

XIV.

Experimentelle Untersuchungen über das Kniephänomen.

Von

Prof. Dr. Julius Schreiber

in Königsberg i. Pr.

(Hierzu Tafel I.)

In meinen klinischen Untersuchungen über das Kniephänomen¹⁾ habe ich auf eine physiologische Erörterung des Gegenstandes an einer anderen Stelle hingewiesen; im Nachfolgenden beabsichtige ich in diese an der Hand eigener Experimente²⁾ einzutreten.

Freilich kennt die Literatur bereits eine stattliche Reihe gleichgerichteter und zum Theil sehr exacter Experimentalforschungen an Menschen wie an Thieren. Allein ihre Resultate widersprechen sich vielfach und vielfach halten sie einer etwas strengeren Kritik nicht völlig Stand. Sie haben jedenfalls die Frage, zu deren Lösung sie angestellt worden, die nach dem physiologischen Inhalt des Kniephänomens endgültig zu beantworten nicht vermocht; vielleicht nicht zum geringsten deshalb, weil offenbar fast alle Forscher durch die der im Thema stehenden Erscheinung ursprünglich beigelegten Nomenclatur (Präpatellarsehnenreflex, Präpatellarsehnenphänomen, Präpatellarphänomen, Sehnenreflex, Sehnenphänomen) sich verleiten liessen, ihre Aufmerksamkeit lediglich auf das Ligamentum patellae proprium und auf lediglich dessen Beziehungen zum Quadriceps femoris zu concentriren, wenig oder gar nicht die übrigen Componenten des Kniegelenks berücksichtigend. Westphal, von dem die minder präjudicirende Bezeichnung „Kniephänomen“ herrührt, wusste trotzdem nicht weniger wie Erb das Interesse für das genannte Phänomen von vornherein derartig mit dem für das Verhalten des Ligamentum patellae proprium zu identificiren, dass z. B. die etwaigen Beziehungen der an sensiblen Nerven gewiss sehr reichen Gelenk-

1) D. Arch. f. klin. Med. von v. Ziemssen u. Zenker. Bd. XXXV. S. 254.

2) Dieselben sind in den mir stets bereitwilligst zur Verfügung gestellten Räumen des Laboratoriums der hiesigen medicinischen Klinik ausgeführt worden.

flächen (Lewinski) zur Quadricepszuckung völlig unerforscht blieben, nachdem Westphal die Unwahrscheinlichkeit derartiger Beziehungen nur vorausgesetzt hatte; Aehnliches gilt für andere Prämissen, wie für die von der physikalisch-mechanischen Erregung contralateraler Muskelcontractionen durch Erschütterung der knöchernen Theile des Oberschenkels, des Beckens resp. deren Weichtheile, mit welchen spätere Untersucher (Waller, Prevost) wie mit einer bewiesenen Thatsache rechneten. Ganz ausser Erwägung liess man die Frage nach dem etwaigen Einfluss der Gelenkkapsel auf die Unterschenkelzuckung und, wenn wir zunächst eine nur als wahrscheinlich hingestellte, für das Kniephänomen übrigens nicht in zutreffender Form erhärtete Annahme Strümpell's bei Seite lassen wollen, der das Kniegelenk umgebenden Fascien.

Diese Fragen erweisen sich sofort einer exacten Untersuchung bedürftig, sobald, wie zuvor angedeutet worden, berechnigte Zweifel entstehen über die Grundlage der Lehre vom Kniephänomen, ich meine über die anscheinend untrennbare Beziehung der Unterschenkelzuckung zur mechanischen Erregung des Ligamentum patellae proprium. Füge ich noch hinzu, dass m. E. Thatsachen gegen die bekannte, bisher unwiderlegte Westphal'sche Theorie von der Bedeutung des Muskeltonus für das Kniephänomen zu erbringen sind, so habe ich damit die Wege markirt, welche die nachfolgende Abhandlung in der Hauptsache zu beschreiten haben wird.

Die Kenntniss der Discussion über das Kniephänomen setze ich voraus, um mich nicht in der Wiedergabe oft zusammengestellter Arbeiten zu wiederholen. Dahingegen scheint es erforderlich, einige wenige anatomische Daten hinsichtlich der Componenten des Kniegelenks vorweg zu geben.

„Unter dem Ligamentum patellae proprium s. inferius verstehen wir gewöhnlich jenes „platte, im sagittalen Durchmesser comprimirt und 4 mm mächtige Band von der Breite der Basis des Apex patellae, die es umfasst und von welcher aus es sich mit parallelen Bündeln ab und etwas rückwärts zur Tuberositas patellaris begibt, um sich kaum verschmälert an derselben anzusetzen“ (Henle).

Versucht man nun an einer menschlichen Leiche das so gekennzeichnete und auch allgemein so anerkannte Ligamentum patellae proprium lateral- und medianwärts zu isoliren, so gelingt das lateralwärts sehr leicht, medianwärts aber nur schwer. Lateralwärts ist es die bekanntlich zur Tuberositas tibiae herabsteigende, nach der Mittellinie convergirende, starke Oberschenkelfascie, welche sich leicht trennbar an das Ligamentum patellae propr. anlegt; medianwärts ist von einer

derartigen starken Fascie nicht die Rede. Hier steigt, wie Herr Prof. Merkel mir an einem frischen Präparat zu demonstrieren die Freundlichkeit hatte, die breit auslaufende Sehne des Vastus medius zur Tibia herab, mit dem Ligamentum patellae propr. in innigster Verbindung.

Versuche, die auf das Verhalten der Sehne der gemeinschaftlichen Unterschenkelstrecker gerichtet sind, müssen daher auf die lateral- und medianwärts von der ersteren ganz differenten anatomischen und Gewebsverhältnisse Bedacht nehmen.

Die Kniegelenkkapsel ist bekanntlich an der vorderen Fläche des Schenkelbeins bis 8 cm und mehr über dem oberen Rande der für die Patella bestimmten Rinne angeheftet. In den oberen Partien indirect mit den Streckern verwachsen, ist dies die vordere Kapselwand ganz direct in der Mitte über der Patella mit der gemeinschaftlichen Sehne des Quadriceps; die Gelenkkapsel wird „durch die Beugung des Unterschenkels gespannt und geebnet, bei der Streckung durch einen eigenen Muskel in eine Falte aufwärts gezogen“.

An geeigneten Präparaten an Kaninchen kann man mit grosser Leichtigkeit sehen, wie ein geringer Zug an der vorderen Kapselwand sich unweigerlich auf die Quadricepsmusculatur fortpflanzt, dieselbe nach unten ziehend.

Bemerken möchte ich noch, dass das Kniephänomen bei Kaninchen, an welchen ich experimentirt habe, zuweilen im hohen Maasse herabgesetzt ist und dass solche Thiere zu Versuchen, wie die vorliegenden, natürlich nicht geeignet sind.

Wie sehr auch die Autoren hinsichtlich der Frage, ob das Kniephänomen ein Reflexphänomen (Erb, Schultze und Fürbringer, Tschiriew, Burckhardt, Gowers, Senator, Lewinski, Nothnagel, Jarisch und Schiff, Jendrassik) ist oder nicht (Westphal, Waller und Prévost, Eulenburg), dissentiren mögen, darin sind sie einer Meinung, dass das Kniephänomen eine von dem Ligamentum patellae proprium ausgehende Erscheinung ist, welche nach den Ersteren auf der mechanischen Erregung der an der Uebergangsstelle von Muskel zur Sehne gelegenen (nach meinen experimentellen Erfahrungen übrigens im ganzen Organ verbreiteten) Nervelemente des Präpatellarbandes beruht, nach den Letzteren auf der durch das Ligamentum vermittelten directen mechanischen Erregung, Zerrung der Quadricepsmusculatur. Dem gegenüber fragen wir:

Ist die Präpatellarsehne die einzige (physiologische oder physikalische) Erregungsquelle für das Kniephänomen?

1. *Versuch.* Das deutlich hervorspringende Ligamentum patellae proprium wird an der Tuberositas tibiae und von seiner seitlichen Anheftung mit einem Thermokauter oder Messer abgelöst; es zieht sich alsdann zur Patella zurück; es wird auch dort abgeschnitten. Nach der Entfernung des Ligaments entsteht eine breite Lücke in den das Kniegelenk umgebenden fibrösen Membranen, in welcher die die Gelenkkapsel bedeckende Fettmasse sichtbar wird. Spannt man nun über dieselbe und resp. über die die Lücke begrenzenden fibrösen Ränder eine elastische Gummimembran und percutirt man diese in der Mitte, so tritt — vorausgesetzt, dass das Knie gebeugt worden — eine lebhafte Contraction des ganzen Quadriceps auf.

Resultat: Die Präpatellarsehne ist am Kniegelenk nicht die einzige Erregungsquelle für das Kniephänomen.

Die Schwingungen der todten Membran im voranstehenden Versuche hatten sich offenbar auf andere in physiologischer oder anatomisch-physikalischer Beziehung zum Quadriceps stehende Theile der Kniegelenkgegend übertragen.

Auf welchen dieser Theile ist der obige Erfolg zu beziehen? Nach den vorausgeschickten anatomischen Daten zieht sich medianwärts von der Kniegelenkgegend die breite Sehne des Vastus medius, lateralwärts die Oberschenkelfascie herab.

2. *Versuch.* Percutirt man nach Entfernung der Gummimembran an dem wie zuvor vorbereiteten Thiere den inneren Rand der Lücke, so tritt eine deutliche Quadricepszuckung auf.

Also auch die ausschliesslich dem Vastus medius angehörende Sehne kann das Zustandekommen des Kniephänomens vermitteln. Die klinischen Beobachtungen, nach welchen von der inneren Fläche der Kniegelenkgegend, speciell vom Condyl. intern. tibiae ein Fascienreflex gebildet werden könne, sind daher offenbar gleichfalls als Sehnenphänomene anzusprechen. Dem gegenüber ist mit Leichtigkeit der experimentell bisher noch ausstehende Beweis zu erbringen, dass Fascienphänomene existiren, und dass speciell das Kniephänomen durch einen solchen Fascienreiz regelmässig ausgelöst werden kann.

3. *Versuch.* 1. Bei demselben Thiere wird der laterale Rand der Rinne percutirt; es tritt deutliche Quadricepszuckung auf; dasselbe geschieht auch, wenn man die mediane Rinnenwand (Sehne des Vastus medius) einschneidet.

2. Percutirt man die erhaltene Fascie gegen die feste Unterlage, so ist der Erfolg negativ.

3. Schneidet man auch die laterale Fascie ein und percüttirt man diese, so ist der Erfolg negativ.

4. Spannt man die eingeschnittene Fascie künstlich an und percüttirt man dieselbe, so ist der Erfolg ein positiver.

Resultat: Es gibt von den Fascien aus angeregte Muskelcontractionen und speciell das Kniephänomen kann ein reines Fascienphänomen sein, so zwar, dass die bezügliche physiologische oder physikalische Erregungsquelle lateralwärts an der Kniegelenkgegend zu suchen ist.

4. *Versuch.* 1. Entfernt man bei Thieren in der bisherigen Vorbereitung das der Gelenkkapsel aufliegende Fettgewebe und percüttirt man nun vorsichtig gegen die in Kniebeugstellung gespannte Gelenkkapsel, so tritt fast regelmässig eine deutliche blitzartige Quadricepscontraction auf.

2. Zerrungen der Kapsel mit der Pincette, leichte Stiche in dieselbe geben einen negativen Erfolg.

3. Wird auch die Gelenkkapsel eingeschnitten und werden die Gelenkflächen leicht percüttirt, so erfolgen Quadricepscontractionen ausnahmsweise von der Tibia her, fast regelmässig vom Femur und besonders von der der Patellaufnahme entsprechenden Rinne desselben.

4. Zu häufige Wiederholung des Versuchs führt zu inconstanten Resultaten; stärkere Percussion der Gelenkfläche oft zu negativen.

5. Häufig gelingt es durch leichte Stiche in die Gelenkfläche des Femur die Quadricepszuckung zu erzielen.

6. Die Erregbarkeit der Gelenkflächen erlischt relativ nach kurzer Zeit.

7. Percussion der Condylen des Oberschenkels bewirkt keine Zuckung.

Resultat: 1. Das Kniephänomen kann ein sogenanntes Kniekapselphänomen sein; 2. es kann schliesslich auch unzweifelhaft von den Gelenkflächen aus hervorgerufen werden.

In allen diesen Versuchen beobachtet man sehr häufig ausser der Quadricepszuckung noch Zuckungen in den diesseitigen, sowie in den Adductoren des Oberschenkels der anderen Seite; bei curarisirten Thieren fehlt jede derartige Muskelcontraction.

Nach den voranstehenden Versuchsergebnissen kann das Kniephänomen im weiteren Sinne offenbar auch ein Gelenkflächenphänomen, ein Kapsel-, Fascien-, Vastus medius-, Sehnenphänomen sein, so dass die Frage nunmehr entsteht, ob denn die Präpatellarsehne an sich überhaupt eine directe Beziehung zum sogenannten Präpa-

tellarsehnenphänomen habe (Versuch 5): Durchschneidet man, indem man vorsichtig unter das Ligamentum patellae proprium mit einem schmalen Messerchen eingeht, die lateralen fibrösen Begrenzungen desselben der Länge und Quere nach, sowie die Gelenkkapsel, bleibt also ausser der Gelenkfläche nur noch das normal über das Knie gespannte Ligamentum proprium, so gibt auch die jetzt vorsichtig gegen das letztere gerichtete Percussion eine deutliche Quadricepszuckung.

Das Ligamentum patellae proprium besitzt also directe Beziehungen zum Kniephänomen, doch werden wir nach dem Mitgetheilten das letztere nicht mehr als ein ausschliessliches Präpatellarsehnenphänomen anzusehen haben, sondern als das Product einer zunächst noch unentschiedenen Form von Erregung aller der genannten Componenten des Kniegelenks.

Welcher Art ist diese Erregung; ist sie eine reflectorische oder genügt zu ihrer Erklärung die Westphal'sche Tonustheorie?

Die Tonustheorie lehrt: Tonus, Spannung des Muskels und Schwingungsfähigkeit der Sehne sind die drei Bedingungen für die Entstehung des Kniephänomens. Sie lehrt weiter: Die Muskelzuckung wird direct durch die vibrirende Sehne mechanisch bewirkt; die contralateralen Zuckungen sind die Folge einer von der Sehne aus sich fortpflanzenden mechanischen Erschütterung der knöchernen Theile des Oberschenkels, Beckens resp. deren Weichtheile. Die folgenden Fragen sind daher erst zu erledigen.

Führt die Percussion des Ligamentum patellae proprium zu einer mechanischen Erschütterung der Weichtheile beider Oberschenkel?

Die experimentelle Beantwortung dieser rein physikalischen Frage ist bisher noch gar nicht versucht worden; sie ist anscheinend schwierig, in Wirklichkeit aber sehr leicht ausführbar und zwar am leichtesten direct am Menschen. Soll die etwaige Erschütterungswelle für sich allein dargestellt werden können, so muss jede andere active Bewegung in den Oberschenkelmuskeln zuverlässig ausgeschlossen werden können. Dies ist nun bekanntlich der Fall bei Tabikern, welche auf Percussion der Präpatellarsehne weder eine physiologisch (reflectorisch), noch eine mechanisch vermittelte (directe neuromusculäre oder idiomusculäre), d. h. gar keine active Muskelbewegung darbieten. Jede andere von der Sehne aus angeregte Bewegung in den Weichtheilen des Oberschenkels kann in solchen Fällen nur eine rein physikalische Bewegungsform sein.

6. Versuch. Um die Mitte des Quadriceps des einen Oberschenkels eines Tabischen wird eine Marey'sche Transmissionskapsel befestigt,

dieselbe mit dem Tambour enregistreur verbunden, dessen Feder an die Trommel einer Foucault'schen Mechanik angelegt; eine zweite genau senkrecht unter die erstere gestellte Feder ist durch den Tambour mit einem um die Präpatellarsehne lose befestigten weichen Gummischlauch verbunden, so dass die Zeit der Percussion der Sehne auf dem berussten Papier der rotirenden Trommel momentan vermerkt werden kann. Der Kranke wird so auf den Rand eines Bettes gesetzt, dass die Unterschenkel frei herabhängen. In dieser Ruhestellung der Extremitäten zeichnet die Feder häufig keine gerade, sondern eine rhythmisch, durch die Pulsationen der Oberschenkelgefäße *bedingte unterbrochene Linie*.

1. Percutirt man nun ganz schwach das Ligamentum patellae proprium des mit der Kapsel armirten Beines, so tritt nahezu gleichzeitig mit dem Schlagsignal in der Zeichnung eine deutliche Welle in der Linie auf, welche bisher die Ruhestellung des Oberschenkels angegeben hat. Die Welle ist um so grösser, je stärker percutirt worden (Taf. I, Fig. 1; a = Bewegung im Oberschenkel, b = Moment der Percussion der Sehne).

2. Diese passive Erschütterungswelle kann häufig durch die aufgelegte Hand gefühlt werden.

3. Die Wellen sind deutlicher, wenn der untersuchte Oberschenkel über den der entgegengesetzten Seite gelegt wird.

4. Percutirt man die contralaterale Präpatellarsehne, so tritt in dem mit der Transmissionskapsel armirten Oberschenkel häufig gar keine und nur bei stärkerem Anschlag eine mit unbewaffnetem Auge eben kenntliche Welle auf; bei anderen Tabischen ist von der contralateralen Sehne auch nach schwächerem Anschlag regelmässig eine Welle auslösbar, allein auch hier so schwach, dass sie nur mit der Loupe deutlich erkannt werden kann.

5. Percussion der gleichseitigen Patella und Tuberositas tibiae geben häufig eine sehr deutliche Quadricepserschütterung.

6. Percussion der contralateralen Patella und Tuberositas geben gleichfalls oft eine Oberschenkelerschütterung, deren graphischer Ausdruck zwar schwächer ist als bei der Percussion der betreffenden, gleichseitig gelegenen Theile, aber immer stärker als der durch Percussion der contralateralen Sehne erzielte. (Ein annähernd vergleichbares Bild geben die einzelnen Nummern der Fig. 2, welche von einem anderen Tabiker als Fig. 1 gezeichnet ist. Taf. I, Fig. 2 enthält in Nr. 1—3 bei a, a, a Wellen vom Oberschenkel nach Percussion der gleichseitigen Sehne; Nr. 4—7 bei b, b, b = nach Percussion der contralateralen Sehne; Nr. 8 bei x, x, x = der gleichseitigen

Patella; Nr. 9 bei x, x, x = der contralateralen Patella; Nr. 10 bei x, x, x = der gleichseitigen Tuberositas; Nr. 11 bei x, x, x = der contralateralen Tuberositas tibiae.)

Hiermit ist der Beweis geliefert, dass die Percussion des Ligamentum patellae thatsächlich zu einer deutlichen mechanischen Erschütterung der Weichtheile des gleichseitigen, ja unter Umständen auch des entgegengesetzten Oberschenkels führt.

Diese Erschütterungswelle kann selbstverständlich nur bei intactem Kniegelenk zu Stande kommen, und sie kommt wahrscheinlich dadurch zu Stande, dass die Schwingungen der Präpatellarsehne durch die Gelenkkapsel sich zu den diesseitigen und von hier durch das Becken zu den contralateralen Weichtheilen fortpflanzen. Allein trotz ihrer nunmehr thatsächlichen Existenz haben diese Erschütterungen der Weichtheile mit den bezüglichlichen Muskelcontractionen genetisch offenbar nichts zu thun. Denn vor Allem wären zuerst diejenigen Muskelcontractionen auf eine derartige mechanische Erregungsquelle zu beziehen, in deren Bereiche die Erschütterung am stärksten ist, also in den gleichseitigen Quadricepsmuskeln.

Eine solche Annahme ist aber bisher nicht gemacht worden, sie widerspricht auch allen Erscheinungen, die das Thierexperiment bisher geliefert hat. Wiederum entsprechend den schwächsten und inconstantesten Erschütterungswellen, welche die Percussion der Sehne in den contralateralen Weichtheilen bewirkt, müssten die contralateralen Muskelcontractionen von der Sehne aus am seltensten und am schwächsten, zugleich aber nicht blos in den Adductoren, sondern auch in den contralateralen Quadricepsmuskeln bemerkt werden; als fast constante und leichter auszulösende Phänomene müssten (vgl. 6. Versuch und Fig. 2, Nr. 8 und 10) schliesslich zu bemerken sein contralaterale Muskelcontractionen in den Adductoren und in den Unterschenkelstreckern von der Patella selbst und von der Tuberositas tibiae aus. Aber allen solchen Annahmen widersprechen bekanntlich die bisherigen klinischen Erfahrungen sämmtlich, so dass aus den zuletzt mitgetheilten Versuchen mindestens der Schluss zu ziehen erlaubt sein wird, dass die am Menschen mit dem Kniephänomen gleichzeitig beobachteten contralateralen Muskelcontractionen nicht zu beziehen sind auf eine in die contralateralen Muskeln fortgepflanzte Erschütterungswelle.

Auch die Erschütterung der Knochen kann nicht die Ursache der contralateralen und nicht der gleichseitigen Muskelcontraction sein. Denn das Experiment (4. Vers. 3—7) lehrt, dass, obschon dieselben von den Gelenkflächen aus durch schwache Percussion, zuweilen sogar

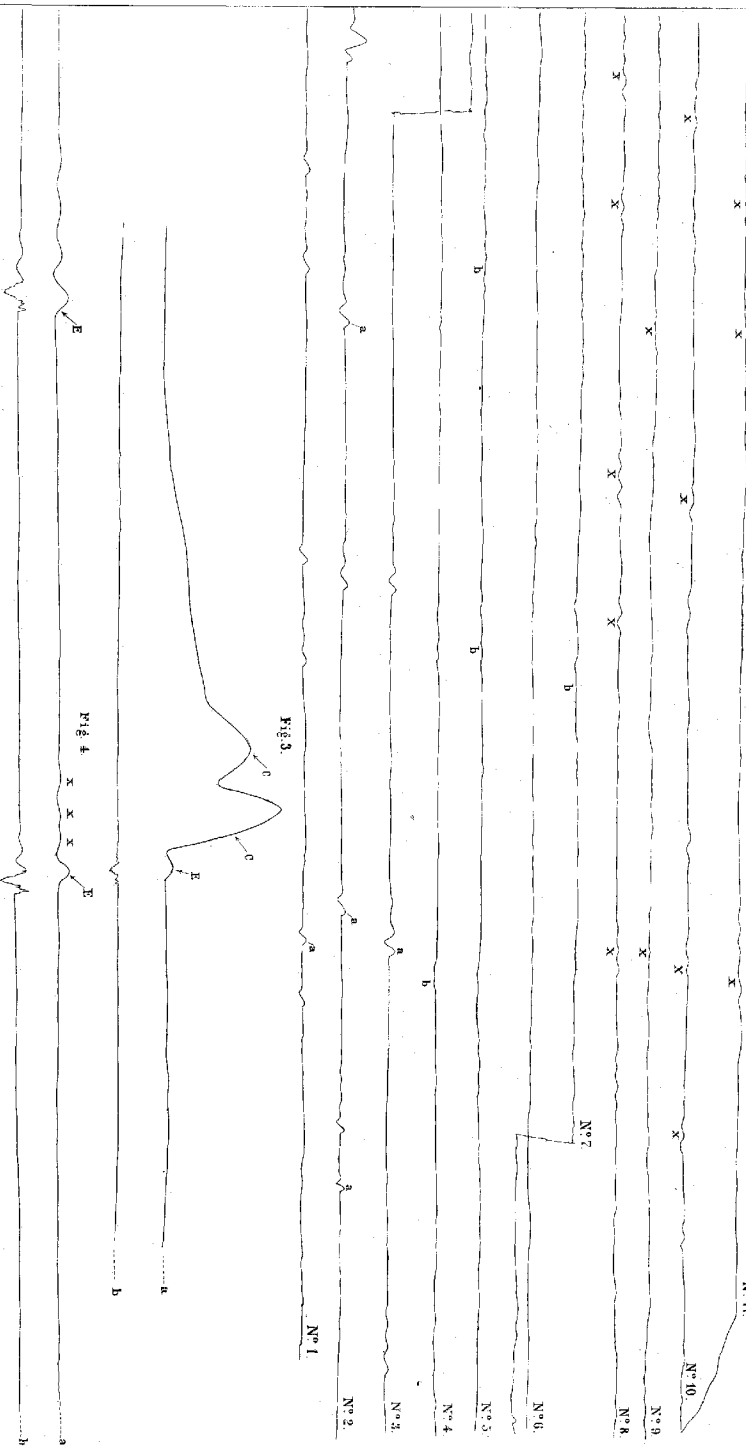
Fig. 1.

a - Welle vom Oberschenkel

Tabes.

b - Percussion der Praepallellarschne.

Fig. 2.



durch Nadelstiche erregt werden können, sie nicht zu erregen sind durch selbst stärkere Percussion der übrigen Theile des Femur. Dahingegen kommen diese Muskelphänomene gelegentlich zum Vorschein auf Anschlag an die Tuberositas tibiae, an die tibiale Gelenkfläche, nachdem die Gelenkkapsel eingeschnitten und also jede directe Fortpflanzung der Erschütterung vom Unterschenkel- zum Oberschenkelknochen ausgeschlossen ist.

Die Gelenkflächenphänomene sowie mindestens die contralateralen Muskelcontractionen (beim Menschen) sind sonach — da die ihnen zu Grunde gelegte mechanische Theorie ihrer Entstehung nicht zutreffend scheint — mit Rücksicht auf ihr bekanntes Verhalten nach Curare, Cruralissectionen u. s. w. als Reflexphänomene zu bezeichnen.

Auch die eigentliche Tonustheorie erfährt durch die mitgetheilten Experimente bereits manche Widerlegung; nicht dass in den letzteren (an der Fascie, Gelenkkapsel u. s. w.) die Wirkung einer directen Muskelexerregung durch Zerrung völlig ausgeschlossen wäre, allein es ist zu bemerken, dass trotz eines solchen Insultes nur eines Theiles des Quadriceps, z. B. bei Percussion der Sehne des Vastus medius, doch die Gesamtmusculatur des Quadriceps in Contraction gerathen kann. Ueberdies ist, wenn von Analogien aus der Physiologie zunächst abgesehen werden darf, der Beweis noch gar nicht erbracht, dass der Quadriceps auf directe Zerrung mit einer blitzartigen Gesamtcontraction antwortet; der mit der Pinzette an der Sehne oberhalb oder unterhalb der Patella ausgeübte Zug führt wenigstens nicht zum Kniephänomen.

7. Versuch. Das untere Ende des Quadriceps wird durch einen Seidenfaden fest umschnürt, der Quadriceps von dem patellaren Ansatz abgetrennt, der Seidenfaden und durch ihn der Quadriceps angespannt. Wird jetzt der Seidenfaden leicht percuttirt, so tritt eine deutliche blitzartige Quadricepscontraction auf.

Dieser Versuch beweist, dass die einfache Uebertragung von minimalen Zerrungen von einer nervenlosen Masse aus auf den Quadriceps diesen zur Contraction bringen kann; anscheinend also, dass die bisher noch unerklärt gebliebenen Sehnen-, Fascien-, Kapselphänomene Phänomene directer Muskelexerregung seien. Aber gerade dieser Versuch wird sogleich als der der Tonustheorie am meisten widersprechende kennen gelernt werden. Hier genüge, darauf hinzuweisen, dass die in Frage stehenden Sehnen-, Fascien-, Kapselphänomene jedenfalls auch unabhängig von jeder directen Muskelzerrung, also reflectorisch auftreten können, denn (8. Versuch) auch dann, wenn, wie im 7. Versuch, der Quadricepsmuskel an

einem Seidenfaden befestigt, von seiner knöchernen Unterlage und von seinen benachbarten Muskeln nach Incision der Oberschenkel-fascie zum Theil abgetrennt wird, also jede directe Verbindung mit der restgebliebenen Präpatellarsehne, der Sehne des Vastus medius, der Fascie aufgehoben ist, denn auch dann führt die Percussion der letzteren, sofern für ihre Anspannung künstlich gesorgt ist, zu einer deutlichen Quadricepszuckung.

Die Tonustheorie reicht nicht zur Erklärung des Kniephänomens aus.

Dass ein Theil der mit dem Kniephänomen gleichzeitig auftretenden Erscheinungen an den Muskeln beider Oberschenkel nicht als directe, sondern als reflectorische Phänomene anzusehen ist, darf nach dem Mitgetheilten als bewiesen gelten. Es ist auch bewiesen, dass die Quadricepscontraction an sich unabhängig von einer directen Verbindung mit den mechanisch erregten Componenten des Kniegelenks, also reflectorischer Natur sein kann; soll die reflectorische Natur des Kniephänomens unbedingte Geltung gewinnen, so muss noch bewiesen werden, dass die Tonustheorie auch ganz allgemein zur Erklärung des Kniephänomens nicht ausreicht.

Bekanntlich hält Westphal den vielfach citirten exacten Thierversuchen von Schulze und Fürbringer, von Tschiriew u. A., der bekannten Wirkung des Strychnin (Berger, Strümpell), den mannigfachen klinischen Erfahrungen (Nothnagel, Lewinski, Erb u. A.) den Einwand entgegen, dass dieselben der Tonustheorie nicht widersprechen; dass die Bedingungen, unter welchen das Kniephänomen anscheinend durch Zerstörung des Reflexbogens verschwindet, auch solche wären, unter welchen der Tonus der Musculatur verschwinde.

Tonus des Muskels, Spannung desselben von einem gewissen Grade, ausreichende Schwingungsfähigkeit der Sehne — sind sie vorhanden, „so sind alle Bedingungen zum Zustandekommen des Kniephänomens erfüllt, und es bedarf nicht der weiteren Annahme eines reflectorischen Vorganges von centripetalen Sehnen- oder Muskelnerven aus. Der eigenthümliche, specifische Reiz der vibrirenden Sehne resp. der plötzlichen Zerrung des Muskels bringt diesen direct zur Zusammenziehung“.

Diese Westphal'sche Theorie ist zu widerlegen und zwar durch Experimente, die ich im Vorstehenden bereits angeführt, ja zum Theil durch solche anderer Autoren, denen auffallenderweise diese Beziehung ganz und gar entgangen ist.

Z. B. 1. Wird die Präpatellarsehne von der Tuberositas tibiae bis zur Patella abgelöst, künstlich gespannt, das Knie gebeugt, so

gibt die Percussion der Sehne eine deutliche Quadricepszuckung; diese Zuckung ist nicht zu erzeugen, sobald *ceteris paribus* der Unterschenkel des Thieres gegen den Oberschenkel gestreckt gehalten wird.

2. Wird das Ende des Quadriceps durch einen Seidenfaden umschnürt, der Quadriceps von der Patella und seiner Anhaftung am Femur und den Nachbarmuskeln bis etwa über das untere Drittel des Femur abgetrennt, der Muskel durch den Seidenfaden angespannt, so gibt die Percussion des Seidenfadens bei Kniebeugstellung eine relativ starke Quadricepszuckung; diese Zuckung ist wiederum nicht zu erzeugen, sobald *ceteris paribus* das Knie gestreckt gehalten wird.

Dasselbe gilt für alle bisher von mir angeführten Versuche, auch für die nur kurz erwähnten Quadricepscontractionen, welche gelegentlich nach Durchschneidung der Sehne nach schwacher Percussion der Tuberositas tibiae, sehr selten nach Percussion der Condylen auftreten; immer ist der Erfolg nur dann ein positiver, wenn das Knie gebeugt ist, ein negativer bei passiver Gradstellung des Knies.

Also trotz erhaltenem Tonus des Quadriceps, trotz ausreichender Anspannung des Muskels, trotz nachgewiesener Schwingungsfähigkeit der natürlichen oder künstlichen (Seidenfaden) Sehne kommt die Quadricepscontraction nicht zu Stande ohne ein Viertes, nämlich ohne die für die Anspannung des Muskels und der Sehne u. s. w. unter den obigen Bedingungen ja ganz gleichgültige Beugstellung des Knies; die drei genannten Bedingungen Westphal's führen demnach noch nicht zur Erzeugung der besprochenen Phänomene, seine Theorie reicht also zur Erklärung des Kniephänomens nicht vollständig aus.

Während nun die vorgebrachten Thatsachen mit der Tonustheorie unvereinbar sind, erweisen sie sich in bester Harmonie mit den über das Verhalten der Reflexe bestehenden Erfahrungen. Dieselben tragen bekanntlich meistens den Charakter der Zweckmässigkeit an sich. Danach ist es natürlich, dass Streckmuskeln, welche gereizt werden, zunächst zum Zwecke der Vollführung ihrer sonst vom Willen aus angeregten Gesamtfuction in Action treten, d. h. zur Streckung, wenn das Knie gebeugt ist; fällt dagegen das Motiv zur Reflexbewegung aus, so tritt der Reflex selbst nicht ein, weshalb auch, wenn die Streckung des Beines passiv bewirkt ist, die Reizung der Streckmuskeln zunächst ohne Wirkung bleibt. Freilich wäre alsdann irgend eine andere Aeussderung auf den stattgehabten Reiz zu erwarten, denn — wie die Physiologie lehrt — sind die Reflexe „einer

zweckmässigen Anpassung nach abgeänderten äusseren Verhältnissen fähig“. Dies ist nun beim Menschen auch thatsächlich zu erweisen.

Lagert man einen Menschen z. B. ganz horizontal, die Unterextremitäten mässig gespreizt, etwas nach aussen rotirt, so bleibt die mechanische Reizung der Kniegelenkgegend nicht, wie man annimmt, ohne jede Reaction, vielmehr ergibt alsdann die Percussion der inneren Kniegelenkgegend nahezu regelmässig eine andere, eben den abgeänderten äusseren Verhältnissen angepasste Reflexbewegung: eine Rotation nach innen, die grossen Zehen nähern sich aneinander. Diese wahrscheinlich auf den Gracilis zu beziehende Bewegung ist energischer unter denselben Bedingungen, die zu gesteigerter Quadricepszuckung führen (Lateralsklerose) und umgekehrt (Tabes), und ebenso wie diese zuweilen nur contralateral, zuweilen eine beiderseitige bei Percussion der einen Seite.¹⁾

Es erübrigt, einige im Voranstehenden sowie in der klinischen Mittheilung berührte Fragen ergänzend zu beantworten.

I. *Die von mir angegebenen Verfahrungsweisen zur Erzeugung des functionell verschwundenen Kniephänomens (l. c.) im Lichte der voranstehenden Auseinandersetzung.*

Gemäss meinen klinischen Mittheilungen über das Kniephänomen gelang es, bei bestimmten Individuen das abgeschwächte oder fehlende Kniephänomen zu verstärken oder zu erzeugen, anscheinend nach oberflächlichem Frottiren der Vorderfläche des betreffenden Unterschenkels.²⁾

1) Danach scheinen — beiläufig — die entspannten fibrösen Componenten des Kniegelenks, resp. scheint deren Hauptrepräsentant, das entspannte Ligamentum patellae proprium, nicht ganz unerregbar zu sein, während ausserdem nach anderen Beobachtungen am Menschen mit wachsender (maximaler) Anspannung der Sehne, mit welcher nach der mechanischen Erklärung, deren Schwingungen an Zahl und damit an Muskelzerrungen wachsen müssten, die angeblich durch die letzteren direct bewirkten Quadricepscontractionen an Intensität keineswegs zunehmen; vielmehr ist das Kniephänomen am leichtesten und am deutlichsten zu erzielen bei geringerer, höchstens bei mittlerer (Westphal) Anspannung des Ligaments.

Diese beiläufige Bemerkung weist in interessanter Weise gleichfalls darauf hin, wie der Erfolg der mechanischen (Knie-) Sehnenreizung sich weiterhin vielmehr richtet nach physiologischen (reflectorischen), als nach physikalischen (mechanischen) Principien. Ueberdies hat Th. Rosenheim neuerdings den Beweis erbracht, dass auch durch gewisse elektrische Reize der Sehne das Kniephänomen hervorgerufen werden kann, wobei ich daran erinnere, dass nach meinem Versuche leichte Stiche gegen die Gelenkfläche des Femur denselben Erfolg zeigten.

2) Nachdem bei dem Arbeiter J. D. mehrere Tage hindurch constatirt worden war, dass das Kniephänomen anscheinend dauernd fehlt, gelang es schliesslich, dasselbe in folgender Weise hervorzurufen:

Diese Thatsache könnte als eine Bestätigung der mit Recht widerlegten Anschauung Joffroy's von dem Kniephänomen als einem Hautreflexphänomen gedeutet werden, so zwar, dass durch das Frottiren direct oder durch Vermittlung der so gesteigerten Haut-

Am 7. Januar ergab der Versuch Fehlen des Kniephänomens beiderseits.

Es wird, während das eine Knie (das rechte) über dem anderen ruht, genau untersucht, ob nicht das Fehlen des Kniephänomens auf die Contraction irgend einer Muskelgruppe zurückzuführen ist; um zunächst jede active Spannung auszuschliessen, wird der Unterschenkel leicht hin- und herbewegt und dabei „wie zur Beruhigung“ die Vorderfläche der Unterschenkelhaut mit der Hohlhandfläche leicht frottirt. Nachdem dies ca. eine Minute geschehen, tritt nach der hierauf folgenden Percussion der Sehne eine deutliche, wenn auch schwache Quadricepszuckung auf, die zunächst träge scheint, mit jedem folgenden Anschlage aber immer blitzartiger und stärker wird.

Es wird hierauf das linke Knie geprüft; das Kniephänomen fehlte; in derselben Weise wird der linke Unterschenkel frottirt, danach genau dasselbe soeben für rechts beschriebene Verhalten.

Am folgenden Tage genau dasselbe Resultat:

9. Januar. Kniephänomen beiderseits fehlend; 1. es werden die Extremitäten in die Nähe des erwärmten Ofens gebracht, die Hauttemperatur dadurch erhöht — auf das Zustandekommen der Quadricepszuckung bleibt dies ohne Erfolg.

2. Schwache indurirte Ströme gegen die Unterschenkel bleiben ohne Erfolg.

3. Nach ca. $\frac{1}{2}$ Stunde wird auf die Vorderfläche beider Unterschenkel Senfpapier applicirt.

a) Nach ca. 15 Minuten hat der Kranke das Gefühl leichten Brennens; nach Entfernung des Senfpapiers links ist die Haut dort leicht geröthet — Kniephänomen ist auch jetzt durch Percussion der Sehne nicht zu erzeugen. Es wird darauf wie oben ca. 1 Minute frottirt — unmittelbar darauf ergibt die Percussion der Sehne eine deutliche, mit jedem weiteren Anschlage stärker werdende Quadricepscontraction, so zwar, dass nach dem 8. bis 10. Anschlage geradezu pathologisch starke Unterschenkelzuckungen auftreten; wird der Versuch lange Zeit hintereinander fortgesetzt, so werden die Zuckungen im Durchschnitt mittelstark, erfolgen öfter erst auf den 2. bis 3. Anschlag, hier und da tritt auch jetzt noch eine abnorm starke Unterschenkelzuckung auf; darauf 6 Minuten Pause. Kniephänomen fehlt; es tritt aber nach dem 4. bis 5. Anschlage wieder schwach hervor und wird weiterhin — wie zuvor — stärker. Darauf 8 Minuten Pause. Wieder fehlt anscheinend bei der einmaligen Percussion das Kniephänomen; es tritt jetzt erst nach dem 10. bis 11. Anschlage auf und bei mehrere Minuten fortgesetzten Prüfungen tritt die Zuckung immer erst nach mehreren (ca. 5) Schlägen auf.

Werden die Versuche noch länger ausgedehnt (mit immer neuen Pausen zwischen den einzelnen Untersuchungen), so bedarf es einer immer zunehmenden Summe von Percussionsschlägen, bis die erste Zuckung auftritt.

Wird neuerdings das Bein frottirt, so treten die Zuckungen bereits nach dem zweiten Anschlage auf, sie wachsen mit jedem folgenden Anschlage viel schneller an als zuvor, aber sie werden nicht mehr pathologisch stark.

b) Während der Versuche a) (ca. $\frac{3}{4}$ Stunden) hat das Senfpapier dem rechten Unterschenkel angelegen und zu einer starken Röthung der Haut geführt. Nach

temperatur die Hautnerven empfänglicher für Reize gemacht worden wären, die nachfolgende mechanische Erregung (durch Percussion) der Sehnegegend danach gross genug würde, eine Quadricepszuckung zu innerviren.

Gegen eine solche Annahme spricht die in der Anmerkung des Näheren mitgetheilte Beobachtung bei demselben Untersuchungsobject, nach welcher andere, die Hautnerven in demselben Sinne beeinflussende Reize, wie die directe Erwärmung des Unterschenkels, die Application von Sinapismen, von schwachen Inductionsströmen, nicht denselben positiven Erfolg zu Wege bringen konnten. Ich glaube daher die angeführte Beobachtung nicht anders deuten zu können, als dass durch die bei der Frottirung statthabende periodische Bewegung des Unterschenkels die Ligamente, die laterale Fascie, die Kapsel des Kniegelenks abwechselnd gedehnt und entspannt, d. h. methodisch geübt resp. prolongirt mechanisch gereizt wurden. Anscheinend handelt es sich hier also, wie in den Versuchen von

Entfernung ergibt die Percussion der Sehne zunächst kein Phänomen; nach 1 bis 2 Minuten hier und da sehr schwaches Phänomen. Darauf Frottirung des rechten Unterschenkels; gleich hierauf sind deutliche Zuckungen auszulösen und sie werden mit jedem Sehnenanschlage stärker. Wird die Untersuchung derartig fortgesetzt, dass die Erzeugung des Kniephänomens nach 1—2 Minuten unterbrochen und einige Secunden der Unterschenkel frottirt wird, so bleiben die Unterschenkelzuckungen anhaltend gleich stark, sie sind sogar häufig pathologisch verstärkt, selbst wenn die Sehnenreizungen wie im vorliegenden Falle 12 Minuten statthaben.

10. Januar. Bei der gewöhnlichen Art der Untersuchung des Kniephänomens scheint dasselbe wieder beiderseits zu fehlen.

Es wird darauf, ohne zu frottiren, gegen die Präpatellarsehne des einen Knies in je 2—4 Secunden aufeinanderfolgenden, relativ starken Schlägen percuttirt; nach $2\frac{1}{2}$ Minuten beginnt so die erste schwache Quadricepscontraction, die bei fortgesetzter Percussion an Stärke stetig zunimmt, schliesslich in pathologische Excursionen übergeht. Freilich sind zwischen solchen pathologisch verstärkten Unterschenkelzuckungen auch schwächere bemerkbar, was jedenfalls auf die mit freier Hand nicht völlig gleichmässige Percussion der Sehne zurückzuführen ist. Werden diese Versuche zu lange fortgesetzt, so werden die sehr starken Zuckungen seltener, häufig fällt dann auch die eine oder die andere Zuckung ganz aus. Genau dasselbe wiederholt sich bei der Untersuchung des anderen Beines.

11. Januar. Vollkommen derselbe Befund wie am gestrigen Tage. Im weiteren Verfolg der Beobachtung wurde dem Kranken von vornherein Strychninum nitr. injicirt; sobald die Steifigkeit der Beine begann, waren die zuvor nach wenigen Percussionsschlägen noch fehlenden Quadricepscontractionen jetzt mit jedem Anschlage prompt nachweisbar. Die täglich bis zum Eintritt leichter Intoxication fortgesetzten Strychnininjectionen hatten in kürzester Zeit den Erfolg, dass das Kniephänomen schliesslich völlig normal nachweisbar wurde und nachweisbar blieb.

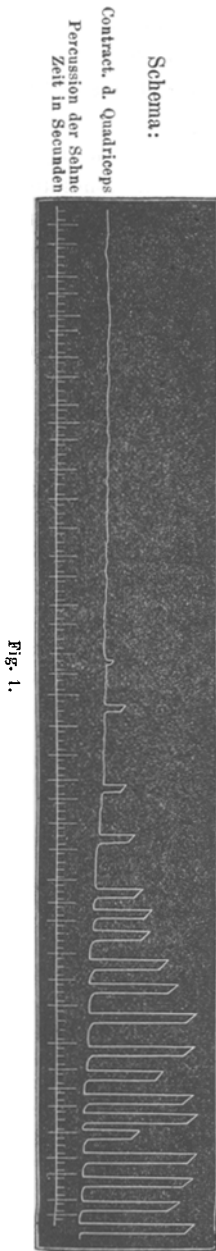


Fig. 1.

Jarisch und Schiff, um den Effect einer Summation von gleichgesinnten Reizen, die nach den Untersuchungen von Grünhagen, von Stirling-Kronecker, von Ward (Kronecker) im Stande sind, Reflexe auszulösen, welche der einzelne Reiz hervorzubringen noch nicht vermochte. Mit dieser Erklärung harmonirt auch anscheinend die fernere Beobachtung, dass bei demselben Individuum später, wie nach Frottirung, so durch 1—3 Minuten in Pausen von 2—4 Sekunden fortgesetztes Percutiren des Ligamentum patellae proprium der gleiche Erfolg zu erzielen war.

Allein aus der unten angemerkten näheren Schilderung der gemachten Beobachtungen ergibt sich in Kürze Folgendes:

Zur Erzeugung der ersten Quadricepszuckung war freilich eine Summe von Reizen, indess im Gegensatz zu den citirten Versuchen eine Summe von, um mit Bowditch zu reden, „maximalen“, unter normalen Verhältnissen „unfehlbaren“ Reizen erforderlich; war aber die erste Zuckung, die zunächst sehr klein war, erschienen, so traten die folgenden schon nach 3—4, nach 1—2 Percussionschlägen auf, sie wuchsen dabei geradezu staffelmässig an und konnten selbst bei lange Zeit fortgesetzten Prüfungen in mittlerer Intensität erhalten werden.

Mit diesem Verhalten stimmen aber die herangezogenen Beobachtungen der Physiologen wiederum nicht überein, nach welchen vielmehr bei fortgesetzten Summationsreizen im Allgemeinen die Latenzen zunehmen, die Reflexzuckungen sich vermindern.

Zwischen den Stirling-Kronecker und Ward'schen Befunden und den in Rede stehenden meinigen muss trotz einer gewissen äusseren Verwandtschaft doch ein principieller Wesensunterschied bestehen. Vielleicht dass den reflexvermittelnden Organen die unter pathologischen Verhältnissen hervortretende Fähigkeit innewohnt, die ihnen selbst durch maximale, sonst

unfehlbare Reize zufließenden Erregungen (wie bei den minimalen, unwirksamen Reizen) zu cumuliren, diese aber weiterhin nicht zu einem einzigen Reflexeffecte zu verbrauchen, sondern für eine bestimmte längere Zeit festzuhalten und mit ihnen die unausgesetzt neu hinzufliessenden Erregungen stetig zu vermehren; es muss gleichzeitig die Erregbarkeit und die Leistungsfähigkeit der reflexvermittelnden Organe hierdurch andauernd gesteigert werden, so zwar, dass, wenn die cumulirten Erregungen nach einiger Zeit verbraucht sind, nicht mehr staffelmässig anwachsende Reizeffecte geliefert werden, jedoch die vordem effectlosen, obschon maximalen Reize jetzt wenigstens als unfehlbare in die Erscheinung treten. So erklärt sich, dass das schematisch gezeichnete staffelmässige Ansteigen der Quadricepscontractionen nur bis zu einer gewissen Grenze erfolgte, hinter welcher die letzteren weniger energisch, aber doch annähernd regelmässig blieben, und dass nach Versuchspausen von 5—10 Minuten (wiederum im Gegensatz zu dem, was die Summation minimaler Reize ergibt) jede Erregbarkeit völlig erloschen schien; von Neuem mussten alsdann durch fortgesetzte Percussion der Sehne die Erregungen so zu sagen cumulirt werden, um den früheren Effect zu liefern. Wir finden danach die Analogien zu unseren Beobachtungen am ehesten noch in den von Bowditch mit maximalen Reizen am Herzmuskel gewonnenen Erfahrungen, sowie in der von Ranvier unter denselben Bedingungen gefundenen Excitation suffisante sans effet, welche — wie in unserem Falle — häufig von dem nach Bowditch sogenannten Treppenphänomen (an Zahl und Höhe wachsende Muskelzuckungen) gefolgt ist und zu deren Erklärung Ranvier ein solches Herz vergleicht *comme un mécanisme rouillé qui jouerait plus aisément après un certain nombre de contractions*. Der Zuwachs der Zuckungsgrösse des Muskels führt ihn zur Annahme, *que le muscle est capable d'accumuler de l'excitation*. Bezüglich der dritten Methode, der Strychninisirung, zur Erzeugung des functionell fehlenden Kniephänomens liegen bekannte Thatssachen genug vor, welche in Uebereinstimmung mit dem Obigen den Erfolg als den Ausdruck einer durch das Medicament gesteigerten Reflexerregbarkeit beweisen, als dass darüber eine weitere Auseinandersetzung nothwendig wäre.

II. Die allgemein bekannte, bisher freilich ganz einseitig mit dem Spannungszustande der Sehne genetisch in Verbindung gebrachte Thatssache, dass das Kniephänomen in der Streckstellung des Knies vermisst werde, hat Jendrassik mit Recht einer weiteren Beachtung werth bezeichnet. An die Verwerthung dieser Erscheinung gegen

die Tonustheorie hat er merkwürdigerweise nicht gedacht, aber auch seine Erklärung der Erscheinung ist offenbar nicht ganz richtig. Nach ihm fällt unter der Versuchsbedingung, dass die Quadricepssehne in der passiven Streckstellung des Beines eines Kaninchens künstlich gespannt und percutirt wird, die Quadricepszuckung aus, weil „das Thier sein Knie bei der Streckung desselben zurückzuziehen versucht...“, mit anderen Worten, weil gewissermaassen eine partielle Contraction des Quadriceps besteht und weil „die Contraction der durch den N. cruralis beeinflussten Muskeln den Sehnenreflex vermindert oder auch ganz verhindert“. Diese Hypothese Jendrassik's wird, wie ich glaube, durch den folgenden Versuch widerlegt.

Versuch. Das Ligamentum patellae proprium wird an der Tuberositas tibiae und seitlich vorsichtig abgelöst, es zieht sich bis zur Patella zurück; der Quadriceps contrahirt sich danach um Etwas und bleibt auch bei Beugstellung des Knies in dieser Contraction. Percutirt man jetzt über die restbleibenden fibrösen Ränder der nach Entfernung der Sehne entstandenen Lücke (vgl. oben), ohne den Quadriceps anzuspannen, so tritt (bei Beugstellung) trotzdem eine weitere sehr ausgiebige Quadricepscontraction auf.

Resultat: Auch der partiell contrahirte Quadriceps ist auf Reizung von den Componenten des Kniegelenks aus noch einer weiteren reflectorischen Contraction fähig.

III. *Das Myogramm des Kniephänomens und seine Deutung.*

Das Myogramm der Quadricepscontraction ist von allen Untersuchern, welche die Frage, ob das Kniephänomen ein Reflexphänomen sei oder nicht, durch Zeitmessungen zu entscheiden versucht haben, so von Gowers, Eulenburg, Jarisch und Schiff, François Franck u. A. namentlich in seinen Beziehungen zur Latenzperiode und zur Contractionsdauer studirt worden. Aber nur Eulenburg

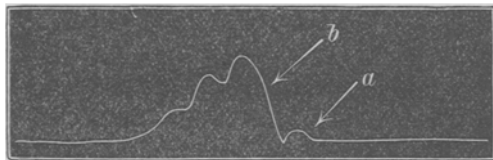


Fig. 2.

und Gowers haben sich noch besonders in die Details des Myogramms vertieft und dabei auf einzelne interessante Charaktere desselben hingewiesen, ohne freilich ihre

Bedeutung ganz erkannt zu haben; ich meine die von beiden Autoren bemerkte, der eigentlichen Quadricepscontractionswelle (b) stets voraufgehende kleinere Welle a des beistehenden Schemas. Gowers deutet diese kleinere, dem eigentlichen Reflex vorangehende Welle

als Ausdruck „eines von der Sehne fortgepflanzten directen Muskelreizes“. Reservirter hält sich Eulenburg: „Es dürfte einstweilen noch gewagt sein, aus diesen graphischen Details auf Abnormitäten des zeitlichen Verlaufs und auf sonstige specielle Eigenthümlichkeiten des Bewegungsvorganges selbst bestimmtere Schlussanwendungen zu machen“. Die Bedeutung dieser kleinen Initialwelle ist aber eine höchst einfache und unzweideutige. Ich erinnere in dieser Beziehung, dass bei Tabischen, bei welchen von der Sehne aus weder eine auf Reflexvorgänge, noch auf Tonus zu beziehende, noch eine rein idiopathische Quadricepszuckung auszulösen ist, es regelmässig gelingt, eine so zu sagen physikalische, nicht physiologisch bedingte Bewegung von der Sehne aus im Oberschenkel zu erzeugen, eine Bewegung, die ich als Erschütterungswelle nachgewiesen habe.

Das genauere Studium ihrer zeitlichen Beziehungen zu dem Eintritt der Percussion der Sehne ermöglicht es schliesslich, dieselbe Welle auch bei solchen Individuen zu erkennen, bei welchen das Kniephänomen erhalten ist. Zeitlich in demselben Moment nach dem Anschlag an die Patellarsehne, wie bei Tabikern, tritt auch bei normalen Menschen die Erschütterungswelle auf, nur läuft sie bei letzteren nicht vollständig ab, sondern der grössere Theil derselben wird durch die bruske Quadricepscontractionswelle cachirt. Der erste Theil der Erschütterungswelle bleibt aber immer erhalten.

Die beiden Curven Fig. 3 und 4 (Taf. I) demonstrieren das Gesagte deutlich.

Taf. I, Fig. 3 zeigt in a den Ablauf der Quadricepscontraction, in b den Moment der Percussion der Quadricepssehne bei einem Gesunden.

Taf. I, Fig. 4 zeigt in a die Erschütterungswelle, in b den Zeitpunkt der Percussion der Sehne eines Tabischen.

Beide Curven haben zeitlich bezogen zum Eintritt der Percussion der Quadricepssehne gemeinschaftlich die Welle E, den ersten Theil der Erschütterungswelle, während die schwachen Nachschwingungen der Weichtheile bei xxx in Fig. 4 des Tabischen, beim Gesunden durch die Contractionswellen bei CC in Fig. 3 verdeckt werden.

Danach ist auch diese interessante Erscheinung im Kniephänomen vollständig aufgeklärt.

Literatur.

- W. Erb, Ueber Sehnenreflexe bei Gesunden und Rückenmarkskranken. Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkrankh. C. Westphal. V. 1875.
- C. Westphal, Ueber einige Bewegungserscheinungen an gelähmten Gliedern. Ibid.
- Fr. Schultze u. P. Fürbringer, Experimentelles über die Sehnenreflexe (Erb). Centralbl. f. d. med. Wiss. 1876.
- H. Nothnagel, Beobachtungen über Reflexhemmung. Arch. f. Psychiatrie und Nervenkrankh. VI. 1876.
- G. Burckhardt, Ueber Sehnenreflexe. Festschrift etc. Ref. Centralbl. f. d. med. Wiss. 1878.
- Lewinski, Ueber sogenannte Sehnenreflexe und Spinalpilepsie. Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkrankh. VII. 1877.
- S. Tschirjew, Ursprung und Bedeutung des Kniephänomens und verwandter Erscheinungen. Ibid. VIII. 1878.
- W. Erb, Ueber Reflexhemmung. Handb. d. Krankh. d. Nervensystems. XI. 2 (aus Handb. d. spec. Path. u. Therapie, herausgeb. von v. Ziemssen).
- A. Strümpell, Zur Kenntniss der Sehnenreflexe. D. Arch. f. klin. Med. XXIV. Bd. 1879.
- O. Berger, Centralbl. f. Nervenheilk. 1879 u. 1880. Ref. Schm. Jahrb. Bd. 185.
- H. Senator, Ueber Sehnenreflexe und ihre Beziehung zum Muskeltonus. Arch. f. Physiol. Du Bois-Reymond. 1880, Centralbl. f. d. med. Wiss. 1880.
- Brissaud und François Franck, Graphische Untersuchungen über das Kniephänomen in Charcot, Ueber die Localisationen der Gehirn- und Rückenmarkskrankheiten. Deutsch v. Fetzner. II. Abth. 1881.
- C. Westphal, Ueber das Verschwinden und die Localisation des Kniephänomens. Berliner klin. Wochenschr. 1881.
- A. Eulenburg, Ueber Zeitmessung und graphische Darstellung der Sehnenreflexe. Zeitschr. f. klin. Med. v. Frerichs-Leyden. IV. Bd. 1882.
- A. Jarisch u. E. Schiff, Untersuchungen über das Kniephänomen. Wiener med. Jahrb. 1882.
- A. Eulenburg, Ueber die Latenzdauer und den pseudoreflexorischen Charakter der Sehnenphänomene. Neurolog. Centralbl. Nr. 1 u. 14. 1882. Desgl. Nr. 8. Kniephänomen bei Kindern, citirt nach Rosenheim.
- C. Westphal, Ueber eine Fehlerquelle bei Untersuchung des Kniephänomens und über dieses selbst. Arch. f. Psych. u. Nervenkrankh. XII. 1882.
- E. Bloch, Neuropathische Diathese und Kniephänomen. Ibid.
- A. Schwarz, Zur Lehre von den Haut- und Sehnenreflexen. Ibid. XIII. Bd. 1882.
- E. Jendrassik, Beiträge zur Lehre von den Sehnenreflexen. D. Arch. f. klin. Med. XXXIII. 1883.
- C. Moeli, Alcoholismus, psychische Störung etc. Charité-Annalen. VIII. Jahrg. 1883.
- Pelicaeus, Ueber das Kniephänomen bei Kindern. Arch. f. Psych. u. Nervenkrankh. C. Westphal. XIV. 1883.
- Th. Rosenheim, Experimentelle Untersuchungen der unter dem Namen „Sehnenphänomene“ bekannten Erscheinungen etc. Ibid. XV. 1884.
- Die citirten Arbeiten von Gowers, A. Waller, J. L. Prevost, Prevost u. Waller, sowie die von Althaus, Allan Mc. Lane Hamilton, Bruch,

- Weiss, Burrard, Joffroy u. A. finden sich als ausführliche Besprechungen von P. Möbius in den Schmidt'schen Jahrbüchern Bd. 185 u. 191.
- J. Schreiber, Ueber das Kniephänomen. D. Arch. f. klin. Med. Bd. XXXV. 1884.
- Grünhagen, Bemerkungen über die Summation von Erregungen in der Nerven-faser. Zeitschr. f. ration. Med. Henle u. Pfeufer. XXVI. 1866.
- Bowditsch, Ueber die Eigenthümlichkeiten der Reizbarkeit, welche die Muskel-fasern des Herzens zeigen. Ber. d. kgl. sächs. Ges. 1871.
- W. Stirling, Ueber die Summation elektrischer Hautreize. Ibid. 1874.
- Lewinski, Ueber den Kraftsinn. Arch. f. path. Anat. etc. R. Virchow. Bd. LXXVII. 1879.
- Ward, Ueber die Auslösung von Reflexbewegungen durch eine Summe schwacher Reize. Arch. f. Physiol. Du Bois-Reymond. Jahrg. 1880.
- Ranvier, Leçons d'anatomie générale etc. Paris 1880. p. 60 ff.

Berichtigungen.

- S. 72 (24 d. Sep.-Abdr.) Z. 19 v. u. hinter „Stoffverbrauchs“ schalte ein „um 15,9 Proc.“.
- | | | | |
|-------------|---|---------------|--|
| S. 78 (30) | = |) Z. 12 v. u. | } statt „venösen“ lies „arteriellen“. |
| S. 78 (30) | = |) Z. 6 v. u. | |
| S. 79 (31) | = |) Z. 11 v. o. | |
| S. 80 (32) | = |) Z. 5 v. o. | |
| S. 83 (35) | = |) Z. 2 v. o. | statt „Circulation“ lies „Circulation“. |
| S. 84 (36) | = |) Z. 6 v. o. | statt „ziemlich“ lies „gleiche“. |
| S. 92 (44) | = |) Z. 9 v. u. | statt „Bauchspeigel“ lies „Bauchspeichel“. |
| S. 116 (68) | = |) Z. 7 v. o. | statt „30° C.“ lies „31° C.“ |