

(Aus der Nervenklinik des Staatlichen Instituts für Ärztefortbildung des Namens
W. J. Lenin zu Kasan. [Direktor Prof. A. W. Favorsky].)

Untersuchungen über den Kniesehnenreflex beim Menschen.

I. Mitteilung.

Der normale Kniesehnenreflex.

Von

Privat-Dozent Dr. med. J. J. Russetzki.

Mit 2 Textabbildungen.

(Eingegangen am 8. September 1928.)

Methodik und Material.

Der Reflexometer, der in unserer Klinik zur Untersuchung des Knie-reflexes benutzt wurde, ist auf Abb. I dargestellt. Er stellt zwei aus Leder und feinem Draht gemachte Manschetten vor, die auf der Hüfte und dem Unterschenkel des Versuchsstoffes mittels Bänder fixiert sind. An die Manschetten sind Metallstäbchen in der Länge von 21 cm befestigt, an das zum Knie gewendete Ende mittels einer Schraube verbunden. An dieser Schraube ist eine Metallscheibe (Zifferblatt) mit aufgezeichneter Gradeinteilung befestigt. Diese Metallscheibe wird mittels der zweiten Schraube an das Hüftenstäbchen fixiert. Sie kann hin und her verschoben werden auf 30° .

An die Zentralschraube sind drei Zeiger befestigt, die sich auf dem Zifferblatt bewegen. Der mittlere Zeiger ist unbeweglich mit dem unteren Stäbchen verbunden, die Seitenzeiger bewegen sich frei. Bei den Bewegungen des Unterschenkels (Streckung und Beugung im Kniegelenk) und folglich auch des unteren Stäbchens und des an ihn befestigten mittleren Zeigers werden die Seitenzeiger von dem Hauptzeiger auf beide Seiten zurückgeworfen, auf eine bestimmte Gradzahl und verbleiben in dieser Stellung. Auf diese Weise vermerken zwei Zeiger bei Streckung und Beugung des Knie die Bewegungen im Kniegelenk in der Winkelgröße. Vor Beginn des Versuchs wird der Apparat zentriert, der mittlere Zeiger wird auf 0° festgestellt oder auf die Ziffer, die für 0° angenommen wird. Auf dem mittleren Zeiger und dem Zifferblatt sind kleine Klemmen, an welche die pneumatische Kapsel zur Registrierung des Reflexes auf der Trommel eines Kymographioms befestigt werden kann. Das allgemeine Gewicht des von uns in der Klinik angewendeten Reflexometers beträgt 382 g.

Der Hammer ist nach dem Prinzip der Federhammer konstruiert und unterscheidet sich bloß durch einige Details (Abb. I). Der Hammer

besteht aus einer 21 cm langen und 2 cm breiten starken Feder, die mit ihrem einen Ende an den festen Gründteil befestigt ist. Am anderen Ende der Feder ist der Perkussionshammer befestigt. Die Feder biegt sich mittels Steigung auf die Zacken des angebrachten Drückers. Ihr Fall geschieht längs der Spalte, welche neben den Zacken des Drückers gelegen ist. Bei geschwächter Federspannung kann sie durch die vorhandene Schraube verstärkt werden. Der Grundteil des Hammers ist zum Anlegen auf den Unterschenkel so angepaßt, daß der Schlag auf die

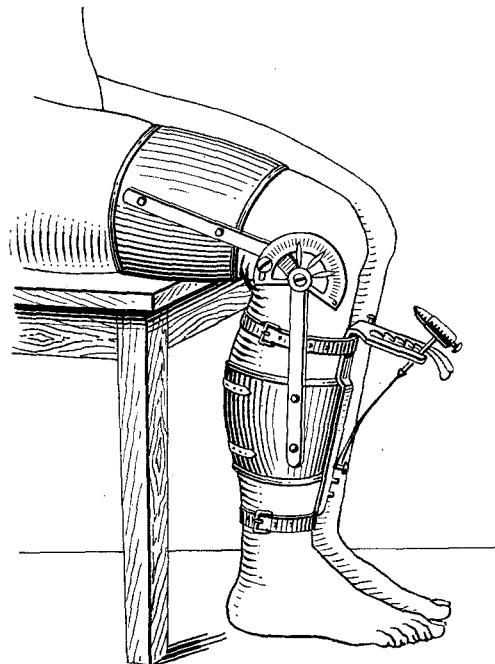


Abb. 1.

Kniesehne der Patella ausgeführt wird. Der ganze Hammer wird fest auf dem Unterschenkel mittels zweier Bänder fixiert. Sein Gewicht beträgt 247 g.

Der Hammer hat fünf Zacken des Drückers, welche dem Schlag verschiedene Stärke verleihen. Je höher die Steigung der Feder ist, um so schwerer sind die Schläge auf die Kniesehne. Die Untersuchungen und Ausrechnung der Stärke des Schlages für fünf Zacken sind folgende (sie waren von Dr. B. J. Ssmirnitzky ausgeführt):

Schlagstärke der	I. Zacke	5,666	kg/sek.
"	II. "	8,005	"
"	III. "	10,083	"
"	IV. "	12,179	"
"	V. "	15,196	"

Während der Arbeit (über ein Jahr) war die Kraft der Hammerfeder unverändert und alle weiteren Resultate müssen zu dieser Skala gerechnet werden.

Der beschriebene Apparat hat vor anderen bestehenden Apparaten einige Vorzüge. Der Hauptvorzug ist das leichte Gewicht des Apparates, Tragbarkeit und bequeme Anwendung desselben in der Klinik.

Der Reflexometer von *Sommer* (1894) ergibt außer seiner Größe nicht ganz normale Bedingungen bei der Erforschung der Sehnenreflexe, weil er Muskulaturspannung des Beines hervorruft (hauptsächlich der Beuger). Der *Weilersche Apparat* (1910) und einiger anderer Autoren führt die Reflexregistrierung mittels Blockübergabe aus, was die erhaltenen Befunde kompliziert. *Godefroys Registrationsmethodik* (1921) mittels Registrierung eines an die Extremität befestigten sich bewegenden Lämpchens erscheint auch für die gewöhnliche klinische Arbeit nicht so bequem.

Der *Varnalische Apparat* vermerkt die Bewegungen im Kniegelenk in Winkelgraden und nähert sich dem von uns beschriebenen Reflexometer. In unserem nach dem Typ des Dynamometers gebauten Reflexometer vollzieht sich eine mechanische Vermerkung der maximalen Beugung und Streckung des Beines, außerdem kann eine pneumatische Reflexaufzeichnung bei Befestigung der entsprechenden Kapsel an die Klemmen des Mittelzeigers und Zifferblattes ausgeführt werden. Ein Mangel des Reflexometers ist sein Gewicht (382 g), das jedoch im Vergleich mit der Hüfte und dem Unterschenkel nicht groß ist.

Der von uns benutzte Hammer ermöglichte im Vergleich mit anderen (von *Pieron* [1910], *Bechterew* [1915] u. a.) eine dauernde Fixation auf dem Bein und die Berechnung der Schläge. Sein Hauptmangel besteht darin, daß der Hammer nach dem ausgeführten Schlag auf die Sehne auf derselben verbleibt, wodurch die Möglichkeit einiger Ergänzungserreger bedingt wird. Es müssen jedoch folgende Erwägungen in Betracht gezogen werden. 1. Die in der Klinik angewendete Methode zur Auslösung des Sehnenreflexes erscheint ebenfalls nicht als momentane, sondern enthält eine gewisse Periode des Verbleibens des Hammers auf der Sehne. 2. Nach beendigtem Schlag führt die entspannte Feder einen minimalen Druck aus, indem sie sich in entspanntem Zustande auf einer geraden Linie mit der Sehne befindet. 3. Nach den Arbeiten von *P. Hoffmann* (1922) erscheint als Moment, welches den Reflex auslöst, die scharfe Erschütterung und Verlängerung des Muskels. Dieses Moment verändert sich nicht bei Anwendung des beschriebenen Hammers.

Die reflexometrische Untersuchung wurde von uns in ein und derselben Lage (Abb. 1) ausgeführt. Das Versuchsstück wurde auf einen hohen Stuhl mit senkrecht herabhängenden Beinen gesetzt, sich bequem mit dem Rücken an die Wand stützend. Die Untersuchung wurde am Tage ausgeführt, ungefähr unter den gleichen äußeren Bedingungen (Raum

Temperatur usw.). Die Untersuchungen der gesunden als auch kranken Individuen waren in der weiteren Auslegung nach gleicher Ordnung ausgeführt. Jede Reflexauslösung wurde aufeinanderfolgend nicht häufiger als nach 20—30 Sekunden ausgeführt. Dieser Dauer war festgestellt, um die Erscheinung zu vermeiden, auf welche *Westphal* zuerst im Jahre 1875 seine Aufmerksamkeit lenkte. Sie besteht darin, daß bei schnellen aufeinanderfolgenden Schlägen auf die Kniesehne das Bein des sitzenden Kranken in die Lage tonischer Streckung im Kniegelenk übergehen kann. Nach *Weiler* (1910) haben diese Individuen, welche tonischen Typus der Sehnenreflexe besitzen, nach Reflexauslösung residuelle Kontraktion *M. quadriceps femoris*, die nicht verschwindet, sondern sich durch neue Schläge verstärkt, falls sie sich jede 2. Sekunde wiederholen.

Als erste wurde die gewöhnliche Patellarreflexuntersuchung ausgeführt. Die Untersuchung wurde einige Mal wiederholt. Dann wurden Untersuchungen ausgeführt, die für die sog. Enthemmung der Rückenmarkreflexe angewendet wurden: *Jendrassikscher Handgriff*, darauf Rechnungsverfahren, angefangen von 50 und weiter. Darauf wurden zwei Untersuchungen mit Aktivierung einzelner Muskelgruppen ausgeführt. Die erste bestand in Spannung der Beuger, ihrer leichten Beugung im Kniegelenk nicht mehr als 2—5° (was auf dem Zifferblatt vermerkt wurde, und darauf wurde die Zentrierung ausgeführt). Die zweite bestand in Spannung der Strecker und leichter Streckung des Beines, nicht 2—5° übersteigend.

Bei all diesen Verfahren waren reflektrometrische Untersuchungen während des Versuches selbst so auch unmittelbar nach demselben ausgeführt. Die letzte Untersuchung erfolgte im Laufe der ersten bis fünften Minute nach dem Verfahren, die von den Autoren nicht genügend berücksichtigt wurde.

Als Versuchsmaterial gesunder Individuen diente eine Gruppe junger Leute in der Anzahl von 25 Mann. Sie alle waren Soldaten im Alter von 22—23 Jahren, die einige Zeit im Militärdienst gestanden hatten. Sie hatten keinerlei Beschwerden über krankhaften Zustand.

Dieselben Individuen waren in der Klinik zwecks synkinetischer und motorischer Fähigkeit und ihrer konstitutionalen Charakteristik untersucht worden. Im Besitz der Charakteristik der genannten Eigenschaften unserer Versuchsobjekte hatten wir die Möglichkeit, Beobachtungen in anderen Gebieten auszuführen.

Patellarreflex.

Zunächst beginnen wir mit der Untersuchung des gewöhnlichen Reflexes. Bei reflexometrischer Untersuchung kann die Aufzeichnung des Patellarreflexes mittels Befestigung einer pneumatischen Kapsel an

das Zifferblatt und den Mittelzeiger folgender, dem gesunden Individuum K. entnommenen Kurve (siehe Abb. 2) dargestellt werden.

Zur Erhaltung dieser Kurve wurde einzelne Kniestreckenreflexauslösung ausgeführt. (Schwere des Schläges — 15,2 kg/sek.) Auf der Kurve beobachten wir zwei Grundschwankungen: nach unten — bei reflektorischer Streckung und nach oben — bei seiner Beugung. Die Kurvensteigung übersteigt das Anfangsniveau der Kurve vor Reflexauslösung. Der Anstieg der Kurve ist 3—4 mal länger als ihr Fall. Für beide Schwankungen braucht man eine Zeitperiode von etwa 1 Sekunde. Im weiteren haben wir 1—2 analogische Kurvenschwankungen — nach unten und nach oben, die sich darauf dem Anfangsniveau der Kurve nähern. Die allgemeine Dauer aller Schwankungen der Kurve bei Kniestreckenreflexauslösung bei gesunden Personen übersteigt nicht die üblichen 2—3 Sekunden.

Vergleichen wir die erhaltenen Kurven mit denen von *Pfahl* (1910), so bemerken wir zwischen ihnen analogische Züge und die Rückwärts-

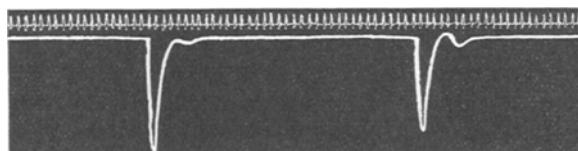


Abb. 2.

schwankungen, die gewöhnlich das Anfangsniveau überschreiten. Wir nannten die erste Kurvenschwankung auf unserer Kurve nach unten — die reflektorische Grundbewegung und die zweite Kurvenschwankung nach oben — darauffolgende Rückwärtsbewegung. Diese Benennungen behalten wir in der ganzen nachfolgenden Darlegung für die entsprechenden Bewegungen des Unterschenkels beim Patellarreflex bei.

Die weitere Auslegung betrifft Befunde über die Kniegelenkbewegungen bei Auslösung des Reflexes seitens der Streckung (reflektorische Grundbewegung) und ebenfalls der Beinbeugung (nachfolgende Rückwärtsbewegung). Wir haben in Betracht gezogen, daß der Reflex nicht bloß nach der Größe der Bewegungen bestimmt werden muß, sondern auch nach der Mitbeteiligung der Synergisten, der entfernten Muskel, der latenten Reflexperiode usw. Das war aber nicht der Zweck unserer Arbeit.

Wie gesagt, bezieht sich die Größe der Beinbewegung im Kniegelenk, ausgesprochen in den Winkelgraden, zur maximalen Streckung oder zur maximalen Beugung, welche unmittelbar nach der Reflexauslösung folgen, und die weiteren kleineren Bewegungen nicht angeben. Als Beispiel der ausgeführten Untersuchungen kann Tabelle 1 dienen. Auf ihr sind die Ziffern vermerkt, welche bei Hammerhebung auf die 1., 2.,

3., 4. und 5. Zacke erhalten waren. Die Ziffer der ersten Zacke wurde gewöhnlich infolge ihrer kleinen Größe nicht in Betracht gezogen.

Tabelle 1.

	I ¹	II	III	IV	V
Erste Reflexauslösung	1 ⁰	12 ⁰ (3 ⁰)	14 ⁰ (4 ⁰)	15 ⁰ (4 ⁰)	15 ⁰ (4 ⁰)
Wiederholte Reflexauslösung . .	1 ⁰	12 ⁰ (3 ⁰)	15 ⁰ (5 ⁰)	14 ⁰ (3 ⁰)	14 ⁰ (3 ⁰)

Die erste Bewegung ist mit der ersten Ziffer außerhalb der Klammern vermerkt und zeigt Gradzahl, auf welcher die Streckung im Kniegelenk sich vollzog. Vor dem Versuch, wie schon gesagt, hing der Unterschenkel senkrecht nach unten, indem er mit der Hüfte einen rechten Winkel bildete. Die Rückwärtsbewegung ist mit einer zweiten Ziffer vermerkt (in Klammern) und zeigt die Gradzahl, in welcher die Beinbeugung auf die entgegengesetzte Seite erzeugt wurde, indem sie die Anfangsstellung vor Reflexauslösung überstieg. Auf diese Weise müßte man die Rückwärtsbewegung im ganzen durch die Summe zweier Größen bestimmen: durch den durch die Grundbewegung gebildeten Winkel, der in diesem Falle in entgegengesetzter Richtung beim Fall des Unterschenkels verläuft und durch den Winkel, der bei der weiteren Unterschenkelbewegung über seine Anfangsstellung zurückgelegt ist. Diese Aufzeichnungen benutzten wir im Laufe unserer ganzen Untersuchung.

Auf der angeführten Tabelle 1 sieht man die Vergrößerung der Amplitude der reflektorischen Bewegungen bei Erhöhung der Schlagkraft. Die reflektorischen Grundbewegungen stellen große Variationen bei verschiedenen Individuen dar. Bei den einen sind diese Bewegungen durch die Ziffer 1—5⁰ ausgesprochen, bei den anderen erreichen sie 25⁰. Wenn man die Gruppen nach der maximalen Größe der reflektorischen Grundbewegung aufstellt, so fällt auf jede von ihnen folgender Prozentsatz der allgemeinen Zahl der Fälle:

I. Gruppe	1 ⁰ —5 ⁰	2 Fälle oder	8%
II. . .	6 ⁰ —10 ⁰	10	40%
III. . .	11 ⁰ —15 ⁰	5	20%
IV. . .	16 ⁰ —20 ⁰	6	24%
V. . .	21 ⁰ —25 ⁰	2	8%

Die reflektorische Grundbewegung bei der Schlagkraft in 15,2 kg/sek. schwankt von 6—20⁰ in 84%. Die Berechnung der mittleren Größe der Grundbewegung für die untersuchten Gesunden ergab einen Winkel von 11⁰ 40'. Für höhere Gruppen kann man das Maximum der Grundbewegung schneller erreichen, gewöhnlich auf der 2. oder 3. Zacke, was auf der oben angeführten Tabelle zu sehen ist. Für niedrige Gruppen wird dieses Maximum später erzielt. Das ist aus der Tabelle 2 ersichtlich.

¹ I, II, III, IV und V bedeuten Patellarreflexauslösung bei Hammerhebung auf die 1. bis 5. Zacke des Apparates. Diese Benennung wird bei allen weiteren Tabellen beibehalten.

Tabelle 2.

	I	II	III	IV	V
Die ersten Reflexauslösungen .	0°	0°	0°	5° (2°)	7° (4°)
Wiederholte Reflexauslösungen .	0°	0°	1°	3° (2°)	6° (3°)

Die Autoren hatten vermerkt, daß der Reflex bei ein und demselben Individuum bei gleicher Schlagkraft variiert. So wies *H. Pieron* (1910) darauf hin, daß man bei gleicher Reizkraft verschiedene Winkel und verschiedene Bewegungsgeschwindigkeit erhält, nur die latente Periode ist für jedes einzelne Individuum konstant. Diese Variabilität der reflektorischen Grundbewegungen bei wiederholten Auslösungen, ihre Variabilitätsfähigkeit befinden sich, unseres Erachtens wahrscheinlich im Zusammenhang mit dem Einfluß des Großhirns, was im zweiten Teil der Arbeit geklärt wird.

Die Fähigkeit zu Variationen der Grundbewegung stellt bestimmte Grenzen für einzelne Individuen vor, in einigen Fällen ist sie groß, in anderen kleiner usw. Bei Einteilung der ausgeführten Untersuchungen nach diesem Merkmal der Variabilitätsfähigkeit waren folgende Gruppen festgestellt.

Variationen in den Grenzen 0°—2°	36%
" " " " 3°—5°	40%
" " " " 6°—10°	24%

Die Berechnung der mittleren Variabilitätsfähigkeit der Grundbewegung ergab einen ziemlich beträchtlichen Winkel 3° 50'.

Wenden wir uns zur nachfolgenden Rückwärtsbewegung des Patellarreflexes. Diese Frage war von vielen Autoren angeschnitten. Im Jahre 1875 wies *Westphal* darauf hin, daß das Zurückhalten des Beines in gebeugter Stellung bei starker Sehnenreflexerhöhung aufeinanderfolgende Beuge- und Streckbewegungen geben kann, die allmählich aufhören. Im Jahre 1891 sprach *Sternberg* von ähnlichen aufeinanderfolgenden Beinbeugungen bei gesunden Individuen. *Pfahl* (1910) trug besonders zur Klärung dieser Frage durch sein Verfahren den Kranken in Seitenlage zu untersuchen bei, wobei unter das Bein ein spezielles Brett untergelegt wurde und der Einfluß des Gewichtes auf den gebeugten Unterschenkel ausgeschlossen wurde. Er konstatierte Beinbeugung, welche auf die reflektorische Streckung folgte, erklärte sie ausschließlich als reflektorische Bewegung und gab ihr den Namen sekundärer Reflex. *Weiler* (1910) beschrieb die klonische Form der Sehnenreflexe mit einigen schwingenden Bewegungen. Pendelartige Bewegungen beobachtete *A. Thomas* bei gesunden Menschen. Eine analogische Beschreibung des Patellarreflexes gaben *Marquio* und *Obazzio* (1926), die diese Reflexe „reflexe en écho“ nannten: einzelne Perkussion ruft wiederholende Beinstreckungen hervor.

In der Pathologie waren diese Pendelbewegungen des Patellarreflexes von *A. Thomas* (1914) für cerebrale Störungen unter dem Namen pendelartige Reflexe vermerkt. Für Pyramidenstörungen vermerkten sie *Foix* und *Julien Marie*, indem sie sie hypertonische oscillatorische Reflexe nannten oder pseudopendelartige, die mehr oder weniger regelmäßige Bewegungen ergaben. Es waren sekundäre Bewegungen von verschiedenem Typus für spinale Störungen (*Davidenkow* [1921], *Geimano-witsch* [1925]) bei Tabes dorsalis (*Sachartschenko* [1922]) angegeben. In der Pathologie beobachtet man zuweilen für sie einen eigenen Rhythmus und eigene latente Periode. Ohne Zweifel sind Unterschiede unter den pathologischen Reflexen (cerebrale, spinale Störung). Nach *Austregesilo*, *Costa-Rodrigues* und *Alusio Marques* (1928) erhielten die hypertonischen oscillatorischen Reflexe wenigstens drei Schwankungen und in einigen Fällen dauerten die Schwankungen bis $1\frac{1}{2}$ Minuten. Zur Erklärung ihres Mechanismus wurden verschiedene Theorien angeführt: Rückenmarkautomatismus, Einfluß des Kleinhirnsystems. In dieser Beziehung gibt es keine genau festgestellten Fakta. Betreffs z. B. der letzten Theorie kann man hinweisen, daß nach Ansicht einiger Autoren die Kleinhirninnervation die Sehnenreflexe verstärkt, nach Ansicht anderer — schwächt und nach Ansicht der dritten — keinen Einfluß ausübt (*Bechterew* [1915]).

Vor allem muß man berücksichtigen, daß, wie schon *Sommer* im Jahre 1899 hinzwies, die aufeinanderfolgenden Beinbewegungen bei Reflexauslösung bedeutend weniger auftraten, als man für Pendelbewegungen erwarten dürfte. Im weiteren verblieb eine Reihe Autoren bei dieser Frage. Im besonderen bemerkte *Pfahl* (1910), daß die frühe Hemmung der Beinbewegung einen Unterschied dieser Schwingungen vom Pendel erzeugt.

Der physische oder komplizierte Pendel subordiniert sich in seinen Bewegungen der sog. Pendelformel $T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ und ist auf diese Weise mit der Pendellänge, seinem Gewicht, der Schwankungsamplitude verbunden. Für die komplizierten Pendel vermögen zwei Ursachen allmählich die Bewegung zu verlangsamen und einzustellen: der Widerstand des Milieus und die Reibung auf der Achse der Schwankungen. Von diesem Standpunkte aus unterwirft sich der Patellarreflex beim sitzenden Individuum mit herunterhängenden Beinen in gewissem Teile den Regeln der Pendelbewegungen. Aber, wie schon gesagt, geschieht das Aufhören „dieser Pendelbewegungen“ so geschwind im Vergleich mit den Bewegungen des analogen physischen Pendels, daß man hauptsächlich mit anderen Faktoren operieren muß, indem man sie zur Klärung der beobachteten Phänomene heranzieht. An und für sich ist der Ausdruck „pendelartig“, welcher für diesen Bewegungstypus angewendet ist, nicht günstig gewählt und fordert von Anfang an eine Ergänzung

durch die Vorsilbe „pseudo“, wie das auch *Foix* und *J. Marie* getan haben (Pseudopendelreflexe).

Die Besonderheiten der nachfolgenden Rückwärtsbewegungen des Patellarreflexes, wie auch die Tatsache des schnellen Aufhörens der Grund- und Rückwärtsbewegungen haben bei einer Reihe von Autoren Erklärung gefunden. Nach *P. Hoffmann* (1922) kommt bei schneller Muskelstreckung der Reflex in dem erstreckenden Muskel (Eigenreflexe) zustande. Im gegebenen Falle geht bei Patellarreflexauslösung eine schnelle Streckung der Kniesehnenreflexe vor sich. Aber durch dieses Phänomen allein läßt sich nicht das komplizierte Bild „des Aufhörens“, „Verstärkung“ des Patellarreflexes und einer ganzen Reihe reflektorischer Nuancen, die wir bei den Reflexuntersuchungen beobachten und in der weiteren Auslegung vermerkt werden, erklären. Eine feste physiologische Bedingtheit kann auch diese Frage in den Regeln der sog. alternierenden Innervation (*Sherrington, Iisserlin, Rieger, F. H. Lewy* u. a.) erhalten. Schwächungen, Antagonistenkontraktion, die den Innervationsrhythmus der Agonisten begleiten, erklären einige der Bewegungen im Kniegelenk bei Auslösung des Patellarreflexes. Antagonistenkontraktion, die nach 4/50°—5/50° nach Agonistenkontraktion eintritt, der sog. „Rückstoß“ gibt die schwankende Kette der nachfolgenden reflektorischen Schwingungen, die allmählich in die gerade Linie des Muskelruhezustandes übergeht.

Aus dem Dargelegten geht hervor, daß für die in der Pathologie beschriebenen Sehnenreflexe die Benennung „Pendelbewegungen“ nicht geeignet ist. Für diese Bewegungen müßte eine Benennung sein, welche das physische und reflektorische Wesen dieses Phänomens in sich einschließt (schwingende pendelreflektorische Bewegungen).

Zur Klärung der oben genannten Bewegungen, wie wir uns überzeugen mußten, muß im Arbeitsprozeß unbedingt berücksichtigt werden: Zustand des Rückenmarkautomatismus und mit ihm verbundenen Mechanismus des eigenen Muskelreflexes im Sinne von *P. Hoffmann*, Regel der alternierenden Innervation und Formel des komplizierten physischen Pendels.

Die nachfolgenden Rückwärtsbewegungen des Patellarreflexes hatten verschiedene Amplitudekraft. Man kann sie in folgenden Gruppen darstellen, die nach der Größe dieser Bewegung eingeteilt und in Winkelgrade vermerkt sind:

1.	0°	24%
2.	1°—5°	56%
3.	6°—10°	12%
4.	11°—15°	8%

Die Rückwärtsbewegung erscheint verhältnismäßig schwach — in 80% übersteigt sie nicht 5° und nur 20% kommen auf die Bewegungen in 6—15°. Die Berechnung der mittleren Größe der reflektorischen

Rückwärtsbewegungen dieser Gruppe von gesunden Personen gab die Ziffer $3^{\circ} 20'$.

Ist eine Parallele zwischen der Größe der Grundbewegung und der Größe der Rückwärtsbewegung? Das fand in bezug der Reflexauslösung bei bestimmten Individuen bei allmählicher Schlagverstärkung, wie z. B. auf der oben angeführten Tabelle 2 statt. Jedoch wird das nicht immer und in einzelnen Fällen, wie z. B. auf Tabelle 1 beobachtet, wir beobachten geringe Schwankungen der Größen der reflektorischen Bewegungen, die nicht mit der Vergrößerung der Ausschlagstärke übereinstimmen. In bezug der Untersuchung einiger Individuen haben wir keine Parallele in der Verstärkung der Grund- und Rückwärtsbewegung beobachtet. Das wirkt besonders überzeugend bei Einteilung aller ausführten Untersuchungen in Gruppen in Abhängigkeit von der mittleren Größe der reflektorischen Grundbewegung: I. Gruppe $1-5^{\circ}$, II. $6-10^{\circ}$, III. $11-15^{\circ}$, IV. $16-20^{\circ}$ und V. $21-25^{\circ}$. In allen diesen Gruppen kommen nachfolgende Rückwärtsbewegungen der allerverschiedensten Größe vor. Z. B. in der IV. Gruppe:

Rückwärtsbewegung in	0°	...	1 Fall
„	$1^{\circ}-5^{\circ}$...	3 „
„	$6^{\circ}-10^{\circ}$...	1 „
„	$11^{\circ}-15^{\circ}$...	1 „

Indem wir diese Untersuchungen in Gruppen, in Abhängigkeit von der mittleren Größe der Rückwärtsbewegung, einteilen, bemerken wir ebenfalls keinen Zusammenhang mit der Größe der Grundbewegung. So sind z. B. in der Gruppe mit Fehlen der Rückwärtsbewegung alle Gruppen der Grundbewegung.

Grundbewegung	$1^{\circ}-5^{\circ}$ (I)	...	1 Fall
„	$6^{\circ}-10^{\circ}$ (II)	...	2 Fälle
„	$11^{\circ}-15^{\circ}$ (III)	...	1 Fall
„	$16^{\circ}-20^{\circ}$ (IV)	...	1 „
„	$21^{\circ}-25^{\circ}$ (V)	...	1 „

Als Gesamtfolgerung ergibt sich also, daß keine Proportionalität zwischen den Größenveränderungen der reflektorischen Grundbewegung und der Größe der nachfolgenden Rückwärtsbewegung, wie seitens ihrer Vergrößerung, so auch seitens der Verringerung (respektiv des Ausbleibens) existiert. Äußerst wichtig ist die Tatsache, daß bei gesunden Individuen die Rückwärtsbewegung nicht nach der Größe der reflektorischen Grundbewegung bestimmt werden kann. Oder umgekehrt, die Rückwärtsbewegung wird bei genügender Amplitude nicht unbedingt durch eine besonders ausgesprochene Grundbewegung begleitet, die letztere kann in weiten Grenzen variieren. Diese Schlüsse negativen Charakters beweisen uns nochmals den komplizierten Zusammenhang einzelner Komponenten des Patellarreflexes, den man nicht bei den von uns untersuchten gesunden Individuen durch irgendeine der existierenden Theorien erklären konnte. Das weist auf die große Abhängigkeit

des Rückenmarkreflexes vom Einfluß der höher gelegenen Zentren hin, was wir schon bei der Untersuchung der Variabilitätsfähigkeit der reflektorischen Grundbewegung hervorhoben.

Eine Frage, die nah zu der berührten steht, ist die Frage über die möglichen Zusammenhänge zwischen der Größe der Bewegung des Reflexes und der Konstitution oder motorischen und synkinetischen Fähigkeit der untersuchten Individuen. Eine Antwort auf diese Frage kann gewiß bei Untersuchung eines größeren Materials erhalten werden. Jedoch bei Verteilung unseres Materials in Gruppen von Grund- und Rückwärtsbewegungen erhielten wir keine allgemeinen Schlüsse — es gibt keine Regel. In verschiedenen Gruppen findet man Astheniker und muskulären Typus, motorisch befähigte Individuen und schlecht befähigte usw.

Enthemmung des Patellarreflexes.

Wir gehen jetzt zur Verstärkungsmethode oder sog. Enthemmung der Sehnenreflexe über. Sehr viele „ablenkende“ Methoden können Reflexverstärkung hervorrufen: Kontraktion entfernter Muskelgruppen (*Jendrassikscher Kunstgriff*), Husten, Rechnen, Lesen usw. (*Lombard* [1887]). Wir wählten zu unseren Untersuchungen den *Jendrassikschen Handgriff* und das Rechnungsverfahren. Bei jedem, wie gesagt, untersuchten wir den Reflexzustand beim Verfahren selbst und dann im Laufe der 1.—5. Minute nach seiner Einstellung. Der *Jendrassiksche Handgriff* gab folgende Resultate für die reflektorischen Grundbewegungen:

Verstärkung über	10° (++)	16%
„ bis	10° (+)	52%
Ausbleiben der Veränderungen	(=)	20%
Verminderung bis	10° (—)	12%
„ über	10° (—)	0

Auf diese Weise gab der *Jendrassiksche Handgriff* positiven Effekt in 68%, jedoch Ausbleiben des Effektes oder negativen Effekt in 32% der Untersuchungen. In 32% hat der *Jendrassiksche Handgriff* den Patellarreflex nicht enthemmt.

Bei Verteilung des Materials nach den oben genannten Gruppen nach der Größe der Grundbewegung erhalten wir eine größere Reflexverstärkung (++) für die II. Gruppe (6—10°). In den Gruppen III bis V (10—25°) war Reflexerhöhung nur in einer Hälfte der Fälle vermerkt, in der anderen Hälfte beobachtete man Ausbleiben irgendwelcher Veränderungen und sogar Reflexverringerung. Schwächung des Patellarreflexes (seine Inversion) beobachtet man beim *Jendrassikschen Handgriff*, sowohl bei Individuen mit schlechter motorischer Fähigkeit, als auch mit guter Fähigkeit.

Die mittlere Größe der Variationen der Grundbewegungen beim *Jendrassikschen Handgriff* berechnen wir für alle Untersuchungen mit Berücksichtigung der Veränderungen seitens der Verstärkung als auch

der Schwächung des Reflexes und erhalten einen Winkel $+ 4^{\circ} 20'$, d. h. Verstärkung des Patellarreflexes um $4^{\circ} 20'$ beim *Jendrassikschen Handgriff*.

Was die Rückwärtsbewegung betrifft, so stimmt ihre Tendenz in 72% mit der Tendenz der Veränderung der Grundbewegung nicht überein (Verstärkung, Schwächung des Reflexes). Und zwar: in 12% steigerte sie die Tendenz der Grundbewegung zur Verstärkung der Bewegungen (z. B. Übergang von $+$ in $++$ usw.), aber in der größeren Hälfte der Fälle — in 60% — stellte sie eine entgegengesetzte Tendenz seitens Verminderung der Rückwärtsbewegung dar (von $+$ in $-$ oder $-$ usw.). Es muß hervorgehoben werden, daß die Fälle der Nichtübereinstimmung der Tendenz der Rückwärts- und Grundbewegung sowohl die gut motorisch befähigten Individuen, als auch Individuen mit schlechterer motorischer Fähigkeit mit einigem Überwiegen der ersten betrafen.

Nach dem *Jendrassikschen Handgriff* vermindert sich in der Mehrheit der Fälle der Patellarreflex im Vergleich mit der Reflexstärke beim Verfahren selbst. In den einen Fällen bleibt er ein wenig erhöht im Vergleich mit dem Reflexzustand vor Versuchsanwendung. Das kann auf folgendem Beispiel dargestellt werden (Tabelle 3).

Tabelle 3.

	I	II	III	IV	V
Vor dem <i>Jendrassikschen Handgriff</i>	0°	2°	2°	4°	4°
Während desselben	1°	7°	10°	12°	12°
Nach demselben	0°	2°	8°	9°	$8^{\circ} (1^{\circ})$

In anderen Fällen verminderte sich ebenfalls der Patellarreflex im Vergleich mit seiner anfänglichen Größe vor Auslösung. Es entstand eine eigenartige „Reflexhemmung“, er nahm merklich ab. Das ist aus folgendem Beispiel ersichtlich (Tabelle 4).

Tabelle 4.

	I	II	III	IV	V
Vor dem <i>Jendrassikschen Handgriff</i>	0°	11°	15°	18°	21°
Während desselben	0°	23°	20°	23°	22°
Nach demselben	0°	4°	16°	16°	18°

Und endlich in einigen Fällen nach dem *Jendrassikschen Handgriff* hält sich dieselbe Tendenz der Reflexveränderung, was auch bei seiner Auslösung beobachtet wurde — sie erscheint als konstant und andauernd.

Das bezieht sich zu denjenigen Fällen in welchen der *Jendrassiksche Handgriff* keine Reflexverstärkung hervorruft. Als Beispiel möge folgende Tabelle dienen (Tabelle 5).

Tabelle 5.

	I	II	III	IV	V
Vor dem <i>Jendrassikschen Handgriff</i>	0°	12° (3°)	15° (5°)	14° (3°)	14° (3°)
Während desselben	2°	10°	13° (4°)	13° (5°)	13° (3°)
Nach demselben	0°	9° (1°)	10° (1°)	12° (2°)	10° (2°)

Im Prozentsatz kann man die Veränderungen im Patellarreflexzustande nach dem *Jendrassikschen Handgriff* im Vergleich zu seinem Zustande während des Verfahrens selbst auf folgende Weise darstellen:

Verstärkung bis	10° (+)	0
Ausbleiben der Veränderungen	(=)	10%
Verminderung bis	10° (—)	70%
„ über	10° (—)	20%

In der Gruppe der Reflexverminderung (—) hat man in 10% Erhalten der ersten Tendenz der reflektorischen Veränderungen bei *Jendrassik*. Die mittlere Veränderungsgröße des Reflexzustandes nach *Jendrassik* ist der Winkel — 6° 30', d. h. starke Reflexverminderung.

Die nachfolgende Rückwärtsbewegung variiert nach Beendigung des Verfahrens in der Mehrheit der Fälle im selben Sinne wie auch die reflektorische Grundbewegung. In 40% hat man Nichtübereinstimmung der Tendenzen dieser zwei Bewegungen, d. h. zweimal weniger als beim Handgriff selbst. Diese Nichtübereinstimmung der Tendenzen äußerte sich entweder in der verhältnismäßigen Verstärkung der Rückwärtsbewegung (z. B. Grundbewegung —, aber Rückwärtsbewegung +), welche in 32% beobachtet wurde, oder seltener, in 8%, in ihrer Schwächung.

Auf diese Weise beobachtet man im allgemeinen bei Berechnung des Zustandes des Patellarreflexes beim *Jendrassikschen Handgriff* und nach demselben eine Übereinstimmung des Charakters der Veränderungen der Grund- und Rückwärtsbewegungen. Diese allgemeine Tendenz ist schärfer und bemerkbarer für die Grundbewegung: Fall von großer Höhe (+ 4° 20') bei Anwendung von *Jendrassik* auf eine große Tiefe nach demselben (— 6° 30') mit der Amplitudevariation von 10° 50'. Weniger bemerkbar sind die Schwankungen, die für die Rückwärtsbewegung beobachtet werden. Sie stellen denselben Fall von der nicht großen Anfangshöhe vor (+ 1°) auf eine geringe Tiefe (— 3°) und geben eine kleine Amplitudevariation (4°).

Das Verfahren der Ordnungsberechnung der Ziffern ergab annähernd analogische Resultate mit den vorhergehenden. Sie können auf folgende Weise für die Grundbewegungen dargestellt werden.

Verstärkung über	10° (+ +)	32%
„ bis	10° (+)	44%
Ausbleiben der Veränderungen	(=)	16%
Verminderung bis	10° (—)	8%
„ über	10° (— —)	0

Das heißt das Zählverfahren gibt einen positiven Effekt in 76%, und negativen oder Ausbleiben des Effektes in 24%. Betreffs der Gruppen nach der Größe der Grundbewegungen, bleiben die Beziehungen erhalten, welche für den *Jendrassikschen Handgriff* angegeben sind: die allergrößte Verstärkung des Reflexes fällt auf die zweite Gruppe (mit der Grundbewegung von 6—10°), in den anderen Gruppen ist der Charakter der Resultate ein einigermaßen gemischter.

Bezüglich der motorischen und synkinetischen Fähigkeit ist es notwendig zu bemerken, daß Individuen, die keine Reflexverstärkung beim Zählverfahren (=, —) gaben, zu den mittleren oder gut motorisch befähigten Individuen gehörten.

Jedoch umgekehrt, bei Individuen mit guter oder mittlerer motorischer Fähigkeit kommen Personen mit Verstärkung der Grundbewegung vor, die zu den höheren Gruppen gehören (z. B. Fall 24 mit guter motorischer Fähigkeit gab eine Verstärkung der Grundbewegung von 16°). Personen mit großer Verstärkung der Grundbewegung (++) stellen eine große Verschiedenheit vom Gesichtspunkt ihrer motorischen und synkinetischen Fähigkeit dar. Am häufigsten sind das Individuen mit motorischer Fähigkeit unter dem mittleren Niveau, seltener mit guter und mittlerer motorischer Fähigkeit.

Die mittlere Größe der Veränderung der Grundbewegung des Patellarreflexes beim Zählverfahren ist der Winkel + 6° 40', die Reflexverstärkung ist bemerkbarer als beim *Jendrassikschen Handgriff*.

Die nachfolgende Rückwärtsbewegung ist beim Zählverfahren im Gegensatz zu *Jendrassik* hier 80%, sie zeigte Übereinstimmung mit dem Charakter der Veränderungen der Grundbewegung. Nur in 20% hat man keine Übereinstimmung zwischen der Rückwärts- und Grundbewegung, in 4% davon legt die Rückwärtsbewegung eine Tendenz zur Reflexvergrößerung an den Tag (z. B. von = in +), in 16% aber eine umgekehrte Tendenz zur Reflexverminderung (z. B. von + in = oder —).

Nach Einstellung des Zählverfahrens sinkt der Patellarreflex in der Mehrheit der Fälle im Vergleich zu seinem Zustande während des Verfahrens. Für die Grundbewegungen kann man das auf folgende Weise darstellen.

Vergrößerung bis	10° (+)	8%
Ausbleiben der Veränderungen	(=)	8%
Verminderung bis	10° (—)	72%
„ über	10° (— —)	12%

Die Beispiele, welche diese Verschiedenheit illustrieren könnten, wären den von uns für den *Jendrassikschen Handgriff* angegebenen

identisch, weshalb sie auch hier nicht angeführt werden. Die mittlere Variation des Patellarreflexzustandes nach dem Zählverfahren ist der Winkel — 5°, die Reflexverminderung ist weniger bemerkbar, als bei dem *Jendrassikschen* Handgriff.

Die nachfolgende Rückwärtsbewegung des Reflexes stellt in der Mehrheit der Fälle eine Übereinstimmung mit der Tendenz der Grundbewegung dar. Nur in 20% erhielt man keine Übereinstimmung dieser beiden Tendenzen, man hatte Verstärkung der Rückwärtsbewegung im Vergleich mit der Grundbewegung.

Folglich beobachteten wir beim Zählverfahren für die Grundbewegung einen Fall von der Höhe + 6° 40', auf eine Tiefe — 5° nach dem Verfahren mit der Amplitude von 11° 40'. Diese Schwankungen sind für die Rückwärtsbewegungen weniger bemerkbar: Fall von der Höhe + 4° 10' auf eine Tiefe — 3° nach dem Verfahren mit Variationsamplitude 7° 10'.b

Die mit der Erforschung des Sehnenreflexes verbundene Frage ist diejenige über den Tonus der Muskulatur. Der muskuläre Tonus kann bei allen Verfahren, die wir bei diesen Untersuchungen durchgeführt haben, erforscht werden. Das muß aber als Thema einer besonderen Arbeit dienen. Wir hatten nur einige Nachprüfungsuntersuchungen über die Schwankungen des Tonus *M. quadriceps femoris* beim angegebenen Verfahren aufgestellt. Die Untersuchungen wurden mit dem Sklerometer von *Mangold* (1922) ausgeführt.

Die sklerometrischen Untersuchungen wurden nach zwei Methoden ausgeführt. Im ersten Fall wurden die Untersuchungen auf alle Gewichte des langen Hebelarmes (5,0—30,0) ausgeführt, vor Anwendung irgend eines Versuches, darauf während desselben und endlich nach demselben mit Entfernung der Belastung nach jeder Messung. Beim zweiten Versuch war der Hebel mit ein und demselben Gewicht belastet, welches im Laufe der drei aufeinanderfolgenden Messungen nicht abgenommen wurde (vor dem Versuch, während des Versuches und nach demselben). Dann wurden Messungen mit nachfolgender Belastung usw. ausgeführt.

Als allgemeine Folgerung dieser sklerometrischen Untersuchungen ergibt sich, daß weder der *Jendrassiksche* Handgriff noch das ordnungsmäßige Zählen Veränderungen der Muskeleindrückbarkeit aufweisen, welche durch den Sklerometer von *Mangold* vermerkt werden und die zur Klärung der reflektorischen Veränderungen herangezogen werden könnten. Nur tiefe Inspiration während der kurzen Unterbrechungen beim schnellen Zählen gaben eine geringe Tonusabnahme (um 0,5 mm). Die Verfahren der Beugung und Streckung des Beines, die im weiteren dargelegt werden, konnten nicht nach dieser Methode untersucht werden, infolge der Kompliziertheit der mechanischen und anderen Momente, die bei der Beinbewegung eintreten.

Aktivierung der Muskelgruppen.

Zur Erforschung des Einflusses der Aktivierung einzelner Muskelgruppen auf den Patellarreflex waren zwei Verfahren benutzt: aktive Spannung der Beuger und aktive Spannung der Strecker im Kniegelenk. Bei der ersten Untersuchung des Individuums, welches auf dem Tische mit herabhängenden Beinen saß, war es angezeigt eine leichte anhaltende Beugung im Kniegelenk auszuführen, welche in keinem Falle 2—5° nach dem Winkelmaß überschritt. Beim zweiten Versuch führte das selbe Individuum auf Befehl eine entgegengesetzte aktive Bewegung aus: — leichte Streckung des Beines im Kniegelenk, einen Winkel nicht über 2—5° bildend.

Infolge der geringen Veränderung des Winkels im Kniegelenk, änderte sich die Arbeit des Hammers, die auf dem Unterschenkel fixiert war, nicht wesentlich. Dieser Umstand muß jedoch natürlich berücksichtigt werden. Die für diese Untersuchungen ausgearbeiteten Normen konnten dienen: erstens zur Erforschung der Frage über die Bedeutung der Aktivierung der Agonisten und Antagonisten für den Patellarreflex überhaupt und zweitens für die nachfolgenden Vergleiche mit dem pathologischen Material.

Die Frage über den Muskelzustand und im Knie gebildeten Winkel spielen bei der Reflexauslösung eine wesentliche Rolle. Die Veränderungen des Winkels beeinflussen den Grad der Muskelstreckung, die letztere ruft reflektorische Innervationserscheinungen hervor. Die angewendete aktive Bewegung des Individuums bei unseren Versuchen führt anfangs eine positive Arbeit nach der Terminologie von Weiß aus (Übertragung des Unterschenkels), und darauf eine negative Arbeit (Verbleiben derselben in gleichem Zustande). Hierbei entstehen Innervationserscheinungen seitens der Antagonisten (und Synergisten). Diese beiden Momente — der Grad der Muskelstreckung und die aktive Innervation — müssen bei der Deutung der weiteren Untersuchungen in Betracht gezogen werden.

Das Verfahren der Beinbeugung gab folgende Resultate:

Verstärkung über	10° (++)	12%
„ bis	10° (+)	36%
Ausbleiben der Veränderungen	(=)	28%
Verminderung bis	10° (—)	12%
„ über	10° (—)	12%

Verstärkung des Reflexes wird hier seltener beobachtet als bei den früher beschriebenen Verfahren — in 48%, während dessen wird seine Verminderung in 24% beobachtet. Verstärkung und Schwächung des Reflexes hat man bei diesem Verfahren in allen Gruppen, die nach der Größe der Grundbewegung verteilt sind. Jedoch kann man bemerken, daß die größere Reflexschwächung hauptsächlich in der 4. und 5. Gruppe vorkommt (16—25°). Irgend ein Zusammenhang mit der motorischen

Fähigkeit oder Konstitution konnte nicht festgestellt werden. Die mittlere Variation der Grundbewegung beim Verfahren der Beinbeugung ist der Winkel $+ 1^\circ 10'$.

Die angeführten Befunde über den Zustand der reflektorischen Grundbewegung bei Spannung der Antagonisten bildet auf diese Weise ein wenig gemischtes Bild. In der Hälfte der Fälle verstärkt sich der Reflex, in der anderen Hälfte ist er geschwächt oder verbleibt unverändert, ungefähr gleichmäßig. *P. Hoffmann* (1922) bemerkte bei Erforschung der eigenen Muskelreflexe, daß sich der Reflex bei Antagonistenkontraktion verringert (verschwindet). In einem beträchtlichen Teil unserer Untersuchungen, in 24%, verminderte sich der Reflex. In der Hälfte der Fälle aber beobachtete man Reflexverstärkung. Dieses kann, wie schon gesagt, von zwei Ursachen abhängen: von der Veränderung der Muskeldehnung und von der Veränderung der Innervation. Die nicht vollkommene Muskelstreckung (M. quadr. fem.) spielt, möglicherweise, eine Rolle in der Verstärkung des Reflexes. Andererseits schwächt die Spannung der Antagonisten den Agonistentonus und wirkt in diesem Sinne — bezüglich des M. quadr. fem. — analog dem *Jendrassikschen* Handgriff und verstärkt den Reflex.

Die nachfolgende Rückwärtsbewegung entspricht in der Mehrheit der Fälle der reflektorischen Grundbewegung beim Beugeverfahren. Nichtübereinstimmung dieser Veränderungen sind in 28% vermerkt, wobei die Rückwärtsbewegung den Reflex in 12% verstärkte und in 16% schwächte. Die mittlere Variation der Rückwärtsbewegung beim Beugeverfahren ist der Winkel $+ 0^\circ 40'$.

Nach dem Verfahren beobachtet man öfter Reflexschwächung. Die allgemeinen Resultate für die Grundbewegung sind folgende:

Verstärkung über	10° (++)	12%
bis	10° (+)	12%
„	10° (=)	16%
Ausbleiben der Veränderungen	10° (—)	56%
Verminderung bis	10° (—)	4%
„	über	

Eine verhältnismäßige Verminderung der Grundbewegung beobachtete man in 60%, indessen war eine Verstärkung derselben nur in 24% vermerkt. Eine Verstärkung des Reflexes, besonders eine ausgesprochene (++) beobachtete man hauptsächlich in der 4. und 5. Gruppe (16—25%). Die mittlere Größe der Veränderungen der Grundbewegung ist beim Beugeversuch der Winkel $- 1^\circ$.

Die nachfolgende Rückwärtsbewegung bildet nach dem Beugeversuch in 68% Übereinstimmung mit der Tendenz der Grundbewegung. Von 38% dieser Nichtübereinstimmung verstärkte in 28% die Rückwärtsbewegung den Reflex und in 4% (—) verminderte sie ihn. Die Mittelvariation des Zustandes der Rückwärtsbewegung ist der Winkel $+ 0^\circ 20$, d. h. es geht fast gar keine Veränderung vor sich im Vergleich mit dem Zustand der Rückwärtsbewegung bei Anwendung des Verfahrens.

Das folgende Verfahren der Beinstreckung ergab Resultate, die sich hauptsächlich in Reflexschwächung äußerten. Dieselben sind:

Verstärkung bis	10° (+)	20%
Ausbleiben der Veränderungen	(=)	20%
Verminderung bis	10° (—)	52%
„ über	10° (—)	8%

In 60% hat man Abschwächung der reflektorischen Grundbewegung und nur in 20% Verstärkung. Verstärkung beobachtet man in der 1. und 2. Gruppe mit der geringsten Reflexgröße (1—10°). Aber gerade in diesen Gruppen wie auch in allen anderen kommen Fälle vor, in denen die Grundbewegung vermindert ist oder unverändert bleibt. Es gelang nicht einen Zusammenhang mit der Motorik festzustellen. Die mittlere Messungsgröße der reflektorischen Grundbewegung beim Beinstreckungsversuch ist der Winkel — 2° 50'.

Auf diese Weise ergab die aktive Kontraktion der Agonisten (M. quadriceps) in einem gewissen Teil Reflexverstärkung (20%), aber dreimal öfter wurde Reflexabschwächung beobachtet. Darin befinden wir uns wieder im Widerspruch mit den Befunden von *P. Hoffmann*. Nach seinen Untersuchungen verstärkt die Agonistenkontraktion als Regel den Reflex, die willkürliche Innervation aktiviert den Reflex. Jedoch *Sherrington* und *Sternberg* erhielten Reflexhemmung bei Reizung des homolateralen Nerven, d. h. sie erzielten Befunde, die im Gegensatz zu denjenigen von *P. Hoffmann* waren. In der Mehrheit der Fälle unserer Untersuchungen hatten wir ebenfalls Reflexhemmung bei Einschließung der aktiven Innervation der Agonisten. Die aktive Innervation M. quadriceps femoris hemmt teilweise den Patellarreflex. Man muß gewiß auch den Umstand nicht vergessen, daß es sich um die Beinstrecker handelt, die eine prävalente Bedeutung in demjenigen phylogenetisch alten Mechanismus haben mit dem sie verbunden sind und der eine bestimmte Muskeleinstellung schafft, am allerwahrscheinlichsten, die subcorticale, die den Klinizisten so bekannt ist. Das Vorherrschen der Beinstrecker bei dieser Einstellung spielt eine große Rolle für den Patellarreflex, wovon mir uns noch im weiteren überzeugen werden.

Die nachfolgende Rückwärtsbewegung entspricht nur in 12% nicht der Grundbewegung seitens der Reflexabschwächung. Die mittlere Variation der Rückwärtsbewegung beim Streckungsverfahren ist der Winkel — 0° 30'.

Nach dem Verfahren der Beinstreckung beobachtet man gewöhnlich Reflexverstärkung.

Verstärkung über	10° (++)	20%
„ bis	10° (+)	36%
Ausbleiben der Veränderungen	(=)	20%
Verminderung bis	10° (—)	24%

Verstärkung der reflektorischen Grundbewegung beobachtete man in 50%, seine Abschwächung aber in 24%. Reflexabschwächung

beobachtete man in den ersten zwei Gruppen 1. und 2. (1—10°). Aber, wie angegeben, waren in diesen Gruppen und in den anderen auch andere Veränderungstypen der Grundbewegung, wie seitens der Verstärkung, so auch im unveränderten Zustande verteilt. Die mittlere Größe der Grundbewegung nach dem Verfahren ist der Winkel + 3° 40'.

Die Rückwärtsbewegung entspricht in 12% nicht der Grundbewegung: in 8% — seitens Reflexverstärkung und in 4% — seitens Reflexverminderung. Im Durchschnitt variiert die Rückwärtsbewegung um den Winkel + 0° 50'.

Schlußfolgerung.

Die Hauptbefunde der reflektorischen Grund- und nachfolgenden Rückwärtsbewegungen des Patellarreflexes führen wir als allgemeine Tabelle 6 an.

Tabelle 6.

Reflex- aus- lösen	Jendrassik	Zählen		Beugung		Streckung			
		Verfah- ren	Nach	Verfah- ren	Nach	Verfah- ren	Nach		
Grundbewegung	11° 40'	+ 4° 20'	— 6° 30'	+ 6° 40'	— 5°	+ 1° 10'	— 1°	— 2° 50'	+ 3° 40'
Rückwärtsbewegung	3° 20'	+ 1°	— 3°	+ 4° 10'	— 3°	+ 0° 40'	+ 0° 20'	— 0° 30'	+ 0° 50'

Vor allem kann man auf dieser Tabelle sehen, daß sich die Variationen der Grundbewegung, die für das Verfahren der Enthemmung ausgesprochen sind, bei Aktivierungsverfahren scharf verringern. Die Gesetzmäßigkeit, welche in der umgekehrten Veränderung der reflektorischen Variationen während des Verfahrens und nach demselben beobachtet wird (reflektorische Formel + —) ist überall mit Ausnahme der Rückwärtsbewegung für die Beugung vorhanden. Besonders scharf sind diese reflektorischen Veränderungen für den *Jendrassikschen* Handgriff dargestellt, in welchem die Reflexvariationen nach dem Verfahren größer sind, als beim Verfahren selbst. Diese aufeinanderfolgenden „Verstärkungsphasen“ und „Entspannungsphasen“ haben einen bestimmten Rhythmus. „Gleichmäßigkeit“ wird nach den Schwankungen erreicht, zu deren Erklärung eine große Bedeutung die Erscheinungen des spinalen Automatismus und der alternierenden Innervation haben.

Die drei ersten Verfahren ergaben gleichartige Variationstypen (Verstärkung und darauf Abschwächung des Reflexes (reflektorische Formel + —). Wenn die beiden ersten Verfahren einen solchen Typus als Resultat der Enthemmung ergaben, deren Wesen in der Abschwächung der cerebralen Innervation der Beinstrecker besteht, so ergab das dritte Verfahren denselben Entspannungseffekt der Beinstrecker als Antagonisten in bezug zu den Muskelgruppen, welche die Bewegung ausführten.

Das letzte vierte Verfahren stellt eine umgekehrte Variation dar, Abschwächung und darauf Verstärkung des Reflexes (Formel — +). Eine wahrscheinliche Erklärung dieses Phänomens besteht in der partiellen Hemmung des Reflexes bei Verstärkung der aktiven cerebralen Innervation (Py) mit seiner charakteristischen Besonderheit der Hemmung.

Die Summe aller cerebralen Impulse, die zu den motorischen Rückenmarkzellen der Beinstrecker zuströmen, verändern sich beständig und erklären die Fähigkeit zu Variationen und Amplitude des Patellarreflexes in einzelnen Fällen. Nach der Analogie mit dem, was Lewy über den Muskeltonus sagte, kann man sagen, daß es auch für die Sehnenreflexe eine gewisse beständige Grundgröße und eine andere sich verändernde „ausgleitende“ Größe gibt. Man muß annehmen, daß der normale Patellarreflex die Differenz zweier Größen ist: der Grundgröße, bestimmt durch den spinalen Automatismus und der variierenden Größe, die von dem cerebralen Einfluß abhängt.

Endlich bemerken wir noch die interessante Erscheinung, daß die Gruppe, die „gewöhnliche“ Resultate für unsere Untersuchungen gibt, hauptsächlich die zweite Gruppe nach der Größe der reflektorischen Grundbewegung (6—10°) ist. Die vierte und fünfte Gruppe (16—25°) geben im Gegensatz die größte Anzahl der „paradoxaßen“ Reflexvariation.

Zum Schluß des ersten Teiles dieser Arbeit haben wir berücksichtigt, daß die hier ausgelegten Befunde keinen endgültigen Charakter tragen. Die stärkste Sprache der Wissenschaft ist die Ziffersprache. Die weitere Ausarbeitung dieser Frage wird diese Befunde nachprüfen.

Literaturverzeichnis.

- Austregesilo, A.:* Encéphale. 1 (1928). — *Austregesilo, Costa-Rodrigues et Alusio Marques:* Revue neur. 2, 3 (1927). — *Bechterew, W. M.:* Allgemeine Diagnostik der Nervensystemkrankheiten. 2 (1915) (russ.). — *Davidenkow, S. N.:* Annalen der Nerven- und Geisteskrankheiten. Univ. Baku. 1 (1921) (russ.). — *Erb, W.:* Arch. f. Psychiatr. 5, 2 (1875). — *Geimanowitsch, A. I.:* Ssbornik Possolimo 1925 (russ.). — *Hoffmann, P.:* Untersuchungen über die Eigenreflexe. 1922. — *Lewy, F. H.:* Die Lehre vom Tonus und der Bewegung. 1923. — *Mangold:* Pflügers Arch. 196, 2 (1922). — *Marquier et Obazzio:* Nach Revue neur. 2, 2 (1927). — *Pfahl, J.:* Z. Neur. 1 (1910). — *Piéron, H.:* Revue neur. 2, 20 (1910). — *Piéron, H.:* Revue neur. 2, 23 (1910). — *Russetzki, J. J.:* Zur Frage der Mitbewegungen, Kasan 1925. Kasan. med. J. 1 (1926). Gegenwärtige Psychoneurol. 2 (1928) (russ.). — *Sachartschenko:* Turkestan. med. J. 6 (1922) (russ.). — *Sommer, R.:* Lehrbuch der psychopathologischen Untersuchungsmethoden. 1899. — *Sternberg, M.:* Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien. Juni 1891. — *Thomas, A.:* Revue neur. 14 (1914). — *Weiler, K.:* Z. Neur. 1 (1910). — *Westphal, C.:* Arch. f. Psychiatr. 5, 2 (1875).
-