

32. Das intraoperative EEG- und EP-Monitoring

I. Einleitung

Die Empfehlungen für das intraoperative EEG- und EP-Monitoring beziehen sich auf die kontinuierliche Ableitung von EEG, SEP, AEP, VEP, und MEP (einzeln oder in Kombination) während operativer Eingriffe zur Überwachung neuronaler Funktionen bei gleichzeitiger Protokollierung physiologischer und anästhesiologischer Parameter. Sie umfassen zum Teil auch die intraoperative Narkoseüberwachung durch das EEG, gehen jedoch in wichtigen Punkten darüber hinaus. Sie betreffen nicht andere prolongierte EEG-Ableitungen, wie z.B. das mobile Langzeit-EEG oder Ableitungen im Rahmen der Epilepsiediagnostik.

Die technischen und methodischen Anforderungen können sich in Abhängigkeit von den operativen Eingriffen erheblich voneinander unterscheiden.

II. Indikationen

Die nachfolgende Indikationenliste ist nicht vollständig, da unter Umständen besondere Gegebenheiten zu berücksichtigen sind.

- II.1 Überwachung zerebraler Funktionen bei Operationen an hirnversorgenden Gefäßen, z.B. Carotis-Endarteriektomie.
- II.2 Zerebrale Funktionsdiagnostik bei Operationen am Herzen und an den großen Gefäßen.
- II.3 Feststellung des isoelektrischen EEG bei Operationen in tiefer Hypothermie (Hirnprotektion).
- II.4 Funktionsdiagnostik spezieller Hirnnerven (N. acusticus, N. opticus, N. facialis, N. trigeminus).
- II.5 Spinale Funktionsdiagnostik bei Operationen am Herzen und an den großen Gefäßen (z.B. Operationen am Aortenbogen).
- II.6 Spinale Funktionsdiagnostik bei Skoliose-Operationen.
- II.7 Spinale Funktionsdiagnostik bei Operationen raumfordernder Prozesse im Bereich der Wirbelsäule.
- II.8 Zerebrale Funktionsdiagnostik bei der interventionellen Neuroradiologie (z.B. Embolisierung von Angiomen).
- II.9 Spinale Funktionsdiagnostik bei der interventionellen Neuroradiologie (z.B. spinale Angiome).
- II.10 Zerebrale Lokalisationsdiagnostik (z.B. topographische Diagnostik mittels SEP).

III. Durchführung

Die Durchführung des intraoperativen Monitorings umfaßt folgende Schritte: Indikationsstellung unter Berücksichtigung der geplanten chirurgischen Maßnahme(n). Auswahl der geeigneten neurophysiologischen Parameter und Auswerteverfahren. Information des Patienten oder seiner Begleitperson über Möglichkeiten und Grenzen des Verfahrens. Optimale Elektrodenpositionierung in Abhängigkeit von der chirurgischen Maßnahme und besondere Vorkehrungen zur Vermeidung von Artefakten (z.B. Abschirmung durch besondere mechanische oder elektrische Isolierung der Elektroden, Fixierung und geeignete Führung von Elektrodenkabel). Überprüfung der Übergangswiderstände der zur Ableitung verwendeten Elektroden, gegebenenfalls Korrektur. Eichen, EEG-Proberegistrierung mit Provokation von Artefakten. Ableitung eines Referenz-EEG bzw. -EP. Überprüfung der Stimulation. Überprüfung und Einstellung des Auswertesystems. Nach Operation Ableitung eines Referenz-EEG bzw. -EP. Demontage, Reinigung der Elektroden und aller Geräte. Neuchlorierung der Skalpelektroden. Archivierung der Daten und der Analyseergebnisse.

Die Leistung eines technisch-wissenschaftlichen Mitarbeiters umfaßt: Während der Operation auf Abruf Überwachung der technischen Parameter sowie eine methodisch technische Beratung des Arztes bei technischen Problemen vor und während der Operation, Wartung der Geräte, Datenaufbereitung inklusive Dokumentation.

Die ärztliche Leistung betrifft: Kontinuierliche Überwachung und Interpretation des EEG bzw. EP im Dialog mit dem Operateur unter Einbeziehung relevanter physiologischer und anästhesiologischer Parameter. Kontinuierliche Protokollführung. Erstellung eines Monitoring-Berichts, Diktat, Korrektur.

IV. Apparative Voraussetzungen

Für die Überprüfung der zerebralen Funktion mit Hilfe des EEG sind mindestens 8 Kanäle erforderlich, die jederzeit lückenlos darstellbar sein müssen. Ferner ist eine computerisierte Artefakt- und Trendüberwachung bei bestimmten Operationen erforderlich, vgl. Punkt VI.

Für die zerebrale Funktionsdiagnostik mit Hilfe von EP sind zur Beurteilung von Seitendifferenzen und ggf. verschiedener Abschnitte des ZNS, sowie zur Erhöhung der Beurteilungs-Sicherheit Ableitungen von zwei und mehr - bei SEP je nach Fragestellung- Lokalisationen zu fordern.

Es sind nur Geräte zu verwenden, die den einschlägigen, für den Einsatz im Operationssaal geltenden Sicherheitsnormen (VDE 750) entsprechen. Bei der Installation ist die VDE-Norm 107 zu beachten. Bei der Kombination verschiedener Geräte (insbesondere auch Anschluß von Rechnern) kann die Sicherheit der einzelnen Geräte beeinträchtigt werden. Daher sollte die gesamte Anlage von der Lieferfirma oder anderer kompetenter Seite für den vorgesehenen Einsatz hinsichtlich ihrer Patientensicherheit überprüft werden. Hierfür kommen der Technische Überwachungsverein oder vergleichbare Prüfinstanzen in Frage. Im übrigen gilt die Medizingeräte-Verordnung (MedGV).

Angesichts der massiven Artefakte im OP-Bereich sollen die EEG-Verstärker mit einer Reset-Funktion ausgestattet sein. Es ist eine hohe Gleichtakt-Unterdrückung (≥ 100 dB) wegen der erhöhten Einstreuung von Netzfrequenz-Artefakten zu fordern. Aus gleichem Grunde müssen hochwertige 50 Hz-Notchfilter verfügbar (aber abschaltbar) sein. Für die Bestimmung des isoelektrischen EEG bei Hypothermie ist eine Verstärkung von mindestens 20 $\mu\text{V}/\text{cm}$ erforderlich.

Beim Einsatz digitaler Analyseverfahren sind die Grundregeln der digitalen Signalverarbeitung zu beachten (Anti-aliasing Filterung, Einhaltung des Abtasttheorems, hinreichende Auflösung des Analog-Digital-Wandlers).

V. Qualifikation

Leistungen der MTA-F: Das intraoperative EEG-Monitoring verlangt über die Beurteilung des Routine-EEG und -EP hinausgehende spezielle Kenntnisse über mögliche Artefaktquellen, soweit sie durch Elektroden, Kabel etc., bedingt sind, ferner die Bedienung eines rechnergestützten Auswertesystems.

Vom technisch-wissenschaftlichen Mitarbeiter werden spezielle Kenntnisse in der Signalverarbeitung, methodisches Verständnis des jeweiligen Auswerteverfahrens und der technischen Apparatur verlangt.

Der Arzt, der intraoperatives EEG-Monitoring durchführt, überwacht und befundet, muß die Voraussetzungen erfüllen, die die DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR KLINISCHE NEUROPHYSIOLOGIE UND FUNKTIONELLE BILDGEBUNG an den Leiter eines EEG-Laboratoriums stellt (Besitz des EEG-Zertifikates über 3 Jahre), oder über gleichwertige Kenntnisse in klinischer Elektroenzephalographie verfügen. Er muß unter Aufsicht eines in dieser Technik erfahrenen Arztes intraoperative EEG- und EP-Ableitungen durchgeführt und befundet haben und mit den speziellen Eigenschaften des EEG und EP unter Narkose vertraut sein. Darüber hinaus sind Grundkenntnisse in den speziellen eingesetzten Auswerteverfahren erforderlich.

VI. Computerisierte Auswerteverfahren

Um eine konsistente Überwachung sicherzustellen, ist der Einsatz rechnergestützter Auswerteverfahren erforderlich. Dabei ist eine automatische Artefakterkennung unverzichtbar. Die Ergebnisse des Analyseverfahrens müssen übersichtlich graphisch dargestellt werden. Die Möglichkeit eines quantitativen Vergleiches aktueller Parameter mit Ausgangswerten derselben Ableitung erleichtert die Beurteilung. Eine automatische Trendüberwachung sollte als Absicherung gegenüber nachlassender Aufmerksamkeit des Auswerters sowie zur Detektion langsam einschleichender Veränderungen implementiert sein.

Zeitgleich mit der quantitativen Auswertung müssen die Rohdaten (das EEG-Signal bzw. das gemittelte EP) kontinuierlich dargestellt werden.

VII. Bewertung

Intraoperatives Monitoring: 2400 Punkte