

(Aus der Neurologischen Klinik der Universität Bukarest.)

Untersuchungen über die motorische Konstitution.
(Versuch einer Analyse mittels der chronaximetrischen Methode und der
Methode der bedingten Reflexe.)

Von

Prof. Dr. G. Marinesco und Dozent Dr. A. Kreindler.

Mit 4 Textabbildungen.

(Eingegangen am 8. November 1933.)

Es ist eine altbekannte Tatsache, daß sich nicht alle Menschen in gleicher Weise bewegen. Die einen sind geschickt, bewegen sich mit einer gewissen Grazie, sind flink, andere sind ungeschickt, plump, schwerfällig. Manche erlernen leicht verschiedene Handarbeiten und haben für bestimmte Handwerke eine ganz besondere Begabung, andere hingegen kommen nie dazu, wie fleißig sie sich auch betätigten, eine handwerkliche Tätigkeit richtig zu beherrschen. Manche sind auf sportlichem Gebiete geschickt, erfassen und vollführen sehr schnell und gut die verschiedenen sportlichen Leistungen, andere bleiben trotz intensiver Betätigung stets in ihrer Ausbildung zurück. In dieselbe Gruppe gehört auch die Tatsache, daß Menschen unter sich in ihrer Gangart verschieden sind, und daß man eine bekannte Person schon „an dem Gang“ erkennen kann. In diesem Sinne also kann man von einer motorischen Konstitution sprechen.

Das Problem der motorischen Konstitution besteht in erster Reihe darin, eine Klassifizierung der verschiedenen motorischen Typen vorzunehmen und in zweiter Reihe die Ursachen der individuellen Variationen und ihren anatomo-physiologischen Sitz zu erläutern. *De Lisi*¹ hat versucht sämtliche Faktoren herauszuschälen, die diese individuellen Variationen bestimmen könnten, und gelangt zum Schlusse, daß dies die Vererbung, die Familie, die Rasse, der Charakter, der Beruf, die somato-vegetative Konstitution, die Kost, das Alter und das Geschlecht sind. Er unterscheidet vier Arten von motorischen Typen: der starke, schnelle, geschickte und flinke Typus, der starke, langsame, ungeschickte und schwerfällige Typus, der schwache, schnelle, geschickte und flinke Typus und der langsame, schwache, ungeschickte Typus.

¹ *De Lisi*: Il problema della costituzione motoria. Arch. gen. di Neur. **12** (1931).

Eine physiologische Analyse der motorischen Konstitution, wie wir sie in der vorliegenden Arbeit unternehmen wollen, muß von der Tatsache ausgehen, daß unsere sog. willkürliche Motilität ein sehr komplizierter Prozeß ist, in welchem Zentren von sehr verschiedener physiologischer Wertigkeit sich betätigen. In erster Reihe ist unser motorischer Wille ein corticaler Prozeß. Die Psychomotrizität bedient sich aber einer großen Zahl von subcorticalen Automatismen, denn die Ausführung einer willkürlichen Handlung wird nicht bis in ihre kleinsten Einzelheiten vom motorischen Cortex ausgeführt, ist nicht fortwährend „bewußt“. Und schließlich ist auch der Muskel, das Erfolgsorgan, für die Verlaufsart der willkürlichen Motilität von Bedeutung. Aus der Art wie sich diese drei Systeme: motorische Zentren der Hirnrinde, subcorticale motorische Zentren (und darunter wären die extrapyramidalen Zentren und die motorischen Zentren des Rückenmarks zu zählen), Muskel untereinander gruppieren und beeinflussen, aus ihren individuellen Verschiedenheiten, muß der konstitutionelle motorische Typ gebildet sein.

Eine der Ursachen der individuellen Variationen der motorischen Konstitution ist die außerordentliche Variabilität der synaptischen Verbindungen der motorischen Zentren untereinander. Ein motorisches Zentrum kann anatomisch oder physiologisch auf verschiedene Art mit den übrigen Zentren in Verbindung treten. Insbesondere sind es die physiologischen Konnexionen, die eine große Variabilität aufweisen. Der nervöse Impuls kann auf verschiedene Wege gebahnt werden. Man kann annehmen, daß der nervöse Impuls z. B. von einem bestimmten motorischen Zentrum zu dem anderen auf verschiedene Wege gebahnt werden kann und daß in diesen verschiedenen Bahnungen die individuelle motorische Variation besteht.

Diese Variabilität der Konnexionen ist wahrscheinlich um so größer, einen je höheren funktionellen Wert diese Zentren haben. Sie wird in der Hirnrinde am größten sein, weniger bedeutend in den motorischen di- und mesencephalen Zentren und sehr klein in den motorischen Zentren des Rückenmarks. Folglich kommt der Hirnrinde die Hauptrolle, von diesen Gesichtspunkt aus, in der Bestimmung des individuellen motorischen Konstitutionstypus zu, denn dort soll ein Maximum der Variabilität der anatomo-physiologischen Konnexionen bestehen. Und in der Tat spielt die motorische Hirnrinde eine sehr bedeutende Rolle für unsere Gesten und unsere Mimik, die durch den Mechanismus des bedingten Reflexes fixiert werden. *Bechterew*¹ hat in seinen Arbeiten über diesen Prozeß ausführlich berichtet.

Der Mechanismus des bedingten Reflexes soll nun nach neueren Untersuchungen (*Froment*)² nicht nur für die corticale Motrizität von Bedeutung sein, sondern auch gewisse Haltungs- und Stellreflexe, die

¹ *Bechterew*: Allgemeine Reflexologie des Menschen. Wien: Franz. Deuticke 1926.

² *Froment et Spindler*: *Revue neur.* 1932, No 6.

bekanntlich ein mesencephales Reflexzentrum haben, sollen beim Menschen von einer corticalen Komponente vom Typus des bedingten Reflexes begleitet werden. Die Dynamik der motorischen Hirnrinde wird von den Gesetzen der bedingten Reflexe beherrscht, wie sie von *Pavlov*¹ entdeckt worden sind, und in ihrem verschiedenen Verhalten werden wir einen determinierenden Faktor der motorischen Konstitution suchen müssen.

Die Variabilität der Konnexionen im extrapyramidalen motorischen System werden vorzüglich von vegetativ-humoralen Faktoren bestimmt. Klinische und experimentelle Tatsachen haben uns dies bewiesen. In früheren Arbeiten haben wir gezeigt, daß die pallidale Starre von vegetativen Faktoren (vegetative Gifte, usw.) beeinflussbar ist und daß sie von einer bedeutenden Umstellung des vegetativen Systems dieser Kranken begleitet ist². Andererseits haben wir gezeigt, daß die Ent-hirnungsstarre durch vegetative Gifte verändert werden kann³.

Der Muskel selbst hat, wie die meisten Forscher es jetzt annehmen, eine vegetative Komponente in seiner Innervation. Die individuelle Variabilität im vegetativ-hormonalen System ist somit dadurch, daß sie die extrapyramidalen Zentren und den Muskel selbst beeinflusst, ein weiterer determinierender Faktor der motorischen Konstitution.

Untersuchungen über die motorische Konstitution müssen demnach an allen diesen verschiedenen Niveaus der Motrizität vorgenommen werden. Es muß die Variabilität der Psychomotrizität und ihr Mechanismus bestimmt werden, es müssen die subcorticalen automatische Motrizität und die Funktionsart des peripheren neuromuskulären Komplexes untersucht werden.

In der vorliegenden Arbeit haben wir versucht die motorische Konstitution mittels der chronaximetrischen Methode und der Methode der assoziativ-motorischen Reflexe *Bechterews* zu untersuchen und ihre Beziehungen zur allgemeinen somatischen Konstitution des Individuums zu bestimmen.

A. Chronaximetrische Ermüdungskurven.

Wir beginnen unser Studium mit der niedrigsten Stufe des motorischen Systems, mit dem Muskel. Wir haben mittels der chronaximetrischen Methode die Erregbarkeit des Muskels bei verschiedenen Individuen untersucht, und zwar bei Hyper- und Hypothyreosen, hypophysären Infantilismus usw., sowie bei Asthenikern und Pyknikern nach der *Kretschmerschen* Einteilung. An solchen Individuen haben wir zahlreiche

¹ *Pavlov*: Vorlesungen über die Arbeit der Großhirnhemisphären. Leningrad 1932.

² *Marinesco, Sager u. Kreindler*: Z. klin. Med. 1928.

³ *Marinesco, Sager u. Kreindler*: Pflügers Arch. 1930.

chronaximetrische Messungen vorgenommen, haben aber keine systematischen Resultate erhalten können, die uns hätten gestatten sollen eine Beziehung zwischen der Muskelerregbarkeit und dem konstitutionellen Typus aufzustellen. Wir kamen demnach auf den Gedanken, die Veränderungen der Erregbarkeit, die der Muskel bei diesen verschiedenen Individuen unter dem Einfluß der Ermüdung erleidet, zu verfolgen.

Den Einfluß der Ermüdung auf die Chronaxie des Muskels beim Menschen haben bisher *Altenburger* und *Guttmann*¹, *Bourguignon* und *Laugier*², *Marinesco*, *Sager* und *Kreindler*³, *Laugier* und *Néoussikine*⁴, *Altenburger* und *Kroll*⁵ untersucht. Manche dieser Autoren haben die Ermüdung nach willkürlicher Kontraktion des Muskels untersucht. Wir waren unter den ersten, die den faradischen Strom zur Erzeugung der Ermüdung anwendeten. Aus den Untersuchungen fast sämtlicher oben-erwähnten Forscher geht hervor, daß große individuelle Unterschiede in bezug auf die Beeinflussung der Chronaxie durch die Ermüdung bestehen. So fanden *Altenburger* und *Kroll*, daß die willkürliche Ermüdung in 15 von 26 untersuchten Fällen eine Vergrößerung der Muskelchronaxie hervorruft. *Laugier* und *Néoussikine* finden ihrerseits auch, daß die Ermüdung mittels faradischem Strom nicht bei sämtlichen untersuchten Individuen eine im gleichen Sinne gerichtete Veränderung der Muskelchronaxie zur Folge hat. Die Befunde dieser Autoren brachten uns auf den Gedanken zu untersuchen, ob diese individuellen Schwankungen nicht in Beziehung zur vegetativ-humoralen und somatischen Konstitution gebracht werden könnten.

In unseren Untersuchungen gingen wir so vor, daß wir zuerst die Chronaxie des motorischen Punktes bestimmten und dann eine tetanisierende faradische Reizung dieses Punktes während 2—3 Min. vornahmen. Nach Beendigung der faradischen Reizung maßen wir wiederum jede Minute, die Chronaxie des motorischen Punktes und die erhaltenen Werte trugen wir in ein Koordonatensystem ein. Auf diese Weise erhielten wir „chronaximetrische Ermüdungskurven“. Der faradische Strom wurde nicht zu stark gewählt, jedenfalls sollte er nicht schmerzhaft sein. Wir haben 28 Individuen untersucht, und zwar 3 Hyperthyreotiker, 2 Fälle von Hypothyreoidie, davon eine myxödematöse Idiotie, 2 Fälle von Infantilismus, 1 Fall von latenter Tetanie, 1 Fall von Nebenniereninsuffizienz, 9 Fälle von asthenischer, 7 von pyknischer und 3 von athletischer Konstitution. Wir lassen einige unserer Versuchsprotokolle folgen.

¹ *Altenburger* u. *Guttmann*: Z. Neur. **115**, 1 (1928).

² *Bourguignon* et *Laugier*: C. r. Acad. Sci. Paris **187**, 846 (1928).

³ *Marinesco*, *Sager* u. *Kreindler*: Z. klin. Med. **113** (1930).

⁴ *Laugier* et *Néoussikine*: C. r. Acad. Sci. Paris **192**, 244 (1930).

⁵ *Altenburger* u. *Kroll*: Z. Neur. **132**, 484 (1931).

Aneta B., 26 Jahre. Basedow. Puls 90. Grundumsatz + 54% (Abb. 1).

Zeit	M. extens. dig. comm. oberer motorischer Punkt	Rheobase in Volt	Chronaxie in $\sigma = \frac{1}{1000}$ Sek.
9 Uhr 40 Min.	Vor der faradischen Reizung	82	0,55
9 „ 43 „	Tetanische faradische Reizung		
9 „ 44 „	Aufhören der faradischen Reizung	63	0,74
9 „ 45 „		60	1,01
9 „ 47 „		74	0,59
9 „ 50 „		75	0,69
9 „ 55 „		80	0,55

In den anderen 2 Fällen von Hyperthyreoidismus erhielten wir analoge Resultate. Die chronaximetrische Ermüdungskurve im Hyperthyreoidismus ist also sehr flach und kurz; die Chronaxie verdoppelt sich kaum und kehrt schnell zum Ausgangswert zurück.

Geta, 7 Jahre, Myxödematöse Idiotie. Gewicht 11 kg (Abb. 2).

Zeit	M. extens. dig. comm. oberer motorischer Punkt	Volt	σ
9 Uhr 20 Min.	Vor der faradischen Reizung	93	0,98
9 „ 23 „	Faradische Reizung		
9 „ 24 „	Beendigung der Reizung	62	4,24
9 „ 26 „		60	4,85
9 „ 28 „		56	5,10
9 „ 35 „		61	4
9 „ 39 „		60	4,10
9 „ 45 „		72	3,15
9 „ 55 „		75	1,80
9 „ 57 „		81	1,84
10 „ 10 „		81	1,10
10 „ 20 „		93	1,14
10 „ 29 „		95	1,28
10 „ 37 „		95	0,98

Die chronaximetrische Ermüdungskurve im Hypothyreoidismus hat demnach einen sehr steilen und hohen Gipfel und einen verzögerten Verlauf; die Chronaxie verfünff- bzw. versechsfacht sich und kehrt sehr langsam zum Ausgangswert zurück.

In einem Falle von Hypoparathyreoidismus (Tetanie), bei einem Mann von 30 Jahren, verursachte die faradische Ermüdung eine Zunahme der Chronaxie bis auf 4—7mal den Ausgangswert und relativ schnelle Rückkehr (30 Min.) zu diesem Wert.

In einem Falle von Nebenniereninsuffizienz vervierfachte sich die Chronaxie des Muskels nach faradischer Ermüdung und kehrte in 18 Min. zum Ausgangswert zurück.

In einem Falle von hypophysärem Infantilismus erhielten wir folgende Ermüdungskurve:

Grig. T., 19 Jahre.

Zeit	M. extens. dig. comm. oberer motor. Punkt	Volt	σ
10 Uhr 51 Min.	Vor der faradischen Reizung	71	0,60
10 „ 55 „	3 Min. lang faradische Ermüdung	75	0,51
10 „ 59 „		58	0,92
11 „ 04 „		50	1,38
11 „ 08 „		55	1,05
11 „ 15 „		67	0,69
11 „ 20 „		70	0,60

Demnach eine kleine anfängliche Chronaxieabnahme von einer Verdoppelung des Ausgangswertes gefolgt. Ausgleich in 26 Min.

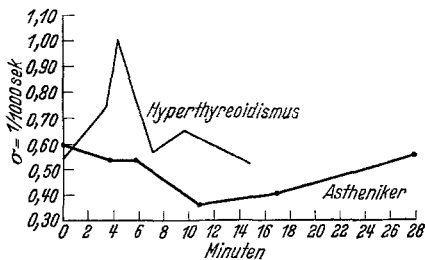


Abb. 1. Chronaximetrische Ermüdungskurven im Hyperthyreoidismus (Kranke Aneta B.) und beim Astheniker (Versuchsperson P. T.). Auf der Abszisse die Zeit in Minuten, auf der Ordinate die Chronaxie in $\sigma = 1/1000$ Sek.

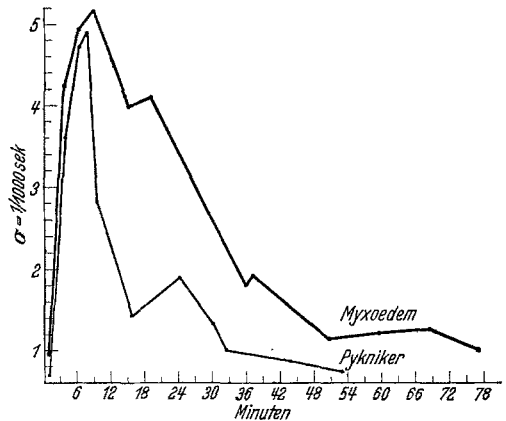


Abb. 2. Chronaximetrische Ermüdungskurven bei Myxoödem (Kranke Geta) und beim Pykniker (Versuchsperson Pavel M.).

Wir untersuchten weiterhin wie sich die verschiedenen somatischen Konstitutionstypen diesem Ermüdungstest gegenüber verhielten. Wir lassen je ein typisches Protokoll folgen. Der gleiche Konstitutionstyp zeichnet sich durch eine gleiche Ermüdungskurve aus und die individuellen Schwankungen sind nicht sehr groß.

Astheniker zeichnen sich durch eine sehr flache chronaximetrische Ermüdungskurve und durch einen verhältnismäßig schnellen Ausgleich aus. Bei manchen sinkt die Chronaxie nach Ermüdung und kehrt ohne den Ausgangswert zu übersteigen zu diesem zurück, bei anderen ist diese anfängliche Abnahme von einer sehr geringen Zunahme gefolgt.

Pykniker haben hingegen eine sehr steile chronaximetrische Ermüdungskurve und der Ausgleich ist sehr verzögert. Die Chronaxie verfünf- bis versechsfacht sich und die Rückkehr zum Ausgangswert geschieht in 60—70 Min.

P. T., 29 Jahre. Schizophrenie. Typischer Astheniker (Abb. 1).

Zeit	M. extens. dig. comm. oberer motor. Punkt	Volt	σ
10 Uhr 43 Min.	Vor der faradischen Reizung	105	0,60
10 „ 47 „	3 Min. lang faradische Reizung	90	0,55
10 „ 49 „		73	0,55
10 „ 54 „		95	0,36
11 „ 00 „		107	0,41
11 „ 10 „		97	0,41
11 „ 15 „		103	0,57

Pavel M., 38 Jahre. Pyknischer Konstitutionstypus (Abb. 2).

Zeit	M. extens. dig. comm. oberer motor. Punkt	Volt	σ
11 Uhr 6 Min.	Vor der faradischen Reizung	85	0,70
11 „ 10 „	3 Min. lang faradische Reizung	70	3,60
11 „ 12 „		63	4,64
11 „ 15 „		65	2,80
11 „ 22 „		83	1,38
11 „ 30 „		97	1,87
11 „ 36 „		98	1,28
11 „ 38 „		103	0,92
11 „ 48 „		92	0,87
11 „ 58 „		87	0,69

Athletiker haben auch eine steile chronaximetrische Ermüdungskurve; Verfünf- bis Versechsfachung des Ausgangswertes, nur geschieht der Ausgleich sehr schnell (in 15—20 Min.).

Die folgende Tabelle faßt unsere Ergebnisse zusammen:

Tabelle 1.

	Vervielfachung des Ausgangs- wertes nach faradi- scher Ermüdung	Dauer des Chronaxie- ausgleiches in Minuten
Hyperthyreoidismus	$1\frac{1}{2}$ —2 mal	15
Hypothyreoidismus	5—6 „	80
Hypoparathyreoidismus	4 „	30
Nebenniereninsuffizienz	4 „	18
Infantilismus	2 „	26
Astheniker	$\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ „	20—30
Pykniker	5—6 „	60—70
Athletiker	5—6 „	15—20

Die chronaximetrischen Ermüdungskurven der Astheniker ähneln denen der Hyperthyreotiker, diejenigen der Pykniker denen der Hypothyreotiker.

Zusammenfassend kommen wir zu dem Ergebnis, daß man eine Beziehung aufstellen kann zwischen dem Verlauf der Erregbarkeitsänderungen des Muskels nach der Ermüdung und der humoralen Konstitution einerseits, der somatischen Konstitution andererseits. Auf diese

Weise werden die individuellen Unterschiede, die von den verschiedenen Autoren, die sich mit dem Einfluß der Ermüdung auf die Chronaxie des Muskels befaßt haben, erklärlich. Diese individuellen Unterschiede sind die Folge der Variationen der motorischen Konstitution.

B. Dehnung des Muskels und Chronaxie.

Im Jahre 1929 konnten wir¹ nachweisen, daß die Dehnung des Muskels in der spastischen Hemiplegie von Änderungen der Erregbarkeit begleitet wird. Im Muskel, der sich in Kontraktur befindet, nimmt bei seiner passiven Dehnung die Chronaxie ab, in den Antagonisten der sich in Kontraktur befindenden Muskeln nimmt bei ihrer passiven Dehnung die Chronaxie zu. Wir brachten diese unsere Befunde in Beziehung einerseits zu den myotatischen Reflexen von *Liddel* und *Sherrington*, andererseits zu der Subordinationschronaxie von *Lapicque*.

Laugier, *Liberson* und *Néoussikine*², von diesen unseren Befunden ausgehend, haben gezeigt, daß die Dehnung des Muskels auch beim normalen Menschen seine Erregbarkeit beeinflusst, und zwar nimmt die Chronaxie der Beuger (*M. biceps*, *M. flexor dig. comm.*) bei ihrer passiven Dehnung ab, diejenige der Strecker (*M. extens. dig. comm.*) bei ihrer passiven Dehnung zu; nur fanden sie sehr große individuelle Schwankungen: in 17 untersuchten Fällen verzeichneten sie nur in 6 Fällen eine ausgesprochene Variation, in 6 Fällen blieb die Chronaxie unverändert, in den übrigen 5 war die Schwankung nur sehr klein. Die Variationen betrugen höchstens 50% (*M. biceps*, z. B. von 0,048 σ auf 0,032 σ , *M. flexor dig.* von 0,20 σ auf 0,12 σ , *M. extens. dig.* von 0,60 σ auf 0,96 σ).

Wir selbst haben die obigen Befunde von *Laugier*, *Liberson* und *Néoussikine* an einer größeren Anzahl von normalen Individuen kontrolliert und haben sie im großen und ganzen bestätigen können; in der Tat verursacht die passive Dehnung eines Muskels bei manchen Personen eine Chronaxieabnahme. Diese Erscheinung ist aber, wie es selbst die vorher erwähnten Autoren feststellten, nicht konstant. In fast der Hälfte unserer Fälle fehlte diese Chronaxieabnahme, die Erregbarkeit des Muskels blieb unter dem Einfluß der Dehnung unverändert. Ferner stellten wir bei denjenigen Individuen, die eine Chronaxieabnahme zeigten, bedeutende Unterschiede der Größe dieser Abnahme fest. Wir untersuchten diese Abänderungen der Erregbarkeit unter dem Einfluß der Dehnung bei Individuen mit verschiedener somatischer Konstitution. Dabei verfahren wir in folgender Weise: Wir bestimmten zuerst die Chronaxie des erschlafften Muskels und vollzogen dann eine passive

¹ *Marinesco, Sager et Kreindler*: Variations des chronaxies musculaires avec l'état de tension du muscle dans la contracture hémiplegique. C. r. Soc. Biol. Paris **100**, 622 (1929).

² *Laugier, Liberson et Néoussikine*: Variations de la chronaxie en fonction de la posture chez l'homme. C. r. Acad. Sci. Paris **191**, 1079 (1930).

Dehnung des Muskels, indem wir am Ende des Gliedsegmentes ein Gewicht anhängten; z. B. zur Dehnung des Biceps hängten wir am Vorderarm ein Gewicht von 2 kg an, zur Dehnung der Fingerbeuger ein solches von 1 kg an den Fingern. Die Messungen am gedehnten Muskel wurden, während 10 Min., jede Minute vorgenommen. In der folgenden Tabelle sind einige unserer erhaltenen Resultate zusammengefaßt:

Tabelle 2.

Name	Alter Jahre	Konstitution	M. biceps (normaler Wert 0,08—0,16 σ)		M. flexor. dig. comm. (normaler Wert 0,20—0,36 σ)	
			vor der Dehnung	nach der Dehnung	vor der Dehnung	nach der Dehnung
Paul N. . .	23	pyknisch	0,10	0,12	0,22	0,26
Jon. V. . .	20	„	0,14	0,10	0,28	0,24
Segal M. . .	29	„	0,16	0,10	0,32	0,28
Jon. Gh. . .	18	„	0,12	0,14	0,36	0,32
Gold. H. . .	34	„	0,10	0,10	0,36	0,24
Varv. D. . .	22	asthenisch	0,12	0,10	0,36	0,22
Zahn. M. . .	28	„	0,14	0,10	0,22	0,18
Mat. D. . .	48	„	0,16	0,10	0,28	0,18
Grig. N. . .	51	„	0,14	0,08	0,36	0,20
Gher. S. . .	28	athletisch	0,17	0,08	0,36	0,14
Schm. Al. . .	24	„	0,16	0,09	0,36	0,16
Tom. T. . .	31	„	0,16	0,10	0,22	0,14
Dumit. Gh. .	32	„	0,14	0,10	0,28	0,15
Petre. J. . .	34	asthenisch-athle- tisch	0,12	0,08	0,23	0,16
Stef. S. . .	32	desgl.	0,14	0,08	0,30	0,16

Beim Athletiker also haben wir die größten Variationen zu verzeichnen, beim Pykniker die kleinsten; zwischen ihnen liegen die Variationen des Asthenikers. Die Chronaxie des gedehnten Muskels des Athletikers nimmt im Mittel um 50% ab.

Die Variationen der Chronaxien der Strecker (M. extens. dig. comm.) waren nicht so konstant wie die der Beuger; wir fanden bei den verschiedenen Konstitutionstypen die verschiedensten Erregbarkeitsänderungen der Strecker unter dem Einfluß ihrer Dehnung.

Die beschriebenen Dehnungsreflexe haben einen medullären Sitz, denn *Magnus*¹ hat gezeigt, daß bei einer enthirnten Katze, deren Rückenmark in der Höhe des 12. Segmentes durchschnitten wird, man durch Beklopfen der rechten Knieschne eine Beugung bzw. eine Streckung des gegenseitigen Vorderbeines erhalten kann, ja nachdem dieses früher sich in Streckung bzw. Beugung befand. Die Dehnung des Muskels beeinflußt somit die Erregbarkeit der Rückenmarkszentren. *L.* und *M. Lapicque*² bestimmten die Chronaxie des Gastrocnemius bei enthirnten Fröschen und fanden, daß diese vom Dehnungszustand des

¹ *Magnus*: Körperstellung. Berlin: Julius Springer 1927.

² *Lapicque, L. et M.*: C. r. Soc. Biol. Paris 99, 1947 (1928).

Muskels abhängt (Subordinationschronaxie). Durchschneidet man aber den N. ischiadicus, so sind diese Variationen in Funktion von der Dehnung nicht mehr nachweisbar.

C. Die assoziativ-motorischen Reflexe.

Die physiologischen Prozesse, die sich in der Hirnrinde abspielen, sind durch die Versuche *Pavlovs* näher bekanntgeworden. Es schien

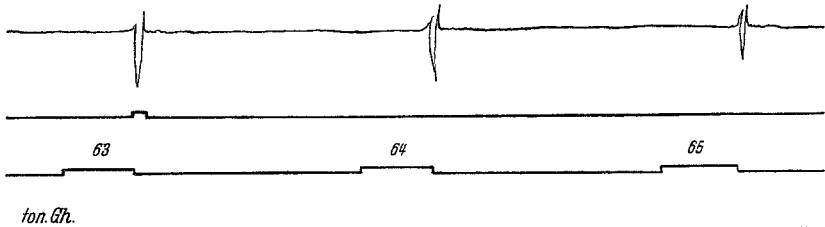


Abb. 3. Fixierung des assoziativ-motorischen Reflexes bei der Versuchsperson Jon. Gh. nach 63 Wiederholungen des Komplexes bedingter Reiz — unbedingter Reiz. Von unten nach oben: Zeit in Sekunden, Ton einer elektrischen Klingel (bedingter Reiz), faradischer Strom (unbedingter Reiz), Bewegung der Hand.

uns demnach angezeigt die Methode der bedingten Reflexe für die Erforschung der corticalen Motrizität anzuwenden. Zu diesem Zwecke

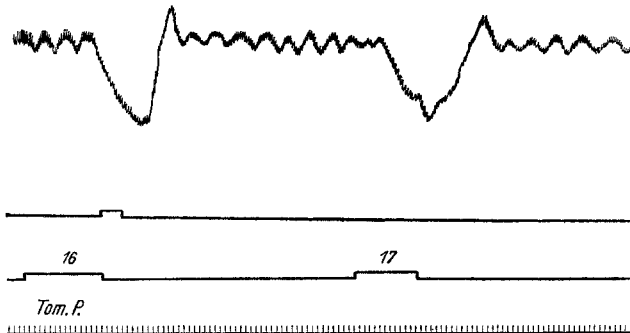


Abb. 4. Fixierung eines bedingten vasomotorischen Reflexes bei der Versuchsperson Tom. P. nach 16 Wiederholungen des Komplexes. Von unten nach oben: Zeit in Sekunden, rotes Licht (bedingter Reiz), Nadelstich an der Brust (unbedingter Reiz), Plethysmogramm des rechten Armes.

bedienten wir uns der von *Bechterew* angegebenen Methode der assoziativ-motorischen Reflexe. Die zu untersuchende Person wird in eine speziell konstruierte dunkle Kammer hineingebracht, in der verschiedene akustische und optische Reize von außen erzeugt werden können. Es sind dies die bedingten Erreger. Als unbedingter Erreger dient ein faradischer leicht schmerzhafter Reiz, der, an Hand oder Fuß angewendet, eine Bewegung dieser Gliedmaßen hervorruft. Die Bewegungen der Hand bzw. des Fußes werden graphisch aufgezeichnet.

Gleichzeitig mit dieser Methode untersuchten wir auch die bedingten vasomotorischen Reflexe mittels der plethysmographischen Methode. Unter denselben Bedingungen wie oben beschrieben wird ein Plethysmogramm des Armes graphisch aufgezeichnet. Als bedingte Erreger dienten die gleichen wie in der vorigen Versuchsanordnung, als unbedingter Erreger ein schmerzhafter Nadelstich, der immer eine Vasokonstriktion hervorruft.

Zur Untersuchung kamen 22 Individuen, davon 16 Männer und 6 Frauen. Wir suchten erstens festzustellen mit welcher Schnelligkeit assoziativ-motorische Reflexe fixiert wurden, und zweitens die Hemmbarkeit dieser einmal fixierten Reflexe zu studieren. In der folgenden Tabelle sind ein Teil unserer Resultate zusammengefaßt. Von unseren untersuchten Personen hatten 8 eine pyknische, 6 eine asthenische, 3 eine athletische und 5 eine athletisch-asthenische Konstitution.

Tabelle 3.

Name	Alter Jahre	Konstitution	Assoziativ-motorische Reflexe		Bedingte vasomotorische Reflexe	
			Zahl der nötigen Wiederholungen von bedingtem u. unbedingtem Reiz zur Fixierung des bedingten Reflexes	Zahl d. nötigen Wiederhol. des bedingt. Reizes allein um die Hemmung des bedingten Refl. zu erzielen	Zahl der Wiederholungen zur Fixierung des bed. Refl.	Zahl der Wiederhol. d. bedingt. Reiz. allein zur Erzielg. d. Hemmg.
Paul M. .	23	pyknisch	271	13	5	14
Jones. V. .	20	„	172	13	33	13
Segal M. .	29	„	214	14	19	17
Jon. Gh. .	18	„	63	18	14	17
Gold. H. .	34	„	31	15	24	14
Coc. D. .	49	„	21	18	12	12
Varv. D. .	22	asthenisch	22	8	53	7
Zahn. M. .	28	„	54	5	92	6
Mat. D. .	48	„	21	6	63	8
Grig. N. .	51	„	18	11	41	9
Gher. S. .	28	athletisch	64	18	29	17
Schm. Al. .	24	„	112	19	24	17
Tom. P. .	31	„	284	12	17	19
Petre J. .	34	asthenisch-athletisch	29	4	27	3
Dox. E. .	23	desgl.	43	7	39	8
Stef. S. .	32	„	24	9	23	3

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, daß keine Beziehung zwischen der somatischen Konstitution und der Schnelligkeit der Fixierung der assoziativ-motorischen Reflexe gefunden werden kann. Hingegen sind die einmal fixierten assoziativ-motorischen Reflexe beim Athletiker und beim Pykniker viel schwerer hemmbar als bei den Asthenikern und den Athletisch-Asthenischen.

Vergleichen wir aber diese assoziativ-motorischen Reflexe mit den bei den gleichen Individuen untersuchten bedingten vasomotorischen

Reflexen, so kommen wir zu folgenden Ergebnissen. Die Pykniker fixieren viel leichter vasomotorisch bedingte Reflexe als assoziativ-motorische, d. h. daß die Zahl der nötigen Wiederholungen des bedingten Erregers viel kleiner ist bei den bedingten vasomotorischen Reflexen als bei den assoziativ-motorischen. Die Astheniker verhalten sich umgekehrt, sie fixieren leichter die assoziativ-motorischen Reflexe. Die Athletiker fixieren leichter die vasomotorischen, die Asthenisch-Athletischen beide Arten von Reflexen mit gleicher Leichtigkeit. Was die Hemmbarkeit der bedingt vasomotorischen Reflexe betrifft, so ist sie im großen und ganzen fast die gleiche bei den verschiedenen Konstitutionstypen wie die der assoziativ-motorischen Reflexe. Die Hemmbarkeit des bedingten Reflexes scheint also eine spezifische Charakteristik des Konstitutionstypus zu bilden.

Welche Bedeutung kommt dem bedingten vasomotorischen Reflex zu? Dieser Reflex unterscheidet sich von den anderen hauptsächlich dadurch, daß sich sein zentrifugaler Reflexbogen im vegetativen System befindet. Er ist ein bedingter vegetativer Reflex. Von dieser Tatsache ausgehend können wir sagen, daß der Pykniker und der Athletiker schneller bedingte Reflexe im vegetativen Gebiet bilden als im motorischen, daß der Astheniker sich umgekehrt verhält und daß der Asthenisch-Athletische in beiden Gebieten, dem motorischen und dem vegetativen, schnell bedingte Reflexe bildet.

Mit dem Problem der Beziehungen der Motorik zu den verschiedenen Konstitutionstypen haben sich unter anderen *Oseretsky*¹, *Gurewitz*², *Enke*³, *Enke* und *Heising*⁴, *Timmer*⁵ befaßt. Aus ihren Untersuchungen geht hervor, daß Schizotypen besser als Zyklotypen imstande sind, feine Bewegungen korrekt auszuführen. Sie können besser als Zyklotypen eine Muskelgruppe oder sogar einen Teil eines Muskels gesondert kontrahieren. Sie können sehr gut Fingerbewegungen beim Violinspiel ausführen. Zyklotypen führen besser graziöse, fließende Bewegungen aus, ferner technische Arbeiten, an denen große Muskelkomplexe beteiligt sein müssen und Bewegungen in großer Verschiedenheit sich abwechseln. Die Bewegungen der Schizotypen sind mehr abgemessen und fein, diejenigen der Zyklotypen mehr abgerundet und fließend. *Timmer* hat versucht diese Eigenartigkeit mittels der bedingten Reflexe zu erklären und gelangt zum Schluß, daß sie dadurch zu erklären sind,

¹ *Oseretsky*: Die motorische Begabung und der Körperbau. *Msehr. Psychiatr.* 58.

² *Gurewitz*: *Arch. f. Psychiatr.* 76, 521.

³ *Enke*: Experimentelle Studien zur Konstitutionsforschung. *Z. Neur.* 114, 770; 118, 798.

⁴ *Enke* u. *Heising*: Experimenteller Beitrag zur Psychologie der Aufmerksamkeitspaltung bei den Konstitutionstypen. *Z. Neur.* 118, 634.

⁵ *Timmer*: Die schizotypen und zyklotypen Temperamente *Kretschmers* im Lichte der *Pawlowschen* bedingten Reflexe betrachtet. *Z. Neur.* 133, 329 (1931).

daß beim Schizothymiker die Erscheinungen der reziproken Induktion vorherrschen, beim Zykllothymiker hingegen diejenigen der Irradiation der Erregung auf der Hirnrinde.

Aus unseren Untersuchungen scheint hervorzugehen, daß bei den Asthenikern, den Schizothymikern somit die Hemmungsprozesse vorherrschen, was einigermaßen mit den Ausführungen von *Timmer* übereinstimmt. Unsere Untersuchungen zeigen uns aber, daß ausschlaggebend für den Ablauf der Motorik bei den verschiedenen Konstitutionstypen nicht nur die Hirnrinde ist, sondern auch die übrigen motorischen Gebiete: der Muskel, wie aus den chronaximetrischen Ermüdungskurven ersichtlich, das Rückenmark, wie aus den Versuchen über Chronaxieveränderungen bei Dehnung des Muskels sich ergibt. Das vegetative Nervensystem andererseits nimmt an diesen Prozessen nicht nur direkt teil, sondern auch durch den Mechanismus des Bedingungsreflexes, wie unsere Versuche über die bedingten vasomotorischen Reflexe zeigen. Diese bedingten vasomotorischen Reflexe geben uns Anhalt über die Dynamik der subcorticalen vegetativen Zentren und es ist nicht auszuschließen, daß zwischen diesen Zentren und der Hirnrinde eine reziproke Induktion vorhanden ist.

Zusammenfassend ergibt sich aus unseren Ausführungen, daß die motorische Konstitution von verschiedenen Faktoren bestimmt wird. In der vorliegenden Arbeit haben wir mittels der angewandten Methoden einen peripherischen Faktor im Muskel selbst, einen medullären Faktor und einen corticalen Faktor unterscheiden können. Die verschiedenen somatischen Konstitutionstypen zeigen zwischen sich Unterschiede im Verhalten dieser drei motorischen Niveaus einer motorischen Leistung gegenüber. Was den Muskel betrifft werden wahrscheinlich die individuellen Variationen in seinem Verhalten durch vegetativ-hormonale Faktoren direkt bestimmt, während die Variationen im Verhalten der medullären motorischen Zentren und der motorischen Hirnzentren, vielleicht durch Variationen in den betreffenden Synapsen, in der Art, wie die Zentren sich zueinander in Beziehung setzen, zu erklären wären. Auf jeden Fall scheint uns eine Beziehung zwischen der allgemeinen somatischen Konstitution und der motorischen Konstitution zu bestehen.

Zusammenfassung.

1. Es wurde versucht bei den verschiedenen Konstitutionstypen eine nähere Analyse ihres motorischen Verhaltens mittels der Methode der bedingten Reflexe und der chronaximetrischen Methode zu machen, um objektive Kriterien für die Beschreibung einer motorischen Konstitution zu gewinnen.

2. Dabei wurden drei verschiedene motorische Niveaus untersucht:

a) Der Muskel, indem wir „chronaximetrische Ermüdungskurven“ konstruierten, d. h. seine Erregbarkeitsänderungen nach faradischer Ermüdung aufzeichneten;

b) das motorische Rückenmarkszentrum, indem wir die Erregbarkeitsänderungen des Muskels bei seiner Dehnung untersuchten;

c) die motorische Hirnrinde, indem wir eine Analyse ihrer Dynamik mittels der Methode der bedingten Reflexe anstellten.

3. Der *Pykniker* hat eine steile chronaximetrische Ermüdungskurve des Muskels mit verzögertem Ausgleich, ähnlich derjenigen, die wir im Hypothyreoidismus finden; die Erregbarkeit des Muskels wird durch seine Dehnung nicht beeinflusst; die assoziativ-motorischen Reflexe sind schwer hemmbar; bedingte vasomotorische Reflexe werden leichter fixiert als assoziativ-motorische.

Der *Athletiker* hat auch eine steile chronaximetrische Ermüdungskurve des Muskels aber mit schnellem Ausgleich; die Erregbarkeit des Muskels wird durch seine Dehnung sehr stark beeinflusst; die assoziativ-motorischen Reflexe sind schwer hemmbar; bedingte vasomotorische Reflexe werden leichter fixiert als assoziativ-motorische.

Der *Astheniker* hat eine sehr flache chronaximetrische Ermüdungskurve des Muskels mit schnellem Ausgleich; die Erregbarkeit des Muskels wird durch seine Dehnung beeinflusst, aber nicht so stark wie beim Astheniker; die assoziativ-motorischen Reflexe sind leicht hemmbar; bedingte vasomotorische Reflexe werden leichter fixiert als assoziativ-motorische.

4. Die motorische Konstitution ist eine Synthese aus mindestens drei Faktoren: einem peripheren, muskulären, einem medullären und einem corticalen.
