(Aus dem physiol. Institut des Herrn Prof. Dr. A. Beck in Lemberg.)

Ein automatischer Muskelunterbrecher.

Eine neue Methode zur Prüfung der Muskelzuckungen.

Von

Bolesław Błażek.

(Mit 6 Textfiguren.)

Bei der Untersuchung der Muskelermüdung, um das Bild dieses Zustandes in seiner ganzen Steigerung der Zuckungsveränderungen bis zu dem Grade, in welchem der den Muskel treffende Reiz schon gar keine Zuckung mehr hervorruft, zu erhalten, wird gewöhnlich ein automatischer Stromunterbrecher, z. B. ein Metronom, gebraucht, der den Muskel in beliebigen, aber immer gleichen Zeitintervallen zu reizen erlaubt.

Die Muskelzuckungen werden mit Hülfe eines beliebigen Myographs auf langsam rotirender Trommel als eine Reihe von Zuckungscurven gezeichnet, und diese stellen das Bild der Muskelarbeit bis zum Auftreten der völligen Ermüdung vor. Auf diese Weise hat Kronecker, wie bekannt, indem er mittelst eines selbstthätigen Apparats mit maximalen Inductionsschlägen den Muskel reizte und die Zuckungsstriche in gleichen Abständen aufschrieb, eine Ermüdungscurve, durch Verbindung der höchsten Punkte der genannten Zuckungsstriche erhalten. Diese Ermüdungscurve war sowohl bei den ausgeschnittenen als auch bei den normal ernährten Muskeln geradlinig.

Bei allen diesen Untersuchungen wurde aber auf ein Moment nicht genug Acht gegeben. Der gereizte Muskel arbeitet anfangs sehr energisch, d. h. verkürzt sich sehr rasch, und ebenso rasch kehrt er in seine ursprüngliche Lage zurück; nach und nach aber wächst die Ausdehnungszeit, und da der Muskel in immer gleichen Zeitintervallen gereizt wird, sind die Reize anfangs zu selten und treffen

den Muskel eine gewisse Zeit nach seiner Ausdehnung, wo er schon ein wenig auszuruhen vermochte; später aber, nachdem die Ausdehnung des Muskels sich verlängert hat, sind sie wieder zu häufig und treffen den Muskel noch während dessen Ausdehnung, geben also eine Reihe von Superpositioncurven.

Um eine solche Ermüdungscurve zu erhalten, wo der Muskel gerade in dem Momente gereizt wird, in welchem er in seine ursprüng-

Fig. 1.

liche Lage zurückkehrt, habe ich einen neuen Myograph construiert, welcher gestattet, den Muskel automatisch erst nach der Rückkehr zur ursprünglichen Lage, aber sofort nach dieser Rückkehr, zu reizen. Die Grundidee dieses Apparates ist dieselbe, wie bei allen anderen Myographen und beruht auf der Fortpflanzung der Muskelzuckung auf ein Hebelsystem mit Schreibfeder. Der Hebel ist aber mit einem Contacte versehen, der im Momente der Ausdehnung des Muskels den primären Stromkreis schliesst.

Schematisch zeigt das Fig. 1 A und B.

A während der Ausdehnung, *B* während der Zuckung des Muskels. Im ersten Falle ist der Stromkreis geschlossen, im anderen geöffnet.

Kommt der Hebel in die Lage *A* (während der Ausdehnung des Muskels), so ist die Stromkette geschlossen, die Spirale *f* inducirt in *d* einen Strom, und der Muskel wird gereizt. In diesem Augenblicke verkürzt er sich, und der Hebel kommt in die Lage *B*. Die Stromkette wird jetzt geöffnet, und der Muskel kann nicht früher wieder gereizt werden, als bis er in seine ursprüngliche Lage zurückgekehrt ist und dadurch den Contact *b* geschlossen hat.

Der Contact *a* in *A* und *a'* in *B* ist selbstverständlich vermittelst Ebonits isolirt. (Der geschwärzte Theil der verticalen Säule ist aus Ebonit verfertigt.) Vermittelst dieses Apparates erhält man eine Reihe von Zuckungscurven, die so lange dauern, bis der Muskel gänzlich ermüdet und keine Contraction mehr zeigt.

Eine solche Curve des ausgeschnittenen Froschmuskels zeigt Fig. 2.

Der Hebel bewegt sich in der senkrechten Ebene und schreibt die Zuckungscurven auf eine um die senkrechte Achse rotirende Trommel.

Die ganze Versuchsanordnung zeigt Fig. 3.

Fig. 2.

Der geschilderte Apparat kann noch eine zweite Verwendung haben. Ich habe ihn nämlich auch dazu verwendet, um das Stadium der latenten Reizung zu bestimmen. Zu diesem Zwecke wird die Schreibfeder nach unten geneigt und der Oberfläche der berussten, um eine horizontale Achse rotirenden Trommel möglichst genähert, jedoch ohne dass die Feder die Trommel berührt. In Folge dessen beschreibt während der Contraction des Muskels die Feder auf dem berussten Papier eine Gerade. Der Muskel wird hier wiederum nicht früher gereizt, als er in seine ursprüngliche Lage zurückkehrt.

Fig. 3.

Die Anordnung des Versuchs ist folgende (Fig. 4):

Der Strom geht von der Batterie *B* aus, durch die Spirale *c*₁, dann den Muskelunterbrecher *U* zu dem Quecksilbercontacte *b*. Die berusste Trommel *W* ist mit einem Platindrahte *d* versehen. Taucht er in Quecksilber ein, so wird die primäre Stromkette geschlossen, und der Strom fließt weiter von *b* über *d* und *W* zur Batterie zurück. Rollt sich die Trommel um *W* um die Achse, so berührt der Platindraht *d* den Quecksilbermaniscus *b*, ein Mal während eines Umdrehens, die Stromleitung wird damit geschlossen, die Spirale *c*₁ inducirt in *c*₂ einen Strom, der Muskel wird gereizt, verkürzt sich und hebt einen Arm des Schreibhebels auf, während der andere eine Gerade um die Trommel *W* zeichnet. Gleichzeitig

aber öffnet sich der Contact a des Muskelunterbrechers U ; in Folge dessen bleibt die Stromkette so lange geöffnet, bis der Muskel in die ursprüngliche Lage zurückkehrt, und er kann nicht früher gereizt werden, obwohl der Contact d den Quecksilbermeniscus berührt.

Solange der Contact des Muskelunterbrechers offen bleibt, d. h. so lange, bis der Muskel nicht seine Ruhelage erlangt hat, berührt die Feder des Myographions die berusste Fläche der Trommel nicht. Da aber der Muskelunterbrecher parallel der Achse der Trommel vermittelt eines Breguet-Uhrwerkes gleichmässig verschoben wird, so beschreibt die Feder desselben eine Reihe von Geraden.

Fig. 4.

Aus Fig. 5, die eine solche Reihe zeigt, entnimmt man, wie anfangs bei energischer Arbeit des Muskels die Geraden schnell nach einander folgen, und wie erst später, dem Auftreten von Ermüdung des Muskels entsprechend, zwischen diesen immer grössere Intervalle auftreten.

Da der Beginn der Reizung in $N-N$ markiert wird, kann die Zeit des Latenzstadiums, d. i. die Entfernung zwischen der Linie $N-N$ und dem Beginne der Geraden, welche den Muskelcontractionen entsprechen, direct aus dem Bilde abgelesen werden.

In der vorgelegten Mittheilung geben wir bloss die Beschreibung des Apparates; die Versuche selbst über die Muskel-

Fig. 5.

ermüdung, welche mittelst dieses Apparates an warm- und kaltblütigen Thieren aufgeführt wurden, werden demnächst veröffentlicht werden.

Fig. 6 stellt den Gesamtanblick des Apparates dar.

Fig. 6.