(Aus dem physiologischen Institute der Universität Innsbruck.)

Ueber den Einfluss von Veratrin und Glycerin auf die Zuckungs- curve functionell verschiedener Muskeln.

Von

Dr. **Adalbert Gregor.**

(Mit 1 Textfigur und Tafel III und IV.)

I. Veratrin.

Die in den classischen Arbeiten von Ranvier, Ritter, Rollett, Grützner, Cash begründete Erkenntniss histologischer und physiologischer Differenzen in der quergestreiften Muskulatur führt unmittelbar zu der Frage, ob auch hinsichtlich der Reaction verschiedener Muskeln auf specifische Gifte Unterschiede bestehen. In dieser Hinsicht war in der unter Leitung Luchsinger's ausgeführten Arbeit Neumann's ein bemerkenswerther Anfang gegeben. Allerdings begnügt sich die Autorin bloss mit der Feststellung der differenten Erregbarkeit von Flexoren und Extensoren nach der Einwirkung verschiedener Gifte. Veratrin wird wohl als ein auf die Muskeln ganz vorzugsweise einwirkendes Gift hervorgehoben, ein Versuch damit aber nicht angeführt. Und gerade bei dieser Substanz sah man sich genöthigt, zur Erklärung der eigenthümlichen Anomalien im absteigenden Theile der Zuckungscurve auf Differenzen der Muskulatur im Gehalte rother und weisser Fasern zu recurriren, — eine Ansicht, die bekanntlich von Biedermann zuerst geltend gemacht, insbesondere von Overend vertreten, aber von Carvallo und Weiss nach Versuchen an Kaninchenmuskeln verschiedener Zusammensetzung bestritten wurde. Demgegenüber brachte Bottazzi wesentlich auf Grund seiner Studien an glatten Muskeln und dem Herzmuskel von Emys, sowie auf Grund des Vergleiches von Veratrincontracturen des Frosch- und Krötenmuskels das Auftreten der Veratrincontractur mit dem Gehalte

des Muskels an Sarkoplasma in Zusammenhang, welche Theorie auch in der jüngsten Bearbeitung dieses Gebietes durch Santesson eine Stütze fand. Trotzdem liegt bisher eine bloss sehr beschränkte Zahl vergleichender Veratrinversuche vor. Ausser den erwähnten Untersuchungen von Bottazzi ist hier ein Versuch von Carvallo und Weiss am Radialis externus und internus des Kaninchens zu erwähnen, welcher Versuch aber bei den angewandten Giftdosen keine Differenzen in der Reaction der beiden Muskeln ergab. Einen Vergleich der Veratrinwirkung auf den M. soleus und M. gastrocnemius medialis des Kaninchens stellte Overend an, ohne dabei aber auf Differenzen, wie sie von mir beobachtet wurden, zu stossen.

Im Uebrigen blieb aber doch, nach wie vor, der Gastrocnemius das ausschliessliche Untersuchungsobject, auf dem unsere Kenntnisse der Veratrinwirkung auf die quergestreifte Muskulatur wesentlich beruhen.

Die Lösung der oben erwähnten Frage schien zunächst zu fordern, dass ein Muskel nach dem anderen auf seine Veratrinreactionen geprüft, dann jene Muskeln, die eine differente Giftwirkung ergeben hätten, auf sonstige physiologische Unterschiede untersucht würden. Dieser Weg erwies sich aber bald als ziemlich ungeeignet, denn abgesehen von der Langwierigkeit der Untersuchung hätte dies Verfahren oft den Vergleich von Muskeln recht ungleicher Masse erfordert und vor die schwierige Aufgabe geführt, die relative Menge einzelner in Frage kommender Muskelbestandtheile festzustellen. Es erwies sich darum als geeigneter, den entgegengesetzten Weg zu gehen und den Ausgangspunkt von Muskeln mit differentem Zuckungsverlaufe und annähernd gleicher Masse und Hubhöhe gleicher Gewichte zu wählen. In dieser Hinsicht schien schon von Cash vorgearbeitet, der für eine Reihe von Skelettmuskeln recht beträchtliche Differenzen in Zuckungsdauer und -Verlauf ermittelte. Leider erwiesen sich diese Muskeln aus Gründen der Methodik für meine Versuche als ungeeignet. Nach einigen Vorversuchen gelang es aber, an den Mm. dorsalis scapulae und triceps brachii ein passendes Material zu finden. Diese Muskeln zeigen in der Mehrzahl der Fälle eine Differenz ihres Zuckungsverlaufes in dem Sinne, dass die Zuckungscurve des Dorsalis scapulae im Vergleiche zu der des M. triceps brachii einen mehr oder weniger ausgesprochenen Charakters darbietet. Die Differenz der Zuckungsdauer bei 10 in auf einander folgenden Versuchen verwendeten

Muskelpaaren betrug im Mittel 0,014 Secunde, im Maximum 0,03, im Minimum 0,007. Freilich tritt, wie mich einige eigens zu diesem Zwecke angestellte Versuche mit einem Wechsel in der Belastung lehrten, jene Differenz im Zuckungsverlaufe bei bestimmter Belastung deutlicher zu Tage. So betrug in einem derartigen Versuche die Differenz der Zuckungsdauer bei einer Belastung von $2 \text{ g } \frac{1}{100}$, bei einer Belastung von $8 \text{ g } \frac{1}{50}$ Secunde, welche Differenz zum Theile im aufsteigenden Theile der Curve ausgesprochen war. Die Topographie der beiden Muskeln ermöglicht eine rasche Präparation, so dass sie stets in fast gleich frischem Zustande auf das Reizbrett gebracht werden können. Masse und Zuckungshöhe derselben entsprechen der oben aufgestellten Forderung, und endlich lassen sie auch die durch die topographische Lage bedingten gleichartigen Verhältnisse der Blut- und Lymphcirculation für vergleichende Injectionsversuche geeignet erscheinen.

Im Uebrigen ist zur Methodik noch Folgendes zu bemerken. Durch einen Scherenschlag unmittelbar über den beiden Schulterblättern wurde das Rückenmark des Frosches durchtrennt, durch einen zweiten in der Medianen die Rückenhaut durchschnitten und über die Scapula zurückgeschlagen, worauf zur Durchtrennung der jene beiden Muskeln versorgenden Wurzeln je ein Schnitt seitlich von der Wirbelsäure geführt wurde.

Nun ward der *M. dorsalis scapulae* an seinem Ansatz am Humerus abgetrennt, bis an das Collum scapulae von seiner Unterlage abpräparirt und das Schulterblatt am Halse reseziert, sodann mit seiner Muskulatur exstirpirt. Die Präparation des *Triceps brachii* geschah in der Weise, dass zunächst seine Sehne durchschnitten und die Muskulatur ein wenig vom Knochen abpräparirt wurde. Nach Durchtrennung der Clavicula wurde die obere Extremität mit dem Humeroclaviculargelenke exstirpirt, endlich der Unterarm im Cubitalgelenk exarticulirt.

Durch die Endsehnen der beiden Muskeln wurden Häkchen gelegt, die, mit feinen Drähten verbunden, die eine Elektrode vorstellten. Das andere Ende jedes Häkchens trug eine Oese, in welche ein zweites eingehängt werden konnte, das durch einen Faden mit dem Marey'schen Schreibhebel in Verbindung stand. Die Belastung wirkte in der Verlängerung dieses Fadens. Die zweite Elektrode, in Form einer Nadel, wurde durch das entgegengesetzte Muskelende geführt. Durch die von Durig modificirte Pohl'sche Wippe wurden

die Muskeln abwechselnd in den Strom eingeschaltet. Die Registrierung der durch den Oeffnungsschlag eines Inductoriums automatisch ausgelösten Zuckung geschah auf dem Vintschgau-Durig'schen Federmyographion. Der primäre Strom wurde von einem Bunsen'schen Tauchelemente geliefert.

Die Veränderungen der Muskellänge wurden durch den Schreibhebel in 6,4facher Vergrößerung registriert. Als Stammlösung diente für die Veratrinversuche eine 1%ige Lösung eines von Merck bezogenen Veratrinum aceticum, aus welchem die verschiedenen verdünnten Lösungen bereitet wurden. Die Vergiftung geschah in nach Umständen verschiedener Weise: durch Einspritzung in den dorsalen Lymphsack, durch Injection direct in den Muskel oder durch Aufträufeln des Giftes, wie Bottazzi empfohlen hat, endlich durch Aufstreichen mit einem dünnen Pinsel, welches letzteres Verfahren vor dem Aufträufeln, dessen Vorzüge Bottazzi betont, das voraus hat, dass auf diese Weise erstens eine noch feinere quantitative Abstufung der verwendeten Giftmenge ermöglicht wird, zweitens die Application des Giftes an umschriebener Stelle geschehen kann.

Zum Vergleiche zwischen dem Verfahren, die Giftlösung auf die Oberfläche des Muskels zu bringen oder in denselben zu injiciren, ist zu bemerken, dass, wie wohl vorauszusetzen ist, die gleiche Menge Giftes, in den Muskel injicirt, eine intensivere Wirkung erzeugt als aufgestrichen oder aufgeträufelt, indem wohl die natürliche Hülle des Muskels dem Eindringen des Giftes ein Hinderniss bereitet.

In Folgendem soll zunächst eine Uebersicht über die mit Veratrin angestellten Versuche gegeben werden.

I. Versuch.

Auf die Oberfläche der Mm. dorsalis scapulae und triceps brachii wurde nach Registrierung einer normalen Zuckung ein Tropfen einer Veratrinlösung von 1:10 000 physiologischer Kochsalzlösung (= 0,0025 mg) mittelst einer Pravaz'schen Spritze aufgeträufelt.

Sofort nach der Application der Giftlösung wurde mit der Registrierung der Zuckungscurven fortgefahren und jede halbe Minute je ein Muskel gereizt. Die Resultate des Versuches sind in nachstehender Tabelle I verzeichnet.

Die geringe Herabsetzung der Zuckungshöhe dürfte auf Ermüdung der Muskeln, welche bereits vor der Anstellung des Versuches einige Zuckungen machten, zurückzuführen sein.

Tabelle I.

Muskel	Abstand der Rollen	Belastung g	Höhe der Normalzuck.	Appli- cation von Veratrin g	Höhe der Zuckungen nach der Vergiftung in Millimetern					
Triceps. . . .	160	3	12 $\frac{1}{2}$	0,0000025	11 $\frac{1}{2}$	11	11	11	10	10
Dors. scapulae	160	3	21	0,0000025	21	20 $\frac{1}{2}$	20	19 $\frac{1}{2}$	19	19

II. Versuch.

Bei gleicher Versuchsanordnung wurde jedem der beiden Muskeln 0,000005 g Veratrin injicirt. Die nächsten beiden Reizungen, welche sofort nach der Injection und eine Minute später erfolgten, gaben eine intensive Contractur beider Muskeln. Nach fünf Minuten ward abermals gereizt. Der Triceps schrieb bei allen folgenden Zuckungen gleich hohe Contracturen, während der Dorsalis scapulae auf den nächsten Reiz noch eine Contractur von halber Zuckungshöhe ergab und sodann Zuckungen schrieb, die sich nur durch verminderte Höhe von der Normalzuckung unterschieden.

III. Versuch.

Nach Registrirung der Normalzuckungen wurde einem jeden der beiden Muskeln 0,000003 g Veratrin injicirt. Das Versuchsergebnis ist in Tabelle II wiedergegeben. Man sieht bei beiden Muskeln der Injection unmittelbar eine starke Contractur folgen, die bei dem M. triceps mit einer bedeutenden Vergrößerung der Zuckungshöhe einhergeht, während die Zuckungen des M. dorsalis scapulae niedriger als die Normalzuckung ausfallen. Die Contractur

Tabelle II.

(Das Auftreten einer Contractur ist durch den Index c bemerkt.)

Muskel	Abstand der Rollen	Belastung g	Höhe der Normalzuck.	Injic. Vera- trinmenge g	Höhe der Zuckungen nach der Vergiftung in Millimetern					
Triceps . . .	160	2	19	0,000003	28 c	25 c	26 c	23 c	22	24 c —
Dors. scapulae	160	2	24	0,000003	20	20 c	22 c	16 c	15	13 13

des Triceps ist in der ersten und zweiten Zuckung nach der Injection niedriger als die primäre Zuckung und überschreitet erst nach der dritten Reizung die Höhe jener, ohne bei den folgenden an Intensität zu verlieren. Demgegenüber erreicht die secundäre Contractur des M. dorsalis scapulae gleich bei der ersten der Giftinjection folgenden Zuckung das Maximum ihrer Intensität, zeigt bei der dritten nur mehr die halbe Höhe der primären Zuckung und verschwindet schon bei der vierten, ohne bei den noch folgenden wieder aufzutreten.

IV. Versuch.

Injection von 0,000004 g Veratrin. Es folgte, wie aus der Tabelle III zu entnehmen ist, bei beiden Muskeln eine beträchtliche Erhöhung des Curvengipfels und sofort intensive Contractur. Nachdem die ersten fünf Curven verzeichnet waren, wurden je drei Reizungen ausgeführt, ohne dass die Feder die Trommel des Myographions berührte. Das nächste wieder verzeichnete Curvenpaar zeigt bei unverminderter Contractur eine geringe Abnahme der Zuckungshöhe des Triceps, eine bedeutende jener des Dorsalis scapulae. Der gleiche Vorgang wurde wiederholt, worauf die nächste wieder verzeichnete Zuckung des Dorsalis scapulae eine Contractur von nur mehr halber Zuckungshöhe ergab, während die Contractur des Triceps unverändert blieb. Nach einer Pause von fünf Minuten zeigten beide Muskeln eine bedeutende Verstärkung der Contractur. Aber schon die folgende Zuckung ergab eine bedeutende Abnahme der Contractur des Dorsalis scapulae, die nächste einen vollständigen Mangel derselben.

Tabelle III.

(Das Auftreten einer Contractur ist durch den Index c bemerkt.)

Muskel	Abstand der Rollen	Belastung g	Injectirte Giftmenge g	Höhe der Normalzuck.	Höhe der Zuckungen nach der Vergiftung in Millimetern									
					1	2	3	4	8	9	10	14	15	
Triceps . . .	160	3	0,000004	15	20	30 c	26 c	27 c	25 c	18 c	17 c	16 c	14 c	
Dors. scapulae	160	3	0,000004	20	23 c	30 c	c ¹⁾	c ¹⁾	16	15	c ¹⁾	11	10	

1) Hier geht die primäre Zuckung unmittelbar in die Contractur über.

V. Versuch.

Bei diesem Versuche wurde eine Veratrinlösung, von der je ein Tropfen 0,0000025 g Veratrin enthielt, auf die beiden Muskeln aufgeträufelt. Der erste Tropfen dieser Lösung, auf den *M. dorsalis scapulae* gebracht, erzeugte keine Reaction, ebensowenig der zweite. Jetzt wurde die Giftlösung auf den *M. triceps* geträufelt; beim dritten Tropfen stellte sich eine intensive Contractur dieses Muskels ein, während die Länge des *M. dorsalis scapulae* bei gleicher Tropfenzahl unverändert blieb. Nun wurde in der Registrirung der Curven fortgefahren. An der so erhaltenen Curvenschaar (Taf. III Fig. 1) ist Folgendes zu bemerken: Die beiden Curven (Taf. III Fig. 1 erstes Curvenpaar von unten) der nicht vergifteten Muskeln, die bei einer Belastung von 3 g und einem Rollenabstande von 195 mm erhalten wurden, zeigen deutlich die oben erwähnten Differenzen, die niedrigere des *Triceps brachii* einen steilen Anstieg zum Curven-gipfel, welchen dieser Muskel um ca. 0,0192 Secunde früher erreicht als der träger zuckende *Dorsalis scapulae*.

Die unmittelbar nach der Vergiftung gezeichnete Curve des *Triceps* zeigt eine typische Veratrincontractur und eine etwas verminderte Zuckungshöhe: 14 gegen 16 mm im Myogramm. Die Curve des *Dorsalis scapulae* lässt keinerlei Differenz gegenüber der Normalcurve erkennen, es wäre denn, dass man der minimalen Erhöhung ihres Gipfels (19 : 18,5) noch eine Bedeutung beimessen wollte. Die dritte Curve des *Triceps* (2 Minuten nach der Giftapplication) lässt eine etwas geringere Contractur, die des *Dorsalis scapulae* eine Verminderung der bisher recht ausgesprochenen elastischen Nachschwingungen und eine geringe Erniedrigung der Curvenhöhe, auf 18 mm, erkennen. Das nächste Curvenpaar, das abermals nach einer Pause von zwei Minuten geschrieben wurde, zeigt nun auch beim *Dorsalis scapulae* die Andeutung einer Contractur. Eine solche ist in der fünften Curve des gleichen Muskels, die nach fünf Minuten gezeichnet wurde, deutlich ausgesprochen. Dagegen zeigt schon die folgende Curve des gleichen Muskels einen ganz normalen Zuckungsverlauf, welchen auch die letzte der Tafel (drei Minuten später gezeichnet) darbietet. Demgegenüber bleibt die Contractur des *Triceps* in sämtlichen Zuckungen erhalten. Was die Zuckungshöhe anlangt, so erfährt die des *Triceps* noch eine Erniedrigung um 1 mm, während jene des *Dorsalis scapulae* constant 18 mm bleibt.

VI. Versuch.

Unter gleichen Versuchsbedingungen wurde den beiden Muskeln 0,2 mg Veratrin injiziert (Taf. III Fig. 2). Die Vergleichscurve zeigt nur die Andeutung eines flinkeren Verlaufes der Tricepszuckung. Der Curvengipfel beträgt 14 mm für den Dorsalis scapulae, 13 mm für den Triceps. Das unmittelbar nach der Veratrineinspritzung gezeichnete Curvenpaar zeigt eine deutliche Contractur des Triceps, eine um die Hälfte niedrigere des Dorsalis scapulae, sowie eine ausgesprochene Verminderung der Zuckungshöhe, die jetzt für den Dorsalis scapulae 10, für den Triceps 9 mm beträgt. Schon die folgende Zuckung ergibt für den Dorsalis scapulae einen normalen Zuckungsverlauf, während die Contractur des Triceps in allen folgenden Curven erhalten bleibt. Eine Differenz zeigt auch die Verminderung der Curvenhöhe. Erwies sich in der Normalcurve und in den ersten vier der Vergiftung folgenden die Zuckung des Dorsalis scapulae höher als die des Triceps, so sinkt sie bei der fünften Zuckung unter die jenes Muskels und erhebt sich nicht mehr über die Abscisse zu einer Zeit, in der die Höhe der Tricepscurve noch 7 mm beträgt.

VII. Versuch.

Injection von 0,2 mg Veratrin in den Dorsalis scapulae. Die Höhe der Normalzuckung beträgt 12 mm. Unmittelbar nach der Giftinjection sinkt die Zuckungshöhe auf 8 mm und in den folgenden sechs Reizungen, die in zeitlichen Abständen von einer Minute erfolgten, auf 5 mm. Die erste nach der Vergiftung gezeichnete Curve zeigt eine Contractur von 2 mm Höhe, alle folgenden einen durchaus normalen Verlauf.

VIII. Versuch.

Nachdem die Normalzuckung für den Dorsalis scapulae mit 22 mm, für den Triceps mit 19 verzeichnet war (145 mm R.-A., 3 g Belastung), wurde 0,00005 g Veratrin injiziert. Unmittelbar nach dieser Vergiftung sank die Zuckungshöhe des Dorsalis scapulae auf 2 mm, stieg aber nach einer Pause von drei Minuten auf 4 mm. Die Zuckungshöhe des Triceps betrug gleich nach der Injection 13 mm und stieg bei der dritten Reizung auf 15. Alle drei Curven zeigen eine Contractur des Triceps von der Höhe der primären Zuckung an. Nun wurde in diesen Muskel nochmals die gleiche

Giftmenge injicirt. Die nächsten Zuckungen waren 9, 8 und 4 mm hoch; bloss die erste derselben zeigte noch eine geringe Contractur von halber Zuckungshöhe.

IX. Versuch.

Bei diesem wurde beiden Muskeln die Hälfte der früher verwendeten Giftmenge, 0,000025 g, injicirt. Die Normalzuckung des Dorsalis scapulae betrug bei 158 mm R.-A. und 3 g Belastung 25 mm, nach der Injection 4 mm und stieg bei Erniedrigung des Rollenabstandes auf 140 und 120 mm bis 6 und 7 mm. Eine Contractur fand dabei nicht statt. Die Normalzuckung des Triceps blieb gleich nach der Injection unverändert und stieg bei der dritten Zuckung auf 18 mm. Gleichzeitig erfolgte eine Contractur von $\frac{3}{4}$ der primären Zuckungshöhe.

Die Zwischenglieder dieser orientirenden Versuche mit quantitativ genau bestimmten Giftdosen wurden durch mehr oder minder intensives Bepinseln mit 0,5—1 %igen Veratrinlösungen ermittelt, wobei die Veränderung der Zuckungshöhe den Maassstab für die Intensität der Vergiftung abgab. Dieses Verfahren erschien um so mehr angezeigt, als streng quantitative Reactionen bei der schon in den obigen Versuchen ausgesprochenen verschiedenartigen Empfindlichkeit der einzelnen Exemplare ohnehin nicht zu erzielen waren. Alle Versuche dieser Art ergaben im Wesentlichen dasselbe: eine minimale Dehnung des M. dorsalis scapulae in der nach der Veratrinbepinselung unmittelbar gezeichneten Curve, welche Dehnung spätestens bei der dritten Zuckung (6 Minuten nach der Veratrinapplication) verschwindet. Hingegen zeigt der Triceps eine Contractur so lange, als überhaupt Zuckungen auslösbar sind.

Ferner ergaben auch diese Versuche ein rascheres Absinken der Zuckungshöhe beim Dorsalis scapulae als beim Triceps. Letzteres Verhalten, das bisher noch nicht genügend hervortrat, möge noch durch einige Versuche belegt werden.

X. Versuch.

Die Höhe der normalen Tricepscurve beträgt vor der Vergiftung bei 80 mm Rollenabstand 12 mm, nach der Injection von 0,12 mg Veratrin 9 mm. Die entsprechenden Curvengipfel des Dorsalis scapulae betragen 7 und 3 mm.

XI. Versuch.

Bei diesem wurde der *M. dorsalis scapulae* bei wechselndem Rollenabstande in kurzen Pausen ($\frac{1}{2}$ Minute) gereizt, hierauf mittelst einer Pravaz'schen Spritze 0,06 mg Veratrin in denselben injicirt und bei gleicher Belastung und entsprechenden Rollenabständen von Neuem in rascher Folge gereizt. Das Ergebniss dieses Versuches ist in Tabelle IV verzeichnet.

Tabelle IV.

(Die der Injection unmittelbar folgende Zuckung ist durch I markirt.)

Rollenabstand in Millimetern	Zuckungshöhen in Millimetern	Curvenform
260	9	Ueberdehnung
200	12	"
150	18	"
100	20	Normale Curve
80	21	"
260	$\frac{1}{2}$ I	—
200	$6\frac{1}{2}$	Ueberdehnung
150	11	"
100	14	"
80	14	"

Zur Veranschaulichung der Abnahme der Zuckungshöhen wurde die nachstehende Curve entworfen. Derselben ist ein Versuch (XII) mit gleichmässiger Veratrinvergiftung (je ein Tropfen einer $\frac{1}{2}$ o/oigen Lösung mit dem Pinsel aufgetragen) des *M. dorsalis scapulae* (ausgezogene Linie) und Triceps (unterbrochene Linie) zu Grunde gelegt. Auf der Abscisse wurden die einzelnen Reizungen durch Zahlen markirt. Die Distanzen geben die zwischen zwei Zuckungen verflossene Zeit in

der Weise wieder, dass die Ordinatenabstände 2 Minuten bedeuten. Der Zeitpunkt der Veratrinbepinselung fällt an die Stelle 2. Die Ordinaten über den den Reizungen entsprechenden Ordnungszahlen geben die Höhen der einzelnen Zuckungen in Millimetern an.

Den eben genannten Versuchen sind jene anzuschliessen, bei welchen die Vergiftung durch Injection des Veratrins in den lebenden Frosch geschah.

XIII. Versuch.

Einem Frosche wurde 0,01 g Veratrin mittelst einer Pravazschen Spritze in den dorsalen Lymphsack injicirt. Schon nach 1 Minute stellten sich die typischen Symptome der Veratrinvergiftung ein. Erst nach weiteren 5 Minuten wurden die beiden Muskel ausgeschnitten und auf das Reizbrett gebracht. Die Reizung erfolgte bei 18 mm R.-A. und $\frac{3}{4}$ g Belastung. Der M. dorsalis scapulae erwies sich als unerregbar; der Versuch entspricht also für diesen Muskel jenem Kobert's mit grossen Veratrin Dosen.

Was den Triceps anlangt, so verläuft seine erste Curve ziemlich flach, und dieser Charakter kommt in den folgenden immer mehr zum Ausdruck. Zugleich nahm die Zuckungshöhe rasch ab. Von der vierten Curve an macht sich eine geringe Nachdehnung geltend; die achte Zuckung ergibt eine beträchtliche Contractur, die in der neunten wieder verschwindet. Das Versuchsergebniss lässt sich also dahin zusammenfassen: Nach intensiver Veratrinvergiftung erweist sich der M. dorsalis scapulae als unerregbar, während der Triceps Contracturen ergibt.

XIV. Versuch.

Bei diesem wurde einem Frosche auf gleiche Weise 0,005 g Veratrin injicirt, das Thier, sobald sich die ersten Spuren der Vergiftung zeigten, getödtet und die Muskeln in gewöhnlicher Weise präparirt. Das erste Curvenpaar entspricht einem normalen Zuckungsverlaufe. Das zweite ergibt eine Dehnung des M. dorsalis scapulae. Das dritte ist wieder normal, ebenso das vierte. Die fünfte Zuckung zeigt eine Contractur des Triceps, die bei der nächsten, 6 Minuten später ausgeführten Reizung eine bedeutende Intensität erreicht. Dieselbe macht sich auch in den folgenden Zuckungen des Triceps geltend. 27 Minuten nach der ersten Zuckung erweist sich der M. dorsalis scapulae als unerregbar, während der Triceps noch nach weiteren 5 Minuten eine Zuckung schreibt, deren Höhe der halben Höhe der Anfangszuckung gleichkommt.

XV. Versuch.

Bei diesem wurde 0,0025 g Veratrin in den dorsalen Lymphsack des Frosches injicirt. Die Versuchsanordnung war die gleiche wie

bei Versuch XIV. Bei der ersten Zuckung schrieb der Triceps eine typische Veratrincontractur (Taf. IV Fig. 1) mit ausgesprochener Nasenbildung. Die nächste Curve des Triceps zeigt die bekannte Gestalt des rechtwinkligen Dreieckes, die folgenden andere Varianten der Veratrincontractur. Demgegenüber ist die erste Zuckungcurve des *M. dorsalis scapulae* vollkommen normal und von annähernd gleicher Höhe wie die des Triceps. Die folgenden nehmen an Höhe ab, und zwar rascher als die Tricepscurven.

XVI. Versuch.

Es werden die gleichen Muskeln der anderen Seite desselben Frosches herauspräpariert und gereizt. Die erste Curve des Triceps, die der Muskel 1 Stunde nach der oben beschriebenen Veratrin-injection schrieb, zeigt eine excessive Contractur, deren Höhe zur primären Zuckung (10 mm) sich wie 7 : 5 verhält. Die folgenden Zuckungen ergaben wieder verminderte Contracturen. Die Curven des *M. dorsalis scapulae* unterscheiden sich nicht von den beim früheren Versuche erhaltenen.

Noch eine Versuchsanordnung sei erwähnt, da sie gewissermaßen einem Controlversuche für die auf obige Weise angestellten diene.

XVII. Versuch.

Der Frosch wurde auf dem Reizbrette fixiert, dann der Nervus radialis durchschnitten, was ziemlich leicht gelingt, da der von einem starken Gefäße begleitete Nerv ohne jedwede weitere Verletzung unmittelbar neben dem distalen Ansatz des *M. dorsalis scapulae*, an seinem Eintritt in den Triceps, zu erreichen ist. Nun wurde in gewöhnlicher Weise der *M. triceps* freigelegt und das Häkchen durch die Endsehne geführt. Nach Registrirung der Normalzuckung wurde dem Frosche 1 mg Veratrin injicirt und mit den Reizungen fortgefahren. Die Zuckungen vor der Veratrininjection zeigen eine leichte Nachdehnung (4 mm). Nach der Injection steigt die Höhe der primären Zuckung um 1,5 mm (9,5 : 8), und es erfolgt eine Contractur von 8 mm.

Die nächste Curve zeigt eine Verminderung der primären Zuckungshöhe um 0,5 mm, der Contractur um 3 mm, die folgende Curve eine primäre Zuckung von 4, eine Contractur von 7 mm Höhe. Es folgt nun eine Erhöhung der Zuckung, dann Verminderung derselben unter Erhöhung der Contractur.

Die streng locale Giftwirkung, welche durch das Aufpinseln erzielbar war, und die sich bei den Versuchen am Triceps z. B. in der Weise offenbarte, dass mitunter das Auftragen des Giftes auf die *Facies superficialis* in der Mittellinie des Muskels keinen Effect erzielte, eine seitliche Bepinselung aber sofort energische Contracturen auslöste, legte es nahe, die eingangs aufgeworfene Frage unmittelbar an einem Muskel anzugehen. Bekanntlich hat zuerst Grützner beim Sartorius des Frosches Differenzen zwischen den an der *Facies superficialis* und *profunda* gelegenen Fasern festgestellt. So schien also dieser Muskel geeignet, ähnliche Experimente, wie sie Carvallo und Weiss an verschiedenen Muskeln des Kaninchens anstellten, am Frosch auszuführen. Die Versuche wurden in der Weise angestellt, dass das Hinterende des in seiner Mitte halbirten Frosches auf das Reizbrett gebracht und der freipräparirte Sartorius in analoger Weise wie die Muskeln der früheren Versuche gereizt wurde. Die 1%ige Giftlösung ward mit einem feinen Pinsel auf eine der beiden breiten Oberflächen in dünnster Schicht aufgetragen. Die Belastung betrug 20—25 g und wurde im Verlaufe der Reizungen bisweilen erniedrigt. Der Abstand der Rollen war 160 mm.

XVIII. Versuch.

Die Zuckungshöhe des intacten Muskels beträgt 18,5 mm. Nach Verzeichnung der Normalzuckung wurde die Giftlösung in der beschriebenen Weise auf die *Facies superficialis* gebracht. Es erfolgte keine primäre Contractur, und der Muskel schrieb eine der ersten Zuckung parallele von gleicher Höhe. Auch die folgenden Zuckungen liessen, was die Curvenform anlangt, keine Veränderung gegenüber der Norm erkennen; dagegen machte sich bald eine Verminderung der Zuckungshöhe geltend, indem die vierte Curve (6 Minuten nach der Vergiftung) bloss eine Höhe von 15 mm zeigte, die fünfte Zuckung, die der Muskel nach einer Pause von 7 Minuten ausführte, 8 mm hoch war. Die Reduction der Belastung auf die Hälfte (10 g) bewirkte bei unveränderter Curvenform eine Steigerung der Zuckungshöhe auf 14 mm, von wo an wieder ein continuirliches Absinken erfolgte, so dass die Höhe der letzten (14.) Zuckung 30 Minuten nach der Bepinselung 1,5 mm betrug. Ein vollkommen gleich angestellter Versuch (XIX.) ergab unmittelbar nach der Veratrinapplication eine den Controlcurven am intacten Muskel congruente. Doch schon der absteigende Schenkel der dritten Curve verlief weniger steil und

erreichte nicht mehr die Abscisse; die elastischen Nachschwingungen waren deutlich vermindert. Die folgenden Zuckungen zeigten eine Contractur von ungefähr einem Fünftel der Zuckungshöhe, im Uebrigen in gleicher Weise wie beim ersten Versuche eine allmähliche Verminderung derselben.

Bei den nun folgenden Versuchen wurde dieselbe Veratrinnlösung in gleicher Weise auf die *Facies profunda* gepinselt.

XX. Versuch.

Anordnung wie bei Versuch XIX; die Höhe der Normalzuckung betrug 20 mm. Nach der Vergiftung erfolgte eine intensive primäre Contractur. Die unmittelbar nach der Wiederverlängerung des Muskels gezeichnete Curve zeigte bei einer Erniedrigung des Curvengipfels auf 18 mm eine typische Contractur von 11 mm Höhe, die für die folgenden beiden Zuckungen (zwei und vier Minuten nach der Vergiftung) unverändert blieb. Die nächste Zuckung (nach sieben Minuten) zeigte nur mehr einen Curvengipfel von 7 mm und eine Contractur von 2 mm Höhe. Eine analoge Entlastung wie beim früheren Versuche steigerte die Zuckungshöhe auf 10 mm, ohne Erhöhung der Contractur. Ein gleiches Resultat ergab ein weiterer, in derselben Weise angestellter Versuch (XXI).

XXII. Versuch.

Anordnung wie bei Versuch XX. Die Höhe der Normalzuckung beträgt 27 mm. Die unmittelbar nach der Veratrinvergiftung verzeichnete Curve ergibt eine typische Veratrincontractur und eine Steigerung der Zuckungshöhe auf 30 mm. Die nächste Zuckung verlief völlig normal; die folgende ergab eine Contractur von gleicher Form wie die erste, die nächste Zuckung eine noch gesteigerte Zuckungshöhe und Contractur, alle weiteren normalen Verlauf und eine immer stärkere Abnahme der Zuckungshöhe.

Stimmen die letzten drei Versuche jedenfalls so weit überein, dass die Veratrinapplication stets eine Contractur zur Folge hatte, so ergaben hingegen zwei weitere, völlig gleich angestellte Versuche (XXIII und XXIV) ein Resultat, welches sich in nichts von dem unterschied, das bei den eingangs beschriebenen Versuchen mit der Veratrinbepinselung auf die *Facies superficialis* des Sartorius erhalten wurde.

Da es in der vorliegenden Untersuchung noch nicht auf eine umfassende Lösung der eingangs aufgeworfenen Frage ankam,

welche als Vorarbeit eine entsprechende Prüfung der gesamten Frostmuskulatur fordert, so gehe ich hier auf weitere, bei anderen Muskeln gemachte Experimente nicht ein, sondern begnüge mich bloss mit der Darstellung jener, welche von mir an Krötenmuskeln ausgeführt wurden.

XXV. Versuch.

Bei ganz analoger Versuchsanordnung wie bei den entsprechenden Versuchen an Frostmuskeln wurde eine 1 %ige Veratrinlösung durch leiseste Bepinselung auf den Dorsalis scapulae und Triceps aufgetragen.

Die Controlcurven beider Muskeln liessen auch hier einen ausgesprochen trägen Zuckungsverlauf des M. dorsalis scapulae im Verhältniss zur Tricepszuckung erkennen (Taf. III Fig. 3). Nach drei Zuckungen jedes Muskels wurde die Giftlösung aufgetragen. Die folgenden Curven zeigen für beide Muskeln eine starke Abnahme des Curvengipfels: 10 mm (gegen 16 mm) für den Triceps, 12 mm (gegen 13,5 mm) für den Dorsalis scapulae. Die Curve des Dorsalis scapulae ist nahezu unverändert; hingegen zeigt die des Triceps eine Contractur von 13 mm Höhe. Das nächste Curvenpaar zeigt dasselbe Bild, das dritte (Taf. III Fig. 4, unteres Curvenpaar) eine Erhöhung der Tricepszuckung auf 15 mm und eine Steigerung seiner Contractur auf 18 mm. Die Curve des M. dorsalis scapulae ist unbedeutend erhöht.

Die beschriebenen Curven wurden in Zeiträumen von je einer Minute nach der Veratrinvergiftung gezeichnet. Die nächste Zuckung (Taf. III Fig. 4, oberes Curvenpaar) erfolgte nach einer Pause von 6 Minuten. Die Curve des M. dorsalis scapulae zeigt ausser einer Vermehrung der Contractur keinerlei Veränderung. Dagegen ist die Zuckungshöhe des Triceps auf 17 mm gestiegen. Ebenso zeigt die Contractur eine gesteigerte Intensität, indem sie über die Höhe der primären Zuckung um 6 mm hinausgeht. Die nächste Curve des Dorsalis scapulae (nach drei Minuten) zeigt eine Erhöhung der Zuckung und der Contractur um einen Millimeter, die folgenden eine rasche Abnahme der Contractur, so dass der absteigende Schenkel bald wieder die Abscisse erreicht. Anders beim Triceps. Hier erfährt der bei der zuletzt beschriebenen Curve festgestellte Unterschied zwischen primärer Zuckung und Contractur in den folgenden Zuckungen noch eine Steigerung, indem die Höhe der Contractur sich bis auf das

Eineinhalbfache der primären Zuckung erhebt; die Contractur ist, solange der Muskel überhaupt erregbar bleibt, deutlich ausgesprochen. Eine neue, stärkere Bepinselung mit der gleichen Giftlösung, die der ersten 30 Minuten später folgte, also zu einer Zeit, wo bereits die Zuckungshöhe des Dorsalis scapulae auf Null gesunken war, brachte keine Veränderung des Zuckungsverlaufs mit sich; der Muskel blieb noch durch weitere 30 Minuten in der beschriebenen Weise erregbar. Ein weiterer Versuch am Triceps ergab das gleiche Resultat.

XXVI. Versuch.

Dieser wurde am Dorsalis scapulae ausgeführt. Die Normalzuckung zeigte eine Höhe von 8 mm und sank in der auf die Veratrinpinselung folgenden um 2 mm. Eine Veränderung im Zuckungsverlaufe war nicht nachweisbar. Nun wurde 0,0002 g Veratrin in den Muskel injicirt, worauf sich der Muskel vollständig unerregbar erwies.

XXVII. Versuch.

Dieser fand am Sartorius statt, ebenfalls mit Veratrinbepinselung des Muskels. Die ersten beiden Reizungen nach der Vergiftung ergaben eine die Höhe der primären Zuckung überschreitende Contractur und eine von 10 auf 15 mm gesteigerte Zuckungshöhe. Die Höhe der Zuckung und Contractur sank gleichmässig in den folgenden Zuckungen. Die siebente Reizung, die 8 Minuten nach der Vergiftung folgte, löste eine normale Zuckung mit verminderter Höhe aus.

Soll nun festgestellt werden, wie sich die oben ausgeführten Befunde in unsere bisherigen Kenntnisse über Veratrinwirkung auf den quergestreiften Muskel einfügen, so können allerdings bloss die allgemeinen Veratrinreactionen berücksichtigt werden, da, wie bereits erwähnt, umfassende vergleichende Untersuchungen an verschiedenen Muskeln bisher noch nicht vorliegen. Die bei unseren untersuchten Muskeln beobachteten Veratrincontracturen stehen in guter Uebereinstimmung mit jenen, die bereits von den älteren Forschern auf diesem Gebiete, Bezold und Hirt, Fick und Boehm gefunden, von Lißsauer, der zuerst an einem einwandfreien Präparate, dem inzwischen entdeckten Veratrinum crystallisatum, arbeitete, bestätigt und in den späteren Arbeiten beschrieben sind.

Auch die von mir beobachteten Veratrincontracturen lassen sich, wie es bisher geschehen, ungezwungen unter mehrere Formen zusammenfassen, die natürlich keine strengen Typen bilden, sondern in einander übergehen und günstigen Falls an einem und demselben Muskel gewonnen werden können. Dies wird verständlich, wenn mit Overend und Bottazzi an der nahen Verwandtschaft von Veratrin- und Tiegel's Contractur festgehalten und erstere, ähnlich wie Kronecker und Hall für Tiegel's Contractur erwiesen haben, als activer Zustand aufgefasst wird. Es entsteht nun jene Form der Veratrincurve, bei welcher die secundäre Contractur die Zuckungshöhe übersteigt, sei es dass sie unmittelbar oder unter Nasenbildung aus ihr hervorgeht, bei minimalen Vergiftungen am nicht ermüdeten Muskel (Triceps und Dorsalis scapulae bei Injection von 0,0000025—0,000005 g Veratrin in den Muskel, oder Triceps bei Injection von 0,0025 g in den Rückenlymphsack des Frosches). Bei stärkerer Giftwirkung oder Ermüdung des Muskels findet erst ein Absinken der Zuckungscurve, dann Contractur statt. Die Contractur geht in diesem Falle also nicht aus dem Curvengipfel, sondern aus dem absteigenden Schenkel hervor, und zwar ist derselbe um so länger, je intensivere Giftwirkung voranging. Den Uebergang einer Contracturform in die andere zeigte am deutlichsten ein Versuch am Gastrocnemius mit Aufträufeln von zwei Tropfen einer Veratrinlösung von 1:10000 physiologischer Kochsalzlösung. Die ersten vier Curven ergaben eine der primären Zuckung an Höhe gleiche secundäre Contractur, die fünfte eine bedeutende Verminderung der Zuckungshöhe, während die Contracturlinie erst von der Mitte des normal abfallenden Schenkels abging. Wie es sich hier wohl um einen der Ermüdung ähnlichen Vorgang der durch das Veratrin zur Contractur veranlassten Muskelsubstanz handelt, so muss man auch an der Ermüdung und Erholung entsprechende Vorgänge denken, wenn im Verlaufe mehrerer Zuckungen die Höhe der Contractur allmählich absinkt, um nach einer Pause wieder mächtig anzusteigen, eine Erscheinung, auf die auch Marfori ausdrücklich hinweist. Auf die Intensität der Veratrinvergiftung müssen wir es endlich zurückführen, ob eine Contractur bis zum völligen Verschwinden der Erregbarkeit des Muskels anhält oder die Zuckungen im Verlaufe der Reizungen normal werden.

Auf weniger Uebereinstimmung stösst man aber schon, wenn die einzelnen Angaben über die Beeinflussung der primären Zuckung

durch Veratrin verglichen werden. Während die meisten Autoren bei ihren verschiedenen Versuchsthieren eine Steigerung der Zuckungshöhe (Rossbach, Bottazzi) bzw. Erhöhung der Reizbarkeit und Leistungsfähigkeit (Kunkel, Carvallo und Weiss, Buchanan, Bottazzi) feststellen, findet Marfori bei seinen Versuchen eine Verminderung der Zuckungshöhe und Erregbarkeit selbst bei kleinen Veratrin-dosen.

Vielleicht ist die nach dem obigen so geringe Differenz zwischen den Giftmengen, welche Steigerung oder welche Verminderung der Zuckungshöhe hervorrufen, Grund der verschiedenen Versuchsergebnisse einzelner Autoren.

Ich möchte hier insbesondere darauf hinweisen, das auch Overend Vergrösserung der Zuckungshöhe in Folge von Veratrinwirkung festgestellt hat. Er führt nämlich ausdrücklich als Stütze der von Boehm und Fick ausgesprochenen Ansicht, dass Veratrin die chemischen Prozesse, auf denen die Contractur beruht, steigere, folgende Momente an: Vergrösserte Zuckungshöhe, vermehrte Wärmebildung bei der Contractur und die von ihm (Overend) constatirte „erhöhte absolute Kraft des Veratrinmuskels“.

Wir gelangen nun zur Zusammenfassung der bezüglich der Hauptfrage des Themas gewonnenen Versuchsergebnisse.

Da, wie unmittelbar ersichtlich ist, die Injectionsversuche in den dorsalen Lymphsack des Frosches gleiche Differenzen in der Reaction beider Muskeln, wie bei directer Application des Giftes, ergaben, so können wir das Gesamtergebnis der Veratrinversuche an den beiden Muskeln in Folgendem zusammenfassen. Was die Veränderung der Zuckungshöhe anlangt, so blieb jene des Triceps bei Vergiftung mit 0,0000075 g Veratrin unverändert, kleinere Gift-dosen bis 0,0000025 g riefen, in den Muskel injicirt, bedeutende Vergrösserung der Zuckungshöhe hervor. Stärkere Gift-dosen erzeugten eine unmittelbar nach der Vergiftung beginnende und mit ihrer Grösse zunehmende Verminderung der Zuckungshöhe. Dieselbe blieb beim Dorsalis scapulae nach Application von 0,0000025 g Veratrin unverändert, ebenso bei 0,0000075 g. Dazwischenliegende Dosen erzeugten, injicirt, keine gleichartige Veränderung der Zuckungshöhe, indem Steigerung und Erniedrigung derselben wechseln. Grössere Giftmengen riefen stets Verminderung hervor, welche aber nicht durchwegs der Grösse der Gift-dose entspricht, sondern individuellen Schwankungen unterworfen ist. Starke Vergiftungen, wie intensive

Bepinselung mit 1%iger Veratrinlösung oder Injection von 0,01 g in den dorsalen Lymphsack, erzeugen rasch Unerregbarkeit.

Eine Contractur war beim Triceps durch Aufträufeln von 0,0000025 g Veratrin noch nicht zu erzielen. Grössere Giftdosen, bis 0,0002 g bei Injection in den Muskel und 0,01 g bei Injection in den dorsalen Lymphsack des Frosches, ergaben stets Contractur, welche um so stärker ausgebildet war, eine je geringere Giftmenge verwendet wurde. Allerdings ist auch diese Grenze nicht feststehend, indem einmal 0,00012 g Veratrin die Contractur nur mehr bei stark verringertem Rollenabstande hervortreten liess, ein zweites Mal 0,00005 g, zu einer gleichen Dosis hinzugefügt, ein rasches Verschwinden der Contractur verursachte. Demgegenüber ergab der Dorsalis scapulae nur bei minimalen Giftmengen 0,000003—0,0000075 g eine ausgeprägte Contractur.

Bei beiden Muskeln konnte bei allmählicher Steigerung der Giftdosis zunächst Verschwinden der Contractur, dann erst der Zuckung überhaupt beobachtet werden. Die Gegenüberstellung der Veratrinreaction beider Muskeln lässt die Differenzen derselben klar erkennen. Die Qualität der Giftwirkung ist in beiden Fällen gleich, nicht aber sind es die Grenzen, welche die verschiedenen Arten von Veratrinreactionen trennen, indem, was Erniedrigung der Zuckungshöhe und Verminderung der Contractur betrifft, weit geringere Dosen beim Dorsalis scapulae den gleichen Effect wie beim Triceps erzielen. Wir können also Differenzen in der Beeinflussung dieser zwei functionell verschiedenen Muskeln durch Veratrin constatiren, welche, soweit es sich um die Vernichtung der Erregbarkeit handelt, sich mit den von Neumann für Flexoren und Extensoren aufgestellten decken, und sind zur Annahme qualitativer Differenzen in der Muskelsubstanz genöthigt, welche, da es sich nicht bloss um Verschiedenheit der Contractur handelt, auch für die differenzirte Muskelsubstanz vorausgesetzt werden müssen, wenn mit Bottazzi die Contractur als eine Function des Sarcoplasmas angesprochen wird.

Weitere Anhaltspunkte sind von der histologischen Untersuchung des Versuchsmateriales zu erwarten, die ich bereits begonnen habe.

Es sei hier nochmals betont, dass es bei der vorliegenden Untersuchung wesentlich auf den Vergleich der Reaction eines Muskelpaares ankam, den einzelnen ermittelten Grenzwerten für die ausgelösten Reactionen hingegen, nach den zahlreichen von Kobert angeführten Momenten, welche eine Variation in der

Leistungsfähigkeit des Froschmuskels bedingen, nur sehr beschränkte Bedeutung beizumessen ist.

Ein Vergleich der Experimente am Sartorius mit denen am Triceps und Dorsalis scapulae ergibt, dass am Sartorius Veratrinreactionen ausgelöst werden können, welche theils den am Triceps, theils den am Dorsalis scapulae beobachteten entsprechen, ein feststehender Zusammenhang aber zwischen dem Orte der Giftbepinselung und der Reactionsform in den von uns angestellten sieben Versuchen nicht gefunden werden konnte.

Ein Vergleich der entsprechenden Versuche bei Kröte und Frosch führt zu folgenden Ergebnissen: Die Differenzen in der Reaction des Dorsalis scapulae und Triceps sind in den Krötenmuskeln gleichsinnig wie bei jenen des Frosches, da der Dorsalis scapulae ein Mal eine vorübergehende, das zweite Mal keine Contractur ergab und seine Zuckungshöhe eine raschere Abnahme als die des Triceps erfuhr. Die Muskeln der Kröte geben ferner, was Veränderung der Zuckungshöhe und Intensität der Contractur anlangt, bei Bepinselung mit 1 %igen Giftlösungen Reactionen, wie sie bei den allerschwächsten Vergiftungen durch Injection von Veratrin in den Froschmuskel, nicht aber durch Bepinselung, erzielt wurden.

Es sei hier noch daran erinnert, dass auch Bottazzis Versuche ergaben, dass die Wirkung des Veratrins auf den Gastrocnemius von *Rana esculenta* „nicht anders, aber weniger deutlich“, die durch Veratrin hervorgerufene Contractur „weniger kräftig“ sei als die beim Krötenmuskel.

II. Glycerin.

Als zweites Muskelgift wurde für die vorliegende Arbeit Glycerin gewählt, dessen bekannte veratrinähnliche Wirkung seine Untersuchung in diesem Zusammenhange nahelegte. Dass auch Glycerin beim Froschmuskel Contractur erzeuge, ist seit Langendorff's Versuchen bekannt. Eine eingehende Untersuchung des Glycerineinflusses auf den Muskel wurde von Lyle (1901) in einer vorläufigen Mittheilung angekündigt, jedoch erst in allerletzter Zeit durch Santesson geliefert. Aber weder in dieser Arbeit noch in den früheren war der Versuch einer vergleichenden Bestimmung der Glycerinwirkung auf verschiedene Muskeln unternommen; und eben-

sowenig ergab sich bisher Gelegenheit, die Differenzen in der Reaction des Muskels auf quantitativ verschiedene Glycerindosen zu studiren. Letzterer Frage konnte ich bei meinen Versuchen näher-treten, da ich nach Vergiftungsgraden suchte, bei welchen die Unterschiede in der Reaction der *Mm. dorsalis scapulae* und *triceps* am schärfsten ausgeprägt wären.

Auch bei dieser Untersuchung wurden mehrere Versuchsreihen angestellt, von denen aber bloss die zunächst zu besprechenden Injectionsversuche in den ausgeschnittenen Muskel Anspruch auf eine gewisse Vollständigkeit machen, wenn sie auch nicht die ganze Strecke möglicher Giftwirkung erschöpfen dürften.

Die Versuchsanordnung war dieselbe wie bei den Veratrin-versuchen. Nach entsprechender Vorbereitung wurde jedem der beiden Muskeln die gleiche Glycerinmenge in einer Dosis von 0,05 ccm injicirt. Zur Verdünnung des chemisch reinen Präparates wurde physiologische Kochsalzlösung verwendet. Der Kürze und besseren Uebersicht wegen sollen die Versuchsergebnisse in tabellarischer Form wiedergegeben werden. Versuche gleicher Ordnungszahl fanden stets an Muskeln des gleichen Individuums und der gleichen Seite statt. Während des Versuches erwies sich oft die Veränderung des Rollenabstandes als nothwendig, was in der Columne der Zuckungshöhen vermerkt wurde. Der Index C in der gleichen Abtheilung bedeutet, dass die entsprechende Zuckung mit einer Contractur erfolgte, und zwar wurde zur Wiedergabe ihrer Intensität folgende Bezeichnung gewählt. Es zeigt der Index —C eine Contractur von geringerer als der halben Zuckungshöhe an, C eine Contractur von halber bis ganzer Zuckungshöhe, + C eine solche von ganzer bis eineinhalbfacher, ++ C von über eineinhalbfacher Zuckungshöhe an. Die im Versuche XII gewonnenen Curven sind auf Taf. IV Fig. 2 wiedergegeben. Die erste Curve (von unten gelesen) entspricht der Normalzuckung der beiden Muskeln. Das nächste Curvenpaar wurde unmittelbar nach der Injection von 0,01 g Glycerin in jeden der beiden Muskeln verzeichnet. Im übrigen vergleiche die Tabelle. Die Veränderung des Rollenabstandes ist seitlich bemerkt. Man achte auch auf die Steigerung der Zuckungshöhe in der dritten Curve des *M. dorsalis scapulae* und in der siebenten Curve des *Triceps*.

Den Versuchen mit Injection von Glycerin in den Muskel schliessen sich jene an, bei welchen dasselbe bloss auf die *Facies superficialis* gebracht wurde.

Tabelle IV. Uebersicht der Glycerinversuche am M. triceps.

Versuchs- zahl	Belastung	Rollenabst. in Millimetern	Höhe der Normalzuck.	Injection von Glycerin in Gramm	Höhe der Zuckungen und Contracturen nach der Injection ¹⁾										
I	2	160	14	0,00007	14	14	14—C	14C	170 R.-A. 120	180 R.-A. 12—C	190 R.-A. 0	160 R.-A. 14C	—	—	—
II	3	160	13	0,0001	12	12,5	13	13	16—C	17,5—C	—	—	—	—	—
III	2	150	16	0,00015	17C	16C	16,5C	—	—	—	—	—	—	—	—
IV	3	148	11,5	0,00015	12	11,5	11,5	13	13—C	—	—	—	—	—	—
V	2	160	13	0,0002	20C	24C	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VI	3	160	14	0,0005	14	14,5	15	14	—	—	—	—	—	—	—
VII	5	160	15	0,00083	14	15	14—C	14C	15 + C	14 + C	—	—	—	—	—
VIII	5	120	18	0,0016	17,5	17,5—C	18C	18C	—	—	—	—	—	—	—
X	—	120	24	0,0027	—	—	—	—	—	22—C	23—C	23C	23—C	24C	21C
XI	2	120	21	0,005	16	17	16—C	19C	21C	21,5 + C	23C	—	—	—	—
XII	3	160	17	0,01	11	10	14C	14C	14 + C	16 + + C	17 + C	16 + + C	16 + + C	13 + + C	13 + + C
XIII	—	—	16	0,05	9	9	8	5	6C	6	5C	4C	5C	3C	3C
XV	3	120	C	0,055	12	5	3	4C	5C	100 R.-A. 9C	—	—	—	—	—
XVI	—	—	18	0,05	14	11	9	6	6	5	4	5	5	4	3

¹⁾ Die Reizungen nach der Injection erfolgten in zeitlichen Abständen von einer Minute.

Tabelle V. Uebersicht der Glycerinversuche am M. dorsalis scapulae.

Versuchs- zahl	Belastung	Höhe der Rollena- bst. in Millimetern	Höhe der Normal- zuckungen	Injection von Glycerin in Gramm	Höhe der Zuckungen und Contracturen nach der Injection ¹⁾										
					18 - C	17 - C	18 C	19 + C	170 R.-A. 17 + + C 120 R.-A. 25 - C	180 R.-A. 16 + C	190 R.-A. 11 C				
I	2	160	18	0,00007	18 - C	17 - C	18 C	19 + C	170 R.-A. 17 + + C 120 R.-A. 25 - C	180 R.-A. 16 + C	190 R.-A. 11 C	—	—	—	—
II	3	160	21	0,0001	19,5	21	20	21	25 - C	24 - C	—	—	—	—	—
III	2	150	21	0,00015	23 + C	25 + C	25 + + C	24 + C	—	—	—	—	—	—	—
IV	3	148	23	0,00015	25,5	23 - C	23 - C	24 + C	—	—	—	—	—	—	—
V	2	160	21	0,0002	27 C	29 + C	29 + C	—	—	—	—	—	—	—	—
VI	3	160	20	0,0005	20 C	21 - C	21 + C	20 + C	—	—	—	—	—	—	—
VII	3	160	28	0,00083	27	27 - C	27 C	27 C	27 C	27 + C	—	—	—	—	—
VIII	5	120	21	0,0016	19 C	19 C	19 C	18 C	17 C	16 C	—	—	—	—	—
IX	—	120	20	0,0025	14 C	14 C	—	—	—	—	—	—	—	—	—
X	—	120	21	0,0027	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XI	2	120	13	0,005	9,5	10	11	14 - C	14,5 - C	20 - C	19 C	20 C	18 C	18 - C	17
XII	3	160	25	0,01	11	13	15	16	120 R.-A.	11	11	9	7	5	4
XIII	—	160	16	0,05	14	8	6	5	1	—	—	—	4	—	—
XIV	—	—	17	0,05	13	14	12	11	5	5	5	5	4	4	3
XV	3	120	23 + C	0,055	15	17	14	12	12	9	8	6	3	2	—
XVI	5	155	18	0,1	11	8	—	9	4	5	5,5	4	4	3	—

1) Die Reizungen nach der Injection erfolgten in zeitlichen Abständen von einer Minute.

XVII. Versuch.

Die beiden Muskeln wurden wie gewöhnlich am Reizbrette befestigt. Die ursprüngliche Belastung betrug 5 g, der Rollenabstand 187 mm. Die Normalzuckung des Triceps zeigte eine Höhe von 19 mm, die des Dorsalis scapulae von 17 mm. Auf die Oberfläche der beiden Muskeln wurde ein mit concentrirtem Glycerin getränktes Wattebäuschchen gelegt und in der Registrirung der Curven fortgefahren; die Zuckungshöhe betrug unmittelbar nach der Glycerin-application für beide Muskeln 15 mm. Die folgenden Reizungen ergaben eine rasche Abnahme der Zuckungshöhe des M. dorsalis scapulae (14 — 11 — 9 — 8 — 7 — 4 mm), während die entsprechenden Zuckungshöhen des Triceps folgende Werthe zeigten: 13 — 12 — 11 — 10 — 9 — 8,5 mm.

Was die Curvenform anlangt, lässt sich in den ersten zwei vom Dorsalis scapulae nach der Giftapplication gezeichneten Curven sowie an den ersten sechs des Triceps keine Veränderung gegenüber der Norm erkennen. Die drei folgenden Curven des Dorsalis scapulae zeigen einen auffallend steilen, die nächsten einen etwas gedehnten Verlauf des absteigenden Schenkels. Gleichzeitig mit letzterer Veränderung stellt sich eine intensive Contractur des Triceps ein, die im Curvenverlaufe derart ausgeprägt ist, dass auf den Curvengipfel ein leichtes Absinken erfolgt, worauf der Muskel eine für den ersten Anblick gerade Linie zeichnet, in der aber schärferes Zusehen eine Erhebung und Senkung erkennen lässt. Die nächste Reizung erfolgte sieben Minuten später. Der M. dorsalis scapulae erhebt sich kaum 1 mm über die Abscisse; der Triceps zeichnet eine normale Curve von 7 mm Höhe. Nun ward die Belastung auf 1 g erniedrigt, worauf sich der M. dorsalis scapulae um einen Bruchtheil eines Millimeters erhebt, während der Triceps eine deutliche Steigerung der Zuckungshöhe erfährt.

Verminderung des Rollenabstandes auf 120 mm ergibt beim Dorsalis scapulae eine Zuckung von 2 mm Höhe, die nach der dritten Reizung auf 0 herabsinkt. Hingegen zeigt der Triceps auch weiterhin noch Zuckungen mit starken Contracturen.

Hier sei noch der Befund verzeichnet, den die beiden Muskeln bei unmittelbarer Untersuchung ergaben. Nach der Einpackung stellte sich eine allmähliche Verkürzung ein, und zwar rascher beim M. dorsalis scapulae als beim Triceps. Gleichzeitig fand auch eine Consistenzveränderung der Muskelsubstanz statt, indem diese erst

teigig-weich, dann zäh, endlich hart wurde. Auch diese Veränderung vollzieht sich rascher beim Dorsalis scapulae als beim Triceps.

XVIII. Versuch.

Anordnung wie bei Versuch XVII. Es wird zur Hälfte mit physiologischer Kochsalzlösung verdünntes Glycerin verwendet. Bei beiden Muskeln erfolgte Abnahme der Zuckungshöhe. Die ersten fünf Zuckungen des Dorsalis scapulae zeigten keine Veränderung gegenüber der Norm; dagegen folgte auf drei normale des Triceps eine Contractur von dem oben beschriebenen Charakter. Die nächste Curve desselben Muskels zeigte eine ziemlich bedeutende Ueberdehnung. Hingegen löst die folgende Reizung bei beiden Muskeln eine kurze Contractur aus. Die nächste Zuckung ist bei beiden wieder normal, bei der folgenden tritt wieder eine Contractur des Triceps auf.

XIX. Versuch.

Derselbe wurde in gleicher Weise mit einer 33 %igen Glycerinlösung angestellt. Die Belastung betrug 3 g, der Rollenabstand 170 mm. Sofort nach der Einpackung sank die Höhe der vom M. dorsalis scapulae verzeichneten Curve von 18 auf 12 mm und blieb in den drei folgenden Zuckungen constant. Eine Veränderung der Curvenform trat in der Weise auf, dass der vor der Vergiftung etwas gedehnte, absteigende Schenkel in den beschriebenen Zuckungen einen immer steileren Verlauf gewann.

Die Curvenbilder des Triceps zeigen für die entsprechenden Zuckungen bloss eine Verminderung ihrer Höhe von 11 auf 8 mm. 10 Minuten nach der Application des Wattebäuschchens wurde der Rollenabstand um 50 mm verringert. Es fand eine Steigerung der Zuckungshöhe, aber keine Veränderung der Curvenform statt. Nun wurde der Rollenabstand wieder auf 170 mm vergrößert und in der Reizung fortgefahren. Die dritte Zuckung des Triceps zeigte eine ausgesprochene Contractur, an der zwei flache Erhebungen und drei Senkungen wahrnehmbar sind. Die nächste vom Triceps gezeichnete Curve ist wieder normal, dagegen erfolgt jetzt nach der gleichen Verminderung des Rollenabstandes, wie früher, eine Contractur in den zwei bei diesem Versuche noch gezeichneten Curven. Die unter gleichen Verhältnissen ausgelösten Zuckungen des Dorsalis scapulae verliefen normal.

XX. Versuch.

Es wird nun zur Einpackung eine 10 %ige Glycerinlösung verwendet. Die Belastung beträgt 3 g, der Rollenabstand 160 mm. Die Normalzuckung des Triceps ist 17, die des Dorsalis scapulae 19 mm hoch. Nach der Anlegung des Wattebäuschchens sinkt die Zuckungshöhe bei beiden auf 15 mm. Die drei folgenden Zuckungen des Triceps betragen 12, 13, 11 mm. Bei der nächsten Reizung stellt sich eine Contractur ein, welche bei der folgenden die Höhe der primären Zuckung (15 mm) übersteigt. Was den Dorsalis scapulae anlangt, so sinkt seine Zuckungshöhe im Verlaufe von acht auf die Glycerinapplication folgenden Reizungen auf 11 mm, ohne dass im Uebrigen eine Veränderung der Zuckungsform constatirbar ist. Verminderung des Rollenabstandes ruft dagegen auch bei diesem Muskel intensive Contractur hervor.

XXI. Versuch.

Zu demselben wurde eine 5 %ige Glycerinlösung verwendet. Es erfolgte bei den ersten Reizungen des Dorsalis scapulae Contractur, hierauf normale Zuckungen. Der Triceps gab erst auf Verminderung des Rollenabstandes Contracturen.

Anschliessend an diese Versuche sind noch zwei weitere aufzuzählen, bei denen das Glycerin durch Beträufeln auf die Muskeloberfläche gebracht wurde.

XXII. Versuch.

Es wird 0,05 g Glycerin in 10 %iger Lösung aufgeträufelt. Die Zuckungen des Dorsalis scapulae nehmen continuirlich an Höhe ab, beim Triceps findet erst Abnahme, dann Steigerung unter Contractur statt.

XXIII. Versuch.

0,0025 g Glycerin wird in 5 %iger Lösung tropfenweise auf die Muskeloberfläche gebracht. Es erfolgte eine vorübergehende secundäre Contractur des M. dorsalis scapulae, während der Triceps bei allen Reizungen Contracturcurven schrieb.

Zum Schlusse sei noch auf jene Versuche eingegangen, welche die Glycerinwirkung nach Injection in den lebenden Frosch prüfen sollten.

XXIV. Versuch.

Einem Frosche wird eine Pravaz'sche Spritze mit physiologischer Kochsalzlösung zu gleichen Theilen verdünnten Glycerins

in den dorsalen Lymphsack injicirt, der Frosch gleich nach den ersten Vergiftungssymptomen getödtet und im Uebrigen wie gewöhnlich verfahren. Die Zuckungen des Triceps zeigten eine minimale Dehnung, jene des *M. dorsalis scapulae* verliefen normal. Die Zuckungshöhen beider Muskeln erschienen im Vergleiche zu den sonst beobachteten auffallend hoch.

XXV. Versuch.

Einem Frosche wird 1 g Glycerin in einer zur Hälfte verdünnten Lösung in den dorsalen Lymphsack injicirt und das Thier erst auf der Höhe der Vergiftungssymptome, 15 Minuten nach der Injection getödtet. Die erste Curve beider Muskeln (5 g Belastung, 160 mm Rollenabstand) zeigt eine ungefähr gleiche Höhe der primären Zuckung und eine Contractur von halber Zuckungshöhe. Die nächste Reizung ergibt eine Zuckung des *Dorsalis scapulae* von gleicher Höhe, dagegen eine Steigerung der Tricepszuckung um 5 mm. Beide Muskeln ergeben höhere Contracturen. In den nächsten Zuckungen des *Dorsalis scapulae* findet ein langsamer Abfall der Zuckungshöhe statt, während die Contracturen die Höhe der Curvengipfel erreichen. An den Curven des Triceps macht sich eine weitere Steigerung der Zuckungshöhe um 5 mm und eine Zunahme der Contractur bis zur Zuckungshöhe, hierauf Absinken der letzteren geltend.

Eine Fortsetzung dieser Versuchsreihe fand wegen der hierbei kaum bestimmbaren Intensität der Vergiftungen beider Muskeln nicht statt.

Eine nähere Betrachtung der Tabellen (S. 92 u. 93) führt zu folgendem Ergebnisse: Grosse Glycerindosen von über 0,01 g, in den Muskel injicirt, führen beim *M. dorsalis scapulae* ohne Contractur zu rascher Abnahme der Zuckungshöhe bis zur Unerregbarkeit dieses Muskels. Dosen von 0,005—0,0005 g rufen keine Veränderung der Zuckungshöhe hervor und erzeugen eine Contractur, die um so sicherer auftritt und intensiver ist, eine je geringere Glycerinmenge injicirt wurde. Dosen von unter 0,0005 g (geprüft bis 0,00007 g) erzeugen eine entschiedene Steigerung der Zuckungshöhe und sehr intensive Contracturen.

Beim Triceps erfolgt nach Injection von 0,05 g und mehr eine continuirliche Abnahme der Zuckungshöhe; 0,01 g Glycerin erzeugt

im Verlaufe der Reizungen erst Verminderung der Zuckungshöhe, dann Anstieg zur Norm, dann wieder Verminderung, 0,005 g eine Erhöhung über die Normalzuckung nach vorübergehender Verminderung der Zuckungshöhe. Niedrigere Dosen, bis 0,00007 g, rufen keine wesentliche Veränderung der Zuckungshöhe hervor. Was die Ausbildung einer Contractur bei diesem Muskel anlangt, so scheint 0,05 g Glycerin die Grenze zu bilden, die nicht überschritten werden darf, soll eine Contractur erfolgen. Von da an bis 0,0083 g herab konnte jedesmal eine intensive Contractur beobachtet werden; das Optimum der contracturerzeugenden Wirkung schien bei 0,01 g gelegen. Niedrigere Dosen als 0,0083 g führten weniger sicher und zu jedenfalls weniger stark ausgebildeten Contracturen.

Man kann zunächst noch für beide Muskeln constatiren, dass ein Zusammenhang zwischen Veränderung der Zuckungshöhe und Erzeugung einer Contractur besteht, indem jene Dosen, die zu einer raschen Verminderung der Zuckungshöhe führen, keine Contracturen ergeben, dieselben vielmehr nur da auftreten, wo eine geringe Verminderung der Zuckungshöhe oder Steigerung derselben erfolgt; und damit hängt es wieder zusammen, dass im Verlaufe mehrerer Reizungen das Auftreten einer Contractur auch durch Erhöhung der Zuckungshöhe markirt ist.

Die stärksten Contracturen konnten allerdings nur beim *M. dorsalis scapulae* nach jenen Giftdosen gesehen werden, die eine Steigerung der Zuckungshöhe hervorriefen, beim *Triceps* dagegen nach einer Giftmenge, die noch zu keiner Steigerung der Zuckungshöhe über die Norm führte.

Des Weiteren ist als eine für beide Muskeln übereinstimmende, bei *Triceps* freilich stärker ausgesprochene Eigenthümlichkeit der Glycerinwirkung zu bezeichnen, dass nach geringen Dosen meist eine stärkere Herabsetzung der Zuckungshöhe erfolgt, worauf im Verlaufe der Reizungen eine Rückkehr zur normalen Höhe oder ein Uebersteigen derselben stattfindet.

Ein Vergleich beider Tabellen lässt nun aber auch deutliche Differenzen im Verhalten beider Muskeln erkennen. Grössere Glycerinmengen setzen die Zuckungshöhe des *M. dorsalis scapulae* stärker herab als jene des *Triceps*; ferner liegen die Grenzwerte jener Glycerinmengen, die die Zuckungshöhe erniedrigen, unverändert lassen oder erhöhen, beim *M. dorsalis scapulae* tiefer als beim *Triceps*. Aehnliche Unterschiede bestehen auch hinsichtlich der contractur-

erzeugenden Wirkung, indem kleinste Giftmengen (0,00007 g), welche die stärksten Contracturen des *M. dorsalis scapulae* erzeugen, beim Triceps noch wirkungslos sind und umgekehrt jene Dosen, die das Optimum dieser Wirkung beim Triceps vorstellen (0,01 g), den *M. dorsalis scapulae* nicht mehr zur Contractur veranlassen.

Zieht man nun die zweite Versuchsreihe, bei der eine äussere Application des Glycerins stattfand, in Betracht, so ist eine Uebereinstimmung der Ergebnisse beider unschwer zu erkennen. Auch hier reagirt der *Dorsalis scapulae* mit stärkerer Abnahme der Zuckungshöhe auf gleich stark concentrirte Lösungen, resp. zeigt bei jenen Verdünnungen eine Abnahme der Zuckungshöhe, wo eine solche beim Triceps nur mehr vorübergehend erfolgt oder bereits eine deutliche Steigerung derselben statthat. Aehnlich verhält es sich auch mit der contracturerzeugenden Wirkung des Glycerins bei äusserer Application: auch hier reagirt der Triceps noch auf höher concentrirte Lösungen mit Contractur, als es beim *M. dorsalis scapulae* der Fall ist.

Endlich ist bezüglich des positiven Versuches mit Injection des Glycerins in den dorsalen Lymphsack zu constatiren, dass die hiebei gewonnenen Curvenbilder im Ganzen ziemlich gut mit jenen übereinstimmen, welche bei einer Injection von 0,0002 g Glycerin direct in den Muskel erhalten wurden.

Ein Vergleich dieses Resultates mit jenem, welches die entsprechenden Veratrinversuche ergaben, lässt klar das analoge Verhalten beider Muskeln hinsichtlich der Wirkung des Glycerins und Veratrins auf die Zuckungshöhe erkennen. Viel weniger Berührungspunkte sind aber zu constatiren, wenn man die contracturerzeugende Wirkung beider Substanzen in Betracht zieht. Dies wird nach den Untersuchungen Santesson's, welche, abgesehen vom differenten Curvenverlaufe, den Nachweis eines principiellen Gegensatzes beider Contracturen liefern, begreiflich.

Tafelerklärungen.

Taf. III Fig. 1. Die Normalzuckung ergibt bei einer Belastung von 3 g und 195 mm R.-A. (erstes Curvenpaar von unten gelesen) für Triceps (niedrigere Curve) einen deutlich flinken Charakter im Vergleich zur Zuckung des *Dorsalis scapulae* (höhere Curve).

- Aufträufeln von 0,0000075 g Veratrin unmittelbar vor der zweiten Zuckung. Die Curven des Triceps zeigen durchaus Contracturen, jene des Dorsalis scapulae bis auf eine geringe Contractur bei der fünften Zuckung keine wesentlichen Veränderungen gegenüber der Norm. (Vgl. Veratrinversuch V.)
- Taf. III Fig. 2. Erste Curve (von unten) normale Zuckungen bei 5 g Belastung und 175 mm R.-A. Andeutung eines trägen Zuckungsverlaufes für den Dorsalis scapulae (höhere Curve). Vor der Zeichnung des zweiten Curvenpaares wurde in jeden Muskel 0,00002 g Veratrin injicirt. Die Curven des Dorsalis scapulae zeigen rasche Abnahme der Zuckungshöhe und bloss die zweite eine Spur von Contractur. Die Curven des Triceps weisen durchaus deutliche Contracturen auf, die Zuckungshöhen nehmen weniger intensiv ab. (Vgl. Veratrinversuch VI.)
- Taf. III Fig. 3. Normale Zuckung des Dorsalis scapulae (niedrigere Curve, träger Zuckungsverlauf) und des Triceps einer Kröte bei 170 mm R.-A. und 5 g Belastung. (Vgl. Veratrinversuch XXV.)
- Taf. III Fig. 4. Unteres Curvenpaar: die gleichen Muskeln wie bei Fig. 3, 4 Minuten nach leichter Bepinselung mit einer 1%igen Veratrinlösung. Oberes Curvenpaar 6 Minuten später gezeichnet. Der M. triceps ergibt weit intensivere Contracturen als der M. dorsalis scapulae.
- Taf. IV Fig. 1. Injection von 0,0025 g Veratrin in den dorsalen Lymphsack eines Frosches. 175 mm R.-A., 5 g Belastung. Die ersten fünf Curvenpaare in Zeiträumen von je 2 Minuten entworfen, die sechste Curve (von unten) (10. Zuckung) 15 Minuten nach der fünften, die siebente (12. Zuckung) nach weiteren 8 Minuten. Es erfolgt eine raschere Abnahme der Zuckungshöhe für den Dorsalis scapulae, der in der zwölften Reizung (17. Curve) bereits unerregbar ist. Sämmtliche Zuckungen des Triceps zeigen typische Veratrincontracturen wechselnder Form, jene des Dorsalis scapulae vollständigen Mangel einer Contractur (vgl. Veratrinversuch XV).
- Taf. IV Fig. 2. Das erste Curvenpaar (von unten gelesen) gibt die Normalzuckung des M. dorsalis scapulae (höhere Curve) und des M. triceps bei 3 g Belastung und 160 mm R.-A. Vor Registrirung der zweiten Curve Injection von 0,01 g Glycerin in jeden Muskel. Hierauf folgt ein starker Abfall der Zuckungshöhe. Das vierte Curvenpaar zeigt eine Steigerung der Zuckungshöhen und eine leichte Contractur der Tricepszuckung. Vor Registrirung der fünften Curve fand eine Verminderung des Rollenabstandes auf 120 mm statt. Von da ab intensive Contracturen des M. triceps. (Vgl. Glyc.-Versuch XII.)

Literaturverzeichniss.

- A. von Bezold und Ludwig Hirt, Ueber die physiol. Wirkung des essig-sauerer Veratrin. Untersuchungen aus dem physiol. Laboratorium Würzburg, Th. 1. Herausg. von A. von Bezold. S. 73—156. Leipzig 1867.

- Karl Bonhoeffer, Ueber einige physiol. Eigenschaften dünner und dickfaseriger Muskeln bei Amphibien. Pflüger's Arch. Bd. 47 S. 125—140. 1890.
- Phil. Bottazzi, The Oscillations of the Auricular Tonus in the Batrachian Heart with a Theory in the Function of Sarcopl. in Muscular Tissues. The Journal of Physiology vol. 11 p. 1—21. 1897.
- Phil. Bottazzi and F. F. Grünbaum, On Plain Muscle. The Journal of Physiology vol. 24 p. 51—71. 1899.
- Phil. Bottazzi, Ueber die Wirkung des Veratrins und anderer Stoffe auf die quergestreifte, atriale und glatte Muskulatur. Arch. f. Anat. u. Physiol., physiol. Abth. 1901 S. 376—427.
- T. Lauder Brunton and Theodor Cash, Influence of Heat and Cold upon Muscles Poisoned by Veratria. The Journal of Phys. vol. 4 p. 1—17. 1883.
- F. Buchanan, The Efficiency of the Contraction of Veratrinised Muscle. The Journal of Phys. vol. 25 p. 137—156. 1899—1900.
- M. J. Carvallo et G. Weiss, De l'action de la veratrine sur les muscles rouges et blancs du lapin. Journal de Physiol. et de Pathol. gen. t. 1 p. 1—9. 1899.
- J. T. Cash, Der Zuckungsverlauf als Merkmal der Muskelarbeit. Arch. f. Anat. u. Phys., physiol. Abth. 1880 Suppl. S. 147—160.
- F. Eisenmenger, Ueber den Einfluss einiger Gifte auf die Zuckungcurve des Froschmuskels. Inaug.-Dissert. Giessen 1869.
- Watts Eden, Untersuchungen über die Wirkung der Veratriumalkaloide. II. Ueber die Wirkung des Protoveratrins. Arch. f. exper. Pathol. u. Pharmakol. Bd. 29 S. 440—472. 1892.
- A. Fick und Boehm, Ueber die Wirkung des Veratrins auf die Muskelfaser. Verhandl. der physikal.-med. Gesellsch. in Würzburg N. F. Bd. 3 S. 198—210. Würzburg 1872.
- A. Fick und Boehm, Myotherm. Untersuchungen aus dem phys. Laborat. zu Zürich und Würzburg. Gesammelt von A. Fick. Bd. 5 S. 75—87. Wiesbaden 1889.
- Eduard Friedrichs, Beitrag zur Kenntniss der Wirkung des Veratrins. Inaug.-Diss. Kiel 1891.
- Otto Funke, Ueber den Einfluss der Ermüdung auf den zeitlichen Verlauf der Muskelthätigkeit. Pflüger's Arch. Bd. 8 S. 213—252. 1874.
- P. Grützner, Ueber physiol. Verschiedenheiten der Skelettmuskeln. Breslauer ärztl. Zeitschr. Nr. 18. 22. Sept. 1883.
- P. Grützner, Zur Muskelphysiologie. Bresl. ärztl. Zeitschr. Nr. 1. 15. Jan. 1886.
- P. Grützner, Zur Anatomie und Physiologie der quergestreiften Muskeln. Recueil zoologique suisse t. 1 Nr. 4. 20. Sept. 1884.
- E. Kobert, Ueber den Einfluss verschiedener pharmakol. Agentien auf die Muskelsubstanz. Arbeiten aus dem Laboratorium f. exper. Pharmakologie zu Strassburg. Arch. f. exper. Pathol. u. Pharmak. Bd. 15 S. 22—80. 1882.
- A. Kronecker und Stanley Hall, Die willkürliche Muskelaction. Arch. f. Anat. u. Physiol., physiol. Abth. 1879. Suppl. S. 11—47.
- A. J. Kunkel, Ueber die Grundwirkung von Giften auf die quergestreifte Muskelsubstanz. Pflüger's Arch. Bd. 36 S. 353—372. 1885.

- O. Langendorff, Eine Glycerinwirkung. Arch. f. Anat. u. Physiol., physiol. Abth. 1891. S. 480—485.
- Heinrich Lissauer, Untersuchungen über die Wirkung des krystallisirten Veratrins (Cevadin). Arch. f. exper. Pharm. u. Path. Bd. 23 S. 36—76. 1887.
- H. Willoughby Lyle M. O. The Veratrinelike Action of Glycerine. Preliminary communication. Proceedings of the Physiological Society p. 26. 26. Jan. 1901. The Journ. of Physiol. vol. 26.
- P. Marfori, Influence de la veratrine cristallisée sur les contractions des muscles. Archives Italiennes de Biologie t. 15 p. 261—282. 1891.
- Willy Neumann, Ueber toxikologische Verschiedenheiten functionell verschiedener Muskelgruppen. Inaug.-Dissert. Bern 1883.
- Walker Overend, Ueber den Einfluss des Curare und Veratrins auf die quergestreifte Muskulatur. Arch. f. exper. Pathol. und Pharmak. Bd. 26 S. 1—21. 1890.
- A. Rollett, Ueber die verschiedene Erregbarkeit functionell verschiedener Neuromuskel-Apparate. Sitzungsber. der Wiener Akademie der Wissensch. Abth. I Bd. 70 Abth. 3. 1874. Abth. II Bd. 71 Abth. 3. 1875. Abth. III Bd. 72 Abth. 3. 1875.
- A. Rollett, Anatom. und physiol. Bemerkungen über die Muskeln der Fledermäuse. Wiener Sitzungsberichte Bd. 98 Abth. 3. 1889.
- N. J. Rossbach, Muskelversuche an Warmblütern. I. Beeinflussung des lebenden Warmblütermuskels durch Guanidin, Curare, Veratrin. Pflüger's Arch. Bd. 13 S. 606—627. 1876.
- N. J. Rossbach und Anrep, Einfluss von Giften und Arzneimitteln auf die Länge und Dehnbarkeit des quergestreiften Muskels. Pflüger's Archiv Bd. 21 S. 240—247. 1880.
- C. G. Santesson, Einiges über die Wirkung des Glycerins und des Veratrins auf die quergestreifte Muskelsubstanz (Frosch). Scand. Arch. für Physiol. Bd. 14 S. 1—47. 1903.
- E. Tiegel, Ueber Muskelcontractur im Gegensatz zur Contraction. Pflüger's Arch. Bd. 13 S. 71—83. 1876.
- G. Yeo and Th. Cash, On the Relation between the Active Phases of Contraction and the Latent Period of Skeletal Muscle. Journal of Physiology vol. 4 S. 198—223. 1883.
-

Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

$P_{10} \text{ d}$

$P_{10} \text{ d}$