



Invasive Untersuchungsverfahren

Autor: Peter Schüler, Original 1996, Juni 2008

053

Zusammenfassung

- Invasive Verfahren sind bei Epilepsien nur selten angezeigt. Die dienen in ers Fragestellungen im Rahmen einer präoperativen Diagnostik.
- Über verschiedene Verfahren und mit Hilfe verschiedener Elektrodentypen wird die elektrische Aktivität des Gehirns näher "am Ort des Geschehens" abgeleitet, als dies bei nicht-invasiven Verfahren möglich ist.
- Über invasive Verfahren, die auch aktiv auf das Gehirn wirken können, lassen sich zudem verschiedene Hirnfunktionen ermitteln und testen (Wada-Test).

Anwendungsbereich

Invasive, die Körperintegrität verletzende, Verfahren sind in der Epilepsiediagnostik der Frage nach der Lokalisation der primären epileptogenen Hirnregionen vorbehalten. Sie sind insbesondere dann unerlässlich, wenn sich aus ihren Ergebnissen therapeutische Konsequenzen, z.B. für eine mögliche operative Epilepsie-Therapie ergeben. Invasive Verfahren erbringen gegenüber nicht-invasiven für einige Fragestellungen genauere und zuverlässigere Ergebnisse. Ihre Anwendung kann aber auch zu Komplikationen führen.

Zur Beantwortung der Frage, ob überhaupt eine Epilepsie vorliegt, werden nur nicht-invasive Verfahren benötigt. Streng genommen müsste allerdings auch ein Computertomogramm oder ein Kernspintomogramm, bei dem Kontrastmittel intravenös verabreicht werden, als "invasiv" gelten. Aufgrund des minimalen Eingriffs aber werden diese Methoden mit den nicht-invasiven Verfahren abgehandelt.

Invasives EEG

Hier können verschiedene Formen der Ableitetechnik unterschieden werden, die sich durch die Art der benützten Elektroden voneinander abgrenzen.

- **Sphenoidale (SP) Elektroden:** Diese Zusatzelektroden, welche seitlich an der Wange im Kieferwinkel nach lokaler Betäubung eingestochen werden, sind die "Minimalform" einer invasiven EEG-Diagnostik.

Sinn dieser Elektrode ist es, näher an die temporale Basis mit der Elektrodenspitze zu kommen, welche im Idealfall unterhalb des Foramen ovale zu liegen kommt, also außerhalb des Schädeltraumes, in der Kaumuskulatur. Die sphenoidale Elektrode wird zusammen mit Oberflächen Elektroden verwendet.

Diese Ableitetechnik wird zuweilen auch als "noch nicht-invasiv" oder als "semi-invasiv" bezeichnet, was aber nicht darüber hinwegtäuschen kann, dass selbst bei dieser Technik Komplikationen – wenn auch selten – zu beobachten sind. Nervenverletzungen sind äußerst selten. Gelegentlich kommt es zu einer harmlosen "dicken Backe", wenn ein Gefäß getroffen wird.

- **Foramen ovale (FO) Elektroden:** Diese Elektroden sind mit 1-5 Kontakten ausgestattet. Sie werden nach Einstich etwa 2-3 Finger neben dem Mundwinkel in Vollnarkose durch das Foramen ovale entlang der Schädelbasis in den Schädelinnenraum (subdural) eingeführt. Sie erreichen den kleinen Spalt zwischen Temporallappen und Hirnstamm und sind somit viel näher am "Ort des Geschehens", dem Temporallappen, als Oberflächen- oder Sphenoidal-Elektroden.

Allerdings sind hier die Komplikationen potentiell gravierender. Neben Nervenverletzungen und Blutungen wie bei der sphenoidalen Elektrode kann es zu Meningitiden kommen und sogar zu Verletzungen des Hirnstammes, was zu Doppelbildern, aber auch zu Lähmungen führen kann. Die FO-Elektroden werden mit Oberflächen- oder anderen subduralen Elektroden im EEG gemeinsam abgeleitet.

- **Epidurale Elektroden:** Ihrer nietenartigen Form wegen werden sie PEG-Elektroden (englisch: peg, Niete) genannt. Jede Elektrode wird durch ein kleines Bohrloch im Schädelknochen auf die harte Hirnhaut (Dura) aufgesetzt (epidural). Pro Bohrloch kann nur eine Elektrode platziert werden, was die Anwendung begrenzt, da aus Stabilitätsgründen nicht beliebig viele Bohrlöcher angebracht werden können. Die PEG-Elektrode ist weitgehend komplikationsarm.
- **Subdurale Streifen:** Von verschiedenen Herstellern werden in Silikon ein gebettete Elektroden mit 4-8 Kontakten angeboten. Der "Blickwinkel" dieser Elektroden ist auf ihren Bereich und wenige Millimeter ihres Umfeldes beschränkt. Daher muss man vor Platzierung recht genau wissen, wo man suchen will, um zum Erfolg zu kommen. Da sie aber direkt dem Hirn aufliegen, bieten sie ein von Bewegungsartefakten freies EEG.

Subdurale Streifen werden über etwa Fünfmarmstück große Bohrlöcher unter die harte Hirnhaut (=subdural) "blind" vorgeschoben. Dies bedingt eine nicht immer ideale Platzierung der Elektrode. Es kann dabei zu Komplikationen wie kleinen kortikalen Kontusionen oder Blutungen kommen. In voroperierten Gebieten lassen sich die Streifen aufgrund duraler Verklebungen oft gar nicht vorschieben.

- **Subdurale Platten:** Diese sind den Streifen entsprechend konstruiert, aber großflächiger (z.B. 8x8 Kontakte auf einer Fläche). Über subdurale Elektroden wird nicht nur elektrische Aktivität des Gehirns abgeleitet. Mit ihrer Hilfe kann die Hirnoberfläche mit schwachen Strömen auch elektrisch gereizt werden. Sie können epileptische Nachentladungen oder gar Anfälle ausgelöst werden. Für Sprache, Kraft, Gefühl etc. wichtige Hirnstrukturen können ebenfalls dadurch ermittelt werden.

Wegen ihres Umfangs können subduralen Platten auf dem Gehirn nur platziert werden, nachdem ein Knochendeckel (etwa handtellergrößer) entfernt wurde. Dieser wird nach Aufbringen der Platte wieder eingesetzt. Als zusätzliche Komplikation kann es zu einer Abstoßung dieses wiedereingesetzten Knochendeckels kommen. Dafür ist aber die Gefahr von Verletzungen der Hirnoberfläche oder von Blutungen geringer, da unter Sicht gearbeitet wird. Über die eröffnete Haut kann leicht Nervenwasser abfließen. Viele der so untersuchten Patienten empfinden darum während der ersten Tage der Untersuchung starke Kopfschmerzen und auch Übelkeit.

- **Intracerebrale Elektroden:** Dies ist die aufwendigste Art der EEG-Untersuchung, da hier die Elektroden nicht auf das Gehirn sondern in das Gehirn gebracht werden. Damit sie auf ihrem Weg ins Gehirn keine wichtigen Strukturen wie Blutgefäße verletzen, sind aufwendige Voruntersuchungen nötig: Eine Gefäßdarstellung und ein Computertomogramm oder ein Kernspintomogramm, um die Strukturen sichtbar zu machen. Dann wird eine Art Koordinatensystem in Betäubung am Kopf befestigt, damit die Elektroden auf einem genau berechneten Weg (=stereotaktisch) in das Gehirn eingeführt werden können. Deshalb heißt diese Technik auch SEEG (=Stereo-EEG). Trotz aller Vorsichtsmaßnahmen kann es dabei – wenn auch selten – zu Gefäßverletzungen aber auch zu Hirnentzündungen kommen.

Die gleiche Methode wird benutzt, um Gewebeproben (Biopsien) aus einem Tumor mit einer dünnen Nadel zu erhalten. Dies ist oft angezeigt, wenn ein Tumor als Ursache der Epilepsie festgestellt wurde, und man die Art des Tumors genauer bestimmen möchte.

Andere invasive Verfahren

Hier ist zunächst die Darstellung der Hirngefäße, die Angiographie zu nennen. Dabei wird entweder über die Leisten-, die Arm- oder die Halsarterie ein dünner Schlauch (Katheter) bis in die hirnversorgende (rechte und/oder linke) Schlagader vorgeschoben und dann ein Röntgenkontrastmittel eingespritzt, so dass die Hirngefäße der jeweiligen Hirnhälfte im Röntgenbild sichtbar werden. Ernsthaftige Komplikationen sind bei dieser Untersuchung vor allem bei jüngeren Patienten (unter 60) selten. Es kann zu allergischen Reaktionen gegen das Kontrastmittel kommen, zu Nervenverletzungen im Bereich der Einstichstelle und im ebenso seltenen wie gravierenden Fall zu einer Minderdurchblutung des Gehirnes.

Diese Untersuchung kann kombiniert werden mit der Gabe eines kurzwirksamen Betäubungsmittels über den Katheter in eine der beiden hirnversorgenden Gefäße, so dass nur eine Hirnhälfte betäubt wird. In diesem Zustand kann man mit kurzen Tests die Sprach- und Gedächtnisleistung der jeweiligen nicht betäubten Hirnhälfte untersuchen, um vor einer Operation eine Aussage über das Risiko einer Sprach- oder Gedächtnisstörung treffen zu können. Dieser Test heißt nach seinem Erstbeschreiber, einem Japaner, "Wada-Test".

Weitere Materialien

Folgende Informationsblätter dieser Serie behandeln angrenzende Themen: 051, 052, 054-057.

Literaturhinweis

- Christoph Dehnicke, Heinz-Joachim Meencke:
Epilepsiechirurgie - Was passiert Wann? Wie? Wo? Warum? Und mit welchen Ergebnissen?
1 Epilepsie-Zentrum Berlin-Brandenburg im Verbund der v. Bodelschwingschen Anstalten Bethel, Evangelisches Krankenhaus Königin Elisabeth Herzberge, Akademisches Lehrkrankenhaus der Charité Berlin
psychoneuro 2004; 30: 83-86, DOI: 10.1055/s-2004-822427

Herausgeber: Dt. Gesellschaft für Epileptologie