geschwindigkeit der Erregung übertreffen müssen — kleiner als die kleinsten jener neueren Forscher.

Ich will aber derzeit die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung oder deren Veränderungen sammt den verwendeten Versuchsmethoden nicht einer Besprechung unterziehen, da unsere jetzigen Kenntnisse noch viel zu wenig Anhaltspunkte zu einer kritischen Durchsicht bieten. Der Zweck meiner Mittheilung war eben nur das Bekanntmachen einer Methode, welche in vieler Hinsicht Vortheile verspricht, und besonders zur Controle der Untersuchungen über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung im Muskel geeignet erscheint.

Neue Versuche zum Beweis der bipolaren erregenden Wirkung des inducirten electrischen Stromes.

Von

Dr. Emerich Nagy v. Regéczy,

a. o. Professor an der Universität zu Budapest.

Ich ¹⁾ schlug zur Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung im Muskel ein neues Verfahren vor, und beschrieb gleichzeitig eine Doppelzeichenmethode, mittelst welcher zwei Myogramme durch eine Zuckung auf die Myographiumplatte geschrieben werden können durch zwei beliebig lange Partien des zuckenden Muskels.

Das Verfahren ist eine Abänderung jener Versuchseinrichtung, deren ich ²⁾ mich schon früher bediente, und wobei der Zeichenhebel des Myographiums mit der Mitte des aufgehängten Muskels in Verbindung zu bringen war. Ausser diesem Zeichenhebel verwendete ich noch einen zweiten Zeichenhebel, verbunden mit dem unteren Muskelende; so dass auf diese Weise der eine Zeichen-

1) Neues Verfahren etc. Pflüger's Archiv 1888.

2) Ueber die scheinbare Latenzperiode etc. Pflüger's Archiv 1888.

hebel die Zuckung des ganzen Muskels, der andere aber gleichzeitig nur die Zuckung des oberen, beliebig langen Muskeltheiles aufzeichnete.

Bei jenen Versuchen, welche ich betreffs der Erregungsstelle des Muskels bei direkter Verwendung inducirter electrischer Reizströme anstellte, dachte ich noch nicht an die Verwendbarkeit dieser Versuchseinrichtung; und doch ist das Doppelzeichnungsverfahren zur Beleuchtung der aufgeworfenen Frage besonders geeignet, und ermöglicht die bipolare erregende Wirkung des inducirten electrischen Stromes ausser allen Zweifel zu stellen.

Die in der Rede stehende Versuchseinrichtung zeigt schematisch die beiliegende Figur; der Muskel ist dabei mittelst einer

Zange aufgehangen, und die Reizelectroden können am oberen wie am unteren Muskelende aufgesetzt werden. Wenn beide Electroden dem unteren Muskelende aufliegen, so schreiben die beiden Zeichenhebel ein Curvenpaar, wovon das eine — jenes von dem unteren Muskelende gezeichnete — früher, als das andere, durch die obere Muskelpartie geschriebene anfängt, da die Erregung eine gewisse Zeit in Anspruch nimmt, um die Strecke $u = \mu - \mu_1$ zu durchsetzen und zu der oberen Muskelhälfte zu gelangen.

Das nämliche Curvenpaar müsste auch in jenem Falle zu erhalten sein, wenn der inducirte electrische Strom der jetzt verbreiteten Auf-

fassung gemäss nur eine kathodische Erregungswirkung besässe, und der Reizstrom in absteigender Richtung durch den Muskel geleitet würde, so, dass die Anode in der oberen Zange, die Kathode hingegen am unteren Muskelende aufgesetzt wäre.

Wenn hingegen der inducirte Reizstrom in aufsteigender Richtung durch den Muskel geleitet würde, in der Weise, dass die Kathode oben bei der Zange stände, so könnten wir bei unipolarer kathodischer Wirkung des inducirten Stromes ein Curvenpaar erwarten, das gleichzeitig anfängt, wovon aber die eine Curve — die von der oberen Muskelstrecke geschriebene — kürzer andauernd als jene durch den ganzen Muskel geschriebene wäre.

Die bipolare erregende Wirkung des inducirten electrischen Stromes in Betracht genommen, lässt sich hinwieder ein anderes Versuchsergebniss erwarten, im Falle die Reizelectroden von einander getrennt an beiden Enden des Muskels aufgesetzt werden, und wenn diese beiden Electroden zur Auslösung je einer Erregung dienen.

Wenn nämlich sowohl die Anode als die Kathode eine Erregung hervorrufft, so fängt die Contraction an beiden Enden des Muskels gleichzeitig an, und es müssen somit beide Zeichenhebel gleichzeitig gehoben werden, nur mit dem Unterschiede, dass der mit dem unteren Muskelende verbundene Zeichenhebel steiler als der andere ansteigt, da zu dessen Hebung beide sich contrahirenden Muskelpartien beisteuern, hingegen der andere nur durch die obere Muskelhälfte (μ_1) gehoben wird.

Das Myogramm der oberen Muskelhälfte darf aber nicht kürzer als das Myogramm des ganzen Muskels werden, da die am unteren Muskelende entstandene, sich in der Muskelstrecke $\mu-\mu_1$ fortpflanzende Erregung nach Ablauf einer gewissen Zeit gleichfalls auf die obere Muskelstrecke übertritt, und es somit zu einer Ueberlagerung, zu einer Summirung der Erregungen kommt; die Verkürzung endigt für die beiden Zeichenhebel gleichzeitig.

Das Myogramm der oberen Muskelhälfte, sowie jenes des ganzen Muskels fängt somit gleichzeitig an, und wird auch gleichzeitig enden; ein Unterschied ist nur in der Höhe der Erhebung zu erwarten, sowie auch in der Lage jener Cardinalpunkte, welche Jendrassik¹⁾ in seiner Contractionstheorie bezeichnete. Die Besprechung der Veränderungen dieser Cardinalpunkte aber liegt ausser dem Bereiche der vorgelegten Frage, und ich lasse somit hier die diesbezüglich bewerkstelligten Messungen unerwähnt.

1) Reichert's u. Du Bois-Reymond's Archiv 1874. 413—597.

Das Ergebniss des Versuches entsprach vollkommen meiner Erwartung; es wurde nämlich die durch die Doppelerregung erzeugte Summirung in dem Myogramme der oberen Muskelhälfte sichtbar; es ist somit dadurch die bipolare erregende Wirkung des inducirten electrischen Stromes ausser allen Zweifel gestellt.

Einige Versuche sind in folgenden Tabellen zusammengestellt:

1. Tabelle.

Nr. des Versuches	Länge des Muskels	Nr. d. Myogramme	Stelle der Reizung	Zeichenhebel	Länge der Latenzperiode mm	Unterschied mm	Maximale Höhe der Erhebung mm	Ende des Myogrammes
I	$\mu = 31 \text{ mm}; \mu_1 = 8 \text{ mm}$	1	unten	obere untere	18,8 3,2	+ 15,6	1,0 13,2	86,5 92,8
		2	↑	o u	5,8 3,4	+ 2,4	2,5 15,2	90,5 92,8
		3	unten	o u	18,1 3,4	+ 14,7	1,2 13,5	85,0 94,0
		4	↓	o u	8,7 3,7	+ 5,0	2,25 14,6	92,1 91,9
II.	$\mu = 30 \text{ mm}; \mu_1 = 16 \text{ mm}$	1	unten	obere untere	16,2 2,6	+ 13,6	3,7 15,0	106,3 101,5
		2	↑	o u	6,5 3,4	+ 8,1	4,7 13,8	95,0 89,2
		3	unten	o u	16,8 3,9	+ 12,9	3,2 13,2	96,7 92,3
		4	↓	o u	9,6 3,6	+ 6,0	4,1 12,8	92,8 92,0
III	$\mu = 31 \text{ mm}; \mu_1 = 14 \text{ mm}$	1	unten	obere untere	18,1 3,7	+ 14,4	1,5 9,7	91,9 88,0
		2	↑	o u	4,6 3,9	+ 0,7	4,0 12,3	96,9 88,1
		3	unten	o u	18,1 4,1	+ 14,0	1,7 10,1	94,8 88,2
		4	↓	o u	4,6 4,2	+ 0,4	4,1 12,7	97,7 89,2
IV	$\mu = 31 \text{ mm}; \mu_1 = 14 \text{ mm}$	1	↑	obere untere	5,4 5,6	— 0,2	2,25 7,0	89,6 79,6
		2	↑	o u	6,8 5,3	+ 1,3	2,0 7,1	88,2 81,4
		3	↑	o u	6,9 5,4	+ 1,5	2,2 6,7	91,7 81,1
		4	↑	o u	8,7 5,3	+ 3,4	2,35 6,8	91,5 81,7
		5	↑	o u	10,7 4,9	+ 5,8	2,0 7,0	87,5 81,1
		6	↑	o u	5,0 5,3	— 0,3	2,05 7,1	86,6 81,4

2. Tabelle.

Nr. des Versuchs	Länge des Muskels	Nr. d. Myogramme	Stelle d. Reizung	Zeichenhebel	Länge der Latenzperiode mm	Unterschied mm	Stelle der maximalen Erhebung	Unterschied mm	Maximale Höhe der Erhebung	Ende des Myogrammes	Unterschied mm
V	$\mu = 31$ mm; $\mu_1 = 15$ mm	1	oben	obere	6,9	— 1,8	59,7	—6,4	7,3	94,8	—3,8
				untere	8,7		66,1		15,2	98,0	
		2	unten	o	18,5	+13,5	62,4	+2,5	6,4	93,7	—1,4
				u	5,0		59,9		14,9	95,1	
		3	↑	o	5,9	+ 3,3	50,7	+0,8	6,7	83,7	+0,5
				u	2,6		49,9		15,0	83,2	
		4	↓	o	7,3	+ 2,9	51,9	—0,3	7,0	85,0	—2,0
				u	4,4		52,2		15,4	87,0	
		5	oben	o	6,5	— 1,9	57,3	—1,5	6,7	88,4	—1,3
				u	8,4		58,8		11,7	89,7	
		6	unten	o	18,0	+13,1	60,7	+3,8	4,0	88,3	—0,6
				u	4,9		56,9		13,4	88,9	
VI	$\mu = 31$ mm; $\mu_1 = 15$ mm	1	↑	obere	4,3	+ 1,6	49,3	+0,4	6,3	79,9	0
				untere	2,7		48,9		14,2	79,9	
		2	↓	o	4,1	+ 1,8	50,0	—0,4	6,45	80,9	—0,5
				u	2,3		50,4		14,7	81,4	
		3	↑	o	6,4	+ 3,9	48,6	—1,9	6,3	80,5	—0,7
				u	2,5		50,5		14,5	81,2	
		4	↓	o	7,0	+ 3,5	51,2	+0,1	6,7	81,7	—0,7
				u	3,5		51,1		15,0	82,4	
		4	↑	o	3,4	+ 0,4	48,3	—0,9	6,4	81,4	+1,0
				u	3,0		49,2		14,7	80,4	
		6	↓	o	3,7	+ 0,9	49,3	—0,6	6,6	80,6	—0,8
				u	2,8		49,9		14,8	81,4	
VII		1	↑	obere	6,2	+ 1,9	49,1	—1,4	6,0	80,7	—1,3
				untere	4,3		50,5		14,0	82,0	
		2	↓	o	6,3	+ 1,8	49,4	—0,7	6,2	80,0	—0,8
				u	4,5		50,1		14,0	80,8	
		3	↑	o	6,7	+ 1,8	49,3	—1,0	5,8	79,4	—1,5
				u	4,9		50,3		14,0	80,9	
		4	↓	o	7,2	+ 2,0	49,5	—0,6	6,1	80,0	—1,1
				u	5,2		50,1		14,1	81,1	
		5	↑	o	7,2	+ 2,1	49,8	—0,4	5,9	79,4	—1,6
				u	5,1		50,2		14,0	81,0	
		6	↑	o	7,1	+ 2,9	50,5	—0,3	6,2	80,4	—1,2
				u	4,2		50,8		14,1	81,6	

Die oben erwähnten Verhältnisse sind ebenso aus den Zahlenangaben der Tabellen, wie aus den hier beigelegten Myogrammabbildungen leicht zu erkennen; die Abbildungen beziehen sich

3. Tabelle.

Nr. des Versuchs	Länge des Muskels	Nr. d. Myogramme	Stelle d. Reizung	Zeichenhebel	Länge der Latenzperiode mm	Unterschied mm	Stelle der maximalen Erhebung	Unterschied mm	Maximale Höhe der Erhebung	Ende des Myogrammes	Unterschied mm
VIII	$\mu = 31$ mm; $\mu_1 = 15$ mm	1	oben	obere untere	7,2 7,2	0	50,5 54,0	-3,5	4,8 10,0	80,2 81,4	-1,2
		2	unten	o u	19,3 6,2	+13,1	55,7 53,3	+2,4	2,1 9,6	78,7 80,5	-1,8
		3	oben	o u	7,5 7,0	+ 0,5	50,2 54,0	-3,8	4,7 10,25	79,2 81,5	-2,3
		4	unten	o u	16,7 6,4	+10,3	54,5 52,1	+2,4	2,0 9,65	78,1 80,0	-1,9
		5	oben	o u	7,6 5,6	+ 2,0	50,2 54,1	-3,9	4,6 10,0	79,0 81,3	-2,3
		6	unten	o u	16,8 5,4	+11,4	55,5 52,8	+2,7	2,0 9,5	78,8 80,3	-1,5
IX	$\mu = 31$ mm; $\mu_1 = 15$ mm	1	oben	obere untere	7,3 5,6	+ 1,7	49,5 51,1	-1,6	3,3 7,6	77,4 77,7	-0,3
		2	unten	o u	20,1 5,5	+14,6	52,7 50,9	+1,8	1,3 6,4	75,7 75,9	-0,2
		3	↑	o u	7,0 5,3	+ 1,7	47,4 49,9	-2,5	5,0 11,7	78,0 79,2	-1,2
		4	↓	o u	7,0 5,5	+ 1,5	48,6 50,0	-1,4	5,0 11,8	77,3 79,3	-2,0
		5	oben	o n	7,1 5,6	+ 1,5	49,9 52,2	-2,3	2,65 7,0	76,0 78,4	-2,4
		6	unten	o u	19,0 5,4	+13,6	52,1 49,6	+2,5	1,1 5,7	75,7 75,0	+0,7
X	$\mu = 31$ mm; $\mu_1 = 15$ mm	1	oben	obere untere	11,3 9,6	+ 1,7	53,9 49,5	+4,4	2,4 4,2	85,1 74,3	+10,8
		2	unten	o u	19,5 6,7	+12,8	56,3 49,1	+7,2	0,7 4,1	83,1 73,1	+10,0
		3	↑	o u	11,3 4,8	+ 6,5	52,7 51,5	+1,2	4,0 10,2	84,7 83,2	+ 1,5
		4	↓	o u	11,0 5,3	+ 5,7	55,4 52,5	+2,9	4,4 10,3	87,1 84,6	+ 2,5
		5	oben	o u	12,3 9,8	+ 2,5	54,1 50,4	+3,7	2,5 4,6	81,4 75,6	+ 5,8
		6	unten	o u	22,5 8,2	+14,3	56,3 50,2	+6,1	0,7 3,9	80,4 74,8	+ 5,8
		7	↑	o u	6,7 6,4	+ 0,3	54,5 52,0	+2,5	4,0 10,0	84,0 83,9	+ 0,1
		8	↓	o u	10,2 7,9	+ 2,3	56,0 52,6	+3,4	4,3 10,2	86,5 84,6	+ 1,9

auf jene Curvenreihen, deren Messungsergebnisse in Tab. II, Vers. VII und Tab. III, Vers. VIII zu finden sind.

Bei der einen Curvenreihe war der inducirte electriche Reizstrom mittelst getrennter Electroden zum oberen und unteren Muskelende geleitet, und im Muskel abwechselnd auf- und absteigend gerichtet.

Die beiden Zeichenhebel des Myographiums bewegen sich auf entgegengesetzter Seite; die durch den Zeichenhebel des unteren Muskelendes gezeichneten Myogramme erheben sich über die Abscissenlinien, während die von der oberen Muskelhälfte geschriebenen Myogramme abwärts sinken; die mit gleichen Nummern bezeichneten Myogramme gehören zusammen, da sie während einer Zuckung entstanden.

Es ist ersichtlich, dass die Anfänge, sowie die Maxima- und Endpunkte der Erhebungen gut zusammenfallen; dass der halbe Muskel somit ein ebenso langes Myogramm wie der ganze Muskel lieferte; dies kann nur durch Summirung der Erregungen und durch Ueberlagerung zweier Zuckungen zu Stande kommen, wie das oben auseinandergesetzt wurde.

Dasselbe wird durch jenen auffallenden Umstand bewiesen, dass die Richtung des inducirten Reizstromes im Muskel keinen

Einfluss bei dieser Einrichtung auf die Erscheinungsweise der Zuckungen ausübt, da die mittelst aufsteigenden Reizstromes ausgelösten Zuckungen an den Myogrammen beider Zeichenhebel vollständig jenen mittelst absteigender Reizströme hervorgerufenen gleichen.

Die auf der anderen Curvenreihe befindlichen Myogramme beziehen sich auf einen Versuch, bei welchem die Erregung in der Weise entstand, dass die Electrodenpaare abwechselnd an das obere und untere Muskelende gelegt wurden.

Es ist an den Myogrammen der oberen Muskelhälfte ersichtlich, dass dort, wo die Reizung des Muskels an dem unteren Muskelende geschah, der Anfang des Myogrammes bedeutend mehr nach rückwärts fällt als dort, wo die Erregung von dem oberen Muskelende ausging.

Die Unterschiede, die sich bei Reizung des unteren Muskelendes zeigten, sind in den Tabellen durch grössere Nummern kenntlich gemacht; der nämliche Unterschied sollte sich in der Länge der Latenzzeit bei absteigendem Reizstrom entwickeln, wenn die Wirkung des inducirten electrischen Stromes unipolarer Kathodenreiz wäre; es lassen sich, wie wir sehen, ähnliche Unterschiede in den Curvenanfängen nach Reizung des Muskels mittelst absteigendem Reizstrom nicht aufweisen.

Jener geringe Unterschied, welcher bei der Abmessung der Curven in Bezug auf die Stelle der Anfangs- und Endpunkte im Allgemeinen zu beobachten war (1 mm der Abscisse entspricht 0,00119 Secunden), lässt sich dadurch erklären, dass ein niedrigeres Myogramm gewöhnlich und natürlich eine längere Latenzperiode zu besitzen pflegt als ein höheres, denn die Erhebung wird bei jener später erkennbar, — die Zeichnung bleibt durch die Abscisse länger verdeckt.

Der als Ende des Myogrammes aufgeführte Punkt entspricht eigentlich auch nicht dem wirklichen Ende der Zuckung, da der Zeichenhebel während der Erschlaffung des Muskels zufolge des Fallens um so schneller heruntersinkt, und das Myogramm somit in um so grösserem Maasse verkürzt erscheint, je höher der Zeichenhebel gehoben war und je grössere Geschwindigkeit derselbe während seines Fallens erlangt. Das ist die Ursache, weshalb die durch das untere Muskelende gezeichnete hohe Curve hier und da früher als das Myogramm der oberen Muskelhälfte erscheint.

Die Dehnung des Muskels über seine gewöhnliche Länge kann auch in einem solchen Augenblicke vorkommen, in welchem die Verkürzung der oberen Muskelhälfte noch nicht ganz zu Ende ist; dies entspricht der Dehnung der oberen Muskelhälfte am Anfange der Zuckung während der Zusammenziehung der unteren; wir sehen, dass am Anfange der Muskelzuckung, wenn die Reizung am unteren Muskelende geschah, der obere Zeichenhebel sinkt, bevor er zu steigen anfängt; es kann auch am Ende der Muskelzuckung der untere Zeichenhebel eine Muskelstreckung aufweisen und niedersinken, während der obere Zeichenhebel noch eine Verkürzung der oberen Muskelhälfte zeichnet.

In Hinblick auf den bedeutenden Unterschied in den Höhen der Myogramme können jene kleine Differenzen bei den Curvenanfängen und Enden verschwindend genannt werden, und ich glaube somit, dass diese Versuche als vollgültiger Beweis für die bipolare erregende Wirkung des inducirten electrischen Stromes gelten können.

Neue Versuche an den Ohrbogengängen.

Von

J. Breuer, Wien.

Dr. B. Baginsky hat 1881¹⁾ Versuche mitgetheilt und discutirt, aus denen er schloss, „dass die isolirte Verletzung der Bogengänge ohne Rückwirkung auf das Gehirn nicht möglich sei; der Zeitpunkt sei gekommen, die Lehre von dem statischen Sinne in den Bogengängen ein für allemal aufzugeben. Nichts berechtige, aus Veränderungen, die sich nach der Bogengangsläsion an Thieren zeigen, Schlüsse zu machen auf die Function der Bogengänge, nachdem er den bestimmten Nachweis geführt habe, dass eine Verletzung der Bogengänge sowohl bei Säugethieren als bei Tauben jedesmal eine Verletzung des Gehirns involvirt.“ Baginsky

1) Archiv für Physiologie 1881.