

Aus der Elektroencephalographischen Station (Leitung: PD R. HESS) der
Neurochirurgischen Universitätsklinik Zürich (Prof. H. KRAYENBÜHL)

EEG-Befunde bei Hirntumoren im Kindesalter

Von

G. DUMERMUTH

Mit 8 Textabbildungen

(Eingegangen am 4. Juni 1958)

Einleitung

Während über die elektroencephalographischen Befunde bei den Hirntumoren des Erwachsenen sich bis heute eine umfangreiche Literatur angesammelt hat, ist dies für das Kindesalter nicht der Fall. Lediglich in einigen allgemeineren Arbeiten über die kindlichen Hirngeschwülste finden wir knappe Hinweise auch über die EEG-Befunde, wobei manchmal die Hauptbefunde aufgeführt werden, meistens jedoch mehr die Meinung der Autoren über den Wert dieser Untersuchung im Rahmen der neurochirurgisch-klinischen Abklärung geäußert wird.

So sehen WALKER u. HOPPLE sowie PUTNAM den Wert der EEG-Untersuchung besonders in der Möglichkeit der Abgrenzung von tumorsuspekten idiopathischen Epilepsien, während MATSON in einer Zusammenstellung der 34 Kleinhirnastrcytomen die EEG-Untersuchung zur Unterscheidung der Kleinhirntumoren von Großhirntumoren bei bestehendem erhöhtem Hirndruck herbeizieht. BOLDREY u. Mitarb. äußern ihre Enttäuschung über die Resultate, welche sie bei denjenigen ihrer 220 aufgeführten Kinder mit Hirntumor, welche elektroencephalographiert wurden, gefunden hatten. TÖNNIS u. STEINMANN erwähnen wieder zuverlässige Befunde, allerdings im Rahmen der kindlichen Großhirntumoren (Kasuistik von 105 Fällen), ebenso auch CHAPTAL u. Mitarb. Weitere kurze Hinweise auf die EEG-Befunde finden wir in der Monographie von CUNEO u. RAND über die kindlichen Hirntumoren, ferner auch bei ODOM u. Mitarb., welche die Hauptbefunde bei 20 supratentoriellen und 28 infratentoriellen Tumoren (von insgesamt 164 Fällen) erwähnen. Auf die Unterschiede der Befunde gegenüber denjenigen beim Erwachsenen gehen GONSETTE u. Mitarb. bei den raumfordernden Prozessen (inkl. Abscesse und Hämatome) der hinteren Schädelgrube ein und machen auf die im allgemeinen bei den Kindern schwereren Veränderungen und die Bevorzugung der hinteren Abschnitte durch dieselben aufmerksam.

Die einzige Arbeit, welche sich ausschließlich mit den elektroencephalographischen Befunden bei Kindern befaßt, ist diejenige von DRUMHELLER, KEITH u. BICKFORD aus dem Jahre 1949, welche eine Zusammenstellung von 12 corticalen und 8 subcorticalen sowie 30 Tumoren der hinteren Schädelgrube behandelt, wobei allerdings nicht wesentlich auf

Details eingegangen wird. Auf die wichtigsten Resultate dieser Arbeit werden wir im Zusammenhang mit der Besprechung unserer eigenen Ergebnisse zurückkommen.

Im folgenden werden wir die EEG-Befunde bei einer Serie von insgesamt 140 Kindern mit Hirntumoren analytisch untersuchen, um zu sehen, ob sich aus deren Gruppierung nach verschiedenen Gesichtspunkten gewisse Gesetzmäßigkeiten herauslesen lassen. Auf den elektrobiologischen Mechanismus, welcher zu den je nach Art und Sitz des Tumors von Fall zu Fall unterschiedlichen Äußerungen im Elektroencephalogramm führt, werden wir nicht eingehen, insbesondere auch, weil im Schrifttum hierüber noch keine Einheitlichkeit der Auffassung herrscht. Bei der Auswahl der hier zusammengestellten Fälle aus den insgesamt zwischen 170 und 180 an unserer Klinik seit Ende 1948 beobachteten Kindern mit Hirntumor mußten alle diejenigen ausgeschieden werden, welche vor dem ersten operativen Eingriff (Exploration, Ventrikeldrainage u. a.) keinen EEG-Befund aufwiesen, sowie jene, bei welchen ein genauer neuroradiologischer, operativer oder autoptischer Befund über Sitz und Ausmaß des Tumors fehlte. Von den insgesamt 140 Kindern wurden 137 an der EEG-Station unserer Klinik¹ untersucht, bei den restlichen drei Fällen wurden die Befunde aus der EEG-Station des Kinderspitals Zürich² verwendet.

Erfahrungsgemäß treten im Gegensatz zu den Erwachsenen bei den Kindern die Hemisphärentumoren hinter jenen der Mittellinie und der hinteren Schädelgrube stark zurück. Eine Übersicht über die lokalisatorische Verteilung in unserer Serie gibt die folgende Zusammenstellung:

A. Tumoren der Großhirnhemisphären (25)

1. oberflächlicher Sitz (corticale Mitbeteiligung der Großhirnkonvexität) 14; 2. tiefer Sitz (Marklager, Seitenventrikel, basale Flächen des Stirn- oder Schläfenlappens) 11.

B. Tumoren der Mittellinie oder subcorticale Tumoren (40)

3. Stammganglien 9; 4. rein suprasellär 3; 5. suprasellär unter Mitbeteiligung der Strukturen um den vorderen III. Ventrikel 16; 6. Sitz in den Strukturen um den hinteren III. Ventrikel, Thalamus, Subthalamus, Corpus pineale 12.

¹ Zur Ableitungstechnik. Die früheren Kurven wurden mittels eines 8-Kanal-Apparates (GRASS), die späteren mit einem 12kanaligen Gerät (SCHWARZER) abgeleitet. Verwendet wurden sowohl die bipolare als auch die monopolare Ableitungstechnik, letztere mit Referenzelektrode über der Nase oder mit gemeinsamer Referenzelektrode. Unerläßlich für eine genauere Auswertung ist eine minimale Qualität der Kurven, welche gerade bei Kindern sehr schwierig zu erreichen ist und ein gut ausgebildetes zuverlässiges Hilfspersonal erfordert.

² Für die Überlassung der Krankengeschichten sei hier Herrn Prof. G. FANCONI bestens gedankt.

C. Tumoren des caudalen Hirnstammes (36)

7. Mesencephalon, *Vierhügelplatte* 2; 8. *Pons*, inkl. Boden des IV. Ventrikel, Medulla oblongata, Kleinhirnbrückenwinkel 16; 9. Tumoren des IV. Ventrikels, diesen ganz oder zu einem großen Teil ausfüllend 13.

D. Tumoren des Kleinhirns (33)

10. Befall des ganzen Kleinhirns (auch inkl. Dach des IV. Ventrikels) 9;
11. Nur Kleinhirnwurm 7; 12. Sitz einseitig in einer Kleinhirnhemisphäre 17.

E. Multiple Tumoren (6)

13. Multipler Sitz im ganzen Gehirn 2; 14. Multipler Sitz, infratentoriell beschränkt, 4.

Total: *supratentorielle* Tumoren 65; *infratentorielle* Tumoren 73.

Eine Zusammenstellung der *histologischen* Natur zeigt erfahrungsgemäß die Medulloblastome und Astrocytome zahlenmäßig an erster Stelle und diese zum größten Teil im Kleinhirn oder im IV. Ventrikel lokalisiert. Bei 29 Fällen fehlt leider ein genauer histologischer Befund, es sind dies 21 Tumoren mit Sitz im Pons oder im Bereich des III. Ventrikels, welche als inoperabel einer Röntgenbestrahlung zugeführt wurden und zum Teil heute noch leben oder ohne Sektion gestorben sind. Zwei Fälle wanderten zum Kurpfuscher ab und ihr weiteres Schicksal blieb uns unbekannt. Bei den restlichen konnte zum Teil anhand des histologischen Befundes keine exakte Einreihung des Bildes gemacht werden (nicht klassifizierbare Tumoren). Wie wir in der nun folgenden Zusammenstellung sehen, haben wir auch drei nicht neoplastische expansive Prozesse in unsere Kasuistik aufgenommen. Dies deshalb, weil sich erst durch die Operation die andersartige Natur des Prozesses ergeben hatte.

Art des Tumors	Anzahl der Fälle	Hauptlokalisation
Medulloblastome	26	davon 21 Kleinhirn und IV. Ventrikel
Astrocytome	22	davon 14 Kleinhirn und IV. Ventrikel
Craniopharyngeome	12	
Astroblastome und Spongioblastome	12	
Maligne Gliome, Glioblastoma multiforme		
nicht klassifizierbare Gliome.	11	
Ependymome und Ependymoblastome	10	
Gangliocytoime, Neuroepitheliome, Neurinome	4	
Verschiedene nicht neurogene Tumoren	11	
Nicht neoplastisch (1 Tuberculom, 1 Absceß, 1 Dermoidcyste)	3	
Nicht klassifizierbarer oder fehlender histologischer Befund	29	davon 21 im Pons oder III. Ventrikel

Auf die genaueren Definitionen der bei der zahlenmäßigen Auswertung im einzelnen verwendeten *EEG-Symptome* werden wir im Zusammenhang mit der Darstellung der Resultate zurückkommen. Der Übersichtlichkeit halber seien sie hier vorerst kursorisch aufgeführt:

1. Allgemeinveränderungen (AV)
2. Fortgeleitete Rhythmen (F. Rh.)
3. Unspezifische Herdbefunde
 - fokale langsame Wellen (δ -Foci, θ -Foci, herdförmige Maxima von AV)
 - lokale Depression
4. Hypersynchrone EEG-Formen.

Da die Anzahl der Fälle bei der analytischen Aufteilung zu klein wird, haben wir auf eine rechnerische Überprüfung der *statistischen Signifikanz* verzichtet.

Ergebnisse

Normale EEG-Kurven

Die bekanntlich sehr große Schwankungsbreite des kindlichen Elektroencephalogrammes erfordert eine gewisse Großzügigkeit hinsichtlich der Beurteilung eines Befundes als normal. Aus diesem Grund sind auch Beurteilungen wie „Grenzbefund“ oder „nicht sicher pathologisch“ nicht zu vermeiden; wir haben solche Befunde in dieser Zusammenstellung zweckmäßigerweise zu der Gruppe der normalen gerechnet. Besonders schwierig wird die Beurteilung der Kinder unterhalb 2 Jahren. Diese weisen, wie Abb. 1 zeigt, auch den größten Anteil an als normal bewerteten Befunden auf, nämlich etwa die Hälfte, während bei der höchsten Altersgruppe (10—15 J.) die Zahl von 14% derjenigen von 13% beim Erwachsenen nahekommt (Hess¹). Im gesamten Material ergibt sich in unserer Serie der durchschnittliche Wert von 21% normaler Kurven.

Die Kriterien, welche DRUMHELLER u. Mitarb. zur Beurteilung des normalen EEG benützen, sind unseres Erachtens wesentlich enger gesetzt, womit sich erklären dürfte, daß diese Autoren unter 30 Fällen keine normalen Befunde verzeichnen. Auch GONSETTE u. Mitarb. haben bei ihren 25 kindlichen Tumoren nur einen einzigen normalen Befund erheben können, während CUNEO u. RAND doch darauf hinweisen, daß normale Befunde nicht ungewöhnlich sind. Unseren Resultaten ähnlicher sind diejenigen von BOLDFEY u. Mitarb., wo unter 29 Fällen 3 normale und 5 fraglich pathologische EEG aufgeführt sind. Auch MATSON fand 7 von 30 Befunden bei Kleinhirnstrocytom als normal, was unseren Resultaten entspricht.

Eine Verteilung unserer normalen Befunde auf die verschiedenen Tumorguppen zeigt Tab. 1. Es läßt sich daraus ersehen, daß normale Befunde bei den Hemisphärentumoren relativ selten, hingegen bei den

¹ Als Vergleichsbasis zu den Befunden beim Erwachsenen beziehen wir uns im folgenden jeweils auf die Resultate von HESS, schon deshalb, weil das Material aus derselben Klinik stammt und auf die gleiche Art untersucht und ausgewertet wurde. Auch die Terminologie ist dieselbe.

Tumoren des caudalen Hirnstammes ziemlich häufig (33%) vorkommen, während sich die Gruppe der Mittellinie- und Kleinhirngeschwülste dazwischen etwa die Waage halten. Bei einer noch näheren Unterteilung zeigt sich dann, daß bei Sitz in den oberflächlichen Hemisphären, in den Stammganglien oder in den Strukturen des hinteren III. Ventrikels normale Befunde überhaupt fehlen, während die Ponstumoren mit $\frac{2}{5}$

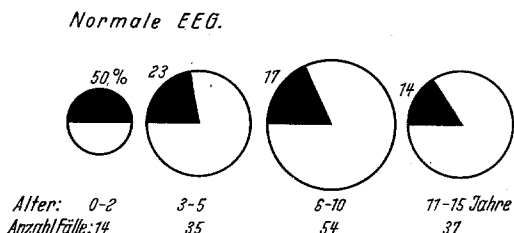


Abb. 1. Verteilung der normalen Kurven auf die Altersgruppen

normalen Befunden an erster Stelle stehen. Relativ häufig sind normale Befunde auch bei den Craniopharyngeomen, welche sich meist durch langsame Progredienz auszeichnen.

In keinem Fall darf aber mit einem normalen EEG-Befund ein Hirn-

tumor irgendwelcher Lokalisation ausgeschlossen werden, wie das folgende, erst nach Abschluß unserer Zusammenstellung an unserer Klinik beobachtete Beispiel zeigt:

Fall 1: K. U. geb. 30. 6. 55. Normale Entwicklung. Beginn im Alter von 2 Jahren mit vorerst generalisierten epileptischen Anfällen. Sämtliche klinischen, neuroradiologischen und elektroencephalographischen Untersuchungsbefunde sind normal. Die epileptischen Anfälle wiederholen sich mehrmals täglich in stereotypischer Weise, mit Verdrehen der Augen nach oben, lautem Schreien bei auffallend angstvoll verzerrtem Gesicht, Zuckungen in allen vier Extremitäten, anschließend Bewußlosigkeit. Nach einem Verlauf von 2 Monaten zeigen sich erstmals neurologische Ausfälle li., es entwickelt sich eine zunehmende Hemiparese der li. Extremitäten. Eine etwas später ausgeführte Luftencephalographie zeigt re. fraglich pathologische Thalamuskonturen. Die epileptischen Anfälle, welche in einer 14tägigen Periodik mit gleichzeitigem Fieberanstieg sich bis zu 40—50 Anfällen täglich häufen, werden mit der Zeit deutlich asymmetrisch bis fokal und treten nur noch li. auf. Sie trotzen jeglicher medikamentöser Therapie. Nach 7monatigem Verlauf erhöhter Hirndruck mit gesprengter Kranznaht, zunehmende Ataxie von Rumpf und Extremitäten, praktisch vollständige linksseitige Hemiplegie. Die mehrmals ausgeführten Elektroencephalogramme, welche auch während den Anfällen abgeleitet wurden, zeigten weder unspezifische noch hypersynchrone pathologische Potentiale, erst die kurz ante mortem abgeleitete Kurve zeigte einzelne fokale langsame Wellen re. postzentral, welche jedoch unter der Grenze der Signifikanz blieben. 9 Monate nach Beginn der ersten Anfälle plötzlicher Exitus bei einer Intubation, die Autopsie zeigt ein ca. mandarinengroßes *Spongioblastom* der re. Hippocampusgegend mit Infiltration der Thalamusstrukturen.

Allgemeinveränderungen

Als Allgemeinveränderung (AV) wird eine über das der Altersgruppe entsprechende Maß hinausgehende Vermehrung der diffusen langsamen Frequenzen bezeichnet. In Betracht kommen vorwiegend die vermehrten δ -Elemente, während die θ -Frequenzen beim Kinde eine untergeordnete

Tabelle 1. Verteilung der Hauptbefunde auf die verschiedenen Untergruppen

	Tumoren total	Normale Kurven		Nur Allg. veränd.		Polymorphe S-Foci		Fortgel. Rhythmen		Hyper- synchr. Formationen	
<i>A. Hemisphären</i>											
1. oberflächlich	14	0	0	0		9	2/3	7	1/2	7	1/2
2. tiefsitzend	11	2	1/6	0		7	2/3	6	1/2	1	1/11
<i>B. Mittellinie</i>											
3. Stammgan- glien . . .	9	0	0	1		6	2/3	7	3/4	1	1/9
4. rein supra- sellär. . .	3	2		0		0		1		0	
5. vorderer III.Ventrikel	16	5	1/3	3	1/5	1	1/16	6	3/8	1	1/16
6. hinterer III.Ventrikel	12	0	0	3	1/4	1	1/12	6	1/2	3	1/4
<i>C. Caudaler Hirn- stamm</i>											
7. Vierhügel- Region . .	2	1		0		0		0		0	
8. Pons und Medulla obl.	21	8	2/5	1		1	1/21	11	1/2	0	0
9. IV.Ventrikel	13	3	1/4	1		2	1/6	8	2/3	0	0
<i>D. Kleinhirn</i>											
10. Ganzes Klh. befallen . .	9	2	1/4	1		0		6	2/3	0	
11. Nur Wurm befallen . .	7	3	1/2	0		0		4	1/2	0	
12. Hemisphä- ren einseitig	17	2	1/8	3	1/6	0		13	3/4	2	1/8
<i>E. Generalisiert</i>											
13. Völlig gene- ralisiert .	2	0		0		1		2		0	
14. nur infra- tentoriell .	4	1		0		2		3		0	
A. Hemisphären	25	2	8%	0	0	16	64%	13	52%	8	32%
B. Mittellinie	40	7	18%	7	18%	8	20%	20	50%	5	13%
C. Caudaler Hirn- stamm . . .	36	12	33%	2	6%	3	9%	19	53%	0	0
D. Kleinhirn .	33	7	21%	4	12%	0	0	23	70%	2	6%
Supratentoriell (A + B) . .	65	9	14%	7	11%	24	37%	33	51%	13	20%
Infratentoriell (C + D + 14)	73	20	27%	6	8%	5	7%	45	63%	2	2%
Total	140	29	21%	13	9%	30	21%	80	57%	15	11%

Bedeutung besitzen, da sie auch bei älteren Kindern bei einem gut ausgebildeten Grundrhythmus besonders über den hinteren Abschnitten noch als physiologisch betrachtet werden müssen. Nur bei einem daneben schlecht ausgeprägten α -Grundrhythmus bei Kindern über 10 Jahren haben wir ein stark gehäuftes und bis in die frontalen Gebiete ausgebreitetes Erscheinen von höhergespannten θ -Frequenzen als pathologisch betrachtet.

DRUMHELLER u. Mitarb. unterscheiden bei ihren EEG-Befunden lediglich unilaterale von bilateralen Abnormitäten, welche sie qualitativ nicht näher charakterisieren und noch nach dem regionalen Auftreten weiter unterteilen. Erwartungsgemäß finden sie auch bei den Hemisphärentumoren vorwiegend unilaterale, bei subcorticaem und infratentoriellem Sitz vorwiegend bilaterale Veränderungen. GONSETTE u. Mitarb. rechnen pathologische Veränderungen des Grundrhythmus, Auftreten von paroxysmalen θ -Gruppen, sowie frontale rhythmische und parieto-occipitale aperiodische δ -Wellen zu den sogenannten „pathological abnormalities“ und finden sie bis auf einen Fall bei allen kindlichen Tumoren der hinteren Schädelgrube, wobei diese im Gegensatz zu den Erwachsenen mehr δ -Frequenzen zeigen.

Sichere Allgemeinveränderungen gemäß den angeführten Richtlinien ließen sich in unserem Material nur bei 54% der Fälle (absolut 75) nachweisen. Wir haben nun versucht, die AV nach der Art ihrer Schwerpunktbildung über bestimmten Hirnregionen zu untersuchen und in Beziehung zum Sitz des Neoplasmas zu setzen. Deutlich umschriebene einseitige AV haben wir den unspezifischen Herdbefunden (siehe diese) zugeordnet. Wir unterscheiden demnach:

1. *Generalisierte AV* ohne bestimmtes Maximum. Diese ließen sich bei insgesamt 14 Fällen (10% des Gesamtmaterials) nachweisen und zwar:

Hemisphärentumoren	4 Fälle (16% dieser Gruppe)
Mittellinientumoren	5 Fälle (13% dieser Gruppe)
Infratentorielle Tumoren	5 Fälle (7% dieser Gruppe).

Dabei fällt uns bei einem Vergleich der Prozentzahlen auf, daß die Tumoren der hinteren Schädelgrube wesentlich seltener zu völlig generalisierten AV neigen als die supratentoriellen Neoplasmen, eine Beobachtung, welche auch HESS bei den Erwachsenen machen konnte.

2. *Einseitige AV*, welche sich diffus nur über eine Hemisphäre allein ausbreiten, sahen wir bei 4 Fällen. Diese sind, wie zu erwarten, alle in der Gruppe der Hemisphärentumoren.

3. *Frontalbetonte AV* zeigten 6 Fälle von Mittellinientumoren oder Tumoren mit Sitz im caudalen Hirnstamm. Interessanterweise führten in unserer Serie die Hemisphärentumoren nicht zu diesem Typ der Verteilung.

4. *Temporalbetonte AV*. Diese sind offenbar bei den Kindertumoren selten, sind sie doch nur bei einem einzigen Fall, einem Tumor im Bereiche des vorderen III. Ventrikels, nachzuweisen gewesen.

5. *Temporooccipitalbetonte AV* sind hingegen wieder häufiger (10 Fälle). Davon wird die Hälfte von Mittellinientumoren gebildet (13% derselben).

6. Am häufigsten sind jedoch in Übereinstimmung mit den Beobachtungen zahlreicher Autoren (DRUMHELLER u. Mitarb., GONSETTE u. Mitarb., CUNEO u. RAND, SMITH u. Mitarb.) die *occipitalbetonten AV*. Mehr als die Hälfte der AV fallen in unserer Serie auf diese Gruppe (insgesamt 40 von 75), wobei knapp die Hälfte der AV mit occipitaler Betonung (18) auf die Kleinhirntumoren entfallen, d. h. auf 55% aller cerebellärer Neoplasmen. Ferner seher wir $\frac{1}{4}$ der occipitalbetonten Allgemeinveränderungen noch bei den Mittellinientumoren (11 Fälle). Diese Art AV könnte somit als Hinweis für einen Sitz im Kleinhirn herangezogen werden, sofern nicht andere Merkmale deutlich gegen einen solchen sprechen.

Eine Untersuchung der AV nach ihrer *Qualität*, d. h. ob δ - oder Θ -Frequenzen überwiegen, führte zu keinen signifikanten Korrelationen. Ebenso die stark vermehrte β -Aktivität, welche wir in 11% unseres Gesamtmaterials angetroffen haben und welche bei keiner Tumorlokalisation bevorzugt angetroffen wird. Somit lassen sich aus dem vermehrten Auftreten von β -Wellen keine weiteren Schlüsse ziehen, was die allgemeine Erfahrung nur einmal mehr bestätigt.

Fortgeleitete Rhythmen

Wir verstehen darunter meist intermittierende, seltener kontinuierliche Züge von rhythmischen langsamen Wellen (Frequenz 2—3,5/sec) mit zum Teil sinusoidaler, zum Teil sägezahnartiger Form und oft hohen Amplituden (bis über 100—150 μ V). Schnellere rhythmische Wellen, welche nur schwer von den AV zu unterscheiden sind, haben wir nur bei dominierendem Vorkommen als fortgeleitete Θ -Rhythmen (siehe Abb. 2a) ebenfalls in diese Gruppe aufgenommen. Eine Unterscheidung in peritumorale und fortgeleitete Rhythmen, wie sie die französischen Autoren zum Teil vorschlagen (DREYFUSS-BRYSSAC u. Mitarb.; u. a. m.), wurde unterlassen.

Dieses pathologische EEG-Symptom zeigte sich in den EEG-Kurven von 56% unserer Fälle. Bei einer genaueren Analyse dieser Formationen in bezug auf Lokalisation und Verteilung unterscheiden wir die

a) *generalisierten fortgel. Rh.*, welche ubiquitär ohne dominantes Maximum über allen Hirnregionen erscheinen, von den

b) *lokalen fortgel. Rh.*, welche sich auf bestimmte Hirnregionen, ein- oder doppelseitig, beschränken (siehe Abb. 2). Oft erscheinen aber neben einer dominanten Lokalisation noch Rhythmen in vermindertem Maße über andern Regionen (Nebenmaxima). Im Prinzip untersuchten wir nur das Verhalten der dominanten Lokalisationen (Hauptmaxima) weiter, welche wir in frontale, präzentrale, postzentraloccipitale, temporooccipitale und temporale Maxima einteilen.

c) *einseitigen fortgel. Rh.*, welche im Gegensatz zu den obigen, welche beidseits (symmetrisch oder asymmetrisch) vorkommen, nur *streng einseitig* ausgebildet sind.

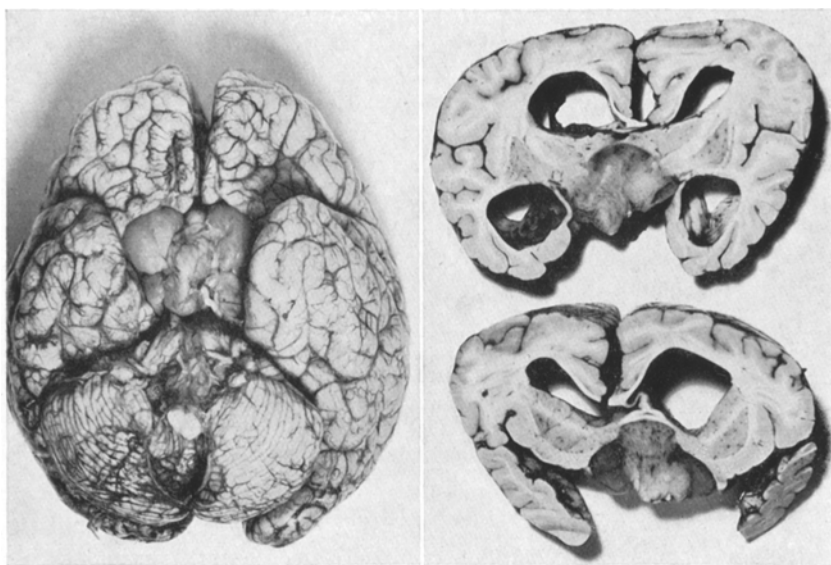


Abb. 2 a

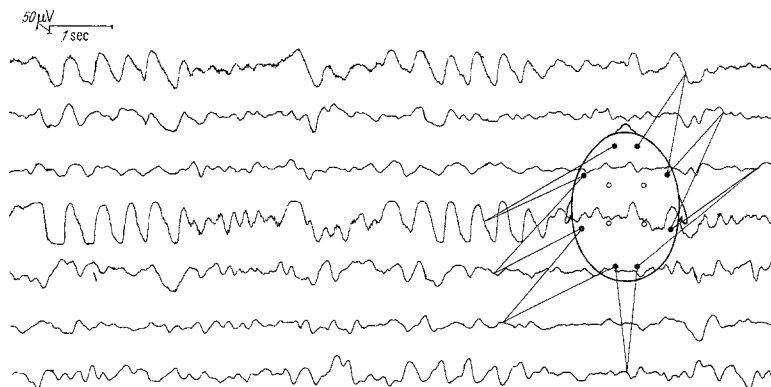


Abb. 2 b

Abb. 2. G. E., 5j. — Fortgeleitete δ -Rhythmen mit dominantem Maximum beidseits frontal und sekundärem Maximum im Occipitalgebiet bei einem Glioblastom im Boden des III. Ventrikels (Sektionsphoto: Path. Institut der Universität Zürich)

Bezüglich der Frequenz haben wir auf eine genauere Analyse verzichtet, da sie keine brauchbaren Korrelationen versprach, und nur die fortgeleiteten θ -Rhythmen gesondert betrachtet.

Eine Verteilung auf die lokalisatorischen Tumorguppen zeigt Abb. 3. Bei deren Betrachtung fällt sofort die starke Bevorzugung der hinteren Abschnitte, d.h. der postzentral-occipitalen und der temporo-occipitalen Regionen (32% der Fälle) auf, während nur 15% der Kinder frontale

Lokalisatorische Verteilung der „Fortgeleiteten Rhythmen“

Untergruppe		Frontal		Praez.-zentral	Postz.-occipital	temporo-occipital		temporal	generalisiert	
Hemisphär.	oberflächlich	●●●●		○	●●	●		○		
	tiefstehend	●●●●		○	●	●●				
Mittellinie	Stammganglien	●●●●			●●	●●		○		
	rein suprasellär					●				
	Vord. III. Ventrikel	●●●		●▲	●●	●			●	
	Hint. III. Ventrikel	●●		▲	●●	●●			●▲	
Hirnstamm	Vierhügelregion									
	Pons u. Medulla obl.	●●●●			●●●▲	●●●▲			▲▲	
	IV. Ventrikel	●●			●●●●●	●●●●			●▲	
Kleinhirn	Ganzes Kleinhirn	●●●		●	●●	●			●●●	
	Nur Wurm befallen	●●			●●●			●		
	Hemisphären einseitig	●●●●●●			●●●●●	●●			●●●●	
	multipel	●●			●●●			●		
A	Hemisphären (25)	8	32%	0	3	12%	2	8%	0	0%
B	Mittellinie (40)	6	15%	2	6	15%	4	10%	0	5%
C	Caudaler Hirnstamm (36)	4	11%	0	6	17%	7	19%	0	8%
D	Kleinhirn (33)	3	9%	0	12	36%	2	6%	1	15%
Supratentoriell (65)		14	22%	2	9	14%	6	10%	0	3%
Infratentoriell (73)		7	10%	0	20	27%	9	12%	1	11%
Total (140)		21	15%	2	29	21%	15	11%	1	7%

○ nur halbseitig ● sekundäre Maxima
▲ Theta-Rhythmen

Abb. 3a. Die Tabelle zeigt die Verteilung und Lokalisation der Hauptmaxima und sekundären Maxima der *fortgeleiteten Rhythmen* auf die verschiedenen Untergruppen

und 7% generalisierte Rhythmen zeigten. Praezentrale und temporale Rhythmen kommen nur selten vor. Für den Kliniker taucht nun die Frage auf, ob sich dieses prozentual am häufigsten auftretende EEG-Symptom bei Kindertumoren mittels der genaueren Analyse in bezug auf Lokalisation und Verteilung zur Differenzierung des Tumorsitzes herangezogen werden kann. Zu diesem Zweck haben wir die prozentualen Anteile der verschiedenen Arten von fortgeleiteten Rhythmen unter den

einzelnen Hauptgruppen gegenübergestellt (Abb. 3b). Dabei hat es sich als zweckmäßig erwiesen, die Stammganglientumoren zu den Hemisphäreneschwülsten zu rechnen, da sie hier weitgehend die gleichen Eigenschaften zeigen.

Eine *generalisierte* Ausbreitung von fortgeleiteten Rhythmen ohne dominantes Maximum ist somit ein Symptom bei Sitz des Tumors im

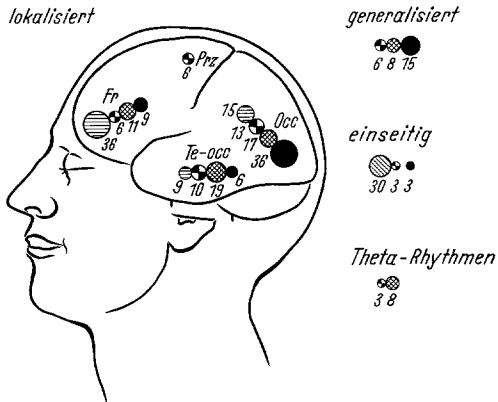


Abb. 3 b. Eine schematische Darstellung der prozentualen Anteile der verschiedenen Projektionsarten der fortgeleiteten Rhythmen in Bezug auf die großen Untergruppen. ● Hemisphären inkl. Stammganglien, ⊕ Mittellinie (suprasellär und III. Ventrikel) ⊗ Caudaler Hirnstamm, ● Kleinhirn. Die Zahlen stellen den prozentualen Anteil innerhalb der Untergruppen dar und entsprechen dem Flächeninhalt der Kreise

Bereich des III. Ventrikels oder der hinteren Schädelgrube, streng *einseitiges* Auftreten hingegen der Hemisphären- und Stammganglientumoren. Frontale und postzentral-occipitale Rhythmen verhalten sich etwa gegensinnig, indem erstere vorwiegend durch Hemisphären- und Stammgangliengeschwülste, letztere durch cerebelläre Neubildungen verursacht werden (z. B. Abb. 4b). Die temporo-occipitale Lokalisation sehen wir am meisten bei den Tumoren des caudalen Hirn-

stammes. Leider sind die Zahlen statistisch kaum signifikant, jedoch unseres Erachtens als Hinweis brauchbar.

Unspezifische Herdbefunde

Zu den unspezifischen Herdbefunden rechnen wir die herdförmig auftretenden oder fokalen langsamen Wellen und die lokale Depression.

Die *fokalen langsamen Wellen* (δ -Foci, dem Θ -Focus kommt im Kindesalter kaum eine Bedeutung zu) stellen das wichtigste elektroencephalographische Symptom zur genaueren Lokaldiagnose eines Herdprozesses dar. Es hat sich dabei als zweckmäßig erwiesen, die fokalen langsamen Wellen in zwei qualitativ verschiedene Kategorien zu unterteilen. Diese Zweiteilung erhält bei den Kindern ihre Bedeutung in Bezug auf die lokalisatorische Zuverlässigkeit dieses Symptoms. Wir können demnach unterscheiden:

a) *Kategorie I* (δ -Foci). Mehr oder weniger kontinuierlich auftretende fokale polymorphe und aperiodische δ -Wellen mit Phasenumkehr in der bipolaren Reihenableitung und starker Diskrepanz zur übrigen Allgemeinveränderung (Abb. 5 und 6).

b) Umschriebene Maxima von Allgemeinveränderungen (*Kategorie II*), oder fokale intermittierende langsame Einzelwellen ohne wesentliche Diskrepanz von der übrigen Allgemeinstörung. Diese werden beim Erwachsenen im Prinzip ebenfalls zur Lokaldiagnose herangezogen.

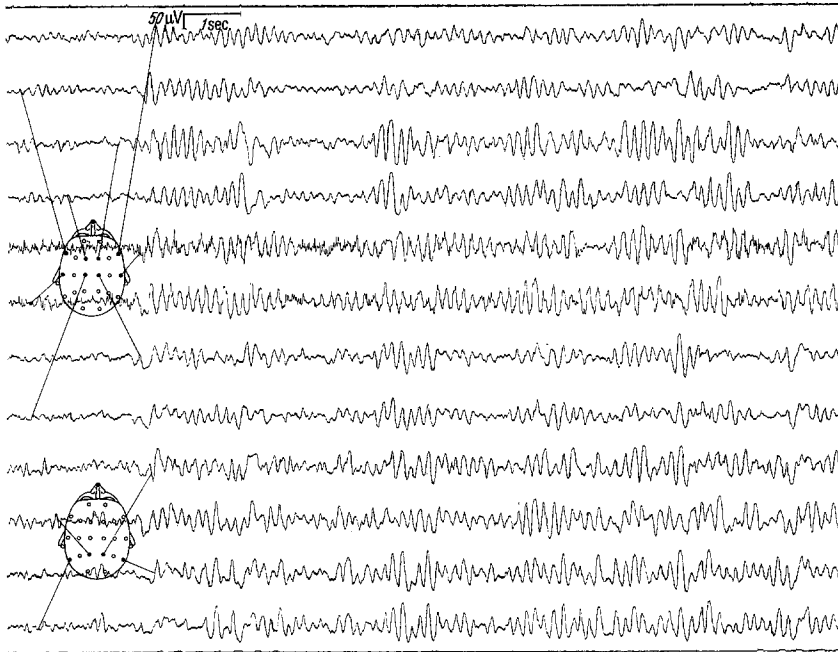


Abb. 4 a

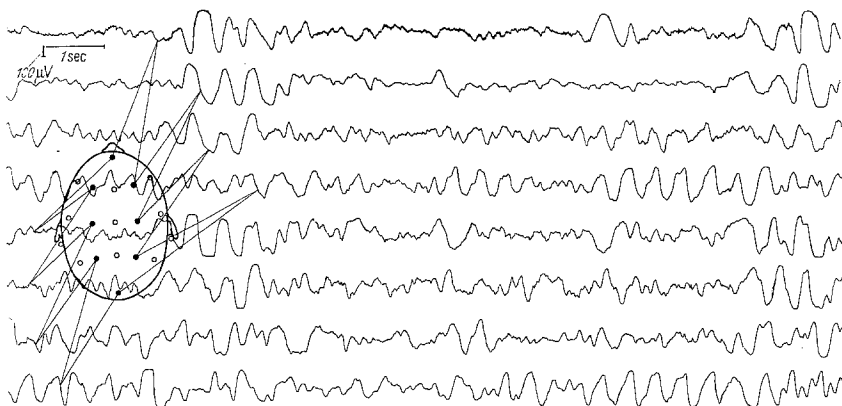


Abb. 4 b

Abb. 4. Fortgeleitete Rhythmen. a B. H. 11 j. — Fortgeleitete generalisierte Θ-Rhythmen bei einem Tumor im Bereich des hinteren III. Ventrikels. b B. M., 5 j. — Fortgeleitete δ-Rhythmen, teils generalisiert, teils occipital, bei einem Astrocytom der rechten Kleinhirnhemisphäre

Die Übergänge sind natürlich fließend und eine subjektive Beeinflussung durch die Kenntniss des Tumorsitzes ließ sich bei der Zuordnung von Grenzfällen in die eine oder andere Kategorie nur schwer vermeiden.

Erfahrungsgemäß ist jedoch leider auch das Symptom der fokalen langsamen Wellen kein absolut zuverlässiges Kriterium für einen bestimmten Sitz eines Herdprozesses: Viele Herdbefunde sind nicht nur

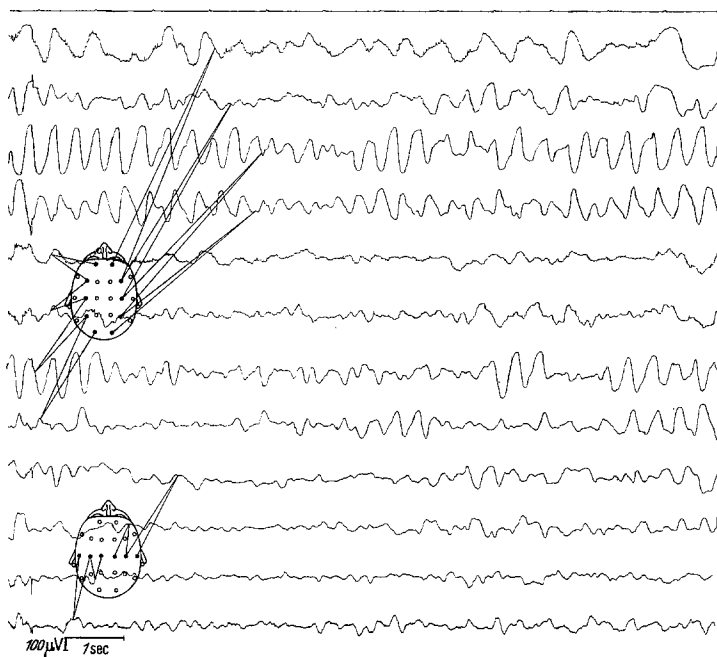


Abb. 5. L. D., 7 j. — Polymorpher kontinuierlicher δ -Focus rechts frontal, homolateral überwiegende fortgeleitete δ -Rhythmen beidseits postzentral-occipital: Großes Glioblastoma multiforme rechts frontal. Für einen frontale gelegenen Hirntumor im Kindesalter typischer EEG-Befund

ungenau, sondern sie treten über ganz anderen Hirnregionen auf, als dies dem Tumorsitz entsprechen würde, und werden, allerdings wesentlich seltener, auch bei infratentoriellen Neoplasmen gesehen. Wir bezeichnen solche Herde als *irreführend*.

Insgesamt ließen sich bei 55 Kindern, d. h. in $\frac{2}{5}$ aller Fälle herdförmige langsame Wellen nachweisen. Davon repräsentieren gemäß den angeführten Richtlinien insgesamt 30 einen *polymorphen δ -Focus der Kategorie I* und 23 lediglich ein *herdförmiges Maximum einer Allgemeinveränderung* (Kategorie II). Tab. 2 zeigt, daß die fokalen langsamen Wellen auch in unserer Serie im Prinzip bei allen Tumorgruppen gefunden werden konnten.

Erwartungsgemäß zeigen die Hemisphärentumoren den größten prozentualen Anteil (64%) an δ -Foci der Kategorie I. Wir finden sie aber auch

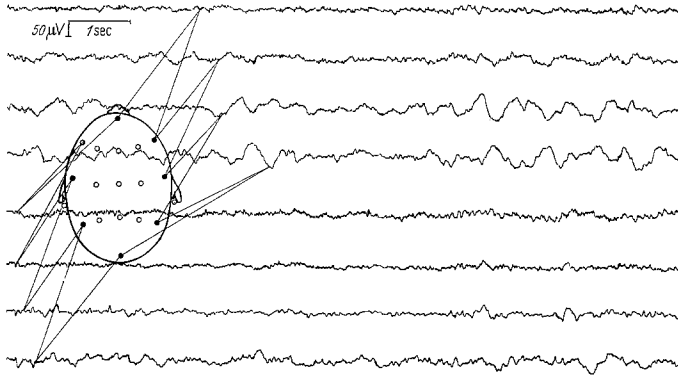


Abb. 6a

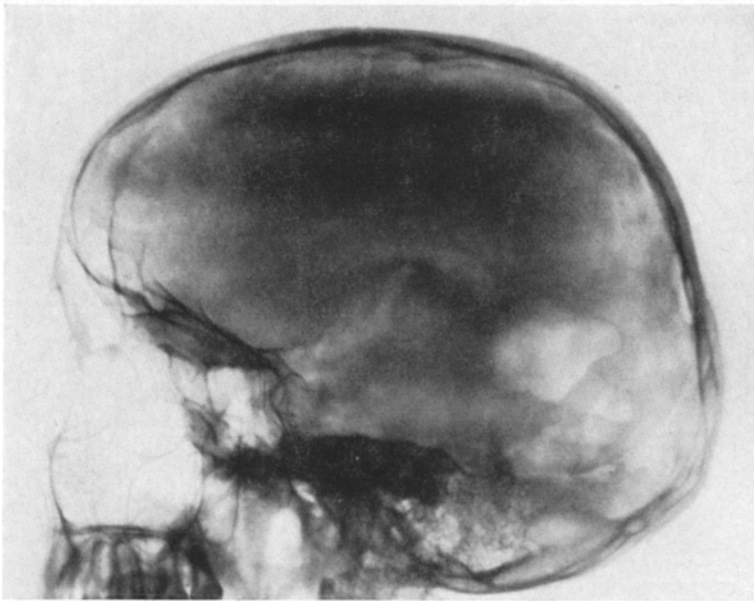


Abb. 6b

Abb. 6. Grober polymorpher δ -Focus rechts temporo-occipital (a) bei einem großcystischen *malignen Gliom* in der Tiefe des rechten Occipitallappens. Das Ventrikulogramm (b) zeigt in der seitlichen Aufnahme die durch Punktion in 6 cm Tiefe luftgefüllte Cyste. Radikaloperation 1949, Patientin lebt heute noch

bei $\frac{1}{5}$ der Mittelliniengruppe und in 9% der Tumoren des kaudalen Hirnstammes. Der hohe Anteil der Mittellientumoren wird durch die Stammgangliengeschwülste verursacht, welche in dieser Hinsicht das gleiche

Verhalten wie die Hemisphärentumoren zeigen ($\frac{2}{3}$ derselben). Die Kleinhirntumoren unserer Serie verursachten keine polymorphen δ -Foci. Etwas anders gesehen entfallen also nur $\frac{3}{4}$ der δ -Foci auf die 34 Tumoren der Hemisphären und der Stammganglien. Von diesen sind dann etwa

Tabelle 2. Verteilung der Herdbefunde auf die verschiedenen Untergruppen

Gruppierung	Tumoren total	Total Herdbefunde		Polymorphe Deltafoci		Herdförmige Maxima von Allg. ver.	
<i>A. Hemisphären</i>							
1. oberflächlich.	14	10	2/3	9	2/3	1	1/14
2. tiefsitzend.	11	7	2/3	7	2/3	0	0
<i>B. Mittellinie</i>							
3. Stammganglien . . .	9	8	8/9	6	2/3	1	1/9
4. rein suprasellär . . .	3	1	—	0	—	1	—
5. vord. III. Ventrikel . .	16	3	1/5	1	1/16	2	1/8
6. hint. III. Ventrikel . .	12	3	1/4	1	1/12	2	1/6
<i>C. Caudaler Hirnstamm</i>							
7. Vierhügelregion . . .	2	1	—	0	—	1	—
8. Pons u. Medulla obl. .	21	5	1/5	1	1/21	3	1/7
9. IV. Ventrikel	13	5	2/5	22	1/6	3	1/4
<i>D. Kleinhirn</i>							
10. Ganzes Kleinhirn . .	9	2	1/5	0	0	2	1/5
11. Nur Wurm befallen . .	7	0	0	0	0	0	0
12. Hemisphären einseit. .	17	5	1/3	0	0	5	1/3
<i>E. Generalisiert</i>							
13. Völlig generalisiert . .	2	2	—	1	—	1	—
14. nur infratentoriell . .	4	3	—	2	—	1	—
A. Hemisphären	25	17	68 $\frac{0}{10}$	16	64 $\frac{0}{10}$	1	4 $\frac{0}{10}$
B. Mittellinie	40	15	38	8	20	6	15
C. Caudaler Hirnstamm . .	36	11	31	3	9	7	19
D. Kleinhirn	33	7	22	0	0	7	22
Supratentoriell (A + B) .	65	32	49	24	37	7	11
Infratentoriell (A + B + 14)	73	22	31	5	7	16	22
Total	140	55	39 $\frac{0}{10}$	30	21 $\frac{0}{10}$	23	16 $\frac{0}{10}$

$\frac{2}{3}$ dem effektiven Tumorsitz kongruent und etwa $\frac{1}{4}$ in der Nähe desselben, nur zwei sind ganz entfernt vom Tumorsitz über der temporo-occipitalen Region aufgetreten.

Anders verteilen sich die *umschriebenen Maxima von AV*, welche bevorzugt bei den infratentoriellen Geschwülsten gesehen werden und deshalb offensichtlich *keinen* lokaldiagnostischen Wert besitzen.

Sogenannte Θ -Foci sowie sekundäre oder multiple Foci sind nur selten aufgetreten, so daß sie nicht weiter verwertet werden konnten.

Interessant ist nun die Frage, über welchen Hirnregionen die fokalen langsamen Wellen bevorzugt auftreten und ob die diagnostische Zuverlässigkeit der δ -Foci von deren Lokalisation abhängig ist. Abb. 7 zeigt eine schematische Darstellung dieser Verhältnisse, nämlich eine Verteilung der richtigen und irreführenden Herde, wie sie in unserem Material zu finden sind. Entsprechend den Verhältnissen, wie sie bei den Allgemeinveränderungen und den fortgeleiteten Rhythmen im Kindesalter gesehen werden, zeigt eine solche Analyse auch hier eine deutliche Affinität für das occipitale und das temporo-occipitale Gebiet (knapp die Hälfte aller fokalen langsamen Wellen finden sich über diesen Hirnabschnitten). Hingegen sind über dem Stirnhirn nur $\frac{1}{4}$ und über der Temporalregion schlußendlich nur $\frac{1}{7}$ registriert worden, was zu den Befunden bei den Tumoren des Erwachsenen im starken Gegensatz steht. Besonders wichtig erscheint aber, daß die irreführenden Herde der Kategorie I nur über den temporo-occipitalen, occipitalen und temporalen Abschnitten auftreten, während frontale, präzentrale und postzentrale polymorphe δ -Foci einen hohen Grad an lokalisatorischer Zuverlässigkeit besitzen.

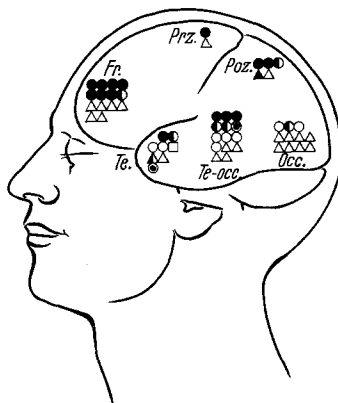


Abb. 7. Verteilung der richtigen und irreführenden Herdbefunde. ○ Grober Herdbefund, □ doppelseitiger Herd, △ herdförmiges Maximum der Allgemeinveränderung, ● Theta-Focus. Ausgefüllt: richtige Lokalisation, halb ausgefüllt: annähernd richtig, leer: irreführend

Als *lokale Depression* bezeichnen wir eine umschriebene Reduktion der Hirnaktivität, unabhängig von ihrer Frequenz, d. h. sowohl der normalen als auch der pathologischen Hirnaktivität.

Eine ausgesprochene lokale Depression sahen wir in unserer Serie bei nur 9 Fällen. Davon sind insgesamt 6 Hemisphärentumoren (davon 1 tiefsitzend), wobei die Depression in 4 Fällen zusammen mit einem polymorphen δ -Focus und einmal mit einem herdförmigen Maximum der Allgemeinveränderung dem effektiven Tumorsitz entsprach. Interessant ist die völlige Depression jeglicher Hirnaktivität über einem weiten Areal bei einem 1,6 kg schweren Neurinom im Bereich der hinteren rechten Hemisphäre, während über den stark komprimierten Hirnabschnitten eine schwere Allgemeinveränderung registriert wurde. Eine lokale Depression zeigte sich aber auch bei 3 Fällen von infratentoriellen Hirntumoren, 2 davon konform mit einem herdförmigen Maximum der AV über dem Occipitalgebiet. Was die Lokalisation der Depression an sich anbetrifft, so fanden wir sie in zwei Fällen frontal, bei den übrigen Fällen parieto-occipital bis temporo-occipital.

Hypersynchrone EEG-Formen

Hypersynchrone oder paroxysmale Potentiale (auch Krampfpotentiale genannt) fanden wir bei den kindlichen Tumoren nur in 15 Fällen (11%). Wegen der geringen Zahl lohnte es sich nicht, diese weiter zu analysieren, und wir haben dieses an sich nicht unwichtige Symptom für die elektroencephalographische Tumordiagnostik hier nur summarisch verwendet und lediglich fokales von generalisiertem Auftreten unterschieden. Eine Übersicht finden wir in der letzten Kolonne der Tab. 1.

Die Hälfte aller oberflächlichen Hemisphärentumoren zeigte im EEG paroxysmale hypersynchrone Erscheinungen, wovon 4 fokale (mit entsprechenden fokalen klinischen Anfällen) und 3 generalisiert in Erscheinung traten. Von den tiefsitzenden Hemisphärentumoren zeigte dagegen nur ein einziger Fall Krampfpotentiale. Erwartungsgemäß kommen an zweiter Stelle nach den Hemisphärentumoren jene im Bereich des hinteren III. Ventrikels (3 Fälle = $\frac{1}{4}$), alle drei zeigten elektroencephalographisch generalisierte Epilepsiepotentiale, 2 davon mit klinischen Anfällen. Daß im EEG nachweisbare Krampfpotentiale nicht absolut gegen einen infratentoriellen Tumor sprechen, zeigen in unserem Material zwei Kleinhirntumoren mit hypersynchronen Formationen im EEG, allerdings ohne klinische Anfälle. Das gleichzeitige Vorliegen einer klinisch manifesten Epilepsie erhöht deshalb den diagnostischen Wert dieser EEG-Veränderungen, sofern überhaupt ein expansiver Herdprozeß zur Diskussion steht.

Interessant, aber gut bekannt ist die Tatsache, daß klinische Anfälle im EEG oft stumm bleiben, wir konnten dies bei insgesamt weiteren 10 Fällen mit Hirntumoren feststellen. Davon sind wiederum der größte Teil Hemisphärentumoren (8), der kleinere solche des hinteren III. Ventrikels (2). Wir verweisen auch auf den eingangs erwähnten Fall K. U.

Besprechung der Ergebnisse

Nachdem wir die Ergebnisse unserer Untersuchungen im einzelnen und nach den hauptsächlichen EEG-Symptomen gesondert dargestellt haben, werden wir nun versuchen, die Resultate nach bestimmten Gesichtspunkten synthetisch zu betrachten, wobei uns folgende Fragen beschäftigen:

1. Welches sind die Hauptcharakteristika der EEG-Veränderungen bei den *kindlichen* Hirntumoren und inwiefern unterscheiden sie sich von denjenigen beim Erwachsenen?

2. Bestehen irgendwelche Korrelationen zwischen den einzelnen EEG-Symptomen und deren Häufigkeit zur histologischen Natur des Geschwulstes oder zu einem gleichzeitig bestehenden Hydrocephalus sowie zum erhöhten Hirndruck?

3. Lassen sich für die routinemäßige neurochirurgische Abklärung eines Hirntumors aus den elektroencephalographischen Veränderungen brauchbare Schlüsse auf den Sitz des zur Frage stehenden Tumors ziehen?

Auf die *normalen* Befunde wollen wir hier nicht weiter eingehen und lediglich noch anführen, daß deren höherer Anteil bei den Kindern nicht zuletzt auch auf die gänzlich andersartige Schichtung der Fälle in Bezug auf die Lokalisation der Tumoren beruht. Denn die infratentoriellen Tumoren machen bei den Kindern mehr als die Hälfte aus, während im Gegensatz dazu die Erwachsenen unserer Klinik weniger als $\frac{1}{5}$ den Sitz des Neoplasmas in der hinteren Schädelgrube zeigten. Wenn wir nämlich den Anteil an normalen Kurven auf die großen Untergruppen aufteilen, zeigt ein Vergleich keine nennenswerte Unterschiede mehr.

Hingegen haben wir die unspezifischen *Allgemeinveränderungen* bei den Kindern weniger häufig diagnostiziert (54% zu 73% bei den Erwachsenen), insbesondere auch, weil die kindlichen Kurven in dieser Hinsicht ja großzügiger beurteilt werden müssen. Auffallend ist die starke Neigung zur Betonung der hinteren Hirnregionen (40 Fälle mit occipitalbetonten und 10 Fälle mit temporo-occipitalbetonten AV, was $\frac{2}{3}$ aller Fälle mit AV ausmacht), während eine frontale Betonung ausgesprochen seltener ist und eine temporale schlußendlich nur bei einem einzigen Fall gesehen werden konnte. In dieser Hinsicht besteht also ein wesentlicher Unterschied zum Erwachsenen, wo frontale und besonders temporale AV häufig angetroffen werden. Diese regionale Bevorzugung der hinteren Abschnitte zeigen, wie wir weiter unten noch anführen werden, auch die fortgeleiteten Rhythmen und die fokalen langsamen Wellen, sie bildet eine Haupteigenschaft des kindlichen EEG.

Auf diese Bevorzugung der hinteren Regionen durch die AV wurde auch durch DRUMHELLER u. Mitarb. hingewiesen. SMITH u. Mitarb. (zit. DRUMHELLER) sehen besonders die occipitalbetonten AV als signifikant für einen infratentoriellen Prozeß an, da Tumoren des Occipitallappens bei Kindern zu den Seltenheiten gehören (1 Fall in unserer Serie, Abb. 5). Sie machen dafür eine indirekte Schädigung des Occipitallappens mittels Druckwirkung durch das Tentorium verantwortlich. Diese Annahme teilen auch zahlreiche andere Autoren, wie PUECH u. Mitarb., CUNEO u. RAND, sowie a. m. Wohl sehen wir (wie auch GONSETTE u. Mitarb.) occipitale AV bei mehr als der Hälfte der Kleinhirntumoren, nicht selten aber auch bei supratentoriellem Sitz des Neoplasmas. Nicht zu vergessen ist die Tatsache, daß auch bei normalen Kindern oft occipitale oder temporo-occipitale Vermehrung der langsamen Elemente angetroffen wird, worauf auch DRUMHELLER hinweist. Somit spielen unseres Erachtens sicher auch andere noch unbekannte Faktoren für die auffallende Prädisposition der occipitalen und temporo-occipitalen Gebiete für dieses EEG-Symptom eine Rolle.

Was die Häufigkeit der *fortgeleiteten Rhythmen* anbetrifft, so zeigen die Kinder etwas gleiche Verhältnisse wie die Erwachsenen, indem etwa die Hälfte der Fälle diese Art EEG-Veränderung zeigt. Im Prinzip sehen wir die fortgeleiteten Rhythmen bei den infratentoriellen raumfordernden Prozessen am häufigsten, im Gegensatz zur Verteilung bei den Erwachsenen, wonach den Resultaten von HESS prozentual die Hemisphärentumoren

bedeutend mehr zu fortgeleiteten Rhythmen führen als die anderen Gruppen. Wie bei den Erwachsenen bilden sich bei über der Hälfte der Fälle mehrere Maxima, insbesondere aber auch bei den subcorticalen und infratentoriellen Tumoren, wobei in der Regel das „Nebenmaximum“ in Bezug auf das dominante am Gegenpol lokalisiert ist. Ein bemerkenswerter Gegensatz zu den Befunden beim Erwachsenen besteht darin, daß sich bei den Kindern in über der Hälfte der Fälle mit fortgeleiteten Rhythmen das dominante Maximum im occipitalen oder temporo-occipitalen Gebiet befindet (32% aller Tumoren), während bei den Erwachsenen in der Mehrzahl der Fälle ein frontales Hauptmaximum gesehen wird. Letztere Lokalisation zeigt sich in unserer Kinderserie nur in $\frac{1}{4}$ der Fälle mit fortgeleiteten Rhythmen, sie entfallen dreimal so häufig auf die Hemisphärentumoren wie auf die infratentoriellen (die Mittellinientumoren stehen etwa in der Mitte).

Besonders interessant ist nun aber, obschon die kindlichen Hemisphäreneschwülste wie beim Erwachsenen vermehrt zu frontalen Rhythmen neigen (32% der Hemisphärentumoren), die Feststellung, daß eine Lokalisation in den hinteren Abschnitten bei diesem Tumorsitz bei weitem nicht so selten vorkommt (20%), wie dies beim Erwachsenen der Fall ist, wo bei den Hemisphärentumoren 39% frontale und nur 3% postzentral-occipitale fortgeleitete Rhythmen zeigen.

Damit sehen wir die bei den AV festgestellten Verhältnisse bezüglich der Praedilektionsstelle für das Auftreten eines EEG-Symptomes bei den fortgeleiteten Rhythmen noch in vermehrtem Maße in Abweichung von den Verhältnissen beim Erwachsenen.

Herdförmige oder fokale langsame Wellen besitzen in der elektroencephalographischen Diagnostik der Hirntumoren eine besondere Bedeutung, indem sie oft erlauben, innerhalb der Hemisphären- und Stammgangliomentumoren eine genauere Lokalisation festzulegen.

Seit FÖRSTER und ALTENBURGER 1935 (zit. PUECH u. FISCHGOLD) herrscht allgemein die Auffassung, daß allerdings der Tumor selbst elektrisch inaktiv sei, während die umliegenden Gewebe in ihrer Blutversorgung gestört werden und Anlaß zu den langsamen Schwankungen geben. Die Tatsache, daß die Druckwirkung und Ödembildung innerhalb des Schädels sich nicht symmetrisch ausbreitet, und die komplexen elektrischen Leitungsverhältnisse im Gehirn erklären eventuell die bekannte Erscheinung (wenigstens teilweise), daß die Korrelation EEG-Herd/Tumorsitz leider nicht absolut zuverlässig ist und daß Fehllokalisationen häufig vorkommen.

In unserem Material haben wir in $\frac{2}{5}$ der Fälle fokale langsame Wellen registrieren können, welche wir in ihrem Ausmaß und in ihrer Art bei den Tumoren des Erwachsenen als Herdzeichen mehr oder weniger verwertet hätten. Ungefähr die Hälfte davon sind über dem temporo-occipitalen und occipitalen Gebiet erschienen, womit sich die schon bei den AV und

den fortgeleiteten Rhythmen festgestellte Praedilektion im wesentlichen bestätigt. Im Gegensatz dazu zeigen die Foci bei den Erwachsenen in hohem Maße eine Vorliebe für das temporale Gebiet. Sogenannte irreführende Herde, welche sinngemäß über den Praedilektionsstellen am häufigsten erschienen, werden demnach bei den Kindern nicht im temporalen, sondern vorzugsweise im occipitalen und temporo-occipitalen Gebiet lokalisiert sein. Eine genaue Analyse hat diese Annahme auch bestätigt. Ein ähnliches Verhalten zeigen bekanntlich auch die epileptogenen Foci, welche bei den jüngeren Kindern hauptsächlich occipital gesehen werden, um dann mit fortschreitendem Alter ihrer Häufigkeit nach gegen Mitte und vorne temporal zu „wandern“ (GIBBS, GILLEN u. GIBBS).

Hingegen hat sich gezeigt, daß bei den kindlichen Fällen die Verwendung von fokalen langsamen Wellen als Herdzeichen nur unter stark erhöhten Ansprüchen erlaubt ist, indem lediglich mehr oder weniger kontinuierliche polymorphe δ -Foci mit deutlicher Diskrepanz zur übrigen Allgemeinveränderung (welche wir übersichtshalber als Kategorie I bezeichneten) als Herdzeichen überhaupt in Frage kommen.

Als solche können wir etwas mehr als die Hälfte aller Fälle mit herdförmigen langsamen Wellen klassifizieren. Sie entfallen nun auch erwartungsgemäß zu $\frac{3}{4}$ auf die Hemisphären- und Stammgangliumtumoren. Dabei korrelieren sie bei frontaler, praezentraler und postzentraler Lokalisation in hohem Maß mit dem Tumorsitz, während sie über den temporalen, temporo-occipitalen und occipitalen Abschnitten zum größten Teil irreführend sind, und oft auch bei Tumoren des III. Ventrikels und der hinteren Schädelgrube gesehen werden.

Die *lokale Depression* tritt bei den Kindern bedeutend seltener auf, im Gegensatz zum Erwachsenen, wo sie in ungefähr der Hälfte der Hemisphärentumoren angetroffen werden kann. Ihr diagnostischer Wert ist nach den Korrelationen in unserer Serie bei den kindlichen Tumoren stark in Frage gestellt.

Was die *hypersynchronen Formationen* anbetrifft, so wird hier das prinzipielle Problem der Epilepsie bei Hirntumoren berührt, auf welches wir in diesem Rahmen nicht näher eingehen können. Erfahrungsgemäß führen vorwiegend Neoplasmen mit Sitz im Bereich der Hemisphären oder des Diencephalons zu solchen EEG-Veränderungen, was sich auch in unserem Material bestätigen ließ. Allerdings können Krampfpotentiale auch bei andersartiger Tumor-Lokalisation entstehen, insbesondere wenn ein großer Hydrocephalus besteht, klinische Anfälle sind dabei aber eher ungewöhnlich. Im Prinzip sind diese Verhältnisse bei den Kindern und den Erwachsenen gleich. Einmal mehr hat sich wieder gezeigt, daß auch sogenannte generalisierte Epilepsien sich schlußendlich doch als Tumor

entpuppen können, wie zwei unserer Fälle zeigten, welche jahrelang als generalisierte, einer davon als genuine Epilepsie behandelt wurden, bis sie ein Zufall wieder in klinische Abklärung brachte: Bei beiden erwies sich ein Gangliocytom mit Sitz im Temporallappen als Anfallsursache. Ein weiteres Beispiel zeigt auch der folgende Fall:

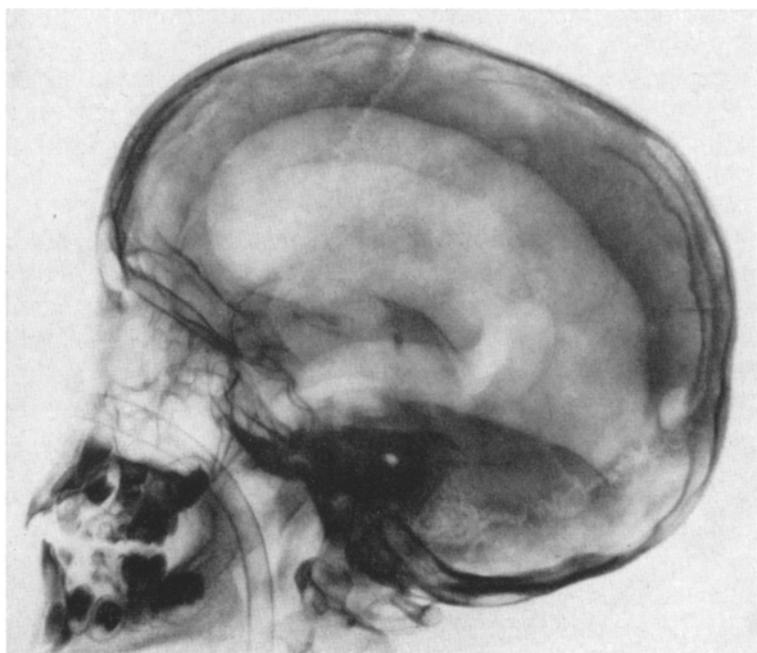


Abb. 8a

Abb. 8. Fall P. J. 8j. — Im Ventrikulogramm durch den Tumor sichelförmige Einengung des III. Ventrikels im hinteren Abschnitt. Ausgeprägter Hydrocephalus der Seitenventrikel

Fall 2; P. J. 8-j. Im 5. Lebensjahr erstmals Grand-Mal-Anfälle, später Absenzen und Myoclonien der Arme und der Mundwinkel beidseits. Eine klinische Untersuchung ergibt einen völlig normalen neurologischen Status, einen symmetrischen Hydrocephalus und elektroencephalographisch eine völlig generalisierte Epilepsie, mit zahlreichen Formationen von slow waves and spikes. Eine erneute klinische Abklärung im 8. Lebensjahr zeigt nun im Ventrikulogramm (siehe Abb. 8a) einen mächtigen symmetrischen Hydrocephalus der Seiten- und des III. Ventrikels, wobei der letztere durch den Tumor im hinteren Teil sichelförmig eingeengt erscheint. Im EEG unverändert generalisierte slow waves und spikes (siehe Abb. 8b). Die Therapie besteht in einer Ventrikeldrainage und in Röntgenbestrahlung. Eine Kontrolle nach Verlauf von weiteren drei Jahren ergibt neben der nun progressiven rechtsseitigen Hemiparese eine starke Zunahme der Anfälle, welche medikamentös kaum mehr zu beherrschen sind. Der weitere Verlauf ist unbekannt.

Ein ähnlicher Fall findet sich auch bei LIST u. Mitarb., wo ein langsam wachsendes Hamartom im Hypothalamus zu einer generalisierten Epilepsie und einem

dem obigen Fall ähnlichen EEG-Bild führte (bei völlig normalem neurologischem Befund).

Daß der erhöhte *Hirndruck* oder ein gleichzeitiger *Hydrocephalus* für die EEG-Veränderungen teilweise verantwortlich gemacht werden könnte, geht aus den Resultaten nicht hervor. Eine Zusammenstellung in dieser Hinsicht hat nämlich gezeigt, daß beim Hydrocephalus kein prozentuales



Abb. 8 b. (Fall 2). Im EEG doppelseitige Slow waves and spikes (unipolare Ableitung gegen Nase)

Überwiegen des einen oder anderen EEG-Symptoms festgestellt werden kann. Wohl sind bei erhöhtem Hirndruck sowohl die Allgemeinveränderungen als auch die fortgeleiteten Rhythmen prozentual etwas häufiger, ebenso die irreführenden Herde. Auch sind bei fehlendem Hirndruck prozentual eher mehr normale Kurven zu sehen. Die Zahlen sind jedoch statistisch nicht signifikant, so daß keine bindenden Schlüsse gezogen werden können. Ebenso ergibt eine Gegenüberstellung der EEG-Befunde und der histologischen Art der Tumoren keine feststellbare Zusammenhänge.

Damit kommen wir zum Schluß noch auf die für den Kliniker wichtige Frage, ob sich bei einem Hirntumor im Kindesalter aus dem EEG-Befund zuverlässige Schlüsse auf dessen Lokalisation (oder auch auf dessen eventuelle Nicht-Lokalisation) ergeben. Daß natürlich der Zeitpunkt, in

welchem der Kranke zur Untersuchung kommt, eine große Rolle spielt, ist eine banale Tatsache: Weit fortgeschrittene Stadien führen zu viel schwereren und deutlicheren Veränderungen als frühe. Ebenfalls brauchen wir wohl nicht besonders zu erwähnen, daß selbstverständlich nie aus dem EEG-Befund allein ein Tumor diagnostiziert werden kann. Hingegen ergeben sich aus unseren Resultaten doch einige „Faustregeln“, welche im Rahmen des neurochirurgischen Betriebes bei der Abklärung eines kindlichen Hirntumors u. E. einen brauchbaren Beitrag zur Beantwortung lokalisatorischer Fragestellungen bedeuten können:

1. Ein *normales* EEG oder eine leichte diffuse Abnormität (Allgemeinveränderung leichten Grades) sprechen stark gegen einen Tumor im Bereich der Großhirnhemisphären, der Stammganglien oder des hinteren III. Ventrikels.

2. Bei *einseitigen* Allgemeinveränderungen oder streng einseitigen fortgeleiteten Rhythmen dürfte hingegen der Sitz des Neoplasmas im Bereich der Großhirnhemisphären oder der Stammganglien zu suchen sein.

3. Starke Dominanz der Allgemeinveränderungen im *occipitalen* Gebiet sowie occipitale fortgeleitete Rhythmen können als Indiz für einen Kleinhirntumor gewertet werden.

4. Völlig *generalisierte* fortgeleitete Rhythmen weisen mehr auf eine Lokalisation im III. Ventrikel oder in der hinteren Schädelgrube.

5. *Frontale, praezentrale* oder *postzentrale* deutlich aus der übrigen Aktivität hervortretende polymorphe δ -Foci sind ein zuverlässiges Zeichen für einen Sitz in den Hemisphären oder den Stammganglien und erlauben eine ziemlich sichere nähere Lokalisation des Tumors.

6. *Temporo-occipitale, occipitale* und *temporale* Lokalisation eines solchen Herdes läßt sich für eine Aussage über die Lokalisation eines Tumors beim Kinde nicht verwenden. Ebenso sind *umschriebene Maxima von AV* jeglicher Lokalisation als Herdzeichen völlig ungeeignet.

7. *Hypersynchrone EEG-Formen* bei klinisch nachweisbaren epileptischen Anfällen sind ein starkes Indiz für eine Lokalisation des Tumors in den Großhirnhemisphären oder in den Strukturen des hinteren III. Ventrikels.

Zusammenfassung

1. Bei 140 Fällen von Hirntumor im Kindesalter werden die elektroencephalographischen Befunde auf ihre Hauptcharakteristika untersucht. Bei 21% der Kinder zeigte das EEG einen normalen Befund. Unspezifische Allgemeinveränderungen fanden sich in 54%, sogenannte fortgeleitete Rhythmen in 56%, einen polymorphen δ -Focus in 21% und hypersynchrone EEG-Formen in 11% der Fälle.

2. Die bei den Kindern im Gegensatz zum Erwachsenen andersartigen Verhältnisse des Hirnstrombildes spiegeln sich auch in den elektroencephalographischen Äußerungen der Hirntumoren wieder. Ein Hauptmerkmal der Befunde beim Kinde stellt die *Verschiebung der Praedilektionsstellen für einzelne EEG-Symptome nach hinten ins temporo-occipitale und occipitale Gebiet* dar. So erscheinen lokalbetonte Allgemeinveränderungen und lokale Maxima von fortgeleiteten Rhythmen bevorzugt über diesen Regionen, während sie beim Erwachsenen ihre Preadilektionsstelle im temporalen bzw. frontalen Gebiet besitzen. Gleich verhalten sich auch die sogenannten irreführenden Foci (fokale langsame Wellen), welche bekanntlich beim Erwachsenen in der Mehrzahl über dem temporalen Gebiet, beim Kind jedoch ebenfalls im temporo-occipitalen und occipitalen Bereich erscheinen.

3. Hinsichtlich Hirndruck, Hydrocephalus oder histologischem Typus der Geschwulst ergeben sich aus den elektroencephalographischen Befunden keine signifikante Korrelationen.

4. Eingehend untersucht wurde die Beziehung zwischen dem zahlenmäßigen Auftreten der einzelnen EEG-Symptome und dem effektiven anatomischen Sitz des Tumors. Dabei ergeben sich einige Regelmäßigkeiten, welche aus dem EEG-Befund beim Einzelfall gewisse Rückschlüsse auf den Tumorsitz erlauben. Besonders hinzuweisen ist auf die unterschiedliche *lokalisatorische Bedeutung der polymorphen δ -Foci*, welche nur bei Lokalisation über den *frontalen, praezentralen oder postzentralen* Regionen zu einer Lokaldiagnose innerhalb der Großhirnhemisphären herangezogen werden können.

5. Abschließend wird versucht, aus den Ergebnissen unserer Serie einige Regeln zur Bewertung der EEG-Befunde im Rahmen der neurochirurgischen Fragestellung aufzustellen.

Literatur

- BOLDREY, E., H. C. NAFFZGER and L. H. ARNSTEIN: Signs and Symptoms of Supratentorial Tumours in Childhood. J. Pediat. **37**, 463 (1950). — CHAPTAL, J., CL. GROS, R. JEAN, Mme CL. CAMPO et R. BARJON: Sur les tumeurs cérébrales de l'enfant, à propos de 14 cas. Arch. franç. Pédiat. **11**, 657 (1954). — CUNEO, H. M., and C. W. RAND: Brain Tumours in Childhood, 222 pp. Springfield Ill.: Thomas 1952. — DREYFUSS-BRISAC, C., G. C. LAIRY-BOUNES, S. SCARPALEZOS et H. FISCHGOLD: Rhythmes pathologiques détectés à distance des tumeurs des hémisphères cérébrales. Sem. Hôp. Paris **26**, 2623 (1950). — DRUMHELLER, J. F., H. M. KEITH and R. G. BICKFORD: An Evaluation of Elektroencephalography in the Diagnosis of Brain Tumours in Children. Pediatrics **4**, 114 (1949). — GIBBS, E. L., H. W. GILLEN and F. A. GIBBS: Disappearance and Migration of Epileptic Foci in Childhood. Amer. J. Dis. Child. **88**, 596 (1954). — GONSETTE, R., G. ANDRÉ-BALISEAU et J. COLLE: Contributions de l'EEG au diagnostic des lésions de la fosse postérieure. Revue de 131 cas vérifiés. Rev. neurol. **95**, 530 (1956). — HESS, R.: Elektroencephalographische Studien bei Hirntumoren. 106 pp. Stuttgart: Thieme 1958. — LIST, C. F., C. E. DOWMAN, B. K. BAGCHI and J. BEBIN: Posterior Hypothalamic

Hamartomas and Gangliocytomas Causing Precocious Puberty. *Neurology* (Minneapolis) **8**, 164 (1958). — MATSON, D. D.: Cerebellar Astrocytoma in Childhood. *Pediatrics* **18**, 150 (1956). — ODOM, G. L., C. H. DAVIS and B. WOODHALL: Brain Tumours in Children, Clinical Analysis of 164 Cases. *Pediatrics* **18**, 856 (1956). — PUECH, P., H. FISCHGOLD et C. DREYFUSS-BRISAC: Localisation des tumeurs cérébrales des hémisphères par l'EEG. IV. Congrès internat. neurol. 1949. Sem. Hôp. Paris **26**, 2613 (1950). — PUTNAM, T. J.: Diagnosis of Brain Tumours in Children. *Amer. J. Dis. Child.* **75**, 721 (1948). — SMITH, J. R., C. W. WALTER and R. W. LAIDLAW: Electroencephalogram in Cases of Neoplasms of Posterior Fossa. *Arch. Neurol. Psychiat. (Chicago)* **43**, 472 (1940); zit. DRUMHELLER et al. — TÖNNIS, W., u. W. F. BORCK: Über Großhirntumoren im Kindesalter. *Zbl. Neurochir.* **13**, 72 (1953). — WALKER, E., and T. L. HOPPLE: Brain Tumours in Children. *J. Pediat.* **35**, 671 (1949).

Dr. G. DUMERMUTH, Zürich 7 (Schweiz), Univ.-Kinderklinik, Steinwiesstr. 75