



Elektroenzephalographie (EEG)

Autor: Heinz Penin, Original Januar 1996, Juni 2008

055

Zusammenfassung

- Das EEG ist ein Funktionsdiagramm, das die Hirnrindenaktivität erfasst.
- Epilepsietypische Potentiale bestehen in Spitzen, Spitze-Welle-Komplexen und steilen Wellen mit und ohne langsamer Nachschwankung.
- Die zwischen EEG-Befunden und Anfallsformen zu beobachtenden Beziehungen entsprechen statistischen Erfahrungswerten.
- Das Auftreten epilepsietypischer Potentiale im EEG bedeutet nicht, dass eine Epilepsie vorliegt.
- Ein unauffälliges EEG schließt eine Epilepsie nicht aus.

Das EEG ist ein aktuelles Funktionsdiagramm. Es registriert die zum Zeitpunkt der Ableitung vorherrschende bioelektrische Hirnaktivität. Mit dem EEG wird nur Hirnrindenaktivität erfasst, somit aber auch die aus tiefen Hirnregionen modulierte Hirnrindenaktivität. Es gibt keine spezifischen Potentiale im EEG mit einer Ausnahme: der im Ruhe-Wach-EEG registrierte spike-wave-Komplex. Dieser signalisiert die genetische Disposition zu Epilepsie. Ob jemals epileptische Anfälle auftreten, ist eine ganz andere Frage.

EEG-Befunde bei Epilepsie

Das niederfrequente Wellenspektrum des EEGs (0,5-30/s) wird in 4, mit griechischen Buchstaben benannte Bereiche gegliedert:

Beta-Wellen: 14-30/s; Alpha-Wellen: 8-13/s; Theta-Wellen: 4-7/s; Delta-Wellen: 0,5/3s.

Je nach der Dominanz der Wellen kennt man vier Normvarianten des Grund-EEGs: EEG vom Alpha- und Beta-Typ, unregelmäßig EEG und flaches EEG. Mit zunehmender Einstreuung langsamer Theta- und Delta-Wellen kommt es zur Entwicklung von Allgemeinveränderung oder Dysrhythmie.

Von der jeweiligen Grund- oder Hintergrundaktivität abgehoben sind die für Epilepsie typischen Potentiale (Krampfpotentiale) entweder generalisiert (beidseitig synchronisiert) oder lokalisiert (einseitig oder herdmäßig) eingelagert, und zwar nicht nur während eines Anfalls, sondern auch im anfallsfreien Intervall.

Folgende Grundtypen steiler Potentiale sind von Bedeutung:

Schnelle und langsame Spitzen (fast-spikes, slow-spikes), einzeln oder in Gruppen;
Spitze-Welle-Komplex (spike-wave- oder poly-spike-wave-Komplex) 2,5-3,5/s bzw. mehr als 3,5/s, meist in Gruppen oder Serien, überwiegend generalisiert;

langsame Spitze bzw. steile Welle mit langsamer Nachschwankung (slow-spike-wave- bzw. sharp-slow-wave-Komplex) weniger als 2,5/s, einzeln oder in Serien;

„steiler Ablauf“ (langsame, steil geformte Welle, mehr als 300µV/0,1 Sek.), einzeln, vorwiegend im Kindesalter;

steile Wellen (sharp-waves), einzeln, überwiegend lokalisiert.

EEG-Charakteristik epileptischer Anfallstypen

Epileptische Anfälle können sehr verschieden aussehen, zeigen aber im EEG überzufällig häufig die für den jeweiligen Anfallsablauf charakteristischen Befunde.

Fokale Anfälle

Einfach fokale Anfälle (das Bewusstsein bleibt erhalten)

- Im Anfall: Herdaktivität (sharp-waves, sharp-slow-waves, spikes, seltener spikes-and-waves, langsame Wellen), die über dem korrespondierenden Areal der kontralateralen Hirnrinde beginnt und sich in die Nachbarregionen ausbreitet; Fortleitung zur Gegenseite häufig. – Die fokale Aktivität ist von der Kopfhaut nicht immer abzuleiten.
- Im Intervall: Kontralaterale Herdaktivität (langsame Wellen, zum Teil eingelagerte sharp-waves oder Spitzenpotentiale), mehr oder minder scharf abzugrenzen.

Komplexe fokale Anfälle (das Bewusstsein ist gestört)

- Im Anfall: Fokale initiale Amplitudenabflachung – monomorphe rhythmische 3-6/s Wellen – gelegentlich eingelagerte steile Potentiale (sharp-waves, langsame spikes, spike-wave-ähnliche Muster). Häufig schnelle Ausbreitung in benachbarte Regionen und zur Gegenseite entweder diffus oder lokalisiert in die temporalen oder fronto-temporalen Regionen beiderseits. – EEG-Veränderungen nur über einer Hirnhälfte sind selten.
- Im Intervall: Einseitige oder beidseitige, in der Regel asynchrone Herdaktivität (vorwiegend langsame Wellen oder singuläre sharp-waves bzw. die Kombination beider Merkmale; selten Spitzenpotentiale) in den temporalen oder frontalen Regionen.

Fokale Anfälle mit Entwicklung zu sekundär generalisierten Anfällen

- Herdaktivität, wie oben beschrieben, die sich besonders rasch auf beide Hirnhälften ausbreitet und generalisiert entsprechend der tonischen oder klonischen Anfallssymptomatik abläuft (siehe EEG der generalisierten Anfälle).

Generalisierte Anfälle (konvulsiv oder nicht-konvulsiv)

A. 1. Absencen

- Im Anfall: Regelmäßige, bilateral-symmetrische 3/s spikes-and-waves oder auch im frühen Kindesalter 2-3/s spikes-and-waves bzw. im juvenilen Alter 3-4/s poly-spikes-and-waves. – Fotosensibilität!
- Im Intervall: Altersentsprechende Alpha-Grundaktivität, seltener leichte diffuse Dysrhythmie. Eingelagerte kurzdauernde Paroxysmen von gewöhnlich regelmäßigen, bilateral symmetrischen 3/s spikes-and-waves, seltener langsamere oder schnellere Frequenzen.

2. Atypische Absencen

- Absence- und Intervall-EEG deutlich unregelmäßiger: Verlangsamung der Grundaktivität mit Übergang in Allgemeinveränderung; paroxysmale Dysrhythmie und Gruppen von irregulären spikes-and-waves mit vermehrt eingelagerten Spitzen oder auch irreguläre, oft asymmetrische slow-spike-wave-Varianten mit niederfrequenter stumpfer Spitze.

B. Myoklonische Anfälle (Impulsiv-Petit mal)

- Im Anfall: Bilateral-synchrone, symmetrische poly-spikes-and-waves mit einem hohen Anteil an spikes, selten sharp-slow-waves in einem Grund-EEG mit großamplitudiger Alpha-Aktivität.
- Im Intervall: Kurze Paroxysmen von bilateral-synchronen, symmetrischen poly-spikes-and-waves in einem EEG mit instabiler Alpha-Grundaktivität. Aktivierung von s/w-Paroxysmen durch Lidschluß, Hyperventilation und Fotostimulation.

C. **Klonische Anfälle**

- Im Anfall: Spitzen (10/s oder schneller) und langsame Wellen im Wechsel, gelegentlich auch spike-wave-Muster.
- Im Intervall: Je nach Lebensalter und Ursache der Epilepsie unterschiedliche Befunde. Bei primär generalisierten Epilepsien häufig kurze Paroxysmen von spike-and-wave- oder poly-spike-and-wave-Entladungen.

D. Tonische Anfälle

- Im Anfall: Längere Folge von bilateral-symmetrischen kleinamplitudigen, überwiegend rhythmischen 10-12-15/s Spitzen, deren Frequenz im Verlauf abnimmt und deren Amplitude zunimmt.
- Im Intervall: Je nach Lebensalter und Ursache der Epilepsie unterschiedliche Befunde. Bei sekundär generalisierten Epilepsien in einem oft nicht altersentsprechenden Grund-EEG eingelagerte Paroxysmen von mehr oder weniger rhythmischen, manchmal asymmetrischen sharp-and-slow-waves.

E. **Tonisch-klonische Anfälle**

- Im Anfall und im Intervall: Kombination von D. und C.

F. **Atonische (astatische) Anfälle**

- Im Anfall: Poly-spikes-and-waves oder generalisierte, seitenbetonte sharp-slow-waves oder Amplitudenabflachung oder Serien von kleinamplitudigen schnellen Spitzen (10-12-15/s); nachfolgend amplitudenhohe, negative "Bremswelle(n)".
- Im Intervall: Unregelmäßige spikes-and-slow-waves oder poly-spikes-and-slow-waves, Theta- und Delta-Rhythmen, diffuse oder paroxysmale Dysrhythmien.
- Kombinationen sind möglich, z.B. B. und F. oder B. und D.

Stellenwert des EEGs

Die oben besprochenen Beziehungen zwischen epileptischen Anfällen und den als charakteristisch beschriebenen EEG-Befunden sind statistischer Art. Sie treffen nicht in allen Fällen zu. Das gleiche gilt für Korrelationen von epileptischen Syndromen und EEG. Zum Beispiel werden BNS-Krämpfe (West-Syndrom) durch den charakteristischen EEG-Befund der Hypsarrhythmie bestätigt. Diese kann aber auch ganz fehlen oder durch eine uncharakteristische Veränderung ersetzt sein.

Diese Feststellungen mindern nicht den Stellenwert des EEGs für die differentialtypologische Diagnose der verschiedenen epileptischen Anfälle. Liegt ein charakteristischer EEG-Befund vor, so wird entweder die klinische Verdachtsdiagnose bestätigt, oder sie muss gegebenenfalls revidiert werden.

Die Krankheitsdiagnose folgt einfacheren Beziehungen: Leidet ein Mensch an Anfällen, so werden diese durch steile Potentiale im EEG als zur Epilepsie gehörig erkannt. Ein diesbezüglich unauffälliges EEG schließt aber eine Epilepsie nicht aus. Für Epilepsie typische Wellen findet sich je nach Anfallstyp und Epilepsie-Verlaufsform in 60-90% des Ruhe-Wach-EEGs. Durch wiederholte Ableitungen und verschiedene Aktivierungsverfahren wie Hyperventilation, Fotostimulation, Schlaf und Schlafentzug lässt sich die Effizienz noch um 10-30% steigern.

Für die Beurteilung der Prognose einer Epilepsie ist das EEG weniger geeignet. Man kann aber aufgrund langjähriger Erfahrungen folgendes feststellen:

- Häufig eingelagerte s/w-Paroxysmen, insbesondere Gruppen irregulärer spikes-and-waves mit vermehrt eingelagerten Spitzen, die länger als 1-2 Sekunden andauern, machen ein Wiederauftreten von Absencen wahrscheinlich.
- Slow-spikes-slow-waves und sharp-slow-waves, oft einseitig betont, sind prognostisch ungünstige EEG-Merkmale.
- Eine im Verlauf starke Dynamik der EEG-Befunde mit häufigem Wechsel von allgemeinen und herdmäßigen Veränderungen lässt auf eine noch fehlende Stabilisierung der epileptogenen Funktionsstörung schließen.

Weiterführende Materialien

- Doose, H.: Epilepsien im Kindes- und Jugendalter. 10. Auflage, Desitin, Hamburg 1998
- Revidierte klinische und elektroenzephalographische Klassifikation epileptischer Anfälle (Übersetzung). Epilepsie-Blätter 2 (1990)
- Weinmann, H.-M. und Mitarb.: Ableitung und Beschreibung des kindlichen EEG. 2. Auflage, Zuckschwerdt, München 1986
- Doose, H.: Das EEG bei Epilepsien im Kindes- und Jugendalter, EEG-Atlas 2002
zu bestellen bei Desitin Arzneimittel, Weg beim Jäger 214, 22335 Hamburg oder www.doose-epilepsy.de

Videos

- Penin, H., Hahn, N. und Institut Wiss. Film: Elektrische Signale des Gehirns. Die Grundlage des EEG (1987/30 Min.)

Das Video ist zu beziehen über: Institut f. d. wissenschaftlichen Film, Nonnenstieg 72, 37075 Göttingen Tel: 0551/202204

Informationsblätter

- Von den Informationsblättern dieser Serie behandelt Nr. 056 ein angrenzendes Thema.

Adressen

Informationen über Epilepsie sind auch erhältlich über:

Deutsche Epilepsievereinigung/einfälle, Zillestr. 102, 10585 Berlin, Tel.: 030/342-4414,
fax: 030/342-4466, Internet: www.epilepsie.sh
Stiftung Michael, Münzkamp 5, 22339 Hamburg, Tel.: 040/5388540, Fax 040/538-1559
Internet: www.Stiftung-Michael.de

Herausgeber: Dt. Gesellschaft für Epileptologie