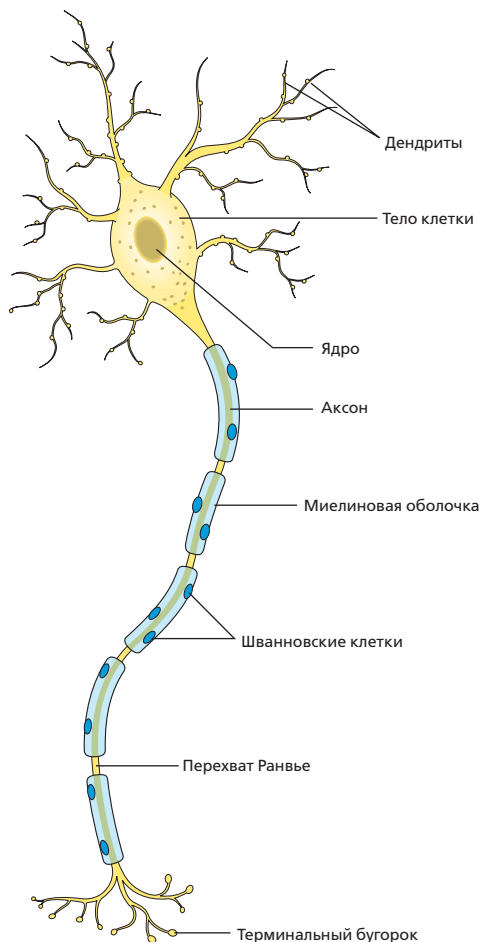


Нейромышечные расстройства

10

Deborah Eastwood, Thomas Staunton, Louis Solomon

Нейрон — определяющая единица нервной системы. Это специализированная клетка, способная к электрическому возбуждению и проведению электрохимических импульсов (потенциалов действия) по своим нитевидным отросткам. Нейроны в основном состоят из тела клетки (5–25 мкм в диаметре), ветвящихся отростков — дендритов, способных принимать сигналы от других нейронов. Более тонкая и длинная ветвь — аксон — несет потенциал действия по всей



10.1 Диаграмма типичного нейрона.

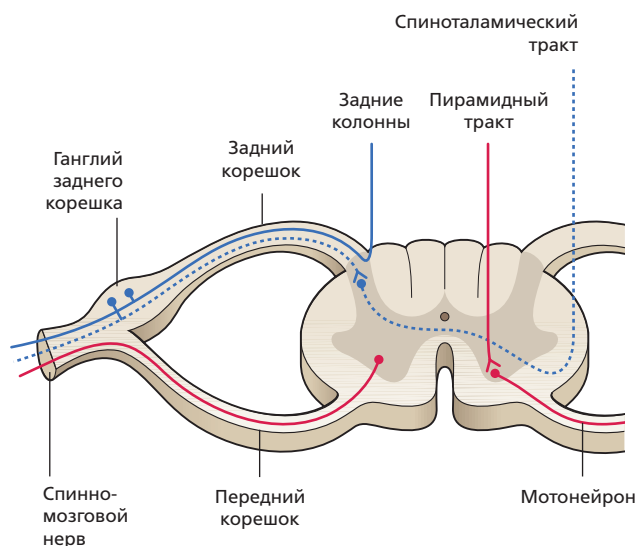
своей длине от или к очагу возбуждения органов-мишеней. Дальнейшее проведение импульса к дендритам другого нейрона или нейровозбудимым тканям таким, как мышечная, происходит в синапсе, где терминальная часть аксона высвобождает химический нейромедиатор — обычно ацетилхолин.

Все двигательные и крупные чувствительные аксоны, обеспечивающие тактильную, болевую чувствительность и проприоцепцию, покрыты оболочкой — неврилеммой, а также миелином — многослойной липопротеиновой субстанцией, синтезируемой вспомогательными шванновскими клетками (или олигодендроцитами в ЦНС). Каждые несколько миллиметров миелиновая оболочка прерывается, оставляя неприкрытые участки аксона, называемые *перехватами Ранвье*. В волокнах подобного типа миелиновая оболочка выступает в качестве изоляции, позволяя импульсу путем электромагнитной проводимости распространяться от перехвата к перехвату намного быстрее, чем в безмиелиновых волокнах. Таким образом, истощение миелиновой оболочки приводит к замедлению и, в конце концов, полному блоку проведения импульсов по аксонам.

Большинство аксонов, особенно в волокнах малого диаметра, обеспечивающих грубую чувствительность, а также эфферентные симпатические волокна не покрыты миелиновой оболочкой, но окутаны цитоплазмой шванновских клеток. Повреждение этих аксонов может вызвать неприятные или необычные ощущения и патологические судомоторные и вазомоторные проявления.

Проводящие пути

Анатомически все структуры нервной системы можно разделить на центральную нервную систему (ЦНС), включающая головной мозг и проводящие пути спинного мозга) и периферическую нервную систему (ПНС), которая включает черепные и спинномозговые нервы. С точки зрения физиологической функции как ЦНС, так и ПНС включают в себя соматический и автономный компоненты.



10.2 Главные проводящие пути нервов. Упрощенная диаграмма, главные нервные проводящие пути «к» и «от» типичного грудного спинномозгового сегмента. Волокна, несущие чувствительные, болевые и температурные импульсы (---), пересекают в некоторых случаях несколько сегментов спинного мозга, и поднимаются в контралатеральные спиноталамические тракты; волокна, несущие вибрационные и проприоцептивные импульсы (—), проникают в ипсилатеральные задние колонны. Мотонейроны (—) берут начало в сером веществе передних рогов спинного мозга и иннервируют ипсилатеральные мышцы.

Соматическая нервная система включает эфферентные моторные и афферентные сенсорные проводящие пути от и к периферическим отделам, которые обеспечивают, соответственно, произвольное сокращение мышц и чувствительность.

Автономная нервная система контролирует произвольные рефлексы и поддерживает гомеостаз сердечнососудистой системы, висцеральных органов и желез. Оба компонента — симпатический и парасимпатический — выполняют в той или иной степени противоположные функции.

СОМАТИЧЕСКАЯ МОТОРНАЯ (ДВИГАТЕЛЬНАЯ) СИСТЕМА

Эфферентные импульсы проводятся по аксонам кортикоспинальных или пирамидных трактов (верхние мотонейроны, ВМН) и далее по периферическим нервам от тел нейронов в передних рогах спинного мозга к поперечнополосатой мускулатуре (нижние мотонейроны, НМН). Терминальные синапсы расположены в нейромышечных соединениях. Каждый крупный α -мотонейрон иннервирует от нескольких до нескольких сотен мышечных волокон (вместе образуя моторную единицу) и стимулирует сокращение

мышечных волокон. В крупных мышцах нижних конечностей сила сокращений регулируется возбуждением большего или меньшего количества двигательных единиц. Меньшие γ -мотонейроны присоединяются к сенсорам (мышечным веретенам), которые контролируют проприоцептивную обратную связь с мышечными волокнами.

СОМАТИЧЕСКАЯ СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА

Аксоны, несущие афферентные импульсы от рецепторов в коже и остальных периферических структур, проникают в узел заднего корешка спинномозгового нерва (или черепно-мозгового нерва) и заканчиваются в синапсах центральной нервной системы. Миелиновые волокна, проводящие сенсорные импульсы от прикосновения, давления, боли и температуры (экстероцептивные ощущения), перекрещиваются и проникают в контралатеральные спиноталамические тракты, идущие по спинному мозгу к головному. Волокна от рецепторов в суставах, сухожилиях, связках и мышцах, отвечающие за чувство движения и положения тела в пространстве (проприоцептивные ощущения), проникают в ипсилатеральные задние колонны спинного мозга.

Сенсорные области (дерматомы), иннервируемые соответствующими сегментами спинного мозга, изображены на рис. 10.5. Однако необходимо помнить о наложении зон иннервации разных нервов, в связи с чем некоторые части тела (руки, губы) имеют значительно большую чувствительность и отличаются от других областей тела.

РЕФЛЕКТОРНАЯ АКТИВНОСТЬ И ТОНУС

Резкое растяжение мышцы (например, при резком нажатии на сухожилие) провоцирует произвольное мышечное сокращение — рефлекс растяжения. Неожиданное изменение длины мышечного волокна регистрируется сенсором — мышечным веретеном; импульс быстро проводится по миелиновым афферентным (сенсорным) нейронам, которые при помощи синапса передают импульс к соответствующим сегментарным α -мотонейронам в спинном мозге, запуская эфферентный сигнал, стимулирующий сокращение мышцы. Это служит основой для обычного клинического теста для проверки сухожильных рефлексов, а также является механизмом для поддержания нормального мышечного тонуса.

Рефлекторная активность отдельных сегментов в норме регулируется двигательными импульсами, проходящими из головного мозга к спинному. Повреждение проводящих путей ВМН приводит к рефлекторному тоническому сокращению мышц (клинически отмечается усиление сухожильных рефлексов) и спастическому параличу. Повреждение афферентного или эфферентного звена рефлекторной дуги приводит к снижению тонуса; повреждение проводящих путей НМН приводит к вялому параличу.

АВТОНОМНАЯ (ВЕГЕТАТИВНАЯ) НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Автономная система участвует в регуляции непроизвольной активности миокарда, гладкой мускулатуры бронхиального дерева, ЖКТ, почек, мочевого пузыря, половых органов, потовых желез, мелких сосудов, совмещая афферентные и эфферентные проводящие пути и формируя непрерывно функционирующую рефлекторную дугу (хотя определенная регуляция осуществляется и со стороны ЦНС). К тому же, афферентные волокна также передают висцеральные болевые импульсы.

Вегетативная нервная система делится на симпатическую и парасимпатическую, включающую эфферентные и афферентные нейроны.

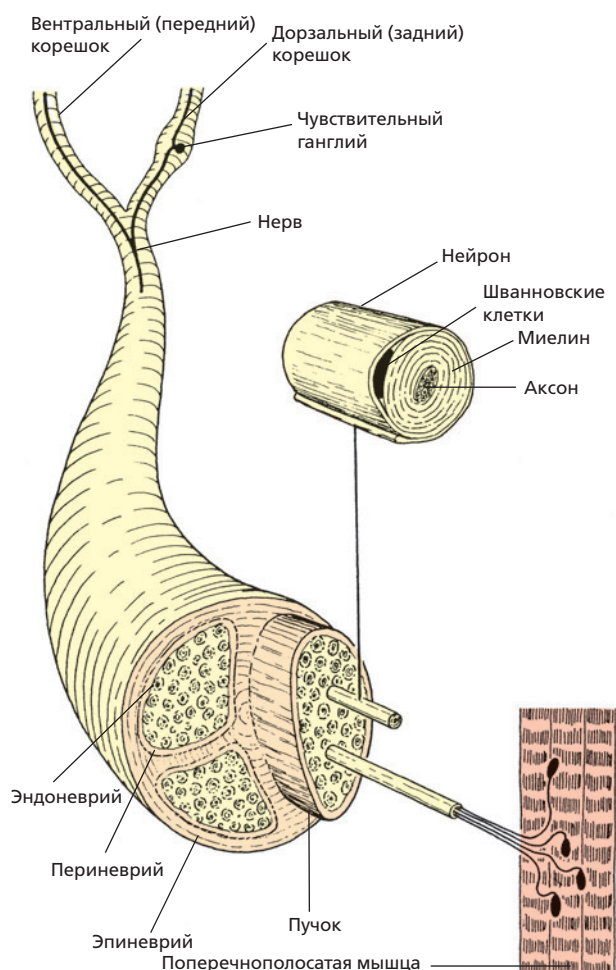
Преганглионарные симпатические нейроны покидают спинной мозг в составе передних корешков спинномозговых нервов на всех уровнях от T1 до L1, попадая в паравертебральные ганглии симпатического ствола и соединяются при помощи синапсов с постганглионарными нейронами, которые распространены во всех частях тела; они также могут под-

ниматься выше или ниже по симпатическому стволу, формируя синапс в другой ганглии или образуя чревные нервы. Важными функциями является рефлекторный контроль частоты сердечных сокращений, артериального давления, потоотделения, а также других реакций, связанных со стрессовыми состояниями (реакциями по типу «сражаться или бежать»).

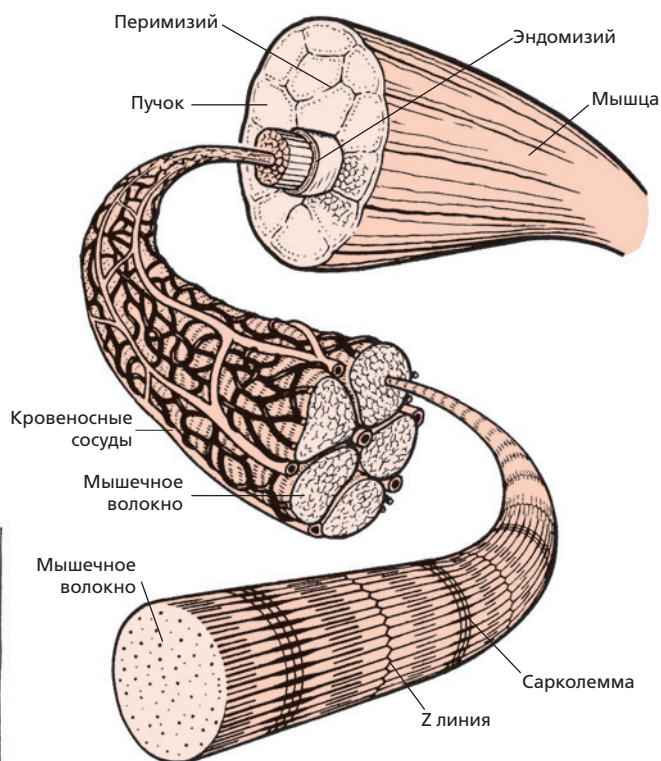
Парасимпатические нейроны покидают ЦНС (из ствола мозга) в составе III, VII, IX, X пар черепных нервов, а также с нервными корешками спинного мозга на уровне S2, 3 и 4 сегментов достигают ганглиев, где формируются синапсы с постганглионарными нейронами, расположенными непосредственно вблизи от органов-мишеней.

ПЕРИФЕРИЧЕСКИЕ НЕРВЫ

Периферические нервы — это пучки аксонов, проводящие эфферентные (моторные) импульсы от клеток в передних рогах спинного мозга к мышцам, а также афферентные (сенсорные) импульсы от периферических рецепторов через нейроны в спинномозговом узле к спинному мозгу. Они также содержат в себе судомоторные и вазомоторные волокна от ганглионарных клеток симпатического ствола. Некоторые нервы являются преимущественно двигательными,



10.3 Схематическое изображение структурных элементов периферического нерва



10.4 Структура мышцы. Схематическое изображение структурных элементов поперечнополосатой мышцы.

другие преимущественно чувствительными; более крупные стволы являются смешанными с двигательными и чувствительными волокнами, проходящими в отдельных пучках. Подробная структура периферических нервов описана в главе 11.

СКЕЛЕТНЫЕ МЫШЦЫ

Каждая скелетная мышца, окруженная соединительной тканью — эпимизием, состоит из тысячи мышечных волокон, разделенных на пучки. Каждый пучок окружен тонким перимизием, который покрывает около 100 мышечных волокон. Крупные, задействованные в движении массивных сегментов, такие как ягодичные и четырехглавая, мышцы имеют в составе каждого пучка огромное количество волокон; в то время как мышцы, предназначенные для точных движений (например, мышцы кисти) имеют в составе каждого пучка намного меньше мышечных волокон.

Мышечное волокно является важным компонентом всей поперечнополосатой мускулатуры. Находясь под едва заметным покровом соединительной ткани или эндомизия, оно является, по сути, отдельной клеткой с собственной мембраной (сарколеммой), цитоплазмой (саркоплазмой), митохондриями и тысячами ядер; его диаметр около 10 мкм при рождении и 60–80 мкм у взрослого человека.

Каждое мышечное волокно, в свою очередь, состоит из очень тонких (1 мкм в диаметре) миофибрилл, каждое из которых имеет поперечнополосатую исчерченность: темные полосы состоят из толстых миозиновых филаментов, а чередующиеся с ними светлые полосы из тонких актиновых филаментов (диски А и диски I соответственно). В середине каждого диска А определяется светлая зона — полоса Н, а каждый диск I пересекается надвое темной Z-линией. Ограниченный Z-линиями участок микрофибрилл называется саркомером, являющимся структурно-функциональной единицей сокращения.

α -мотонейрон и группа иннервируемых им мышечных волокон составляют двигательную единицу; количество мышечных волокон в двигательной единице может быть менее пяти в мышцах, участвующих в мелкой моторике, и до 100 в мышцах, выполняющих силовые движения.

Мышечные волокна могут различаться при их гистохимическом окрашивании. Волокна I типа сокращаются медленно или не сразу утомляются, их основная функция поддержание вертикального положения тела. Волокна II типа — быстро сокращающиеся, но более подверженные усталости волокна; сфера их активности — интенсивные и непродолжительные нагрузки. Все мышцы состоят из сочетания различных типов волокон, преобладание того или иного типа зависит от анатомического строения, функции мышцы, степени тренированности, генетической предрасположенно-

сти и наличия предшествующих травм или болезней. Бегуны на длинные дистанции в составе своих мышц имеют большее количество волокон I типа по сравнению с большинством людей того же возраста и пола.

Мышечное сокращение — это комплексный процесс. Отдельные миофибриллы проводят электрический импульс наподобие мотонейронов. Однако мышечные волокна и мышцы в целом сокращаются благодаря наложению и суммированию сократительных ответов. При сокращении волокон внутреннее напряжение мышцы возрастает. При изометрическом сокращении нарастает напряжение без фактического укорочения мышцы или движения в суставе, осуществляющегося этой мышцей. При изотоническом сокращении мышца укорачивается и происходит движение в суставе, но напряжение в мышечных волокнах остается постоянным.

Мышечный тонус — это статическое напряжение расслабленной мышцы при пассивном растяжении. При повреждении верхних мотонейронов (ВМН) мышечный тонус усиливается (спастический паралич), для повреждения нижних мотонейронов (НМН) характерно снижение мышечного тонуса (вялый паралич).

Мышечная контрактура в отличие от сокращения представляет собой адаптивное изменение по поддержанию тонуса, которое происходит в нормально иннервируемой мышце при иммобилизации на некоторое время в укороченном состоянии. При вынужденном сгибании сустава в течение длительного времени пассивное движение конечности с полной амплитудой без повреждения мышцы становится невозможным. Активные упражнения помогут, в конечном итоге, преодолеть мышечную контрактуру, за исключением случаев перманентного повреждения мышцы.

Гипотрофия мышцы формируется при отсутствии физической активности либо денервации; в первом случае волокна сохраняются, но истончаются; в последнем случае происходят дегенеративные изменения и замещение мышечных волокон соединительной или жировой тканью.

Мышечная фасцикуляция или подергивание мышц — это локальное произвольное сокращение мелких пучков мышечных волокон. Обычно состояние неопасное, но может быть и следствием заболевания мотонейронов или их дисфункции.

КЛИНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Анамнез заболевания

Важную роль играет возраст на момент осмотра. Некоторые генетические или синдромные нейромышечные заболевания (такие как *spina bifida* или артрогриппоз) очевидны при рождении. Остальные, однозначно вызванные перинатальными наруше-

ниями, могут существовать в латентной форме и дебютировать в более поздние сроки; один из ярких примеров — детский церебральный паралич (ДЦП). Такие состояния, как полиомиелит, могут поражать любого, хотя чаще все-таки болеют дети. В противоположность поражению спинного мозга, периферические нейропатии более характерны для взрослых людей. Ортопед должен быть готов диагностировать и лечить нейромышечные заболевания у пациентов любого возраста.

Анамнез жизни может быть важен в отношении предшествующих травм (случайных или хирургических), заболеваний и их лечения (например, химиотерапия).

Мышечная слабость может быть следствием повреждения верхних или нижних мотонейронов (спастический или вялый паралич), но в тоже время причинами могут явиться первичные патологические изменения мышц. Тип и степень слабости, скорость ее развития, вовлечение в патологический процесс участка или всей верхней или нижней конечности с одно- или двусторонним распространением — все эти детали должны быть приняты во внимание, чтобы выявить истинную этиологию заболевания.

Онемение или парестезия могут быть основными жалобами. Важно выяснить их точные границы для определения анатомической природы и уровня поражения. Скорость развития и взаимосвязь с осанкой также могут помочь выявить причину. Травмы в анамнезе, включая недавнее хирургическое лечение или использование жгута, также должны приниматься во внимание.

Деформация — это обычная жалоба при длительно существующих нарушениях. Она формируется как результат мышечного дисбаланса, который может протекать в стертой форме («когтеобразные» пальцы стопы) и не осознаваться, если не обратить на нее внимание пациента.

Также должны обсуждаться проблемы *неортопедического характера*. Важно принимать во внимание и «безотносительные» жалобы, например, головные боли, головокружение, снижение аппетита, слуха, зрения в дополнение к более очевидным проблемам ухудшения когнитивных функций, расстройства речи, недержания. Некоторые жалобы могут быть выявлены только после прямых вопросов, так как пациент может считать их не относящимися к данному заболеванию, а такие симптомы как недержание мочи или импотенция могут быть не озвучены стеснительным пациентом. При длительно существующих симптомах некоторые начинают считать их наличие «нормой».

Ключом к этиологии симптомов у пациента может стать семейный анамнез.

Осмотр

Неврологический осмотр описан в главе 1. Особое внимание должно быть направлено на психический

статус, естественное положение, походку, чувство равновесия, произвольные движения, гипотрофию мышц, мышечный тонус и силу, рефлексы, изменение кожных покровов, различные виды чувствительности и вегетативные функции: работу сфинктеров, периферический кровоток и потоотделение. Во всех случаях тщательным образом должна быть осмотрена спина, так как изменения именно этого сегмента могут являться причиной многих неврологических расстройств.

ПОХОДКА И ОСАНКА

Каждый шаг состоит из статической (60%) и динамической фазы (40%), каждый подобный цикл определяет длину шага. Многие параметры каждой фазы в каждом суставе могут быть проанализированы во всех трех плоскостях анализом походки на компьютере. Однако многое можно подчеркнуть уже при внимательном наблюдении за походкой пациента; клинический анализ улучшается с опытом и позволяет определить различные модели походки.

- *Дистония*. Термин характеризует нарушение положения (очаговое или генерализованное), которому может подвергаться любая часть тела, и обычно усугубляется при концентрации пациента на конкретной задаче на выполнение движения, например, ходьбе.
- *Антальгическая походка* означает значительное сокращение опорной фазы на одной стороне. Боль заставляет пациента совершать движение на поврежденной конечности настолько быстро, насколько это возможно.
- *Спаستическая походка* означает затруднение при ходьбе, нередко в согнутом положении (тазобедренные и коленные суставы в положении сгибания, стопы в эквинусе) и с «ножницеобразным» перекрещиванием ног вследствие дисбаланса мышц.
- *Походка с повисшей стопой* возникает, если во время динамической фазы стопа принимает эквинусное положение; если стопу не приподнять выше чем обычно, то носок свисающей стопы волочится по полу. Данный вид походки характерен при повреждениях и заболеваниях периферических нервов, иннервирующих тыльные сгибатели стопы.
- Ходьба с высоко поднимаемыми ногами может быть связана с повисшими стопами с двух сторон, или говорит о проблемах с чувством равновесия или проприоцепции.
- «Утиная» походка (походка Трендленбурга) — тело раскачивается из стороны в сторону при каждом шаге. Механизм формирования схож с причиной положительного теста Трендленбурга у пациентов с функциональной слабостью отводящих мышц (или вывихом) тазобедренного сустава.
- *Атаксическая походка*. Атаксия является причиной более очевидной и нерегулярной потери чувства

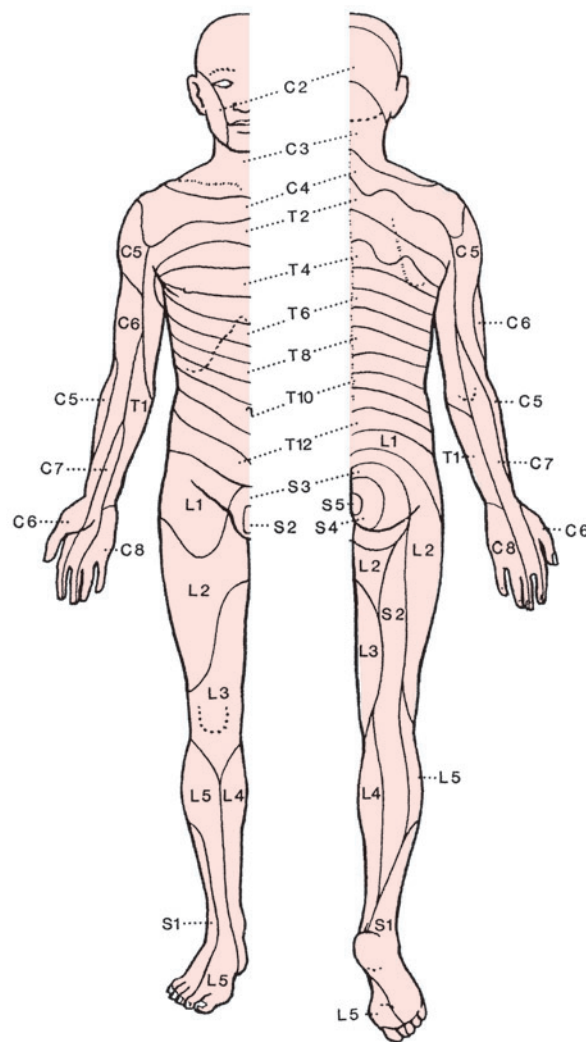
Таблица 10.1 Нервные пути, область иннервации и основные движения мышечных групп

Грудиноключичнососцевидная мышца	Спинномозговые сегменты C2,3,4
Трапецевидная мышца	Спинномозговые сегменты C3,4
Диафрагма	C3,4,5
Дельтовидная мышца	C5,6
Над- и подостные мышцы	C5,6
Передние зубчатые мышцы	C5,6,7
Сгибание локтя Разгибание локтя	C5,6 C7
Большая грудная мышца	C5,6,7,8
Супинация	C5,6
Пронация	C6
Сгибание кисти Разгибание кисти	C6 (7) C6,7, (8)
Сгибание пальцев Разгибание пальцев Приведение и отведение	C7,8, T 1 C7,8, T 1 C8, T 1
Сгибание в тазобедренном суставе Разгибание в тазобедренном суставе Отведение в тазобедренном суставе Приведение в тазобедренном суставе	L1,2,3 L5, S1 L2,3,4 L4,5, S1
Разгибание в коленном суставе Сгибание в коленном суставе	L (2),3,4 L5, S1
Тыльное сгибание в голеностопном суставе Подшвенное сгибание в голеностопном суставе Инверсия Эверсия	L4,5 S1,2 L4,5 L5, S1
Разгибание большого пальца стопы Сгибание большого пальца стопы Отведение большого пальца стопы	L5 S1 S1/2

равновесия, что компенсируется широкой или иногда неконтролируемой нетвердой походкой.

МЫШЕЧНАЯ СИЛА И ТОНУС

Важно исследовать не только отдельные мышцы, но и функциональные группы. При вялом параличе имеет значение степень ослабления мышечной силы; при спастическом параличе общий мышечный спазм зачастую маскирует врожденную слабость отдельных мышц, и их оценка может быть затруднена в связи с неспособностью пациентов осуществлять конкретные изолированные движения. Мышечная сила оце-



10.5 Осмотр. Кожные поля, иннервируемые спинномозговыми сегментами.

нивается в соответствии с таблицей, представленной выше. График мышечного сокращения позволяет объективно оценить и документально зафиксировать прогрессирование заболевания или выздоровление.

СЛАБОСТЬ

При жалобах на «слабость» пациенты часто неспособны различить истинную потерю мышечной силы и проблемы, связанные с болью и нестабильностью. При исследовании мышечной силы необходимо проводить оценку как отдельных мышц и мышечных групп, так и сложных движений.

Различают варианты мышечной слабости: частичная (парез) и полная (паралич).

- *Моноплегия* (слабость одной конечности) обычно говорит о повреждении нижних мотонейронов, чаще периферических нервов или нервных корешков; нарушения движений во время клинических проб укажут вероятную анатомическую локали-

ОЦЕНКА МЫШЕЧНОЙ СИЛЫ ПО ДАННЫМ МЕДИЦИНСКОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СОВЕТА

Балл	Описание
0	Нет мышечной активности — полный паралич
1	Минимальное мышечное сокращение
2	Сила, недостаточная для преодоления гравитации
3	Антигравитационная мышечная сила
4	Почти полная сила
5	Полная сила

зацию. Однако если слабости подвержена только нижняя конечность, поражение может располагаться в дистальном отделе спинного мозга.

- *Гемипарез* (слабость левой или правой половины тела) обычно говорит о локализации патологии между корой головного мозга и шейным отделом спинного мозга; при этом определяется спастический тип слабости. Полная потеря мышечной силы одной половины тела называется *гемиплегия*.
- *Диплегия* (слабость обеих верхних или нижних конечностей) может быть следствием повреждения ВМН и НМН. В некоторых случаях конечности без явных поражений могут иметь легко пропускаемую минимальную слабость.
- *Тетраплегия* (поражение четырех конечностей) возникает при повреждении как ВМН, так и НМН, например, церебральный паралич, повреждение верхних отделов спинного мозга, патология нейронов передних рогов спинного мозга (полиомиелит).

ДЕФОРМАЦИЯ

Несбалансированный паралич характеризуется слабостью одной из групп мышц, неспособной противостоять тяге мышц-антагонистов. Вначале формируется деформация с возможностью пассивной коррекции (*динамическая деформация*); в дальнейшем мышцы и мягкие ткани сокращаются, и деформация становится фиксированной или структурной.

При сбалансированном параличе сустав принимает положение, определяемое силой тяжести, конечность может свободно свисать или быть патологически подвижной.

Паралич, возникший в детском возрасте, серьезно влияет на рост ребенка. Кости у детей тоньше и короче, чем обычно, а нормальные механические нагрузки, вызванные физиологической тягой мышц, отсутствуют, что может привести к нарушению формирования кости (например, вальгусная деформация шейки бедра, часто наблюдаемая при нейромышечных нарушениях).

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ

Все виды чувствительности должны быть тщательно проверены в каждом дерматоме. Должны быть определены границы любого нарушения чувствительности для определения соответствия конкретной области иннервации: по дерматомам, по форме перчаток или чулок, или нарушение соответствует зоне иннервации периферических нервов.

АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА

Базовое исследование функции вегетативной нервной системы может быть весьма информативным: цвет и тепло кожи, а также судомоторная функции могут быть оценены легко и быстро.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

Рентгенография черепа и/или позвоночника — рутинный метод исследования при всех нарушениях ЦНС. Если результаты данных исследований не информативны, при необходимости дополнительно могут быть выполнены КТ и МРТ.

Визуализация спинного мозга может выявить непосредственно его компрессию или сдавление нервных корешков, их уровень и причину. Переломы и смещение костных отломков обычно видны и на рентгенограмме, но КТ отображает точное взаимоотношение отломков по отношению к нервным структурам. Проллапс межпозвоночного диска обычно диагностируется при клиническом обследовании, но миелография, КТ и МРТ помогают определить объем повреждения и его конкретную локализацию. Сужение спинномозгового канала, лучше всего определяемое на КТ, может быть вызвано разрастанием остеофицитов, дегенеративными изменениями межпозвоночных дисков, остеоартрозом дугоотростчатых суставов. Данная ситуация более опасна, чем врожденное сужение спинномозгового канала или деформация просвета в виде листа клевера (спинальный стеноз).

Деструктивные повреждения костей могут происходить в связи с инфекционным процессом или опухолевым поражением (обычно при метастазировании). Для диагностики применяется рентгенография, в качестве дополнительных методов используются КТ, МРТ и миелография.

Визуализация головного мозга выполняется при помощи МРТ. Функциональное сканирование как, например, позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ), которая может выявить специфические области активности головного мозга, набирает популярность и используется в сочетании с КТ и МРТ.

Другие методы исследования

В зависимости от предположительного диагноза может понадобиться исследование *крови и ликвора*.

Биопсия мышечной ткани дает достоверные результаты при аккуратном получении из участка мышечной

ткани, вовлеченного в патологический процесс, но еще функционирующего, без использования инфильтрационной анестезии; образец должен забираться очень осторожно, без повреждения структуры его волокон. В зависимости от выполняемого исследования, волокна забираемого биоптата должны быть в ослабленном состоянии с сохранением полной длины. Образцы помещаются в специальную транспортную среду или сразу замораживаются.

В некоторых случаях целесообразны *аудиологическое, офтальмологическое* исследование, а также *оценка умственных способностей*.

НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Нейродиагностические методы, включающие исследование электропроводимости нервов и игольчатую электромиографию, играют важную роль в диагностике патологии периферических нервов и мышечной ткани. Теоретически, исследования могут быть проведены на любом двигательном или чувствительном нервном волокне. Однако наиболее часто в повседневной практике исследуются двигательные и чувствительные ответы срединного, локтевого и лучевого нервов верхней конечности и волокон седалищного, заднего большеберцового и малоберцового нервов нижней конечности.

Игольчатая электромиография конкретных мышц используется в качестве дополнительного метода исследования и дает информацию о природе, количестве активных или денервированных мотонейронов специфического нервного корешка, иннервирующего исследуемую мышцу. Это может применяться для уточнения анатомической локализации радикулопатии, а также при ее дифференциальной диагностике с периферической нейропатией и миопатией.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОВЕДЕНИЯ НЕРВНЫХ ИМПУЛЬСОВ

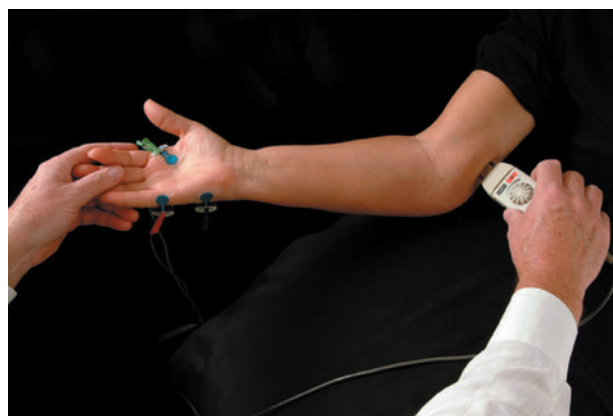
Электропроводимость двигательных нервов

Исследуемый нерв (обычно смешанный: двигательный и чувствительный) стимулируется электрическим импульсом в наиболее доступной области, где он проходит под кожей (например, предплечье или кисть для исследования срединного нерва или область позади медиальной лодыжки для оценки заднего большеберцового нерва), до тех пор, пока потенциал действия не распространится по нервному волокну к иннервируемой мышце, где поверхностный электрод заре-

гистрирует ответ. Измерения отражаются на экране осциллоскопа, наиболее информативным является необходимое электрическому импульсу для достижения мышцы время в миллисекундах, называемое *латентностью*, и магнитуа ответа в милливольтгах (мВ), называемая амплитудой вызванного *суммарного мышечного потенциала действия* (СМПД). Отношение расстояния между стимулирующим и регистрирующим электродами к латентности называется *скоростью нервной проводимости* (СНП), измеряемой в метрах в секунду между двумя точками электродов.

На практике более полезным (и точным) является стимуляция нерва в двух точках. Первая выполняется в дистальной части нерва, вторая — в проксимальной; более точным показателем является разница значений дистальной и проксимальной латентности для промежуточного сегмента нерва. Так для, измерения СНП срединного нерва в карпальном канале регистрируются показатели сначала в области этого канала, а затем в проксимальном отделе предплечья, что позволяет проследить СНП в заданном сегменте нерва.

Аналогично определяется амплитуда СМПД, пропорциональная потенциалу стимулированных двигательных единиц: при повреждении половины нервных волокон периферического нерва (например, из-за компрессии, травмы, сосудистой недостаточности) величина СМПД будет на 50% меньше по сравнению с интактной конечностью. При стимуляции нерва в двух точках амплитуда суммарного потенциала в норме должна быть сопоставимой. Однако если амплитуда СМПД после стимуляции на проксимальном электроде ниже, чем на дистальном электроде, то можно предположить, что в проведении потенциала действия на исследуемом участке нервного волокна участвует меньшее количество двигательных единиц; подобная ситуация называется блоком проведения и относится к потенциально обратимому нейропрактическому повреждению.



10.6 Исследование СНП локтевого нерва. Локтевой нерв стимулируется кзади от медиального надмыщелка локтевой кости, а СМПД регистрируется в области отводящей мизинец кисти мышцы.