

Untersuchung des zeitlichen Verlaufes der motorischen Action bei dem Kranken Damerau.

Von Prof. v. Wittich.

Mit der von mir in der Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XXXI. p. 106 ff. beschriebenen Vorrichtung wurden zunächst Versuche an Damerau, Hrn. Dr. Jaffé und an mir selbst angestellt, um die Fortleitungsgeschwindigkeit in peripheren Muskelnerven zu prüfen. Wie dort, galt das hörbare Beschlagen des den Zeichenstift tragenden Hebels als Signal, auf welches der Beobachter durch Niederdrücken einer Wippe den durch den Stahlzeiger der Cylinderaxe geschlossenen Strom öffnete. Die in dem Zeitintervall zwischen Schluss und Wiederöffnung des Stroms gezeichneten Strichlängen wurden abgemessen, die Mittelwerthe einer Beobachtungsreihe berechnet und der Umdrehungsgeschwindigkeit des Cylinders entsprechend in Zeitwerthe umgesetzt.

Die Unterbrechung wurde einmal durch die rechte (resp. linke) Hand so ausgeführt, dass der ganze Vorderarm platt auf dem Tische, der Zeigefinger auf dem niederzudrückenden Hebelarm ruhte, eine einfache Contraction des Flexor digitorum profundus also genügte, um die erforderte Bewegung auszuführen. Das andere Mal wurde die Unterbrechung durch eine Bewegung der grossen Zehe derselben Seite ausgeführt, die Stellung des Beines, die Vorrichtung der Wippe dabei ganz so genommen, wie ich es bereits an der vorerwähnten Stelle angegeben habe. Es wurde hierauf bei aufrechter Stellung und senkrechtem Herabhängen des Arms, wie in meinen früheren Versuchen, der Abstand von der Mitte des Vorderarms zur Fusssohle bemessen, und aus der Differenz der Zeiten für die Vorgänge von Ohr zur Hand und von Ohr zum Fuss die Zeit gefunden, welche die Erregung bedurfte, um jene Strecke zu durchsetzen, um welche die Fuss-Muskelnerven annähernd länger sind, als die Vorderarmnerven.

Der Cylinder machte einen Umlauf in 8 Secunden, seine Peripherie beträgt 570 Mm., 1 Mm. entsprach also = 0,014 Secunden.

I. Versuche mit Herrn Damerau.

3 Beobachtungsreihen an zwei verschiedenen Tagen; jede repräsentirt durch ihre Mittelwerthe ungefähr 44 einzelne Beobachtungen für jede Art der Unterbrechung.

Mittelwerthe der Strichlängen in Millimetern.

Unterbrechung durch die Hand durch den Fuss

22,04

26,8

21,5

22,5

19,1

21,5

Mittel aus allen 20,82 = 0,292 Sec.

23,8 Mm. = 0,334 Sec.

Hieraus ergibt sich die Differenz, um welche die Fussbewegung später erfolgt als die der Hand = 0,042 Secunden.

Der Abstand von Vorderarm zum Fuss beträgt bei Herrn Damerau 100 Centimeter, daraus ergibt sich eine Fortleitungsgeschwindigkeit von = 23,8 $\frac{\text{Meter}}{\text{Secunden.}}$

II. Versuche mit Herrn Dr. Jaffé.

Da Herr Dr. Jaffé linkshändig ist, wurde auch mit der linken Körperseite experimentirt. Zu Gebote steht nur eine Beobachtungsreihe mit 44 Einzelzeichnungen.

Die Mittelwerthe bei Unterbrechung durch den Fuss = 0,259 Sec.

die Hand = 0,206 -

Differenz = 0,053 Sec.

Abstand von Arm zu Fuss 108 Centimeter.

Fortleitungsgeschwindigkeit = 20,37 $\frac{\text{Meter}}{\text{Secunde.}}$

III. Versuche an mir.

Neue Versuche habe ich auch nur in einer Reihe angestellt, sie ergaben einen etwas höheren Werth als meine älteren (vgl. Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 31. S.), in denen jedoch auch Reihen mit ganz ähnlichen Werthen sich finden. In der neuen betrug die Zeit für die Unterbrechung durch die Handbewegung = 0,179 Sec.

durch die Fussbewegung = 0,204 -

Differenz = 0,025 Sec.

Abstand von Arm zu Fuss 100 Centimeter.

Fortleitungsgeschwindigkeit = 40 $\frac{\text{Meter}}{\text{Sec.}}$

in meinen älteren Beobachtungen betrug sie im Mittel aus einer viel grösseren Zahl von Einzelbeobachtungen und 30,3 $\frac{\text{Meter}}{\text{Sec.}}$, schwankte aber auch damals zwischen 22,7 und 47,6 $\frac{\text{Meter}}{\text{Sec.}}$

Jedenfalls ergibt sich aus diesen 3 vergleichenden Beobachtungsreihen an Damerau, Dr. Jaffé und mir, dass die Fortleitungsgeschwindigkeit in peripheren Nerven bei Damerau noch grösser erscheint, als bei Dr. Jaffé, nicht kleiner, als sie auch bei mir beobachtet wurde, also wohl innerhalb normaler Schwankungen sich befindet, die ganz erhebliche Verzögerung, welche aber die Zeit von Ohr zur Bewegung bei Damerau erfährt, einen centralen Grund haben muss. Diese centrale Verzögerung beträgt aber, wenn wir meine Werthe mit denen des Damerau vergleichen:

	Zeit von Ohr zu Hand	Ohr zu Fuss.
Damerau	0,268 Sec.	0,315 Sec.
Ich	0,179 „	0,204 „
Verzögerung . .	0,089 Sec.	0,111 Sec.

Da bei Dr. Jaffé der Abstand zwischen Arm und Fuss 8 Cm. mehr beträgt, wie bei uns beiden, so sind zur Vergleichung seine Zeitwerthe zunächst auf gleiche Abstände zu reduciren, dann gestaltet sich das Verhältniss wie folgt:

	Zeit von Ohr zu Hand	Ohr zu Fuss.
Damerau	0,268 Sec.	0,315 Sec.
Dr. Jaffé	0,18 „	0,239 „
Verzögerung . .	0,088 Sec.	0,076 Sec.

also annähernd beträgt bei Damerau die Verzögerung in den Central-Theilen 0,1 Sec.

Eine zweite Beobachtungsreihe stellt sich die Aufgabe: die Zeit für eine Reihe einfacher Bewegungen, die stets durch dieselben Muskeln von dem Beobachter auf ein gegebenes Zeichen ausgeführt wurden, zu bestimmen. Die diesem Zwecke dienende Anordnung war folgende. In Anwendung kam wieder der von mir bereits beschriebene Zeichencylinder und Zeichenapparat, dessen Stift durch das Magnetisch-Werden eines Eisenkernes bei Schluss einer achtgliedrigen Kette in seinem unteren Theile angezogen, mit dem oberen dem Cylinder zu bewegt würde. Der Verschluss durch den Stahlzeiger, wie ich ihn a. a. O. beschrieb, blieb fort, die Stromleitung wurde vielmehr in folgender Art hergerichtet. Von der Kette geht ein Draht zu der Zeichen- (magnetisirenden) Spirale, von dieser zu einer Unterbrechung, von ihr zur Kette zurück. Der Zeichenstift kratzt also auf dem Cylinder-Mantel nur, wenn die Unterbrechung geschlossen wird. Letztere besteht aus einer kleinen hebelartigen Vorrichtung, welche durch eine Feder so gespannt erhalten wird, dass die beiden den Schluss bewirkenden Contactstücke kaum 1 Mm. von einander abstehen. Bei vollkommen gestütztem Arm ruht der Zeigefinger des Experimentirenden leicht auf der Wippe, so dass die geringste Flexion jenes den Strom schliesst, ihn bei Nachlass letzterer die Wippe gleich wieder zurückfedernd öffnet. Verabredet wird nun, dass auf ein gegebenes Zeichen der Experimentirende so schnell wie irgend thunlich den Strom dreimal hintereinander schliesst und dazwischen wieder öffnet. Geschieht dies, so zeichnet der Stift

3 Striche, deren Längen die Zeit angeben, welche verfließt zwischen Niederdrücken und Nachlassen der Wippe durch eine entgegenwirkende Extensionsbewegung des Fingers. Die Lücken zwischen den Strichen aber bedeuten die Zeit zwischen Vollendung der Extension und der nächstfolgenden Niederbeugung des Fingers zu erneuertem Schluss.

Es scheint nun nicht nothwendig, dass die Oeffnung des Stroms — Beendigung des Striches — wirklich durch eine Extensions-Bewegung vollführt wird, da bei der Federung der Wippe einfach der Nachlass der Flexion genügt, um den Contact aufzuheben, allein wäre dem so, dann müssten die Strich-Werthe nicht nur bei demselben Beobachter, sondern auch bei verschiedenen Beobachtern ziemlich gleich ausfallen, dies ist aber, wie wir sehen werden, durchaus nicht der Fall. Vielmehr gestaltet sich der ganze Hergang wohl wie folgt: Ein Willensimpuls beginnt, ein zweiter beendet den Strich, die Länge desselben gibt also die Zeit, die zwischen Ausführung des ersten und dem zweiten erfordert wird. Das Intervall bis zum nächsten Striche ist die Zeit, welche bis zur Ausführung des nächstfolgenden Impulses verfließt u. s. w. Wollten wir genau messen, so müssten wir noch auf dem Cylinder die Zeit bestimmen, in der das Signal gegeben wurde, und daraus die Zeit berechnen, welche zwischen Hören und dem ersten Niederdrücken verfloss. Es ist dies in nachstehenden Versuchen nicht geschehen, was jedoch ihre Schlussfähigkeit nicht beeinträchtigt. Um dreimal zu schliessen und dazwischen zweimal zu öffnen, bedarf es fünf verschiedener, zeitlich sich folgender Willensimpulse und demgemäss 5 Bewegungen. Die Entfernung von meinem Kopf bis zum Vorderarm-Muskel (Flexor digitorum profundus) beträgt ca. 57 Cm. Lege ich eine mittlere Geschwindigkeit von $30,3 \frac{\text{Meter}}{\text{Sec.}}$ meiner Berechnung zu Grunde, so würde jede willkürlich von mir ausgeführte Bewegung meines Fingers erfordern = 0,018 Sec. fünf derartiger Bewegungen

0,09 „

Ich finde nun aber, dass ich in jenen Versuchen zu möglichst schneller Ausführung der hierzu erforderlichen Bewegungen brauche 0,54 Sec., auf die Vorgänge im Centrum kommen also im Ganzen 0,45 Sec. Im Einzelnen gestalten sich die Zeiten (aus einer grossen Reihe so gezeichneter Striche und Lücken als Mittelwerthe)

1. Strich	Lücke	2. Strich	Lücke	3. Strich.
0,112	0,113	0,109	0,124	0,0854.

Im Ganzen, sieht man, sind Striche und Lücken annähernd ziemlich gleichwerthig und auch bei den einzelnen Beobachtungen fielen die Schwankungen ungemein gering aus. Als Belag diene die nachfolgende kleine Tabelle, die die Strichlängen in Millimetern gibt.

	Strich	Lücke	Strich	Lücke	Strich	Summe
	8	8	7	8,4	3	34,4
	7,7	8	6,7	9	5,5	36,9
	6,2	5,5	7,9	7,2	5,3	32,1
	6,5	8	7	8	6,4	35,9
	9,9	7,3	8	5,3	6,5	38,0
	5	8	8	7,3	4	32,3
	7	7,5	6	7,5	6,5	34,5
	9	7,9	5,5	8	5	35,4
	6,5	9,5	9	9	5,5	39,5
	8	9	6	8	7	38
	6,2	9,6	8,8	9,3	6	34,2
	9	8	9,2	9,7	7	42,9
	9,5	7,5	9,8	11,5	7,8	46,1
	9	9	10,4	10	7,3	45,7
	8,6	11	8,3	10,5	7	45,4
	12	7,2	7,2	9,2	8,3	43,9
Mittel	8,0	8,1	7,8	8,6	6,1	38,4
Zeitwerth Sec.	0,112	0,113	0,109	0,1204	0,0854	0,5376.

Hr. Dr. Jaffé brauchte zu einer gleichen Reihe von Bewegungen fast eben so viel Zeit wie ich, nur im Einzelnen differirten Striche und Lücken mehr von einander. Die nachstehende Tabelle gibt das Detail der Beobachtungen und das Endresultat in den aus jenem gewonnenen Mittelwerthen.

	Strich	Lücke	Strich	Lücke	Strich	Summe
	5,6	8,8	5,8	8,7	5,7	34,6
	4,8	9,5	4	8,4	4,6	31,3
	5,5	7,7	5,7	7,7	4,9	31,5
	6,5	8,5	6,4	7,9	4	29,3
	5,2	9,5	5	9	4,8	33,5
	6,8	10,5	6	8	5,3	36,6
	8	7,5	6	9	4,4	34,9
	9,9	7,4	5,7	8,3	5,4	36,7
	6,8	11,2	5	10	4,6	36,6
	6,5	9	5	11	4	35,5
	5,5	10	5,6	8,6	4,6	34,3
	7,2	9,4	5	9	4,6	35,2
	8	7,4	6	8	5,4	34,8
	7,6	11	5,5	10,5	5,5	40,1
	7	8,8	6,5	8	6,5	36,8
	5,4	10,2	5,2	10	5,5	36,3
Mittelwerthe	6,6	9,1	5,5	8,8	4,9	34,8
Secunden	0,092	0,127	0,077	0,123	0,068	0,487.

Unter dem Rubrum Summen sind die Werthe der 3 zu einander gehörenden Striche und Lücken zusammengekommen, geben also für jede einzelne Beobachtung den Gesamtwert für die einander möglichst schnell folgenden Vorgänge.

Ganz anders aber fallen die Werthe bei Damerau aus; nicht nur die absoluten, welche uns die Zeiten für die schnell aufeinander folgenden Impulse und Bewegungen angeben, sind erheblich grösser, sondern auch die relativen zwischen Lücken geben wesentlich andere Resultate als bei Dr. Jaffé und mir. Die folgende Tabelle wird wohl am besten das Gesagte erläutern; die Zahlen geben die Maasse in Millimetern:

1 Strich	Lücke	2 Strich	Lücke	3 Strich	Summe
23	32	15	31	22	123
13,5	33,5	15	34,8	25,8	127,6
17	30	16,5	28	20,9	112,4
17,9	25,5	14,5	32,4	18,9	109,2
21	27	21,5	32	18,4	119,9
18,4	42,8	14,5	31,7	18	125,4
19,8	37	13,6	34,5	20,7	125,6
13,4	31	16,5	33,4	20	114,3
16	30	16,3	32,5	20	114,8
18	32,5	17,4	35	19,5	122,4
19	32	18	41	18,5	128,5
17	31,7	19,4	31,5	18	117,6
18,8	27,5	17	36	22	121,3
15,7	29,2	15,7	22,8	27	110,4
12	37	27	32	19,5	127,5
20,4	29,4	22,5	33,6	18,5	124,4
Mittel = 17,5	31,7	17,5	31,3	20,4	120,2
in Secunden 0,245	0,443	0,245	0,438	0,285	1,682.

d. h. also im Ganzen braucht Damerau zur Ausführung von einer gleichen Reihe von Bewegungen annähernd dreimal soviel Zeit wie ich und Dr. Jaffé. Ferner: Während bei Dr. Jaffé und mir der Uebergang aus einer Bewegung zur antagonistischen (Flexion zur Extension) ziemlich gleiche Zeiten beansprucht, erfordert bei Damerau der Uebergang zur nächstfolgenden Flexion nach vollendeter Extension fast doppelt soviel Zeit. Dabei ist allerdings zu bedenken, dass in der Länge der Lücke auch die Zeit steckt, welche die Wippe zu ihrem Niedergang behufs des Schlusses braucht; zwar wird dieselbe nur sehr gering ausfallen, da der Abstand der Contactstellen so gering als irgend möglich genommen wurde, allein um zu verhindern, dass der auf der Wippe ruhende Finger sie nicht schon durch seine Schwere schloss, musste die sie offenhaltende Feder sehr stark genommen werden, die ihre Spannung überwindende Beugung sehr kräftig erscheinen, während der leiseste Nachlass letzterer die Contactstellen

durch die Feder auseinanderschnellen machte. Dem entsprechend sind denn auch bei Dr. Jaffé und mir die Zeiten für die Oeffnung des Zeichenstroms fast durchweg etwas kleiner als die für das Niederdrücken; diese Differenz zeigt sich aber sehr viel excessiver bei Damerau. Der Umstand, dass die Strichlängen bei letzterem d. h. also die Zeiten zwischen erfolgtem Schluss und Wiederöffnung des Stroms mehr als doppelt so gross sind, zeigt, dass es auch hierzu eines neuen Willensimpulses bedarf, sei es nun, dass dieser die bereits thätigen Muskeln erschläft oder neue antagonistische in Thätigkeit setzt. Es scheint mir nun sehr wohl denkbar, dass die sehr hohen Werthe für Damerau (die Striche sind mehr als doppelt, die Abstände der einzelnen von einander nahezu viermal so gross, wie bei Hrn. Dr. Jaffé und mir) darin ihren Grund finden, dass nicht nur jeder einzelne Willensimpuls für sich eine grössere Zeit beansprucht, um die betreffenden motorischen Gangliengruppen zu erregen, sondern dass auch die einmal dadurch geschaffenen Erregungszustände länger andauernd, statt wie bei uns eine einmalige kurze Zuckung, eine mehr tetanische Zusammenziehung der beim Schliessen und Oeffnen der Kette thätigen Muskeln bewirkten.

Der Aufzählung der in diesen Versuchsreihen gefundenen That- sachen habe ich eine kurze Berechnung vorausgeschickt, welche zeigte, dass unter der Annahme einer mittleren Fortleitungsgeschwindigkeit in peripherischen motorischen Nerven von $30,3 \frac{\text{Meter}}{\text{Secunden}}$ die fünf von mir auszuführenden Bewegungen zur Schliessung und Oeffnung des Stroms 0,09 Sec. erfordern, dass demnach 0,45 Sec. auf die cerebralen Vorgänge hierbei kommen, für die Dauer eines jeden einzelnen Willensimpulses 0,06 Sec. zu berechnen wären. Die Körperlänge des Kranken Damerau ist der meinen ziemlich gleich, da ferner wohl mit grösster Wahrscheinlichkeit angenommen werden darf, dass die Fortleitungsgeschwindigkeit in den peripheren Nerven bei ihm normal ist, so lassen sich jene für die Vorgänge in den Nervenstämmen berechneten Werthe von mir gar wohl auf ihn übertragen.

Jene fünf von ihm ausgeführten Bewegungen beanspruchen unter letzterer Voraussetzung 0,09 Sec., gefunden wurde für die ganze Reihe der Bewegungen = 1,682 Sec., es kommen demnach

für die cerebralen Vorgänge, welche bei mir nur 0,45 Sec. beanspruchen = 1,592 Sec.

Nehmen wir aber an, dass jener bei mir gefundene Werth annähernd die physiologische Verzögerung im Gehirn angibt, so beträgt die pathologische Verzögerung in dem vorliegenden Falle: $= (1,592 - 0,45) = 1,142$ Sec. Jede der hintereinander ausgeführten Bewegungen erfährt also eine pathologische Verzögerung im Centrum = 0,228 Sec.

In unseren ersten Versuchen betrug aber, wie wir sahen, die cerebrale Verzögerung bei Bestimmung der Zeit von Ohr zu Hand für Damerau annähernd nur 0,1 Sec., also kaum halb so viel.

Unsere ersten Versuche, die sich an meine älteren anschliessen, sagen uns: es vergeht eine gewisse Zeit (a), bis die Schallerregung zu unserem Bewusstsein kommt; eine zweite, (b) bis der Erregungszustand der centralen Ganglien der Hörnerven durch ein uns noch nicht hinreichend bekanntes Mittelglied auf die Gangliengruppe der vorderen Hörner des Rückenmarks übergeht, von welcher die Bewegungsnerven unseres Vorderarms entspringen; eine dritte endlich (c), in welcher die Erregung der letzteren bis zu den Muskeln fortschreitet. Die ganze experimentell gefundene Zeit (+) setzt sich also in folgender Art zusammen:

$$t = a + b + c.$$

Mit einiger Wahrscheinlichkeit können wir in dieser Gleichung den Werth von c berechnen und zwar wird derselbe, vorausgesetzt, dass die mittlere Fortleitungsgeschwindigkeit bei Damerau ebenso gross wie bei mir ist, für den Abstand des Vorderarms (Flexor digitor. prof.) vom Gehirn annähernd, bei uns beiden

$$= 0,018 \text{ Sec.}$$

betragen.

Liesse sich ferner annehmen, und Vieles spricht dafür, dass die mittlere Fortleitungsgeschwindigkeit in den Empfindungsnerven (also auch im Acusticus) ebenso gross sei, als in Bewegungsnerven, und nehmen wir als mittleren Werth für die Länge des Acusticus-Stammes von der Cochlea bis zu seinem cerebralen Verschwinden 45 Mm. an, so würde für die Fortleitung der Schallempfindung bis zum Centrum $a = 0,001$ Sec. zu berechnen sein.

Aus unserer obigen Formel finden wir demnach, wenn wir die Werthe für a und c einsetzen:

$$t = (0,019 + b);$$

gefunden wurde t im Mittel bei mir $= 0,179$, also

$$b = 0,16 \text{ Sec.}$$

Bei Damerau betrug die physiologische Zeit von Ohr zu Hand

$$t_1 = 0,268 \text{ Sec.}$$

und demnach die Zeit für die centralen Vorgänge

$$b_1 = 0,249 \text{ Sec.}$$

Nun setzt sich diese Zeit für die centralen Vorgänge unzweifelhaft noch wenigstens aus 2 gesonderten zusammen: 1) die Ueberführung der Erregungszustände der Ganglienzellen des Acusticus auf bestimmte motorische Centren im Gehirn, und 2) von diesen durch die vorderen Stränge des Rückenmarks auf die Gangliengruppe der vorderen Hörner, von welchen die Bewegungsnerven für den Flexor digitor. profundus ihren Ursprung nehmen. Wir können kaum annähernd sagen, wie viel Zeit auf jeden dieser Vorgänge zu berechnen wäre, gewiss aber dürfen wir annehmen, dass in der letzten unserer Versuchsreihe, in welcher eine Reihe einzelner Willensimpulse den Anstoss zu den sich folgenden Bewegungen gibt, es sich um eine Ueberführung von Erregungszuständen der sensiblen Ganglien auf motorische nicht handelt, die für die cerebrale Leitung erforderliche Zeit also jedenfalls kürzer ausfallen muss.

Der Werth jener Zeit, die wir als Mittel für eine schnell hintereinander folgende dreimalige Schliessung und Oeffnung des zeichnenden Stromes fanden, umfasst, wie wir sahen, fünf Willensimpulse und ebenso viele Bewegungen des Zeigefingers. Die Zeit, die jede der letzteren beanspruchen, können wir, wie aus dem vorhergehenden verständlich ist, annähernd in $0,018 \text{ Sec.}$ setzen, wollten wir aber weiter vorläufig annehmen, dass jeder der fünf cerebralen Vorgänge (Willensimpulse) ebenso lange dauert, als in jenen Versuchen, in denen es sich um eine Ueberführung der Erregung sensibler auf motorische Ganglien handelte (wobei wir, wie ersichtlich, entschieden zu hoch greifen), so würde die ganze Zeit (T), welche die Ausführung der fünf intendirten Bewegungen beansprucht, in folgender Weise gefunden werden:

$$\text{für mich } T = 5b + 5c$$

$$\text{Damerau } T_1 = 5b_1 + 5c_1$$

Setzen wir in diesen Gleichungen jene vorhin bestimmten approximativen Werthe ($c = c_1 = 0,18$; $b = 0,16$; $b_1 = 0,249$ Sec.), so wäre:

$$T = 0,89 \text{ Sec.}, \text{ gefunden wurde aber } = 0,54 \text{ Sec.}$$

$$T_1 = 1,335 \text{ „ „ „ „ } = 1,682 \text{ „}$$

Ich will keinen zu grossen Werth auf diese Berechnung legen, weil sie im Ganzen doch auf zu unsicherer Grundlage fusst, eins aber lehrt sie unzweifelhaft, dass selbst bei Voraussetzung gewiss zu hoher Werthe für die centralen Vorgänge (b und b_1), das berechnete T_1 für Damerau viel zu klein, für mich T zu gross ausfällt.

Fanden wir nun aber bei den letzten (5 Bewegungs-)Versuchen, dass annähernd bei mir auf jeden Willens-Impuls 0,09 Sec. zu berechnen sind, so ergibt sich weiter aus unseren ersten Versuchen, dass für die cerebrale Fortleitung von Empfinden zum Wollen fast das Doppelte gefordert wurde, nemlich

$$= 0,16 \text{ Sec.}$$

Danach erscheint es wohl gerechtfertigt, anzunehmen, dass jene zwei Vorgänge, in welche sich bei den ersten Zeitmessungsversuchen der Vorgang im Gehirn zerlegt: 1) Ueberführung der Erregungszustände der Ganglien-Zellen des Acusticus auf bestimmte motorische Centren im Gehirn, und 2) von diesen durch die vorderen Stränge des Rückenmarks auf die Ganglien-Gruppe der vorderen Hörner, von welchen die Bewegungsnerven für den Flexor digit. profund. ihren Ursprung nehmen — ziemlich gleichwerthig seien. Dann würden aber unsere Gleichungen für die ganze Zeit der fünf Bewegungen und fünf Willensakte lauten:

$$T = 5 \left(\frac{b}{2} + c \right) \quad (\text{ich})$$

$$T_1 = 5 \left(\frac{b_1}{2} + c_1 \right) (\text{Damerau})$$

also nach Einsetzung der Werthe:

$$T = 0,49 \text{ Sec.}, \text{ gefunden wurde } = 0,54 \text{ Sec.}$$

$$T_1 = 0,719 \text{ „ „ „ „ } = 1,682 \text{ „}$$

Hier nähert sich der berechnete Werth von T gar sehr dem gefundenen, während T_1 (Damerau) noch mehr hinter demselben zurückbleibt.

Es geht also auch aus dieser Betrachtung unzweifelhaft hervor,

dass bei einer Reihe intendirter und vorher verabredeter Bewegungen zu jener cerebralen Verzögerung, die wir schon aus den ersten Versuchen erwarten mussten, noch ein Moment hinzukommt, und das, glaube ich, lässt sich darin vermuthen, dass bei Damerau jedem Willens-Impulse nicht, wie bei mir, eine kurze einmalige Zuckung, sondern eine mehr tetanische krampfhafte Bewegung folgte, d. h. dass die einmal in Erregung versetzten Ganglienzellen nicht sogleich wieder in Ruhe kommen, sondern, in jener eine gewisse Zeit verharrend, eine länger dauernde Thätigkeit ihrer peripheren Nerven bedingen.

Die Krankengeschichte, wie die verschiedenen Versuche, die von meinem verehrten Collegen Leyden mit dem Patienten angestellt wurden, sprechen nun wohl ebenso, wie die von mir mitgetheilten Thatsachen, entschieden dafür, dass es sich hier um eine cerebrale, nicht etwa um eine spinale Verzögerung handelt, desgleichen aber scheint es mir bei dem Fehlen aller psychischen und Sensibilitäts-Störungen unzweifelhaft, dass man den eigentlichen Sitz der Störung in den motorischen Centren des Mittelhirns zu suchen habe, jenen Theilen, deren Funktion es vor Allem ist, die bestimmten Zwecken und Intentionen angepassten Bewegungen aus der unendlichen Zahl möglicher Bewegungen auszuwählen und in passendster Weise zu combiniren.

XXXII.

Kleinere Mittheilungen.

1.

Beobachtungen über Area Celsi.

Von Dr. H. Scherenberg,

Amtsarzt zu Friesoythe im Grossherz. Oldenburg.

Im 3. Heft des XLIII. Bandes dieses Archivs findet sich ein Aufsatz von Dr. Bock aus Greifswald über Area Celsi, welcher die Anregung zur Mittheilung weiterer Beobachtungen über dies noch wenig gekannte Leiden enthält. Mir sind kürzlich zwei Fälle desselben vorgekommen, die ich hier kurz beschreiben will.