

Einführung in die klinische Neurophysiologie

■ EMG – EEG – Evozierte Potenziale

M. STÖHR R. KRAUS

Einführung in die klinische Neurophysiologie

■ **EMG – EEG – Evozierte Potenziale**

Unter Mitarbeit von
ROBERT PFISTER und KONRAD SCHEGLMANN

Mit 146 Abbildungen und 17 Tabellen

STEINKOPFF
DARMSTADT



Prof. Dr. MANFRED STÖHR
Dr. REGINA KRAUS
Zentralklinikum Augsburg
Klinik für Neurologie und klinische Neurophysiologie
Stenglinstraße 2, 86156 Augsburg

ISBN 978-3-642-63299-0 ISBN 978-3-642-57543-3 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-642-57543-3

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

<http://www.steinkopff.springer.de>

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2002

Ursprünglich erschienen bei Steinkopff Verlag Darmstadt 2002

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 2002

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Produkthaftung: Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag keine Gewähr übernommen werden. Derartige Angaben müssen vom jeweiligen Anwender im Einzelfall anhand anderer Literaturstellen auf ihre Richtigkeit überprüft werden.

Umschlaggestaltung: Erich Kirchner, Heidelberg

Redaktion: Dr. Maria Magdalene Nabbe Herstellung: Klemens Schwind

Zeichnungen: Günther Hippmann, Nürnberg

Satz: K+V Fotosatz GmbH, Beerfelden

SPIN 10853560

80/7231-5 4 3 2 1 0 – Gedruckt auf säurefreiem Papier

So einfach wie möglich, aber nicht einfacher.

ALBERT EINSTEIN

*In meinen Augen
ist das Streben nach Einfachheit und Transparenz
eine moralische Pflicht aller Intellektuellen.*

KARL POPPER

Vorwort

Die neurophysiologischen Untersuchungsmethoden gehören zum unentbehrlichen diagnostischen Rüstzeug der Neuro-Fächer. Entsprechend dieser Bedeutung existiert eine Reihe von Standard-Lehrbüchern für EMG, EEG und evozierte Potenziale, die unentbehrlich sind für jeden, der tiefer in die Materie eindringen möchte. Allerdings gibt es Neurologen, Nervenärzte, Neurochirurgen, Psychiater und Neuropädiater, denen ein auf das praktisch Wichtige beschränktes neurophysiologisches Basiswissen genügt und die Schwierigkeiten haben, dieses aus den umfangreichen Monographien zu extrahieren. Das vorliegende Buch soll diesem Personenkreis sowie in der Weiterbildung befindlichen Kollegen, die sich auf die Facharztprüfung vorbereiten, einen raschen Einstieg in die klinische Neurophysiologie ermöglichen, wobei der umfangreiche Stoff auf das praktisch Wichtige komprimiert und durch zahlreiche Abbildungen veranschaulicht wurde.

Bei der Auswahl instruktiver Abbildungsbeispiele erfuhren wir tatkräftige Unterstützung durch die Oberärzte Dr. Robert Pfister und Dr. Konrad Scheglmann, durch Frau Dr. Hildegard Kroiß sowie durch die neurophysiologischen Assistentinnen der Klinik, die in gewohnt perfekter Weise neurographische, EEG- und EP-Kurven beisteuerten. Durch das Entgegenkommen der Verlage Kohlhammer Stuttgart, Springer Heidelberg und Steinkopff Darmstadt konnten wir außerdem Abbildungen aus folgenden Werken übernehmen: M. Stöhr, Atlas der klinischen Elektromyographie und Neurographie. 4. Aufl., 1998; M. Stöhr et al.: Evozierte Potentiale. 3. Aufl., 1996; M. Stöhr et al.: Neuromonitoring, 1999.

Für das Schreiben des Manuskripts danke ich meiner Sekretärin Frau Silke Friedsam, für die ausgezeichnete Zusammenarbeit und die gute Ausstattung des Buches Herrn Dr. Thiekötter und Frau Dr. M. M. Nabbe vom Steinkopff Verlag.

Augsburg, im April 2002

MANFRED STÖHR

Inhaltsverzeichnis

1 Elektromyographie (EMG) und Neurographie (NG)

| | |
|--|----|
| 1.1 Grundlagen | 1 |
| 1.1.1 Elektrophysiologische Diagnostik bei Neuropathien | 1 |
| 1.1.2 Elektromyographische Befunde bei Myopathien | 12 |
| 1.1.3 Neuromuskuläre Überleitungsstörungen | 13 |
| 1.2 Spezielle Anwendungsgebiete | 15 |
| 1.2.1 Engpasssyndrome | 15 |
| 1.2.2 Nervenverletzungen | 18 |
| 1.2.3 Nervenwurzelläsionen | 30 |
| 1.2.4 Fazialisparese | 32 |
| 1.2.5 Polyneuropathien | 36 |
| 1.2.6 Vorderhornkrankungen | 42 |

2 Klinische Elektroenzephalographie (EEG)

| | |
|---|----|
| 2.1 Einführung | 47 |
| 2.2 Technische Grundlagen des EEG | 48 |
| 2.2.1 Ableitprogramme | 48 |
| 2.2.2 Elektrodenplatzierungen | 50 |
| 2.2.3 Veränderungen des EEG durch apparative Parameter | 51 |
| 2.2.4 Mindestanforderungen für eine Standard-EEG- Ableitung | 53 |
| 2.3 Richtlinien zur Beschreibung und zur Beurteilung des EEG | 54 |
| 2.3.1 Die Beschreibung des EEG | 54 |
| 2.3.2 Die Beurteilung des EEG | 59 |
| 2.4 Grundtätigkeit (GT) und Grundrhythmus (GR) | 59 |
| 2.4.1 Grundrhythmusformen | 59 |
| 2.4.2 Blockade der Alphasaktivität | 60 |
| 2.4.3 Niederspannungs-EEG | 61 |
| 2.4.4 Mischformen | 61 |

| | | |
|-------------|---|-----------|
| 2.4.5 | Alphavariante als GR-Variante | 62 |
| 2.4.6 | Langsame 4/s-Grundrhythmusvariante | 62 |
| 2.5 | Veränderungen der Grundaktivität | 63 |
| 2.5.1 | Allgemeinveränderungen (AV) | 63 |
| 2.5.2 | Frequenzlabiles EEG | 65 |
| 2.6 | Herdveränderungen im EEG | 66 |
| 2.6.1 | Definition herdförmiger EEG-Veränderungen | 66 |
| 2.6.2 | Fokale Änderung der Alphasaktivität unter Beibehaltung einer Alphafrequenz | 67 |
| 2.6.3 | Herdbefund mit Auftreten von langsamen Wellen | 67 |
| 2.6.4 | Epileptischer Fokus | 70 |
| 2.6.5 | Darstellung von Herdbefunden in Abhängigkeit von der Ableittechnik | 71 |
| 2.6.6 | Herdstörungen in Abhängigkeit von der Prozesslokalisation | 71 |
| 2.7 | Generalisierte EEG-Veränderungen | 76 |
| 2.7.1 | Intermittierend rhythmische Deltaaktivität (IRDA) | 76 |
| 2.7.2 | Generalisierte periodische scharfe Wellen | 78 |
| 2.7.3 | Burst-suppression-Muster | 79 |
| 2.7.4 | Isoelektrisches EEG | 79 |
| 2.7.5 | EEG-Befunde bei Hirnstammfunktions- störungen | 80 |
| 2.8 | Epilepsietypische Potenziale und epilepsieverdächtige Muster | 81 |
| 2.8.1 | Definition epilepsietypischer Potenziale | 81 |
| 2.8.2 | Epilepsietypische Graphoelemente | 81 |
| 2.8.3 | Hypsarrhythmie | 83 |
| 2.8.4 | Periodische lateralisierte epileptiforme Entladungen (PLEDs) | 83 |
| 2.9 | Provokationsmethoden im EEG | 85 |
| 2.9.1 | Hyperventilation (HV) | 85 |
| 2.9.2 | Photostimulation | 85 |
| 2.9.3 | Schlafentzug | 88 |
| 2.10 | EEG-Veränderungen bei Vigilanzstörungen und im Schlaf | 89 |
| 2.10.1 | Schlafpolygraphie | 89 |
| 2.10.2 | Nomenklatur spezieller im Schlaf auftretender Graphoelemente | 89 |
| 2.10.3 | EEG-Veränderungen bei Müdigkeit | 92 |
| 2.10.4 | EEG-Veränderungen im Schlaf | 93 |

| | |
|---|------------|
| 2.10.5 Schlafprofil | 95 |
| 2.10.6 Gestörte Schlafprofile | 96 |
| 2.11 EEG im Rahmen der Epilepsiediagnostik | 97 |
| 2.11.1 Interiktuales EEG | 97 |
| 2.11.2 Iktuales EEG | 97 |
| 2.12 EEG bei akuten zerebrovaskulären Erkrankungen . . | 103 |
| 2.12.1 Indikation zur EEG-Untersuchung bei Hirninfarkt und intrakranieller Blutung . . | 103 |
| 2.12.2 EEG-Befunde bei Hirninfarkten | 104 |
| 2.12.3 EEG-Befunde bei zerebralen Blutungen | 104 |
| 2.12.4 EEG-Befunde bei Subarachnoidalblutung (SAB) | 104 |
| 2.12.5 EEG-Befunde bei Sinusthrombose | 105 |
| 2.12.6 EEG-Befunde bei Migräne | 105 |
| 2.13 EEG bei der Differenzialdiagnose von Demenzen . . | 107 |
| 2.13.1 Indikation zur EEG-Untersuchung bei Demenzen | 107 |
| 2.13.2 EEG-Veränderungen bei Creutzfeldt-Jakob- Erkrankung (CJV) | 107 |
| 2.13.3 EEG-Befunde beim Morbus Alzheimer | 108 |
| 2.13.4 EEG-Befunde bei chronischer vaskulärer Enzephalopathie | 108 |
| 2.14 EEG bei metabolischen Erkrankungen | 109 |
| 2.14.1 EEG bei Leberfunktionsstörungen | 109 |
| 2.14.2 EEG bei Niereninsuffizienz | 111 |
| 2.14.3 EEG bei Elektrolytentgleisungen | 112 |
| 2.14.4 EEG bei Schilddrüsenfunktionsstörungen | 112 |
| 2.14.5 EEG bei Glukosestoffwechselstörungen | 112 |
| 2.14.6 EEG bei septischer Enzephalopathie | 112 |
| 2.15 Pharmakogene EEG-Veränderungen | 113 |
| 2.15.1 EEG-Befunde bei Medikamenten- und Drogeneinnahme | 113 |
| 2.15.2 EEG-Veränderungen unter Barbituraten und Benzodiazepinen | 114 |
| 2.15.3 Einfluss der Sedativa auf das EEG bei komatösen Patienten | 115 |
| 2.15.4 EEG-Veränderungen unter Antiepileptika | 115 |
| 2.15.5 EEG-Veränderungen unter Neuroleptika und trizyklischen Antidepressiva | 116 |
| 2.15.6 EEG-Veränderungen unter Lithium | 118 |
| 2.15.7 EEG-Veränderungen unter Psychostimulanzien und Opiaten | 118 |
| 2.15.8 EEG-Veränderungen unter Einfluss von Alkohol | 119 |

| | |
|---|-----|
| 2.16 EEG bei Meningitiden und Enzephalitiden | 120 |
| 2.16.1 EEG-Veränderungen bei eitriger Meningitis . . | 120 |
| 2.16.2 EEG-Veränderungen bei Herpes-simplex- Enzephalitis | 121 |
| 2.17 EEG bei Schädel-Hirn-Trauma (SHT) | 123 |
| 2.17.1 Indikation zur EEG-Untersuchung bei SHT . . | 123 |
| 2.17.2 EEG-Veränderungen bei SHT | 123 |
| 2.18 EEG bei zerebraler Hypoxie | 124 |
| 2.18.1 EEG-Befunde bei zerebraler Hypoxie | 124 |
| 2.18.2 Prognosebeurteilung bei zerebraler Hypoxie . . | 124 |
| 2.19 EEG-Untersuchungen im Rahmen der Hirntoddiagnostik | 126 |
| 2.19.1 Klinische Voraussetzungen bei der Hirntoddiagnostik mittels EEG | 126 |
| 2.19.2 Neurophysiologische Voraussetzungen bei der Hirntoddiagnostik mittels EEG | 127 |
| 2.20 Artefakte | 128 |

3 Evozierte Potenziale (EP)

| | |
|--|-----|
| 3.1 Grundlagen | 133 |
| 3.1.1 Impulsleitung in Nervenbahnen unter normalen und pathologischen Bedingungen . . | 133 |
| 3.1.2 Klinische Bedeutung der evozierten Potenziale | 136 |
| 3.2 Visuell evozierte Potenziale (VEP) | 137 |
| 3.2.1 Untersuchungsbedingungen | 137 |
| 3.2.2 Klinische Anwendungen | 139 |
| 3.3 Akustisch evozierte Potenziale (AEP) | 142 |
| 3.3.1 Untersuchungsbedingungen | 143 |
| 3.3.2 Generatoren der frühen akustisch evozierten Potenziale (FAEP) | 144 |
| 3.3.3 Klinische Anwendungen | 150 |
| 3.4 Somatosensibel evozierte Potenziale (SEP) | 155 |
| 3.4.1 Untersuchungsbedingungen | 156 |
| 3.4.2 Generatoren der somatosensibel evozierten Potenziale | 160 |
| 3.4.3 Klinische Anwendungen | 168 |
| 3.5 Motorisch evozierte Potenziale (MEP) | 178 |
| 3.5.1 Untersuchungsbedingungen | 179 |
| 3.5.2 Klinische Einsatzbereiche | 185 |
| Sachverzeichnis | 193 |