

Aus der neurologisch-psychiatrischen Universitätsklinik Pécs
(Vorstand: Prof. Dr. St. KÖRNYEY)

Beiträge zur akuten Wirkung des Elektroschocks auf das Nervensystem

Von

L. MOLNÁR, G. PÁLFFY und A. BALÁZS

Mit 7 Textabbildungen

(Eingegangen am 2. August 1956)

Auf die Wirkung eines durch Elektroschock ausgelösten Krampfes hin bildet sich — nach den Ergebnissen von *Stoffwechseluntersuchungen* — eine cerebrale Anoxie aus, die sich nach Ablauf des Anfalles stufenweise zurückbildet, bzw. verschwindet (s. HIMWICH). Im Tierexperiment konnte ferner mit Hilfe von *elektrophysiologischen Methoden* festgestellt werden, daß an den schockbedingten Krämpfen die einzelnen Gehirnsysteme in oro-caudaler Richtung in abnehmendem Maße beteiligt sind und die post-convulsive Ruhe in den mehr caudal gelegenen Zentren weniger deutlich ist, als in der Rinde (JUNG).

Die große Mehrzahl der *klinischen Beobachtungen* über schockbedingte zentralnervöse Erscheinungen beschränkte sich auf die Beobachtung der Veränderungen einzelner Funktionen, z. B. des Blutdrucks (BROWN u. Mitarb.), der Auslösbarkeit einzelner Reflexe, (s. DELMAS-MARSALET), des Verhaltens der Pupillen (GOTTSCHICK [2]) während und nach dem Schock. Auch die gleichzeitig mehrere Erscheinungen betreffenden Beobachtungen (GOTTSCHICK [1]) lieferten keine vollständige symptomatologische Übersicht. Wir setzten uns bei unseren Untersuchungen das Ziel, das bisher Bekannte zu ergänzen, ferner Zusammenhänge zwischen den klinisch faßbaren Symptomen und den elektrophysiologisch und mittels Stoffwechseluntersuchungen festgestellten Funktionsänderungen aufzudecken.

Methoden

Die Beobachtungen beziehen sich auf 267 Elektroschocks, die an 48 somatisch gesunden Geisteskranken ausgelöst wurden (Järnhs-Apparat, Typ. E. M. 410). Die Elektroden wurden an die Schläfen angelegt. Auf die Wirkung des Schocks erfolgte in jedem Fall ein epileptischer Anfall; die Dauer der Konvulsionen schwankte zwischen 30 bis 78 sec. Die Beobachtungen erstreckten sich auf den Zeitraum vom Moment des elektrischen Schlages bis 15 — in einigen Fällen bis 30—40 — min nach

Abklingen des Anfalles. Wir haben während des Anfalles auf seine Einzelheiten geachtet, nach seinem Ablauf eine systematische neurologische Untersuchung durchgeführt. In 54 Fällen (bei 13 Kranken) wurde die Wirkung der calorischen, in 16 Fällen (8 Kranke) die der galvanischen Labyrinthreizung in verschiedenen Phasen der Krämpfe und nach dem Anfall untersucht. Für die Reizung wurde kaltes Wasser verwendet. Es konnten selbstverständlich nicht bei allen Kranken sämtliche Erscheinungen gleichzeitig registriert werden.

Ergebnisse

Die Ergebnisse haben wir in Tab. I zusammengefaßt und der leichteren Übersicht halber in Abbildungen graphisch dargestellt.

Die Abb. 1 zeigt das Verhalten der tiefen Reflexe¹. Es läßt sich ablesen, daß — abgesehen von den Ulna- und Radiusreflexen — sämtliche tiefe Reflexe schon unmittelbar nach Ablauf des Krampfes in der überwiegenden Mehrzahl der Beobachtungen auslösbar waren.

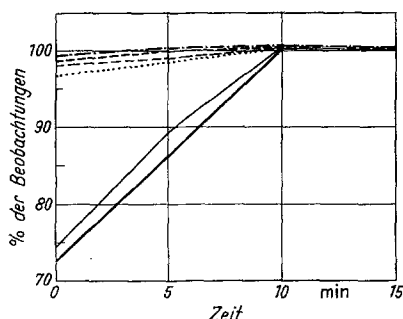


Abb. 1

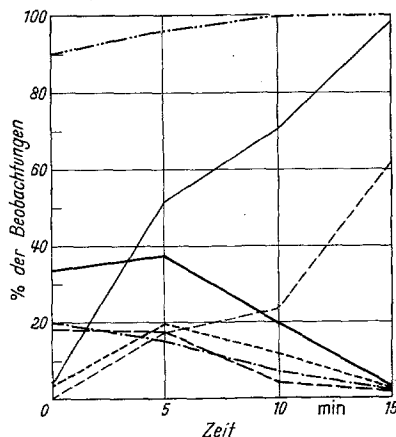


Abb. 2

Abb. 1. — Patellarreflex; --- Achillessehnenreflex; — Tricepsreflex; Bicepsreflex;
— Radiusreflex; — Ulnareflex

Abb. 2. — Tiefe Reflexe; — Fußsohlenreflex; --- Bauchdeckenreflexe; — BABINSKI-scher Reflex; ... ROSSOLIMOScher Reflex; — HOFFMANNScher Reflex; — TRÖMNERscher Reflex

Aus Abb. 2 ist zu ersehen, daß — im Gegensatz zu den tiefen Reflexen — der Bauchhaut- und der Plantarreflex in den meisten Fällen erst 15 min nach dem Schock wiedergekehrt ist, zu einem Zeitpunkt also, zu dem die Zeichen der Pyramidenläsion (BABINSKI-, ROSSOLIMO-, HOFFMANN-, TRÖMNERsche Reflexe) schon größtenteils verschwunden sind. Bezüglich

¹ In den Abbildungen geben die Ordinaten den Prozentsatz jener Untersuchungen (im Text = Fälle) an, in denen der Reflex, bzw. das Symptom vorhanden war, und die Abszissen den Zeitpunkt der Untersuchungen in Minuten nach Abklingen des Krampfes.

Tabelle 1

Leistungen bzw. Symptome	Während des Anfalles	nach Abklingen des Krampfes				Zahl der	
		Unmittelbar %	5 min %	10 min %	15 min %	Kranken	Beob- achtungen
Expressive bzw. gnostische Funktionen	—	+ 7,2	+ 33,3	+ 38,7	+ 46,6	16	49
Normale Körpertemperatur	—	+ 8	+ 35	+ 46	+ 51	12	43
Mayerscher Grundgelenkreflex	—	+ 0	+ 95	+ 97	+ 100	9	31
			+ 88	+ 32	+ 7		
Glabellareflex	—	+ 39	+ 71	+ 80	+ 100	12	38
Mediopubianreflex	—	+ 42	+ 75	+ 83	+ 100	12	38
Bauchhautreflexe	—	+ 0	+ 16,4	+ 23	+ 60	9	36
Fußsohlenreflexe	—	+ 3	+ 51	+ 70	+ 98	10	36
Saugreflex	—	+ 3	+ 3	+ 8	+ 2	12	38
Greifreflex	—	+ 13	+ 10	+ 5,2	+ 1,4	12	38
Babinski	—	+ 33	+ 37	+ 20	+ 3,5	11	50
Rossolimo	—	+ 2,5	+ 19	+ 12	+ 2	11	50
Hoffmann	—	+ 20	+ 15	+ 7	+ 1,5	12	50
Trömner	—	+ 18,2	+ 17	+ 4	+ 1,5	12	50
Adäquate Abwehrreaktion gegen schmerzhaft Reize	—	+ 0	+ 23	+ 39	+ 72	15	48
Lichtreaktion der Pupillen	—	+ 34	+ 93	+ 100	+ 100	10	44
Optico-palpebraler Reflex	—	+ 0	+ 64	+ 88	+ 100	8	46
Hornhautreflex	—	+ 40	+ 98	+ 100	+ 100	14	54
Vestibulo-oculare Reaktion	+ 100% conj. Dev.	+ 100	+ 100	+ 100	+ 100	21	70
		conj. Dev.	Nystagnus	Nystagnus	Nystagnus		
Normaler Muskeltonus	—	+ 10	+ 36	+ 56	+ 89	10	50
Ulnareflex	—	+ 72,6	+ 87	+ 100	+ 100	10	50
Radusreflex	—	+ 74,3	+ 88,8	+ 100	+ 100	10	50
Bicepsreflex	—	+ 97	+ 98,3	+ 100	+ 100	10	50
Tricepsreflex	—	+ 98	+ 98,5	+ 100	+ 100	10	50
Patellarreflex	—	+ 98,7	+ 100	+ 100	+ 100	10	50
Achillessehnenreflex	—	+ 98,5	+ 100	+ 100	+ 100	10	50

der *Pyramidenzeichen* ist auch festzustellen, daß sie nur in einer verhältnismäßig geringen Anzahl der Fälle auftreten und daß unter ihnen der schädigenden Wirkung des Schocks gegenüber der BABINSKISCHE Reflex am empfindlichsten ist. Es fällt ferner auf, daß die Pyramidenzeichen zum Teil nicht unmittelbar, sondern erst 5 min nach Ablauf des Krampfes erscheinen. Dann verringert sich ihre Häufigkeit allmählich wieder.

Wie aus Abb. 3 hervorgeht, läßt sich schon in der zweiten postkonvulsiven Minute in jedem Fall ein regelmäßiger *Nystagmus* mit

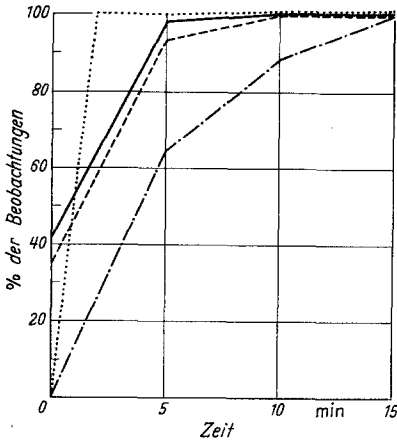


Abb. 3

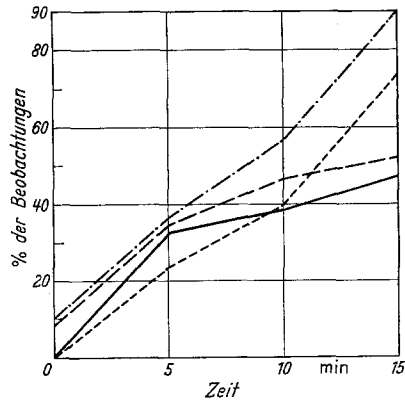


Abb. 4

Abb. 3. Labyrinthärer Nystagmus; — Hornhautreflex; --- Lichtreaktion der Pupille;
— Optico-palpebraler Reflex

Abb. 4. — Normaler Muskeltonus; ---- Adäquate Abwehrreaktion gegen schmerzhaft Reize;
— Normale Körpertemperatur; — Gnostische Funktionen

Hilfe der calorischen bzw. galvanischen Reizung des Labyrinths auslösen. *Es scheint wichtig zu erwähnen, daß Reizung des Labyrinths in jeder Phase des Krampfes und auch in den ersten 2 postkonvulsiven Minuten eine konjugierte Augenbewegung bewirkt, und zwar nach der Seite der langsamen Komponente des später erzielbaren Kältenystagmus.* Eine Reizung durch 10 cm³ kaltes Wasser blieb während der Dauer des Krampfes in jedem Falle wirkungslos, bei Anwendung von 100 cm³ ergab sich jedoch in jeder Phase des Krampfes eine Reaktion. Die Deviation bildete sich im allgemeinen — bei calorischer Reizung — nach einer Latenzzeit von 20—30 sec aus, ganz unabhängig davon, ob die Reizung am Anfang des Krampfes, in der tonischen oder klonischen Phase, bzw. nach Ablauf des Krampfes in den ersten 2 min durchgeführt wurde. Bei galvanischer Reizung betrug die Latenzzeit der konjugierten Augenbewegungen 0,5 sec.

Der *Hornhautreflex* und die *Lichtreaktion der Pupille* konnte in der überwiegenden Zahl der Fälle schon in der 5. postkonvulsiven Minute beobachtet werden, der *optico-palpebrale Reflex* läßt sich bei jedem Kranken in der 15. Minute auslösen.

Im Gegensatz zu den bisher erwähnten Funktionen läßt sich eine *adäquate Abwehr gegen schmerzhaft Reize* selbst 15 min nach dem Krampf nur in $\frac{2}{3}$ der Fälle nachweisen. Ebenfalls erst um diesen Zeitpunkt und ungefähr in diesem Zahlenverhältnis wird der *Muskeltonus* wieder normal. Die *Körpertemperatur* erreicht in 50 % der Fälle 15 min nach dem Schock noch nicht den präkonvulsiven Wert (Abb. 4).

Von den *expressiven* und *gnostischen Leistungen* wurden untersucht: spontanes Sprechen, Benennung und Auswahl von Gegenständen, Nachsprechen, automatisches Sprechen, Erkennen und Benennung von Farben, Schreiben, Zeichnen, Lesen und Orientierung am Körperschema. Die postkonvulsive, eventuell längere Zeit hindurch bestehende Bewußtseinsstörung, bzw. das Fehlen des Antriebs zur Bewegung und zum Sprechen erschwert selbstverständlich die Beurteilung der gnostischen Leistungen. Aus diesem Grunde verwerteten wir nur die Angaben jener Kranken, bei denen wir eine Bewußtseinsstörung mit Sicherheit ausschließen konnten. Wie aus Abb. 4 ersichtlich ist, läßt sich ein gnostischer Ausfall bei mehr als 50 % der Fälle 15 min nach dem Anfall noch feststellen.

Hinsichtlich des *Verhaltens der Temperatur* ist aus der Abb. 5 ersichtlich, daß sie sich unmittelbar nach dem Krampf erhöht, jedoch bald ganz bedeutend unter 36°C sinkt und erst 15 min später, nach allmählichem Ansteigen, 36°C erreicht. (Die Messung der Temperatur geschah im Munde unter dem Schutz einer Spatel. Um die Wärmeabgabe durch die Hautoberfläche zu verhindern, wurden die Kranken sorgfältig zugedeckt.) In der Abb. 5 zeigt die gestrichelte Linie die Werte eines Falles, in dem die größten Temperaturänderungen beobachtet wurden, und die ausgezogene Linie die Durchschnittswerte.

Es sei noch erwähnt, daß der *Glabella-* und der *mediopubiane Reflex* unmittelbar nach dem Krampf in etwa der Hälfte der Fälle fehlten, sich aber schon 5 min später bei fast jedem Patienten nachweisen ließen. *Greif-* und *Saugreflex* traten nur in einer geringen Anzahl der Fälle — bei etwa 10 % der Untersuchten —, *Stützreaktionen* in keinem einzigen Fall auf. Der *Mayersche Grundgelenkreflex* fehlte in jedem Fall unmittelbar

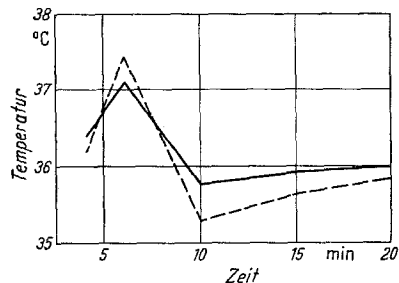


Abb. 5. Erklärung siehe Text

nach Ablauf des Schocks, ließ sich aber 5 min danach in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle wieder auslösen, im allgemeinen in gesteigerter Form (in der Tabelle zeigen die eingerahmten Ziffern die Steigerung der Reflexe an); in der 15. Minute war er in jedem Fall zu beobachten.

Besprechung der Ergebnisse

Wenn man das Verhalten der Leistungen, welchen die heute allgemein anerkannte Auffassung einen entschiedenen lokalisatorischen Wert beimißt, in einem Koordinatensystem darstellt (Abb. 6), fällt auf, daß sich jene Leistungen, für welche die funktionelle Unversehrtheit des Rückenmarkes, der Brücke und des Mittelhirns ausreicht — Patellar- und Kornealreflex, vom Labyrinth ausgehender Nystagmus —, in jedem Fall schon in den ersten 5 min nach dem Krampf normalisiert werden.

Die durch Labyrinthreizung — auch während des Krampfes — auslösbaren konjugierten Augenbewegungen weisen darauf hin, daß die Funktion der vestibulo-oculären Verbindungen auch während des Krampfes verschont bleibt. Wenn man die lange Latenzzeit der reizbedingten Reaktion in Betracht zieht, ist es wahrscheinlich, daß die vom Vestibularsystem ausgehenden Reize über die Formatio reticularis der Brücke und des Mittelhirns — also über ein polysynaptisches System — die Augenmuskelkerne erreichen. Die bei galvanischer Reizung gemessene Latenzzeit (0,5 sec) stimmt mit der von SZENTÁGOTHAÍ am vollkommen isolierten Hirnstammpräparat (an der Zwischenhirn-Mittelhirngrenze decerebriertes Tier, dessen Oblongata am unteren Ende der Rautengrube durchtrennt wird) gefundenen (0,3—0,4 sec) überein. Aus all dem folgt, daß *diese vom Diencephalon caudalwärts gelegenen Systeme nicht oder höchstens in geringerem Maße an der schockbedingten Funktionsstörung beteiligt sind.*

Die Körpertemperatur war 15 min nach den Krämpfen in etwa 50% immer noch gestört und die expressiven sowie die gnostischen Tätigkeiten erwiesen sich um diesen Zeitpunkt ebenfalls in etwa 50% der Untersuchungen als noch nicht restituiert (Abb. 6). Unseres Erachtens sind die Temperaturänderungen durch eine Funktionsstörung des Zwischenhirns erklärt. Die unmittelbar nach dem Anfall auftretende Temperaturerhöhung kann zwar Folge der gewaltigen Muskeltätigkeit sein, es läßt sich jedoch nicht ausschließen, daß sie einer Unzulänglichkeit bzw. Veränderung der Zwischenhirntätigkeit zuzuschreiben ist. Die spätere Temperatursenkung, die mit einer peripheren Wärmeabgabe nicht in Zusammenhang gebracht werden kann, findet ihre Erklärung aller Wahrscheinlichkeit nach in der vorübergehenden postkonvulsiven elektrischen Ruhe des Diencephalons, die JUNG im Tierexperiment gefunden hat.

In Abb. 6 fällt es auf, daß das Verhalten jener Leistungen, welche die funktionelle Restitution von Diencephalon und Cortex anzeigen, parallel

geht. Diese Beobachtung wird verständlich, wenn wir daran denken, daß physiologische Untersuchungen die funktionelle Einheit des Zwischenhirns und der Rinde uns nahelegen (WARD u. McCULLOCH).

Jene Leistungen, z. B. normaler Muskeltonus, adäquate Abwehr schmerzhaften Reizen gegenüber, welche von der ungestörten Funktion mehrerer und in verschiedenen Segmenten gelegener Systeme abhängig sind, kehren in der Mehrzahl der Fälle früher zurück als die Funktionen oraler Systeme, aber später als die der caudalen Zentren (Abb. 7).

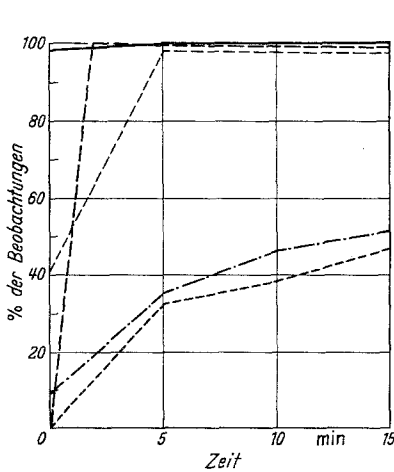


Abb. 6

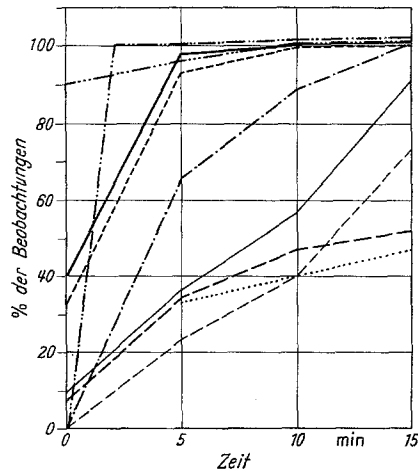


Abb. 7

Abb. 6. — Patellarreflex; — Labyrinthärer Nystagmus; --- Hornhautreflex; — Normale Körpertemperatur; ---- Gnostische Funktionen

Abb. 7. — Labyrinthärer Nystagmus; — Tiefe Reflexe; — Hornhautreflex; ---- Lichtreaktion der Pupille; — Optico-palpebraler Reflex; — Normaler Muskeltonus; — Adäquate Abwehrreaktion gegen schmerzhafte Reize; — Normale Körpertemperatur; Gnostische Funktionen

Unsere Ergebnisse stimmen mit den Resultaten der erwähnten elektrophysiologischen und Stoffwechseluntersuchungen überein. Die Funktionswiederkehr nach dem Schock erfolgt in caudo-oraler Richtung. Dies läßt sich auf die elektrophysiologischen Befunde beziehen, nach welchen die postkonvulsive Ruhe von um so kürzerer Dauer ist, je mehr caudwärts das Zentrum liegt. Dieses Verhalten findet seine Erklärung in der Anoxie des Zentralnervensystems, mit der der Schock einhergeht. Bekannterweise zeigen die mehr caudalgelegenen Systeme des Gehirns der Anoxie gegenüber eine geringere Empfindlichkeit und kehrt ihre Tätigkeit im Laufe des stufenweisen Rückganges der Anoxie früher zurück. Infolge der Entladungen der oralen Systeme dürfte auch in ihnen die Anoxie ausgeprägter sein als in den mehr caudalgelegenen Zentren, die sich an der Krampftätigkeit in geringerem Grade beteiligen.

Zusammenfassung

Beobachtet wurde bei 48 Patienten die Wiederkehr der zentral-nervösen Leistungen nach 267 Elektrokrämpfen. Die Leistungen des Mittelhirns, der Brücke und des Rückenmarks erwiesen sich wesentlich geringfügiger beeinträchtigt als die der Rinde. Die Wiederherstellung vollzieht sich in caudo-oraler Richtung. Während sich die Funktion des Rückenmarks, der Brücke und des Mittelhirns rasch regelt, tritt die funktionelle Restitution des Zwischenhirns und der Rinde viel später ein. Diese Beobachtungen ergänzen von klinischer Seite die Ergebnisse der elektrophysiologischen und Stoffwechseluntersuchungen betreffend die Wirkung des Elektroschocks.

Literatur

BROWN, M. L., P.E. HUSTON, H. M. HINES and G. W. BROWN: Cardiovascular changes associated with electroconvulsive therapy in man. *Arch. of Neur.* **69**, 601—608 (1953). — DELMAS-MARSALET, P.: Électro-choc et thérapeutiques nouvelles en neuro-psychiatrie. Paris: J. -B. Baillière et Fils. 1946. — GOTTSCHICK, J. (1): Verhaltens- und Reaktionsweisen im Elektrokrampf. *Arch.f. Psychiatr. u. Z. Neur.* **182**, 607—632 (1949). — GOTTSCHICK, J. (2): Die normale und die Argyll-Robertson-Pupille im Krampfanfall. *Arch. f. Psychiatr. u. Z. Neur.* **193**, 117—130 (1955). — HIMWICH, H. E.: Brain metabolism and cerebral disorders. Baltimore: William & Wilkins Comp. 1951. — JUNG, R.: Hirnelektrische Untersuchungen über den Elektrokrampf: Die Erregungsabläufe in corticalen und subcorticalen Hirnregionen bei Katze und Hund. *Arch. f. Psychiatr. u. Z. Neur.* **183**, 206—244 (1949). — SZENTÁGOTHAJ, J.: Die Rolle der einzelnen Labyrinthrezeptoren bei der Orientation von Augen und Kopf im Raume. Budapest: Akadémiai Kiadó. 1952. — WARD, A. A., Jr., and W. S McCULLOCH: Projection of the frontal lobe on the hypothalamus. *J. of Neurophysiol.* **10**, 309—314 (1947).

Dr. L. MOLNÁR, Pécs/Ungarn, Neurolog.-Psychiatr. Klinik
der Universität Pécs, Rét-u. 2