

LUIZ CARLOS PINTO

# Neurofisiologia Clínica

ASPECTOS PRÁTICOS

EDITORES

LUIZ CARLOS PINTO

MARCUS VINICIUS ROCHA PINTO

LUIZ FELIPE ROCHA PINTO

SILVIO PESSANHA NETO

VERA LUCIA ROCHA PINTO

**Di**livros





# Sumário

## SEÇÃO 1 ELETRONEUROMIOGRAFIA CLÍNICA – Princípios Básicos, 1

- 1 O Exame Eletromiográfico, 3**  
*Luiz Carlos Pinto*  
*Vera Lucia Rocha Pinto*
- 2 Os Estudos da Neurocondução, 21**  
*Luiz Carlos Pinto*  
*Vera Lucia Rocha Pinto*
- 3 Causas de Erros na Eletromiografia, 37**  
*Luiz Carlos Pinto*  
*Vera Lucia Rocha Pinto*
- 4 Técnicas Especiais de Neurocondução, 45**  
*Juan Manuel Guzmán Gonzalez*  
*Maria Elva Garcia Salazar*
- 5 A Avaliação Muscular, 57**  
*Luiz Carlos Pinto*  
*Vera Lucia Rocha Pinto*
- 6 Eletromiografia Quantitativa: Princípios Básicos e Aplicações, 73**  
*Carlos Otto Heise*
- 7 Eletromiografia de Fibra Única: Princípios Básicos e Aplicações, 83**  
*João Aris Kouyoumdjian*  
*Flavia Costa Nunes Machado*

## SEÇÃO 2 ABORDAGEM NEUROFISIOLÓGICA NAS LESÕES NERVOSAS PERIFÉRICAS, 125

- 8 Lesões dos Nervos Facial e Trigêmeo, 127**  
*Luiz Carlos Pinto*  
*Luiz Felipe Rocha Pinto*  
*Vera Lucia Rocha Pinto*
- 9 Plexopatias Braquiais, 141**  
*Luiz Felipe Rocha Pinto*  
*Luiz Carlos Pinto*  
*Vera Lucia Rocha Pinto*
- 10 Lesões Nervosas Traumáticas e Compressivas de Membros Superiores, 155**  
*Luiz Carlos Pinto*  
*Luiz Felipe Rocha Pinto*  
*Vera Lucia Rocha Pinto*
- 11 Plexopatias Lombossacrais, 177**  
*Luiz Felipe Rocha Pinto*  
*Luiz Carlos Pinto*  
*Vera Lucia Rocha Pinto*
- 12 Lesões Nervosas Traumáticas e Compressivas de Membros Inferiores, 189**  
*Luiz Carlos Pinto*  
*Luiz Felipe Rocha Pinto*  
*Vera Lucia Rocha Pinto*

### SEÇÃO 3 ABORDAGEM NEUROFISIOLÓGICA NAS RADICULOPATIAS, 205

#### 13 Radiculopatias Cervicais, 207

*Arquimedes de Moura Ramos  
Lucas Martins Nunes*

#### 14 Radiculopatias Lombares, 221

*José Heleodoro Xavier de Castro  
Ana Maria Hope*

### SEÇÃO 4 ABORDAGEM NEUROFISIOLÓGICA NAS NEUROPATIAS, 239

#### 15 Polineuropatias, 241

*Marcus Vinicius Rocha Pinto  
Luiz Felipe Rocha Pinto  
Luiz Carlos Pinto*

#### 16 Neuropatias Imunomediadas, 249

*Marcus Vinicius Rocha Pinto*

#### 17 Neuropatias Infecciosas, 263

*Camila Castelo Branco Pupe  
Oswaldo J. M. Nascimento*

#### 18 Neuropatias Hereditárias, 281

*Eduardo Boîteux Uchôa Cavalcanti*

#### 19 Neuropatias Tóxicas e Metabólicas, 293

*Luiz Felipe Rocha Pinto  
Luiz Carlos Pinto  
Vera Lucia Rocha Pinto*

#### 20 Neuropatias de Fibras Finas, 315

*Oswaldo J. M. Nascimento*

#### 21 Neuropatias Dolorosas Incomuns, 323

*José Cuellar Nuñez*

### SEÇÃO 5 ABORDAGEM NEUROFISIOLÓGICA NAS DOENÇAS NEUROMUSCULARES, 335

#### 22 Doenças do Neurônio Motor Inferior, 337

*Marcio Luiz Escorcio Bezerra  
Lyamara Apostólico de Azevedo*

#### 23 Miopatias, 365

*Marcus Vinicius Rocha Pinto  
Luiz Carlos Pinto  
Vera Lucia Rocha Pinto*

#### 24 Doenças que Afetam as Junções Neuromusculares, 385

*Luiz Carlos Pinto  
Vera Lucia Rocha Pinto  
Luiz Gustavo Lopes Guanaes*

### SEÇÃO 6 OS ESTUDOS DE POTENCIAIS EVOCADOS: APLICAÇÕES CLÍNICAS, 405

#### 25 Neuroanatomia Funcional: Vias Eferentes e Aferentes, 407

*Silvio Pessanha Neto*

#### 26 Potenciais Evocados Somatossensitivos, 421

*Luiz Carlos Pinto  
Vera Lucia Rocha Pinto  
Paula Roberta Accioli de Vasconcellos*

#### 27 Potenciais Evocados Visuais, 463

*Luiz Carlos Pinto  
Vera Lucia Rocha Pinto  
Paula Roberta Accioli de Vasconcellos*

#### 28 Potenciais Evocados Auditivos do Tronco Cerebral, 483

*Luiz Carlos Pinto  
Vera Lucia Rocha Pinto  
Paula Roberta Accioli de Vasconcellos*

#### 29 Potenciais Evocados Cognitivos: P300, 505

*Ana Maria Sales Low  
Roberto Low  
Cristiane Sales Low*

### SEÇÃO 7 ABORDAGEM NEUROFISIOLÓGICA DOS DISTÚRBIOS ENCEFÁLICOS, 523

#### 30 Eletroencefalograma no Adulto: Princípios Básicos e Aplicações, 525

*Tiago Silva Aguiar  
Vanessa Cristina Colares Lessa  
Maria Emília Cosenza Andraus*

#### 31 Eletroencefalograma na Infância, 553

*Laura Maria de Figueiredo Ferreira Guilhoto*

#### 32 Mapeamento Cerebral, 571

*Roberto Low  
Ana Maria Sales Low  
Cristiane Sales Low*

- 33 Videomonitorização Contínua por Vídeo-EEG: Fundamentos e Aspectos Práticos, 585**  
*Isabella D'Andrea Meira*  
*Tayla Taynam Romão*  
*Thais Nascimento Magalhães*
- 34 Videomonitorização Não Invasiva por Vídeo-EEG nas Epilepsias, 597**  
*Isabella D'Andrea Meira*  
*Michelle Zimmerman*  
*Nicelle de Moraes Candez*
- 35 Monitorização Invasiva por Vídeo-EEG nas Epilepsias, 619**  
*Isabella D'Andrea Meira*  
*Aline Chacon Pereira*  
*Ana Carolina Gomes Baltar*  
*Henrique Jannuzzelli Pires do Prado*
- 36 Eletroencefalograma na Unidade de Terapia Intensiva, 629**  
*Tiago Silva Aguiar*  
*Leonardo Alves Araújo*  
*Maria Emília Cosenza Andraus*
- SEÇÃO 8 POLISSONOGRAMA, 651**
- 37 Polissonografia: Princípios Básicos e Aquisição, 653**  
*Andrea Bacelar*  
*Rogério Santos-Silva*
- 38 Análise – Os Resultados e a Interpretação da Polissonografia, 665**  
*Andrea Bacelar*  
*Rogério Santos-Silva*
- 39 Outros Exames no Laboratório do Sono, 679**  
*Andrea Bacelar*  
*Rogério Santos-Silva*
- SEÇÃO 9 ABORDAGEM NEUROFISIOLÓGICA NOS DISTÚRBIOS DE MOVIMENTOS, 689**
- 40 Tremores: Classificação, Tipos e Diagnósticos Diferenciais, 691**  
*Marco Antonio Araújo Leite*  
*Guilherme Sperling Torezani*
- 41 Avaliação Eletromiográfica dos Tremores, 709**  
*Luiz Carlos Pinto*  
*Armando Pereira Carneiro*  
*Vera Lucia Rocha Pinto*
- 42 Distonias: Conceitos Básicos e Classificação, 719**  
*Tae Mo Chung*
- 43 Toxina Botulínica: Histórico, Mecanismos de Ação e Indicações, 725**  
*Flavio Henrique de Rezende Costa*
- 44 Avaliação Eletromiográfica em Distonias, 733**  
*Tae Mo Chung*  
*Arquimedes de Moura Ramos*
- SEÇÃO 10 MONITORIZAÇÃO NEUROFISIOLÓGICA INTRAOPERATÓRIA, 745**
- 45 Monitorização Neurofisiológica em Cirurgias Encefálicas, 747**  
*Adauri Bueno de Camargo*  
*Vanessa Albuquerque Paschoal Aviz Bastos*
- 46 Monitorização Neurofisiológica por Eletrocorticografia, 781**  
*Mirian Salvadori Bittar Guaranha*  
*Laura M. F. Ferreira Guilhoto*
- 47 Monitorização Neurofisiológica Intraoperatória nas Cirurgias Espinhais, 805**  
*Paulo André Teixeira Kimaid*
- SEÇÃO 11 AVALIAÇÕES ESPECIAIS, 825**
- 48 Eletromiografia da Laringe, 827**  
*Paulo André Teixeira Kimaid*  
*Melina Pazian Martins*  
*Agrício Nubiato Crespo*
- 49 Testes de Quantificação da Sensibilidade: Princípios Básicos e Aplicações Clínicas, 837**  
*Manoel de F. Villarroel*
- 50 Avaliação Ultrassonográfica Neuromuscular, 853**  
*Ana Lucila Moreira*

## SEÇÃO 12 AUDIOVISUAIS

*Coordenação*

*Silvio Pessanha Neto*

*Apoio*

*Universidade Estácio de Sá – Instituto de  
Educação Médica (IDOMED)*

### I – Revisão da Anatomia clínica neuromuscular:

#### A) Músculos da face

*Raphael Bertani*

#### B) Músculos da nuca e pescoço

*Raphael Bertani*

#### C) Músculos da cintura escapular e membros superiores

*Rafael Augusto Prinz*

#### D) Músculos da cintura pélvica e membros inferiores

*Rafael Augusto Prinz*

#### E) Nervos Facial e trigêmeo

*Gabriel Etienne Salles*

#### F) Plexo braquial

*Gabriel Etienne Salles*

#### G) Nervos dos membros superiores

*Luiz Felipe Haberfeld*

*Williams da Conceição Pinto*

#### H) Plexo Lombossacro

*Gabriel Etienne Salles*

#### I) Nervos dos membros inferiores

*Luiz Felipe Haberfeld*

*Williams da Conceição Pinto*

### II – Exame físico direcionado à avaliação neuromuscular:

#### A) Exame muscular pela técnica palpatória

*Rafael Augusto Prinz*

#### B) Exame muscular nas distonias cervicais

*Flávio Costa*

#### C) Exame dos Pares Cranianos

*Fabiola Malfetano*

*Gutemberg Santos*

#### D) Exame neurológico neuromuscular

*Fabiola Malfetano*

*Gutemberg Santos*

Índice Remissivo, 865

# SEÇÃO 1

## ELETRONEUROMIOGRAFIA CLÍNICA Princípios Básicos





# O Exame Eletroneuromiográfico

## ■ INTRODUÇÃO

A eletroneuromiografia (ENMG) é um estudo neurofisiológico que nos permite avaliar o estado bioelétrico de músculos e nervos. Apesar de também ser empregada para pesquisar e estudar algumas patologias que comprometem o sistema nervoso central, o estudo visa principalmente identificar e avaliar patologias que afetam o sistema nervoso periférico, músculos e as junções neuromusculares. Por ser um estudo funcional, o exame é rotineiramente empregado nos pacientes que apresentam quadros que levem a suspeita de comprometimento de quaisquer dos componentes das unidades motoras, assim como de nervos sensitivos periféricos, como pode ocorrer nas mielopatias, doenças do segundo neurônio motor, radiculopatias, plexopatias e outras lesões nervosas periféricas, além dos vários tipos de neuropatias, distúrbios juncionais e nas miopatias.

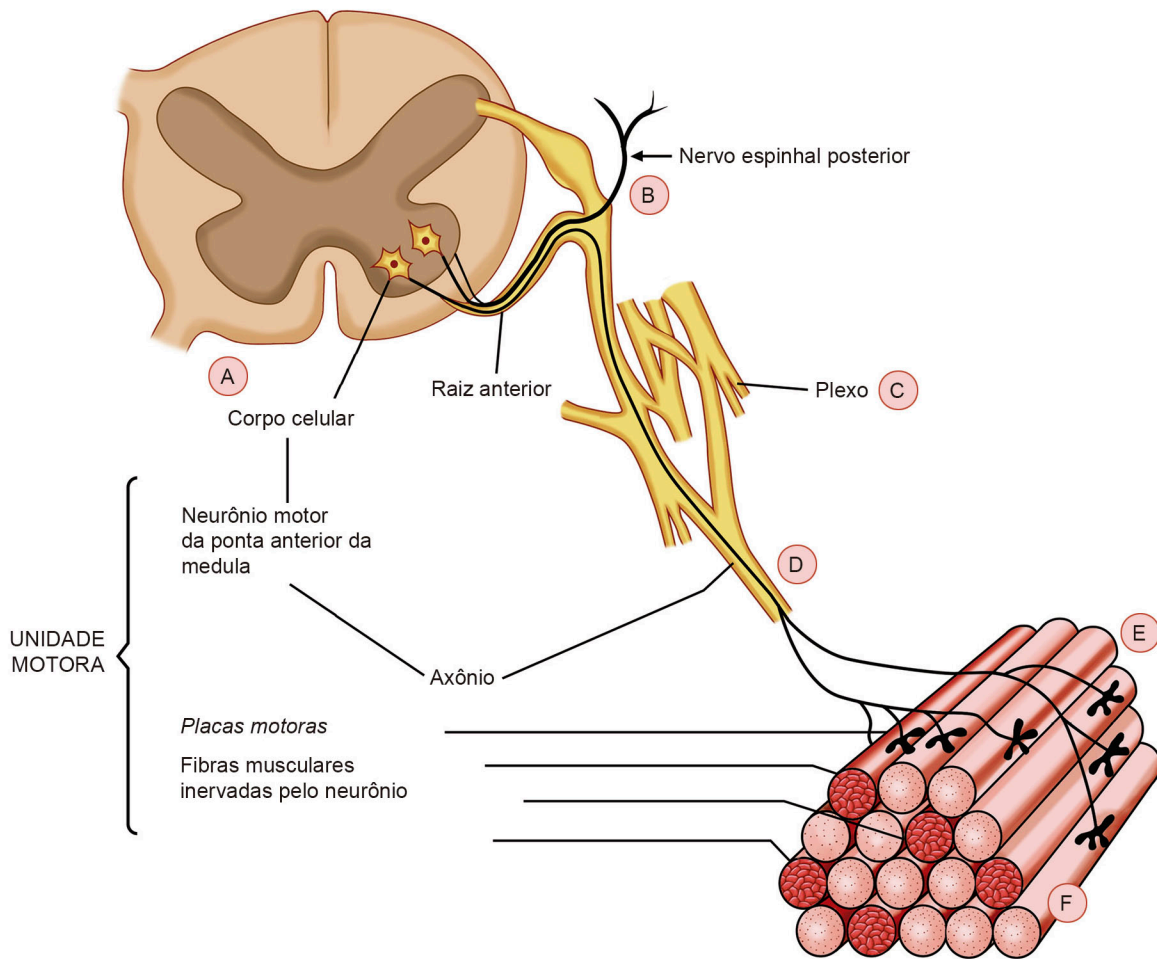
Conforme citado, além dessas aplicações rotineiras, a ENMG também pode ser útil em situações especiais, como nas avaliações dos tremores e distúrbios do movimento, em algumas doenças do sistema nervoso central, bem como nos monitoramentos neurofisiológicos intraoperatórios. Nos tratamentos da espasticidade, das distonias e de outros distúrbios de movimentos com toxina botulínica, a avaliação muscular é empregada para a confirmação diagnóstica, a identificação e a localização mais precisa dos músculos mais afetados,

possibilitando com isso o emprego de menores doses do medicamento e a obtenção de melhores resultados (Fig. 1.1).<sup>1-3</sup>

Para a realização de uma ENMG é necessário o emprego do eletromiógrafo, ou, como mais apropriadamente deve ser chamado, eletroneuromiógrafo, que é um equipamento eletrônico que nos permite captar e registrar as trocas bioelétricas que ocorrem durante a transmissão nervosa e a contração muscular. Os aparelhos modernos costumam estar constituídos por um microcomputador, muitas vezes portátil, acoplados à uma unidade menor acessória, com pré-amplificadores, filtros, módulo de estimulação etc., permitindo com isso detectar as trocas elétricas que ocorrem no nível celular, durante a transmissão nervosa, o repouso e a contração muscular. Uma vez captados, esses fenômenos bioelétricos são transformados em sinais ou potenciais elétricos, que sofrem ampliações e são visualizados na tela do monitor do equipamento, quando então são analisados. Como também são convertidos em sinais sonoros, cada evento apresenta uma imagem e um som específico, permitindo assim identificá-los e diferenciá-los pelo seu formato, frequência e som característicos.

Após o seu registro pelos eletrodos de captação superficial ou intramuscular, os traçados com os potenciais visualizados na tela do monitor podem ser impressos, armazenados em bancos de memória ou em variados tipos de mídias. Dependendo da sofisticação





■ FIGURA 1.1. Unidade motora e o diagnóstico eletroneuromiográfico. A. Mielopatias. B. Radiculopatias. C. Plexopatias. D. Neuropatias. E. Distúrbios juncionais neuromusculares. F. Miotpatias.

do equipamento essas informações podem até mesmo ser transmitidas de um ponto a outro, via internet, ou por meio de outras mídias digitais.

Para fins didáticos, a ENMG pode ser dividida em duas etapas: a eletroneurografia, constituída pelas provas de neurocondução, e a eletromiografia propriamente dita, que é a avaliação muscular. No entanto, é fundamental que se entenda que essas etapas são inteiramente interdependentes e na maioria dos casos, indissociáveis. Não se justificando, portanto, a realização de apenas uma delas, pois tecnicamente necessita-se sempre das informações de ambas para se chegar ao diagnóstico. Dessa forma, constitui um erro grosseiro a solicitação ou a realização de apenas uma das etapas do exame. Até por uma questão semântica, não pode existir uma “eletromiografia” ou “ENMG”, sem, por exemplo, o exame muscular. Em alguns casos especiais, como nas investigações dos tremores, distúrbios do movimento e nos monitoramentos cirúrgicos, se pode

abrir mão das provas de neurocondução e se fazer apenas a avaliação muscular.

Essa observação é importante, pois sob a justificativa de que a avaliação muscular com eletrodos de agulha é incômoda para os pacientes, vem se tornando cada vez mais comum a realização de exames incompletos, apenas com os estudos da neurocondução, ou com a exploração de apenas alguns poucos músculos, limitados à hipótese diagnóstica, incorrendo-se assim em um erro grosseiro. Um dos exemplos mais frequentes desse erro ocorre na pesquisa da síndrome do túnel do carpo, quando alguns examinadores se limitam ao estudo da neurocondução do nervo mediano no lado afetado, ou exploram apenas alguns músculos da mão. Isso quando não realizam a avaliação muscular empregando eletrodos superficiais em vez dos eletrodos de agulha. A chamada “eletromiografia de superfície” pode ser útil em estudos especiais, como nas avaliações dos tremores, mas não tem indicação nos exames de rotina,

quando o objetivo é não só identificar o diagnóstico, mas também fazer o diagnóstico diferencial com as outras possíveis enfermidades. Portanto, mesmo que torne o exame mais demorado ou que incomode alguns pacientes mais sensíveis aos estímulos elétricos dos testes de neurocondução, e/ou às inserções do eletrodo de agulha, o exame para ser bem feito tem que ser completo. Do contrário, o risco de erro diagnóstico será maior. Em alguns casos, por exemplo, poderão ser equivocadamente diagnosticadas como síndrome do túnel do carpo, comprometimentos distais de polineuropatias, ou mesmo radiculopatias cervicais concomitantes, ou associadas.

O incômodo causado pela inserção do eletrodo de agulha poderá ser eliminado ou reduzido de forma significativa, com o emprego do que chamamos “crioanestesia”, ou seja, pela aplicação de gelo ou mesmo de uma placa de gel congelado, durante cerca de 10 segundos, sobre a pele, em cada ponto de inserção, antes de se espetar a agulha. Esse artifício, que deve ser acompanhado da devida assepsia, respeitado o limite de tempo indicado, não irá interferir na atividade elétrica muscular; e portanto, nos achados neurofisiológicos. E reduzirá significativamente as reclamações dos pacientes, tornando os exames muito bem tolerados, sobretudo em crianças.

Na ENMG de rotina, o estudo deve ser sempre dinâmico e dedutivo. À medida que se vai obtendo os dados, eles vão sendo analisados, e o exame vai sendo ampliado e dirigido, de forma que ao ser finalizado se tenha um conjunto de informações que permitam estabelecer um diagnóstico, ou fornecer elementos valiosos para a sua obtenção.<sup>4,5</sup>

Uma das dificuldades frequentes na prática eletroneuromiográfica é saber a razão pela qual o paciente foi encaminhado para o exame. Muitas vezes no pedido médico não consta a indicação ou as indicações descritas pelo solicitante não coincidem com as queixas dos pacientes. Conhecer a indicação do exame é fundamental, pois quando se sabe quais foram as dúvidas que motivaram o estudo, fica mais fácil colaborar com o médico solicitante e mais precisa é a investigação.

Considerando que o corpo humano possui cerca de 434 músculos esqueléticos e inúmeros nervos periféricos, ao se iniciar uma ENMG é muito importante que se tenha um objetivo inicial que permita estabelecer um plano de estudo. Esse objetivo na verdade é sempre a hipótese diagnóstica mais provável. Para isso são fundamentais a história clínica e

o exame físico do doente. Por essa razão a ENMG é um Ato Médico e só deve ser realizada por médico especializado, sendo impossível a sua correta execução por técnicos, ou por profissionais de outras áreas.<sup>6,7</sup>

A história clínica contribui muito para o diagnóstico diferencial enquanto o exame físico fornece informações cruciais para a topografia das lesões, orientando o estudo.

Antes de cada exame deve-se se fazer uma rápida anamnese dirigida, buscando colher informações que serão úteis na investigação. É importante se conhecer a queixa real do paciente, já que, frequentemente, por motivos diversos, o que vem escrito pelo médico solicitante como indicação do exame não coincide com as queixas do paciente. É comum, por exemplo, se receber um pedido de exame tendo como indicação parestesias em extremidades. Porém, quando questionado o paciente nega o fato e afirma que sente apenas dores, ou outro sintoma, sem nenhuma alteração sensitiva.

Na anamnese deve ser seguida a rotina clássica. Assim, a primeira pergunta é sobre a queixa principal do doente, seguindo-se com a história recente, a história clínica etc. O tempo de evolução é crucial para o estudo, pois quando a patologia sob suspeita afeta a neurocondução, como no caso das polineuropatias, os pacientes podem ser avaliados mais precocemente. No entanto, em casos cujos diagnósticos estão baseados na presença de desnervações musculares, como ocorre nas radiculopatias, cujos diagnósticos e localização das raízes afetadas se baseiam na identificação dos miótomos desnervados, o ideal é que o exame seja realizado apenas depois da segunda ou terceira semana de evolução, já que a degeneração axonal exigirá esse período para se estabelecer. Exames muito precoces podem não mostrar o acometimento, dando resultados falso-negativos. O mesmo ocorre nas lesões nervosas periféricas nas quais se deseja estabelecer o diagnóstico diferencial entre uma possível neuropraxia e uma lesão estrutural mais séria, com axonotmese ou uma neurotme. Também aí, o estudo com menos de três semanas, apesar de identificar possíveis defeitos de neurocondução, poderá não revelar a lesão ainda em fase de instalação.

Durante a anamnese, que deve ser rápida e objetiva, os pacientes devem ser questionados quanto a doenças endócrinas, principalmente diabetes e tireoideopatias, etilismo e outras possíveis

enfermidades e tratamentos importantes. É muito comum a presença de hipotireoidismo nas mulheres acima dos 40 anos e pouco antes ou depois da menopausa. Tratamentos com estatinas e outros fármacos podem estar associados a queixas de mialgias, déficits motores ou distúrbios sensitivos. As estatinas podem ser causa de miopatias ou menos comumente de neuropatias, que afetam mais frequentemente os membros inferiores.

A presença de marca-passo cardíaco não é contraindicação para o exame, mas exigirá cuidados especiais. Com relação aos marca-passos tradicionais deverá se tomar cuidado com a colocação dos eletrodos de captação, evitando-se triangulações, ou seja, os eletrodos de terra, ativo e de referência deverão estar alinhados e fixados na mesma extremidade, sempre longe do marca-passo. Os contatos nos terminais devem estar limpos e ajustados, para se evitar fugas de corrente. Na fase da neurocondução, não se deve aplicar estímulos elétricos próximos ao local do marca-passo. Assim, não devem ser realizados estudos de neurocondução proximal, como estimulações em ponto de Erbs (fossa supraclavicular), ou estimulações de raízes cervicais.

Mesmo nos pacientes que utilizam marca-passos com cardioversores, apesar dos cuidados maiores, normalmente não se faz necessário a sua desativação. Quando o médico do paciente exige essa desativação, ela deverá ser realizada por um técnico especializado. O temor é que os seus sensores interpretem os estímulos elétricos aplicados na ENMG como uma arritmia grave, disparando automaticamente a sua cardioversão. Porém, na prática, isso não costuma ser observado.

O exame físico dos pacientes que serão submetidos à ENMG deve avaliar principalmente a força muscular, a sensibilidade, os reflexos superficiais e profundos e as respostas aos testes clínicos específicos, tais como tincl, phalen, lasegue etc.

É comum aos pacientes trazerem para o estudo inúmeros resultados de exames laboratoriais, radiológicos e outros. A avaliação prévia ou não desses exames varia de acordo com o examinador. Muitos gostam de colher o máximo de informações possíveis antes do estudo, mas outros, como em nosso caso, preferem ser mais criteriosos, ou seja, evitam olhar previamente resultados de exames nos casos em que possam nos levar a pré-julgamentos, ou seja, possam nos induzir a diagnósticos precoces, fazendo com que o exame tenha a função de

apenas confirmar um diagnóstico previamente estabelecido, que se estiver errado, levará também a um diagnóstico ENMG equivocado. Na maioria das vezes, fazemos uma rápida anamnese dirigida e um exame físico objetivo. Se for importante, avaliamos os exames laboratoriais e de imagens mais recentes, trazidos pelos pacientes, para então iniciarmos o nosso estudo neurofisiológico. Durante o procedimento, se necessário, fazemos interrupções para reavaliarmos os resultados de exames.

No caso dos resultados de ENMG anteriores, eles só serão vistos previamente por nós se os exames tiverem sido realizados em nossa clínica. Os estudos realizados em outros laboratórios só serão analisados ao final de nossa avaliação, ou excepcionalmente durante o exame. Com isso buscamos evitar que o nosso raciocínio diagnóstico sofra influência de outros examinadores. Caso contrário, estaremos correndo um risco inconsciente de realizarmos um exame buscando confirmar o diagnóstico ENMG anterior, ou comprovarmos que o exame está errado.

É importante que o examinador sempre saiba utilizar adequadamente as informações recebidas, evitando se deixar induzir pela suspeita clínica, o que muitas vezes resulta em erros, pois ela nem sempre está correta. A indicação do exame deve servir como ponto de partida para o estudo e não como fator limitante ou determinante de suas etapas. Ao ser iniciada a prova, baseada na indicação clínica, os achados obtidos é que deverão indicar quais as etapas a serem seguidas.

O melhor meio que o examinador possui para saber se o seu exame está tecnicamente correto é procurar ele mesmo encontrar possíveis falhas, como é o caso da não realização de etapas necessárias, ou de conclusões complexas, repletas de termos técnicos, pouco esclarecedoras, nas quais muitas vezes se fala muito, mas não se conclui nada. Não se justificam explicações do tipo “exame de interpretação difícil”, “exame de interpretação delicada”, ou mesmo usar como argumento a falta de tempo para a realização de um exame mais completo. Em alguns casos excepcionais, pode-se informar que a falta de colaboração do paciente dificultou a sua avaliação.

A interpretação ENMG correta é aquela na qual se faz um resumo das anormalidades neurofisiológicas com relação a sua distribuição anatômica e transforma esses achados em uma impressão clínica que tenha sentido para o médico solicitante, mesmo quando em desacordo com a sua indicação. Para nada irá servir

um exame confuso, cheio de legendas e dados técnicos, que são cansativos e geralmente desconhecidos para o solicitante, sem uma conclusão clínica, ou dados objetivos e claros que facilitem o esclarecimento das dúvidas do médico do doente. Quando os achados não forem conclusivos e não for possível se chegar a um diagnóstico, não se deve hesitar em dizê-lo. A repetição do exame poderá em alguns casos esclarecer o problema. Não existe nada melhor para uma boa ENMG que um bom planejamento.

## O Relacionamento Médico/Paciente

O paciente deve ser tratado com atenção e um respeitoso carinho, pois não é raro que ele já chegue assustado para o exame, em função da preocupação e/ou sofrimento causado por seu problema de saúde, por desconhecimento ou por causa de exageros nas informações recebidas de outras pessoas sobre os possíveis incômodos do estudo a que será submetido. Desde que não haja prejuízo técnico ou da concentração na avaliação, é sempre bom se manter um certo diálogo com o paciente durante a prova. O paciente, sempre que possível, deve ser informado de forma superficial e tranquilizadora sobre os objetivos e as etapas de seu exame, evitando-se assim que ele seja surpreendido pela estimulação elétrica durante as provas de neurocondução ou pela inserção no músculo, do eletrodo de agulha, usado na etapa da eletromiografia propriamente dita.

No caso das crianças, elas necessitam de uma atenção especial e até mesmo de técnica apropriada. Para facilitar o exame e a relação com as crianças, sobretudo naquelas com mais de 3 a 4 anos, costumamos atendê-las sem o tradicional vestíário médico. Geralmente vamos recebê-las na recepção fazendo algumas piadas simples ou brincadeiras e durante a coleta prévia da história clínica procuramos tranquilizá-las, nos mostrando amigos e apresentamos a elas uma caixa de brinquedos e brindes que elas irão ganhando a medida em que avançamos no exame. Com essa técnica e com o emprego da crioadestesia não é raro que o exame de algumas crianças se torne mais fácil que aqueles realizados em adultos mais tensos e mais sensíveis.

## A Sala de Exame

A sala escolhida para o laboratório não precisa ser grande, mas como todo ambiente deve estar limpa e arrumada, pois isto transmite ao paciente um

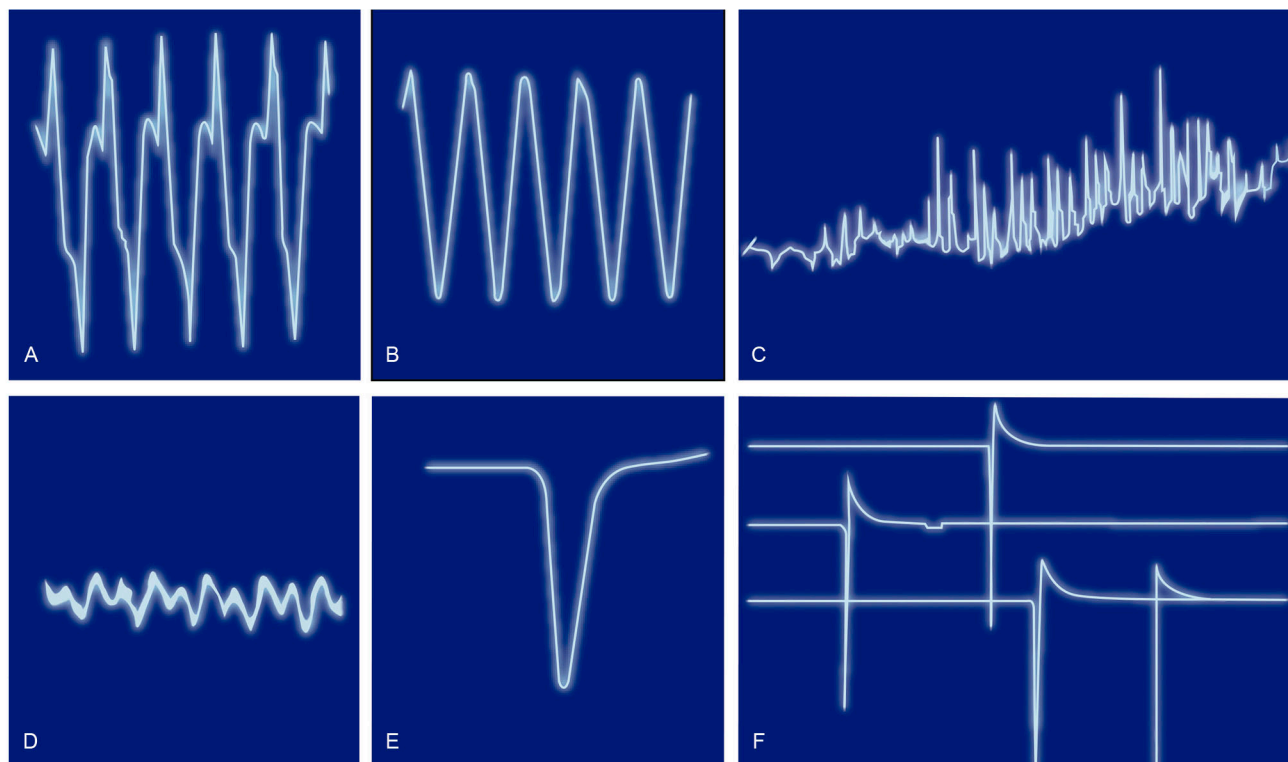
certo grau de segurança e conforto, além de revelar o quanto o examinador é organizado. O ideal é que possua uns 12 metros quadrados, mas nada impede que ela seja menor, desde que suficiente para o examinador, equipamentos, maca de exames e se possível uma pequena mesa de consultas, com cadeiras para o médico e o paciente. A área deve ter controle de temperatura, pois as alterações na temperatura afetam a neurocondução nas extremidades. A porta de entrada deve ter pelo menos 70 centímetros de largura, o suficiente para permitir a passagem de cadeiras de rodas ou se forem feitos atendimentos de pacientes internados, ela deve permitir também a passagem de macas.

Na escolha do local e na montagem da sala, deve ser dada uma atenção especial à possibilidade de interferências, que são frequentes e constituem um dos principais problemas para os neurofisiologistas, principalmente no caso daqueles menos experientes.

As causas mais comuns de interferências são os geradores elétricos, entre eles os elevadores e outras máquinas, os transmissores de rádio e TV, aparelhos de fisioterapia, sobretudo os de diatermia e as redes elétricas que geram ondas sinusoidais de 60 ciclos. No entanto, para o bom funcionamento de qualquer laboratório de neurofisiologia é fundamental que se tenha na sala um bom “terra”. Para isso, o ideal é que esse “terra” seja específico para os equipamentos. Ele não deve passar no mesmo eletroduto pelo qual passa a rede elétrica da sala. Se isso ocorrer, o campo elétrico gerado pela fase e pelo neutro da rede poderão contaminar o “terra”, gerando ruídos de fundo nos traçados, que poderão até mesmo impedir a realização dos estudos, principalmente as provas de neurocondução sensitiva, a avaliação muscular e os estudos de potenciais evocados somatossensitivos.

Além disso, o mau contato dos eletrodos, que podem estar partidos, os aparelhos de marca-passo cardíaco e os próprios batimentos cardíacos normais podem gerar interferências (Fig. 1.2).

A sala de exames deve estar situada em local apropriado, que permita a instalação de um bom terra e em seu interior não devem ser instalados interruptores elétricos do tipo *dimmer*, geralmente usados em ventiladores de teto e para controle de intensidade de luz, que certamente serão fonte de interferências. As lâmpadas fluorescentes com reatores devem ser evitadas. No entanto, se mesmo com todos esses cuidados não for possível evitar interferências



■ FIGURA 1.2. Tipos de interferências mais comuns. A. Gerador elétrico. B. 60 Hertz. C. Mau contato de eletrodos. D. Telefone celular. E. Batimento cardíaco. F. Marca-passo cardíaco

indesejáveis, será necessária a colaboração de um técnico especializado para que se encontre a solução adequada.

Atualmente, a ampla difusão no uso de aparelhos telefônicos celulares tornou necessário que se peça sempre aos pacientes que desliguem os seus aparelhos antes do exame, ou que pelo menos o deixem no modo silencioso ou de vibração em vez de tocar; porém, sempre distante do equipamento. Se o celular estiver muito próximo do eletro-neuromiógrafo, ao tocar ele irá gerar artefatos na tela do monitor, interferindo no exame.

A ENMG, salvo em situações especiais, deve ser realizada com o paciente deitado em maca apropriada, garantindo-se ao doente um mínimo de conforto, o que servirá para facilitar a avaliação, já que se poderá com certeza contar com uma maior colaboração do enfermo. Examinar pacientes sentados além de desconfortável para eles contribui para erros diagnósticos. Nessa posição o paciente não relaxa, prejudicando a avaliação muscular e as medições das distâncias na etapa dos estudos de neurocondução ficam prejudicadas.

Na organização da sala cada objeto deverá ter o seu lugar previamente determinado, desde o local do aparelho e da maca, até o local exato onde

deverão estar sempre cada tipo de eletrodo, fitas adesivas, fita métrica, gel condutor, calculadora, bloco de anotações, caneta etc. Enfim, se os objetos a serem utilizados estiverem sempre nos mesmos locais e se depois da sua utilização eles forem sempre devolvidos aos seus lugares, automatiza-se o estudo e economiza-se um tempo valioso, geralmente perdido procurando-se onde foi colocada a caneta, a calculadora, a fita métrica etc. Com isso, obtém-se mais tempo para gastar com o exame do paciente.

O emprego de uma pequena mesa de apoio, móvel, posicionada ao lado da maca, é bastante útil. Sobre ela devem ser colocados o recipiente contendo algodão com álcool, a fita métrica, a caneta, o bloco de anotações, e, se necessário, a calculadora, a fita adesiva etc. O aparelho deve estar situado na mesma área e caso não possua um *rack* próprio, a mesa ou o móvel sobre o qual ele será posicionado preferencialmente deverá possuir rodas em seus pés, permitindo assim que ele seja facilmente deslocado.

## Os Resultados: Sua Apresentação e Interpretação

A apresentação ou *layout* dos laudos certamente varia de laboratório para laboratório. No entanto,

eles devem conter as seguintes partes: identificação; descrição técnica da avaliação muscular; descrição técnica das provas de neurocondução; comentários acerca dos achados; conclusão final e sempre que possível, deverão ser anexados os gráficos dos achados principais e mais significativos. Com relação ao número de gráficos anexados, é importante que se evite o excesso. Comumente dois, três ou no máximo quatro gráficos são suficientes.

Na identificação devem constar no mínimo o nome do paciente, sua idade, sexo, indicação do exame, tempo de evolução e nome do médico solicitante.

Na descrição técnica da avaliação muscular devem constar os músculos estudados, as suas respectivas inervações e raízes. Informa-se se o exame foi normal ou não e nos estudos anormais devem ser descritas as alterações neurofisiológicas encontradas em cada um deles.

Na descrição da neurocondução devem ser especificados os estudos da condução sensitiva e motora realizados, assim como possíveis testes especiais, indicando-se os segmentos nervosos avaliados, com os resultados obtidos e os respectivos valores normais.

Nos comentários, inicialmente deve-se dizer se o exame foi normal ou anormal. Nos exames normais, informa-se que não se encontrou nenhuma evidência de neuropatia, miopatia, mielopatia ou radiculopatia nos locais pesquisados. Nos exames anormais, faz-se uma descrição resumida das alterações observadas, correlacionando-as com as suas distribuições anatômicas. A seguir busca-se transformar esses achados em um diagnóstico clínico, obtendo-se assim uma impressão final sobre o exame.

Quando não for possível se obter um diagnóstico eletroneuromiográfico conclusivo, informa-se quais foram as alterações neurofisiológicas detectadas, com a sua distribuição anatômica. Se necessário, pode ser sugerida uma reavaliação posterior.

A anexação de gráficos e/ou traçados, apesar de ilustrativos, são importantes, principalmente para outros neurofisiologistas que porventura venham reavaliar o doente. O laudo deve ser elaborado de forma clara e objetiva, possibilitando ao médico solicitante entendê-lo e obter dele as informações necessárias para o tratamento do paciente. De pouco adiantará um laudo com inúmeras folhas com gráficos e tabelas, mas sem uma análise clara e conclusiva das informações.

Atualmente, com os avanços da informática e da tecnologia, tem sido cada vez mais comum a utilização

de laudos *default*, previamente preparados, que muitas vezes já vêm incluídos na memória dos equipamentos. No entanto, apesar de muito úteis, “cada caso é um caso”, assim deve-se evitar laudos que facilitam muito a tarefa do examinador, mas que em virtude de exageros no uso de siglas, abreviações e legendas, acabam tornando cansativo, confuso e frequentemente impossível a sua compreensão pelo médico solicitante. Isso, quando por descuido, na adaptação do texto previamente preparado, não se troca a identificação dos músculos e nervos examinados, ou até mesmo o lado ou o membro estudado. É inaceitável um laudo de ENMG no qual não constam os músculos e os nervos que foram avaliados.<sup>8</sup>

## O Examinador: Conhecimentos Básicos Necessários

Para que um médico tenha condições de aprender e dominar as técnicas eletroneuromiográficas, é necessário que possua uma boa formação clínica, com conhecimentos de neurologia, reumatologia, ortopedia, endocrinologia, e de medicina interna em geral, pois o exame tem um emprego multidisciplinar. Uma boa formação em neuroanatomia, anatomia e fisiologia de nervos e músculos é fundamental. Apesar de em muitos países, como no Brasil, a legislação ser muito permissiva com relação à atuação dos médicos, permitindo que qualquer médico possa atuar em qualquer área, bastando para isso ser graduado em medicina e registrado no conselho médico de sua região, a ENMG clínica, voltada para a avaliação dos humanos, por utilizar eletrodos de agulha na avaliação muscular pode ser considerada um procedimento invasivo. Além disso, como exige um raciocínio clínico, com diagnósticos diferenciais, só deve ser realizada por médicos. E não pode ser bem realizada por qualquer médico e de qualquer especialidade. Esses profissionais necessitam ter um treinamento teórico-prático específico, e devem ser oriundos de especialidades que lhe dê embasamento nas áreas citadas acima, como é o caso da neurologia, neurocirurgia e fisioterapia.

No nível internacional, os profissionais dedicados à neurofisiologia e mais especificamente à ENMG, costumam se originar da medicina física e reabilitação e da neurologia. No Brasil, a neurofisiologia clínica foi transformada em área de atuação das especialidades de medicina física e reabilitação, neurologia e

neurocirurgia. Portanto, para que se obtenha o certificado de capacitação nessa área, antes se terá que obter o título em uma dessas especialidades.

Para a realização do exame e interpretação correta de seus achados, é fundamental que se tenha uma razoável base de biofísica, fisiologia e anatomia humana.

Os conhecimentos de biofísica, principalmente no campo da eletricidade e de suas correntes, possibilitam ao neurofisiologista entender melhor o funcionamento do equipamento. Além disso, é importante dominar a neurofisiologia básica, para que se possa compreender as estruturas das membranas das células excitáveis, suas características, os mecanismos da despolarização e repolarização celular; o potencial de ação e sua propagação; o potencial de repouso da membrana; a transmissão neuromuscular e, logicamente, a miologia, com o estudo dos mecanismos da contração muscular e do seu relaxamento.

É inteiramente inviável se fazer uma ENMG sem um conhecimento profundo de anatomia, principalmente no que se refere ao sistema nervoso periférico e à musculatura esquelética. Ao obter os dados, o examinador não será capaz de fazer de imediato a correlação anatômica necessária, impedindo assim o estabelecimento de um diagnóstico conclusivo.

O uso rotineiro de esquemas e atlas de anatomia, além de revelar a ignorância do examinador, faz com que ele perca um tempo precioso e principalmente a capacidade de fazer um raciocínio dinâmico e dedutivo sobre os achados obtidos, para o qual o conhecimento de anatomia é indispensável. O desconhecimento de anatomia é uma das causas mais frequentes de erros na ENMG.

## O Equipamento Ideal

Atualmente existem no mercado vários modelos de equipamentos para ENMG, desde os mais simples e mais baratos, até os mais sofisticados e, conseqüentemente, mais caros. No entanto, não existe um equipamento que seja ideal para todos, pois o critério de escolha deverá levar sempre em conta as necessidades do examinador, os objetivos a que se propõe e obviamente as suas condições econômicas. Não se deve deixar de considerar a realidade tecnológica do país e as facilidades ou dificuldades que se terá na manutenção do equipamento. De pouco adiantará possuir um aparelho altamente

sofisticado se não houver como consertá-lo. Além disso, é importante lembrar que quanto mais alto o grau de sofisticação do aparelho, mais complexa e difícil será a sua manutenção.

## Características Técnicas do Equipamento

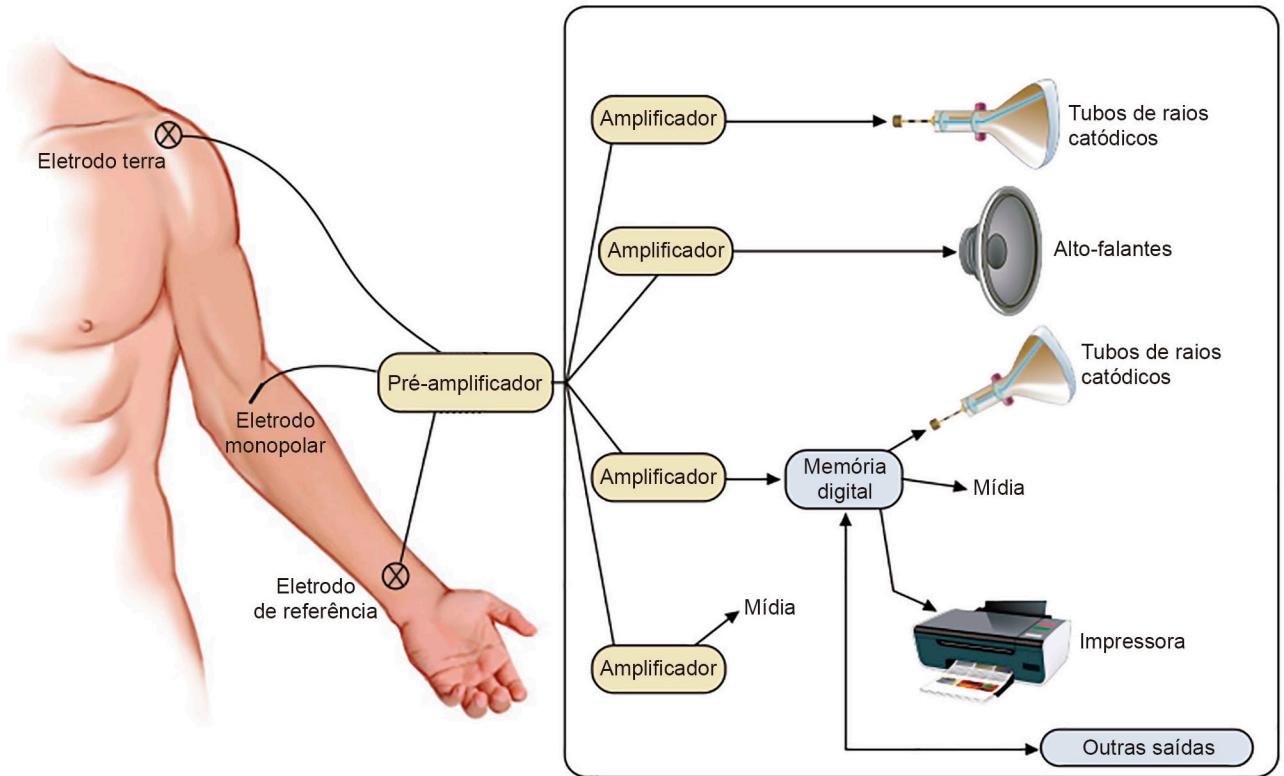
O eletro-neuromiógrafo, assim como os equipamentos de eletroencefalografia (EEG) e de eletrocardiografia (ECG), é um aparelho capaz de registrar sinais bioelétricos. Em todos eles se utiliza eletrodos de captação que são colocados em partes determinadas do corpo, com o objetivo de detectar fenômenos bioelétricos que ocorrem no nível celular e os transformam em sinais elétricos, que após ampliações são registrados em dispositivos apropriados. Os sinais da EEG e da ENMG exigem uma amplificação bem maior que no caso da ECG, pois as voltagens geradas pelos músculos esqueléticos e pelo cérebro são da ordem de microvolts, enquanto no músculo cardíaco se trabalha com milivolts. Além disso, as variações elétricas cardíacas são bem mais lentas no nível muscular esquelético e cerebral. Tais aspectos são fundamentais para determinar as características de cada equipamento.

Quando se coloca os eletrodos de captação no paciente, os sinais registrados por eles passam por pré-amplificadores e amplificadores, que aumentam a sua amplitude possibilitando a sua identificação na tela do aparelho. Esses sinais também são transformados em ondas sonoras que são audíveis por meio de alto-falantes. Portanto, os potenciais captados pelo eletro-neuromiógrafo são identificados graças aos seus registros gráficos na tela do aparelho e aos seus sons característicos.

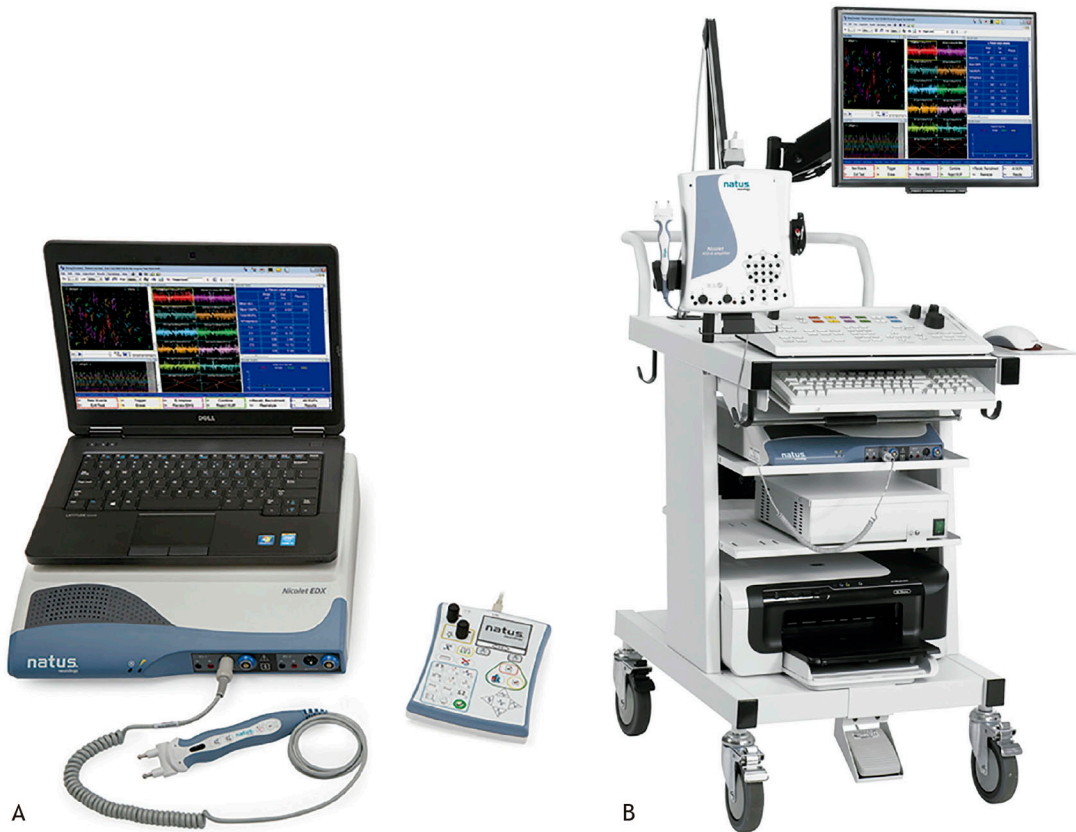
O importante é que o examinador possa ao mesmo tempo ver os potenciais na tela, ouvir os sons produzidos por eles e assim avaliar os seus parâmetros, tais como formato, amplitude (tamanho), duração, frequência, ritmo etc.<sup>9</sup> (Figs. 1.3 e 1.4).

## Osciloscópio (Tubo de Raios Catódicos)

Atualmente, a quase totalidade dos eletromiógrafos são na verdade microcomputadores, com telas de cristal líquido. No entanto, alguns deles e principalmente os mais antigos continuam usando um osciloscópio, em cuja tela são registrados os potenciais. Por essa razão, vamos tecer alguns comentários sobre eles.



■ FIGURA 1.3. Equipamento de ENMG (desenho esquemático).



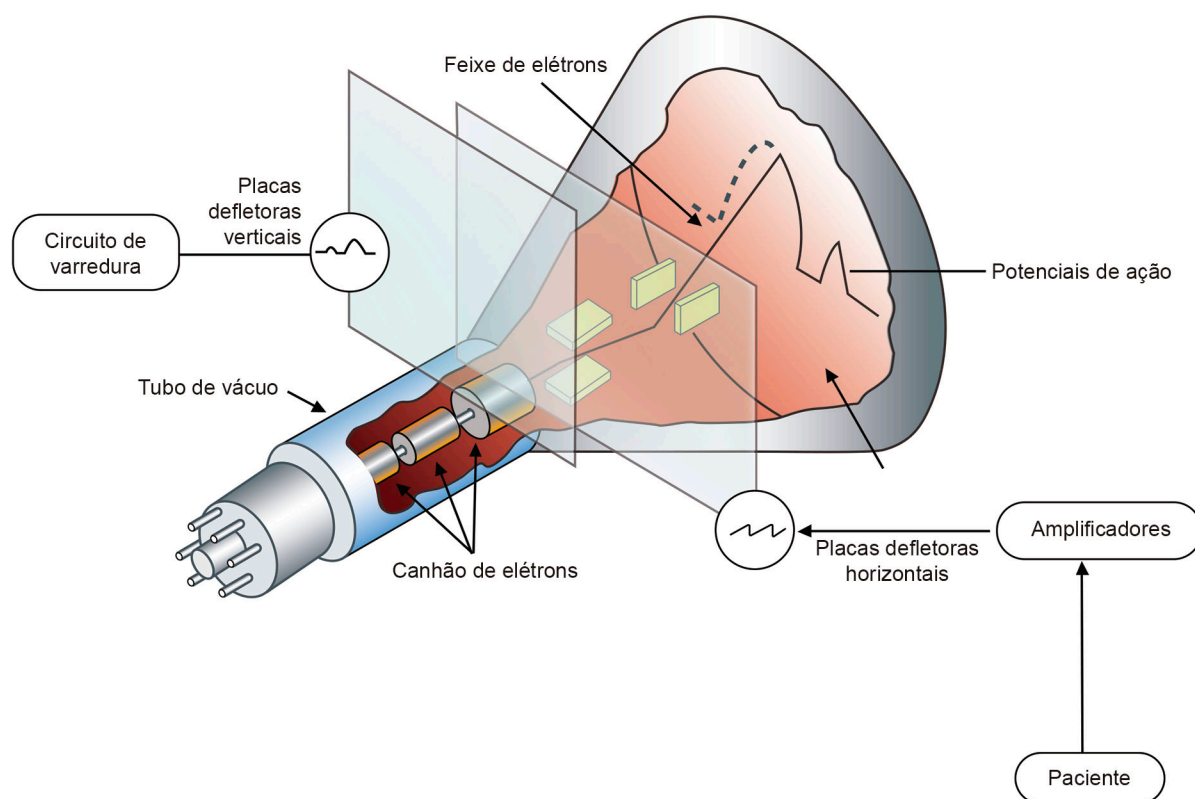
■ FIGURA 1.4. Eletroneuromiógrafo. A. Modelo portátil. B. Modelo tradicional. Fotos gentilmente cedidas pela Alfamedic Comércio e Serviços de Equipamentos Médicos.



O osciloscópio, ou tubo de raios catódicos, consiste em um tubo de vidro, lacrado, dentro do qual, no vácuo, temos na parte traseira um canhão de elétrons, que na verdade é um cátodo. Na parte frontal, mais larga e plana, temos uma tela, cuja superfície interna é revestida por fósforo, que emite luz quando é atingida por feixes de elétrons. Entre o canhão de elétrons e a tela, geralmente na parte dianteira do tubo, encontra-se o ânodo, que quando o sistema está ligado, atrai os elétrons do canhão em direção a ele. No interior do tubo temos dois pares de placas defletoras, que são eletrodos adicionais que têm a função de deslocar na horizontal ou na vertical os feixes de elétrons, de acordo com a variação de suas correntes. No entanto, o feixe de elétrons ao passar entre as placas de deflexão é desviado vertical e horizontalmente, fazendo com que os elétrons se choquem contra a tela frontal revestida pelo fósforo, resultando em um ponto luminoso. Um mecanismo de disparo ligado às placas de desvio horizontal faz com que o feixe de elétrons varra a tela, sempre da esquerda para a direita, de forma regular e intermitente, horizontalmente. Com isso, na dependência da diferença de potenciais entre as placas, o feixe de elétrons, sob a forma de um

traçado luminoso, vai varrendo a tela do osciloscópio, para cima ou para baixo, formando ondas, dando forma assim aos potenciais de ação, cujo formato, amplitude e duração irá variar de acordo com as diferenças de potenciais geradas nas placas defletoras, pelo fenômeno bioelétrico gerador. Essa imagem gráfica, que é a representação elétrica do fenômeno detectado, forma traçados. Esses traçados é que são pesquisados e analisados na ENMG, constituindo o registro eletro-neuromiográfico.<sup>10</sup>

Os osciloscópios tradicionais são conhecidos como osciloscópios de deflexão elétrica. No entanto, a maioria dos monitores desse tipo, disponíveis no mercado, utiliza osciloscópios de deflexão magnética; ou seja, neles os raios catódicos são desviados vertical e horizontalmente por um campo magnético gerado por pequenas bobinas existentes em seu interior, cuja força é sempre perpendicular à direção do feixe de elétrons. Como os elétrons tendem a se afastar, os raios catódicos tendem a engrossar a medida em que se afastam do cátodo. Para se evitar tal problema, utiliza-se dos tubos de raios catódicos, além do ânodo principal dos aceleração, outro ânodo para provocar a concentração dos elétrons (Fig. 1.5).



■ FIGURA 1.5. Tubo de raios catódicos (desenho esquemático).

LUIZ CARLOS PINTO

## Neurofisiologia Clínica

ASPECTOS PRÁTICOS

Esta obra, que cobre com profundidade os mais diversos campos da neurofisiologia clínica, desde os seus princípios básicos às técnicas e conhecimentos mais avançados, conta com a participação e colaboração de inúmeros, renomados, prestigiosos e importantes especialistas ligados à área, como anatomistas, fisiatras, neurologistas, neurofisiologistas e outros. O seu prefácio, escrito pelo Prof. Dr. Mark Hallett, da NIH, já lhe confere um inegável selo de qualidade.

O livro está constituído por 50 capítulos, distribuídos em 11 seções, cobrindo os mais diversos temas neurofisiológicos, além de uma seção especial de audiovisuais, na qual os leitores poderão familiarizar-se ou mesmo revisar de forma direta e prática conhecimentos de anatomia de nervos e músculos da cabeça, pescoço e membros; exames clínicos direcionados para a pesquisa de enfermidades neuromusculares e de patologias neurológicas centrais; exame de pares cranianos etc.

Por fim, os leitores brasileiros, de outros países de língua portuguesa e mesmo aqueles de países de língua espanhola contarão agora com mais esta excelente obra de neurofisiologia, que se tornará sem dúvida muito rapidamente um grande sucesso.

