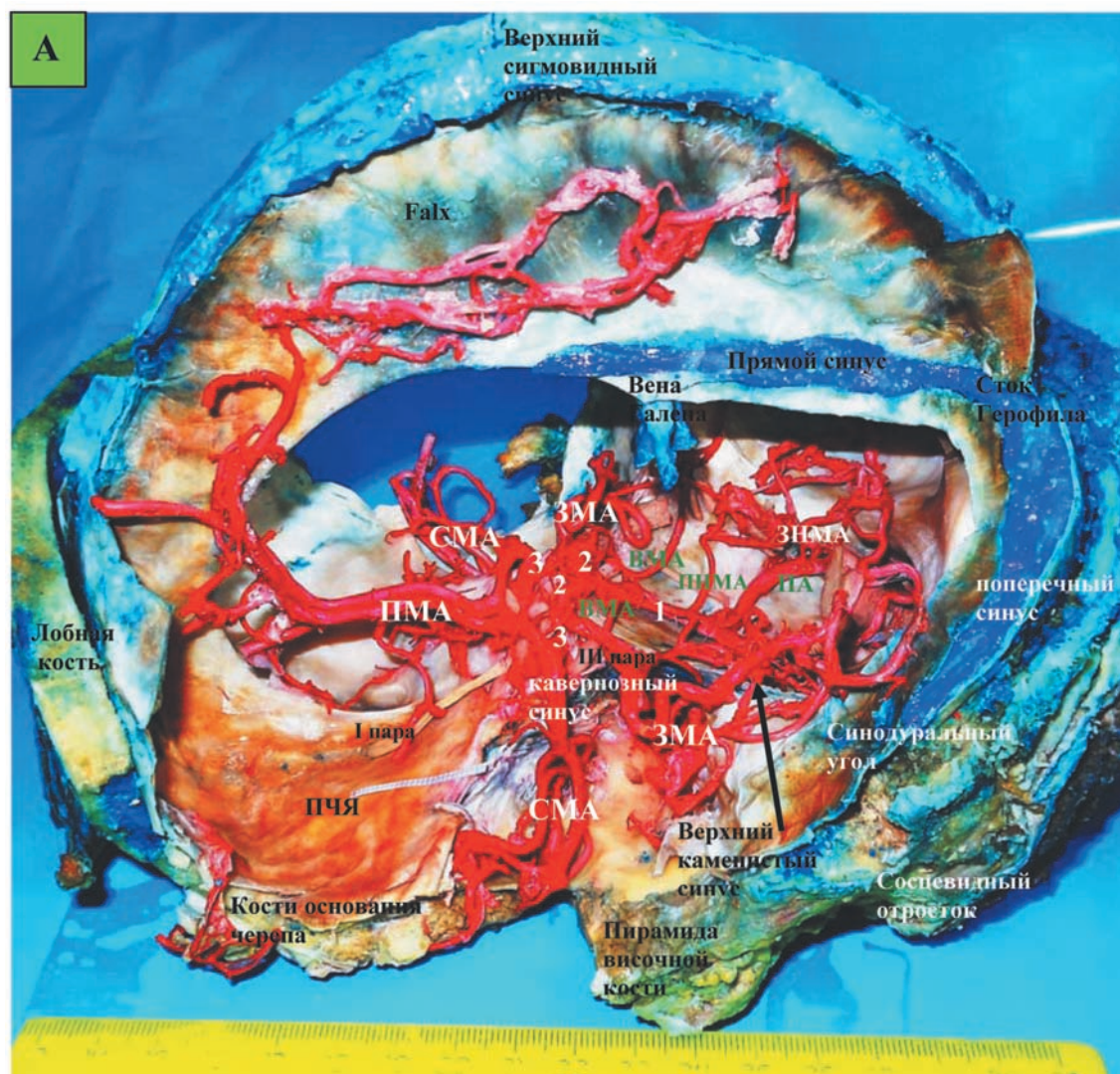
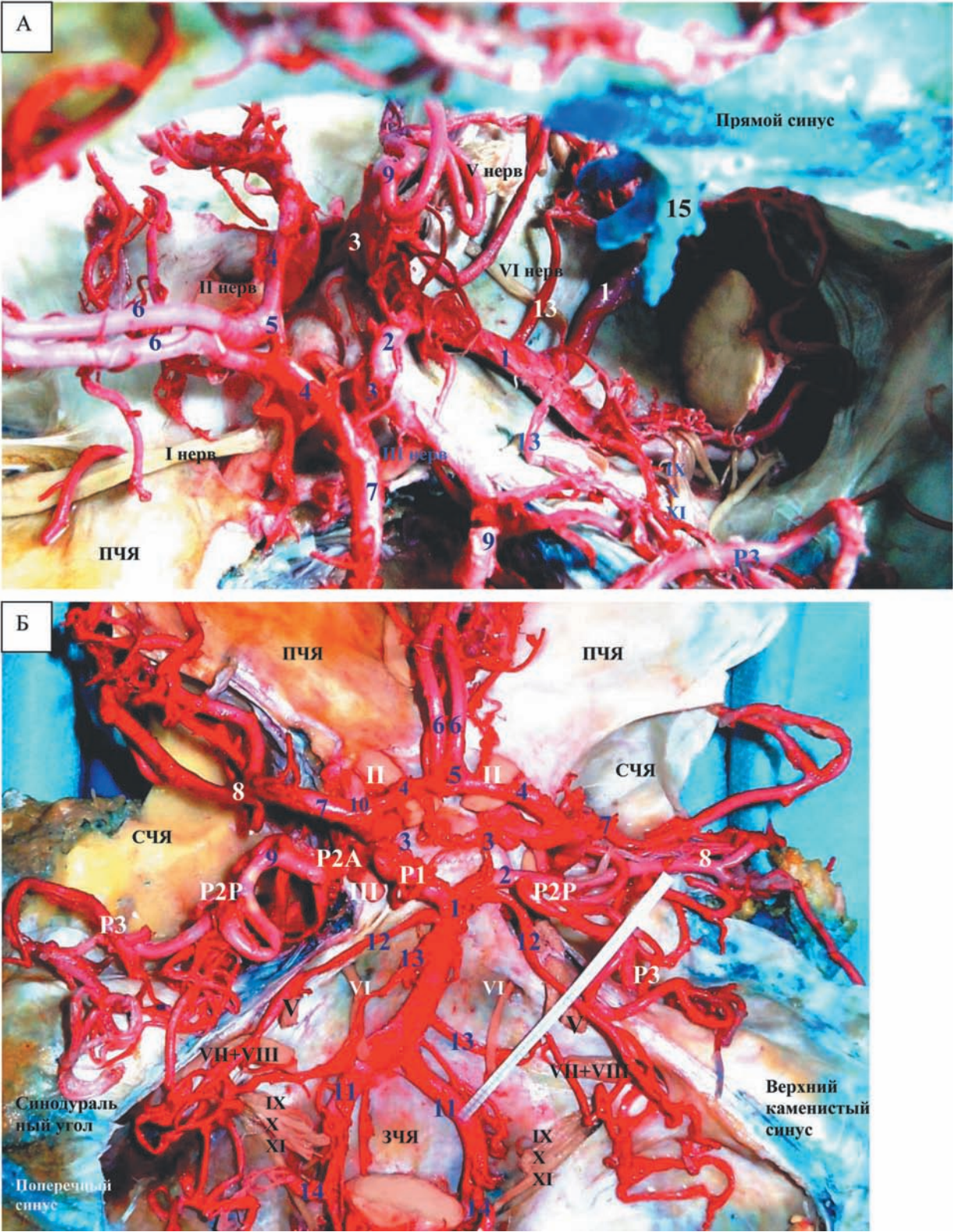


Рис. 1. Анатомический препарат и схема. Типы строения задних отделов АКБМ. Стрелка установлена на ЗСА. А — Анатомический блок-препарат с налитыми латексом и выделенными артериями АКБМ. Вид сбоку слева. Общая топография АКБМ к основанию черепа. Б, В — уни-, билатеральный фетальный тип. Г — нормальный тип. Д, Е — уни-, билатеральный гипоплазированный тип. *Цифры*: 1 — базиллярная артерия; 2 — Р1-сегмент ЗМА; 3 — ЗСА.

Fig. 1. The anatomical specimen and the scheme. Types of posterior part of the circle of Willis. Arrow shows posterior communicating artery (PCoMA). A — Anatomical specimen with separated arteries of Willis circle, filled by latex (left-side view). The common topography of Willis circle in relation to skull base. Б, В — uni- and bilateral fetal type. Г — normal type. Д, Е — uni- and bilateral hypoplastic type. Digits: 1 — basilar artery (BA); 2 — P1-segment of posterior cerebral artery (PCA), 3 — PCoMA.



А — вид слева; Б — вид сверху. 1 — бифуркация БА; 2 — Р1 ЗМА; 3 — ЗСА; 4 — А1 ПМА; 5 — ПСА; 6 — А2 ПМА; 7 — М1 СМА; 8 — бифуркация СМА; 9 — бифуркация Р2Р ЗМА; 10 — бифуркация ВСА; 11 — ПА; 12 — ВМА; 13 — ПНМА; 14 — ЗНМА; 15 — ключевые притоки вен Галеновой группы — парные внутренние вены и базальные вены (вены Розенталя).

Fig. 2. Anatomical specimen. Normal type of posterior part of the circle of Willis. A — left-side view; B — top view. 1 — bifurcation of BA; 2 — P1segment of PCA; 3 — PComA; 4 — A1 segment of anterior cerebral artery (ACA); 5 — anterior communicating artery (AComA); 6 — A2 segment of ACA; 7 — M1segment of middle cerebral artery (MCA); 8 — bifurcation of MCA; 9 — bifurcation of P2P of PCA; 10 — bifurcation of internal carotid artery (ICA); 11 — vertebral artery (VA); 12 — superior cerebellar artery (SCA); 13 — anterior inferior cerebellar artery (AICA); 14 — posterior inferior cerebellar artery (PICA); 15 — the key tributaries of vein of Galen — double internal cerebral veins and basal veins (Rosenthal veins).

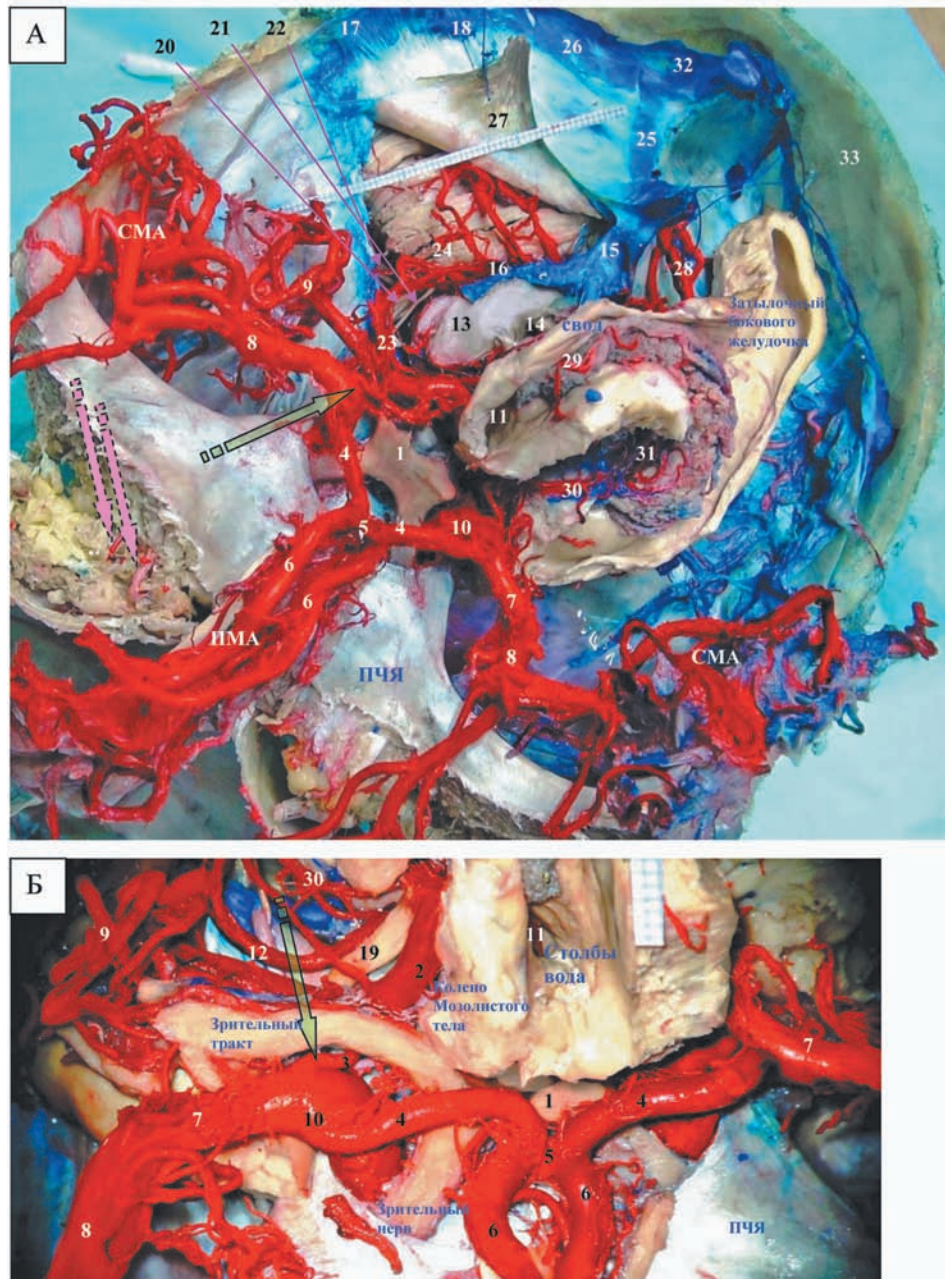


Рис. 3. Анатомический препарат. Гипоплазированный тип строения задних отделов АКБМ справа. Стрелкой указана гипоплазированная ЗСА. А — Общий вид препарата. Основание ПЧЯ перепилено, обнажены периорбиты, зрительные артерия и нерв (штрих-указатель). Показана топография задних отделов АКБМ по отношению к среднему мозгу, намету, желудочковой системе, синусам основания черепа и притокам вен Галеновой группы; Б — тот же препарат. Увеличенный вид с центрацией на хиазмально-селлярной области спереди и сверху. Цифры: 1 — хиазма; 2 — P1 ЗМА; 3 — гипоплазированная ЗСА; 4 — A1 ПМА; 5 — ПСА; 6 — A2 ПМА; 7 — M1 СМА; 8 — бифуркация СМА; 9 — бифуркация P2P ЗМА; 10 — бифуркация ВСА; 11 — отверстие Монро и сосудистое сплетение бокового желудочка; 12 — ВМА; 13 — средний мозг; 14 — Сильвиев водопровод; 15 — вена Галена; 16 — вена Розенталя; 17 — синодуральный угол; 18 — вена Лаббе, трансверзальный тип впадения; 19 — III нерв; 20 — V нерв; 21 — IV нерв; 22 — VII и VIII; 23 — передний и латеральный понтомезенцефалический сегмент ВМА, 24 — церебелломезенцефалический и кортикальный сегмент ВМА; 25 — прямой синус; 26 — поперечный синус; 27 — намет мозжечка, отвернут; 28 — P3 ЗМА; 29 — ЗМХА; 30 — ножковая цистерна; 31 — обводная цистерна; 32 — сток Герофила; 33 — чешуя затылочной кости.

Fig. 3. Anatomical specimen. Hypoplastic type of posterior part of the circle of Willis at the right. Arrow shows the hypoplastic PComA. A — the common appearance of specimen. The base of anterior cranial fossa (ACF) is sawn up with opening of periorbits, optic nerve and artery (dashed pointer). The topography of posterior parts of Willis circle in relation to mesencephalon, tentorium, ventricular system, skull base sinuses and tributaries of Galen veins is shown; Б — the same specimen. The zoomed appearance with centration on chiasmatic-sellar region from the front and above. Digitals: 1 — chiasm; 2 — P1 segment of PCA; 3 — hypoplastic PComA; 4 — A1 segment of ACA; 5 — ACoA; 6 — A2 segment of ACA; 7 — M1 segment of MCA; 8 — bifurcation of MCA; 9 — bifurcation of P2P segment of PCA; 10 — bifurcation of ICA; 11 — foramen of Monro and vascular plexus of lateral ventricle; 12 — SCA; 13 — mesencephalon; 14 — Sylvian aqueduct; 15 — vein of Galen; 16 — Rosenthal vein; 17 — sinodural angle; 18 — vein of Labbe, transversal type of inflow; 19 — III nerve; 20 — V nerve; 21 — IV nerve; 22 — VII and VIII nerves; 23 — anterior and lateral pontomesencephalic segment of SCA BMA, 24 — cerebellomesencephalic and cortical segments of SCA; 25 — straight sinus; 26 — tentorium cerebelli is turned off; 28 — P3 segment of SCA; 29 — posterior ЗМХА; 30 — crural cistern; 31 — ambient cistern; 32 — torcular Herophili; 33 — squama occipitalis.

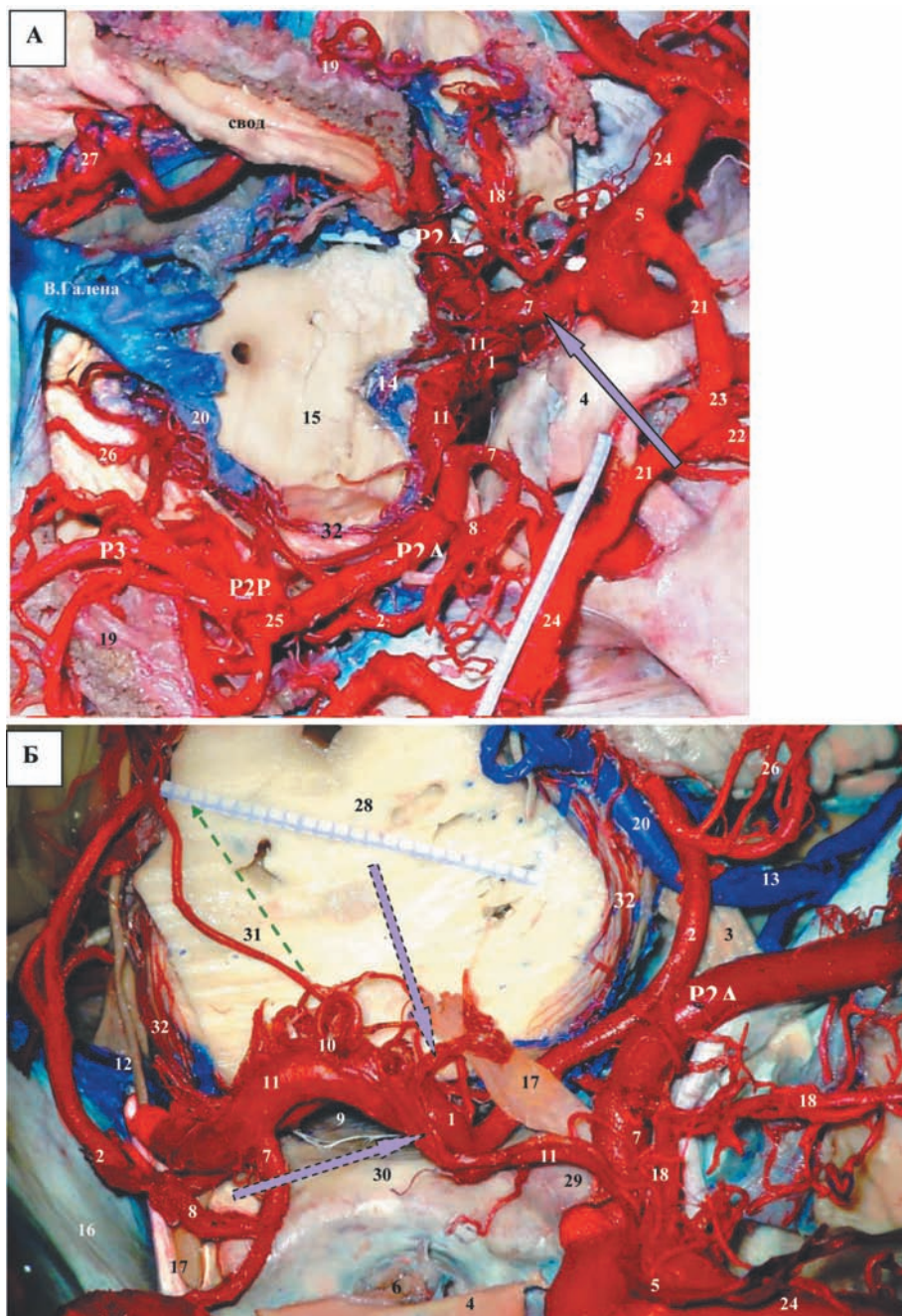


Рис. 4. Анатомический препарат. Фетальный тип строения задних отделов АКБМ слева. Стрелкой указана гипертрофированная ЗСА, переходящая в P2A сегмент ЗМА. А — Топография артерий ВББ с фетальным типом строения АКБМ слева относительно среднего мозга, левого бокового желудочка, тенториальной поверхности мозжечка, вен Галеновой группы. Срез на уровне среднего мозга. Б — тот же препарат. Срез на уровне понтомеээнцефального сочленения для демонстрации глубокого залегания и длины гипоплазированного P1 ЗМА слева. Стрелка-штрих на пучке таламоперфорирующих артериях, отходящих от гипоплазированного P1 ЗМА слева. Цифры: 1,2 — передний и латеральный понтомеээнцефалический сегмент ВМА; 3 — V нерв; 4 — хиазма; 5 — бифуркация ВСА; 6 — стебель гипофиза; 7 — ЗСА; 8 — таламобугорчатые артерии; 9 — препонтина цистерна; 10 — верхушка базиллярной артерии и таламоперфорирующие артерии; 11 — P1 ЗМА; 12 — IV; 13 — вена Денди; 14 — межжовковая ямка; 15 — средний мозг; 16 — намет; 17 — III нерв; 18 — ПХА; 19 — сплетение и ЗМХА; 20 — вена Розенталя; 21 — A1 ПМА; 22 — A2 ПМА; 23 — ПСА; 24 — МСМА; 25 — бифуркация P2P ЗМА; 26 — кортикальные ветви ВМА; 27 — P3 ЗМА; 28 — мост; 29 — задний наклоненный отросток; 30 — спинка турецкого седла, 31 — длинная циркуферентная артерия, отходящая от бифуркации базиллярной артерии, смещена и уложена на вентральную поверхность моста для демонстрации хода к пластине четверохолмия; 32 — короткие циркуферентные артерии ствола.

Fig. 4. Anatomical specimen. Fetal type of posterior part of Willis circle at the left. Arrow shows the hypertrophic PCA, running into P2A-segment of PCA. A — Topography of vertebrobasilar arteries of fetal Willis circle at the left in relation to mesencephalon, left lateral ventricle, tentorial surface of cerebellar and Galen veins. The slice at the level of mesencephalon. Б — the same specimen. The slice at the level of pontomesencephalic junction for demonstration of deep position and length of hypoplastic P1 segment of PCA at the left. Dotted arrow shows the group of thalamoperforating arteries arising from

hypoplastic P1 segment of PCA at the left. Digitals: 1,2 — anterior and lateral pontomesencephalic segment of SCA; 3 — V nerve; 4 — chiasm; 5 — ICA bifurcation; 6 — pituitary stalk; 7 — PCoA; 8 — thalamotubular arteries; 9 — preponine cistern; 10 — basilar apex and thalamoperforating arteries; 11 — P1 segment of PCA; 12 — IV; 13 — vein of Dandy; 14 — interpeduncular fossa; 15 — mesencephalon; 16 — tentorium; 17 — III nerve; 18 — anterior choroid artery (AChA); 19 — plexus and posterior medial choroids artery; 20 — Rosenthal vein; 21 — A1 segment of ACA; 22 — A2 segment of ACA; 23 — ACoA; 24 — M1 segment of MCA; 25 — bifurcation of P2P segment of PCA; 26 — cortical branches of SCA; 27 — P3 segment of PCA; 28 — pons; 29 — posterior clinoid process; 30 — dorsum sellae, 31 — long circumferential artery arising from BA bifurcation is displaced and positioned on ventral surface of pons to demonstrate its way to quadrigeminal plate; 32 — short circumferential arteries of brain stem.

При билатеральном типе диаметр P1 составил 1,2—2,0 мм (в среднем 1,63 мм) с диаметром ЗСА 2,4—3,5 мм, при этом P1 ЗМА чаще с правой стороны был толще. Длина P1 в фетальной группе составила от 7,6 до 18,5 мм (в среднем 14 мм).

При нормальном строении диаметр P1 варьировал от 2,0 до 3,6 мм (в среднем 3,04 мм) с длиной от 3,2 до 11 мм (в среднем 5,8 мм) с диаметром ЗСА от 1,1 до 1,9 мм (в среднем 1,36 мм) и ее длиной от

10 до 21 мм (в среднем 13,0 мм). В исследовании нормального типа строения задних отделов АКБМ замечено, что III нерв чаще находится латерально и под P1-сегментом. Если же отмечается фетальная конфигурация, то III нерв лежит медиально, находясь либо ниже, либо на уровне ЗСА и P1-сегмента ЗМА. Такую топографию необходимо учитывать при выделении и клипировании аневризм бифуркации БА и устья верхней мозжечковой артерии

Морфометрические характеристики Р1-сегмента ЗМА / Morphometric characteristics of P1-segment PCA

Авторы	Диаметр Р1 ЗМА, мм	Длина Р1 ЗМА, мм	Перфорирующие артерии Р1 ЗМА
J.Lang [14]	2,3	3-14 (7)	Отходят от задней и верхней стенок Р1 ЗМА
Е.Е.Завалишин и соавт. [2]	2,4	4-11 (7,4)	В 58% наблюдений отходят от Р1 ЗМА, в 42% — бифуркации БА
Наши данные	УГТ- 2,2-4,3 (3,17) БГТ- 3,8-5,2 (4,1) УФТ- 0,8-2,2 (1,6) БФТ-1,2-2,0 (1,63) НТ- 2,0-3,6 (3,04)	ГТ- 3- 11 (10) ФТ-7,6-18,5 (14) НТ-3,2-11 (5,8)	Прямые перфорирующие артерии — от задней стенки ЗМА, огибающие ветви на всем протяжении Р1

Сокращения: ЗМА — задняя мозговая артерия; БА — базилярная артерия; УГТ — унилатеральный гипоплазированный тип строения задних отделов АКБМ; БГТ — билатеральный гипоплазированный тип строения задних отделов АКБМ; УФТ — унилатеральный фетальный тип строения задних отделов АКБМ; БФТ — билатеральный фетальный тип строения задних отделов АКБМ; НТ — нормальный тип строения задних отделов АКБМ.

(ВМА) из каротидно-офтальмического пространства. Аневризмы ВББ с фетальной конфигурацией ЗМА требуют применения доступов с резекцией костей основания черепа для обеспечения более базального осмотра.

Изменчивость Р2-Р3-сегментов задней мозговой артерии. При гипоплазированном и нормальном типах строения задних отделов АКБМ диаметр Р2-сегмента ЗМА составил 2,3-4,0 мм (в среднем 3,2 мм).

При фетальном типе строения задних отделов АКБМ диаметр Р2-сегмента ЗМА составил 2,1-3,1 мм (в среднем 2,7 мм). Р2Р-сегмент ЗМА образует проксимальную би- или трифуркацию ЗМА.

Область разветвления основного ствола ЗМА. В проведенном исследовании установлено, что разветвление ЗМА происходит, как правило, на границе cisterna cruralis и cisterna ambient, располагаясь медиально от латерального коленчатого тела, находясь на расстоянии 3-10 мм (в среднем 6 мм) от задневнутренней поверхности крючка гиппокампа. Разветвление ЗМА может быть либо на два, либо на три основных крупных ствола. Один из стволов в 100% исследованных гемисфер являлся общей нижней височной артерией. В случае бифуркации ЗМА второй ствол был общим для теменно-затылочной и шпорной артерий. В случае трифуркации второй ствол был теменно-затылочной, а третий — шпорной артерией. Образование би- или трифуркации основного ствола ЗМА в cisterna quadrigeminalis не обнаружено. Область разветвления ЗМА прочно фиксирована в обводной цистерне большим количеством aa.thalamogeniculatae, aa. redunculoperforatae и «пучками» ЗЛХА, исходящими из основных ее стволов (рис. 5).

Выделены 3 формы ветвления ЗМА на первичные стволы.

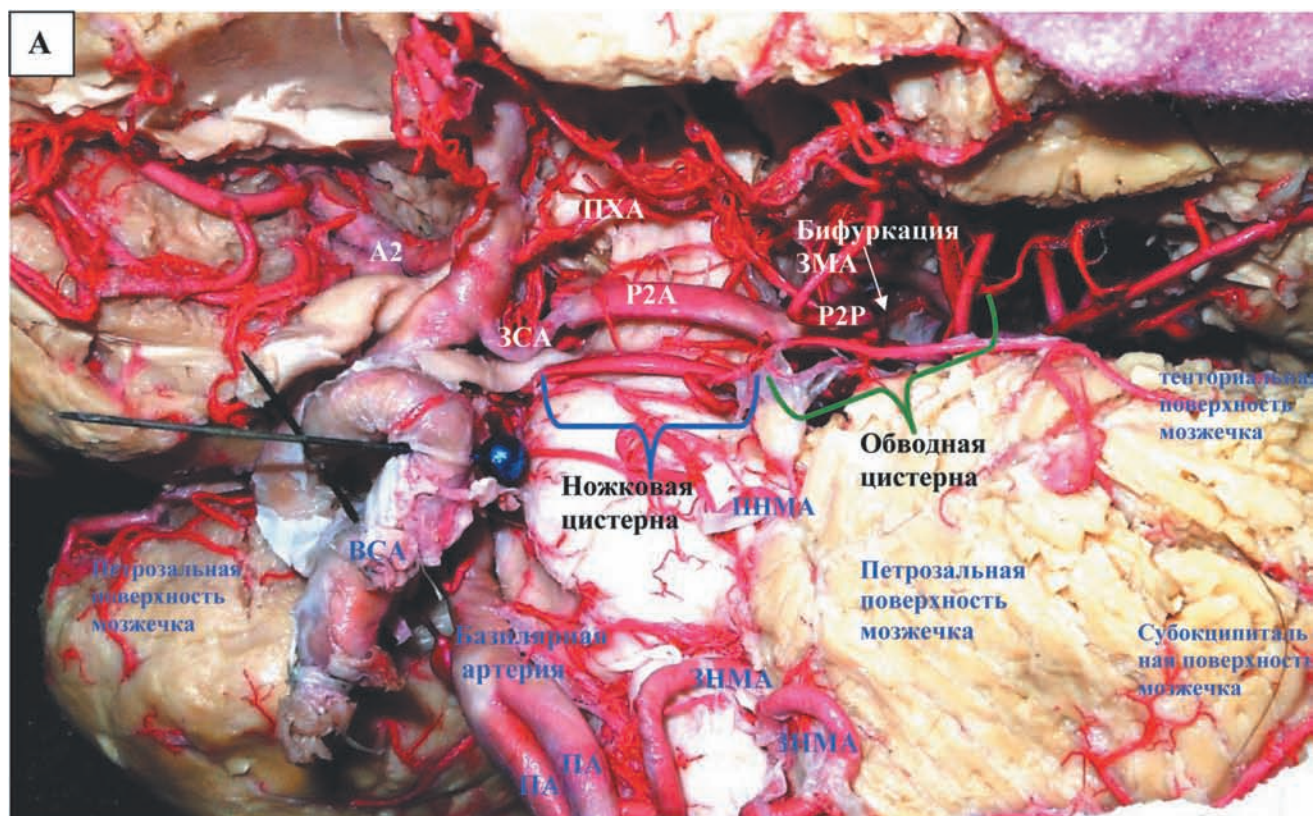
Первая форма. Образование би- или трифуркации основного ствола ЗМА происходит в передних отделах обводной цистерны, находясь от крючка на расстоянии от 0 до 5 мм (в среднем 2,8 мм). Основной ствол и его ветви делают крутой изгиб, внедряясь под парагиппокампальную извилину, и находятся между задними отделами крючка и fimbria hippocampalis. Эта форма встречалась в 50% наблюдений.

Вторая форма. Образование би- или трифуркации ЗМА происходит в средних отделах cisterna ambient, располагаясь между латеральным коленчатым телом и подушкой таламуса на расстоянии от 6 до 9 мм (в среднем 7,5 мм) от крючка. Один из главных стволов (общий ствол для теменно-затылочной и шпорной артерий) делает крутой изгиб и внедряется под крючок. Чаше от него отходят только задние латеральные хориоидальные артерии. Эта форма встречалась в 10% наблюдений.

Третья форма. Образование би- или трифуркации основного ствола ЗМА происходит в задних отделах cisterna ambient на границе с cisterna quadrigeminalis. Разветвление располагается далеко от крючка на расстоянии от 11 до 17 мм (в среднем 14,5 мм) между медиальным коленчатым телом и подушкой таламуса. Главный ствол (Р2Р) образует небольшой изгиб, незначительно проминирующий под крючок. Из этого ствола отходили кортикальные ветви (гиппокампальные и передние височные), ЗЛХА и длинные циркумферентные артерии. Эта форма встречалась в 39% наблюдений.

Отсутствие бифуркации обнаружено в 1% наблюдений. В исследовании всего материала встретился очень редкий тип кровоснабжения медиобазальной поверхности височной доли (препарат № 17, правая гемисфера). Кровоснабжение зоны, которое обычно осуществляет ЗМА, происходило из гипертрофированной передней хориоидальной артерии (ПХА), диаметр которой составил 2,3 мм. ПХА разветвлялась подобно основному стволу нижней височной артерии. Ее ветви входили в передние отделы хориоидальной щели и питали сплетение бокового желудочка. Эта же артерия являлась источником для всех разновидностей перфорирующих сосудов, а также для задней медиальной и латеральных хориоидальных артерий (ЗМХА и ЗЛХА). С этой же стороны имелся ствол ЗМА диаметром 2,0 мм, который не давал ветвей вокруг ствола, а разветвлялся только в области шпорной и теменно-височной борозды на одноименные артерии.

Изменчивость перфорирующих ветвей ЗМА. Все перфорирующие артерии ЗМА мы разделили



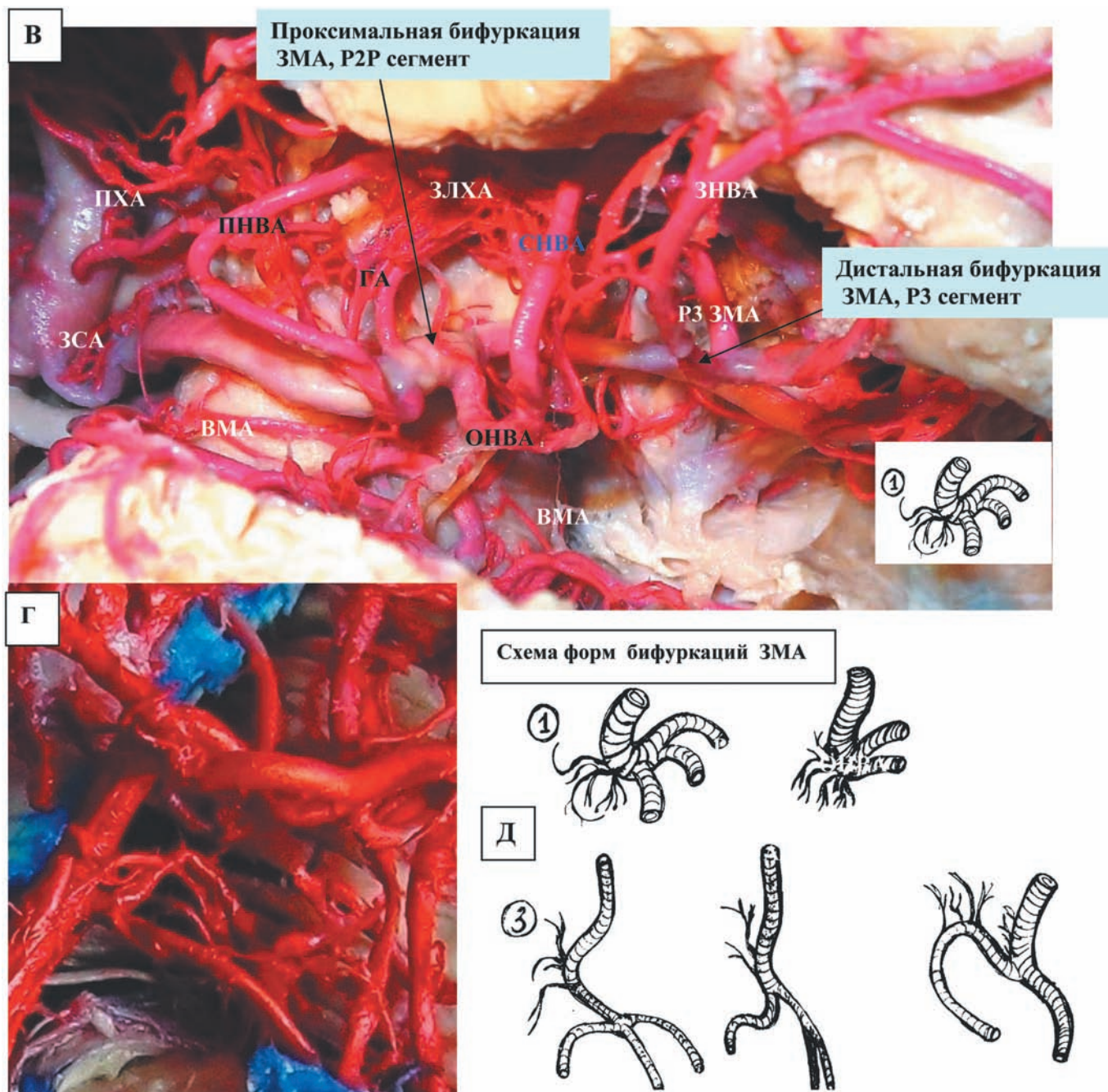


Рис. 5. Анатомические препараты и схема. Проксимальная бифуркация ЗМА. Топография относительно медиобазальных отделов височной доли и основания черепа. А — Положение ЗМА в ножковой и обводной цистерне. Выделена проксимальная бифуркация ЗМА, оставлена группа ЗЛХА, входящих в сосудистое сплетение; Б — Топография проксимальной бифуркации ЗМА к основанию СЧЯ; В — Топография проксимальной бифуркации ЗМА к базальным отделам височной доли; Г — то же, увеличенный вид; Д — формы проксимальной бифуркации ЗМА (см. текст). Обозначения: ПХА — передняя хориоидальная артерия; СМА — средняя мозговая артерия; ЗМА — задняя мозговая артерия; ЗСА — задняя соединительная артерия; ВСА — внутренняя сонная артерия; ПНВА — передняя нижняя височная артерия; ГА — гиппокампальные артерии; СНВА — средняя нижняя височная артерия; ЗНВА — задняя нижняя височная артерия; РЗ — сегмент ЗМА; ОНВА — общая нижняя височная артерия.

Fig. 5. The anatomical specimens and the scheme. The proximal bifurcation of PCA. Topography in relation to mediobasal parts of temporal lobe and skull base. A — the position of PCA in crural and ambient cistern. The proximal bifurcation of PCA is dissected with preservation of posterior lateral choroid arteries (PLChA) group including in vascular plexus; Б — topography of proximal bifurcation of PCA in relation to the base of middle cranial fossa (MCF); В — topography of proximal bifurcation of PCA in relation to the basal parts of temporal lobe; Г — the same but zoomed view; Д — types of proximal bifurcations of PCA (see description in text). Abbreviations: ПХА — anterior choroids artery; СМА — middle cerebral artery; ЗМА — posterior cerebral artery; ЗСА — posterior communicating artery; ВСА — internal carotid artery; ПНВА — anterior inferior temporal artery; ГА — hippocampal arteries; СНВА — middle inferior temporal artery; ЗНВА — posterior inferior temporal artery; РЗ-segment of PCA; ОНВА — common inferior temporal artery.

на прямые и циркумферентные. Прямыми мы считали артерии, отходящие от основного ствола ЗМА под прямым углом и направляющиеся к стволу головного мозга. Эта группа сосудов включает в себя *aa.thalamoperforatae posteriores*, *aa.thalamogeniculatae* и *aa.pedunculoperforatae*. Циркумферентные перфорирующие артерии огибают ствол головного мозга, прежде чем войти в него. Среди сосудов этого типа выделяют длинные и короткие. Нами установлено, что прямые перфорирующие артерии, кровоснабжающие гипоталамус и область межножковой ямки, отходят от задней соединительной артерии, Р1-сегмента ЗМА, задневерхней и латеральной поверхностей БА и проксимального отдела верхней мозжечковой артерий. ЗСА отдает на своем протяжении от 3 до 15 (в среднем 8) перфорирующих сосудов, прободающих парамедианную и заднюю перфорирующие субстанции. Диаметр этих сосудов составляет 0,05–0,5 мм с экстрацеребральной длиной 5–19 мм. Наибольшее количество сосудов отходит от средней трети ЗСА и Р1-сегмента ЗМА. В 21% наблюдений перфорирующие артерии этой группы ветвятся на более мелкие сосуды. В 79% наблюдений ветвления не обнаружено. Задние таламоперфорирующие артерии отходили от задней или верхней стенок Р1-сегмента ЗМА, их диаметр составил 0,1–1,2 (в среднем 0,3 мм), длина — 4–12 мм (рис. 6). В 90% наблюдений эти артерии ветвились раньше вхождения в межножковую ямку. От задней и латеральной поверхностей дистальной трети БА отходит от 3 до 18 коротких огибающих перфорирующих артерий диаметром 0,1–0,5 мм.

Aa. thalamogeniculatae отходят в 15% наблюдений от Р2А, в 80% наблюдений — от Р2Р и в 5% — от Р3-сегмента. Эти артерии перфорируют вещество головного мозга в области подушки таламуса, кровоснабжая заднюю часть латерального таламуса, заднюю ножку внутренней капсулы и зрительный тракт. Количество артерий этой группы — 3–8 (в среднем 5). В 50% наблюдений *aa.thalamogeniculatae* и задние латеральные хориоидальные артерии отходят общим стволом от бифуркации ЗМА. Длинные и короткие огибающие артерии также могут быть источником *aa. thalamogeniculatae*.

В 90% наблюдений *aa. pedunculoperforatae* отходят в количестве 2–11 артерий (в среднем 6) от Р2А-сегмента ЗМА, в 10% — от других сосудов. Эта группа артерий кровоснабжает кортико-бульбарные и кортико-спинальные тракты, красное ядро, черную субстанцию.

Огибающие ветви исходят из Р1- и Р2-сегментов ЗМА. Короткие огибающие артерии выявлены в 70% наблюдений. Артерии, начинавшиеся от Р1-сегмента ЗМА, перфорировали мозговую ткань на латеральной поверхности ствола головного мозга в 80% наблюдений, в медиальном коленчатом теле — в 20%. Огибающие артерии, ответвлявшиеся от Р2-сегмента ЗМА, кровоснабжали только покрышку среднего мозга и коленчатые тела. Короткие огибающие артерии в области устьев отдают ветви к межножковой ямке.

Длинные огибающие артерии выявлены в 100% наблюдений. Все артерии этой группы перфорировали вещество головного мозга в области пластинки четверохолмия. Каждая из длинных огибающих артерий является источником 5 и более ветвей к латеральной поверхности ножки мозга и коленчатым телам. Артерии этой группы отходят от Р1-сегмента ЗМА дистальнее устьев коротких огибающих артерий в 75% наблюдений, в 25% — от Р2А-сегмента. В области четверохолмия они ветвятся на множество мелких сосудов. Формирующаяся артериальная сеть анастомозирует с дистальными ветвями верхней мозжечковой артерии (ВМА). Верхние холмики четверохолмной пластины кровоснабжаются перфорирующими артериями ЗМА, нижние — перфорирующими артериями, отходящими из ВМА.

Задние медиальные хориоидальные артерии (ЗМХА) выявлены в 100% наблюдений. Огибая ствол, в области четверохолмной цистерны они круто поворачивают вверх, проходя по бокам от шишковидной железы и кровоснабжая сосудистое сплетение III желудочка. Затем через отверстие Монро эти артерии входят в сплетение бокового желудочка. На всем протяжении ЗМХА отдают ветви к ножкам мозга, коленчатым телам, шишковидной железе и медиальным отделам таламуса. Диаметр ЗМХА составил 0,2–1,4 мм (в среднем 1,1 мм), в количестве одной или двух. Расположение устья ЗМХА зависело от типа строения задних отделов АКБМ (рис. 7).

При нормальном типе ЗМХА в 43% наблюдений отходили от Р2А, в 37,5% — от Р2Р, в 37,5% — от Р3 и в 7% наблюдений — от Р1-сегмента. Две ЗМХА были обнаружены в этом типе в 21,4% наблюдений. Часто дупликация ЗМХА сочеталась с двумя Р3- или двумя Р2Р-сегментами ЗМА.

При гипоплазированном типе строения задних отделов АКБМ в 50% наблюдений ЗМХА отходили от Р2А, в 30% — от Р2Р, в 40% — от Р3 (чаще от шпорной артерии), в 10% — от Р1-сегмента ЗМА. Двойные ЗМХА были обнаружены в этом типе в 30% наблюдений и отходили от Р3- или Р2Р-сегмента ЗМА.

При фетальном типе строения задних отделов АКБМ в 56% наблюдений ЗМХА отходили от Р2А, в 6,5% — от Р2Р, в 19% — от Р3 и в 31% наблюдений — от Р1 сегмента ЗМА. Двойные ЗМХА были обнаружены в этом типе в 12,5% наблюдений. При этом типе имелся двойной сегмент Р3. В 11% наблюдений ЗМХА заходили в задние отделы хориоидальной щели, отдавая здесь мелкие веточки, как это делают латеральные хориоидальные артерии. В 5% случаев ствол ЗМХА формируется из нескольких стволов до входа в сосудистую основу III желудочка. При удвоенной ЗМХА: первая ветвь отходила от Р2А, другая из крупного ствола нижней височной (Р2Р), шпорной (Р3) или теменно-затылочной артерий (Р3).

Задние латеральные хориоидальные артерии (ЗЛХА), попав в хориоидальную щель, кровоснабжают сплетения боковых желудочков (рис. 8). Количество ЗЛХА — 4–9 (в среднем 6) диаметром 0,1–0,4 мм. В 65% наблюдений устья ЗЛХА

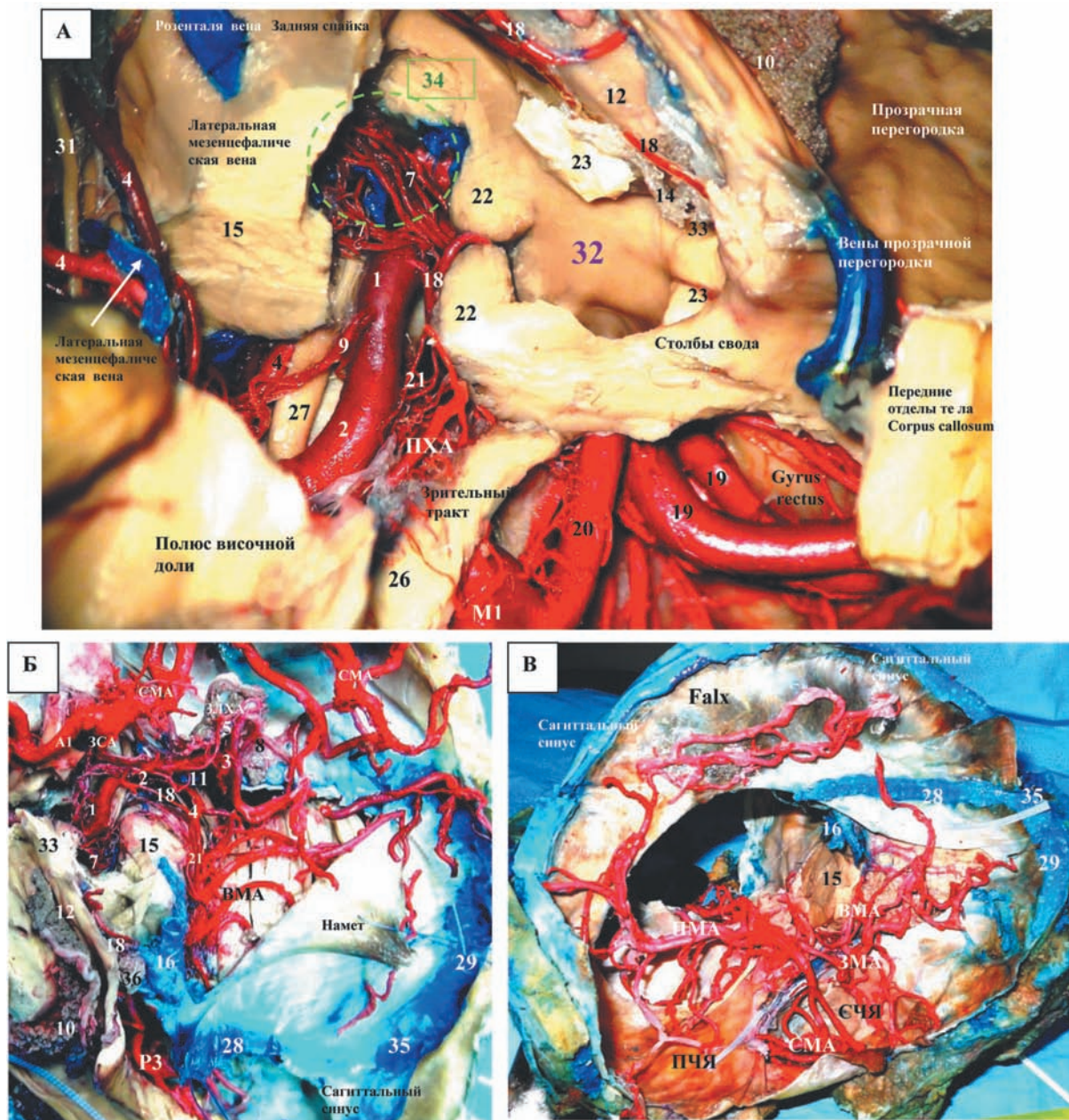
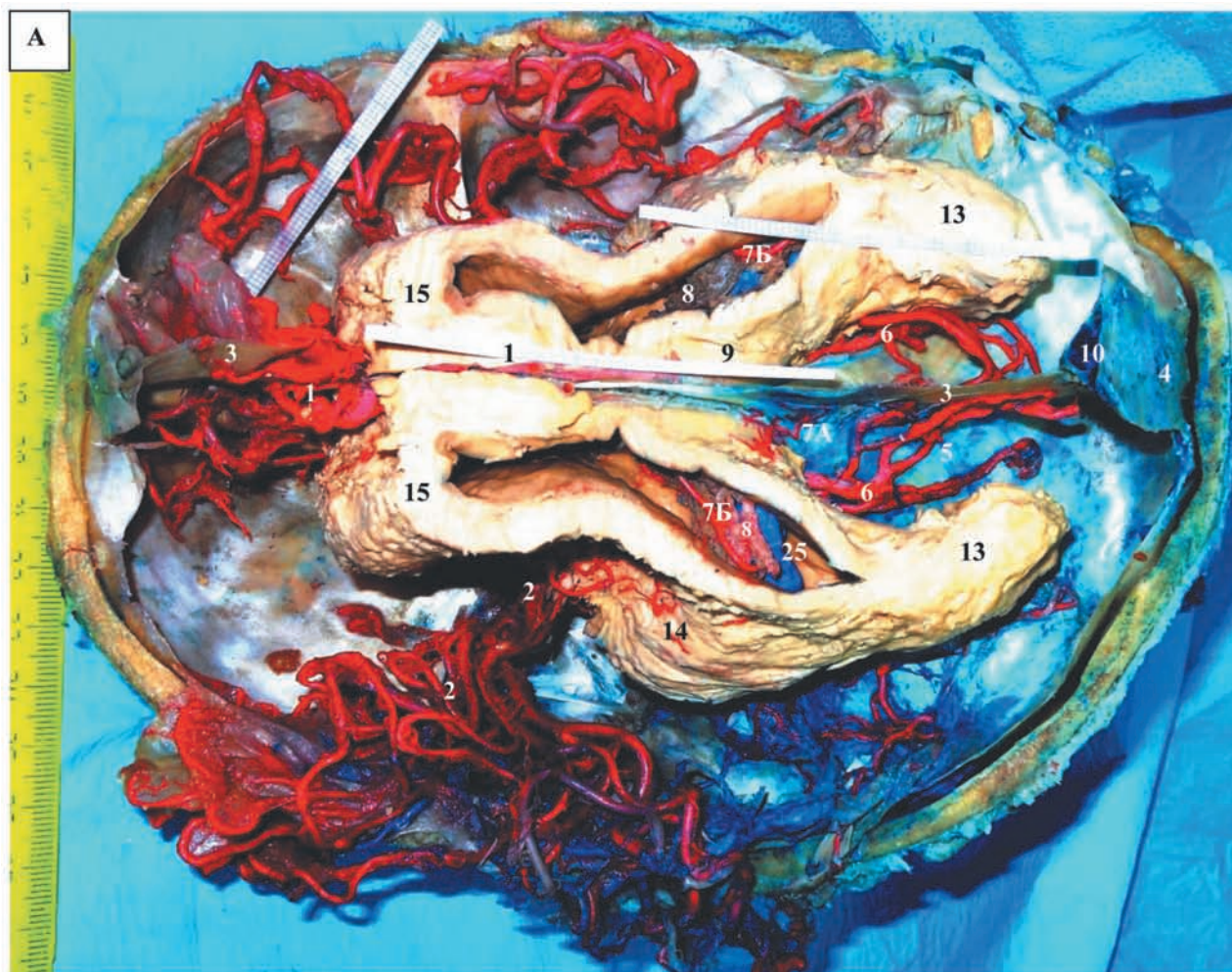
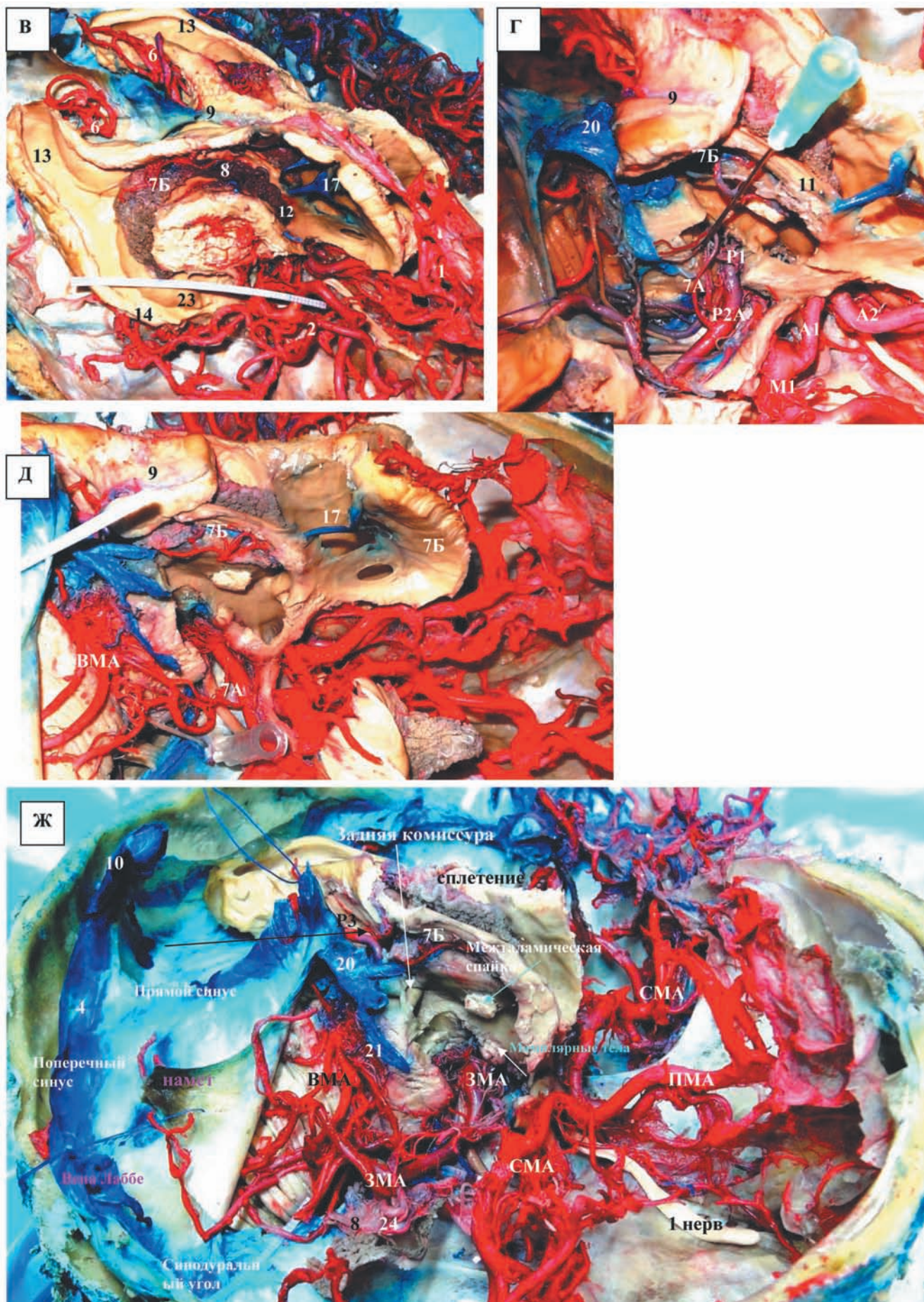


Рис 6. Анатомические препараты. А — Таламоперфорирующие артерии межножковой ямки. Б — Топография таламоперфорирующих артерий относительно межножковой ямки, верхушки базиллярной артерии, P1-сегмента, III нерва. В — Общий вид блок-препарата. Верхушка БА расположена в глубине межножковой цистерны с большим количеством таламоперфорирующих артерий. Близость важнейших нейроваскулярных структур создает узкое пространство для клипирования аневризм бифуркации БА. Цифры: 1 — P1 ЗМА; 2 — P2А ЗМА; 3 — P2Р ЗМА; 4 — ВМА; 5 — ЗМА; 6 — ЗЛХА; 7 — таламоперфорирующие артерии; 8 — таламоколенчатые артерии; 9 — педункулоперфорирующие артерии; 10 — сосудистое сплетение бокового желудочка; 11 — общий ствол для ЗЛХА и таламоколенчатых артерий; 12 — свод; 13 — четверохолмие; 14 — сосудистая основа III желудочка; 15 — средний мозг; 16 — вена Галена с притоками; 18 — ЗМХА; 19 — А2 ПМА; 20 — А1 ПМА; 21 — длинные циркуферентные артерии; 22 — маммиллярные тела; 23 — межталамическая спайка; 24 — передняя комиссура; 25 — сосудистое сплетение; 26 — зрительный тракт; 27 — III нерв; 28 — прямой синус; 29 — поперечный синус; 30 — средний мозг; 31 — IV нерв; 32 — III желудочек; 33 — отверстие Монро; 34 — проекции аркуатного дофаминергического и холинергического педункулопонтинного ядер; 35 — сток Герофила; 36 — эпифиз.

Fig. 6. The anatomical specimens. А — thalamoperforating arteries of interpeduncular fossa. Б — topography of thalamoperforating arteries in relation to interpeduncular fossa, basilar apex, P1-segment of PCA and III nerve. В — The appearance of anatomical specimen. Basilar apex is located in the depth of interpeduncular cistern with large amount of thalamoperforating arteries. The surgical corridor for clipping of basilar bifurcation aneurysm is narrow because of intimately adjacent neurovascular structures. The surgical trunk for PLChA and thalamogeniculate arteries; 12 — fornix; 13 — quadrigeminal plate; 14 — vascular base of III ventricle; 15 — mesencephalon; 16 — vein of Galen with tributaries; 18 — posterior medial choroids arteries (PMChA); 19 — A1 segment of ACA; 20 — A2 segment of ACA; 21 — long circumferential arteries; 22 — mammillar bodies; 23 — interthalamic adhesion; 24 — anterior commissure; 25 — vascular plexus; 26 — optic tract; 27 — III nerve; 28 — straight sinus; 29 — transversal sinus; 30 — mesencephalon; 31 — IV nerve; 32 — III ventricle; 33 — foramen of Monro; 34 — projections of arcuate dopaminergic nucleus and cholinergic pedunclopontine nucleus; 35 — torcular Herophili; 36 — pineal gland.





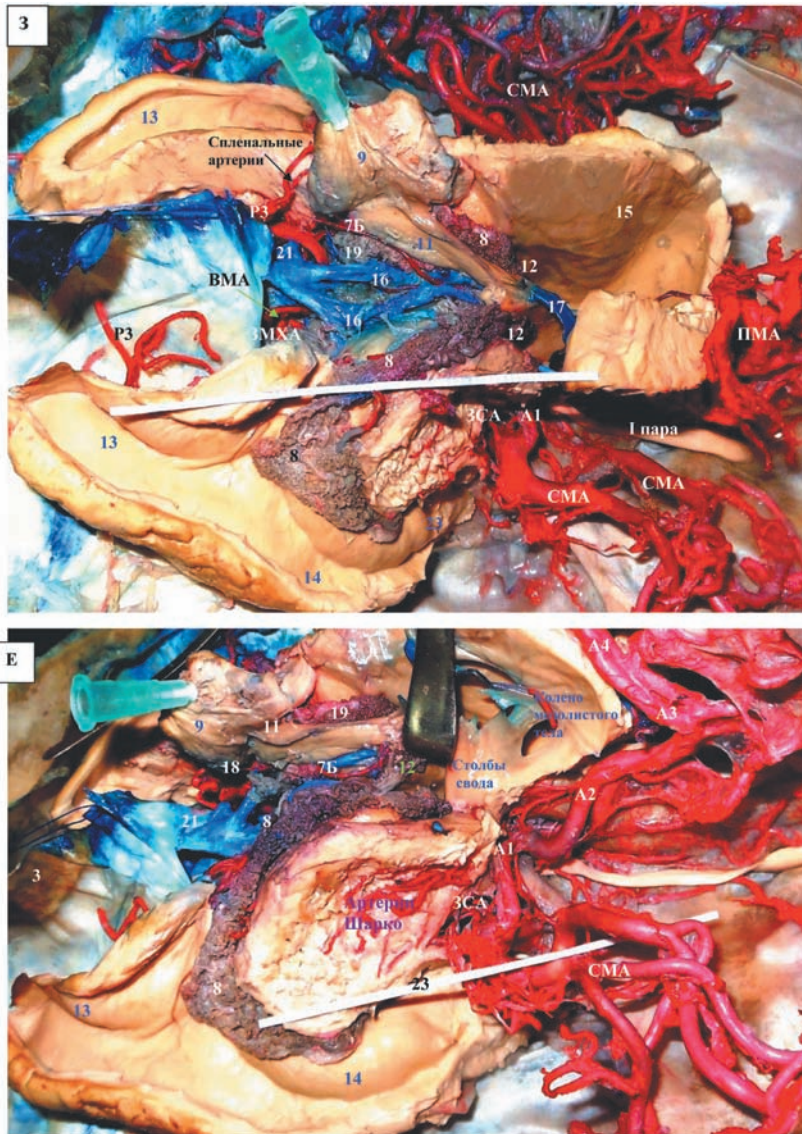
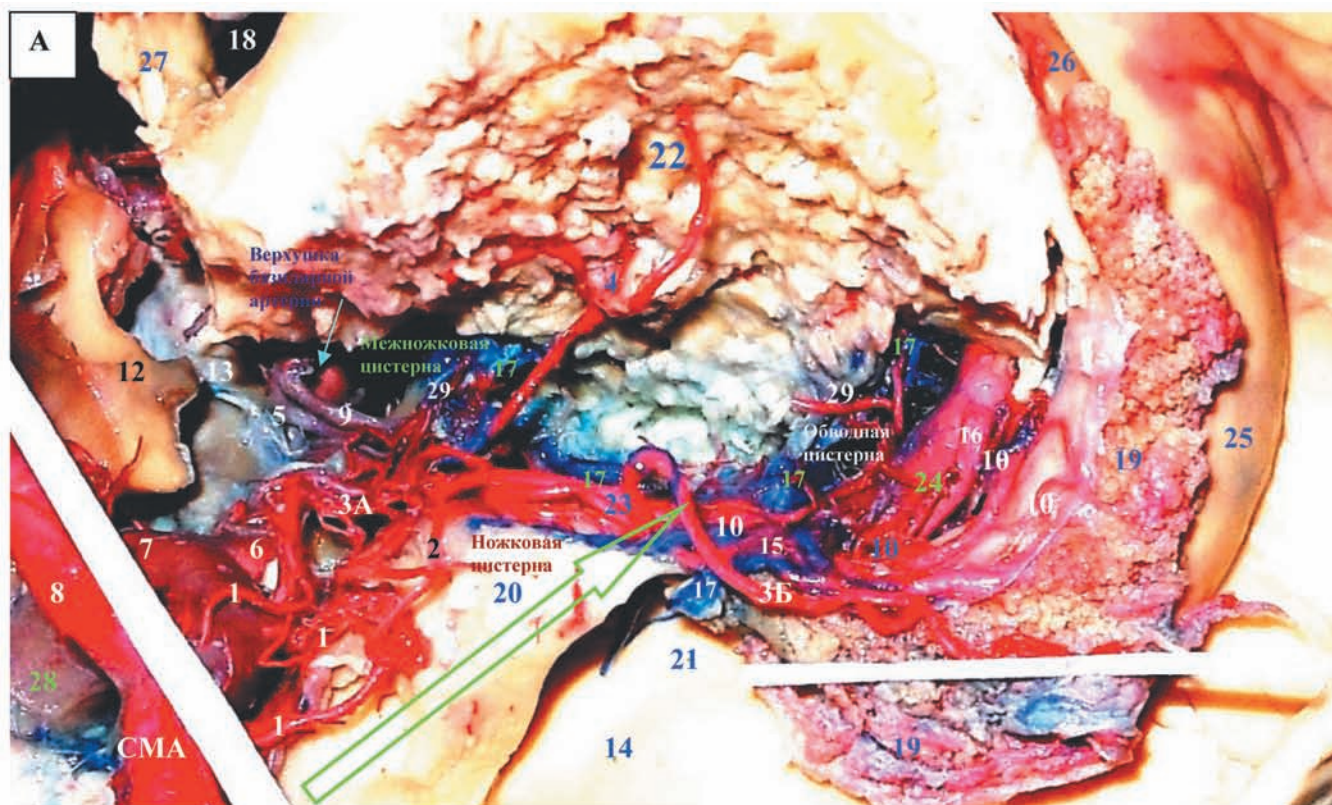
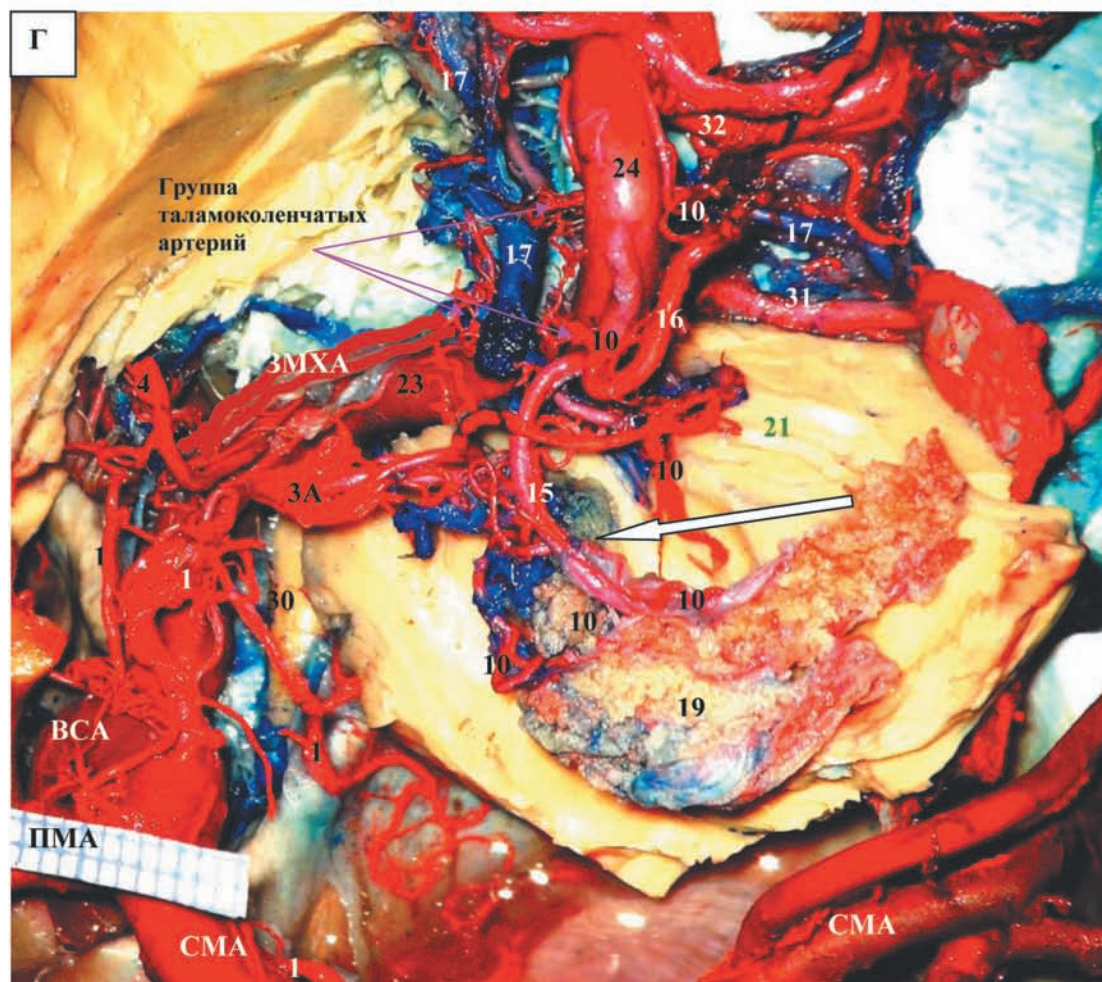
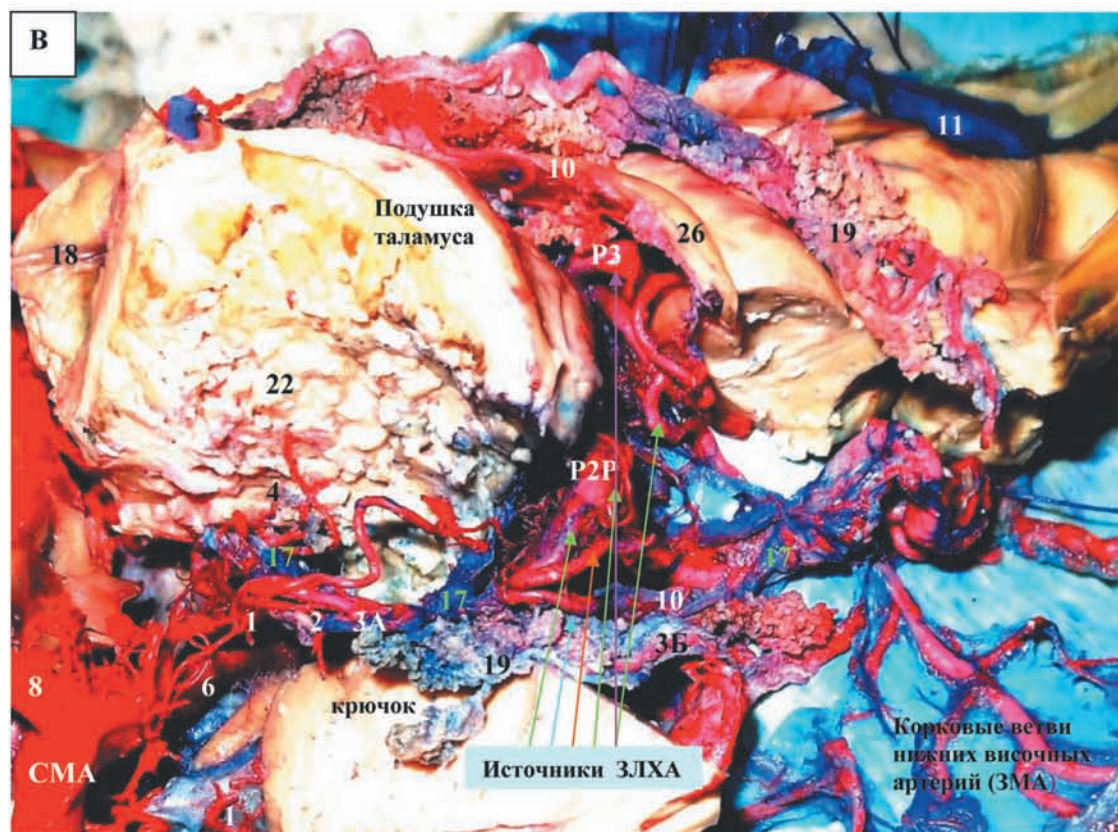


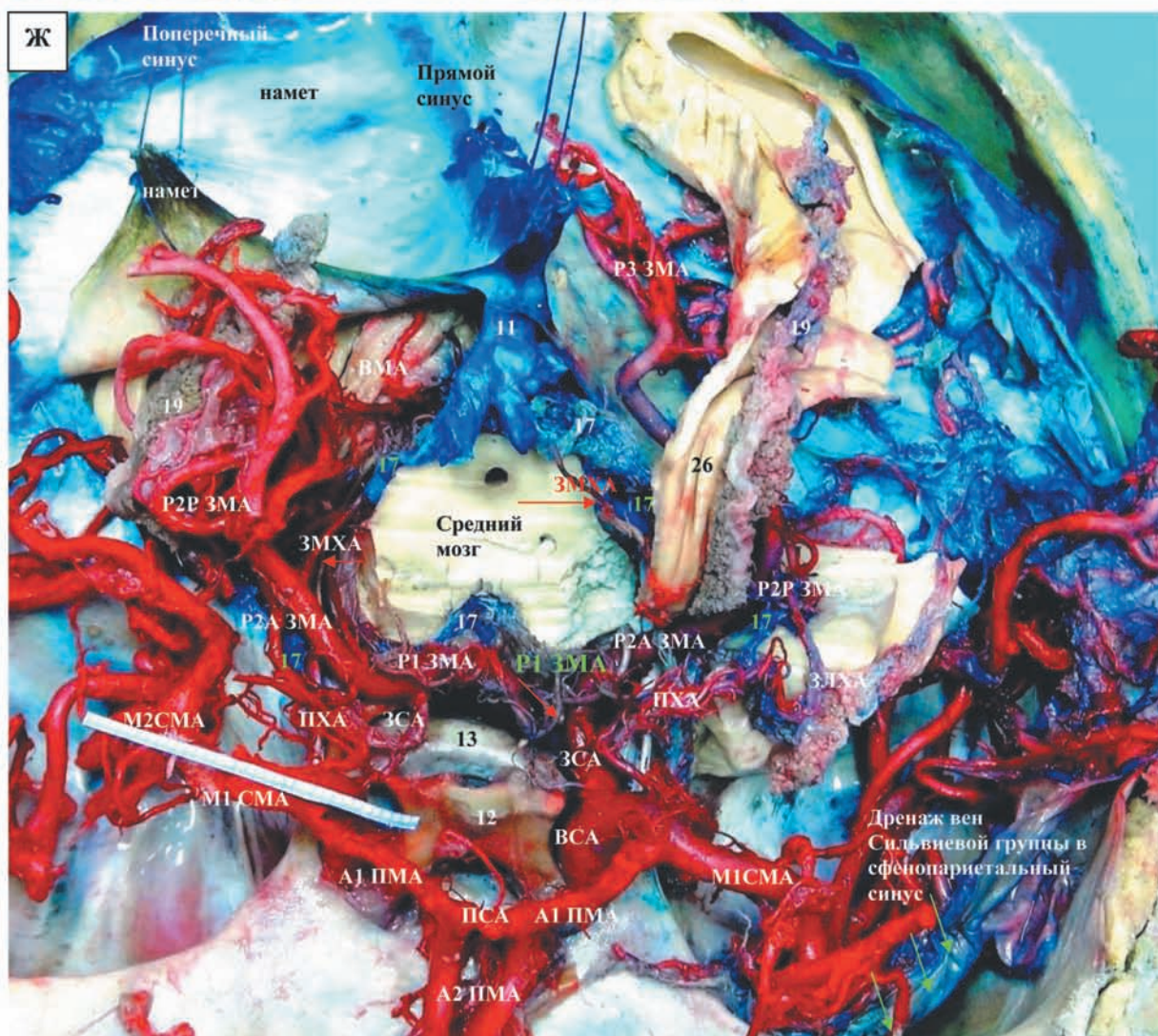
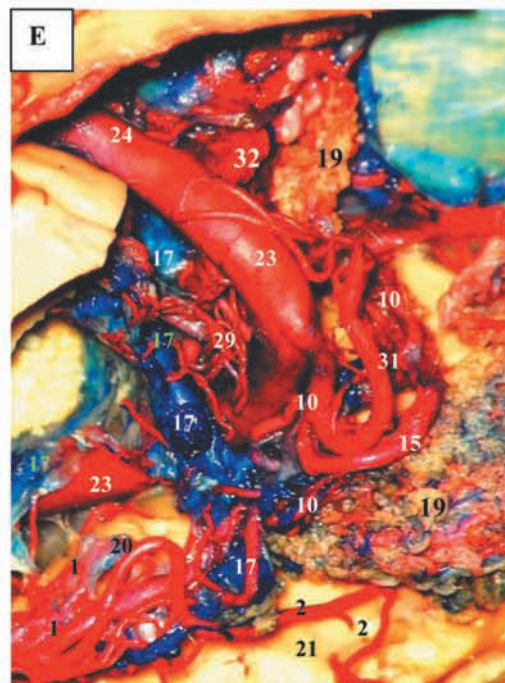
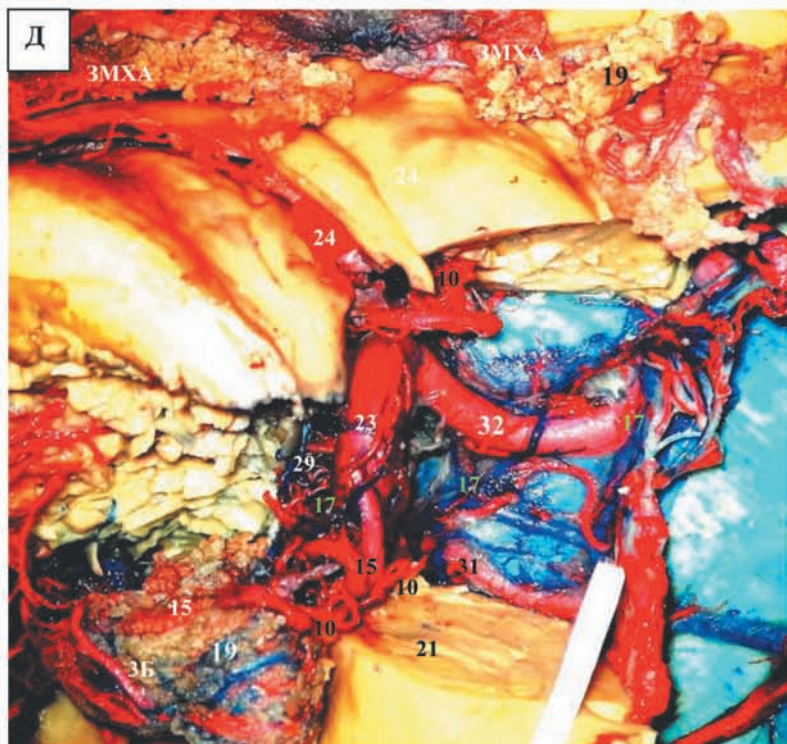
Рис. 7. Анатомический препарат. Последовательные этапы диссекции сосудистого сплетения бокового и III желудочков для демонстрации топографии извитого хода хориоидального сегмента ЗМХА. А — топография артериальных сегментов каротидного и вертебробазиллярного бассейнов относительно боковых желудочков, верхушки намета мозжечка и четверохолмной цистерны. Расположение ЗМХА в толще сосудистого сплетения. Б — Свод справа пересечен, отвернут вместе с валиком мозолистого тела, обнажена сосудистая основа III желудочка, РЗ ЗМА и исток ЗМХА. Хорошо видны внутренние вены мозга. В — Увеличенный препарат, демонстрирующий извитой ход ЗМХА в толще сосудистого сплетения бокового желудочка. Показана топография ЗМХА относительно глубоких перфорирующих артерий СМА. Г — Показан исток ЗМХА от Р2А ЗМА, цистернальный сегмент ЗМХА отклонен иголкой, проксимальная часть которой прилежит к хориоидальному сегменту этой же артерии. Топография ЗМХА относительно свода, валика мозолистого тела, ножки мозга и сосудистого сплетения III желудочка. Д — этот же препарат сбоку. Обнажен ход ЗМХА в крыше III желудочка. Показана топография таламоперфорирующих сосудов межножковой ямки, отходящих от Р1 ЗМА. Ж — Этот же препарат. Общий вид. Топография ЗМХА относительно межножковой, круальной, обводной и четверохолмной цистерн, притоков вен Галеновой группы. З — Перешеек и частично тело мозолистого тела резецированы. Обнажен свод в месте контакта с валиком мозолистого тела, сосудистое сплетение отвернуто, виден ход ЗМХА. Е — Тот же препарат, отверстие Монро и свод оттянуты инструментом. Показан ход ЗМХА в сосудистом сплетении III желудочка, минуя отверстия Монро, ЗМХА, извиваясь, входит в сосудистое сплетение бокового желудочка, где в области височного рога ЗМХА контактирует с ЗЛХА и ПХА. Цифры: 1 — ПМА, А3, А4; 2 — СМА, М2, М3, М4; 3 — фалькс; 4 — сток Герофила; 5 — намет; 6 — РЗ сегмент ЗМА (теменно-затылочная и шпорная ветви); 7А — цистернальный сегмент ЗМХА; 7Б — хо-

риоидальный сегмент ЗМХА; 8 — сплетение бокового желудочка; 9 — валик мозолистого тела; 10 — задние отделы верхнего сагиттального синуса; 11 — свод; 12 — отверстие Монро; 13 — затылочный рог, 14 — височный рог, 15 — лобный рог бокового желудочка, 16 — внутренние вены мозга в тесном контакте со стволом левой ЗМХА; 17 — вены прозрачной перегородки, 18 — исток ЗМХА от РЗ ЗМА слева; 19 — сосудистая основа III желудочка; 20 — вена Галена; 21 — вена Розенталя; 22 — эпифиз; 23 — вентрикулярная часть головки гиппокампа, подставка, сектор СА3-4, сектор Зоммера; 24 — исток ЗЛХА от Р2Р ЗМА справа.

Fig. 7. The anatomical specimen. The step-by-step dissection of vascular plexus of lateral and III ventricles for demonstration of topography of tortuous way of choroid segment of PMChA. A — topography of arterial segments of carotid and vertebrobasilar systems in relation to lateral ventricles, apex of tentorium cerebella and quadrigeminal cistern. The localization of PMChA in the depth of vascular plexus. Б — The fornix at the right is cut and turned off with splenium, the vascular base of III ventricle, P3 segment of PCA and origin of PMChA are exposed. The internal cerebral veins are clearly seen. В — The zoomed specimen demonstrates the of tortuous way of PMChA in the depth of vascular plexus of lateral ventricle. The topography of PMChA in relation to deep perforating arteries of MCA is shown. Г — The origin of PMChA from P2A segment of PCA is shown, cisternal segment of PMChA is displaced by needle, proximal part of which is adjacent to choroid segment of the same artery. The topography of PMChA in relation to fornix, splenium, cerebral peduncle and vascular plexus of III ventricle. Д — the same specimen (lateral view). The PMChA passage in the roof of III ventricle is exposed. The topography of thalamoperforating arteries of interpeduncular fossa arising from P1 segment of PCA is shown. Ж — The same specimen. Common appearance. The topography of PMChA in relation to interpeduncular, crural, ambient and quadrigeminal cisterns as well as to the key tributaries of vein of Galen is shown. З — The isthmus and part of body of corpus callosum are resected. The place of contact between fornix and splenium is exposed; the vascular plexus is turned off with visualization of PMChA way. Е — The same specimen. The foramen of Monro and fornix are displaced by instrument. The passage of PMChA not entering the foramen of Monro in vascular plexus of III ventricle is shown; tortuous PMChA enters into vascular plexus of lateral ventricle and contacts with PLChA and AChA in the region of temporal horn of lateral ventricle. Digitals: 1 — ACA, A3, A4; 2 — MCA, M2, M3, M4; 3 — falx; 4 — torcular Herophili; 5 — tentorium cerebelli; 6 — P3 segment of PCA (parieto-occipital and calcarine arteries); 7A — cisternal segment of PMChA; 7B — choroid segment of PMChA; 8 — vascular plexus of lateral ventricle; 9 — splenium; 10 — posterior parts of superior sagittal sinus; 11 — fornix; 12 — foramen of Monro; 13 — occipital horn of lateral ventricle, 14 — temporal horn of lateral ventricle, 15 — frontal horn of lateral ventricle, 16 — internal cerebral veins are intimately adjacent to left PMChA; 17 — veins of pellucid septum, 18 — PMChA arising from left P3 segment of PCA; 19 — vascular base of III ventricle; 20 — vein of Galen; 21 — Rosenthal vein; 22 — pineal gland; 23 — ventricular part of caput hippocampi, board, sector CA3-4, Sommer's sector; 24 — PLChA arising from P2P segment of PCA at the right.







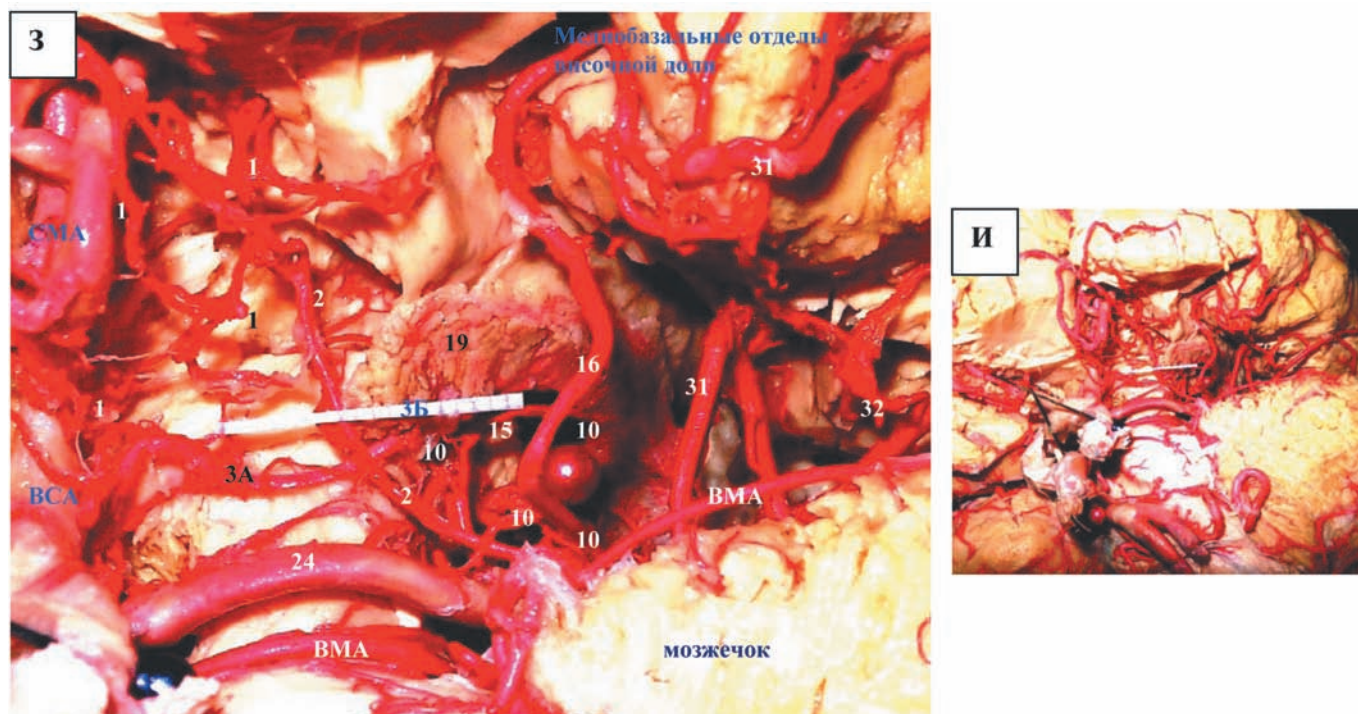


Рис. 8. Анатомический препарат. А — Топография мест истока ЗЛХА, отходящих от Р2 Р ЗМА в области обводной цистерны. ПХА в круральной цистерне отдает несколько ветвей к передним отделам крючка, парагиппокампулярной области, головке гиппокампа (сектор Зоммера), семилунарной извилине, порогу островка. От цистернального сегмента ПХА отходит важная капсулоталамическая артерия. Плексальный сегмент ПХА входит в сосудистую щель в области обводной цистерны, смешиваясь с ветвями ЗЛХА. От гиппокампулярной ветви ЗМА отходит серия ЗЛХА. Передняя нижняя височная артерия делает крутой изгиб и впадает в сосудистую щель. Она, как и общий ствол Р2Р ЗМА, является источником для таламоколенчатых, педункулярных и ЗЛХА. Б — Общий вид этого препарата. Топография хориоидальных артерий (ПХА, ЗМХА, ЗЛХА) относительно ножки мозга, желудочковой системы, цистерн основания головного мозга. В — Диссекция обводной цистерны. Обнажен ствол Р2Р ЗМА. В области основных его разветвлений в сосудистую щель отходят группы ЗЛХА (стрелки). Г — Тот же аспект. В сосудистом сплетении обнажена задняя передняя парагиппокампулярная артерия, являющаяся истоком для мелких ЗЛХА (стрелки). У этого препарата справа обнаружено две ЗМХА, исходившие из Р2А сегмента (диаметром 0,7 и 1,0 мм), две шпорные артерии, диаметрами 1,5 и 1,1 мм и толстая спленальная ветвь (1,1 мм); Д — Сосудистое сплетение височного рога бокового желудочка отведено, обнажены истоки передней, средней и задней нижних височных артерий. Е — истоки ЗЛХА от Р2Р сегмента ЗМА. Показан наиболее часто встречающийся вариант истока ЗЛХА. Они отходят пучками или отдельными ветвями от бифуркации ЗМА. Хорошо видны передние и задние мезенцефальные притоки вен Розенталева группы. Ж — Общий вид препарата. Спереди и сверху. Область бифуркации ЗМА справа сразу за крючком фиксирована большим количеством ЗЛХА. Слева фетальный тип строения задних отделов АКБМ, по всей длине Р2Р ЗМА отходят множество ЗЛХА, входя в сосудистую щель на разном расстоянии от крючка. З — Другой анатомический препарат. Индивидуальная анатомическая изменчивость и варианты строения ЗЛХА. Передние отделы крючка удалены, задние отделы крючка и парагиппокампулярная извилина разведены, выделено сосудистое сплетение височного рога, хорошо видны круральная и обводная цистерны с Р2Р ЗМА. От Р2Р ЗМА, наряду с прочими перфорантами, отходил толстый сосуд, который, петлеобразно изгибаясь, входит в сосудистое сплетение. Он являлся источником для ЗЛХА, таламоколенчатых и педункулярных артерий. Затем он выходит из сосудистой щели и рассыпается на ветви в области медиального коленчатого тела; Видны несколько параллельных стволиков ЗЛХА, отходящих от области бифуркации ЗМА. Они вместе с ункальной артерией, отходящей от Р2Р, крепят её к крючку. Имеется несколько ветвей ЗЛХА, отходящих от Р2А, залегающих сначала в круральной цистерне, а затем входя в сосудистое сплетение. Показаны истоки ЗЛХА от Р2Р сегмента ЗМА. Рядом с ними находится исток ветви, кровоснабжающей крючок, причем одна из её дистальных ветвей, заходя в сосудистую щель, является ЗЛХА. Находясь в обводной цистерне, ствол ЗМА также дает несколько веток ЗЛХА диаметром 0,3-0,4 мм. И — общий вид этого препарата. Цифры: 1 — передняя ункальная артерия; 2 — унко-парагиппокампулярная артерия; 3А — цистернальный сегмент ПХА; 3Б — плексальный сегмент ПХА; 4 — капсуло-таламическая артерия, отходящая от ПХА; 5 — Р1 ЗМА; 6 — ЗСА, фетальный тип, диаметром — 4,2 мм; 7 — ВСА; 8 — А1 ПМА; 9 — таламоперфорирующая ветвь, отходящая от гипоплазированного Р1 ЗМА слева; 10 — ЗЛХА; 11 — вена Галена; 12 — хиазма; 13 — спинка турецкого седла; 14 — височный рог бокового желудочка; 15 — задняя ункальная и передняя парагиппокампулярная артерия (исток из Р2Р ЗМА); 16 — передняя нижняя височная артерия; 17 — притоки вен Розенталева группы (передний и задний педункулярный сегмент, мезенцефалический сегмент); 18 — отверстие Монро; 19 — сплетение бокового желудочка; 20 — передние отделы крючка (семилунарная и обводная извилины), верхушка крючка (кровоснабжение — передние ункальные артерии от ВСА, СМА, ПХА, реже от ЗМА); 21 — задние отделы крючка (голова гиппокампа, subiculum, место контакта fimbria и зубчатой фасции с СА3-4) — кровоснабжение задние ункальные артерии, передние парагиппокампулярные, гиппокампульно-ункопарагиппокампулярные артерии от ПХА, ЗМА, ЗСА; 22 — стриопаллидарный комплекс (кровоснабжение — СМА, ПХА, артерия Гюбнера — ПМА); 23 — Р2А ЗМА; 24 — Р2Р ЗМА; 24 — Р3 ЗМА; 25 — протрузия парагиппокампулярной извилины внутрь височного рога бокового желудочка — передние отделы представлены головкой гиппокампа; 26 — свод; 27 — столбы свода; 28 — II пара; 29 — таламоколенчатые артерии; 30 — III пара; 31 — средняя нижняя височная артерия; 32 — задняя нижняя височная артерия.

Артерии медиобазальной области височной доли головного мозга

Тип артерии	Зона кровоснабжения	Артериальный источник
1. Передняя ункальная артерия	Передний сегмент крючка	ПХА, СМА, ВСА
2. Задняя ункальная артерия	Задний сегмент крючка	ПХА
3. Унко-гиппокампальная артерия	Крючок (задний сегмент) + голова гиппокампа	ПХА, ЗСА
4. Унко-парагиппокампальная артерия	Крючок (передний сегмент) + парагиппокампальная извилина	ПХА, СМА, ВСА
5. Гиппокампально-унко-парагиппокампальная артерия	Крючок (задний сегмент) + голова гиппокампа + парагиппокампальная извилина (энториальная область)	ПХА, ЗМА, ЗСА
6. Передняя парагиппокампальная артерия	Передняя парагиппокампальная извилина (энториальная область)	СМА, ЗМА-ПНВА / P2, ВСА
7. Передняя гиппокампально-парагиппокампальная артерия	Голова гиппокампа + передняя парагиппокампальная извилина (энториальная область)	ЗМА-ПНВА / P2
8. Задняя парагиппокампальная артерия	Задняя парагиппокампальная извилина	ЗМА — СНВА / ЗНВА / P2
9. Задняя гиппокампально-парагиппокампальная артерия	Гиппокамп + задняя парагиппокампальная извилина	ЗМА — СНВА / ЗНВА / P2

ПХА — передняя хориоидальная артерия; СМА — средняя мозговая артерия; ЗМА — задняя мозговая артерия; ЗСА — задняя соединительная артерия; ВСА — внутренняя сонная артерия; ПНВА — передняя нижняя височная артерия; СНВА — средняя нижняя височная артерия; ЗНВА — задняя нижняя височная артерия; P2 — сегмент ЗМА. Классификация сегментов ункальных и парагиппокампальных артерий по Fernandez-Miranda J.C., de Oliveira E, 2010.

Fig. 8. The anatomical specimen. А — The topography of various orifices of PLChA arising from P2P segment of PCA in the region of ambient cistern. While located in crural cistern AChA gives several branches to anterior parts of uncus, parahippocampal area, caput hippocampi (Sommer's sector), semilunar gyrus and limen insulae. The significant capsulothalamic artery is arising from cisternal segment of AChA. The plexal segment of AChA enters into vascular fissure at the level of ambient cistern mixed with the branches of PLChA. The PLChAs are arising from hippocampal branch of PCA. The anterior inferior temporal artery hooks and enters into vascular fissure. This artery as well as common trunk P2P segment of PCA gives the thalamogeniculate, peduncular arteries and PLChAs. Б — The appearance of the same specimen. The topography of choroid arteries (AChA, PMChA, PLChA) in relation to cerebral peduncle, ventricular system and basal cisterns. В — Dissection of ambient cistern. The trunk of P2P segment of PCA is exposed. The arteries of PLChA group are going into vascular fissure in the region of the main branching of P2P segment of PCA (arrows). Г — The same aspect. The posterior anterior parahippocampal artery, which gives the small PLChAs (arrows) is exposed among vascular plexus. The two PMChAs (diameters — 0,7 mm and 1,0 mm) arising from P2A segment, two calcarine arteries (diameters — 1,5mm and 1,1 mm) and large splenial branch (diameter — 1,1 mm) were revealed during examination of this specimen at the right side; Д — Vascular plexus of temporal horn of lateral ventricle is displaced with exposure of orifices of anterior, middle and posterior inferior temporal arteries. Е — orifices of PLChA from P2P segment of PCA. The most common variant of PLChAs orifices is shown. They arise as fascicles or separate branches from PCA bifurcation. The anterior and posterior mesencephalic tributaries of Rosenthal vein are clearly seen. Ж — The appearance of specimen. From the front and above. The area of PCA bifurcation at the right is just behind the uncus and is fixed by large amount of PLChAs. The fetal type of posterior part of Willis circle is seen at the left, the multiple PLChAa are arising along the hole length of P2P segment of PCA, they enter into vascular fissure at the difference distances from uncus. З — The another anatomical specimen. The individual anatomical variability and types of PLChA. The anterior parts of uncus are removed, the posterior parts of uncus and parahippocampal gyrus are separated, the vascular plexus of temporal horn is exposed, the crural and ambient cisterns containing P2P segment of PCA are clearly seen. Together with other perforating vessels the large one arises from P2P ЗМА, when this ansiform vessel enters into vascular plexus. This vessel gives PLChAs as well as thalamogeniculate and peduncular arteries. Then it escapes from vascular fissure and branches in the area of medial geniculate body; some parallel small trunks of PLChA arising from PCA bifurcation are seen. These vessels together with uncal artery arising from P2P segment fix the PCA to uncus. There are several branches of PLChA which arise from P2A segment and run into crural cistern and then enter the vascular plexus. The orifices of PLChAs from P2P segment of PCA are shown. The orifice of branch supplying uncus is located close to PLChAs, moreover one of its distal branch entering the vascular fissure appears to be PLChA. The trunk of PCA located within ambient cistern also gives some PLChAs with diameter from 0,3 till 0,4 mm. И — the appearance of the specimen described above.

располагались на основном стволе ЗМА: на P2A-сегменте в 20% наблюдений, на P2P — в 35%, на P3 — в 10%. В остальных наблюдениях (35%) ЗЛХА отходили от парагиппокампальных артерий (11%), передних височных (2%), задних височных (5%), средних височных (1%), теменно-затылочных (5%), от ЗМХА (8%) и шпорных артерий (3%). ЗЛХА кровоснабжают ножки мозга, заднюю комиссуру, латеральное колечное тело, дорсомедиальные таламические ядра, хвостатое ядро, столбы свода. Часто общий ствол ЗЛХА, диаметром 0,5—0,7 мм, формируется из 3—4 мелких артерий с диаметром от 0,05 до 0,3 мм.

Он образует петли в толще сплетения височного рога бокового желудочка. В этих случаях передняя хориоидальная артерия тоньше, чем обычно. ЗЛХА, исходящие из P2A (передних височных, ункальных и гиппокампальных ветвей), намного тоньше, чем ЗЛХА, исходящие от P2P- и P3-сегментов. Это объясняется зоной перекрытия ЗЛХА с передними ункальными артериями, исходящими от передней хориоидальной артерии, M1 СМА, хориоидального сегмента ВСА. По данным J.C.Fernandez-Miranda, E. de Oliveira (2010), доля передних хориоидальных артерий (ПХА) в кровоснабжении передних отделов крючка, эн-

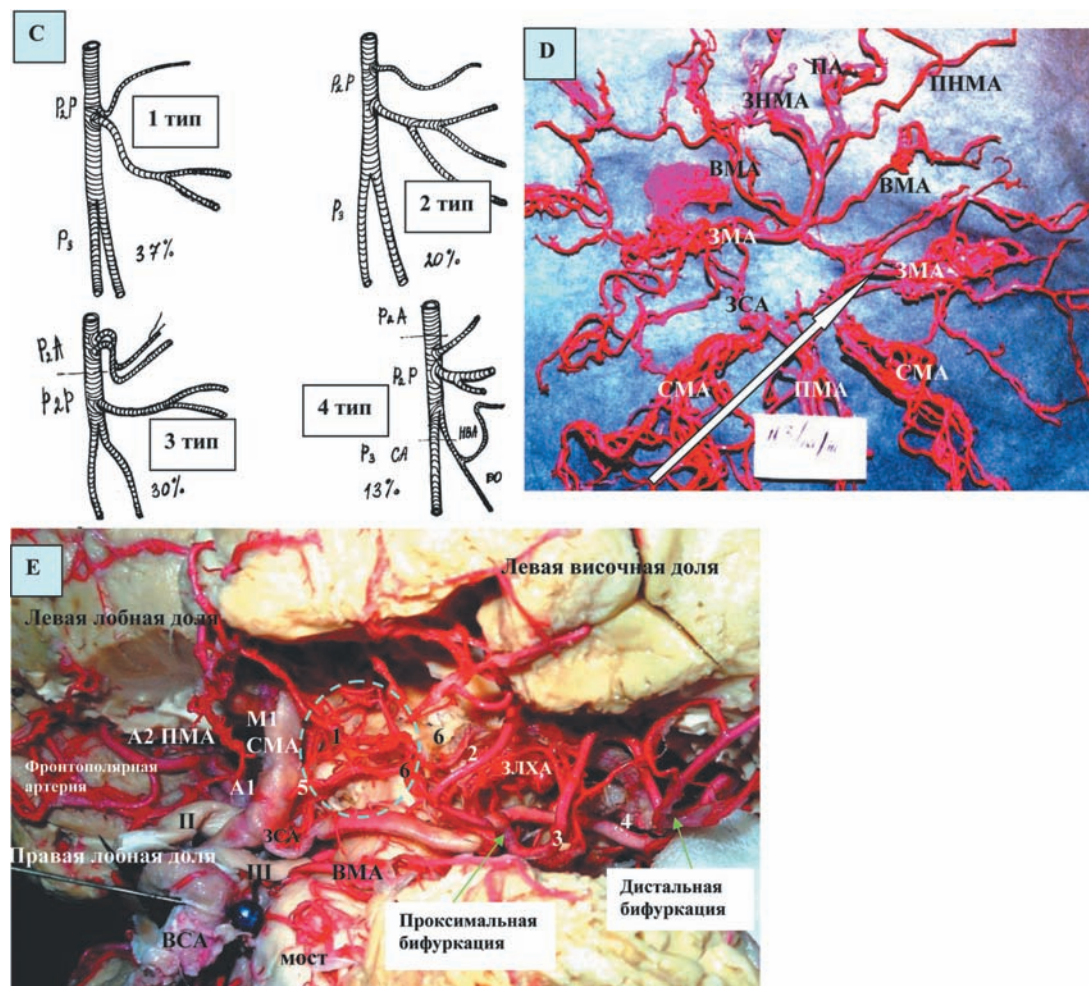


Рис. 9. Анатомические препараты. Индивидуальная изменчивость ветвления корковых ветвей ЗМА.

А — Анатомический препарат. Вид сбоку справа. Медиобазальные отделы височной доли пересечены, отведены и вывернуты. Показана топография проксимальной бифуркации ЗМА относительно желудочковой системы, дна СЧЯ, задних отделов глазодвигательного треугольника. В — тот же препарат. Вид сверху. Видны передние ункальные, гиппокампальные артерии, группа нижних височных артерий. На вставке область бифуркации ЗМА. Цифры: 1 — намет мозжечка, рассечен и отвернут; 2 — задняя треть сагиттального синуса; 3 — вена Лаббе; 4 — валик мозолистого тела; 5 — затылочный рог бокового желудочка; 6 — средний мозг с частично удаленным основанием; 7 — Р1 ЗМА; 8 — ВМА, петля основного ствола; 9 — роstralный ствол; 10 — каудальный ствол; 11 — кортикальный сегмент ВМА; 12 — церебеллоземецефалический сегмент ВМА; 13 — Р2Р ЗМА, проксимальная бифуркация ЗМА; 14 — задние отделы крючка; 15 — А1 ПМА; 16 — А2 ПМА; 17 — СМА; 18 — сплетение бокового желудочка; 19 — сплетение III желудочка и ЗМХА; 20 — зрительный тракт; 21 — III нерв; 22 — IV нерв; 23 — V нерв; 24 — эпифиз; 25 — лобный рог бокового желудочка; 26 — вены прозрачной перегородки; 27 — колено мозолистого тела; 28 — корковые ветви ЗМА: гиппокампальная ветвь, передняя нижняя височная артерия, средняя нижняя височная артерия; 29 — мозжечок; 30 — сток Герофила; 31 — вена Галена; 32 — вена Розенталя; 33 — кровяные озера намета или медиальная и латеральная группа тенториальных синусов; 34 — поперечный синус; 35 — прямой синус; 36 — верхний каменный синус; 37 — мамиллярные тела; 38 — межталамическая спайка; 39 — передняя комиссура; 40 — свод; 41 — общая височная артерия; 42 — передние ункальные артерии, исток СМА. С — Типы изменчивости ветвления корковых артерий ЗМА (см. текст). Схема ангиоархитектоники ЗМА. Д — Диссектированный препарат артерий головного мозга. Фетальный тип (стрелка). Е — Анатомический препарат. 1 — группа ункальных и парагиппокампальных артерий; 2 — передняя нижняя височная артерия; 3 — общая нижняя височная артерия; 4 — Р3 ЗМА (шпорная и теменно-затылочная); 5 — ПХА; 6 — парагиппокампальная и задняя ункальная артерия (от ЗМА)

Fig. 9. The anatomical specimens. The individual variation of cortical arteries branching of PCA. A — Anatomical specimen. Lateral view at the right. Mediobasal parts of temporal lobe are cut, displaced and everted. The topography of proximal PCA bifurcation in relation to ventricular system, base of MCF and posterior parts of oculomotor triangle is shown. B — the same specimen. View from above. The anterior uncus, hippocampal and inferior temporal arteries are seen. The area of PCA bifurcation is shown on the insertion. Digitals: 1 — tentorium cerebelli is cut and turned off; 2—the posterior third of sagittal sinus; 3 — vein of Labbe; 4—splenium; 5 — occipital horn of lateral ventricle; 6—mesencephalon with partially resected base; 7 — P1 segment of PCA; 8—PCA, the loop of the main trunk; 9 — rostral trunk; 10—caudal trunk; 11—cortical segment of SCA; 12—cerebellomesencephalic segment of SCA; 13 — P2P segment of PCA, proximal bifurcation of PCA; 14 — posterior parts of uncus; 15 — A1 segment of PMA; 16 — A2 segment of ACA; 17 — MCA; 18—vascular plexus of lateral ventricle; 19 — vascular plexus of III ventricle and PMChA; 20—optic tract; 21 — III nerve; 22 — IV nerve; 23 — V nerve; 24 — pineal gland; 25 — frontal horn of lateral ventricle; 26—veins of pellucid septum; 27 — genu of corpus callosum; 28 — cortical branches of PCA: hippocampal artery, anterior inferior temporal artery, middle inferior temporal artery; 29 — cerebellum; 30 — torcular Herophili; 31 — vein of Galen; 32 — vein of Rosenthal; 33 — blood lacunas of tentorium or medial and lateral groups of tentorial sinuses; 34 — transverse sinus; 35 — straight sinus; 36 — superior petrosal sinus; 37—mamillar bodies 38 — interthalamic adhesion; 39 — anterior commissure; 40 — fornix; 41 — common carotid artery; 42 — anterior uncus arteries, orifice of MCA.

торинального поля, семилунарной и обводной извилины составляет 83%, внутренней сонной артерии (ВСА) — 45% и средней мозговой артерии (СМА) — 94%, ЗМА — 17%. Как правило, если цистернальный сегмент ПХА дает небольшое количество ветвей к крючку, порогу островка и гиппокампу, эту зону кровоснабжают передние и задние ункальные, парагиппокампальные артерии, исходящие от Р2А и Р2Р ЗМА [11]. Эти анатомические данные следует учитывать при транслиминальных, подвисочных, трансхориоидальных доступах, при резекции полюса височной доли и разведении силвиевой щели.

Корковые ветви ЗМА (рис. 9). В эту группу включена группа нижних височных артерий, теменно-затылочные, шпорные и спленальные артерии. В группу нижних височных артерий включают гиппокампальные ветви, передние, средние и задние нижние височные артерии. Нижние височные артерии кровоснабжают нижнюю часть височной доли, перекрываясь с верхними височными артериями из СМА, которые питают полюс височной доли.

Гиппокампальная артерия обнаружена в 100% наблюдений, кровоснабжающая крючок, голову гиппокампа, гиппокампальную и зубчатую извилины. Эта артерия отходит от ствола ЗМА наиболее проксимально и является первой корковой ветвью ЗМА. В 90% наблюдений гиппокампальная артерия была представлена одним стволом, в 8% — двумя и в 2% — тремя. В 2% наблюдений гиппокампальная артерия имела значительные размеры и распространялась на всю переднюю треть височной доли, включая его полюс. При этом доля кровоснабжения из каротидного бассейна была минимальной.

Передняя нижняя височная артерия обычно являлась второй корковой ветвью ЗМА. Она обнаружена в 50% гемисфер, исходила от Р2А в 30% наблюдений и от общей нижней височной артерии — в 20%. В 6% наблюдений она снабжала полюс височной доли с диаметром от 1,2 до 1,7 мм (см. рис. 9).

Средняя нижняя височная артерия была обнаружена в 100% наблюдений и всегда отходила от общей нижней височной артерии. Ее диаметр составил 0,8—1,4 мм (в среднем 1,1 мм).

Задняя нижняя височная артерия была представлена в 100% гемисфер. Она исходила от Р2Р в 87% наблюдений и от Р3 — в 13%. Ее диаметр был от 0,7 до 2,4 мм (в среднем 1,8 мм). Наряду с общей височной артерией, это самая крупная ветвь, и количество вторичных корковых ветвей, получаемых в результате ее деления, превышает все другие ветви. Зоной ее кровоснабжения была вся задненижняя поверхность височной и затылочной доли, иногда полюс затылочной доли и язычная извилина.

Общая височная артерия выявлена в 100% наблюдений. В 20% наблюдений от нее отходили все кортикальные ветви ЗМА, кроме гиппокампальной артерии. В остальных наблюдениях от общей височной артерии отходили средняя и задняя нижняя височные артерии. Во всех на-

блюдениях общая височная артерия отходила от Р2Р-сегмента ЗМА. Диаметр составил 1,8—2,6 мм (в среднем 2,1 мм).

Теменно-затылочная артерия обнаружена на всех препаратах. Она отходила от Р2Р в 60% наблюдений и от Р3 — в 40%. Диаметр теменно-затылочной артерии составил 1,2—2,2 мм (в среднем 1,6 мм). По ходу она отдавала мелкие веточки к подушке таламуса, среднему мозгу, латеральному коленчатому телу. Она является источником для ЗМХА и ЗЛХА, спленальных и пинеальных артерий. Артерия проходила в одноименной борозде и кровоснабжала заднюю треть парасагиттальной области, латеральную затылочную извилину, *cuneus*, *prescuneus*.

Шпорная артерия была представлена во всех наблюдениях и кровоснабжала язычную извилину и полюс затылочной доли. В 90% наблюдений она отходила от ЗМА одним стволом, в 10% наблюдали ее удвоение. Диаметр шпорной артерии — 0,6—1,7 мм (в среднем 1,3 мм).

Проведенное исследование изменчивости ветвления корковых артерий ЗМА позволяет выделить несколько типов кровоснабжения головного мозга.

Первый тип (37% наблюдений) характеризуется отсутствием передней нижней височной артерии, а от общей нижней височной артерии отходили средняя и задняя височные артерии. Это наиболее распространенный тип ветвления ЗМА.

Второй тип (20% наблюдений) характеризуется наличием всех артерий, общая нижняя височная артерия является истоком для всех нижних височных артерий.

Третий тип (30% наблюдений), в отличие от первого, характеризуется наличием самостоятельно отходящей от Р2А ЗМА передней нижней височной артерии.

Для четвертого типа (13% наблюдений), в отличие от первого, характерно наличие добавочной задней нижней височной артерии, отходящей от теменно-затылочной артерии.

Заключение

Знание вариантов строения задних отделов АКБМ, верхушки базиллярной артерии, индивидуальной анатомической изменчивости и топографии основных стволов задней мозговой артерии, топографии перфорирующих артерий позволяет наиболее точно выбрать оптимальный доступ к заднему отделу АКБМ и улучшить результаты клипирования АА задних отделов АКБМ.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Крылов Владимир Викторович — академик РАН, профессор, руководитель научного отделения неотложной нейрохирургии НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, зав. кафедрой нейрохирургии и нейрореанимации Московского государственного медико-стоматологического университета.

Люнькова Регина Николаевна — мл. научный сотрудник отделения неотложной нейрохирургии НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, старший лаборант каф. нейрохирургии и нейрореанимации Московского государственного медико-стоматологического университета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Добровольский Г.Ф. Методологические основы топографической нейропато-морфологии мозга, основания черепа, шейного отдела позвоночника и структурных элементов системы ликворообращения. // М.: Компания Спутник, 2003.-49 с.
2. Завалишин Е.Е. и др. Топографо-анатомическое обоснование трансорального доступа к аневризмам вертебробазилярного бассейна // VII Всероссийская научно-практическая конференция «Поленовские чтения». — Материалы конференции. — СПб, 2007.
3. Люнькова Р.Н. и др. Индивидуальная изменчивость дистальной трети базилярной артерии. // XII Всероссийская научно-практическая конференция «Поленовские чтения». — Материалы конференции. — СПб, 2013.
4. Люнькова Р.Н. Хирургическая анатомия задней мозговой артерии // Вопросы прикладной анатомии и хирургии. Материалы IX региональной конференции СНО и молодых ученых медицинских ВУЗов и лабораторий НИИ. — СПб, 2003, стр. 70-81.
5. Микрохирургия аневризм виллизиева многоугольника // под ред. члена-корр. РАМН проф. В.В. Крылова. — М., 2004.
6. Микрохирургия аневризм головного мозга // под ред. проф. В.В. Крылова. — М., 2011, стр. 308-312.
7. Хирургия аневризм головного мозга // под ред. акад. РАМН проф. В. В. Крылова. В 3-х томах. М., 2011. Том II, стр.339-380.
8. de Oliveira E., Tedeschi H., Siqueira M.G., Ono M., Rhoton A.L.Jr., Peace D. Anatomic principles of cerebrovascular

- surgery for arteriovenous malformations. Clin Neurosurg. 1994; 41: 364-380.
9. Campero A., Trocoli G., Fernandez-Miranda J.C., Rhoton A.L. Jr. Microsurgical approaches to the medial temporal region: an anatomical study. Neurosurgery. 2006; 59(4 Suppl 2). — P 279-307.
10. Fernandez-Miranda J.C., de Oliveira E., Rhoton A.L. Jr. Microvascular anatomy of the medial temporal region: Part I: Its Application to Arteriovenous malformation surgery. Neurosurgery. 2010; 67 \Operative Neurosurgery I\ pp 237-276.
11. Erdem A., Yasargil G., Roth P. Microsurgical anatomy of the hippocampal arteries. J Neurosurg. 1993; 79(2): 256-265.
12. Huther G., Dorfl J., Van der Loos H., Jeanmonod D. Microanatomic and vascular aspects of the temporomesial region. Neurosurgery. 1998; 43(5): 1118-1136.
13. Margolis M.T., Newton T.H., Hoyt W.F. The posterior cerebral artery: gross and roentgenographic anatomy. In: Newton T.H., Potts D.G., eds. Radiology of the Skull and Brain. Vol 2. St Louis, MO: CV Mosby; 1974:1551-1578.
14. Marinkovic S.V., Milisavljevic M.M., Vuckovic V.D. Microvascular anatomy of the uncus and the parahippocampal gyrus. Neurosurgery. 1991; 29(6):805-814.
15. Marinkovic S., Gibo H. Microanatomy of the intrachoroidal vasculature of the lateral ventricle. Neurosurgery. 2005; 57 (1 Suppl): 22-36.
16. Rhoton A.L. Jr: Cranial Anatomy and surgical approaches, Neurosurgery. Lippincott Williams & Wilkins, 2006, 746 pp.
17. Seoane E.R., Tedeschi H., de Oliveira E., Rhoton A.L. Jr. Management strategies for posterior cerebral artery aneurysms: a proposed new surgical classification. Acta Neurochir (Wien). 1997; 139(4): 325-331.
18. Saeki N., Rhoton A.L. Jr: Microsurgical anatomy of the upper basilar artery and the posterior circle of Willis. J Neurosurg, — 1977, (46): 563-578.
19. Yasargil M. Microneurosurgery. Vol I. Stuttgart, Germany: Georg Thieme Verlag; 1984.
20. Zeal A.A., Rhoton A.L. Jr. Microsurgical anatomy of the posterior cerebral artery. J Neurosurg. 1978; 48 (4):534-559.