

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ ЦЕРЕБРАЛЬНЫХ АРТЕРИЙ У ЛИЦ БЕЗ НАРУШЕНИЯ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ И ПРИ ИШЕМИЧЕСКИХ ИНФАРКТАХ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Ульянкин В.Е.¹, Мачинский П.А.¹, Рыбаков А.Г.¹, Кадыров А.Ш.¹, Кемайкин С.П.¹

¹ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва», Саранск, e-mail: akadirov@yandex.ru

В статье проводится сравнительный анализ атеросклеротического поражения церебральных артерий у трупов без нарушения мозгового кровообращения и при ишемических инфарктах головного мозга. Объектами исследования послужили 253 трупа взрослых людей в возрасте от 18 до 96 лет (135 мужчин и 118 женщин). Из них 146 случаев (71 мужчина и 75 женщин) составили группу с ишемическим инфарктом головного мозга и 107 случаев (64 мужчины и 43 женщины) – группу без ишемического инфаркта. Для количественной оценки площади поражения церебральных артерий атеросклеротическим процессом использовался оригинальный способ, разработанный авторами. В результате исследования установлено, что наличие у трупов мужчин и женщин атеросклероза церебральных артерий с атеросклеротическим индексом 3-4 балла, а особенно 5-6 баллов, является объективным морфологическим критерием, который позволяет отнести их в группу с повышенным фактором риска возникновения очагов ишемического инфаркта в различных структурах головного мозга. Показатели атеросклеротического индекса 0-2 балла у трупов мужчин и женщин, как правило, не оказывают существенного непосредственного влияния на появление очагов ишемического инфаркта в головном мозге.

Ключевые слова: атеросклероз, атеросклеротические бляшки, церебральные артерии, ишемический инфаркт головного мозга.

COMPARATIVE ANALYSIS OF CEREBRAL ARTERIES ATHEROSCLEROTIC LESION IN PERSONS WITHOUT IMPAIRED CEREBRAL CIRCULATION AND WITH ISCHEMIC INFARCTIONS OF THE BRAIN

Ulyankin V.E.¹, Machinsky P.A.¹, Rybakov A.G.¹, Kadyrov A.Sh.¹, Kemaikin S.P.¹

¹National Research Mordovia State University, Saransk, e-mail: akadirov@yandex.ru

The article provides a comparative analysis of atherosclerotic lesions of the cerebral arteries in corpses without cerebrovascular accident and in ischemic cerebral infarctions. The objects of the study were 253 corpses of adults aged 18 to 96 years (135 men and 118 women). Of these, 146 cases were in the group with ischemic cerebral infarction and 107 cases were in the group without ischemic infarction. To quantify the area of damage to the cerebral arteries by the atherosclerotic process, an original method developed by the authors was used. As a result of the study, it was found that the presence of atherosclerosis of cerebral arteries in men and women with an atherosclerotic index of 3-4 points, and especially 5-6 points, is an objective morphological criterion that allows them to be classified as a group with an increased risk factor for ischemic cerebral infarction. The atherosclerotic index of 0-2 points in the corpses of men and women, as a rule, does not have a significant direct effect on the development of ischemic infarction in the brain.

Keywords: atherosclerosis, atherosclerotic plaques, cerebral arteries, ischemic cerebral infarction.

Ежегодно в России острое нарушение мозгового кровообращения переносит около 450 000 человек [1]. Смертность от цереброваскулярных заболеваний в 2018 г. составила 31% в структуре смертности от болезней системы кровообращения. В группе лиц трудоспособного возраста смертность от цереброваскулярных заболеваний составила 29,2 на 100 000 населения [2]. В рамках многофакторной этиологии ишемических инфарктов головного мозга атеросклероз интракраниальных артерий все чаще признается наиболее важным фактором риска, возможно, приводящим к возникновению до 50-75% всех инсультов [3-5]. С возрастом церебральные артерии (ЦА) все больше поражаются атеросклеротическими бляшками (АСБ).

Это ухудшает местный и коллатеральный кровоток по сосудам головного мозга (ГМ) и является одной из ведущих причин нарушений мозгового кровообращения (НМК) [6]. При этом роль атеросклероза ЦА в развитии ишемических инфарктов (ИИ) головного мозга менее изучена по сравнению с поражением экстракраниальных сосудов [3; 7].

Цель исследования: провести сравнительный анализ степени выраженности атеросклеротического поражения церебральных артерий у трупов различного возраста и пола, у которых при аутопсии в веществе головного мозга отсутствовали или были выявлены морфологические признаки очаговых ишемических нарушений мозгового кровообращения.

Материал и методы исследования

Объектами исследования послужили 253 трупа в возрасте от 18 и до 96 лет обоего пола (135 мужчин и 118 женщин), которые были подвергнуты судебно-медицинскому исследованию (экспертизе) в морге ГКУЗ РМ «Республиканское Бюро судебно-медицинской экспертизы» (Саранск). Из них 146 случаев (71 мужчина и 75 женщин) составили группу с ИИ головного мозга и 107 случаев (64 мужчины и 43 женщины) – группу без ИИ.

Все умершие были разделены на следующие возрастные группы: молодые (Мол.) – 18-44 года, среднего возраста (Ср.) – 45-59 лет, пожилые (Пож.) – 60-74 года; старческого возраста (Стар.) – 75-89 лет и долгожители (Долг.) – 90 лет и старше.

Для количественной оценки площади поражения артерий АСБ (АСБ индекс) использовался разработанный нами «Способ определения степени атеросклеротического поражения сосудов основания головного мозга» [8]. В данной статье мы для удобства и наглядности объединили количество наблюдений следующим образом: 0-2 балла (отсутствие, незначительная или легкая степень поражения сосудов АСБ); 3-4 балла (средняя и сильная степени); 5-6 баллов (тяжелая и крайне тяжелая степени).

Статистическая обработка данных осуществлялась методом вариационной статистики с использованием U-критерия Манна – Уитни. Анализ качественных показателей производился критерием хи-квадрат Пирсона. Выявленные закономерности и связи изучаемых параметров между группами и признаками были значимыми при вероятности безошибочного прогноза $p=95\%$ и более. Вычисления производили на CPU 3,10 GHz “Intel® Core™ i3-2100” с помощью пакета программ Microsoft Office и Statistica.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате исследования установлено, что в группах с ИИ и без ИИ у лиц мужского (Муж.) и женского (Жен.) пола степень поражения ЦА АСБ существенно зависела от возраста. Значения АСБ индекса с возрастом увеличивались как у мужчин, так и у женщин, хотя имелись некоторые особенности (табл. 1).

В молодом и среднем возрасте большинство случаев оказалось в группе без ИИ (72,22%

и 76,74% от общего числа наблюдений). У молодых людей средние показатели АСБ индекса в группе с ИИ (0,60 балла) и в группе без ИИ (0,69 балла) были минимальными и практически одинаковыми. У лиц среднего возраста в группе без ИИ явления атеросклероза нарастали. Причем степень поражения ЦА АСБ была практически одинаковой у мужчин (1,60 балла) и женщин (1,50 балла).

Таблица 1

Атеросклеротический индекс в различных возрастных группах
у лиц мужского и женского пола

Группа с ИИ (n=146)	Возраст и пол	Мол. (n=5)	Ср. (n=10)	Пож. (n=52)	Стар. (n=69)	Долг. (n=10)	ИТОГО Средние значения
		18-44 года	45-59 лет	60-74 года	75-89 лет	90 лет и более	
	Всего	0,60	2,50	3,77	4,23	4,80	3,88*
	Муж. (n=71)	0,75	2,67	3,56	4,04	5,00	3,51
Жен. (n=75)	0,00	1,00	4,25	4,33	4,71	4,24	
Группа без ИИ (n = 107)	Возраст и пол	Мол. (n=13)	Ср. (n=33)	Пож. (n=34)	Стар. (n=24)	Долг. (n=3)	ИТОГО Средние значения
		18-44 года	45-59 лет	60-74 года	75-89 лет	90 лет и более	
	Всего	0,69	1,57	2,38	3,08	4,00	2,13*
	Муж. (n=64)	0,70	1,60	2,33	3,25	-	1,91
Жен. (n=43)	0,67	1,50	2,46	3,00	4,00	2,47	

Примечание. Здесь и в последующих таблицах: * – достоверность различий $p < 0,05$.

В группе с ИИ значения АСБ индекса скачкообразно повысились (до 2,50 балла, причем в основном за счет мужчин) и были заметно выше, чем в группе без ИИ (1,57 балла). Это обстоятельство указывало на то, что только выраженный атеросклероз ЦА у мужчин среднего возраста оказывал существенное влияние на развитие у них НМК ишемического типа. Более низкие значения АСБ индекса у молодых и лиц среднего возраста (как у мужчин, так и у женщин), как правило, не сочетались с очагами ИИ.

Одновременно с дальнейшим увеличением АСБ индекса в пожилом и старческом возрасте большинство наблюдений перешло в группу с ИИ (60,47% и 74,19%), где средние значения АСБ индекса (3,77 и 4,23 балла) были заметно выше, чем в группе без ИИ (2,38 и 3,08 балла). Это касалось как мужчин, так и женщин.

Группа без ИИ у пожилых и лиц старческого возраста составила 39,53% и 25,81% от общего числа наблюдений. Причем цифровые значения АСБ индекса у мужчин и у женщин были достаточно высокими, но все же существенно ниже, чем в группе с ИИ. Возможно, что образованию очагов ИИ в этих случаях препятствовал хорошо развитый коллатеральный

кровооток по ЦА и экстракраниальным сосудам [9].

Представляет интерес тот факт, что в пожилом возрасте умерло максимальное количество мужчин (53 человека, что составило 39,26% от всех 135 лиц мужского пола), а в старческом – максимальное количество женщин (62 человека, что составило 52,54% из расчета от всех 118 лиц женского пола).

У основной массы долгожителей в ГМ присутствовали очаги ИИ различных сроков давности (76,92%), а средние значения АСБ индекса достигли своего максимума как у женщин (4,71 балла), так и у мужчин (5,00 баллов). Обращает на себя внимание тот факт, что группа без ИИ состояла только из женщин, у которых при тщательном исследовании ГМ так и не удалось обнаружить очагов ИИ, хотя средние значения АСБ индекса у них были очень высокими (4,00 балла). Следовательно, до 90 лет и более доживали преимущественно женщины и значительно реже мужчины. Причем у женщин компенсаторные возможности организма в целом были более выраженными, чем у мужчин, что препятствовало образованию у них очагов ИИ в ГМ и увеличивало продолжительность жизни.

Подобные закономерности выявил Г.Г. Автандилов (1994), который доказал, что возраст человека является наиболее значимым патогенетическим фактором риска степени атеросклеротического поражения сосудов, и по мере старения организма происходит постепенное нарастание площади атеросклеротических изменений (в том числе и в ЦА). По его данным, в большинстве наблюдений процессы атеросклероза наиболее быстро и интенсивно развиваются в аорте. Затем следуют артерии таза и нижних конечностей, ветви коронарных сосудов, а ЦА и особенно артерии органов брюшной полости поражаются АСБ медленнее и менее интенсивно. Причем у женщин в различных артериальных сосудах атеросклеротический процесс развивается более медленно и неравномерно, по сравнению с мужчинами [10, с. 91-92].

Кроме того, в литературе имеются сведения, что в ряде случаев атеросклеротические изменения в ЦА могут преобладать над таковыми в экстракраниальных сосудах. Например, это возможно при артериальной гипертензии, сахарном диабете 2-го типа, метаболическом синдроме и др. Тяжелые атеросклеротические изменения ЦА, в свою очередь, обуславливают появление очагов ИИ различных размеров в тех или иных структурах ГМ [11].

Из таблицы 2 следует, что максимальные и минимальные показатели АСБ индекса, рассчитанные от всех 253 наблюдений, оказались различными в группах с ИИ и без ИИ. Для группы без ИИ характерно максимальное число случаев с АСБ индексом 0-2 балла (60 человек, что составило 23,72% от общего числа наблюдений). Из них мужчин было в 2 раза больше, чем женщин (табл. 3, 4). Кроме того, в группе без ИИ оказалось минимальное число наблюдений при АСБ индексе 5-6 баллов (2,37%). Следовательно, максимальное число

наблюдений со слабо выраженным АСБ индексом 0-2 балла, а также минимальное количество лиц с АСБ индексом 5-6 баллов объясняли отсутствие очагов ИИ в этой группе.

Таблица 2

Степень выраженности атеросклеротического поражения сосудов основания
головного мозга в различных возрастных группах

Общее число случаев	Группа с ИИ				Группа без ИИ			
	Возрастная группа	АСБ индекс			Возрастная группа	АСБ индекс		
		0-2	3-4	5-6		0-2	3-4	5-6
Мол. (n=18)	Мол. (n=5)	5 чел. 27,78%	–	–	Мол. (n=13)	13 чел. 72,22%	–	–
Ср. (n=43)	Ср. (n=10)	5 чел. 11,63%	5 чел. 11,63%	–	Ср. (n=33)	25 чел. 58,14%	8 чел. 18,60%	–
Пож. (n=86)	Пож. (n=52)	10 чел. 11,63%	26 чел. 30,23%	16 чел. 18,60%	Пож. (n=34)	16 чел. 18,60%	15 чел. 17,44%	3 чел. 3,50%
Стар. (n=93)	Стар. (n=69)	7 чел. 7,53%	27 чел. 29,03%	35 чел. 37,63%	Стар. (n=24)	6 чел. 6,45%	16 чел. 17,21%	2 чел. 2,15%
Долг. (n=13)	Долг. (n=10)	–	4 чел. 30,77%	6 чел. 46,15%	Долг. (n=3)	–	2 чел. 15,38%	1 чел. 7,70%
Всего (n=253)	Итого (n=146)	27 чел. 10,67%	62 чел. 24,50%	57 чел. 22,53%*	Итого (n=107)	60 чел. 23,72%	41 чел. 16,21%	6 чел. 2,37%*

Для группы с ИИ характерны максимальные цифровые значения при АСБ индексе 3-4 балла (24,50%) с некоторым превалированием мужчин, а также при АСБ индексе 5-6 баллов (22,53%) с явным превалированием женщин над мужчинами (более чем в 2,5 раза). Следовательно, часто встречающиеся атеросклеротические поражения ЦА с АСБ индексом 3-4 балла и 5-6 баллов в группе с ИИ явились важными самостоятельными факторами риска, объясняющими появление очагов ИИ в ГМ.

Более детальный анализ показал, что АСБ индекс 0-2 балла наиболее характерен для лиц молодого и среднего возраста (табл. 2). Женщины молодого и среднего возраста с 0-2 баллами почти все вошли в группу без ИИ (83,33%), и только 16,67% из них попали в группу с ИИ (табл. 3). Мужчины с 0-2 баллами тоже оказались преимущественно в группе без ИИ (77,78%), и только 22,22% из них в группе с ИИ (табл. 4). В целом в молодом и среднем возрасте удельный вес лиц с 0-2 баллами в группе без ИИ был значительно больше (72,22% и 58,14% из расчета от общего числа случаев), чем в группе с ИИ (27,78% и 11,83% соответственно). Эта закономерность касалась как мужчин, так и женщин. Цифровые различия по полу были незначительными, если не считать того, что в группе с ИИ наблюдались только единичные случаи женщин с АСБ индексом 0-2 балла.

Таблица 3

Степень выраженности атеросклеротического поражения сосудов основания
головного мозга у лиц мужского пола

Общее число случаев	Группа с ИИ				Группа без ИИ			
	Возрастная группа	АСБ индекс			Возрастная группа	АСБ индекс		
		0-2	3-4	5-6		0-2	3-4	5-6
Мол. (n=14)	Мол. (n=4)	4 чел. 28,57%	–	–	Мол. (n=10)	10 чел. 71,43%	–	–
Ср. (n=34)	Ср. (n=9)	4 чел. 11,77%	5 чел. 14,70%	–	Ср. (n=25)	18 чел. 52,94%	7 чел. 20,59%	–
Пож. (n=53)	Пож. (n=32)	6 чел. 11,32%	21 чел. 39,62%	5 чел. 9,43%	Пож. (n=21)	10 чел. 18,87%	9 чел. 16,98%	2 чел. 3,77%
Стар. (n=31)	Стар. (n=23)	3 чел. 9,68%	11 чел. 35,48%	9 чел. 39,13%	Стар. (n=8)	2 чел. 6,45%	5 чел. 16,13%	1 чел. 3,23%
Долг. (n=3)	Долг. (n=3)	–	1 чел. 33,33%	2 чел. 66,67%	Долг. (n=0)	–	–	–
Всего (n=135)	Итого (n=71)	17 чел. 12,59%	38 чел. 28,15%	16 чел. 11,85%	Итого (n=64)	40 чел. 29,63%	21 чел. 15,56%	3 чел. 2,22%

Таблица 4

Степень выраженности атеросклеротического поражения сосудов основания
головного мозга у лиц женского пола

Общее число случаев	Группа с ИИ				Группа без ИИ			
	Возрастная группа	АСБ индекс			Возрастная группа	АСБ индекс		
		0-2	3-4	5-6		0-2	3-4	5-6
Мол. (n=4)	Мол. (n=1)	1 чел. 25,00%	–	–	Мол. (n=3)	3 чел. 75,00%	–	–
Ср. (n=9)	Ср. (n=1)	1 чел. 11,11%	–	–	Ср. (n=8)	7 чел. 77,78%	1 чел. 11,11%	–
Пож. (n=33)	Пож. (n=20)	4 чел. 12,12%	5 чел. 15,15%	11 чел. 33,33%	Пож. (n=13)	6 чел. 18,18%	6 чел. 18,18%	1 чел. 3,03%
Стар. (n=62)	Стар. (n=46)	4 чел. 6,45%	16 чел. 25,81%	26 чел. 41,94%	Стар. (n=16)	4 чел. 6,45%	11 чел. 17,74%	1 чел. 1,61%
Долг. (n=10)	Долг. (n=7)	–	3 чел. 30,00%	4 чел. 40,00%	Долг. (n=3)	–	2 чел. 20,00%	1 чел. 10,00%
Всего (n=118)	Итого (n=75)	10 чел. 8,47%	24 чел. 20,34%	41 чел. 34,75%	Итого (n=43)	20 чел. 16,95%	20 чел. 16,95%	3 чел. 2,54%

У пожилых людей и лиц старческого возраста количество наблюдений с АСБ индексом 0-2 балла постепенно уменьшалось, а у долгожителей такие случаи отсутствовали. Сравнительный анализ показал, что среди пожилых людей различия между группами без ИИ и с ИИ по АСБ индексу 0-2 балла становились слабо выраженными (18,60% и 11,63% соответственно), а у лиц старческого возраста цифровые значения практически выравнивались (6,45% и 7,53% соответственно). В этих же возрастных группах существенных отличий между мужчинами и женщинами с АСБ индексом 0-2 балла не выявлено.

Следовательно, лица обоего пола с АСБ индексом 0-2 балла наблюдались почти во всех возрастных группах (за исключением долгожителей). Их удельный вес был максимальным в молодом и среднем возрасте (особенно в группе без ИИ). В пожилом и старческом возрасте

удельный вес лиц с АСБ индексом 0-2 балла существенно уменьшался, а одновременно с этим стирались различия между показателями в группах с ИИ и без ИИ. Таким образом, показатели АСБ индекса 0-2 балла у мужчин и женщин, как правило, не оказывают существенного непосредственного влияния на появление очагов ИИ в ГМ.

Наши данные согласуются с результатами госпитального регистра регионального сосудистого центра, которые получили А.А. Кулеш, Ю.А. Нуриева, Л.И. Сыромятникова [12]. Авторы по данным магнитно-резонансной томографии установили, что у пациентов моложе 45 лет основными причинами возникновения ИИ являются кардиальная эмболия и патология экстракраниальных артерий (в том числе диссекция сосудов). В наших наблюдениях эти же причины могли привести к формированию ИИ у лиц среднего, пожилого и старческого возраста, у которых АСБ индекс составлял всего 0-2 балла.

Лица с АСБ индексом 3-4 балла впервые стали появляться в среднем возрасте как в группе с ИИ, так и в группе без ИИ. Причем в 92,31% это были мужчины. Средние цифровые значения в группах с ИИ и без ИИ были примерно одинаковыми (11,63% и 18,60% соответственно) из расчета от общего числа случаев. Однако указанные выше различия по полу привели к особенно резкому скачку средних показателей АСБ индекса в группе с ИИ у мужчин до 2,67 балла.

С увеличением возраста удельный вес лиц с АСБ индексом 3-4 балла в группе с ИИ заметно повысился. Причем это в большей степени было связано с мужчинами (от 39,62% до 33,33%), чем с женщинами (от 15,15% до 30,00%). Данная закономерность особенно четко прослеживалась в пожилом возрасте, когда смертность у мужчин была особенно высокой и преобладала над таковой у женщин. В группе без ИИ у лиц пожилого, старческого возраста и у долгожителей показатели с АСБ индексом 3-4 балла практически не менялись и держались на уровне от 17,44% до 15,38%. В целом в группе без ИИ цифровые значения у женщин были незначительно больше, чем у мужчин. Следовательно, патология ЦА в виде АСБ индекса 3-4 балла является самостоятельным фактором риска возникновения очаговых НМК ишемического характера у мужчин и женщин.

Наличие очень большого количества случаев с АСБ индексом 5-6 баллов явилось одной из наиболее характерных особенностей группы с ИИ (57 человек, из них 28,07% мужчин и 71,93% женщин). В группе без ИИ подобные наблюдения тоже имели место, но попадались крайне редко (всего у 6 человек, из них 50,00% мужчин и 50,00% женщин). Впервые показатели с АСБ индексом 5-6 баллов были обнаружены у пожилых в группе с ИИ (18,60%) и в группе без ИИ (3,50%). В старческом возрасте и у долгожителей значения в группе с ИИ достигли своих максимальных цифр (37,63% и 46,15% соответственно). Причем у женщин с АСБ индексом 5-6 баллов цифровые значения были достаточно стабильными (от 33,33% до

41,94%). Тогда как у мужчин выявлен значительный разброс (от 9,43% до 66,67%). Лица без ИИ в этих же возрастных группах наблюдения с АСБ индексом 5-6 баллов встретились лишь в единичных случаях (от 3,50% до 7,70%). Следовательно, атеросклероз ЦА 5-6 баллов является самостоятельным фактором риска возникновения очагов ИИ в ГМ как у мужчин, так и у женщин.

Полученные нами данные согласуются с научным исследованием, посвященным изучению особенностей атеросклероза в ЦА и экстракраниальных артериях при наличии в ГМ очагов ИИ различных сроков давности у лиц с и без сахарного диабета 2-го типа (СД2). Авторы при секционном исследовании 40 случаев с ИИ у мужчин и женщин в возрасте от 45 до 83 лет не обнаружили АСБ в ЦА в 3 случаях (7,50%). Число АСБ в ЦА в пределах от 1 до 9 бляшек выявлено в 18 наблюдениях (45,00%), а в количестве 10 и более бляшек – в 14 случаях (35,00%). Доказано, что более тяжелый характер атеросклероза ЦА при СД2 определил более высокую частоту ИИ, обусловленных обтурирующим атеротромбозом, артерио-артериальной эмболией и тандемным атеростенозом. У лиц без СД2 атеросклероз ЦА был выражен значительно слабее. Поэтому у них причиной развития ИИ часто являлась кардиальная эмболия ЦА, как осложнение ишемической болезни сердца [11].

Заключение

Наличие у мужчин и женщин атеросклероза церебральных артерий с атеросклеротическим индексом 3-4 балла, а особенно 5-6 баллов, является объективным морфологическим критерием, который позволяет отнести этих лиц в группу с повышенным фактором риска возникновения очагов ИИ в различных структурах ГМ. Показатели АСБ индекса 0-2 баллов у мужчин и женщин, как правило, не оказывают существенного непосредственного влияния на появление очагов ИИ в ГМ.

Список литературы

1. Карпова Е.Н., Муравьев К.А., Муравьева В.Н., Карпов С.М., Шевченко П.П., Вышлова И.А., Долгова И.Н., Хатуаева А.А. Эпидемиология и факторы риска развития ишемического инсульта // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=20768> (дата обращения: 24.02.2023).
2. Здоровоохранение в России. 2019: Стат. сб. Росстат. М., 2019. 170 с.
3. Дубенко О.Е. Роль интракраниального атеросклероза в развитии ишемического инсульта: сравнительное состояние проблемы // Международный неврологический журнал. 2017. № 2 (88). С. 25-30.
4. Bos D., Portegies M.L., Van der Lugt A., Bos M.J., Koudstaal P.J., Hofman A., Krestin G.P.,

- Franco O.H., Vernooij M.W., Ikram M.A. Intracranial carotid artery atherosclerosis and the risk of stroke in whites: the Rotterdam study. *JAMA Neurol.* 2014. Vol. 71. P. 405–411.
5. Van Den Beukel T. C., Van Der Toorn J.E., Vernooij M.W., Kavousi M., Akyildiz A.C., De Jong P.A., Van Der Lugt A., Ikram M.K., Bos D. Morphological Subtypes of Intracranial Internal Carotid Artery Arteriosclerosis and the Risk of Stroke. *Stroke.* 2022. Vol. (4). P. 1339-1347.
 6. Vasquez H.E., Murlimanju B.V., Shrivastava A., Durango-Espinosa Y.A., Joaquim A.F., Garcia-Ballestas E., Moscote-Salazar L.R., Agrawal A. Intracranial collateral circulation and its role in neurovascular pathology. *Egypt J. Neurosurg.* 2021. Vol. 36. no. 2. DOI: 10.1186/s41984-020-00095-6.
 7. Wen-jie Yang, Ka-sing Wong, Xiang-yan Chen Intracranial Atherosclerosis: From Microscopy to High-Resolution Magnetic Resonance Imaging. *Journal of Stroke.* 2017. no 19(3). P. 249-260.
 8. Ульянов В.Е., Мачинский П.А. Способ определения степени атеросклеротического поражения сосудов основания головного мозга // Патент РФ № 2760082. Патентообладатель ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва». 22.11.2021 г.
 9. Мачинский П.А., Рыбаков А.Г., Ульянов В.Е., Кадыров А.Ш., Лошкарев И.А. Коллатеральные пути кровоснабжения головного мозга // *Современные проблемы науки и образования.* 2021. № 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30995> (дата обращения: 24.02.2023).
 10. Автандилов Г.Г. Проблемы патогенеза и патологоанатомической диагностики болезней в аспектах морфометрии. М.: Медицина, 1984. 288 с.
 11. Ануфриев П.Л., Танашян М.М., Гулевская Т.С., Аблякимов Р.Э., Гнедовская Е.В. Особенности атеросклероза церебральных артерий и патоморфологии инфарктов головного мозга при сахарном диабете 2-го типа // *Анналы клинической и экспериментальной неврологии.* 2015. Т. 9. № 3. С. 4-9.
 12. Кулеш А.А., Нуриева Ю.А., Сыромятникова Л.И. Причины ишемического инсульта у пациентов моложе 45 лет: анализ данных регионального сосудистого центра // *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика.* 2021. № 13(1). С. 24-30.