(Aus dem pharmakologischen Institut der Universität Würzburg.)

Muskelversuche an Warmblütern.

I. Beeinflussung des lebenden Warmblütermuskels durch Curare, Guanidin, Veratrin.

Von

Prof. Dr. **M. J. Rossbach.**

(Mit Tafel V. a.)

Um die Gesetze der Muskel-Thätigkeit zu studiren, benutzt die Physiologie fast ausschliesslich das Nerv-Muskelpreparat des Frosches, meist abgeschnitten vom lebenden Körper, seltener im lebendigen Zusammenhang mit demselben.

Man weiss aber jetzt schon, dass selbst unter den Kaltblütern die Muskeln verschiedener Arten derselben Gattung höchst verschieden auf dasselbe Gift reagiren; die grossen Unterschiede in dem Verhalten der Muskeln von *Rana temporaria* und *r. esculenta* gegen Coffein sind hiefür jedenfalls das merkwürdigste Beispiel. Namentlich der Pharmakologe darf sich daher nicht verhehlen, dass die Versuche an den Muskeln kaltblütiger Thiere und die dort erhaltenen Resultate nicht ohne weiteres übertragen werden dürfen auf das Verhalten der Muskeln warmblütiger Thiere; trotzdem wurden auch in der Pharmakologie die genaueren Muskelversuche bis jetzt ausschliesslich an Kaltblütern angestellt.

Zwar liegen bereits einige Methoden vor, um auch an Warmblütern die Muskelthätigkeit in exacter Weise graphisch darzustellen. Helmholtz und Baxt¹⁾ waren die ersten, welche eine Vorrichtung ersannen, um behufs Messung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reizung in den motorischen Nerven des lebenden Menschen die Anschwellung der Daumenmuskeln bei ihrer Contraction graphisch

1) Monatsber. d. k. preuss. Acad. d. Wiss. Berlin 1870.

wiederzugeben; dieselbe Methode wurde auch von Place¹⁾ zu demselben Zweck angewendet; ähnlich ist die von Bernstein²⁾ gebrauchte Vorrichtung zur Geschwindigkeitsmessung der Contractionswelle.

Marey³⁾ hat mit seiner pince myographique, ähnlich wie Helmholtz an Menschen, an lebenden Thieren die Dickenzunahme einer grösseren Zahl von Muskeln bei der Contraction beschrieben und an frisch ausgeschnittenen Muskeln sehr verschiedener Thierarten, auch von Warmblütern (Vögel, Säugethiere) die Formveränderungen der Verdickungcurve beobachtet. Ferner wurden bereits von C. Ludwig und A. Schmidt⁴⁾, sowie von Kronecker⁵⁾ an überlebenden mit arteriellem Blut künstlich durchströmten Hundemuskeln (Semitendinosus, Gastrocnemius) die Zuckungen beschrieben. Endlich hat E. Cyon⁶⁾ ein Myographion für den m. adductor pollicis des Menschen construiert, um bei diesem Muskel die Längenabnahme bei seiner Thätigkeit aufzuzeichnen.

Bei einem Theil dieser Methoden muss die Extremität, an der man einen Muskel untersuchen will, in einen Gypsverband gelegt werden; die herausgeschnittenen Muskeln der Warmblüter verlieren, wenn auch künstlich mit Blut durchströmt, doch zu rasch ihre Lebenskraft und in Folge Temperatur und Verdunstungsänderungen zu bald ihre normalen Verhältnisse. Und es begreift sich theils aus der Umständlichkeit, theils aus den schweren Eingriffen, denen der Muskel unterworfen wurde, warum diese Methoden nicht allgemein in Anwendung gezogen wurden, um auch an Warmblütern die Gesetze der Muskelthätigkeit nach allen Richtungen zu studiren.

Ich habe daher bereits längere Zeit versucht, ob es nicht möglich wäre, die Gesetze der Muskelthätigkeit ebenso leicht an Warmblütern, wie an Kaltblütern zu studiren, und zwar unter möglichst normalen Verhältnissen, wobei der Muskel in natürlicher Lage, im natürlichen Zusammenhang mit dem lebendigen Körper sich befände, von dem eigenen Blute durch die Kraft des eigenen

1) Dieses Archiv. Bd. 3. S. 424.

2) Bernstein: Archiv f. Anat. u. Phys. v. Du Bois u. Reichert. 1875. S. 526.

3) Marey: Du mouvement dans la fonction de la vie, 1868. S. 258 u. 367.

4) Ber. d. k. sächs. Ges. d. W. Math.-physik. Classe IV. 2. 1868.

5) Ber. d. k. sächs. Ges. d. W. Math.-phys. Classe XXIII. 1871. S. 693.

6) E. Cyon: Methodik S. 460.

Herzens durchströmt, also auch in natürlichen Ernährungsverhältnissen wäre; wobei es aber auch andererseits möglich würde, jederzeit und beliebig leicht den Nerv, wie den Muskel den verschiedensten Einflüssen zu unterwerfen und die hierdurch gesetzten Thätigkeitsänderungen prompt und sicher wie am normalen Muskel aufzuzeichnen. Ich veröffentliche hiemit die Resultate meiner Bestrebungen, da ich bereits durch die verschiedensten Versuchsreihen von der Brauchbarkeit der angewendeten Methode mich überzeugt habe.

Ich konnte mittelst dieser Methode viele (10) Stunden lang unausgesetzt ohne jede Störung bei Kaninchen, Hunden und Katzen die Längenabnahme und die Curvenformen des sich zusammenziehenden Muskels, sowohl bei indirecter, den Nerven treffender, wie bei directer Muskelreizung in beliebigem Wechsel auf die rotirende Trommel aufzeichnen lassen, während der Versuche die Muskeln der Einwirkung verschiedener Substanzen, verschiedener Wärmegrade, verschiedener Belastung, verschiedener Reizstärke aussetzen, die Gesetze der Ermüdung und Erholung in langen Zuckungsreihen (bis 30,000 Zuckungen, ähnlich wie Kronecker, Tiegel, Funke an Kaltblütern) studiren, ohne grössere Schwierigkeiten bekämpfen zu müssen. Es scheint mir die Untersuchung der Muskelthätigkeit an Warmblütern jetzt nicht im geringsten schwerer zu sein, als bei Kaltblütern.

Die Präparation des zu untersuchenden Warmblüters geschah in ganz ähnlicher Weise, wie sie schon längst an den Kaltblütern geübt wird. Bei meinen ersten Versuchen hatte ich die Thiere behufs Immobilisirung curarisirt; da aber durch Curare der motorische Nerv hochgradige Veränderungen erleidet, also bei diesen Thieren der Muskel nur noch direct gereizt werden konnte und auch die directen Reizeffecte noch nicht klar gedeutet werden können, jedenfalls der curarisirte als ein kranker Muskel betrachtet werden muss; da mir es aber darauf ankam an ganz gesunden Muskeln zu arbeiten, so suchte ich die Thiere durch Rückenmarksdurchschneidung möglichst bewegungslos zu machen. In den meisten Versuchen blieb nach der Rückenmarksdurchschneidung das Thier während vieler Stunden ganz bewegungslos und wurde ich durch etwaige Reflexbewegungen selten auch nur einen Augenblick gestört. Nur bei der Anwendung tetanischer Gifte wurden durch die Streckkrämpfe, in die der Rumpf verfiel, Störungen in die vom Muskel gezeichneten Curven gebracht, auch wenn die Extremität, deren Muskel geprüft

wurde, durch Abschneiden des Ischiadicus nicht selbst tetanisch afficirt werden konnte. Ich lernte auch diesen Misstand bald ganz vermeiden. Die Mitbewegungen des ausser Zusammenhang mit dem nervösen Centrum stehenden Fusses geschahen theils durch Rütteln und Schütteln des Aufbindebretts durch das in Streckkrämpfen geschüttelte Thier; diese wurden vermieden durch sehr starke Befestigung des Brettes an schweren Bleiklötzen oder an den Tisch selbst. Theils wurden die Krampfstösse des Rumpfes durch die Extremitätenknochen auf die nervös unberührt bleibende Seite fortgeleitet; auch diese Möglichkeit wurde eliminirt durch sehr starke Fixirung der betreffenden Knochen mittelst in dieselben eingestossener Eisenstäbe und durch festes Anschrauben auf das, wie erwähnt, gleichfalls stark befestigte Aufbindebrett. So gelang es selbst während der Krämpfe die Thätigkeit des gewählten Muskels in Folge der dem Nerven oder Muskel zugeführten Reize ohne jedes störende Momente auf die Trommel zu übertragen.

Allerdings setzt die Rückenmarksdurchschneidung, oder selbst wenn diese zu umgehen wäre, die Durchschneidung des n. ischiadicus in meiner Methode einen Folgezustand, der mir nicht erlaubt zu sagen, die von mir untersuchten Muskeln seien absolut normal ernährt gewesen, seien also mit den Muskeln gänzlich unberührter Thiere vollständig gleich. Es ist dieser Folgezustand die Erweiterung sämtlicher Gefässe des Körpers, also auch die Erweiterung der Gefässe des Versuchsmuskels und die in Folge dessen eintretende Verminderung des Blutdrucks. Allein ich glaube, dass diese Modification der Kreislaufverhältnisse an und für sich für die Dauer meiner Versuche keinen auch nur sehr nebensächlichen Einfluss auf die Muskelthätigkeit ausüben kann, um so weniger, da durch die angewendete Reizmethode geradezu die gefässerweiternde Wirkung der Rückenmarksdurchschneidung während der Reize wenigstens eine Zeit lang in den betreffenden Muskeln aufgehoben werden muss. Denn es ist klar, dass sowohl bei directer wie bei indirecter vom Nervenstumpf ausgehender Reizung nicht allein die Nerven der quergestreiften, sondern auch die der glatten Gefässmuskeln mitgereizt werden müssen, dass also namentlich bei schnell hintereinander folgenden Reizen sogar eine über die Norm hinausgehende Verengerung der Muskelgefässe eintreten muss, in Folge deren bei der Niedrigkeit des Blutdrucks im ganzen Gefässsystem vielleicht sogar eine geringere Blutdurchströmung, also schlechtere Ernährung

des Muskels eintritt, als in normalen Verhältnissen. In dieser Anschauung bestärken mich einige Resultate, die ich bei Ermüdungsversuchen erhielt, namentlich das rasche Fortschreiten der Ermüdung im Anfang der Versuche. Ich werde auf diese Frage noch einmal zurückkommen.

Versuchsanordnung und Apparate.

Die Versuchsthiere (Kaninchen, Katzen, Hunde) wurden auf ein passendes Brett fest aufgebunden und zum Zweck der später nöthigen künstlichen Respiration tracheotomirt und mit einer Trachealcanüle versehen. Hierauf wurde in eine vena jugularis eine Canüle eingebunden, um später durch dieselbe ein Arzneimittel ohne Störung einspritzen zu können, da es mir meist darauf ankam, die Wirkung desselben auf den Muskel in grösster Raschheit zu constatiren. Sodann wurde der nervus ischiadicus hoch oben am Oberschenkel freigelegt, mit einem starken Faden in seiner Gesamtheit stark abgebunden und an seinem peripheren Stumpfe mit einer Elektrode für tiefliegende Nerven (zwischen zwei befeuchteten Fliesspapierstückchen) armirt; durch feste Hautnähte wurde die Electrode unverrückbar festgestellt. Ferner wurde die Sehne eines oder die Gesamtsehne aller Wadenmuskeln bis zum Beginn der Muskelfasern blossgelegt und die Haut unterhalb der Sehne wieder zusammengenäht. Endlich wurde das Rückenmark hoch oben durchschnitten und gleichzeitig künstliche Respiration eingeleitet.

Bei Versuchen, wo es mir darauf ankam, auch den Muskel direct zu reizen, wurden zwei feine verzinkte Stahlnadeln in den Muskel eingestochen, die eine am centralen Ende durch die Haut hindurch, die andere in den Beginn der Sehne.

Apparate. Bei meinen ersten Versuchen wurde die Sehne des Muskels nicht unmittelbar an die Schreibvorrichtung des Myographion durch Fäden befestigt, sondern es lief der Faden über eine Rolle hinweg und ging dann erst an die Schreibfeder, da mein Instrument auf senkrechtcs Anschreiben eingerichtet war; später benutzte ich ein Marey'sches Myographion mit horizontaler Schreibeinrichtung, und jetzt wurde die Sehne mittelst eines längeren Fadens in gerader Linie mit dem Schreibhebel verbunden. Der Faden lief stets genau in der Fortsetzung der Richtung der Muskelfasern.

Ueber die Axe des Schreibhebels wurden entweder Gewichte

aufgehängt oder die Stelle derselben durch eine gespannte Stahlfeder (nach Fick) ersetzt.

Die Form der Muskelcurven wurde an die Trommel bei ihrer schnellsten Umlaufgeschwindigkeit angeschrieben. Wo ich nur die Hubhöhen verzeichnen wollte, wurde die Trommel entweder von einem Assistenten immer um ein wenig weitergerückt und während der Zuckung stillgehalten, oder es wurden die Zuckungen während der langsamsten Umdrehungsgeschwindigkeit einfach auf die Trommel aufgeschrieben, aber ohne dieselbe während der Zuckung einzuhalten; die Muskelcontraction zeichnete auch in letzterem Falle immer nur eine gerade Linie und nur die letzten Theile der absteigenden Curve bildeten am Fusspunkt der Geraden eine mehr weniger schräge Linie.

Die Schliessung und Oeffnung des Stromes in der primären Rolle wurde entweder durch eine Balzar'sche Reizuhr in Intervallen von 1–60 Secunden oder, wo es sich um schneller folgende Reize handelte, durch eine einfache Vorrichtung am Metronom erzielt.

Meist benutzte ich nur den Oeffnungsschlag der secundären Rolle, zu welchem Behuf der Schliessungsschlag durch eine Vorrichtung (ähnlich der Pflüger'schen für Abblendung der Oeffnungsschläge) am Neef'schen Hammer abgeblendet wurde.

Mittelst einer Doppelwippe wurden die Oeffnungsschläge nach Belieben bald in den Nerven, bald direct in den Muskel entladen.

Bei allen Versuchen wurde ich von meinem Assistenten Herrn Franz Fleischmann, bei einem Theil derselben von Herrn Dr. Harteneck, bei einem andern Theil von Herrn Dr. Theodor Clostermeyer in ausgezeichnete Weise unterstützt.

I. Einwirkung des Curare auf Reizbarkeit, Form und Höhe der Muskelcurve.

Folgendes sind die Ergebnisse meiner Versuche an den belasteten Wadenmuskeln des Kaninchens:

Nach kleinen unter die Haut oder in die Vene gespritzten Curaregaben werden bei gleichbleibender Reizstärke und bei indirecter Reizung (vom Nerven aus) die Maximalzuckungen höher, als vor der Vergiftung, nach Steigerung der Curaregabe aber wieder niedriger, bis endlich gar keine Muskelzuckung mehr bei Reizung vom Nerven aus eintritt. Die endliche Verkleinerung der Zuckungs-

höhen und das vollständige Erlöschen der Muskeleerregbarkeit vom Nerven aus entwickelt sich in sehr kurzer Zeit.

Auch bei directer Muskelreizung beobachtet man auf kleinste Curaregaben bei gleichbleibender Reizstärke erst Erhöhung der Zuckungen, jedoch nicht immer; ich fand auch Muskeln, die nach Curarisirung bei directer Reizung keine höheren Zuckungen gaben, obwohl bei Reiz ihrer Nerven ihre Maximalzuckungen sogar bedeutend erhöht wurden.

Wenn man so viel Curare eingespritzt hat, dass vom Nerven aus keine Zuckungen mehr erregt werden können, bleibt wie bei Kaltblütern der Muskel direct erregbar; aber die Zuckungen werden immer niedriger, niedriger als im normalen Zustand und niedriger als während der Vergiftung mit kleinen Curaregaben.

Auch die Form der Zuckungscurven wird durch Curare geändert. Bei kleinen Curaregaben werden die Zuckungen nicht allein höher, sondern auch kürzer; die Verkürzung betrifft namentlich den absteigenden Theil der Zuckungscurve; der Winkel zwischen auf- und absteigendem Theil wird spitzer, die erste steile Abfallslinie des absteigenden Theils wird länger und die Zuckungsdauer, d. h. die Zeit, bis die Spitze des Schreibhebels wieder die Abscissenlinie erreicht, wird um mehr als die Hälfte kleiner, als im normalen Zustande. Wenn bei steigender Curaregabe die Höhe der Maximalzuckungen wieder abnimmt, wird auch die Zuckungsdauer wieder länger.

Es folgt daraus, dass Curare auf gewisse Theile der Nerv-muskelpräparates des Kaninchens erregbarkeitserhöhend, endlich lähmend wirkt, sowie dass mit dem Erlöschen der Erregbarkeit vom Nerven eine Verminderung der Erregbarkeit auch der Muskelfasern eintritt.

Es folgen einige Beispiele. (Hierzu Taf. V. a. Fig. 1.)

I. Kräftiges Kaninchen in oben angegebener Weise präparirt.

3 Daniell'sche Elemente. Es wurden die Oeffnungsschläge der secundären Rolle eines Du Bois'schen Schlittens als Reize für Nerv und Muskel benutzt. Die Oeffnung geschah mittelst eines in den Kreis der primären Rolle eingeschalteten Quecksilberschlüssels.

Am Myographion betrug die ganze Länge des Schreibhebels 16. Cm.; der Sehnenanheftepunkt lag genau 2 Cm. von der Axe entfernt; die Spitze des Schreibhebels zeichnete sonach die achtfache Höhe der Muskelcontraction auf den rotirenden Cylinder. In der folgenden Uebersicht sind nur die gezeichneten höchsten Höhen der Zuckungscurven angegeben; man braucht dieselben demnach nur mit 8 zu dividiren, um die wirklichen Höhen zu erhalten.

Die Axe des Schreibhebels war mit 100 Gr. belastet.

Im Beginn der Versuche wurde durch allmähliche Verkleinerung der Rollenabstände der Grad der Reizstärke ermittelt, der gerade Maximalzuckungen hervorrief und derselbe im Verlauf der Untersuchung beibehalten.

Von Merk in Darmstadt bezogenes Curare wurde in 0,6% Kochsalzlösung gelöst und in kleinsten Dosen unter die Haut gespritzt.

Nummer.	Bemerkungen.	Reizung der n. ischiadic.		Directe Muskelreizung.	
		Abstand der secund. Rolle in Cm.	Zuckungshöhe in M.	Abstand der secund. Rolle in Cm.	Zuckungshöhe.
I.	Vor der Vergiftung	10	0,0056	5	0,004
				0	0,004
II.	1. Inj. v. 0,001 C.	10	0,0073	5	0,005
III.	2. Inj. v. 0,001 C.	10	0,011	5	0,005
IV.	3. Inj. v. 0,005 C.	10	0,015	5	0,005
V.	4. Inj. v. 0,01 C.	10	0,010	5	0,006
		10	0,008	—	—
		10	0,006	—	—
		10	0	—	—
		0	0	0	0,002

Anmerk. Die Zuckungen bei directer Reizung scheinen keine maximale gewesen zu sein.

II. Kräftiges, 1500 Gr. schweres Kaninchen. Apparate und Präparation genau wie in I. Nur wird die Curarelösung nicht unter die Haut, sondern unmittelbar in die V. jugularis gespritzt. Ferner werden statt der maximalen, wie in I. die untermaximalen Zuckungen natürlich bei gleichbleibender Reizstärke geprüft.

Ö=Öffnungs-, S=Schliessungs-Zuckung.

Nummer.	Bemerkungen.	Reizung des Nerven.		Reizung des Muskels.	
		Abstand der secund. Rolle in Cm.	Höhe der Zuckung in M.	Abstand der secund. Rolle in Cm.	Höhe der Zuckung in M.
I.	Vor der Vergiftung	10 Ö	0,002	1 Ö	0,022
		7 »	0,0046	5 »	0,0165
II.	1. Inj. v. 0,001 C.	7 »	0,010	5 »	0,015
III.	2. Inj. v. 0,001 C.	7 »	0,009	5 »	0,003
		1 »	0,004	5 »	0,003
		1 »	0,004		
IV.	3. Inj. v. 0,002 C.	0 Ö	0,001	0 Ö	0,003
		0 S	0,002	0 S	0,004
		0	0	0 Ö	0,003

II. Guanidin.

Die höchst interessanten Ergebnisse, die Gergens und Baumann, und später Putzeys und Swaen bei Einwirkung des schwefelsauren Guanidin auf die Muskeln der Kaltblüter erhielten, nach denen der Stoff die letzten Enden der motorischen Nervenfasern in den Muskeln so stark reizt, dass fibrilläre, fasciculäre und clonische Zuckungen an denselben auftreten auch nach Zerstörung des Rückenmarks, nach Abschneiden der vergifteten Extremitäten, konnte ich bei Wiederholung der Versuche vollständig bestätigen.

Ich unterwarf auch Warmblüter der Einwirkung dieses merkwürdigen Stoffes, zunächst nur, um auch bei diesen die Reaction der quergestreiften Muskeln gegen denselben kennen zu lernen.

Das von mir angewendete kohlensaure Guanidin habe ich aus dem hiesigen chemischen Institut durch die Freundlichkeit des Herrn Prof. Wislicenus erhalten.

Folgendes waren die Ergebnisse meiner an Kaninchen angestellten Versuche:

Nach den meisten Injectionen trat sogleich eine zuckende Bewegung der Ohren und sodann der übrigen Körper- und Extremitätenmuskeln ein; es zuckten auch die Muskeln derjenigen Extremität, an der der *n. ischiadicus* durchschnitten worden war.

Die in oben angegebener Weise angeschriebenen Muskelcurven zeigten bei kleineren Mengen (bei verschiedenen Individuen schwankend zwischen 0,06—0,1 Gr.) keine wesentliche Aenderung weder der Höhe, noch der Form der Curven bei Maximalreizen. Erst bei darüber hinaus gehenden Gaben, die alle in die *v. jugularis* gespritzt wurden, nahm die Höhe der Zuckungen immer mehr zu und wurde die Form der Zuckungcurve in der Weise geändert, dass das Maximum der Zuckung länger bestehen blieb, und daher der auf und absteigenden Theil der Curve nicht mehr in einem spitzen Winkel, sondern durch eine kleine fast horizontale gerade Linie mit einander verbunden wurden; auch dauerte es längere Zeit, bis der absteigende Theil der Curve wieder zur Abscisse zurückkehrte.

Die Maximalzuckungen bei gleichbleibenden Reizstärken wuchsen in der angegebenen Weise nur bei Reizung vom Nerven aus; bei directer Reizung des Muskels dagegen blieben sie genau wie vor der Vergiftung.

Bei sodann immer noch weiter steigender Dosis (bei 0,8 im

Ganzen) bleibt die Zuckungshöhe bei Reizung vom Nerven aus immer dieselbe; dagegen steigt jetzt bei directer Muskelreizung die Zuckungshöhe noch weiter an.

Noch grössere Gaben wurden von mir nicht angewendet.

Es folgt ein Versuchsbeispiel:

I. Kaninchen in der früher angegebenen Weise präparirt.

Es wurde dagegen zum Unterschied von früher ein Marey'sches Myographion mit Federspannung als Belastung angewendet. Die Länge des ganzen Schreibhebels von der Axe bis zur Spitze betrug 21 Cm.; der Muskel wurde mittelst eines starken Fadens 3 Cm. von der Axe entfernt befestigt. Man erhält sonach die wirkliche Muskelverkürzung, wenn man die gezeichnete durch 7 dividirt.

2 Daniell'sche Elemente. (Vgl. Fig. 2.)

Nummer.	Bemerkungen.	Reiz. des n. ischiadic.		Directe Muskelreizung.	
		Abstand der secund. Rolle in Cm.	Zuckungshöhe.	Abstand der secund. Rolle in Cm.	Zuckungshöhe.
I.	Vor der Vergiftung	5	0,006 M.		
		0	0,006 „	0	0,002
II.	Einspritzung von 0,2 kohle. Quainidin				
	1 Min. später	0	0,010 „	0	0,002
	5 Min. später	0	0,013 „	0	0,002
III.	Weitere Einspritzungen von 0,6 kohle. Quainidin				
		0	0,013 „	0	0,004

Gegen diese Ergebnisse, dass kleinste Curaregaben vorübergehend, verhältnissmässig grosse Quainidingaben längere Zeit hindurch erregbarkeitserhöhend auf das lebende Nerv-Muskelpräparat der Warmblüter einwirke, so dass die Maximalzuckungen bei gleichbleibender Reizstärke um das Doppelte und Dreifache ihrer normalen Höhe anwachsen, könnte, soweit ich die Sache übersehe, nur ein Einwand erhoben werden. Kronecker hat bereits an sehr reizbaren Kaltblütermuskeln gefunden, dass der eigentliche Maximalreiz für den frischen Muskel gar nicht zu ermitteln ist, weil auch ohne Verstärkung der noch untermaximalen Reize beider Stromrichtungen die folgenden (60—100) Zuckungen etwas wachsen, während die späteren schnell abnehmen, um dann erst (nach abermals 100 Zuckungen, sich den von ihm weiter gefundenen Gesetzen zu fügen¹⁾.

1) Monatsberichte d. k. Acad. d. Wiss. in Berlin. 1870. S. 638.

Auch ich fand bei allen bis jetzt von mir angestellten Ermüdungsversuchen an den lebenden Muskeln meiner Sommerkaninchen und Hunde ein allmähliches Ansteigen der maximalen Zuckungshöhen bis zu einem bestimmten Maximum, von wo aus dann der Abfall der Ermüdungslinie eintrat.

Es könnte somit behauptet werden, die von mir beobachtete Zunahme der Zuckungsmaxima nach Quinidin und Curare fiele obiger Eigenthümlichkeit reizbarer Muskeln zur Last.

Allein dieser Einwand ist nicht stichhaltig; denn 1) hatte ich mich vor Einspritzen des Giftes durch eine grössere Zahl von angeschriebenen Zuckungen des normalen Muskels der Constanz der Zuckungshöhen versichert; 2) wachsen in dem ersten Stadium der wachsenden Maximalzuckungen die einzelnen aufeinanderfolgenden Zuckungen höchstens um einige Milli-millimeter; in meinen Versuchen aber treten zwischen zwei aufeinander folgenden Zuckungen, zwischen denen nur die Vergiftung liegt, enorme Differenzen auf, so dass die unmittelbar folgende Zuckung um das Doppelte, ja Dreifache höher ist, als die vorausgegangene. Es kann daher die enorme Verstärkung der Maximalzuckungen nur auf die angewendeten Gifte bezogen werden.

III. Veratrin.

a) Einwirkung von Veratrin auf den frischen, unermüdeten, lebenden Kaninchenmuskel. (Hierzu Fig. 3.)

Ich machte am frischen lebenden Kaninchenmuskel 2 Versuchsreihen, indem ich das eine mal immer nur sehr kleine Veratrinmengen in die V. jugularis einspritzte, die Einspritzungen aber öfter wiederholte, und indem ich das andere mal gleich eine tödliche, in 3 Minuten das ganze Thier tödtende Gabe der Blutmasse einverleibte. In beiden Fällen wurden immer kurz nach den Injectionen die Muskelcurven angeschrieben.

Bei öfter wiederholter Einspritzung kleiner Dosen zeigte sich die auffallende Thatsache, dass nach den ersten Einspritzungen von je 0,002 Gr. Veratrin die Hubhöhen des Muskels sowohl bei directer wie bei indirecter Reizung immer kleiner wurden und zwar mit jeder Gabe fortschreitend kleiner; zugleich fehlte das charakteristische gedehnte zweite Stadium des Veratrinmuskels, so dass ich annehmen möchte, dass diese Verkleinerung der Hubhöhe nicht

directe Veratrinwirkung, sondern secundär bedingt war vielleicht durch Aenderung der Circulations- und damit der Ernährungsverhältnisse des Muskels; doch fehlen mir für diese Annahme die Beweise. Erst nach einer weiteren Einspritzung von 0,001 Gr. Veratrin trat mit den charakteristischen Curvenformen eine bedeutende Steigerung der Hubhöhe ein, die sich nach nochmaliger Wiederholung auf die doppelte Höhe gegenüber der normalen erhob. Diese enorme Zunahme der Muskelleistung zeigte sich sowohl bei indirecter, wie bei directer Reizung; der erste Theil der Curven, welcher der allmählichen Verkürzung entspricht, stieg wie im normalen Zustande steil in die Höhe, nur, wie gesagt, mehr als doppelt so hoch; das Stadium der stärksten Verkürzung dauerte aber eine Zeit lang an und nahm dann nur sehr allmählich ab, so dass der zweite Theil der Curve fast eine gerade Linie bildete, die in einem sehr grossen abgerundeten Winkel sich an der senkrecht aufsteigenden abtrennte und nur sehr allmählich, ohne jede Knickung, wieder auf die Abscissenlinie zurückkehrte.

Diese Steigerung der Hubhöhe dauert noch eine Reihe von Zuckungen fort, nimmt dann aber von selbst wieder ab, ohne dass weitere Mengen von Veratrin eingespritzt wurden, und der Muskel ermüdet um ein bedeutendes rascher, als ein normaler, unvergifteter Muskel; sehr bald werden vom Nerven aus gar keine Zuckungen mehr hervorgerufen, und auch bei directer Muskelreizung werden selbst bei den stärksten Reizen nur noch Minimalzuckungen bewirkt. Möglicherweise sind an dieser schnelleren Abnahme auch nun wieder Aenderungen der Circulationsverhältnisse Schuld.

Giebt man gleich von vornherein tödliche Gaben, so dass der Tod des Thieres schon nach mehreren Minuten eintritt und lässt man einen Muskel kurz nach der Vergiftung seine Zuckungen anschreiben, so treten augenblicklich die charakteristischen Veratrincurvenformen ein, aber die Zuckungshöhe wird niedriger, als im Normalzustande.

Es folgen einige Beispiele:

1. Sehr kräftiges Kaninchen in gewöhnlicher Weise präparirt.

Marey'sches Myographion mit Federspannung, statt Gewichtbelastung.

Gesamtlänge des Schreibhebels 210 Mm.; Entfernung der schreibenden Spitze vom Muskelansatz 180 Mm. Um die wirkliche Maximalverkürzung zu erhalten, muss man daher die gezeichnete Hubhöhe durch 7 dividiren.

2 Grove'sche Elemente. Oeffnungsschläge der secundären Spirale eines Du Bois'schen Schlittens. Maximalzuckungen.

Num- mer.	Zustand des Muskels.	Reizung vom N. aus.		Directe Muskelreizung.	
		Abstand der secund. Rolle in Cm.	Zuckungs- höhe in M.	Abstand der secund. Rolle in Cm.	Zuckungs- höhe in M.
I.	Vor Vergiftung	3	0,013	—	—
		3	0,013	—	—
II.	0,002 Grm. Veratrin 1. Einspritzung	3	0,0095	3	0,0055
		3	0,010	3	0,0055
		3	0,010	—	—
		3	0,010	—	—
				3	0,006
				3	0,006
				3	0,0055
				3	0,0055
				3	0,005
				3	0,005
III.	0,002 Grm. Veratrin 2. Einspritzung	3	0,0085	—	—
		3	0,0085	—	—
		3	0,0085	—	—
		0	0,0085	—	—
				3	0,005
				3	0,005
				0	0,005
				0	0,0045
				—	—
				0	0,0175
IV.	0,001 Grm. Veratrin 3. Einspritzung (Veratrinform der Zuckungscurven)	3	0,022	—	—
		3	0,0235	—	—
		0	0,0255	—	—
		3	0,023	—	—
		3	0,023	—	—
				0	0,0175
V.	0,002 Grm. Veratrin 4. Einspritzung (Veratrinform)	3	0,025	3	0,009
		3	0,0235	3	0,008
		0	0,0130	3	0,007
		3	0,0105	3	0,006
		3	0,0090	0	0,006
		3	0,009	»	0,0055
		3	0,008	»	0,005
		0	0,005	»	0,005
		»	0,005	»	0,0045
		»	0,0045	»	0,004
		»	0,0045	»	0,0035
		»	0,0045	—	—
		»	0,0045	—	—
		»	0,0045	—	—
		»	0,004	—	—
		»	0,004	—	—
		»	0,0035	—	—
		»	0,003	—	—
		»	0,003	—	—
		»	0	0	0,003
	Vom Nerven aus sind jetzt keine Zuckungen mehr auszulösen.			»	0,0025
				»	0,002
				»	0,002
				»	0,002
				»	0,002

Num- mer.	Zustand des Muskels.	Reizung vom N. aus.		Directe Muskelreizung.	
		Abstand der secund. Rolle in Cm.	Zuckungs- höhe in M.	Abstand der secund. Rolle in Cm.	Zuckungs- höhe in M.
V.				0	0,0015
				»	0,0015
				»	0,0015
				»	0,001
				Auf 0,001 erhält sich die Hubhöhe noch bei den nächsten 70 Zuckungen, um sodann weiter auf 0,0005 zu fallen.	

II. Kaninchen in gewöhnlicher Weise präparirt u. s. w.

Die Maximalzuckungen bei 5 RA. (Öffnungsschlag durch die Nerven gehend) hatten stets eine Höhe von 6,5 Mm.

Es wurde 0,03 Gr. Veratrin in die V. jug. gespritzt und sodann alle 5 Sekunden der Nerv mit Öffnungsschlägen bei 5 RA. gereizt; gleich die ersten Zuckungen hatten den langgestreckten Veratrincharakter und folgende Hubhöhen:

	5 Sec. nach Vergiftung	8,0 Mm.
20	»	»
30	»	»
45	»	»
60	»	»
120	»	»
150	»	»

2 Minuten nach der letzten Zuckung trat der allgemeine Tod (Herz-Respirations-Muskel-Tod) ein.

b) Einwirkung kleiner Veratringaben auf den schwach curarisirten lebenden Muskel.

Werden Kaninchen nicht stark curarisirt, so dass auch noch vom Nervenstamm aus schwache Muskelzuckungen durch einen Öffnungsschlag erregt werden konnten, so erzeugte eine nachfolgende Injection kleiner Veratringaben in eine Vene folgende Veränderungen am Nerv-muskelpräparat und dessen Erregungszuständen:

Bei indirecte Reizung vom Nerv. ischiadicus aus wurden bei gleichbleibenden Rollenabständen die maximalen Muskelzuckungen eher etwas kleiner, als vor der Veratrinvergiftung.

Bei direct durch den Muskel gehendem Öffnungsschlag dagegen wurde unter gleichbleibenden Reizstärken die maximale Muskel-

zuckung enorm (mehrmals um das Doppelte) höher, als vor der Veratrinvergiftung; zugleich wurde die Zuckungsform wesentlich verändert; die auf- und absteigenden Theile der Muskelcurve stiessen nicht mehr unter einem spitzen Winkel zusammen, sondern waren in Folge längerer Andauer und sehr allmählicher Abnahme des Stadiums der stärksten Verkürzung durch einen etwas abgeflachten Kreisbogen mit einander verbunden; auch dauerte es viel länger, bis die Spitze des Schreibhebels wieder auf die Abscissenlinie zurückkehrte, wenn auch nicht so lange, wie bei den Kaltblütern. (Vgl. Fig. 4.)

Es folgt ein Versuchsbeispiel:

I. Kaninchen mit genau derselben Präparation und denselben Apparaten, wie in den Curare-Versuchen I und II. Nur wurden blos 2 Daniell'sche Elemente angewendet.

Das Veratrin war von Merk in Darmstadt bezogen.

Es wurde zuerst 0,001 Gr. Curare in die V. jugularis gespritzt. Vor der Vergiftung ergab der vom Nerv aus mit einem Oeffnungsschlag gereizte Wadenmuskel eine gezeichnete Hubhöhe von 0,0115 Meter bei 15 Cm. RA.; kurz nach der erwähnten Curarevergiftung bei denselben Rollenabständen und Oeffnungsschlägen eine Hubhöhe von 0,0130 Meter; es hatte also auch hier die kleine Curaregabe wieder erregbarkeitserhöhend gewirkt.

Nach 2 weiteren Injectionen von zusammen 0,002 Gr. Curare nahmen die Zuckungshöhen immer mehr ab, sowohl bei directer, wie bei indirecter Reizung (bei letzterer am stärksten); und endlich betrug die Maximalzuckung bei den stärksten Reizen (0 RA.)

bei indirecter Reizung 0,004 Meter

» directer » 0,012 »

Es wurde nun 0,002 Veratrin in die V. jugularis gespritzt.

Hierauf konnte von Seiten der Nerven keine höhere Zuckung mehr erzielt werden; wohl aber bei directer Muskelreizung; bei 0 RA. hob nun der Muskel die Schreibhebelspitze um 0,030 Meter in die Höhe; zugleich war die Curvenform hochgradig geändert, wie aus der genau copirten Fig. 4 des genaueren zu ersehen ist.

c) Einwirkung des Veratrin auf den ermüdeten Muskel des Kaninchens und Hundes.

Nach den ausnahmslos von mir gemachten Erfahrungen, dass das Veratrin in kleinen Gaben die Muskelkraft frischer und curarisirter Muskeln enorm steigert, erschien es mir von höchstem Interesse zu prüfen, wie sich das Veratrin dem ermüdeten Muskel gegenüber verhält.

Ich machte desshalb in ähnlicher Weise, wie Kronecker, Versuche, in denen ich durch schnell aufeinander folgende Reize

den Muskel ermüdete und dabei die Hubhöhen der Muskelzuckungen auf die rotirende Trommel aufzeichnen liess. Die hierbei erhaltenen Resultate über die Einwirkung fortgesetzter Reize auf Höhe und Form der Muskelzuckungen werde ich demnächst in einer eigenen Abhandlung, »über Ermüdung und Erholung der lebenden Muskeln warmblütiger Thiere« veröffentlichen.

Hier anticipire ich die Ergebnisse, welche ich bei der Einwirkung des Veratrin auf den stark ermüdeten Muskel erhielt. Auch am ermüdeten Muskel nämlich zeigte sich das Veratrin von enorm erholender Wirkung. Kleine Gaben Veratrin konnten die Hubhöhe des bereits stark ermüdeten Muskels bis auf das Vierfache der unmittelbar vorausgegangenen Zuckungsmaxima hinauf-treiben; diese enorme Steigerung der Zuckungsgrösse trat entweder unmittelbar nach der Einspritzung auf (Fig. 5), oder entwickelte sich innerhalb der nächsten 20—30 Zuckungen allmählich zu ihrer höchsten Höhe.

Von der starken Erholung fiel entweder die die Gipfel der Zuckungsmaxima verbindende Linie wieder rasch auf die Höhe herab, die der Muskel vor der Injection gezeichnet hatte, oder es dauerte die Erholung sehr lange an und die Ermüdungslinie fiel erst allmählich wieder auf den vor der Injection innegehabten Stand zurück.

Der Abfallswinkel der die Höhen verbindenden Linie wurde unmittelbar nach dem Eintreten der Veratrinwirkung steiler, als er unmittelbar vorher war, vorausgesetzt, dass in späteren Stadien der Einwirkung die Veratrineinspritzung gemacht wurde; nach und nach wurde es wieder genau wie unmittelbar vor der Einwirkung. Mit andern Worten: die Höhendifferenz der einzelnen Zuckungen nahm unmittelbar nach Veratrineinspritzung zu, später wieder ab.

Da ich in einer nächsten Arbeit noch einmal auf die erholenden Ursachen innerhalb der Muskelermüdung zurückkommen werde, so genügt hier ein kurzes Referat über einige einschlägige Versuche.

I. An einem kräftigen Kaninchen wurde ein durch eine Feder mässig gespannter also belasteter Wadenmuskel im Durchschnitt alle 2 Secunden durch einen Oeffnungsinductionsschlag gereizt und die erhaltenen maximalen Zuckungshöhen (4 Daniell'sche Elemente, 5 und 0 R.A.) auf eine während jeder Zuckung angehaltenen Trommel aufgeschrieben.

Das auf Taf. Va Fig. 6 gegebene Schema versinnlicht genau den allmählichen Ermüdungsabfall der Zuckungshöhen und die erholenden Einflüsse kurzer Ruhepausen und der Veratrin. Jede einzelne Ordinate ist genau das

Mittel der gezeichneten Hubhöhen von 15 aufeinander folgenden Zuckungen; die wirklichen Hubhöhen erhält man durch Division mit der Zahl 7¹⁾.

Folgende Tabelle gibt die hauptsächlichsten genau berechneten Veränderungen in den Hubhöhen des Muskels durch Ermüdung und durch Erholung nach Ruhe und nach Veratrin. (Hierzu Fig. 5 und 6.)

Zustände des Muskels.	Fort-schrei-tende Zuckungs-zahlen.	Maximale Hubhöhen.		Constante Differenz der Hubhöhen der aufeinander folgenden Zuckungen.		Bemerkungen.
		ge-zeich-net.	wirk-lich.	ge-zeich-net.	wirk-lich.	
Frischer Muskel.	1 bis (30)	von 36 5,1 allmählich steigend auf 43 6,1				
	30			0,23	0,033	
	31 bis (139)	43 6,1 fallend auf 17 2,42				
	170			0,187	0,0267	
	171 bis (84)	17 2,42 fallend auf 13 1,85				
	255			0,047	0,0067	
Durch kurze Ruhe er-holter Muskel.	256 bis (599)	16 2,3 fallend auf 5 0,7				Nach der 255. Zuckung wurden die Reize 2 Minuten lang ausgesetzt; die Erholung erlaubte dem Muskel bei Wiederbeginn der Reize um 3 Mm. höhere Zuckungen zu zeichnen, als unmittelbar vor der Ruhe, also von der Höhe der 196. Zuckung wieder zu beginnen (Erholung um 60 Zuckungen).
	855			0,0185	0,0026	
Veratrin-Muskel.	856 bis (179)	21 3,0 fallend auf 13 1,85				Nach der 855. Zuckung wurden 0,002 Gr. Veratrin in eine Halsvene gespritzt, der Muskel zuckte sogleich um mehr als das Vierfache höher, als unmittelbar vor der Vergiftung (Erholung um 706 Zuckungen, da die Zuckungshöhe der 856. Zuckung gleich geworden ist der 150.). Da die Zuckungen rascher folgten, als der Muskel wieder seine normale Länge erreicht hatte wegen Verlängerung des 2. Zuckungsstadiums, erhebt sich der Nullpunkt über die Abscisse und geht erst nach 150 Zuckungen wieder auf dieselbe zurück.
	1035			0,044	0,0063	

1) Schreibhebellänge 210 Mm., Muskelansatz 30 Mm. jenseits der Axe.

Zustände des Muskels.	Fort- schrei- tende Zuk- kungs- zahlen.	Maximale Hubhöhen.		Constante Differenz der Hubhöhen der aufeinander folgenden Zuckungen.		Bemerkungen.
		ge- zeich- net.	wirk- lich.	ge- zeich- net.	wirk- lich.	
Durch kurze Ruhe er- holter Muskel.	1036 bis (239) 1275	Mm. 14 fallend auf 7	Mm. 2,0 1,0	Mm. 0,029	Mm. 0,0041	Durch eine Ruhe von wenigen Minuten erholt sich der Mus- kel um 30 Zuckungen.
Durch kurze Ruhe er- holter Muskel.	1320 bis (225) 1545	11 fallend auf 4	1,57 0,57	0,0311	0,0044	Auch hier erholt Ruhe den Mus- kel wieder um 150 Zuckungen. Erst bei der 1530. Zuckung fällt die Hubhöhe wieder auf die unmittelbar vor der Ruhe innegehabte Zahl zurück. Die erholende Veratrinwirkung hat somit 674 Zuckungen ange- dauert.
Durch kurze Ruhe er- holter Muskel.	1546 bis (254) 1800	9 fallend auf 1	1,28 0,14	0,031	0,0044	

II. Bei einem in der gewöhnlichen Weise hergerichteten Kaninchen wurden durch den Nerv alle Secunden maximale Oeffnungsschläge der secundären Rolle gejagt. Die im Beginn 40 Mm. betragende gezeichnete Maximalzuckungshöhe war nach 2040 Zuckungen auf 2 Mm. gesunken.

Einspritzung von 0,001 Gr. Veratrin hob sie nach kurzer Zeit wieder bis auf 6 Mm.

Bei der 3960. Zuckung war diese Maximalhöhe wieder auf 5 Mm. zurückgegangen. Erneuerte Einspritzung von 0,001 Veratrin hob sie nochmals auf 7 Mm. Als nach 6900 Zuckungen die Maximalhöhen nur noch $\frac{1}{2}$ Mm. betrugen, wurde nochmals 0,001 Gr. Veratrin eingespritzt; jetzt aber ohne erholenden Einfluss. Bei der 7080. Zuckung betrug die Zuckungshöhe nicht mehr messbare Bruchtheile eines Mm.

III. Bei einem kräftigen 1jährigen Hunde wurden Versuche über den Gang der Muskelermüdung gemacht und in derselben Weise und an denselben Apparaten wie bei den Kaninchen, jede (maximale, Oeffnungs-) Zuckung graphisch angeschrieben. Die Resultate dieses Versuchs werden in einer nächsten Arbeit genauer mitgetheilt werden. Hier bemerke ich nur so viel, dass nach 23000 Zuckungen, wo die gezeichnete Hubhöhe des Muskels von anfänglich 40 Mm. allmählich auf 9 Mm. durch die Ermüdung gesunken war, durch die Einwirkung von 0,002 in die Vene gespritzten Veratrins wieder eine Erholung des Muskels eintrat, so dass die Hubhöhe wieder bis auf 18 Mm., also

um das Doppelte anstieg. Diese Erholung dauerte wieder 5000 Zuckungen an, so dass erst nach im Ganzen mehr als 28000 Zuckungen die Hubhöhe wieder auf 9 Mm. herabsank, also auf die Höhe, die sie vor der Veratrineinspritzung gehabt hatte; nach weiteren 1000 Zuckungen (29000) betrug die gezeichnete Hubhöhe immer noch 5 Mm.

Veratrin ist somit in kleinen Dosen für den frischen Muskel des Kaninchen und Hundes ein enorm kraftvermehrendes, für den ermüdeten Muskel ein enorm erholendes Mittel. Falls der Muskel anderer Warmblüter und auch der Menschen sich ähnlich verhält, könnte demnach durch kleinste Veratringaben möglicherweise auch der Mensch, das Pferd u. s. w. befähigt werden, sowohl eine einmal nöthige Leistung z. B. Weit- oder Hochsprung in überrnormaler Kraft auszuführen, als auch nach starken Märschen und grosser Ermüdung sich noch einmal für längere Zeit zu grossen Kraftäusserungen zu erheben. (Forts. folgt.)

Erklärung der Curven-Tafel.

Fig. 1. I. Curareversuch der obigen Arbeit.

N. a—g. Muskelzuckungscurven bei Reizung vom Nerven aus.

a. Ischiadicus-Reizung bei 10 Cm. RA. am unvergifteten Thier.

b. » » » 10 » » nach d. 1. Inj. v. 0,001 Curare.

c. » » » 10 » » » » 2. » » 0,001 »

d. » » » 10 » » » » 3. » » 0,005 »

e. » » » 10 » » » » 4. » » 0,001 »

f. » » » 10 » » » » » » » » » » » » »

g. » » » 10 » » » » » » » » » » » » »

Von g. an konnte vom Nerven aus keine Muskelzuckung mehr erregt werden.

M. a—e. Curven bei directer Muskelreizung:

a. Vor der Vergiftung bei 5 Cm. R.

b. » » » » 0 » »

c. nach der 1. Inj. v. 0,001 Curare bei 5 RA.

d. nach e. Gesamt-Inj. von 0,007 C. 5 »

e. » » » » » 0,017 » 0 »

Z. Die horizontale Linie zwischen 2 senkrechten Strichen bezeichnet 1 Secunde.

Fig. 2. Guanidin-Muskelversuche:

N. a—c. Maximale Zuckungscurven bei gleichbleibender Reizstärke (Öffnungsschlag vom Nerven aus.)

a. Muskelzuckung bei 0 RA. vor der Vergiftung.

b. » » 0 » 1 Minute nach Vergiftung mit Guanidin.

c. » » 0 » 5 Minuten später.

M. a u. b. Directe Muskelreizung.

a. Muskelzuckung bei 0 RA. vor der Vergiftung.

b. » » 0 » nach der Vergiftung mit 0,8 Guanidin.

Fig. 3. (a—c.) Einwirkung des Veratrin auf den frischen unermüdeten lebenden Kaninchenmuskel (2 Grove's Elemente).

a. Normale Muskelzuckung . . bei 3 RA.

b. Veratrin (0,007) Muskelzuckung » 3 »

c. » » » » 0 »

Fig. 4. (a u. b.)

a. Muskelzuckung bei directer Reizung (Oeffnungsschlag, 0 RA.) eines schwach curarisirten Muskels.

b. Zuckung desselben Muskels bei derselben Reizstärke und -art nach Anwendung von 0,002 Veratrin.

Fig. 5. a—c. Muskelermüdungsversuch am Kaninchen.

a. Ausgelaufene Curve der 670. Zuckung.

b. Die ersten 60 Zuckungen sind das Ende der ersten normalen Ermüdungsreihe (Zuckung 795—855). Hierauf folgen die unmittelbar durch Veratrin hervorgerufenen neuen erhaltenen Muskelcontractionen. Zwischen Zuckung 855 und 856 liegt nur die Zeit weniger Secunden.

c. Die ausgelaufene 882. und 883. (Veratrin-)Zuckung.

Fig. 6. Schema des ganzen Versuchs, von dem Fig. 5 nur einen genau copirten Theil lieferte. Jede Ordinate ist das Mittel von 15 aufeinander folgenden Zuckungen.

(Aus dem physiol.-chem. Institute zu Strassburg.)

Ueber die Einwirkung der Arterienunterbindung und der Nervendurchschneidung auf den Glycogengehalt der Muskeln.

Von

Dr. Th. Chandelon aus Lüttich.

Um eine nähere Einsicht in die Bedingungen der Bildung und des Verbrauchs des Muskelglykogens zu gewinnen, wurden in der folgenden Reihe von Versuchen über den Einfluss von Nervendurchschneidung und von Arterienunterbindung auf den Glycogengehalt der Skelettmuskeln vergleichende Untersuchungen angestellt. Es wurde an einer der hinteren Extremitäten von ausgewachsenen

Fig. 5.