

# Электромиография (ЭМГ)

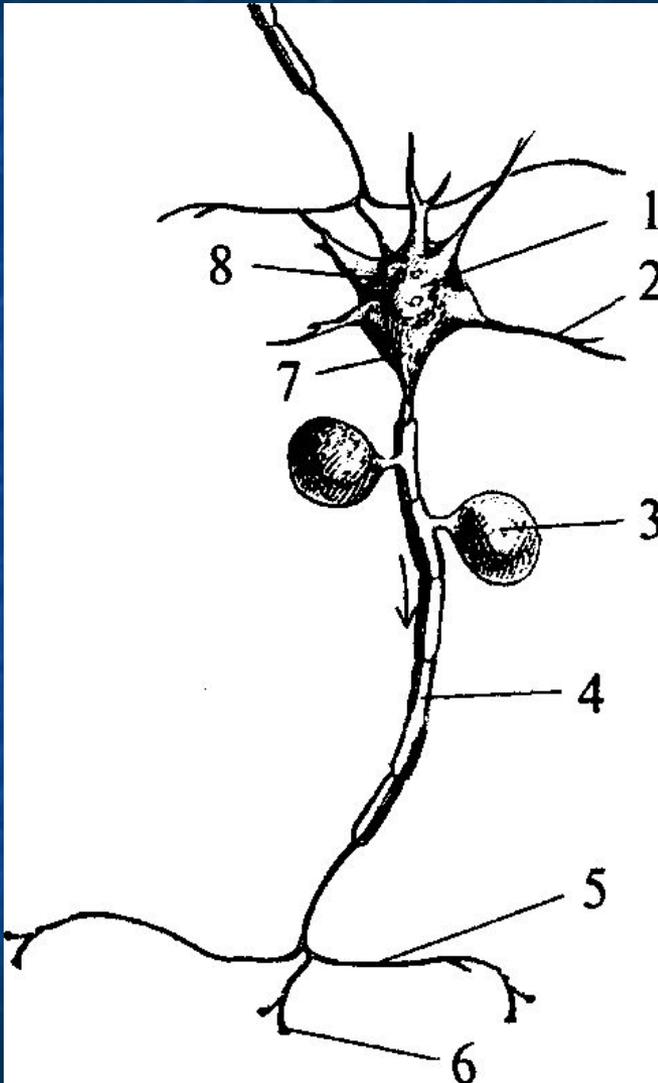
- Комплекс электрофизиологических исследований, необходимых для оценки функционального состояния периферического нейромоторного аппарата

# Двигательная единица (ДЕ)

анатомо-функциональная единица  
нейромоторного аппарата:

-  Мотонейрон (МН) находится в передних рогах с/м (ЦНС)
-  Аксон (вне с/м – ПНС)
-  Нервно-мышечный синапс
-  Мышечные волокна

# Нейрон



- 1 — сома (тело) нейрона;
- 2 — дендрит;
- 3 — тело Швановской клетки;
- 4 — миелинизированный аксон;
- 5 — коллатераль аксона;
- 6 — терминаль аксона;
- 7 — аксонный холмик;
- 8 — синапсы на теле нейрона

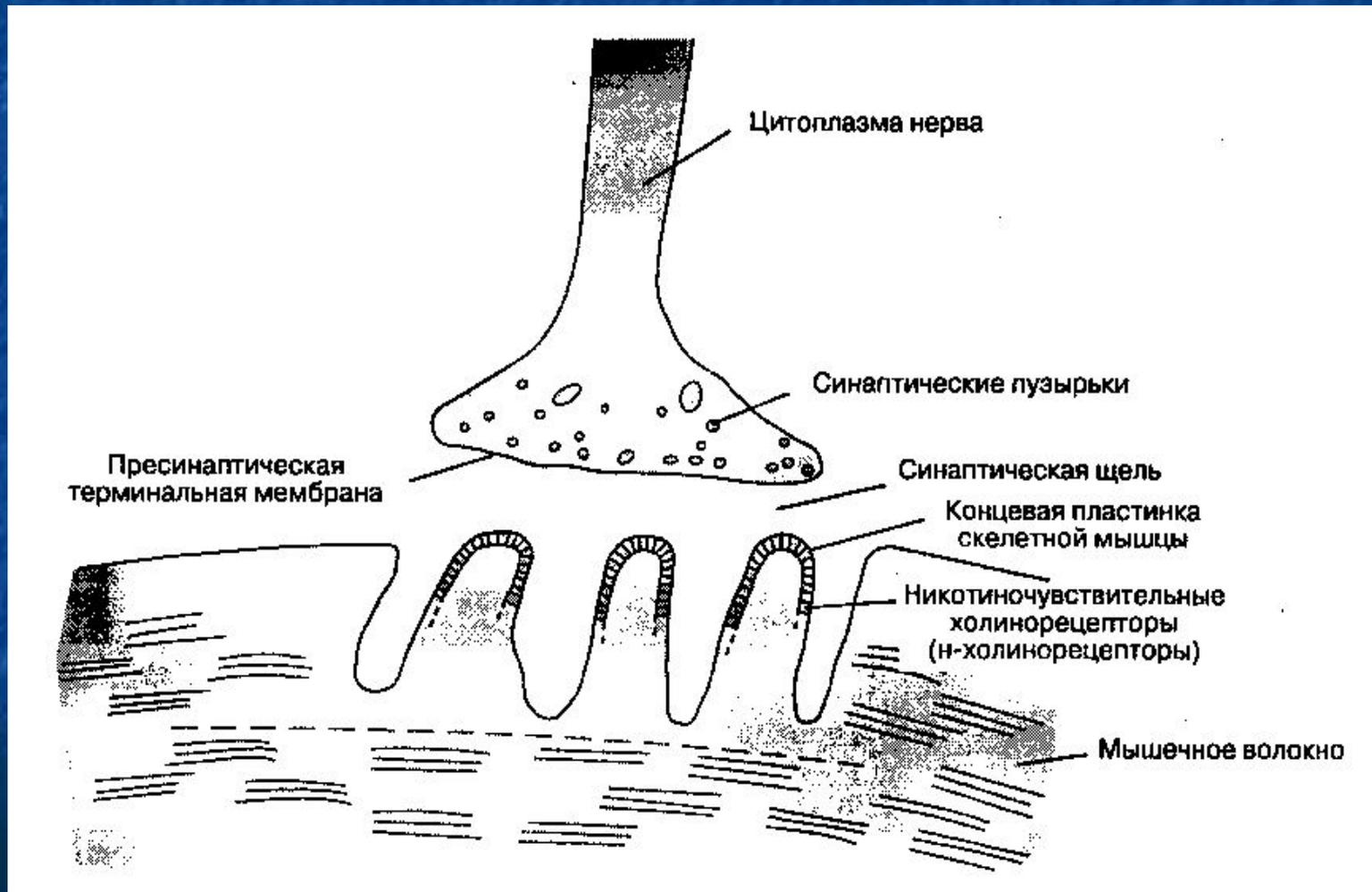
# АКСОН

- Отходит от аксонального холмика, передает импульсы от тела нейрона к периферии.
- Терминали аксона – утолщенные окончания - формируют синапс
- Аксон не имеет рибосом, биосинтез белка, происходящий в соме нейрона, обеспечивает потребность аксона путем аксонального транспорта.
- *При нарушении аксонального транспорта через 10-14 дней после поражения аксона возникает денервация мышцы (ПФ и ПОВ)*

# Синапс

- Синапс – это соединение между нейроном и другой клеткой (*в ЦНС это другой нейрон, в ПНС это мышца, клетка железы или другого органа*)
- Виды синапсов:
- 1. Химические
- - *аксосоматические*
- - *аксо-аксональные*
- 2. Электрические

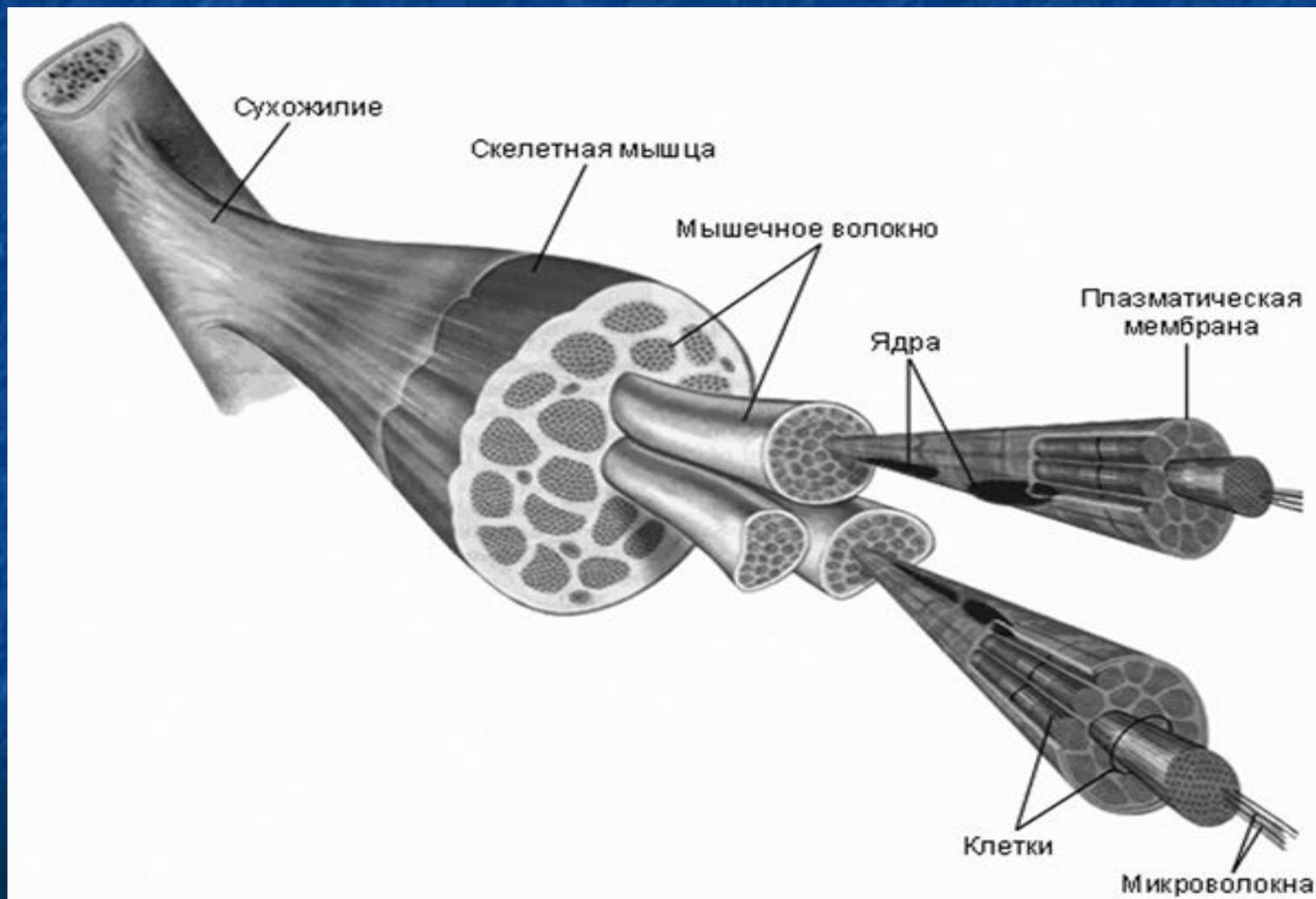
# Нервно-мышечное соединение и синапс



# Нервно-мышечная передача

- -ПД вызывает деполяризацию пресинаптической терминали
- - высвобождение везикул из пресинаптической щели и ее контакт с пресинаптической мембраной
- -контакт нейротрансмиттера с постсинаптическим рецептором, активация постсинаптической мембраны
- -генерация постсинаптического заряда – потенциала концевой пластинки, который увеличиваясь генерирует ПД на постсинаптическом мышечном волокне.

# Мышечное волокно



# Патофизиология поражения периферических нервов

- **Валлеровское перерождение**
- **Аксональная дегенерация - поражение осевого цилиндра нервного волокна (интоксикации, диабет)**
- **Демиелинизация (ПНП)**

# Классификация по Seddon 1943г.

- Нейропраксия - поражение периферических нервов, патологические изменения которых не достигают степени дегенерации аксональных структур, соединительнотканые оболочки сохранены. *Гистологически* - фокальная демиелинизация. ЭНМГ – блок проведения и дисперсия моторного ответа (временное нарушение иннервации)
- Аксонтмезис - поражение периферических нервов, патологические изменения которых достигают аксональных структур. *Гистологически* – дегенерация аксональных структур внутри миелиновой оболочки и изменения со стороны тел нервных клеток. Это так называемая «Wallerian degeneration». Дегенеративные изменения распространяются к периферии и заканчиваются к 5-7 дню (в зависимости от длины нерва). *Регенерация аксонов* – внутри сохранившихся «туннелей» из миелиновых и соединительнотканых оболочек. Рост аксона со скоростью 1-2 мм в день до 15-17 мес. Регенерация нерва в дистальных отделах по типу sprouting. ЭНМГ рекомендуется проводить через 21-30 дней или 8 нед. после травмы. Обязательно проведение ИЭМГ.

# Классификация по Seddon 1943г

- Нейротмезис – наиболее грубое поражение периферических нервов, патологические изменения которых достигают и аксональных, и соединительнотканых оболочек. Данный вид поражения возникает при полной перерезке нерва, компрессии, тракции периферического нерва.
- *Клинически* – полное отсутствие функции нерва. *Гистологически* – формируется рубцовая ткань на месте поражения, что уменьшает способность аксонов к регенерации через пораженный участок, часто формируются посттравматические невриномы. Часто происходит «аберрантная регенерация» - патологическое прорастание аксонов не по направлению к денервированной мышце. *Клинически* – во время физиологических двигательных актов появляются содружественные движения различных мышц (синкинезии). При отсутствии регенерации периферических нервов – атрофия и вторичная дегенерация мышечной ткани.

# Заболевания, при которых показана ЭНМГ диагностика

- 1. Радикулопатии
- 2. Туннельные синдромы
- 3. Травмы периферических нервов, сплетений
- 4. Нейропатия лицевого нерва
- 5. Полинейропатии (воспалительные, наследственные, диметаболические, токсические)
- 6. Полиомиелит
- 7. Сирингомиелия
- 8. БАС
- 9. Спинальные амиотрофии
- 10. Травмы спинного мозга
- 11. Миастения
- 12. ДЦП
- 13. Паркинсонизм

## Цели исследования

- Определение функционального состояния и степени поражения моторных, сенсорных и вегетативных структур
- Диагностика и дифференциальная диагностика поражения сенсомоторных образований на сегментарном, периферическом и нервно-мышечном уровнях
- Выявление и оценка степени нарушения нервно-мышечной передачи при миастении и миастеноподобных с-мах
- Оценка перспективности различных методов лечения, степени реабилитации больных и восстановления функций пораженных нервов

# Электронейромиографическая терминология

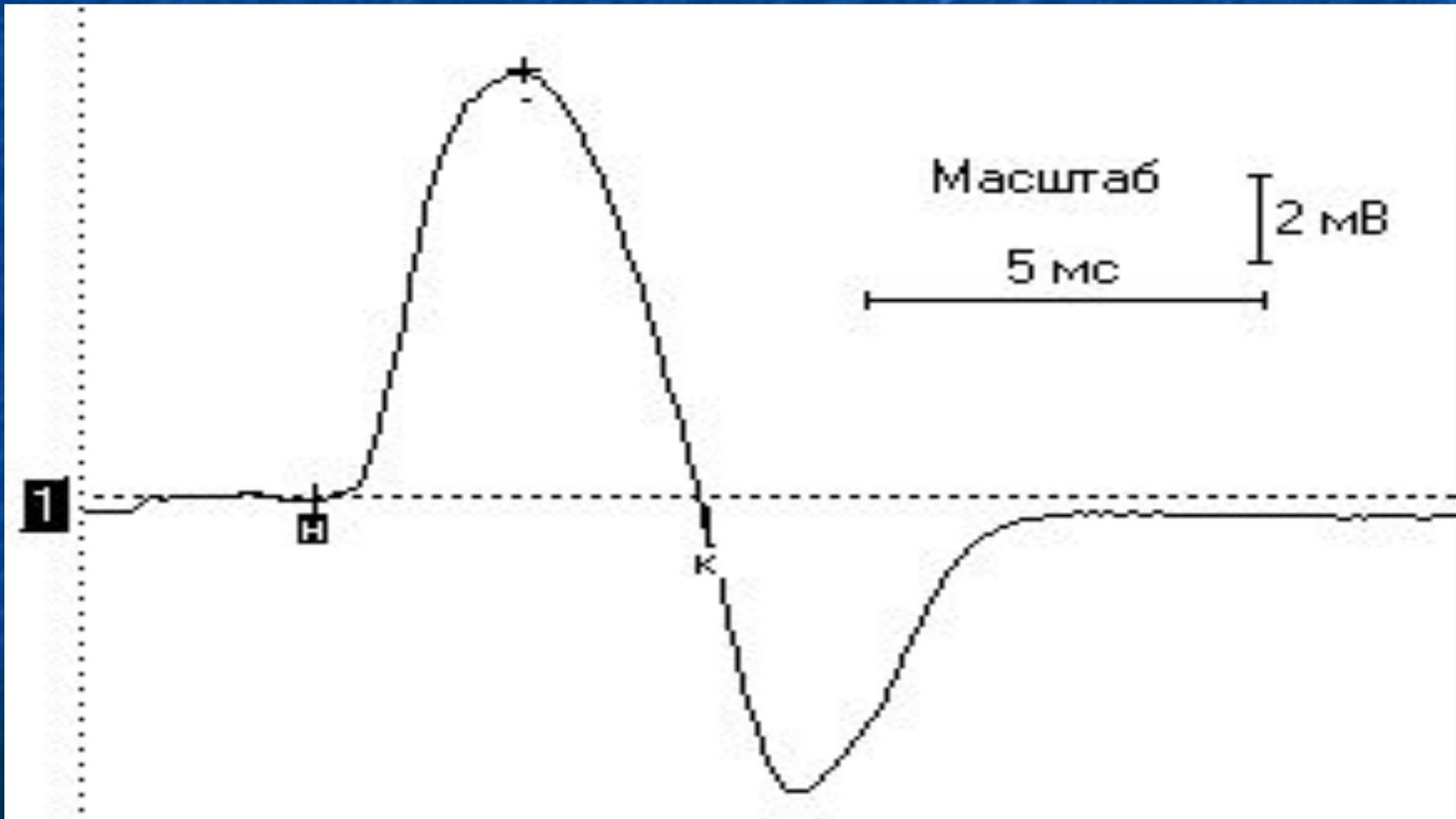
- Поверхностная (накожная)
- Стимуляционная электронейромиография
- Игольчатая электронейромиография

# Методики стимуляционной ЭМГ

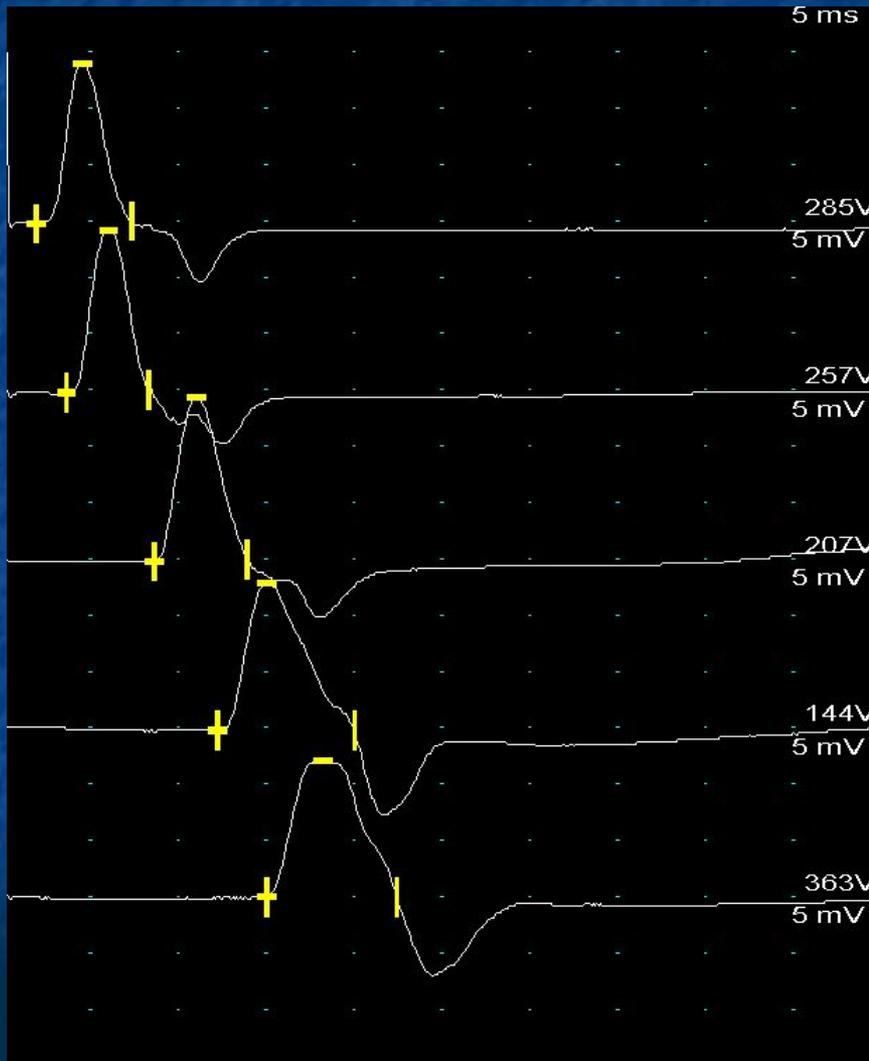
- • СПИ моторная (эфферентная)
- • СПИ сенсорная (афферентная)
- • Методика оценки F-волны
- • Методика оценки M-ответа
- • Методика оценки сенсорного потенциала
- • Методика H-рефлекса
- • Мигательный (blink) рефлекс
- • Методика оценки нервно-мышечной передачи



**M-ОТВЕТ** - суммарный потенциал мышечных волокон, регистрируемый с мышцы при стимуляции иннервирующего ее нерва одиночным стимулом.



# M-ответ (регистрация)

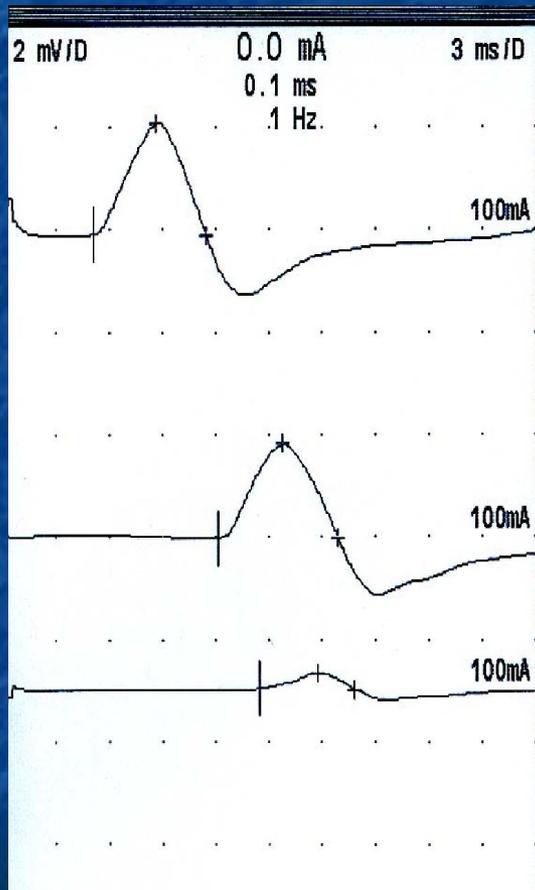


Recording Site: Abductor pollicis brevis

Stimulus Site	Lat1 ms	Dur ms	Amp mV	Area mVms
<b>A1: Mid palm</b>	1.9	5.4	14.5	32.5
A2: Wrist	3.6 +0.3	4.7	14.7 +2.6	32.8
A3: Elbow	8.6 +1.8	5.3	14.9 +2.9	38.4
A4: Axilla	12.2 +2.7	7.8	13.4 +2.1	47.6
A5: Erb's point	15.0	7.4	12.4	53.6

Segment	Dist mm	Diff ms	CV m/s
Mid palm-Wrist	80	1.7	47
Wrist-Elbow	250	5.0	50 -1.6
Elbow-Axilla	190	3.6	53 -1.7
Axilla-Erb's point	150	2.8	54

# Блок неврального проведения

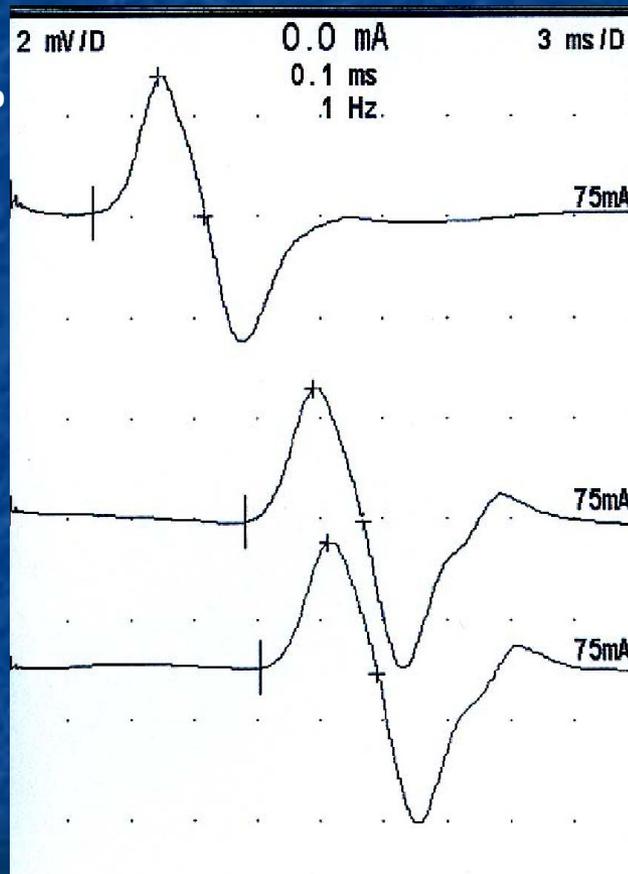


Блок проведения

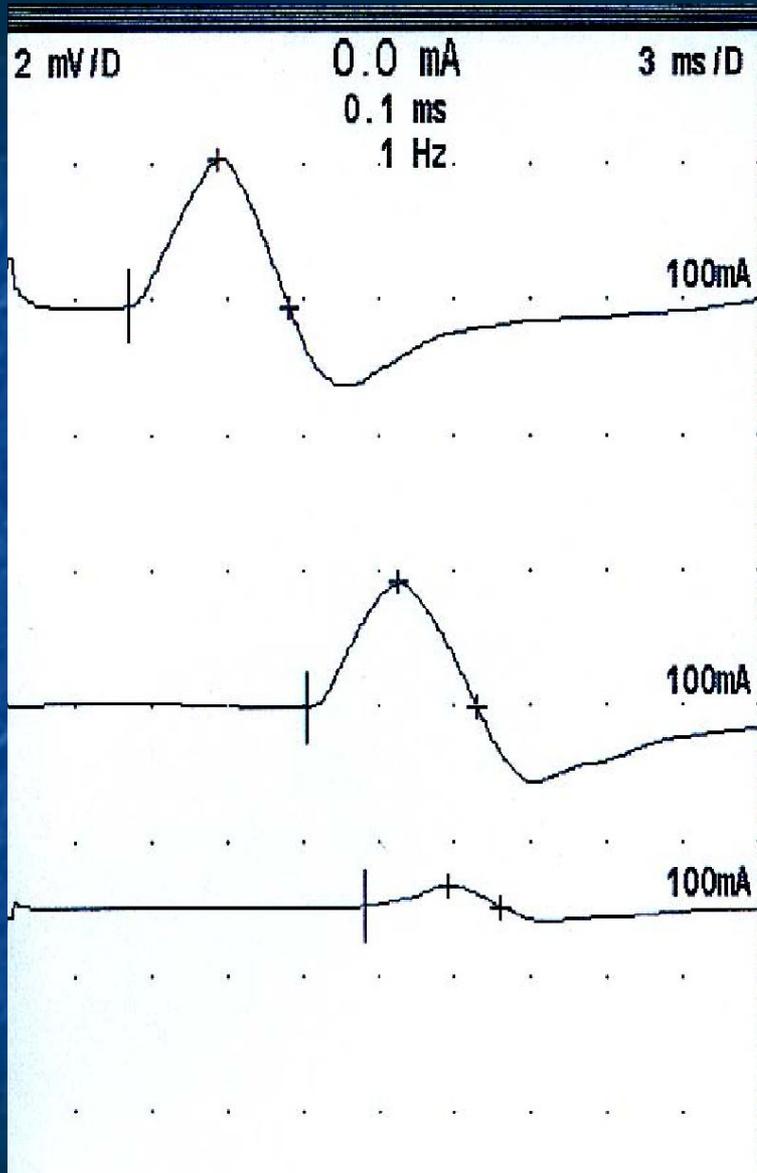
Падение амплитуды 8%

Падение амплитуды 87%

Норма – падение до 50%



Норма



## Моторные блоки проведения

n.peroneus (ПНП)

Падение Ампл = 80%

Падение Площади = 78%

Норма = не >20%

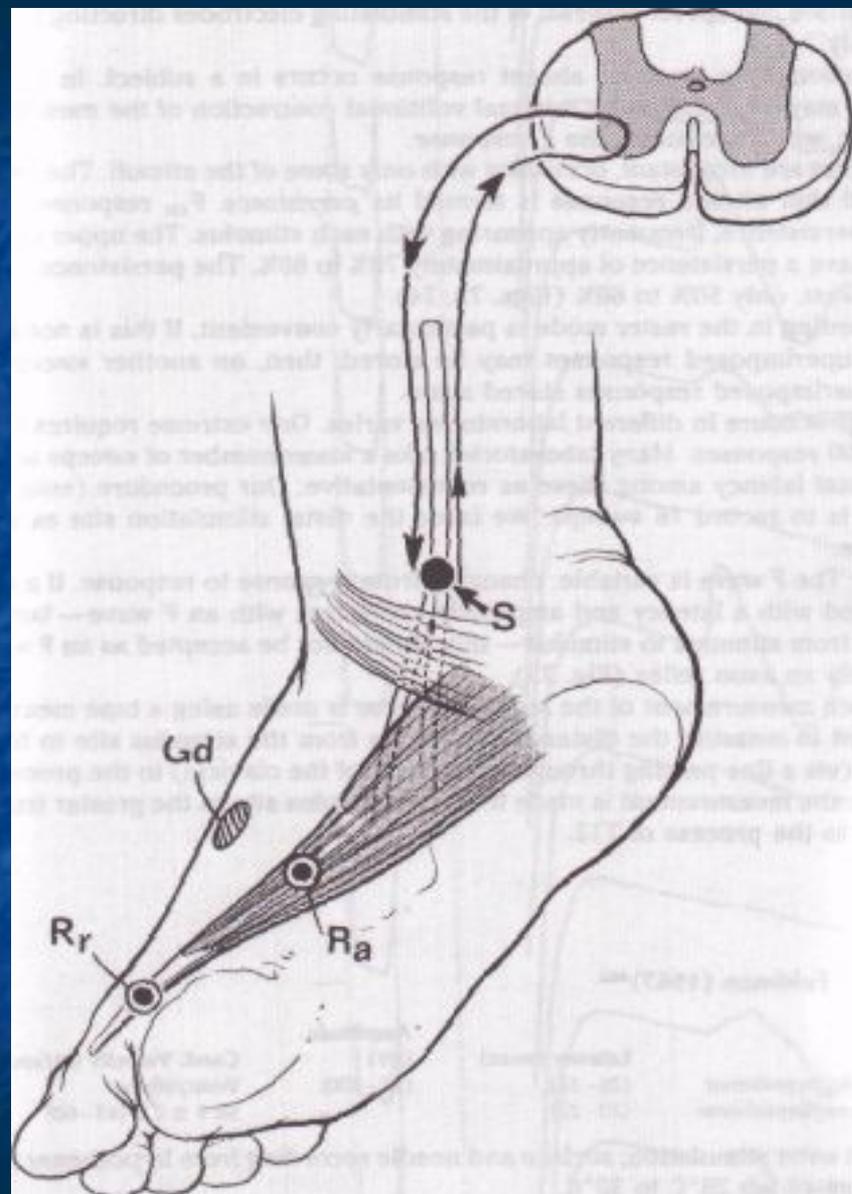


# Сенсорный ответ

Показатель  
преганглионарного  
(постганглионарного)  
поражения нервных  
волокон



**F - волна** – потенциал действия, периодически регистрируемый при супрамаксимальной стимуляции смешанного нерва и имеющий значительно большую латентность чем М-ответ



# Клиническое значение F- волны

- Скрининг проведения по моторным волокнам
- Проведение в проксимальном сегменте нервов
- При поражении мотонейронов спинного мозга (блоки проведения, оценка в сочетании с другими данными)

# F- волна (регистрация)

Makarkin, V P      Right Median      F-Waves # 2  
 Right Abductor pollicis brevis      Record      13:26:18

Switch: STOP    Rate: 0.5 Hz    Level: 0.3 mA    Dur: 0.1 ms    Single

10 mV    F-SNS: 1 mV    10 ms

86.2mA  
86.2mA

Trace: Hold / 20  
Stim: Wrist      Distance: 700mm

M-Lat: 3.4 ms    M-Amp: 9.8 mV    Temp:

Latency	Min	Max	Mean	F-CV:
F    ms	26.4	29.1	28.0	60.8 m/s
F-M   ms	23.0	25.7	24.6	F-No.: 85 %

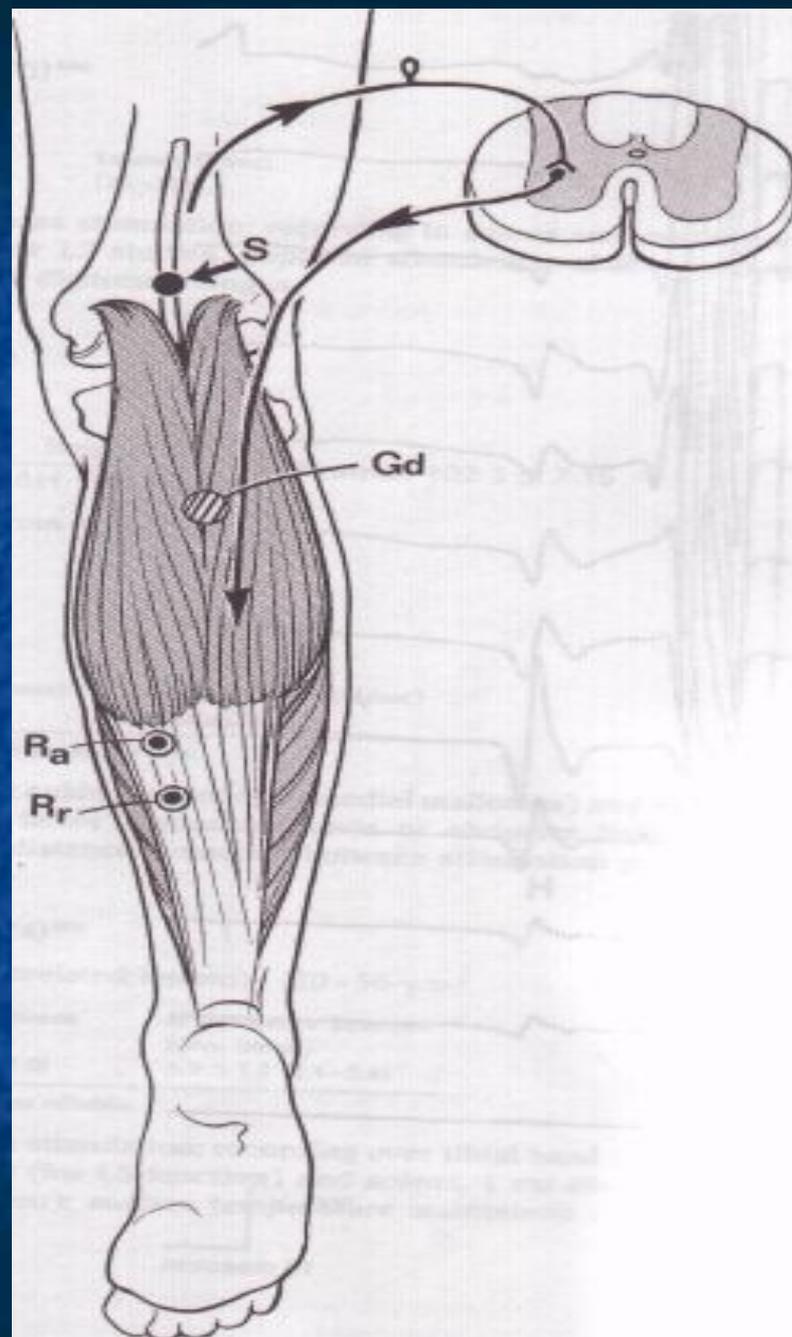
10 Cnt    F-Lat    10 Cnt    Amp Ratio

40    70    100    0    10    20

10 mV    F-SNS: 1 mV    10 ms

Setup    M-SNS: 10 mV    M-SNS: 10 mV    Min F-Lat: Off    Distance    Stimulator Setup

- **H-рефлекс** – рефлекторный спинальный ответ мышцы на раздражение чувствительных волокон смешанного нерва, иннервирующего данную мышцу ( у взрослого – аналог ахиллова рефлекса)



# H-рефлекс

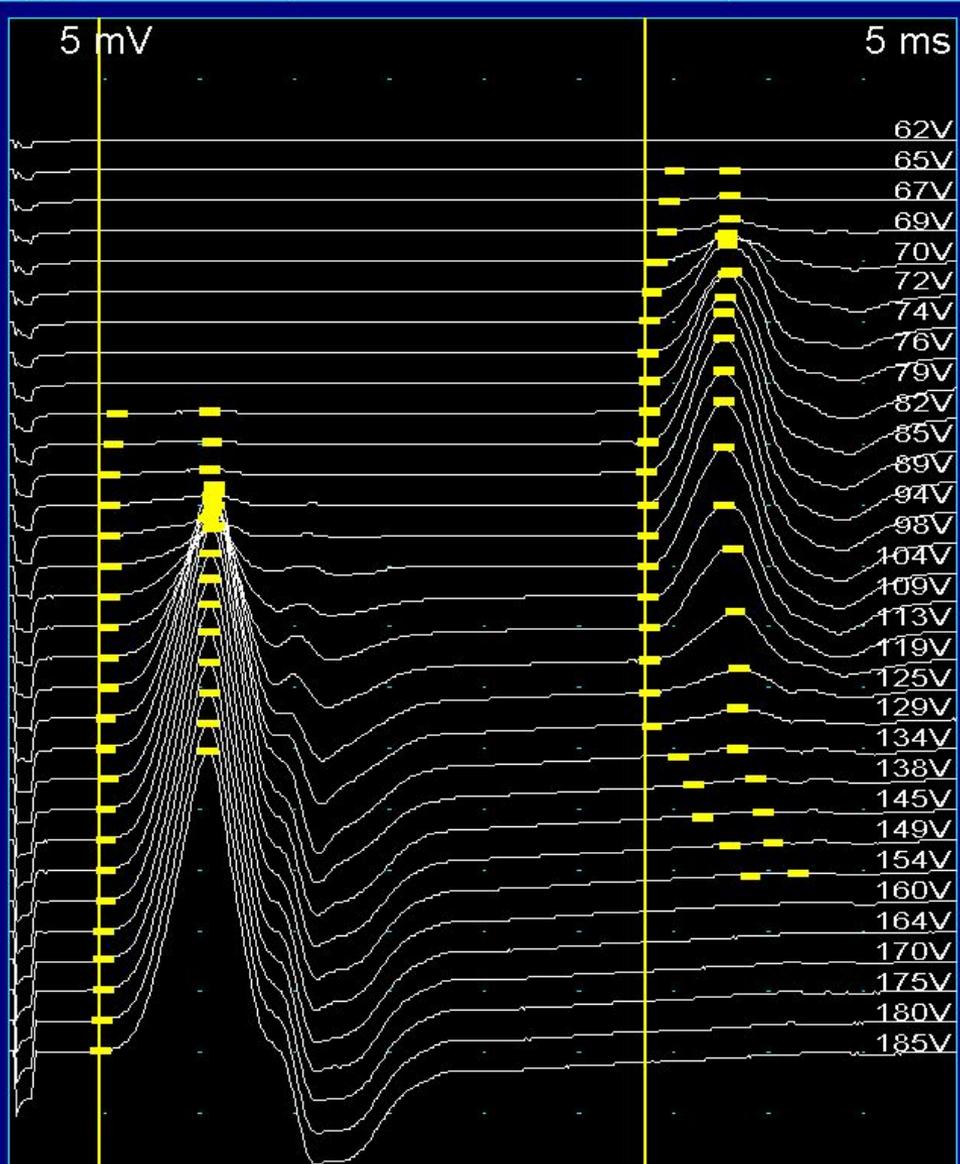
- Позволяет судить о состоянии проводимости всей сегментарной дуги, включая сенсорные, двигательные волокна вне с/м и интраспинальную часть, а также о возбудимости МН.
- Регистрируется до 1года, затем угасает, что зависит от зрелости и сохранности нисходящих тормозных влияний г/м на спинальный аппарат с/м.
- При патологии сегментарной дуги снижается амплитуда H-рефлекса и удлиняется латенция H-волны.
- Снижение амплитуды H-рефлекса за счет центральных механизмов латенция H-волны остается в N.

# Клиническое значение Н-рефлекса

- Радикулопатия S1
- При поражении седалищного нерва (большеберцовая порция нерва)
- Полинейропатии

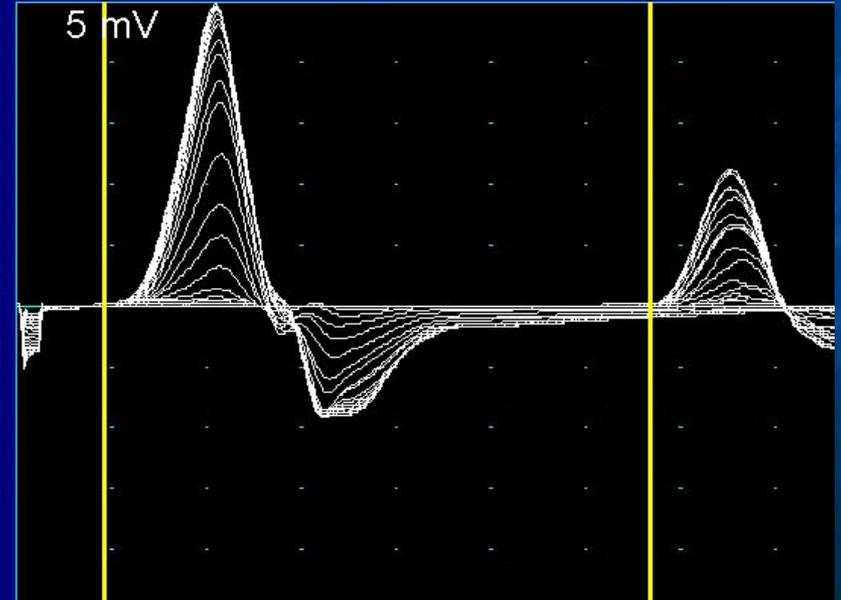
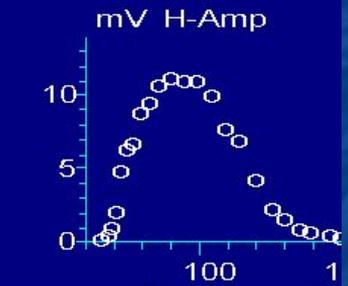
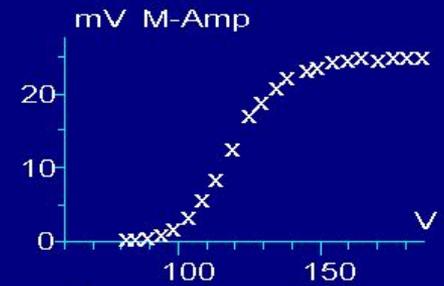
# H-волна (регистрация)

Switch: N-R 1 | Rate: Non-Rec | Level: 1 V | Dur: 0.7 ms | Single



Trace: 32/32  
Stim: Popliteal fossa

	Lat ms	F
M-wave	4.7	
H-wave	33.5	
H-M wave	28.8	



# ЭНМГ признаки мононейропатий

- ↓ амплитуды, полифазия М-ответа
- ↑ дистальная латенция М-ответа
- ↓ амплитуды, ↑ латенции сенсорного ответа
- ↓ СПИ эфф., ↓ СПИ афф.
- Игольчатая миография индикаторных мышц

# ЭНМГ признаки радикулопатий

- Амплитуда М-ответа N или ↓
- СПИ эфф. – N
- F-волна ( ↑латенция, ↓ скорость)
- A-волна (при хронизации процесса)
- H-рефлекс (↑латенция, ↓амплитуда)
- Отсутствуют сенсорные изменения
- Игольчатая миография индикаторных мышц (признаки денервации в 2-х и более мышцах, иннервируемых одним с/м корешком)

# ЭНМГ признаки плексопатий

- ↓ амплитуды М-ответа  $>30\%$  по сравнению с контрлатеральной конечностью
- ↓ амплитуды сенсорного ответа на 50% по сравнению с контрлатеральной конечностью
- Проксимальное поражение верхних отделов плечевого сплетения
- ИЭМГ признаки интактности радикулярных структур, нейрогенные изменения в соответствующих мышечных группах

# Методика оценки нервно-мышечной проводимости

- Ритмическая стимуляция  
повторная стимуляция двигательных нервов с частотой 2-3Гц выявляет снижение моторного ответа на 10% у 65-85% больных

Чувствительность теста 40-60%

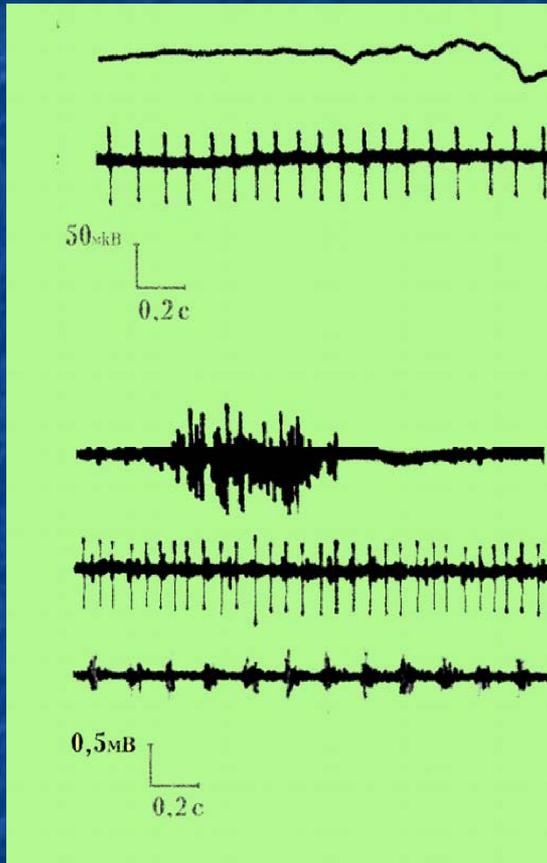
# Мигательный рефлекс



Норма –  
R1 не более 13 мс,  
R2 не более 40 мс

Восстановление R1 и R2  
через 2 недели  
после острой нейропатии  
лицевого нерва

# Методика поверхностной ЭМГ



ЭМГ покоя в норме

Потенциалы фасцикуляций в ЭМГ покоя при поражении периферического мотонейрона

ЭМГ мышечного напряжения в норме

ЭМГ мышечного напряжения при поражении периферического мотонейрона

ЭМГ мышечного напряжения при паркинсонизме

# Игольчатая миография -

инвазивный метод исследования,  
осуществляемый с помощью  
вводимого в мышцу  
концентрического электрода

# ДЕ – структурно-функциональный элемент скелетной мышцы

- -мотонейрон
- -аксон
- синапс
- группа мышечных волокон

ПДЕ – регистрируемый суммарный биоэлектрический потенциал (длительность, амплитуда, форма)

Для оценки степени изменения ПДЕ в мышце – для каждой мышцы используют гистограмму распределения ПДЕ по длительности

# Значимость ИЭМГ

- Оценка периферического нейромоторного аппарата
- Оценка морфофункциональной организации двигательных единиц скелетных мышц, состояние мышечных волокон
- Оценка эффективности лечения, динамики патологического процесса и прогноза

# Показания для ИЭМГ

- Заболевания мотонейронов (БАС, спинальная амиотрофия)
- Миелопатии
- Радикулопатии
- Невропатии
- Миопатии
- Воспалительные заболевания мышц (полимиозит, дерматомиозит)

# Методика игольчатой ЭМГ

- • Выявление неврогенного и миогенного характера поражения мышц.
- • Исследование от 2 до 5 мышц у одного пациента
- • Оценка наличия спонтанной активности (потенциалов фибрилляций и положительных острых волн), выявляемой как при невральном, так и миогенном типе поражения
- • Оценка длительности и амплитуды ПДЕ в режиме легкого произвольного напряжения мышц.
- • Оценка интерференционного паттерна

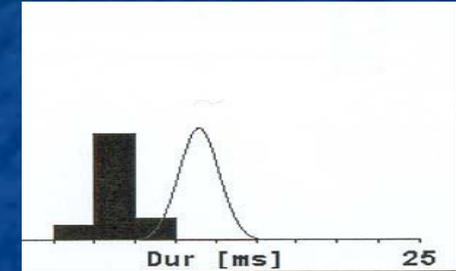
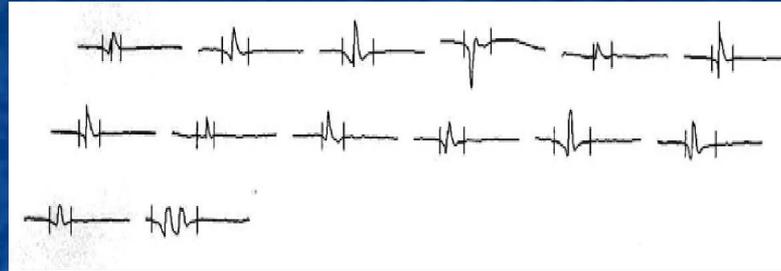


# Анализируемые параметры ЭМГ

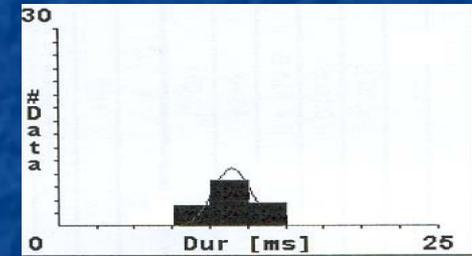
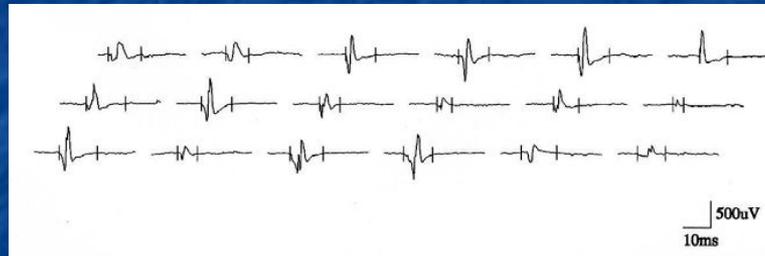
- Активность покоя
  - - активность введения
  - - спонтанная активность
- Произвольная активность
  - - анализ ПДЕ
- Анализ паттерна активации ДЕ
  - - рекрутирование ПДЕ
  - - интерференционный паттерн

# Паттерн ПДЕ в норме и патологии

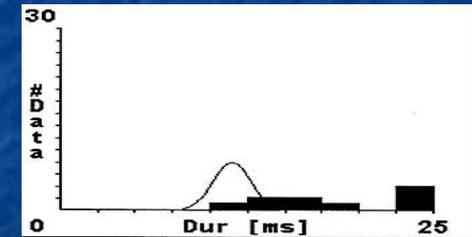
Миогенное поражение



Норма



Нейрогенное поражение



# Спонтанная активность

## ■ Мышечных волокон

- - ПФ  
(потенциал одного мышечного волокна)
- - ПОВ  
(признак гибели денервированного мышечного волокна)
- - МР  
(следствие эфаптической передачи возбуждения при угнетении изолирующих свойств мембраны мышечных волокон)
- - ПМР

## ■ Двигательной единицы

- - ПФц  
(спонтанное сокращение всей ДЕ)  
при болезнях мотонейрона,  
мышечных перегрузках

# Денервационная активность МЫШЦЫ



# Особенности ЭНМГ - ЭМГ

- Объем и метод исследования определяется на основе клинических данных
- Исследование нозологически неспецифично
- Интерпретация результатов проводится в контексте клинических данных
- Качество получаемых результатов и интерпретация в наибольшей степени зависят от квалификации исследователя

# Интерпретация результатов ЭНМГ

- **Клинические данные** (анамнез, неврологический статус)
- **Формирование задач исследования**  
(предположение о характере предполагаемого процесса: нейрональный, невральнй, синаптический, первично-мышечный)
- **Определение объема исследования**  
(стимуляционная ЭНМГ, исследование F-волны, H-волна...)
- **Проведение исследования, протокол исследования, заключение, рекомендации**

## *Заключение ЭМГ включает:*

- • Локализацию поражения, либо тип поражения
- • Распространенность поражения
- • Характер поражения
- • Стадия поражения
- • Выраженность поражения
- • Функциональные возможности
- • Компенсаторные возможности
- • Динамику ЭНМГ нарушений

# Объем ЭНМГ исследования при ПНП

(Американская ассоциация электродиагностической медицины, 1992)

- СПИ мот. не менее, чем на 2 конечностях
- СПИ сенс. не менее, чем на 2 конечностях
- F-волна не менее, чем на 1 конечности
- H-рефлекс не менее, чем на 1 конечности
- Игольчатая ЭМГ 2-х дистальных мышцах н/конечностей и 1-ой мышцы в/конечности

**спасибо**

**за внимание**