

КЛИНИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЯ

Мачулина Анна Ивановна

2020

Электромиография (определение)

- ЭМГ – метод функциональной диагностики, который изучает электрическую активность периферического аппарата нервной системы (вызванную и произвольную).
- Позволяет оценить состояние мотонейрона, аксона, синапса, мышцы
- Основной метод диагностики нервно-мышечных заболеваний

Физиологическая основа метода

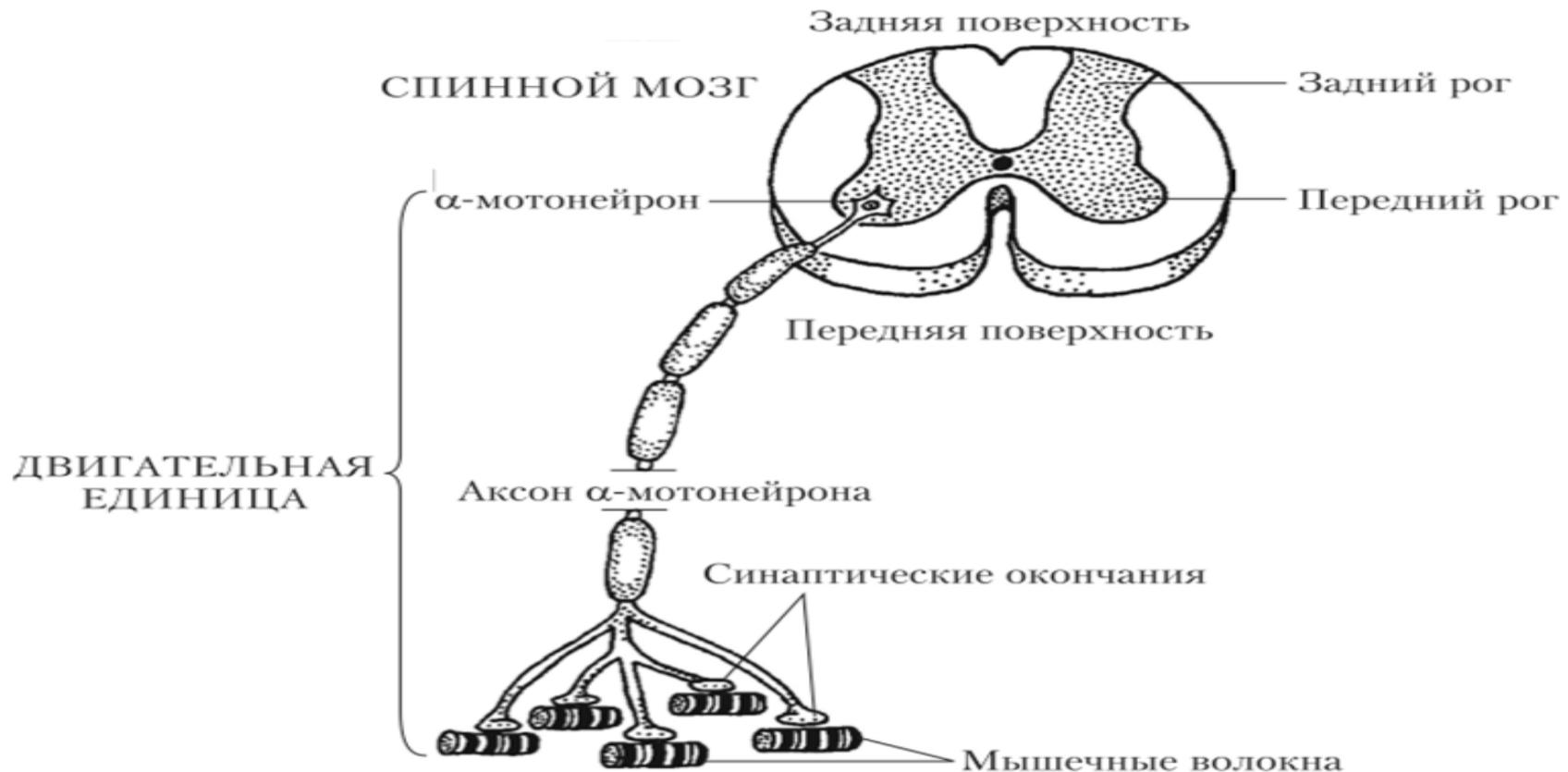
- Изменение электрического потенциала биологических мембран (в частности, мембран мышечного волокна, аксонов нервных клеток, структур нервно-мышечного синапса)
- Воздействие специфического стимула приводит к цепи биохимических реакций, в результате чего образуется потенциал действия (метод позволяет регистрировать ПД мышечного волокна)

Задача исследования

- Метод ЭМГ позволяет исследовать периферический нейро-моторный аппарат (спинной мозг, периферические нервы, нервно-мышечную передачу, мышцы)
- Выявить уровень поражения периферического нейро-моторного аппарата – нейрональный, аксональный, синаптический или первично-мышечный

Двигательная единица – элементарная структура, формирующая двигательный акт и определяющая все многообразие движений человека (произвольных и рефлекторных)

- Состоит из мотонейрона, его аксона и группы иннервируемых этим аксоном мышечных волокон (которые сокращаются одновременно)



Уровни поражения ДЕ

- Нейрональные (БАС, СМА, полиомиелит, постполиомиелитический синдром)
- Невральные (поли – и мононейропатии)
- Синаптические (нарушение нервно-мышечной передачи) – миастения и миастенические синдромы, ботулизм
- Первично мышечный (полимиозиты, дерматомиозиты, миотонии, миопатии)

Задачи, которые позволяет решить ЭМГ

- Научно-исследовательские
- Диагностические
- Прогностические
- Контроль эффективности и качества лечения

Цели ЭМГ (как метода функциональной диагностики)

- Выявления уровня поражения нервно-мышечного аппарата
- Определение степени распространенности процесса
- Определение характера поражения (денервация, реиннервация)
- Определение степени выраженности патологического процесса

Основные электромиографические методы исследования

- 1 методы исследования скелетных мышц (игольчатая ЭМГ)
- 2 методы исследования периферических нервов и нервно-мышечной передачи (стимуляционная ЭМГ)
- 3 методы исследования проводящих путей ЦНС (транскраниальная магнитная стимуляция)
- 4 методы исследования вегетативной нервной системы (вариабельность сердечного ритма, вызванный кожно-симпатический потенциал)
- 5 суммарная (интерференционная , накожная)ЭМГ

- (Л.Ф.Касаткина, О.В.Гильванова, 2010)

Оборудование для проведения ЭМГ

- Электроды
- Предусилительный блок с аналогово-цифровым преобразователем
- Усилитель
- Стимулятор
- Компьютер

Оборудование для проведения

- Усилитель – позволяет полученные низкоамплитудные сигналы (измеряются в микровольтах) усилить в 1000 -100 тыс раз
- Это происходит в несколько этапов
- Коэффициент усиления можно регулировать путем изменения чувствительности с 0,5 мкВ до 20 мкВ/деление

Оборудование для проведения ЭМГ

- Стимулятор – позволяет раздражать нервы на протяжении и регистрировать вызванные потенциалы
- Стимулятор может генерировать как постоянный, так и импульсный ток (в основном, используется импульсный ток)

Артефакты (не связаны с активностью мышц и нервов)

- Биологические - ЭКГ
- Небиологические (физические) – сетевая наводка частотой 50 Гц, шум электродов, артефакты генераторов магнитных полей, артефакт ИВР, артефакты движений



СТИМУЛЯЦИОННАЯ ЭНМГ

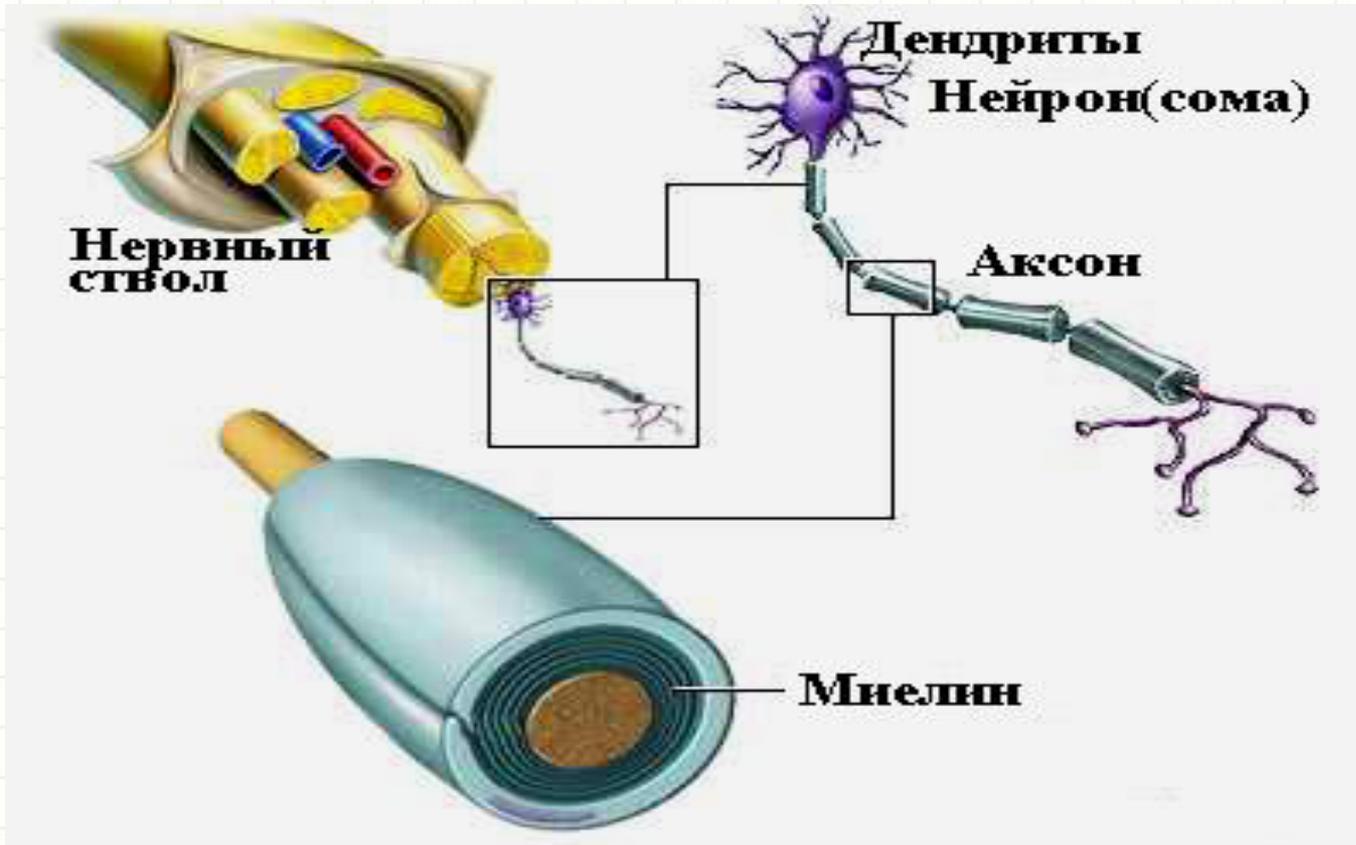
Стимуляционная ЭНМГ – основана на анализе вызванных электрических ответов мышцы , полученных путем прямой или непрямо́й эл стимуляции периферического нерва

- Оценить состояние нерва на разных его участках
- Судить о характера поражения нерва (аксональное или демиелинизирующее)
- Выявить степень поражения нерва
- Определение возможной заинтересованности мотонейронов спинного мозга
- Исследовать состояние терминалей аксонов

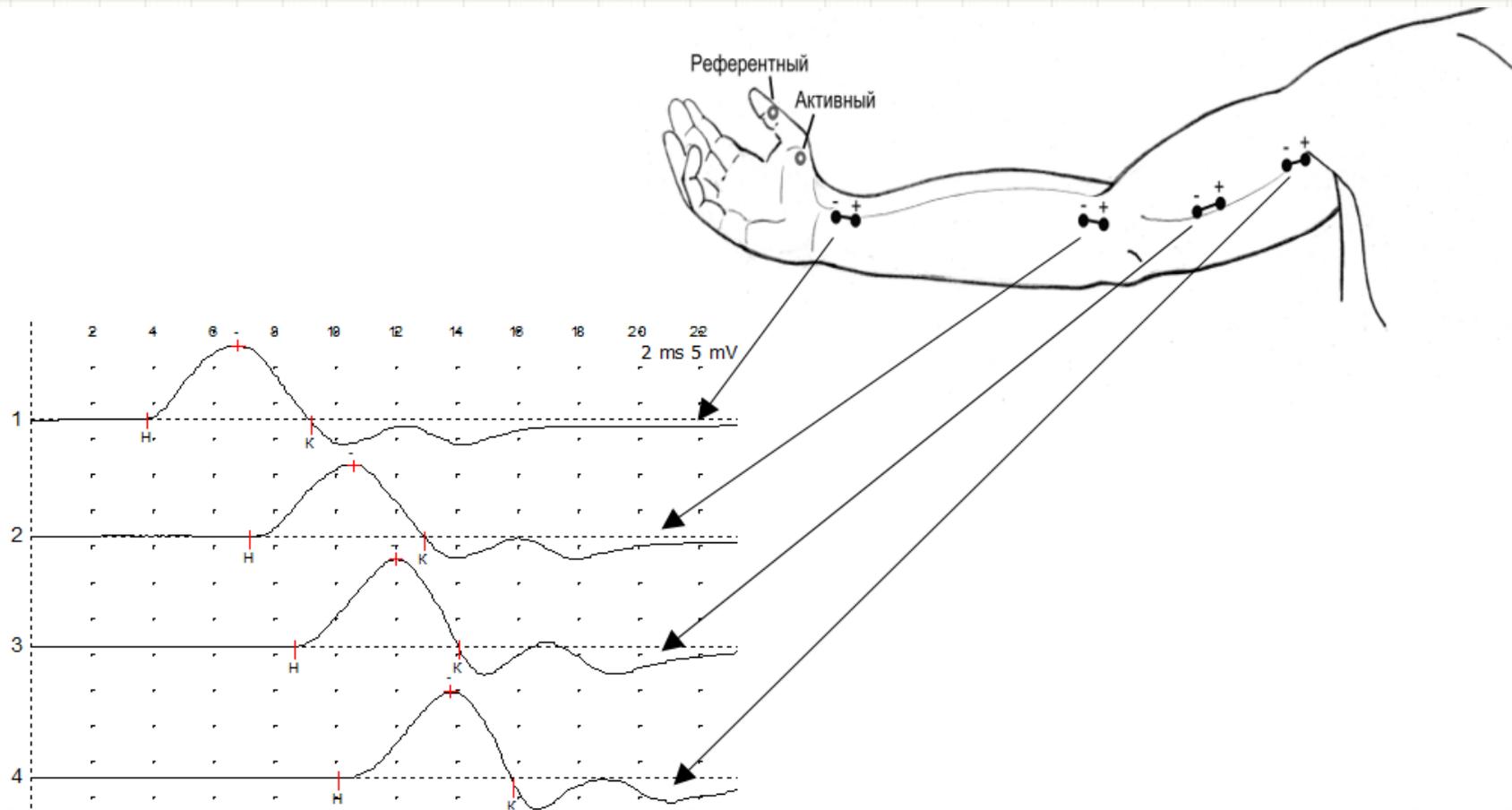
Регистрация М-ответа (ответ мышцы при непрямо́й стимуляции нерва, иннервирующего данную мышцу

И определение скорости распространения возбуждения по моторному нерву

Строение периферического нерва



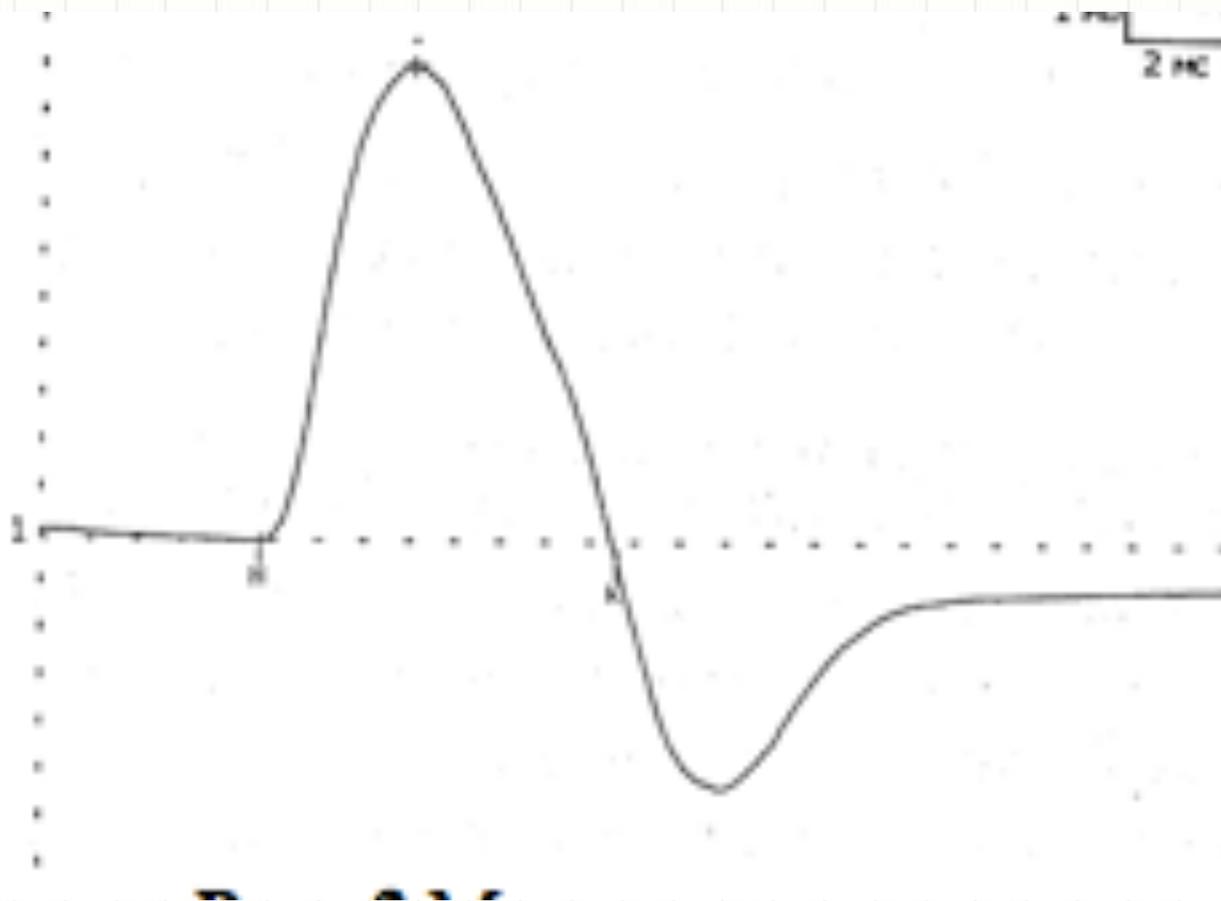
Стимуляционное исследование срединного нерва



Анализируемые параметры при исследовании проводящей функции моторных нервов

- Амплитуда М ответа
- Форма, площадь, длительность негативной фазы М ответа
- Наличие блока проведения возбуждения
- Скорость распространения возбуждения по волокнам
- Резидуальная латентность

M-ответ в норме



Порог вызывания М ответа

это интенсивность стимула, при которой появляется минимальный М ответ

- В норме обычно при исследовании рук порог М ответа 15 мА, длительность 200 мкс, с ног – 20 мА, 200 мкс)
- повышение порога вызывания М ответа характерно для демиелинизирующих нарушений (особенно наследственных)

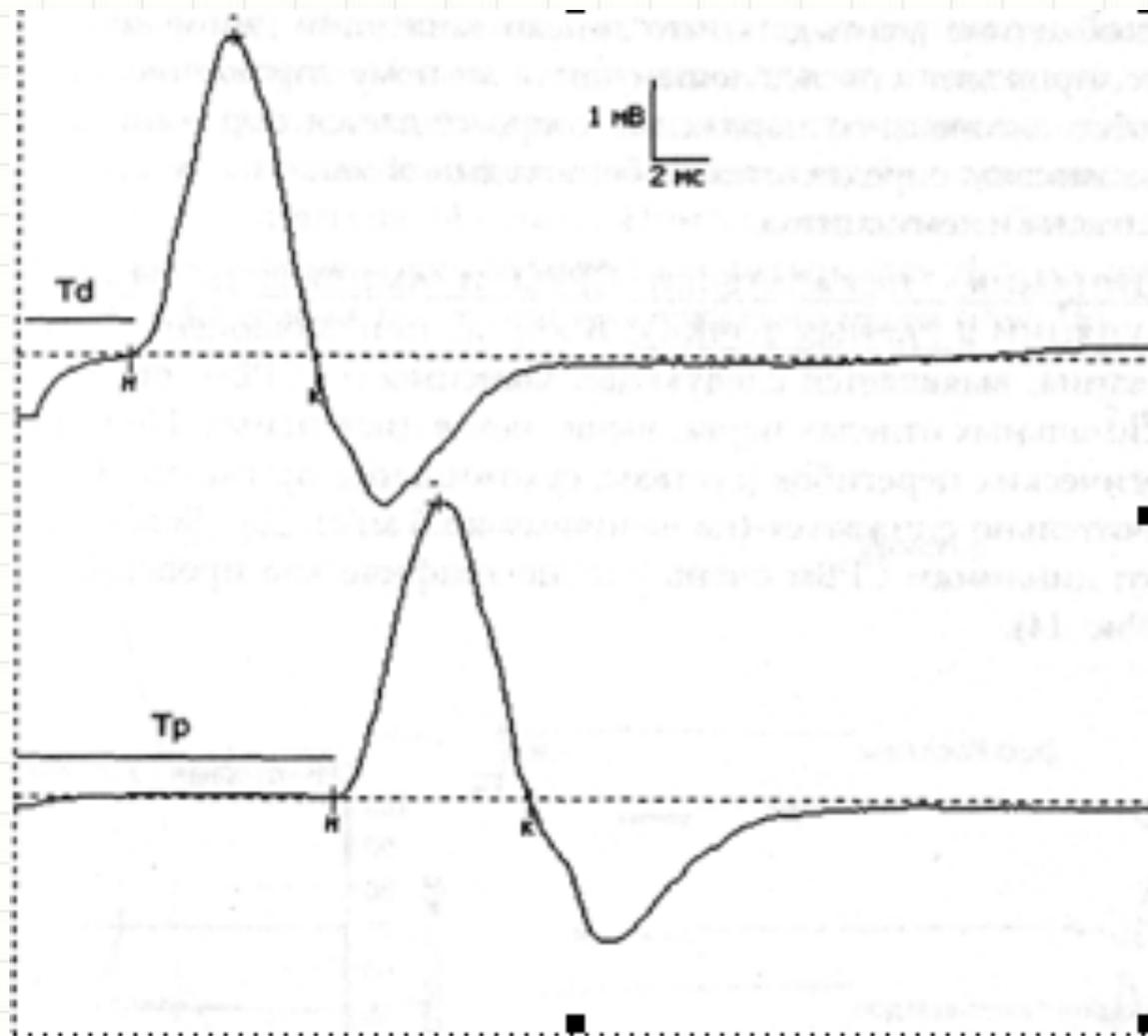
Скорость распространения возбуждения по моторным волокнам

- CPB на участке нерва вычисляется путем деления расстояния между точками стимуляции на разность латентностей M-ответов в этих точках
- $CPB_m = S / T_p - T_d$
- где: CPB_m - скорость распространения возбуждения по моторным волокнам в м/с,
- S- расстояние между точками стимуляции в миллиметрах (все расстояния рекомендуется измерять с точностью до 5 мм),
- T_p- латентность M-ответа при проксимальной стимуляции в миллисекундах,
- T_d - латентность M-ответа при дистальной стимуляции

-Снижение CPB является маркером процесса демиелинизации нервных волокон (например, при острой и хронической полинейропатии, наследственной ПНП, метаболических ПНП)

-возникает при компрессии нерва (туннельные синдромы, травмы)

Определение скорости проведения возбуждения



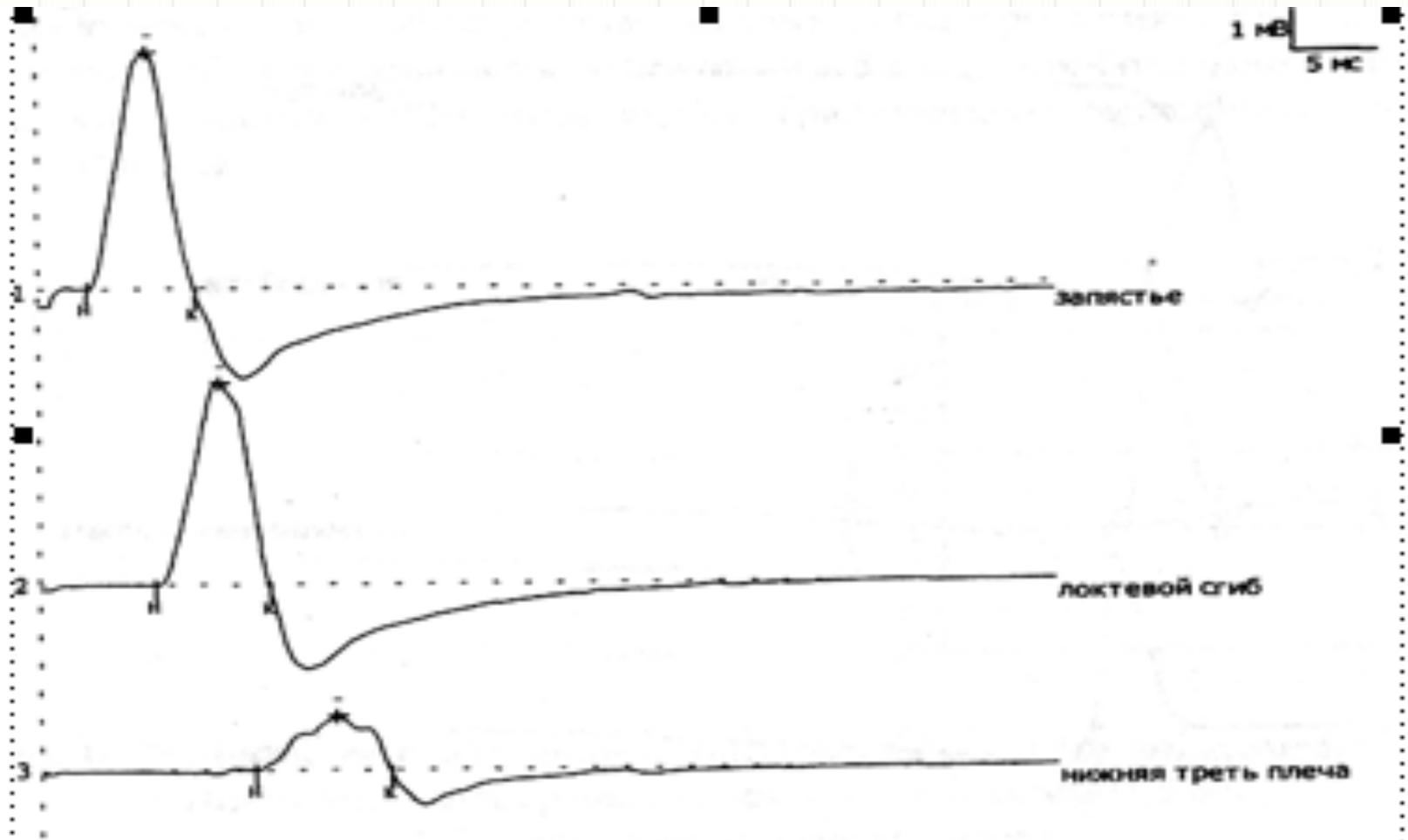
Блок проведения возбуждения — это

снижение амплитуды М ответа при стимуляции в двух соседних точках более 50%

- Выделяют БПВ 1 степени (снижение амплитуды 25%)
- БПВ 2 степени (снижение амплитуды 50%)

Причина блока- локальный очаг демиелинизации , который вызывает нарушение проведения импульса (туннельные синдромы)

Блок проведения возбуждения по локтевому нерву на уровне кубитального канала



Повреждение периферического нерва

- Аксональное повреждение (в результате происходит денервационно-реиннервационные процессы, которые приводят к перестройке двигательных единиц)

клиника аксонального повреждения – слабость и атрофии (моторные волокна), при стимуляционной ЭМГ – снижение амплитуды М ответа

- Демиелинизирующее повреждение (повреждение миелиновой оболочки - клинически мышечная слабость, СЭМГ –снижение СРВ по нерву, повышение порога вызывания М ответа, увеличение резидуальной латентности)
- Смешанное (аксонально-демиелинизирующее)

Резидуальная латентность — это время прохождения импульса по терминалям аксонов

- Формула РЛ = Тл-S/V
 - Тл – терминальная латентность
 - Время прохождения импульса по миелинизированной части рассчитывается как S/V, где S - терминальное расстояние, измеряемое от активного отводящего электрода до катода стимулирующего электрода, V - скорость проведения импульса в дистальном сегменте данного нерва.
-
- Изолированное повышение резидуальной латентности на одном из нервов является признаком туннельного синдрома
 - Повышение резидуальной латентности на всех исследуемых нервах, является признаком демиелинизирующей невропатии

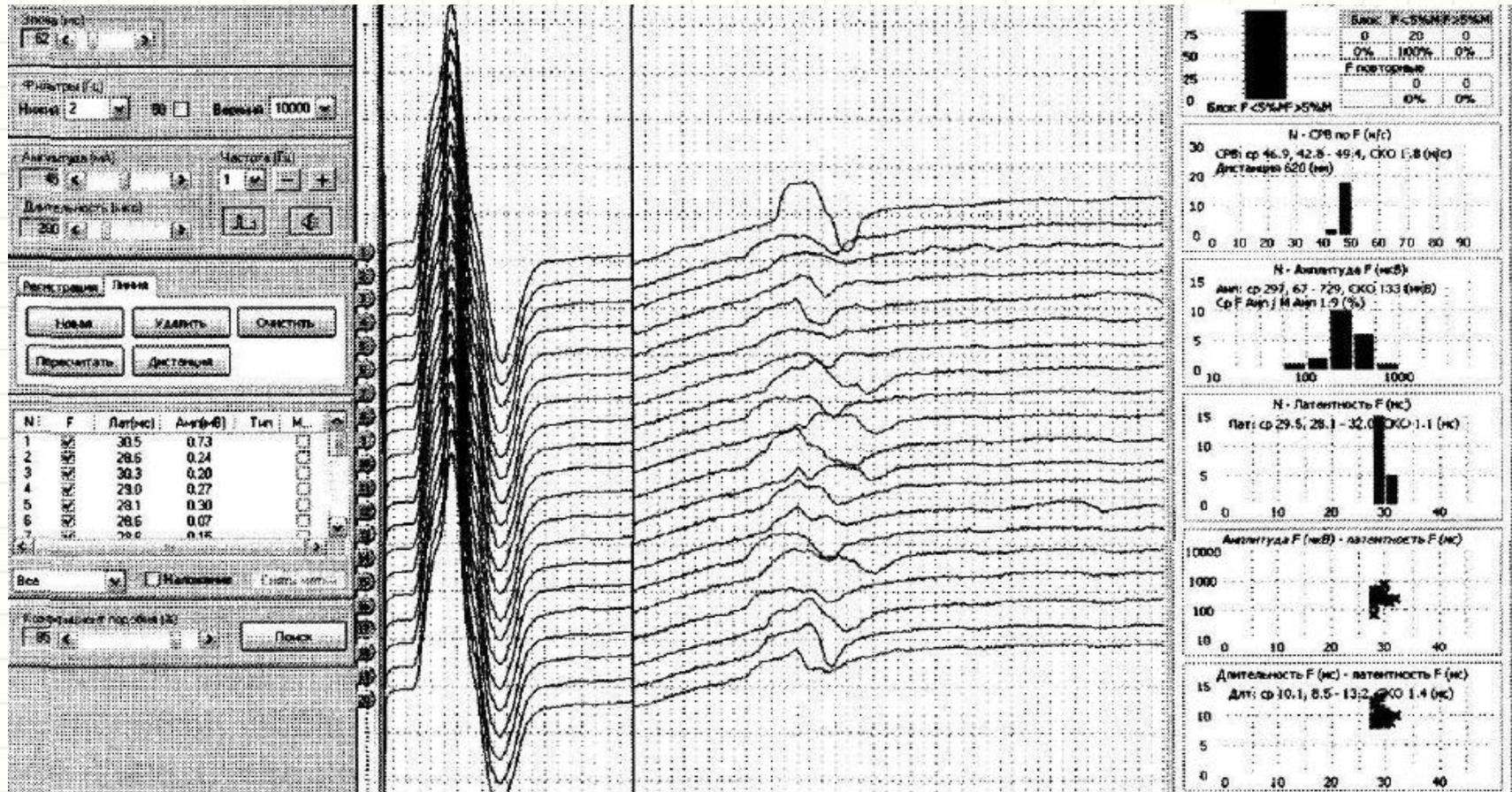
Нормальные значения исследования моторных нервов

показатели	Нервы верхних конечностей	Нервы нижних конечностей
Амплитуда М ответа	>3.5 мВ (срединный, лучевой) >6,0 мВ (локтевой)	>3.5 мВ
СРВ	>50 м/с	>40 м/с
Резидуальная латентность	<2.5 мс	<3.0 мс
Порог вызывания М ответа	<15 мА 200 мс	<20мА 200 мс

Исследование F волн

- F волна – поздний ответ мышцы, следующий за M ответом
- В норме, амплитуда F волны составляет менее 5% амплитуды M ответа в этой мышце, обычно амплитуда не превышает 500 мкВ, латентность для нервов рук 26 – 30 мс, для нервов ног – 48-55 мс

Исследование F волн



Исследование F волн

анализируемые показатели

- Латентность (минимальная, максимальная, средняя)
- Скорость распространения F волн (диапазон)
- Феномен рассыпанных F волн
- Амплитуда F волн
- Феномен гигантских F волн
- Блоки (выпадения) F волн
- Повторные F волны

Исследование нервно-мышечной передачи – декремент - тест

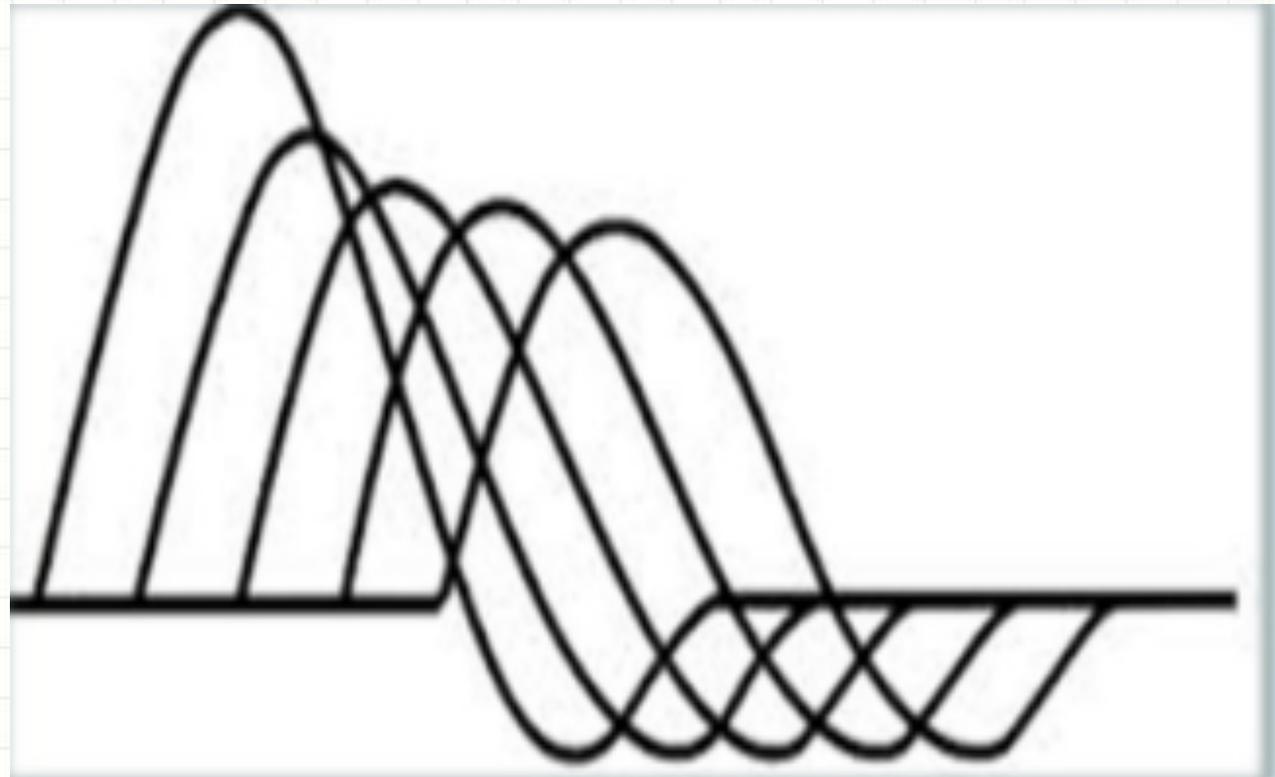
- Это метод исследования нервно-мышечной передачи физиологической основой которого является снижение амплитуды М ответа в ответ на ритмическую стимуляцию нерва
- Метод используется для диагностики миастении и миастенических синдромов

Декремент - тест

- Степень нарушения нервно-мышечной передачи
- Уровень поражения синапса (пре- или постсинаптический)
- Оценка эффективности фармакологических тестов (прозериновая проба)
- Оценка эффективности проводимой терапии

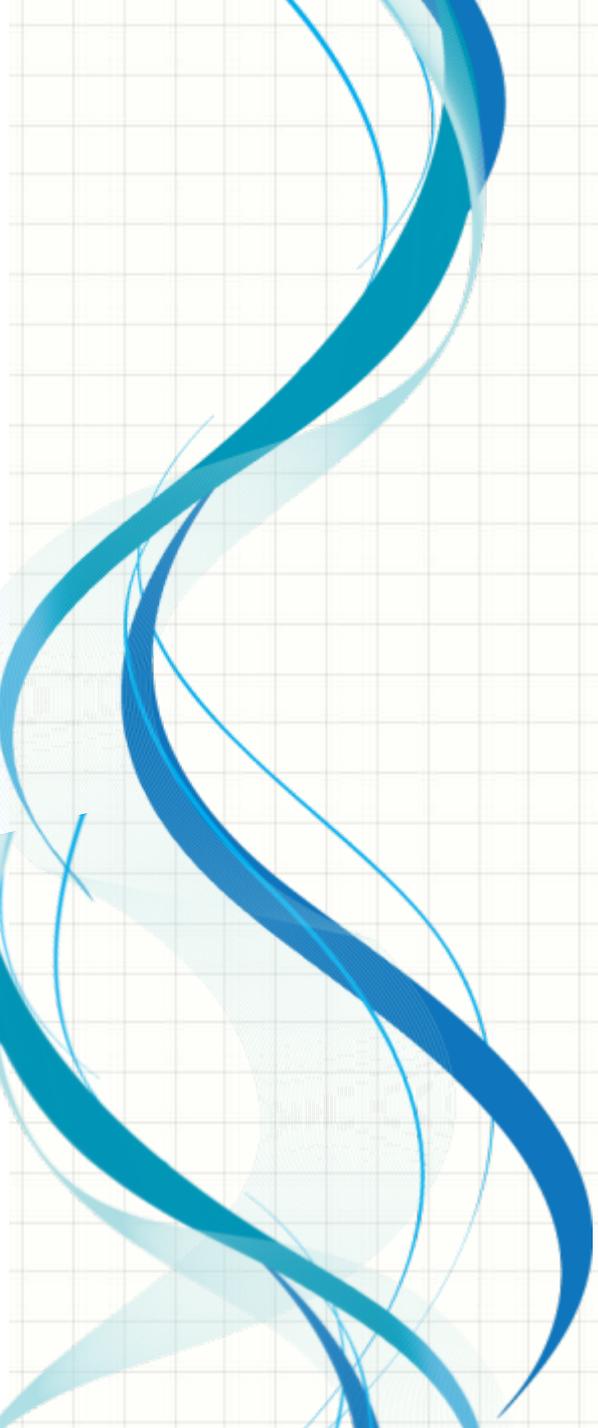
Декремент -тест – позволяет оценить способность нервно-мышечного синапса передавать возбуждение, в основе метода лежит феномен плавного снижения амплитуды сокращения мышцы (уменьшение ее декремента) в ответ на циклическую стимуляцию

постепенное снижение амплитуды м – ответов по сравнению с первым более чем на 10% - позволяет заподозрить миастению



Декремент тест – техника выполнения

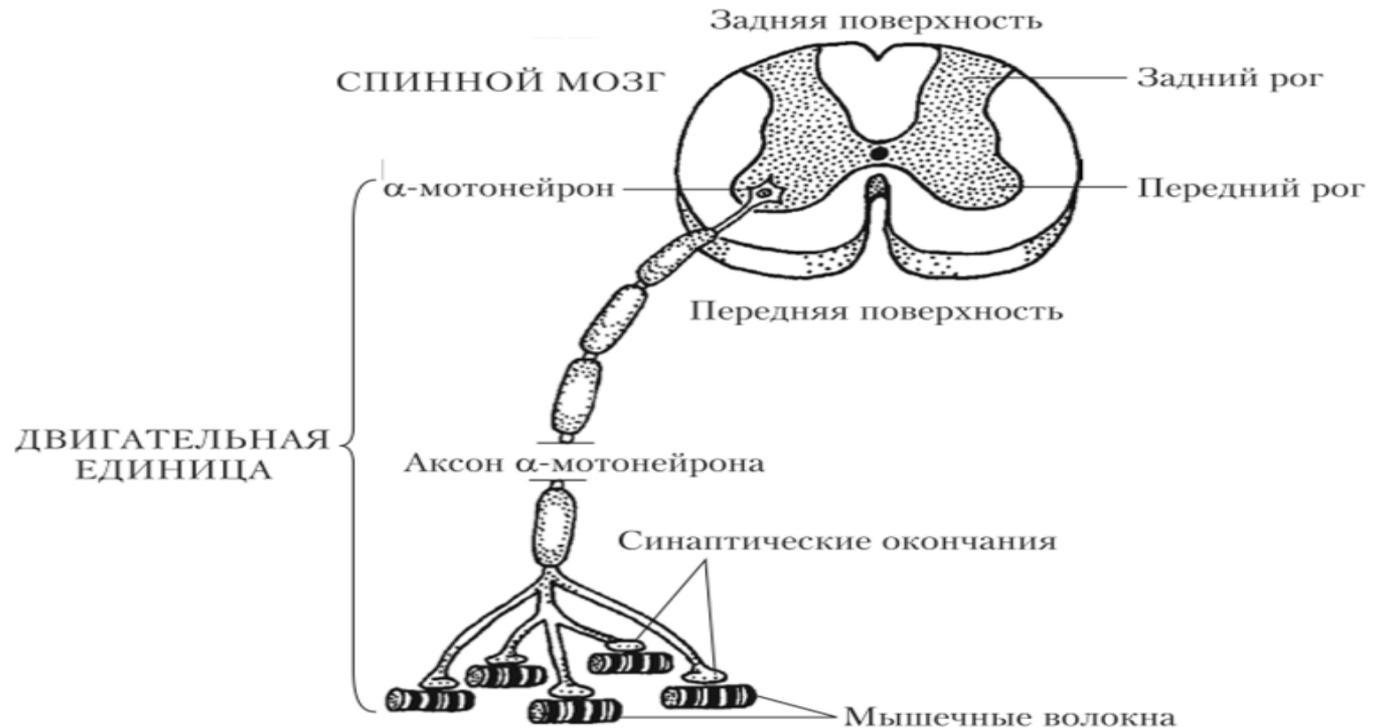
- В Клинически более слабой мышце
- Наиболее часто исследуемые мышцы – дельтовидная, круговая мышца глаза, мышца, отводящая мизинец кисти, трехглавая мышца, двубрюшная мышца
- Регистрируется М ответ от выбранной мышцы, затем проводится непрямая низкочастотная стимуляция нерва с частотой 3 Гц
- Проведение функциональных проб
- Проведение фармакологических проб (прозерин)



Игольчатая миография

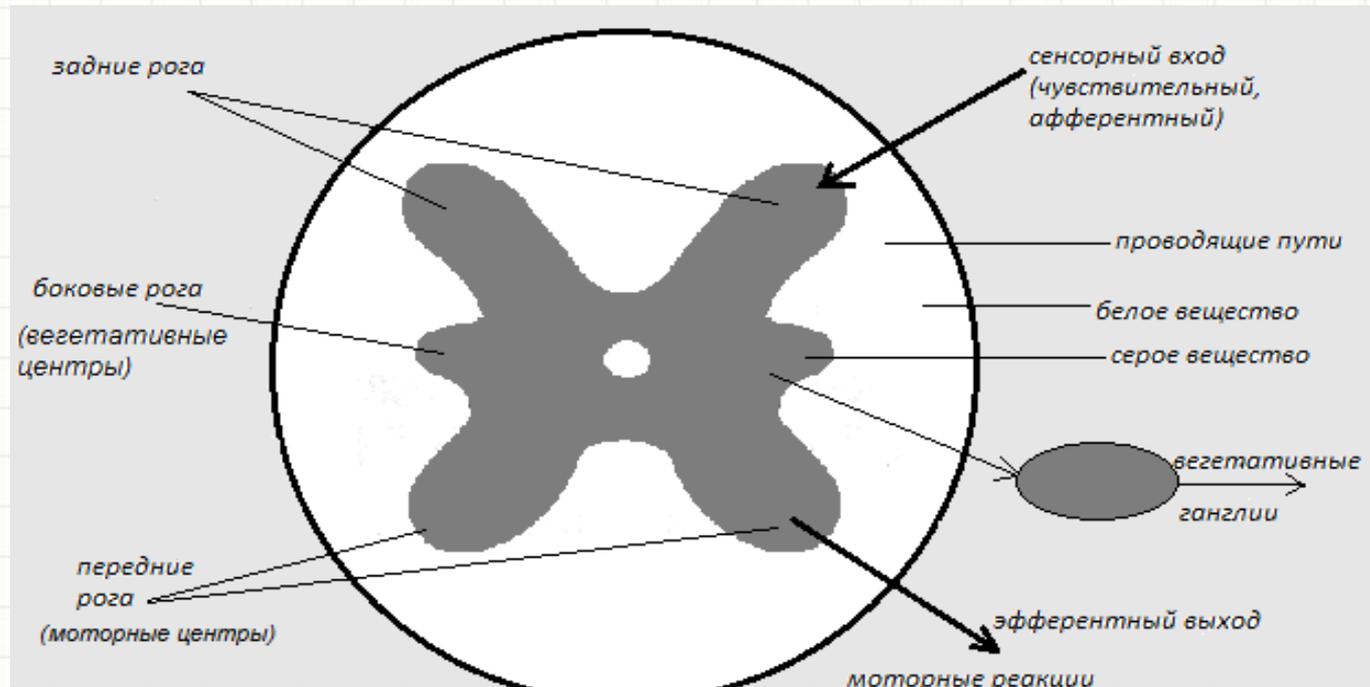
Игольчатая миография

- В основе – изучение двигательных единиц скелетных мышц с помощью концентрического игольчатого электрода, введенного в двигательную точку исследуемой мышцы
- ПДЕ



Игольчатая миография

топография мотонейрона — вентромедиально — клетки, иннервирующие мышцы туловища и шеи, более латерально — конечности, плечевой и тазовый пояс, дорзально — сгибатели, вентрально — разгибатели



Игольчатая миография

- Изучение морфо -функциональной организации двигательных единиц и состояния мышечных волокон является основным методом диагностики всех неврогенных заболеваний, в основе которых лежит нарушение иннервации мышечных волокон и развитие денервационно-реиннервационных процессов, а также всех первично-мышечных заболеваний

Возможности метода

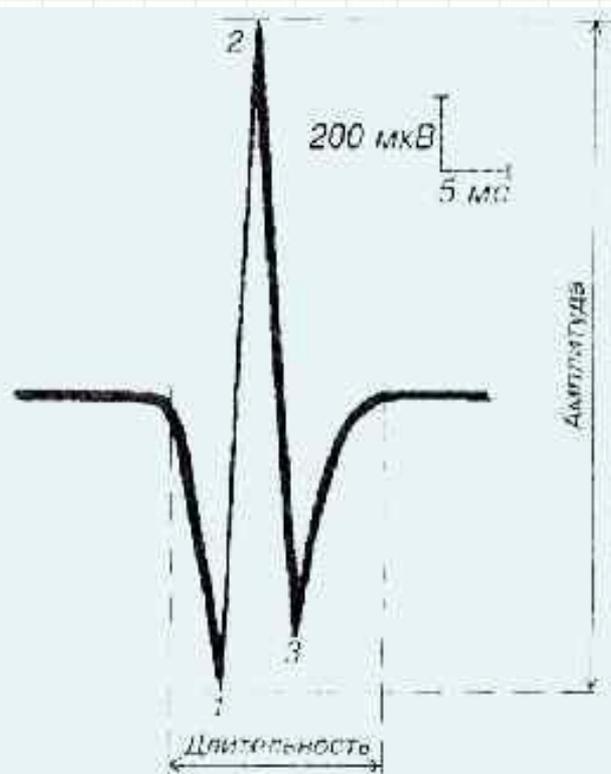
- Оценка функционального состояние мышцы
- Наличие или отсутствие текущего процесса в мышце
- Степень и выраженность денервации
- Выраженность и эффективность реиннервации

Игольчатый электрод, введенный в мышцу, дает возможность при минимальном произвольном напряжении мышцы зарегистрировать потенциалы отдельных двигательных единиц

Потенциалы двигательных единиц

- О состоянии двигательных единиц скелетных мышц можно судить по параметрам ПД, которые они генерируют
- Длительность
- Амплитуда
- Форма

Потенциал двигательной единицы



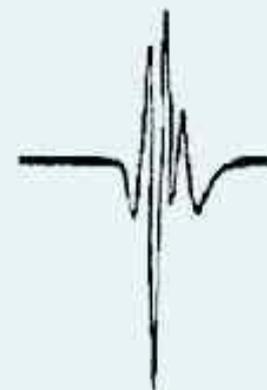
Принцип измерения параметров ПДЕ: амплитуда от пика до пика 1800 мкВ, длительность 15 мс.

ПДЕ мышцы здорового человека



200 мкВ
10 мс

Полифазный ПДЕ, имеющий 7 фаз и регистрируемый при нейропатиях



Длительность ПДЕ

- Отражает площадь на которой расположены мышечные волокна данной двигательной единицы и количество волокон, иннервируемых данным мотонейроном
- Зависит от мышцы и возраста (с возрастом ПДЕ увеличивается)
- Исследование средней длительности не менее 20 ПДЕ, зарегистрированных в разных точках изучаемой мышцы
- Табличные значения средних длительностей ПДЕ здоровых мышц
- Нормальная средняя величина +/-12% от табличных значений
- Отличие каждого потенциала не более чем на 20% (1-2 ПДЕ отличаются до 30%)

Длительность ПДЕ

- Нарушение функционального состояния любого из элементов двигательной единицы – отражается на всей двигательной единице и на параметрах его потенциалов (особенно-длительности)
- При неврогенных заболеваниях длительность ПДЕ увеличивается
- При первично-мышечных – уменьшается
- Чем больше степень реиннервации, тем больше длительность регистрируемых в исследуемой мышце ПДЕ

Амплитуда ПДЕ в норме

- Для проксимальных мышц 500 – 600 мкВ
- Для дистальных мышц 600 – 700 мкВ
- Максимальная амплитуда не превышает 1500 мкВ

Амплитуда ПДЕ при патологии

При неврогенных заболеваниях увеличивается (максимальное увеличение при реиннервации)

Увеличение происходит при первично-мышечных заболеваниях (прогрессирующая мышечная дистрофия, полимиозит и др)

Форма ПДЕ

- Форма каждого потенциала воспроизводима в течение всего исследования, независимо от длительности
- ЭМГ паттерн отдельных ДЕ является индивидуальным
- Форма потенциала существенного диагностического значения не имеет
- Псевдополифазные ПДЕ – не более 5%
- Полифазные ПДЕ – в отдельных мышцах не более 20% (вастус латералис, тибialis anterior, дельта)

Форма ПДЕ при патологии

- Полифазные и псевдополифазные ПДЕ регистрируются при нейрональных, аксональных заболеваниях, а также первично-мышечных
- В случае денервационно-реиннервационных процессов происходит нарастание числа фаз и туров

Спонтанная активность

- Активность, регистрируемая в мышце при отсутствии произвольного ее напряжения) –или активность одного мышечного волокна или всей ДЕ

Виды спонтанной активности

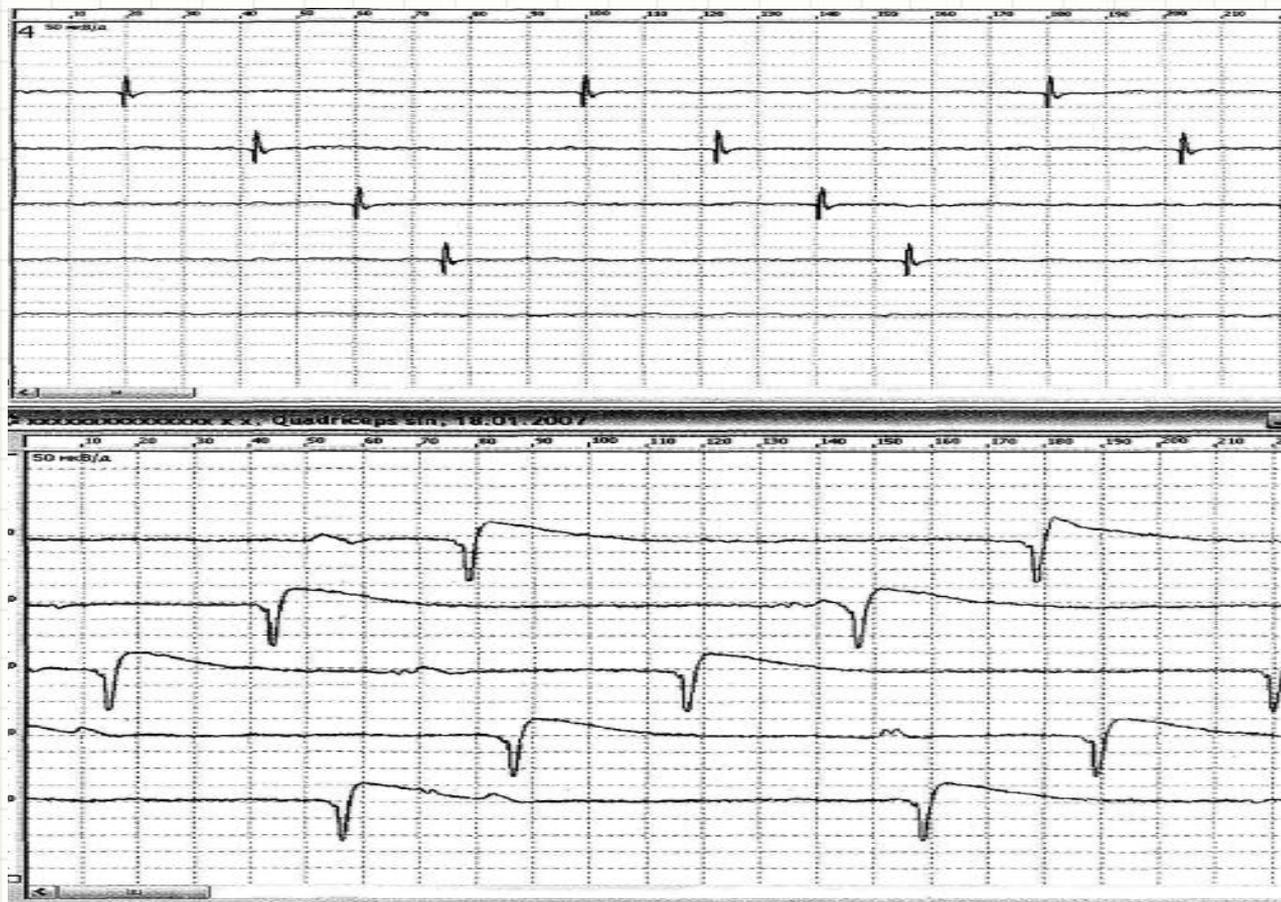
-потенциалы фибрилляций (ПФ) –потенциал одного мышечного волокна, возникающий спонтанно, вне поступления нервного импульса

-положительные острые волны (ПОВ) – медленное колебание

Спонтанная активность отражает процесс денервации и встречается при любой патологии нервно-мышечного аппарата

Характерно-стабильность частоты следования в разряде, жесткий ритм частоты

Спонтанная активность



Спонтанная активность

- Миотонические разряды – спонтанно возникающие разряды высокой частоты у пациентов с различными формами миотонии (звук пикирующего бомбардировщика)
- Могут состоять из ПОВ
- Возникают спонтанно или при легком сокращении мышцы

Спонтанная активность

- Псевдомиотонические разряды – «странные разряды высокой частоты»
- Звук работающего мотоцикла
- При миопатиях, полимиозитах, денервационных синдромах, на поздних стадиях реиннервации, спинальных и нервальных амиотрофиях

Ограничения ЭМГ

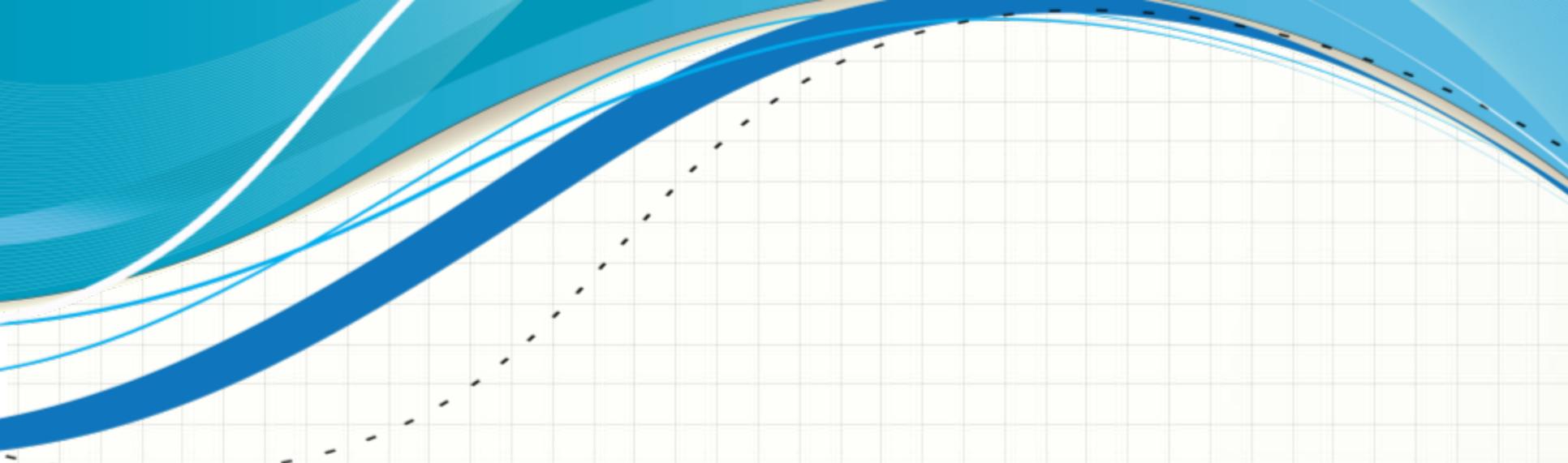
не оцениваются тонкие чувствительные и вегетативные нервные волокна
не все нервы и мышцы доступны для ЭМГ-исследования, а при исследовании некоторых имеются методологические трудности
при остром развитии заболевания ЭМГ-изменения "запаздывают" за клиническими симптомами (в этой связи при острых нейропатиях любого генеза оптимально проводить исследование не ранее, чем через 2-3 недели от появления первых симптомов)
имеются методологические трудности исследования при отеках, трофических нарушениях кожи, повышенной массе тела

Направление на миографию

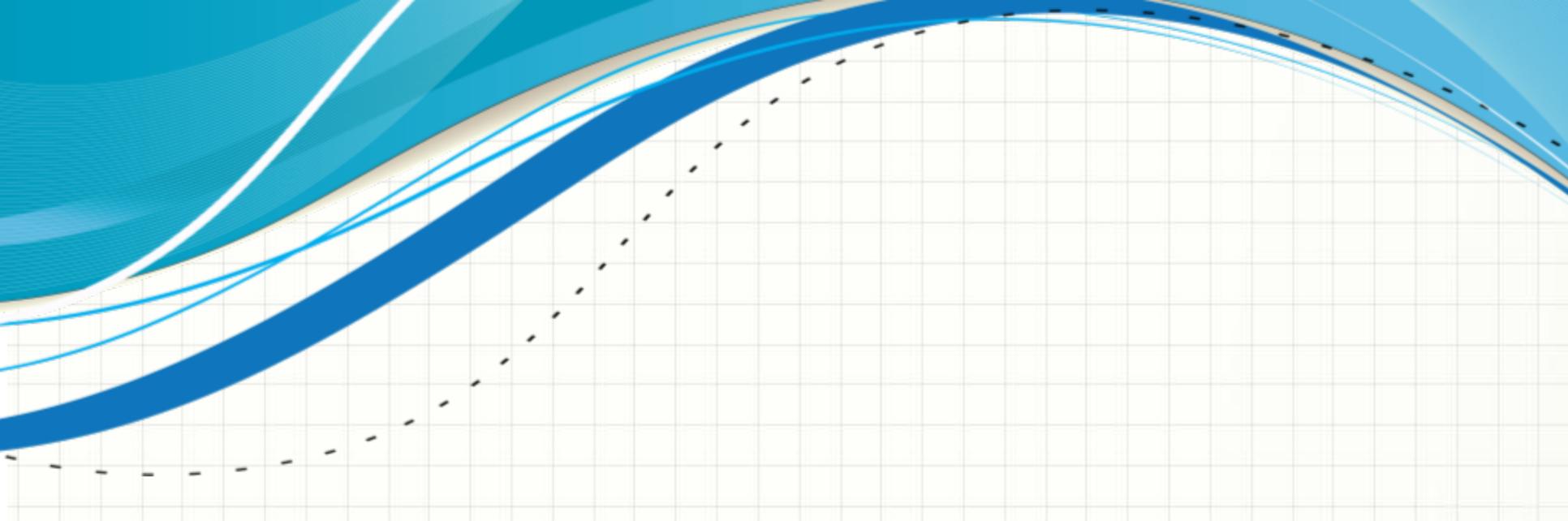
- Фио
- Возраст
- Диагноз (предположительный диагноз)
- Принимаемые препараты
- Объем исследования (какие нервы или мышцы, игольчатая или стимуляционная)

Заключение

- Миография – метод оценки функционального состояния нервно-мышечного аппарата, позволяющий достоверно установить уровень и характер поражения, степень эффективности проводимой терапии, а также оценить прогноз выявленного заболевания



ВОПРОСЫ ?



**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ**