

ТОПОГРАФО-АНАТОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ХИРУРГИЧЕСКОГО ДОСТУПА К ЛУЧЕВОМУ НЕРВУ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЗОНЫ ЕГО ПОРАЖЕНИЯ

Воеводкина А.Ю.¹, Назаров А.С.¹, Беляков Ю.В.¹, Олейник Е.А.¹, Орлов А.Ю.¹

¹ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России,
Санкт-Петербург, e-mail: alina.voevodkina@mail.ru

Лучевой нерв имеет сложный извилистый ход, проходит различные топографо-анатомические зоны и находится в непосредственной близости к костям, что обуславливает значительный риск его повреждений. С учетом индивидуальных различий в строении лучевого нерва актуальной задачей является создание системы анатомического зонирования для оптимизации доступа к поврежденным участкам нервного ствола. Целью исследования было определить зоны лучевого нерва на основе его топографо-анатомических особенностей и оптимальные варианты оперативного доступа к нему для повышения эффективности хирургического вмешательства. Исследование основано на анализе медицинских данных 80 пациентов (100%) с поражениями лучевого нерва, проходивших стационарное лечение в нейрохирургическом отделении № 1 Российского нейрохирургического института им. проф. А.Л. Поленова. Состав исследуемой группы: 48 мужчин (60%) и 32 женщины (40%), возрастом от 18 лет до 81 года. Распределение по видам патологии лучевого нерва: последствия травматических повреждений составили 67 случаев (83,75%), опухоли лучевого нерва были выявлены у 10 больных (12,5%), компрессионная невропатия зарегистрирована в 3 наблюдениях (3,75%). По итогам проведенного исследования представлена система зонирования лучевого нерва на 6 областей по топографо-анатомическим особенностям отхождения мышечных ветвей, близости к костным структурам и в зависимости от специфики клинических проявлений. Авторами обоснованы оптимальные хирургические подходы для каждой из выделенных зон, определены наиболее эффективные методы доступа.

Ключевые слова: лучевой нерв, топографо-анатомические зоны, подмышечно-плечевая область, зона спирального канала, зона лучевого канала, межмышечный канал, зона бифуркации, конечные ветви.

TOPOGRAPHIC AND ANATOMICAL JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF SURGICAL ACCESS TO THE RADIAL NERVE, DEPENDING ON THE AREA OF ITS LESION

Voevodkina A.Yu.¹, Nazarov A.S.¹, Belyakov Yu.V.¹, Oleynik E.A.¹, Orlov A.Yu.¹

¹National Medical Research Center named after V.A. Almazov of the Ministry of Health of Russia, St. Petersburg,
e-mail: alina.voevodkina@mail.ru

The radial nerve has a complex tortuous course, being in close proximity to the bones, which causes a significant risk of injury to it. Given the individual differences in the structure of the radial nerve, an urgent task is to create an anatomical zoning system to optimize access to damaged areas of the nerve trunk. The aim of the study was to identify the areas of the radial nerve based on its topographic and anatomical features and to determine the best options for surgical access to it to improve the quality of surgical intervention. The study is based on the analysis of medical data from 80 patients (100%) with radial nerve lesions who underwent inpatient treatment at the Russian Neurosurgeon Institute Polenov department №1. The study group consisted of 48 men (60%) and 32 women (40%), aged from 18 to 81 years. Distribution by type of radial nerve pathology: the consequences of traumatic injuries were 67 cases (83.75%), radial nerve tumors were detected in 10 patients (12.5%), compression neuropathy was registered in 3 cases (3.75%). Based on the results of the study, a system of zoning the radial nerve into 6 areas is presented based on the topographic and anatomical features of the origin of muscle branches, proximity to bone structures and specific clinical manifestations. The authors substantiate the optimal surgical approaches for each of the identified areas and determine the most effective access methods.

Keywords: radial nerve, topographic and anatomical zones, axillary-humeral region, spiral canal zone, radial canal zone, intermuscular canal, bifurcation zone, terminal branches.

Лучевой нерв (n. radialis) образуется из пучков заднего ствола плечевого сплетения, который состоит из C5–C8 нервных корешков и является преимущественно двигательным, отвечая за иннервацию большей части мышц-разгибателей предплечья, кисти и пальцев, и обеспечивает чувствительную иннервацию заднелатеральной поверхности плеча, задней поверхности предплечья и тыльной поверхности кисти [1].

Патология лучевого нерва включает компрессионные невропатии, в том числе перекрут нервного ствола или фасцикул, последствия повреждений и опухоли нерва.

В настоящее время в литературе выделяют следующие зоны прохождения лучевого нерва, которые помогают конкретизировать уровень поражения нервного ствола: область подмышечной впадины, область плеча (средняя или нижняя треть плеча), область предплечья (верхняя, средняя или нижняя треть предплечья), область кисти. Вышеуказанные зоны прохождения лучевого нерва часто используют для локализации поражения нервного ствола [2; 3, с. 47–58].

Когда речь идет о развитии туннельного синдрома, обусловленного компрессией лучевого нерва в анатомическом туннеле, по локализации поражения отмечают четыре зоны: на уровне подмышечной области, в области спиральной борозды плечевой кости, в супинаторном канале, на уровне лучезапястного сустава и кисти [4; 5].

Лучевой нерв имеет длинный и извилистый ход, проходит различные топографо-анатомические зоны и находится в непосредственной близости к костным структурам, что делает его подверженным травматизации. Именно поэтому в большей части опубликованных литературных работ, посвященных патологии лучевого нерва, основное внимание уделено лечению сочетанных форм повреждения нерва в спиральном канале, средней и нижней трети плеча [6]. Учитывая данные об индивидуальной изменчивости строения и вариантности хода лучевого нерва, на взгляд авторов, было бы правильным выделить зоны прохождения нервного ствола, основываясь на его топографо-анатомических особенностях. При этом различные подходы к выбору классического доступа не всегда позволяют выполнить реконструкцию нервного ствола и остеосинтез плечевой кости. Обширный поиск в литературе не выявил ни одной публикации, посвященной топографо-анатомическому обоснованию хирургического доступа к лучевому нерву [7, с. 762–815; 8; 9, с. 32–43].

Цель исследования

Выделить топографо-анатомические зоны лучевого нерва и определить наиболее подходящие варианты хирургических доступов к лучевому нерву.

Материалы и методы исследования

Данное исследование основано на анализе результатов хирургического лечения 80 (100%) больных с последствиями повреждений и заболеваниями лучевого нерва,

находившихся на стационарном лечении в нейрохирургическом отделении (НХО) № 1 Российского научно-исследовательского нейрохирургического института (РНХИ) им. проф. А.Л. Поленова в период с 2018 по 2024 гг. Внутри исследуемой группы все пациенты были распределены по полу – 48 (60%) мужчин и 32 (40%) женщин. Средний возраст на момент госпитализации составил 43,9 года, возрастной диапазон – в пределах от 18 лет до 81 года.

Статистический анализ был произведен с использованием первичных и вторичных методов посредством программного обеспечения «Statistica» (версия 10, StatSoft) и Microsoft Office Excel (версия 16, Microsoft).

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно данным таблицы 1, основное количество пациентов – это люди молодого трудоспособного возраста.

Таблица 1

Распределение пациентов по полу и по возрасту

Пол	Возрастные группы				Всего
	18–44 года	45–59 лет	60–74 года	75–81 год	
Мужчины	31(38,75%)	13 (16,25%)	3 (3,75%)	1 (1,25%)	48 (60%)
Женщины	14 (17,5%)	6 (7,5%)	9 (11,25%)	3 (3,75%)	32 (40%)

Примечание: составлено авторами по данным, полученным в ходе данного исследования.

В целях подтверждения той или иной патологии лучевого нерва всем пациентам были проведены оценка неврологического статуса, электронейромиографическое (ЭНМГ) и ультразвуковое исследования для определения зоны и степени поражения нервного ствола.

Таблица 2

Распределение больных в зависимости от нозологии и уровня поражения лучевого нерва

Нозология	Зона поражения лучевого нерва						Число пациентов
	Подмышечно-плечевая область	Зона спирального канала	Зона лучевого канала	Межмышечный канал	Зона бифуркации нерва	Конечные ветви	
Последствия повреждений лучевого нерва	12 (15%)	34 (42,5%)	9 (11,25%)	5 (6,25%)	6 (7,5%)	1 (1,25%)	67 (83,75%)
Опухоли лучевого нерва	–	2 (2,5%)	2 (2,5%)	2 (2,5%)	1 (1,25%)	3 (3,75%)	10 (12,5%)
Туннельные невропатии	–	–	–	–	2 (2,5%)	1 (1,25%)	3 (3,75%)

Примечание: составлено авторами по данным, полученным в ходе данного исследования.

Основываясь на собственном опыте (табл. 2), подтверждающем данные мировой литературы, авторы могут заявить, что наиболее распространенной патологией лучевого нерва являются последствия повреждений нервного ствола [10], которые составили 67 (83,75%)

случаев из 80 (100%). При этом 38 (47,5%) случаев имели сочетанный характер повреждения, а количество больных с ятрогенным повреждением лучевого нерва составило 31 (38,75%) из 67 (83,75%) пациентов. До момента поступления в стационар НХО № 1 РНХИ им. проф. А.Л. Поленова 56 (70%) пациентов были ранее подвержены хирургическому лечению – в 18 (22,5%) случаях была выполнена первичная хирургическая обработка (ПХО) – остановка кровотечения и удаление инородных тел из раны, 33 (41,25%) пациентам проводились травматолого-ортопедические вмешательства – репозиция костных отломков и металлоостеосинтез, в 5 (6,25%) случаях был проведен невролиз или выполнен провизорный шов лучевого нерва.

В 10 (12,5%) наблюдениях имелась опухоль лучевого нерва, у 3 (3,75%) пациентов – компрессионная невропатия.

Из 80 (100%) больных были прооперированы 77 (86,25%) пациентов, 3 (3,75%) больным было отказано в хирургическом лечении ввиду нецелесообразности проведения оперативного лечения – критериями исключения являлись отсутствие электровозбудимости мышц, подтвержденное по данным миографии, и наличие стойких контрактур.

Таблица 3 демонстрирует распределение пациентов в зависимости от длительности первых клинических проявлений невропатии лучевого нерва до оперативного лечения, проведенного в РНХИ им. проф. А.Л. Поленова.

Таблица 3

Распределение пациентов в зависимости от дебюта заболевания и сроков хирургического лечения по нозологии поражения лучевого нерва

Нозология	Срок от дебюта заболевания или травмы до оперативного лечения в РНХИ им. проф. А.Л. Поленова				
	3 месяца	4–6 месяцев	7–9 месяцев	10–12 месяцев	13–20 месяцев
Последствия повреждения лучевого нерва	9 (11,25%)	14 (17,5%)	22 (27,5%)	11 (13,75%)	8 (10%)
Опухоль лучевого нерва	1 (1,25%)	–	1 (1,25%)	1 (1,25%)	6 (7,5%)
Компрессионно-ишемическая невропатия лучевого нерва	2 (2,5%)	–	–	–	1 (1,25%)

Примечание: составлено авторами по данным, полученным в ходе данного исследования.

Все оперативные вмешательства проводились под нейрофизиологическим контролем, данные по конкретным видам хирургического лечения лучевого нерва в зависимости от нозологии представлены в таблице 4.

Таблица 4

Вид оперативного вмешательства в зависимости от нозологии

	Нозология
--	-----------

Вид оперативного лечения	Последствия повреждения лучевого нерва	Опухоль лучевого нерва	Компрессионно-ишемическая невропатия лучевого нерва
Невролиз	37 (46,25%)	–	–
Декомпрессия нерва на уровне межмышечного канала, на уровне конечных ветвей	–	–	2 (2,5%) 1 (1,25%)
Нейрография	27 (33,75%)	–	–
Удаление опухоли без нарушения целостности нерва	–	8 (10%)	–
«Блок-резекция»	–	2 (2,5%)	–

Примечание: составлено авторами по данным, полученным в ходе данного исследования.

Анатомические аспекты. Для обоснования применения того или иного хирургического доступа к лучевому нерву на основе топографо-анатомических признаков авторами выделены 6 зон.

I. Зона подмышечно-плечевой области (от плечевого сплетения до входа в спиральный канал): на уровне подмышечной впадины лучевой нерв идет позади подмышечной артерии. Затем лучевой нерв располагается поверхностно на трехглавой мышце плеча и практически сразу залегает в борозде между длинной и медиальной головками трицепса (рис. 1) [11, 12].

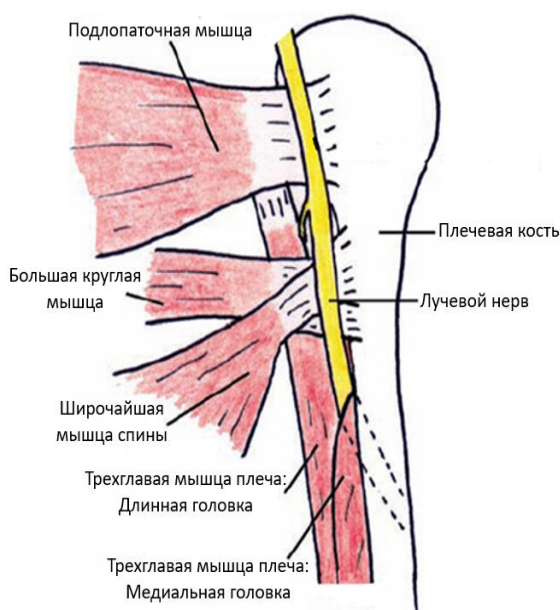


Рисунок 1. Ход лучевого нерва в подмышечно-плечевой области: вид спереди

Примечание: составлено авторами на основании источника [11]

В подмышечно-плечевой области лучевой нерв отдает следующие ветви:

1. Задний кожный нерв плеча (n. cutaneus brachii posterior), разветвляется в коже задней поверхности плеча до локтевого сгиба.
2. Ветви к трехглавой мышце плеча и локтевой мышце. Функция обеих мышц – разгибают предплечье.

II. Зона спирального канала. На границе верхней и средней трети плеча лучевой нерв огибает плечевую кость, проходя изнутри и кзади в передненаружном направлении, и переходит на заднюю поверхность в плече мышечный канал. В канале лучевой нерв проходит между латеральной и медиальной головками трицепса сзади и латерально по отношению к плечевой кости, т.е. вдоль спиральной борозды. В этой зоне лучевой нерв отдает только чувствительную ветвь – задний кожный нерв предплечья (*n. cutaneus antebrachii posterior*) – и выходит посередине средней трети плеча с латеральной стороны [12, 13].

III. Зона лучевого (радиальный) канала. Данный канал находится по латеральной стороне плеча, распространяется до латерального надмыщелка плечевой кости и проходит под следующими мышцами: плечелучевой – сгибает и пронирует предплечье; длинным лучевым разгибателем кисти – разгибает и отводит кисть в лучевую сторону; коротким лучевым разгибателем кисти [11, 12].

Особенность лучевого канала заключается в том, что в этой области короткий лучевой разгибатель запястья начинается под нервом, но впоследствии проходит поверх лучевого нерва, что может вызывать компрессию нерва на данном уровне [10, 14].

IV. Зона межмышечного канала. Расположена от латерального надмыщелка плечевой кости до дистального края супинатора. На этом протяжении лучевой нерв практически неподвижен, из-за чего более подвержен повреждениям. Сзади стенка канала представлена плечелучевой мышцей и длинным лучевым разгибателем кисти, спереди – двуглавой мышцей плеча и плечевой мышцей, к которым отходят ветви лучевого нерва [2].

V. Зона бифуркации лучевого нерва. Находится дистальнее локтевого сустава, лучевой нерв лежит на проксимальной головке супинатора, где делится на задний межкостный и поверхностный чувствительный нервы. Деление лучевого нерва на поверхностную и глубокую ветви проходит на 6–10 см дистальнее латеральной межмышечной перегородки слева и на 3–4,5 см выше проксимального края супинатора [7, с. 771–800].

VI. Конечные ветви лучевого нерва (рис. 2).

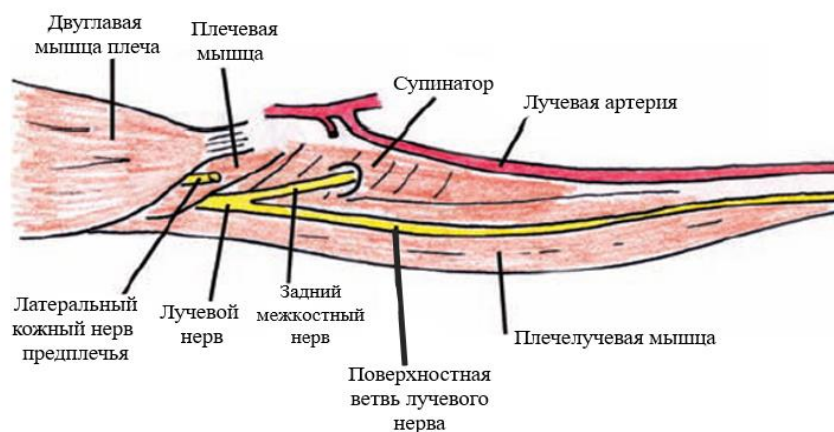


Рисунок 2. Место бифуркации n. Radialis на конечные ветви

Примечание: составлено авторами на основании источника [7]

Задний межкостный нерв (n. interosseus posterior antebrachii) – это чисто двигательный нерв; проходит в канале супинатора, в аркаде Фрозе. Он отдает ветви к следующим мышцам: супинатор (m. supinator), общий разгибатель пальцев руки, собственный разгибатель мизинца кисти, локтевой разгибатель кисти, длинная отводящая большой палец руки, длинный разгибатель большого пальца, короткий разгибатель большого пальца, собственный разгибатель указательного пальца [2; 7, с. 771–815].

Поверхностная ветвь лучевого нерва (ramus superficialis n. radialis), проходя по предплечью в щели между плечелучевой мышцей и длинным лучевым разгибателем кисти, направляется к дорзальной стороне лучезапястного сочленения. После этого выходит на тыльную поверхность кисти, где делится на пять nn. digitales dorsales. Последние разветвляются в лучевой половине тыльной поверхности кисти до концевой фаланги большого, средней фаланги указательного и лучевой половины среднего пальцев. «Автономной» зоной иннервации лучевого нерва являются анатомическая табакерка – область между сухожилиями длинного и короткого разгибателей большого пальца – и первое тыльное межпальцевое пространство [3, с. 51–58; 8].

Симптоматология повреждений лучевого нерва зависит от зоны повреждения нервного ствола – повреждения мышечных ветвей [1, 8].

Топографические особенности отхождения мышечных ветвей и характерная клиническая картина поражения нервного ствола позволили выделить 6 зон прохождения лучевого нерва (рис. 3).



Рисунок 3. Топографо-анатомические зоны лучевого нерва

Примечание: составлено авторами по данным, полученным в ходе данного исследования

Выбор хирургического доступа. Учитывая данные топографо-анатомического хода лучевого нерва по зонам, определив с помощью ЭНМГ и ультразвукового исследования степень и место поражения нерва, хирург выбирает доступ, подходящий для данной анатомической зоны. Но для выбора оптимального хирургического доступа к пораженному лучевому нерву только углубленных знаний анатомии нервного ствола недостаточно, хирургу важно знать и учитывать механизм повреждения или развития патологического процесса лучевого нерва [9, с. 192–202; 14].

В ходе оперативного лечения 77 (96,25%) пациентов с последствиями поражения и заболеваниями лучевого нерва в зависимости от зоны поражения нервного ствола были использованы как «классические» хирургические доступы у 40 (50%) пациентов, так и комбинированные и лоскутные доступы в 37 (46,25%) случаях (табл. 5).

Таблица 5

Распределение пациентов по выбору варианта оперативного доступа, исходя из зоны поражения лучевого нерва

Хирургический доступ	Зона поражения лучевого нерва					
	Подмышечно-плечевая область	Зона спирального канала	Зона лучевого канала	Межмышечный канал	Зона бифуркации нерва	Конечные ветви
Дугообразный разрез по дельтовидно-грудной борозде	4 (5%)	–	–	–	–	–
Задний доступ по Henry	–	21 (26,25%)	–	–	–	–
Межмышечный доступ	–	–	4 (5%)	3 (3,75%)	–	–
Передний доступ по Henry	–	–	–	–	4 (5%)	–
Доступ по Thompson	–	–	–	–	–	4 (5%)
Комбинированные и лоскутные доступы	7 (8,75%)	15 (18,75%)	8 (10%)	4 (5%)	3 (3,75%)	–

Примечание: составлено авторами по данным, полученным в ходе данного исследования.

Согласно данным проведенного исследования, частота вовлеченности лучевого нерва в подмышечно-плечевой зоне составляет 12 (15%) из 80 (100%) случаев.

Доступ в данной зоне достаточно сложен ввиду того, что нервный ствол залегает глубоко под сосудисто-нервным пучком. Вариантами выбора классического хирургического доступа к лучевому нерву на уровне подмышечной впадины и верхней трети плеча являются:

1) косой доступ (авторами статьи не использовался) – с пересечением большой грудной мышцы, который считается простым, но более травматичным, так как рассечение и последующее сшивание мышцы значительно снижают ее функции (приведение и пронацию плеча);

2) дугообразный разрез по дельтовидно-грудной борозде, при этом частичная мобилизация мышцы обеспечивает оптимальный доступ к лучевому нерву от его начала ко входу в спиральный канал [8; 9, с. 243–260]. Данный доступ является менее травматичным [15]. Этот доступ применялся авторами при хирургическом лечении 4 (5%) пациентов.

В зоне спирального канала лучевой нерв наиболее уязвим – 36 (45%) случаев, из них 34 пациента – с повреждениями и 2 – с опухолью лучевого нерва. Наиболее оптимальным доступом в данном случае будет являться задний доступ по Henry. В проведенном исследовании авторы использовали его в 21 (26,25%) случае.

Классическим хирургическим доступом к лучевому нерву в радиальном канале плечевой кости является чрезмышечный доступ [5].

Межмышечный доступ был использован авторами при оперативном лечении 4 (5%) пациентов. Говоря о патологии лучевого нерва в межмышечном канале (7 (8,75%) случаев) и в зоне бифуркации нерва (9 (11,25%) случаев), выделяют три различных хирургических подхода к лучевому нерву: межмышечный – доступ с разделением плечелучевой мышцы, или доступ с использованием плечелучевой и длинного разгибателя запястья; расширенный передний доступ – по Henry; доступ с использованием короткого разгибателя запястья и общего разгибателя пальцев – по Thompson (рис. 4) [10, 12].

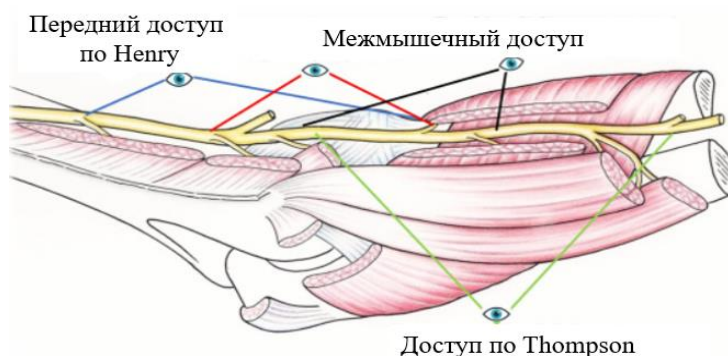


Рисунок 4. Визуализация лучевого нерва в зависимости от доступа

Примечание: составлено авторами на основании источника [12]

Наиболее оптимальным доступом к нервному стволу в межмышечном канале является межмышечный доступ, при котором производится разрез кожи и мягких тканей размером около 10 см над бороздой между плечелучевой мышцей и длинным лучевым разгибателем кисти, далее рассекается фасция, а мышцы разводятся тупым способом, тем самым

обеспечивается доступ к каналу, в котором и проходит лучевой нерв. Недостатком этого подхода является расщепление мышцы, что делает его травматичным методом [10, 13]. Данный вариант хирургического доступа был применен авторами в 3 (3,75%) случаях.

В случае необходимости выделить лучевой нерв в зоне его бифуркации использовали передний доступ по Henry [9, с. 256–260; 12], его применяли в 4 (5%) случаях. Расширенный передний доступ особенно полезен в случаях обширных травм, рваных ран с повреждением лучевого нерва и при сочетанной патологии.

При изолированном повреждении глубокой ветви лучевого нерва вариантом выбора служит дорсолатеральный доступ по Thompson [12, 13]. Классический дорсолатеральный доступ к лучевому нерву авторы использовали при хирургическом лечении 4 (5%) пациентов.

Использование внепроекционных или комбинированных доступов позволяет избежать образования выраженного рубцово-спаечного процесса нерва с тканями, уменьшить степень косметического дефекта, давая возможность иссечь грубые рубцы и уменьшить их количество. При этом комбинированные или лоскутные внепроекционные доступы соответствуют основным принципам «удачного» доступа, таким как возможность визуализации лучевого нерва на протяжении, выполнение манипуляций на нервном стволе, таких как невролиз, нейрорафия, реиннервация или удаление опухоли; а также минимальная травматизация [8; 9, с. 326–368; 14].

Комбинированные и лоскутные внепроекционные доступы были использованы авторами в лечении 37 (46,25%) пациентов с повреждениями и заболеваниями лучевого нерва в разных топографо-анатомических зонах. Основными достоинствами таких доступов, на взгляд авторов, являются хорошая визуализация лучевого нерва и остальных анатомических структур, большой угол операционного действия.

Заключение

Данное исследование позволило выделить 6 зон повреждения лучевого нерва при основе на топографо-анатомических особенностях отхождения мышечных ветвей и их прохождении в непосредственной близости к кости и на характерных клинических проявлениях поражения нервного ствола на каждом уровне.

Определены и обоснованы наиболее подходящие варианты хирургических доступов к лучевому нерву в зависимости от зоны его прохождения, что позволит значительно улучшить результаты оперативного лечения.

Список литературы

1. Noland S.S., Bishop A.T., Spinner R.J., Shin A.Y. Adult Traumatic brachial plexus injuries // J. Am Acad Orthop Surg. 2019. Vol. 27. Is. 19. P. 705-716. DOI: 10.5435/JAAOS-D-18-00433.
2. Patra A., Chaudhary P. Arora K., Ravi K.S. Surgical anatomy of the radial nerve in the anterior compartment of the arm: relationship with the triceps aponeurosis // Surg Radiol Anat. 2021 Vol. 43. Is. 5. P. 689-694. DOI: 10.1007/s00276-021-02683-z.
3. Moore K.L., Dalley A.F., Agur A.M.R. Clinically Oriented Anatomy (7th ed.). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins. 2014. P. 1134. DOI: 10.1002/ca.22316.
4. Bumbasirevic M., Palibrk T., Lesic A., Atkinson HD. Radial nerve palsy // EFORT Open Reviews. 2016. Vol. 1. Is 8. P. 286-294. DOI:10.1302/2058-5241.1.000028.
5. Levina Y., Dantuluri P.K. Radial Tunnel Syndrome // Curr Rev Musculoskelet Med. 2021. Vol. 14. Is. 3. P. 205-213. DOI: 10.1007/s12178-021-09703-w.
6. Latef T.J., Bilal M., Vetter M., Iwanaga J., Oskouian R.J., Tubbs R.S. Injury of the Radial Nerve in the Arm: A Review // Cureus. 2018. Vol. 10. Is. 2. DOI: 10.7759/cureus.2199.
7. Netter F. Atlas of Human Anatomy (7th ed.). Philadelphia, PA: Saunders, 2018. P. 977.
8. Чуриков Л.И., Гайворовский А.И., Журбин Е.А. Современные аспекты хирургии повреждений лучевого нерва // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2016. № 4. С. 14-18.
9. Берснев В.П., Кокин Г.С., Извекова Т.О. Практическое руководство по хирургии нервов: в 2 томах. СПб., 2009. Т. 2. 564 с.
10. Воеводкина А.Ю., Назаров А.С., Олейник Е.А., Орлов А.Ю. Травматические невропатии лучевого нерва: ретроспективный анализ // Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова. 2024. Т.16 (2). С.112- 118. DOI: 10.56618/2071-2693_2024_16_2_112.
11. Cho S.H., Chung I.H., Lee U.Y. Relationship between the ulnar nerve and the branches of the radial nerve to the medial head of the triceps brachii muscle // Clin Anat. 2019. Vol. 32. Is. 1. P. 137-142. DOI: 10.1002/ca.23207.
12. Patra A., Chaudhary P., Malhotra V., Arora K. Identification of most consistent and reliable anatomical landmark to locate and protect radial nerve during posterior approach to humerus: a cadaveric study // Anat Cell Biol. 2020. Vol. 53. P. 132-136. DOI: 10.5115/acb.20.075.
13. Parra S., Orenga J.V., Ghinea A.D., Estarelles M.J., Masoliver A., Barreda I., Puertas F.J. Neurophysiological study of the radial nerve variant in the innervation of the dorsomedial surface of the hand // Muscle Nerve. 2018. Vol. 58. Is. 5. P. 732-735. DOI: 10.1002/mus.26174.
14. Reichert P., Wnukiewicz W., Witkowski J., Bocheńska A., Mizia S., Gosk J. Causes of Secondary Radial Nerve Palsy and Results of Treatment // Medical Science Monitor: International

Medical Journal of Experimental and Clinical Research. 2016. Vol. 22. P. 554–562. DOI: 10.12659/MSM.897170.

15. Chang G., Ilyas A.M. Radial Nerve Palsy After Humeral Shaft Fractures: The Case for Early Exploration and a New Classification to Guide Treatment and Prognosis // Hand Clin. 2018. Vol. 34. Is. 1. P. 105-112. DOI: 10.1016/j.hcl.2017.09.011.