

Chapitre 5.1: Le réflexe myotatique, un exemple de communication nerveuse

Notions	Activités, exemples
<p>I. Les réflexes sont des réactions involontaires produites en réponse à des stimulations et intervenant dans de nombreux comportements impliquant la contraction musculaire. Par exemple, le réflexe myotatique en jeu des récepteurs sensoriels (fuseau neuromusculaire), un centre nerveux (moelle épinière), des effecteurs (fibres musculaires) et des nerfs. Le trajet du message nerveux impliqué est appelé arc réflexe.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Le réflexe myotatique est la contraction immédiate et involontaire d'un muscle en réponse à son propre étirement. Ce réflexe intervient dans le maintien inconscient de la posture, de l'équilibre du corps, mais aussi dans des situations mettant en danger l'organisme et pour lesquelles une réponse rapide, adaptée et involontaire est nécessaire. 2. Le réflexe myotatique peut être utilisé comme outil de diagnostic afin de vérifier le bon fonctionnement du système neuro-musculaire (exemple : réflexe rotulien, achilléen). 3. L'arc réflexe met en jeu des structures et organes qui interviennent de façon successive : récepteurs sensoriels (fuseaux neuromusculaires), fibres nerveuses sensitives (dans un nerf rachidien), centre nerveux (moelle épinière), fibres nerveuses motrices (dans un nerf rachidien aussi), organes effecteurs (fibres musculaires contractiles). <ol style="list-style-type: none"> a. Les fuseaux neuro-musculaires sont des mécano-récepteurs qui captent le stimulus (étirement du muscle, provoqué éventuellement par un choc au niveau des tendons) et élaborent un message nerveux sensitif. b. Les fibres nerveuses sensitives, regroupées dans un nerf rachidien, conduisent le message nerveux sensitif jusqu'au centre nerveux (la moelle épinière) c. Après traitement de l'information sensitive reçue, la moelle épinière élabore un message nerveux moteur d. Les fibres nerveuses motrices situées dans le nerf rachidien acheminent ce nouveau message jusqu'aux effecteurs musculaires. e. Les effecteurs sont les fibres musculaires dont la contraction est provoquée par la réception du message nerveux moteur 	
<p>II. La conduction du message nerveux est assuré par des cellules polarisées et excitables : les neurones. L'arc réflexe ne fait intervenir successivement que deux types de neurones (sensitifs et moteurs). La jonction entre un neurone sensitif et un motoneurone se fait par le biais d'une seule synapse neuro-neuronique.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tout neurone comporte un corps cellulaire (dans lequel se trouve notamment le noyau) et deux types de prolongements cytoplasmiques : axone et dendrites. Les dendrites collectent les informations sensitives et les conduisent vers le corps cellulaire, tandis que l'axone conduit le message nerveux du corps cellulaire vers 	

d'autres cellules.

2. L'**étirement** du fuseau neuromusculaire, s'il est suffisant, génère un message nerveux qui emprunte la **dendrite** d'un neurone sensitif dont corps cellulaire est situé dans le ganglion rachidien, au niveau de la racine dorsale de la moelle **épineière**.
3. L'axone du neurone sensitif transmet le message nerveux à un **motoneurone** dont le corps cellulaire est situé dans la partie antérieure de la substance grise de la moelle **épineière**.
4. L'axone du motoneurone, qui emprunte la racine ventrale du nerf **rachidien**, véhicule le message nerveux moteur jusqu'aux fibres **musculaires** effectrices.
5. Dans la moelle épineière, au niveau de la substance **grise**, la jonction entre le neurone sensitif et moteur se fait par le biais d'une **synapse** neuro-neuronique. De même, la jonction entre la terminaison axonique du motoneurone et la fibre musculaire est assurée par une **synapse** neuro-musculaire (plaque motrice).
6. Le message nerveux circule à sens **unique** au sein du circuit neuronique constituant l'arc réflexe. Les nerfs rachidiens sont des nerfs **mixtes** contenant à la fois des fibres **sensitives** (dendrites des neurones sensitifs) et **motrices** (axones des neurones moteurs)

III. La stimulation efficace d'un neurone entraîne une inversion rapide et transitoire de son potentiel de membrane (potentiel d'action). Le message nerveux se **propage le long de l'axone d'un neurone sous forme d'une série de potentiels d'action dont la **fréquence** varie proportionnellement à l'intensité de stimulation du neurone (codage électrique en fréquence)**

1. En dehors de toute stimulation, il existe une différence de potentiel électrique de part et d'autre de la **membrane** d'un neurone. Ce potentiel de repos atteint 70 mV, l'intérieur du neurone étant électronegatif par rapport à l'**extérieur**.
2. Lorsqu'un neurone est **stimulé** de façon efficace (la stimulation doit atteindre un certain seuil), on observe une **inversion** brève et brutale de la polarisation membranaire appelé potentiel d'action.
3. Le message nerveux est constitué d'une **série** de potentiels d'action d'amplitude **constante** (100mV) qui se propagent de proche en proche sans s'atténuer le long de la fibre **nerveuse** (vitesse voisine de 100 m/s pour l'axone d'un motoneurone)
4. La présence d'une gaine de myéline au niveau d'un axone **augmente** la vitesse de propagation du message **nerveux**. Des atteintes de cette gaine (exemple de **pathologie** : Sclérose en plaques) entraînent un ralentissement de la propagation du message nerveux, des **troubles** de la motricité et des réflexes.
5. Le message nerveux est codé par la **fréquence** des potentiels d'action qui le constituent (la fréquence des potentiels d'action augmente proportionnellement avec l'**intensité** de la stimulation).

IV. Qu'il s'agisse d'une synapse neuro-neuronique ou d'une synapse neuromusculaire, la **transmission** du message s'effectue par le biais d'une substance chimique (**neurotransmetteur**). Au niveau d'une synapse, l'intensité du message est codé par la **concentration** en neurotransmetteur (codage chimique en concentration)

1. La zone de connexion entre les deux **neurones** (sensitif et moteur) est une synapse neuro-neuronique. Celle entre le neurone moteur et la fibre **musculaire** effectrice est une synapse neuromusculaire (SNM).
2. L'arrivée des potentiels d'action au niveau d'une terminaison axonique (pré-synaptique) entraîne la **libération** par exocytose d'une substance chimique (neurotransmetteur = NT) dans la fente **synaptique** (espace séparant la terminaison axonique pré-synaptique de l'élément post-synaptique, neurone ou fibre musculaire). L'**acétylcholine** (=ACh) est le NT impliqué dans le fonctionnement du réflexe myotatique.
3. Les molécules du NT se fixent sur des **récepteurs** membranaires de l'élément post-synaptique. Si la quantité de NT libéré est **suffisante**, cette fixation déclenche la formation de potentiels d'action au niveau de l'élément post-synaptique et donc la transmission du message nerveux.
4. Après fixation sur son **récepteur**, l'ACh est libérée puis hydrolysée par une **enzyme** (l'acétylcholinestérase). Ceci est indispensable pour mettre fin à l'action du NT et restaurer les conditions initiales nécessaires à la transmission d'un nouveau message.
5. Au niveau des synapses, c'est la concentration en NT libéré dans l'espace synaptique qui constitue le **codage** du message : plus la **concentration** en ACh est importante, plus la fréquence des potentiels d'action du message post synaptique est **élevée**.
6. Dans le cas d'une SNM, la fixation de l'ACh entraîne au niveau de la fibre musculaire l'apparition de potentiels d'action. Ceux-ci, en provoquant l'**ouverture** de protéines membranaires jouant le rôle de canaux ioniques, entraîne le passage des ions calcium du réticulum sarcoplasmique (réseau de cavités cytoplasmiques) vers le cytoplasme des cellules **musculaires**. C'est l'augmentation de la concentration cytoplasmique en **calcium** qui provoque la contraction musculaire.
7. Des substances chimiques exogènes peuvent **perturber** le fonctionnement synaptique : Certaines, comme le curare, se fixent sur les **récepteurs** de l'ACh sans générer de potentiel d'action (**antagoniste** de l'ACh). D'autres, comme la nicotine, se fixent sur les récepteurs en générant des potentiels d'action (**agoniste** de l'ACh). D'autres, comme certains insecticides neurotoxiques, sont des inhibiteurs de l'acétylcholinestérase.