

ХИРУРГИЧЕСКИЙ ДОСТУП К ТРЕТЬЕМУ СЕГМЕНТУ ПОЗВОНОЧНОЙ АРТЕРИИ

ТУРЛЮК Д.В.¹, РОГОВОЙ Н.А.^{1,2}, АЛЕКСЕЕВ С.А.², ЯНУШКО В.А.³

¹4-я городская клиническая больница им. Н.Е. Савченко, г. Минск, Республика Беларусь

²Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск, Республика Беларусь

³Республиканский научно-практический центр «Кардиология», г. Минск, Республика Беларусь

Вестник ВГМУ. – 2021. – Том 20, №5. – С. 58-68.

SURGICAL ACCESS TO THE THIRD SEGMENT OF THE VERTEBRAL ARTERY

TURLIUK D.V.¹, ROGOVOY N.A.^{1,2}, ALEXEEV S.A.², YANUSHKO V.A.³

¹The 4th City Clinical Hospital named after N.E. Savchenko, Minsk, Republic of Belarus

²Belarusian State Medical University, Minsk, Republic of Belarus

³Republican Research Center «Cardiology», Minsk, Republic of Belarus

Vestnik VGMU. 2021;20(5):58-68.

Резюме.

На сегодняшний день V3 – это наиболее редкий и хирургически труднодоступный сегмент позвоночной артерии (ПА). Материал и методы. Для изучения топографо-анатомических характеристик особенностей анатомии ПА в V3 выполнялось секционное исследование у 35 больных, умерших от разных причин.

Техника выполнения доступа к ПА: по внутреннему краю правой кивательной мышцы выполнялся линейный разрез длиной $6,2 \pm 1,5$ см, начинающийся от уровня $2,1 \pm 0,8$ см выше угла нижней челюсти по ходу поднижнечелюстной складки по направлению к «козелку» ушной раковины. Выделялись общая сонная артерия, внутренняя сонная артерия (ВСА), югулярная вена, наружная сонная артерия до третьего сегмента с отсечением и перевязкой боковых ветвей. Рассечение слюнной железы не проводилось, так как она достаточно подвижна и хорошо отводится ранорасширительными крючками, так же, как и венозное сплетение, нервы, «двубрюшная» мышца

Результаты. Применение предложенного нами оригинального доступа предполагает уменьшить хирургическую травму, а также снизить риск развития повреждения сосудисто-нервных структур в зоне интервенции. При работе на секционном материале определяли расстояние между дистальной порцией ВСА и третьим сегментом ПА. Оно не превышало, по нашим данным, $3,2 \pm 2,1$ мм. Данный факт позволяет при необходимости безопасно формировать анастомоз между ВСА и ПА в V3 сегменте по типу «бок в бок».

Заключение. Предложенный нами доступ к третьему сегменту позвоночной артерии позволяет снизить хирургическую травму за счет уменьшения длины разреза до $6,2 \pm 1,2$ см, а также за счет мобилизации анатомических структур в операционной ране без их пересечения.

При сопутствующей извитости ВСА оптимальным материалом для шунтирования ПА в третьем сегменте ПА служит избыточная часть ВСА.

Ключевые слова: вертебробазиллярная недостаточность, позвоночная артерия, внутренняя сонная артерия, анатомия, хроническая сосудисто-мозговая недостаточность.

Abstract.

Today V3 is the rarest and most difficult to access segment of the vertebral artery (VA).

Material and methods. A sectional study was performed in 35 patients who died from various causes to study the topographic and anatomical characteristics of the VA anatomy in V3.

The technique of access to the VA: along the inner edge of the right sternocleidomastoid muscle, a linear incision 6.2 ± 1.5 cm long was performed, starting from the level of 2.1 ± 0.8 cm above the angle of the lower jaw along the submandibular fold towards the «tragus» auricle. The common carotid artery, the internal carotid artery (ICA), the jugular vein, and the external carotid artery up to the third segment were isolated with excision and ligation of the lateral branches. The

dissection of the salivary gland was not carried out, since it is quite mobile and is well retracted by the retractor hooks, as well as the venous plexus, nerves, «digastric» muscle.

Results. The original approach proposed by us suggests reducing surgical trauma, as well as reducing the risk of developing damage to the neurovascular structures in the intervention zone. When working on the sectional material, the distance between the distal portion of the ICA and the third segment of the VA was determined. It did not exceed, according to our data, 3.2 ± 2.1 mm. This fact allows, if necessary, to safely form an anastomosis between the ICA and the VA in the V3 segment according to the «side-to-side» type.

Conclusions. The proposed access to the third segment of the VA enables the reduction of surgical trauma by reducing the incision length up to 6.2 ± 1.2 cm, as well as by mobilizing anatomical structures in the surgical wound without crossing them (salivary gland, jugular vein, vagus nerve, C2 – a portion of the brachial plexus, digastric muscle, internal carotid artery).

With concomitant tortuosity of the ICA, the excess part of the ICA is the optimal material for bypassing the VA in the third segment of the VA. A variant of surgical correction in this situation is the formation of «trifurcation» of the carotid artery.

Key words: vertebrobasilar insufficiency, vertebral artery, internal carotid artery, anatomy, chronic cerebrovascular insufficiency.

Одной из важных проблем в неврологии, нейрохирургии и сосудистой хирургии, привлекающих внимание исследователей и практических врачей, являются гемодинамические нарушения в задней черепной ямке при дегенеративных поражениях шейного отдела позвоночника, bow hunter синдроме и др. Экстравазальная компрессия позвоночной артерии (ПА) приводит к развитию «синдрома позвоночной артерии». Синдром ПА – комплекс симптомов, развивающихся в результате механического сдавливания артерии или раздражения симпатического сплетения. При появлении частых drop attacks – метод выбора лечения – хирургическая коррекция нарушения кровотока [1, 2].

В связи с необходимостью выполнения обходного шунтирования при позиционных нарушениях кровообращения в V2-V3 на сегодняшний день не утрачивают своей актуальности поиски оптимального доступа к V3 ПА [3].

Целью данного исследования являлось разработка доступа к третьему сегменту ПА.

Материал и методы

Для изучения топографо-анатомических характеристик особенностей анатомии ПА в V3 ПА выполнялось секционное исследование у 35 больных, умерших от разных причин (табл. 1). Доступ отработывался на обеих позвоночных артериях. Всего проведено 70 исследований. Исследования проводились с согласия родственников (при наличии таковых) и этического комитета Республиканского научно-практического центра «Кардиология».

Всем пациентам выделялась ПА от устья, до входа в затылочное отверстие. На секционном материале с обеих сторон шеи в дорзальном положении головы изучались наружный диаметр и длина ПА в промежутках между поперечными отростками C1 - C2 и C1 – край затылочного отверстия, диаметр позвоночного канала в области C1, наличие спинномозговых ветвей, расстояние между поперечными отростками C1 - C2, а также расстояние C1 – вход в череп по методике F. Sacciola с соавт. [4]. В данной области на поперечных срезах толщиной 4 мк определяли длину ПА и толщину ее оболочек (интима, средняя оболочка, адвентиция) [5]. Результаты, полученные нами в процессе изучения анатомических особенностей ПА в V3, опубликованы в периодической печати [6].

Для снижения травматичности существующих доступов проведено сопоставление существующих антеролатерального ограниченного (доступ В на рис. 1) и переднего доступа (доступ С на рис. 1) с предложенным нами передним доступом (рис. 2).

Антеролатеральный доступ не изучался в связи с изначально высокой травматичностью по данным литературы. Изучение проводилось на секционном материале с выделением V3 сегмента с обеих сторон. Всего проведен анализ 70 доступов (35 слева и 35 справа).

Техника выполнения доступа к ПА: по внутреннему краю правой кивательной мышцы выполнялся линейный разрез длиной $6,2 \pm 1,5$ см, начинающийся от уровня $2,1 \pm 0,8$ см выше угла нижней челюсти по ходу поднижнечелюстной

Таблица 1 – Характеристика причин смерти у лиц, которым проводилось секционное исследование

Количество случаев	Возраст (годы)	Пол	Причина летального исхода
13	48, 54 и 61	м	Алкогольное опьянение, общее переохлаждение
12	68 и 62	м	Декомпенсированный цирроз печени, кровотечение из варикозно расширенных вен пищевода
2	51 и 62	ж	Инфаркт миокарда
2	58, 64	ж	Сердечная недостаточность
3	45, 52 и 59	м	Разрыв аневризмы аорты
3	54, 57 и 60	ж	Тромбоз легочной артерии

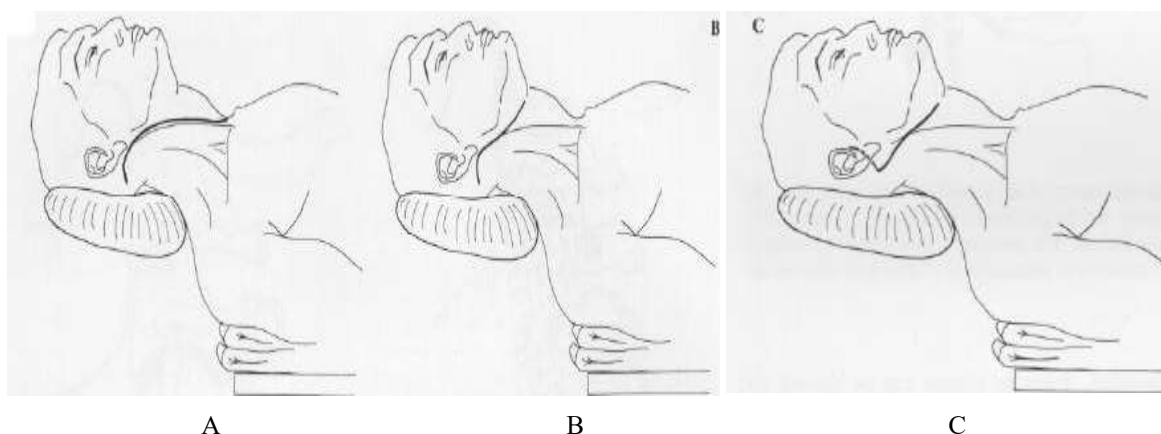


Рисунок 1 – Виды доступов к дистальным сегментам позвоночной артерии:
А – антеролатеральный; В – антеролатеральный ограниченный; С – передний.

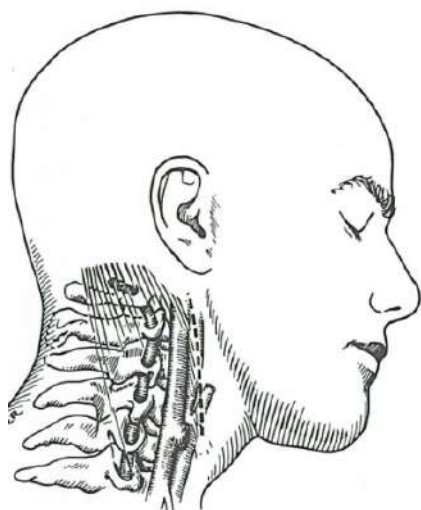


Рисунок 2 – Пунктирной линией обозначен оригинальный доступ к 3-му сегменту позвоночной артерии.

складки по направлению к «козелку» ушной раковины. Выделялись общая сонная артерия, внутренняя сонная артерия (ВСА), югулярная вена, наружная сонная артерия до третьего сегмента с

отсечением и перевязкой боковых ветвей. Рассечение слюнной железы не проводилось, так как она достаточно подвижна и хорошо отводится ранорасширительными крючками, так же, как и венозное сплетение, нервы, «двубрюшная» мышца [7]. Данная статья демонстрирует преимущества запатентованного ранее метода, в сравнении с ранее известными. Согласно правилам Республики Беларусь о подаче документов на получение патента, публикация в научных журналах заранее делает невозможным получение «приоритета» по предмету патентования.

Статистическая обработка: в связи с малым количеством случаев в группах сравнения мы вычисляли значение статистик W. Ансари-Бредли (Ansari-Bradly) и К. Клотца (Klotz), которые являются концептуальными аналогами статистик Вилкоксона и Ван дер Вардена. Для каждой исходной статистики вычисляется нормальная аппроксимация (Z-статистика) и уровень значимости P нулевой гипотезы об отсутствии различий в разбросе значений двух выборок. Если $p < 0,05$, то нулевая гипотеза может быть принята.

Таблица 2 – Сравнительные характеристики доступов к V3 сегменту позвоночной артерии

Доступ/показатель	Антеролатеральный ограниченный (13 случаев)	Передний (12 случаев)	Оригинальный (10 случаев)	p<0,05
Длина разреза (см)	13,3±1,2	9,4±0,5	6,2± 1,5	*
Переход разреза на позадишную область n (%)	13	8	0	* **2
Отсечение головки двубрюшной мышцы n (%)	13	6	2	*
Пересечение слюнных желез n (%)	13	11	0	* **2

Примечание: * – по сравнению оригинального с антеролатеральным доступом; **2 – по сравнению оригинального с передним доступом.

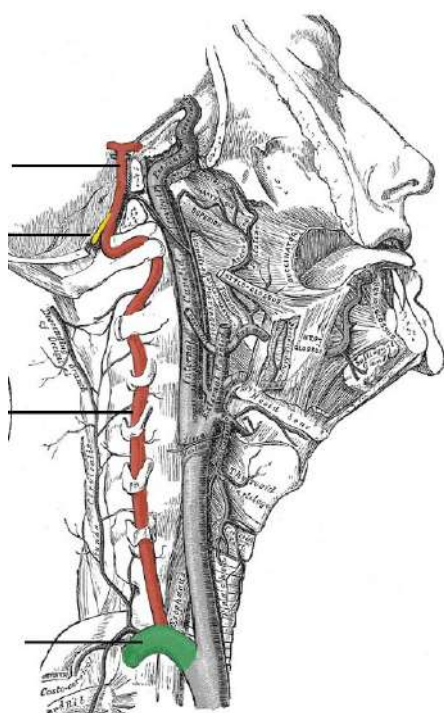


Рисунок 3 – Топографо-анатомическая близость третьего сегмента позвоночной артерии и внутренней сонной артерии (внутри красного круга, источник: Häggström, M. Medical gallery of Mikael Häggström 2014 / M. Häggström // Wikiversity J. Med. – 2014. – Vol. 1, N 2).

Результаты

Применение предложенного нами оригинального доступа предполагает уменьшить хирургическую травму, а также снизить риск развития повреждения сосудисто-нервных структур в зоне интервенции. Характеристика доступов представлена в таблице 2.

Предлагаемый нами доступ позволяет сни-

зить травмирования V3 за счет выделения поднижнечелюстных структур (слюнная железа, двубрюшная мышца, югулярная вена, ветви шейного сплетения и блуждающий нерв) таким образом, мобилизуя их. Это придает подвижность данным структурам и позволяет атравматично смещать их ретрактором при манипуляциях в зоне интереса. При разработке доступа мы учитывали топографическую близость V3 сегмента и дистального отдела ВСА, доступ к которой нами используется при субкраниальных петлеобразованиях ВСА (рис. 3).

При работе на секционном материале определяли расстояние между дистальной порцией ВСА и третьим сегментом ПА. Оно не превышало, по нашим данным, 3,2+2,1 мм. Данный факт позволяет при необходимости безопасно формировать анастомоз между ВСА и ПА в V3 сегменте по типу «бок в бок». При наличии сопутствующей извитости ВСА пациентам с показаниями к шунтированию ПА нами разработана методика формирования трифуркации в области сонной артерии [8], когда проксимальный конец отсеченной ВСА вшивается в V3 сегмент ПА. Дистальный конец ВСА низводится в зону ампулы ВСА и вшивается по типу «конец в бок». Таким образом, формируется «трифуркация», когда общая сонная артерия делится естественным путем на наружную и внутреннюю, далее внутренняя направляется в позвоночную и «новую» ВСА, перемещенную хирургически в ампулу (рис. 4).

Из всего вышесказанного следует, что пластическим материалом для шунтирования ПА в третьем сегменте может служить избыток ВСА, вызванный избыточной длиной последней. Одновременно происходит коррекция двух патологических состояний, приводящих к нарушению ин-

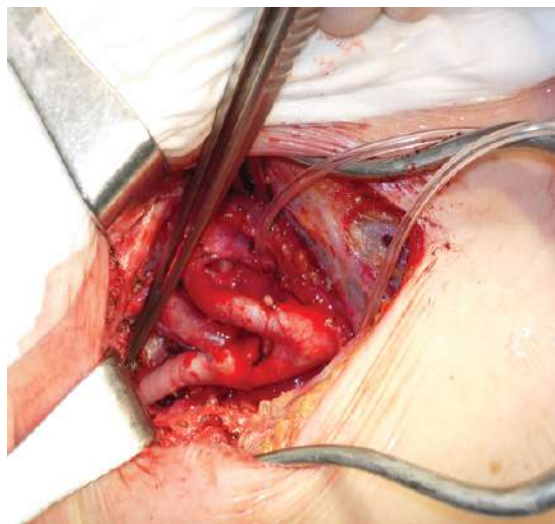


Рисунок 4 – Формирование «трифуркации» сонной артерии за счет извитости внутренней сонной артерии (ВСА) при шунтировании позвоночной артерии (ПА) в третьем сегменте (анастомоз ВСА с ПА по типу «конец в бок»).

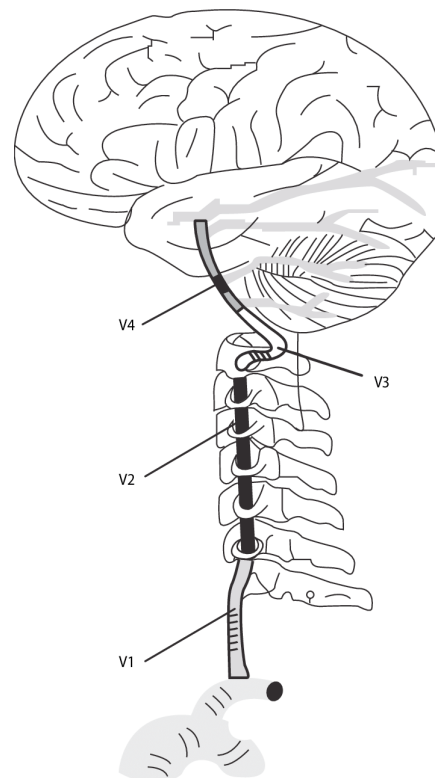


Рисунок 5 – Хирургическая анатомия позвоночной артерии (описание в тексте, источник: The relation between the spatial distribution of vertebral artery compromise and exposure to cervical manipulation / G. N. Kawchuk [et al.] // J. Neurol. – 2008 Mar. – Vol. 255, N 3. – P. 371–377.).

тракраниальной гемодинамики. При операциях такого вида нет необходимости в использовании большой подкожной вены или наружной сонной артерии в качестве шунта. Это снижает время операции и приводит к уменьшению хирургической травмы, исключая процесс поиска материала для шунтирования. Последнее предположение носит предположительный характер, поскольку изначально перед нами не стояла задача в сравнении времени выделения ПА в третьем сегменте при различных методиках, доказать данный постулат не предоставляется возможным.

Обсуждение

Позвоночные артерии (ПА) – это ветви подключичных артерий, которые проходят вдоль шейного отдела позвоночника и заканчиваются интрадурально, формируя базилярный ствол. Анатомически ПА подразделяются на четыре сегмента: сегмент V1 (устьевой сегмент) от подключичной артерии до С6; сегмент V2 (поперечный сегмент): от С6 до С2; сегмент V3 (субзатылочный сегмент): от С2 до твердой мозговой оболочки большого затылочного отверстия (форамен магнум (ФМ)) и V4 сегмент (интрадуральный сегмент): от твердой мозговой оболочки ФМ до вертебробазилярного перехода (рис. 5).

Существует много вариаций и аномалий хода ПА. Среди них наиболее частыми являются

атретическая или гипопластическая ПА (диаметр 2,5 мм и менее), аномальный уровень входа в поперечный канал (С7, С5, С4 или С3 вместо С6), петли, дупликация, интрадуральное течение, экстракраниальное отхождение задне-нижней мозжечковой артерии (ЗНМА) и передней спинномозговой артерии [9].

Нарушение кровотока по ПА приводит к синдрому вертебробазилярной недостаточности (ВБН), состоящему из нескольких симптомокомплексов, проявляющихся в результате дефицита кровотока в задней черепной ямке. Вестибулярный, кохлеарный, атактический, зрительный синдромы и их сочетания, а также интенсивность их клинического проявления характеризуют степень нарушения функции органов в данном сосудистом бассейне [1]. Принято различать внутренние и внешние причины нарушения кровотока в вертебробазилярном бассейне. Внутренние включают в себя атеросклеротический стеноз и/или окклюзию ПА, аневризмы и артериовенозные фистулы. В настоящее время чаще всего пред-

почтение отдается эндоваскулярным методам лечения, которые продемонстрировали большую целесообразность и меньшую травматичность [2, 10]. Однако в некоторых случаях бывает необходима открытая хирургическая реваскуляризация. Она может быть осуществлена либо путем реимплантации ПА в сонную или подключичную артерию, либо путем обходного анастомоза с использованием большой подкожной вены [3]. Критериями для проведения открытого оперативного вмешательства должны быть, во-первых, клиническая картина с высокой степенью ВБН, а во-вторых, техническая невозможность проведения эндоваскулярной коррекции патологии ПА.

Внешние причины, приводящими к ВБН, – это различные варианты компрессии ПА окружающими тканями. Постоянная компрессия наблюдается в случае опухолей, но она никогда не бывает симптоматической, поскольку медленный рост опухоли дает время для развития коллатералей даже в случае окклюзии ПА, как, кстати, и атеросклеротическая окклюзия ПА. Даже при окклюзии подключичной артерии с формированием стилл-синдрома редко сопровождается выраженными клиническими проявлениями [11]. И наоборот, непродолжительная, прерывистая компрессия ПА приводит к так называемым *drop-атакам*, вызванным декомпенсацией кровообращения в результате острого уменьшения кровотока в задней черепной ямке. Этот феномен наблюдается как при остеохондрозе шейного отдела позвоночника с образованием остеофитов (уровни C4 – C5 и C5 – C6), фиброзных полос (рис. 3) на входе в ПА в поперечный канал и на уровне V3, так и костной мальформации краниоцервикального соединения (МКС) (рис. 6) [8, 12].

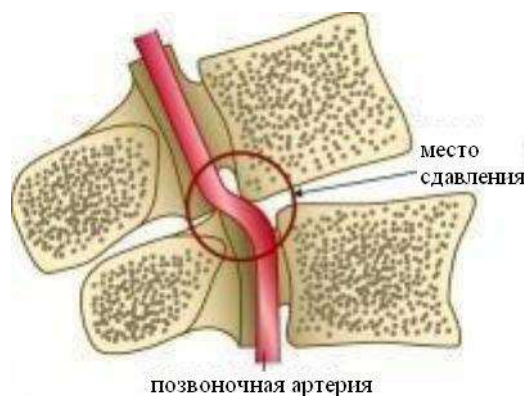


Рисунок 6 – Экстравазальная компрессия позвоночной артерии в поперечных отростках позвонков.

Фактически симптомы всегда возникают во время одного и того же конкретного движения головы и шеи, это движение вызывает позиционную окклюзию или значимый стеноз ПА. Для объективизации патологии используют различные методы визуализации: доплерографию, позиционную компьютерную томографию с контрастированием (КТА), магнитно-резонансную ангиографию (МРА) и/или катетерную ангиографию (рис.7).

Эти прерывистые компрессии обычно наблюдаются на уровнях, где адвентиция ПА прикреплена к надкостнице или твердой мозговой оболочке: как правило, на входе в канал поперечных отростков позвонков и особенно в случаях аномального уровня входа, а также на уровне V3 (*bow hunter syndrome – BHS*). При BHS компрессия ПА происходит за счет нижнего края C2 позвонка. Артерия пережимается при определенном положении головы тотчас после выхода из поперечного отверстия (ротационный механизм). При данной патологии для лечения наиболее часто используется хирургическая декомпрессия. Она позволяет освободить ПА от костных и фиброзных сжимающих элементов с открытием проксимального и дистального поперечных отверстий. Тем не менее, данное хирургическое вмешательство сопряжено с высоким риском травмы ПА в

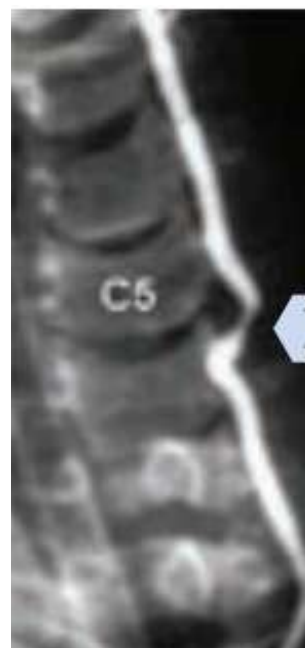


Рисунок 7 – Фибровая полоса в зоне C5 с экстравазальной компрессией позвоночной артерии на магнитно-резонансной ангиографии.

костном канале с фатальным кровотечением из-за невозможности контроля кровопотери в условиях костного «футляра» поперечных позвонков. Выделение ПА на уровне 1-2 шейных позвонков еще более непредсказуем, так как анатомически это соответствует V3 сегменту, который имеет сложный ход вокруг суставов C0–C1 (затылочные мышечки – латеральная масса атланта) и C1–C2. При множественных компрессиях ПА в V1–V2 сегментах задача хирургической декомпрессии крайне осложнена большой травмой при резекции поперечных отростков и высоким риском осложнений [9, 13].

Реконструкцию ПА в V3 в 1978 году впервые выполнили Carney A.L. и Anderson E.M. из Иллинойского университета [14]. Профессору Carney A.L. принадлежат основополагающие труды по хирургии в области V3 ПА. На сегодняшний день V3 – это наиболее редкий и хирургически труднодоступный сегмент ПА [11]. Сложность доступа обусловлена короткой протяженностью хода артерии между поперечными отростками позвонков C1–C2, ее малым диаметром, глубиной операционной раны, узким операционным полем, острым углом работы инструментов [14]. Кроме того, не существует четкого анатомического представления о вариантах прохождения артерии в V3 сегменте и особенностях отхождения ее спинномозговых ветвей в данной области шеи [4]. В то же время, для успешной хирургической коррекции патологических изменений ПА необходимо определение взаимосвязи диаметра отверстия поперечного отростка C1 и диаметра артерии, расстояний между C1 и краем затылочного отверстия, C2 и C1 в сопоставлении с длиной самой артерии [4].

В связи с вышеизложенным сохраняется актуальность изучения анатомических особенностей прохождения ПА в промежутке от C2 до входа в полость черепа. Для оперативного лечения патологии ПА в литературе предлагается несколько видов доступа к V3 сегменту (рис. 1) [14].

Антеролатеральный (А) – от грудино-ключичного соединения до processus mastoideus с отделением от него кивательной мышцы; Антеролатеральный ограниченный (В) – сопровождается пересечением кивательной мышцы и выходит на переднюю поверхность шеи вплоть до подъязычной кости; Передний (С) – пересекается позадишняя слюнная железа, кивательная мышца при этом разрез продлевается на переднюю впередишнюю область.

Доступ «А» позволяет полностью выделить V2 – V4 сегменты позвоночной артерии при этом наносится значительная травматизация мышцам шеи и сосудисто-нервному пучку в связи с высоким риском интраоперационного контакта с последними. Доступ «В» предназначен для выделения только дистальной части позвоночной артерии, имеет лучший косметический эффект, так как проходит по шейно-поднижнечелюстной складке. Тем не менее, происходит отделение мышцы от мастоидного отростка и сохраняется большая длина разреза. Доступ «С» – наиболее удобный для экспозиции артерии, но травматичность его значительно увеличивается из-за дополнительного пересечения слюнной железы и продления разреза на впередишнюю область. При этом не принимается во внимание его косметичность. Технические трудности связаны прежде всего с большой глубиной раны, узким операционным полем, острым углом работы инструмента, диаметром артерии (2,5–4 мм) и длиной межотросткового промежутка C1–C2, составляющего в среднем 1,5 см. Это приводит к частому повреждению нервных стволов: возвратного (с параличом голосовой связки и осиплостью голоса), подъязычного (с нарушениями глотания, жевания), лицевого (с асимметрией лица), болевому синдрому и косметическим проблемам. Основная проблема при непосредственном контакте с ПА – это перивертебральное венозное сплетение и, как следствие, неконтролируемое венозное кровотечение. Сохранение этих вен вместе с ПА в окружающей их надкостничной оболочке – надежный способ избежать осложнений с кровотечением. Но данное утверждение касается исключительно хирургии опухолей, когда контакт с ПА нежелателен. При наложении сосудистого анастомоза в промежутке C1–C2 взятие на держалку ПА – неотъемлемая часть методики накладки шунта, а значит, контакт с венозным сплетением неизбежен. Одним из маневров, позволяющих справиться с вышеуказанной задачей, является тщательная обработка венозного сплетения биполярной коагуляцией. Но и этого бывает недостаточно. Часто приходится использовать современные виды фибринсодержащих материалов для временной тампонады зоны анастомоза.

Выбор доступа к третьему сегменту ПА зависит от хирургических задач, которые стоят перед оператором. Опухолевый процесс или аневризма позвоночной артерии требуют использования заднего доступа. Последний на много

более травматичен, чем любой из передних, в т.ч. предложенный нами [16]. Использование заднего доступа с послынным рассечением огромного массива мышц (*sternocleidomastoideus*, *trapezius*, *splenius capitis*, *semispinalis capitis*, *longissimus capitis*, *rectus capitis posterior (major and minor)*) приводит к длительной реабилитации и хроническому болевому синдрому в послеоперационном периоде. Тем не менее, этот доступ имеет право на существование при необходимости выполнять экстра-интракраниальный анастомоз между V3 и интракраниальными артериями при недостаточности кровообращения в задней черепной ямке [16]. Использование V3 сегмента в качестве донорского настолько редко, что даже самое большое количество случаев в специализированных нейрохирургических центрах не превышает пяти за 20-летний период [3]. Это говорит о технических трудностях при работе в этой зоне, количестве осложнений, большой хирургической травме и, непосредственно, о тяжести самой патологии [9].

При ВНС, когда компрессия ПА происходит в канале поперечных отростков позвонков на уровне С6–С2 и тотчас после выхода артерии из отростка С2, чаще всего применяется декомпрессия ПА путем резекции дужек поперечных отростков [17]. Успех хирургии зависит от отсутствия интраоперационного «контакта» с ПА и её окружающим венозным сплетением. Развитие кровотока из этой зоны приводит к необходимости выполнить неполноценную декомпрессию и может привести в лучшем случае к отсутствию эффекта от оперативного вмешательства, а в худшем – к травматизации артерии костными фрагментами, оставшимися после резекции отростков или при контакте с ней во время оперативного вмешательства [13, 18]. Кроме того, симптомы ВБН проявляются не только при полном прекращении кровотока по ПА, вызванного ротационным механизмом. Чаще всего достаточно простого «контакта» ПА с окружающими плотными тканями, чтобы вызвать спазм артерии. В случае, когда спазм происходит с доминантной артерией (у 45% пациентов с ВБН одна из ПА гипоплазирована [19]), кровообращение в вертебробазилярном бассейне падает ниже критического и приводит к *drop-атакам*. Последние являются клиническим маркером острого нарушения кровообращения в области ствола мозга, таламуса и затылочных долей [1]. Объективизация такого патологического состояния крайне затрудне-

на, т.к. практически невозможно зафиксировать триггерный механизм внутри канала поперечных отростков, если нет прерывания кровотока по ПА при провокационных пробах [10, 12]. При описании случая экстравазальной компрессии ПА с клиникой ВБН и снижением кровотока при транскраниальной доплерографии, Nakamura K. с соавторами демонстрирует ангиографию ПА в V3 сегменте с компрессией не более 50% при ротационной пробе [12]. С точки зрения автора, степень вращения во время церебральной ангиографии, как правило, недостаточна для того, чтобы полностью продемонстрировать компрессию ПА и снижение кровотока на транскраниальном доплере. Возврат клинической картины к норме при возврате головы в естественное положение подтверждает экстравазальную компрессию как этиопатогенетический механизм развития ВБН. Более того, известно, что ПА имеет склонность к спазму. Контакт со стенкой ПА приводит к прекращению кровотока даже при отсутствии механического перекрытия просвета артерии [20, 21].

Парадокс ситуации в том, что в человеческом организме не предусмотрены механизмы компенсации кровообращения при спастическом состоянии сосудистого русла, вызванного нейрорегуляторным спазмом на уровне артерий с диаметром более 0,5 мм [21]. Только на микроциркуляторном русле при снижении рН межклеточного пространства происходит паралич мышечной стенки капилляра с дилатацией определенного участка артериолы. Данный феномен скорее вреден, чем полезен, т.к. артериолярная сеть в результате ишемии, вызванной спазмом, представляет собой цепь из расширенных и спазмированных участков, в которых развивается сладж-синдром, сопровождающийся пропотеванием плазмы в межклеточное пространство и образованием отека ткани [22]. Для мозговой ткани данный феномен наиболее опасен из-за ограниченного интракраниального пространства с отсутствием возможности безопасного изменения объёма там расположенных структур (ткань мозга, ликвор).

Заключение

1. Предложенный нами доступ к третьему сегменту позвоночной артерии позволяет снизить хирургическую травму за счет уменьшения длины разреза до $6,2 \pm 1,2$ см, а также за счет мобилизации анатомических структур в операци-

онной ране без их пересечения (слонная железа, югулярная вена, блуждающий нерв, С2 – порция плечевого сплетения, двубрюшная мышца, внутренняя сонная артерия).

2. Расстояние в 3,2±2,1 мм между третьим сегментом позвоночной артерии и дистальным отделом ВСА позволяет использовать последнюю в качестве донорской артерии при шунтировании ПА в данной зоне.

3. При сопутствующей извитости ВСА оптимальным материалом для шунтирования ПА в третьем сегменте ПА служит избыточная часть ВСА. Вариантом хирургической коррекции в данной ситуации служит формирование «трифуркации» сонной артерии.

Литература

1. Белаш, В. О. Остеопатическая коррекция в комплексной терапии и реабилитации пациентов с синдромом позвоночной артерии / В. О. Белаш, Д. Е. Мохов, Е. С. Трегубова // *Вопр. курортологии, физиотерапии и лечеб. физ. культуры.* – 2018. – Т. 95, № 6. – С. 34–43.
2. Tatlow, W. F. Syndrome of vertebral artery compression / W. F. Tatlow, H. G. Bammer // *Neurology.* – 1957 May. – Vol. 7, N 5. – P. 331–340.
3. Vachev, A. N. The operative technique of shunting to the third (V3) segment of the vertebral artery / A. N. Vachev, O. V. Dmitriev // *Angiol. Sosud. Khir.* – 2017. – Vol. 23, N 3. – P. 98–110.
4. Cacciola, F. Vertebral artery in relationship to C1-C2 vertebrae: an anatomical study / F. Cacciola, U. Phalke, A. Goel // *Neurol. India.* – 2004 Jun. – Vol. 52, N 2. – P. 178–184.
5. Histological study of the normal vertebral artery / T. Sato [et al.] // *Neurol. Med. Chir. (Tokyo).* – 2004 Dec. – Vol. 44, N 12. – P. 629–636.
6. Хирургическая анатомия третьего сегмента позвоночной артерии / Д. В. Турлюк [и др.] // *Материалы XI ежегодной сессии Научного центра сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева с всероссийской конференцией молодых ученых.* – Москва, 2007. – С. 59.
7. Способ выполнения хирургического доступа к третьему сегменту позвоночной артерии : пат. 13484 Респ. Беларусь : МПК А 61В 17/00 / Турлюк Д. В., Янушко В. А. ; заявитель и патентообладатель Гос. учреждение Респ. науч.-практ. центр «Кардиология» М-ва здравоохранения Респ. Беларусь. – № 2071130 ; заявл. 17.09.07 ; опубл. 30.08.10, Афіц. бюл. № 4. – С. 64.
8. Способ шунтирования позвоночной артерии в третьем сегменте при извитости внутренней сонной артерии : пат. 13482 Респ. Беларусь : МПК А 61В 17/03 / Турлюк Д. В. ; заявитель и патентообладатель Гос. учреждение Респ. науч.-практ. центр «Кардиология» М-ва здравоохранения Респ. Беларусь. – № 2071128 ; заявл. 17.09.07 ; опубл. 30.08.10, Афіц. бюл. № 4. – С. 64.
9. de Oliveira, E. Microsurgical anatomy of the region of the foramen magnum / E. de Oliveira, A. L. Rhoton, D. Peace // *Surg. Neurol.* – 1985 Sep. – Vol. 24, N 3. – P. 293–352.
10. Weintraub, M. I. Critical neck position as an independent risk factor for posterior circulation stroke. A magnetic resonance angiographic analysis / M. I. Weintraub, A. Houry // *J. Neuroimaging.* – 1995 Jan. – Vol. 5, N 1. – P. 16–22.
11. A review of subclavian steal syndrome with clinical correlation / S. Osiro [et al.] // *Med. Sci. Monit.* – 2012 May. – Vol. 18, N 5. – P. RA57–RA63.
12. Sonographic detection of haemodynamic changes in a case of vertebrobasilar insufficiency / K. Nakamura [et al.] // *Neuroradiology.* – 1998 Mar. – Vol. 40, N 3. – P. 164–166.
13. Lall, R. A review of complications associated with craniocervical fusion surgery / R. Lall, N. J. Patel, D. K. Resnick // *Neurosurgery.* – 2010 Nov. – Vol. 67, N 5. – P. 1396–1402.
14. *Advances in neurology. Vol. 30 : Diagnosis and treatment of brain ischemia* / ed. A. L. Carney, E. M. Anderson. – New York : Raven press, 1981. – 401 p.
15. Kieffer, E. Chirurgie de l'artere vertebrale distale: aspect techniques / E. Kieffer, F. Koskas, A. Bahnini // *Chirurgie de l'artere vertebrale / ed.: E. Kieffer, G. Rancurel, F. Koskas.* – Paris : Aercv, 2001. – P. 301–313.
16. Meybodi, A. T. The V3 segment of the vertebral artery as a robust donor for intracranial-to-intracranial interpositional bypasses: technique and application in 5 patients / A. T. Meybodi, A. Benet, M. T. Lawton // *J. Neurosurg.* – 2018 Sep. – Vol. 129, N 3. – P. 691–701.
17. Two case presentations and surgical management of Bow Hunter's syndrome associated with bony abnormalities of the C7 vertebra / L. Victoria [et al.] // *J. Vasc. Surg.* – 2011 May. – Vol. 53, N 5. – P. 1381–1385.
18. Wright, N. M. Vertebral artery injury in C1-2 transarticular screw fixation: Results of a survey of the AANS/CNS section on disorders of the spine and peripheral nerves. American Association of Neurological Surgeons/Congress of Neurological Surgeons / N. M. Wright, C. Laurysen // *J. Neurosurg.* – 1998 Apr. – Vol. 88, N 4. – P. 634–640.
19. Vertebral artery hypoplasia: prevalence and reliability of identifying and grading its severity on magnetic resonance imaging scans / C. Peterson [et al.] // *J. Manipulative Physiol. Ther.* – 2010 Mar-Apr. – Vol. 33, N 3. – P. 207–211.
20. Transcranial Doppler in vertebrobasilar vasospasm after subarachnoid hemorrhage / J. F. Soustiel [et al.] // *Neurosurgery.* – 1998 Aug. – Vol. 43, N 2. – P. 282–291.
21. Reversible cerebral vasoconstriction syndrome / H. Yancy [et al.] // *Headache.* – 2013 Mar. – Vol. 53, N 3. – P. 570–576.
22. Posterior Reversible Encephalopathy Syndrome and Reversible Cerebral Vasoconstriction Syndrome: Distinct Clinical Entities with Overlapping Pathophysiology / A. Levitt [et al.] // *Radiol. Clin. North. Am.* – 2019 Nov. – Vol. 57, N 6. – P. 1133–1146.

Поступила 16.06.2021 г.
Принята в печать 11.10.2021 г.

References

1. Belash VO, Mokhov DE, Tregubova ES. The use of the osteopathic correction for the combined treatment and rehabilitation of the patients presenting with the vertebral artery syndrome. *Vopr Kurortol Fizioter Lech Fiz Kult.* 2018;95(6):34-43. doi: 10.17116/kurort20189506134
2. Tatlow WF, Bammer HG. Syndrome of vertebral artery compression. *Neurology.* 1957 May;7(5):331-40. doi: 10.1212/wnl.7.5.331
3. Vachev AN, Dmitriev OV. The operative technique of shunting to the third (V3) segment of the vertebral artery. *Angiol Sosud Khir.* 2017;23(3):98-110.
4. Cacciola F, Phalke U, Goel A. Vertebral artery in relationship to C1-C2 vertebrae: an anatomical study. *Neurol India.* 2004 Jun;52(2):178-84.
5. Sato T, Sasaki T, Suzuki K, Matsumoto M, Kodama N, Hiraiwa K. Histological study of the normal vertebral artery. *Neurol Med Chir (Tokyo).* 2004 Dec;44(12):629-35; discussion 636. doi: 10.2176/nmc.44.629
6. Turliuk DV, Ianushko VA, Borovkova LV, Seleznev VV. Surgical anatomy of the third segment of the vertebral artery. V: *Materialy XI ezhegodnoi sessii Nauchnogo tsentra serdechno-sosudistoi khirurgii im AN Bakuleva s vserossiiskoi konferentsiei molodykh uchenykh.* Moscow, RF; 2007. P. 59. (In Russ.)
7. Turliuk DV, Ianushko VA; zaiavitel' i patentoobladatel' Gos uchrezhdenie Resp. nauch-prakt tsentr «Kardiologiya» M-va zdavookhraneniia Resp Belarus'. A method of performing surgical access to the third segment of the vertebral artery: pat 13484 Resp Belarus': MPK A 61V 17/00. № 2071130; zaiavl 17.09.07; opubl 30.08.10, Afits biul № 4. P. 64. (In Russ.)
8. Turliuk DV; zaiavitel' i patentoobladatel' Gos uchrezhdenie Resp nauch-prakt tsentr «Kardiologiya» M-va zdavookhraneniia Resp Belarus'. Method of vertebral artery bypass grafting in the third segment for tortuosity of the internal carotid artery: pat 13482 Resp Belarus': MPK A 61V 17/03. № 2071128; zaiavl 17.09.07; opubl 30.08.10, Afits biul № 4. P. 64. (In Russ.)
9. de Oliveira E, Rhoton AL, Peace D. Microsurgical anatomy of the region of the foramen magnum. *Surg Neurol.* 1985 Sep;24(3):293-352. doi: 10.1016/0090-3019(85)90042-4
10. Weintraub MI, Khoury A. Critical neck position as an independent risk factor for posterior circulation stroke. A magnetic resonance angiographic analysis. *J Neuroimaging.* 1995 Jan;5(1):16-22. doi: 10.1111/jon19955116
11. Osiro S, Zurada A, Gielecki J, Shoja MM, Tubbs RS, Loukas M. A review of subclavian steal syndrome with clinical correlation. *Med Sci Monit.* 2012 May;18(5):RA57-63. doi: 10.12659/msm.882721
12. Nakamura K, Saku Y, Torigoe R, Ibayashi S, Fujishima M. Sonographic detection of haemodynamic changes in a case of vertebrobasilar insufficiency. *Neuroradiology.* 1998 Mar;40(3):164-6. doi: 10.1007/s002340050560
13. Lall R, Patel NJ, Resnick DK. A review of complications associated with craniocervical fusion surgery. *Neurosurgery.* 2010 Nov;67(5):1396-402. doi: 10.1227/NEU.0b013e3181f1ec73
14. Carney AL, Anderson EM, ed. *Advances in neurology. Vol 30: Diagnosis and treatment of brain ischemia.* New York: Raven press; 1981. 401 p.
15. Kieffer E, Koskas F, Bahmini A. Chirurgie de l'artere vertebrale distale: aspect techniques. In: Kieffer E, Rancurel G, Koskas F, ed. *Chirurgie de l'artere vertebrale.* Paris: Aercv; 2001. P. 301-13.
16. Meybodi AT, Benet A, Lawton MT. The V3 segment of the vertebral artery as a robust donor for intracranial-to-intracranial interpositional bypasses: technique and application in 5 patients. *J Neurosurg.* 2018 Sep;129(3):691-701. doi: 10.3171/2017.4.JNS163195
17. Lee V, Riles TS, Stableford J, Berguer R. Two case presentations and surgical management of Bow Hunter's syndrome associated with bony abnormalities of the C7 vertebra. *J Vasc Surg.* 2011 May;53(5):1381-5. doi: 10.1016/j.jvs.2010.11.093
18. Wright NM, Laurusyssen C. Vertebral artery injury in C1-2 transarticular screw fixation: Results of a survey of the AANS/CNS section on disorders of the spine and peripheral nerves. American Association of Neurological Surgeons/Congress of Neurological Surgeons. *J Neurosurg.* 1998 Apr;88(4):634-40. doi: 10.3171/jns.1998.88.4.0634
19. Peterson C, Phillips L, Linden A, Hsu W. Vertebral artery hypoplasia: prevalence and reliability of identifying and grading its severity on magnetic resonance imaging scans. *J Manipulative Physiol Ther.* 2010 Mar-Apr;33(3):207-11. doi: 10.1016/j.jmpt.2010.01.012
20. Soustiel JF, Bruk B, Shik B, Hadani M, Feinsod M. Transcranial Doppler in vertebrobasilar vasospasm after subarachnoid hemorrhage. *Neurosurgery.* 1998 Aug;43(2):282-91; discussion 291-3. doi: 10.1097/00006123-199808000-00061
21. Yancy H, Lee-Iannotti JK, Schwedt TJ, Dodick DW. Reversible cerebral vasoconstriction syndrome. *Headache.* 2013 Mar;53(3):570-6. doi: 10.1111/head.12040
22. Levitt A, Zampolin R, Burns J, Bello JA, Slasky SE. Posterior Reversible Encephalopathy Syndrome and Reversible Cerebral Vasoconstriction Syndrome: Distinct Clinical Entities with Overlapping Pathophysiology. *Radiol Clin North Am.* 2019 Nov;57(6):1133-1146. doi: 10.1016/j.rcl.2019.07.001

Submitted 16.06.2021

Accepted 11.10.2021

Сведения об авторах:

Турлюк Д.В. – к.м.н., доцент, врач-рентгеноэндovasкулярный хирург ангиографического кабинета, 4-я городская клиническая больница им. Н.Е. Савченко;

Роговой Н.А. – к.м.н., врач-ангиохирург отделения сосудистой хирургии, 4-я городская клиническая больница им. Н.Е. Савченко; ассистент кафедры общей хирургии, Белорусский государственный медицинский университет;

Алексеев С.А. – д.м.н, профессор, заведующий кафедрой общей хирургии, Белорусский государственный медицинский университет;

Янушко В.А. – д.м.н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории хирургии сосудов, РНПЦ «Кардиология».

Information about authors:

Turliuk D.V. – Candidate of Medical Sciences, associate professor, roentgen endovascular surgeon of the angiographic room, the 4th City Clinical Hospital named after N.E. Savchenko;

Rogovoy N.A. – Candidate of Medical Sciences, vascular surgeon of the department of vascular surgery, the 4th City Clinical Hospital named after N.E. Savchenko; lecturer of the Chair of General Surgery, Belarusian State Medical University;

Alexeev S.A. – Doctor of Medical Sciences, professor, head of the Chair of General Surgery, Belarusian State Medical University;

Yanushko V.A. – Doctor of Medical Sciences, professor, chief researcher of the Laboratory of Vascular Surgery, RSPC «Cardiology».

Адрес для корреспонденции: Республика Беларусь, 220089, г. Минск, ул. Р. Люксембург, 110, 4-я городская клиническая больница им. Н.Е. Савченко. E-mail: kolia_med@mail.ru – Роговой Николай Александрович.

Correspondence address: Republic of Belarus, 220089, Minsk, 110 R. Luxemburg str., the 4th City Clinical Hospital named after N.E. Savchenko. E-mail: kolia_med@mail.ru – Nikolay A. Rogovoy.