

Spielen die Eigenreflexe bei raschen Willkürkontraktionen eine entscheidende Rolle?

Bekanntlich kann man beim gesunden und ruhenden Menschen durch einen leichten Schlag auf die Fußsohle, also eine Dehnung des *Musculus gastrocnemius*, einen Eigenreflex auslösen; seine Latenzzeit liegt zwischen 30 und 34 ms (Abb. 1a). Willkürliche Dauerinnervation steigert die Eigenreflexe beträchtlich (HOFFMANN¹), und es lässt sich darüber hinaus zeigen, dass durch Vibration die sonst asynchronen Motoneuron-Entladungen der Willkürinnervation in eine Reflexreihe, in völlig synchrone Impulse aufgelöst werden können (PREISENDÖRFER²).

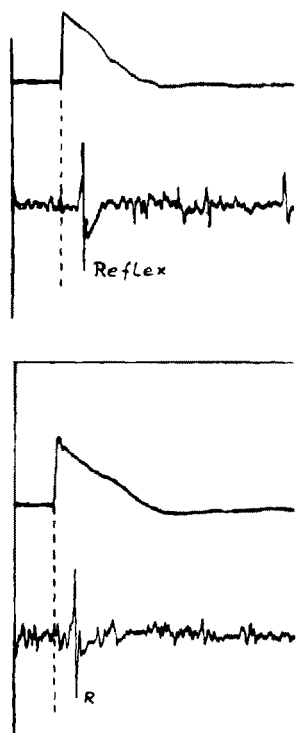


Abb. 1a. Adäquate Auslösung eines monosynaptischen Reflexes (R) im *Gastrocnemius* des Menschen bei kurzem Schlag auf die Fußsohle. Die gestrichelte Linie gibt den Zeitpunkt der Reflexauslösung wieder.

Dieser sicherlich evidente Zusammenhang willkürlicher und reflektorischer Innervation veranlasste HOFFMANN³ zu der Feststellung, «dass die Verteilung der Saiven von Erregungen, die aus dem Rückenmark gesandt werden, in hohem Masse den monosynaptischen Reflexen überlassen wird». – Nicht nur diesem Gedanken-gang, sondern auch der allgemeinen Ansicht folgend, dass der Eigenreflex bei jeder Gelegenheit in die Willkürinnervation eingreife, müsste man *a priori* ein konstantes Auftreten desselben fordern, sofern nur immer der adäquate Reiz, die Dehnung des entsprechenden Muskels ins Spiel kommt. Es überrascht daher nicht wenig, wenn man ihn im Verlaufe einer raschen Willkürkontraktion zum erwarteten Zeitpunkt, das heisst 30–34 ms nach erfolgter Dehnung des zuvor willkürlich kontrahierten Muskels, überhaupt nicht findet. Abbildung 1b zeigt das Elektromyogramm des *Gastrocnemius* beim plötz-

lichen Abstossen des Fusses vom Boden. Die nach unten gerichtete Deflektion der oben laufenden Grundlinie markiert das Verlassen der Fußsohle vom Boden, die nachfolgende Deflektion nach oben bezeichnet den Beginn des Auftretens der Fußsohle auf den Boden, also den Beginn der *Gastrocnemius*-Dehnung. (Es handelt sich nicht um das Mechanogramm des *Gastrocnemius*, sondern nur um die Kontaktmomente der Fußsohle mit dem Boden.)

Die Aktionsstromfolge einer raschen Willkürkontraktion ist in einer früheren Arbeit bereits ausführlich diskutiert worden (HUFSCHMIDT⁴). Hier interessiert allein, dass, während die Fußsohle noch in der Luft schwebt, im *Gastrocnemius* der «rebound» erscheint, und dass weiterhin 30 ms nach dem Dehnungsbeginn – dieser

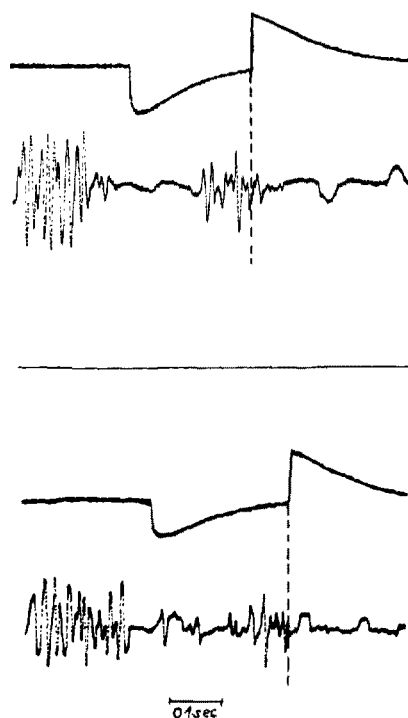


Abb. 1b. Einmaliges kurzes Abstossen des Körpers vom Boden. Die untere Ableitung gibt das Elektromyogramm des *M. Gastrocnemius* beim Menschen wieder. Die gestrichelte Linie bezeichnet den Zeitpunkt, da der Fuss wieder auf den Boden trifft.

ist durch die gestrichelte Linie in Abbildung 1b fixiert – die elektrische Grundlinie wieder ruhig, die Innervation praktisch erloschen und ein Eigenreflex erst recht nicht zu finden ist. Ein solches Verhalten ist keineswegs einmalig oder zufällig, wie Abbildung 2 eindeutig beweist: Bei schnellem Hüpfen verlagern sich die Aktionsstromgruppen zeitlich genau zwischen das Hochschnellen und Wiederauftreten, und von dem Augenblicke an, wo zum erstenmal ein Eigenreflex auftreten könnte, ja geradezu erwartet wird – gestrichelte Linie in der Abbildung 2 –, herrscht völlige Innervationsstille⁵.

Die frappante Diskrepanz zwischen mechanischer Fussbewegung und zugehörigem Aktionsstrom löst sich

⁴ H.-J. HUFSCHMIDT, Z. Biol. 107, 1 (1954).

⁵ Bei der mechanisch-elektrophysiologischen Untersuchung des Klonus stiessen WACHOLDER und ALTENBURGER [Dtsch. Z. Nervenheilkde. 84, 117 (1924)] auf das gleiche Phänomen und postulierten hierfür einen zentralen Rhythmus pathologischer Genese. Wie man sieht, lässt sich das gleiche beim Menschen mit normaler Motorik nachweisen, und man wird ein willkürliches Hüpfen nicht einem zentralen autonomen Rhythmus gleichsetzen wollen.

¹ P. HOFFMANN, Z. Biol. 68, 351 (1918).

² F. PREISENDÖRFER, Z. Biol. 70, 505 (1919).

³ P. HOFFMANN, Exper. 8, 357 (1952).

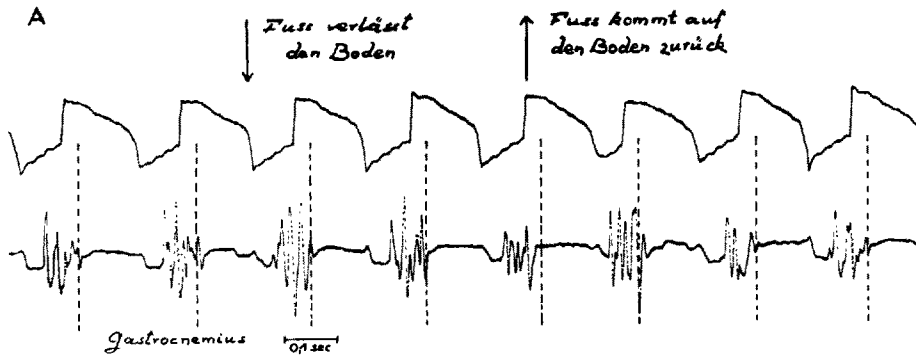


Abb. 2. Elektromyogramm des Gastrocnemius beim Menschen: schnelles willkürliches Hüpfen. Hier bezeichnet die gestrichelte Linie den Zeitpunkt, zu welchem ein Dehnungsreflex (monosynaptisch) erwartet wird. Die Deflektionen der oberen Grundlinie markieren in allen Abbildungen die Momente, in denen der Fuß sich vom Boden löst (Deflektion nach unten) oder auf den Boden zurückkommt (Deflektion nach oben).

durch folgenden Befund: Vom Beginn des Aktionsstromes bis zum Start der mechanischen Bewegung liegt eine beachtliche, individuell verschieden lange Latenz. Sie ist bei rascher Rhythmik von der gleichen Grössenordnung wie die Zeitspanne zwischen Innervationsbeginn und Wiederauftreten des Fusses. Somit fällt der durch die jeweilige Innervation hervorgerufene mechanische Effekt mit dem Momente der Dehnung zusammen!

In einer solchen Kette rascher, rhythmischer Willkürbewegungen, wie dieser hier während des Hüpfens, steckt in jedem Innervationsstoss bereits der «rebound» der vorhergehenden Entladung, welcher auf die geschilderte Weise die eigentliche Aufgabe des Eigenreflexes, das Abbremsen des Aufschlages nämlich, vorwegnimmt. Und zwar zeitlich präziser, weil er im entscheidenden Moment wirklich da ist und nicht noch, wie der Reflex, eine beträchtliche Zeit erfordert. Zu bedenken, wenn auch an dieser Stelle nicht weiter auszuführen wäre noch, dass sehr wohl monosynaptische Reflexe im Verlaufe der Innervation selbst, als sogenannte «Anspannungsreflexe» (HOFFMANN⁶) auftreten können und dass die rhythmischen Hemmungsphasen zu einem guten Teil der autogenen Muskelhemmung (GRANIT⁷) zugeschrieben werden müssen (HUFSCHMIDT⁸). Warum nun der Eigenreflex trotz adäquatem Reiz im Verlaufe der raschen Willkürkontraktion *nicht* auftritt, ähnlich wie auch der «Entlastungsreflex» untergleichen Bedingungen (SOMMER⁹), bleibe vorläufig dahingestellt.

H.-J. HUFSCHMIDT

Neurologische Universitätsklinik Würzburg, Luitpold-Krankenhaus, den 11. Oktober 1955.

Summary

A short time after a quick voluntary movement, there is no evidence of a monosynaptic reflex (Eigenreflex) following a stretch of the same muscle. Thus rhythms of voluntary movements may exist without interaction of stretch reflexes.

⁶ P. HOFFMANN, *Nervenarzt* 24, 19 (1953). – Hierher gehört auch die initiale Bahnung der Motoneurone im Verlaufe einer Muskelkontraktion [R. GRANIT, *J. Neurophysiol.* 13, 351 (1950)].

⁷ R. GRANIT, *J. EEG clin. Neurophysiol.* 2, 417 (1950).

⁸ H.-J. HUFSCHMIDT, *Pflügers Arch.* 260, 210 (1955).

⁹ J. SOMMER, *Dtsch. Z. Nervenheilkde.* 150, 83 (1939).

PRO LABORATORIO

An Attachment for the Measurement of the Absorption Spectra on Paper Chromatograms

Searching for a general method for the detection and quantitative determination of glycyrrhizic acid and other substances in licorice root and licorice extract, the ascending paper strip chromatography as described by GOOTJES and NAUTA¹ was applied. The prescribed colour reaction with Rhodamin B in 1 N sulfuric acid is, however, specific for glycyrrhizic acid only, so that other compounds present cannot be detected.

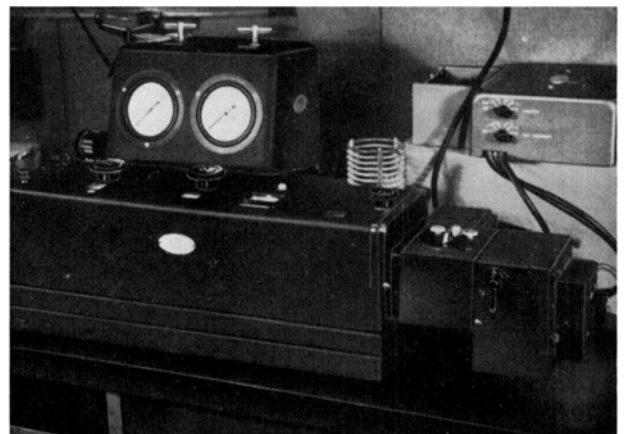


Fig. 1.—Attachment assembled.

An attachment to the Model DU-Beckman Quartz Spectrophotometer was, therefore, developed which permits the scanning of the paper chromatogram, the determination of the Rf-values of its components by the method of TENNENT and co-workers², and the measurement of the absorption spectra of the individual substances forming spots. It makes unnecessary the elution of the spots and even colour reactions in those cases, in which the substance has a characteristic absorption spectrum.

¹ J. GOOTJES and W. TH. NAUTA, *Rec. Trav. chim.* 73, 886 (1954).

² D. M. TENNENT, J. B. WHITLA, and K. FLOREY, *Anal. Chem.* 23, 1748 (1951).