

Список сокращений

Вт	—	Ватт
Гц	—	Герц
ЛФК	—	лечебно-физкультурный комплекс
мс	—	миллисекунды
мин	—	минуты
нм	—	нанометры
ПНС	—	периферическая нервная система
ПН	—	периферическая невропатия
ПМП	—	постоянное магнитное поле
СМТ	—	синусоидальные модулированные токи
Тл	—	тесла
УОИ	—	узкополосное оптическое излучение

Содержание

Список сокращений	4
Глава 1. Анатомо-физиологические особенности заболеваний и повреждений периферических нервов	15
1.1. Строение периферических нервов	15
1.2. Дегенерация и регенерация нервов	20
1.2.1. Изменения в периферическом отрезке нерва. Вторичная валлеровская дегенерация	21
1.2.2. Изменения в центральном отрезке нерва. Ретроградная дегенерация	23
1.2.3. Регенерация нервных волокон	23
1.3. Физиология нерва и мышц	29
Глава 2. Характеристика повреждений периферических нервов	33
2.1. Общие сведения	33
2.2. Виды повреждений нервов	34
2.3. Варианты повреждений нервных стволов	36
2.4. Формы патогистологических изменений при повреждении периферических нервов	38
2.5. Выбор тактики и прогнозирование исходов лечения повреждений периферических нервов	39
Глава 3. Классификация повреждений периферических нервов и нервных сплетений	40
3.1. Классификация на основе видов повреждений нервных стволов	40
3.2. Клиническая классификация повреждений нервных стволов конечностей	40
3.3. Классификация исследовательской группы ВОЗ	41
3.4. Сводная классификация К.А. Григоровича	42
3.5. Классификация механизмов повреждения плечевого сплетения	43
3.6. Классификация нарушений проводимости нервных стволов плечевого сплетения	44
3.7. Классификация повреждения плечевого сплетения по топографическому уровню	46
Глава 4. Клинические проявления и диагностика повреждений периферических нервов	47
4.1. Общая симптоматика повреждений периферических нервов	47
4.1.1. Жалобы и анамнез	47
4.1.2. Двигательные нарушения при повреждениях нервов ...	49

4.1.3. Рефлекторные расстройства	54
4.1.4. Расстройства чувствительности при повреждениях нервов	55
4.1.5. Вазомоторные и секреторно-чувствительные расстройства	59
4.2. Клинико-неврологические проявления повреждений отдельных спинномозговых периферических нервов	59
4.2.1. Шейное сплетение	59
4.2.2. Плечевое сплетение	60
4.2.3. Поясничное сплетение	72
4.2.4. Plexus sacralis (крестцовое сплетение)	74

Глава 5. Инструментальные методы диагностики повреждений периферических нервов

5.1. Электродиагностика	79
5.2. Определение кривой «интенсивность-длительность»	80
5.3. Электромиография	82
5.4. МРТ-исследование при повреждениях плечевого сплетения ...	89
5.5. Дополнительные методы исследования	90

Глава 6. Магнитно-резонансная томография в визуализации плечевого сплетения и его ветвей

6.1. Методика магнитно-резонансной томографии плечевого сплетения	93
6.2. Магнитно-резонансная топография плечевого сплетения ...	96
6.3. МРТ-семиотика травматических повреждений плечевого сплетения и его ветвей	103
6.3.1. Преганглионарное повреждение	103
6.3.2. Повреждение стволов плечевого сплетения	106
6.3.3. Повреждение пучков (вторичных стволов) плечевого сплетения	108
6.3.4. Повреждение ветвей плечевого сплетения	109
6.4. Магнитно-резонансная ангиография	110

Глава 7. Электростимуляция больных с травмами и заболеваниями нервной системы

7.1. Историческая справка	113
7.2. Физические основы электростимуляции	117
7.2.1. Постоянные импульсные токи	118
7.2.2. Переменные токи	121
7.3. Методы электростимуляции (электронейромодуляции)	122
7.4. Электростимуляторы. Характеристики работы	128
7.5. Электротерапевтические процедуры	129

7.6. Противопоказания и осложнения при электростимуляции ...	130
7.6.1. Противопоказания	130
7.6.2. Осложнения при электростимуляции	131
7.7. Частные вопросы электростимуляции	131
7.7.1. Физические основы электротерапии	131
7.7.2. Практические методы электростимуляции нервов и мышц	133

Глава 8. Ультразвуковое исследование нервов

8.1. Методы исследования	143
8.2. Ультразвуковая анатомия периферических нервов в норме ...	144
8.3. Дифференциальная диагностика	145
8.4. Плечевое сплетение	146
8.5. Надлопаточный нерв	146
8.6. Подмышечный нерв	147
8.7. Мышечно-кожный нерв	147
8.8. УЗИ нервов верхней конечности	148
8.8.1. Лучевой нерв	148
8.8.2. Срединный нерв	150
8.8.3. Локтевой нерв	151
8.9. УЗИ нервов нижней конечности	152
8.9.1. Бедренный нерв	152
8.9.2. Подкожный нерв бедра	153
8.9.3. Седалищный нерв	153
8.9.4. Большеберцовый нерв	155
8.9.5. Малоберцовый нерв	157
8.9.6. Нервы стопы и пальцев	159
8.10. Ультразвуковая диагностика повреждений периферических нервов и сплетений	161
8.11. Ультразвуковая диагностика сдавлений периферических нервов (туннельные невропатии)	165
8.12. Ультразвуковая диагностика и семиотика опухолей и опухолеподобных заболеваний периферических нервов ...	169
8.12.1. Шванномы	169
8.12.2. Нейрофибромы	169
8.12.3. Интраневральный ганглий	171
8.12.4. Злокачественные опухоли периферических нервов ...	172

Глава 9. Лечение больных при повреждениях периферических нервов ...

9.1. Первая помощь	175
9.2. Иммобилизация	175
9.3. Показания к операциям по поводу повреждений периферических нервов	177

14.2. Оперативные доступы к поясничному и крестцовому сплетениям	265
14.2.1. Оперативный доступ к бедренному нерву	267
14.2.2. Оперативный доступ к подкожному нерву ноги	267
14.2.3. Оперативный доступ к запирательному нерву	268
14.2.4. Оперативный доступ к седалищному нерву в ягодичной области	268
14.2.5. Оперативный доступ к седалищному нерву в верхней трети бедра	269
14.2.6. Оперативный доступ к седалищному нерву в средней трети бедра	269
14.3. Оперативные доступы к большеберцовому нерву	270
14.3.1. Классический доступ к большеберцовому нерву на голени	271
14.3.2. Задний доступ к большеберцовому нерву в верхней трети голени	272
14.4. Оперативные доступы к общему малоберцовому нерву	273
14.4.1. Оперативный доступ к общему малоберцовому нерву в подколенной ямке	273
14.4.2. Оперативный доступ к глубокому малоберцовому нерву	274
Глава 15. Современное состояние проблемы клиники и хирургического лечения закрытых тракционных повреждений стволов плечевого сплетения	275
Глава 16. Современные методы хирургического лечения больных с закрытыми тракционными повреждениями стволов плечевого сплетения	287
Глава 17. Особенности повторных хирургических вмешательств на нервах. Показания к операциям, результаты оперативных вмешательств	297
17.1. Биологические особенности тканей и патогенеза посттравматической болезни	299
17.2. Причины ошибок в диагностике и лечении повреждений нервов	301
17.3. Сочетанные повреждения нервов, сухожилий, сосудов и костей	306
17.4. Сроки проведения операций после травмы	308
17.5. Характеристика собственных клинических наблюдений	311
17.6. Ошибки диагностики и хирургического лечения повреждений нервных стволов конечностей	313

17.7. Особенности повторных хирургических вмешательств на нервах и сплетениях	318
17.7.1. Особенности повторных вмешательств на нервных стволах верхней конечности	319
17.7.2. Характеристики повторных операций на плечевом сплетении	323
17.7.3. Характер и особенности повторных вмешательств на нервных стволах нижней конечности	328
17.8. Результаты хирургического лечения пострадавших с повреждением нервных стволов верхних и нижних конечностей, а также плечевого сплетения	331
17.9. Выводы	341
Глава 18. Последовательность восстановительных операций при сочетанных повреждениях нервов, костей, сосудов и сухожилий ...	343
Глава 19. Микрохирургическое лечение последствий сочетанных повреждений нервов и сухожилий	349
19.1. Последствия сочетанных повреждений нервов и сухожилий	350
19.2. Повреждение нерва при сочетанных повреждениях нервов и сухожилий	352
19.3. Оперативное лечение нервов при сочетанных повреждениях. Шов сухожилий при повреждении нервов	356
19.4. Использование прямой электростимуляции с восстановительной целью	363
19.5. Методы обследования больных с сочетанными повреждениями нервов	365
19.5.1. Клинико-неврологическое исследование (сила мышц, чувствительность)	366
19.5.2. Ортопедическое исследование	367
19.5.3. Электрофизиологические исследования (Классическая электродиагностика. Электромиография. Стимуляционная электромиография (ЭМГ). Определение температуры. Исследование потоотделения. МРТ в диагностике посттравматических изменений верхней конечности)	369
19.6. Методы хирургического лечения	377
19.7. Послеоперационное лечение больных с сочетанными повреждениями нервов и сухожилий	384
19.8. Результаты хирургического лечения больных с последствиями сочетанных повреждений нервов и сухожилий	388

Глава 20. Каузалгия	397
20.1. Причины возникновения	397
20.2. Патогенез	397
20.3. Клиническая картина и диагностика	400
20.4. Техника блокад	402
20.5. Лечение каузалгии	403
Глава 21. Туннельные (компрессионные) невропатии области шеи и верхних конечностей: клиника, диагностика, лечение	409
Глава 22. Эндовидеоскопическая внебрюшинная поясничная симпатэктомия	421
22.1. Методы лечебного воздействия на симпатическую нервную систему	423
22.2. Применение эндовидеохирургии при вмешательствах на вегетативной нервной системе	427
Глава 23. Опухоли периферических нервов конечностей. Методы обследования больных с опухолями периферических нервов	433
Глава 24. Реабилитационно-восстановительное лечение при повреждениях периферических нервов	451
24.1. Общие положения	451
24.2. Основные принципы медикаментозной терапии после операций на периферических нервах	451
24.3. Физиотерапевтические методы восстановительного лечения	456
24.4. Оценка результатов хирургического лечения повреждений нервов	458
Глава 25. Реабилитация при повреждениях периферических нервов	465
25.1. Общая симптоматика поражения ПНС	466
25.2. Клиническая картина повреждений ПНС	468
25.3. Синдромы повреждения периферических нервов	470
25.3.1. Лучевой нерв	470
25.3.2. Локтевой нерв	471
25.3.3. Срединный нерв	471
25.4. Лечение повреждений ПН	471
25.4.1. Лечение импульсным магнитным полем	473
25.4.2. Фотохромотерапия (ФХТ)	473
25.4.3. Электростимуляция	478
25.4.4. Нейростимуляция при поражении плечевого сплетения (плексопатии)	479

25.4.5. Нейростимуляция при повреждении пояснично-крестцового сплетения и периферических нервов нижних конечностей	479
25.4.5.1. Пояснично-крестцовое сплетение	479
25.4.5.2. Бедренный нерв	482
25.4.5.3. Седалищный нерв	483
25.4.5.4. Малоберцовый нерв	483
25.4.5.5. Большеберцовый нерв	484
25.4.6. Применение лазерного излучения при повреждении периферических нервов	484
25.4.7. Постоянное магнитное поле (ПМП)	487
25.4.8. Грязелечение, сероводородные и скипидарные ванны	487
25.4.9. Лечебная физическая культура	488
25.4.10. Иглорефлексотерапия	488
Глава 26. Советы больным с повреждениями периферических нервов ...	489
26.1. Краткие сведения о повреждениях нервов	489
26.2. Общие правила, которые следует соблюдать больным с повреждениями нервов	490
26.3. Советы больным, получившим травму нервов верхней конечности	492
26.3.1. Повреждение локтевого нерва на предплечье и кисти ...	492
26.3.2. Повреждение локтевого нерва в локтевой области, на плече и в подкрыльцовой области	494
26.3.3. Повреждение срединного нерва на предплечье и кисти	495
26.3.4. Повреждение срединного нерва на плече, в локтевой и подкрыльцовой областях	496
26.3.5. Сочетанное повреждение срединного и локтевого нервов и сухожилий сгибателей кисти и пальцев на кисти и предплечье	498
26.3.6. Сочетанное повреждение срединного, локтевого нервов и подкрыльцовой-плечевой артерии в подкрыльцовой области и на плече	499
26.3.7. Повреждение лучевого нерва в локтевой и подкрыльцовой областях и на плече	501
26.3.8. Повреждения мышечно-кожного нерва в подкрыльцовой области	503
26.3.9. Повреждение подкрыльцового нерва в подкрыльцовой области и в области плечевого сустава	504
26.4. Повреждение стволов плечевого сплетения	505
26.4.1. Повреждение верхнего ствола плечевого сплетения ...	507
26.4.2. Повреждение среднего ствола плечевого сплетения ...	507

26.4.3. Повреждение нижнего ствола плечевого сплетения ...	508
26.4.4. Повреждение надключичной части плечевого сплетения	509
26.4.5. Повреждение наружного ствола плечевого сплетения ...	511
26.4.6. Повреждение внутреннего ствола плечевого сплетения	512
26.4.7. Повреждение заднего ствола плечевого сплетения	513
26.5. Советы больным, получившим травму нижней конечности ...	513
26.5.1. Повреждение седалищного нерва на бедре и в ягодичной области	514
26.5.2. Повреждение большеберцового нерва на голени	515
26.5.3. Повреждение малоберцового нерва на голени и в подколенной области	516
26.5.4. Повреждения бедренного нерва в паховой области ...	518
26.6. Повреждение стволов пояснично-крестцового сплетения ...	519
26.7. Советы больным с травмой нервов, осложненной болевым синдромом	521
26.8. Советы больным с повреждением лицевого нерва	523
26.9. Повреждение добавочного нерва	527
Список литературы	529

Анатомо-физиологические особенности заболеваний и повреждений периферических нервов

1.1. Строение периферических нервов

Периферическая нервная система (ПНС) образуется из эктодермы (наружного зародышевого листка), которая затем превращается в медуллярную пластинку и медуллярную трубку. Из медуллярной трубки образуются головной и спинной мозг и периферические нервы (Дойников Б.С., 1948, 1955). ПНС существует в тесном взаимодействии с центральной нервной системой (ЦНС). Связь между ЦНС и всеми другими органами и тканями организма обеспечивают периферические нервы (Попелянский Я.Ю., 2005).

Периферические нервы являются в большинстве своем смешанными; они состоят из двигательных волокон передних корешков (аксонов клеток передних рогов), чувствительных волокон (дендритов клеток межпозвоночных узлов) и вазомоторно-секреторно-трофических волокон (симпатических и парасимпатических) от клеток серого вещества спинного мозга и ганглиев симпатического пограничного ствола (Берснев В.П. и соавт., 1999).

По морфологическому признаку все волокна можно разделить на мякотные (миелиновые) и безмякотные. Мякотные являются проводниками движений и чувствительности, относятся к спинальной системе. Безмякотные являются постганглионарными волокнами, отростками клеток симпатических узлов пограничного ствола. В мякотном волокне различают его наружную оболочку (эндоневрий), шванновскую и миелиновую (рис. 1.1) оболочки. Центральное положение занимает аксон (осевой цилиндр), состоящий из нейрофибрилл и аксоплазмы. Миелин покрывает осевой цилиндр на всем протяжении, прерываясь в перехватах Ранвье (рис. 1.2, 1.3). Отрезку волокна между перехватами Ранвье соответствует одна шванновская клетка, протоплазма которой окружает волокно по его периферии и образует своеобразную сеть вокруг осевого цилиндра. В петлях этой сети располагаются капли миелина (Григорович К.А., 1969). Безмиелиновые волокна тоньше миелиновых, это постганглионарные симпатические волокна. Сoma нейрокариона расположена в узлах пограничного симпатического ствола, а аксоны достигают своих зон иннервации в составе нервов и их ветвей. Одна и та же шванновская клетка окружает слоями протоплазмы несколько безмиелиновых волокон, миелиновая оболочка отсутствует.

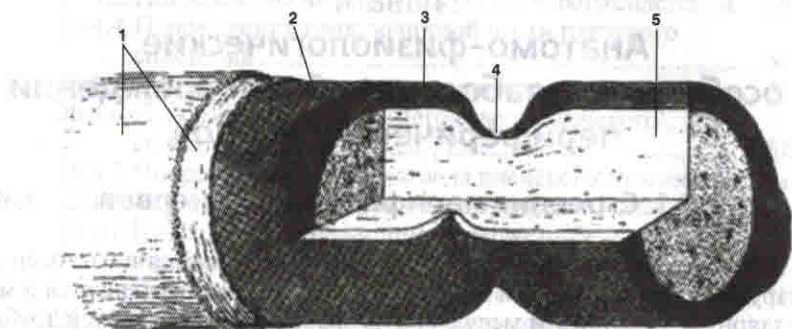


Рис. 1.1. Миелиновое нервное волокно (Дуус П. Топический диагноз в неврологии): 1 — эндоневральная оболочка; 2 — ядро шванновской клетки; 3 — миелиновая оболочка; 4 — перехват Ранвье; 5 — аксон

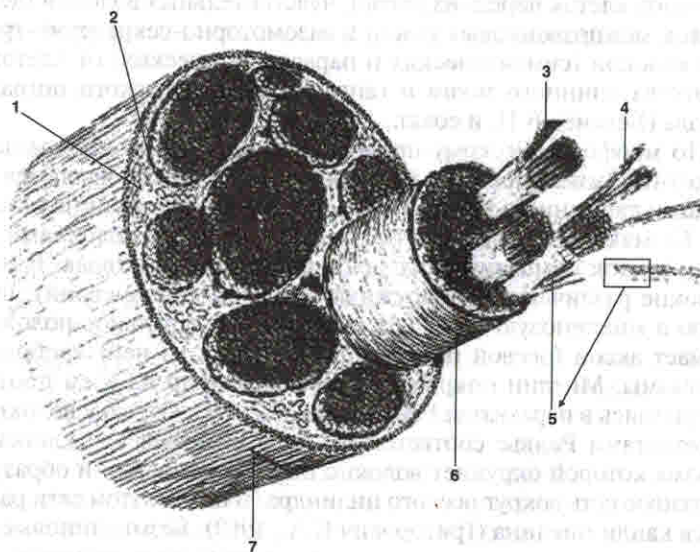


Рис. 1.2. Поперечный разрез смешанного нерва (Дуус П. Топический диагноз в неврологии):

1 — жировая ткань; 2 — кровеносный сосуд; 3 — безмиелиновые волокна, в основном вегетативные; 4 — миелиновые сегментированные волокна, чувствительные или двигательные; 5 — эпинеуральная оболочка; 6 — перинеуральная оболочка; 7 — эндоневральная оболочка

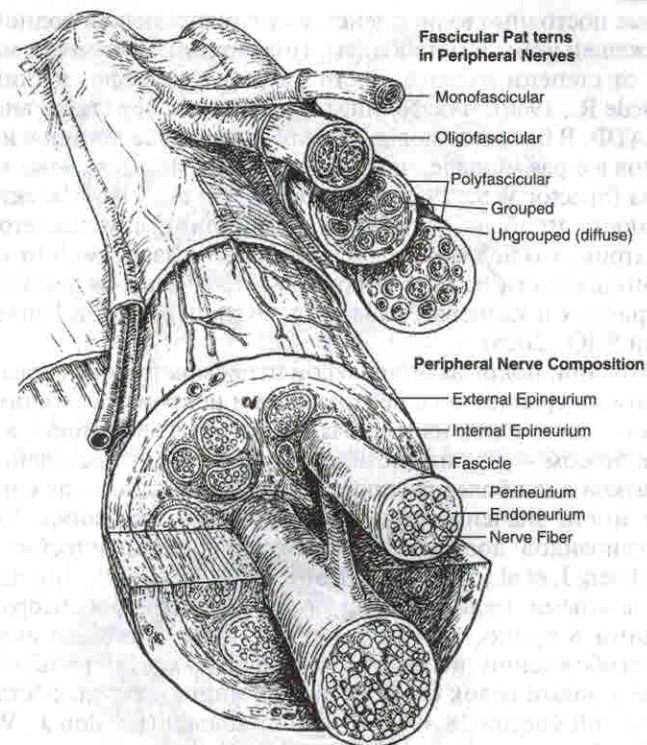


Рис. 1.3. Поперечный разрез смешанного нерва (Mackay M.B. Peripheral nerve problems)

Тело нервной клетки содержит ядро с ядрышком, митохондрии, аппарат Гольджи (пластинчатый комплекс), фибриллы, нейротрубочки, плотные тельца, рибосомы и эндоплазматическую сеть (рис. 1.4). Аксональные митохондрии, по данным микроанализа, совершают как осцилляторные, так и последовательные перемещения вдоль аксона (Попелянский Я.Ю., 2005). Гладкая эндоплазматическая сеть и связанная с ней РНК — основа механизмов синтеза. Посредством быстрого ортоградного аксонального транспорта (200–400 мм/сут) переносятся составные части мембраны, такие как фосфолипиды и гликопротеиды клеточной поверхности, а также ферменты, связанные с мембраной. Эти составные части либо доставляются в аксолему по всей длине нервных волокон, либо направляются к нервным окончаниям, где они включаются в пресинаптические плазматические мембраны и синаптические пузырьки. Химический состав нейронных мембран и самого аксона различен (Попелянский Я.Ю., 2005). Мембрана нейрона — это комплекс липидов (80%), белков и углеводов, ко-

торые постоянно взаимодействуют с окружающей водной средой, содержащей ионы и метаболиты. Поддержание текучести мембран зависит от степени насыщенности липидами (фосфо- и гликолипидами) (Friede R., 1966). Фосфолипиды поддерживают стабильность структуры АТФ. В безмиелиновых нервах содержание липидов или фосфолипидов в 6 раз меньше, чем в миелиновых. В аксоплазме мало холестерина (Spector W.S., 1956; Williams C.H. et al., 1966). Электрическая активность мембран зависит от содержания внутриклеточного калия и натрия, что поддерживается натриевым насосом, и от изменения их проницаемости за счет открытия и закрытия потенциалозависимых натриевых и калиевых каналов возле перехватов Ранвье (Попелянский Я.Ю., 2005).

Миелин, покрывающий аксон периферического нерва, беден лецитином по сравнению с центральными нейронами и богат сфингомиелином, состоящим из жирных кислот и цереброзидов, а в мембранах синапсом — из ганглиозидов. Присутствие определенных сахарных остатков в наиболее распространенных ганглиозидах синапсом может иметь значение для межнейронного узнавания. Концентрация ганглиозидов достигает максимума в синаптических окончаниях (Eichberg J. et al., 1964; McMillan U.H. et al., 1969). Они являются весьма важными медиаторами, молекулярными рецепторами, участвующими в процессе реиннервации. В электрогенезе аксона, синтезе и освобождении нейромедиаторов решающую роль играют белки. Миелиновый белок состоит из 170 аминокислотных остатков с молекулярной массой 18 400, он термостабилен (London J., Wessenberg G., 1973). Основные белки образуют ионные связи с липидами миелиновой мембраны и неполярными комплексами; основной миелиновый белок может вызывать фазовое разделение кислых и нейтральных фосфолипидов (Boggs J. et al., 1977). Даже незначительные изменения аминокислотного состава способны нарушить реактивность Т-клеток и выработку антител. Энергетические потребности аксона наиболее высоки в области перехватов Ранвье. Первичный субстрат — глюкоза, расщепляемая аэробно в аксональных митохондриях. Торможение усвоения глюкозы при действии различных вредных факторов способствует перерождению аксонов (Попелянский Я.Ю., 2005).

Биполярные шванновские клетки относятся к олигодендроглии, в их отростках образуется миелиновая оболочка (рис. 1.5, 1.6), спиралеобразно окружающая аксон (Попелянский Я.Ю., 2005). В одном шванновском тяже лежит несколько осевых цилиндров, иногда до 15. В кожных нервах приблизительно 75% аксонов являются немиелинизированными, в смешанных нервах — 50%, в корешках передних спинномозговых нервов — 30% (Берснев В.П. и соавт., 1999).

Волокна собраны в пучки, содержащие от десятков до нескольких тысяч волокон и покрытые плотной оболочкой — периневрием. От не-

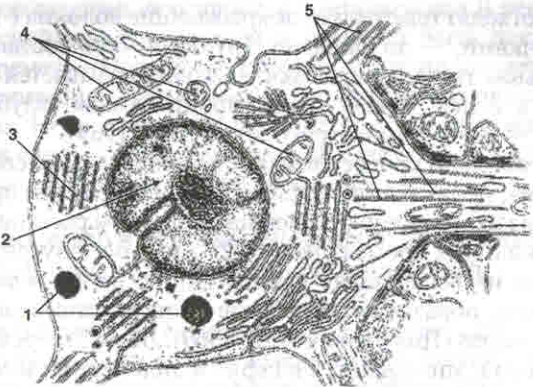


Рис. 1.4. Строение нервной клетки (по К.А. Григоровичу):

1 — лизосомы; 2 — ядро; 3 — вещество Ниссля; 4 — митохондрии; 5 — нейропротофириллы

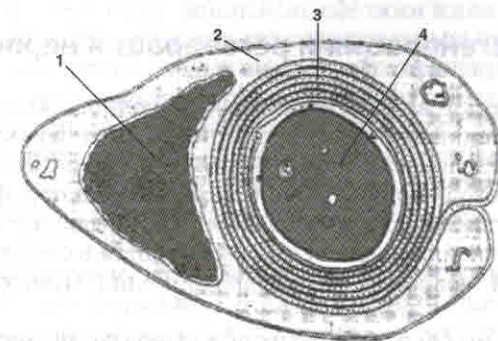


Рис. 1.5. Строение миелиновой оболочки (по В.П. Берсневу, 1999):

1 — ядро шванновской клетки; 2 — шванновская клетка; 3 — миелиновая оболочка; 4 — аксон

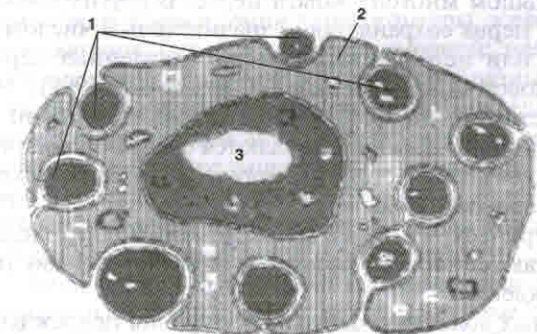


Рис. 1.6. Строение безмиелиновой оболочки (по В.П. Берсневу, 1999):

1 — аксоны; 2 — шванновская клетка; 3 — ядро шванновской клетки

го вглубь отходят пластинки, покрывающие волокна с их шванновскими оболочками, — эндоневрий. Группа пучков составляет ствол. Соединительная ткань, покрывающая ствол, называется наружным эпиневрием, а более рыхлая ткань, проникающая вглубь ствола между пучками, — внутренним (Григорович К.А., 1969).

Нервы обильно кровоснабжаются. Кровеносные сосуды располагаются в эпи-, пери- и эндоневрии. Сосудистые ветви проникают в толщу нерва из окружающих тканей на различном расстоянии друг от друга. Величина этих промежутков — 2–7 мм. Все внутривольные сосуды делятся на восходящие и нисходящие ветви, анастомозирующие с соседними, образуя непрерывные цепи анастомозов, вытянутые по длиннику нерва (Григорович К.А., 1969). Лимфатические сосуды находятся только в эпиневии, а в пери- и эндоневрии имеются лимфатические щели. Нервы и сосуды представляют взаимосвязанный комплекс, внутри которого повреждение одного из компонентов неизбежно отразится на состоянии других (Григорович К.А., 1969).

1.2. Дегенерация и регенерация нервов

Макроскопически видимым признаком полного анатомического перерыва является нарушение целостности всех волокон, пучков и оболочек, составляющих нервный ствол. Сущность повреждения одинакова: происходит разобщение центрального и периферического отрезков вследствие гибели всех волокон, составлявших пучки нервного ствола. Дальнейшие изменения выражаются в образовании полной поперечной невротомы центрального конца (Григорович К.А., 1982).

Случаи частичных анатомических перерывов различаются по количеству пораженных пучков и распространенности повреждения по длине нерва. Иногда определяется перерыв небольшого количества пучков в большом многопучковом нерве. В других наблюдениях непрерывность нерва сохраняется незначительным числом гомогенных утолщенных или истонченных пучков, сдавленных серой соединительной рубцовой массой (Берснев В.П. и соавт., 1999).

При повреждении нервов, если целостность волокон нарушается, вслед за травмой неизбежно развиваются следующие изменения:

1. Поврежденный участок подвергается травматическому (первичному) перерождению.
2. Периферические отрезки волокон, потерявших связь с центром, подвергаются на всем протяжении валлеровскому (вторичному) перерождению.
3. В нервных волокнах, центральнее уровня повреждения развиваются дегенеративные изменения, имеющие обратимый характер (ретроградное перерождение) (Григорович К.А., 1969).

Б.С. Дойников отмечал, что процессы дегенерации и регенерации протекают в теснейшей взаимосвязи и не могут быть искусственно разделены по времени. Первичное перерождение проявляется на более или менее ограниченном участке некрозом нервных волокон и оболочек нерва. Некрозу сопутствует воспалительная реакция, резко выраженная при слепых огнестрельных ранениях с наличием инородных тел в раневой области или в толще нерва.

1.2.1. Изменения в периферическом отрезке нерва.

Вторичная валлеровская дегенерация

Валлеровское (вторичное) перерождение заключается в том, что периферические отрезки волокон, отделенные в результате травмы от своих клеток, подвергаются некробиозу и погибают. Вначале осевые цилиндры распадаются на отдельные фрагменты, покрывающий их миелин — на «шары» и «капли». Шванновские клетки размножаются и образуют непрерывные синцитиальные тяжи вдоль всего периферического отрезка, связывающие его с центральным отрезком, по которым происходит рост молодых аксонов через раневую зону, и этот же синцитий играет большую роль в процессе «уборки» путем фагоцитоза продуктов распада миелина и осевых цилиндров. По мере очищения периферического отрезка нерва от продуктов распада он заметно истончается, и на месте волокон находятся лишь синцитиальные шванновские тяжи и соединительнотканнные оболочки нервного ствола (Григорович К.А., 1982).

Изменения химического состава при валлеровском перерождении проходят 3 стадии: I стадия (7–8 дней) — истончение аксона с физической деструкцией миелина при его минимальных химических изменениях; II стадия (с 8-го до 32-го дня) — пролиферация с химическим распадом и удалением липидов миелина; III стадия — возрастание количества коллагена, фиброз (Rossiter R., 1961).

На 2-й день после повреждения нерва контуры осевого цилиндра становятся неровными, окраска — неравномерной; нейрофибриллы обнаруживают неправильную извитость и четкообразные утолщения. На 3–4-й день весь осевой цилиндр распадается на отдельные отрезки, состоящие из мелкозернистого, плохо окрашиваемого вещества. В течение первых суток наступают гипертрофия нейрофибрилл и отек осевого цилиндра (Попелянский Я.Ю., 2005).

F. Lee (1963) наблюдал острый отек митохондрий и эндоплазматической сети в аксоне уже через 19 ч после его перерезки.

Перерезка нерва почти немедленно вызывает увеличение объема клетки и хроматолиз базофильных веществ. За первые 4–6 дней ядро смещается к периферии тела клетки, концентрация белка и РНК сначала резко снижается, а затем возрастает, достигая максимума

3.7. Классификация повреждения плечевого сплетения по топографическому уровню

1. Интраспинальное, корешковое или преганглионарное повреждение плечевого сплетения. С5—С8—Th1 спинномозговые нервы отходят от передних и задних рогов спинного мозга двумя корешками: дорсальным, задним, чувствительным и вентральным, передним, двигательным. Оба корешка подходят друг к другу и объединяются в один общий ствол плечевого сплетения, выходящий из позвоночника через межпозвонокое отверстие. Кзади латерально, чуть дистальнее места уровня объединения в общий ствол плечевого сплетения задний чувствительный корешок утолщается в виде спинального или межпозвонокоевого узла, не имеющего отношения к переднему двигательному корешку.

Клинически наряду с другими важными сторонами выявляются:

- паралич паравертебральных мышц, которые иннервируются дорсальными, задними ветвями спинномозговых нервов;
- паралич мышц, управляющих лопаткой: зубчатой, ромбовидной;
- проводниковые нарушения спинного мозга;
- синдром Клода Бернара-Горнера.

2. Травма надключичной части плечевого сплетения — постганглионарное повреждение плечевого сплетения после выхода из межпозвонокоевого отверстия, где С5—С6 спинальные нервы фиксированы соединительнотканными оболочками. Механизм травмы — удар по надплечью при падении или падающим предметом сверху с резким разведением угла между шеей и надплечьем и отведением головы кзади и в противоположную сторону.

Чаще разъединяется часть плечевого сплетения в межлестничном промежутке, примерно на уровне образования верхнего ствола плечевого сплетения. Реже страдает средний ствол плечевого сплетения.

3. При повреждении плечевого сплетения в заключичной области страдают вторичные стволы, которые раздавливаются или могут быть разможены в промежутке между ключицей и первым ребром. Основной механизм травмы — непосредственный удар в ключицу с ее переломом и в область надплечья, плеча или резкое опускание плечевого сустава.

Подключичное поражение вызывает повреждение вторичных стволов и их ветвей и нервов. Механизм травмы отличается тем, что костные повреждения ключицы чаще являются непосредственной причиной их травмы.

Глава 4.

Клинические проявления и диагностика повреждений периферических нервов

4.1. Общая симптоматика повреждений периферических нервов

Симптомокомплекс поражения любого периферического нерва складывается из двигательных, рефлекторных, чувствительных и вазомоторно-секреторно-трофических расстройств. Обследование больного традиционно начинают с тщательного сбора анамнестических сведений.

4.1.1. Жалобы и анамнез

При беседе с больным и его осмотре необходимо уточнить обстоятельства травмирования, механизм повреждения и попросить подробнее описать ранящий предмет. Уточняют наличие боли и ее характер — это является важным моментом, так как позволяет уже после первичной беседы и осмотра наметить тактику лечения. Также важно в остром периоде травмы, при рубленых, колотых ранениях нерва, учитывать синдром полного нарушения проводимости нерва, что, как правило, определяет показания к оперативному лечению.

Если выявляют, что имело место закрытое повреждение нерва (ушиб, тракция), проводят длительное динамическое клиничко-неврологическое наблюдение с применением дополнительных электрофизиологических методов, так как весьма вероятно, что проводимость нерва может восстановиться без операции.

Огнестрельное ранение нервного ствола требует длительного наблюдения (от 1—2 до 4—6 месяцев) и консервативного лечения больного. Во время ранения может быть чувство прохождения тока или резкой болезненности. После огнестрельных ранений и тракционных повреждений чаще появляются локальные боли, иррадиирующие в зоны иннервации. После резаных ранений локальные боли не являются обязательным симптомом.

Больные, понимая вопрос неправильно, нередко за боли принимают парестезии, которые представляют собой неприятное болевое ощущение множественных мелких уколов, появляющееся в ответ на механическое воздействие на кожу в зоне иннервации поврежденного нерва. Так, одиночное прикосновение кончика иглы вызывает ощущение множества резко болезненных уколов вокруг зоны раздражения. Болезненное ощущение нередко остается некоторое время после пре-

крашения механического раздражения кожи в зоне иннервации исследуемого нерва. Также парестезии могут появляться в результате спонтанного восстановления проводимости нервов после ушибов, огнестрельного поражения, длительного сдавления или переадавливания.

Часто больные, индуцированные настойчивыми расспросами врача о наличии «жжения», отвечают положительно. В свою очередь жалобы на «жжение» врачи воспринимают как каузалгию и ошибочно ставят показания к операции.

Чтобы получить правильный ответ, вопрос должен быть точным, конкретным, с раскрытием деталей.

На основании тщательного анализа жалоб часто уже до осмотра можно предварительно предположить, какой именно нерв поврежден, и начать точное целенаправленное исследование степени его повреждения для уточнения лечебной тактики. Существуют автономные зоны иннервации некоторых нервов. Например, онемение или «одеревенение» концевой фаланги указательного пальца помогает заподозрить повреждение срединного нерва и целенаправленно проверять его проводимость. Онемение концевой фаланги мизинца способствует целенаправленному определению проводимости локтевого нерва.

Через 2–3 недели и позже после травмы нерва можно с успехом применять любой метод электродиагностики. Изменения электровозбудимости в диагностике поражения периферических нервов имеют большое значение: во-первых, они помогают дифференцировать нейрогенные атрофии мышц от дегенеративной атрофии при повреждении нервов; во-вторых, они могут указывать на степень повреждения нерва, а нормальная электровозбудимость или наличие лишь частичной реакции перерождения — на неполное нарушение проводимости нерва, даже если клинически определялось полное выпадение его функций. Следует только учесть, что полная картина реакции перерождения развивается обычно лишь к концу 2-й недели после повреждения нерва или даже несколько позже.

Переход реакции перерождения в полную утрату электровозбудимости указывает на наступившее перерождение мышцы. Большое значение имеет исследование электропроводимости обнаженного нерва при операциях на нем. Более чувствительным является метод хронаксиметрии.

Атрофия мышц появляется спустя 3–4 недели после полного анатомического перерыва нерва с последующей дегенерацией аксонов дистальнее места повреждения у 80% больных с полным перерывом нервов. Такие сроки можно объяснить не только дегенерацией прерванного периферического отрезка, но и нарушением молекулярного обмена с центральной нервной системой и отсутствием стимулирующего влияния синаптического химического воздействия нервного волокна на группу мышечных волокон. Атрофия является симптомом пол-

ного анатомического перерыва нерва, она может быть плохо уловима из-за особенностей развития подкожного слоя, например у детей дошкольного возраста, возможности ошибок в результате субъективной визуальной оценки состояния мышц. В некоторых случаях гипотрофию можно объяснить сохранением 1–3 пучков поврежденного нерва и гибелью остальных во внутримышечной невrome. Малочисленные пучки ветвятся и дают многочисленные волокна в денервированных мышцах, недостаточно обеспечивая их молекулярный обмен с ЦНС, который лежит в основе трофики мышц.

Гипотрофию, как правило, чаще наблюдают при изолированном перерыве нерва, например срединного (25%) или локтевого (14%), чем при сочетанном пересечении того и другого нервов (6%). Это подтверждает наличие двойной иннервации некоторых мышц кисти, которое компенсируется целым нервом и не может компенсироваться в тех случаях, когда одновременно повреждаются оба нерва.

4.1.2. Двигательные нарушения при повреждениях нервов

Двигательные расстройства проявляются периферическим параличом или парезом с характерными для них атонией, атрофией мышц и реакцией перерождения. Распространение параличей зависит от уровня поражения нерва. При высоком, проксимальном его повреждении выпадают функции всех иннервируемых им мышц. Чем дистальнее повреждение нерва, тем больше мышц сохраняет свою функцию, поскольку получают двигательную иннервацию от ветвей нерва, отходящих выше места поражения.

Знание уровней деления и анастомозирования нервов определяет возможность топической диагностики места их повреждения. Ограничение и даже полное отсутствие движений в результате повреждения мышц, сухожилий и суставов может иногда создать иллюзию поражения нерва. И наоборот, резкие боли при повреждении нервов могут потребовать длительной иммобилизации конечности. Это ведет к бездвиженности в суставах и, как следствие, к стойким суставно-мышечным контрактурам. В подобных случаях правильная диагностика обеспечивается тщательным анализом имеющихся двигательных расстройств. Необходимо исключить зависимость их от тугоподвижности суставов, укорочения сухожилий, стягивающих рубцов. Существенен контроль имеющихся чувствительных расстройств, а также исследование электровозбудимости.

Важно установление комбинации поражения отдельных мышц и соответствие ее тем сочетаниям, которые характерны для поражения того или иного нерва на данном уровне; решающим в последнем случае является наличие чувствительных расстройств в типичных для данного нерва зонах.

Детальное исследование отдельных движений необходимо еще и потому, что движение мышц с сопряженной функцией может симулировать повреждение нерва. Так, сгибание в локтевом суставе является функцией и *m. bicipitalis (n. musculocutaneus)*, и *m. brachioradialis (n. radialis)*. Поэтому при поражении *n. musculocutaneus* сгибание может быть сохранено, однако не в положении пронации, а только при супинации или среднем положении предплечья (*m. brachioradialis*).

Ладонное сгибание кисти при поражении локтевого нерва отчасти компенсируется функцией срединного, и наоборот. При поражении локтевого нерва кисть, сгибаясь, слегка отводится в лучевую сторону (действие сохраненного *m. flexoris carpi radialis*, иннервируемого *n. medianus*, а при поражении срединного — в локтевую (действие *m. flexoris carpi ulnaris*, иннервируемого *n. ulnaris*).

При изолированном поражении одного нерва иногда создается впечатление о частичном поражении и другого. Так, при «свисающей» кисти (паралич лучевого нерва) из-за механических причин весьма затруднено разведение и сведение пальцев, что может быть принято за ослабление функции локтевого нерва.

Бывает трудно дифференцировать нарушения, возникающие при сочетанном поражении нескольких нервных стволов, от симптомов ишемического паралича, возникающего в результате длительного наложения жгута, перевязки крупных артерий и т. д. Характерным в последнем случае является полиневритический дистальный тип двигательных и чувствительных расстройств, не дифференцированных по отдельным нервам, с обилием вазомоторно-секреторно-трофических расстройств и отсутствием пульса в случае перевязки или закупорки артерии.

Практически важно уметь распознавать повреждения основных нервных стволов и в случае, если на верхнюю конечность наложена глухая (циркулярная) гипсовая повязка. Исследования движений остающихся свободными от гипса пальцев достаточно, чтобы судить о функции основных нервов конечности.

Отведение большого пальца и разгибание основных фаланг остальных характеризует сохранность функции лучевого нерва; сгибание концевой фаланги мизинца с нормальной поверхностью и проприоцептивной (суставно-мышечной) чувствительностью в нем — локтевого; сгибание концевой фаланги указательного пальца и нормальная поверхностная и проприоцептивная чувствительность в ней указывают на сохранность функции срединного нерва.

Полное нарушение проводимости нерва, независимо от вида и формы повреждения, характеризуется вялым параличом мышц, иннервируемых ветвями, отходящими от нерва дистальнее места повреждения.

К трудностям диагностики относится то, что паралич в первые недели и даже месяцы после травмы встречается не только при нейро-

тмезисе, когда необходим шов нерва, но и при аксонотмезисе и нейропраксии, когда нет показаний к оперативному лечению. Активные движения могут отсутствовать из-за повреждения сухожилий, поэтому на основании определения только паралича, без учета вида и срока травмы нерва и других клинико-электрофизиологических данных этот вывод делать нельзя. Следует различать активные и пассивные движения. Активные движения — это движения, которые вызываются волевым аутосокращением мышц, при этом могут наблюдаться полезные движения в соответствующем суставе или сокращения мышц могут быть только визуально видимыми, но без полезного движения.

При ремиелинизации нерва после его ушиба или длительного сдавления, а также при регенерации после сшивания нерва появляются фасцикулярные движения (подергивания) — это непроизвольное сокращение незначительной части группы мышечных волокон без волевого участия больного. Они наступают в результате начальной реиннервации групп мышечных волокон.

В паретических мышцах при электромиографии отсутствуют потенциалы действия при волевых активных произвольных сокращениях и движениях, вызываемых электрическими стимулами. Выявляются спонтанные короткие фибриллярные («денервационные») потенциалы.

С появлением атрофии через 2—4 недели после травмы и позже в паретических мышцах исследование кривой «интенсивность-длительность» улавливает понижение электровозбудимости мышц при длительностях прямоугольного импульса менее 1 сек. На графике зависимости интенсивности тока и длительности импульса исчезают изгибы и колена, что отражает заканчивающуюся реакцию дегенерации периферического отрезка нерва. Такая клинико-электрофизиологическая картина обнаруживается, как правило, при резаных, рубленых и пилящих ранениях и соответствует на операции полному анатомическому перерыву нерва.

Однако иногда такая клинико-электрофизиологическая картина наблюдается до операции, а на операции обнаруживают макроскопическую целостность травмированного нерва. Только при интраоперационной диагностике можно детализировать наличие или отсутствие непрерывности пучков в измененном участке ствола нерва (внутриствольной невrome).

При выявлении проводимости пучков нерва во внутривольной невrome операцию завершают одним из видов невролиза. Такая картина чаще всего наблюдается после тяжелых ушибов, тракционных повреждений, после переломов длинных трубчатых костей, при огнестрельных ранениях.

Активное волевое сокращение мышц, даже едва заметное, указывает на сохранение непрерывности части поврежденного нерва после переломов конечности, тяжелых ушибов, тракции и огнестрельных ране-

ний. Но даже выявление пареза мышц не всегда приводит к отказу от операции. Так, если минимальные активные сокращения мышц после повреждения верхнего ствола плечевого сплетения в результате тракции чаще являются хорошим прогностическим признаком дальнейшего восстановления полезной силы мышц, то такие сокращения в результате резаных ранений вызывают значительные трудности в определении лечебной тактики. Это обусловлено тем, что может быть перерезана большая часть нерва, а оставшаяся не способна обеспечить его полезную функцию.

Для оценки активных сокращений и силы мышц применяют **балльную шкалу силы мышц**:

0 — вялый атонический паралич — нет признаков активного сокращения мышцы;

1 — слабые активные сокращения части мышц, но без движения в соответствующем суставе (бесполезная функция мышцы);

2 — отчетливое (визуальное) активное аутосокращение мышцы с движением в суставе при исключении тяжести конечности (бесполезная функция мышцы);

3 — движения в суставах с преодолением только тяжести конечности (полезная степень функции мышцы) различной амплитуды;

4 — полный объем движения в суставе с преодолением сопротивления, которое можно измерить динамометром;

5 — полный диапазон движения против тяжести конечности с преодолением сопротивления, эквивалентного здоровой симметричной мышце.

При оценке двигательных выпадений следует помнить о ключевых ошибках, движение может осуществляться за счет механического фактора, который не имеет отношения к активному полезному сокращению или напряжению иннервируемых данным нервом мышц.

Наиболее частые ошибки, имеющие важное значение:

1. Компенсаторные обманные движения, когда функция парализованных мышц замещается функцией соседних мышц синергистов или даже антагонистов, иннервация которых сохранена. Так, при полном перерыве срединного нерва противопоставление большого пальца производится длинным и коротким сгибателями этого пальца. При полном перерыве лучевого нерва большой разгибает пальцы межкостными мышцами, а кисть — резким сгибанием пальцев и кисти. Чаще заместительное движение производят дети: подъем плеча за счет надостных мышц при параличе дельтовидной, сгибание голени за счет портняжной мышцы.

При перерыве срединного нерва дистальнее середины предплечья заместительное обманное противопоставление большого пальца мизинцу наиболее вероятно происходит за счет активного сокращения глубокой головки короткого сгибателя I пальца, иннерви-

руемого неповрежденным локтевым нервом, и (или) длинного сгибателя I пальца. Большую роль в заместительном движении играет активное сокращение глубокой головки короткого сгибателя I пальца, так как обманное противопоставление I пальца наблюдается при перерезанном сухожилии сгибателя I пальца.

2. Движения при связях между нервами. Например, между срединным и локтевым на предплечье. Полный перерыв локтевого нерва на плече не приводит к исчезновению сведения и разведения пальцев.

3. Движение, которое паретичному отделу конечности может давать толчкообразное движение его проксимального отдела за счет сохранных мышц.

4. Движение за счет эластичности мышц, когда мышца после растяжения стягивается, как только сила на ее растяжение перестает действовать. Более сжатая паретичная мышца растягивается сопротивлением, но двигается в собственном смысле только другая часть конечности. Иногда при перерыве большеберцового нерва имеется подошвенное сгибание стопы с неполной амплитудой движений и сниженной силой. Эти движения можно объяснить активным сокращением мышц малоберцового нерва при наличии тугоподвижности голеностопного сустава последующим их расслаблением и эластичностью мышц большеберцового нерва. Прекращение активного сокращения мышц малоберцового нерва приводит к эластичному сокращению мышц поврежденного большеберцового нерва, как резина, и создает иллюзию сгибания стопы.

5. Движение за счет действия силы тяжести конечности (при исследовании следует ее исключать).

6. Сокращение мышцы в результате двойной иннервации мышечными ветвями поврежденного и сохранного соседнего нервов. Так, мышцы-сгибатели предплечья снабжаются в основном мышечно-кожным нервом, но в их иннервации иногда принимают участие срединный и лучевой нервы. В результате их действия может быть ослабленное сгибание в локтевом суставе.

Срединный нерв главным образом обеспечивает мышечными ветвями длинный сгибатель большого пальца и поверхностные сгибатели указательного и среднего пальцев, однако они могут дополнительно иннервироваться от локтевого и мышечно-кожного нервов. За счет двойной иннервации дополнительными мышечными ветвями сохранного нерва функция сгибания кисти не нарушается. Сгибание в локтевом суставе при параличе двуглавой мышцы может быть компенсировано активным сокращением плечелучевой мышцы, иннервируемой сохранным лучевым нервом не суммарным, а по каждой мышце в отдельности с точным знанием ее иннервации, точек прикрепления и уровня отхождения мышечных ветвей, ее снабжающих, по отношению к уровню повреждения нерва.

5.5. Дополнительные методы исследования

Из дополнительных методов исследования применяются рентгенография (при сопутствующих переломах), ультразвуковая доплерография или ангиография (при сопутствующих повреждениях сосудов).

Рентгенография конечности при сопутствующем переломе кости имеет большое практическое значение, так как от того, произошла консолидация костной мозоли или нет, будет выбрана тактика лечения. Рентгеновские снимки выполняют в двух взаимно перпендикулярных проекциях, используя соответствующие укладки. Методически правильно выполненная рентгенография в комплексе с другими исследованиями в большинстве случаев обеспечивает установление достаточно точного диагноза.

Ультразвуковая доплерография. Данный метод основан на использовании эффекта Доплера — изменении частотных характеристик волнового излучения в зависимости от направления и скорости движения объекта. Впервые данный феномен был описан Кристианом Доплером в 1842 г. Регистрируемый доплеровский спектр отражает один из физиологических процессов в сосудистом русле: линейную скорость перемещения форменных элементов крови. В целом доплерографическая картина позволяет характеризовать как кондуктивную, так и нутритивную функцию сосудов.

Ангиография. Выполняется методика селективной ангиографии: положение пациента — лежа на спине, место пункции сосуда — правой бедренной артерии — под паховой связкой. Иглой Одмана пунктируют переднюю стенку сосуда, через которую вводят проводник, интродьюсер и катетер. Далее катетер устанавливают напротив устья интересующего сосуда и вводят в него. Все манипуляции производятся под контролем ЭОПа. Ангиограммы выполняют в режиме, обеспечивающем получение артериальной, капиллярной и венозной фаз кровотока, режим корригируют с учетом конкретных целей исследования.



Глава 6.

Магнитно-резонансная томография в визуализации плечевого сплетения и его ветвей

Технические сложности хирургических вмешательств на плечевом сплетении и его ветвях из-за тесных анатомо-топографических взаимоотношений нервных стволов, корешков с крупными артериями, венами, особенно в зоне повреждения, создают определенный риск оперативного вмешательства. Неуверенность в получении положительного результата обуславливает неоднозначное отношение врачей к лечению этих повреждений.

На современном этапе в медицинской практике для точной постановки диагноза нельзя обойтись без различных методов визуализации органов и тканей. С целью верификации патологического процесса при повреждениях плечевого сплетения и его ветвей применялись различные методики. Для уточнения места и протяженности отрыва нервных корешков от спинного мозга В.К. Хорошко (1934) одним из первых в практике мировой нейрохирургии применил миелографию с липиодолом. Впоследствии методика миелографии претерпела неоднократные усовершенствования.

После использования масляных контрастных препаратов в целях визуализации стали применять воздух и водорастворимые препараты. На миелограммах наряду с травматическим менингоцеле определяются и другие проявления преганглионарного повреждения плечевого сплетения, такие как деформация карманов твердой мозговой оболочки, дефекты наполнения и сужение подоболочечных пространств. Следует отметить, что отсутствие изменений на миелограммах полностью не позволяет исключить интрадурального повреждения корешков, но наличие типичных изменений позволяет определить уровень и количество поврежденных корешков. Миелографию следует производить не ранее чем через 4–6 недель после травмы, чтобы произошла организация участков кровоизлияний.

В последние годы в диагностике уровня и степени повреждения корешков спинного мозга, стволов плечевого сплетения, нервов конечностей стали все более широко использовать КТ и МРТ.

По-видимому, нельзя не согласиться с мнением Г.С. Кокина (1975), К.А. Григоровича (1981) и других авторов о том, что до настоящего времени не существует метода или комплекса методов, обеспечивающих абсолютно достоверную верификацию характера, а нередко и локализацию повреждения нерва.

В последние годы произошло значительное техническое усовершенствование аппаратов МРТ. Каждый год появляются новые, более современные программы для МР-томографов, что позволяет внедрять в широкую практику возрастающие возможности данного метода исследования.

Магнитно-резонансная томография имеет несомненные преимущества перед другими неинвазивными методами исследования в отношении визуализации мягких тканей, такие как возможность многоплоскостного исследования, отсутствие ионизирующего излучения и артефактов от костных структур. С помощью современных аппаратов МРТ и специальных программ удается получить информацию не только об окружающих плечевое сплетение тканях, но и о самих нервных структурах. Работы, посвященные нормальной МР-анатомии плечевого сплетения и надключичной области, публикуются с конца 1980-х гг.

МРТ дает возможность проследить ход нервных образований от места их выхода из спинного мозга до самых мелких терминальных ветвей. При повреждении корешков были отмечены случаи, когда при ЭМГ не было изменений, а при МР-нейрографии выявлялся участок патологического гиперинтенсивного сигнала. Производя МРТ плечевого сплетения, возможно определять состояние передних и задних корешков, спинальных ганглиев, оценивать фораминальную зону выхода на любом уровне, определять место отрыва корешка при травме сплетения, его протяженность, сравнивать патологически измененные участки с противоположной неповрежденной стороной. Очень удобно в практическом применении для улучшения качества визуализации использование программ с подавлением сигнала от жира. Использование МРТ в режиме миелографии при отрыве корешков спинномозговых нервов более информативно по сравнению с классической миелографией и КТ.

Зарубежные исследователи неоднократно проводили сравнительный анализ диагностической ценности между МРТ- и КТ-методами исследования плечевого сплетения. При оценке точности различных методов исследования для диагностики пре- и постганглионарных повреждений плечевого сплетения получены следующие результаты: миелография — 84%; КТ-миелография — 94%; МРТ — 91%. Следует отметить, что в то же время в 37% случаев МРТ позволила визуализировать постганглионарные повреждения, которые не обнаружили при КТ-миелографии. Ряд исследователей проводил сравнение данных, полученных при МРТ, КТ-миелографии и миелографии в диагностике отрыва нервных корешков от спинного мозга. Точность методов при сравнении МРТ с миелографией составила 69% и 64% соответственно, а при сравнении МРТ с КТ-миелографией — 75–82% и 72–85% соответственно.

При сочетанной патологии нервных структур и сосудов имеется возможность проведения магнитно-резонансной ангиографии.

Визуализация нервных стволов конечностей с использованием специально разработанных программ при КТ- и МРТ-исследованиях является перспективным методом обследования.

Анализ литературы свидетельствует об интенсивной работе, направленной на улучшение лучевой диагностики и дифференциальной диагностики отдельных нозологических форм. Вместе с тем следует отметить отсутствие единой стратегии и стандартизированного подхода к обследованию пострадавших с травмой верхней конечности, что представляет собой несомненное упущение и не соответствует современным требованиям.

Применение магнитно-резонансной томографии в выявлении патологических изменений в анатомических структурах плечевого сплетения в связи с высокой разрешающей способностью при исследовании мягких тканей имеет большое практическое значение для нейрохирургов, неврологов и врачей, занимающихся проблемами этой сложной в анатомическом плане области.

6.1. Методика магнитно-резонансной томографии плечевого сплетения

Для проведения исследования плечевого сплетения необходимо использовать фазированную многоэлементную катушку для исследования позвоночника, в некоторых случаях возможно применять поверхностную фазированную катушку TORSO для обследования грудной и брюшной полостей. Исследование проводится в положении пациента лежа на спине, исследуемая конечность в положении супинации. Центрация пациента в томографе производится с помощью лазерного локализатора МР-томографа и осуществляется по средней линии шеи на уровне тела С4 позвонка. Общее время исследования составляет от 20 до 50 минут и зависит от количества полученных изображений, выполненных импульсных последовательностей. Магнитно-резонансная томография при исследовании плечевого сплетения выполняется в трех взаимно перпендикулярных плоскостях для более точной оценки состояния нервных стволов и окружающих тканей.

Используются импульсные последовательности SE, FSE, GRE, STIR, должны быть получены T1- и T2-взвешенные изображения (ВИ). Для подавления сигнала от жировой ткани используются импульсные последовательности STIR и FSE T2 — ВИ + Fat Sat.

Вначале следует проводить исследование в корональной плоскости, при этом получить T1- и T2-взвешенные изображения, а также T2-взвешенные изображения с подавлением сигнала от жира. На полученных изображениях хорошо прослеживаются нервные структуры

от межпозвонковых отверстий до подмышечной ямки. Нервные стволы имеют сигнал средней интенсивности, почти такой же, как и мышечная ткань. Оценивается анатомическая целостность стволов на протяжении, симметричность, наличие деформаций по ходу нервов. Производится выявление очагов и зон патологической интенсивности сигнала от стволов плечевого сплетения. Также на данных изображениях имеется возможность получить представление об окружающих нервные стволы тканях.

Затем производится исследование в сагиттальной плоскости. Наилучшая визуализация достигается на T1-взвешенных изображениях. Оцениваются целостность фасцикулярного рисунка, наличие деформаций нервных стволов, состояние окружающих тканей.

При выполнении МРТ-исследования в аксиальной плоскости имеется возможность оценивать состояние спинномозговых нервов от места выхода из спинного мозга до межпозвонкового отверстия на T1- и T2-взвешенных изображениях.

Для оценки состояния какого-либо отдельного корешка на протяжении используются специальные косые проекции. Угол наклона составляет 40° для C5 и C6 корешков и 70° — для нижних. Физико-технические параметры протокола исследования представлены в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Физико-технические параметры протокола исследования

ИП	Тип изображения	Плоскость изображения	ET	TR	TE	Thk /Int	Матрица
SE	T1	Cor	0	620	9.0	4.0 / 0.1	512 x 224
FSE	T2	Cor	12	4540	89.0	3.0 / 0.1	256 x 224
FSE Fat Sat	T2	Cor	9	4000	66.0	3.0 / 0.1	256 x 224
SE	T1	Sag	0	600	9.0	4.0 / 0.5	512 x 224
SE	T1	Sag	0	620	9.0	4.0 / 0.1	512 x 224
Axial	T1	Sag	0	420	10.0	6.0 / 2.0	512 x 526
SE	T1	Ax	0	600	9.0	4.0 / 0.5	512 x 224
GRE	T2	Ax	0	600	9.0	4.0 / 0.5	512 x 224
STIR	STIR	Ax	10	6000	16	5.0 / 1.0	320 x 224
SPGR	T1	Cor	20	20	5.0	1.5 / 0.5	256 x 224

Примечание: ИП — импульсная последовательность, ET — время-эхо, TR — время повторения, TE — время инверсии, Thk — толщина среза, Int — интервал между срезами, Cor — корональная плоскость, Sag — сагиттальная плоскость, Ax — аксиальная плоскость.

Для визуализации псевдоменингоцеле при подозрении на отрыв корешков от спинного мозга используется бесконтрастная миелография. Физико-технические параметры: FSE — ИП, T2-myelo — ВИ, TE — 250, TR — 6000, Thk/Int — 2.0/0, BW — 15, ET — 20, матрица — 256 x 256.

При сочетанном повреждении нервных стволов и сосудов проводится МР-ангиография с контрастным усилением. Перед исследованием осуществляется катетеризация локтевой вены. К катетеру подсоединяется проводниковая линия, заканчивающаяся трехходовым переходником. К переходнику присоединяются два шприца объемом 20 мл. Один из шприцев содержит контрастное вещество Magnevist или Omniscan, другой — физиологический раствор.

Исследование начинается с проведения боллос-теста для определения времени задержки введения контрастного вещества. Для чего вводится 2 мл контрастного вещества, после чего через трехходовой краник вводится 20 мл физиологического раствора. Используется фазированная многоэлементная катушка для исследования позвоночника. Физико-технические параметры боллос-теста: SPGR — ИП, T1 — ВИ, плоскость — Cor, TE — min, угол вращения — 60, Thk/Int — 17.0/0.1, матрица — 256 x 128.

Время задержки рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{задержки}} = T_{\text{боллоса}} - T_{\text{программы}} / 4.$$

$T_{\text{задержки}}$ — период времени между введением контрастного вещества и запуском импульсной последовательности для получения изображения брахиоцефальных артерий.

$T_{\text{боллоса}}$ определяется при проведении боллос-теста после введения 2 мл контрастного вещества и максимальным контрастированием во время боллос-теста.

$T_{\text{программы}}$ — длительность импульсной последовательности для получения изображений брахиоцефальных артерий.

МР-ангиография с контрастным усилением проводится путем введения 18 мл контрастного вещества, после чего вводится 20 мл физиологического раствора. Для получения изображения брахиоцефальных артерий используется импульсная последовательность SPGR в корональной плоскости. Физико-технические параметры исследования: SPGR — ИП, T1 — ВИ, плоскость — Cor, TE — min, угол вращения — 45, Thk/Int — 1.6/0, матрица — 256 x 128.

Для получения изображений сосудов плеча используется катушка TORSO. Расчет производится таким же образом.

С использованием гибкой линейной катушки проводится бесконтрастная ангиография, применяется программа с синхронизацией по сердечным сокращениям — Gated ToF. Физико-технические параметры алгоритма исследования представлены в табл. 6.1.

После получения изображений брахиоцефальных артерий они пересылаются на графическую станцию Advantage Windows 4.1, где производится дополнительная обработка изображений по программе проекции максимальной интенсивности (MIP) с построением трехмерного изображения и последующим вращением вокруг вертикальной и горизонтальной осей, а также мультипланарных (объемных) реконструкций (MPR) с построением изображения в трех взаимно перпендикулярных плоскостях.

Полученные при исследовании изображения копируются на рентгеновской пленке, магнитно-оптических дисках.

Анализ МР-изображений должен включать подробную качественную и количественную оценку: выявление зон патологической интенсивности сигнала с детальной их локализацией, определением размеров, количества структуры, четкости очертаний, формы, дискретности, анатомо-топографических соотношений с окружающими тканями.

6.2. Магнитно-резонансная топография плечевого сплетения

При оценке надключичной части плечевого сплетения хорошо использовать фронтальные и косые фронтальные проекции, которые позволяют оценить структуру плечевого сплетения от межпозвоночных отверстий до области формирования вторичных стволов. Однако на одном срезе все нервные структуры увидеть не удастся из-за наличия шейного лордоза (рис. 6.1).

Знание взаимоотношений между лестничными мышцами и другими образованиями в надключичной области позволяет адекватно оценивать этот сложный регион.

Передняя лестничная мышца начинается от поперечных отростков С3–С6 позвонков, имеет конусовидную форму и следует латерально вниз, прикрепляясь к верхней поверхности первого ребра узким сухожилием. Средняя лестничная мышца является самой большой в данной группе. Она начинается от поперечных отростков С3–С7 и прикрепляется также к первому ребру позади места прикрепления передней лестничной мышцы (рис. 6.2).

Наименьшей мышцей данной группы является задняя лестничная мышца, которая начинается от поперечных отростков С5–С7 и прикрепляется к внутренней поверхности второго ребра. Эта мышца при МРТ-исследовании часто не может быть дифференцирована от средней лестничной мышцы. Исключения составляют пациенты с развитой мускулатурой, у которых данную мышцу можно увидеть на сагиттальных томограммах.

Лестничные мышцы при МРТ-исследовании дают сигнал средней интенсивности, как и другие мышцы.

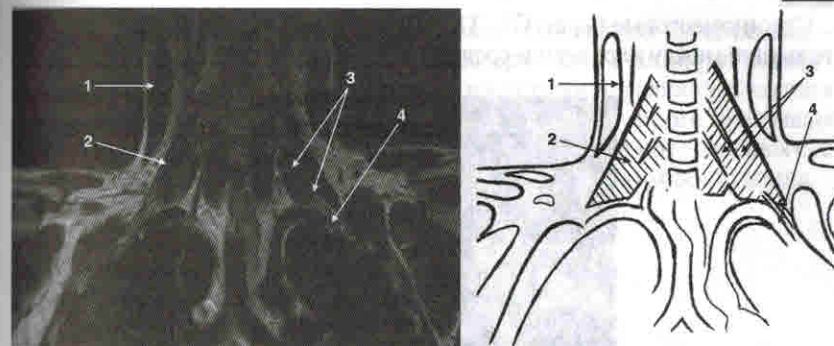


Рис. 6.1. МР-томограмма во фронтальной проекции. FSE — ИП, T2 — ВИ.
1 — грудино-ключично-сосцевидная мышца; 2 — лестничные мышцы; 3 — стволы плечевого сплетения; 4 — сосудисто-нервный пучок

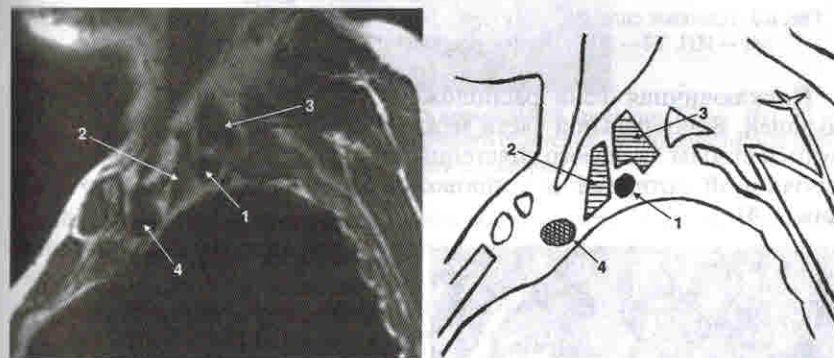


Рис. 6.2. Лестничные мышцы. МР-томограмма в сагиттальной плоскости. SE — ИП, T1 — ВИ.
1 — артерия; 2 — передняя лестничная мышца; 3 — средняя и задняя лестничные мышцы; 4 — вена

Перед лестничной мышцей на томограммах могут быть выявлены лимфатические узлы, имеющие сигнал средней интенсивности. Также возможна визуализация лопаточно-подъязычной, подключичной и других мышц данной области. Они имеют сигнал средней интенсивности.

Надключичная ямка, как и подключичная, выполнена жировой тканью, которая дает возможность хорошего контрастирования располагающихся в ней образований. Жировая ткань при МРТ-исследовании дает гиперинтенсивный сигнал на T1 и T2 ВИ. Для устранения сигнала от жировой ткани используются специальные программы (STIR, Fat Sat).

Спинномозговые нервы C5–Th1 располагаются в межлестничном треугольнике между передней и средней лестничными мышцами (рис. 6.3).

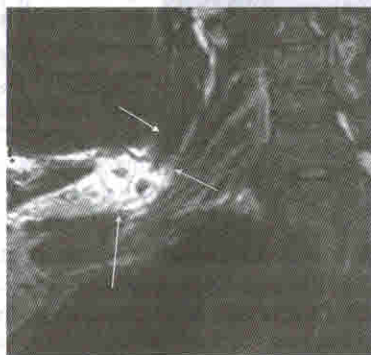


Рис. 6.3. Плечевое сплетение. МР-томограмма в корональной проекции. FSE + Fat Sat — ИП, T2 — ВИ. Стрелки указывают на стволы плечевого сплетения

Подключичная вена расположена перед передней лестничной мышцей. В латеральной части межлестничного треугольника формируются стволы плечевого сплетения. Они расположены сразу над подключичной артерией и сопровождают ее в подмышечную ямку (рис. 6.4).

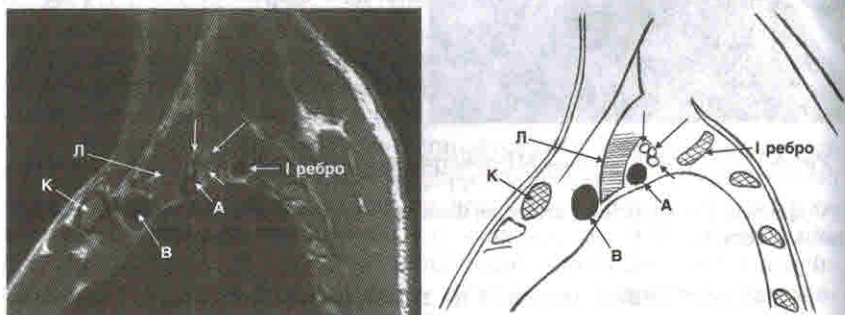


Рис. 6.4. Соотношение стволов плечевого сплетения и окружающих тканей. МРТ в сагиттальной плоскости. FSE — ИП, T1 — ВИ. Короткие стрелки указывают на стволы плечевого сплетения. К — ключица; А — подключичная артерия; В — подключичная вена; Л — передняя лестничная мышца

На границе наружного края первого ребра подключичная артерия переходит в подмышечную артерию. Формирование пучков (вторичных стволов) плечевого сплетения происходит на уровне данного перехода.

Пучки окружают артерию согласно своему названию: латеральный — снаружи, медиальный — с внутренней поверхности, задний располагается позади. На данном уровне иногда удается хорошо различить индивидуальное деление пучков (рис. 6.5). Латеральнее наружного края малой грудной мышцы пучки делятся на конечные ветви. На коронарных срезах нормальная анатомия плечевого сплетения обычно хорошо видна.

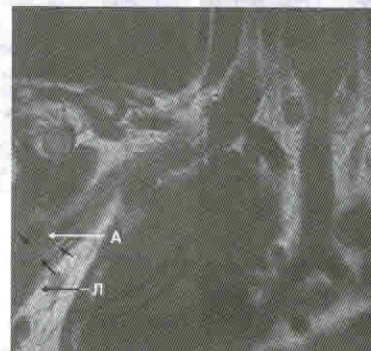


Рис. 6.5. Пучки плечевого сплетения. МРТ в корональной проекции. FSE — ИП, T2 — ВИ. Черные стрелки указывают на пучки плечевого сплетения. А — подмышечная артерия; Л — лимфатический узел

Использование тонких срезов дает возможность оценить плечевое сплетение на последовательных изображениях при толщине среза не более 3 мм.

Магнитно-резонансная томография позволяет оценить состояние спинномозговых нервов сразу от места выхода из спинного мозга. Передние и задние корешки от спинного мозга до спинальных узлов омываются ликвором, который имеет низкую интенсивность сигнала на T1-взвешенных изображениях и высокую интенсивность — на T2-взвешенных, и хорошо видны на аксиальных томограммах (рис. 6.6).

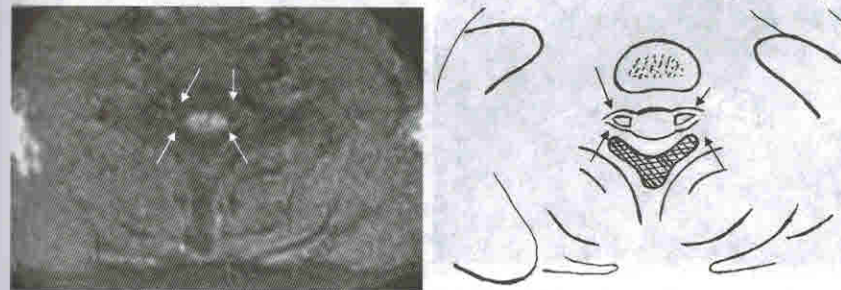


Рис. 6.6. МР-томограмма в аксиальной проекции. T1 — ВИ. Стрелками указаны передние и задние корешки, имеющие более интенсивный сигнал, чем окружающая цереброспинальная жидкость

Для получения изображения корешков ориентация среза должна учитывать физиологический изгиб позвоночника. На уровне межпозвонковых отверстий располагаются спинальные узлы, имеющие среднюю интенсивность сигнала, которые окружены высокоинтенсивной жировой тканью (рис. 6.7).

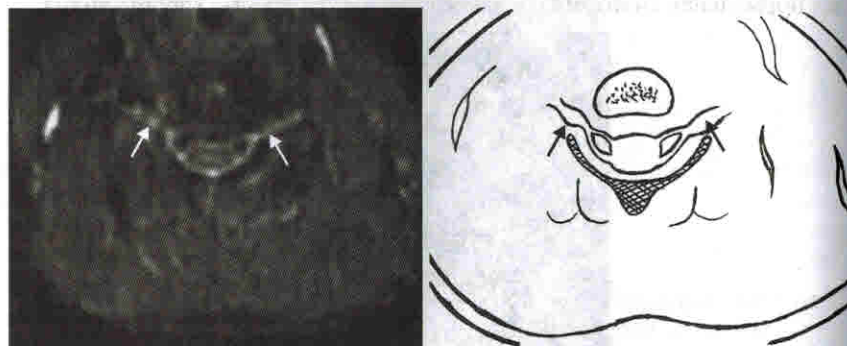


Рис. 6.7. МР-томограмма в аксиальной проекции. Режим STIR. Стрелками обозначены спинальные ганглии, хорошо выделяющиеся на фоне жировой клетчатки межпозвонкового отверстия

Аксиальные проекции позволяют выявлять преганглионарные повреждения плечевого сплетения. На срезах в аксиальной плоскости хорошо визуализируются нервные корешки, проходящие через межпозвонковые отверстия. Сигнал от корешка менее интенсивный по сравнению с сигналом от ликвора и окружающей жировой клетчатки (рис. 6.8).

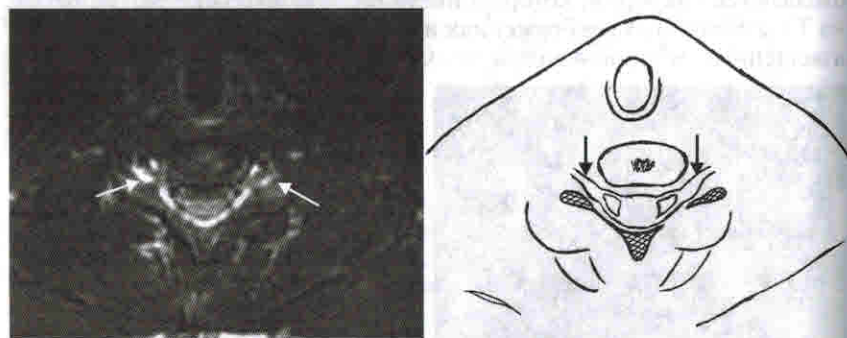


Рис. 6.8. МР-томограмма в аксиальной проекции. Режим T2 — ВИ Fat Sat. Стрелками указаны спинномозговые нервы в области межпозвонкового отверстия, имеющие среднеинтенсивный сигнал

Около латерального края суставных отростков спинномозговые нервы делятся на заднюю и переднюю ветви (рис. 6.9).

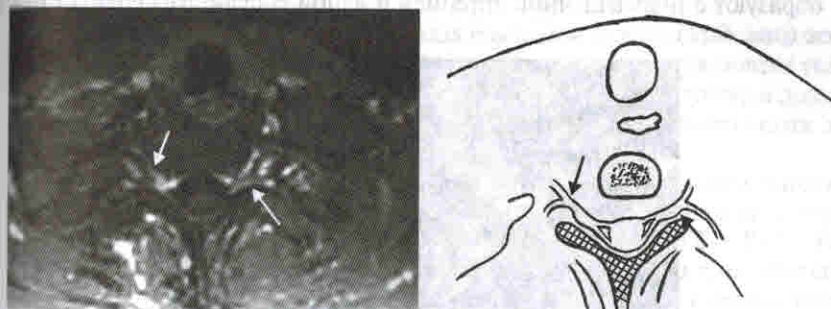


Рис. 6.9. МР-томограмма в аксиальной проекции. Режим SPGR VOL. Стрелки указывают на область деления спинномозговых нервов на переднюю и заднюю ветви

При МРТ плечевого сплетения возможна дифференцировка стволов не только от артерий, но и друг от друга. Интактные стволы плечевого сплетения дают сигнал средней интенсивности, подобный сигналу от мышц. При оценке МР-изображений отмечено, что изменение хода плечевого сплетения лучше демонстрируется на сагиттальных изображениях в T1 режиме (рис. 6.10).

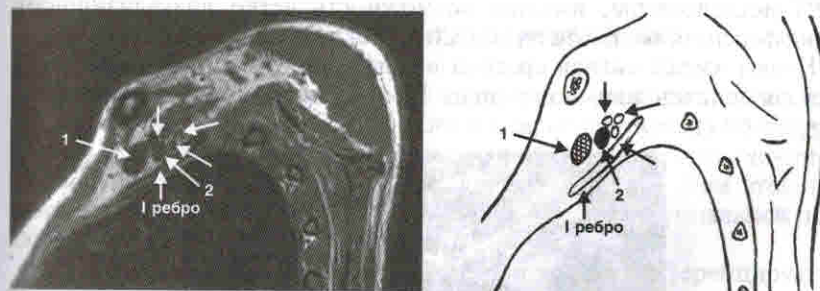


Рис. 6.10. Соотношение стволов плечевого сплетения и сосудов в подключичной области. МРТ в сагиттальной плоскости. SE — ИП, T1 — ВИ. 1 — подключичная вена; 2 — подключичная артерия. Большие стрелки указывают на стволы плечевого сплетения

Уровень лестничных мышц соответствует расположению стволов плечевого сплетения, визуализирующихся на данном уровне в межлестничном промежутке. Более латерально стволы плечевого сплетения выявляются в промежутке между первым ребром и ключицей, рядом с сосудами. В этой области также визуализируются передняя зубчатая мышца и нижнее брюшко лопаточно-подъязычной мышцы.

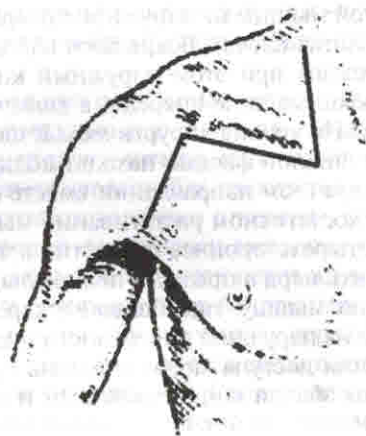


Рис. 12.9. Линия кожного разреза при доступе к первичным и вторичным стволам плечевого сплетения

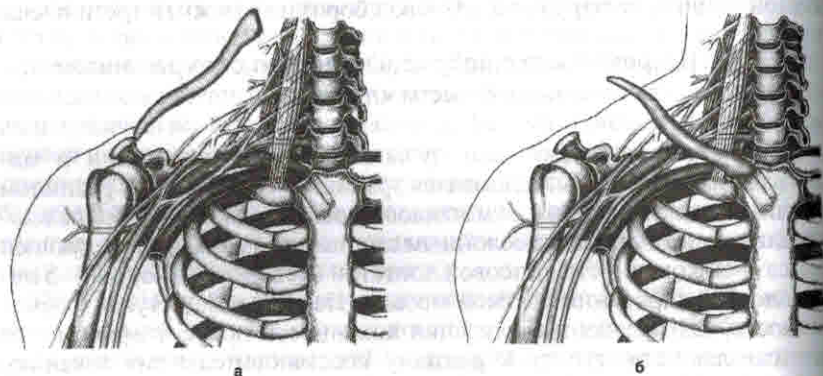


Рис. 12.10. Вычленение конца ключицы в зависимости от расположения патологического процесса:

а — вычленение грудинного конца ключицы; б — вычленение акромиального конца ключицы

Предлагаемый способ имеет следующие преимущества: не нарушается целостность ключицы, что исключает возможность формирования ложных суставов и других осложнений, связанных с остеосинтезом; срок иммобилизации конечности уменьшается на 2–3 недели, и, следовательно, появляется возможность раньше приступить к восстановительному лечению (Берснев В.П., Кокин Г.С., Извеков О.Н., Морозов И.С., Шамелашвили И.И., 2001).

Хирургия нервов верхней конечности

13.1. Хирургическая анатомия надлопаточного нерва

Надлопаточный нерв, *n. suprascapularis*, C5–C6, является первой сравнительно большой и толстой проксимальной ветвью верхнего ствола плечевого сплетения. Он получает ветви от пятого и частично шестого шейных спинномозговых нервов над местом образования верхнего ствола плечевого сплетения, идет наружу и кзади глубоко к трапецевидной мышце и вдоль верхнего края нижнего брюшка лопаточно-подъязычной мышцы, которое можно прощупать в треугольнике между задним краем грудино-ключично-сосцевидной мышцы и ключицей в виде эластичного плоского тяжа. Если повернуть голову в противоположную сторону, то нижнее брюшко лопаточно-подъязычной мышцы располагается под грудино-ключично-сосцевидной мышцей на уровне ее нижней трети и тянется до середины ключицы.

В рыхлой жировой клетчатке ключично-надлопаточного промежутка надлопаточный нерв сопровождается надключичная артерия. Надлопаточный нерв входит в надостную мышцу через надлопаточную верхнюю вырезку лопатки, ниже поперечной связки лопатки и вместе с артерией уходит в верхний край надостной мышцы. Входя в надостную мышцу, надлопаточный нерв, в отличие от надлопаточной артерии, спускается под поперечной связкой лопатки, ограничивающей вырезку. Затем он идет глубоко к надостной мышце и изгибается вокруг наружного края тела лопатки.

В надостной области нерв дает две ветви: первую — к надостной мышце, вторую — к капсуле плечевого сустава. Надключичный нерв, как и подкрыльцовый, иннервирует мягкие ткани, капсулу и связки плечевого сустава. Потому при повреждении этих нервов при травмах или при воспалительных процессах наступают дегенеративные изменения в оболочках плечевого сустава и беспокоят боли, которые могут привести к ограничению движений в плечевом суставе.

Не менее важную роль в движении руки играет подостная мышца, которая обеспечивает отведение плеча от туловища. Подостная мышца заполняет костно-фиброзное образование сзади от плотной фиброзной фасции, которая в области шейки лопатки имеет два листка, один из них соединяет мышцу с большим бугорком плеча. С наружной стороны плеча в слое клетчатки проходит надлопаточный сосудисто-нервный пучок и отделяет этот участок от надостной мышцы.

Под трапецевидной мышцей лежит костно-фиброзный футляр надостной мышцы. Ложе надостной мышцы снаружи отделяется подакромиальным фасциальным отростком, расположенным от ниж-

ней части акромиального отростка к задней поверхности лопатки и капсуле плечевого сустава. От шейки лопатки и основания клювовидного отростка надостная мышца отделена глубоким отростком надостной фасции. Под этим фасциальным отростком в рыхлой клетчатке проходит подключичный сосудисто-нервный пучок. Надостная мышца участвует в отведении плеча от туловища и образовании плечелопаточного угла. Иногда надостная мышца способна поднимать руку даже при параличе дельтовидной мышцы и длинной головки двуглавой мышцы.

13.2. Оперативный доступ к нервам в подмышечной области

Положение больного на спине, под лопатку подкладывают эластичный валик. Руку отводят под прямым углом к операционному столу и кладут на приставной столик. Разрез кожи проводят по передненаружному краю на 1–2 см выше проекции большой грудной мышцы. Разрез начинают несколько латеральнее грудной железы и плавно продолжают чуть выше подкрыльцовой ямки над большой грудной мышцей и переходят на переднемедиальную поверхность плеча над двуглавой мышцей.

Послойно рассекают кожу, фасцию над большой грудной мышцей, поверхностную фасцию и влагалище двуглавой и клювовидно-плечевой мышц, обе мышцы оттягивают тупым крючком и затем по желобоватому зонду или между браншами зажима «москит» рассекают задний листок влагалища указанных мышц, большую грудную мышцу тупым крючком оттягивают кверху и кнутри, после чего обнаруживают все сосудисто-нервные стволы подкрыльцовой области.

Различают сосуды и нервы в подмышечной области по положению относительно плечевой артерии. Топографические признаки здесь следующие: с латеральной и медиальной сторон с подкрыльцовой артерией соседствуют две ножки срединного нерва. **Срединный нерв, n. medianus**, сформированный слиянием этих ножек, лежит на передненаружной поверхности подкрыльцовой артерии и закрывает ее. Это важно помнить, чтобы не повредить сосуд при подведении бранш зажима или диссектора для наложения резиновой полоски на нерв.

Выше наружной ножки срединного нерва, а иногда от нее самой отходит **мышечно-кожный нерв, n. musculocutaneus, C5–C7**, направляющийся кнаружи от плечевой артерии и подходящий к клювовидно-плечевой мышце. Затем мышечно-кожный нерв скрывается под двуглавой мышцей. Кнутри от плечевой артерии последовательно располагаются локтевой нерв, соприкасающийся с ней, далее **внутренний кожный нерв предплечья, n. cutaneus antebrachii medialis, C8–Th**.

13.2.1. Оперативный доступ к подкрыльцовому нерву

Подкрыльцовый, подмышечный нерв, n. axillaris, C5–C6, в начальной своей части может быть обнажен вместе с задним пучком и лучевым нервом в глубине подкрыльцовой ямки на передней поверхности подлопаточной мышцы.

Пересечение плечевой порции большой грудной мышцы облегчает такое вмешательство. Без этого приходится работать на большой глубине, и доступ оказывается недостаточно широким. Обнажение нерва со стороны подкрыльцовой ямки позволяет осмотреть его только до уровня входа в четырехстороннее отверстие. Чаще всего мобилизовать подкрыльцовый нерв в дистальном направлении при этом доступе не удается, так как уже на уровне четырехстороннего отверстия нерв фиксирован на месте своими ветвями к дельтовидной и малой грудной мышцам.

Более широкий доступ почти ко всем отделам подкрыльцового нерва дает другой разрез. Больной располагается на животе или на здоровом боку, плечо приведено и слегка ротировано кнутри.

Косой разрез проводят от середины лопаточной ости по заднему краю дельтовидной мышцы до прикрепления этой мышцы на наружной поверхности плеча (примерно до середины длины плеча). Вскрывают влагалище дельтовидной мышцы (не повреждая при этом наружный кожный нерв плеча), оттягивают задний край мышцы кпереди, а длинную головку трехглавой мышцы — кзади. На уровне хирургической шейки плеча, под глубоким листком дельтовидной фасции находят подкрыльцовый нерв, расположенный в поперечном направлении вместе с окружающими плечо сосудами.

При достаточном растягивании мышц удается значительно углубиться в четырехстороннее отверстие и таким образом, проникая сзади, обнажить нерв в пределах подкрыльцовой области. Оттягивая дельтовидную мышцу еще больше кпереди, можно осмотреть нерв с его ветвями на наружной поверхности плеча. В некоторых случаях для расширения доступа можно надсечь сухожильное начало дельтовидной мышцы вблизи лопаточной ости и еще больше оттянуть эту мышцу.

При одновременном ранении лучевого и подкрыльцового нервов оба нервных ствола могут быть обнажены из одного разреза, проведенного от середины лопаточной ости по заднему краю дельтовидной мышцы до наружной плечевой борозды в нижней трети плеча.

13.3. Хирургическая анатомия мышечно-кожного нерва

Мышечно-кожный нерв, n. musculocutaneus, C5–C7, является наиболее изменчивым среди других длинных ветвей плечевого сплетения. В большинстве случаев он отходит от латерального пучка плечевого

сплетения, но может исходить только из передней ветви верхнего ствола.

Уровень отхождения мышечно-кожного нерва от латерального пучка также весьма непостоянен. Его можно встретить уже на уровне ключицы и ниже, вплоть до средней трети плеча, когда практически можно считать, что мышцы сгибательной поверхности плеча снабжаются пучками, пришедшими в стволе срединного нерва. В подобных случаях клювоплечевая мышца получает иннервацию не от мышечно-кожного нерва, а от отдельного клювоплечевого нерва, отходящего непосредственно от латерального и заднего пучков плечевого сплетения или от передней ветви среднего ствола. Для обнажения мышечно-кожного нерва приходится подвергать иногда осмотру весь участок латеральнее основного сосудисто-нервного пучка, в пределах от малой грудной мышцы до верхней и даже средней трети плеча.

Поперечные размеры ствола мышечно-кожного нерва обратно пропорциональны размерам срединного нерва и особенно его латеральной ножки. Когда срединный нерв или его латеральная ножка относительно наибольшего диаметра, мышечно-кожный нерв значительно тоньше. При обратных соотношениях, т. е. при относительно большой толщине мышечно-кожного нерва и меньшей толщине срединного или его латеральной ножки, часть волокон мышечно-кожного нерва в дистальных отделах плеча переходит в состав ствола срединного нерва.

Электродиагностика на операции показывает, что связи, идущие от мышечно-кожного нерва к срединному, в большинстве случаев содер-

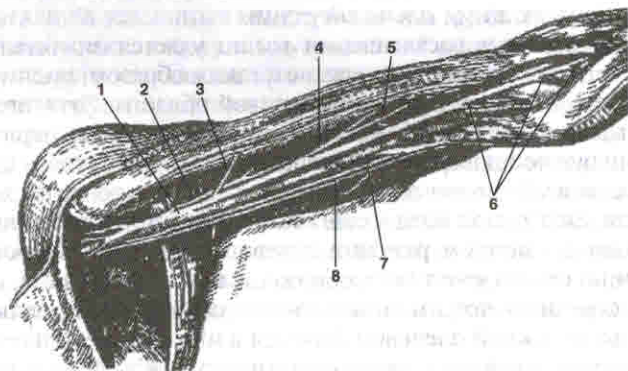


Рис. 13.1. Вариант строения нервов верхней конечности. Ветви мышечно-кожного нерва замещены ветвями срединного нерва (схема К.А. Григоровича):

1 — срединный нерв; 2 — лучевой нерв; 3 — ветвь срединного нерва к двуглавой мышце; 4 — общий ствол к плечевой мышце и наружный кожный нерв предплечья; 5 — наружный кожный нерв предплечья; 6 — ветви срединного нерва; 7 — локтевой нерв; 8 — внутренний кожный нерв предплечья

жат двигательные волокна. Эти связи между обоими нервами могут встречаться на разных уровнях на всем протяжении от подкрыльцовой области до локтевой ямки. Во время операции можно косвенно предполагать наличие связей между нервами по их внешнему виду, при резком несоответствии поперечных размеров мышечно-кожного и срединного нервов.

Необычно большая толщина мышечно-кожного нерва заставляет предположить, что часть его пучков дистальнее осмотренного участка переходит в состав ствола срединного нерва. Большие размеры срединного нерва при малой толщине мышечно-кожного показывают, что часть пучков мышечно-кожного нерва проходит в стволе срединного, а ветви к двуглавой и плечевой мышцам отходят от ствола срединного нерва (рис. 13.1).

Мышечно-кожный нерв дает иногда ветви к плечевой головке круглого пронатора. Когда мышечно-кожный нерв на уровне подкрыльцовой области имеет значительную толщину, а ниже часть его пучков переходит (возвращается) в ствол срединного, некоторые мышцы сгибательной поверхности предплечья и даже мышцы возвышения большого пальца могут иннервироваться волокнами, находящимися в подкрыльцовой области и на уровне плеча в составе ствола мышечно-кожного нерва.

13.4. Оперативные доступы к сосудисто-нервным образованиям на плече

Хирургическая анатомия на плече такова: с латеральной и медиальной сторон с подкрыльцовой артерией соседствуют две ножки срединного нерва. Срединный нерв, сформированный слиянием этих ножек, лежит на передненаружной поверхности артерии и закрывает ее. Это важно помнить, чтобы не поранить артерию при подведении бранш диссектора для наложения резиновой полоски на нерв. Выше наружной ножки срединного нерва, а иногда от нее самой отходит кожно-мышечный нерв, направляющийся к наружной артерии и подходящий к клювоплечевой мышце, а затем скрывающийся под двуглавой мышцей.

Подкрыльцовая артерия переходит в плечевую, кнутри от плечевой артерии последовательно располагаются локтевой нерв, *n. ulnaris*, соприкасающийся с ней, далее **внутренний кожный нерв предплечья**, *n. cutaneus antibrachii medialis*, и несколько дальше **внутренний кожный нерв плеча**, *n. cutaneus brachii medialis*. Оба нерва намного тоньше локтевого и остальных нервов. При раздражении их током двигательного эффекта нет. Для ревизии **лучевого**, *n. radialis*, и **подмышечного**, *n. axillaris*, нервов необходимо отвести плечевую артерию кнутри, так как

они спускаются кзади от артерии, а двуглавую мышцу оттягивают тупым крючком кнаружи. Для лучшего обзора и обнаружения места отхождения лучевой нерв выделяют кверху (рис. 13.2, см. цв. вклейку).

Рассекают нижние отделы сухожильной части большой грудной мышцы у места ее прикрепления к плечевой кости, которую тупыми крючками поднимают кверху и кнутри. При работе в подмышечной ямке следует оберегать сосуды (рис. 13.3, см. цв. вклейку). Перерезка и перевязка подкрыльцовой артерии в этой области грозит нарушением кровообращения, ишемией и изредка даже развитием гангрены конечности. Ранение вены может вызвать воздушную эмболию. При выделении локтевого нерва необходимо остерегаться повреждения мышечных ветвей, прикрепляющихся к трехглавой мышце.

13.4.1. Оперативный доступ к срединному нерву на плече

Проекционная линия срединного нерва, *n. medianus*, на плече начинается от вершины подмышечной ямки, по медиальной плечевой борозде к внутреннему надмыщелку плеча, затем к середине локтевой области, к локтевой ямке. На плече срединный нерв изолированно повреждается редко. Чаще он травмируется одновременно с локтевым нервом. Также часто оба нерва бывают запаяны вместе с плечевыми артерией и веной в один конгломерат рубцовых тканей. Поэтому при мобилизации нервов и сосудов из рубцов обязательно необходимо использовать оптическое увеличение. Осторожность необходима прежде всего для того, чтобы не повредить плечевые артерию и вену, так как существует опасность нарушения кровообращения, ишемии и даже гангрены конечности.

На плече срединный нерв располагается в ложе между двуглавой и трехглавой мышцами (рис. 13.4). С медиальной поверхности нерв прилежит к межмышечной перегородке, которая в нижней части плеча содержит ветви возвратной локтевой артерии. С латеральной, задней своей поверхности нерв тесно прилежит к плечевой артерии, т. е. проходит кнутри от нее и пересекает локтевую артерию на уровне ее отхождения от плечевой. В верхней трети предплечья срединный нерв расположен на мышечной части поверхностных сгибателей пальцев и пересекает их под мышечной частью глубоких сгибателей пальцев, поэтому в рубцах его иногда трудно найти.

Проксимально с передней поверхности он лежит кзади от апоневроза двуглавой мышцы плеча, спускающегося от сухожилия этой мышцы, покрывающего мышцу круглого пронатора и лучевого сгибателя запястья. Срединный нерв и обе артерии окружены сверху стенками от собственной фасции плеча и жировой клетчаткой, обильно кровоснабженной от лежащих рядом магистральных артерий предплечья.

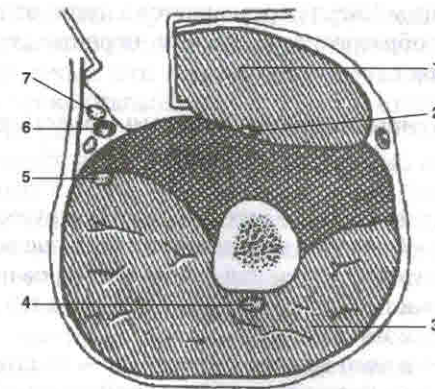


Рис. 13.4. «Окольный» доступ к срединному нерву на плече по С.Н. Делицыну: 1 — длинная отводящая мышца большого пальца; 2 — мышечно-кожный нерв; 3 — трехглавая мышца; 4 — лучевой нерв; 5 — локтевой нерв; 6 — плечевая артерия; 7 — срединный нерв

Как правило, на плече срединный нерв крупных ветвей не дает, но при образовании связей с мышечно-кожным нервом (о чем говорилось выше) могут отходить в средней трети плеча веточки к двуглавой и плечевой мышцам. Интраоперационная диагностика доказывает, что связи, идущие от мышечно-кожного нерва к срединному, чаще состоят из моторных волокон. Связи между срединным и мышечно-кожным нервами находят на разных уровнях на всем протяжении от подкрыльцовой области до локтевой ямки.

При большом диаметре мышечно-кожного нерва в нижней трети плеча наблюдается переход части его волокон в срединный нерв. И наоборот, при большом диаметре срединного нерва и небольшом диаметре мышечно-кожного наблюдается переход волокон из срединного в мышечно-кожный нерв. Об этом следует также помнить.

Больного укладывают на спину, а отведенную под прямым или тупым углом руку кладут на приставку к операционному столу. Разрез кожи проводят по медиальной борозде двуглавой мышцы, где легко прощупать сосудисто-нервный пучок. Рассекают кожу с подкожно-жировым слоем, поверхностную фасцию и апоневроз, покрывающий двуглавую мышцу плеча. Последнюю отводят тупым крючком кнаружи. Затем над разведенными браншами подведенного зажима «москит» рассекают задний апоневротический листок собственной фасции двуглавой мышцы, под которым пальпаторно определяется плечевая артерия, а затем находят срединный нерв. В верхней трети плеча срединный нерв располагается кнаружи от плечевой артерии, в средней трети лежит впереди от артерии, более поверхностно, в ниж-

Симпатические ганглии связаны между собой соединительными ветвями, они могут быть разной величины. Пересечение симпатической цепочки и соединительных ветвей производят при помощи острых ножниц, что позволяет в дальнейшем избежать симпаталгий, описываемых многими авторами. Кровотечение из мелких, сопровождающих симпатический ствол сосудов не требует особого гемостаза, достаточно прижатия тупфером к месту кровотечения на минуту для полной его остановки. Иногда для остановки артериального кровотечения мы использовали электрокоагуляцию.

В тех случаях, когда пограничный ствол покрыт поперечными венами, выходящими из межпозвоночных отверстий, его осторожно извлекают из-под них после предварительного пересечения соединительных ветвей. Следует отметить, что отделение пограничного симпатического ствола с ганглиями от тел поясничных позвонков не вызывает трудностей. Симпатический ствол пересекали выше 2-го поясничного ганглия и ниже 5-го поясничного ганглия. Извлечение симпатического ствола с ганглиями осуществляли через порт 12 мм от манипулятора.

После резекции ганглиев операцию завершали дренированием полости силиконовой трубкой.

Полученный препарат отправляли на гистологическое исследование. Операцию завершали извлечением инструментов и портов, удалением газа из ретроперитонеального пространства. На раны накладывали швы.

Опухоли периферических нервов конечностей. Методы обследования больных с опухолями периферических нервов

Для клиницистов первостепенное значение имеет диагностика опухолей периферических нервов. В литературе недостаточно полно отражен комплекс обследования больных с данной патологией.

Предложенный в РНХИ комплекс обследования больных с опухолями периферических нервов основан на обследовании и лечении 226 больных с данной патологией и включает клиничко-неврологическое обследование; электрофизиологическое (электродиагностика, электромиография) обследование; ультразвуковое исследование; МР-томографию.

Особое значение в диагностике опухоли имеет клиничко-неврологическое обследование. Синдром частичного или полного нарушения проводимости нервного ствола был выявлен у 85% больных.

При электродиагностике выявлялись изменения порога проводимости нерва в виде количественных изменений или частичной реакции перерождения мышц.

Метод классической электродиагностики до появления ЭМГ и лучевых методов диагностики применялся для определения денервации мышц, он основан на определении возбудимости аксона, т. е. минимальной степени активации мышцы при приложении к ней импульсного тока. Контроль минимальной активации мышцы осуществлялся визуально, приложение тока — в двигательной точке мышцы. Сила действующего тока составляет от 0 до 100 мА, длительность импульса — от 0,05 до 300 мс, импульсный ток длительностью 300 мс приравнивается к постоянному. Минимальная сила тока при максимальной длительности (300 мс), приложенная в двигательной точке с катода, которая вызывает минимально видимое сокращение мышцы, называется реобазой. При аксональном поражении (денервации) реобаза понижается, т. е. необходима меньшая сила постоянного тока для минимального сокращения мышцы, так как легче достигим критический уровень деполяризации. Наиболее информативным показателем поражения аксона (денервации) является возбудимость его на импульсный ток малой длительности. В связи с этим был введен показатель хронаксии — минимальная длительность импульса тока величины 2 реобазы, необходимая для минимально видимого сокращения мышцы. При аксональном поражении (денервации) показатель хронаксии возрастает. Сопоставляя показатели реобазы и хронаксии с кривой «сила-длительность», можно заметить, что реобаза и хро-

наксия являются точками кривой. Таким образом, реобаза и хронаксия — ориентировочные показатели в оценке аксонального поражения. В настоящее время оценка кривой «сила-длительность» проводится реже по ряду причин:

1. Метод основан на субъективном критерии активации мышцы (визуальном); значительная трудоемкость исследования.
2. Неоднозначность трактовки результатов, так как при частичном сохранении непораженных нервных волокон в нерве кривая «сила-длительность» будет представлять сумму возбудимости пораженных и непораженных волокон. Возбудимость непораженных волокон будет формировать левую часть кривой (на импульсы малой длительности), а возбудимость пораженных волокон — правую часть кривой (на импульсы большой длительности).
3. Достаточная инерционность изменений кривой при оценке реиннервации по сравнению с игольчатой ЭМГ.
4. Отсутствие современных приборов для проведения исследования. Используемый ранее прибор УЭИ-1 основательно устарел морально и физически, так как выпуск его прекратился уже более 15 лет.
5. Классическая электродиагностика позволяет оценивать возбудимость только низкопороговых, низкомиелинизированных волокон. Принимая во внимание тот факт, что аксоны высокомиелинизированных волокон поражаются при утрате связи с телом нейрона раньше немиелинизированных (низкопороговых) (Зайцев Е.И., 1981), можно утверждать, что метод оценки параметров М-ответа является более чувствительным, чем классическая электродиагностика.

Электромиография (ЭМГ) — метод регистрации и изучения биоэлектрической активности мышцы в покое и при произвольном напряжении. В более широком смысле термин включает все виды миографических методик (глобальную ЭМГ, игольчатую ЭМГ и стимуляционные методики).

С помощью ЭМГ регистрировали и изучали биоэлектрическую активность мышц в покое и при произвольном напряжении, степень нарушения проводимости нерва и денервацию мышц.

ЭМГ в совокупности с клиническими данными позволяет решать ряд диагностических задач:

1. Выявление локализации поражения.
2. Определение степени выраженности нарушенных функций.
3. Определение стадии и характера патологического процесса (денервация, реиннервация).

В последнее время в связи с развитием стимуляционных миографических методов для обозначения метода регистрации потенциала нервов используют термин «электронейрография», который является си-

нонимом термина определения скорости проведения импульса (СПИ) по нерву. В зарубежной литературе часто термин ЭМГ используется только для обозначения игольчатой электромиографии. Целесообразно, с определенной степенью условности, использовать 3 электромиографических термина, характеризующих различные методические подходы в клинической ЭНМГ:

- поверхностная ЭМГ,
- игольчатая ЭМГ (либо просто ЭМГ),
- стимуляционная ЭМГ (либо электронейрография).

Поверхностная (глобальная, накожная или суммарная) ЭМГ — это метод регистрации и изучения биопотенциалов мышц в покое и при произвольном напряжении путем отведения биоэлектрической активности поверхностными электродами с кожной поверхности над двигательной точкой. Этот метод является неинвазивным и безболезненным и позволяет оценивать электрическую активность мышц глобально, т. е. суммарно.

Игольчатая (или локальная) ЭМГ — метод регистрации и изучения биоэлектрической активности двигательных волокон и двигательных единиц мышцы с помощью игольчатых электродов в покое и при произвольном напряжении. Метод является инвазивным и болезненным, однако позволяет определять такие механизмы работы нервно-мышечного аппарата, которые плохо выявляются поверхностной ЭМГ.

Стимуляционная ЭМГ — метод регистрации и изучения биоэлектрической активности мышц, вызванной активацией нерва на протяжении или рецепторов нейронов электрическим или механическим стимулом. Регистрация вызванной (стимуляцией) активности мышцы осуществляется либо накожными, либо игольчатыми электродами в зависимости от задачи исследования, глубины залегания мышцы и необходимости исключить активность наведения с соседних мышц. Эта группа методов включает в себя определение параметров М-ответа, СПИ по двигательным и чувствительным нервам, регистрацию F-волны, H-рефлекса, T-рефлекса, мигательного рефлекса, тестирование нервно-мышечного соединения и др.

Весь комплекс трех электромиографических методов объединяется термином *клиническая ЭМГ, или электронейромиография (ЭНМГ)*.

В стимуляционной ЭМГ при исследовании М-ответа чаще используют стимулы 0,1 мс, максимальная же длительность импульса, генерируемая стимулятором в ЭМГ-установке, составляет 1,0 мс. При регистрации М-ответа в режиме супрамаксимальной стимуляции активируются все аксоны, иннервирующие мышцу. При поражении всех аксонов М-ответ отсутствует. При поражении части аксонов нерва регистрируется М-ответ пониженной амплитуды за счет того, что пораженные аксоны снижают или теряют свою возбудимость. Стимуляционная ЭМГ-диагностика аксонального частичного поражения имеет

преимущества перед классической электродиагностикой, так как позволяет учитывать вклад в М-ответ не только низкопороговых аксонов (двигательных единиц), но и высокопороговых высокомиелинизированных волокон.

Важным недостатком электрофизиологических методов (электродиагностики и ЭМГ) является то, что при их использовании нет возможности охарактеризовать и визуализировать взаимоотношения объемного образования с нервным стволом и окружающими тканями, что важно для решения вопроса о проведении оперативного лечения и планирования тактики операции.

Визуализировать взаимоотношения объемного образования с нервным стволом и окружающими тканями позволяют широко применяемые в последнее время методики, такие как ультразвуковое исследование (УЗИ) и магнитно-резонансная томография (МРТ).

УЗИ достаточно распространенный метод диагностики, он позволяет визуализировать объемные образования и изучить взаимоотношения опухоли и окружающих тканей (рис. 23.1, 23.2).

Магнитно-резонансная томография (МРТ) имеет большие преимущества перед другими неинвазивными методами исследования в отношении визуализации новообразований, такие как возможность многоплоскостного исследования, отсутствие ионизирующего излучения и артефактов от костных структур. С помощью современных аппаратов МРТ и специальных программ удается получить информацию не только об окружающих плечевое сплетение тканях, но и о самих нервных структурах.

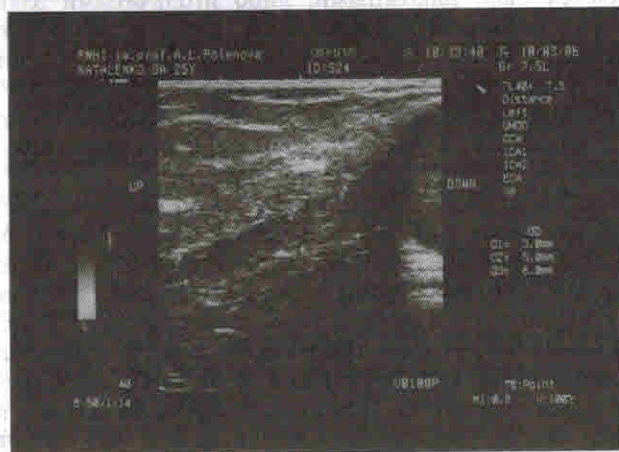


Рис. 23.1. Невринома локтевого нерва



Рис. 23.2. Невринома малоберцового нерва

Применение МРТ позволяет оценить анатомо-топографические соотношения плечевого сплетения и его ветвей с крупными сосудами и окружающими тканями, решить дифференциально-диагностические задачи о степени и протяженности повреждения нервов, в том числе выявить наличие объемного образования (рис. 23.3).

МРТ дает возможность проследить ход нервных образований от места их выхода из спинного мозга до самых мелких терминальных ветвей и выявить патологическое новообразование. Производя МРТ пле-

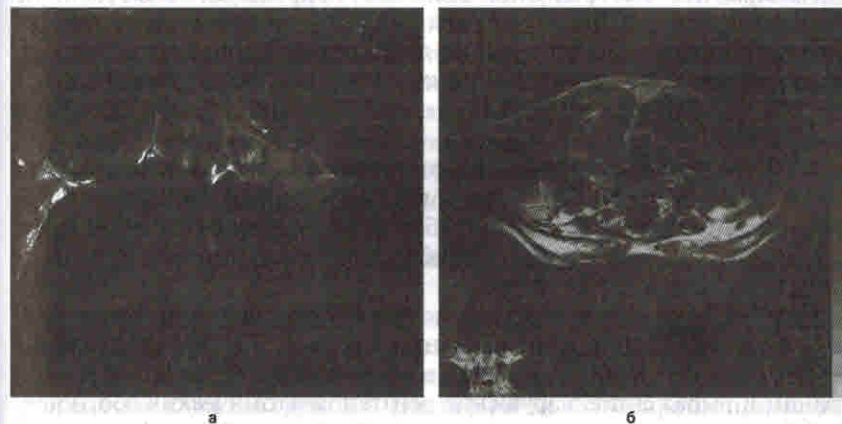


Рис. 23.3. Невринома стволов плечевого сплетения:

а — продольный срез (плечевое сплетение); б — поперечный срез



Рис. 23.4. Невринома малоберцового нерва

чечевого сплетения, можно определять состояние передних и задних корешков, спинальных ганглиев, оценивать фораминальную зону выхода на любом уровне, определять место новообразования, его воздействие на корешок или спинной мозг, его протяженность, сравнивать патологически измененные участки с противоположной интактной стороной. Очень удобно в практическом применении для улучшения качества визуализации использование программ с подавлением сигнала от жира (рис. 23.4).

Анализ МР-изображений включал подробную качественную и количественную оценку: выявление зон патологической интенсивности сигнала с детальной их локализацией, определением размеров, количества структуры, четкости очертаний, формы, дискретности, анатомо-топографических соотношений с окружающими тканями.

МРТ плечевого сплетения и периферических нервов наряду с данными клинико-неврологического и электрофизиологического методов обследования позволяют выработать показания к проведению хирургического лечения, избрать наиболее оптимальный доступ и объем хирургического вмешательства.

При МРТ объемное образование было гиподенсным изоинтенсивным в режиме T1 и гиперинтенсивным в режиме T2. Эффект усиления или контрастирования отмечался во всех случаях. Отсутствие четких границ и выраженное нарушение рентгеноанатомических соотношений было типичным для злокачественных опухолей периферической нервной системы.

Опыт лечения больных с опухолями периферических нервов

Впервые опухоль ствола нерва описана в XVII в. В 1803 г. J. Odier предложил термин «неврома» для описания опухоли лучевого нерва. Считалось, что опухоли нервов состоят непосредственно из нервных волокон. Затем R. Virchow (1857–1858) предложил различать «истинную» неврому, образующуюся из нервных волокон, и опухоль из оболочек нерва — «ложную» неврому. Так сформировались две точки зрения на источник возникновения опухолей: из аксонов и их оболочек.

Первое сообщение о хирургическом лечении опухоли плечевого сплетения дал Курвуазье в 1886 г., а в последующем J. Vescau (1908, 1910) подробно обосновал концепцию о развитии опухолей нервов из клеток шванновской оболочки, объединив их в самостоятельную нозологическую группу и предложив термин «невринома». Новообразования, содержащие соединительную ткань, он назвал «фиброневриномой», считая ее развитие вторичным процессом. Он разделил указанную группу на две формы — невриномы и фиброневриномы. В последующем такое разделение закрепилось. Затем А.Р. Stout добавляет к двум основным типам третий — нейрофиброматоз (болезнь Реклингхаузена). Это отражено и в классификации ВОЗ (1974). Спустя еще три года вводят гранулярно-клеточную неврину и множественную слизистую неврину. На этом совершенствование классификации доброкачественных опухолей периферических нервов приостановилось.

С появлением электронной микроскопии выясняется, что клетки опухолей периферических нервов, включая шванновские и периневральные, имеют отчетливую базальную мембрану, структура которой в общем мало отличается от базальных мембран эпителиев и кровеносных сосудов. Оказалось также, что эндоневральные и эпиневральные фибробласты лишены базальной мембраны. Таким образом, после установления с помощью электронной микроскопии нейроэктодермальной природы опухолевых клеток предмет дискуссии переместился и касается двух клеточных типов: шванновских и периневральных клеток как источников опухолевого роста. Вопрос этот остается спорным до настоящего времени: какой главный источник опухолей из оболочек периферических нервов — шванновские или периневральные клетки? Также до конца не выяснена природа периневральных клеток.

Для определения гистогенеза опухолей из периферических нервов в последнее время с успехом используется иммуногистохимическое исследование. В. Schiffer и др. выделяют три группы маркеров нервной системы: первая группа — специфичные (S100-протеин, нейрон-специфическая энолаза (NSE), нейрофиламены, глиофибрилярный кислый белок (GFAP), основной миелиновый белок); вторая — не-