



УДК 616.8-089

DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM352537>

© This work is licensed under CC BY 4.0

© Authors, 2024

Аномалия Киммерле как причина вертебробазилярной недостаточности и вертебрального болевого синдрома

А.В. Яриков^{1, 2, 3}, А.О. Логутов², С.В. Романов¹, О.П. Абаева¹, И.В. Волков⁴,
О.А. Перльмуттер², А.П. Фраерман²

¹ФБУЗ «Приволжский окружной медицинский центр» ФМБА России (Нижний Новгород, Россия)

²ГБУЗ НО «Городская клиническая больница №39» 603028 (Нижний Новгород, Россия)

³ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского» (Нижний Новгород, Россия)

⁴ФГБУ «Дальневосточный окружной медицинский центр» (Владивосток, Россия)

Аннотация

Аномалия Киммерле представляет собой одну из разновидностей аномалий краниовертебрального перехода. В настоящее время она является одной из главных причин развития вертебробазилярной недостаточности, вертебрального болевого и вегетативного синдромов. Несмотря на достаточное количество публикаций о данной проблеме, аномалия Киммерле до сих пор остается не до конца изученной. Недостаточная информированность врачей первичного звена о данной патологии, разнообразные клинические проявления, отсутствие патогномоничных

неврологических синдромов, сложность анализа данных визуализации обуславливают трудности выявления этой аномалии.

В статье описаны эпидемиология, патогенез, клиническая картина аномалии Киммерле; представлены современные методы ее диагностики (спондилография, УЗИ, МРТ, МСКТ и др.) и способы лечения, а также обозначены пути их оптимизации.

Ключевые слова: аномалия Киммерле, вертебробазилярная недостаточность, лечение боли, вертебральный болевой синдром, цервикокраниалгия.

Конфликт интересов: не заявлен.

Для цитирования:

Яриков А.В., Логутов А.О., Романов С.В., Абаева О.П., Волков И.В., Перльмуттер О.А., Фраерман А.П. Аномалия Киммерле как причина вертебробазилярной недостаточности и вертебрального болевого синдрома. Наука и инновации в медицине. 2024;9(1):49-54. <https://doi.org/10.35693/SIM352537>

Сведения об авторах

Яриков А.В. – канд. мед. наук, врач-нейрохирург, травматолог-ортопед. <https://orcid.org/0000-0002-4437-4480> E-mail: anton-yarikov@mail.ru

Логутов А.О. – врач-нейрохирург. E-mail: logutov.anton.neurosurgeon@gmail.com
Романов С.В. – д-р мед. наук, доцент, директор. <https://orcid.org/0000-0002-1815-5436>
E-mail: s.romanov@mail.ru

Абаева О.П. – д-р мед. наук, доцент, заместитель директора по науке и профессиональной подготовке. <https://orcid.org/0000-0001-7403-7744>
E-mail: abaevaop@inbox.ru

Волков И.В. – д-р мед. наук, нейрохирург. <https://orcid.org/0000-0003-0475-4830>
E-mail: Ivanvolkov@yandex.ru

Перльмуттер О.А. – д-р мед. наук, профессор, врач-нейрохирург. <https://orcid.org/0000-0002-7934-1437> E-mail: oaperlmutter@mail.ru

Фраерман А.П. – д-р мед. наук, профессор, врач-нейрохирург. <https://orcid.org/0000-0002-2221-2042> E-mail: afraerman@mail.ru

Автор для переписки

Яриков Антон Викторович

Адрес: Приволжский окружной медицинский центр, наб. Нижне-Волжская, 2, г. Нижний Новгород, Россия, 603001. E-mail: anton-yarikov@mail.ru

Список сокращений

АК – аномалия Киммерле; ВБН – вертебробазилярная недостаточность; ПА – позвоночная артерия; ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения; ШОП – шейный отдел позвоночника; МРТ – магнитно-резонансная томография; КТ – компьютерная томография; МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография.

Получено: 26.04.2023

Одобрено: 19.06.2023

Опубликовано: 08.01.2024

Kimmerle anomaly as a cause of vertebrobasillary insufficiency and vertebral pain syndrome

Anton V. Yarikov^{1, 2, 3}, Anton O. Logutov², Sergei V. Romanov¹, Olga P. Abaeva¹,
Ivan V. Volkov⁴, Olga A. Perlmutter², Aleksandr P. Fraerman²

¹Privolzhsky District Medical Center FMBA (Nizhny Novgorod, Russia)

²City Clinical Hospital No. 39 (Nizhny Novgorod, Russia)

³Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (Nizhny Novgorod, Russia)

⁴Far Eastern District Medical Center (Vladivostok, Russia)

Abstract

The Kimmerle anomaly is one of the varieties of craniovertebral junction anomalies. Currently, it is one of the main causes of vertebrobasilar insufficiency, vertebral pain and vegetative syndromes. Despite a sufficient number of publications on this problem, the Kimmerle anomaly still remains not fully understood. Insufficient awareness of primary care physicians about this pathology, a wide variety of clinical manifestations, the absence of pathognomonic neurological syndromes, the complexity of the analysis of

imaging data cause difficulties in identifying this anomaly. The article describes the epidemiology, pathogenesis, and clinical picture of Kimmerle anomaly. Further, the paper presents modern methods of its diagnosis (spondylography, ultrasound, MRI, MSCT, etc.) and treatment. In conclusion, the authors present ways to optimize the diagnosis and treatment of Kimmerle anomaly.

Keywords: Kimmerle anomaly, vertebrobasillary insufficiency, pain management, vertebral pain syndrome, cervicocranialgia.

Conflict of interest: nothing to disclose.

Citation

Yarikov AV, Logutov AO, Romanov SV, Abaeva OP, Volkov IV, Perlmutter OA, Fraerman AP. Kimmerle anomaly as a cause of vertebrobasillary insufficiency and vertebral pain syndrome. Science and Innovations in Medicine. 2024;9(1):49-54. <https://doi.org/10.35693/SIM352537>

Information about authors

Anton V. Yarikov – PhD, neurosurgeon, orthopedic traumatologist.

<https://orcid.org/0000-0002-4437-4480> E-mail: anton-yarikov@mail.ru

Anton O. Logutov – neurosurgeon. E-mail: logutov.anton.neurosurgeon@gmail.com

Sergei V. Romanov – PhD, Associate professor, Director.

<https://orcid.org/0000-0002-1815-5436> E-mail: s.romanov@mail.ru

Olga P. Abaeva – PhD, Associate professor, Deputy Director for Science and Professional Training. <https://orcid.org/0000-0001-7403-7744> E-mail: abaevaop@inbox.ru

Ivan V. Volkov – PhD, neurosurgeon. <https://orcid.org/0000-0003-0475-4830>
E-mail: Ivanvolkov@yandex.ru

Olga A. Perlmutter – PhD, Professor, neurosurgeon.

<https://orcid.org/0000-0002-7934-1437> E-mail: oaperlmutter@mail.ru

Aleksandr P. Fraerman – PhD, Professor, neurosurgeon.

<https://orcid.org/0000-0002-2221-2042> E-mail: afraerman@mail.ru

Corresponding Author

Anton V. Yarikov

Address: Privolzhsky District Medical Center, 2 emb. Nizhne-Volzhsкая, Nizhny Novgorod, Russia, 603001. E-mail: anton-yarikov@mail.ru

Received: 26.04.2023

Accepted: 19.06.2023

Published: 08.01.2024

■ ВВЕДЕНИЕ

В 1923 году Н. Hayek описал аномалию краниовертебрального перехода, которая представляет собой костную перемычку [1]. Она локализуется между задним краем суставного отростка С1 и задней границей его дуги и формирует отверстие, через которое проходят позвоночная артерия (ПА) и затылочный нерв [2]. В 1930 году эту аномалию подробно описал А. Kimmerle (Венгрия), обращая внимание на то, что данное изменение может приводить к вертебробазилярной недостаточности (ВБН), вертебральному болевому синдрому и острому нарушению мозгового кровообращения (ОНМК). В последующем она получила название аномалия Киммерле (АК) [3]. Далее Н. Krayenbuhl и М.Г. Yasargil при изучении рентгенограмм шейного отдела позвоночника (ШОП) обнаружили эту патологию у пациентов с вертебробазилярной недостаточностью (ВБН) [4]. АК – это экзостоз атлантозатылочной мембраны, располагающийся в области краниовертебрального перехода, который формирует костный мостик между суставным отростком С1 и его задней дугой (задний или медиальный мостик) и/или суставным и поперечным отростком С1 (боковой мостик) [5]. При АК V3 сегмент ПА зажат в костном канале вместо обычного расположения в sulcus arteriae vertebralis. В костный канал также могут быть включены позвоночная вена, задняя ветвь С1 корешка и симпатические окончания. АК имеет несколько синонимов в научной литературе: foramen arcuate, foramen arcuate atlantis, foramen retroarticulare, perior, ponticulus posterior et ponticulus lateralis atlantis, ponticuli posticus, canalis Bildungidunge; при неполном варианте строения – clinoid bridge [6]. В МКБ-10 классифицируется как: Q76.4, I65.0, M47.0, M53.0, M85.0, G45.0, G99.2.

■ ЦЕЛЬ

Проведение анализа современной научной литературы по эпидемиологии, патогенезу, диагностике и лечению АК, представленной в библиотеках eLibrary, PubMed.

■ ЭПИДЕМИОЛОГИЯ

Наряду с мальформацией Арнольда – Киари, платибазией, базилярной импрессией, ассимиляцией С1, гипоплазией и аплазией задней дуги С1 АК относится к одним из самых частых аномалий краниовертебрального перехода. АК встречается в 18,8% наблюдений – по данным секционных находок, 17,2% – при анализе МСКТ, 16,6% – по данным спондилографии [7]. Заболевание одинаково встречается как у мужчин, так и у женщин (15,8% и 14,6% соответственно) [8]. При исследовании 305 инцидентов врожденной АК, по данным Н.А. Щикунова и соавт. (2014 г.), в 42% случаев имелась двусторонняя АК. При этом полностью симметрично сформированный канал наблюдался в 29% случаев, неполный – в 13%. В 19% случаев обнаружена двусторонняя асимметричная АК, а односторонняя АК – в 39%. Из односторонних отмечена левосторонняя (30%), реже – правосторонняя (9%). В случае левостороннего канала ПА он был неполным в 16% наблюдений, полным – в

14% [9]. Степень оссификации борозды ПА при АК представлена в **таблице 1**.

Клиническая картина может проявляться при оссификации связки III и IV классов.

■ ПАТОГЕНЕЗ

Патогенез ВБН при АК остается сложным [10]. ПА никогда не занимает всего объема отверстия (обычно около 35% от его объема). Фиброзная ткань, окружающая ПА, ее венозное и симпатическое сплетение, а в области задней дуги С1 и затылочный нерв, служат для них каркасом [11]. АК приобретает клиническую значимость из-за утраты эластичности ПА, пораженной атеросклерозом или васкулитом, периаfterиального рубцового процесса, степени оссификации связки, наличия других аномалий краниовертебральной области, несоответствия ширины ПА и величины отверстия в костном канале, наличия остеохондроза ШОП и др. [12]. Кроме механического воздействия на ПА при АК связкой происходит и снижение мобильности V3 сегмента ПА при движении ПА с развитием ее компрессии [13]. Происходит раздражение симпатического сплетения ПА и развитие артериального спазма с формированием ВБН [14]. Также существует теория нарушения венозного оттока при АК, при которой происходит компрессия ПА венозным сплетением, из-за чего наблюдается снижение объемного кровотока по ПА, развитие ВБН.

■ КЛИНИЧЕСКАЯ КАРТИНА

В большинстве наблюдений АК протекает бессимптомно [15]. Клиническая картина ВБН развивается лишь у 1,0–5,5% пациентов¹. Воздействие триггерных факторов (хлыстовые травмы ШОП, пребывание в нефизиологичной позе (гиперэкстензии, ротации головы и др.) вызывает обострение симптомов [16]. Клиническая картина АК характеризуется многообразием симптоматики, что создает трудности в ее диагностике [17]. Пациенты с АК длительное время наблюдаются с различными диагнозами: невралгия затылочного нерва, остеохондроз ШОП, мигрень, цефалгия, головная боль напряжения, ВСД, цервикобрахиалгия, синкопальные состояния или просто ВБН без уточнения ее этиологии и патогенеза. Данные пациенты получают разнородное обследование и лечение, что в результате не позволяет сформировать необходимую тактику лечения [2]².

Клиническая картина АК включает несколько синдромов.

Класс	Выраженность оссификации
I	нет оссификации
II	оссификация >1/2 борозды для ПА
III	оссификация всей связки, но есть борозда
IV	полная оссификация, образующая костный мостик над ПА

Таблица 1. Класс оссификации борозды ПА при АК
Table 1. The class of ossification of the VA furrow with KA

¹Львов И.С., Лукьянчиков В.А., Гринь А.А., и др. Способ хирургического лечения пациентов с аномалией Киммерле. Патент на изобретение RU 2648007 C1, 21.03.2018. Заявка №2017113142 от 17.04.2017. https://l.moscow/patents/ru2648007c1_20180321

²Сидор М.В., Осинцева Л.В. Способ диагностики аномалии Киммерле. Патент на изобретение RU 2240042 C1, 20.11.2004. Заявка №2003110834/14 от 15.04.2003. <https://www.freepatent.ru/patents/2240042>

1. Болевой синдром: гемикраниалгии, боли в затылочной области и ШОП, сопровождающиеся фотопсиями и выпадениями полей зрения [6, 18]. Большинство пациентов отмечают появление головной боли ежедневно, преимущественно после сна. Боли, как правило, усиливаются после длительной статической нагрузки, физической нагрузки, кашля. Боли в ШОП носят приступообразный характер, распространяясь в надплечье, плечо или затылочную область, а иногда в зону внутреннего уха, глаза, заднюю стенку глотки, челюсти.

2. Синдром ВБН, кохлеовестибулярные нарушения, проявляющиеся в виде головокружений [19]. При этом надо понимать, что под термином «головокружение» пациенты подразумевают самые различные ощущения: чувство падения, вращения, дурноты, нечеткого зрения, нарушения концентрации внимания, шаткости походки и т. д. В клинической картине на основании субъективных данных выделяют основные виды головокружений – системные и несистемные [20]. Системное головокружение отождествляют с поражением вестибулярного аппарата. Поскольку пациенты крайне непоследовательны в своих жалобах и легко индуцированы в описании своих симптомов, практически у каждого пациента можно найти признаки всех вариантов головокружения. Поэтому помимо определения подтипа головокружения важно установить другие характеристики головокружения (длительность: постоянное, приступообразное, < 1 мин., > часа, > суток), наличие триггера (изменение положения тела или спонтанное), а при подозрении на вертеброгенные головокружения необходимо выяснить связь головокружения с движением в ШОП. Жалобы на системное головокружение и шаткость при ходьбе часто сочетаются с паракузиями (шум в ухе) и легким снижением слуха, шумом и звоном в ушах, нарушениями при выполнении координационных проб, потемнением в глазах, ощущением песка в глазах, кратковременной потерей зрения, фотопсиями, изменением фонации, глотания, сопровождающихся тошнотой, рвотой, нистагмом, дизартрией, диплопией, повышенной утомляемостью. Особенностью ВБН при АК является ее связь с движением в ШОП, что вынуждает пациентов занимать определенную позу. Движения в ШОП могут провоцировать процесс дестабилизации кровообращения в пораженной ПА и стать причиной ВБН по механизму Bow Hunter Stroke (синдром «лучника») [9]. Встречаются расстройства чувствительности, мозжечковые и бульбарные симптомы, моно-, пара- или тетрапарезы, внезапные падения без потери сознания (drop-attacks), внезапные падения с потерей сознания (синкопальный синдром Унтерхарншейдта).

3. Вегетативный синдром. Характеризуется паническими атаками с возникновением чувства «прилива жара» к голове или ШОП, страха, тревоги, удушья. Их длительность варьирует от десятков минут до нескольких часов [21].

АК является одним из основных факторов риска раннего развития ОНМК [17, 22]. Имеются данные о клинических случаях острой потери слуха и спинального инсульта при АК [23].

Выделяют три степени тяжести АК по шкале С.А. Гуляева (таблица 2).

Тяжесть АК можно оценивать по шкале Рэнкина, модифицированной шкале исходов Глазго и индексом мобильности Ривермид (таблица 3) [24, 25].

■ ДИАГНОСТИКА

Простым и доступным способом диагностики АК является спондилография [26]. По МСКТ оценивается класс оссификации связки, ориентация во фронтальной и сагиттальной плоскостях [27]. С помощью МСКТ-ангиографии можно оценить ход ПА относительно костных колец, класс оссификации связки и атеросклеротического поражения ПА, одно/двустороннее поражение и возможность экстравазальной компрессии ПА [28]. Также по МСКТ-ангиографии необходимо оценить замкнутость Виллизиева круга, наличие и распространенность атеросклеротического процесса в брахиоцефальных и интракраниальных артериях. Ультразвуковыми признаками экстравазального воздействия на ПА являются локальное ускорение кровотока в месте компрессии и межсторонняя асимметрия скорости кровотока. Прямым доказательством экстравазального воздействия считается положительная поворотная проба, при которой в ответ на повороты головы происходит выраженное снижение скорости кровотока в V4 сегменте ПА при транскраниальном исследовании [29, 30]. У пациентов при ротационных пробах (с задержкой в данной позиции как минимум 2 мин.) наблюдается экстравазальная компрессия с ирритативным влиянием на скорость кровотока по ПА [31]. В качестве диагностического порога отмечается снижение пиковой систолической скорости $\geq 30\%$. Асимметрия кровотока по ПА на 70% является признаком АК или их стеноза. Полноценное выполнение УЗИ с функциональными пробами занимает много времени и должно выполняться по показаниям, например, при наличии у пациента с АК выраженной клиники ВБН.

МРТ или КТ головного мозга используют для верификации зон ишемии [4, 32, 33]. МРТ ШОП позволяет выявить или исключить мягкотканную причину компрессии ПА. Церебральная ангиография дает возможность визуализировать сосуды в динамике и имитировать положение ШОП, при которой выявляются признаки ВБН.

К дополнительным методам при проведении дифференциальной диагностики можно отнести вестибулометрию – метод исследования, включающий ряд тестов, проводимых для определения функционального состояния и уровня поражения вестибулярного анализатора. Дифференциальный диагноз АК проводят со следующими заболеваниями: атеросклеротический стеноз или патологическая извитость брахиоцефальных артерий, стеноз ПА на других уровнях, дискоостеофитная компрессия ПА, головная боль напряжения, нейроциркуляторная дистония, синдром вегетативной дисфункции, болезнь Меньера, вестибулярный нейронит, лабиринтит, синдром мостомозжечкового угла, опухоли IV желудочка, дегенеративно-дистрофические заболевания ШОП, болезнь Такаюсу [34, 35].

Степень	Клиническая картина
I (легкая)	наличие болей в сочетании с гемодинамическими нарушениями (признаки ВБН)
II (средняя)	к легкой степени присоединяется вегетативный синдром перманентного и пароксизмального характера с частотой 3-4 раза в год
III (тяжелая)	частота основных синдромов варьирует от ежемесячных до еженедельных

Таблица 2. Степени тяжести АК по С.А. Гуляеву
Table 2. Severity of KA according to S.A. Gulyaev

Степень	Клиническая картина	Модифицированная шкала Рэнкина	Индекс мобильности Ривермид
I	легкая: симптомы заболевания лишь при физической нагрузке	1	14-15
II	средняя: головная боль и симптомы ВБН несколько раз в течение года	1	8-13
III	тяжелая: пациенты вынуждены находиться большую часть времени в положении лежа, возникновение приступов головной боли / головокружения при ротации ШОП или вертикализации	>3	<7

Таблица 3. Градация клинических симптомов АК по степени выраженности

Table 3. Gradation of KA clinical symptoms by severity

■ ЛЕЧЕНИЕ

Объем и тактика лечения пациентов с АК определяется на основе тяжести заболевания, степени выраженности симптомов, неврологической симптоматики, наличия сопутствующей патологии и данных инструментальных методов обследования (УЗИ с функциональными пробами, МСКТ-ангиография брахиоцефальных и интракраниальных артерий, МРТ головного мозга). Консервативная терапия носит симптоматический характер и направлена на купирование симптомов и предупреждение осложнений [7, 36]. Эффективность консервативного лечения в зависимости от степени тяжести и проявлений может составлять 40–98%. У 50–60% пациентов регистрируется рецидив заболевания с необходимостью проведения повторных курсов консервативного лечения. Оно включает в себя медикаментозное лечение (миорелаксанты, антиоксиданты, венотоники, вазоактивные, нейропротекторы, метаболиты, агонисты гистаминовых H1- и H3-рецепторов внутреннего уха и вестибулярных ядер ЦНС, нестероидные противовоспалительные препараты, антиконвульсанты), физиотерапию (иглорефлексотерапия, щадящая тракция ШОП, локальное введение ботулотоксина типа А, блокада ПА, озонотерапия) и иммобилизацию ШОП. Радикальный метод лечения – хирургический. Хирургическому лечению АК посвящены единичные работы [37, 38]. Показаниями к хирургическому лечению являются [39, 40] прогрессирующие симптомы АК; неэффективность консервативного лечения в течение 6 месяцев; доказанный факт экстравазальной компрессии ПА по данным инструментальных методов.

Техника проведения операции. Декомпрессия ПА выполняется из заднего срединного или паравертебрального межмышечного доступа. При классическом срединном доступе производят разрез кожи по задней срединной линии от затылочного бугра до остистого отростка С3 позвонка. В дальнейшем происходит скелетирование с двух сторон. Основным недостатком данного доступа является его травматичность [8, 41, 42].

При проведении декомпрессии ПА из заднебоковых доступов проводится разметка под рентген-навигацией или нейронавигацией [28, 43]. При рентген-навигации на С-дуге производятся снимки в боковой и трансаральной укладках, после чего проводится кожный разрез в проекции АК. После диссекции и идентификации ponticulus posticus устанавливается тубусный ранорасширитель [44].

Установку тубулярного ранорасширителя выполняют перпендикулярно костному кольцу АК и непосредственно к костному кольцу после диссекции и разведения мышечных волокон в стороны, что позволяет избежать травмирования ПА на этапе доступа. После этого достигнутый эффект декомпрессии оценивается с помощью интраоперационного УЗИ [38, 45, 46]. При двусторонней АК предпочтительнее применение срединного доступа [47, 48].

А.К. Чертков и соавт. (2005 г.) представили результаты операции 17 лиц в возрасте от 18 до 47 лет с АК. При обследовании в 90% случаев у пациентов регрессировала общемозговая симптоматика, в 87% – головокружение и пошатывание, у 100% – синкопальные состояния. В 95% была отмечена нормализация гемодинамики по ПА [10]. У 15 больных, отказавшихся от операции, существенных изменений в клиническом состоянии при мониторинге не наблюдали, результаты доплерографического исследования были те же, из них трое утратили прежнюю трудоспособность.

В.В. Крылов и соавт. (2017 г.) представили результаты лечения 6 больных с АК (мужчин – 2, женщин – 4). Возраст больных колебался от 20 до 58 лет (в среднем 42,7). В двух наблюдениях отмечено значительное снижение проявлений картины ВБН с регрессом головной боли. У трех пациентов болевой синдром и ВБН регрессировали полностью. В одном наблюдении у пациента фиксировано полное восстановление [2].

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

АК в настоящее время остается не до конца изученной проблемой. У большинства людей она протекает бессимптомно. При наличии симптомов ВБН и вертебрального болевого синдрома необходимо доказать их связь с АК. При доказательстве необходимо начать консервативное лечение. Хирургическое лечение симптомной АК является предпочтительным при прогрессировании заболевания, увеличении частоты приступов и отсутствии эффекта от консервативного лечения. Выполнение операции из паравертебральных межмышечных доступов с применением современных способов навигации (рентген или нейронавигация) представляется предпочтительным классическому из заднего срединного подхода.

Необходима более широкая информированность врачей (особенно неврологов и терапевтов) амбулаторно-поликлинического звена и сосудистых центров об АК как о причине ВБН и ОНМК. Также требуется более активное внедрение в клиническую практику нейрохирургических отделений хирургического пособия при ВБН, особенно АК. ■

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	ADDITIONAL INFORMATION
Источник финансирования. Работа выполнена по инициативе авторов без привлечения финансирования.	Study funding. The study was the authors' initiative without external funding.
Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.	Conflict of Interest. The authors declare that there are no obvious or potential conflicts of interest associated with the content of this article.
Участие авторов. А.В. Яриков – написание текста статьи; А.О. Логотов – написание текста статьи, поиск литературы; С.В. Романов – правка статьи; О.П. Абаева – редактирование статьи; И.В. Волков – анализ литературы; О.А. Перлмуттер – создание дизайна статьи, анализ литературы; А.П. Фраерман – создание дизайна статьи, анализ литературы. Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.	Contribution of individual authors. A.V. Yarikov – wrote the first draft of the manuscript; A.O. Logotov – has been responsible for scientific data collection, wrote the first draft of the manuscript; S.V. Romanov – manuscript critical revision; O.P. Abaeva – detailed manuscript editing; I.V. Volkov – has been responsible for scientific data systematization and analysis; O.A. Perlmutter, A.P. Fraerman – the development of the study concept, scientific data analysis. All authors gave their final approval of the manuscript for submission, and agreed to be accountable for all aspects of the work, implying proper study and resolution of issues related to the accuracy or integrity of any part of the work.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Gulyaev SA, Kulagin VN, Arkhipenko IV, et al. Clinical manifestations of anomalies of the craniocervical region according to the Kimmerle variant and features of their treatment. *Russian Medical Journal*. 2013;21(16):866-868. (In Russ.). [Гуляев С.А., Кулагин В.Н., Архипенко И.В., и др. Клинические проявления аномалии краниовертебральной области по варианту Киммерле и особенности их лечения. *Российский медицинский журнал*. 2013;21(16):866-868].
- Krylov VV, Lukyanchikov VA, Lvov IS, et al. Surgical treatment of vertebrovascular conflict in patients with Kimmerle anomaly. *Russian neurosurgical journal named after Professor A.L. Polenov*. 2017;9(2):16-21. (In Russ.). [Крылов В.В., Лукьянчиков В.А., Львов И.С., и др. Хирургическое лечение вертеброваскулярного конфликта у пациентов с аномалией Киммерле. *Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова*. 2017;9(2):16-21].
- Split W, Sawrasiewicz-Rybak M. Character of headache in Kimmerle anomaly. *Headache*. 2002;9:911-916. <https://doi.org/10.1046/j.1526-4610.2002.02213.x>
- Lutsik AA, Peganov AI, Kazantsev VV, et al. Vertebrobasilar insufficiency caused by bone anomalies of the craniocervical junction. *Spinal Surgery*. 2016;13(4):49-55. (In Russ.). [Лутчик А.А., Пеганов А.И., Казанцев В.В., и др. Вертебробазилярная недостаточность, обусловленная костными аномалиями краниовертебрального перехода. *Хирургия позвоночника*. 2016;13(4):49-55].
- Elliott RE, Tanweer O. The prevalence of the ponticulus posticus (arcuate foramen) and its importance in the Goel-Harms procedure: meta-analysis and review of the literature. *World Neurosurg*. 2014;82(1-2):335-343.
- Giri J, Pokharel PR, Gyawali R. How common is ponticulus posticus on lateral cephalograms? *BMC Res Notes*. 2017;10:172. <https://doi.org/10.1186/s13104-017-2494-z>
- Gibelli D, Cappella A, Cerutti E, et al. Prevalence of ponticulus posticus in a Northern Italian orthodontic population: a lateral cephalometric study. *Surg Radiol Anat*. 2016;3:309-312. <https://doi.org/10.1007/s00276-015-1554-0>
- Kulagin VN, Mikhailukova SS, Lantukh AV, et al. Kimmerle anomaly: aspects of diagnosis and treatment of major clinical syndromes. *Pacific Medical Journal*. 2013;4:85-87. (In Russ.). [Кулагин В.Н., Михайлюкова С.С., Лантух А.В., и др. Аномалия Киммерле: аспекты диагностики и лечения основных клинических синдромов. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2013;4:85-87].
- Shkunova NA, Varyasina TN, Klimenko LN. Variants of the Kimmerle anomaly. *Morphology*. 2014;145(3):230-230a. (In Russ.). [Шкунова Н.А., Варякина Т.Н., Клименко Л.Н. Варианты аномалии Киммерли. *Морфология*. 2014;145(3):230-230a].
- Chertkov AK, Klimov ME, Nesterova MV. On the issue of surgical treatment of patients with vertebrobasilar insufficiency in Kimmerle's anomaly. *Spine surgery*. 2005;1:69-73. (In Russ.). [Чертков А.К., Климов М.Е., Нестерова М.В. К вопросу о хирургическом лечении больных с вертебробазилярной недостаточностью при аномалии Киммерле. *Хирургия позвоночника*. 2005;1:69-73].
- Lvov I, Lukyanchikov V, Grin A, et al. Minimally invasive surgical treatment for Kimmerle anomaly. *Journal of Craniocervical Junction and Spine*. 2017;8(4):359-363. https://doi.org/10.4103/jcvjs.JCVJS_73_17
- Lukyanchikov V, Lvov I, Grin A, et al. Minimally invasive surgical treatment for vertebral artery compression in a patient with one-sided ponticulus posticus and ponticulus lateralis. *World Neurosurg*. 2018;117:97-102. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.06.002>
- Kicherova OA, Reichert LI. Clinical case of spinal stroke in a young man with Kimmerle anomaly. *Tyumen Medical Journal*. 2017;19(3):45-50. (In Russ.). [Кичерова О.А., Рейхерт Л.И. Клинический случай спинального инсульта у молодого человека с аномалией Киммерле. *Тюменский медицинский журнал*. 2017;19(3):45-50].
- Tedeschi G. Surgical trial in the vertebral flow alteration due to Kimmerle anomaly. *J Neurosurg Sci*. 1979;23(3):235-238.
- Lukyanchikov VA, Senko IV, Ryzhkova ES, et al. Application of navigation in vascular neurosurgery. *Questions of Neurosurgery named after N.N. Burdenko*. 2020;84(4):82-89. (In Russ.). [Лукьянчиков В.А., Сенько И.В., Рыжкова Е.С., и др. Применение навигации в сосудистой нейрохирургии. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2020;84(4):82-89]. <https://doi.org/10.17116/neiro20208404182>
- Barsukov SF, Antonov GI. Kimmerle anomaly and cerebral stroke. *Military Medical Journal*. 1992;10:32. (In Russ.). [Барсуков С.Ф., Антонов Г.И. Аномалия Киммерле и мозговой инсульт. *Военно-медицинский журнал*. 1992;10:32].
- Krasnoperova TA, Krasnoperov Yul. Anomaly Kimmerle. Clinical case. In: Scientific community of students of the XXI century. 2017:14-17. (In Russ.). [Красноперева Т.А., Красноперева Ю.И. Аномалия Киммерле. Клинический случай. В сб.: Научное сообщество студентов XXI столетия. 2017:14-17]. <https://sibac.info/archive/nature/9%2855%29.pdf>
- Dzhilkashiev BS, Antonov GI, Chmutin GE, et al. Treatment of circulatory insufficiency syndrome in the vertebrobasilar basin. *Bulletin of neurology, psychiatry and neurosurgery*. 2020;4:27-32. (In Russ.). [Джилкашиев Б.С., Антонов Г.И., Чмутин Г.Е., и др. Лечение синдрома недостаточности кровообращения в вертебробазилярном бассейне. *Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии*. 2020;4:27-32]. <https://doi.org/10.33920/med-01-2004-03>
- Dzhilkashiev BS, Antonov GI, Chmutin GE, et al. Surgical correction in vertebrobasilar insufficiency syndrome. *Bulletin of neurology, psychiatry and neurosurgery*. 2019;4:71-76. (In Russ.). [Джилкашиев Б.С., Антонов Г.И., Чмутин Г.Е., и др. Хирургическая коррекция при синдроме вертебробазилярной недостаточности. *Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии*. 2019;4:71-76].
- Baranovsky AE, Ponomarev VV, Goncharik AS, et al. The first successful surgical treatment of Kimmerle anomaly in the Republic of Belarus. *Healthcare (Minsk)*. 2018;7:49-54. (In Russ.). [Барановский А.Е., Пономарев В.В., Гончарик А.С., и др. Первое успешное хирургическое лечение аномалии Киммерле в Республике Беларусь. *Здравоохранение (Минск)*. 2018;7:49-54].
- Novoseltsev SV, Smirnov VV, Malinovsky EL, et al. Anomalies and malformations of the cervical spine in the practice of an osteopath. Criteria for radiodiagnosis. *Russian osteopathic journal*. 2011;1-2:147-160. (In Russ.). [Новосельцев С.В., Смирнов В.В., Малиновский Е.Л., и др. Аномалии и пороки развития шейного отдела позвоночника в практике врача остеопата. Критерии лучевой диагностики. *Российский остеопатический журнал*. 2011;1-2:147-160].
- Karandeeva AM. A clinical case of vertebrobasilar insufficiency in a patient with Kimmerle anomaly. *Modern scientific research and development*. 2018;10(27):407-409. (In Russ.). [Карандеева А.М. Клинический случай вертебробазилярной недостаточности у пациента с аномалией Киммерле. *Современные научные исследования и разработки*. 2018;10(27):407-409].
- Zavaruev AV, Yanovoy VV. Algorithm for the treatment of occlusive lesions of the subclavian arteries with vertebral-subclavian steal syndrome and combined carotid artery stenosis. *Pacific Medical Journal*. 2018;1(71):34-37. (In Russ.). [Заваруев А.В., Яновой В.В. Алгоритм лечения окклюзионных поражений подключичных артерий с синдромом позвоночно-подключичного обкрадывания и сочетанным стенозом сонных артерий. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2018;1(71):34-37]. <https://doi.org/10.17238/pmj1609-1175.2018.1.34-37>
- Kulagin VN, Gulyaev SA, Gulyaeva SE, et al. Kimmerle anomaly: diagnostic criteria for neurological complications. In: Man and medicine. Materials of the VII Far Eastern Regional Congress with international participation. 2010:53-54. (In Russ.). [Кулагин В.Н., Гуляев С.А., Гуляева С.Е., и др. Аномалия Киммерле: диагностические критерии неврологических осложнений. В сб.: Человек и лекарство. Материалы VII Дальневосточного регионального конгресса с международным участием. 2010:53-54]. <http://www.imb.dvo.ru/index.php/ru/publikatsii>
- Kulagin VN, Gulyaeva SE, Gulyaev SA. Kimmerle anomaly: diagnostic problems. *Neurological Bulletin*. 2007;39(1):100-103. (In Russ.). [Кулагин В.Н., Гуляева С.Е., Гуляев С.А. Аномалия Киммерле: проблемы диагностики. *Неврологический вестник*. 2007;39(1):100-103].

26. Lutsik AA, Kazantsev VV, Bondarenko GYu, et al. Surgical treatment of patients with various forms of vertebrobasilar vascular insufficiency. *Medicine in Kuzbass*. 2014;13(1):37-42. (In Russ.). [Лутчик А.А., Казанцев В.В., Бондаренко Г.Ю., и др. Оперативное лечение больных с разными формами вертебробазилярной сосудистой недостаточности. *Медицина в Кузбассе*. 2014;13(1):37-42].
27. Lutsik AA, Kazantsev VV, Bondarenko GYu, et al. Vascular myelopathy due to compression or stenosis of an abnormal vertebral artery supplying the cervical thickening. *Medicine in Kuzbass*. 2014;13(2):55-62. (In Russ.). [Лутчик А.А., Казанцев В.В., Бондаренко Г.Ю., и др. Сосудистая миелопатия, обусловленная компрессией или стенозом аномальной позвоночной артерии, кровоснабжающей шейное утолщение. *Медицина в Кузбассе*. 2014;13(2):55-62].
28. Yarikov AV, Perlmutter OA, Fraerman AP, et al. Vertebrogenic syndrome of the vertebral artery: pathogenesis, clinical picture, diagnosis and treatment. *Transbaikalian Medical Bulletin*. 2019;4:181-192. (In Russ.). [Яриков А.В., Перльмуттер О.А., Фраерман А.П., и др. Вертеброгенный синдром позвоночной артерии: патогенез, клиническая картина, диагностика и лечение. *Забайкальский медицинский вестник*. 2019;4:181-192]. https://doi.org/10.52485/19986173_2019_4_181
29. Antonov GI, Galkin PV, Mitroshin GE. Surgical correction of stenosing lesions of the brachiocephalic trunk, subclavian and vertebral arteries in the treatment of vertebrobasilar insufficiency. *Neurosurgery*. 2008;1:25-32. (In Russ.). [Антонов Г.И., Галкин П.В., Митрошин Г.Е. Хирургическая коррекция стенозирующих поражений брахиоцефального ствола, подключичной и позвоночной артерий в лечении вертебробазилярной недостаточности. *Нейрохирургия*. 2008;1:25-32].
30. Antonov GI, Miklashevich ER, Gladyshev SYu, et al. Surgical treatment of a false aneurysm of the vertebral artery at the border of the V2 and V3 segments. *Voprosy Neurokhirurgii imeni N.N. Burdenko*. 2015;79(3):90-95. (In Russ.). [Антонов Г.И., Миклашевич Э.Р., Гладышев С.Ю., и др. Хирургическое лечение ложной аневризмы позвоночной артерии на границе V2 и V3 сегментов. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2015;79(3):90-95]. <https://doi.org/10.17116/neiro201579390-95>
31. Antonov GI, Shchigolev YuS, Kim EA, et al. Algorithm for the application of examination methods in the surgical treatment of cerebrovascular insufficiency and prevention of ischemic stroke. *Clinical neurology*. 2014;1:3-8. (In Russ.). [Антонов Г.И., ЩигOLEV Ю.С., Ким Э.А., и др. Алгоритм применения методов обследования при хирургическом лечении недостаточности мозгового кровообращения и профилактики ишемического инсульта. *Клиническая неврология*. 2014;1:3-8].
32. Lukagin VN, Bryukhovetsky IS, Gulyaev SA. *Clinical and neurophysiological features of the pathology of the nervous system in patients with Kimmerle's syndrome*. In: Topical issues of allergology, pediatrics and pediatric surgery. Vladivostok, 2006:125-129. (In Russ.). [Кулагин В.Н., Брюховецкий И.С., Гуляев С.А. Клинико-неврофизиологические особенности патологии нервной системы у больных с синдромом Киммерле. В сб.: Актуальные вопросы аллергологии, педиатрии и детской хирургии. Владивосток, 2006:125-129]. <https://cyberleninka.ru/article/n/itogi-i-perspektivy-nauchnoy-shkoly-kafedry-pediatrii-1/viewer>
33. Likhachev SA, Astapenko AV, Vashchilin VV, et al. Vertebrogenic cervicalgia with the presence of vegetative paroxysms in the stage of subcompensation against the background of complete Kimmerle anomaly, doubling of the left vertebral artery. *Neurology and neurosurgery. Eastern Europe*. 2018;8(1):165-166. (In Russ.). [Лихачев С.А., Астапенко А.В., Ващилин В.В., и др. Вертеброгенная цервикалгия с наличием вегетативных пароксизмов в стадии субкомпенсации на фоне полной аномалии Киммерли, удвоения левой позвоночной артерии. *Неврология и нейрохирургия. Восточная Европа*. 2018;8(1):165-166].
34. Gordyukova IYu, Isaeva NV, Korchagin EE, et al. Experience of the stroke prevention room in the regional clinical hospital in Krasnoyarsk. *Siberian Medical Review*. 2018;5(113):104-110. (In Russ.). [Гордюкова И.Ю., Исаева Н.В., Корчагин Е.Е., и др. Опыт работы кабинета по профилактике инсульта в краевой клинической больнице г. Красноярск. *Сибирское медицинское обозрение*. 2018;5(113):104-110]. <https://doi.org/10.20333/2500136-2018-5-104-110>
35. Yanova EU, Yuldashev RA, Mardieva GM. Radiation diagnosis of craniocervical circulation in Kimmerle's anomaly. *Questions of science and education*. 2019;27(76):94-99. (In Russ.). [Янова Э.У., Юлдашев Р.А., Мардиева Г.М. Лучевая диагностика краниовертебрального кровообращения при аномалии Киммерле. *Вопросы науки и образования*. 2019;27(76):94-99].
36. Yanova EU, Mardieva GM. Identification of the Kimmerle anomaly by radiological research methods. *Russian Electronic Journal of Radiation Diagnostics*. 2021;11(4):44-52. (In Russ.). [Янова Э.У., Мардиева Г.М. Выявление аномалии Киммерле лучевыми методами исследования. *Российский электронный журнал лучевой диагностики*. 2021;11(4):44-52]. <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2021-11-4-44-52>
37. Titkova EV, Yanul AN, Kulaga VS, et al. Clinical and diagnostic comparison, issues of providing medical care to patients with Kimmerle's anomaly in a multidisciplinary medical institution. *Military medicine*. 2017;2(43):58-62. (In Russ.). [Титкова Е.В., Януль А.Н., Кулага В.С., и др. Клинико-диагностическое сопоставление, вопросы оказания медицинской помощи пациентам с аномалией Киммерли в многопрофильном лечебном учреждении. *Военная медицина*. 2017;2(43):58-62].
38. Komyakhov AV, Klocheva EG. Characterization and treatment of cephalgia in patients with Kimmerle's anomaly. *Kursk scientific and practical bulletin Man and his health*. 2011;3:70-76. (In Russ.). [Комяхов А.В., Ключева Е.Г. Характеристика и лечение цефалгии у пациентов с аномалией Киммерле. *Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье»*. 2011;3:70-76].
39. Galaktionov DM, Dubovoy AV, Ovsyannikov KS. Distal-vertebral reconstruction in vertebrobasilar insufficiency. *Circulatory pathology and cardiac surgery*. 2017;21(3):86-94. (In Russ.). [Галактионов Д.М., Дубовой А.В., Овсянников К.С. Дистальнопозвоночная реконструкция при вертебробазилярной недостаточности. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2017;21(3):86-94]. <https://doi.org/10.21688/1681-3472-2017-3-86-94>
40. Usachev DYU, Lukshin VA, Shevchenko EV, et al. Simultaneous reconstruction of the carotid and vertebral arteries using a temporary intraluminal shunt (clinical observation). *Voprosy Neurokhirurgii imeni N.N. Burdenko*. 2017;81(5):76-83. (In Russ.). [Усачев Д.Ю., Лукшин В.А., Шевченко Е.В., и др. Одномоментная реконструкция сонной и позвоночной артерий с использованием временного внутрипросветного шунта (клиническое наблюдение). *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2017;81(5):76-83]. <https://doi.org/10.17116/neiro201781576-83>
41. Usachev DYU, Lukshin VA, Shmigelsky AV, et al. Anastomosis between the internal carotid and vertebral arteries in the treatment of a patient with bilateral occlusions of the arteries of the carotid basin. *Voprosy Neurokhirurgii imeni N.N. Burdenko*. 2016;80(2):72-77. (In Russ.). [Усачев Д.Ю., Лукшин В.А., Шмигельский А.В., и др. Анастомоз между внутренней сонной и позвоночной артериями в лечении больного с двусторонними окклюзиями артерий каротидного бассейна. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2016;80(2):72-77]. <https://doi.org/10.17116/neiro201680272-77>
42. Usachev DYU, Lukshin VA, Yakovlev SB, et al. Protocol for the examination and surgical treatment of patients with stenosing lesions of the main arteries of the brain. *Voprosy Neurokhirurgii imeni N.N. Burdenko*. 2009;2:48-54. (In Russ.). [Усачев Д.Ю., Лукшин В.А., Яковлев С.Б., и др. Протокол обследования и хирургического лечения больных со стенозирующими поражениями магистральных артерий головного мозга. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2009;2:48-54].
43. Lukyanchikov VA, Orlov EA, Oganessian MV, et al. Anatomical bases of brain revascularization: choosing an extra-intracranial bypass option. *Voprosy Neurokhirurgii imeni N.N. Burdenko*. 2021;85(6):120-126. (In Russ.). [Лукьянчиков В.А., Орлов Е.А., Оганесян М.В., и др. Анатомические основы хирургической ревазуляризации головного мозга: обоснование выбора шунтирующей операции. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2021;85(6):120-126]. <https://doi.org/10.17116/neiro202185061120>
44. Barulin AE, Kurushina OV, Drushlyakova AA. Dizziness: systemic or non-systemic? *Medicinal Bulletin*. 2017;11(1):8-12. (In Russ.). [Барулин А.Е., Курушина О.В., Друшликова А.А. Головокружение: системное или несистемное? *Лекарственный вестник*. 2017;11(1):8-12].
45. Zakondyryn DE, Polunina NA, Lukyanchikov VA, et al. Implementation of the results of simulation training in the practice of providing neurosurgical care to patients with stenosing lesions of the carotid arteries. *Neurosurgery*. 2018;20(1):103-108. (In Russ.). [Закондырин Д.Е., Полунина Н.А., Лукьянчиков В.А., и др. Внедрение результатов симуляционного обучения в практику оказания нейрохирургической помощи пациентам со стенозирующими поражениями сонных артерий. *Нейрохирургия*. 2018;20(1):103-108]. <https://doi.org/10.17650/1683-3295-2018-20-1-103-108>
46. Lukyanchikov VA, Udodov EV, Dalibaldyan VA, et al. Surgical treatment of patients with pathology of brachycephalic arteries in the acute period of ischemic stroke. *Russian neurosurgical journal named after Professor A.L. Polenov*. 2017;9(2):22-29. (In Russ.). [Лукьянчиков В.А., Удодов Е.В., Далибалдыан В.А., и др. Хирургическое лечение пациентов с патологией брахицефальных артерий в остром периоде ишемического инсульта. *Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова*. 2017;9(2):22-29].
47. Lukyanchikov VA, Udodov EV. Tactics of surgical treatment of acute cerebral ischemia caused by atherosclerotic lesions of the brachiocephalic arteries. *Neurosurgery*. 2020;22(3):31-41. (In Russ.). [Лукьянчиков В.А., Удодов Е.В. Тактика хирургического лечения острой ишемии головного мозга, обусловленной атеросклеротическим поражением брахиоцефальных артерий. *Нейрохирургия*. 2020;22(3):31-41]. <https://doi.org/10.17650/1683-3295-2020-22-3-31-41>
48. Alekhin EE, Lukyanchikov VA, Lvov IS, et al. Epidemiology and semiotics of the Kimmerle anomaly. Literature review. *Bulletin of neurology, psychiatry and neurosurgery*. 2022;12:982-989. (In Russ.). [Алехин Е.Е., Лукьянчиков В.А., Львов И.С., и др. Эпидемиология и семиотика аномалии Киммерле. Обзор литературы. *Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии*. 2022;12:982-989]. <https://doi.org/10.33920/med-01-2212-07>