Die Nervenerregung, ein physikalisches und chemisches Problem.

Von A. v. Muralt*).

Ein lebender Nerv ist reizbar. Darunter versteht man die Tatsache, daß mit elektrischen, chemischen, thermischen und mechanischen Einwirkungen ein bestimmter Erfolg im Nerven ausgelöst wird. Den Erfolg nennen wir Erregung und den Zustand, in den der betroffene Nervenabschnitt versetzt wird, Erregungszustand. Der Erregungszustand pflanzt sich je nach dem Nerven mit Geschwindigkeiten zwischen 100 und 0,05 m pro Sekunde über den Nerven wellenartig fort. Die Fortleitung erfolgt dadurch, daß die erregten Abschnitte durch elektrische Ströme, die von ihnen ausgehen, benachbarte Abschnitte reizen, dadurch in Erregung versetzen, während sie selbst äußerst rasch wieder in den Ruhezustand zurückkehren. Besonders auf Grund sehr schöner Versuche von Hodgkin[1]) ist es so gut wie erwiesen, daß die Fortleitung der Erregung auf elektrischer Grundlage erfolgt. Aber auch der Erregungsvorgang selbst ist mit sehr genau untersuchten elektrischen Erscheinungen, den Aktionsströmen, verknüpft, so daß es scheint, als ob auch dieser Vorgang ein Prozeß ist, der, ähnlich wie die Entladung eines Kondensators explosionsartig erfolgt, mit der Entstehung elektrischer Ströme verknüpft und nach einer gewissen Aufladungszeit wieder zur nächsten Wiederholung bereit ist. Die starke Abhängigkeit des Vorganges von der Temperatur, die Tatsache, daß eine kleine, aber meßbare Wärmemenge bei der Erregung entsteht[2]) ($7{,}5 \cdot 10^{-6}$

*) Kurzbericht nach einem am 21. Januar 1938 in der Physik.-med. Sozietät gehaltenen Vortrag.

1) A. L. Hodgkin, Journ. Physiol. **90**, 183, 1937.

2) Vgl. T. P. Feng, Erg. Physiol. **38**, 73, 1936. — A. V. Hill, Chemical wave transmission in nerve. Cambridge 1932.

cal/gr. Nerv) und der meßbare Stoffwechsel des Erregungsvorganges zeigen, daß chemische Prozesse mit den elektrischen gekoppelt sein müssen und ähnlich, wie in einem Bleiakkumulator, letzten Endes die Ursache der elektrischen Vorgänge sind. Es muß also im Nerven während der Erregung zur Bildung von Stoffen kommen, die als die Energiequellen des Aktionsstromes angesehen und als Aktionssubstanzen bezeichnet werden. Die Existenz derartiger Substanzen ist auf Grund von Untersuchungen, die nicht am Nerven selbst, sondern an seinem Ende angestellt wurden, sehr wahrscheinlich geworden. Es handelt sich um die „chemischen Vermittler", die in den letzten Jahren sehr eingehend erforscht wurden [3]). Zwei Stoffe, das Acetylcholin und das Adrenalin, werden an den Enden bestimmter Nerven gebildet, die Dale entsprechend cholinergische und adrenergische Nerven genannt hat. Die „chemischen Vermittler" übertragen die Nervenerregung von einem Nerven auf den folgenden oder auf das Erfolgsorgan. Nachdem für das Nervenende die Fähigkeit der Bildung „chemischer Vermittler" bewiesen werden konnte, ist die Frage nach „Aktionssubstanzen", die bei der Erregung im Inneren des Nerven entstehen, sehr brennend geworden. Da der Aktionsstrom, mit dem sie unmittelbar zusammenhängen, an einer Stelle weniger als eine tausendstel Sekunde andauert, muß es sich um schwer faßbare Stoffe handeln, die äußerst rasch entstehen und verschwinden und nur mit ganz besonderen Hilfsmitteln zu fassen sind. Die Nerven werden mit einer Geschwindigkeit von 1 m/sec. in flüssige Luft eingeschossen, während auf ihnen Erregungswellen mit größerer Geschwindigkeit (ca. 30 m/sec.) in der gleichen Richtung ablaufen [4]). Dadurch erfolgt eine Aufstauung der Erregungswelle an der wandernden Einfrierstelle, so daß auf einem derartig eingefrorenen Nerv Erregungswellen angereichert werden.

---

3) Vgl. Z. M. Bacq., Erg. Physiol. **37**, 82, 1935. — H. Dale, Reizübertragung durch chemische Mittel im peripheren Nervensystem. Berlin 1935. — O. Loewi, Die chemische Übertragung der Nervenwirkung. Stockholm 1937. — W. B. Cannon u. Rosenblueth, Autonomic neuro effector systems. New York 1937.

4) A. v. Muralt, Proc. Roy. Soc. B. **123**, 399, 1937.

Es konnte gezeigt werden, daß eine acetylcholinähnliche Substanz bei der Erregung auch im Nerven gebildet wird[5]). Außerdem wird eine bestimmte Menge eines Vitamines frei[6]). Es ist das Vitamin B, wie Minz durch Einlegen von Nerven in Ringerlösung zeigen konnte, ein Befund, der von uns in noch unveröffentlichten Versuchen mit der Einfriermethode voll bestätigt wird. Lohmann[7]) hat den Beweis erbracht, daß dem Pyrophosphorsäureester dieses Vitamines die Rolle eines wichtigen Cofermentes (Cocarboxylase) in den letzten Stufen des Zuckerabbaues zukommt. Die Tatsache, daß das Vitamin oder die Cocarboxylase aus einer unbekannten Vorstufe oder Bindung bei der Erregung frei wird, zeigt, daß zwischen den elektrischen Erscheinungen (Aktionsstrom), den chemischen Vorgängen (Aktionssubstanzen) und den Stoffwechselvorgängen innige Zusammenhänge bestehen, die in den meisten Punkten der Forschung noch große Fragezeichen aufgeben.

Die letzten Jahre standen im Zeichen der Reindarstellung der Vitamine. Die Physiologie hat ein großes Forschungsgebiet an die organische Chemie abgetreten, die mit meisterhaften Methoden die Probleme zu lösen verstand. Jetzt liegen die meisten Vitamine in kristalliner Form mit völlig aufgeklärter Konstitution vor. Die organische Chemie gibt den gereinigten Stoff und damit ein hervorragendes Untersuchungs- und Vergleichsobjekt dem Physiologen wieder zurück, so daß er jetzt die Wirkung und die Wirkungsweise dieser wichtigen Naturstoffe mit diesem großartigen Hilfsmittel angehen kann.

---

5) Vgl. Calabro, Q. Riv. Biol. **15**, 299, 1933; id. **22**, 1, 1937. — Bergami, Q. Boll. Soc. ital. Biol. sper. **11**, 275, 1936. — Ders., Arch. Ist. Biochim. Ital. **8**, 3, 1936. — Ders., Fisiol. Z. **24**, 56, 1938. — Binet, L., und Minz, B., Arch. int. Physiol. **42**, 281, 1936. — v. Muralt, A. l. c.

6) Minz, B., C. R. Soc. Biol. **127**, 1251, 1938. — Ders., Presse méd. 1938, Nr. 76, 1406.

7) K. Lohmann u. Schuster, Naturwiss. **25**, 26, 1937.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Physikalisch-Medizinischen Sozietät zu Erlangen

Jahr/Year: 1939

Band/Volume: 71

Autor(en)/Author(s): Muralt A. v.

Artikel/Article: Die Nervenerregung, ein physikalisches und chemisches Problem. 175-177