DEUTSCHE MEDICINISCHE WOCHENSCHRIFT.

Mit Berücksichtigung der öffentlichen Gesundheitspflege und der Interessen des ärztlichen Standes.

Zehnter Jahrgang.

Redacteur Dr. P. Börner.

Druck und Verlag von G. Reimer in Berlin.

I. Ueber ein neues absolutes Galvanometer und einige damit angestellte Versuche.

Von

A. Eulenburg (Berlin).

Ueber die Nothwendigkeit und Unentbehrlichkeit eines nach Einheiten abgetheilten absoluten Galvanometers als Messinstrument für die elektrodiagnostische und therapeutische Praxis kann wohl heutzutage kein Zweifel bestehen. Es kann sich also nur um die relative Brauchbarkeit der für diesen Zweck neuerdings aufgetauchten Instrumente, resp. um die allmähliche Vervollkommnung derselben für den practischen Gebrauch handeln. In dieser Beziehung scheint mir nun das neue, von Herrn W. A. Hirschmann in Berlin nach mehrjährigen Versuchen kürzlich in die Oeffentlichkeit gebrachte absolute Galvanometer einen wesentlichen Fortschritt zu bezeichnen. Da ich selbst mich in der Lage befand, bereits seit sechs Monaten fast continuirlich mit diesem Apparate zu arbeiten, ja denselben theilweise schon bei Gelegenheit meiner vorjährigen Untersuchungen über hydroelektrische Bäder zu verwerthen, so kann ich, auf längere Erfahrungen gestützt, das Hirschmann'sche Galvanometer als ausserordentlich zweckentsprechend empfehlen, zumal es äusserst solid gearbeitet ist und bei Aufstellung und Gebrauch die denkbar einfachste und bequemste Handhabung gestattet. Es ist, gleich den Edelmann'schen Taschen-Galvanometern (von denen es aber in seiner gesammten Construction vollständig abweicht) für Stromintensitäten bis zu 0,02 A. (= 2 M. A.) geeicht, gestattet aber andererseits eine Differenzirung noch bis zu 0,0001 ($= \frac{1}{10}$ M. A.) herunter, so dass also dem elektrotherapeutischen Bedürfnisse in mehr als ausreichender Weise genügt ist.

Das Galvanometer ist in einem 18 cm. hohen, 14 cm. breiten Holzgehäuse befestigt, an dessen Vorderseite die in 10 Theilstriche (Grade) jederseits getheilte und mit vertical schwingender Nadel versehene Scala angebracht ist. Statt der gewöhnlichen einfachen Magnetnadel enthält das Instrument ein astatisches Nadelpaar, d. h. zwei mit den ungleichnamigen Polen sich entgegenstehende Magnete, welche auf gleicher Axe schwingen, und zwar die eine (vordere) an der Scala selbst, die

andere, von zwei Drahtspiralen und einem Kupferkasten als Dämpfer umgehen, im Inneren eines Holzkastens. Um eine stets genau horizontale Aufstellung zu ermöglichen, liegt das Instrument auf der einen (vom Beschauer aus rechten) Seite in fester Axe; auf der anderen (linken) befindet sich eine regulirende Stellschraube, welche dazu dient, um bei nicht horizontaler Lage des Galvanometers die Nadel stets wieder vertical auf den Nullpunkt der Scala einstellen zu können. — Die Anwendung eines Richtmagneten, wodurch eine so grosse Schwerfälligkeit des Instrumentes und Ungleichheit der Nadelausschläge bei den gebräuchlichen Vertical-Galvanoskopen bewirkt wird, fällt natürlich hier gänzlich fort. Die Zahl der eintretenden Oscillationen des Nadelpaares wird durch die angebrachte, übrigens vielleicht noch weiterer Verbesserung fähige Kupferdämpfung auf weniger als die Hälfte vermindert.

Durch eine sinnreiche Combination von Widerständen, unter Anbringung von Nebenschliessungen, ist dem Instrument eine abstufbare Empfindlichkeit für die Benutzung bei schwachen, mittelstarken und sehr starken Strömen verliehen. Dies geschieht durch variable Stöpselung, entweder nach der Anordnung 1.1 (beide Stöpsel in den Oeffnungen rechterseits steckend), wie die Fig. zeigt, oder 2.2 (beide Stöpsel in den mittleren Oeffnungen rechts und links), oder endlich 4 (ein Stöpsel herausgezogen, der andere an der äusseren linken Oeffnung an der Basis des Instrumentes). Im ersten Falle indicirt die gesammte Scala jederseits 5 M. A., jeder ihrer 10 Theilstriche sonach $\frac{1}{2}$ M. A. oder 0,0005 A. Da die Entfernung eines Scalentheiles von dem folgenden $2,75^\circ$ eines 16 cm. im Durchmesser haltenden Kreises (oder ca. 4 mm) beträgt, so ist dieselbe gross genug, um bei der in Rede stehenden Stöpselung noch Stromstärken bis zu $\frac{1}{10}$ M. A. herunter — d. h. den fünften Theil des Zwischenraumes je zweier Theilstriche — deutlich zu differenziren. — Bei der Stöpselung 2.2 indicirt die gesammte Scala 10 M. A., jeder Theilstrich derselben 1 M. A.; die an der Scala angebrachten Werthbezeichnungen sind demnach zu verdoppeln. Bei der Stöpselung 4 werden im Ganzen 20 M. A. indicirt, jeder Theilstrich entspricht 2 M. A., die Angaben der Scala sind also zu vervierfachen. — Diese variable Empfindlichkeit des Instruments wird dadurch erreicht, dass bei der Stöpselung 2.2 eine Nebenschliessung hinzutritt von gleichem Widerstand wie der des Galvanometers, so dass nur die Hälfte des Gesamtstroms durch letzteres hindurchgeht. Bei der Stöpselung 4 tritt eine Nebenschliessung ein von $\frac{1}{3}$ des Galvanometer-Widerstandes, so dass nur ein Viertel des Gesamtstroms durch das Galvanometer, drei Viertel dagegen durch die Nebenschliessung circuliren. Der Gesamtwiderstand des Galvanometers bleibt dabei in jedem Falle unverändert (= 500 Siemens'sche oder 471 Ohm'sche Einheiten); dies wird durch eine sinnreiche Vorrichtung erzielt, indem bei der Stöpselung 2.2 zu dem Widerstand der Multiplicatorwindungen noch ein solcher von 250 und bei der Stöpselung 4 überdies noch ein solcher von 125 Einheiten hinzutritt. Es erfolgt daher auch bei Benutzung des Galvanometers mit verschiedenartiger Empfindlichkeit keine Veränderung der Stromstärke; und auch eine Stromunterbrechung findet beim Uebergang von grösserer zu geringerer Empfindlichkeit (oder umgekehrt) nicht statt. Die Zuleitung des Batteriestromes wird durch zwei Klemmen zu beiden Seiten des Instrumentes vermittelt. —

Sehr einfach und zweckmässig kann das H.'sche Galvanometer Benutzung finden, um die elektromotorische Kraft der Batterie, resp. einzelner Elemente derselben zu bestimmen, falls ein nach Einheiten graduirter Rheostat zu Gebote steht, oder ferner, um, wenn die elektromotorische Kraft und die inneren Widerstände der Batterie bekannt sind, den äusseren Widerstand (des eingeschalteten menschlichen Körpers) bei gewissen Stromapplicationen annäherungsweise zu messen. Für Bestimmung der elektromotorischen Kraft (E) hat man nur mit Hülfe des Rheostaten einen berechenbaren Gesamtwiderstand (Galvanometer + Widerstand der Elemente + Rheostat) einzuschalten und die Stromstärke in

M. A. am Galvanometer abzulesen. Ist dann z. B. mit 2 Elementen $E = \frac{1}{1000} A$. (1 M. A.), so ist $E = 1$, also die elektromotorische Kraft von 2 Elementen = 1 (Volt. = 0,89 Dan.). Handelt es sich um Bestimmung des äusseren Widerstandes (W. a.) bei percutaner Galvanisation mit den obigen 2 Elementen, deren elektromotorische Kraft = 1, und bei einem inneren Widerstand (Galvanometer und Widerstand der 2 Elemente) von zusammen 510 (Siem.; 1 Ohm = 1,06 Siem.), so ist wiederum nur die Stromstärke am Galvanometer abzulesen; falls diese nun = $\frac{1}{10000} A$. ($\frac{1}{100000} A$), so ist

$$\frac{510 + W. a.}{10000} = \frac{1}{100000} A.$$

demnach W. a. = 9490 oder rund 9500 (annähernd).

Ich habe dieses Galvanometer n. A. benutzt, um genauere Versuche über das galvanische Zuckungsminimum anzustellen, als es früher möglich war, d. h. über diejenigen Stromintensitäten, welche bei percutaner Galvanisation am Gesunden eben hinreichen, um vom Nerven oder Muskel aus minimale KSZ hervorzurufen — sowie auch über diejenigen Stromintensitäten, welche demnächst zur Anlösung minimaler Zuckungen auf andere Reizmomente (ASZ, AOZ und eventuell KOZ) erforderlich werden. An zahlreichen gesunden oder relativ gesunden Individuen habe ich die verschiedenen grösseren Nervenstämme, motorischen Nervenäste und Muskeln des Körpers in dieser Richtung untersucht. Es lag in dieser Beziehung auffallend wenig Material vor, woran wohl die bis vor Kurzem allgemein fühlbare Unsicherheit der Messungsmethode und die Unmöglichkeit, wirklich allgemein controlirbare und vergleichbare Resultate zu erlangen, wesentlich schuld war. Ich kann auf die noch nicht abgeschlossenen Ergebnisse meiner Untersuchungen, welche die Anstellung einer Scala für alle percutan erreichbaren Nerven und Muskeln bezwecken, hier nicht näher eingehen; nur wenige Bemerkungen möchte ich mir vorläufig gestatten. Es sind über das „Zuckungsgesetz“ bei normalen Individuen vor einiger Zeit von N. Weiss¹⁾ Angaben mitgeteilt worden, die auf Prüfung an verschiedenen Nervenstämmen (Facialis, Radialis, Ulnaris, Medianus, Accessorius, Peroneus) beruhen. Diese Untersuchungen wurden mit einem Gaiffe'schen, empirisch nach Millimeter graduirten Galvanometer vorgenommen. Die hiermit von Weiss erhaltenen und mitgetheilten Werthe sind nun durchschnittlich nicht unerheblich grösser als diejenigen, welche ich bei sehr zahlreichen Untersuchungen der verschiedensten Individuen mit Hilfe des Hirschmann'schen absoluten Galvanometers erhielt; und ich stehe nicht an, zumal auch die Werthschwankungen in den Weiss'schen Befunden äusserst bedeutend sind, diese Differenz wenigstens grösstentheils auf Mangelhaftigkeit des von Weiss benutzten, für schwächere Ströme vermuthlich zu empfindlichen Instruments zu beziehen. So fand Weiss KSZ an den untersuchten Nerven bei $1\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$, AnSZ bei $2\frac{1}{2}$ — $4\frac{1}{2}$ MW (AnOZ ebenso); ich fand dagegen in den weitaus meisten Fällen KSZ an oberflächlich gelegenen Nervenstämmen, wie die oben genannten, schon bei 0,5—2,5 M. A.; sodann AnSZ bei 1,2—3,5 und AnOZ bei 1,5—4,0 M. A. — Die Anodenöffnungszuckung fand ich gewöhnlich erst nach der Anodenschliessungszuckung, nicht blos am Facialisstamme, wo dies bekanntlich v. Ziemssen als Regel hingestellt hat, und am Ellbogen-Ulnaris (Watteville), sondern auch an anderen motorischen Nervenstämmen des Körpers; der AnSZ vorausgehend erschien sie nur in $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ der untersuchten gesunden Individuen, am N. radialis ungefähr ebenso häufig, wie am Stamme des Facialis. — Im Allgemeinen fand ich für die verschiedenen grösseren motorischen Nervenstämme weder überhaupt, noch auch bei einem und demselben Individuum sehr erhebliche Unterschiede; so betrug z. B. die für das galvanische Zuckungsminimum (minimale KSZ) an Gesunden erforderliche Stromstärke²⁾ für

N. facialis (Stamm)	in 24 Fällen	0,6—2,0 M. A.
„ „ (Zweige)	in 9 „	0,6—1,5
„ accessorius	in 7 „	0,4—1,2
Plexus brachialis (am Halse) in	5 „	0,4—1,3
N. radialis (Oberarm) . . .	in 4 „	1,0—2,3
„ medianus (Oberarm) . .	in 4 „	0,7—1,2
„ ulnaris (Ellbogen) . . .	in 10 „	0,4—0,8
„ peroneus	in 6 „	1,5—2,4
„ tibialis	in 5 „	1,5—2,5
„ recurrens? am Halse ³⁾ .	in 1 „	1,5.

An den Muskeln waren durchschnittlich etwas höhere Stromintensitäten erforderlich; minimale KSZ nach meinen Ergebnissen an Gesichts-, Hand- und Fussmuskeln bei 0,8—2,7; AnSZ bei 1,4—4,0; AnOZ bei 2,0—5,5 und darüber (der Abstand zwischen AnSZ und AnOZ ist am

Muskel durchschnittlich weit bedeutender als am Nerven). — Bei gesteigerter galvanomuskulärer Contractilität, in Fällen von EaR im Gebiete des Facialis, Peroneus n. s. w. fand ich dagegen an den betreffenden Muskeln KSZ und AnSZ vielfach schon bei 0,1—0,2 M. A., und in einem Falle sogar KOZ schon bei 0,5—0,6 M. A., verbunden mit den gewöhnlichen Erscheinungen contracturartig trägen Ablaufes der Zuckung. — Ohne in eine weitere Erörterung der sich hieran knüpfenden Detailfragen eintreten zu wollen, führe ich die vorstehenden Zahlenangaben nur als Beleg an, wie bequem und sicher es sich mit dem absoluten Galvanometer arbeitet und wie dasselbe uns zu einem weit rascheren, vollständigeren und lebendigeren Erfassen der Reactionsverhältnisse gesunder wie erkrankter Nerven und Muskeln befähigt. In der That, wenn die Elektrizität in ihrer methodisch ausgebildeten diagnostischen Anwendung gewissermassen das subtilste Reagens bei pathologischen Zuständen an Nerv und Muskel darstellt, so wird Empfindlichkeit und Werth dieses Reagens unzweifelhaft durch die verallgemeinerte Benutzung präziser Messinstrumente nach Art des hier beschriebenen ganz bedeutend gesteigert.

¹⁾ Centralblatt für die gesammte Therapie, Januar 1883, pag. 11 ff.

²⁾ Reizung stets unipolar, mit mittelgrosser ($2\frac{1}{2}$ cm) Elektrode, die andere Elektrode auf dem Sternum.

³⁾ Controle durch laryngoskopisch beobachtete Adduction des Stimmbandes.