

# EEG-EMG

Zeitschrift für  
Elektroenzephalographie  
Elektromyographie  
und verwandte Gebiete

4° Med. 6290  
/9

Herausgeber:

Caspers, Münster  
Hess, Zürich  
Kugler, München  
Petsche, Wien  
Struppler, München

Schriftleiter:

Kubicki, Berlin

Beirat:

Barolin, Rankweil/Vlbg.  
Bente, Berlin  
Doose, Kiel  
Dumermuth, Zürich  
Gänshirt, Heidelberg  
Haider, Wien  
Hopf, Mainz  
Kazner, München  
Künkel, Hannover  
Lücking, München  
Niedermeyer, Baltimore  
Penin, Bonn  
Prechtel, Groningen  
Scheffner, Heidelberg  
Scherzer, Wien  
Speckmann, Münster  
Stumpf, Wien

Band 9/1978

137 Abbildungen  
in 188 Einzeldarstellungen  
und 57 Tabellen



1978  
Georg Thieme Verlag  
Stuttgart



Gt 78/898

Geschützte Warennamen (Warenzeichen) werden *nicht* besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, daß es sich um einen freien Warennamen handelt.

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© Georg Thieme Verlag, Stuttgart, Herdweg 63, 1978 — Printed in Germany — Druck: Georg Riederer, Stuttgart, Weimarstraße 11.

## INHALTSVERZEICHNIS

Heft 1 (März 1978) = Seite 1–60  
 Heft 2 (Juni 1978) = Seite 61–132

Heft 3 (September 1978) = Seite 133–188  
 Heft 4 (Dezember 1978) = Seite 189–238

- Itil, T.M.*: Qualitative und quantitative EEG-Befunde bei Schizophrenen . . . . . 1
- Holsheimer, J., B. Kemp*: Der Einfluß von unkorrelierten Rauschquellen in parallelen Signalverarbeitungsketten auf die Kohärenzfunktion . . 14
- Pfurtscheller, G., A. Aranibar*: Änderungen in der spontanen EEG-Aktivität vor Willkürbewegungen. Neue Wege bei der Untersuchung der zentralen  $\mu$ -Aktivität . . . . . 18
- Gehlen, W., H. Stefan*: EMG-Befunde bei der Glykogenspeicherkrankheit Typ II (Morbus Pompe, Saure-Maltase-Mangel-Syndrom) . . . . . 24
- Krause, K.-H., H. Schmidt-Gayk*: Beziehungen zwischen elektromyographischen, klinisch-chemischen und klinischen Befunden bei der latenten Tetanie . . . . . 30
- Deisenhammer, E., D. Klingler*: Das Schlafentzugs-EEG bei Kranken mit gesicherter und fraglicher Epilepsie sowie bei Kranken ohne epileptische Anfälle . . . . . 38
- Dieterich, E., P. Gutjahr*: Photosensibilität bei Kindern mit malignen Tumoren . . . . . 43
- Meyer, J.G., M. Hofmann, E. Weber*: Blockade und Aktivierung fokaler EEG-Aktivitäten durch Augenöffnen und Augenschluß . . . . . 46
- Girke, W., H.-P. Löwe, Ch. Xenakis*: „Parkinson-EEG“ und zerebrale Hypoxie . . . . . 53
- Buchbesprechungen . . . . . 59
- Kongreßkalender . . . . . 60
- Bente, D., P. Chenchanna, W. Scheuler, P. Sponagel*: Psychophysiologische Studien zum Verhalten der hirnelektrischen Wachaktivität bei definierter Vigilanzbeanspruchung. 3. Mitteilung: Zur Erfassung pharmakogener Effekte auf die hirnelektrische Aktivität beim Fahrverhalten und die Optimierung des Systems Fahrer – Fahrzeug – Straße . . . . . 61
- Egli, M., R. Hess, G. Kuritzkes*: Die Bedeutung der „rhythmic mid-temporal discharges“ . . . . . 74
- Lagèstein, I.*: Das zentrenzephal myoklonisch-astatische Petit mal. Eine klinische und elektroenzephalographische Verlaufsuntersuchung an 52 Patienten . . . . . 86
- Meier-Koll, A., U. Hall, U. Hellwig, G. Kott, V. Meier-Koll*: Biologische Rhythmen als Zeitstrukturen der postnatalen Entwicklung. Verhaltensbeobachtungen und polygraphische Studien an einem gesunden Neugeborenen . . . . . 97
- Meier-Koll, A., B. Kofler, Th. Fels*: Ultradiane Periodik von EMG und EEG eines spastischen Kindes . . . . . 107
- Zschocke, St., R.W.C. Janzen*: Zentralisiertes System zur EEG-Diagnostik und -Überwachung in einer neurologischen Intensivstation . . . . . 113
- Rumpl, E., F. Gerstenbrand, J.M. Hackl*: Reversibles Burst-suppression-Muster bei einer endogenexogenen toxischen Enzephalopathie . . 120
- Thiele, B., A. Böhle*: Anzahl der Spike-Komponenten im Motor-Unit-Potential . . . . . 125
- Buchbesprechungen . . . . . 131
- Kongreßkalender . . . . . 132
- Jenner, F.A.*: Lord Adrian . . . . . 133
- Kobal, G., K.H. Plattig*: Methodische Anmerkungen zur Gewinnung olfaktorischer EEG-Antworten des wachen Menschen (objektive Olfaktometrie) . . . . . 135
- Hermann, W.M., K. Fichte, St. Kubicki*: Mathematische Rationale für die klinischen EEG-Frequenzbänder. 1. Faktorenanalyse mit EEG-Powerspektralschätzungen zur Definition von Frequenzbändern . . . . . 146
- Coccagna, G., E. Lugaresi*: Anxietas tiliarum und nächtliche Myokloni . . . . . 155
- Rosenberger, K., G. Mousavi*: Antidrome sensible Leitgeschwindigkeiten des N. medianus im Karpaltunnel . . . . . 161
- Assmus, H.*: Das somato-sensorische evozierte kortikale Potential (SSEP) im Verlauf der sensiblen Regeneration nach Nervennähten . . . 167
- Risos, A.*: EMG-Befunde und Nervenleitgeschwindigkeit bei Herpes Zoster . . . . . 172
- Hacke, W.*: Die audiovisuelle Aufzeichnung elektromyographischer Untersuchungen . . . . . 179
- Wessely, P., Th. Reisner, K. Zeiler*: Vergleichende elektroenzephalographische und computertomographische Befunde bei posttraumatischer Epilepsie . . . . . 182
- Kongreßkalender . . . . . 187
- Friedrich-Panse-Preis . . . . . 188
- Franz, A., B. Conrad*: Zum Problem der Früherkennung diskreter Funktionsstörungen peripherer Nerven. Vergleichende Untersuchungen von F-Wellen-Latenz und konventioneller motorischer Nervenleitgeschwindigkeit bei Gesunden und Diabetikern . . . . . 189

|  |     |  |          |
|--|-----|--|----------|
| <i>Herrmann, W.M., K. Fichte, St. Kubicki</i> : Mathematische Rationale für die klinischen EEG-Frequenzbänder. 2. Stabilität der Faktorenstruktur bei zwei Länderstichproben und Meßwiederholungen unter Plazebo . . . . . | 200 | <i>Pfurtscheller, G., H. Metzler, I. Szirmai, A. Aranibar, B. Pfurtscheller</i> : Reaktionen in der Hirnaktivität bei Erhöhung der Kohlendioxidkonzentration in der Atemluft . . . . . | 222      |
| <i>Scheuler, W., G. Ulrich</i> : Ton- und wort-evozierte Potentiale bei auditiver Agnosie und der Einfluß einer Fazilitierung der gnostischen Leistung . .   | 206 | <i>Ehlers, W., J. Kugler</i> : Leistungsspektren des EEG bei Hypnose und Suggestion in der Vorreizperiode . . . . .  | 229      |
| <i>Faust, U., H. Heintel, R. Hoek</i> : Altersabhängigkeit der P <sub>2</sub> -Latenzzeiten schachbrettmusterevozierter Potentiale . . . . .   | 219 | Sitzungsberichte . . . . .   | 234, 236 |
|  |     | Kongreßkalender . . . . .  | 238      |

## Namensverzeichnis

- A**  
 Aranibar, A. 18, 222  
 Assmus, H. 167
- B**  
 Bente, D. 61  
 Böhle, A. 125  
 Brazier, M.A. 131  
 Brix, R. 235, 236
- C**  
 Chenchanna, P. 61  
 Coccagna, G. 155  
 Coceani, F. 131  
 Conrad, B. 189
- D**  
 Deisenhammer, E. 38, 236, 237  
 Dieterich, E. 43
- E**  
 Egli, M. 74  
 Ehlers, W. 229
- F**  
 Faust, U. 219  
 Fels, Th. 107  
 Fichte, K. 146, 200  
 Fitzal, S. 236  
 Franz, A. 189
- G**  
 Gattringer, B. 237  
 Gehlen, W. 24  
 Gerstenbrand, F. 120, 236  
 Girke, W. 53  
 Gutjahr, P. 43
- H**  
 Hacke, W. 179  
 Hackl, J.M. 120  
 Hall, U. 97  
 Harbecke, C. 236  
 Hebenstreit, G. 235  
 Heintel, H. 219  
 Hellwig, U. 97  
 Hengl, W. 236  
 Herles, H.J. 234  
 Herrmann, W.M. 146, 200
- Hess, R. 74  
 Hoek, R. 219  
 Hofmann, M. 46  
 Holsheimer, J. 14
- I**  
 Itil, T.M. 1
- J**  
 Janzen, R.W.C. 113  
 Jenner, F.A. 133
- K**  
 Kellaway, P. 59  
 Kemp, B. 14  
 Klepp, G. 234  
 Klingler, D. 38  
 Kirschbichler, T. 236  
 Kobal, G. 135  
 Körner, E. 236  
 Kofler, B. 107  
 Kott, G. 97  
 Krause, K.-H. 30  
 Kubicki, St. 146, 200  
 Kugler, J. 229  
 Kuritzkes, G. 74
- L**  
 Ladurner, G. 234, 236  
 Lagenstein, I. 86  
 Lechner, H. 234, 235, 236  
 Löwe, H.-P. 53  
 Lugaresi, E. 155
- M**  
 Mamoli, B. 234  
 Meier-Koll, A. 97, 107  
 Meier-Koll, V. 97  
 Metzler, H. 222  
 Meyer, J.G. 46  
 Mousavi, G. 161
- O**  
 Ott, E. 235, 236
- P**  
 Penry, J.K. 59  
 Petersen, I. 59  
 Petsche, H. 235
- Pfurtscheller, B. 222  
 Pfurtscheller, G. 18, 222, 234, 237  
 Plattig, K.H. 135  
 Pockberger, H. 235  
 Prohaska, O. 235
- R**  
 Rappelsberger, P. 235, 236  
 Reinhart, B. 236  
 Reisecker, F. 236  
 Reisner, Th. 182  
 Risos, A. 172  
 Rosenberger, K. 161  
 Rumpl, E. 120, 236
- S**  
 Scherzer, E. 234, 236  
 Scheuler, W. 61, 206  
 Schmidt, D. 131  
 Schmidt-Gayk, H. 30  
 Sponagel, P. 61  
 Stefan, H. 24  
 Stix, P. 234  
 Stolze, N. 234  
 Szirmai, I. 222
- T**  
 Thiele, B. 125
- U**  
 Ulrich, G. 206
- V**  
 Vollmer, R. 235
- W**  
 Weber, E. 46  
 Wessely, P. 182, 234  
 Wolf, P. 59
- X**  
 Xenakis, Ch. 53
- Z**  
 Zeiler, K. 182  
 Zschocke, St. 113

## Sachverzeichnis

**A**

- Agnosie, auditive 206
- Analyse, Amplitudenintegrations-
  - automatische, Fahrverhalten 61
  - biplot-cluster 46
  - Faktoren- 146, 200
  - Hypnose 229
  - Intervall- 5
  - Kohärenzfunktion 14
  - Leistungsspektren 1, 229
- Anxietas tiliarum 155
- apallisches Syndrom 234

**B**

- Bereitschaftspotential 222, 235
  - Akupunktur 236
- Biorhythmik, Neugeborene 97
  - ultradiane 105

**C**

- Computertomographie, Epilepsie 182
- Contingent negativ variation, siehe Bereitschaftspotential

**D**

- Depression, Schlafableitung 235

**E**

- EEG, Desynchronisation, ereignisbezogene 18, 222, 237
  - Feldpotentiale 14
  - Frequenzbänder 146, 200
  - Gleichspannungspotential 235
  - intrakortikale Ableitung 235
  - Lokalisation 236
  - Pharmakoeffekt 61
  - Psychomotor Variant 74
  - Rauschquellen 14
  - Rhythmic Mid-temporal Discharges 74
- EMG, antidrome sensible LG 161
  - audiovisuelle Aufzeichnung 179
  - Biorhythmik 107
  - diabetische Neuropathie 189
  - F-Wellen-Latenz 189
  - Glykogenspeicherkrankheit 204
  - Herpes zoster 127
  - Hyperventilation 30
  - Karpaltunnelsyndrom 161
  - latente Tetanie 30
  - motorische LG 189
  - Muskelaktionspotential 125
  - Nervennähte 167
  - pseudomyotone Entladungen 24
  - spinale Muskelatrophie 234
- Epilepsie, Computertomographie 182
  - intrakortikale Ableitung 235
  - Lennox-Syndrom 86
  - myoklonisch-astatisches Petil mal 86
  - Myoklonus- 236
  - posttraumatische 182
  - Psychosen 236
  - Schlaf 38
- evoziertere Potentiale, Akupunktur 236
  - auditive 206
  - multiple Sklerose 236
  - Muster- 219, 236

- Olfaktometrie 135
- sensorische 235
- somato-sensorische 167
- ton- u. wort- 206

**H**

- Hypnose 229

**I**

- Intensivpflege, neurologische 113
- Intoxikation, endogen-exogene 120

**K**

- Kinder, Biorhythmik 97, 107
  - Neugeborene 97
  - Photosensibilität 43
  - postnatale Entwicklung 97
  - psychotische 6
  - spastisches Syndrom 107
  - Tumoren 43
- Koma 234

**M**

- $\mu$ -Aktivität 18
- multiple Sklerose 236
- Myokoloni, nächtliche 155

**P**

- Parkinson 53
- pCO<sub>2</sub>, Hirnaktivität 222
- Pharmaka, Clonazepam 236
  - Diazepam 120, 236
  - Haluzinogene 8
  - Neuroleptika 8
  - Phenobarbital 236
- Provokation, Hyperventilation, EMG 30
  - intermittierende Lichtreizung 43
  - Olfaktometrie 135
  - visuelle 46
- Psychophysiologie, Fahrverhalten 61

**R**

- Restless Leg-Syndrome 155

**S**

- Sauerstoff, hyperbarer 234
- Schädelhirntrauma 236
- Schizophrenie 1
- Schlaf, endogene Depression 235
  - Entzug 38
  - Epilepsie 38
  - Ganznachteableitung 155
  - Restless Leg-Syndrome 155
  - Rhythmic-Mid-temporal Discharges 77
- Suggestion 229

**T**

- Tumoren, Kinder 43
  - Photosensibilität 43
  - postoperativ 237

**V**

- Vigilanz, definierte 61

## Beziehungen zwischen elektromyographischen, klinisch-chemischen und klinischen Befunden bei der latenten Tetanie

K.-H. Krause, H. Schmidt-Gayk

Neurologische Klinik der Universität München und Medizinische Universitätsklinik Heidelberg

### Correlations between electromyographic, chemical and clinical findings in latent tetany

52 adults without tetanic fits in their anamnesis were tested by a provocation with ischemia of one arm for 10 minutes and hyperventilation during the last 5 minutes of ischemia. The effect in EMG was studied with needle electrodes, inserted into the first dorsal interosseous muscles of both hands. 10 persons already under hyperventilation reacted with repetitive discharges in the not ischemic arm (group 1), 24 showed no repetitive discharges lasting over two minutes; 10 of the 18 persons, who had typical repetitive discharges only in the postischemic period on the corresponding side (group 2), also reacted positively in the test described in 1958 by *Alajouanine* et al (group 2a), the remaining 8 reacted negatively in this test (group 2b). In the case of a positive reaction under hyperventilation first doublets appeared, subsequently followed by repetitive discharges consisting of more elements; the characteristics of the postischemic spontaneous activity were inverted. There was a good correlation between the results in EMG-Test and anamnestic and clinical signs of a disposition to tetanic disorders (Table 1). In the patients with positive reaction serum potassium and calcium before test were lower, parathormone and 25-hydroxycalciferol were higher than in the persons with negative test (Table 2). Generally resulted under hyperventilation an increase of serum calcium and a decrease of anorganic phosphate and calcium-phosphate-product (Fig. 4). While serum potassium rose in group 1 and 2, it dropped in group 3; parathormone levels decreased in group 1 and 2, and increased in group 3 (Fig. 4). On the basis of the found correlations between clinical, chemical and electromyographic dates the test used by us seems to be a sensitive instrument for detecting a disposition to tetanic disorders.

**Key words:** EMG – Latent tetany – Repetitive discharges – Serum 25-hydroxycalciferol – Parathormone – Hyperventilation

Die Bedeutung elektromyographischer Untersuchungsmethoden für die Diagnostik latenter Tetanien ist umstritten. Nach der ersten elektromyographischen Ableitung repetitiver Doppelentladungen 1943 durch *Turpin* u. Mitarb. (23) bei einem Probanden während viertelstündiger Hyperventilation beschäftigten sich in der Folge vor allem französische sowie skandinavische Autoren mit diesem Phänomen (2, 10, 11, 14, 15, 17, 18, 19, 22). *Alajouanine* u. Mitarb. faßten ihre Ergebnisse 1958 in einer Monographie über das tetanische Syndrom zusammen (1). Als spezifisches diagnostisches Verfahren zur Aufdeckung einer Tetanie wurde hierin die Provokation von repetitiven Mehrfachentladungen im M.interosseus dorsalis 1 angesehen. Zunächst wurde eine zehnmündige arterielle Ischämie im betreffenden Arm erzeugt, nach einer anschließenden

### Zusammenfassung

52 erwachsene Probanden ohne tetanische Anfälle wurden einem Provokationstest mit zehnmündiger arterieller Ischämie eines Armes, sowie Hyperventilation während der letzten 5 Minuten der Ischämie unterzogen. Der Effekt im EMG wurde mit beidseits in den M.interosseus dorsalis 1 eingeführten Nadelelektroden überprüft.

Zehn Probanden reagierten bereits unter Hyperventilation im nicht gestauten Arm mit repetitiven Mehrfachentladungen (Gruppe 1), 24 zeigten keine über 2 Minuten anhaltenden Mehrfachentladungen (Gruppe 3); von den 18 Probanden, die nur in der postischämischen Phase auf der betreffenden Seite typische repetitive Mehrfachentladungen aufwiesen (Gruppe 2), reagierten 10 auch im 1958 von *Alajouanine* und Mitarb. angegebenen Test positiv (Gruppe 2a), die restlichen 8 negativ (Gruppe 2b). Bei bereits unter Hyperventilation positiver Reaktion traten zunächst überwiegend Doubletten, erst später zunehmend aus mehr Elementen bestehende repetitive Mehrfachentladungen auf, bei der postischämischen Spontanaktivität war das entsprechende Verhalten umgekehrt. Der Ausfall des Testes korrelierte gut mit anamnestic und klinischen Hinweisen auf eine Neigung zu tetanischen Reaktionen.

Bei den pathologisch reagierenden Probanden lagen vor Testbeginn die Kalium- und Kalzium-Werte im Serum niedriger, die Parathormon- und 25-Hydroxycalciferol-Werte höher als bei den Probanden mit negativem Testausfall. Unter Hyperventilation kam es generell zu einem Kalzium-Anstieg sowie einem Absinken des anorganischen Phosphates und des Kalzium-Phosphat-Produktes. Während das Kalium in Gruppe 1 und 2 anstieg, sank es in Gruppe 3; der Parathormonspiegel erniedrigte sich in Gruppe 1 und 2 und erhöhte sich in Gruppe 3. Aufgrund der gefundenen Beziehungen zwischen klinischen, klinisch-chemischen und elektromyographischen Daten erscheint das von uns angewendete Testverfahren als empfindliches diagnostisches Mittel zur Aufdeckung einer Tetanieneigung brauchbar.

zehnmündigen postischämischen Phase hyperventilierte der Proband 5 Minuten lang. Als beweisend für das Vorliegen einer Tetanie galt das Auftreten repetitiver Mehrfachentladungen über mindestens 1–2 Minuten entweder in der postischämischen Phase oder während der Hyperventilation. *Struppler* bestätigte 1964 in einer Zusammenfassung seiner Untersuchungsergebnisse über das Tetanie-Syndrom den hohen diagnostischen Wert der durch Ischämie oder Hyperventilation provozierten repetitiven Spontanentladungen, deren Nachweis er ebenfalls als sicheres Kriterium einer Tetanie ansah (21). In jüngster Zeit fand *Lorenzoni* (12) gute Korrelationen zur klinischen Symptomatik, jedoch keine Korrelation zum Kalzium- und Kaliumgehalt im Serum bei Anwendung eines Testes mit dreieinhalbminütiger Hyperventilation und dreiminütiger gleichzei-

tiger Ischämie unter Ableitung aus der Handmuskulatur. Allerdings reagierte bei seiner Untersuchung von 683 auf das Vorliegen einer Tetanie verdächtigen Patienten nur ein Drittel positiv; latente Tetanien wurden also offenbar nicht in voller Zahl erfaßt. Prinzipielle Zweifel an der Wertigkeit des Testes äußerten 1975 *Deecke* u. Mitarb. (4), die bei Provokation lediglich durch Hyperventilation bei 25 von 28 klinisch bisher unauffälligen Probanden im Mittel nach 110 Sekunden tetanische Potentiale nachwies. *Ludin* vertritt die Ansicht, daß die von den französischen Autoren vorgeschlagene zehnmünütige Ischämie zu lang sei, da darunter gelegentlich auch bei Gesunden Mehrfachentladungen aufträten (13). Er empfiehlt daher eine Provokation durch Hyperventilation über drei Minuten sowie durch eine viermünütige Ischämie.

In der vorliegenden Untersuchung soll die Wertigkeit eines modifizierten Tetanietestes im Vergleich zu dem von *Alajouanine* u. Mitarb. empfohlenen überprüft werden; erstmals wurden dabei vor und nach Hyperventilation parallel zum elektromyographischen Test empfindliche Parameter des Kalziumhaushaltes wie Parathormon und 25-Hydroxycalciferol im Serum bestimmt und dann überprüft, ob sich zwischen den aufgrund des Ergebnisses im Tetanietest zu differenzierenden Gruppen Unterschiede auch hinsichtlich des Verhaltens der Serumwerte sichern lassen. Darüberhinaus wurden anamnestische Angaben, die für das Vorliegen einer latenten Tetanie sprechen könnten, sowie klinisch faßbare Zeichen einer neurovegetativen Übererregbarkeit zu den elektromyographischen Untersuchungsergebnissen in Beziehung gesetzt.

## Methodik

Wir untersuchten 52 erwachsene Probanden (26 männlich, 26 weiblich) mit einem Durchschnittsalter von  $42,6 \pm 13,1$  Jahren, die wegen des Verdachtes auf das Vorliegen einer lokalen neurogenen Schädigung (Fazialislähmung, L 5/S 1-Syndrom, Karpaltunnelsyndrom) im EMG-Labor vorgestellt wurden. Keiner der Probanden war früher durch tetanische Krampfzustände aufgefallen. Störungen im Bereich der Nn. ulnares beidseits und der von ihnen innervierten Muskulatur wurden durch eine vorhergehende klinische sowie elektromy- und elektronurographische Untersuchung ausgeschlossen.

Anamnestische Angaben zum möglichen Vorliegen einer latenten tetanischen Symptomatik sowie klinische Befunde einer gesteigerten neurovegetativen Erregbarkeit wurden in Anlehnung an *Rosselle* u. Mitarb. (17, 18) erhoben.

Mit konzentrischen Nadelelektroden (Disa 13L31) wurde simultan aus dem M. interosseus dorsalis 1 beidseits abgeleitet. Die Aufzeichnung der Aktionspotentiale erfolgte mit Hilfe eines 2-Kanal-Myographen (Disa 14A21). An einem Arm wurde mit Hilfe einer am Oberarm angelegten Blutdruckmanschette, deren Druck sich auf mindestens 40 mm Hg über systolisch belief, eine arterielle Ischämie für 10 Minuten erzeugt. Während der letzten 5 Minuten dieser Ischämie hatte der Proband zu hyperventilieren. Der Test galt als positiv, wenn über mindestens 2 Minuten typische spontane repetitive Mehrfachentladungen auftraten. Bei den positiven Fällen wurden zwei Gruppen unterschieden: In Gruppe 1 wurden die Probanden aufgenommen, bei denen es bereits während der Hyperventila-

tion im M. interosseus dorsalis 1 auf der nicht gestauten Seite zu Mehrfachentladungen kam, in Gruppe 2 diejenigen, bei denen diese erst nach Beendigung der Ischämie im betreffenden Arm nachzuweisen waren. Die Probanden der Gruppe 2 wurden 30–60 Minuten nach Beendigung des Testes zusätzlich der von den französischen Autoren empfohlenen, oben dargelegten Provokationsmethode unter Stauung im vorher nicht ischämischen Arm unterzogen. Die Versuchspersonen mit negativem Ausfall bildeten die Gruppe 3.

Vor Beginn der Untersuchung wurde jedem Probanden venöses Blut aus einer Kubitalvene abgenommen; eine zweite Blutentnahme erfolgte bei Ende der Hyperventilation im nicht ischämischen Arm vor Lösen der Blutdruckmanschette. Es wurden also hiermit ausschließlich hyperventilationsbedingte Effekte erfaßt. Aus den Blutseren wurden bestimmt:

- 25-Hydroxycalciferol (25-OH-D) mit dem kompetitiven Proteinbindungstest nach *Edelstein* u. Mitarb. (6), (Norm: 50–300 nmol/l).
- Parathormon (PTH) im Radioimmunmassay nach *Arnaud* u. Mitarb. (3) mit dem Antiserum 211/32 von Burroughs-Wellcome (Norm: 10–100 pmol/l).
- Calcium, anorganisches Phosphat und Kalium mit dem Technicon Auto Analyzer SMA 12/60 (Normwerte: 4,25–5,25 mval/l für Ca, 2,5–4,5 mg P/100 ml für anorganisches Phosphat und 3,5–5 mval/l für Kalium).
- Magnesium mit dem Atomabsorptionsspektrometer der Fa. Perkin Elmer (Norm 1,34–1,82 mval/l); Magnesiumbestimmungen konnten nur bei einem Teil der Probanden durchgeführt werden.

Bei der statistischen Auswertung wurden Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen mit dem t-Test, Differenzen zwischen Ausgangswert und Wert nach Hyperventilation mit der t-Test-Paar-Analyse überprüft.

## Ergebnisse

Gruppe 1: 10 Probanden (5 männlich, 5 weiblich) wiesen bereits während der Hyperventilation repetitive Mehrfachentladungen nicht gestauten Arm auf. Diese traten 1–3 Minuten ( $1,8 \pm 0,54$ ) nach Beginn der Hyperventilation auf, hielten durchschnittlich  $7,4 \pm 4,78$  Minuten an. In den meisten Fällen erschienen zu Beginn Doubletten mit in den ersten beiden Minuten zunehmender, etwa ab der vierten Minute wieder abnehmender Entladungsfolge um 3–10/sec, selten schneller, zu Beginn und Ende auch in langsameren Folgen bis 0,5/sec. In allen Fällen kamen im weiteren Verlauf dann Tripletten hinzu, nur noch bei sechs Fällen Quadrupletten und lediglich in drei Fällen Multipletten. Die Amplituden lagen bei 25–700  $\mu\text{V}$ , meist um 200–500  $\mu\text{V}$ , die Schwankungsbreite der Amplituden beim gleichen Probanden war hoch (Abb. 1).

Bei allen Fällen dieser Gruppe kam es nach Beendigung der Ischämie im betreffenden Arm gleichfalls zu repetitiven Mehrfachentladungen mit ähnlichem Verhalten hinsichtlich der Entladungsfolgen und der Amplituden (Abb. 2). Die Mehrfachentladungen begannen 1–2,5 Minuten ( $1,45 \pm 0,69$ ) nach Lösen der Stauungsmanschette und dauerten durchschnittlich  $7,1 \pm 4,82$  Minuten. Anfangs überwogen deutlich Multipletten, Quadrupletten und Tripletten, erst später, in zwei Fällen auch gar nicht, kamen Doubletten hinzu.

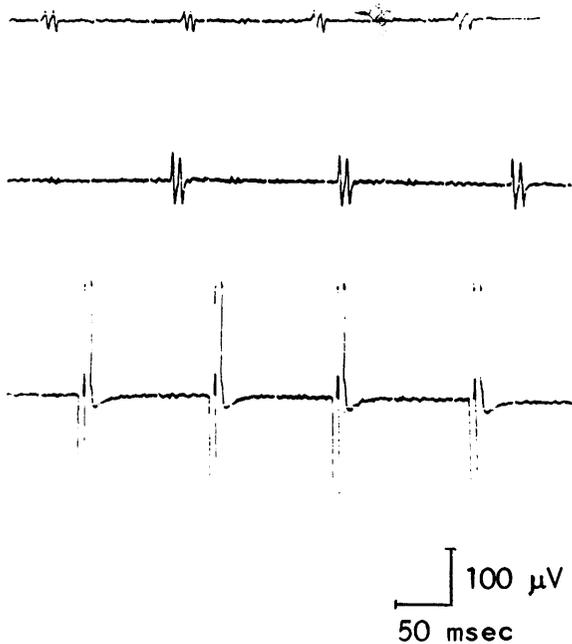


Abb. 1 Repetitive Doubletten mit unterschiedlichen Amplituden beim gleichen Probanden im M. interosseus dorsalis 1 während der postischämischen Phase

Gruppe 2: 18 Probanden (9 männlich, 9 weiblich) reagierten ausschließlich in der postischämischen Phase im entsprechenden M. interosseus dorsalis 1 mit repetitiven Mehrfachentladungen. Zehn davon zeigten im anschließend durchgeführten Test nach *Alajouanine* u. Mitarb. ebenfalls einen positiven (Gruppe 2a), 8 dagegen einen negativen Ausfall (Gruppe 2b). Der Zeitpunkt des Auftretens der repetitiven Mehrfachentladungen in Gruppe 2 ( $1,44 \pm 0,34$  Minuten nach Lösen der Manschette) entsprach dem der Gruppe 1 im ischämischen Arm. Bei den Probanden, die in beiden Tests positiv reagierten, lag der Beginn beim Test nach *Alajouanine* u. Mitarb. geringfügig später ( $1,65 \pm 0,41$  Minuten im Vergleich zu  $1,40 \pm 0,39$  Minuten). Wiederum begann in den meisten Fällen die Spontanaktivität in der postischämischen Phase mit Multipletten und setzte sich dann mit Quadrupletten und Tripletten und nur bei 11 der 18 Probanden der Gruppe 2 mit Doubletten fort. Das Verhalten in beiden Tests war dabei ganz ähnlich. Die Amplituden der repetitiven Mehrfachentladungen sowie ihre Entladungsfolgen entsprachen denen der Gruppe 1. Die Frequenzen der Entladungsfolge lagen beim gleichen Probanden für die aus mehreren Komponenten bestehenden Mehrfachentladungen (Quadrupletten, Multipletten) meist etwas niedriger als für die Doubletten und Tripletten. Ausnahmsweise konnten aber auch sehr rasche Entladungsfolgen bei Multipletten beobachtet werden (Abb. 3). Die Frequenz innerhalb der repetitiven Mehrfachentladungen lag zwischen 90 und 300/sec.

Gruppe 3: Negativ verlief der modifizierte Provokationstest bei den restlichen 24 Probanden (12 männlich, 12 weiblich), bei denen es allenfalls in der postischämischen Phase zu ganz sporadischen repetitiven

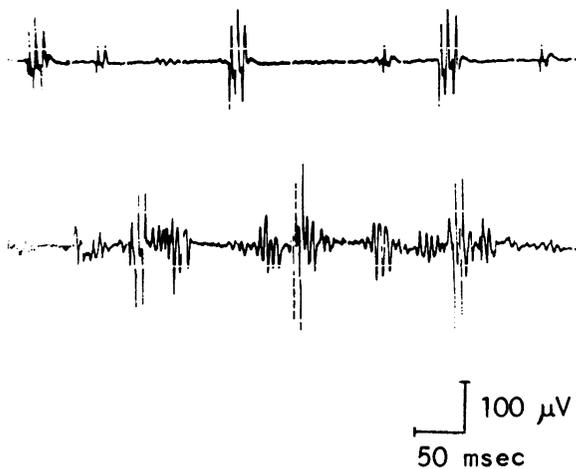


Abb. 2 Gleichzeitiges Auftreten repetitiver Mehrfachentladungen im M. interosseus dorsalis 1 re. nach Hyperventilation (Kanal 1, obere Zeile) und im M. interosseus dorsalis 1 li. während der postischämischen Phase (Kanal 2, untere Zeile)

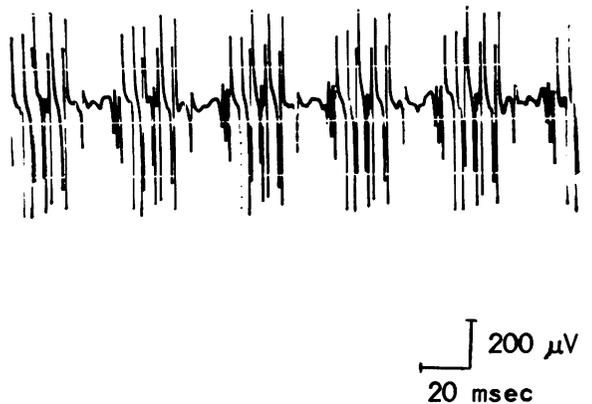


Abb. 3 Multipletten mit extrem schneller Entladungsfolge (25/sec) in der postischämischen Phase

Tab. 1 Anamnestische und klinische Daten, die auf das Vorliegen einer latenten Tetanie hinweisen (jeweils Zahl der Probanden pro Gruppe)

|                      |                                  | Gruppe 1<br>(n = 10) | Gruppe 2a<br>(n = 10) | Gruppe 2b<br>(n = 8) | Gruppe 3<br>(n = 24) |
|----------------------|----------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| Subjektive Störungen | thorakales Enge- und Druckgefühl | 1                    | 3                     | 3                    | 1                    |
|                      | Atemnot                          | 1                    | 4                     | 4                    | 2                    |
|                      | pektanginöse Beschwerden         | 3                    | 4                     | 2                    | 2                    |
|                      | Parästhesien an den Extremitäten | 2                    | 5                     | 0                    | 2                    |
|                      | periorale Parästhesien           | 1                    | 1                     | 0                    | 0                    |
|                      | vermehrtes Muskelspannungsgefühl | 2                    | 1                     | 0                    | 0                    |
|                      | Myalgien                         | 1                    | 1                     | 0                    | 0                    |
|                      | Kloßgefühl im Hals               | 2                    | 5                     | 3                    | 0                    |
|                      | generalisiertes Gliederzittern   | 2                    | 3                     | 3                    | 2                    |
|                      | Kopfschmerzen                    | 8                    | 6                     | 4                    | 10                   |
|                      | Schwindel                        | 5                    | 5                     | 5                    | 5                    |
|                      | morgendliche Müdigkeit           | 3                    | 2                     | 2                    | 5                    |
|                      | Schlaflosigkeit                  | 5                    | 2                     | 2                    | 2                    |
| Klinische Zeichen    | Chvostek                         | 2                    | 2                     | 0                    | 0                    |
|                      | Trousseau                        | 3                    | 1                     | 0                    | 0                    |
|                      | Lust                             | 1                    | 0                     | 0                    | 0                    |
|                      | Hyperhidrosis                    | 5                    | 6                     | 2                    | 3                    |
|                      | vermehrter Dermographismus       | 1                    | 0                     | 0                    | 0                    |

Mehrfachentladungen kam, deren Dauer 2 Minuten nicht überschritt. Bei der Erhebung der für das Vorliegen einer latenten Tetanie typischen anamnestischen Angaben wurden in Gruppe 1 von 130 maximal möglichen positiven Antworten 36 (27,7%), in Gruppe 2a von 130 42 (32,3%), in Gruppe 2b von 104 28 (26,9%) und in Gruppe 3 von 312 31 (9,9%) erreicht. Die Verteilung auf die einzelnen anamnestischen Angaben ist Tabelle 1 zu entnehmen. Beim klinischen Nachweis einer neurovegetativen Übererregbarkeit erreichten die Probanden der Gruppe 1 zwölf von maximal 50 möglichen positiven Befunden (24%), die der Gruppe 2a neun von 50 (18%), die der Gruppe 2b zwei von 40 (5%) und die der Gruppe 3 sechs von 120 (5%) (zur Aufteilung auf die einzelnen Symptome siehe Tab. 1).

#### Serumwerte

Die Durchschnittswerte im Serum für 25-OH-D, PTH, Kalium, Kalzium und anorganisches Phosphat sowie Kalzium-Phosphat-Produkt und Magnesium vor Beginn der Provokationstests sind für die einzelnen Gruppen

der Tabelle 2 zu entnehmen. Beim 25-OH-D lagen die Werte in Gruppe 1 deutlich höher als in Gruppe 3 ( $P < 0,1$ ); der Unterschied zwischen Gruppe 2 und 3 war weniger ausgeprägt ( $P < 0,2$ ). Beim PTH waren ebenfalls höhere Serumwerte in Gruppe 1 und 2 als in Gruppe 3 nachzuweisen ( $P < 0,1$ ). Eine Erniedrigung des Kalziumwertes unter 4,25 mval/l fand sich nur bei einem einzigen Probanden der Gruppe 3 (3,8 mval/l); ein weiterer Proband in Gruppe 1 wies einen Wert von 4,3 mval/l auf; alle anderen Kalziumwerte lagen bei 4,5 mval/l und darüber. Die Durchschnittswerte des Kalziums im Serum sanken von Gruppe 3 über Gruppe 2 zu Gruppe 1 kontinuierlich ab. Diese Unterschiede zwischen den Gruppen ließen sich jedoch nicht eindeutig statistisch sichern.

Signifikant war dagegen die Erniedrigung des Kaliumwertes in Gruppe 1 und 2 gegenüber Gruppe 3 ( $P < 0,025$ ); auch beim Vergleich der einzelnen Gruppen untereinander ließen sich entsprechende Unterschiede sichern (Gruppe 1–Gruppe 2:  $P < 0,05$ , Gruppe 1–3:  $P < 0,025$ , Gruppe 2–3:  $P < 0,1$ ).

Tab. 2 Serumwerte von 25-Hydroxycalciferol, Parathormon, Kalium, Kalzium, anorganischem Phosphat, Kalzium-Phosphat-Produkt und Magnesium in den einzelnen Gruppen vor Testbeginn

| Gruppe      | 25-OH-D (nmol/l) | PTH (pmol/l) | K (mval/l)  | Ca (mval/l) | anorg. P (mg%P) | Ca x P (mg%xmg%) | Mg (mval/l)          |
|-------------|------------------|--------------|-------------|-------------|-----------------|------------------|----------------------|
| 1 (n = 10)  | 179,2 ± 62,2     | 48,3 ± 39,1  | 3,85 ± 0,17 | 4,71 ± 0,24 | 3,68 ± 0,55     | 34,6 ± 5,4       | 1,48 ± 0,07 (n = 7)  |
| 2 (n = 18)  | 160,0 ± 90,0     | 51,6 ± 38,3  | 3,99 ± 0,22 | 4,76 ± 0,21 | 3,40 ± 0,60     | 32,2 ± 6,0       | 1,46 ± 0,09 (n = 13) |
| 2a (n = 10) | 170,7 ± 117,8    | 54,9 ± 36,0  | 4,00 ± 0,23 | 4,71 ± 0,20 | 3,57 ± 0,75     | 33,3 ± 7,5       | 1,48 ± 0,09 (n = 8)  |
| 2b (n = 8)  | 146,6 ± 38,5     | 47,4 ± 43,0  | 3,99 ± 0,22 | 4,81 ± 0,21 | 3,19 ± 0,26     | 30,8 ± 3,3       | 1,43 ± 0,10 (n = 5)  |
| 3 (n = 24)  | 136,1 ± 79,2     | 37,4 ± 43,0  | 4,16 ± 0,43 | 4,81 ± 0,24 | 3,72 ± 0,74     | 35,4 ± 7,9       | 1,44 ± 0,09 (n = 12) |

**Hyperventilation**

Die durch Hyperventilation bedingten Veränderungen der serologischen Parameter sind aus Abb. 4 zu ersehen. Während das 25-OH-D weitgehend konstant blieb, bestand beim PTH in Gruppe 1 und 2 ein signifikanter Abfall ( $P < 0,05$ ), während der durchschnittliche Serumwert in Gruppe 3 anstieg ( $P < 0,1$ ). Der mittlere Kalziumwert erhöhte sich unter Hyperventilation in allen Gruppen. Dieser Anstieg ließ sich für Gruppe 1 ( $P < 0,05$ ) und 3 ( $P < 0,005$ ), nicht dagegen für Grup-

pe 2 statistisch sichern. Beim Kalium stieg der Wert in Gruppe 1 ( $P < 0,1$ ) und Gruppe 2 ( $P < 0,025$ ) an, während in Gruppe 3 ein leichter Abfall zu verzeichnen war, der sich statistisch nicht sichern ließ. Das anorganische Phosphat fiel in Gruppe 1 und 3 deutlich ( $P$  jeweils  $< 0,05$ ), in Gruppe 2 nur sehr mäßig ab. Ähnlich war das Verhalten des Ca-P-Produktes, das in Gruppe 1 und 3 unter Hyperventilation hochsignifikant abfiel ( $P < 0,005$ ), während in Gruppe 2 die nur diskrete Erniedrigung statistisch nicht zu sichern war.

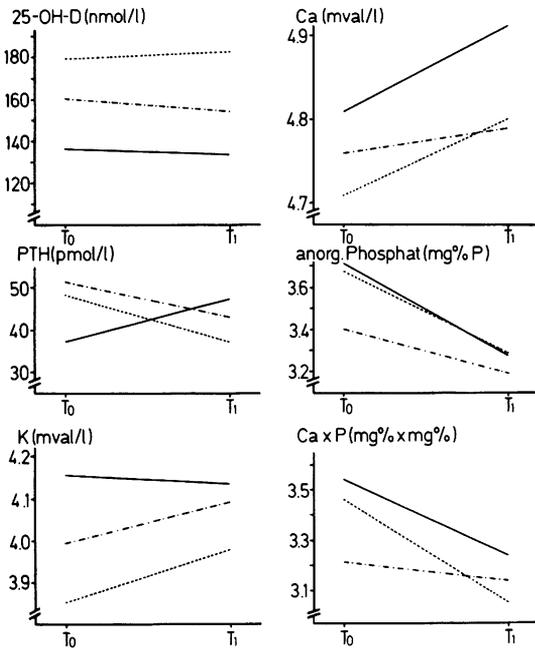


Abb. 4 Mittelwerte der Serumspiegel von 25-Hydroxycalciferol, Parathormon, Kalium, Calcium, anorganischem Phosphat und Calcium-Phosphat-Produkt unter Hyperventilation (T<sub>0</sub>: vor HV, T<sub>1</sub>: Ende der HV) in den einzelnen Gruppen (----- Gr. 1 (n = 10), ..... Gr. 2 (n = 18), ——— Gr. 3 (n = 24))

**Diskussion**

*Elektromyographischer Befund*

Sowohl hinsichtlich ihrer Frequenz als auch ihrer Entladungsfolge entsprechen die von uns gefundenen repetitiven Mehrfachentladungen weitgehend den in der Literatur beschriebenen. *Rosselle* und *de Doncker* (19, 20) geben Frequenzen von 125–250/sec, *Alajouanine* u. Mitarb. (1) von 85–250/sec an; wir fanden Frequenzen von 90–300/sec. Für die Entladungsfolge beschreiben *Alajouanine* u. Mitarb. (1) Extremwerte von 0,5 und 13/sec. In Übereinstimmung hiermit betrug bei unseren Probanden die Entladungsfolge der repetitiven Mehrfachentladungen meist 4–10/sec, nur selten fanden sich Werte bis zu 25/sec auf dem Höhepunkt der Spontanaktivität, gegen Ende nahm die Entladungsfolge auf Werte um 0,5/sec ab.

Die Feststellung von *Alajouanine* u. Mitarb., daß Multipletten meist in langsameren Abfolgen entladen als Doubletten oder Tripletten, fanden wir bestätigt. Bisher noch nicht mitgeteilt wurden unseres Wissens Unterschiede in Typ der anfänglich entstehenden repetitiven Mehrfachentladungen je nach Auslösemechanismus. Während in unserer Gruppe 1 unter Hyperventilation zunächst überwiegend Doubletten auftraten, zu denen im weiteren Verlauf aus mehreren Elementen bestehende repetitive spontane Entladungen, jedoch teilweise keine Multipletten hinzukamen, war das Verhalten bei der postischämischen Spontanaktivität in

Gruppe 1 und 2 in der Regel umgekehrt. Dies deutet also auch vom elektromyographischen Befund her darauf hin, daß die zugrundeliegenden Mechanismen unterschiedlich sind. Während bei den postischämisch positiv reagierenden Probanden nach den Untersuchungen von *Kugelberg* und *Cobb* (11) offenbar der lokalen Kompression des Nerven eine entscheidende Bedeutung zukommt, dürften bei den unter Hyperventilation positiv reagierenden Probanden zentralnervöse Prozesse, die sich möglicherweise auf die Vorderhörner und somit das periphere Motoneuron auswirken, eine besondere Rolle spielen. Diese Annahme könnte durch Befunde gestützt werden, wonach bei Patienten mit generalisierter Vorderhornkrankung im Sinne einer myatrophischen Lateralsklerose ebenfalls Doubletten beschrieben wurden (1); auch wir fanden bei einem Patienten mit myatrophischer Lateralsklerose ein entsprechendes Bild (Abb. 5). Daneben sind natürlich bei den unter Hyperventilation positiv reagierenden Probanden auch lokale Änderungen der Elektrolyte in den Muskelzellen bzw. den neuromuskulären Synapsen als mitauslösende Faktoren für die Spontanaktivität denkbar.

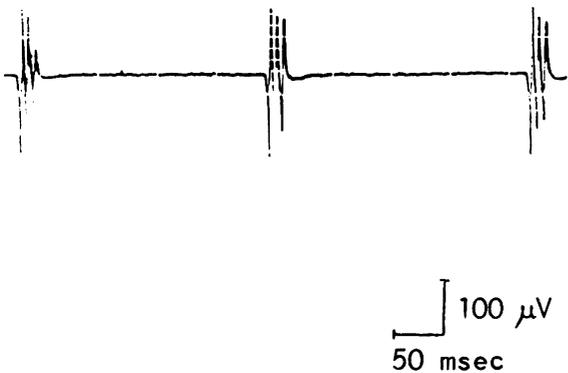


Abb. 5 Ohne Provokation auftretende repetitive Mehrfachentladungen (Tripletten) im M. interosus dorsalis 1 bei einem Patienten mit amyotrophischer Lateralsklerose

#### Elektromyogramm und klinische Daten

Die festgestellten Beziehungen zwischen Ausfall des Testes und Zahl der angegebenen Beschwerden sowie Symptomen einer neurovegetativen Übererregbarkeit weisen auf den diagnostischen Wert des angewendeten Verfahrens hin. Die Zahl positiver Angaben lag in der Gruppe mit negativem Testausfall weit unter denen der beiden positiven Gruppen. Ähnlich gute Übereinstimmung fanden *Rosselle* und *de Doncker* (19, 20). Die Tatsache, daß *Lorenzoni* (12) bei Tetanie-verdächtigen Probanden nur in einem Drittel positive Korrelationen fand, ist möglicherweise darauf zurückzuführen, daß seine Provokationsmethode nicht intensiv genug war, um wirklich alle Fälle mit latenter Tetanie aufzudecken. Überraschend erscheint in diesem Zusammen-

hang der Befund von *Deecke* u. Mitarb. (4), wonach es bei Normalpersonen in einem sehr hohen Prozentsatz bereits nach kurzer Hyperventilationsdauer zu repetitiven Mehrfachentladungen kam. Ähnliche Ergebnisse wurden unseres Wissens bisher noch nicht mitgeteilt und es wäre zu fragen, ob bei diesen Probanden wirklich alle Kriterien eines positiven Testausfalles, insbesondere hinsichtlich der Dauer der repetitiven Mehrfachentladungen, erfüllt waren.

#### Elektromyogramm und klinisch-chemische Parameter Kalzium

Die Ätiologie der latenten Tetanie ist nach übereinstimmender Ansicht multifaktoriell. Eine wesentliche Rolle scheint dabei dem Kalziumhaushalt zuzukommen. Die Autoren, die sich bisher in Reihenuntersuchungen mit den Tetanietests beschäftigt haben, fanden jedoch keine Erniedrigungen der Kalziumwerte der im Test positiven Probanden (19, 20). Bei unserer Untersuchung lagen in Gruppe 1 und 2 niedrigere durchschnittliche Kalzium-Werte vor als in Gruppe 3. Auch wenn sich die Differenzen statistisch nicht absichern ließen, so kann doch die Tendenz zu niedrigeren Werten bei den pathologisch reagierenden Probanden als Hinweis auf eine mögliche Dysregulation im Kalzium-Haushalt gedeutet werden. Der Anstieg des Kalziums unter Hyperventilation, wie wir ihn besonders ausgeprägt in den Gruppen 1 und 3 fanden, steht in Übereinstimmung mit Angaben der Literatur (5). Eine Deutung dieses Befundes steht bisher noch aus; *Deecke* u. Mitarb. regten zur weiteren Untersuchung dieser Frage eine parallele Bestimmung des anorganischen Serum-Phosphats an, bei dem bisher in einer Studie ein Abfall unter Hyperventilation gefunden worden war (7). Diesen Befund von *Ferlinz* u. Mitarb. fanden wir bestätigt. Parallel mit der Erniedrigung des anorganischen Phosphats ging ein Absinken des Kalzium-Phosphat-Produktes in allen drei Gruppen einher, am ausgeprägtesten in Gruppe 3. Die Werte des Kalzium-Phosphat-Produktes bei Hyperventilationsende lagen bei den im Test negativ reagierenden Probanden höher als bei den positiv reagierenden. Möglicherweise sinkt also bei den Probanden der Gruppe 1 und 2 das Kalzium-Phosphat-Produkt aufgrund einer Störung der entsprechenden Regulationsmechanismen bei Hyperventilation unter eine kritische Grenze, wodurch tetanische Phänomene ausgelöst werden könnten.

#### Kalium

Hinsichtlich der deutlichen Unterschiede zwischen den normal und pathologisch reagierenden Probanden bei den Ausgangsserumwerten des Kaliums sowie im Verhalten der Kaliumwerte unter Hyperventilation fanden wir keine entsprechenden Mitteilungen in der Literatur. Es wurde aber bereits von *Alajouanine* u. Mitarb. (1) der Hypokaliämie eine mögliche ätiologi-

sche Rolle bei der Tetanie eingeräumt; unsere Befunde stützen diese Vermutung.

### *Magnesium*

Dagegen fanden wir beim Magnesium, das allerdings nicht bei allen Probanden bestimmt werden konnte, weder bei den Ausgangswerten noch im Verhalten unter Hyperventilation sicher verwertbare Unterschiede. Während in der Literatur teilweise eine Hypomagnesiämie als der entscheidende pathogenetische Faktor bei der latenten Tetanie beschrieben wurde (9, 14, 15, 18, 19, 20), lagen die Werte bei unseren pathologisch reagierenden Probanden sogar höher als bei den übrigen Testpersonen.

### *Parathormon*

Differenzen zwischen im EMG-Test positiv bzw. negativ reagierenden Probanden ergaben sich beim Parathormon, das in den Gruppen 1 und 2 wesentlich höher lag als in Gruppe 3 und bei dem es in den beiden Gruppen mit pathologischem Ausfall zu einem Absinken, in Gruppe 3 dagegen zu einem Anstieg unter Hyperventilation kam. Diese Feststellung kann als weiteres Indiz dafür gelten, daß bei latenten Tetanien ein ätiologischer Faktor im Kalziumhaushalt zu suchen ist. Untersuchungen an größeren Patientenkollektiven erscheinen zur weiteren Klärung dieser Frage angezeigt. Daß die Ausgangswerte des Parathormons zwischen den positiv und negativ reagierenden Probanden voneinander abwichen, erscheint prinzipiell nicht überraschend, wenn man sich vergegenwärtigt, daß ja auch die Kalziumwerte unterschiedlich sind. Die von uns gefundenen Parathormonwerte sprechen außerdem eindeutig dafür, daß entgegen bisher von manchen Autoren (8) vertretenen Ansichten bei den latenten Tetanien ein Hypoparathyreoidismus kein wesentlicher ätiologischer Faktor ist. *Popov* (16) fand in Übereinstimmung hiermit, daß zwar das Vorliegen einer nichtoperierten Struma durchaus für eine latente Tetanie disponiert, eine Verstärkung dieser Disposition durch eine vorausgegangene Strumektomie konnte er aber nicht nachweisen; hieraus zog er den Schluß, daß eine Nebenschilddrüseninsuffizienz wohl keinen entscheidenden Einfluß auf das Vorliegen einer latenten Tetanie haben dürfte.

### *25-Hydroxycalciferol*

Interessant sind die Serumwerte des 25-Hydroxycalciferols. Auch hier fanden sich deutliche Beziehungen zum Ausfall des EMG-Testes. Diese Unterschiede können nicht ohne weiteres erklärt werden; möglicherweise bilden die Probanden der Gruppe 1 aus 25-OH-D zu wenig 1,25-(OH)<sub>2</sub>-D<sub>3</sub>, den biologisch hochaktiven Vitamin-D-Metaboliten. Daher könnte eine regulatorisch vermehrte Parathormonsekretion folgen, um den Serum-Kalziumwert nicht noch tiefer absinken zu lassen. Der 25-OH-D-Wert reagiert nicht kurzfristig auf

vorübergehende Veränderungen der Elektrolyte sowie des Parathormons in Folge äußerer Einflüsse, wie sein konstantes Verhalten unter der Hyperventilation anzeigt. Die Unterschiede der Serumwerte des 25-OH-D sind ein weiteres deutliches Argument dafür, daß mit dem angewendeten Testverfahren im EMG Unterschiede in der Ausgangslage des Kalziumstoffwechsels erfaßt werden. Da bei den Probanden mit positivem Testausfall der 25-OH-D-Wert höher war als bei den negativ reagierenden, kann ein gewöhnlicher Vitamin-D-Mangel ausgeschlossen werden. Ob eine zusätzliche Verabreichung von Vitamin D zu Kalzium-Präparaten sinnvoll ist, wie sie zur Vermeidung tetanischer Entgleisungen bei Probanden mit entsprechender Disposition empfohlen wurde (5), müßte noch aufgrund weiterer klinischer und elektromyographischer Befunde und durch Messung des 1,25-(OH)<sub>2</sub>-D geklärt werden.

### *Vergleich der verschiedenen Provokationsmethoden*

Unterschiede zwischen Gruppe 2a und b bestanden vor allem in der Zahl der klinisch faßbaren Symptome einer neurovegetativen Übererregbarkeit sowie im Fehlen eines niedrigeren Ausgangswertes des Kalziums in der Gruppe 2 b. Eine sehr ausgeprägte Differenz bestand auch beim anorganischen Phosphat bzw. dem Kalzium-Phosphat-Produkt. Beim 25-OH-D lagen die Werte in Gruppe 2a deutlich näher an denen der Gruppe 1, während die der Gruppe 2 b näher denen der Gruppe 3 lagen. Keine nennenswerten Unterschiede fanden sich jedoch hinsichtlich der anamnestischen Angaben, die für das Vorliegen einer latenten Tetanie sprechen, hinsichtlich der Erhöhung des Parathormons, sowie der Erniedrigung des Kaliumwertes. Insgesamt ergibt sich aus diesen Befunden, daß wir mit der von uns verwendeten Provokation im Vergleich zu dem von den französischen Autoren angegebenen Verfahren zusätzlich Probanden erfaßt haben, bei denen aufgrund anderer Parameter durchaus auf das Vorliegen einer latenten Tetanie geschlossen werden konnte. Die Seltenheit von Auffälligkeiten im klinischen Befund spricht aber dafür, daß in der Gruppe 2b nur eine sehr diskrete Tetanieneigung vorlag. Da das von uns angewendete Verfahren im Vergleich zum herkömmlichen Test den Vorteil einer wesentlich kürzeren Untersuchungsdauer besitzt, erscheint es als empfindliches diagnostisches Mittel zur Aufdeckung einer Tetaniereitschaft durchaus geeignet; zur weiteren Differenzierung hinsichtlich der Intensität dieser Neigung zu tetanischen Reaktionsweisen könnten bei den Probanden, die lediglich in der postischämischen Phase positiv reagierten, weiter modifizierte Tests mit kürzerer Provokation durch Ischämie bzw. Hyperventilation, wie sie von *Ludin* (13) und *Lorenzoni* (12) vorgeschlagen wurden, oder mit Provokation ausschließlich durch Ischämie, wie es ja im ersten Teil des von den französischen Autoren angegebenen Testes geschieht, angewendet werden.

## Literatur

- 1 *Alajouanine, T., F. Contamin, H.-P. Cathala*: Le syndrome tétanie. Baillière, Paris 1958
  - 2 *Alajouanine, T., F. Contamin, H.-P. Cathala, J. Scherrer*: Contribution électromyographique à une délimitation de la tétanie de l'adulte. Presse méd. 62 (1954) 339–342
  - 3 *Arnaud, C.D., H.S. Tsao, T. Littledike*: Radioimmunoassay of human parathyroid hormone in serum. J. Clin. Invest. 50 (1971) 21–34
  - 4 *Deecke, L., H. Schlehe, R. Ziegler*: Eignet sich der elektromyographische Tetanietest zur Diagnose der normokalzämischen Tetanie? Z. EEG-EMG 6 (1975) 211
  - 5 *Deecke, L., H. Matthys, R. Ziegler*: Elektromyographische Untersuchungen zur Wirkung oraler Calcium-Vitamin D-Gaben auf die normocalcaemische Tetanie. Nervenarzt 47 (1976) 130–132
  - 6 *Edelstein, S., M. Charman, D.E.M. Lawson, E. Kodicek*: Competitive proteinbinding assay for 25-hydroxy-cholecalciferol. Clin. Sci. Mol. Med. 46 (1974) 231–240
  - 7 *Ferlinz, R., G. Heymer, H.J. Stadler*: Elektrolytverschiebungen bei akuter respiratorischer Alkalose. Pneumonologie 144 (1971) 120–138
  - 8 *Klotz, H.P., S. Tomkiewicz, F. Weil, I.P. Massin, S. Witchitz*: L'insuffisance parathyroïdienne et la tétanie chronique constitutionnelle. L'Expérience, Paris (1962) 336–348
  - 9 *Kotowicz, J.*: Clinical and electromyographic study on latent tetany. Neuropat. Pol. 12 (1974) 153–157
  - 10 *Kugelberg, E.*: Activation of human nerves by hyperventilation and hypocalcemia. Arch. Neurol. Psychiat. (Chic.) 60 (1948) 153–164
  - 11 *Kugelberg, E., W. Cobb*: Repetitive discharges in human motor nerve fibres during the post-ischaemic state. J. Neurol. Neurosurg. Psychiat. 14 (1951) 88–94
  - 12 *Lorenzoni, E.*: Zur Standardisierung der elektromyographischen Untersuchung auf Tetanie. Z. EEG-EMG 6 (1975) 158
  - 13 *Ludin, H.-P.*: Praktische Elektromyographie. Enke, Stuttgart 1976
  - 14 *Poenaru, S.*: Le rapport: tétanie-thyréopathies. Données E.M.G.et. Ann. Endoc. (Paris) 35 (1974) 303–304
  - 15 *Poenaru, S., L. Stefanica-Motoc*: Etude électrophysiologique de la tétanie latente hypomagnésémique de l'enfant. Electromyography (Louvain) 9 (1969) 131–166
  - 16 *Popov, S.D.*: Clinico-electromyographic correlations in tetany. Vatr. Bol. (Sofiya) 11 (1972) 57–62
  - 17 *Rosselle, N.*: Electromyographie dans les maladies nerveuses et dans la cryptotétanie. Nauwelaerts, Louvain et Paris 1958
  - 18 *Rosselle, N.*: Le syndrome "tétanie hypomagnésémique". Résultats thérapeutiques complets d'une expérience électromyographique de 6 ans dans 500 cas. Rev. Franc. Etudes Clin. Biol. 7 (1962) 63–66
  - 19 *Rosselle, N., K. deDoncker*: La tétanie magnésiprivo chez l'homme. Etude biochimique et électromyographique. Path. Biol. 7 (1959) 1835–1847
  - 20 *Rosselle, N., K. deDoncker*: Cryptotétanie. Etude électromyographique de la déficience magnésique. Acta Clin. Belg. 14 (1959) 162–172
  - 21 *Struppler, A.*: Das Tetanie-Syndrom. Eine periphere oder zentrale Störung? Münch. Med. Wschr. 15 (1964) 702–707
  - 22 *Touraine, M.R.*: Troubles respiratoires fonctionnels et tétanie. Lyon Med. 218 (1967) 1605–1615
  - 23 *Turpin, R., J. Lefebvre, J. Lérique*: Modifications de l'E.M.G. élémentaire et troubles de la transmission neuromusculaire dans la tétanie. C.R. Acad. Sciences 25 (1943) 579–580
- 
- K.-H. Krause, H. Schmidt-Gayk*: Beziehungen zwischen elektromyographischen, klinisch-chemischen und klinischen Befunden bei der latenten Tetanie. Z. EEG-EMG 9 (1978) 30–37
- Anschriften:*  
 Dr. *K.-H. Krause*, Neurologische Univ.-Klinik, Voßstr. 2  
 6900 Heidelberg  
 Dr. *H. Schmidt-Gayk*, Medizinische Univ.-Klinik, Berghheimer  
 Str. 58, 6900 Heidelberg