

Estudo dirigido – ELETRONEUROMIOGRAFIA
Prof Vitor Tumas
Prof Wilson Marques Jr

A eletroneuromiografia (ENMG) é um exame complementar fundamental para a avaliação das doenças neuromusculares, ou seja, o exame é utilizado para examinar o sistema nervoso periférico, a junção neuromuscular e o músculo. **Dessa forma, o exame é útil para avaliar patologias que acometem as seguintes estruturas do sistema nervoso:**

- a) o neurônio motor inferior
- b) as raízes espinhais
- c) os plexos braquial e crural
- d) os nervos periféricos motores, mistos e sensitivos
- e) a junção neuromuscular
- f) o tecido muscular

Todas as estruturas citadas acima fazem parte do sistema nervoso periférico. O exame também pode ser utilizado para examinar o **sistema nervoso autonômico**, e embora não o examine diretamente, a ENMG pode sugerir se há uma provável lesão central nesse sistema

O exame de ENMG não é um exame confortável para o paciente. O exame consiste na aplicação de estímulos elétricos que produzem “choques” e a inserção de eletrodos de agulha em vários músculos diferentes. Um examinador experiente e bem treinado é fundamental para que o exame transcorra sem grandes traumas. Para que o exame seja feito em boas condições técnicas, é fundamental a colaboração do paciente.

O exame é seguro, mas deve ser feito com cuidado em pacientes que possuem marca-passo implantado, já que os estímulos elétricos podem interferir com o seu funcionamento. O exame com agulha também deve ser feito com cuidado e com restrições em pacientes com problemas na coagulação sanguínea.

O exame de ENMG de rotina pode ser dividido em 3 partes, listadas abaixo, embora técnicas especiais possam ser adicionadas:

- ✓ Estudo da condução nervosa
- ✓ Exame de agulha ou eletromiografia propriamente dita
- ✓ Testes de estimulação repetitiva

Estudo da condução nervosa

Os estudos da condução nervosa (ECN) usam a estimulação elétrica para testar a função das fibras nervosas do sistema nervoso periférico. Nesses testes, é possível identificar a presença de anormalidades nas fibras nervosas, determinar a localização e a gravidade do problema, e ainda reconhecer a característica principal do processo patológico subjacente.

Nos testes regulares para os ECN, o eletroneuromiografista usa eletrodos superficiais para estimular um nervo e captar as respostas provocadas pelo estímulo. Assim, podem ser testados as fibras motoras e sensitivas e os nervos motores, sensitivos e mistos. De uma maneira objetiva, a ENMG é capaz de examinar as fibras motoras do neurônio motor inferior ao músculo, e as fibras sensitivas das suas porções distais periféricas até o gânglio da raiz posterior.

As fibras nervosas periféricas podem ser examinadas aplicando-se um estímulo elétrico sobre um nervo e captando a condução nervosa através desse nervo. O estímulo é aplicado

utilizando-se 2 eletrodos, um catodo e um anodo. O catodo é o eletrodo negativo, que é o ponto responsável propriamente pela estimulação das fibras nervosas. Normalmente se usa uma intensidade do estímulo suficiente para estimular todas as fibras do nervo. A captação da condução do estímulo no nervo é feita por eletrodos posicionados sobre o nervo, a uma determinada distância do ponto de estímulo. A condução nervosa em um nervo estimulado em determinado ponto ocorre tanto na direção fisiológica (ortodrômica) como na direção oposta (antidrômica). Em um nervo mostra condução fisiológica é de proximal para distal, e no nervo sensitivo é ao contrário, de distal para proximal.



Figura mostra o estudo antidromico do nervo sural (nervo sensitivo). O estímulo é aplicado na face posterior da perna, sobre o nervo sural. O registro é feito no tornozelo com eletrodo de superfície também posicionado no trajeto do nervo.

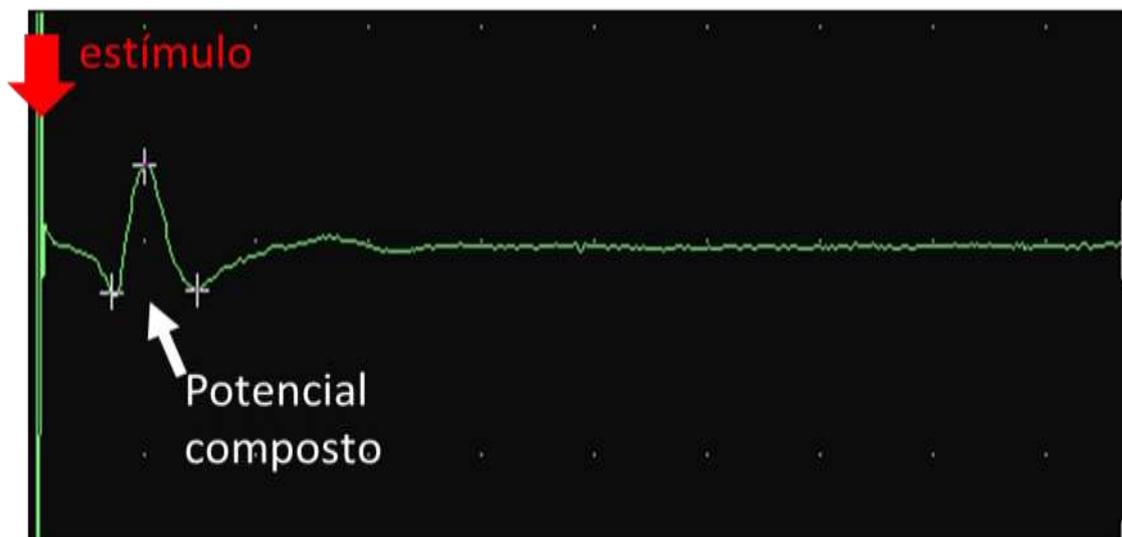


Figura mostrando o potencial de ação sensitivo composto registrado o nervo sural.

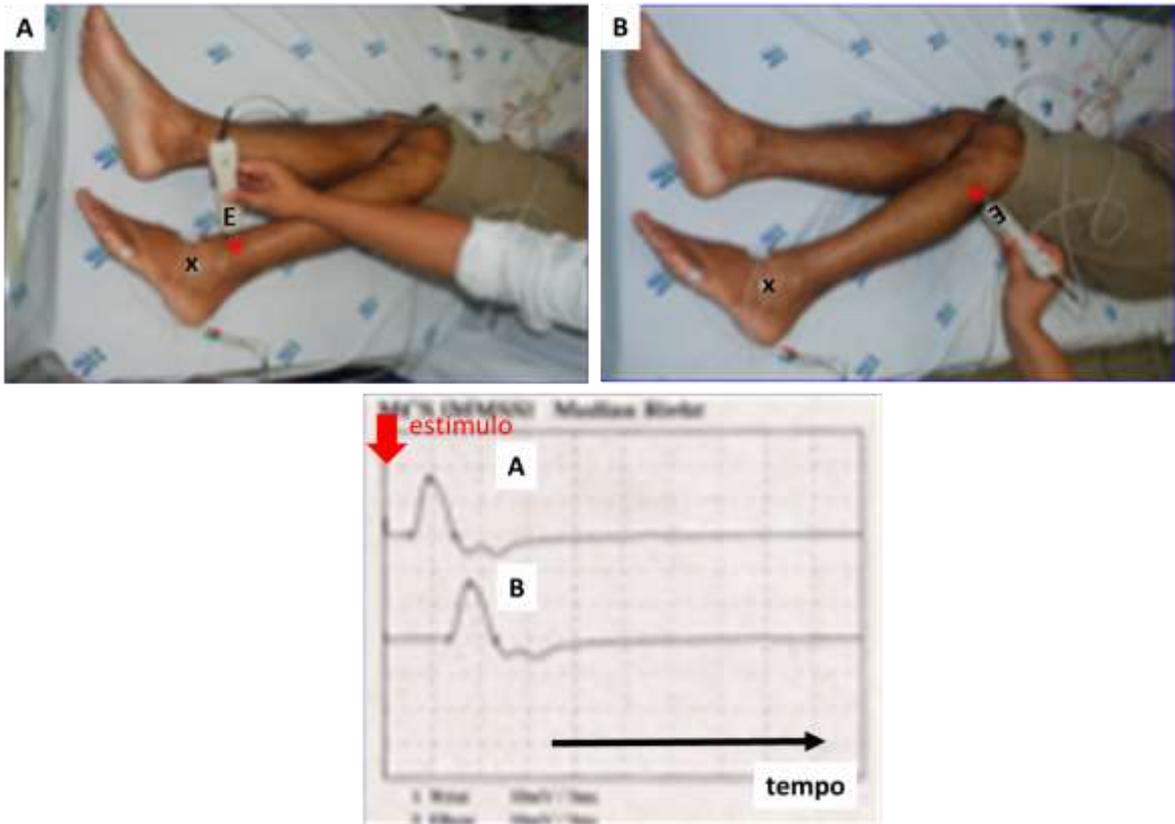


Figura mostrando o estudo ortodrômico do nervo fibular (nervo misto mas predominantemente motor). Em (A) o estímulo (E) é feito sobre o nervo no tornozelo, enquanto o registro é realizado distalmente no nervo (x). Em (B), o estímulo (E) é feito sobre o nervo na cabeça da fíbula enquanto o registro é também realizado distalmente no nervo (x). Os gráficos são o potencial de ação muscular composto depois do estímulo distal (A) e proximal (B), respectivamente.

PARA LEMBRAR: a condução ortodrômica seria então:

- a) De proximal para distal em um nervo motor e de distal para proximal em um nervo sensitivo?
- ou
- b) De proximal para distal em um nervo sensitivo e de distal para proximal em um nervo motor?

Resposta: a condução ortodrômica é de proximal para distal em um nervo motor e de distal para proximal em um nervo sensitivo

Na prática, o ECN pode ser realizado em qualquer uma das direções, sem criar qualquer problema para a interpretação dos resultados. O potencial de ação sensitivo representa a somação temporal e espacial de todas as fibras com mais de 7 µm de diâmetro, enquanto o potencial de ação muscular registra a somação temporal e espacial de todas as fibras musculares inervadas pelo nervo examinado. Ao analisar a resposta, o examinador avalia a amplitude, a duração, a latência distal, a velocidade de condução e a morfologia do potencial.

De maneira simplificada, as reduções nas amplitudes das respostas indicam problemas no axônio, enquanto que reduções na velocidade de condução indicam problemas na bainha de mielina que envolve o nervo. Os ECN são fundamentais para diferenciar as neuropatias axonais das neuropatias mielínicas. Além disso, ajudam a determinar a localização exata de uma lesão focal.

Como visto acima, nos ECN dos nervos sensitivos, registramos especialmente a condução das fibras de grosso calibre ou grossas que são mielinizadas, enquanto que as fibras finas (amielínicas) produzem potenciais de ação muito pequenos, que são praticamente indetectáveis pelos métodos de rotina.

Você se recorda que tipo de sensibilidade é conduzido respectivamente pelas fibras sensitivas grossas e pelas fibras sensitivas finas?

- a) Táctil e vibratória (grossas), térmica e algésica (finas)
- b) Táctil e térmica (grossas), vibratória e algésica (finas)
- c) Táctil e algésica (grossas), posição segmentar e térmica (finas)
- d) Discriminação entre 2 pontos e posição segmentar (grossas), térmica e algésica (finas)
- e) a e d estão corretas

Resposta: as fibras grossas, ou mielínicas conduzem a sensibilidade táctil discriminativa que inclui a sensibilidade de discriminação entre 2 pontos, e a sensibilidade profunda, que inclui a sensibilidade vibratória e a sensibilidade cinético-postural ou de posição segmentar. As fibras finas (amielínicas ou pouco mielinizadas) conduzem a sensibilidade dolorosa (algésica) e térmica.

Dessa forma, se você atendesse um paciente com suspeita de uma neuropatia que afetasse especialmente as fibras da sensibilidade termoalgésica, e o resultado da ENMG fosse normal, você:

- a) afastaria definitivamente o diagnóstico
- b) acharia o resultado improvável e inexplicável
- c) acharia o resultado como sendo esperado
- d) não saberia explicar o fato

Resposta: como vimos antes, o exame convencional de ENMG não é sensível para detectar patologias que afetam as fibras sensitivas finas, assim o achado é esperado, se não houver o comprometimento simultâneo de outras fibras sensitivas mais grossas.

Para estudar os nervos motores ou as fibras motoras na ENMG, pode-se fazer algo um pouco diferente: estimular o nervo e registrar a contração no músculo inervado por ele. Os eletrodos posicionados sobre o músculo captam um potencial elétrico denominado potencial de ação muscular composto (PAMC) que representa a soma de todos os potenciais de ação nas fibras musculares. Os mesmos parâmetros são analisados.

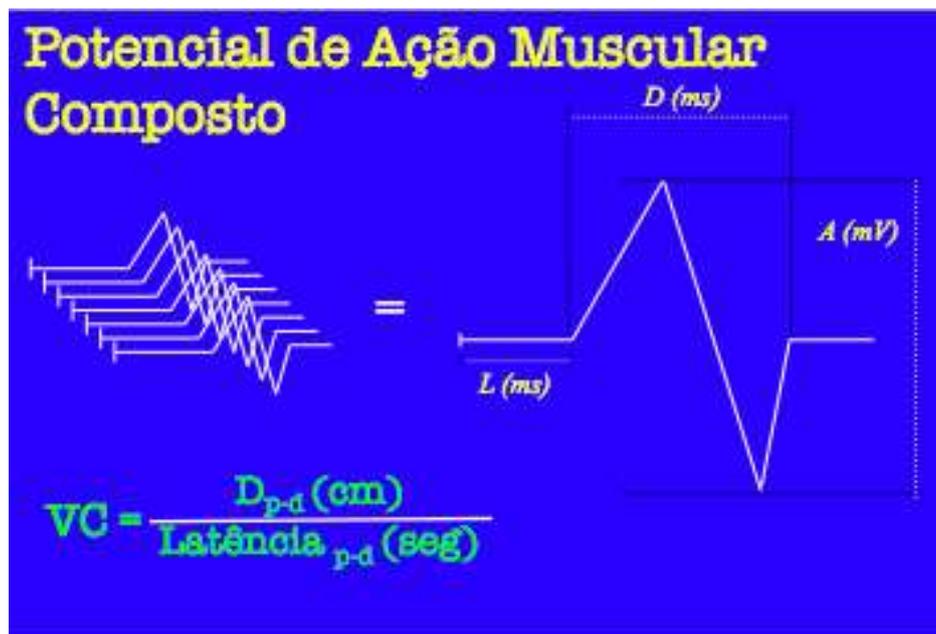


Figura 3. Parâmetros analisados no potencial de ação muscular composto

Considerando que podemos medir a velocidade de condução em um nervo conhecendo a distância exata entre os eletrodos de estímulo e de registro e o tempo que o estímulo levou para ir de um ponto a outro, qual você acha que seria a medida de velocidade menos precisa?

- a) O ECN em um nervo sensitivo
- b) O ECN em um nervo misto
- c) O ECN em um nervo motor com registro do PAMC

Resposta. O ECN realizado em um nervo motor com registro do PAMC implica em que o estímulo tenha sido feito no nervo, que o potencial de ação seja conduzido até a placa motora, para depois induzir os potenciais de ação no músculo e a contração muscular. Assim, nesse procedimento, inclui-se além da condução nervosa, todo o tempo de processamento do estímulo na junção neuromuscular. Assim, o cálculo da velocidade das fibras motoras feita por esse método é bem menos preciso.

Mas há maneiras alternativas de realizar essa medida de velocidade de condução das fibras motoras com mais precisão. Uma das maneiras seria realizando estímulos em diferentes posições do nervo motor.

Quando aplicamos um estímulo elétrico em uma fibra motora, o potencial de ação gerado nas fibras nervosas segue nas duas direções, como discutimos antes.

Seguindo na direção antidrômica, para onde o potencial se dirige?

- a) Para a parte distal do nervo e para o músculo?
- b) Para a parte proximal do nervo e para a medula espinhal?

Resposta. Esse potencial de ação no sentido antidrômico percorre todo o comprimento da fibra motora no sentido contrário ao fisiológico, até chegar ao neurônio motor inferior no corno anterior da medula espinhal.

No corno anterior da medula espinhal, esse estímulo antidrômico ativa alguns neurônios motores que vão despolarizar e gerar potenciais de ação que vão seguir de volta pelas fibras motoras e vão ativar os músculos inervados pelas fibras, produzindo um PAMC. Essa resposta muscular é denominada de onda F, e pode ser obtida nos membros inferiores e superiores. A vantagem desse método é que ele permite examinar toda a via motora, do neurônio motor ao músculo. Não existe um método semelhante para examinar por completo, toda a via sensitiva periférica. Dessa forma, no exame de ENMG não obtemos informações das vias sensitivas proximais ao gânglio sensitivo da raiz dorsal.

ONDA F NORMAL

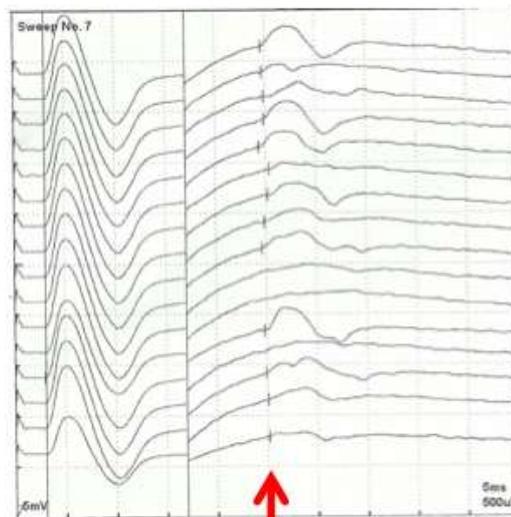


Figura mostrando a onda F (seta)

Em resumo, os ECN servem basicamente para:

- ✓ Identificar lesões difusas ou localizadas nos nervos periféricos
- ✓ Indicar a provável fisiopatologia da lesão: axonal ou desmielinizante
- ✓ Diferenciar as lesões ou patologias dos nervos das lesões ou patologias do neurônio motor inferior ou do músculo

A eletromiografia ou exame de agulha

Uma das partes importantes da ENMG é a eletromiografia ou exame de agulha. Nesse exame são inseridas agulhas que funcionam como eletrodos nos músculos. Essas agulhas permitem verificar a presença de: potenciais elétricos musculares durante a inserção da agulha, durante o repouso muscular e durante uma contração muscular ativa. Dessa forma, o examinador pode obter sinais sobre o funcionamento das unidades motoras e sobre o funcionamento muscular. No exame da eletromiografia é possível observar sinais que indicam um processo miopático, ou evidenciar sinais de desnervação muscular e determinar se ela é aguda ou crônica. Dessa forma, por exemplo, o examinador é capaz de mapear os músculos desnervados com precisão, podendo assim estimar a localização da lesão ou patologia nas fibras nervosas periféricas. Nas miopatias, os ECN são normais.

ELA: Correspondente Eletrofisiológico da Perda Unidades Motoras



**Preservação unidades motoras:
recrutamento normal**



**Perda unidades motoras
recrutamento reduzido:**

Figura mostra registro do padrão de interferência (contração muscular máxima: no lado direito da figura observa-se um traçado "cheio", decorrente do número normal de unidades motoras, enquanto no traçado da esquerda temos um número menor de unidades motoras, em paciente com esclerose lateral amiotrófica)

Os testes de estimulação repetitiva (TER)

Servem para estudar o funcionamento das junções neuromusculares. A avaliação é feita com a estimulação repetitiva de algum nervo motor e registrando-se o PAMC. Dessa forma, é possível avaliar o comportamento da resposta muscular ao longo do tempo. Normalmente, a estimulação repetitiva leva à fadiga muscular e a um decréscimo na amplitude da resposta muscular. A fadigabilidade da fibra motora é normal e depende da frequência de estimulação. Os TER são fundamentais para o diagnóstico da miastenia gravis (MG) e de outras doenças da junção neuromuscular. Na MG a estimulação repetitiva a 2Hz provoca um declínio progressivo na amplitude logo nas primeiras respostas, o que não é esperado acontecer.

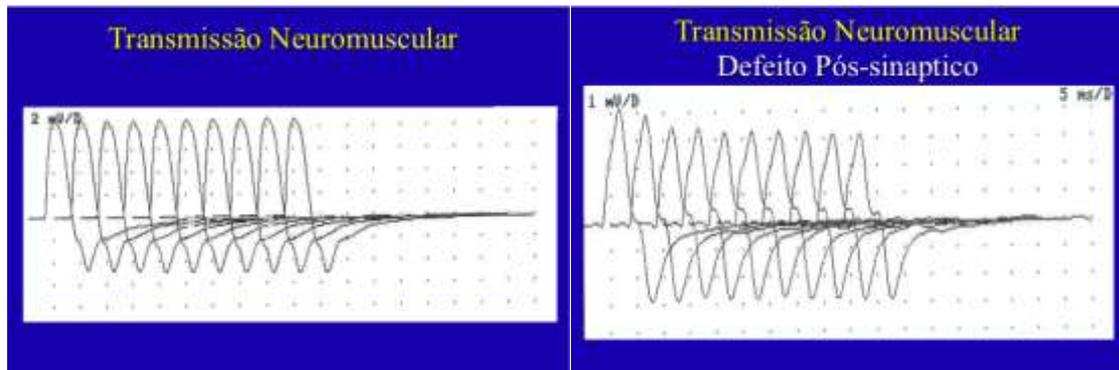


Figura mostra no lado esquerdo um teste da estimulação repetitiva de um indivíduo normal, enquanto do lado direito mostra o exame de um paciente com miastenia gravis. Observe a queda da amplitude das respostas ao longo do tempo

Concluindo:

O exame de ENMG é um método auxiliar muito importante no diagnóstico e localização das patologias que afetam o sistema neuromuscular. Também é um exame importante para quantificar as anormalidades, definir prognósticos e acompanhar a evolução do quadro. O examinador utiliza os ECN, a eletromiografia e os testes de estimulação repetitiva dependendo da hipótese e do quadro clínico do paciente. Por isso, é muito importante que o clínico solicitante do exame forneça as principais informações clínicas ao indicar o exame. O paciente não terá todos os nervos e músculos do corpo examinados, mas obviamente a extensão dos testes dependerá da complexidade do problema.

A ENMG deve ser solicitada:

- ✓ Sempre que a lesão ou patologia que acomete o sistema neuromuscular não está completamente caracterizada
- ✓ Para confirmar uma hipótese clínica
- ✓ Para localizar uma lesão ou patologia no sistema neuromuscular
- ✓ Para diferenciar um problema neurogênico de um problema muscular ou um problema muscular de uma doença da junção neuromuscular
- ✓ Para identificar anormalidades subclínicas