Pour une théorie piézoélectrique de la contraction musculaire et de la conduction nerveuse

Autor(en): **Mermod, Camille**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **60 (1937-1939)**

Heft 250

PDF erstellt am: **23.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-272769

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

BULLETIN DE LA SOCIETE VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES
Vol. 60 1939 No 250

Camille Mermod. — Pour une théorie piézoélectrique de la contraction musculaire et de la conduction nerveuse.

(Séance du 24 mai 1939.)

---

1. — Sur la contraction musculaire.

Je n'ai envisagé dans le présent travail que la partie physique du phénomène et je me suis abstenu de discuter s'il y a parenté ou non entre le muscle lisse et le muscle strié. Il n'est question dans ces lignes que de la contraction volontaire du muscle strié.

La structure de la fibre musculaire striée, sa rapidité de réponse et sa sensibilité aux excitations électriques, son courant d'action, son rendement énergétique élevé font immédiatement penser à de nombreuses piles de condensateurs dont le diélectrique serait représenté par les disques sombres des myofibrilles. La souplesse du diélectrique permettrait aux électrodes de se rapprocher librement sous l'action des charges électriques qu'elles pourraient contenir.

Mais il suffit d'imaginer un condensateur dont le diélectrique a une épaisseur égale à celle d'un disque sombre et de calculer la différence de potentiel nécessaire à créer une force égale à 1 kg/cm² pour saisir l'insuffisance d'une telle explication. Il faudrait en effet des différences de potentiel de plusieurs dizaines de milliers de volts.

Il en va tout autrement si l'on suppose que le diélectrique est doué de propriété piézoélectriques.

J'ai donc émis l'hypothèse que le disque sombre du muscle strié est doué d'une constante de Curie égale à celle du quartz et j'ai déterminé la différence de potentiel nécessaire pour créer une traction de 1 kg/cm².

Nous avons donc: $q = k\ F$ q est la charge en U. E. S.
F est la force en C. G. S.
k est la constante de Curie.

Par définition $F = 1000 \times 981$ dynes
par hypothèse $k = 6{,}3 \times 10^{-8}$

d'où nous tirons: $q = 6{,}3 \times 10^{-8} \times 1000 \times 981$ U.E.S.

Calculons maintenant la différence de potentiel nécessaire aux bornes d'un condensateur de 1 cm² de surface, dont le diélectrique a 20 μ d'épaisseur et dont nous supposons la constante diélectrique égale à 50. (Le milieu étant très riche en eau, sa constante doit être vraisemblablement très élevée.)

Nous savons que la capacité d'un condensateur est donnée par :

$$C = \frac{S \times \sigma}{4\pi \times l}$$ où S est la surface en cm²
σ est la constante diélectrique
l est la distance des électrodes en cm.

Nous avons d'autre part :

$$V = \frac{q}{C}$$ où V est la différence de potentiel en U.E.S.
q est la charge en U.E.S.
C est la capacité en U.E.S.

Nous tirons V de ces deux équations :

$$V = \frac{4\pi \times l\, q}{S\ \sigma}$$

Ce qui conduit, en remplaçant, à :

$$V = \frac{4\pi \cdot \frac{1}{500} \cdot 6{,}3 \cdot 10^{-8} \cdot 981000}{50} = 0{,}3 \times 10^{-4} \text{ U.E.S.}$$

soit environ 10^{-2} volt

Cette différence de potentiel est tout à fait de l'ordre de celles que l'on peut mesurer dans la matière vivante. Elle peut être expliquée simplement par des milieux dont le pH

diffère de moins d'une unité au voisinage de la neutralité.

Une telle explication permettrait immédiatement de se faire une idée du fonctionnement du muscle strié et permettrait de lier ce phénomène à d'autres mieux connus.

2. — Sur la conduction nerveuse.

L'influx nerveux est un phénomène qui se propage à des vitesses comprises entre 0,5 et 200 mètres par seconde et cela sans métabolisme apparent. Il doit donc s'agir ici de tout autre chose que d'une conduction ionique ou électronique ou d'une réaction chimique.

Parmi les phénomènes capables de transporter de l'énergie, il en est un qui peut satisfaire à la condition vitesse indiquée plus haut. Il s'agit de l'ébranlement mécanique de la matière. La formule de Newton nous permet de calculer la vitesse d'un tel ébranlement au moyen des constantes suivantes: le module d'élasticité et la densité, à condition que le milieu ait la forme d'une barre relativement étroite.

$$V = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

où V est la vitesse de propagation
E est le nodule d'Young
ρ est la densité

Parmi les substances qui ressemblent le plus à la matière vivante en ce qui concerne leurs propriétés mécaniques, nous pouvons citer certaines gélatines et certains caoutchoucs.

Les tables de constantes indiquent pour ces deux matériaux:

Gélatine $E = 0{,}02 \times 10^8$
Caoutchouc $E = 0{,}02$ à $0{,}8 \times 10^8$

La vitesse de propagation d'une onde dans une telle gélatine est donc égale à :

$$V = \sqrt{\frac{0{,}02 \times 10^8}{1}} = \text{environ } 14 \text{ m/sec.}$$

Maintenant que nous avons trouvé un moyen de satisfaire à la condition vitesse, admettons que le filet nerveux possède un axe électrique convenable. Nous nous trouverons

ainsi en présence d'un système capable de transporter des charges électriques à une vitesse du même ordre que celle de l'influx nerveux, un système sensible aux excitations électriques et mécaniques, de même qu'aux excitations chimiques puisqu'il s'agit d'un matériau organique. On pourra déceler des courants d'action. Une telle explication de l'influx nerveux permet de comprendre la grande similitude entre les excitations électriques et physiologiques. Elle explique la conductibilité dans les deux sens. Elle permet de prévoir des couplages spécifiques entre neurones.

Un tel système s'accommode de conditions aux limites très différentes et serait d'une grande souplesse d'utilisation.

Pully, le 24 mai 1939.