НЕЙРОХИРУРГИЯ/NEUROSURGERY

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.161.37

ХИРУРГИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ ВЕРТЕБРО-БАЗИЛЛЯРНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ В V1 СЕГМЕНТЕ ПОЗВОНОЧНОЙ АРТЕРИИ: ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР И СОБСТВЕННЫЙ ОПЫТ

Научная статья

Джилкашиев Б.С.[1, *]
[1] ORCID : 0000-0001-6579-4954;
[1] Независимый исследователь, Москва, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (deni_9200[at]mail.ru)

Аннотация

Приведены результаты ретроспективного анализа историй болезни пациентов с вертебро-базиллярной недостаточностью (ВБН) в V1 сегменте позвоночной артерии (ПА). Хирургическое вмешательство выполнено 50 пациентам с ВБН в V1 сегменте, ранее получавшим консервативное лечение на протяжении 6 месяцев без эффекта. Для детальной визуализации сосудов головного мозга всем пациентам проведена церебральная ангиография. Среди пациентов преобладали патологическая извитость V1 сегмента и гемодинамически значимый стеноз V1 сегмента ПА. Проанализированы особенности клинико-неврологических проявлений недостаточности мозгового кровообращения в ВББ при наличии стенотических-окклюзионных поражений V1 сегмента ПА. Основными жалобами были головная боль и головокружение. Наиболее часто выполняли резекцию извитости с редрессацией и реимплантацией устья ПА, позвоночно-общесонный анастомоз, пластику устья ПА, резекцию извитости с редрессацией и пластикой устья ПА, резекцию патологической извитости V1 сегмента ПА. Выбор методики хирургического вмешательства был основан на индивидуальных особенностях пациента, включая анатомию пораженного сосуда, наличие сопутствующих заболеваний и риск операции. Послеоперационный период протекал гладко у всех пациентов, в отдаленном периоде не было выявлено неврологических или иных осложнений хирургического вмешательства. Использование описанных методик позволяет выполнять операции, улучшающие клиническое состояние пациентов с ВБН в V1 сегменте ПА, при отсутствии эффекта от консервативного лечения в течении 6 месяцев.

Ключевые слова: вертебро-базиллярная недостаточность, позвоночная артерия, V1 сегмент позвоночной артерии, стеноз, извитость, гипоплазия, ангиография.

SURGICAL CORRECTION OF VERTEBROBASILAR INSUFFICIENCY IN THE V1 SEGMENT OF THE VERTEBRAL ARTERY: LITERATURE REVIEW AND PERSONAL EXPERIENCE

Research article

Dzhilkashiev B.S.[1, *]
[1] ORCID : 0000-0001-6579-4954;
[1] Independent researcher, Moscow, Russian Federation

* Corresponding author (deni_9200[at]mail.ru)

Abstract

The article presents the results of a retrospective analysis of case histories of patients with vertebrobasilar insufficiency (VBI) in the V1 segment of the vertebral artery (VA). Surgical intervention was performed in 50 patients with VBI in the V1 segment, who had previously received conservative treatment for 6 months without effect. For detailed visualization of the cerebral vessels, all patients underwent cerebral angiography. Pathological tortuosity of the V1 segment and hemodynamically significant stenosis of the V1 segment of the VA predominated among the patients. The features of clinical and neurological manifestations of cerebral circulatory insufficiency in the VBI in the presence of stenotic-occlusive lesions of the V1 segment of the VA are analyzed. The main complaints were headache and dizziness. The most frequently performed were resection of tortuosity with redressal and reimplantation of the VA orifice, vertebral-common carotid anastomosis, VA orifice plastic surgery, resection of tortuosity with redressal and VA orifice plastic surgery, and resection of pathological tortuosity of the V1 segment of the VA. The choice of surgical technique was based on the individual characteristics of the patient, including the anatomy of the affected vessel, the presence of concomitant diseases, and the risk of surgery. The postoperative period was uneventful in all patients; no neurological or other complications of surgical intervention were detected in the late period. The use of the described techniques allows performing operations that improve the clinical condition of patients with VBI in the V1 segment of the VA, resistant to conservative therapy.

Keywords: vertebrobasilar insufficiency, vertebral artery, V1 segment of the vertebral artery, stenosis, tortuosity, hypoplasia, angiography.

Введение

Вертебро-базилярная недостаточность (ВБН) представляет собой преходящую дисфункцию головного мозга, обусловленную снижением перфузии в бассейне позвоночных и базилярной артерий. В клинической практике также используются альтернативные термины, такие как недостаточность вертебро-базилярной системы (ВБС) и дисциркуляция в вертебро-базилярном бассейне (ВББ). Вертебро-базилярная система кровоснабжения включает в себя позвоночные артерии (ПА), базилярную артерию (БА) и задние мозговые артерии (ЗМА), обеспечивающие кровоснабжение структур головного мозга [1].

Ограничение кровотока в ПА влечет за собой дефицит кровоснабжения в структурах мозгового ствола, внутреннего уха, задних отделов таламуса и гипоталамуса, мозжечка, медиобазальных отделов височных и затылочных долей головного мозга. Нарушения гемодинамики в вертебро-базилярном бассейне (ВББ) составляют 25–30% от общего числа случаев нарушений мозгового кровообращения. Около 70% транзиторных ишемических атак (ТИА) происходят в ВББ, что в четыре раза превышает аналогичный показатель для каротидного бассейна [2]. Эпизоды ТИА в ВББ связаны с повышенным риском развития инсульта в течение пяти лет (22–35%) и летальности (20–30%) [3].

Увеличение продолжительности жизни населения, рост распространенности факторов риска, таких как атеросклероз, артериальная гипертензия и сахарный диабет, а также многообразие клинических проявлений ВБН и отсутствие единых диагностических критериев являются причиной регулярного обсуждения ВБН в научном пространстве. При этом трудности анатомического доступа к V1 сегменту ПА и близость к жизненно-важным структурам, требуют особого внимания к данному сегменту со стороны исследователей.

Методы и принципы исследования

Цель исследования — представить краткий литературный обзор и провести анализ историй болезни пациентов, получивших хирургическое лечение поражения ПА в отделении «нейрохирургии». На базе ФГБУ «НМИЦ ВМТ имени А.А. Вишневского» проведен ретроспективный анализ историй болезни пациентов, получивших хирургическое вмешательство по поводу поражения первого сегмента позвоночной артерии и вертебро-базиллярной недостаточности. В таблицу Excel вносили дату поступления, возраст, пол, окончательный диагноз, сопутствующие заболевания, жалобы, данные инструментальных обследований, вид хирургического вмешательства. Для составления литературной справки проводили поиск по электронным библиотекам Pubmed и elibrary.ru, с использованием ключевых слов «поражения позвоночной артерии», «вертебро-базиллярная недостаточность», «V1 сегмент ПА». Приоритет отдавали статьям в рецензируемых научных журналах, опубликованных в течение 5 лет до составления справки.

Литературный обзор

Этиология ВБН многофакторна и включает врожденные и приобретенные факторы. Врожденные аномалии строения сосудистой системы включают аномальное отхождение ПА, гипоплазию/аплазию, патологическую извитость ПА. При этом наиболее распространенным врожденным заболеванием является гипоплазия ПА, с зарегистрированной частотой 2–6% по данным аутопсии и ангиограмм [4]. К врожденным причинам также относят сдавление ПА вследствие чрезмерной гипертрофии или особенностей анатомии лестничной мышцы, васкулиты и другие системные воспалительные процессы в стенках кровеносных сосудов, сахарный диабет, заболевания крови, амилоидоз, коагулопатии, фиброзно-мышечную дисплазию, болезнь мойямойя и др. [4].

Приобретенные факторы включают артериальную гипо- или гипертензию, атеросклероз, дегенеративные заболевания шейного отдела позвоночника (ШОП), посттравматические деформации ШОП, новообразования соответствующей локализации, венозную патологию, болезни сердца, расслоение (диссекцию) артерий, поражение подключичной артерии, изменения реологических свойств крови [5]. До половины случаев при этом составляют атеросклеротические поражения, деформации и компрессия позвоночных артерий в канале поперечных отростков CII-CVI шейных позвонков. ПА является вторым по частоте местом локализации и прогрессирования атеросклеротических бляшек в сосудистой сети БЦА после бифуркации сонной артерии. Исходя из этого, распространенность нарушений вертебро-базилярного кровообращения превалирует у мужчин после четвертого десятилетия жизни, а основными факторами риска являются артериальная гипертензия, ожирение и курение [1].

Клиническая картина ВБН характеризуется полиморфизмом симптомов, обусловленным ишемией различных отделов головного мозга. Зачастую, случаи ВБН остаются не выявленными своевременно или диагностируются с опозданием, что обусловлено отсутствием специфических симптомов на ранних стадиях, таких как головокружение, тошнота, рвота, головная боль и нарушения равновесия [6].

Диагностический алгоритм при подозрении на ВБН предполагает использование клинических и инструментальных методов обследования, начиная с тщательного неврологического осмотра. Визуализация является золотым стандартом диагностики поражений позвоночной артерии и включает неинвазивные и малоинвазивные методы. В частности, используется комплексное УЗИ, включающее дуплексное сканирование брахиоцефальных артерий (БЦА) шеи и транскраниальную ультразвуковую допплерографию (ТК УЗДГ) с измерением кровотока в мозговых артериях и исследованием цереброваскулярных резервов; мультиспиральная компьютерная томография сосудов (МСКТ АГ) и магнитно-резонансная ангиография (МРА), вертебро-базилярная депривация, цифровая субтракционная ангиография (ЦСА) и компьютерная томографическая ангиография (КТА) [6].

В качестве стратегии визуализации первой линии рекомендовано проведение церебральной ангиографии, которая позволяет визуализировать мелкие детали сосудистой анатомии. Церебральная ангиография (ЦА) ПА, также называемая внутриартериальной ангиографией (ВАА), является инвазивным диагностическим методом, который считается золотым стандартом [4].

Несмотря на отсутствие исследований, которые изучали бы «оптимальную» медикаментозную терапию для симптоматической ВБН, сообщается, что стратегия лечения с антиагрегантами, контролем артериального давления, гиполипидемической терапией статинами, гликемическим контролем и модификацией факторов риска была высокоэффективной для вторичной профилактики инсульта [7].

Эндоваскулярные методики включают ангиопластику и стентирование ПА: баллонная ангиопластика расширяет просвет сосуда, а стентирование обеспечивает поддержание просвета и предотвращает рестеноз. Также проводится эмболизация при артерио-венозных мальформациях (АВМ) ПА для предотвращения кровоизлияний. Эндоваскулярные методы обладают меньшей инвазивностью, позволяют сократить время операции и реабилитации, демонстрируют низкую частоту осложнений [8].

При гемодинамически значимых стенозах ПА в устье или проксимальных отделах показана эндартерэктомия ПА (удаление атеросклеротической бляшки). При окклюзии или выраженном стенозе ПА в первом сегменте (V1) применяется транспозиция (подключение) ПА, а при множественных или протяжённых поражениях ПА используется шунтирование ПА. Выбор оптимального метода лечения осуществляется мультидисциплинарной командой, включающей нейрохирургов, сосудистых хирургов и рентгенэндоваскулярных хирургов, на основе индивидуальных особенностей пациента и характеристик поражения [8].

Основные результаты

С 2007 года по 2018 год в отделении «нейрохирургии» хирургическое вмешательство по поводу вертебро-базиллярной недостаточности в первом сегменте позвоночной артерии получили 50 пациентов в возрасте 53–76 лет (средний возраст 65,58 лет). Из них 19 пациентов (38%) женского пола и 31 (62%) — мужского. Все пациенты ранее получали консервативное лечение на протяжении 6 месяцев без значимого эффекта.

При установлении окончательного диагноза среди пациентов с поражением первого сегмента ПА преобладали патологическая извитость первого сегмента левой позвоночной артерии — 28 случаев (56%); стеноз левой ПА (6 случаев (12%)); патологическая извитость V-I сегментов обеих позвоночных артерий — 6 случаев (12%). По 2 случая (4%) приходилось на стеноз правой ПА, извитость первого сегмента правой ПА, гипоплазию правой ПА, гемодинамически значимые стенозы обеих ПА, окклюзия правой ПА (таблица 1).

Таблица 1 - Основной диагноз пациентов с поражением первого сегмента позвоночной артерии

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.161.37.1

Основной диагноз	n = 50	
	Абс.	%
Патологическая извитость V1 сегментов обеих позвоночных артерий	6	12
Патологическая извитость V1 сегмента левой позвоночной артерии	28	56
Патологическая извитость V1 сегмента правой позвоночной артерии	2	4
Гипоплазия правой позвоночной артерии	2	4
Гемодинамически значимые стенозы обеих позвоночных артерий в сегменте V1 (более 60%)	2	4
Стеноз V1 сегмента правой позвоночной артерии (более 60%)	2	4
Стеноз V1 сегмента левой позвоночной артерии (более 60%)	6	12
Окклюзия правой позвоночной артерии	2	4

Кроме того, у 6 пациентов (12%) выявлен атеросклероз артерий головы, у 3 (6%) наблюдалась патологическая извитость левой общей сонной артерии; у 2 (4%) — патологическая извитость правой общей сонной артерии; у 1 (2%) — извитость обеих общих сонных артерий. Патологическая извитость левой внутренней сонной артерии, наблюдалась у 1 пациента, однако она была гемодинамически незначимой; а патологическая извитость обеих внутренних сонных артерий выявлена у 2 (4%) пациентов. Стеноз левой внутренней сонной артерии встречался у 5 (10%) пациентов, правой внутренней сонной артерии — 2 (4%), бикаротидные стенозы — у 2 (4%) пациентов. Также у 2 пациентов установлена окклюзия правой внутренней сонной артерии, и 1 пациента — выраженный стеноз (55%) S1–S2 сегментов левой подключичной артерии.

Из сопутствующих соматических заболеваний среди пациентов можно выделить гипертоническую болезнь (ГБ) — у 41 пациента (82%); дисциркуляторную энцефалопатию (ДЭП) — выявлена у 40 пациентов (80%). Реже наблюдались ишемическая болезнь (ИБС), стенокардия напряжения — 23 (46%) пациентов; остеохондроз позвоночника — у 11 (22%) пациентов; смешанная форма отосклероза (3 пациента (6%)); болезнь Паркинсона 1 пациент (2%). При этом ГБ 1 степени установлена у 1-го пациента (2%); ГБ 2 степени — у 26 (52%); ГБ 3 степени — у 14 (28%) пациентов. ДЭП 1 степени выявлена у 1 (2%) пациента, ДЭП 2 степени — у 37 (74%) пациентов, ДЭП 3 степени — у 2(4%) пациентов. ИБС, стенокардия напряжения, функциональный класс (ФК) I установлен у 6 (12%) пациентов, а ФК II — у 17 (34%) пациентов.

Среди пациентов нашего отделения преобладали головная боль (100%) и головокружение (49 пациентов (98%)). 37 пациентов (74%) жаловались на атаксию, 28 (56%) — на снижение памяти, и половина пациентов (25 (50%)) отмечали наличие шума в ушах (рисунок 1).

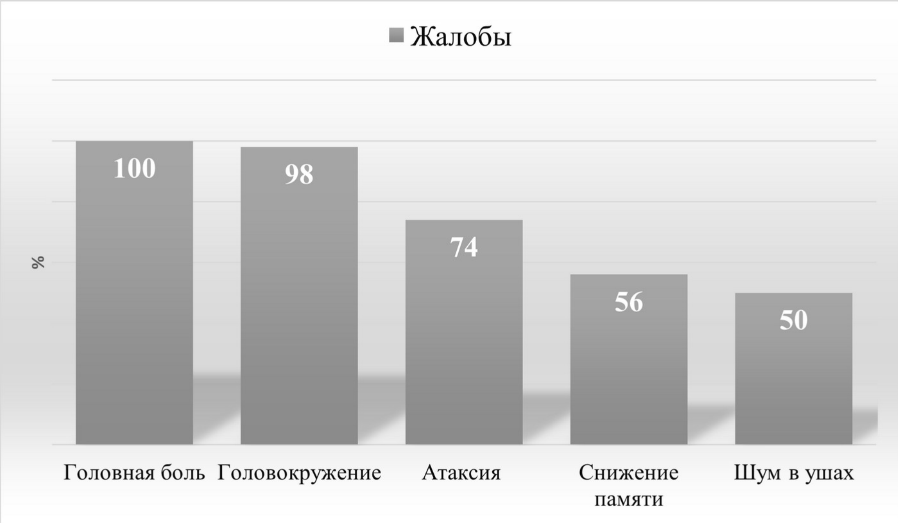

Рисунок 1 - Жалобы пациентов с поражением V1 сегмента позвоночной артерии

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.161.37.2

Всем пациентам была проведена церебральная ангиография, для уточнения диагноза и разработки плана лечения (таблица 2). Наиболее часто применяли процедуру резекции извитости с редрессацией и пластикой устья позвоночной артерии (60%) (таблица 3).

Таблица 2 - Инструментальные исследования, проведенные пациентам с поражением V1 сегмента позвоночной артерии

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.161.37.3

Вид исследования	n = 50	
	Абс.	%
Церебральная ангиография	50	100
МРТ головного мозга	4	8
МРТ шейного отдела позвоночника	3	6
УЗДГ БЦА	1	2

Таблица 3 - Способы хирургической коррекции поражения V1 позвоночной артерии в практике отделения

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.161.37.4

Хирургическое вмешательство	n = 50	
	Абс.	%
Артериолиз, десимпатизация V-1 сегмента позвоночной артерии	2	4
Резекция извитости с редрессацией и реимплантацией устья позвоночной артерии, позвоночно-общесонный анастомоз	6	12
Пластика устья позвоночной артерии	6	12

Хирургическое вмешательство	n = 50	
	Абс.	%
Резекция извитости с редрессацией и пластикой устья позвоночной артерии	24	48
Резекция патологической извитости V1 сегмента позвоночной артерии	5	10
Резекция позвоночной артерии, пластика устья, реимплантация в правую подключичную артерию	1	2
Рентгенэндоваскулярное стентирование устья позвоночной артерии	1	2
Артериолиз. Периартериальная симпатэктомия позвоночной артерии	1	2
Ангиопластика, стентирование позвоночной артерии	2	4
Скаленотомия	1	2
Эверсионная каротидная эндартерэктомия. Резекция патологической петли и редрессация позвоночной артерии	1	2

Таким образом, при анализе данных пациентов, получивших хирургическое лечение по поводу ВБН в первом сегменте ПА, возраст и пол пациентов с литературными данными совпадают – преобладали мужчины, старше 40 лет.

Распространенность жалоб в литературе варьирует в зависимости от популяции, диагностических критериев и методологии исследований. Одним из наиболее часто встречающихся симптомов является головокружение, которое отмечается у 70–90% пациентов; а также головные боли, которые встречаются у 60–80% пациентов с ВБН [9]. В когорте наших пациентов аналогичным образом, чаще всего наблюдались головная боль и головокружение.

При диагностике у всех пациентов прибегали к церебральной ангиографии, для определения стратегии лечения. Несмотря на появление неинвазивных методов, церебральная ангиография остается незаменимой при планировании сложных хирургических и эндоваскулярных вмешательств на позвоночной артерии. Ангиография позволяет детально оценить просвет сосуда, особенности строения стенки и гемодинамические нарушения; визуализирует стенозы, окклюзии, а также постстенотическое расширение. Кроме того, при ВБН, вызванной экстравазальной компрессией ПА, ангиография позволяет выявить динамические изменения просвета артерии при поворотах головы и других провоцирующих факторах и оценить эффективность декомпрессионных операций [10], [11].

Заключение

Хирургическое вмешательство выполнено 50 пациентам с ВБН в V1 сегменте, ранее получавшим консервативное лечение на протяжении 6 месяцев без эффекта. Для детальной визуализации сосудов головного мозга всем пациентам проведена церебральная ангиография. Среди пациентов преобладали патологическая извитость V1 сегмента и гемодинамически значимый стеноз V1 сегмента ПА. Проанализированы особенности клинико-неврологических проявлений недостаточности мозгового кровообращения в ВББ при наличии стенотических-окклюзионных поражений V1 сегмента ПА. Основными жалобами были головная боль и головокружение. Выбор методики хирургического вмешательства был основан на индивидуальных особенностях пациента, включая анатомию пораженного сосуда, наличие сопутствующих заболеваний и риск операции. Послеоперационный период протекал гладко у всех пациентов, в отдаленном периоде не было выявлено неврологических или иных осложнений хирургического вмешательства. Полученные данные позволяют утверждать, что у пациентов с клиникой ВБН, обусловленной поражением ПА в V1 сегменте, при неэффективности проводимой медикаментозной терапии, необходимо выполнять резекционные или шунтирующие вмешательства на ПА.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Хасанов Ш.Ш. Клинические и патофизиологические аспекты вертебрально-базилярной недостаточности в пожилом возрасте (обзорная литература) / Ш.Ш. Хасанов // Research Focus. — 2023. — Т. 2. — № 1. — С. 427–436.

2. Вачёв А.Н. Гибридное хирургическое лечение больных с вертебрально-базилярной недостаточностью / А.Н. Вачёв, О.В. Дмитриев, В.В. Сухоруков [и др.] // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. — 2016. — № 9 (2). — С. 29–34.

3. Floumann E. Prognosis of vertebrobasilar transient ischaemic attack and minor stroke / E. Floumann, P. Rothwell // Brain. — 2003. — № 126. — P. 1940–1954.

4. Temperley H.C. The incidence, characteristics and outcomes of vertebral artery injury associated with cervical spine trauma: A systematic review / H.C. Temperley, J.M. McDonnell, N.J. O'Sullivan [et al.] // Global Spine J. — 2023. — № 13. — P. 1134–1152. — DOI: 10.1177/21925682221137823.

5. Яриков А.В. Патология позвоночных артерий: атеросклероз, патологическая деформация. клиническая картина, диагностика и лечение / А.В. Яриков, А.А. Смолин, Л.В. Казакова [и др.] // Бюллетень науки и практики. — 2024. — № 10 (4). — С. 304–326.

6. Шарыпова А.Д. Синдром позвоночной артерии: современные подходы к диагностике / А.Д. Шарыпова, Н.Ф. Габдулхаева, С.В. Чистякова [и др.] // Тенденции развития науки и образования. — 2022. — № 86-3.

7. Chimowitz M.I. Stenting versus aggressive medical therapy for intracranial arterial stenosis / M.I. Chimowitz, M.J. Lynn, C.P. Derdeyn [et al.] // N. Engl. J. Med. — 2011. — № 365 (11). — P. 993–1003. — DOI: 10.1056/NEJMoa1105335.

8. Кондараки А.В. Достижения и перспективы сосудистой хирургии в лечении вертебробазилярной недостаточности / А.В. Кондараки, А.В. Чупин, Б.Г. Алекян [и др.] // Российский медико-биологический вестник имени академика ИП Павлова. — 2022. — № 30 (4). — С. 563–574.

9. Ким О. Особенности состояния церебральной гемодинамики у больных с вертебро-базилярной недостаточностью / О. Ким // Журнал биомедицины и практики. — 2021. — Т. 1. — № 3/1. — С. 188–196.

10. Goyal K. A Systematic Review and Meta-Analysis of Vertebral Artery Injury After Cervical Spine Trauma / K. Goyal, J.T. Sunny, C.S. Gillespie [et al.] // Global Spine J. — 2024. — № 14 (4). — P. 1356–1368. — DOI: 10.1177/21925682231209631.

11. Burle V.S. Vertebral Artery Stenosis: A Narrative Review / V.S. Burle VS, A. Panjwani A, K. Mandalaneni [et al.] // Cureus. — 2022. — № 14 (8). — Article e28068. — DOI: 10.7759/cureus.28068.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Khasanov Sh.Sh. Klinicheskie i patofiziologicheskie aspekti vertebralno-bazilyarnoi nedostatochnosti v pozhilom vozraste (obzornaya literatura) [Clinical and pathophysiological aspects of vertebrobasilar insufficiency in older adults (review literature)] / Sh.Sh. Khasanov // Research Focus. — 2023. — Vol. 2. — № 1. — P. 427–436. [in Russian]

2. Vachyov A.N. Gibridnoe khirurgicheskoe lechenie bolnikh c vertebralno-bazilyarnoi nedostatochnostyu [Hybrid surgical treatment of patients with vertebrobasilar insufficiency] / A.N. Vachyov, O.V. Dmitriev, V.V. Sukhorukov [et al.] // Kardiologiya i serdechno-sosudistaya khirurgiya [Cardiology and Cardiovascular Surgery]. — 2016. — № 9 (2). — P. 29–34. [in Russian]

3. Floumann E. Prognosis of vertebrobasilar transient ischaemic attack and minor stroke / E. Floumann, P. Rothwell // Brain. — 2003. — № 126. — P. 1940–1954.

4. Temperley H.C. The incidence, characteristics and outcomes of vertebral artery injury associated with cervical spine trauma: A systematic review / H.C. Temperley, J.M. McDonnell, N.J. O'Sullivan [et al.] // Global Spine J. — 2023. — № 13. — P. 1134–1152. — DOI: 10.1177/21925682221137823.

5. Yarikov A.V. Patologiya pozvonochnikh arterii: ateroskleroz, patologicheskaya deformatsiya. klinicheskaya kartina, diagnostika i lechenie [Pathology of the vertebral arteries: atherosclerosis, pathological deformation. Clinical picture, diagnosis and treatment] / A.V. Yarikov, A.A. Smolin, L.V. Kazakova [et al.] // Byulleten nauki i praktiki [Bulletin of Science and Practice]. — 2024. — № 10 (4). — P. 304–326. [in Russian]

6. Sharipova A.D. Sindrom pozvonochnoi arterii: sovremennie podkhodi k diagnostike [Vertebral artery syndrome: modern approaches to diagnosis] / A.D. Sharipova, N.F. Gabdulkhaeva, S.V. Chistyakova [et al.] // Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya [Tendencies in the development of science and education]. — 2022. — № 86-3. [in Russian]

7. Chimowitz M.I. Stenting versus aggressive medical therapy for intracranial arterial stenosis / M.I. Chimowitz, M.J. Lynn, C.P. Derdeyn [et al.] // N. Engl. J. Med. — 2011. — № 365 (11). — P. 993–1003. — DOI: 10.1056/NEJMoa1105335.

8. Kondaraki A.V. Dostizheniya i perspektivi sosudistoi khirurgii v lechenii vertebrobazilyarnoi nedostatochnosti [Achievements and prospects of vascular surgery in the treatment of vertebrobasilar insufficiency] / A.V. Kondaraki, A.V. Chupin, B.G. Alekyan [et al.] // Rossiiskii mediko-biologicheskii vestnik imeni akademika IP Pavlova [Russian Medical and Biological Bulletin named after Academician I.P. Pavlov]. — 2022. — № 30 (4). — P. 563–574. [in Russian]

9. Kim O. Osobennosti sostoyaniya tserebralnoi gemodinamiki u bolnikh s vertebro-bazilyarnoi nedostatochnostyu [Features of cerebral haemodynamics in patients with vertebrobasilar insufficiency] / O. Kim // Zhurnal biomeditsini i praktiki [Journal of Biomedicine and Practice]. — 2021. — Vol. 1. — № 3/1. — P. 188–196. [in Russian]

10. Goyal K. A Systematic Review and Meta-Analysis of Vertebral Artery Injury After Cervical Spine Trauma / K. Goyal, J.T. Sunny, C.S. Gillespie [et al.] // Global Spine J. — 2024. — № 14 (4). — P. 1356–1368. — DOI: 10.1177/21925682231209631.

11. Burle V.S. Vertebral Artery Stenosis: A Narrative Review / V.S. Burle VS, A. Panjwani A, K. Mandalaneni [et al.] // Cureus. — 2022. — № 14 (8). — Article e28068. — DOI: 10.7759/cureus.28068.