

TRATADO DE NEUROLOGIA CLÍNICA E CIRÚRGICA



Editores

Dr. André Giacomelli Leal

Dr. Paulo Henrique Pires de Aguiar

Dr. Ricardo Ramina

Colaboradores

Dr. Flávio Leitão Filho

Dr. Roberto Alexandre Dezena

Dr. Samuel Simis

Dr. Murilo Sousa de Meneses

Dr. José Marcus Rotta

1ª Edição

TRATADO DE NEUROLOGIA CLÍNICA E CIRÚRGICA



1ª Edição

Editores

Dr. André Giacomelli Leal

Dr. Paulo Henrique Pires de Aguiar

Dr. Ricardo Ramina

Colaboradores

Dr. Flávio Leitão Filho

Dr. Roberto Alexandre Dezena

Dr. Samuel Simis

Dr. Murilo Sousa de Meneses

Dr. José Marcus Rotta

Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremona

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

Shutterstock

Edição de arte

Gabriela Jardim Bonet

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Biológicas e da Saúde

Profª Drª Aline Silva da Fonte Santa Rosa de Oliveira – Hospital Federal de Bonsucesso

Profª Drª Ana Beatriz Duarte Vieira – Universidade de Brasília

Profª Drª Ana Paula Peron – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof. Dr. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidade Federal de Ouro Preto
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Aderval Aragão – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Maurilio Antonio Varavallo – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Sheyla Mara Silva de Oliveira – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Suely Lopes de Azevedo – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Tratado de neurologia clínica e cirúrgica

Diagramação: Natália Sandrini de Azevedo
Correção: Bruno Oliveira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Editores: André Giacomelli Leal
Paulo Henrique Pires de Aguiar
Ricardo Ramina
Colaboradores: Roberto Alexandre Dezena
Samuel Simis
Murilo Souza de Menezes
José Marcus Rotta

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
T776	Tratado de neurologia clínica e cirúrgica / Editores André Giacomelli Leal, Paulo Henrique Pires de Aguiar, Ricardo Ramina. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-0134-6 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.346221304 1. Neurologia. I. Leal, André Giacomelli (Editor). II. Aguiar, Paulo Henrique Pires de (Editor). III. Ramina, Ricardo (Editor). IV. Título. CDD 612.8
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

EDITORES

Dr. André Giacomelli Leal

Dr. Paulo Henrique Pires de Aguiar

Dr. Ricardo Ramina

COLABORADORES

Dr Flávio Leitão Filho

Dr. Roberto Alexandre Dezena

Dr. Samuel Simis

Dr. Murilo Sousa de Meneses

Dr. José Marcus Rotta

COLABORADORES ACADÊMICOS

Cindy Caetano da Silva

Emilly Marien Dias da Silva de Souza

Júlia Lins Gemir

Kamila Blaka

Lauanda Raíssa Reis Gamboge

Pedro Henrique Simm Pires de Aguiar

Pedro Schmidt dos Reis Matos Figueiredo

Rafael Peron Carapeba

Thomás Rocha Campos

Vinícios Ribas dos Santos

APRESENTAÇÃO

Após três anos de trabalho, o Tratado de Neurologia Clínica e Cirúrgica da Academia Brasileira de Neurocirurgia – ABNC está pronto. Uma obra importante, que reuniu os melhores neurocirurgiões e neurologistas brasileiros, em prol do crescimento e desenvolvimento da nossa querida Academia.

Com 62 capítulos sobre diversos tópicos em Neurologia clínica e cirúrgica, cuidadosamente escritos por especialistas em suas devidas áreas, contém 15 seções, cobrindo os seguintes temas: história da Neurologia, neuroanatomia básica, semiologia e exames complementares, doenças vasculares, doenças desmielinizantes, doenças dos nervos periféricos e neuromusculares, distúrbios do movimento, cefaleia e epilepsia, demências e distúrbios cognitivos, neoplasias, dor e espasticidade, transtorno do sono, neurointensivismo, doenças neurológicas na infância e outros.

Destinada a acadêmicos de medicina, residentes, neurologistas e neurocirurgiões, esta obra promete fornecer um conteúdo altamente especializado, para uma ótima revisão e aprofundamento sobre esses assuntos.

Este livro é um espelho que reflete a toda a grande potência que o Brasil é em Neurologia e Neurocirurgia.

Prof. Dr. André Giacomelli Leal

PREFÁCIO

Este *Tratado de Neurologia Clínica e Cirúrgica* surge num importante momento das áreas da neurociência. Elaborar o diagnóstico neurológico correto sempre representou para o médico um desafio intelectual desde os primórdios das ciências neurológicas modernas no século XVII e, para o paciente, preocupação e ansiedade sobre o curso de sua enfermidade. No passado, a neurologia clínica era uma ciência de doenças interessantes, porém muitas vezes intratáveis, praticada pelo fascínio especial da “estética do diagnóstico”. A neurologia cirúrgica, por sua vez, ainda embrionária no início do século passado, foi por muitas décadas frustrada, exibindo um altíssimo índice de mortalidade e morbidade, incompatível com uma medicina que cura e alivia as enfermidades. Felizmente, essa situação mudou fundamentalmente nas últimas décadas. As ciências neurológicas estão se tornando cada vez mais atraentes, ao ver o tratamento como o ponto central da verdadeira tarefa médica, e sua eficiência terapêutica. Exemplos incluem as doenças vasculares do sistema nervoso, as neoplasias benignas e malignas do sistema nervoso, as doenças dos nervos periféricos, o tratamento de epilepsia, dos distúrbios do movimento, da demência e distúrbios cognitivos, da dor e da espasticidade, bem como do sono, sem mencionar os avanços no neurointensivismo.

Neste contexto, o presente *Tratado de Neurologia Clínica e Cirúrgica* surge como uma obra imprescindível para o conhecimento do estado da arte das múltiplas áreas da neurociência. Escrito por especialistas de excelência científica e profissional, este livro toma corpo numa ordem de grandes capítulos sobre quadros clínicos e sintomas relacionados a problemas, guiando o leitor a encontrar rapidamente o caminho para a seleção terapêutica específica. Os capítulos são divididos em seções de conhecimentos gerais em história da neurologia, neuroanatomia básica, e semiologia e exames complementares. Estes são seguidos de capítulos sobre quadros clínicos e doenças do sistema nervoso.

Apesar do grande número de autores contribuintes deste livro, souberam os Editores realizar um trabalho exemplar ao conseguir dar a este *Tratado* uma estrutura uniforme e didática sobre o patomecanismo e os princípios terapêuticos em discussão dos estudos de terapia mais importantes da atualidade.

Enfim, estamos perante uma obra que não deve faltar na biblioteca daqueles interessados no estudo das áreas médicas e cirúrgicas neurológicas, e de todos os demais que desejam um livro de terapia neurológica que funcione como ferramenta concreta de auxílio nas consultas do dia-a-dia.

Prof. Dr. Marcos Soares Tatagiba
Cátedra em Neurocirurgia
Diretor do Departamento de Neurocirurgia
Universidade Eberhard-Karls de Tübingen
Alemanha

SUMÁRIO

PARTE 1 - HISTÓRIA DA NEUROLOGIA E CONSIDERAÇÕES GERAIS

CAPÍTULO 1..... 1

HISTÓRIA DA NEUROLOGIA

Hélio A. Ghizoni Teive

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3462213041>

PARTE 2 - NEUROANATOMIA BÁSICA

CAPÍTULO 2..... 12

NEUROANATOMIA DOS SULCOS E GIROS CEREBRAIS

Vanessa Milanese Holanda Zimpel

Natally Santiago

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3462213042>

CAPÍTULO 3..... 20

NEUROANATOMIA FUNCIONAL DO CÓRTEX CEREBRAL

Hugo Leonardo Doria-Netto

Raphael Vicente Alves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3462213043>

CAPÍTULO 4..... 49

ANATOMIA DA MEDULA ESPINHAL

Luiz Roberto Aguiar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3462213044>

PARTE 3 - SEMIOLOGIA E EXAMES COMPLEMENTARES

CAPÍTULO 5..... 55

SEMIOLOGIA NEUROLÓGICA

Alexandre Souza Bossoni

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3462213045>

CAPÍTULO 6..... 77

ELETRONEUROMIOGRAFIA

Maria Tereza de Moraes Souza Nascimento

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3462213046>

CAPÍTULO 7..... 87

INTERPRETAÇÃO DO EXAME DO LÍQUIDO CEFALORRAQUIDIANO

Helio Rodrigues Gomes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3462213047>

CAPÍTULO 8.....	95
DOPPLER TRANSCRANIANO	
Rafaela Almeida Alquéres	
Victor Marinho Silva	
Pamela Torquato de Aquino	
Marcelo de Lima Oliveira	
Edson Bor Seng Shu	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.3462213048	
CAPÍTULO 9.....	104
ECODOPPLER VASCULAR DE VASOS CERVICAIS	
Cindy Caetano da Silva	
Daniel Wallbach Peruffo	
Samir Ale Bark	
Viviane Aline Buffon	
Robertson Alfredo Bodanese Pacheco	
Sérgio Souza Alves Junior	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.3462213049	
CAPÍTULO 10.....	118
ELETROENCEFALOGRAMA	
Bruno Toshio Takeshita	
Elaine Keiko Fujisao	
Caroliny Trevisan Teixeira	
Pedro Andre Kowacs	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130410	
CAPÍTULO 11.....	126
POTENCIAIS EVOCADOS	
Adauri Bueno de Camargo	
Vanessa Albuquerque Paschoal Aviz Bastos	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130411	
CAPÍTULO 12.....	137
LINGUAGEM – DISTÚRBIOS DA FALA	
André Simis	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130412	
PARTE 4 - DOENÇAS VASCULARES DO SISTEMA NERVOSO	
CAPÍTULO 13.....	144
ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO ISQUÊMICO	
Alexandre Luiz Longo	

Maria Francisca Moro Longo
Carla Heloisa Cabral Moro
Dara Lucas de Albuquerque
Pedro S. C. Magalhães

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130413>

CAPÍTULO 14..... 169

EMBOLIA PARADOXAL

Vanessa Rizelio
Kristel Larisa Back Merida

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130414>

CAPÍTULO 15..... 181

TRATAMENTO DE ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO AGUDO

André Giacomelli Leal
Jorge Luis Novak Filho
Sarah Scheuer Texeira
Camila Lorenzini Tessaro
Pedro Henrique Araújo da Silva
Matheus Kahakura Franco Pedro
Murilo Sousa de Meneses

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130415>

CAPÍTULO 16..... 194

VASCULITES DO SISTEMA NERVOSO CENTRAL

Leandro José Haas
Bernardo Przysiezny

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130416>

CAPÍTULO 17..... 208

VASOCONSTRIÇÃO ARTERIAL CEREBRAL REVERSÍVEL

Gisela Tinone

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130417>

CAPÍTULO 18..... 210

DISSECÇÃO ARTERIAL CERVICAL EXTRACRANIANA

Rafael Brito Santos
Albedy Moreira Bastos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130418>

CAPÍTULO 19..... 223

TROMBOSE DOS SEIOS VENOSOS

Alexandre Bossoni

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130419>

CAPÍTULO 20.....233

ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO HEMORRÁGICO HIPERTENSIVO

Renata Faria Simm

Alexandre Pingarilho

Giovanna Zambo Galafassi

Fernanda Lopes Rocha Cobucci

Paulo Henrique Pires de Aguiar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130420>

CAPÍTULO 21.....237

HEMORRAGIA SUBARACNOIDEA

Vitor Nagai Yamaki

Guilherme Marconi Guimarães Martins Holanda

Eberval Gadelha Figueiredo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130421>

CAPÍTULO 22.....248

ANEURISMAS INTRACRANIANOS

Matheus Kahakura Franco Pedro

André Giacomelli Leal

Murilo Sousa de Meneses

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130422>

CAPÍTULO 23.....260

MALFORMAÇÕES ARTERIOVENOSAS CEREBRAIS

Marco Antonio Stefani

Apio Claudio Martins Antunes

Lucas Scotta Cabral

Eduarda Tanus Stefani

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130423>

PARTE 5 - DOENÇAS DESMIELINIZANTES

CAPÍTULO 24.....273

DOENÇAS INFLAMATÓRIAS DESMIELINIZANTES DO SISTEMA NERVOSO CENTRAL

Henry Koiti Sato

Matheus Pedro Wasem

Hanaiê Cavalli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130424>

CAPÍTULO 25	284
ESCLEROSE MÚLTIPLA	
Douglas Kazutoshi Sato	
Cássia Elisa Marin	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130425	
CAPÍTULO 26	304
NEUROMIELITE ÓPTICA	
Mario Teruo Sato	
Duana Bicudo	
Henry Koiti Sato	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130426	
PARTE 6 - DOENÇAS DOS NERVOS PERIFÉRICOS, DA JUNÇÃO NEUROMUSCULAR E MUSCULAR	
CAPÍTULO 27	327
EXAME FÍSICO DO PLEXO BRAQUIAL	
Francisco Flávio Leitão de Carvalho Filho	
Raquel Queiroz Sousa Lima	
Francisco Flávio Leitão de Carvalho	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130427	
CAPÍTULO 28	346
ESCLEROSE LATERAL AMIOTRÓFICA	
Frederico Mennucci de Haidar Jorge	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130428	
CAPÍTULO 29	359
SÍNDROME DE GUILLAIN-BARRÉ	
Eduardo Estephan	
Vinicius Hardoim	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130429	
CAPÍTULO 30	368
MIASTENIA <i>GRAVIS</i>	
Camila Speltz Perussolo	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130430	
CAPÍTULO 31	386
MIOPATIAS	
Leonardo Valente Camargo	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130431	

PARTE 7 - DISTÚRBIOS DO MOVIMENTO

CAPÍTULO 32.....402

DOENÇA DE PARKINSON

Hélio A. Ghizoni Teive

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130432>

CAPÍTULO 33.....417

COREIA, TREMOR E OUTROS MOVIMENTOS ANORMAIS

Jacy Bezerra Parmera

Thiago Guimarães

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130433>

CAPÍTULO 34.....440

DISTONIA

Natasha Consul Sgarioni

Beatriz A Anjos Godke Veiga

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130434>

CAPÍTULO 35.....452

TRATAMENTO CIRÚRGICO DA DISTONIA

Paulo Roberto Franceschini

Bernardo Assumpção de Mônaco

Paulo Henrique Pires de Aguiar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130435>

PARTE 8 - CEFALEIA E EPILEPSIA

CAPÍTULO 36.....473

CEFALEIAS

Paulo Sergio Faro Santos

Pedro André Kowacs

Olga Francis Pita Chagas

Marco Antonio Nih

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130436>

CAPÍTULO 37.....500

EPILEPSIA

Elaine Keiko Fujisao

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130437>

PARTE 9 - DEMÊNCIA E DISTÚRBIOS COGNITIVOS

CAPÍTULO 38.....509

DEMÊNCIAS

Fábio Henrique de Gobbi Porto

Alessandra Shenandoa Heluani

Guilherme Kenzzo Akamine

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130438>

CAPÍTULO 39.....524

DOENÇA DE ALZHEIMER

Raphael Ribeiro Spera

Bruno Diógenes Iepsen

Tarcila Marinho Cippiciani

Renato Anghinah

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130439>

CAPÍTULO 40.....536

HIDROCEFALIA DE PRESSÃO NORMAL

Amanda Batista Machado

Marcela Ferreira Cordellini

Hamzah Smaili

Sonival Cândido Hunevicz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130440>

PARTE 10 - NEOPLASIAS DO SISTEMA NERVOSO

CAPÍTULO 41.....548

VISÃO GERAL DAS NEOPLASIAS DO SISTEMA NERVOSO CENTRAL

Carlos Alexandre Martins Zicarelli

Daniel Cliquet

Isabela Caiado Caixeta Vencio

Paulo Henrique Pires de Aguiar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130441>

CAPÍTULO 42.....563

NEOPLASIAS PRIMÁRIAS DO SISTEMA NERVOSO CENTRAL

Erasmus Barros da Silva Jr

Ricardo Ramina

Gustavo Simiano Jung

Afonso Aragão

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130442>

CAPÍTULO 43.....575

TUMORES DE BASE DO CRÂNIO

Paulo Henrique Pires de Aguiar
Pedro Henrique Simm Pires de Aguiar
Giovanna Zambo Galafassi
Roberto Alexandre Dezena
Saleem Abdulrauf

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130443>

CAPÍTULO 44.....587

TUMORES INTRARRAQUIANOS

Paulo de Carvalho Jr.
Arya Nabavi
Paulo de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130444>

CAPÍTULO 45.....609

CLASSIFICAÇÃO PATOLÓGICA DOS TUMORES DO SNC E DAS DOENÇAS NEUROLÓGICAS

Ligia Maria Barbosa Coutinho
Arlete Hilbig
Francine Hehn Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130445>

PARTE 11 - DOR E ESPASTICIDADE

CAPÍTULO 46.....636

DOR

Pedro Antônio Pierro Neto
Giovanna Galafassi
Pedro Henrique Simm Pires de Aguiar
Paulo Henrique Pires de Aguiar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130446>

CAPÍTULO 47.....653

ESPASTICIDADE

Bernardo Assumpção de Monaco
Paulo Roberto Franceschini
Manoel Jacobsen Teixeira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130447>

CAPÍTULO 48.....666

NEUROMODULAÇÃO

Marcel Simis

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130448>

PARTE 12 - TRANSTORNO DO SONO

CAPÍTULO 49.....673

DISTÚRBIOS DO SONO

Leonardo Condé

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130449>

PARTE 13 -PRINCÍPIOS EM NEUROINTENSIVISMO

CAPÍTULO 50.....686

NEUROINTENSIVISMO

Ana Maria Mendes Ferreira

Jakeline Silva Santos

Alysson Alves Marim

Tiago Domingos Teixeira Rincon

Kaio Henrique Viana Gomes

Guilherme Perez de Oliveira

Eduardo de Sousa Martins e Silva

Tamires Hortêncio Alvarenga

Gabriella Gomes Lopes Prata

João Pedro de Oliveira Jr.

Fernando Henrique dos Reis Sousa

Thiago Silva Paresoto

Luiz Fernando Alves Pereira

Gustavo Branquinho Alberto

Lívia Grimaldi Abud Fujita

Roberto Alexandre Dezena

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130450>

CAPÍTULO 51.....701

HIPERTENSÃO INTRACRANIANA

Gustavo Sousa Noletto

João Gustavo Rocha Peixoto Santos

Wellingson Silva Paiva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130451>

CAPÍTULO 52.....713

TRAUMATISMO CRANIOENCEFÁLICO

Robson Luis Oliveira de Amorim

Daniel Buzaglo Gonçalves

Bruna Guimarães Dutra

Henrique Martins

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130452>

CAPÍTULO 53.....729

TRAUMATISMO RAQUIMEDULAR

Jerônimo Buzetti Milano

Heloísa de Fátima Sare

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130453>

CAPÍTULO 54.....739

COMPLICAÇÕES NEUROLÓGICAS ASSOCIADAS ÀS INTOXICAÇÕES EXÓGENAS E AOS DISTÚRBIOS METABÓLICOS

André E. A. Franzoi

Gustavo C. Ribas

Isabelle P. Bandeira

Letícia C. Breis

Marco A. M. Schlindwein

Marcus V. M. Gonçalves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130454>

CAPÍTULO 55.....765

TRATAMENTO CIRÚRGICO DO INFARTO ISQUÊMICO MALIGNO DA ARTÉRIA CEREBRAL MÉDIA. INDICAÇÕES E LIMITAÇÕES DA CRANIOTOMIA DESCOMPRESSIVA

Ápio Antunes

Rafael Winter

Paulo Henrique Pires de Aguiar

Marco Stefani

Mariana Tanus Stefani

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130455>

CAPÍTULO 56.....775

TRAUMATISMO CRÂNIO-ENCEFÁLICO GRAVE. PAPEL DA CRANIOTOMIA DESCOMPRESSIVA

Ápio Claudio Martins Antunes

Marco Antonio Stefani

Rafael Winter

Paulo Henrique Pires de Aguiar

Mariana Tanus Stefani

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130456>

CAPÍTULO 57.....784

INFECÇÕES DO SISTEMA NERVOSO CENTRAL

Danielle de Lara

João Guilherme Brasil Valim

Sheila Wayszceyk

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130457>

PARTE 14 - DOENÇAS NEUROLÓGICAS DA INFÂNCIA

CAPÍTULO 58.....798

SEMIOLOGIA NEUROLÓGICA PEDIÁTRICA

Matheus Franco Andrade Oliveira

Juliana Silva de Almeida Magalhães

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130458>

CAPÍTULO 59.....807

HIDROCEFALIA NA INFÂNCIA

Tatiana Protzenko

Antônio Bellas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130459>

CAPÍTULO 60.....817

PARALISIA CEREBRAL INFANTIL

Simone Amorim

Juliana Barbosa Goulardins

Juliana Cristina Fernandes Bilhar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130460>

PARTE 15 - OUTROS

CAPÍTULO 61.....838

A NEUROPSICOLOGIA NOS TRATAMENTOS NEUROCIRÚRGICOS

Samanta Fabricio Blattes da Rocha

Rachel Schlindwein-Zanini

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130461>

CAPÍTULO 62.....853

APLICAÇÕES CLÍNICAS DE MODELOS DE MANUFATURA ADITIVA EM NEUROCIRURGIA

André Giacomelli Leal

Lorena Maria Dering

Matheus Kahakura Franco Pedro

Beatriz Luci Fernandes

Mauren Abreu de Souza

Percy Nohama

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.34622130462>

SOBRE OS EDITORES867

SOBRE OS COLABORADORES E AUTORES.....868

Maria Tereza de Moraes Souza Nascimento

foi desenvolvido em 1948, pelo trabalho conjunto do engenheiro James Golseth, da *Northwestern School of Medicine*, James A. Fizzel, do laboratório de testes de Illinois³, associados às pesquisas de Herbert Jasper, da *McGill University*. Neste período, havia grande número de pacientes com lesões do sistema nervoso periférico em consequência da Segunda Guerra Mundial.

INTRODUÇÃO

Eletroneuromiografia (ENMG) é um método de exame complementar, baseado nos aspectos funcionais dos tecidos nervoso e muscular, utilizado para o estudo do sistema nervoso periférico. É composto de duas partes distintas: estudos de condução nervosa (sensitiva e motora) e traçados eletromiográficos (eletromiografia de agulha). Cada uma destas partes é utilizada para distinguir tipos e locais específicos de anormalidades, baseiam-se em diferentes princípios, e ambas se completam, a fim de fornecer as adequadas bases para as conclusões do exame. Segundo Kimura, “o exame eletroneuromiográfico deve ser conduzido como uma extensão do exame físico, e não como um procedimento de laboratório”¹, uma vez que simula os estímulos elétricos fisiológicos que trafegam pelos nervos, captando respostas à distância sobre seus alvos (pele e músculos), e estuda a contração muscular, através de eletrodos de agulha colocados na intimidade dos músculos. Através de uma sequência de estudos e métodos específicos, é possível confirmar a topografia e o tipo das afecções do sistema nervoso periférico (mielínicas ou axonais), bem como estimar a gravidade e os aspectos cronológicos das doenças estudadas.

EQUIPAMENTO

O aparato utilizado para a realização do eletrodiagnóstico de rotina inclui eletrodos, amplificadores, *displays*, autôfalantes e dispositivos de armazenamento de dados². O primeiro equipamento utilizado clinicamente

O eletromiógrafo é composto por eletrodos (de superfície ou de agulha), amplificadores de sinais, *displays* (visuais e auditivos) e estimuladores elétricos⁴. Os eletrodos são colocados sobre a região anatômica a ser estudada, ligados a cabos de captação de sinal elétrico e, estes, ligados a um pré-amplificador, que converte o sinal biológico em sinal elétrico, que adentra o sistema e é mostrado no *display* visual, produzindo um som (*display* auditivo). Os gráficos obtidos são expressos em um sistema de coordenadas no *display* (eixos X e Y), que são avaliados segundo parâmetros específicos, a depender do tipo de estudo (condução nervosa ou eletromiografia).

Os estimuladores elétricos fornecem pulsos de corrente contínua, de 50 a 100 V, gerando uma corrente de 5 a 50 mA, modo de corrente quadrada, com intensidade de 0,2 a 100 mA, através de um estimulador bipolar, em forma de barra fixa ou de garfo⁵.

ESTUDOS DE CONDUÇÃO NERVOSA

Os estudos de condução nervosa se dividem em:

- estudos de condução nervosa sensitiva; e
- estudos de condução nervosa motora

ESTUDOS DE CONDUÇÃO NERVOSA ALVOS SENSITIVA

São estudos que avaliam a integridade dos nervos periféricos, em relação ao componente aferente das fibras grossas e mielinizadas. Os corpos celulares destes neurônios, do tipo pseudounipolar, estão localizados nos gânglios das raízes dorsais, próximo aos forames de conjugação da coluna vertebral. Seus prolongamentos periféricos, oriundos dos receptores localizados na pele, são avaliados através de estímulos elétricos (choques), aplicados e registrados no trajeto do nervo, sobre a superfície da pele.

Método

Os estímulos elétricos aplicados são pulsos de corrente quadrada, que variam de 0,2 a 100 mA de intensidade, liberados a partir de um estimulador elétrico bipolar, que pode ser do tipo barra ou do tipo garfo. O estimulador libera corrente elétrica, cuja intensidade deve ser ajustada pelo neurofisiologista, até que seja suficiente para despolarizar todas as fibras do nervo em estudo. Isso ocorre quando a amplitude dos potenciais de ação atinge sua amplitude máxima, e não mais oscilam. Estes estímulos elétricos oferecidos trafegam pelos nervos estudados e são captados à distância, na superfície da pele, em locais pré-determinados, variando de acordo com a anatomia de cada nervo.

Os potenciais obtidos, chamados potenciais de ação do nervo sensitivo (PANS) apresentam três parâmetros que devem ser avaliados: latência (tempo decorrido entre o estímulo fornecido e o início do registro do potencial de ação na tela do computador, a partir do eixo X); amplitude (tamanho do potencial registrado, desde o ponto de partida, quando o gráfico deixa a linha de base no eixo X, até o pico do potencial, no eixo Y, quando sua polaridade se inverte); e velocidade de condução (baseada na fórmula física da velocidade constante, obtida através da divisão entre a distância do ponto de estímulo e o ponto de captação (S), dividido pela latência do potencial (T) [$V=S/T$]).

Alvos

As estruturas avaliadas pelos estudos de condução nervosa sensitiva são os nervos periféricos, em seu componente aferente formado pelas fibras grossas e mielinizadas.

Indicações

Os estudos de condução nervosa sensitiva são utilizados para avaliar as seguintes condições:

- mononeuropatias por compressão (*entrapment syndromes*), por exemplo, a síndrome do túnel do carpo (nervo mediano), síndrome do canal cubital (nervo ulnar), paralisia do “sábado à noite” (nervo radial), síndrome do canal do tarso (nervo tibial posterior – plantar medial e plantar lateral), e todas as neuropatias compressivas, que afetam os nervos periféricos em canais anatômicos, e cursam com sintomas sensitivos, motores e autonômicos, conforme a gravidade do quadro;
- mononeuropatias traumáticas: lesões de nervos periféricos em decorrência de acidentes, cirurgias, procedimentos e instrumentações que causem dano a nervos periféricos, produzindo semiologia característica, com manifestações clínicas no trajeto do nervo afetado;
- plexopatias braquiais e lombossacrais: lesões em decorrência de acidentes, complicações do parto, radioterapia, etc., que afetem os plexos braquiais ou lombossacros, em suas estruturas sensitivas e motoras;
- polineuropatias: condições distais e simétricas, afetando o indivíduo em um padrão semiológico de botas e luvas, e cuja detecção é facilitada quando estudamos os quatro membros, ampliando a amostra de nervos periféricos examinados;
- mononeuropatias múltiplas: condições que afetam os nervos de maneira não contígua, nervos esparsos em vários lugares do corpo, simultaneamente, cujas

etiologias mais comuns são doenças reumáticas, inflamatórias e nos estados pós-COVID 19⁶; e

- ganglionopatias: neuronopatias sensitivas, que afetam os corpos dos neurônios sensitivos, localizados nos gânglios das raízes dorsais, cuja principal etiologia são manifestações paraneoplásicas e doenças autoimunes, acompanhadas ou não de ataxia sensitiva ⁷.

Limitações e cuidados técnicos

A adequada colocação dos eletrodos exatamente sobre o trajeto dos nervos sensitivos, a adequada preparação da pele, a manutenção da temperatura da superfície acima de 31 graus Celsius, a intensidade e duração dos estímulos elétricos aplicados, são cruciais para obtenção de potenciais de ação sensitivos (PANS) com uma linha de base estável, livre de artefatos, com um pico claramente detectável, e reproduzível em exames subsequentes. Estas são características de boas qualidades técnicas na execução e registro do exame.

As fibras sensitivas finas e pouco mielinizadas (do tipo A-delta e C), responsáveis por carrear a sensação térmica e algica, bem como as fibras autonômicas, não são acessíveis ao método eletroneuromiográfico. Também não são acessíveis ao método, as radículas sensitivas, formadas pelos prolongamentos centrais dos neurônios pseudo-unipolares dos gânglios das raízes dorsais (estruturas pré-ganglionares).

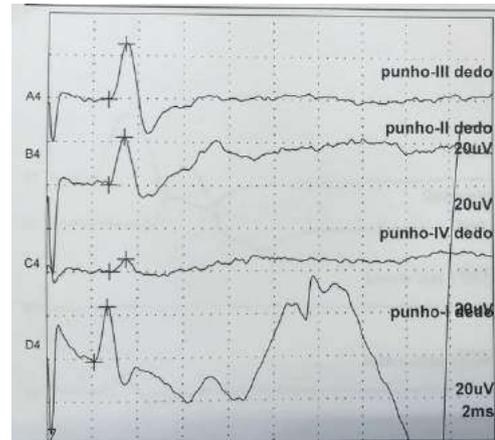


Figura 1: Exemplo de estudos de condução nervosa sensitiva normal: nervo mediano direito, filtro 20 a 3000 Hz, 20uV/divisão; 2 ms/divisão.

Fonte: Os autores, 2021.

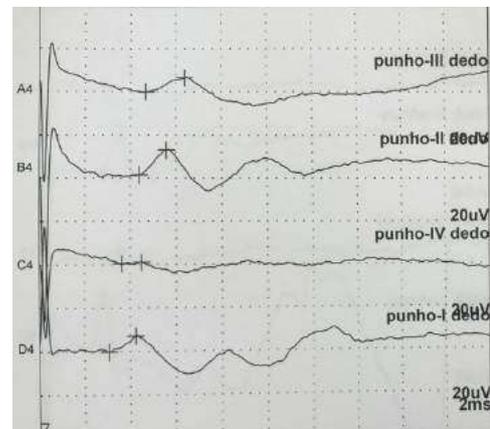


Figura 2: Exemplo de estudos de condução nervosa sensitiva anormal (síndrome do túnel do carpo): nervo mediano esquerdo, filtro 20 a 3000 Hz, 20uV/divisão; 2ms/divisão. Note que as latências são prolongadas, as amplitudes são reduzidas em relação à esquerda.

Fonte: Os autores, 2021.

ESTUDOS DE CONDUÇÃO NERVOSA MOTORA

São estudos que avaliam a integridade dos nervos periféricos, em relação ao componente eferente das fibras grossas e mielinizadas (motoneurônios Alfa). O corpo celular destes neurônios unipolares está localizado no corno anterior da medula espinhal. Seus prolongamentos periféricos são avaliados através de estímulos elétricos (choques), aplicados no trajeto do nervo e captados sobre o ponto motor de músculos específicos. O chamado “ponto motor” é onde se concentra a maior parte das placas motoras daquele

músculo, na região equatorial das fibras, de acordo com um mapa anatômico.

Método

Os estímulos elétricos aplicados são pulsos de corrente quadrada, que variam de 0,2 a 100 mA de intensidade, liberados a partir de um estimulador elétrico bipolar, que pode ser do tipo barra ou do tipo garfo. O estimulador libera corrente elétrica, cuja intensidade deve ser ajustada pelo neurofisiologista, até que seja suficiente para despolarizar todas as fibras do nervo em estudo e, assim, promover contração de todas as fibras musculares em questão, isto se dá quando a amplitude dos potenciais de ação atingem sua amplitude máxima. Os estímulos elétricos oferecidos são aplicados em pelo menos dois pontos diferentes do nervo (proximal e distal), para procurar por bloqueios de condução ao longo do trajeto do nervo. A captação é realizada à distância, através de eletrodos de superfície bipolares (cujo polo ativo é colocado sobre o ventre do músculo e o polo referencial é colocado sobre a inserção muscular). A captação também pode ser realizada com eletrodos de agulha.

Os potenciais obtidos, chamados potenciais de ação musculares compostos (PAMC) apresentam os seguintes parâmetros que devem ser avaliados: latência, amplitude e velocidade de condução, duração e morfologia. O cálculo da velocidade de condução motora é discretamente diferente do cálculo da velocidade de condução sensitiva, pois deve levar em conta o tempo dispendido no processo de transmissão neuromuscular (que ocorre na junção neuromuscular). A duração e a morfologia dos PAMC deve ser estável, independente do ponto do nervo que é estimulado. Esta característica indica que toda a estrutura do nervo esteja íntegra, e anormalidades de morfologia, na ausência de erros técnicos, indicam que há algum bloqueio, impedindo a condução elétrica através do nervo (pontos de desmielinização), promovendo atrasos no processo de condução nervosa saltatória normal, gerando potenciais de ação musculares compostos dispersos temporalmente, com durações prolongadas e amplitudes comprometidas.

Alvos

As estruturas avaliadas pelos estudos de condução nervosa motora são os nervos periféricos, em seu componente eferente, formado pelas fibras grossas e mielinizadas dos motoneurônios alfa, as junções neuromusculares e os músculos esqueléticos.

Indicações

Os estudos de condução nervosa motora são utilizados para avaliar as seguintes condições:

- síndrome de Guillain-Barré e CIDP: estas duas polirradiculoneuropatias têm seus critérios de diagnóstico baseados nos estudos de condução nervosa motora. É crucial a realização destes estudos no caso de suspeita destas condições. As anormalidades comumente observadas são potenciais de ação musculares compostos (PAMC) com aumento de latências, reduções de amplitudes e velocidades de condução, bloqueios de condução nervosa, dispersão temporal⁸;
- doenças que afetam os neurônios motores inferiores: nas doenças como a esclerose lateral amiotrófica e a poliomielite paralítica, existe perda dos corpos celulares dos neurônios motores inferiores. Nestas condições, os potenciais de ação musculares compostos (PAMC) apresentam reduções de amplitudes, pois se reduzem à quantidade de fibras nervosas que atingem o alvo muscular. Nestes casos, os traçados eletromiográficos são cruciais para complementar os achados dos estudos de condução nervosa motora, sendo suporte diagnóstico, tanto para os critérios de El Escorial (1990) quanto para os critérios de Gold Coast (2020), especialmente em relação à atrofia muscular progressiva⁹;
- radiculopatias: nas radiculopatias motoras, existe compressão das radículas que estão deixando a medula através de suas porções anteriores. Estas compressões reduzem a quantidade de axônios que atingem o alvo muscular, reduzindo

também as amplitudes dos PAMC. Este achado só é observado nas radiculopatias motoras graves, que promovem inclusive atrofia muscular;

- miastenia *gravis*, doença de Eaton Lambert e botulismo: nas doenças da junção neuro-muscular, podemos lançar mão de uma técnica aprimorada, chamada teste de estimulação repetitiva (T.E.R). Ela consiste em aplicar sequências de 10 a 100 estímulos sucessivos, com frequências de 3 a 10 Hz, a um mesmo nervo, captando os PAMC gerados a partir desta estimulação, em um ponto fixo, no músculo alvo;

Nos casos de doenças pós-sinápticas da junção neuromuscular (miastenia *gravis*), cujo evento crítico para a contração muscular é a ligação da acetilcolina em seus receptores pós-sinápticos, utilizamos frequências baixas de estímulo (3 Hz), a amplitude dos PAMC vai se reduzindo a cada estímulo aplicado, e chamamos este fenômeno de “decremento de amplitudes”. Quando este decremento é maior que 10%, o teste é positivo.

Nos casos de doenças pré-sinápticas da junção neuromuscular (doença de Eaton-Lambert), cujo evento crítico para a contração muscular é a entrada de cálcio no terminal pré-sináptico, utilizamos frequências altas de estímulo (10 Hz), a amplitude dos PAMC vai aumentando, e chamamos este fenômeno de “incremento de amplitudes”. Quando este incremento é maior que 400%, o teste é considerado positivo; e

- mononeuropatias por compressão (*entrapment syndromes*); mononeuropatias traumáticas; plexopatias braquiais e lombossacrais; polineuropatias; mononeuropatias múltiplas: em combinação aos estudos de condução nervosa sensitiva (vide sessão anterior).

Limitações e cuidados técnicos

A adequada colocação dos eletrodos exatamente sobre os pontos motores, a adequada preparação da pele, a manutenção da temperatura da superfície acima de 31 graus Celsius, a intensidade e

duração dos estímulos elétricos aplicados, a correta medida dos espaços entre os pontos de estímulo e captação são cruciais para obtenção de PAMC com uma linha de base estável, livre de artefatos, com um pico claramente detectável, e reproduzível em exames subsequentes.

A presença de atrofia muscular severa impede a captação de PAMC, que devem ser registrados no laudo como “abolidos” ou “ausentes”.

As fibras motoras do tipo gama (que são dirigidas aos fusos musculares) não são acessíveis ao método eletroneuromiográfico.

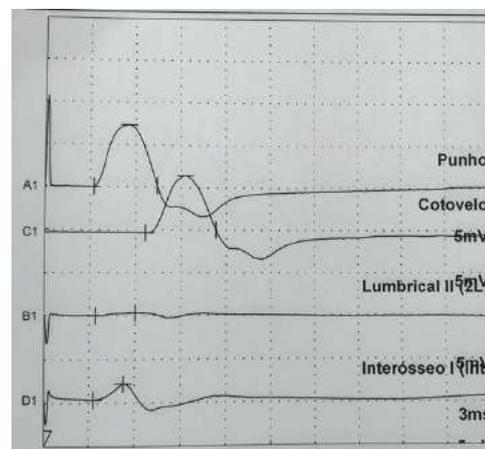


Figura 3: Exemplo de estudos de condução nervosa motora normal: nervo mediano direito, filtro 20 a 3000 Hz, 5 mV/divisão; 3 ms/divisão.

Fonte: Os autores, 2021.

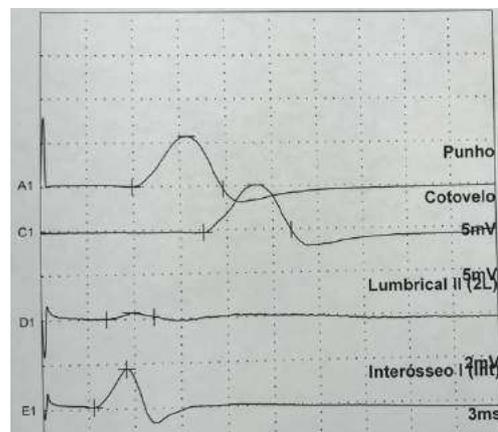


Figura 4: Exemplo de estudos de condução nervosa motora anormal (síndrome do túnel do carpo): nervo mediano esquerdo, filtro 20 a 3000 Hz, 5 mV/divisão; 3 ms/divisão. Notar que as latências são prolongadas, as amplitudes são reduzidas em relação à esquerda.

Fonte: Os autores, 2021.

TIPOS DE ANORMALIDADE DOS ESTUDOS DE CONDUÇÃO NERVOSA

Os estudos de condução nervosa, sensitiva e motora, podem demonstrar anormalidades, que são interpretadas da seguinte maneira:

- doenças primariamente mielínicas: alteram os potenciais de ação sensitivos e motores, aumentando suas latências, reduzindo suas velocidades de condução e aumentando a duração dos potenciais (dispersão temporal); e
- doenças primariamente axonais: alteram os potenciais de ação sensitivos e motores, reduzindo suas amplitudes.

ELETROMIOGRAFIA DE AGULHA

A eletromiografia por agulha (EMG) é a técnica de registro e análise dos sinais elétricos derivados de fibras musculares individuais de unidades motoras, em repouso e durante a contração voluntária, usando um eletrodo de registro de agulha inserido no músculo. Envolve a inserção de um eletrodo de agulha em um músculo, registrando e amplificando os sinais elétricos gerados a partir de fibras musculares em repouso ou em contração, e interpretando os sinais para determinar a função das fibras musculares e unidades motoras. Muitos fatores afetam os sinais registrados durante a EMG de agulha, incluindo os tipos de eletrodos de agulha, filtros e configurações do amplificador. Diferentes métodos semi-quantitativos e quantitativos de análise dos sinais registrados estão disponíveis, cada um com vantagens e desvantagens. Embora a EMG com agulha seja uma técnica segura, os riscos potenciais incluem dor, sangramento e pneumotórax¹⁰.

Os tipos de eletrodo de agulha utilizados na ENMG de rotina variam quanto aos custos e quanto à área de registro.

Os eletrodos concêntricos são os mais utilizados, têm acesso a uma superfície de leitura

de aproximadamente 0,03 a 0,07 mm², e custam por volta de 11 dólares por eletrodo. O polo negativo é o eixo do eletrodo, e o positivo, seu revestimento externo, de modo que ambos estão localizados na intimidade do músculo estudado.

Os eletrodos monopolares têm acesso a uma superfície de leitura de 0,28 a 0,34 mm² e custam por volta de 7 dólares por eletrodo, mas seus registros estão mais sujeitos a artefatos externos, visto que o polo positivo é um eletrodo colocado sobre a pele¹⁰.

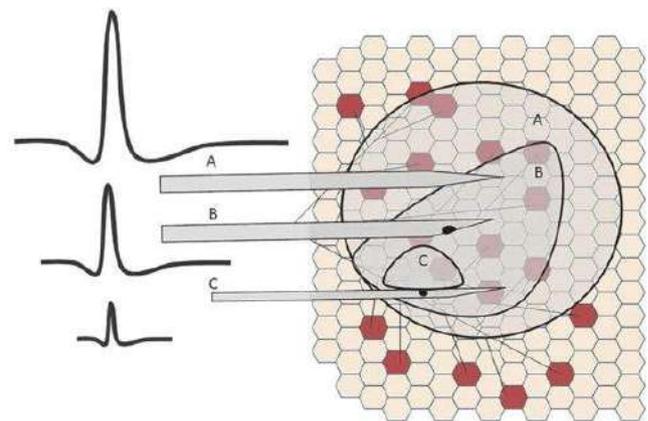


Figura 5: Esquema da área de registro dos diferentes tipos de eletrodos de agulha. A: agulha monopolar – 0,28 a 0,34 mm²; B: concêntrica – 0,03 a 0,07mm²; C: agulha de fibra única – 0,0005mm².

Fonte: Adaptado de Kimura, 2015¹.

Método

A EMG de agulha consiste em obter amostras de sinais elétricos de diferentes fibras musculares, e requer inserção correta e movimentos ao longo do músculo, para obter um estudo completo. Dependendo da hipótese clínica, músculos de diferentes distribuições devem ser estudados. A EMG de agulha tem três momentos de avaliação: repouso, recrutamento e esforço máximo.

- fase do repouso: registro obtido a partir da colocação da agulha no músculo, com o paciente em repouso e o músculo em estado de relaxamento.

As fibras musculares saudáveis, em repouso, não exibem nenhum potencial elétrico. O

registro eletromiográfico dos músculos normais em repouso é constituído por uma linha reta, chamada de “silêncio elétrico”.

Doenças que promovem dano aos neurônios motores inferiores (quer seja nos corpos celulares ou em seus axônios), ou que promovem soluções de continuidade das fibras musculares (miopatias em geral), fazem com que as fibras musculares, anteriormente componentes de uma mesma unidade motora e comandadas por neurônios motores saudáveis, disparem de forma aleatória, e promovam um registro de repouso anormal, que contém o que chamamos de “atividades espontâneas”.

As atividades espontâneas mais precoces são as ondas agudas positivas e as fibrilações. Fasciculações podem ser registradas após 15 a 21 dias do início do processo de desnervação ou miopatia. Também são anormalidades que podem ser registradas com o músculo em repouso as descargas repetitivas complexas e as descargas miotônicas (que ocorrem por uma hiperexcitabilidade de membrana, característica de algumas doenças neuromusculares, como as miotonias congênitas e a doença de Pompe);

- fase do recrutamento muscular: obtido a partir de uma pequena contração muscular contra a resistência. Este momento do exame serve para o neurofisiologista avaliar a morfologia dos potenciais de unidades motoras (MUP), que devem ter durações e amplitudes adequadas. Doenças de natureza neurogênica ou miopática deformam e promovem remodelamento dos MUP, gerando anormalidades nesta fase do exame: recrutamento aumentado (miopatias) ou reduzido (doenças que promovem desnervação), com potenciais de unidades motoras polifásicos (doença aguda) ou de altas amplitudes (doença crônica): e
- fase de esforço máximo: obtido a partir de um esforço de contração plena do músculo, contra a resistência. Os músculos saudáveis, inervados por motoneurônios íntegros, vão recrutando cada vez mais e

maiores unidades motoras, quanto maior for o esforço, de modo a produzirem um registro conhecido como "traçado interferencial", com padrão de rampa. As doenças neurogênicas vão tornando o traçado de esforço mais rarefeito, conforme são perdidos os componentes das unidades motoras, até produzirem um traçado simples, onde apenas uma unidade motora é registrada no esforço máximo, ou quando não há unidades motoras registradas naquele sítio (traçado de esforço máximo ausente).

Alvos

O alvo da EMG de agulha são os músculos, e propriamente, as unidades motoras, ao longo dos miótomos, nos territórios pretendidos para o estudo.

Indicações

- miopatias: o único estudo eletroneuromiográfico que pode registrar anormalidades dos músculos, na intimidade da unidade motora, é a EMG de agulha. Geralmente, nas miopatias, os traçados de repouso apresentam atividades espontâneas do tipo descargas, ondas agudas positivas e fibrilações. Os traçados de recrutamento exibem recrutamento precoce, com MUP de baixas amplitudes e curtas durações. Os traçados de esforço são geralmente interferenciais. Há miopatias agudas e crônicas, com maiores ou menores proporções de atividades espontâneas, porém, o estudo eletromiográfico está sempre indicado nestas situações;
- paralisia facial periférica: juntamente com outras técnicas especiais (como reflexo do piscamento supra-orbital. Estudo de condução nervosa motora do nervo facial), as eletromiografias de agulha são particularmente úteis no estudo das paralisias faciais periféricas. O exame pode mostrar se há desnervação em atividade, se há sinais de reinervação nos músculos afetados, se algum ramo do nervo facial é afetado de forma desproporcional em relação aos demais e se há possibilidade do músculo

lo responder à reinervação cirúrgica, baseando-se no registro eletromiográfico da manutenção de atividade contrátil, mesmo que pequena, nos músculos paralisados; e

- mononeuropatias, polineuropatias, doenças do neurônio motor inferior, plexopatias, mononeuropatias múltiplas e radiculopatias motoras: A ENMG de agulha está indicada em todas as condições anteriormente mencionadas para os estudos de condução nervosa, sensitiva e motora, como complemento do exame, e para determinar a presença de desnervação e de reinervação, bem como estimar se as lesões são agudas ou crônicas, axonais ou mielínicas, e qual a gravidade das mesmas.

Limitações e cuidados técnicos

A adequada colocação dos eletrodos exatamente sobre os pontos motores de cada músculo, a movimentação das agulhas na intimidade do músculo estudado, a manutenção da temperatura corporal acima de 31 graus Celsius, a ausência de interferências externas e a adequada colaboração do paciente para o repouso e o recrutamento muscular são cruciais para a obtenção de um traçado confiável e de boa qualidade técnica. Músculos muito atrofícos podem não exibir recrutamento muscular.

Pacientes sob anticoagulação devem ser submetidos a EMG de agulha se o RNI for menor que 1,5. Nestes pacientes, devemos evitar estudos de músculos profundos ou muitos movimentos na agulha durante a realização dos registros.

Deve ser evitada a colocação de eletrodos de agulha em pacientes com esvaziamento axilar pós-mastectomia, ou que apresentem comprometimento do sistema linfático, pelo risco de erisipela.

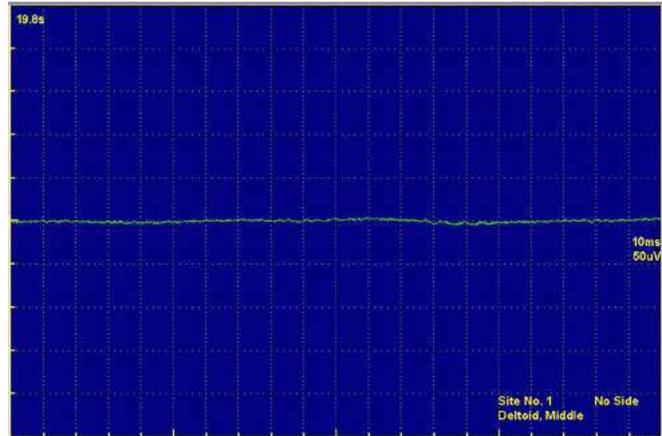


Figura 6: Eletromiografia de agulha normal, na fase de repouso. Observe o silêncio elétrico, uma linha reta e sem deflexões. Músculo deltoide direito, varredura: 200 ms, 10 ms/divisão, 50 uV/divisão. Filtro 3 KHz a 20Hz.

Fonte: Os autores, 2021.

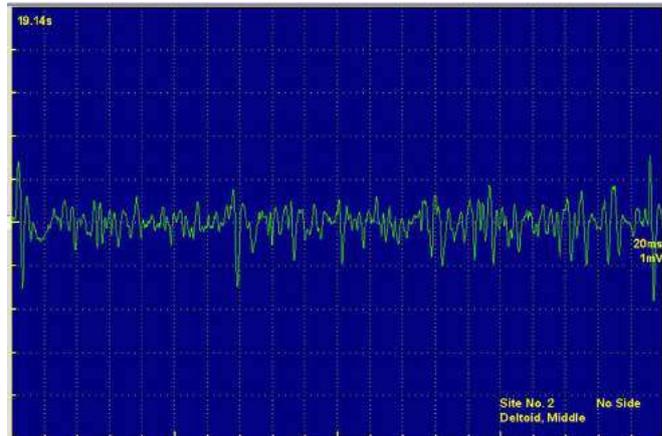


Figura 7: Eletromiografia de agulha normal, na fase de esforço máximo, do tipo interferencial. Observe o traçado que preenche toda a linha, sem falhas. Músculo deltoide direito, varredura: 200 ms, 10 ms/divisão, 50 uV/divisão.

Filtro 3 KHz a 20 Hz.

Fonte: Os autores, 2021.

OBTENDO OS MELHORES RESULTADOS DE UM EXAME ELETRONEUROMIOGRÁFICO

O exame eletroneuromiográfico depende de algumas condições, para que os melhores resultados possam ser obtidos, e assim, responder de forma adequada aos questionamentos do clínico. Listamos aqui alguns aspectos, que sendo observados, agregam qualidade aos resultados esperados:

I. Aspectos inerentes ao Neurofisiologista Clínico e ao laboratório

O exame deve ser executado por um

especialista: a formação em Neurofisiologia Clínica, no Brasil, é chancelada pela Sociedade Brasileira de Neurofisiologia Clínica (SBNC). Os médicos neurologistas e fisiatras, com especialidade devidamente registrada no Conselho Regional de Medicina (CRM) de seus estados, devem realizar formação complementar em eletroneuromiografia, em centros capacitados. A duração desta formação varia entre um ano (dedicação exclusiva) e dois anos, sob supervisão de pelo menos um membro titular da Academia Brasileira de Neurologia e SBNC, cumprindo um programa teórico e prático determinados. Ao final do período de formação, devem ser submetidos à prova do título de especialista, ministrada anualmente pela SBNC, na modalidade “Eletroneuromiografia”. Após aprovação, o neurofisiologista clínico pode requerer o selo da especialidade, que deve constar em todos os laudos dos exames realizados. Realizar um exame com um especialista é uma forma de assegurar a qualidade técnica do examinador.

Quanto ao laboratório, condições estruturais devem ser observadas para garantir um registro eletroneuromiográfico adequado, e o mais importante é que o eletromiógrafo seja ligado a uma rede elétrica que contenha sistema de aterramento, com menos de 5 KOhms: isto melhora a qualidade da linha de base dos traçados eletromiográficos, reduzindo a interferência externa e os fatores de confusão, que podem prejudicar a interpretação do estudo.

É importante o controle do ambiente onde a ENMG será realizada: garantir que a temperatura esteja amena, que o ambiente seja o mais livre possível de interferências elétricas, que o paciente esteja confortável.

Também é crucial que o paciente seja informado de como é realizado o exame, quais os incômodos que podem advir, por meio de termo de consentimento livre e esclarecido, que deve sempre ser assinado antes da realização do exame.

II. Aspectos inerentes ao médico solicitante do exame

O exame eletroneuromiográfico, devido a

sua característica de estudo funcional e de extensão do exame clínico, deve ser acompanhado por um pedido adequadamente preenchido. Cada laboratório possui uma rotina de execução de exame, determinada pelas sociedades de especialidade de cada país, que examina uma gama de nervos e músculos pré-determinada. Quando o clínico suspeita de comprometimento do sistema nervoso periférico, e as anormalidades detectadas estão explicadas no pedido médico, o exame se torna muito mais efetivo e mais detalhado, pois além dos estudos de rotina, o profissional pode realizar estudos adicionais, visando a melhorar a acurácia e confirmar a hipótese clínica. Realizar um pedido médico contendo a suspeita diagnóstica é de grande auxílio para o Neurofisiologista Clínico, na execução do exame, e mais ainda, para o paciente, na obtenção do melhor e mais específico resultado para sua moléstia.

III. Aspectos inerentes ao paciente

- Condições da pele e do subcutâneo: uma vez que os estudos de condução nervosa são obtidos a partir do registro de potenciais elétricos captados na superfície do corpo, a condição de integridade da pele é crucial. Superfícies com higienização inadequada, presença de crostas, soluções de continuidade, feridas, queimaduras, ou elementos como fixadores externos, tornam o exame mais demorado (uma vez que é necessária adequação da superfície para o estudo), e às vezes, inviabiliza a realização do exame. Uma vez observadas, estas condições inadequadas devem ser descritas pelo neurofisiologista, no laudo, e também devem ser levadas em consideração no momento da interpretação dos resultados para a conclusão.
- Presença de cremes e óleos na pele, no momento da realização do exame: estas substâncias oleosas dificultam a aderência dos eletrodos de superfície à pele, aumentando a impedância, e contribuindo para a obtenção de potenciais pobres em definição. No ato do exame, alguns elementos abrasivos podem ser aplicados

para adequado preparo da pele, mas também tornam o processo mais demorado. Orientar os pacientes quanto a estes cuidados facilita e agiliza o exame.

- Presença de edema: o edema de membros inferiores dificulta os estudos de condução nervosa, pois aumenta a distância da superfície da pele em relação aos nervos que devem ser estudados. Quando possível, realizar um preparo ou orientar medidas de redução do edema (meias elásticas, posição de membros elevados, realizar o exame pela manhã) que podem reduzir este artefato.

CONCLUSÃO

A eletroneuromiografia é um método muito útil no estudo do sistema nervoso periférico. É uma ferramenta que complementa o exame físico e, quando adequadamente indicada e realizada, auxilia de maneira definitiva no diagnóstico e na conduta, especialmente nas doenças neuromusculares. Mesmo com o desenvolvimento e popularização dos estudos de genética médica e com o avanço das técnicas de imagem (ultrassom neuromuscular e ressonância muscular), a eletroneuromiografia se mantém como o único estudo capaz de fornecer informações funcionais do sistema nervoso

periférico, em tempo real, de maneira qualitativa e quantitativa.

REFERÊNCIAS

1. Kimura J. Eletrodiagnóstico em doenças de nervos e músculos: princípios e aspectos práticos. 5a ed. Rio de Janeiro: Di Livros; 2015. pp. 258-259.
2. Kimura J. Eletrodiagnóstico em doenças de nervos e músculos: princípios e aspectos práticos. 5a ed. Rio de Janeiro: Di Livros; 2015. pp. 31.
3. Kazamel M, Warren PP. History of electromyography and nerve conduction studies: A tribute to the founding fathers. *J Clin Neurosci*. 2017;43:54-60.
4. Kimura J. Eletrodiagnóstico em doenças de nervos e músculos: princípios e aspectos práticos. 5a ed. Rio de Janeiro: Di Livros; 2015. pp. 31-42.
5. Kimura J. Eletrodiagnóstico em doenças de nervos e músculos: princípios e aspectos práticos. 5a ed. Rio de Janeiro: Di Livros; 2015. pp. 41.
6. Needham E, Newcombe V, Michell A, *et al*. Mononeuritis multiplex: an unexpectedly frequent feature of severe COVID-19. *J Neurol*. 2021;268(8):2685-2689.
7. Amato AA, Ropper AH. Sensory Ganglionopathy. *N Engl J Med*. 2020;383(17):1657-1662.
8. Uncini A, Kuwabara S. The electrodiagnosis of Guillain-Barré syndrome subtypes: Where do we stand? *Clin Neurophysiol*. 2018;129(12):2586-2593.
9. Turner MR; UK MND Clinical Studies Group. Diagnosing ALS: the Gold Coast criteria and the role of EMG. *Pract Neurol*. 2022:2021-003256.
10. Rubin DI. Needle electromyography: Basic concepts. *Handb Clin Neurol*. 2019;160:243-256.