

Immunität in abgeschwächtem Grade auf ihre Nachkommen. Diese machten, wegen ihrer verminderten Erkrankungsdisposition progressiv immer mildere Erkrankungsformen durch, bis endlich die Empfänglichkeit für das Gift ganz aufhörte und die Thiergattung sich vollständig den sie umgebenden Noxen angepasst hatte.

Diese Anklänge an die Darwin'sche Theorie eröffnen durch ihre Uebertragung auf das Gebiet der Pathologie eine Menge neuer Perspectiven und erscheint auch nach dieser Richtung hin eine Prüfung meiner Hypothese über Vererbung individuell erworbener Immunität auf die Nachkommen von Interesse.

III.

Beitrag zur Kenntniss des Muskeltonus.

Von J. Mommsen in Heidelberg.

Auf der vorjährigen Wanderversammlung südwestdeutscher Neurologen und Irrenärzte¹⁾) habe ich über Versuche Mittheilung gemacht, welche ich seit einigen Jahren angestellt habe und die mir das Ergebniss geliefert haben, dass, wie es von Tschirjew²⁾) zuerst angenommen worden ist, „Sehnenreflex“ und „Muskeltonus“ beide als Muskelreflexe und zwar als Aeusserungen eines und desselben reflectorischen Apparates aufzufassen sind. Da meine auf die Sehnenreflexe Bezug habenden Versuche lediglich eine bestätigende Wiederholung häufig angestellter Experimente darstellen, verzichte ich an dieser Stelle auf eine ausführliche Wiedergabe derselben und werde mich in den folgenden Zeilen auf die Mittheilung derjenigen Erwägungen und Versuche beschränken, die mich zu der Ueberzeugung gebracht haben, dass auch der Muskeltonus im Wesentlichen ein Muskelreflex und nicht, wie es in den Handbüchern der Physiologie³⁾) bisher viel-

¹⁾ Referat im Archiv f. Psychiatrie Bd. XV. S. 847.

²⁾ Ebendaselbst Bd. VIII. S. 708 u. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1879. S. 78.

³⁾ So z. B. Eckhard in Hermann's Handbuch der Physiologie Bd. II. 2. S. 69 u. 70.

fach dargestellt wird, von der Thätigkeit centripetalen Hautnerven abhängig ist.

Die Lehre vom Tonus der willkürlichen Muskeln, welche seit vielen Jahrzehnten in der physiologischen Literatur von Zeit zu Zeit lebhafte Discussionen hervorgerufen hat, ist für uns Aerzte neuerdings erst dadurch wieder von erhöhtem Interesse geworden, dass von Westphal zuerst auf die Beziehungen hingewiesen wurde, welche zwischen dem Muskeltonus und der heute meist als „Sehnenreflex“ bezeichneten klinisch so bedeutsamen Erscheinung bestehen. Leider hat Westphal jedoch dieses Verhältniss vorwiegend nur dazu benutzt, die aus den experimentellen Untersuchungen von Schultze-Fürbringer und ihren zahlreichen Nachfolgern für die reflectorische Natur der Sehnenphänomene entnommenen Gründe zu entwerthen, eine Tendenz, welche einmal Westphal dazu führte, dem Worte Muskeltonus eine Bedeutung zu revindiciren, welche demselben nach dem übereinstimmenden Urtheil physiologischer Untersucher längst nicht mehr zukommt und welche fernerhin eine gewisse nachhaltige Verschleierung des Begriffs zur Folge gehabt hat, so zwar dass auch noch in einzelnen neueren immer wieder für die reflectorische Entstehung der Sehnenphänomene in die Wagschale fallenden Arbeiten die Ausdrücke „Reflextheorie“ und „Tonus-theorie“ so gebraucht werden, als ob mit diesen beiden Worten nothwendigerweise der Gedanke an einen diametralen Gegensatz verbunden werden müsste und der Muskeltonus nicht auch zu den reflectorischen Erscheinungen zu zählen sei.

Unter diesen Umständen darf es gerechtfertigt erscheinen, zunächst die Hauptdaten aus der Entwicklungsgeschichte unserer Kenntnisse vom Muskeltonus bis zur heutigen Gestaltung dieser Lehre hier kurz anzuführen. In die moderne Physiologie in Deutschland wurde die Bezeichnung Tonus von Joh. Müller 1837 mit der Bedeutung introducirt, „dass die Muskeln beständig dem Princip der Nerven, auch im Zustand der Ruhe, ausgesetzt sind“; als Argument hierfür betrachtete Müller in erster Linie

¹⁾ Eine vollständigere Darstellung namentlich der älteren Literatur s. bei Heidenhain, Physiolog. Studien. Berlin 1856.

das Zurückziehen durchschnittener Muskeln; er übersah die Möglichkeit, dass diese Erscheinung durch die durch die anatomische Fixation der Muskelenden bedingte elastische Spannung ganz oder theilweise hervorgerufen sein konnte. Mit besserer Begründung wurde die Tonuslehre vom M. Hall 1839 in England eingeführt; er machte u. A. einen Versuch, der den späteren Brondgeest'schen ähnlich ist, indem er von zwei decapitirten Kaninchen einem das Rückenmark zerstörte und nun eine Differenz in dem Contractionszustande der Muskeln bei beiden Thieren beobachtete; er ist auch der erste, welcher eine reflectorische Natur des Muskeltonus annahm: Tonus und Reflexaction sind nur „Modificationen derselben Function des Rückenmarks“. Henle und Volkmann (1844) acceptirten und verbreiteten die Müller'sche schlecht begründete Lehre. Erst Ed. Weber (1846) machte auf den Irrthum in der Begründung aufmerksam und hob die Bedeutung der elastischen Spannung hervor, welche Bichat bereits 1805 richtig gewürdigt hatte. Den Hauptstoss erhielt die Müller'sche Tonuslehre aber erst 1856 durch Heidenhain, welcher erkannte, dass alle bis dahin pro et contra vorgebrachten Beweise ungenügend seien; er machte zuerst exacte messende Versuche über die Länge eines mit dem Rückenmark in Zusammenhang befindlichen Muskels vor und nach der Nervendurchschneidung; da er eine Verlängerung nach der Durchtrennung nicht nachweisen konnte, folgerte er: „die animalen Muskeln besitzen keinen vom Nervensystem abhängigen Tonus und führte weiterhin aus, dass, wenn ein Tonus zwar vorhanden, aber von einer so geringen Grösse sei, dass er den angewandten Beobachtungsmitteln entgeht, „die hypothetische tonische Kraft unter eine Grösse sinkt, welche für Zwecke des Organismus noch verwendbar sein dürfte“. Damit schien die Frage nach der Existenz eines Muskeltonus im negativen Sinne entschieden bis 1860 Brondgeest Versuche mittheilte, aus welchen er die Existenz eines reflectorischen Tonus der Skeletmuskeln erschloss. Der grundlegende und einfache Versuch besteht darin, dass, nachdem einem Frosch (resp. einem Kaninchen) das Rückenmark hochoben und auf der einen Seite der N. ischiadicus (resp. cruralis) durchschnitten ist, dieses Präparat an einem durch die Nase gezogenen Faden frei aufgehängt wird; es zeigt

sich ein meist Stunden lang anhaltender Unterschied in der Haltung der beiden hinteren Extremitäten im Sinne einer tonischen Erregung von Muskeln des Beins der nicht operirten Seite; der Tonus schwindet, wenn die hinteren Wurzeln des Rückenmarks durchtrennt werden, es ist also ein Reflextonus. Vergebens bemühte sich Jürgensen (1861) in einer mit jugendlichem Enthusiasmus verfassten Arbeit, die Richtigkeit der Brondgeest-schen Versuche in Frage zu stellen und ihre Bedeutung zu vermindern. Die Thatsachen wurden im Dubois'schen Laboratorium sofort von Rosenthal, von Hermann (1861) und später von Cohnstein bestätigt; letzterer (1863) suchte den Reflex-mechanismus des Tonus genauer festzustellen, und glaubte durch Versuche mit Durchschneidung sensibler Hautnerven und mit Ablösung grösserer Hautpartien sich überzeugt zu haben, dass es ein von der Haut abhängiger Reflexvorgang sei, und zwar sollten die sensiblen Nervenstämmchen der Haut mittelst der „durch das Gewicht des Gliedes auf die Haut ausgeübten Traction“ gereizt werden. In diesem Zustande blieb die Lehre vom Tonus längere Zeit und es steht also mit der geschichtlichen Entwicklung derselben nicht ganz im Einklang, wenn Westphal¹⁾ 1877 schreibt, dass „die Physiologie einen Tonus anzunehmen gegenwärtig nicht geneigt ist“. 1879 veröffentlichte Tschirjew²⁾ seine im Anschluss an eine Experimentalarbeit über die Sehnenreflexe angestellten Versuche über den Muskeltonus; er bediente sich einer der zuerst von Heidenhain angewandten Messungsmethode ähnlichen Versuchsanordnung und kam an Kaninchen zu positiven Resultaten; er spricht die Ansicht aus, dass der reflectorische Tonus durch Reizung centripetal fungirender in den Aponeurosen endigender Nerven bedingt werde, als Reizmoment diene die durch die Belastung herbeigeführte Dehnung des Muskels. 1880 endlich hat von Anrep³⁾ die Heidenhain'sche Methode mit Erfolg auch an Oberschenkelmuskeln des Frosches zur Anwendung gebracht; aus Vergiftungsversuchen mit Morphin, Cocaïn u. A. kam er zu dem Schluss, dass der Tonus ein Reflexvorgang sei;

¹⁾ Archiv f. Psychiatrie Bd. VII. S. 668.

²⁾ Archiv f. Anat. u. Physiol. 1879. S. 78.

³⁾ Archiv f. die ges. Physiol. Bd. XXI. S. 226.

als Reizmoment nahm er mit Tschirjew die Spannung des Muskels als viel für sich habend an, ohne eigene Versuche hierüber anzustellen. Auch die Arbeiten Tschirjew's und von Anrep's über die reflectorische Natur des Muskeltonus haben in klinischen Kreisen die wünschenswerthe Beachtung nicht durchweg gefunden; denn Westphal¹⁾ schreibt noch 1881 gelegentlich der Mittheilung eines Versuchs, dass er diesen „zur Aufklärung der Frage angestellt habe, ob die Sehnenphänomene nur reflectorischer Natur oder wesentlich vom Muskeltonus abhängig seien“.

Ich glaubte daher eine erneute Untersuchung des Muskeltonus und speciell einen Versuch zur Beantwortung der Frage machen zu dürfen, ob der Tonus ein Reflexvorgang und wenn dies, ob er ein Muskelreflex im weitesten Sinne oder ausschliesslich von der Thätigkeit sensibler Hautnerven abhängig sei. Dies um so mehr, als die Experimente von Brondgeest und Cohnstein über den Einfluss der Enthäutung auf den Tonus, welche zu der Vorstellung des Tonus als eines Hautreflexes Veranlassung gegeben haben, vor den 1874 veröffentlichten Sachsschen Arbeiten über sensible Muskelnerven angestellt wurden und dieselben eine Prüfung meines Wissens weiter nicht erfahren haben. Wenn sich aber diese Angaben durch Bestätigung der einschlägigen Versuche als richtig erweisen sollten, so fiele damit die Tschirjew'sche Annahme, dass der Tonus eine Aeusserung desselben reflectorischen Apparates darstellt, welcher das Phänomen der Sehnenreflexe erzeugt. Tschirjew's eigene interessante Versuche, so wahrscheinlich und einleuchtend sie dieses Verhältniss auch gemacht haben, können doch als absolut beweisend nicht betrachtet werden. Auch die Beobachtung, dass die Stärke des Tonus mit der durch gesteigerte Belastungen gesetzten zunehmenden Dehnung des Muskels anfangs wächst, ist in dieser Hinsicht nicht durchschlagend. Denn wegen der hierbei statthabenden Anwendung sehr geringer Belastung (und andere können bei der geringen Kraft des Tonus nicht gebraucht werden) wäre der Einwand denkbar, dass die Erscheinung nicht nothwendigerweise auf einer mit der verschieden starken Dehnung

¹⁾ Arch. f. Psychiatrie Bd. XII. S. 802.

parallel gehenden verschieden starken Reizung centripetaler Nerven am Muskel oder dessen Aponeurose zu beruhen brauche, sondern unter der Annahme einer von der Haut (z. B. von den Rändern der bei der Blösslegung der Sehne gemachten Wunde) ausgehenden gleichmässigen Erregung, möglicherweise auch in einer durch die verschieden starke Belastung erzeugten Verschiedenheit motorischer Functionen des Muskels (Zughöhen) ihre Erklärung finden könnte. Uebrigens fügt Tschirjew der Mittheilung seiner Beobachtung selbst den Satz hinzu: „Es war mir leider unmöglich genauere Untersuchungen über diese Abhängigkeit anzustellen.“ Um die Schwierigkeiten, die in diesen Versuchen liegen, zu umgehen, bin ich daher zu der älteren Brondgeest'schen Versuchsweise zurückgekehrt und habe den Einfluss sensibler Hautnerven auf den Tonus dadurch zu eruiren gesucht, dass ich die Thätigkeit derselben auf verschiedene Weise auszuschalten suchte.

Eigene Versuche.

Dieselben wurden ausschliesslich an *Rana esculenta* ange stellt. Ich wiederholte zunächst den Brondgeest'schen Grundversuch; man kann sich von der constanten Thatsächlichkeit desselben leicht überzeugen, wenn man sich der auch von Eckhard empfohlenen Vorsicht bedient, nicht die ganze Schwere auf die hinteren Extremitäten des Frosches wirken zu lassen, sondern das Präparat in 0,6 pCt. Kochsalzlösung aufzuhängen. Die Nervendurchschneidung soll der übrigen Präparation wmöglich einige Stunden vorausgehen. Die Grösse der Asymmetrie in der Haltung der Beine unterliegt bedeutenden Schwankungen; nie fehlt sie ganz. Es ergiebt sich aus diesem Ver halten, dass der Brondgeest'sche Versuch zur Prüfung des Einflusses Tonus verändernder Momente nur mit grosser Vorsicht verwendet werden darf: handelt es sich um Einflüsse, welche den Tonus ganz vernichten, so mögen wenige Versuche genügen; bei Momenten, die nur mässige quantitative Aenderungen des Tonus bedingen, müssen sehr zahlreiche Versuche mit einheitlichem Ergebniss angestellt worden sein, um Beweiskraft beanspruchen zu können. Untersucht man nun unter Wasser, so lässt sich auch an einzelnen Muskelgruppen, an denen beim Brondgeest'schen

Versuch ein Tonus meistens nicht sichtbar wird, ein solcher nachweisen; so für den Extens. cruris comm. Man durchschneide an einem enthäuteten Brondgeest'schen Präparat die Beuger des Unterschenkels in der Kniekehle beiderseits symmetrisch, bringe in der Kochsalzlösung erst den einen Schenkel, dann den anderen in horizontale Lage mit dem lateralen Rand nach oben und messe jedesmal den Winkel, den Ober- und Unterschenkel mit einander bilden; man findet einen freilich stets geringen Unterschied im Sinne eines Tonus. Dagegen gelang es mir nicht, durch analoge Versuche am Unterschenkel etwas Aehnliches für den Gastrocnemius nachzuweisen; ein Ergebniss, welches mit dem von Hermann durch eine der Heidenhain'schen analoge Methode erhaltenen negativen Resultat übereinstimmt.

Einfluss der hinteren Wurzeln. Durchschneidung derselben auf Seiten des nicht operirten Beins macht die Asymmetrie verschwinden. Diese von Brondgeest zuerst constatirte Thatsache bildet den einzigen Beweis für die reflectorische Natur des Muskeltonus. Ich habe diese Versuche daher wiederholt und kann sie bestätigen. Doch will ich nicht verschweigen, dass in einem Falle nach anscheinend vollständiger Durchtrennung doch ein Unterschied im Sinne eines Tonus für einige Zeit bestehen blieb. Ich glaube jedoch, dass dieses eine Ergebniss nicht hinreicht, daraus auf einen Spontantonus motorischer Ganglionzellen im Rückenmark zu schliessen und erkläre mir das Verhalten mit der Annahme, dass in einzelnen Fällen die von den Querschnitten der centralen Wurzelstümpfe ausgehende Erregung hinreichen kann, um für einige Zeit einen Reflextonus zu unterhalten. Vergiftungsversuche können für die Reflextheorie des Muskeltonus nicht von entscheidendem Nutzen sein, denn wir besitzen kein Mittel, welches, in die Blutbahn gebracht, sicher nur peripherische centripetale Nervenapparate lähmt. Dass Curare und Chloroform den Brondgeest'schen Tonus vernichtet, ist lange bekannt und leicht zu bestätigen. Neuerdings hat v. Anrep zur Stütze der reflectorischen Natur des Muskeltonus seine Beobachtung verworfen, dass auch Morphin- und Cocaineinspritzung den Tonus aufhebt. Beziiglich des Morphins ist es mir nicht gelungen bei Dosen bis 0,1 dieses Resultat zu erzielen, stets

blieb die Brondgeest'sche Erscheinung (also nach der Decapitation) bestehen. Cocain dagegen hebt den Tonus prompt auf. Für die Reflextheorie lässt sich dieser Cocainversuch soweit wie der Chloroformversuch verwenden, denn, wenn man von Anrep auch zugiebt, dass dabei Muskel- und motorische Nervenfaser eine Herabsetzung ihrer Erregbarkeit nicht erfahren haben, so bliebe doch für denjenigen, der den Autotonus festhalten wollte, der Recurs auf die motorischen Ganglienzellen übrig, über deren gänzliches Intactbleiben bei Cocainvergiftung wir nichts wissen können.

Einfluss der Enthäutung. Dieselbe hat keinen merklichen Einfluss auf Stärke und Dauer des Brondgeest'schen Tonus. So oft ich den Versuch auch anstellte, ich bekam immer dasselbe Resultat und es war dabei gleichgültig, ob die Herrichtung des Präparates sofort nach der Enthäutung oder erst 24 Stunden und noch später nach derselben vorgenommen wurde. Aus der Thatsache, dass der Tonus nach der Enthäutung nicht schwindet, darf ohne weiteres die Mitwirkung sensibler Hauthnerven beim Zustandekommen des Muskeltonus nicht ausgeschlossen werden. Denn es könnte ja von den Querschnitten, welche bei der Enthäutung durch Abreissen sensibler Nervenästchen gebildet werden, eine Erregung ausgehen, die den Tonus unterhielte und bei den Präparaten, die erst 24 Stunden nach der Enthäutung hergestellt wurden, könnten beginnende entzündliche Veränderungen und bei der Präparation nicht ganz zu vermeidende mechanische Reizungen zur Erklärung herangezogen werden. Ich versuchte, um diesem Einwande zu begegnen, fertige enthäutete Brondgeest'sche Präparate zum Ausruhen der Querschnitte auf 24 Stunden in die feuchte Kammer oder in Kochsalzlösung einzulegen. Das Resultat entsprach der Erwartung nicht, indem nach dieser Zeit ein Tonus fast nie mehr nachweisbar war. Es zeigte sich jedoch alsbald an Controlversuchen mit aufbewahrten nicht enthäuteten Präparaten, dass auch an diesen der Reflextonus fehlte und dass dieses Verhalten also der gesunkenen Thätigkeit des Rückenmarks zur Last gelegt werden muss; auch die Anlegung eines neuen Rückenmarksquerschnitts nützt nichts. Trotz dieses Misserfolges lässt sich der Umstand, dass der Tonus nach dem Enthäuten bestehen bleibt, wie ich glaube, doch für

die Ansicht verwerthen, dass der Tonus kein ausschliesslich von der Haut ausgehender Reflexvorgang ist; und zwar, weil in dem Ablauf und der Dauer des Tonus nach dem Enthäuten sich ein constanter Unterschied gegenüber hautbedeckten Präparaten nicht ergiebt. Würde aber der Tonus lediglich durch die bei dem Abreissen lädierten sensiblen Hautnerven bewirkt werden, so müsste man erwarten, dass die tonische Contraction unmittelbar nach der Enthäutung ein Maximum zeigte, welches der allmählich abnehmenden Erregung entsprechend nach und nach einer Veränderung Platz machte. Dies aber ist nicht der Fall, wovon ich mich an zahlreichen vergleichenden Versuchen überzeugt habe.

Einfluss localer Anästhesirung der Haut. Um auf diesem Wege die Thätigkeit sensibler Hautnerven und damit die Berechtigung der Cohnstein'schen Hypothese über das Zustandekommen des Muskeltonus auszuschliessen, müsste man ein Narcoticum anwenden, welches nicht nur die Endorgane, sondern auch die Hautnervenfasern in ihrer Erregbarkeit auf Null heruntersetzt, ohne dass ein Stadium der Erregbarkeitssteigerung vorhergeht. Diesen Anforderungen könnte das Atropin entsprechen, allein seine Wirkung auf die Nervenfaser ist eine zu geringe und tritt erst nach sehr langer Zeit ein, wie ich an anderem Orte gezeigt habe. Chloroform, Aether, auch Ammoniak¹⁾ waren nicht zu brauchen, einmal weil sie leicht die unterliegenden Muskeln afficiren und zweitens, weil sie an der Nervenfaser zunächst ein ausgesprochenes Stadium der Erregbarkeitserhöhung bewirken und also, wenn trotz der Application dieser Mittel auf die Haut der Tonus bestehen blieb, der Einwand möglich war, dass das in die Haut eindringende Narcoticum immer gerade an den Stellen der Nervenfaser, wo es am weitesten vorgedrungen war, das Excitationsstadium erzeugt habe. Ich wandte mich daher zunächst zur Carbolsäure, von der ich aus anderen Versuchen wusste, dass sie selbst in Verdünnung von $\frac{1}{20}$ pCt. und weniger die Erregbarkeit der sensiblen und motorischen Nervenfaser vorübergehend rasch auf Null herabsetzt, ohne dass ein Sta-

¹⁾ Bezuglich dieser Substanz lässt sich die Angabe Kühne's regelmässig bestätigen, dass es in keiner Concentration den motorischen Nerven erregt, doch macht es eine Erregbarkeitssteigerung, wie man bei Anwendung verdünnter Lösungen leicht nachweisen kann.

dium der Steigerung vorangeht¹⁾). Ich untersuchte sodann auch den Einfluss stärkerer Lösungen und fand, dass $1\frac{1}{2}$ — $1\frac{3}{4}$ procentige Phenollösung die Nervenfaserleitung rasch unterbricht, ohne den Nerven zu erregen, Lösungen über 2 pCt. machen häufig directe und reflectorische Zuckungen. Die sensiblen Endorgane der Froschhaut verhalten sich insofern anders, als dieselben auch durch schwache Carbollösungen zuerst intensiv gereizt und dann rasch vollständig gelähmt werden. Ich habe nun die locale Wirkung der Carbolsäure zunächst an Reflexpräparaten geprüft; es zeigte sich, dass $1\frac{1}{2}$ — $1\frac{3}{4}$ procentige Lösungen nach anfangs starker Erregung im Durchschnitt nach 5 Minuten eine totale Anästhesie für mechanische und chemische Reizungen hervorbringen, und zwar ist darnach die Haut in ihrer ganzen Dicke anästhetisch, denn auch, wenn man die Reize auf die Innenseite applicirt, tritt keine reflectorische Reaction ein. Ich habe sodann Brongeest'sche Präparate bis fast zur Mitte des Bauches, wo die Haut circulär abgetrennt worden war, durch Eintauchen in dieselbe Lösung anästhesirt. Die Durchschneidung des Nerven hat so zu geschehen, dass die Wandungen des Bauches und Rückens soweit herauf wie möglich intact erhalten werden, damit beim Eintauchen des Präparates die Carbolsäure nicht sofort zum Stamme der Ischiadici gelangen kann; man macht also die Durchschneidung möglichst von oben und vorne her. Nach einem Aufenthalt von 5 Minuten hing ich die Präparate alsdann zur Untersuchung des Tonus in 1 prozentige Carbollösung. Es zeigte sich, dass ein Unterschied in der Haltung der Beine im Sinne eines Tonus trotz der Hautanästhesirung bestehen bleibt. Der Tonus ist in der Regel etwas geringer als vor der Carbolisirung, zuweilen aber auch ganz unverändert. Die Dauer des Tonus ist beträchtlich herabgesetzt, da die Carbolsäure allmählich auch zu den tiefer gelegenen Theilen (Aponeurosen, Muskeln) vordringt. In letzterer Zeit habe ich einige analoge Versuche mit 2 prozentiger Cocaïnlösung gemacht, die dasselbe Ergebniss geliefert haben. Vorversuche ergaben, dass die Nervenfasern

¹⁾ Von der Eigenschaft der Carbolsäure, die Leitung sensibler Nervenfasern zu unterbrechen ohne sie zuerst zu erregen, wird auch practisch Gebrauch gemacht; es beruht darauf die sofort eintretende schmerzstillende Wirkung der Carbolsäure bei Application in cariöse Zähne.

bei directer Application einer 0,3prozentigen Lösung in 20 bis 25 Minuten in ihrer Erregbarkeit auf Null herabgesetzt werden, ohne dass ein Stadium der Erregbarkeitssteigerung dabei nachweisbar wird.

Ergebniss.

- 1) An Muskeln des Frosches lässt sich nach Abtrennung des Gehirns ein schwacher tonischer Contractionszustand nachweisen.
- 2) Dieser Tonus ist ein Reflexvorgang.
- 3) Der Reflex ist nicht ausschliesslich abhängig von der Thätigkeit sensibler Hautnerven.
- 4) Der Tonus muss daher bei dem Mangel anderer Ausgangspunkte, welche denselben im Gange halten könnten, als ein Muskelreflex¹⁾ aufgefasst werden, das Wort Muskel im weitesten Sinne genommen.
- 5) Das Reizmoment ist ein mechanisches: Die continuirliche Anspannung des Muskels und seiner Adnexa, bedingt durch die anatomische Fixation der Muskelenden.

Was endlich die Bedeutung dieses Muskeltonus für das lebende Thier anlangt, so lässt sich darüber nur Hypothetisches sagen. Zu bemerken ist, dass, da alle Tonusversuche nicht wohl anders als am decapitirten oder morphinisirten Thier angestellt werden können, durch diese Versuche wenigstens die Existenz eines Tonus für die Muskeln des lebenden Thieres nicht erwiesen, sondern streng genommen nur die Möglichkeit der Existenz und der Mechanismus eines etwaigen Tonus dargelegt worden ist. Setzt man sich über diese Schwierigkeit hinweg und macht die An-

¹⁾ Da ich anatomische Untersuchungen über Muskel-, Sehnen- und Aponeurosennerven selbst nicht angestellt habe, muss ich es mir versagen, den Versuch zu machen, in das Einzelne des Vorganges tiefer einzudringen. Bekanntlich wird die Beweiskraft der Sachs'schen Untersuchungen durch neuere Forscher (so durch K. Mays) in Frage gestellt. Bemerkenswerth ist, dass bezüglich des Verhaltens der centripetalen Nerven im resp. am Muskel für die einzelnen Muskeln erhebliche Verschiedenheiten zu bestehen scheinen; eine Thatsache, die in dem verschiedenen Verhalten der Muskeln hinsichtlich des Tonus und der Sehnenreflexe ein physiologisches Analogon finden würde.

nahme, dass auch an Muskeln des lebenden Gesammthiers (vielleicht nur bei gewissen, das Maass der mittleren Ruhestellung überschreitenden Dehnungsgraden) ein Tonus sich einstellt, so steht alsdann der Annahme der Tschirjew'schen Anschauungsweise über die Bedeutung des Tonus, wie ich glaube, auch von klinischer Seite keine Schwierigkeit im Wege. Bekanntlich geht Tschirjew's ansprechende Hypothese dahin, dass bei einer durch eine Muskelgruppe bewirkten Bewegung ein Theil des Widerstandes der Antagonisten in ihrer tonischen Contraction besteht, wodurch das Eintreten elastischer Schwankungen vermieden wird und die Bewegung etwas Sichereres als ohne Mitwirkung einer solchen mit automatischer Regulirung versehenen Dämpfungsvorrichtung bekommt. Zur Stützung dieser Ansicht hat Tschirjew auch auf den schleudernden Charakter der Bewegungen Tabischer hingewiesen, bei denen ein durch Unterbrechung des reflectorischen Apparates herbeigeführter Tonusschaden angenommen werden kann. Gegen die Tschirjew'sche Ansicht hat sich Senator¹⁾) ausgesprochen, wie ich glaube, nicht mit überzeugenden Gründen. Freilich hat Tschirjew die Sache nicht erschöpfend und in gewissem Sinne auch nicht ganz richtig dargestellt. Denn es genügt zum Zustandekommen einer unbedachteten Schleuderbewegung bei einem Tabischen gewöhnlich nicht, dass der Muskeltonus durch Unterbrochensein des reflectorischen Apparates einfach fehle, sondern es müssen sich die durch ein langdauerndes Fehlen des Tonus hervorgebrachten peripherischen Veränderungen an den Muskeln und deren Adnexit (die Relaxation) eingestellt und damit auch die (im Vergleich zu der geringen Kraft des Muskeltonus denn doch enorm starke) elastische Hemmung, welche die Antagonisten verursachen, Noth gelitten haben. Erst dann sind die Vorbedingungen gegeben, welche die Entstehung einer nicht intendirten Schleuderbewegung als leicht möglich (ich sage ausdrücklich nicht: als nothwendig) erscheinen lassen. Ebensowohl hätte Tschirjew die entgegengesetzte Bewegungsstörung verwerthen können, den spastischen Charakter in den Bewegungen Hemiplegischer und mit spastischen Spinalaffectionen behafteter Individuen, bei

¹⁾ Archiv f. Anat. u. Physiol. 1880. S. 197.

denen wir eine abnorme Steigerung des Muskeltonus wirklich nachweisen können. Auch diese Veränderung des Muskeltonus hat bekanntlich, wenn sie lange Zeit fortbesteht, die entsprechenden, der Relaxation entgegengesetzten, peripherischen anatomischen Veränderungen an den Muskeln und ihren zugehörigen Hülfsapparaten (die Contractur) im Gefolge.

Um auf die in Betracht kommenden klinischen Beobachtungen und namentlich auf die complicirte Ataxiefrage hier nicht einzugehen, beschränke ich mich darauf, zu bemerken, dass eine sichere Beurtheilung des Tonus am lebenden Menschen kaum möglich ist; die einzige Abart, die wir bestimmt erkennen können, ist die starke abnorme Erhöhung desselben; sie ist dann vorhanden, wenn bei einem Individuum, das gelernt hat, eine willkürliche Innervation zu unterlassen, passive Bewegungen das Gefühl des abnorm erhöhten Widerstandes erzeugen; zur vollständigen Sicherstellung der Diagnose „erhöhter Tonus“ müsste dann noch nachgewiesen werden, dass das abnorme Resistenzgefühl in tiefer Chloroformnarkose schwindet, also nicht in peripherischen anatomischen Veränderungen der Muskeln ihre Ursache lag. Dagegen ist es nicht erlaubt, aus dem Verhalten der Sehnenreflexe jedesmal ohne Weiteres auf das Verhalten des Muskeltonus zu schliessen. Der Grund hierfür liegt in einer an sich übrigens nicht besonders auffälligen Eigenthümlichkeit des Muskelreflexapparates, von dessen Thätigkeit nach unserer Anschauung sowohl „Sehnenreflex“ als „Muskeltonus“ abhängig sind. Es ist nehmlich die Empfindlichkeit desselben für **Einzelreize** mechanischer Art (erzeugt durch eine plötzliche Verstärkung der Muskelzerrung, meist durch Beklopfen der Sehne) bei verschiedenen, auch gesunden Individuen verschieden gross, ohne dass hiermit die Empfindlichkeit für die **constanten Reizungen**, welche den Tonus unterhalten, durchweg parallel geht. So sehen wir, dass bei Gesunden in seltenen Fällen¹⁾ der Seh-

¹⁾ Es ist interessant, dass, während beim Menschen das gänzliche oder temporäre Fehlen der Sehnenreflexe einen sehr seltenen Ausnahmefall darstellt, dieses Verhalten bei einem Thiere, an dem wir doch die Existenz eines Muskelreflexapparates nachgewiesen haben, geradezu die Regel bildet. So beim Frosch; während man im Winter bei Thieren,

nenreflex fehlt, bei anderen derselbe ganz auffallend stark sein kann, ohne dass irgendwie diejenigen Bewegungsstörungen sichtbar werden, welche eintreten, wenn das Fehlen, resp. das Verstärktsein der Sehnenreflexe durch Unterbrechung des Reflexapparates, resp. durch abnorm erhöhte Thätigkeit desselben

die in der Gefangenschaft gehalten werden, oft ein Dutzend hinter einander untersuchen kann, bis man einmal an einem Exemplar eine geringe Andeutung eines Sehnenreflexes des Extens. crur. commun. nachweisen kann, gelingt dies zu anderen Zeiten an einer Reihe von Thieren hinter einander regelmässig. Soweit ich bis jetzt urtheilen kann, scheint die Geschlechtsthätigkeit dabei von Einfluss zu sein. Wenigstens konnte ich im Jahre 1881 zur Laichzeit der Frösche an allen darauf untersuchten Thieren den Sehnenreflex sehr deutlich demonstrieren; ein Unterschied zwischen Männchen und Weibchen war nicht auffallend. Man macht den Versuch am enthäuteten Thier, bringt die Muskelgruppe durch eine geeignete Haltung in mässige Spannung und beklopft mit der anderen Hand kurz die Extensorsehne am Knie mit einem stumpfen Scalpell; es erfordert nur geringe Aufmerksamkeit, die Contraction zu sehen. Man kann, wenn man eine Serie von Fröschen, die den Sehnenreflex zeigen, zur Disposition hat, leicht und schnell die Schultze-Fürbringer'schen Experimente wiederholen. — Nach dem, was wir über die anatomische Lagerung derjenigen reflectorischen Apparate wissen, welche den Geschlechtsfunctionen und dem Zustandekommen des Kniephänomens dienen — beider gangliöse Theile sind im Lendenmark gelegen —, erscheint es nicht ganz unverständlich, dass beim Frosch diejenigen Momente, welche den Eintritt der Geschlechtsthätigkeit bewirken, gleichzeitig eine Steigerung, resp. erst ein Deutlichwerden des Sehnenreflexes im Gefolge haben. Beim Menschen dagegen, dessen Patellarsehnenreflex mit seltenen Ausnahmen ein ganz unverhältnismässig viel stärkerer ist, als der entsprechende der Extensorsehne beim Frosch, ist ein Parallelismus zwischen der Höhe der Geschlechtsthätigkeit und der Stärke des Patellarsehnenreflexes nicht durchweg ausgesprochen; denn wir finden normale Sehnenreflexe bei Kindern und bei Frauen, deren Generationsorgane zu functioniren aufgehört haben. Immerhin giebt es jedoch auch in der menschlichen Pathologie Fälle, welche zeigen, dass der besprochene Parallelismus vorkommen kann. Ich erinnere an die ganz gewöhnliche Steigerung der Patellarsehnenreflexe bei manchen Neurasthenischen mit abnorm starkem oder abnorm gereiztem Geschlechtstrieb; an die Schwäche und das relativ häufige Fehlen der Sehnenreflexe bei Greisen, bei chronischem Alcoholismus, bei Diabetes mellitus, an das Erlöschensein bei Tabes; bei allen den letztgenannten Zuständen ist Abnahme der Potenz ein gleichzeitig häufig beobachtetes klinisches Symptom.

bedingt, also durch ein Fehlen resp. eine abnorme Verstärkung des Tonus und ihre peripherischen Folgezustände bewirkt wird. Berücksichtigt man das geschilderte Verhalten und die sich daraus ergebende Unsicherheit in der richtigen Beurtheilung des Muskeltonus am Lebenden, so lassen sich auch klinische Momente nicht auffinden, die ein Acceptiren der von Tschirjew aufgestellten Hypothese über die Bedeutung des Tonus verbieten könnten.

Ganz anders verhält es sich mit der Frage nach der physiologischen Bedeutung der Sehnenreflexe im engeren Sinne und ich würde auf dieselbe gar nicht eingehen, wenn nicht aus einer Aeusserung Schreiber's¹⁾ hervorgeinge, dass eine solche Bedeutung in der That für gewisse Stellungen der Extremitäten angenommen wird. Ich kann mir eine physiologische Situation nicht recht denken, bei der es zur Auslösung eines Sehnenreflexes (im klinischen Sinne) kommt oder in der es für das Individuum von Vortheil wäre, dass ein solcher ausgelöst wird. Dieser Reflex ist für das Leben, soweit wir sehen können, bedeutungslos, er ist ein zufälliger und lässt sich in dieser Hinsicht wohl mit manchen anderen, ebenfalls zwecklosen Reflexen, wie z. B. manchen Kitzelreflexen, in Parallelle bringen, die bei einem Individuum sehr ausgesprochen, bei einem anderen ebenfalls Gesunden ganz fehlen können.

¹⁾ Arch. f. exper. Path. u. Pharm. Bd. XVIII. S. 280.
