

(Aus dem physiologischen Laboratorium der St. Petersburger Universität.)

## Ueber einige Beziehungen zwischen der Reizstärke und der Tetanushöhe bei indirecter Reizung.

Vorläufige Mittheilung.

Von

**N. Wedensky,**

Privatdocent in St. Petersburg.

---

Es wird bekanntlich angenommen, dass die Höhe des Tetanus mit zunehmender Reizstärke bis zu einer gewissen Grenze ansteigt und mit der Abnahme derselben bis zu Null herabfällt. Die nachfolgenden Versuche beweisen, dass die allgemein anerkannte Regel bei indirecter Reizung nur für die ersten Momente des Tetanisirens und nur am frischen Muskel gilt. Hat dagegen der Tetanus bei starken Reizungen durch Inductionsströme mehr oder weniger nachgelassen und werden jetzt diese bis zu einem gewissen Grade abgeschwächt, ohne dabei unterbrochen zu werden, so treten plötzlich heftige anhaltende Muskelcontractionen auf.

Am einfachsten lässt sich der Versuch in folgender Weise anstellen. Wir rufen zunächst die ersten schwächsten Tetani in einem Froschunterschenkel durch Ischiadicusreizung, z. B. bei dem Rollenabstand von 40 cm, hervor; verschieben hierauf die secundäre Rolle auf 20 cm und unterhalten die Reizung so lange, bis eine ausgeprägte Erschlaffung der contrahirten Muskeln eintritt. Entfernen wir in diesem Augenblicke die Inductionsspirale auf etwa 32—36 cm, so beobachten wir wiederum lebhafte Strecktetani, welche durch eine neue Annäherung der Rolle wiederum einer mehr oder weniger vollkommenen Ruhe Platz geben. Diese überaus constante Erscheinung lässt sich viele Male an einem und demselben Präparate mit gleichem Erfolge wiederholen (April, Mai).

Die schwächeren dem Eintreten des erwähnten Strecktetanus entsprechenden Stromstärken will ich mit dem Namen Optimum der Reizung oder einfach Optimum benennen. Dann lassen sich

die den Tetanus aufhebenden grösseren Stromstärken umgekehrt als Pessimum bezeichnen.

Sehr oft kann man bei weiterer Reizverstärkung über die Grenze des Pessimums hinauf noch ein zweites Optimum beobachten, aber nicht so sicher wie das erste und von geringerer Intensität. Dieses zweite Optimum ist nicht auf unipolare Wirkungen zurückzuführen, da ihm ein zweites Pessimum, entsprechend einer noch grösseren Reizverstärkung, nachfolgt. Doch wirken die reizenden Ströme dieser letzteren Stärke zuweilen schon schädlich auf die Nervenreizbarkeit.

Die soeben beschriebene Reihe von Erscheinungen lässt sich nicht bloss mittels einer Hin- und Herverschiebung der secundären Spirale erreichen, sondern auch durch die Herabsetzung und Verstärkung der Widerstandsgrösse in dem Kreise der secundären Spirale. Zu dem Ende bediente ich mich gläserner Capillarröhren von verschiedener Länge mit Zinksulfatlösung. Das Einschalten des Widerstandes bringt Optimum, das Ausschalten desselben Pessimum zu Stande.

Es ist für die Erscheinungen gleichgültig, ob die Schliessungs- und Oeffnungsinductionsströme ausgeglichen sind oder nicht, ob sie in letzterem Falle im Nerven die eine oder die andere Richtung haben. Was aber nebst Reizstärke für die Erscheinungen von wesentlicher Bedeutung ist, das ist die Reizfrequenz: diese muss nämlich im Allgemeinen nicht niedriger sein, als diejenige, welche für das Zustandekommen eines vollkommenen Tetanus am frischen Muskel erforderlich ist. Macht man während einer Pessimumreizung durch eine allmähliche und stossfreie Verstellung der Schraube die Schwingungen des Halske'schen Hammers seltener, so fängt das bis zu diesem Augenblick ganz erschlaffte Muskelpräparat sich stark zu contrahiren an; macht man jetzt die Schwingungen umgekehrt frequenter, so stellt sich wiederum Ruhe ein<sup>1)</sup>. Diese Beobachtung allein ist schon hinreichend, um das Pessimum beim Tetanisiren von jeder nahen Verwandtschaft mit der Fick'schen „Lücke“ bei einzelnen Reizen fern zu halten.

1) Diese Aenderungen in der Frequenz der Hammerschwingungen sind unzweifelhaft mit einer gewissen Aenderung der Stärke des Inductionsstromes verbunden; diese ist aber gewiss, nicht so gross um den grossen dem Pessimum entsprechenden Verschiebungsumfang der secundären Rolle erklären zu können.

Die Erscheinungen der Optima und Pessima in beschriebener Form konnten bei directer Reizung am curarisirten Muskel nicht constatirt werden. Trotzdem halte ich es für unzulässig, deren Ursprung dem Nerven zuzuschreiben und zwar aus folgenden Gründen:

1. Sowohl meine früheren<sup>1)</sup>, als neuen bald zu veröffentlichen, nach drei verschiedenen Methoden ausgeführten Versuche haben mir gezeigt, dass der Nerv sogar bei ungemein lange andauernder Tetanisation einer und derselben Stelle weder Zeichen einer Ermüdung (wenigstens so lange, bis die elektrischen Ströme keine übermässige, schädigende Intensität erreicht haben), noch Etwas den oben erörterten Erscheinungen Entsprechendes darbietet.

2. Wirkt auf den oberen Theil des Ischiadicus Pessimumreiz und befindet sich das Muskelpräparat in dem entsprechenden Zustande, so genügt eine lokale Abschwächung der Erregungsleitung in der Nervenstrecke vor dem Muskel, um diesen Zustand in ein Optimum zu verwandeln. Eine solche Abschwächung lässt sich entweder durch die Schliessung eines zweckmässig starken constanten Stromes oder durch eine gewisse Abkühlung des Nerven erzielen. Letztere ergab sehr nette Resultate und wurde vermitteltst eines Wasserstromes von 1—2° C. durch eine dünnwandige Glasröhre mit dem darauf liegenden Nerven erreicht. Der Wasserstrom von 25° C., durch dieselbe Röhre geleitet, brachte ziemlich schnell die Resultate der Abkühlung zu Null herab, während neue Abkühlung wiederum intensive tetanische Contractionen zur Folge hatte. Dieselbe Form der Abkühlung bei minimalen (unteroptimalen) Reizstärken bewirkte umgekehrt eine schwache Herabsetzung der vorhandenen Tetani.

3. Eine momentan ausgeführte Uebertragung der Reizströme während des Pessimumzustandes auf einen frischen Punkt des Nerven von gleicher oder nahen Reizbarkeit führte zu keiner merklichen Aenderung dieses Zustandes.

Die sub 2. und 3. angeführten Beobachtungen beweisen hinlänglich, dass die Bedingungen für das Zustandekommen des

---

1) Wedensky, „Telephonische Untersuchungen über die elektrischen Erscheinungen in Muskel- und Nervenapparaten“. St. Petersburg, 1884 (russisch). Die vorläufige Mittheilung im Centralbl. f. d. med. Wiss. 1884, No. 5: „Wie rasch ermüdet der Nerv?“

Pessimums nicht im Reizungsbezirke des Nerven sich entwickeln; destoweniger können dieselben in der nur an der Leitung theilnehmenden Nervenstrecke gesucht werden; da ferner diese Erscheinungen am curarisirten Muskel nicht zu Stande kommen, so bleibt, wie mir scheint, nichts mehr übrig, als deren Ursprung in den Moment des Ueberganges der Erregung vom Nerven auf den Muskel zu verlegen.

Es lässt sich aus dieser kurzen Darstellung leicht ersehen, dass das gewöhnlich zu beobachtende schnelle Erschlaffen des Muskels unter der Einwirkung von starken tetanisirenden Reizen noch keine echte Ermüdung des Muskels im Sinne der Erschöpfung seiner contractilen Kräfte sei und dass vielleicht sogar der Ausdruck der „Ermüdung“ selbst einer grösseren Präcision bedürfe. Welchen besonderen Zustand der Muskel unter der Einwirkung der Pessimumsreize darstellt, wie sich während dieser Zeit seine Erregbarkeit und Contractilität verhalten und auf welche Art und Weise das dauernde Beharren desselben in diesem besonderen Zustande auf seine Leistungsfähigkeit einwirkt, — alle diese und ähnliche Fragen muss ich einstweilen bis auf weitere Untersuchungen unbeantwortet lassen. Die Frage, ob diese Erscheinungen auf andere Nervenarten, z. B. auf die secretorischen, vasomotorischen und die Herznerven (was für mich wegen meiner früheren telephonischen Versuche am Herzen<sup>1)</sup> von besonderem Interesse ist) übertragen werden können, — möchte ich mir ebenfalls bis auf's Weitere vorbehalten.

---

1) „Die telephonischen Erscheinungen am Herzen bei Vagusreizung“, Bulletin de l'Academie imp. des sciences de St. Petersburg. T. XXIX, p. 250. Auch im Centralbl. f. d. med. Wissenschaften. 1884, No. 1.