

Veränderungen der physiologischen und pathologischen EEG-Aktivität bei geistiger Tätigkeit und Aufmerksamkeit

OLGA SIMONOVA und HENNING SCHEICH

Max-Planck-Institut für Psychiatrie, München, Abteilung für Neurophysiologie

Eingegangen am 5. Dezember 1968

Changes in the Physiological and Pathological EEG Activity of Epilepsies during Mental Activity and Awareness

Summary. In a group of 7 epileptic patients the α -index and the pathological activity were analyzed in eyes open conditions at rest and during the performance of different tasks. The number of groups of pathological paroxysmal activity in both hemispheres, the amount of pathological waveforms within the group and the focal pathological alterations were counted for periods of 10 seconds. The α -activity was evaluated by means of an interval-analyzer and the number of α -waves were counted during the same sampling periods.

The following results are presented:

1. During the performance of all tasks there is a general inhibition of the paroxysmal pathological activity. This inhibition runs parallel with the decrease of α -index.
2. The blocking rate of α -activity as well as of the paroxysmal pathological activity is different for different tasks. This can be proved by covariance analysis.
3. By ranking the α -blocking rate for the different tasks in linear order of increase a significant correlation with the paroxysmal activity can be shown. Mental arithmetic (smallest decrease) and complicated visual-motor coordination tasks (highest blocking rate) were at the opposite sides of the rank scale.
4. The group-statistical analysis shows an unsystematic change of the focal alterations during the performance of the tasks.

Key-Words: EEG — Attention — Epilepsy.

Zusammenfassung. Bei einer Gruppe von 7 Epileptikern wurden unter Ruhebedingungen und in verschiedenen Leistungssituationen die folgenden pathologischen EEG-Veränderungen in 10 sec-Abschnitten visuell ausgewertet: pathologische paroxysmale Aktivität (in Gruppen) über beiden Hemisphären, Häufigkeit der pathologischen Wellen innerhalb der einzelnen Gruppe, fokale pathologische Veränderungen. Von den gleichen Protokollen wurde die vorhandene Alpha-Aktivität temporo-occipital automatisch ausgewertet.

Es wurden folgende Ergebnisse festgestellt:

1. Während der Aufgaben fand sich eine generelle Hemmung der paroxysmalen pathologischen Aktivität, die nahezu parallel läuft mit einer Abnahme der α -Aktivität.
2. Die α -Aktivität, sowie die paroxysmale pathologische Aktivität ergaben signifikante (kovarianzanalytisch gesicherte) Unterschiede der Blockierungsrate zwischen den einzelnen Aufgaben.

3. Die deutlichsten Unterschiede fanden sich zwischen den Rechenaufgaben einerseits (geringste Blockierung der α - und der pathologischen paroxysmalen Aktivität) und den visuomotorischen Koordinationsaufgaben andererseits (stärkste Blockierung).

4. Die fokalen Veränderungen wurden nur unsystematisch während der Aufgaben beeinflußt.

Schlüsselwörter: EEG — Aufmerksamkeit — Epilepsie.

Die α -Aktivität läßt sich auf verschiedene Weise beeinflussen, doch stellt ihre Reaktion immer nur ein mehr oder weniger indirektes Korrelat des Reizes dar, ohne daß bisher etwas sicheres über die physiologische Bedeutung ausgesagt werden kann. Eine emotionelle Erregung, ängstliche Spannung oder Zuwendung der Aufmerksamkeit können nicht nur bei geschlossenen Augen diesen α -Rhythmus blockieren, sondern auch eine bestehende α -Aktivität bei offenen Augen ändern, wie dies bereits in klassischen Arbeiten (ADRIAN u. MATTHEWS, 1934) beschrieben wurde. Während bei geschlossenen Augen der α -Rhythmus bei geistiger Tätigkeit, emotioneller Anspannung und Aufmerksamkeit stets vermindert wird, zeigt sich bei offenen Augen bei gesunden Versuchspersonen unter gleichen Bedingungen ein individuell unterschiedliches Verhalten (CREUTZFELDT u. Mitarb., 1967; SIMONOVA u. Mitarb., 1968). Der occipitale α -Rhythmus zeigte bei einem Drittel der gesunden Versuchspersonen eine Blockierung (Abnahme der α -Tätigkeit), bei einem Drittel eine Aktivierung (Zunahme der α -Tätigkeit), und schließlich bei einem Drittel ein uneinheitliches Verhalten. Gewisse Reaktionsunterschiede zwischen den kognitiven und visuomotorischen Aufgaben wurden im α -Frequenzbereich temporo-occipital nachgewiesen (GRÜNEWALD u. Mitarb., 1968).

In der vorliegenden Arbeit stellte sich die Frage, ob bei Epileptikern die Beeinflussung des Grundrhythmus mit gleichlaufenden Beeinflussungen der pathologischen Aktivität korreliert ist. Es ist bekannt, daß manche Epileptiker durch konzentrierte motorische Aktivität einen Anfall verhindern können (HENNER, 1960). GÖTZE u. Mitarb. (1967) und GEIER u. Mitarb. (1967) beobachteten eine Verminderung epileptischer EEG-Veränderungen bei motorischen Übungen. JUNG (1962) und LANDOLT (1963) berichteten über zahlreiche Epileptiker, die im initialen Stadium ihren Anfall durch sensorische Reize hemmen können. GUMNIT u. Mitarb. (1965) fanden Inhibition der epileptischen Aktivität durch „pattern vision“ im homogenen Licht (Ganzfeld) mit offenen Augen. Dagegen weiß man, daß manche Anfälle durch sensible Reize provoziert werden können wie z. B. die photogenen (WALTER u. Mitarb., 1946; GASTAUT u. Mitarb., 1948, 1950) audiogenen (GASTAUT u. Mitarb., 1948; PRECHTL, 1959), vestibulären (BEHRMANN u. Mitarb., 1958) und musiko-

genen (CRITCHLEY, 1957) Epilepsien. Entsprechende inhibitorische und provozierende Faktoren sind auch bei experimentellen Epilepsien in Tierversuchen gefunden worden (SCHMALBACH, 1968).

Material und Methode

Material

Die Versuche wurden bei 7 erwachsenen Epileptikern durchgeführt, die generalisierte und fokale pathologische Aktivitätsmuster in der EEG-Kurve aufweisen. Diese pathologische EEG-Tätigkeit wurde als Auswahlkriterium genommen. Das klinische Bild ging nicht in die Auswahl ein.

Ableitung

Die Registrierung der EEG-Potentiale erfolgte telemetrisch mit Sendern der Fa. Alvar und über konventionelle auf die besonderen Bedürfnisse der Telemetrie adaptierte Empfänger. Das EEG wurde mit einem Elema-Gerät bipolar von dem occipito-temporal-Bereich (T5—O1, T6—O2) und dem fronto-zentralen Bereich (F3—C3, F4—C4) nach dem Ten-twenty Elektrodensystem abgeleitet. Gleichzeitig wurden EKG und EMG registriert, deren Auswertung hier nicht berücksichtigt werden soll. Die gesamte Registrierung wurde auf einem 7-Kanal-Bandspeicher (Honeywell) gespeichert.

Versuchsanordnung

Die Versuchsanordnung war die gleiche wie in der vorangehenden Untersuchung bei Gesunden. Die Versuchspersonen hatten eine Reihe von 8 Aufgaben durchzuführen.

Den Versuchspersonen wurde vor jeder Aufgabe eine schriftliche Einweisung gegeben. Es wurde betont, daß die Versuche von der Intelligenz unabhängig seien, daß jedoch die beste Leistung erwartet werde. Jede Aufgabe wurde 2 min lang ohne Rücksicht auf die Leistung durchgeführt und war durch eine ebenfalls 2 min dauernde Vor- /R1/ und Nachruhe /R2/ von den benachbarten Aufgaben getrennt. Der gesamte Versuch dauerte etwa 48 min. Alle Versuche wurden mit offenen Augen durchgeführt. Im einzelnen handelte es sich um folgende Aufgaben:

1. Reihenweise Niederschrift von einfachen Auf- und Abbewegungen.
2. Fortlaufendes Schreiben des Testwortes „mommom“.
3. Laufendes Schreiben des komplizierten Testwortes „Dampfschiffahrtsgesellschaft“.
4. Schreiben dieses Testwortes bei Ausschluß der visuellen Kontrolle, aber bei offenen Augen.
5. Fehlerfreies Nachfahren komplizierter Lineaturen.
6. Durchführen von Additions- und Subtraktionsaufgaben und Niederschrift der Ergebnisse.
7. Durchführung von Multiplikationen zweistelliger Zahlen im Kopf und Niederschrift der Ergebnisse.

8. Nachfahren komplizierter Lineaturen in Spiegelsicht.
Eine Leistungskontrolle wurde nicht durchgeführt.

Auswertung

Die Auswertung des α -Rhythmus erfolgte mit Hilfe eines Schwarzer-Analysators, eines CAT 400 und eines IBM 1130-Computers. Die EEG-Kurve wurde durch ein elektronisches Filter mit einem Frequenzband von 5–15/sec vorgefiltert. Die 0-Durchgänge der vorgefilterten Potentiale wurden in Impulse umgewandelt (Schwarzer-Analysator) und die Intervalle zwischen den einzelnen Impulsen gemessen. Sie wurden in Intervallklassen von 2 msec Unterschied aufgeteilt, in Intervallhistogrammen aufsummiert und auf Lochstreifen gespeichert. Die Häufigkeit der Intervalle zwischen 125–80 msec (α -Frequenzbereich 8–12,5) wurde mit Hilfe eines IBM 1130 bestimmt und numerisch ausgegeben. Es wurden jeweils aufeinanderfolgende 2 min-Abschnitte ausgewertet.

Bei der visuellen Auswertung der pathologischen EEG-Aktivität unterschieden wir zwischen generalisierter paroxysmaler pathologischer Aktivität und fokaler pathologischer Aktivität. Als generalisierte paroxysmale pathologische Aktivität wurden Gruppen von hochgespannten Delta-Wellen mit eingelagerten steilen Abläufen definiert, die über beiden Hemisphären gleichzeitig auftraten; als fokale pathologische Aktivität dagegen vereinzelte steile Potentiale, θ - und δ -Wellen, soweit sie auf eine einzelne Hirnregion beschränkt waren.

Die folgenden Parameter wurden in aufeinanderfolgenden 10 sec-Abschnitten ausgezählt:

- a) Häufigkeit der Gruppen der pathologischen paroxysmalen Aktivität,
- b) Anzahl der Wellen pro Gruppe,
- c) Häufigkeit der fokalen pathologischen Aktivität.

Ergebnisse

Abb.1 zeigt eine Originalkurve von einem Patienten mit cerebralem Anfallsleiden während der Vorrube und Tätigkeitsphase. Links ist die Ruhephase dargestellt. Über beiden Hemisphären zeigt sich gut ausgeprägte Grundaktivität um 8–9/sec, vermehrte θ -Tätigkeit um 5–6/sec mittlerer Amplitude und vereinzelte steilere Potentiale und δ -Wellen.

Diese pathologische Tätigkeit ist vor allem fronto-zentral links deutlicher ausgeprägt. Über beiden Hemisphären treten außerdem kurze Gruppen von S-W-Komplex-Varianten auf. Rechts ist das EEG-Bild während der Tätigkeit dargestellt. Die α -Aktivität ist reduziert, die paroxysmale pathologische Tätigkeit ist nicht mehr vorhanden, nur fokale pathologische Tätigkeit d. h. steile und δ -Wellen fronto-zentral links bestehen weiter. Darunter sind die zugehörigen Intervall-histogramme, der vorgefilterten Kurven dargestellt.

Abb.2 zeigt den Effekt der Aufgaben auf die mittlere α -Wellenzahl und die generalisierte pathologische Aktivität in der Gesamtgruppe. Es fand sich im Mittel während aller Aufgaben eine Verminderung der α -Aktivität um $1/5$ – $1/3$ (nach oben gerichtete Ordinate) und der Häufig-

offene Augen

J.H.

SCHREIBSTIFT

EKG

front. centr. re.

front. centr. li.

temp. occ. re.

temp. occ. li.

RUHE

AUFGABE 3

50 μ V
1 sec

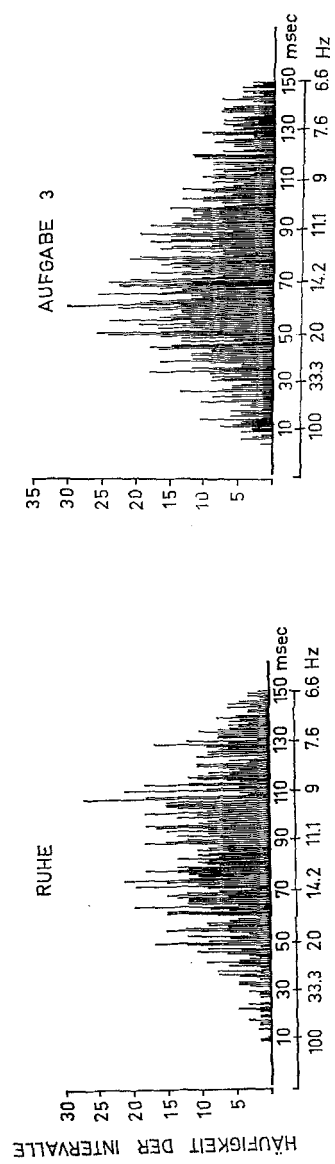


Abb. 1. Originalkurve und Intervallhistogramme. EEG-Tätigkeit während der Vorruhe (links) und während der Aufgabe 3 (Schreiben), (rechts). Während der Vorruhe guter α -Rhythmus und in Gruppen auftretende paroxysmale pathologische Tätigkeit über beiden Hemisphären. Fokale Veränderungen fronto-zentral links. Während der Aufgabe Abnahme der α -Tätigkeit und der paroxysmalen pathologischen Gruppen; fokale Veränderungen bleiben weiter bestehen. Unten zugehörige Intervallhistogramme der rechten occipitalen Ableitung

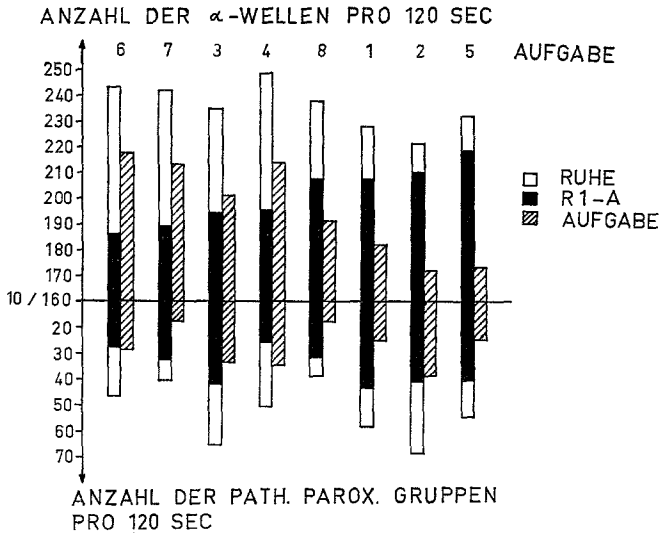


Abb. 2. Veränderung der α -Aktivität (oben) und der pathologischen paroxysmalen Aktivität (unten) bei den verschiedenen Aufgaben. Ordinate: Nach oben sind aufgetragen: Zahl der α -Wellen pro 120 sec während der Ruhephasen (weiße Kolumnen), während der Aufgaben (schraffierte Kolumnen) und die Differenzen (schwarze Kolumnen). Nach unten ist in gleicher Anordnung das Verhalten der Gruppen pathologischer paroxysmaler Tätigkeit dargestellt (s. Text). Abszisse: Bezeichnung der Aufgaben. Die Aufgaben sind nach der Stärke der α -Blockierung geordnet

keit der generalisierten pathologischen paroxysmalen Gruppen (nach unten gerichtete Ordinate).

Im Gegensatz zu den normalen Versuchspersonen mit verschiedenen α -Reaktionen während der gleichen Testbatterie fand sich bei keinem Patienten eine eindeutige Zunahme der α -Aktivität oder auch nur ein systematisches Gleichbleiben während der Aufgabe. Gelegentliches Fehlen der Blockierung trat nur in Einzelfällen auf und verteilte sich völlig unsystematisch über die Versuchspersonen und Aufgaben. Außer der Häufigkeitsminderung generalisierter pathologischer Gruppen kommt es außerdem zu einer signifikanten Verkürzung der einzelnen Gruppen, d. h. weniger Wellen pro Gruppe während der Aufgabe (Abb. 4c).

Die Kovarianzanalyse der α -Aktivität in Ruhe und Tätigkeit ergibt darüberhinaus signifikante Unterschiede der Blockierungsrate einzelner Aufgaben. In Abb. 2 sind die Aufgaben nach dem Grad der α -Verminderung geordnet. Die geringste Blockierung fand sich bei den Rechenaufgaben (6, 7), die stärkste bei den einfachen visuomotorischen Aufgaben (1, 2, 5), während die schwierigen visuomotorischen Aufgaben (4, 8) nur eine mittelstarke Blockierung aufwiesen.

ABNAHME DER GRUPPEN
MIT PATHOLOGISCHER
PAROXYSMALER TÄTIGKEIT

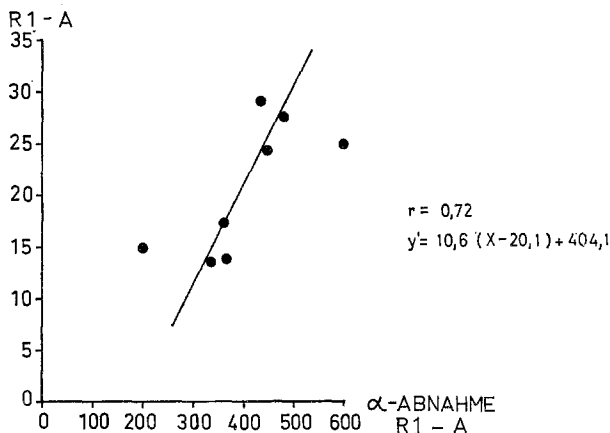


Abb.3. Zusammenhang zwischen der α -Blockierungsrate und der Blockierung der pathologischen paroxysmalen Tätigkeit. $R1-A$ stellt für jede Aufgabe die mittlere Differenz der Häufigkeiten von Vorruhe ($R1$) und Aufgabe (A) dar. Rechts Korrelationskoeffizient und Formel der Regressionsgeraden

	1	2	3	4	5	6	7	8	AUFGABE
A.	/	/	/	/	+	/	/	/	
	Signifikanz der Abnahme der fokalen Veränderungen								
	1	2	3	4	5	6	7	8	AUFGABE
B.	+	++	++	+	++	/	+	++	
	Signifikanz der Abnahme der Gruppen mit path. paroxysmaler Tätigkeit								
	1	2	3	4	5	6	7	8	AUFGABE
C.	++	++	++	+	++	/	+	+	
	Signifikanz der Abnahme der Wellen während der Gruppen								
	Signifikanz :								
	++ : < .01								
	+ : < .05								

Abb.4 A—C. Schematische Darstellung der statistischen Bearbeitung nach dem Binomialtest), der Abnahme der fokalen Veränderungen (A), der Abnahme von Gruppen von pathologischer paroxysmaler Tätigkeit (B) und der Zahl der Wellen innerhalb der Gruppen von paroxysmaler pathologischer Tätigkeit (C). Signifikanzen für die Aufgaben 1—8

Obwohl die Abhängigkeit der Veränderungen der generalisierten pathologischen Aktivität weniger auffällig erscheint finden sich kovarianzanalytische Unterschiede, die die gleiche Richtung wie die α -Veränderungen zeigen. Dies kommt auch in der Parallelität von Veränderungen der generalisierten pathologischen Tätigkeit und der Zahl der α -Wellen zum Ausdruck (Korrelationskoeffizient 0,72) (Abb.3).

Fokale pathologische Aktivität konnte zwar im Einzelfall eine leichte Verminderung während einzelner Aufgaben oder Aufgabenabschnitte zeigen, aber meist bleibt sie unverändert während der Aufgaben.

Entsprechend findet sich keine signifikante Veränderung in der Gesamtgruppe. In Abb.4 sind die Signifikanzen der Veränderungen der verschiedenen Aktivitätsmuster während der einzelnen Aufgaben dargestellt. Die fokalen pathologischen Wellen (Abb.4a) sind nur bei Aufgabe 5 (Liniennachfahren) vermindert (Signifikanz 0,05) während die generalisiert-paroxysmalen pathologischen Aktivitätsmuster ebenso wie die α -Aktivität stets signifikant vermindert sind, außer in Aufgabe 6 (Rechnen), wo die Signifikanzgrenze 0,05 nicht erreicht wird.

Diskussion

Im Gegensatz zu dem Verhalten der normalen Kontrollgruppe zeigte die hier dargestellte Gruppe von 7 Epileptikern ein einheitlicheres Verhalten des EEG in den gleichen Testsituationen. Der α -Rhythmus wurde in allen Fällen bei allen visuomotorischen Aufgaben und meist auch bei den Rechenaufgaben vermindert oder ganz blockiert. Der Grund für dieses differente Verhalten kann nur vermutet werden: Erstens das pathologische Geschehen, weiter eine stärkere emotionelle Beteiligung und Angstkomponenten der Patienten im Vergleich zur Versuchsgruppe, die sich aus intelligenten Studenten zusammensetzte, könnten diskutiert werden. Die während der Rechenaufgabe statistisch etwas geringere α -Blockierung als während der visuomotorischen Aufgaben, kann ebenfalls verschiedene Gründe haben:

Weniger kontinuierliche Tätigkeit beim Rechnen (mit Pausen zwischen den einzelnen Rechenaufgaben) oder geringere Beteiligung als bei den einfachen repetitiven Tätigkeiten können mögliche Gründe sein. In jedem Fall entspricht die Abhängigkeit der α -Reaktion von der Art der Aufgabe den Befunden der allerdings geringeren Aufgabenabhängigkeit bei normalen Versuchspersonen (GRÜNEWALD u. Mitarb., 1968).

Das wichtige Ergebnis der Untersuchung ist die Korrelation zwischen der Veränderung der α -Häufigkeit und der generalisierten pathologischen Aktivität bei Epileptikern. Im Gegensatz dazu ist die fokale pathologische Aktivität nur gering oder gar nicht beeinflusst.

Dies weist darauf hin, daß der generalisierten, pathologischen Aktivität bei Epileptikern ähnliche, aber pathologisch veränderte Mechanismen wie der normalen α -Tätigkeit zugrunde liegen. Hierfür spricht ja auch die Tatsache des generalisierten Auftretens der pathologischen Aktivität an sich.

Ob es sich dabei tatsächlich um eine primäre mesodiencephale Störung im Bereich des für den α -Rhythmus verantwortlichen Gebietes entsprechend der Hypothese der centrencephalen Epilepsie (PENFIELD u. Mitarb., 1954) handelt oder um Ausdruck einer generalisierten cerebralen Schädigung kann aufgrund dieser Ergebnisse natürlich nicht entschieden werden. Andererseits ist jedoch auf die oft verschiedene Ausbreitung des normalen α -Rhythmus und der pathologischen paroxysmalen Tätigkeit hinzuweisen.

Die inkonstante Beeinflussung der fokalen Aktivität ist ein Hinweis darauf, daß es sich hier wie häufig angenommen (TUKEL u. Mitarb., 1952; AJMONE MARSAN, 1960) eher um lokale corticale Störungen handelt. Daß diese focalen Störungen jedoch auch unter dem Einfluß thalamo-corticaler Mechanismen stehen können, geht aus der bekannten Tatsache hervor, daß auch sie vor veränderter thalamo-corticaler Aktivität, wie z. B. im Schlafbeginn, Änderungen aufweisen können (SCHWARZ u. Mitarb., 1964; NIEDERMAYER, 1966).

Für kritische Diskussionen und Anregungen danken wir Herrn Priv.-Doz. Dr. O. CREUTZFELDT, für technische Assistenz Fr. HEIKE SCHMITZ.

Literatur

- ADRIAN, E. D., and B. H. C. MATTHEWS: The Berger rhythm: Potential changes from the occipital lobes in man. *Brain* **57**, 355 (1934).
- AJMONE MARSAN, C., and W. R. LEWIS: Pathologic findings in patients with centrencephalic electroencephalographic patterns. *Neurology (Minneapolis)* **10**, 922 (1960).
- BEHRMAN, S., and B. D. WYKE: Vestibulogenic seizures. *Brain* **81**, 29 (1958).
- CREUTZFELDT, O., G. GRÜNEWALD, O. SIMONOVA, and H. SCHMITZ: Changes of the basic rhythms of the EEG during performance of mental and visuomotor task. *Proceedings of the Teddington Symposium (October 1967) on the concept of attention in neurophysiology* (ed. EVANS and MULHOLLAND). (Im Druck).
- CRITCHLEY, M.: Musicogenic epilepsy. *Brain* **60**, 13 (1937).
- GASTAUT, H., et J. CORRIOL: Sur un mode nouveau d'entraînement des rythmes corticaux par des stimulations photo-acoustiques intermittentes synchronisées. *C. R. Soc. Biol. (Paris)* **142**, 349 (1948).
- Sur la forme des ondes induites sur le cortex cérébral par des stimulations lumineuses. *C. R. Soc. Biol. (Paris)* **142**, 351 (1948).
- , and J. HUNTER: An experimental study of the mechanism of photic activation in idiopathic epilepsy. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **2**, 263 (1950).
- GRÜNEWALD, G., O. SIMONOVA u. O. CREUTZFELDT: Differentielle EEG-Veränderungen bei visuomotorischen und kognitiven Tätigkeiten. *Arch. Psychiat. Nervenkr.* **212**, 46 (1968).

- GUMNIT, J. R., E. NIEDERMAYER, and O. SPREEN: Seizure activity uniquely inhibited by patterned vision. *Arch. Neurol. (Chic.)* **13**, 363—388 (1965).
- HENNER, K.: Reflex epileptic mechanisms. Conceptions and experiences of a clinical neurologist. Reflex mechanisms in the genesis of epilepsy. Proceedings of a symposium sponsored by the institute of physiology (ed. Z. SERVIT), pp. 28 to 38. Academy of Science Prague (Czechoslovakia) 1963.
- JUNG, R.: Blocking of petit-mal attacks by sensory arousal and inhibition of attacks by an active change in attention during the epileptic aura. *Epilepsia* **3**, 435—437 (1962).
- LANDOLT, H.: Die Dämmer- und Verstimmungszustände bei Epilepsie und ihre Elektroencephalographie. *Dtsch. Z. Nervenheilk.* **185**, 411 (1963).
- NIEDERMAYER, E.: The generalized multiple spike discharge. An electro-clinical study. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **20**, 133—138 (1966).
- PENFIELD, W., and H. H. JASPER: Epilepsie and the functional anatomy of the human brain. Boston: Little Brown and Co. 1954.
- PRECHTL, H. F. R.: Provocation of EEG-changes in the temporal region by intermittent acoustic stimuli. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **11**, 511 (1959).
- SCHMALBACH, K.: Experimentelle Untersuchungen über epileptische Reaktionen. Monographien aus dem Gesamtbereich der Neurologie und Psychiatrie, Heft 123. Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1968.
- SCHWARTZ, B. A., G. GUILBAUD, and H. FISCHGOLD: Single and multiple spikes in night-sleep of epileptics. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **16**, 56—67 (1964).
- SIMONOVA, O., G. GRÜNEWALD, O. CREUTZFELDT u. H. SCHMITZ: Über Zuordnung von EEG-Kriterien und Aufmerksamkeitsverhalten. *Zbl. ges. Neurol. Psychiat.* **191**, 166 (1968).
- TUKEL, K., and H. JASPER: The electroencephalogram in parasagittal lesions. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **4**, 481—494 (1952).
- WALTER, W. G., V. J. DOREY, and H. SHIFTON: Analysis of the electrical response of the human cortex to photic stimulation. *Nature (Lond.)* **158**, 540 (1946).

Dr. med. OLGA SIMONOVA
HENNING SCHEICH
Max-Planck-Institut für Psychiatrie
8000 München 23, Kraepelinstr. 10