

Mikromotorische Schreibdruckregistrierung bei intracerebraler Reizung im Rahmen stereotaktischer Operationen

Holger Schneider

Universitäts-Nervenklinik Homburg/Saar
(Direktor: Prof. Dr. med. H.-H. Meyer)

Eingegangen am 3. Juli 1975

Micromotor Recording of Writing Pressure during Intracerebral Stimulation at Stereotactic Operations

Summary. Eight cases of spastic torticollis were examined during the course of stereotactic operations with the writing pressure apparatus of Steinwachs while the ventrolateral thalamus was stimulated. When 50 stimuli per sec are given, the significant changes of motor function in writing are the following: slowing of writing speed, an increase in writing pressure, greater changes of pressure amplitude with tendencies to parallel course. With 25 stimuli per sec, similar results may appear, but smaller amplitude changes and lowering of writing pressure may also occur. When 8 stimuli per sec are given, no changes of pressure patterns in writing were found. Three typical cases are described. It is concluded that the recording of fine pressure changes in writing may indicate alterations of cerebral motor regulations although specific changes for certain thalamic stimulus locations were lacking.

Key words: Micromotor writing pressure — Writing pressure scale — Stereotactic operation — Thalamic stimulation.

Zusammenfassung. Während stereotaktischer Operationen von 8 Patienten mit Torticollis spasticus wird der mikromotorische Schreibdruck mit der Schreibdruckplatte nach Steinwachs während der Reizung des ventro-lateralen Thalamus registriert. Die augenscheinlichen (signifikanten) Veränderungen der Schreibmotorik unter 50/sec-Reizen bestehen in einer deutlichen Erhöhung des Schreibdrucks, einer Verbreiterung der Druckschwankungsamplitude mit Tendenz zu basisparalleler Verlaufsrichtung und Verlangsamung des Schreibtempos. Unter 25/sec-Reizung kommt es zum gleichen Effekt, es kann aber auch eine Amplitudeneinengung bei Druckniveausenkung erfolgen. Bei 8/sec-Reizung sind keine Veränderungen des Schreibdruckmusters erkennbar. Zur Verdeutlichung werden 3 typische Kurven beispielhaft dargestellt.

Die Ergebnisse zeigen, daß die Registrierung der mikromotorischen Tonusregulation beim Schreiben ein feiner peripherer Indicator für cerebrale Veränderungen der motorischen Regulationen sein kann, obwohl lokal spezifische Veränderungen noch nicht feststellbar waren.

Schlüsselwörter: Mikromotorische Tonusregulierung — Schreibwaage — Stereotaktische Operation — Thalamusreizung.

A. Fragestellung

Eine neuere Möglichkeit psychophysische Zusammenhänge zu studieren, bietet sich während stereotaktischer Hirnoperationen an. Die klinische Behandlungsmethode stereotaktischer Operationen besteht darin, mit Hilfe feiner Sonden bestimmte umschriebene Strukturen in der Tiefe des Gehirns anzu zielen und auszuschalten. Um dabei den Zielpunkt genau zu lokalisieren, ist es u. a. erforderlich, intraoperativ Reizkontrollen durchzuführen. Hierbei können je nach Reizort und Reizparameter bestimmte motorische und psychovegetative Reaktionen (Mydriasis, Lidspaltenerweiterung, Schwitzen, Beeinflussung der Atem- und Pulsfrequenz und des Blutdrucks, subjektive Sensationen, wie Übelkeit und Beklemmung) Aus-

drucksveränderungen und stimmungsmäßige Erlebnisse (Angstgefühle und angenehme Gefühle) ausgelöst werden [11—13, 39]. Diese Reizeffekte treten mit wechselnder Häufigkeit auf. Eine genaue Zuordnung zu den einzelnen Reizorten gelingt nur in beschränktem Maße. Bisher ist vor allem der Schluß möglich, daß sie „durch Richtungsänderung in der Reaktionsbereitschaft des vegetativen Kollektivs nach der ergo- oder trophotropen Seite bewirkt werden“ [22, 23]. Unschwer kann man diese Reizkontrolle des Zielpunktes mit einer experimentellen Situation gleichsetzen, in der man die Reizung als eine unabhängige Variable betrachtet und gleichzeitig ablaufende Veränderungen im psychophysischen Apparat registriert.

Als eine besonders geeignete Methode zur Erfassung psychophysischer Phänomene auch unter solchen operativen Bedingungen, bietet sich die Registrierung der distalen Mikromotorischen Tonusregulierung (MMT) beim Schreiben an. Mit Hilfe der MMT können auf der Ebene peripherer motorischer Äußerungen Auswirkungen zentraler Regulationen und psychischer Bedingungen studiert werden [3, 4, 7, 8, 16, 24, 34]. Die Schreibmotorik ist ein komplexer Ablauf, der sich wie bei allen komplizierten Bewegungen, zusammensetzt aus willkürlichen, automatisierten und automatischen Anteilen [9]. Neben den sensomotorischen corticalen Impulsen, den subcorticalen richtungsgebenden Impulsen, der cerebellären Koordinierung sind vor allem über Verbindungen zum limbischen System und zum Hypothalamus auch affektive Einflüsse gegeben, die beim Schreibablauf mikromotorisch aufgewiesen wurden [1, 32].

Bei der stereotaktischen Behandlung des Torticollis spasticus werden Ausschaltungen in den efferenten Bahnen des Pallidums, und zwar besonders im gebündelten Anteil der pallido-thalamischen Fasern H_1 zum V.o.a. des Thalamus gesetzt [14]. Dieser Eingriff ist begründet mit der Erfahrung, daß sich beim Torticollis meist in mittleren bis vorderen Anteilen des Putamen umschriebene Läsionen befinden. Es komme durch Fortfall des hemmenden Einflusses dieser Regionen auf das Pallidum zu einer „Überaktivität des die Halsbewegung repräsentierenden, somatotrophischen Segmentes des Pallidums“. Diese Überaktivität des einen Pallidums bewirke die Kopfwendung zur Gegenseite des Putamenherdes.

Wir stellen uns nun die Frage, inwieweit durch Ausschaltung oder Reizung auf der Ebene dieser subcorticalen Strukturen, die nach bisheriger Kenntnis vor allem für die richtungsgebenden motorischen Impulse der Kopfbewegung Bedeutung haben, auch Steuerungsfunktionen der schreibmotorischen Systeme beeinflußt werden. Weiterhin war zu prüfen, ob die Registrierung des MMT geeignet ist, Ausschaltungen bzw. Reizungen auf subcorticaler Ebene, die keinen Effekt auf die grobe Motorik der beim Schreibvorgang erforderlichen peripheren Muskeln erkennen lassen, mikromotorisch zu erfassen.

B. Untersuchungsgut

Untersucht wurde der Schreibdruckverlauf bei 8 durchschnittlich schreibgeübten Rechtshändern, die wegen eines Torticollis spasticus nach rechts in der Abteilung für stereotaktische Neurochirurgie Homburg (Direktor Professor Dr. G. Dieckmann)¹ linksseitig operiert wurden.

¹ Herrn Professor Dr. Dieckmann sei an dieser Stelle für die Ermöglichung und Unterstützung der vorliegenden Untersuchung besonders gedankt.

Die Zielpunkte liegen im linken ventro-lateralen Thalamus und Subthalamus (H_1 , V.i.m.i. nach Hassler). Die Eingriffe wurden durchgeführt mit dem Gerät nach Riechert *et al.* [22] und nach der Berechnungsmethode von Hassler u. Riechert (1954). Zur physiologischen Zielpunktkontrolle wird eine bipolar-coaxiale Reizelektrode in das Zielgebiet gebracht und mit 3-Ekkreizen (Thönnies-Gerät) in einer Frequenz von 8, 25, 50/sec bei 10–20 V und 0,2 bis 0,6 mA und einer Impulsdauer von 0,5–1,0 msec gereizt. Der Patient ist dabei wach und voll ansprechbar. Er befindet sich in liegender bis halbliegender Stellung und kann zur Kontrolle des therapeutischen Effektes in sitzende Stellung gebracht werden. Dadurch ist es möglich daß er ein Testwort vor, während und nach der Reizung auf der elektrischen Schreibdruckregistrierplatte schreibt.

C. Methode

Die Schreibdruckregulation wird mit der elektrischen Schreibdruckregistrierplatte gemessen, wie sie von Steinwachs aus der mechanischen Schreibwaage von Goldscheider [5], Kraepelin [18] und Kretschmer [19,20] entwickelt wurde. Eine genaue Beschreibung findet sich bei Steinwachs 1969 [31,34]. Die Apparatur besteht aus einer Schreibdruckregistrierplatte, die auf dem Prinzip der Dehnungsmeßstreifen beruht, aus einer Verstärkereinheit und dem Schreiber. Das Testwort — momom — ergibt Druckverlaufskurven von hoher intraindividuell Konstanz [38]. Die Auswertung der Kurven erfolgt standardisiert mit Hilfe von 43 Einzelkriterien [32], davon sind die Kurvengrundsymptome (sogenannte Rahmenwerte) — mittlere Testwortschreibzeit, mittlere Schreibdruckhöhe, mittlere Amplitudenbreite und Kurvenverlaufsrichtung — faktorenanalytisch gesichert [4,16]. Die Auswertungsobjektivität und Reliabilität ist hinlänglich [6,37,38].

Die Methode wurde am empirischen Material überprüft. Nach diesen Ergebnissen lassen sich z.B. reine Kretschmersche Konstitutionstypen voneinander abheben [19,35,36]. Reifestadien lassen sich voneinander differenzieren [32,3,36]. Psychiatrische Krankheitsgruppen, wie Schizophrenen [15], Depressionen [10,25], Zwangsneurosen [30] u. a. sind von Normalgruppen eindeutig zu unterscheiden. Die Erfassung cerebraler Krampfaktivität im EEG kann mikromotorisch erweitert werden [40]. Eine spezielle Beeinflussung der Druckkurve durch Medikamente [1], Alkohol und Rauschmittel [28], Hypnose [17], hormonelle Einflüsse [21], Sauerstoffmangel [26] und anderes ist nachgewiesen. Typische Einzelsymptome, z. B. Kleinzackenbildungen bei Neurotikern, Druckplateaubildungen bei Hirnorganikern [29] sind beschrieben. Wenn auch solche Einzelsymptome bestimmten psychischen Phänomen bisher nicht direkt zugeordnet werden können, so erhalten sie bei gezielter klinischer Fragestellung doch richtungsweisenden Charakter, so vor allem bei differentialdiagnostischen Überlegungen und bei Verlaufskontrollen [27].

D. Ableitungsbedingungen und Auswertung der Schreibdruckkurven

Bei der Anwendung der elektrischen Schreibdruckplatte während der stereotaktischen Operationen sind die Ableitebedingungen erschwert. Die ungewohnte Schreibhaltung (halb liegend mit intracerebral platzierter Elektrode) wird angeglichen durch 100malige Übung des Testwortes am Vortag unter ähnlichen Lagerungsbedingungen. Es ist wegen dieser Bedingungen aber auch wegen der besonderen affektiven Situation während einer Operation nicht angebracht, diffizile Einzelkriterien der Druckkurve zu verwerten und zu vergleichen, da Störfaktoren nicht genügend eliminiert werden können. Wir haben uns deshalb bei der Beobachtung der Kurven unter den erschwerten Versuchsbedingungen im folgenden auf augenscheinliche Änderungen des Druckverlaufs beschränkt und zahlenmäßig lediglich die Rahmenwerte (Mittelwerte) der Kurven aufgeführt. Diese ergeben sich aus der Gesamtschreibzeit, dem mittleren Minimaldruck am Anfang der Testwortkurve, dem mittleren Maximaldruck am Anfang einer Testwortkurve, dem mittleren Endminimaldruck und dem mittleren Endmaximaldruck. Hieraus errechnen sich die Werte der mittleren Anstiegsdifferenz und der mittleren Amplitudenbreite. Zur Bestimmung der Mittelwerte kommen üblicherweise 10 Testwortkurven zur Auswertung, bei denen jeweils die ersten drei bzw. letzten drei Minimal- und Maximalwerte eines jeden Wortes abgelesen werden. So setzt sich (z. B.) der mittlere Wert für den Anfangsmaximaldruck aus 30 Einzelwerten zusammen. In dieser Form können die Rahmenwerte nur in Versuchssituationen 1 (ohne Reiz) erfolgen. Unter Reiz können meist

nur 1–3 Testwertkurven (d. h. 3–9 Einzelwerte) registriert und ausgewertet werden. Bei der Darstellung an Einzelbeispielen sind die Mittelwerte der jeweiligen Anzahl von verwertbaren Kurven in den Tab. 1–3 aufgeführt. Weiterhin sind Standardabweichungen und Variationskoeffizient mitaufgeführt. Die in Tab. 4 dargestellten Mittelwerte aus 8 Fällen zeigen, daß die interindividuelle Streuung der Einzelwerte groß ist. Es wurde bei der nicht normalen Verteilung der Meßwerte auf eine parametrische Berechnung der Signifikanzschranken verzichtet. Zum Vergleich der Ausgangslage (V_1) mit der jeweiligen Versuchssituation (V_2, V_3, V_4) kam der Wilcoxon-Test für Paardifferenzen zur Anwendung. Ebenso wurden verglichen $V_2-V_3, V_3-V_4, V_2-V_4$. Die Signifikanzschranken für die negative Rangsumme wurde den wissenschaftlichen Tabellen Geigy, 7. Aufl., S. 128, entnommen. Dabei gilt als hoch signifikant (ss) das 1%-Niveau und als signifikant (s) das 2%-Niveau.

E. Ergebnisse

Fall I: H. M., weiblich, 42 Jahre, Rechtshänder, Torticollis spasticus nach rechts.

In Tab. 1 werden die Rahmenwerte der Testwertkurve in der jeweiligen Versuchssituation (V) aufgezeigt, d.h. intraoperativ ohne Reizung (V_1) mit 8/sec-Reiz (V_2) mit 25/sec-Reiz (V_3) und mit 50/sec-Reiz (V_4).

Beschreibung

Versuchssituation 1. Ohne Reiz bei platzierter Elektrode ist die Testwertkurve gekennzeichnet durch diagonalen Kurvenanstieg mit unregelmäßiger schmaler Amplitude (vergleichbar auch mit Abb. 1). Dabei unterscheiden sich die Rahmenwerte in dieser Versuchssituationen nicht von den Rahmenwerten der Kurve, die vor der Operation erhoben wurden.

Versuchssituation 2. Bei 8/sec-Reizen (s. Abb. 1) ergibt sich keine wesentliche Änderung.

Tabelle 1. Rahmenwerte der Testwertkurven (N = Anzahl der ausgewerteten Kurven) in der jeweiligen Versuchssituation. σ_m = Standardabweichung, V = Variationskoeffizient in % des arithmetischen Mittelwertes (gültig bis 33%)

| | V_1 ohne Reiz $N = 10$ | V_2 8/sec-Reiz $N = 3$ | V_3 25/sec-Reiz $N = 1$ | V_4 50/sec-Reiz $N = 3$ |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Gesamtschreibzeit (sec) | 2,4 | 2,5 | 2,9 | 2,7 |
| σ_m | 0,18 | 0,0 | — | 0,04 |
| V | 7,5% | 0% | — | 1,5% |
| Mittlere Druckhöhe (g) | 188 | 190 | 300 | 330 |
| σ_m | 59 | 5 | — | 36 |
| V | 31,4% | 2,6% | — | 10,9% |
| Mittlere Anstiegsdifferent (g) | 110 | 115 | 50 | Y0 |
| σ_m | 21,8 | 17,8 | — | 0,0 |
| V | 18,9% | 15,5% | — | 0% |
| Mittlere Amplitudenbreite (g) | 35 | 38 | 110 | 150 |
| σ_m | 9,7 | 6,7 | — | 20 |
| V | 27,7% | 17,6% | — | 13,3% |

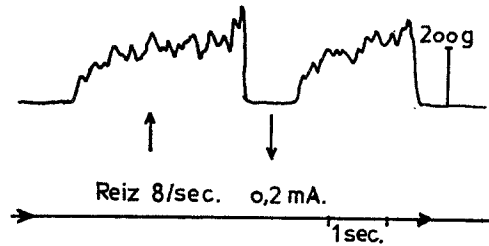


Abb. 1. Zu V_2 . Bei Pfeil (↑) Einsetzen des Reizes (8/sec — 0,2 mA) nach Schreibende des Testwortes Reiz (↓) aus. Zweites Testwort ohne Reiz. Beide Kurven liegen im Rahmen der normalen Variationsbreite

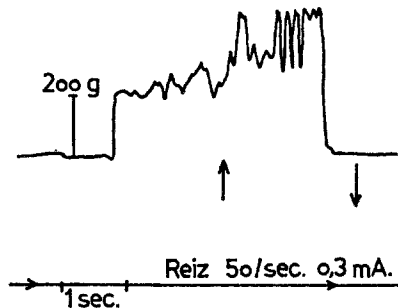


Abb. 2. Zu V_4 . Bei Pfeil (↑) Einsetzen des Reizes (50/sec — 0,3 mA) während des Testwortes. Nach Ende des Testwortes Reiz aus (↓)

Versuchssituation 3 und 4. Vor Reizung findet sich wie zuvor eine ansteigende Kurvenverlaufsrichtung mit schmäler, unregelmäßiger Amplitude. Bei Einsetzen des 25/sec- und des 50/sec-Reizes bei 0,3 mA (s. Abb. 2) erfolgt phasische Amplitudenverbreiterung mit basisparalleler Verlaufsrichtung und Anhebung des Druckniveaus bei einer angedeuteten Verlängerung der Gesamtschreibzeit.

Fall II: I. B., weiblich, 48 Jahre, Rechtshänder, Torticollis spasticus nach rechts. Gleiche Ableitebedingungen wie Fall I.

Beschreibung

Versuchssituation 1. Die infolge der gebotenen Begrenzung der Bildwiedergabe nicht veröffentlichten Kurven zeigen einen ansteigenden bis basisparallelen Verlauf mit schmäler, ungleichmäßiger Amplitude (vergleichbar dem Kurvenverlauf in Abb. 3).

Versuchssituation 2. Durch 8/sec-Reiz erfolgt keine Veränderung. Die Kurve (s. Abb. 3) hebt sich nicht von der Kurven ohne Reizung ab.

Versuchssituation 3. Nach Einsetzen des Reizes von 25/sec (s. Abb. 4) setzt unverzüglich eine Amplitudeneinengung und Druckerniedrigung ein, die sich erst nach Beendigung der Reizphase in die normale Amplitude verbreitert. Die Zahlenwerte von V_3 in Tab. 2 ergeben sich aus 2 Kurven, die vollständig unter Reizung geschrieben wurden. Zur Verdeutlichung des Reizeffektes zeigt Abb. 4 dagegen 2 Kurven, bei denen der Reiz während des Testwortschreibens einsetzt.

Tabelle 2. Rahmenwerte der Testwertkurven in der jeweiligen Versuchssituation ($V_1 - V_4$). Entsprechend Tab. 1.

| | V_1 ohne Reiz $N = 10$ | V_2 8/sec-Reiz $N = 2$ | V_3 25/sec-Reiz $N = 2$ | V_4 50/sec-Reiz $N = 2$ |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Gesamtschreibzeit (sec) | 5,2 | 5,3 | 6,0 | 5,5 |
| σ_m | 0,35 | 0,0 | 0,77 | 0,74 |
| V | 6,7% | — | 12,9% | 13,4% |
| Mittlere Druckhöhe (g) | 230 | 253 | 200 | 400 |
| σ_m | 55,8 | 15,5 | 0,0 | 14,1 |
| V | 24,3% | 6,1% | — | 3,5% |
| Mittlere Anstiegsdifferenz (g) | 94 | 100 | 25 | 70 |
| σ_m | 30,3 | 7,0 | 0,0 | 7,0 |
| V | 32,0% | 7% | — | 10% |
| Mittlere Amplitudenbreite (g) | 75 | 90 | 45 | 90 |
| σ_m | 7,0 | 7,0 | 0,0 | 14,1 |
| V | 9,3% | 7,8% | — | 15,7% |

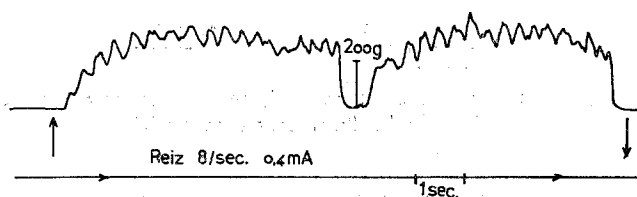
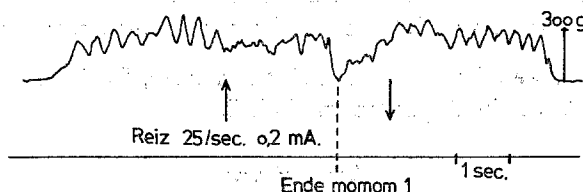
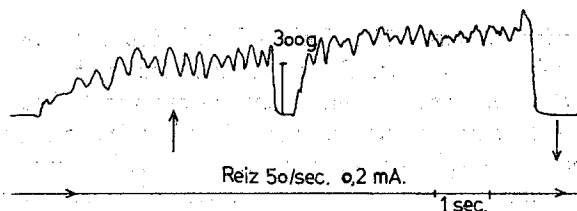
Abb. 3. Bei Pfeil (\uparrow) Einsetzen des Reizes (8/sec — 0,4 mA) vor dem ersten Testwort. Nach Schreibende des zweiten Testwortes Reiz (\downarrow) ausAbb. 4. Bei Pfeil (\uparrow) Einsetzen des Reizes (25/sec — 0,2 mA). Reiz bleibt über Ende des ersten Testwortes erhalten bis zum ersten Drittel des zweiten TestwortesAbb. 5. Bei Pfeil (\uparrow) Einsetzen des Reizes (50/sec — 0,2 mA). Der Reiz bleibt über das Ende des Testwortes eins und zwei bestehen, dann Reiz (\downarrow) aus

Tabelle 3. Rahmenwerte der Schreibdruckkurven in der jeweiligen Versuchssituation entsprechend Tab. 1

| | V ₁ ohne Reiz N = 10 | V ₂ 8/sec-Reiz N = 2 | V ₃ 25/sec-Reiz N = 1 | V ₄ 50/sec-Reiz N = 1 |
|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| Gesamtschreibzeit (sec) | 4,9 | 5,2 | 6,0 | 5,1 |
| σ_m | 0,10 | 0,07 | — | — |
| V | 3,3% | 1,3% | — | — |
| Mittlere Druckhöhe (g) | 190 | 200 | 290 | 317 |
| σ_m | 10,4 | 14,1 | — | — |
| V | 5,5% | 7,1% | — | — |
| Mittlere Anstiegssdifferenz (g) | 80 | 85 | 120 | 96 |
| σ_m | 12,1 | 0,0 | — | — |
| V | 15,1% | — | — | — |
| Mittlere Amplitudenbreite (g) | 0 | 130 | 180 | 222 |
| σ_m | 19,7 | 7,1 | — | — |
| V | 13,1% | 5,5% | — | — |

Versuchssituation 4. Nach Einsetzen des Reizes von 50/sec (s. Abb.5) erfolgt eine Stabilisierung der Verlaufsrichtung (eher basisparallel) sowie der Amplitudenbreite mit gleichzeitiger Anhebung des Druckniveaus.

Fall III: J. P., männlich, 51 Jahre, Rechtshänder. Torticollis spasticus nach rechts. Gleiche Ableitebedingungen wie Fall I.

Beschreibung

Versuchssituation 1 und 2. Bei Reizung mit 8/sec — 0,3 mA (V₂) tritt gegenüber den Kurven bei präoperativen Versuchen und den Kurven der intraoperativen Ableitung ohne Reiz (V₁) keine nachweisbare Veränderung ein.

Versuchssituation 3. Bei Reizung mit 25/sec — 0,3 mA (s. Abb.6) treten Effekte wie bei 50/sec-Reizung auf, nämlich Amplitudenerweiterung und Anhebung des Druckniveaus.

Versuchssituation 4. Bei Reizung mit 50/sec und 0,3 mA (s. Abb.7) tritt eine ausgeprägte Verbreiterung der Amplitude und eine Erhöhung des Druckniveaus auf.

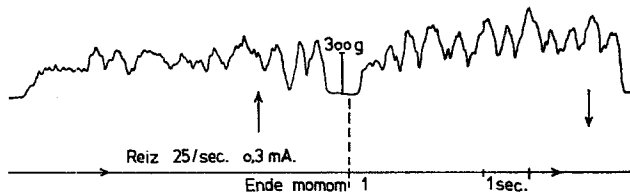


Abb. 6. Bei Pfeil (↑) Einsetzen des Reizes (25/sec — 0,3 mA). Nach Ende des ersten Testwortes Aufforderung: Weiterschreiben! Das zweite Testwort wird unter fortbestehendem Reiz geschrieben. Kurz vor Ende des zweiten Testwortes Reiz (↓) aus

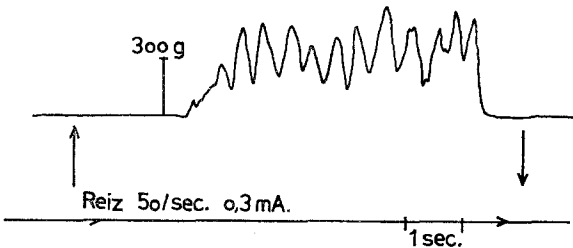


Abb. 7. Bei Pfeil (↑) setzt Reiz (50/sec — 0,3 mA) ein. Dann erst Beginn des Schreibens. Nach Ende des Testwortes Reiz (↓) aus

Tabelle 4. Schreibdruckrahmenwerte (Mittelwerte) von 8 Patienten unter Versuchsbedingungen (V_1-V_4)

| | V_1 ohne Reiz $N = 8$ | V_2 8/sec-Reiz $N = 8$ | V_3 25/sec-Reiz $N = 7$ | V_4 50/sec-Reiz $N = 8$ |
|--------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------|
| Gesamtschreibzeit (sec) | 4,00 | 4,10 | 4,74 | 4,50 |
| σ_m | 1,13 | 1,15 | 1,24 | 1,08 |
| Wilcoxon T_m | $V_1V_2 = 2$ (s) $V_2V_3 = 0$ (s) | $V_1V_3 = 0$ (s) $V_3V_4 = 27$ (ns) | $V_1V_4 = 0$ (ss) $V_2V_4 = 1$ (s) | |
| Mittlere Druckhöhe (g) | 216 | 220 | 260 | 325 |
| σ_m | 32,1 | 31,8 | 33,6 | 34,8 |
| Wilcoxon T_m | $V_1V_2 = 11$ (ns) $V_2V_3 = 5$ (ns) | $V_1V_3 = 5$ (ns) $V_3V_4 = 0$ (s) | $V_1V_4 = 0$ (ss) $V_2V_4 = 0$ (ss) | |
| Mittlere Anstiegsdifferenz (g) | 80,0 | 81,0 | 60,0 | 35,7 |
| σ_m | 34,8 | 22,7 | 40,8 | 44,1 |
| Wilcoxon T_m | $V_1V_2 = 17,5$ (ns) $V_2V_3 = 17,5$ (ns) | $V_1V_3 = 23,5$ (ns) $V_3V_4 = 21$ (ns) | $V_1V_4 = 35$ (s) $V_2V_4 = 30$ (ns) | |
| Mittlere Amplitudenbreite (g) | 73,7 | 69,6 | 85,7 | 118,1 |
| σ_m | 39,6 | 35,0 | 58,7 | 128,5 |
| Wilcoxon T_m | $V_1V_2 = 26$ (ns) $V_2V_3 = 8$ (ns) | $V_1V_3 = 10$ (ns) $V_3V_4 = 1$ (ns) | $V_1V_4 = 0$ (ss) $V_2V_4 = 0$ (s) | |

In der folgenden Tab. 4 und Abb. 8 sind die Mittelwerte der Schreibdruckkurven von 8 Probanden, trotz großer interindividueller Streuung der Einzelwerte, zusammengefaßt. Dabei werden wiederum die Rahmenwerte der Druckverlaufskurve unter den verschiedenen Reizbedingungen (V_1-V_4) aufgezeigt. Der

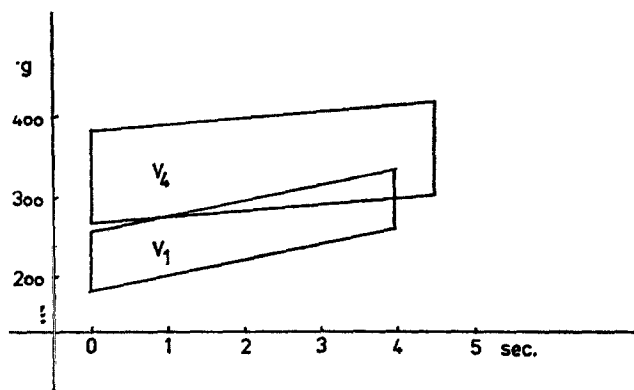


Abb. 8. Mittelwerte der Schreibdruckrahmenwerte von 8 Fällen. V_1 (ohne Reiz) hebt sich von V_4 (mit 50/sec-Reiz) hochsignifikant ab

statistische Vergleich der Ausgangssituation ohne Reiz mit der jeweiligen Versuchssituation unter Reiz (V_1/V_2 , V_1/V_3 , V_1/V_4) wurde mit dem Wilcoxon-Test überprüft, ebenso der Vergleich der verschiedenen Frequenzen untereinander.

F. Zusammenfassung der Ergebnisse

Unter Berücksichtigung der Mittelwerte von 8 Probanden und der Einzelkurven, wie sie beispielhaft in Fall I—III dargestellt wurden, lassen sich folgende Effekte einer Reizung subcorticaler Strukturen auf die MMT nachweisen:

1. 8/sec-Reize bewirken keine sichere Änderung des Schreibdruckmusters.
2. 25/sec-Reize beeinflussen den Kurvenverlauf deutlich. Unter dieser Reizfrequenz (bei 0,2—0,6 mA) können zwei Möglichkeiten der Kurvenänderung beobachtet werden:

Entweder setzt unverzüglich eine Amplitudeneinengung ein, die sofort nach Beendigung der Reizphase in die normale Amplitudenbreite übergeht, oder es erfolgt eine Amplitudenverbreiterung mit Anhebung des Druckniveaus, jeweils bei Verlangsamung des Schreibtempos.

3. 50/sec-Reize (bei 0,2—0,4 mA) bewirken eine Anhebung des Druckniveaus, eine Amplitudenverbreiterung mit Stabilisierung zu basisparalleler Verlaufsrichtung bei gleichzeitiger Verlangsamung des Schreibtempos.

4. Die Schreibdruckkurven am Vortag der Operation, während der Operation mit plazierter Elektrode ohne Reizung und 10—14 Tage nach der Operation unterscheiden sich nicht in ihren Rahmenwerten voneinander, weshalb diese Befunde im vorherigen nicht gesondert aufgeführt sind.

Die Interpretation dieser Ergebnisse der Veränderungen des Schreibdruckkurvenverlaufs unter Reizung subcorticaler Strukturen soll in Anbetracht der Grenzen der Methode zurückhaltend sein. Eine direkte Zuordnung einzelner konstant reproduzierbarer Reizeffekte, selbst auf stabile Faktoren, wie die Schreibzeit oder den Schreibdruck, zu zentralen Bedingungen oder gar psychopathologischen Phänomenen muß zunächst zurückgestellt werden. Direkte Be-

ziehungen zwischen reizbedingten psychovegetativen Reaktionen während der Testschreibzeit, die nur inkonstant auftraten und sowohl bei nieder als auch höher frequenten Reizen auftraten, konnten wir nicht sicher feststellen. Dennoch bleibt offen, inwieweit für die beschriebenen mikromotorischen Reizeffekte überwiegend motorische Systeme oder psychovegetative Regulationen beteiligt sind.

In Beantwortung der eingangs gestellten Fragen kann gesagt werden, daß die Reizung im ventro-lateralen Thalamus und Subthalamus nicht nur Effekte auf die Halsmotorik zeigt, sondern auch die Schreibmotorischen Systeme beeinflußt. Während unter den gegebenen Reizbedingungen keine größeren Motilitätsänderungen beobachtet werden, lassen sich im mikromotorischen Bereich evidente und konstante Reizeffekte nachweisen. Weiterhin wird durch die Untersuchung deutlich, daß die Methode der Registrierung des MMT mit der Schreibdruckplatte nach Steinwachs geeignet ist, als peripherer Indicator für zentrale Bedingungen Anwendung zu finden.

Literatur

1. Both, H. v.: Experimentell-statistische vergleichende Längsschnittuntersuchungen der Wirkung von Valium auf die distale mikromotorische Tonusregulation in der Schwangerschaft. Med. Diss., München 1969
2. Erbertseder, A. W.: Psychomotorische Untersuchungen im Verlauf vorgeburtlicher Entspannungsübungen. Med. Diss., München 1958
3. Essing, W.: Faktorenanalytische Untersuchungen des Schreibdruckes bei Grundschulkindern. Phil. Diss., Bonn 1965
4. Fahrenberg, J.: Phil. Diss., Freiburg 1961
5. Goldscheider, A.: Zur Physiologie und Pathologie der Handschrift. Arch. Psychiat. Nervenkr. **23**, 502—525 (1892)
6. Gramm, D.: Schule und Psychologie **4**, 70 (1957)
7. Grünewald, G.: Die Schreibdruckkurve. Z. Menschenk. **21**, 687 (1959)
8. Grünewald, G.: Antrieb und Schreibmotorik. Sitzungsberichte Dt. Ges. Nord- und Westdeutscher Neurologen und Psychiater, Kongreß Kiel (1961). Zbl. ges. Neurol. Psychiat. **162**, 208 (1961)
9. Gurewitsch, M., Oseretzky, N.: Zur Methodik der Untersuchung der motorischen Funktionen. Mschr. Psychiatr. Neurol. **59**, 78—103 (1929)
10. Haase, H. J., Kautz-Gross, A.: Beitrag zur Psychomotorik endogener Depressionen. Arch. Psychiat. Nervenkr. **195**, 140—155 (1956)
11. Hassler, R., Mundinger, F., Umbach, W., Ganglberger, J.: Physiological observations in stereotaxic operation in extrapyramidal motor disturbances. Brain **83**, 337—350 (1960)
12. Hassler, R.: Wirkungen der Reizungen und Koagulationen in den Stammganglien bei stereotaktischen Hirnoperationen. Nervenarzt **32**, 97—109 (1961)
13. Hassler, R.: Motorische und sensible Effekte umschriebener Reizungen und Ausschaltungen im menschlichen Zwischenhirn. Dtsch. Z. Nervenheilk. **183**, 148—171 (1961)
14. Hassler, R., Dieckmann, G.: Die stereotaktische Behandlung des Torticollis aufgrund tierexperimenteller Erfahrung über die richtungsbestimmten Bewegungen. Nervenarzt **41**, 473—487 (1970)
15. Herzmann, C. E.: Untersuchungen über distal-feinmotorische Regulationen bei Schizophrenen. Med. Diss., Düsseldorf 1961
16. Hoffmann, H.: Stabilität und Faktorenstruktur einiger konventioneller Kriterien des Schreibdrucks. Psychol. Beitr. **6**, 32—50 (1961)
17. Kluge, E., Steinwachs, Fr.: Schreibmotorische Veränderungen in Hypnose. Arch. Psychiat. Nervenkr. **187**, 537—546 (1952)
18. Kraepelin, E.: Allgemeine Psychiatrie. Leipzig: J. A. Barth 1899
19. Kretschmer, E.: Körperbau und Charakter, 25. Aufl. Hrsg. von W. Kretschmer. Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1967
20. Kretschmer, E.: Medizinische Psychologie, 12. Aufl. Stuttgart: G. Thieme 1963

21. Martius, G., Steinwachs, Fr., Jung, J.: Untersuchungen über distal-motorische Bewegungsabläufe in der Schwangerschaft. *Z. menschl. Vererb. Konstit.-Lehre* **34**, 533—554 (1958)
22. Mundinger, F., Riechert, T.: Die stereotaktischen Hirnoperationen zur Behandlung extrapyramidalen Bewegungsstörungen (Parkinsonismus und Hyperkinesen und ihre Resultate). *Fortschr. Z. Neurol. Psychiat.* **31**, 2—120 (1963)
23. Nesswetha, W.: Elektrodermotogramm und vegetatives Nervensystem. *Klin. Wschr.* **23/24**, 541 (1953)
24. Panse, F.: Der Wert klinisch-psychologischer Untersuchungen der Feinmotorik für Psychiatrie und Allgemeinmedizin. *Münch. med. Wschr.* **50**, 2485—2490 (1960)
25. Philippen, N., Thorwirth, V.: Quantitative Untersuchungen über den Einfluß eines Thymolepticums auf die Antriebshemmung endogener Depressionen. *Arch. Psychiat. Nervenkr.* **214**, 150—164 (1971)
26. Seifert, R.: Untersuchungen zur Korrelation psychischer Symptome mit den Wirkungen einer Belastung durch Sauerstoffmangel. *Z. exp. angew. Psychol.* **8**, 155—210 (1961)
27. Schneider, H.: Die Bedeutung des distalen mikromotorischen Tonus für die klinische Zuordnung und Verlaufsbeobachtung psychischer Phänomene. *Biomed. Technik* **20**, Ergänzungsband, 125—126 (1975)
28. Schneider, H.: Psychophysische Veränderungen als objektive Kriterien zur Beurteilung von Medikamenten- und Rauschmitteleinfluß und zur Verlaufsbeobachtung beim Entzug. Vortrag Wiss.-prakt. Fachkonferenz der DHS, München 12. 5. 1975 (im Druck)
29. Schneider, H.: Zur Erweiterung der diagnostischen Möglichkeiten bei bedeckten Schädelhirntraumen. *Med. Sachverständige* 1975 (im Druck)
30. Schneider, H.: Psychomotorische Veränderungen bei Zwangskranken unter experimenteller Belastung (In Vorbereitung)
31. Steinwachs, F.: Die verfeinerte mechanische Schreibwaage. *Arch. Psychiat. Nervenkr.* **187**, 521—536 (1952)
32. Steinwachs, F.: Körperlich-seelische Wechselbeziehungen in der Reifezeit. Basel-New York: S. Karger 1962
33. Steinwachs, F.: Mikromotorische Tonusregulierung und ihre diagnostischen Möglichkeiten. 6th Internat. Congr. of Electroencephalography and clinical Neurophysiology. Wien, September 1965
34. Steinwachs, F.: Mikromotorische Tonusregistrierung und ihre diagnostischen Möglichkeiten. *Jahrbuch 1969 des Landesamtes für Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen*, pp. 679—724. Köln-Opladen: Westdeutscher Verlag 1969
35. Steinwachs, F.: Geschlechtsspezifische Unterschiede bei reinen Konstitutionstypen. 5. Kongr. d. Ges. f. Konstitut.-Forschung, Tübingen 1957
36. Steinwachs, F., Barmeyer, H.: Die Beziehung der Feinmotorik zu den puberalen Alters- und Reifungsgraden. *Z. menschl. Vererb. u. Konstit.-Lehre* **31**, 174—192 (1952)
37. Steinwachs, F., Teufel, J.: Schreibmotorik und Schreibmaterial bei Grundschulkindern. Göttingen: Horigrefe 1954
38. Tripp, C. A., Fluckinger, F. A., Weinberg, G. H.: Measurement of handwriting variables. *Precept. mot. skills* **7**, 279—294 (1957)
39. Umbach, W.: Elektrophysiologische und vegetative Phänomene bei stereotaktischen Hirnoperationen. Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1966
40. Weigelt, H. D.: Über die Erweiterung der EEG-Diagnostik durch mikromotorische Tonusregistrierung. Vortrag Jahrestagung d. dt. EEG-Ges., Münster 13. 6. 1968

Dr. med. Holger Schneider
Universitäts-Nervenklinik
D-6650 Homburg/Saar
Bundesrepublik Deutschland