

## EEG-Befunde bei angiographisch gesicherten Veränderungen der Arteria carotis interna\*

OLGA SIMONOVA, EVA KREBS-ROUBICEK, HERBERT BACKMUND  
und SIEGFRIED PÖPPL

Max-Planck-Institut für Psychiatrie, München

Eingegangen am 13. März 1971

### EEG-Findings in Internal Carotid Thrombosis Verified by Angiography

*Summary.* A group of 50 patients with occlusion or stenosis of the Carotis Interna, determined by angiography, were examined by EEG. According to the type and the severity of the EEG changes, 4 groups were formed. In the group with normal EEGs, almost all patients showed only transient clinical symptoms and had a history of clinical attacks in the past. The angiography revealed, almost exclusively, stenosis and a relatively severe arteriosclerosis. Patients with severe EEG changes showed marked clinical symptoms. Their clinical attack was in most cases their first one. Angiography revealed mild arteriosclerotic changes and in almost all cases occlusion of the Carotis Interna. The correlations between the EEG findings, the clinical and radiological findings and the degree of arteriosclerosis were tested by chi-square. The chi-square calculation for the four-fold-table was significant. The correlation between the degree of arteriosclerosis and the EEG showed a lower significance level, however, a positive correlation seems to be likely. Possible hemodynamic mechanisms and surgical treatment were discussed.

*Key-Words:* Thrombosis of Internal Carotid Artery — Arteriography — EEG-Changes — Clinical Correlations.

*Zusammenfassung.* Bei einer Gruppe von 50 Patienten mit durch angiographische Untersuchung gesicherten *Carotis-interna-Verschlüssen und Stenosen* wurde eine EEG-Studie durchgeführt.

Nach Art und Schwere der EEG-Veränderungen wurden 4 Gruppen gebildet. In der Gruppe mit *normalem EEG* waren fast stets Patienten, die eine flüchtige klinische Symptomatologie und wiederholte Attacken zeigten. Im angiographischen Bild zeigte diese Gruppe fast nur *Stenosen* und verhältnismäßig schwere Arteriosklerosen.

Bei den Patienten mit *schweren EEG-Veränderungen* trat eine deutliche klinische Symptomatologie auf; es handelte sich fast immer um die *erste Attacke*. Im angiographischen Befund sah man leichtere arteriosklerotische Veränderungen und fast ausnahmslos *Verschlüsse der Arteria carotis interna*.

Diese Zusammenhänge zwischen dem EEG-Befund und jeweils dem Klinisch-Radiologie- und Arteriosklerose-Befund wurden mit  $\chi^2$  getestet. Dabei zeigten die mit einer  $4 \times 4$  Feldertafel berechneten  $\chi^2$  Werte signifikante Abhängigkeiten.

\* Herrn Prof. Gerd Peters zum 65. Geburtstag in Verehrung gewidmet.

Der Zusammenhang zwischen Arteriosklerose-Befund und dem EEG-Befund wies eine schwächere Signifikanzschranke auf; es darf aber ein Zusammenhang vermutet werden.

Auf mögliche hämodynamische Wirkungszusammenhänge und die operative Behandlungsmethode wird hingewiesen.

**Schlüsselwörter:** Carotis interna Thrombosen — Arteriographie — EEG-Veränderungen — Klinische Korrelationen.

Die elektroenzephalographische Untersuchung hat für die Klärung gefäßbedingter cerebraler Störungen einen begrenzten Wert. Arbeiten über diese Fragestellung vertreten verschiedene Standpunkte (Jung, 1953; Kugler, 1966; Deisenhammer u. Mitarb., 1966; Mensikova u. Mitarb., 1963; McDowell u. Mitarb., 1959; Hass u. Mitarb., 1959; Mortillaro, 1969).

Seit Verschlüsse und Stenosen im extrakraniellen Abschnitt der Arteria carotis interna einer operativen Behandlung zugänglich sind, ist eine möglichst rasche diagnostische Entscheidung geboten. Andererseits gelten aber für die Indikation zur angiographischen Untersuchung bei gefäßkranken Patienten besondere Maßstäbe.

Unsere Arbeit befaßt sich mit der Frage, inwieweit eine EEG-Untersuchung das diagnostische Vorgehen beeinflussen kann.

### Material und Methode

Das Krankengut besteht aus 50 Patienten (31 Männer, 19 Frauen) im Alter zwischen 38 und 80 Jahren. Bei 16 Patienten wurden Kontrollableitungen durchgeführt, so daß insgesamt 75 EEG-Kurven zur Auswertung vorlagen. Alle EEG-Ableitungen wurden zwischen 24—48 Std nach der stationären Aufnahme gemacht. Die Auswahl der Patienten erfolgte ausschließlich aufgrund angiographisch nachgewiesener Veränderungen im Bereich der Arteria carotis interna. Die Patienten waren alle in stationärer Behandlung. Aus dieser Beobachtungszeit stammten auch unsere Angaben, sowie die Angaben über die Zahl der Todesfälle. Bei allen Patienten wurde uni- und bipolar mit Hilfe eines 16-kanäligem Alvar-Gerätes über 15 min mit 4 verschiedenen Programmen abgeleitet, in jedem Programm jeweils für 10 sec mit offenen Augen. Den Abschluß bildeten 4 min-Hyperventilation, soweit der Zustand des Patienten es zuließ. Bei der Bearbeitung des Materials erwies es sich als zweckmäßig, eine Einteilung in Gruppen nach der Schwere des EEG-Befundes vorzunehmen. Dabei wurden auch die Veränderungen der Ableitung mit offenen Augen und während der Hyperventilation berücksichtigt. Bei der Beurteilung wurde einerseits zwischen dem Grad der Veränderungen, andererseits zwischen Allgemein- und Herdveränderungen unterschieden. Bezüglich der Schwere der Veränderungen sind 4 Gruppe entstanden:

#### I. Normales EEG.

II. Leicht pathologisches EEG: Leichte Veränderung in Form von Grundrhythmusverlangsamung, Abflachung der Amplitude, vermehrte Thetaaktivität.

III. Mittelschwer pathologisches EEG: Mäßige Veränderungen in Form von Grundrhythmusverlangsamung, vermehrter Thetaaktivität, vereinzelten Deltawellen.

IV. Schwer pathologisches EEG: Schwere Veränderungen in Form von fast überwiegender Thetaaktivität und vermehrter Deltaaktivität.

Bei allen Patienten wurden einmalige oder mehrmalige klinische Untersuchungen durchgeführt. Alle Röntgenbefunde, EEG-Befunde und klinischen Befunde wurden zueinander in Beziehung gesetzt. Dabei erwies es sich als zweckmäßig, die klinischen Befunde in die folgenden 4 Gruppen einzuteilen:

1. Diskreter Befund: Keine neurologischen Herdausfälle; objektiv: Stenose-Geräusch; subjektiv: Störungen in Form von Schwindel, Kopfschmerzen, Ohrensausen, Konzentrationsschwäche.
2. Leichter Befund: Flüchtige Mono- bis Hemiparese, flüchtige Amaurose, psychische Veränderungen, Merkfähigkeits- und Konzentrationsstörungen.
3. Mittelschwerer Befund: Hemiparese, organisches Psychosyndrom.
4. Schwerer Befund: Schwere Hemiparese bis Hemiplegie, Bewußtseinsstörungen.

Die Carotis-Angiographie erfolgte bei allen Patienten nach percutaner Punktion (bei 31 Patienten links, bei 19 Patienten rechts, bei 2 Patienten beidseits). Als Zeichen einer Arteriosklerose der Hirngefäße wurden im Röntgenbild gewertet: Verplumpung im Bereich des Carotis-Bulbus, des Syphonabschnittes und der basalen Gefäße. Unregelmäßige Gefäßwandkonturen im extra- und intrakraniellen Abschnitt der Arteria carotis interna und im Verlauf intracerebraler Arterien. Unregelmäßige Kontrastkonturen in unmittelbarer Umgebung eines Gefäßverschlusses oder einer Stenose. Umschriebene Einengungen um weniger als ein Drittel des Lumens an mehreren Stellen und mit Gefäßwandunregelmäßigkeiten. Verzögerte Kontrastpassage im Verlauf eines Serienangiogrammes, die über 12 sec bei einer konstanten Frequenz von einem Bild pro Sekunde geschätzt wurde.

#### Gradeinteilung:

1. Leichte arteriosklerotische Veränderungen (+): Z.B. mindestens eines der genannten Kriterien in deutlicher Ausprägung oder wenigstens 2 Kriterien kombiniert.
2. Mittelschwere arteriosklerotische Veränderungen (++) : Z.B. mehrere Kriterien mit deutlicher Ausprägung.
3. Schwere arteriosklerotische Veränderungen (+++): Z.B. mindestens 2 Kriterien in massiver Form, auch ungewöhnliche Ausprägung einzelner Kriterien, etwa im Bereich von Verschlüssen und Stenosen.

Die Ausbildung eines kollateralen Kreislaufes wurde gewertet, wenn wenigstens ein Gefäß der betroffenen Provinz im Verlauf des Serienangiogrammes über kollaterale Gefäßbahnen gefüllt wurde. Als Gefäßverschluß wurde der vollständige Kontraststopp mit Darstellung des Gefäßstumpfes bei sichtbarer einwandfreier Lage der Injektionsnadel bezeichnet. Verschlüsse der Arteria carotis am Halse wurden nur dann verwertet, wenn die Nadellage im Bild mit erfaßt war. Eine Stenose wurde festgestellt, wenn eine Einengung des Gefäßlumens um die Hälfte oder mehr des ursprünglichen Kalibers in umschriebenem Bereich vorlag.

### Statistische Auswertung

Die Zusammenhänge zwischen dem EEG-Befund und jeweils dem Klinik-, Radiologie- und Arteriosklerose-Befund wurden mit  $\chi^2$  getestet.

Dabei zeigten die mit einer  $4 \times 4$  Feldertafel berechneten  $\chi^2$  Werte signifikante Abhängigkeiten.

Der Zusammenhang zwischen Arteriosklerose-Befund und dem EEG-Befund wies eine schwächere Signifikanzschranke auf; es darf

aber ein Zusammenhang vermutet werden. Für eine bessere graphische Darstellung wurde zusätzlich eine Regressionsdarstellung gewählt; die einzelnen diskreten Zustände wurden gewichtet, danach eine Regressionsgerade für jeden Zusammenhang berechnet.

Tabelle

	$\chi^2$	Freiheitsgrade	Signifikanz	Korrelationskoeffizient
EEG-Klinik	46,54	9	$p \leq 0,005$	$r = 0,796$
EEG-Radiologie	26,79	9	$p \leq 0,005$	$r = 0,421$
EEG-Arteriosklerose	18,25	9	$p \leq 0,05$	$r = 0,342$

### Ergebnisse

Die Ergebnisse wurden nach den oben genannten 4 EEG-Kriterien eingeordnet.

1. Normales EEG mit normaler Augenschlußreaktion (Alphablockierung) und ohne Hyperventilationsveränderungen (Abb. 1 a Original EEG-Kurve, Abb. 1 b dazugehöriges Angiogramm): Diese Gruppe besteht aus 13 Patienten, bei denen diskrete und leichte klinische Befunde mit wiederholten Attacken und keinem Todesfall gefunden wurden. Bei 11 Patienten wurde eine schwere bis mittelschwere allgemeine Arteriosklerose röntgenologisch festgestellt, nur bei 2 Patienten wurden keine Veränderungen beobachtet. Bei 9 Patienten wurde eine Stenose der Arteria carotis interna, bei 2 Patienten Verschluß mit Kollateralen, bei 1 Patienten Verschluß ohne Kollateralen diagnostiziert. Alle diese Veränderungen waren im extrakraniellen Carotisbereich zu finden. Bei einem Fall lag eine Stenose der Carotis interna im intrakraniellen Bereich vor.

2. Leicht pathologisches EEG: In dieser Gruppe von 16 Patienten wurden in 10 Fällen im EEG Allgemeinveränderungen beobachtet, in 5 Fällen fehlte bei Augenöffnen die normale Reaktion der Alphablockierung, in 11 Fällen wurde eine Zunahme der pathologischen Aktivität während der HV festgestellt. Bei den 2 beobachteten Herdbefunden wurde eine Betonung der pathologischen Aktivität über den vorderen Hirnabschnitten deutlich, bei 2 Fällen wurden leichte Herdveränderungen mit Betonung über den hinteren Hirnabschnitten festgestellt. Die klinischen Befunde waren leicht bis mittelschwer. Bei 7 Patienten handelte es sich um die erste Attacke der Erkrankung. In 15 Fällen wurde eine allgemeine Arteriosklerose diagnostiziert. In einem Fall konnten keine arteriosklerotischen Veränderungen nachgewiesen werden. In 7 Fällen wurde eine Stenose der Arteria carotis interna, bei 3 Fällen Verschluß

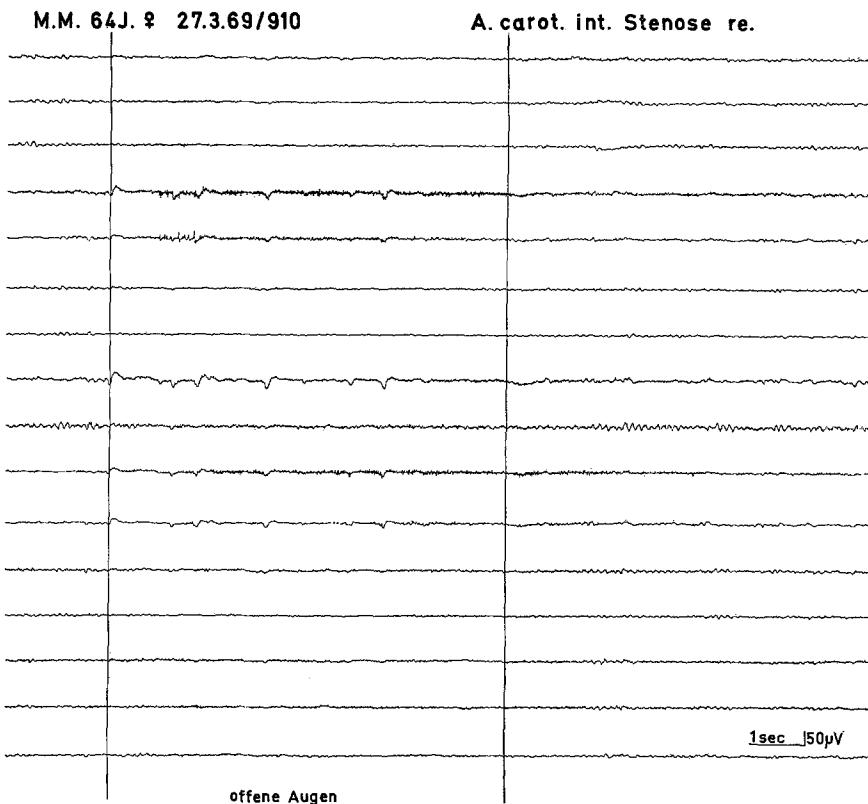


Abb. 1 a. Normales EEG mit ziemlich gut ausgeprägtem Alpharhythmus über den hinteren Hirnabschnitten, der durch Augenöffnen blockiert wird  
Ableitschema von oben nach unten: re.: F8-T4, T4-T6, T6-O2, Fp2-F4, F4-C4, C4-P4, P4-O2; mi.: Fz-Cz, Pz-Oz; li.: Fp1-F3-, F3-C3, C3-P3, P3-O1, F7-T3, T3-T5, T5-O1

mit Kollateralen, bei 4 Patienten Verschluß ohne Kollateralen beobachtet, alle im extrakraniellen Bereich. In 2 Fällen fand sich eine Stenose im Syphonbereich.

3. Mittelschwer pathologisches EEG: Dieser Gruppe gehören 13 Patienten an. In 9 Fällen wurden Allgemeinveränderungen und nur in einem Fall eine ausreichende Reaktion der Alphablockierung beobachtet. Bei allen Patienten, bei denen wir Hyperventilation durchführen konnten, haben die Veränderungen zugenommen. Die Herdveränderungen wurden in 9 Fällen fronto-zentro-temporal, in 4 Fällen temporo-parieto-occipital lokalisiert. Lediglich bei diesen Patienten mit mittelschwerem EEG-Befund haben wir in Gruppen auftretende Thetawellen gefunden, die von manchen Autoren (Deisenhammer u. Mitarb., 1966) als charakte-

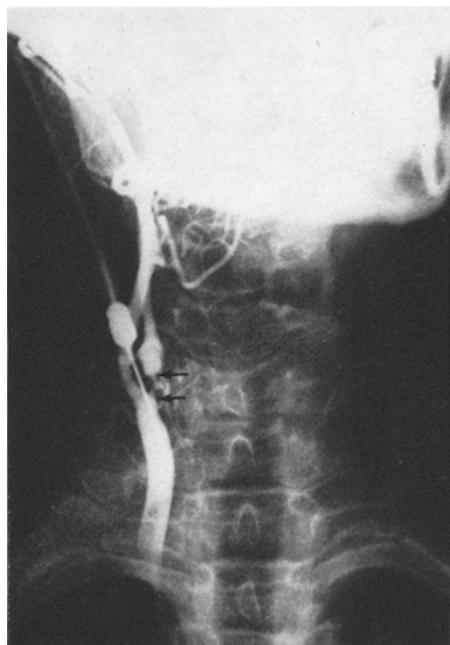


Abb. 1 b. Hochgradige Stenose am Ursprung der Arteria carotis interna rechts mit Einengung des Lumens auf knapp 1 mm (Pfeile). 64-jähriger Patient mit Sehschwäche rechts, latenter Hemiparese links. Einweisung wegen akuter symptomatischer Psychose. Stenosegeräusch über beiden Carotiden

ristisch angesehen werden. In 5 Fällen handelte es sich um die erste klinisch manifeste Ischämie, in 8 Fällen um wiederholte ischämische Attacken. Klinisch wurden nur mittelschwere und schwere Befunde, aber keine Todesfälle beobachtet. Bei 12 Patienten wurde eine allgemeine Arteriosklerose, davon in 5 Fällen eine sehr leichte, bei einem Fall keine arteriosklerotische Veränderung diagnostiziert. In 2 Fällen wurde eine Stenose, bei 7 Verschluß mit Kollateralen, bei 4 Verschluß ohne Kollateralen im extrakraniellen Bereich der Carotis interna festgestellt.

4. Schwer pathologisches EEG (Abb. 2a Original EEG-Kurve mit dazugehörigem Angiogramm Abb. 2b): Diese Gruppe besteht aus 8 Patienten. In 4 Fällen wurden Allgemeinveränderungen, bei keinem Patienten aber Alphablockierung beobachtet. Nur bei 2 Patienten war es möglich, eine Hyperventilation durchzuführen, wobei die Veränderungen deutlich zunahmen. Herdveränderungen wurden in allen Fällen festgestellt, davon in 3 Fällen fronto-zentro-temporal, in einem Fall temporo-occipital betont. Bei 6 Fällen hatte es sich um die erste Attacke, bei 2 Fällen um wiederholte Attacken gehandelt. In 5 Fällen waren die

K.G. 74J. ♀ 28.11.67/2594

A.carot.int. Verschluß li.

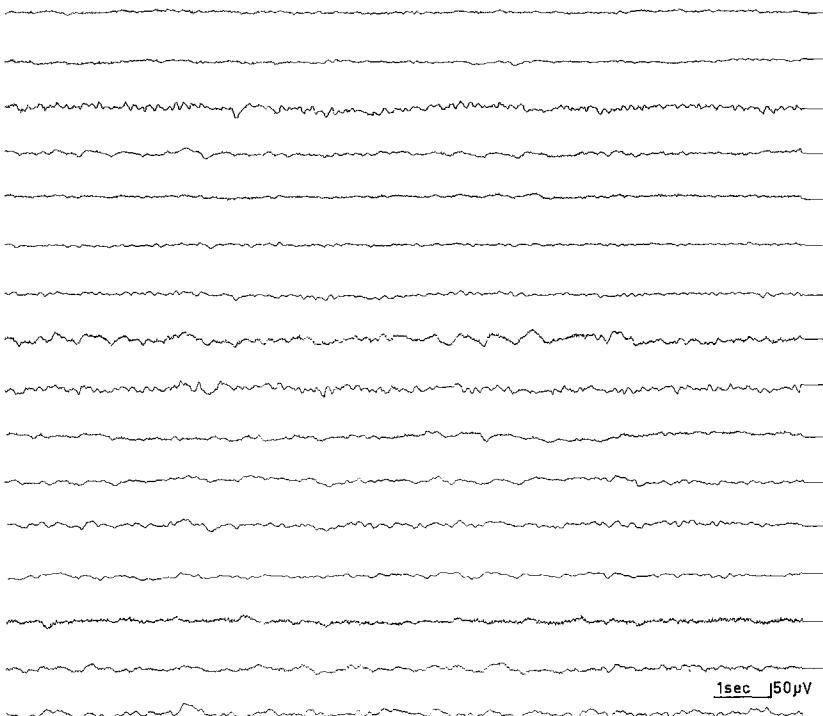


Abb. 2a. Pathologisches EEG bei einer Patientin mit Carotis interna-Verschluß links. Herdveränderungen im Bereich der linken Hemisphäre mit überwiegender Thetaaktivität und Deltaaktivität, die vor allem fronto-zentro-temporal links deutlicher ausgeprägt ist. Ableiteschema: siehe Abb. 1 a

klinischen Befunde schwer, in 3 Fällen mittelschwer. Ein Patient verstarb. Bei 3 Patienten wurde eine allgemeine cerebrale Arteriosklerose, davon 2 mal mit nur sehr leichten Veränderungen diagnostiziert. Eine Stenose wurde nicht beobachtet. In einem Fall fand sich Verschluß mit Kollateralen, in 7 Fällen Verschluß ohne Kollateralen im extrakraniellen Bereich der Carotis interna.

Die Ergebnisse für die wichtigsten Merkmale der I. und der IV. Gruppe sind graphisch in der Abb. 3 dargestellt. Die meisten Ergebnisse sind trotz der kleinen Zahlen statistisch signifikant (nach dem binomialen Test, Documenta Geigy wissenschaftliche Tabellen, Seite 85).

Aus dem gesamten Material ließen sich in 5 Fällen klinisch epileptische Anfälle ohne EEG-Befund diagnostizieren.

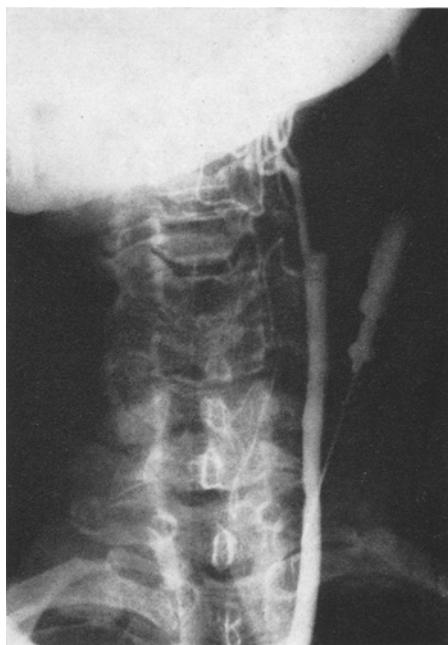


Abb. 2b. Verschluß der Arteria carotis interna unmittelbar nach der Bifurkation. Verschlußstelle glatt begrenzt, keine erkennbaren Wandveränderungen. 74jährige Patientin mit plötzlich einsetzender, dann progredienter Hemiparese rechts

### Diskussion

Bei der Auswertung des Materials haben sich zunächst für die 4 Gruppen folgende gemeinsame Befunde herausgestellt: Männer sind mit 64 % mehr betroffen als Frauen, was in Übereinstimmung mit der Arbeit von Sindermann u. Mitarb., 1969 steht. Die linksseitige Okklusion wurde in 62 % beobachtet. Zusätzliche internistische Erkrankungen, die nicht direkt den Kreislauf betrafen, erwiesen sich als unbedeutend für die EEG-Befunde. Die wichtigsten Unterschiede zwischen den nach dem EEG geordneten Gruppen ergaben sich für die Häufigkeit der Attacken, für den klinischen und angiographischen Lokalbefund und für das Vorhandensein einer Arteriosklerose im Röntgenbild. Die gewählten Kriterien für die Einteilung in 4 Gruppen nach der Schwere der EEG-Veränderungen hat sich als sinnvoll erwiesen. In der ersten Gruppe mit normalem EEG handelt es sich um Patienten ohne neurologische Ausfälle. Im Vordergrund stehen fast ausschließlich subjektive Beschwerden, die meist in Attacken auftreten, sich wiederholen und sich in Form von Schwindelgefühl, Konzentrationsschwäche und auch gelegentlich in

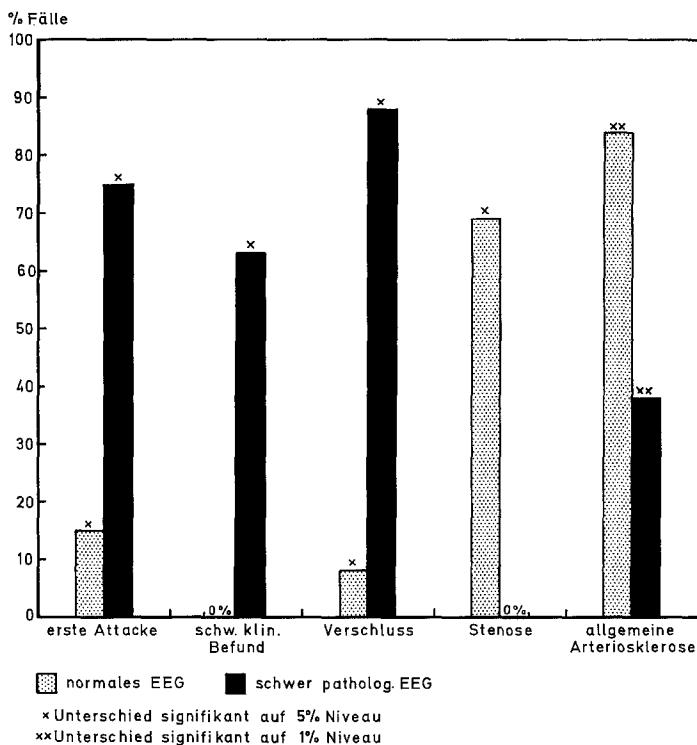


Abb.3. Unterschiede des EEG-Befundes zwischen I. (jeweils linke Säule) und IV. (jeweils rechte Säule) Gruppe bei der ersten Attacke, bei schwerem klinischem Befund, bei Verschluß, Stenose und allgemeiner cerebraler Arteriosklerose

Ohrensausen äußern. Dabei wurde oft ein Stenosegeräusch nachgewiesen. Durch die angiographische Untersuchung wurde festgestellt, daß es sich fast ausschließlich um Stenosen der Arteria carotis interna im Halsbereich handelte, wobei das gesamte Gefäßsystem eine mittelschwere bis schwere Arteriosklerose zeigte. Die zweite Gruppe weist eine Ähnlichkeit mit der ersten Gruppe auf. Der leichte klinische Befund verläuft hier parallel mit den EEG-Veränderungen. Dabei zeigt die Hälfte der untersuchten Fälle stenotische Veränderungen bei mäßiger Arteriosklerose. In der dritten Gruppe finden wir dagegen eher Gemeinsamkeiten mit der vierten Gruppe. Mit Zunahme der Schwere des klinischen Befundes nehmen auch die pathologischen Veränderungen im EEG zu. Dabei wurde lediglich in 2 Fällen eine Stenose nachgewiesen. Außerdem war die allgemeine Arteriosklerose wesentlich geringer ausgeprägt als in den ersten zwei Gruppen. In der vierten Gruppe schließlich beobachteten wir die deutlichsten Unterschiede im Vergleich zur ersten Gruppe. Hierbei

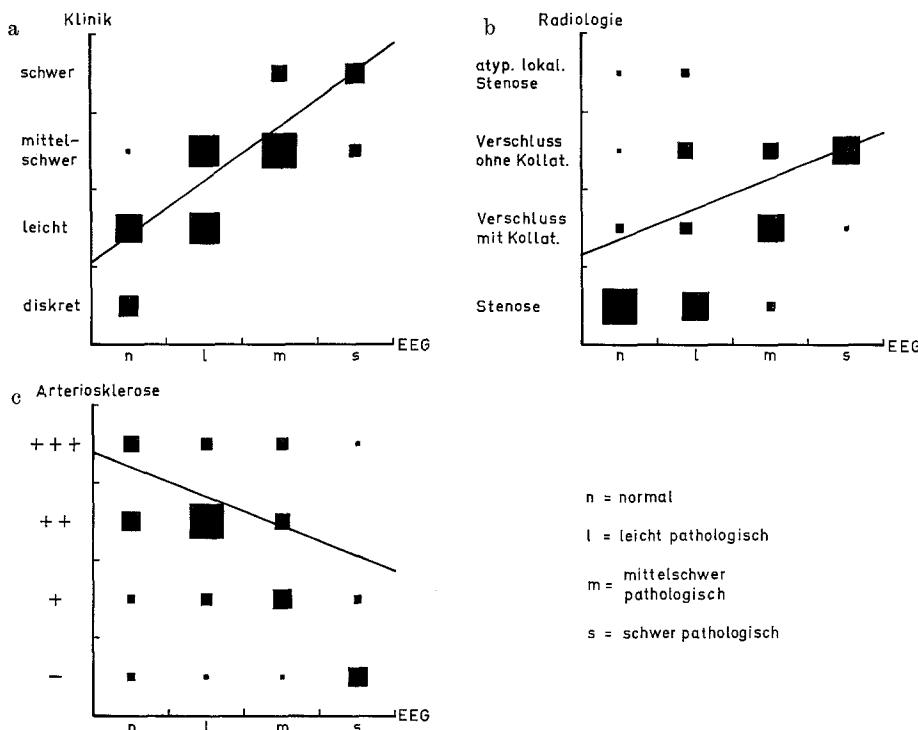


Abb.4. a Zusammenhang zwischen klinischem und EEG-Befund. Der  $\chi^2$ -Test ermittelt mit einer Signifikanz von  $p \leq 0,005$  eine Abhängigkeit, die durch die Regressionsgerade  $y = b(x - \bar{x}) + \bar{y}$  dargestellt wird. Der Wert des Korrelationskoeffizienten beträgt  $r = 0,796$ . b Zusammenhang zwischen radiologischem und EEG-Befund. Der  $\chi^2$ -Test ermittelt mit einer Signifikanz von  $p \leq 0,005$  eine Abhängigkeit, die durch die Regressionsgerade  $y = b(x - \bar{x}) + \bar{y}$  dargestellt wird. Der Wert des Korrelationskoeffizienten beträgt  $r = 0,421$ . c Zusammenhang zwischen dem Grad der Arteriosklerose und dem EEG-Befund. Der  $\chi^2$ -Test ermittelt mit einer Signifikanz von nur noch  $p \leq 0,05$  eine Abhängigkeit, die durch die Regressionsgerade  $y = b(x - \bar{x}) + \bar{y}$  dargestellt wird. Der Wert des Korrelationskoeffizienten beträgt  $r = 0,342$ .

handelt es sich fast immer um Patienten mit ihrer ersten Attacke, mit schwerem klinischen Befund und deutlichen herdförmigen Veränderungen im EEG, während das angiographische Bild ausschließlich Verschlüsse mit geringem Kollateralkreislauf bei minimal ausgeprägter allgemeiner Sklerose zeigt. Die jeweiligen Zusammenhänge sind auf der Abb.4a—c dargestellt.

Als wichtigster Zusammenhang zwischen dem EEG und den sonstigen Befunden ergibt sich:

- Bei wiederholten leichten subjektiven Störungen (intermittierende zentrale Ischämie) kann man einen normalen EEG-Befund mit angio-

graphisch nachgewiesener mäßiger bis schwerer Arteriosklerose und Stenose der Arteria carotis interna im Halsbereich feststellen.

2. Bei plötzlich auftretenden cerebralen ischämischen Insulten mit schwerem Befund zeigt sich ein schwerer EEG-Befund, und angiographisch findet sich meist eine leichte Arteriosklerose mit Verschlüssen der Arteria carotis interna bei geringem Kollateralkreislauf. Hierbei gibt es fließende Übergänge nach beiden Seiten, wie die zweite und dritte Gruppe beweisen. Diese Ergebnisse weisen auf die Bedeutung des Zusammenwirkens von lokaler Gefäßklerose und allgemeiner häodynamischer Störung und Fähigkeit der ausreichenden Kollateralversorgung hin, wie auch in Übereinstimmung die Arbeit von Wiedemann u. Mitarb., 1969 zeigt.

Als praktische Konsequenz folgt aus unserer Untersuchung, daß auch ein normales EEG nicht ausschließt, daß bei einem Patienten schwere Gefäßveränderungen im Bereich der Arteria carotis interna vorhanden sein können, die einer operativen Behandlung zugänglich sind.

### Literatur

- Deisenhammer, E., Klausberger, E., Pateisky, K.: EEG bei angiographisch verifizierten Verschlüssen cerebraler Gefäße. Wien. Z. Nervenheilk. **4**, 341–355 (1966).  
 Documenta Geigy: Wissenschaftliche Tabellen. Binomialer Test, S. 85 (1960).  
 Hass, W. K., Goldensohn, E. S.: Clinical and electroencephalographic considerations in the diagnosis of carotid artery occlusions. Neurology (Minneap.) **9**, 575–589 (1959).  
 Jung, R.: Hirnelektrische Befunde bei Kreislaufstörungen und Hypoxieschäden des Gehirns. Verh. dtsch. Ges. Kreisl.-Forsch. **19**, 170 (1953).  
 Kugler, J.: Le diagnostic électroencéphalographique des sténoses carotidiennes. Rev. neurol. **115**, 723–724 (1966).  
 McDowell, F., Wells, L. E., Ehlers, C.: The electroencephalogram in internal carotid artery occlusion. Neurology (Minneap.) **9**, 678 (1959).  
 Mensíková, Z., Polák, O., Vrbík, J.: Klinický a electroencefalografický obraz trombos a stenos arteria carotis. Acta Univ. Carol. Med. (Praha) **9**, 673–701 (1963).  
 Mortillaro, M.: EEG-Veränderungen bei cerebralen Gefäßverschlüssen. Differentialdiagnostische Erwägungen. Z. ges. Neurol. Psychiat. **194**, 215–216 (1969).  
 Sindermann, F., Dichgans, J.: Vergleich zwischen Carotisverschluß und Verschluß der A. cerebri media. Zbl. ges. Neurol. Psychiat. **196**, 217–218 (1969).  
 Wiedemann, O., Rompel, K., Erbslöh, F.: Systematische angiologische Untersuchungen über Verschlüsse und Stenosen im Karotis- u. Vertebralisstrombahngebiet. Med. Klin. **45**, 2087–2094 (1969).

Dr. med. Olga Simonova  
 Dr. med. Eva Krebs-Roubicek  
 Dr. med. Herbert Backmund  
 Max-Planck-Institut für Psychiatrie  
 BRD-8000 München 23  
 Kraepelinstr. 10  
 Deutschland

Dipl.-Ing. Siegfried Pöppl  
 Institut für medizinische Datenverarbeitung der Gesellschaft  
 für Strahlenforschung m.b.H.  
 BRD-8000 München 81  
 Arabellastr. 4/I  
 Deutschland