

УДК 611.441 — 013:591.4

## КОНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИЛЛИЗИЕВА КРУГА ВЗРОСЛОГО ЧЕЛОВЕКА

Н.А. Трушель, к.м.н., доцент; П.Г. Пивченко, д.м.н., профессор

Кафедра нормальной анатомии

УО «Белорусский государственный медицинский университет»

*Исследовано 117 препаратов головного мозга взрослого человека с различным типом конституции черепа, на которых изучены анатомия и топография сосудов артериального круга большого мозга (виллизиева круга).*

*Методы исследования: макромикроскопический, морфометрический, статистический. Установлены вариации строения и топографии сосудов виллизиева круга, его морфометрические особенности у взрослого человека в зависимости от пола и формы черепа.*

**Ключевые слова:** человек, головной мозг, артерии.

*117 preparations of the adult brain with different types of skull constitution have been examined. The anatomy and topography of the vessels of the arterial circle of cerebrum have been studied on these specimens.*

*The following methods of research have been used: macro-microscopic, morphometric and statistic. The variations of structure and topography of the circle of Willis and its morphometrical characteristics in an adult have been revealed according to sex and form of the skull.*

**Key words:** man, brain, arteries.

Актуальность настоящего исследования обусловлена высокой частотой заболеваемости и смертности при патологии сосудов головного мозга и, в частности, артериального круга большого мозга [1, 3–10]. Изучению строения и топографии сосудов мозга посвящено большое количество работ [2, 5, 7, 8, 9]. При этом большинство исследований свидетельствует о влиянии аномалий и вариантов анатомического строения артерий головного мозга на регуляцию гемодинамики и возникновение патологии (инфаркт мозга, атеросклероз сосудов мозга и др.) [1, 5, 7]. Однако при описании вариантов виллизиева круга анализ его морфометрических и конституциональных особенностей не представлен [1, 5, 8]. Литературные данные свидетельствуют о том, что недостаточно или фрагментарно изучены индивидуальные, морфометрические и топографические особенности строения сосудов головного мозга в зависимости от пола и конституции черепа. И в то же время, любые новые данные о вариантной анатомии и биометрических характеристиках артерий головного мозга практически значимы при современных методах инструментального исследования (ангиография, сонография), а также в ангиохирургии. Учитывая вышеизложенное, **цель настоящего исследования** — изучить строение, морфометрические параметры и топографию сосудов головного мозга, участвующих в формировании виллизиева круга взрослого человека в зависимости от пола и формы черепа.

### Материал и методы

Макро-микроскопически и морфометрически изучены сосуды виллизиева круга на 117 препаратах головного мозга человека обоего пола (57 женщин и 60 мужчин) с различной конституцией черепа (классификация по С.С.Михайлову [4]), умер-

ших в возрасте от 20 до 87 лет от заболеваний, не связанных с поражением головного мозга или его сосудов. Материал получен в соответствии с Законом Республики Беларусь № 51–3 от 12.11.2001 г. «О погребении и похоронном деле» из служб судебных экспертиз г. Минска, Минской области и Минского городского патологоанатомического бюро, а также из фонда кафедры нормальной анатомии БГМУ.

Для морфометрической характеристики сосудов виллизиева круга измерялись следующие параметры: диаметр артерий, образующих виллизиев круг, у места их отхождения, продольный размер (длина) круга в сагиттальной плоскости от середины передней соединительной артерии до места бифуркации основной артерии, его поперечный размер (ширина) — от центров противоположных внутренних сонных артерий в области их деления на переднюю и среднюю мозговые артерии. Полученные данные обработаны вариационно-статистически.

### Результаты исследования

У мезоцефалов длина виллизиева круга равна  $2,7 \pm 0,2$  мм, ширина —  $2,1 \pm 0,1$  мм; у долихоцефалов — длина —  $2,7 \pm 0,2$  мм, ширина —  $1,9 \pm 0,1$  мм; у брахицефалов, соответственно,  $2,4 \pm 0,2$  мм и  $2,3 \pm 0,2$  мм. Симметричное (классическое) строение виллизиева круга, при котором длина, диаметр и количество сосудов одной половины круга примерно равно второй его половине, у мезоцефалов наблюдается в 62,5% случаев, у долихоцефалов — в 69,2% случаев и у брахицефалов — в 70,7% случаев. При асимметричном строении виллизиева круга наблюдается удлинение или укорочение передней мозговой или задней соединительной артерии с одной стороны круга. У мезоцефалов асимметричное строение виллизиева круга встречается

ся одинаково часто как с преобладанием правой, так и левой его половин; у долихоцефалов — в 70% случаев длина сосудов виллизиева круга увеличена с правой стороны и в 30% случаев с левой, а у брахицефалов — в 60% случаев справа и в 40% случаев слева. В зависимости от пола человека классическое строение артерий виллизиева круга у женщин составляет 42,6%, а у мужчин — 29,5%.

При изучении морфометрических и топографических особенностей сосудов виллизиева круга у мезоцефалов выявлены следующие вариации: классическое строение виллизиева круга встречается в 37,5% случаев; удвоение передней соединительной артерии (рис. 1) отмечается в 6,2% случаев; гипоплазия передней мозговой артерии слева (рис. 2) — в 6,25% случаев; аплазия задней соединительной артерии наблюдается справа в 12,5% случаев; аплазия задней соединительной артерии с обеих сторон (рис. 3) — в 12,5% случаев; задняя трифуркация левой внутренней сонной артерии, при которой задняя мозговая артерия отходит от внутренней сонной артерии, а часть задней мозговой артерии, примыкающая к основной артерии, остается при этом неразвитой, обнаружена в 12,5% случаев; плексиформный тип, при котором основная артерия продолжается в виде сети от 5 до 12 мелких артериальных сосудов диаметром 0,4–1,4 мм (рис. 4) — 6,25% случаев. Выявлен новый тип, при котором вместо двух задних мозговых артерий имеется одна, соединяющая нижние концы задних соединительных артерий между собой; при этом основная артерия делится на крупные верхние мозжечковые артерии и отдает тонкую соединительную ветвь в области деления, соединяющую ее с задней мозговой артерией (трифуркация основной артерии) (рис. 5) — в 6,25% случаев.

У долихоцефалов наблюдаются следующие особенности сосудов виллизиева круга: классическое строение установлено в 30,7% случаев, расщепление передней соединительной ветви (рис. 6) составляет 7,7% случаев, удвоение передней соединительной артерии — 7,7% случаев, гипоплазия передней мозговой артерии справа — 7,7% случаев, аплазия задней соединительной артерии (рис. 7) справа — 7,7% случаев, аплазия задней соединительной артерии с обеих сторон — 7,7% случаев, задняя три-

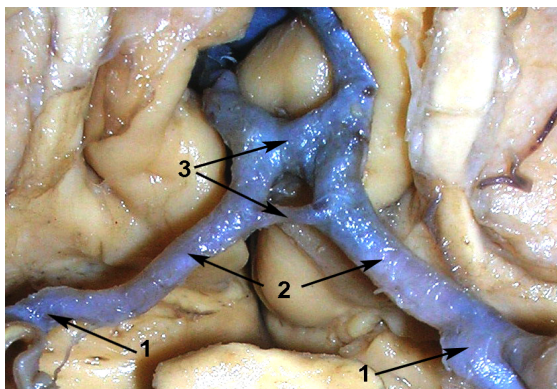


Рисунок 1 — Удвоение передней соединительной артерии. 1 — внутренняя сонная артерия; 2 — передняя мозговая артерия; 3 — удвоение передней соединительной артерии

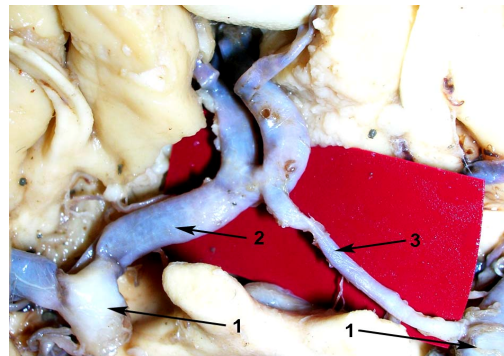


Рисунок 2 — Гипоплазия передней мозговой артерии слева. 1 — внутренняя сонная артерия; 2 — передняя мозговая артерия справа; 3 — гипоплазированная передняя мозговая артерия слева

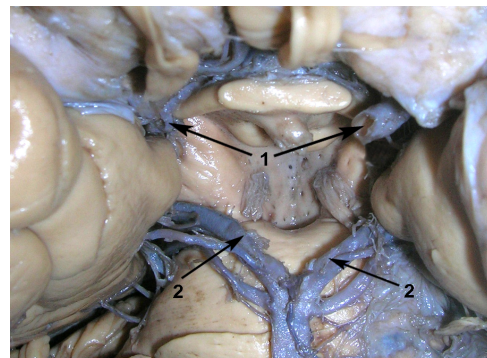


Рисунок 3 — Аплазия задней соединительной артерии с обеих сторон. 1 — внутренняя сонная артерия; 2 — задняя мозговая артерия

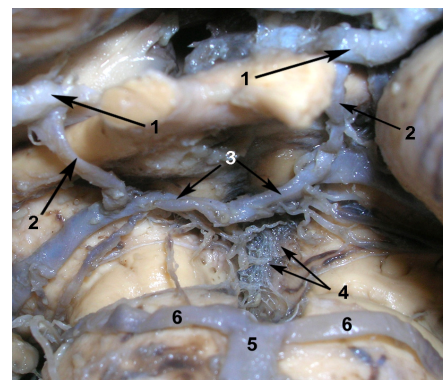


Рисунок 4 — Плексиформный тип. 1 — внутренняя сонная артерия; 2 — задняя соединительная артерия; 3 — задняя мозговая артерия; 4 — основная артерия в виде сети из множества мелких сосудов; 5 — основная артерия; 6 — верхняя мозжечковая артерия

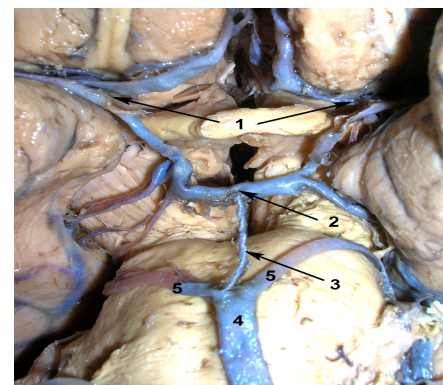
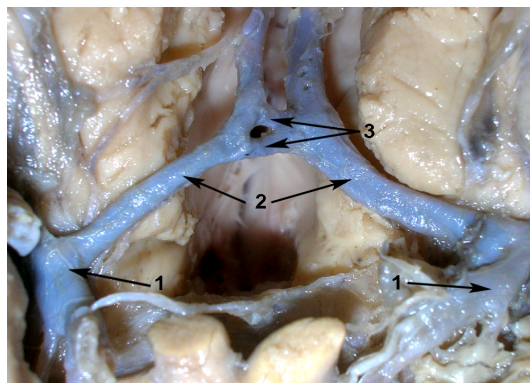
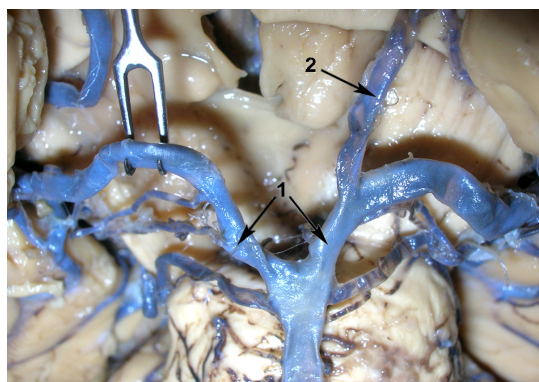


Рисунок 5 — Трифуркация основной артерии (новый тип). 1 — внутренняя сонная артерия; 2 — задняя мозговая артерия; 3 — соединительная ветвь; 4 — основная артерия; 5 — верхняя мозжечковая артерия



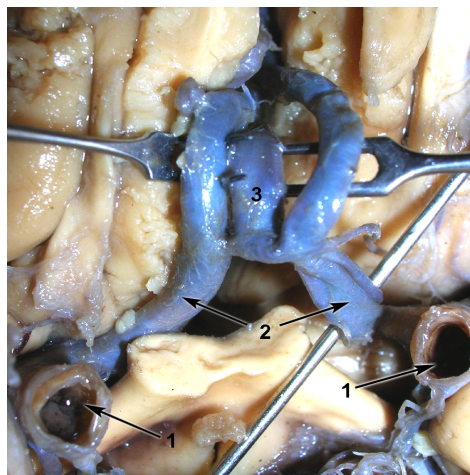
**Рисунок 6** — Расщепление передней соединительной артерии.  
1 — внутренняя сонная артерия; 2 — передняя мозговая артерия;  
3 — расщепление передней соединительной артерии



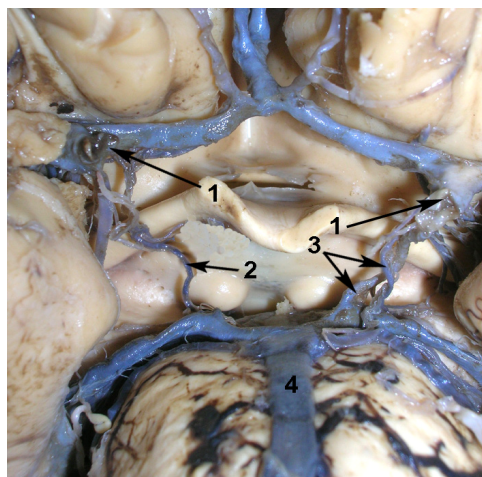
**Рисунок 7** — Аплазия задней соединительной артерии справа.  
1 — задняя мозговая артерия; 2 — задняя соединительная артерия слева

фуркация правой внутренней сонной артерии — 23,1% случаев и плексиформный тип — в 7,7% случаев.

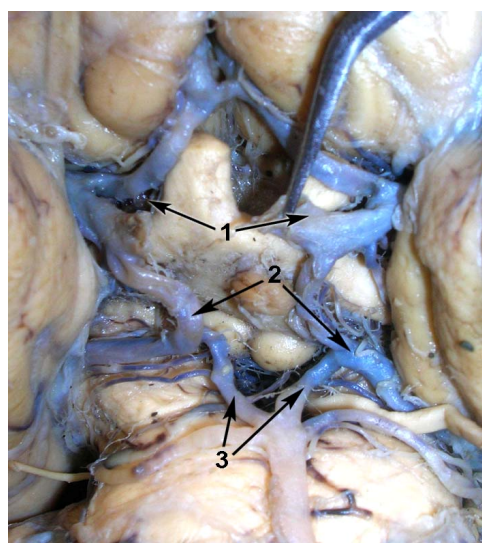
У брахицефалов выявлены следующие варианты анатомии виллизиева круга: классическое строение по сравнению с мезоцефалами и долихоцефалами отмечается чаще — в 41,5% случаев, а расщепление передней соединительной артерии реже: в 2,4% случаев. Другие варианты при данном типе черепа распределены следующим образом: гипоплазия передней мозговой артерии — в 2,4% случаев справа и в 4,9% слева, увеличение числа передних мозговых артерий после соединения их передней соединительной ветвью (рис. 8) — в 4,9% случаев, удвоение задней соединительной артерии слева (рис. 9) наблюдалось в 2,4% случаев; аплазия задней соединительной артерии выявлена справа в 2,4% и слева в 12,2% случаев; аплазия задней соединительной артерии с обеих сторон — в 7,3% случаев. Случаи задней трифуркации правой внутренней сонной артерии составили 2,4% и левой — 7,3% наблюдений; задняя трифуркация внутренней сонной артерии с обеих сторон (рис. 10) (межсистемный вариант, при котором задние мозговые артерии являются связующим звеном между обеими половинами виллизиева круга) — в 2,4% случаев; гипоплазия задней мозговой артерии справа и слева — по 2,4% случаев; плексиформный тип составил 2,4% наблюдений.



**Рисунок 8** — Увеличение числа передних мозговых артерий.  
1 — внутренняя сонная артерия; 2 — передняя мозговая артерия;  
3 — дополнительная передняя мозговая артерия



**Рисунок 9** — Удвоение задней соединительной артерии с левой стороны.  
1 — внутренняя сонная артерия; 2 — задняя соединительная артерия;  
3 — удвоенная задняя соединительная артерия;  
4 — основная артерия



**Рисунок 10** — Задняя трифуркация внутренней сонной артерии с обеих сторон.  
1 — внутренняя сонная артерия; 2 — задняя мозговая артерия, отходящая от внутренней сонной артерии;  
3 — гипоплазированная часть задней мозговой артерии, отходящая от основной артерии

Вариантная изменчивость морфометрических характеристик артерий большого мозга представлена в таблице 1. Так, диаметр передней мозговой артерии у мезоцефалов справа ( $2,4 \pm 0,09$  мм) несколько больше, чем слева ( $2,3 \pm 0,14$  мм); у долихоцефалов и брахицефалов, наоборот, диаметр правой передней мозговой артерии ( $2,4 \pm 0,13$  мм и  $2,5 \pm 0,08$  мм, соответственно) немного меньше левой ( $2,6 \pm 0,10$  мм и  $2,7 \pm 0,08$  мм). Такие же особенности морфометрических параметров у мезоцефалов характерны и для средней мозговой артерии: диаметр справа ( $3,3 \pm 0,12$  мм) больше, чем слева ( $3,2 \pm 0,11$  мм). У долихоцефалов и брахицефалов диаметр средней мозговой артерии с обеих сторон примерно одинаковый ( $3,2 \pm 0,16$  мм и  $3,17 \pm 0,16$  мм у долихоцефалов и  $3,4 \pm 0,09$  мм и  $3,4 \pm 0,08$  мм у брахицефалов).

Диаметр задней мозговой артерии у мезоцефалов ( $2,5 \pm 0,15$  мм) и долихоцефалов ( $2,7 \pm 0,11$  мм) слева больше, чем справа ( $2,4 \pm 0,15$  мм и  $2,3 \pm 0,14$  мм, соответственно); у брахицефалов выявлено обратное соотношение: калибр правой задней мозговой артерии ( $2,7 \pm 0,09$  мм) больше, чем левой ( $2,5 \pm 0,07$  мм).

Таблица 1 – Значения критерия Крамера–Уэлча при различной конституции черепа

Артерия / тип конституции	«М–Д»	«М–Б»	«Д–Б»
a. cerebri anterior dextra	0,0000*	0,7071*	4,4159
a. cerebri anterior sinistra	2,1213	17,6635	4,4159
a. communicans anterior	0,2777*	3,9497	2,7928
a. cerebri media dextra	0,3536*	0,4472*	5,5857
a. cerebri media sinistra	0,0000*	8,8318	5,5857
a. communicans posterior dextra	10,3923	11,1714	3,9497
a. communicans posterior sinistra	0,3536	0,4472*	0,0000*
a. cerebri posterior dextra	0,4472*	8,3785	17,6635
a. cerebri posterior sinistra	5,5857	0,0000*	8,8318

Условные обозначения: М – мезоморфный, Д – долихоморфный, Б – брахиморфный; \* – между средними «X–Y» отсутствуют различия на уровне достоверности  $\alpha=0,05$ .

Передняя соединительная артерия, связывающая передние мозговые артерии, более выражена у мезоцефалов (диаметр  $1,7 \pm 0,27$  мм), чем у долихоцефалов ( $1,6 \pm 0,19$  мм) и брахицефалов ( $1,5 \pm 0,11$  мм). Длина передней соединительной артерии у людей с разной конституцией черепа примерно одинаковая, с разницей в пределах  $0,18–0,19$  мм. Отмечаются половые различия диаметра передней соединительной артерии: у женщин он на 23 % больше, чем у мужчин.

Наиболее крупный диаметр задней соединительной артерии отмечается у долихоцефалов —  $1,5 \pm 0,27$  мм (справа) и  $1,1 \pm 0,16$  мм (слева), несколько меньше у брахицефалов —  $1,3 \pm 0,12$  мм (справа) и  $1,1 \pm 0,12$  мм (слева), у мезоцефалов он имеет величину —  $0,9 \pm 0,19$  мм (справа) и  $1,2 \pm 0,16$  мм (слева). При этом отмечается, что калибр задней соединительной ветви у мезоцефалов и брахицефалов справа меньше, чем слева, а у долихоцефалов отмечается преобладание правых размеров по сравнению с левыми. Выявлено, что при укороченной задней соединительной артерии с одной стороны

ее часто компенсирует удлинённая задняя мозговая артерия этой же стороны (т. е. увеличен размер задней мозговой артерии между местом ее отхождения от основной артерии до места соединения с задней соединительной артерией). У женщин диаметр задней соединительной артерии превышает таковой у мужчин на 20%.

На основании анализа полученных результатов можно сделать следующие **выводы**:

1. Частота встречаемости классического строения артерий виллизиева круга у женщин составляет 42,9%, а у мужчин — 29,5%.

2. Поперечный и продольный размеры артериального круга большого мозга у брахицефалов примерно равны, в то время как у мезоцефалов соотношение поперечного к продольному составляет — 1 : 1,3 и долихоцефалов — 1 : 1,4.

3. Морфометрические показатели диаметра сосудов виллизиева круга, как правило, у брахицефалов больше по сравнению с мезоцефалами и долихоцефалами.

4. У долихоцефалов и брахицефалов сосуды виллизиева круга справа длиннее, чем слева (правосторонняя асимметрия); у мезоцефалов одинаково часто встречается лево- и правосторонняя диссимметрия.

5. Различные варианты строения артериального круга большого мозга наблюдаются у брахицефалов на 23% больше, чем у мезоцефалов и долихоцефалов.

6. При всех типах конституции черепа в 2,4–23,1% случаев встречаются варианты строения виллизиева круга в виде уменьшения или увеличения диаметра артерий (гипоплазия, задняя трифуркация), в 2,4–12,2% случаев наблюдается отсутствие или удвоение артерий.

#### Литература

1. Верещагин, Н. В. Инсульт. Принципы диагностики, лечения и профилактики / Н. В. Верещагин, М. А. Пирадов, З. А. Суслина. — М., 2002. — 287 с.
2. Ганнушкина, И. В. Физиология и патофизиология мозгового кровообращения / И. В. Ганнушкина // В кн.: Сосудистые заболевания нервной системы. Под ред. Е.В.Шмидта. Раздел IV. — М., «Медицина», 1975. — С. 65–105.
3. Гончар, А. А. Локализация разорвавшихся аневризм по данным церебральной ангиографии / А. А. Гончар, И. А. Гончар // Медицинский журнал. — Минск, 2007. — № 3. — С. 41 — 43.
4. Михайлов, С. С. Анатомия человека / С. С. Михайлова. — 2-е изд., — М., «Медицина», 1984. — 704 с.
5. Савич, В. И. Патологические изменения экстра- интракраниальных артерий и инфаркт мозга / В. И. Савич. — Минск, 1987. — 144 с.
6. Скороход, А. А. Клинико-инструментальная характеристика форм кровоизлияний и особенности течения геморрагического периода разрыва артериальных аневризм головного мозга / А. А. Скороход // Медицинский журнал. — Минск, 2007. — № 2. — С. 78–81.
7. Шмидт, Е. В. Стеноз и тромбоз сонных артерий и нарушения мозгового кровообращения / Е. В. Шмидт. — М., Медгиз, 1963. — 319 с.
8. Шмидт, Е. В. Сосудистые заболевания головного и спинного мозга / Е. В. Шмидт, Д. К. Лунев, Н. В. Верещагин. — М., 1976. — 282 с.
9. Шмидт, Е. В. Классификация сосудистых поражений головного и спинного мозга / Е. В. Шмидт, Г. А. Максудов // «Ж-л невропатол. и психиатр.». — М., 1971. — № 1. — С. 3–12.
10. Acerbi, G. Timing of aneurism surgery and angiography, based on transcranial Doppler evaluation of cerebral vasospasm and clinical condition / G. Acerbi, A. Pien, P. Caciagli // Cerebral Vasospasm. — Amsterdam, 1993. — P. 369–373.

Поступила 22.01.08