

Klinische Elektroenzephalographie des Kindes- und Jugendalters

Springer

Berlin

Heidelberg

New York

Barcelona

Budapest

Hong Kong

London

Mailand

Paris

Tokyo

R. G. Schmid W. S. Tirsch

Klinische Elektroenzephalographie des Kindes- und Jugendalters

Ein Atlas der EEG-Aktivität:
Altersbezogene Normkurven und Pathologie

Unter Mitarbeit von
J. Kugler, K. Sadowsky und K. Vock



Springer

Priv.-Doz. Dr. med. Ronald G. Schmid
Chefarzt der Pädiatrie, Kreiskrankenhaus
Leiter des Sozialpädiatrischen Zentrums Inn-Salzach
Vinzenz-von-Paul-Straße 10
D-84503 Altötting

Dipl.-Ing. Werner S. Tirsch
GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit
Institut für Medizinische Informatik und Systemforschung
Neuherberg
D-85764 Oberschleißheim

ISBN-13:978-3-642-79305-9 e-ISBN-13:978-3-642-79304-2
DOI: 10.1007/978-3-642-79304-2

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Schmid, Ronald G.: Klinische Elektroenzephalographie des Kindes- und Jugendalters: ein Atlas der EEG-Aktivität: altersbezogene Normkurven und Pathologie / R. G. Schmid; W. Tirsch. Unter Mitarb. von J. Kugler... – Berlin; Heidelberg; New York; Barcelona; Budapest; Hong Kong; London; Mailand; Paris; Tokyo: Springer, 1995
ISBN-13:978-3-642-79305-9
NE: Tirsch, Werner:

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 gültigen Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1995
Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1995

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.

Satz: Schneider-Druck GmbH, D-91541 Rothenburg ob der Tauber
SPIN: 10467652 25/3134 – 5 4 3 2 1 0 – Gedruckt auf säurefreiem Papier

Vorwort

Die „Klinische Elektroenzephalographie des Kindes- und Jugendalters“ setzt die deutsche Tradition von Dumer-muth, Niebeling und Weinmann fort. Zunächst werden die Geschichte der Elektroenzephalographie und die heuti-gen Erkenntnisse zu den neurophysiologischen Vorgängen in kurzer Form dargestellt. Die konventionelle visuelle Befundung und Beurteilung des kindlichen EEG wird ausführlich beschrieben. Sie orientiert sich an den Kriterien der Deutschen Gesellschaft für klinische Neurophysiologie (früher EEG-Gesellschaft).

Neue Perspektiven der EEG-Diagnostik eröffnen sich durch die Möglichkeiten der automatischen EEG-Analyse. Deren Grundlagen und Methodik werden so beschrieben, daß der visuelle EEG-Befunder in die Thematik eingeführt wird und damit arbeiten kann. Die Münchner Arbeitsgruppe verdankt diese Erkenntnisse weitgehend dem von Pro-fessor Dr. Dr. h.c. Theodor Hellbrügge initiierten und bis zu seiner Emeritierung tatkräftig unterstützten For-schungsprojekt „Münchener Pädiatrische Längsschnittstudie: Teilvorhaben EEG-Untersuchung“, das durch die Ge-sellschaft für Strahlen- und Umweltforschung (GSF) gefördert wurde. In einer über Jahrzehnte hinweg guten Zu-sammenarbeit mit dem technischen Partner, dem Medis-Institut der GSF in München-Neuherberg (Herr Professor Dr. Dr. Siegfried J. Pöppel, Herr Dr. Karl-Heinz Englmeier, Herr Dipl.-Phys. G. Herrmann und insbesondere Herr Dipl.-Ing. Werner S. Tirsch), entstanden ab 1972 etwa 30 Publikationen zu dem Thema „Diagnostik durch die auto-matische EEG-Analyse“. Von großer Bedeutung war auch die konstruktive Zusammenarbeit mit Professor Dr. Hans-Martin Weinmann von der Kinderklinik der Technischen Universität Schwabing. Dem derzeitigen Vor-stand des Institutes für Soziale Pädiatrie und Jugendmedizin der Ludwig-Maximilians-Universität München – Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. Hubertus von Voss – danke ich für die Erlaubnis zur Nutzung der Daten aus der Münchener pädi-atischen Längsschnittstudie.

Die langjährige Anwendung der automatischen EEG-Analyse zur Differenzierung der Altersentwicklung von ze-rebralen Störungen führte zur Definition des Norm-EEG in den verschiedenen Altersstufen. Die Darstellung der nor-malen und pathologischen Handskelettentwicklung von Professor Dr. Franz Schmid, die in zahlreichen Publikatio-nen ab 1948 mit Abbildungen der oberen und unteren Normvarianten erfolgte, und das in der Pädiatrie übliche Vor-gehen, Entwicklungsnormen durch Perzentilenwerte zu definieren, gaben den Anstoß, diese Definition der Norm auf das EEG zu übertragen.

Schwierigkeiten bei der Normbeschreibung konnten durch die Definition gesunder Kinder im Hauptprojekt „Münchener Pädiatrische Längsschnittstudie“ aus dem Wege geräumt werden. Schwieriger gestaltete sich die Be-stimmung des Norm-EEG durch die zahlreichen anfallenden Parameter der automatischen EEG-Analyse. Verwen-dung fand schließlich eine Methode mit Analyse der dominanten Frequenz (spektrale Peakfrequenz) und Ampli-tude. Diese Parameter korrelieren in hohem Maße mit der relativen Aktivität der EEG-Bänder. Dies wiederum kommt dem visuellen EEG-Befunder entgegen, der sich sehr stark an der Verteilung der Aktivität in den verschiede-nen Frequenzbändern orientiert.

Die EEG-Grundaktivitätsdiagnostik ergibt bei geschlossenen Augen die deutlichsten Ergebnisse. Bei Kindern bis in das Vorschulalter, aber auch bei neurologisch gestörten und behinderten älteren Kindern ist nicht immer eine Ab-leitung bei geschlossenen Augen möglich. Die Normalentwicklung des EEG wurde deshalb bei offenen und geschlos-senen Augen jeweils mit einer Abbildung der 10 %-Perzentile als Beispiel für den unteren Normbereich, der 50 %-Perzentile für das Mittelwert-EEG und der 90 %-Perzentile als Beispiel für den oberen Normbereich dargestellt. Pro-vokations- und Aktivationsmethoden, Normvarianten und das EEG beim Frühgeborenen ergänzen dieses Kapitel.

Ein weiterer Schwerpunkt gilt der Definition von EEG-Veränderungen bei neuromotorischen Störungen und Be-hinderungen. Der Schweregrad der Störung korreliert mit dem Schweregrad der EEG-Veränderung, wenn eine klare Definition der Störung verwendet wird. Die Differenzierung ist jedoch bei der geringen Quantität der Abweichung nur durch die automatische Analyse sinnvoll und aussagekräftig möglich. Neuropathologische und neurophysiolo-gische Grundlagen dieser Zusammenhänge werden auf der Basis der heutigen Erkenntnisse diskutiert.

Entsprechend dem Titel „Klinische Elektroenzephalographie“ wurde auf eine breite Darstellung der EEG-Chaos-analyse und des Mapping verzichtet. Beide Methoden befinden sich noch im Experimentalstadium und bilden den Schwerpunkt unserer derzeitigen wissenschaftlichen Untersuchungen.

Das umfangreichste Kapitel beschreibt den Einsatz der visuellen EEG-Diagnostik bei Epilepsie, Tumoren, Gefäßprozessen, Kopfschmerzen, Stoffwechselstörungen, entzündlichen Prozessen und Traumata. Die „Internationale Klassifikation der Epilepsien und epileptischen Syndrome“ (IKEA 1989) wurde als Ordnungsprinzip verwendet. Ergänzend zur theoretischen Beschreibung werden zahlreiche Fallbeispiele praxisnah geschildert. Die EEG-Ableitungen entstammen der täglichen Routine in einem klinischen Betrieb. Entsprechend den Gegebenheiten, aber auch aus didaktischen Gründen, sind Artefakte – meist erläutert – mit abgebildet.

Die Ableitung der EEG verdanke ich den langjährig in Aschaffenburg bzw. Altötting tätigen Kinderkrankenschwestern Frau Elisabeth Mades und Frau Brigitte Opava. Danken möchte ich auch Frau Doris Meyer, die in nur 9 Monaten das gesamte Buch neben ihrer leitenden Stellung im Sekretariat geschrieben hat; meinem Sohn Björn, der alle graphischen Abbildungen des Buches in wochenlanger Arbeit auf dem Computer erstellt hat; Herrn Dr. Paul Grottemeyer, Chefarzt an der Radiologischen Abteilung am Kreiskrankenhaus Alt-/Neuötting, für die Überprüfung der computertomographischen und kernspintomographischen Kurzbefunde; Herrn Dr. von Cetriz von der Kinderklinik Schwabing für das Heraussuchen seltener EEG-Befunde aus dem Archiv.

Eine wesentliche Qualitätsverbesserung konnte durch die Beiträge der Mitautoren erreicht werden. Professor Dr. Hans-Martin Weinmann verfaßte mit seinem reichen Erfahrungsschatz das Kapitel „Geschichte des EEG“, sowie Teile des Kapitels zu den neurophysiologischen Grundlagen des EEG, Dr. Kurt Vock erstellte die Übersicht zu der Entwicklung des EEG beim Frühgeborenen ab der 27. Schwangerschaftswoche, Dr. Karol Sadowsky legte durch seine langjährige Mitarbeit beim Münchner EEG-Projekt die Grundlagen für die jetzigen Ergebnisse und schrieb über „Zwillingsuntersuchungen und EEG“, Professor Dr. Johann Kugler brachte sein Fachwissen in der EEG-Diagnostik ein, indem er Kapitel 6 überarbeitete und ergänzte. Ein besonderes Anliegen aller Autoren war das Einhalten der deutschen EEG-Nomenklatur. Dipl.-Ing. Werner S. Tirsch verfaßte das Kapitel „Die automatische EEG-Analyse“ und erstellte durch seine über 20 Jahre währende Arbeit die Grundlage für Kapitel 4 und 5.

Es ist das Ziel der Autoren, zu Beginn einer neuen EEG-Epoche, die durch neu entwickelte, digital aufzeichnende Standard-EEG-Geräte geprägt ist, den Übergang von der visuellen Diagnostik zur Computer-EEG-Diagnostik vorzubereiten und zu erleichtern. Die Neuropädiatrie ist bei der äußerst variablen und damit problematischen Definition des Norm-EEG in der Entwicklungsphase des Menschen für die automatische Analyse prädestiniert, weil Entwicklungsvariationen und Störungen visuell nur unzureichend differenziert werden können. Die automatische Analyse eröffnet zusätzliche diagnostische Perspektiven für die klinische Elektroenzephalographie.

Altötting, im Sommer 1995
Priv. Doz. Dr. med. Ronald G. Schmid

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|----|
| 1 | Geschichte des EEG | 1 |
| 2 | Neurophysiologische Grundlagen des EEG | 5 |
| 2.1 | Die Entstehung des EEG | 5 |
| 2.1.1 | Elektrophysikalische und neurophysiologische Aspekte des EEG..... | 5 |
| 2.1.2 | Methodik und Technik der Elektroenzephalographie | 7 |
| 2.2 | Die EEG-Entwicklung vom Neugeborenen bis zum Erwachsenen..... | 9 |
| | Literatur | 11 |
| 3 | Die EEG-Diagnostik von Berger bis in das Computerzeitalter | 13 |
| 3.1 | Die visuelle EEG-Befundung..... | 13 |
| 3.1.1 | Beschreibung des EEG | 14 |
| 3.1.2 | Beurteilung des EEG | 20 |
| 3.2 | Die automatische EEG-Analyse | 23 |
| 3.2.1 | Datenerfassung..... | 23 |
| 3.2.2 | Eichzackenanalyse und Normierung der EEG-Signale | 25 |
| 3.2.3 | Spektralanalyse..... | 25 |
| 3.2.4 | Autoregressives Modell | 30 |
| 3.2.5 | Intervallamplitudenanalyse (IA-Analyse) | 30 |
| 3.2.6 | Chaosanalyse | 32 |
| | Literatur | 34 |
| 4 | Die normale Entwicklung des EEG vom Frühgeborenen bis in das Erwachsenenalter | 37 |
| 4.1 | Die Entwicklung der EEG-Grundaktivität vom Neugeborenen bis zum Erwachsenen | 38 |
| 4.1.1 | Absolute Gesamtaktivität | 39 |
| 4.1.2 | Absolute ϑ - α - β_1 -Aktivität | 54 |
| 4.1.3 | Relative Aktivität in Prozent | 54 |
| 4.1.4 | Relative ϑ - α - β_1 -Aktivität in Prozent | 54 |
| 4.1.5 | Dominante (Peak-)Frequenz | 54 |
| 4.1.6 | Kohärenzberechnungen | 55 |
| 4.1.7 | Amplitude | 55 |
| 4.2 | Die normale Entwicklung des EEG vom Neugeborenen bis zum Erwachsenenalter bei geöffneten Augen.. | 55 |
| 4.2.1 | Neugeborene..... | 57 |
| 4.2.2 | Sechs Monate..... | 58 |
| 4.2.3 | Ein Jahr..... | 60 |
| 4.2.4 | Zwei Jahre | 62 |
| 4.2.5 | Drei Jahre | 64 |
| 4.2.6 | Vier Jahre | 66 |
| 4.2.7 | Fünf Jahre..... | 68 |
| 4.2.8 | Sechs bis sieben Jahre | 70 |
| 4.2.9 | Acht bis neun Jahre | 72 |
| 4.2.10 | Zehn Jahre..... | 74 |
| 4.2.11 | Elf bis zwölf Jahre | 76 |
| 4.2.12 | Dreizehn bis sechzehn Jahre | 78 |
| 4.2.13 | Junge Erwachsene (19–30 Jahre) | 80 |
| 4.3 | Die normale Entwicklung des EEG vom Kleinkind bis zum Erwachsenenalter bei geschlossenen Augen | 82 |
| 4.3.1 | Drei Jahre | 82 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 4.3.2 | Vier Jahre | 84 |
| 4.3.3 | Fünf Jahre..... | 86 |
| 4.3.4 | Sechs bis sieben Jahre | 88 |
| 4.3.5 | Acht bis neun Jahre..... | 90 |
| 4.3.6 | Zehn Jahre..... | 92 |
| 4.3.7 | Elf bis zwölf Jahre | 94 |
| 4.3.8 | Dreizehn bis sechzehn Jahre | 96 |
| 4.3.9 | Junge Erwachsene (19–30 Jahre)..... | 98 |
| 4.4 | Normvarianten der EEG-Entwicklung..... | 100 |
| 4.5 | Die normale Entwicklung des EEG in der Literatur..... | 103 |
| 4.6 | Die Aktivations- und Provokationsmethoden..... | 105 |
| 4.6.1 | Blockierungseffekt | 105 |
| 4.6.2 | Die Photostimulation | 106 |
| 4.6.3 | Die Hyperventilation | 108 |
| 4.6.4 | Das Schlaf-EEG..... | 110 |
| 4.7 | Artefakte | 120 |
| 4.8 | Das EEG beim Frühgeborenen..... | 121 |
| 4.8.1 | Vorbemerkungen | 121 |
| 4.8.2 | Die Entwicklung des EEG beim Frühgeborenen | 121 |
| 4.8.3 | EEG-Aktivitäten in der Perinatalphase..... | 127 |
| 4.8.4 | Die Entwicklung des Schlaf-Wach-Zyklus..... | 128 |
| | Literatur | 130 |
| 5 | Diagnose funktioneller Variationen bzw. Störungen durch die automatische EEG-Analyse im Kindesalter | 135 |
| 5.1 | Geschlechtsunterschiede im EEG des Kindesalters | 135 |
| 5.2 | Genetik und EEG am Beispiel der Zwillingsforschung..... | 136 |
| 5.3 | Entwicklungsstörungen und EEG..... | 139 |
| 5.3.1 | Teilleistungsstörungen und EEG..... | 139 |
| 5.3.2 | Behinderung und EEG am Beispiel des Down-Syndroms..... | 146 |
| 5.3.3 | EEG-Veränderungen bei Entwicklungsstörungen. Neuropathologische und neurophysiologische Zusammenhänge am Beispiel des Down-Syndroms | 156 |
| | Literatur | 160 |
| 6 | Das EEG bei pathologischen Zuständen des zentralen Nervensystems im Kindesalter | 165 |
| 6.1 | Typische EEG-Veränderungen bei Epilepsien und epileptischen Syndromen | 165 |
| 6.1.1 | Lokalisationsbezogene Epilepsien..... | 167 |
| 6.1.1.1 | Idiopathische Epilepsien (mit altersgebundenem Beginn)..... | 167 |
| 6.1.1.2 | Symptomatische Epilepsien | 171 |
| 6.1.2 | Generalisierte Epilepsien und Syndrome | 184 |
| 6.1.2.1 | Idiopathische Epilepsien (mit altersgebundenem Beginn, nach dem Erkrankungsalter geordnet)..... | 184 |
| 6.1.2.2 | Kryptogene und symptomatische Anfälle (geordnet nach dem Erkrankungsalter) | 200 |
| 6.1.2.3 | Symptomatische generalisierte Epilepsien..... | 207 |
| 6.1.2.3.1 | Unspezifische Ätiologie..... | 209 |
| 6.1.2.3.2 | Symptomatische generalisierte Epilepsien – spezifische Syndrome..... | 210 |
| 6.1.3 | Epilepsien und Syndrome, die nicht als fokal oder generalisiert bestimmbar sind | 214 |
| 6.1.3.1 | Epilepsien mit generalisierten und fokalen Anfällen | 214 |
| 6.1.3.2 | Epilepsien ohne eindeutige generalisierte oder fokale Zeichen | 218 |
| 6.1.4 | Spezielle Syndrome | 218 |
| 6.1.4.1 | Gelegenheitsanfälle | 218 |
| 6.2 | Tumoren und EEG | 226 |
| 6.3 | Entzündungen des Zentralnervensystems und EEG..... | 233 |
| 6.4 | Zerebrovaskuläre Störungen und EEG | 243 |
| 6.5 | Stoffwechselstörungen und EEG..... | 251 |
| 6.6 | Schädel-Hirn-Trauma und EEG | 252 |
| | Literatur | 261 |
| 7 | Normwerte automatisch analysierter EEG-Befunde..... | 264 |
| | Sachverzeichnis | 281 |

Mitarbeiterverzeichnis

Professor Dr. med. Johann Kugler
Psychiatrische Klinik der LMU
Nußbaumstraße 7
D-80336 München
Dornbacherstraße 124/2
A-1170 Wien

Dr. med. Karol Sadowsky
Joseph-Heppner-Straße 31
D-82049 Pullach

Dr. med. Kurt Vock
Kinderzentrum – München
Heiglhof Straße 63
D-81377 München