

# Электронейромиография

- ▶ **Стимуляционная электронейромиография** основана на анализе вызванных электрических ответов мышцы, полученных путем электрической стимуляции периферического нерва и представляет собой направленное расширение границ неврологического исследования.

- ▶ Исследование проводится отводящими и стимулирующими накожными электродами, которые накладываются на моторную точку мышцы, область сухожилия, место проекции нерва, иннервирующего данную мышцу (фактически пять электродов); безболезненно, с учетом индивидуальной пороговой чувствительности. Чтобы ясно понимать цели, задачи и возможности метода необходимо представлять себе анатомо-физиологические взаимодействия в организме.

# Расположение электродов при проведении ЭМГ-исследования

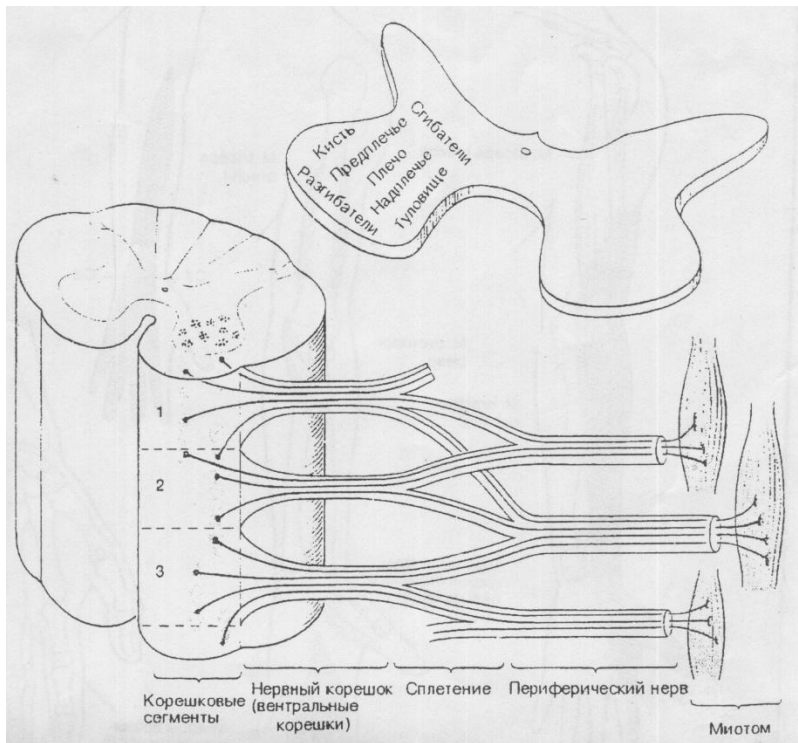
Нерв	Мышца	Отводящие электроды		Стимулирующий электрод	Заземляющий электрод
		активный	референтный		
n.ulnaris	m.abductor digiti minimi m.adductor pollicis	Максимальное возвышение мышцы Основание большого пальца	основная фаланга мизинца там же	локтевая борозда (запястье) там же	средняя треть предплечья там же
n.radialis	m.ext.dig. communis m.triceps	Максимальное возвышение мышцы Максимальное возвышение мышцы	наружная поверхность лучезапястного сустава наружная поверхность локтевого сустава	спиральный канал точка Эрба	верхняя треть предплечья средняя треть плеча

n.axilaris	m.deltoi deus	Максимальное возвышение мышцы	в области спирального канала	там же	верхняя треть плеча
n.medianus	m.abductor pollicis brevis	Максимальное возвышение мышцы	первая фаланга большого пальца	запястье	средняя треть плеча
n.facialis	m.orbicularis oculi m.orbicularis oris	Середина верхнего века Угол рта над верхней губой	крыло носа там же	козелок там же	голова там же

n.trigeminus	m.digasricus	Наружное брюшко мышцы	нижняя челюсть	угол нижней челюсти	шея
n.peroneus	m.tibialis anterior	Максимальное возвышение мышцы	в области голеностопного сустава	головка малой берцовой кости	верхняя треть голени
	m.exten. dig. communis	Максимальное возвышение мышцы	пятый палец стопы	передняя поверхность голеностопного сустава	нижняя треть голени

Данная методика позволяет:

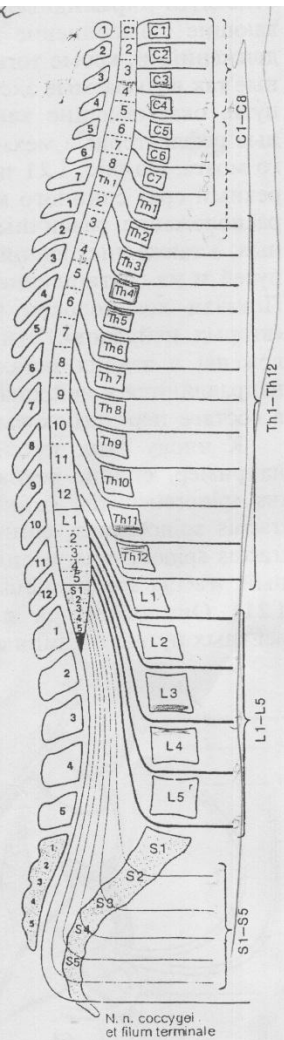
1. Выявить уровень поражения нервно-мышечной системы в рефлекторной дуге:



- ▶ нейрональное (мотонейронов мозга), поражение спинного
- ▶ невральное поражение дистальных отделов нерва и корешков, поражение: терминальных, проксимальных
- ▶ синаптические (нарушения мышечной передачи) - поражения нервно-мышечные первично-мышечные поражения,

# Определение топки поражения и распространённости процесса.

## ТОПИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПОРАЖЕНИЯ КОРЕШКОВ



C4-C6	надкостная, полостная, малая круглая
C5-C6	дельтовидная, надкостная, двуглавая плеча
C6-C7	круглый пронатор, трёхглавая, лучевой сгибатель кисти
C7-C8	общий разгибатель кисти, трёхглавая, длинная ладонная, локтевой сгибатель кисти, длинная м. отводящая большой палец
C7, C8, T1	локтевой сгибатель кисти, длинные сгибатели пальцев собственной мышцы кисти
L2-L3	подвздошно-поясничная
L2-L5	подвздошно-поясничная, изящная, четырёхглавая, короткие и длинные приводящие мышцы бедра
L2-L5, S1	передняя большеберцовая, четырёхглавая, большая, малая и короткая приводящие мышцы бедра
L4, L5-S1-S3	двуглавая мышца бедра, длинный разгибатель пальцев стопы, задняя большеберцовая, икроножная, камбаловидная ягодичные мышцы
S1-S2	собственные мышцы стопы, длинный сгибатель пальцев, икроножная, двуглавая мышца бедра



3. Исследование характера, степени и точного места поражения нерва; преобладание двигательных или чувствительных нарушений.
4. Цель ЭНМГ исследований у больных с осложненной травмой грудного и поясничного отделов позвоночника
  - а) определение степени нарушения его функций на уровне повреждения
  - б) диагностика степени сохранности двигательной активности мышц ниже уровня повреждения в ранние сроки после травмы
  - в) определение характера изменения дегенеративных и реиннервационных процессов периферических нервно-мышечных структур в посттравматическом периоде, функциональный прогноз
  - г) контроль функционального состояния нервно-мышечной системы, разработку и коррекцию тактики лечебных мероприятий

В основе повреждения нервов лежат 2 патологических процесса, вытекающих из их строения: поражение осевого цилиндра, являющегося отростком мотонейрона и покрывающей его миелиновой оболочки. Причиной аксональной дегенерации являются метаболические нарушения в нейронах, вызывающие дистальный распад аксонов. Сегментарная демиелинизация включает повреждение миелиновых оболочек при сохранности аксонов. Так первичное изменение аксона сопровождается вторичной демиелинизацией, а при первичном поражении миелиновых структур выявляются вторичные аксональные изменения.

- ▶ Объем ЭНМГ определяется в зависимости от предполагаемого диагноза и характера изменений, выявленных в процессе исследования. Обязательным условием является обследование нервов конечностей с обеих сторон. К стимуляционным методам относятся:
- ▶ Исследование моторного ответа мышцы.
- ▶ Определение скорости распространения возбуждения по моторным волокнам (СРВм).
- ▶ Исследование потенциала действия нерва и скорости распространения возбуждения по сенсорным волокнам.
- ▶ Определение поздних нейромиографических феноменов (F-волна, H-рефлекс, Аксон-рефлекс) в исследовании возбудимости мотонейронов спинного мозга.
- ▶ Ритмическая стимуляция и определение надежности нервно-мышечной передачи (декремент-тест).
- ▶ Бульбокавернозный рефлекс.
- ▶ Исследование мигательного рефлекса.

\*\*\*\*\*

Моторный ответ мышцы — это суммарный вызванный мышечный потенциал действия, который является результатом сокращения всех мышечных волокон, входящих в данную мышцу в ответ на электрическое раздражение нерва. Форма М-ответа является результатом суммации отдельных двигательных единиц и отражает синхронность сокращения всех мышечных волокон в ответ на электрическое раздражение нерва. М-ответ оценивается визуально, а также определяется несколько его параметров.

\*\*\*\*\*

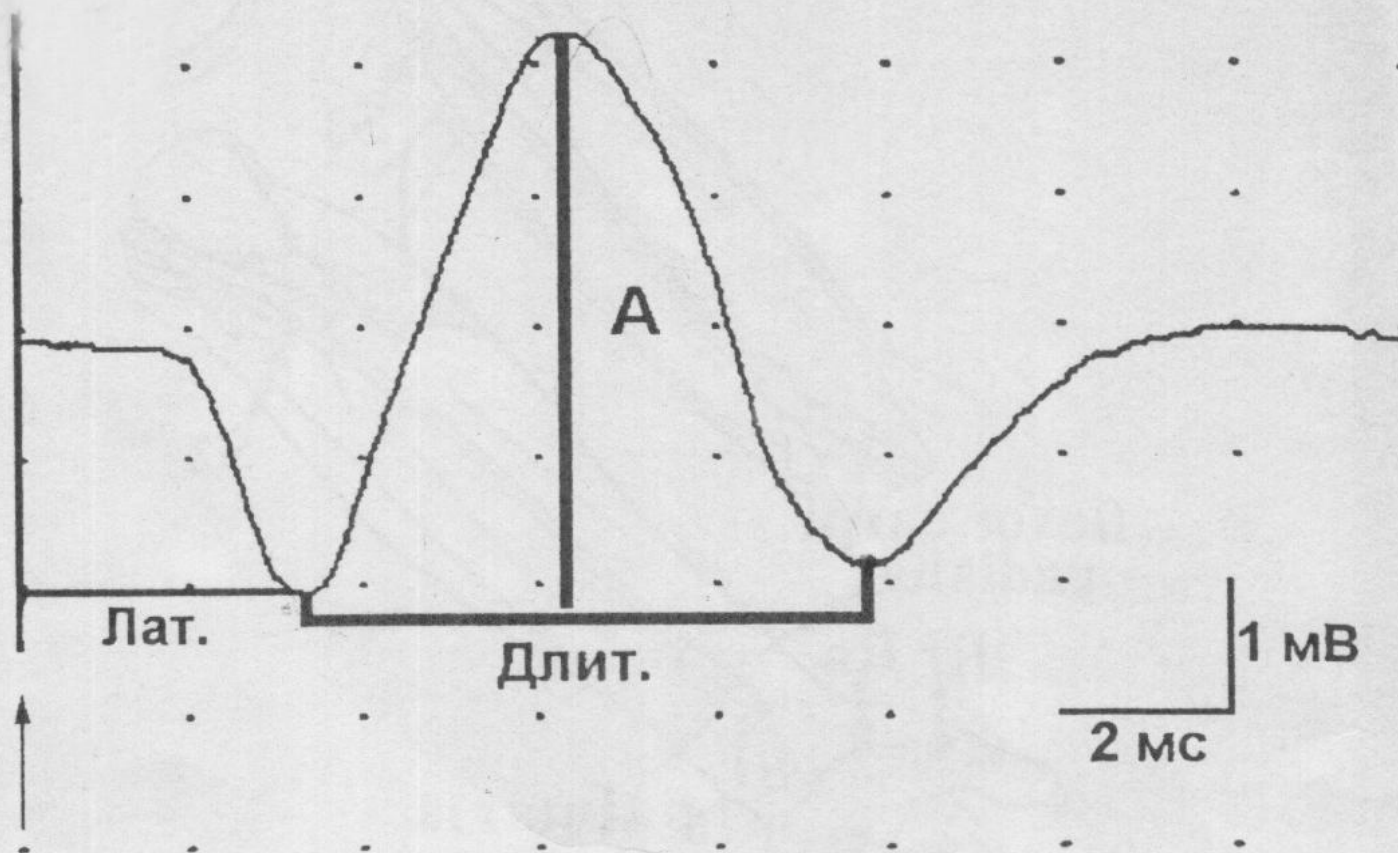


Рис.3.1–8. М–ответ, при стимуляции *n.medianus*. Основные параметры М–ответа: Лат. — латентность, А — амплитуда, Длит. — длительность. Стрелкой обозначен момент подачи стимула.

\*\*\*\*\*

Латентность – время от начала стимула до первого (негативного или позитивного) отклонения М-волны, измеряется в миллисекундах. Латентный период отражает проводимость на самом дистальном отрезке длинных нервов, включая надежность нервно-мышечной передачи. Терминальная латентность для коротких нервов сплетений и нервов лица является основной характеристикой нервной проводимости. Измеряются также амплитуда и длительность М-ответов.

\*\*\*\*\*

## Таблица 2

Параметры М-ответов различных мышц в норме при стимуляции дистальной части соответствующих нервов (Гехт, 1997)

Мышцы	Параметры М-ответов	
	Амплитуда (мВ)	Длительность (мс)
m.abductor digiti minimi	8,9±3,4 (5,5-14,0)	4,3±1,9 (3,9-6,3)
m.adductor policis	10.2±4.1 (6,5-14,0)	5.4±1.3 (4,5-6,3)
m.ext.digit communis	9,4±2,7 (7,0-12,0)	8,4±1,8 (7,7-9,7)
m.triceps	11,3±4,1 (7,3-16,8)	9,3±1,7 (7,7-11,3)
m.deltoideus	9,3±3,5 (5,5-12,6)	9,4±2,2 (7,6-11,0)
m.tibial.anterior	8,6±5,1 5,4-14,0)	10,6±3,1 (9,0-14,5)

\*

\*\*\*\*\*

Короткие нервы (стимулируемые в одной точке)	Латентность, мс
n. facialis	3.0 – 5.0
n. accessorius	1.8 – 3.0
n. frenicus	7.7 ± 0.8
n. axillaris -m. deltoideus	2.8 – 5.0
n. musculocutaneus - m. biceps brachii	3.3 – 5.7
- ram. sensorius	1.6 – 2.1
n. radialis - ram. sensorius	2.6 ± 0.4

\*

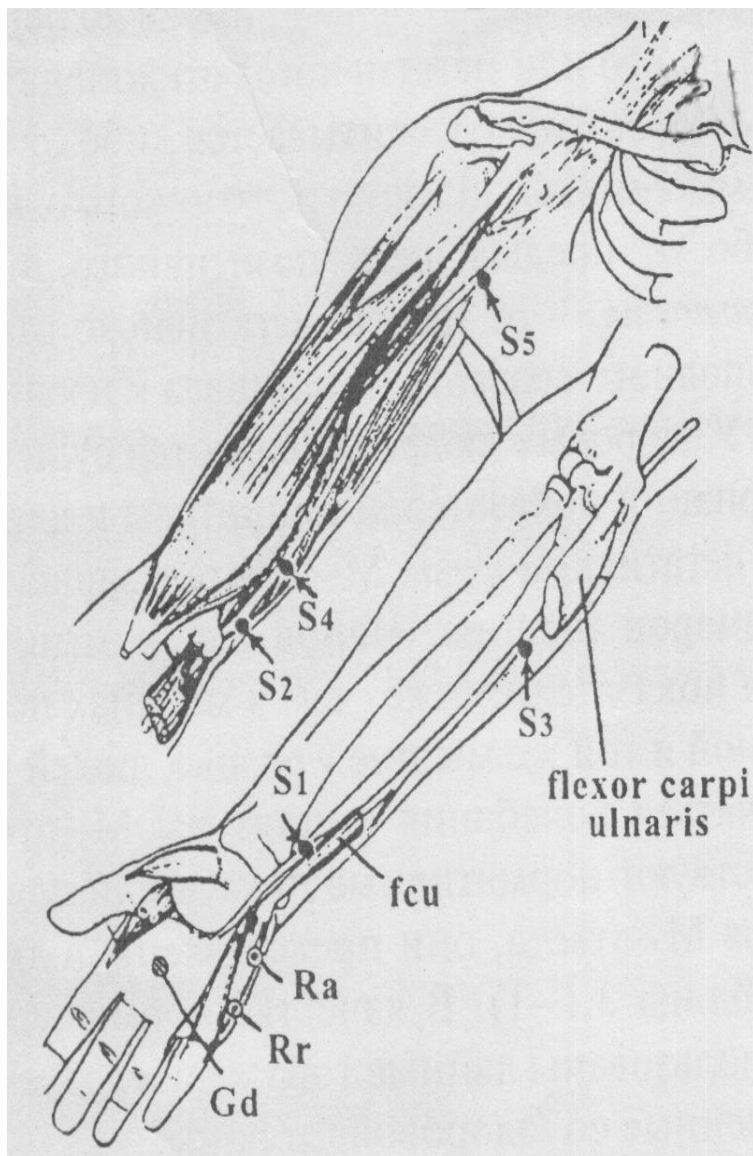
\*\*\*\*\*



Изменения параметров позволяют получить предварительные данные о характере двигательных нарушений.

В связи с анатомическими особенностями длинные нервы конечностей могут быть стимулированы как с дистальных точек, так и с нескольких проксимальных.

\*\*\*\*\*



При этом можно определить скорость распространения возбуждения по двигательным волокнам на разных участках нерва как отношение расстояния между точками стимуляции в миллиметрах к разности латентностей при проксимальной и дистальной стимуляции.

\*\*\*\*\*

## Величина СРВ и латентности в норме у взрослых

Длинные нервы конечностей	СРВ, м./с	
	дистальная	проксимальная
n. radialis - m. extensor indicis prpruis	48	56 - 93
n. medianus - m. abductor pollicis brevis	50 - 67	50 - 83
- ram. sensorius	57 ± 7	—
n. ulnaris - m. abductor digiti V	53 - 73	52 - 74
- ram. sensorius	50 - 90	—
n. peroneus - m. extensor digitorum pedis brevis	42 - 63	—
- m. tibialis anterior	66 ± 13	—
n. tibialis - m. flexor hallucis	55 ± 8	—
posterior		
n. Suralis (pars sensoris)	35 ± 4	—

СРВм значительно снижается при демиелинизирующих процессах. При туннельных синдромах, вовлечении нерва в спаечный процесс или костную мозоль, травмах стимуляции выше зоны поражения может выявить снижение амплитуды моторного ответа. Такое явление называется блоком проведения и составляет в норме до 15 % от максимального М-ответа (по амплитуде и площади).

\*\*\*\*\*

Определение поздних нейро-миографических феноменов применяется для исследования возбудимости мотонейронов спинного мозга. По нервному волокну возбуждение распространяется в обе стороны: ортодромно и антидромно. Достигая мотонейрона, антидромный заряд возбуждает его, в результате чего он генерирует ответный разряд – F-волну. Характеризуется рядом параметров: амплитудой, латентностью, количеством блоков повторных волн и др.

\*\*\*\*\*

Скорость распространения возбуждения по сенсорным волокнам исследуется антидромной или ортодромной стимуляцией соответственно чувствительных точек нервов. Имеет значение в диагностике характера поражения нерва, пре- или постганглионарном уровне поражения, дифференциальной диагностике бокового амиотрофического скероза. Н-рефлекс является рефлекторным ответом мышцы на раздражение чувствительных волокон нерва, преимущественно задних корешков.

\*\*\*\*\*

Таким образом, при всех аксонопатиях отмечается снижение амплитуды М-ответа с относительно сохранной или незначительно сниженной скоростью распространения возбуждения по чувствительным и двигательным волокнам, нормальным или несколько увеличенным латентным периодом М-ответа и F-волны и наличием потенциалов фибрилляций.

\*\*\*\*\*

К аксональным невропатиям относят: алкогольную, диабетическую, уремическую, свинцовую, паранеопластическую, невропатию при васкулитах, недостаточности витаминов группы В, Е, при заболеваниях печени, легких саркоидозе, наследственной сенсорной болезни, атаксиях, вибрационной болезни, гипотиреозе, тиреотоксикозе.

\*\*\*\*\*



При миелинопатиях изменяются параметры, характеризующие проводящую функцию нерва – выраженное снижение скорости проведения возбуждения по моторным волокнам, удлинение латентного периода М-ответа и F-волны, наличие блока проведения, увеличение длительности М-ответа, изменение его формы (полифазность, наличие множественных турнов на негативной фазе).

\*\*\*\*\*

Демиелинизирующие невропатии включают в себя синдром Гийена Баре (острая воспалительная демиелинизирующая ПНП), хроническую воспалительную демиелинизирующую ПНП, мультифокальную моторную невропатию, диспротеинемические ПНП.

\*\*\*\*\*

В случае диагностики патологических процессов, сопровождающихся мышечной слабостью имеет значение исследование нервно-мышечной передачи. Ритмическая стимуляция выявляет степень падения амплитуды в процентах, так называемый декремент-тест. В зависимости от анатомических особенностей мышц допустим декремент от 5 до 10 %. При миастеническом поражении падение амплитуды имеет ступенчатый характер. При синдроме Ламберта-Итона наблюдается линейное снижение М-ответа. Для подтверждения диагноза должно исследоваться, как минимум, три группы мышц.

\*\*\*\*\*

Исследование мигательного рефлекса благодаря сложным взаимодействиям позволяет выявить поражения ядер лицевого нерва и спинального тракта, корешков, поражение тройничного и лицевого нерва на протяжении, поражение чувствительного ядра, вставочных нейронов заднего продольного пучка .

При остеохондрозе позвоночника имеет значение локальное корешковое поражение и синдром сосудистой миелопатии.

\*\*\*\*\*

<b>Шейная сосудистая миелопатия</b>	<b>Боковой амиотрофический склероз</b>
<b>Морфологическая основа</b>	
Ишемическое страдание на уровне шейного отдела с поражением мотонейронов передних рогов и пирамидных путей	Прогрессирующее страдание мотонейронов на всех уровнях (включая клетки Беца) с преимущественным (клиническим) поражением тех или иных отделов. Поражение пирамидного пути.
<b>Распространенность поражения</b>	
Затрагивает мышцы соответственно пораженным сегментам или всему шейному утолщению. Первоначально могут поражаться мышцы плечевого пояса. Нет поражения мышц бульбарной группы (язычной, жевательной)	Нет избирательного поражения мышц. Мышцы с измененными ПДЕ соответственно III, IV или V стадии можно обнаружить как на руках, так и на ногах. В зависимости от клинической формы заболевания отмечается преимущественное поражение в тех или иных отделах. Часто раннее поражение жевательных мышц и мышц языка, которое выявляется при игольчатой ЭМГ.
<b>Стимуляция ЭМГ</b>	
Часто наблюдается корешковое поражение в зоне максимального страдания, которое проявляется в виде снижения минимальной скорости F – волны, нарастания хронодисперсии, снижения амплитуды F – волны на фоне появления частых повторных разрядов, возникновение гигантских F – волн. В области иннервации остальных сегментов шейного утолщения выявляются изменения F – волны, характерные для нейронального поражения. На ногах изменения F – волны характерны для пирамидного поражения. Сенсорная проводимость сохранена на фоне гипестезий.	Поражения двигательных нервов не выявляются. Может возникать незначительное облегчение проведения по нерву с нарастанием СРВм. Сенсорная проводимость не нарушена. Наблюдается нарастание амплитуды сенсорного ответа на фоне снижения амплитуды сенсорного ответа на фоне снижения амплитуды моторного ответа (Ginzburg M. Et al., 1974) По F – волне выявляется относительное нарастание амплитуды F – волн на фоне снижения амплитуды M – ответа, соотношение F/M увеличивается до 30-50%. Повторяются частые повторные разряды, увеличивается количество блоков F – волн, возникают гигантские волны 1200 и более мкВ. Данные изменения носят распространенный характер, но ярче выражены в месте более давнего поражения.

При этом нейромиографические методы позволяют верифицировать поражение мотонейрона верхнего( центрального) и нижнего (спинального); поражение должно захватывать несколько сегментов, необходимо исключить поражение других отделов нервно-мышечного аппарата. Характерно прогрессирующее течение и выраженная отрицательная динамика нейрофизиологических показателей в течение 6 – 12 месяцев

Проводится дифференциальная диагностика корешковых синдромов с плекситами, туннельными синдромами, гипотрофиями отдельных групп мышц, изменениями рефлексов; информативно при детских церебральных параличах.

\*\*\*\*\*

Нейрофизиологическое исследование бульбокавернозного рефлекса может проводиться при эректильных дисфункциях, подозрении на периферическую невропатию полового нерва при эндокринных заболеваниях, туннельных синдромах, при повреждениях спинного мозга, спинальных корешков (S1S2), сфинктерных расстройствах, энурезе.