

XXI.

Ueber ein neues elektrisches Akumetermodell.

Von

Dr. G. Gradenigo,

Docent für Ohrenheilkunde an der kgl. Universität Turin.

(Von der Redaction übernommen am 19. Juli 1890.)

Bald nachdem der Gebrauch des Telephons sich verbreitete, machten die Otiatriker das neue Instrument zum Gegenstand ihrer Specialstudien, um wo möglich das Telephon als Messinstrument der Hörschärfe anzuwenden, das der mannigfachen Mängel der gewöhnlichen Hörmesser entbehren sollte.

Hartmann¹⁾, Dalby, Urbantschitsch²⁾, Cozzolino³⁾ construirten und wendeten Instrumente an, die auf dem Princip des Schallmessers von Huyges beruhten. Andere, viel vollkommene Modelle wurden von Jacobson⁴⁾ und von mir³⁾ vorgeschlagen. Es ist deshalb gewiss sonderbar, dass in jüngster Zeit eine Arbeit von Dr. Cheval in Brüssel unter dem Titel: „Electro-acoumètre, nouvelle méthode pour la recherche de la surdité dans les Conseils de Milice et de Revision“⁵⁾ erschien, worin der elektrische Hörmesser als ein neues Instrument beschrieben wird. Diese Arbeit dient mir als Gelegenheit, über die Gruppe dieser Instrumente zu sprechen, die verschiedenen Modelle anzuführen, welche bis heute vorgeschlagen wurden, die Vortheile und Fehler derselben hervorzuheben, damit der Werth der genannten Hörmesser von den

1) Lehrbuch. S. 28, und Verhandlungen der physiolog. Gesellschaft zu Berlin. 11. Januar 1878.

2) Lehrbuch. 1890. S. 39.

3) Sezione di otologia del XII. Congresso medico di Pavia. Sitzung vom 21. September 1887.

4) Deutsche med. Wochenschr. 1885. Nr. 53.

5) Bulletin de l'academie roy. de médecine de Belgique. No. 3. Mars 1890.

Einen nicht übertrieben, von den Anderen nicht zu gering geschätzt werde.

Das Princip, worauf alle telephonischen Hörmesser beruhen, ist im Wesentlichen folgendes. Wenn man durch eine (inducirende) Spule einen unterbrochenen Strom durchleitet, dann erfolgt im Stromkreis einer anderen in der Nachbarschaft der ersten befindlichen (inducirten) Spule der Durchgang des inducirten Stromes, und dieser wird um so intensiver sein, je intensiver der inducirende Strom ist und je kleiner der Rollenabstand ist. Wenn nun die Intensität des inducirenden Stromes constant ist, dann wird man eine gradweise erfolgende Abnahme der Intensität des inducirten Stromes erhalten, wenn man die inducirte Spule von der inducirenden allmählich entfernt; man wird auf diese Weise den Uebergang vom höchsten Werthe der inducirenden Wirkung zum niedrigsten Werthe erhalten, beim unveränderten Bestehen der übrigen Versuchsbedingungen.¹⁾ Man kann auch die inducirte Rolle zwischen zwei inducirende Rollen verlegen, die fix und gleichmässig construirt sind, aber entgegengesetzte inducirende Action haben (d. h. an denen die Richtung der Windungen des metallischen Drahtes entgegengesetzt ist) und die von demselben inducirenden Strome beherrscht werden. In der Mitte zwischen beiden, dort wo die entgegengesetzten inducirenden Wirkungen einander abstossen, wird in der inducirten Rolle kein Strom durchgehen; je mehr die inducirte an eine der Rollen genähert und folglich von der anderen entfernt wird, desto grösser wird auf sie die inducirende Wirkung der ersten sein und die Intensität des inducirten Stromes wird eine um so grössere sein. Man denke sich nun, dass in den Stromkreis der inducirten Rolle ein Telephon eingeschaltet sei; dieses wird einen Ton geben, der der Zahl der Unterbrechungen des inducirenden Stromes entspricht. Die Intensität des Tones wird variiren, je nachdem die inducirte Rolle mehr oder weniger entfernt von der inducirenden ist (diese Distanz kann pünktlich gemessen und eventuell an einer Scala abgelesen werden und kann als Maassstab für die Hörschärfe dienen).

1) Eine gradweise Abnahme der Stromintensität erhält man auch bekanntlich dadurch, dass man in den Stromkreis mittelst eines Rheostaten immer grössere Widerstände einschaltet bei gleich bleibender elektromotorischer Kraft. Diese Methode wird jedoch bei den telephonischen Hörmessern nicht angewendet, weil sie complicirter ist, als die vorhergehende.

Der von Urbantschitsch vorgeschlagene elektrische Hörmesser besteht aus einer doppelten inducirenden Spule. Die Unterbrechung im primären Strome erhält man mittelst eines Neef'schen Hammers, der genügend leise functionirt, indem er in einer Schachtel sich befindet, die ihrerseits in einem Möbelstück versteckt ist, das im Untersuchungszimmer steht. Die Länge der Scala beträgt ungefähr 35 Cm.

In Hartmann's Akumeter werden der Ton und die Unterbrechungen von einer elektrischen Stimmgabel gegeben. Die Aenderungen der Stromintensität erhält man dabei entweder durch einen Rheocord oder durch eine inducirte Spule.

Beim Huyges'schen Hörmesser gewinnt man den Ton mittelst eines mikrophonischen Systems.

Auch das Instrument von Cozzolino besteht blos aus einer einzelnen inducirenden Spule. Die grösste Distanz zwischen den Spulen beträgt 30 Cm.; die Unterbrechung erfolgt durch einen Unterbrecher mit gewöhnlicher Spirale, der durch eine Grenet'sche Säule in Bewegung gesetzt wird. Diese Akumeter geben blos einen bestimmten Ton. Jacobson hat, um Töne von verschiedener Tonhöhe zu erhalten, verschieden gestimmte Unterbrechungsspiralen verwendet, welche intensivere Töne geben, als die elektromagnetische Stimmgabel.

Ich habe, um denselben Zweck zu erreichen, d. h. um nicht nur die Intensität, sondern auch die Tonhöhe zu variiren, an meinem elektrischen Akumeter entweder elektrische Stimmgabeln oder eine unterbrechende Feder von besonderer Construction verwendet.

An dem von Cheval vorgeschlagenen Modell wird die Unterbrechung des primären Stromes entweder durch eine Stimmgabel oder durch einen gewöhnlichen Unterbrecher bewirkt. Der Apparat hat auch eine Vorrichtung, um die Simulation von Taubheit zu entdecken.

Alle angeführten Apparate zeigen in der Praxis Fehler, die ich kurz anführen will und die ich durch das von mir vorgeschlagene Modell wenigstens zum Theil zu beseitigen versuchte.

1. Es ist sehr schwer, den primären Strom constant zu erhalten. Es ist eine constante Intensität des primären Stromes nothwendig, um bei gleich bleibenden Bedingungen eine constante Intensität des inducirten Stromes und des Tones im inducirten Stromkreise zu erhalten. Nun kann diese Bedingung

in der Praxis ausserordentlich schwer erreicht werden. Die Grenet'schen Säulen können zu dem Zwecke nicht dienen, trotz der Bequemlichkeit der Anwendung und der Stärke des von ihnen gelieferten Stromes, weil sie sich so rasch polarisiren, dass die elektromotorische Kraft nach wenigen Minuten in beträchtlicher Weise abnimmt. Die viel constanteren Säulen mit doppelter Flüssigkeit (Typus Daniell) sind zu kostspielig und bedürfen wegen ihrer beträchtlichen inneren Resistenz Unterbrecher von specieller Construction; schliesslich ist die von ihnen gelieferte Stromintensität Veränderungen unterworfen, je nachdem die Säulen frisch gefüllt wurden oder nicht u. s. w. In der Praxis bewähren sich die Säulen Leclanché ziemlich gut, jedoch polarisiren sich auch sie bei geschlossenem Stromkreis ziemlich rasch.

Die Methode, durch welche ich eine constante Stromintensität erhalten konnte, ist folgende. Ich verwende 6—8 Säulen von Leclanché, die mir eine viel grössere Stromintensität geben, als für die Function des Hörmessers nothwendig ist. Bevor ich dieselbe in den Apparat leite, messe ich sie mittelst eines Amperometers und leite mittelst eines Rheostats so viel Widerstände in den Stromkreis ein, als nothwendig sind, um die Intensität auf eine bestimmte Zahl von Milli-Ampères zu reduciren. Hier-nach lasse ich den auf diese Weise modificirten Strom mittelst eines Stromwenders in den akumetrischen Apparat passiren.

2. Die Intensität des Tones kann nicht in genügender Weise graduirt werden. Das Modell mit doppelter inducirender Rolle bietet noch den Nachtheil, dass es nie einen Ton von grosser Intensität geben kann, weil der inducirte Strom das Resultat der Differenzen in der entgegengesetzten inducirenden Wirkung der beiden Rollen ist. Ausserdem geht, wenn die inducirte Rolle genau in der Mitte zwischen beiden inducirenden Rollen steht, gar kein Strom durch, und wir erhalten daher das physikalische Null des Tones im Telephon, aber nicht das 0 oder das physiologisch Geringste, das uns interessirt. Es sind deshalb die Hörmesser mit einfacher inducirender Rolle vorzuziehen, aber die Scala sollte, wie bei meinem Hörmesser, für feine Graduation des Tones ungefähr 90 Cm. haben; die Dimensionen der Rollen und die elektromotorische Kraft müssten dann in der Weise combinirt sein, dass das kleinste physiologische Mittel der Hörschärfe beiläufig 80 Cm. entspräche. Scalen von 30—35 Cm. sind, nach meiner Meinung, zu kurz, um eine genügend feine Graduation der Intensität des Tones zu erlauben.

Bei meinem akumetrischen Modell erhalte ich von der inducirenden Rolle eine sehr schwache Wirkung, wenn ich dieselbe ganz oder theilweise mit einem Hohlcyliner von Messing bedecke; ich erhalte so eine zweite Graduation des Tones im Telephon, die viel feiner ist, als die erste.

3. Man kann die Tonhöhe nicht zweckmässig variiren. Es ist bekannt, dass für die Localisation der Erkrankung im Gehörorgan die Prüfung auf verschiedene Töne sehr wichtig ist; es sind hauptsächlich die sehr tiefen und die sehr hohen Töne (jenseits von 2000 V. S.), welche wichtige Elemente für unser Urtheil abgeben. Diese Töne lassen sich äusserst schwer mit dem Akumeter erhalten. Wenn man tiefe, in den primären Stromkreis eingeschaltete Stimmgabeln anwendet, dann leitet das Telephon nur schwer oder gar nicht die Töne, welche sie geben; es wird eher der zusammengesetzte von den accessoriellen metallischen Theilen der elektrischen Stimmgabel producirte Ton fortgeleitet. Bei hohen Stimmgabeln, welche also eine grosse Schwingungszahl haben, erfolgen die Unterbrechungen des Stromkreises nicht regelmässig; man erhält leicht Interferenztöne, und es ist eine beträchtliche elektromotorische Kraft nothwendig. Das, was ich bezüglich der Stimmgabeln sagte, gilt auch für die Feder; man kann die tiefen und die sehr hohen Töne vom Akumeter nicht erhalten.

Wir können indessen die mittleren Töne variiren. Bei meinem Modell kann ich elektrische Stimmgabeln von 100 bis ungefähr 1000 V. S. substituiren, dank einer Vorrichtung, welche die Ausdehnung der Vibrationen für hohe Töne vermehrt. Ich verwende auch mit Vortheil eine unterbrechende Feder, deren schwingender Theil mittelst einer mikrometrischen Schraube graduirt, verlängert oder verkürzt werden kann, so dass ich eine progressive Variation der Tonhöhe in der Ausdehnung von ungefähr $1\frac{1}{2}$ Octaven erhalten kann.

4. Die telephonischen Akumeter eignen sich nicht zur Feststellung eines typischen Maasses für die Hörschärfe. Der producirte Ton und seine Intensität hängen in der That von viel zu verwickelten Factoren ab, als dass die mittelst verschiedener Apparate erhaltenen Resultate untereinander verglichen werden könnten.

5. Die elektrischen Akumeter sind zu kostspielig und nicht transportabel.

6. Man kann mit dem elektrischen Akumeter

blos auf dem Wege der Luftleitung die Hörschärfe messen.

7. Schliesslich wenn man auch bei Anwendung aller denkbaren Vorsichtsmaassregeln ein Instrument construiren könnte, welches bestimmte Töne von constanter Intensität geben würde, so wären die vom Untersuchungsobject abhängigen Fehlerquellen doch noch zu zahlreich, um die Resultate der Untersuchungen als exacte hinstellen zu können. Kleine Aenderungen im Contacte des Telephons mit der Ohrmuschel, in der centralen Lage der schwingenden Lamelle des Telephons mit Bezug auf den äusseren Gehörgang, kleine von der Gehöraccommodation abhängige Aenderungen können bei an demselben Individuum und an demselben Ohre wiederholten Untersuchungen verschiedene Resultate geben. —

Im Gegensatz zu den angeführten Nachtheilen bietet das elektrische Akumeter auch Vortheile, von denen ich die nachfolgenden namhaft mache.

1. Das Akumeter erlaubt eine rasche Prüfung der Hörschärfe und die Resultate aufeinander folgender Prüfungen sind untereinander vergleichbar, wenn man von einer absoluten Exactheit absieht, die man übrigens wegen des unter 7 angeführten Grundes mit gar keinem Akumeter erhalten könnte.

2. Da das Telephon direct auf das Ohr applicirt wird, haben die äusseren Geräusche auf die Resultate der Prüfung weniger Einfluss, als bei den anderen Untersuchungsmethoden auf dem Wege der Luftleitung.

3. Da man den Apparat in der Weise combiniren kann, dass der Kranke absolut nicht die Functionsweise desselben versteht, so bleibt jedwedem Mitwissen von Seiten des Kranken ausgeschlossen, und es kann leichter als durch andere Mittel eine eventuelle Simulation aufgedeckt werden. Dem letzteren Zwecke scheint auch der Apparat von Cheval gut zu entsprechen.

Ich hielt es für angezeigt, die hauptsächlichen Vor- und Nachtheile anzuführen, welche das elektrische Akumeter in der Praxis aufweisen kann. Es verdient also nicht eine absolute Verdammung von der einen und übertriebenes Lob von der anderen Seite. Das Akumeter ist ein Instrument, welches in der poliklinischen Praxis und bei der Militärassentirung sehr nützliche Dienste leisten kann.