

Варианты аномалий строения виллизиева круга у пациентов с острым нарушением мозгового кровообращения в различных сосудистых бассейнах

С.К. Перминова^{1*}, А.А. Якупова²

¹Городская клиническая больница №7, г. Казань, Россия;

²Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия

Реферат

Актуальность. Частота и тяжесть острого нарушения мозгового кровообращения имеют зависимость от вариантов аномалии строения виллизиева круга.

Цель. Выявить частоту и варианты аномалии виллизиева круга у пациентов с острым нарушением мозгового кровообращения с оценкой тяжести неврологических нарушений по шкале инсульта Национального института здоровья США (NIHSS).

Материал и методы исследования. В исследование по анализу существующей практики вошли 47 пациентов с острым нарушением мозгового кровообращения в условиях аномалии строения виллизиева круга: 21 мужчина и 26 женщин, средний возраст $67,08 \pm 16,03$ года. Всем пациентам выполнены магнитно-резонансная томография, магнитно-резонансная ангиография головного мозга, неврологический осмотр с применением NIHSS.

Результаты. Пациенты с отсутствием одной задней соединительной артерии имели значимую тяжесть инсульта по NIHSS: $9,429 \pm 5,840$ балла (неврологические нарушения средней степени), $p=0,016$. Результаты у пациентов с отсутствием обеих задних соединительных артерий составили $5,667 \pm 4,410$ балла ($p=0,939$), у пациентов с задней трифуркацией — $5,200 \pm 6,058$ балла ($p=0,864$), группа с аномалией в виде отсутствия всех соединительных артерий имела по NIHSS $4,000 \pm 2,828$ балла (неврологические нарушения лёгкой степени), $p=0,602$. Группа пациентов с передней трифуркацией показала наименьшие результаты: $3,500 \pm 2,121$ балла ($p=0,492$). Нарушения кровообращения в вертебробазиллярном бассейне значимо чаще встречаются при патологии виллизиева круга, состоящей в трифуркации, по сравнению с группой пациентов с отсутствием не менее одной соединительной артерии ($p=0,037$).

Вывод. Пациенты с инсультом и отсутствием одной задней соединительной артерии имели неврологические нарушения средней степени тяжести по NIHSS с локализацией катастрофы преимущественно в бассейне левой средней мозговой артерии; у пациентов с отсутствием обеих задних соединительных артерий неврологические нарушения были лёгкой степени тяжести; пациенты с инсультом в вертебробазиллярном бассейне имели чаще аномалию строения виллизиева круга в виде трифуркации.

Ключевые слова: виллизиев круг, аномалия строения, нарушение кровоснабжения.

Для цитирования: Перминова С.К., Якупова А.А. Варианты аномалий строения виллизиева круга у пациентов с острым нарушением мозгового кровообращения в различных сосудистых бассейнах. *Казанский мед. ж.* 2022;103(4):602–607. DOI: 10.17816/KMJ2022-602.

ORIGINAL STUDY | DOI: 10.17816/KMJ2022-602

Variants of anomalies in the structure of the Willis circle in patients with acute cerebrovascular accident in various vascular beds

S.K. Perminova^{1*}, A.A. Yakupova²

¹City Clinical Hospital No. 7, Kazan, Russia;

²Kazan State Medical University, Kazan, Russia

*Для переписки: sveta1perminova@yandex.ru
Поступила 16.12.2021; принята в печать 11.03.2022;
опубликована: 10.08.2022.

© Эко-Вектор, 2022. Все права защищены.

*For correspondence: sveta1perminova@yandex.ru
Submitted 16.12.2021; accepted 11.03.2022;
published: 10.08.2022.

© Eco-Vector, 2022. All rights reserved.

Abstract

Background. The frequency and severity of acute cerebrovascular accident depend on the variants of the anomaly in the structure of the Willis circle.

Aim. To identify the frequency and variants of the Willis circle anomaly in patients with acute cerebrovascular accident with an assessment of the severity of neurological disorders according to the National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS).

Material and methods. The study included 47 patients with acute cerebrovascular accident in conditions of the Willis circle anomaly: 21 male and 26 female, mean age was 67.08 ± 16.03 years. All patients underwent magnetic resonance imaging, magnetic resonance angiography of the brain, neurological examination using NIHSS.

Results. Patients with the absence of one posterior communicating artery had a significant stroke severity according to the NIHSS: 9.429 ± 5.840 points (moderate neurological disorders), $p=0.016$. The results in patients with the absence of both posterior communicating arteries were 5.667 ± 4.410 ($p=0.939$), in patients with posterior trifurcation 5.200 ± 6.058 ($p=0.864$), the group with an anomaly in the form of the absence of all communicating arteries had 4.000 ± 2.828 points (mild neurological disorders), $p=0.602$. The group of patients with anterior trifurcation showed the lowest results: 3.500 ± 2.121 points ($p=0.492$). Circulatory disorders in the posterior circulation system were significantly more common in the pathologies of the Willis circle consisting of trifurcation, and less common in other pathologies of the Willis circle, consisting in trifurcation, compared with the group of patients with the absence of at least one communicating artery ($p=0.037$).

Conclusion. Patients with stroke and the absence of one posterior communicating artery had neurological disorders of moderate severity according to the NIHSS, with the localization of the catastrophe mainly in the left middle cerebral artery circulation; in patients with the absence of both posterior communicating arteries, neurological disorders were of mild severity; patients with stroke in the posterior circulation system more often had an anomaly of the Willis circle in the form of a trifurcation.

Keywords: Willis circle, structural anomaly, circulatory disorders.

For citation: Perminova SK, Yakupova AA. Variants of anomalies in the structure of the Willis circle in patients with acute cerebrovascular accident in various vascular beds. *Kazan Medical Journal*. 2022;103(4):602–607. DOI: 10.17816/KMJ2022-602.

Актуальность

В настоящее время сосудистые заболевания головного мозга бывают одной из частых причин поражения центральной нервной системы, оставаясь одной из ведущих проблем нейрохирургии и невропатологии [1].

Артериальный круг большого мозга, иначе называемый виллизиевым кругом, представляет собой непрерывное многостороннее артериальное образование, соединяющее все источники кровоснабжения головного мозга (внутренние сонные и базилярную артерию) в сосудистое кольцо [2–5]. Впервые на анатомию крупных артерий базальной области головного мозга обратил внимание Томас Уиллис (Thomas Willis) в 1662 г., и вскоре, через 2 года, опубликовал свой научный труд «Анатомия головного мозга с добавлением к ней описания и функции нервов», где был описан артериальный круг [6, 7].

Форму самого артериального круга как геометрической фигуры авторы описывают по-разному: шестиугольник, семиугольник, восьмиугольник, девятиугольник, десятиугольник, в большинстве случаев склоняясь к определению формы как многоугольника. По мнению большинства авторов, составными частями артериального круга мозга являются передняя

и две задние соединительные артерии, предкоммуникационные части обеих передних и задних мозговых артерий, участок внутренней сонной артерии от места отхождения задней соединительной артерии до деления на переднюю и среднюю мозговые артерии [8, 9].

Как правило, от особенностей строения сосудов артериального круга мозга зависит распределение крови по самим сосудам. Ещё Angelo Mosso в 1881 г. говорил о том, что ведущий признак функциональной состоятельности артериального круга большого мозга как сосудистого анастомоза — степень его замкнутости; это находит подтверждение и в других исследованиях [10]. В научной литературе артериальный круг большого мозга рассматривают как основной внутричерепной анастомоз, своего рода «предуготованный» путь коллатерального кровообращения, через который при необходимости осуществляется перераспределение крови по сосудам, и в конечном итоге восстанавливается кровоснабжение.

Атипичное строение виллизиева круга часто встречается при хронических нарушениях мозгового кровообращения и острых нарушениях мозгового кровообращения (ОМК) [11]. Статистические данные свидетельствуют о более

высокой частоте инфарктов мозга у людей с различными вариантами анатомии виллизиева круга по сравнению с вариантами, при которых артериальный круг замкнут, имеет симметричное строение без гипоплазии отдельных сосудов [12, 13]. Разобщение виллизиева круга, наряду с окклюзиями приносящих сосудов, считают важным патогенетическим фактором ишемического инсульта. Аномалии строения виллизиева круга могут быть не только врождёнными, но и приобретёнными в результате его перестройки при патологии магистральных артерий головы.

Цель

Выявить частоту и варианты аномалии виллизиева круга у пациентов с ОНМК с оценкой тяжести неврологических нарушений по шкале инсульта Национального института здоровья США (NIHSS — от англ. National Institutes of Health Stroke Scale).

Материал и методы исследования

В исследование по анализу существующей практики вошли 47 пациентов с ОНМК в условиях аномалии виллизиева круга: 21 мужчина и 26 женщин, средний возраст $67,08 \pm 16,03$ года. Всем пациентам были проведены магнитно-резонансная томография, магнитно-резонансная ангиография головного мозга, неврологический осмотр с применением шкалы NIHSS.

В анализируемой группе пациентов с ОНМК 42 пациента имели ишемический инсульт, 5 пациентов — транзиторную ишемическую атаку.

У всех пациентов была аномалия строения виллизиева круга, подтверждённая данными магнитно-резонансной ангиографии головного мозга: отсутствие одной или обеих задних соединительных артерий (ЗСА), отсутствие всех соединительных артерий, передняя или задняя трифуркация.

Чтобы оценить степень тяжести неврологических симптомов в остром периоде ишемического инсульта по данным NIHSS, каждую исследуемую группу сравнивали с контрастной группой (группой, объединяющей все группы, кроме исследуемой).

Принимая во внимание данные исследования, все пациенты с патологией виллизиева круга были разделены на группы в зависимости от локализации нарушения кровообращения в головном мозге:

- в вертебробазилярном бассейне (ВББ);
- в бассейне левой средней мозговой артерии (ЛСМА);

– в бассейне правой средней мозговой артерии (ПСМА);

- в бассейне правой задней мозговой артерии;
- в бассейне внутренней сонной артерии.

С целью сравнения сосудистых бассейнов было проведено разделение всех типов патологии на две контрастные группы: группу отсутствия не менее одной соединительной артерии и группу наличия трифуркации для оценки нарушения кровообращения.

Статистическая обработка проведена с помощью двухфакторного дисперсионного анализа с повторными измерениями для оценки динамики каждого из измеренных параметров по выборке в целом и однородности динамики каждого из параметров в исследуемых подгруппах. Для оценки динамики показателей внутри каждой из исследуемых подгрупп применяли апостериорный критерий Фишера. Для контрастных сравнений по каждому из измеренных показателей использовали критерий линейных контрастов Шеффе.

Результаты

Мы выявили наиболее часто встречающиеся аномалии виллизиева круга у пациентов с ОНМК (табл. 1).

Пациенты с отсутствием одной ЗСА по данным NIHSS имели неврологические нарушения средней степени тяжести ($p=0,016$). Пациенты с отсутствием обеих ЗСА ($p=0,939$), группа пациентов с задней трифуркацией ($p=0,864$), с передней трифуркацией ($p=0,492$) и пациенты с отсутствием всех соединительных артерий ($p=0,602$) имели неврологические нарушения лёгкой степени тяжести и соответственно благоприятный прогноз на восстановление.

В исследовании проведено сопоставление подгрупп с аномалией строения виллизиева круга по локализации нарушения мозгового кровообращения, данные представлены в табл. 2.

При анализе распределения бассейнов с нарушением кровообращения в исследуемых подгруппах с учётом всех малочастотных случаев выявлено, что наибольшее количество пациентов — с нарушением кровоснабжения в бассейне ЛСМА (42,55% пациентов) и ВББ (29,79% пациентов).

Сравнительное исследование нарушения кровоснабжения в ВББ по отношению к остальным бассейнам представлено в табл. 3.

Разделение всех типов патологии на две контрастные группы (отсутствие не менее одной соединительной артерии и трифуркация), а всех бассейнов — на два типа (ВББ и остальные

Таблица 1. Сравнение исследуемой группы по шкале инсульта Национального института здоровья (NIHSS) с контрастной группой

Тип патологии виллизиева круга			NIHSS				p
			Исследуемая группа		Контрастная группа		
ID	n	Название	Ср.	Ст. откл.	Ср.	Ст. откл.	
{1}	14	Отсутствие одной ЗСА	9,429	5,840	5,364	4,400	0,016
{2}	24	Отсутствие обеих ЗСА	5,667	4,410	7,522	5,791	0,939
{3}	2	Отсутствие всех СА	4,000	2,828	6,545	5,200	0,602
{4}	2	Передняя трифуркация	3,500	2,121	6,667	4,866	0,492
{5}	5	Задняя трифуркация	5,200	6,058	6,385	4,632	0,864

Примечание: исследуемая группа (ID: {1}{2}{3}{4}{5}) сравнивалась с контрастной группой — группой, которая при каждом сравнении исключает одну из исследуемых; ЗСА — задняя соединительная артерия; СА — соединительная артерия; Ср. — среднее значение; Ст. откл. — стандартное отклонение.

Таблица 2. Сопоставление групп с патологией виллизиева круга в зависимости от локализации нарушения кровообращения в головном мозге

Тип патологии виллизиева круга		Бассейн									
		ВББ		ЛСМА		ПСМА		ПЗМА		ВСА	
ID	Название	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
{1}	Отсутствие одной ЗСА	6	42,86	5	35,71	3	21,43	0	0,00	0	0,00
{2}	Отсутствие обеих ЗСА	7	29,17	9	37,50	6	25,00	1	4,17	1	4,17
{3}	Отсутствие всех СА	1	50,00	0	0,00	1	50,00	0	0,00	0	0,00
{4}	Передняя трифуркация	0	0,00	2	100,0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
{5}	Задняя трифуркация	0	0,00	4	80	1	20	0	0,00	0	0,00
Выборка в целом		14	29,79	20	42,55	11	23,40	1	2,13	1	2,13

Примечание: ВББ — вертебробазилярный бассейн; ЛСМА — левая средняя мозговая артерия; ПСМА — правая средняя мозговая артерия; ПЗМА — правая задняя мозговая артерия; ВСА — внутренняя сонная артерия; ЗСА — задняя соединительная артерия; СА — соединительная артерия.

Таблица 3. Распределение контрастных групп бассейнов в контрастных исследуемых группах

Контрастные группы патологии виллизиева круга	Бассейн				p
	ВББ		Остальные бассейны		
	n	%	n	%	
Отсутствие СА	14	35,00	26	65,00	0,037
Трифуркация	6	85,71	1	14,29	

Примечание: ВББ — вертебробазилярный бассейн; СА — соединительная артерия.

бассейны) позволило установить, что нарушения кровообращения в ВББ чаще встречается при патологии виллизиева круга, состоящей в трифуркации, и реже — при остальных видах патологии виллизиева круга. Различия между контрастными группами статистически значимы ($p=0,037$).

Данные магнитно-резонансной томографии пациентов с этими видами патологии представлены на рис. 1 и 2.

Выявленные изменения у пациентов с ОНМК с отсутствием одной и обеих ЗСА позволили нам оценить выраженность неврологической симптоматики (по NIHSS) в этих двух группах

в зависимости от локализации нарушения кровоснабжения, данные представлены в табл. 4.

Из табл. 4 видно, что наибольшие изменения — у пациентов с отсутствием одной ЗСА в бассейне ЛСМА (по NIHSS $13,000 \pm 6,325$ балла).

Обсуждение

В ходе проведенного исследования выявлено, что пациенты с отсутствием одной ЗСА имели значимую тяжесть инсульта по показателям NIHSS — $9,429 \pm 5,840$ балла (неврологические нарушения средней степени), $p=0,016$ (сравнивали исследуемую группу и группу, объединяющую все группы, кроме исследуе-

Таблица 4. Оценка различий по шкале тяжести инсульта национального института здоровья (NIHSS) между пациентами, имеющими разный тип патологии виллизиева круга при одинаковой локализации нарушения кровообращения

Бассейн		Тип патологии виллизиева круга				P
		{1} Отсутствие одной ЗСА		{2} Отсутствие обеих ЗСА		
ID	Название	Ср.	Ст. откл.	Ср.	Ст. откл.	
{A}	ВББ	6,800	3,493	3,667	4,000	0,199
{Б}	ПСМА	6,667	5,508	6,000	2,280	0,828
{B}	ЛСМА	13,000	6,325	7,429	4,894	0,026
Все бассейны		9,429	5,840	5,500	4,114	0,011

Примечание: ЗСА — задняя соединительная артерия; ВББ — вертебробазилярный бассейн; ПСМА — правая средняя мозговая артерия; ЛСМА — левая средняя мозговая артерия; Ср. — среднее значение; Ст. откл. — стандартное отклонение.



Рис. 1. Пациент В., передняя трифуркация левой внутренней сонной артерии, магнитно-резонансный сигнал от правой задней соединительной артерии отсутствует, низкоинтенсивный сигнал от правой передней мозговой артерии

Рис. 2. Пациент В., очаг ишемии в области моста (вертебробазилярный бассейн)

мой). Показатели результатов по NIHSS у пациентов с отсутствием обеих ЗСА составили $5,667 \pm 4,410$ балла, что соответствует неврологическим нарушениям лёгкой степени тяжести.

При разделении всех выявленных аномалий строений виллизиева круга на две группы (отсутствие не менее одной соединительной артерии и трифуркация) и всех сосудистых бассейнов, в которых произошла катастрофа, на два типа (ВББ и остальные бассейны) было установлено, что нарушения кровообращения в ВББ статистически значимо чаще встречаются при патологии виллизиева круга, состоящей в трифуркации, по сравнению с группой пациентов с отсутствием не менее одной соединительной артерии виллизиева круга ($p=0,037$).

Выраженность неврологической симптоматики (по NIHSS) в группах пациентов с ОНМК, имеющих аномалию виллизиева круга в виде отсутствия одной и обеих ЗСА, показала, что наибольшие изменения — у пациентов с отсутствием одной ЗСА в бассейне ЛСМА.

Выводы

1. Пациенты с острым нарушением мозгового кровообращения с отсутствием одной задней

соединительной артерии имели неврологические нарушения средней степени тяжести по шкале тяжести инсульта Национального института здоровья (NIHSS) с локализацией катастрофы преимущественно в бассейне левой средней мозговой артерии.

2. Аномалия строения виллизиева круга у пациентов с острым нарушением мозгового кровообращения и отсутствием обеих задних соединительных артерий была представлена неврологическими нарушениями лёгкой степени тяжести по шкале инсульта Национального института здоровья (NIHSS).

3. Нарушение кровообращения в вертебробазилярном бассейне чаще встречалось у пациентов при аномалии виллизиева круга в виде трифуркации (передней и задней).

Участие авторов. С.К.П. и А.А.Я. — участие в разработке концепции и дизайна исследования, написании рукописи.

Источник финансирования. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов по представленной статье.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виленский Б.С. *Инсульт: профилактика, диагностика и лечение*. Изд. 2-е., доп. СПб.: Фолиант; 2002. 397 с. [Vilenskiy BS. *Insult: profilaktika, diagnostika i lechenie. (Stroke: prevention, diagnosis and treatment.)* 2nd ed., add. St. Petersburg: Foliant; 2002. 397 p. (In Russ.)]
2. Гусев Е.И., Коновалов А.Н., Скворцова В.И. *Неврология и нейрохирургия*. Т. 1. Изд. 2-е, испр. и доп. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2007. 608 с. [Gusev EI, Kononov AN, Skvortsova VI. *Nevrologiya i neyrokhirurgiya. (Neurology and neurosurgery.)* Vol. 1. 2nd ed., ispr. and add. M.: GEOTAR-Media; 2007. 608 p. (In Russ.)]
3. Standring S, editor. *Gray's Anatomy: The Anatomical basis of clinical practice*. 39th ed. New York, NY: Elsevier, Churchill Livingstone; 2005. p. 403–410.
4. McKinney AM. *Intracranial anterior circulation variants. Atlas of normal imaging variations of the brain, skull, and craniocervical vasculature*. Springer International Publishing Switzerland; 2017. p. 1065–1103. DOI: 10.1007/978-3-319-39790-0_37.
5. Rhoton A. *Cranial anatomy and surgical approaches*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007. 746 p.
6. Жмуркин В.П., Чалова В.В. История необыкновенной книги. К 350-летию первого издания книги Т. Уиллиса (1621–1675) «Серебри анатоме». *Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины*. 2014;(5):56–61. [Jmurkin VP, Chalova VV. The history of extraordinary book by T. Willis (1621–1675): to 350th anniversary of first edition of book “cerebri anatome”. *Problemy sotsialnoy gigieny, zdravookhraneniya i istoriya meditsiny*. 2014;(5):56–61. (In Russ.)]
7. Frank RG. *Thomas Willis and his circle: brain and mind in seventeenth century medicine*. The Languages of Psyche. Rousseau G, editor. Berkeley: University of California Press; 1990. p. 107–146. DOI: 10.1525/9780520910430-008.
8. Пуцилло М.В., Винокуров А.Г., Белов А.И. *Атлас нейрохирургической анатомии*. Т. 1. Под ред. А.Н. Коновалова. М.: Антидор; 2002. 206 с. [Putsillo MV, Vinokurov AG, Belov AI. *Atlas neyrokhirurgicheskoy anatomii*. Т. 1. (*Atlas of neurosurgical anatomy*. Vol. 1.) Kononov AN, editor. M.: Antidor; 2002. 206 p. (In Russ.)]
9. Трушель Н.А. Варианты анатомии виллизиева круга. *Журнал анатомии и гистопатологии*. 2015; 4(3):120–121. [Trushel NA. The variants of anatomy of circle of Willis. *Zhurnal anatomii i gistopatologii*. 2015; 4(3):120–121. (In Russ.)]
10. Трушель Н.А. Варианты неклассического строения артериального круга большого мозга. *Медицинский журнал*. 2011;(1):104–106. [Trushel NA. Variants of the non-classical structure of the arterial circle of the large brain. *Meditsinskiy zhurnal*. 2011;(1):104–106. (In Russ.)]
11. Harold EV, Murlimanju B, Shrivastava A, Yeider AD, Andrei F, Ezequiel G, Luis R, Agrawal A. Intracranial collateral circulation and its role in neurovascular pathology. *Egyptian Journal of Neurosurgery*. 2021;36:2–4. DOI: 10.1186/s41984-020-00095-6.
12. Трушель Н.А. Гемодинамические и морфологические предпосылки развития цереброваскулярной патологии. *Журнал анатомии и гистопатологии*. 2016;5(4):69–73. [Trushel NA. Hemodynamic and morphological preconditions of cerebrovascular pathology development. *Zhurnal anatomii i gistopatologii*. 2016;5(4):69–73. (In Russ.)]
13. Brust JCM, Chamorro A. Anterior cerebral artery disease. *Stroke*. 2016;e8:347–361. DOI: 10.1016/B978-0-323-29544-4.00023-2.

Сведения об авторах

Перминова Светлана Константиновна, канд. мед. наук, врач-невролог, ГАУЗ ГKB №7, Казань, Россия; sveta1perminova@yandex.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6641-8432>

Якупова Аида Альбертовна, докт. мед. наук, доц., каф. неврологии и нейрохирургии ФПК и ППС, ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России; руководитель научного направления «Неврология», ГАУЗ ГKB №7, Казань, Россия; aidayakupova@yandex.ru; ORCID <http://orcid.org/0000-0002-5283-8820>

Author details

Svetlana K. Perminova, M.D., Cand. Sci. (Med.), neurologist, Depart. for the treatment of patients with Stroke, GAUZ GKB No. 7, Kazan, Russia; sveta1perminova@yandex.ru; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6641-8432>

Aida A. Yakupova, M.D., D. Sci. (Med.), Assoc. Prof., Depart. of neurology and neurosurgery, Kazan State Medical University Ministry, Kazan, Russia; Head, Scientific Direction “Neurology”, GAUZ GKB No. 7, Kazan, Russia; aidayakupova@yandex.ru; ORCID <http://orcid.org/0000-0002-5283-8820>