

La motricité et son contrôle

Denise Albe-Fessard

Résumé

Des éléments de ce cours ont été publiés — d'une part dans le *Bulletin de Psychologie*, numéros 165 (XII-13, pp. 757-768 du 2 mai 1959) et 168 (XII-16, pp. 980-988 du 10 juin 1959), sur La Commande *neuro-musculaire*, les nerfs, données anatomiques, l'influx nerveux, le muscle, la jonction nerf-muscle ; — d'autre part dans un polycopié édité par le G.E.P.U.P. (en 1960) (réédition en vente au *Bulletin*), sur L'*Electrophysiologie*, étude du neurone isolé (structure et propriétés fonctionnelles), de la transmission nerf-effecteurs, de la transmission synaptique de neurone, à neurone et des messages envoyés des récepteurs vers les centres.

Citer ce document / Cite this document :

Albe-Fessard Denise. La motricité et son contrôle. In: Bulletin de psychologie, tome 14 n°188, 1961. pp. 463-465;

doi : <https://doi.org/10.3406/bupsy.1961.8499>;

https://www.persee.fr/doc/bupsy_0007-4403_1961_num_14_188_8499;

Fichier pdf généré le 26/02/2024

La motricité et son contrôle

R E S U M E

Des éléments de ce cours ont été publiés — d'une part dans le *Bulletin de Psychologie*, numéros 165 (XII-13, pp. 757-768 du 2 mai 1959) et 168 (XII-16, pp. 980-988 du 10 juin 1959), sur *La Commande neuro-musculaire*, les nerfs, données anatomiques, l'influx nerveux, le muscle, la jonction nerf-muscle; — d'autre part dans un polycopié édité par

le G.E.P.U.P. (en 1960) (réédition en vente au *Bulletin*), sur *L'Electrophysiologie*, étude du neurone isolé (structure et propriétés fonctionnelles), de la transmission nerf-effecteurs, de la transmission synaptique de neurone, à neurone et des messages envoyés des récepteurs vers les centres.

PLAN GENERAL DES COURS DU 3 NOVEMBRE AU 22 DECEMBRE 1960

- I. — Introduction.
- II. — Notions générales de bio-électricité.
- III. — Le tissu nerveux.
- IV. — Le tissu musculaire.
- V. — La transmission neuro-musculaire.
- VI. — Les récepteurs musculaires et cutanés et les messages dans les nerfs.

I. — INTRODUCTION

DEFINITIONS :

— Motricité *statique* et motricité *dynamique*.

— Motricité *volontaire* et *involontaire*.

— Divers *niveaux du système nerveux* intervenant progressivement dans la *complexité croissante* des événements qui conduisent à la *coordination de la motricité*.

1) Dans la moelle, et même au niveau *segmentaire*.

2) Dans la moelle, coordinations *intersegmentaires*.

3) *Régulations descendantes, d'origine centrale*, soit

— *régulations réflexes*, très diverses (voies afférentes et descendantes multiples), soit

— *incitations dites « volontaires »* (voie pyramidale).

— *Simplifications* apportées expérimentalement à cette complexité :

1°) Section de la moelle (suppression des effets descendants).

2°) Etude de l'activité d'un seul muscle et non d'un mouvement complexe.

3°) Etude des influx partant de la moelle et non de l'activité musculaire.

HISTORIQUE DE LA NOTION DE REFLEXE

Hales (1730) : première observation conduisant à la notion de réflexe — complétée par Whytt : nécessité de l'intégrité de la moelle.

Bell et Magendie (1811-1820) : « voies réflexes » : rôle des racines motrices dorsales et ventrales de la moelle.

Hall (1835) : étude des réflexes intersegmentaires et supra-segmentaires (sections médullaires).

Sherrington (1906) : Réflexes segmentaires et intersegmentaires. « Action intégrative du Système nerveux central ».

II. — NOTIONS GENERALES DE BIO-ELECTRICITE

1) INTRODUCTION HISTORIQUE :

Mise en évidence d'une *électricité animale*; de l'*excitabilité électrique*, du *potentiel de repos*, de la *variation négative*, et apparition des idées sur ces phénomènes (travaux de Galvani, Volta, Matteucci, Du Bois Reymond, Bernstein).

2) NOTIONS MODERNES DE BIOELECTRICITE :

A) *Etude du potentiel de repos :*

1) mise en évidence — technique des microélectrodes;

2) mécanismes physico-chimiques qui soutiennent son existence :

a) concentration ionique des milieux exté-

rieur et intérieur à la membrane;

b) formule de Nernst reliant la différence de potentiel aux concentrations ioniques;

c) force électro-motrice d'équilibre pour les différents ions de concentration différente;

d) pompe à sodium, pompe à potassium.

B) *Excitabilité* : (données communes aux cellules nerveuses et aux fibres musculaires).

1) Définitions — liens et différences entre *Stimulation*, *Excitation* et *Réponse*.

2) Analogies entre *stimulations naturelles* et *stimulations artificielles* : électrique, chimique, mécanique, thermique, conduisant toutes à une dépolarisation de la fibre.

3) Actions des courants « sortants » et « entrants » dans la membrane (propriétés stimulantes d'un courant sortant). Electrotonus.

4) Nature de la réponse membranaire à la stimulation : potentiels d'action.

a) Autodépolarisation membranaire allant jusqu'à une inversion de polarisation.

b) Théories physico-chimiques de la nature du potentiel d'action.

5) Relations entre stimulation et état d'excitation.

Etude par la méthode du double choc.

6) Stimulation par des courants de durée variable :

— notion de seuil de stimulation;

— courbe intensité-durée, rhéobase, chronaxie.

7) Propagation du potentiel d'action. Théorie du circuit local.

Les lignes de courant produites par les F.E.M. d'origine nerveuse provoquent la stimulation à distance, donc la propagation.

Méthodes de mesure de la vitesse de propagation.

Etude de la dépolarisation provoquée au long de la fibre au cours d'une réponse :

a) dépolarisation étudiée au long de la membrane, donc en fonction de la distance;

b) en fonction du temps : courbes $V = f(t)$ illustrant classiquement le potentiel d'action.

8) Loi du Tout ou Rien.

9) Période réfractaire de la membrane et post-potentiels.

III. — LE TISSU NERVEUX

A) RAPPEL MORPHOLOGIQUE.

1) historique des notions et nomenclatures;

2) constituants du soma;

3) constituants de la fibre nerveuse proprement dite;

4) gaines entourant les fibres nerveuses;

5) groupements de fibres en faisceaux, groupements des faisceaux en nerfs;

6) dégénérescence (notions générales);

7) réinnervation.

B) PHYSIOLOGIE SPECIALE DES NERFS

a) ordre de grandeur du potentiel de repos et du potentiel d'action;

— rappels des raisons qui ont conduit à assimiler « influx nerveux » et « potentiel

d'action » (phénomène électrique qui accompagne le signal);

b) mesure de la vitesse de l'influx nerveux.

Résultats : $V =$ fonction de D .

$V = K D$ (vertébrés, nerfs myélinisés).

$V = K = \sqrt{D}$ (chez les invertébrés);

c) théorie de la conduction saltatoire (pour fibres myélinisées);

d) divers types de fibres A — B — C;

— fibres A, motrices, sensibles;

— l'influx dans ces fibres classées selon la vitesse décroissante de cet influx — groupes α β γ δ et groupes I II III;

— l'influx dans ces fibres;

e) potentiel d'action dans un nerf complexe.

f) nomenclature moderne des fibres motrices et sensibles

histogrammes en fonction des diamètres des fibres;

— dans les nerfs moteurs (fibres motrices et fibres de la sensibilité musculaire);

— dans les nerfs cutanés (sensibilités cutanées).

IV. — TISSU MUSCULAIRE

A) MUSCLES STRIES ET MUSCLES LISSES (morphologie générale).

B) CONSTITUTION DE LA FIBRE DU MUSCLE STRIE.

1) *myofibrilles* :

— anisotropie de la bande A (et à l'intérieur une bande II un peu moins anisotrope que A);

— isotropie de la bande I (à l'intérieur une bande Z anisotrope);

les constituants : filaments (observables seulement au microscope électronique) de myosine dans A et d'actine dans I et A.

Sources fournissant l'énergie nécessaire à la combinaison de la myosine et de l'actine en actomyosine, au cours de la contraction.

2) *le sarcolemme* — sa constitution.

C) ACTIVITE CONTRACTILE DU MUSCLE — Différents modes d'étude de la contraction isotonique ou isométrique.

— Temps de contraction. — Période latente. — Période réfractaire : le tissu contractile n'a pas de réfractorité, seul le tissu conducteur présente une réfractorité. — Plateau tétanique dû à l'absence de réfractorité du système contractile.

V. — LA TRANSMISSION NEURO-MUSCULAIRE

a) Définition de l'unité motrice;

b) Jonction nerf-muscle; mise en évidence de l'existence d'une plaque motrice, morphologie fine de la plaque. Contacts membrane-axone et membrane-muscle.

c) Potentiel d'action musculaire.

Potentiel de jonction neuro-musculaire.

d) Mise en évidence du potentiel de jonction appelé aussi potentiel de plaque, ou encore E.P.P. (End Plate Potential).

— Différents modes de mise en évidence

du potentiel de jonction. Méthode de curarisation.

— Double choc hétérogène (un sur le nerf et un sur le muscle), afin de mettre la fibre musculaire en période réfractaire, et de ne voir que le potentiel de plaque.

e) Plan schématique de la théorie de la transmission chimique.

f) Expériences de Loewi, les premières prouvant l'existence de la transmission chimique au niveau du cœur.

g) Ensemble des faits sur lesquels s'appuie la théorie de la transmission chimique au niveau du muscle.

1°) *Preuves classiques de la transmission chimique.*

a) production de médiateurs chimiques par la transmission, prouvée par la perfusion au niveau du muscle;

b) dénervation du muscle par la section du nerf, nerf dégénéré, perfusion, la stimulation directe de l'organe ne provoque pas d'apparition de médiateur;

c) injection *très proximale* du médiateur acétylcholine (ACh).

En raison de l'existence des cholinestérases pour que l'ACh ne soit pas détruite, on fait l'injection dans une artériole très proche de la plaque étudiée. Cette injection provoque une contraction musculaire;

2°) *preuves complémentaires :*

a) résultats des micro-injections

— au niveau de la plaque motrice; on constate qu'avec des injections de quantités extrêmement faibles d'ACh on a une contraction tout à fait semblable à celle obtenue par la voie nerveuse;

— microinjections de curarisants comme pour ACh.

b) Preuves constituées par la concentration élevée de cholinestérase trouvée au voisinage de la plaque motrice dans le muscle :

— soit par dosage biochimique

— soit par la méthode histochimique

c) Dans le cadre de la théorie de la transmission chimique, diverses hypothèses expliquent l'action des curares. Il faut invoquer l'existence dans la membrane d'un récepteur d'acétylcholine « x ». Ce récepteur de l'ACh serait bloqué par certains curares complexes. Ceux-ci occuperaient la place de ACh sans que la combinaison ait les effets dépolarisants du composé récepteur + ACh. Il s'agit des curares naturels complexes (dits de « calebasse » utilisés par les anciens auteurs ou de curares naturels purifiés (Détubocurarine) et de certains curares de synthèse (fladexil).

Les autres curarisants à molécules simples, (molécules voisines de celles de l'ACh) occupent aussi la place de celle-ci sur le récepteur, mais dépolarisent la plaque; ces combinaisons cependant ne seront pas détruites par la cholinestérase, plus spécifique et, par conséquent, empêcheront l'action de l'ACh et la transmission.

d) *Autres théories de la transmission nerf-muscle :*

Examen de la théorie électrique et difficultés de cette théorie. Critiques faites à la théorie chimique.

3. *Récepteurs de la somesthésie :*

a) *classification :*

— récepteurs superficiels ou cutanés,

— récepteurs de la kinesthésie (consciente ou inconsciente),

— récepteurs de la sensibilité viscérale.

b) *morphologie* des divers récepteurs cutanés et musculaires.

c) *fonctionnement :*

1) traduction en message nerveux de l'intensité de la stimulation :

— potentiel de réception,

— liaison entre l'intensité du stimulus et le potentiel de réception (PR):

$$PR = K' \log \frac{1}{10}$$

— naissance du message à partir du potentiel de réception,

— liaison entre le potentiel de réception et la fréquence F des impulsions nerveuses

$$F = KPR = K'' \log \frac{1}{10}$$

— récepteurs adaptables et non adaptables.

2) Signalisation de la durée de la stimulation :

— récepteurs adaptables et non adaptables,

— récepteurs on-off.

VI — RECEPTEURS ET DECHARGES ENVOYÉES DANS LES NERFS

1° *Les récepteurs :*

Généralités : le message aboutit à deux résultats :

— d'une part, sensations,

— d'autre part, réactions réflexes.

Divers types de récepteurs : classification anatomique :

a) terminaisons nerveuses libres,

b) terminaisons encapsulées,

c) récepteurs différenciés.

Classification fonctionnelle :

a) récepteurs transformant l'énergie mécanique en stimulation nerveuse,

b) récepteurs transformant une stimulation chimique ou photochimique en stimulation nerveuse.

Spécificité des récepteurs : seuil plus bas pour un type d'énergie donné.

2°. *Classification des récepteurs sensoriels :*

a) selon Sherrington :

— extérocepteurs,

— interocepteurs,

— propriocepteurs.

b) nomenclature séparant les sens spéciaux desservis par certains nerfs crâniens (olfaction, vision, etc...) et la somesthésie.

Résumé rédigé par Nadine Zuili, revu par Mme Albe-Fessard.