

Nervenzellen im Bereich des Ösophagus der Grillen und ihre mögliche Funktion

Der Einfluss, den das stomatogastrische Nervensystem der Insekten auf die Motorik des Vorderdarmes ausübt, ist noch recht wenig untersucht. Wohl kennt man auf Grund morphologischer Studien Nervenzellen und Nervenendigungen in der Darmwand¹, man weiss aber – von wenigen Ausnahmen abgesehen – nicht, ob es sich hierbei um motorische oder sensorische Neuronen handelt^{2,3}. Bei Fliegen wurden Streckrezeptoren beschrieben^{4–6}.

Sowohl für anatomische als auch für elektrophysiologische Untersuchungen hat sich der postzephale Bereich des stomatogastrischen Nervensystems der Grillen (*Acheta domestica* (L.), *Gryllus campestris* L.) als günstiges System erwiesen. Aus dem Hypozerebralganglion entspringen jederseits die Ventrikulärnerven, die zu beiden Seiten des Ösophagus kaudal ziehen und Seitenäste an den Darm abgeben. Diese stehen mit multipolaren Nervenzellen in der Wand des Ösophagus in Verbindung. Nerven, Verzweigungen und Neuronen lassen sich durch Supravitalfärbung mit Methylenblau darstellen (Figur 1).

Erste elektrophysiologische Studien zeigen, dass die Nervenzellen in der Darmwand auf Dehnung ansprechen. Zur Ableitung wurde der Vorderdarm freigelegt und ein Stück Ösophaguswand, das von einem langen Seitenast des Ventrikulärnerven innerviert war, zwischen zwei Pinzetten eingespannt. Die Pinzetten wurden von Mikromanipulatoren gehalten. Dann wurde der entsprechende Seitenast nahe an seiner Einmündung in den Ventrikulärnerven durchtrennt und monopolar von ihm abgeleitet. Die Dehnung der Ösophaguswand wurde durch ein Potentiometer, das an der Triebsschraube des Mikromanipulators befestigt war, über den zweiten Strahl des Oszillographen mitgeschrieben, während der erste Strahl die Antworten des Seitenastes aufzeichnete. Während der Registrierung wurde darauf geachtet, dass der Nerv bei dem Dehnungsreiz nicht mitgedehnt wurde.

Figur 2 zeigt die elektrische Aktivität einer Einheit. Diese Nervenzelle in der Ösophaguswand ist spontan aktiv. Als Antwort auf eine Dehnung steigt die Frequenz der Impulse an und zwar phasisch-tonisch, d. h. mit einer

anfänglichen Erregungsspitze und einem anschliessenden Plateau. Nach Ende der Reizung sinkt die Impulsfrequenz des Elementes unter den spontanen Wert ab, ehe sie diesen wieder erreicht.

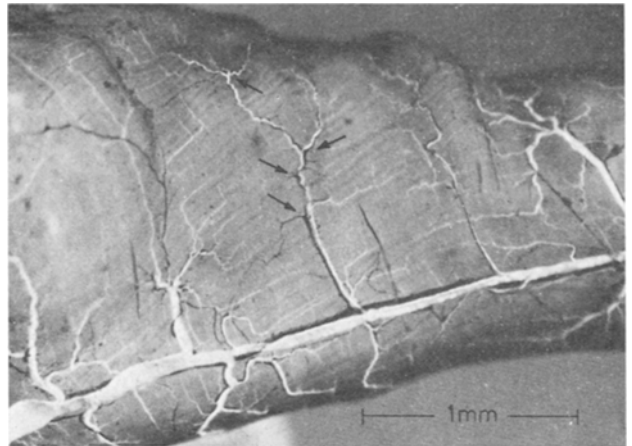


Fig. 1. Ausschnitt aus dem Vorderdarm von *Acheta domestica*, rechte Seite: Der Ventrikulärnerv, dunkel gefärbt, verläuft parallel zum Darm von rostral (rechts) nach kaudal (links). Er ist von der Trachee teilweise verdeckt. Seitenäste, ebenfalls von Tracheen begleitet, ziehen zur Darmwand, wo sie mit multipolaren Nervenzellen (Pfeile) endigen. Supravitalfärbung mit Methylenblau.

¹ J. ORLOV, Z. wiss. Zool. 122, 425 (1924).

² K. U. CLARKE und H. GREENVILLE, Nature 186, 98 (1960).

³ L. H. FINLAYSON, Symp. zool. Soc. Lond. 23, 217 (1968).

⁴ V. G. DETHIER und A. GELPERIN, J. exp. Biol. 47, 191 (1967).

⁵ A. GELPERIN, J. gen. Physiol. 50, 2484 (1967).

⁶ A. GELPERIN, Science 157, 208 (1967).

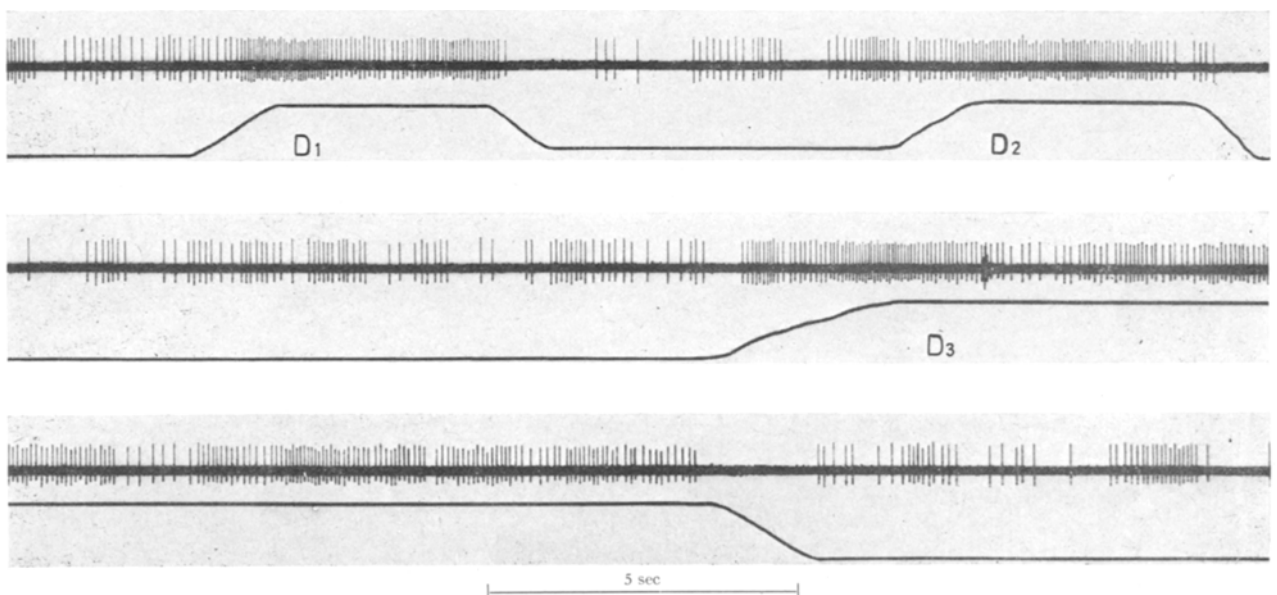


Fig. 2. Monopolare Ableitung von einem Seitenast des linken Ventrikulärnerven von *Acheta domestica* bei Dehnung der Ösophaguswand (fortlaufende Registrierung). Obere Zeile: Spikes einer Einheit; untere Zeile: Reizschreibung, D₁₋₃: 1.-3. Dehnungsreiz.

Bis jetzt gibt es noch keine gesicherten Hinweise dafür, dass diese Nervenzellen in der Darmwand die Darmmotorik steuern. Ferner fehlen noch Untersuchungen über eine motorische Innervation des Ösophagus. Die Ventrikulärnerven enthalten Neuronen, die ebenfalls spontan aktiv sind⁷.

Summary. Multiterminal nerve cells have been found in the foregut of crickets (*Acheta domestica* (L.), *Gryllus campestris* L.) which are sensitive to stretching the wall of the gut. These cells are spontaneously active and they respond to stretch in a phasic-tonic way. Within the

ventricular nerves there are also neurones being spontaneously active.

B. MÖHL

Zoologisches Institut der Universität Köln,
Lehrstuhl für Tierphysiologie,
5000 Köln-Lindenthal (Deutschland), 16. April 1969.

⁷ Die Untersuchungen werden durch ein Promotionsstipendium der Universität Köln und durch Mittel, welche die Deutsche Forschungsgemeinschaft Herrn Professor Dr. Huber zur Verfügung stellt, unterstützt.

Reactive Depolarization of Muscle Fibre Membrane with Slowly Increasing Middle-Frequency Current Flow¹

KUMAZAWA²⁻⁴, using intracellular recording at the site of stimulation, has shown that trains of sine-wave middle-frequency current (20 kc/sec) of variable strength and duration applied transversely to the curarized sartorius muscle of the frog evoke characteristic responses that may be summed up as follows: (1) The decrease of membrane potential, at first linear, towards the end of utilization time passes gradually into the upstroke of the conducted action potential. (2) The rate of the linear decrease of the membrane potential is not directly proportional to the voltage applied. The slope of the diminishing membrane potential is steeper than the slope obtained in direct relation. (3) Initiation of spike potential occurs as soon as a given degree of depolarization (approx. 20 mV) is reached. (4) Neither local decrease of membrane potential nor conducted action potential is observed if the sodium ions of the bathing fluid are replaced by choline ions. Both effects are fully reversible.

From these findings, it was concluded that the primary effect of middle-frequency current flow on the muscle

fibre membrane cannot be explained on the basis of an electric depolarization process imposed on the membrane by an outward current flow. It is to all appearances due to some process initiated within the membrane, and has hence been qualified as 'reactive depolarization' (KUMAZAWA and WYSS⁴).

The object of the present investigation was to study the non-proportional relation between reactive depolarization and current strength. Experimental conditions were similar to those previously used. The following modifications were, however, introduced: (a) The middle-frequency currents were applied at a slow, linearly rising rate, the rising-time being extended up to several minutes; (b) the frequency was reduced to 5 kc/sec; (c) the sartorius muscle was not curarized.

With slow linear increase of middle-frequency current flow, reactive depolarization developed after an initial period during which a possible elevation from the base line of resting potential was hardly recognizable (Figure 2A). The decrease of membrane potential passed gradually into the conducted spike, and hence resembled KUMAZAWA's results with middle-frequency current pulses. The threshold values, however, remained below 10–12 mV in the present experiments. The rate of reactive depolarization depended on the rate at which stimulus voltage increased. The spike arose as soon as stimulus reached 'stimulus threshold' and reactive depolarization 'membrane threshold' (Figure 1). Hence no accommodation was ever shown to slowly rising stimulus intensity.

The fact that the critical value of membrane threshold was below the critical value obtained by KUMAZAWA, may be due to the technical modification adopted in the present investigation.

If, after linear rise, voltage was kept at constant level before membrane threshold was attained, reactive depolarization continued up to 7 mV, associated, however, with slow fluctuations of, regular or irregular in type, duration ranging between 2–30 sec.

The effect of successively replacing sodium by choline was to modify the reactive depolarization. A reduction of membrane potential exceeding 10–12 mV now was required in order to reach 'membrane threshold'. Finally the critical reactive depolarization was no longer reached, and occasional abortive spikes replaced the full action

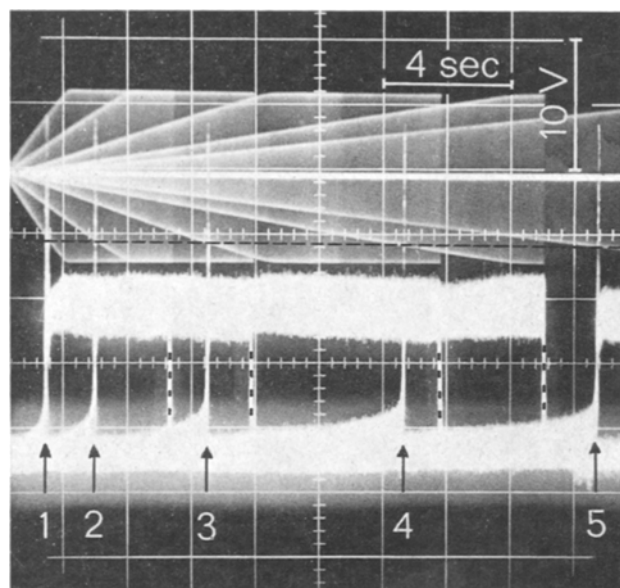


Fig. 1. Five stimuli records, each successive stimulus at lower rate of rise (upper beam). The 5 action potentials (1–5; lower beam) arise at the same stimulus threshold. The horizontal broken line connecting the 5 threshold values indicates that no accommodation occurs. (The vertical broken lines indicate the return of the membrane potential to its resting level after cessation of stimulus.)

¹ Presented at the First Meeting of the Union of the Swiss Societies for Experimental Biology, Berne, 17 May, 1969.

² T. KUMAZAWA, *Experientia* 22, 393–394 (1966).

³ T. KUMAZAWA, *Helv. physiol. Acta* 26, 257 (1968/69).

⁴ T. KUMAZAWA und O. A. M. Wyss, *Helv. physiol. Acta* 24, C3 (1966).