

PHYSIOLOGIE CELLULAIRE DES NERFS ET DES MUSCLES

4.1) TRANSPORT MEMBRANAIRE

4.1.1) LA MEMBRANE PLASMIQUE (AUTO-APPRENTISSAGE)

- Décrire la structure générale de la membrane plasmique. Définir glycocalyx et reconnaître ses fonctions.
- Discuter des principales caractéristiques et fonctions de la bicouche lipidique.
- Protéines membranaires : expliquer la différence entre protéines périphérique et protéines intégrées et décrire leurs fonctions.

4.1.2) TYPES DE TRANSPORT À TRAVERS LA MEMBRANE PLASMIQUE

Diffusion simple

- Définir la diffusion simple
- Gradients de concentration, relation gradient de concentration-vitesse de diffusion.
- Expliquer le concept de *perméabilité sélective* de la membrane cellulaire

L'osmose

- Définir l'osmose et expliquer les deux conditions requises pour que l'osmose se produise
- Définir « osmolarité » et donner la relation entre osmolarité et molarité; expliquer les termes « hypoosmotique, isoosmotique et hyperosmotique ».
- Définir « tonicité » et expliquer les termes « hypotonique, hypertonique et isotonique ».

Décrire et expliquer les propriétés des transports facilités :

- Reconnaître la caractéristique commune de tous les transports facilités.
- Décrire les deux types de diffusion facilitée.
- Expliquer diffusion simple vs. diffusion facilitée
 - Concept de spécificité
 - Concept de saturation
 - Pourquoi ces concepts sont propres à la diffusion facilitée.

Transports actifs :

- Décrire les caractéristiques générales des transports actifs
- Décrire et expliquer les propriétés des transports actifs primaires (ATPases).
- Décrire le fonctionnement de la pompe Na-K ($\text{Na}^+\text{-K}^+$ ATPase).
- Décrire et expliquer les propriétés des transports actifs secondaires :
- Expliquer les différences entre symports et antiports.
- Expliquer comment le gradient électrochimique des ions Na^+ est utilisé.

Les transports vésiculaires.

- Donner les caractéristiques générales des transports vésiculaires et reconnaître les principaux types.
- Exocytose
- Endocytose
 - Phagocytose
 - pinocytose et
 - endocytose par récepteur interposé

4.2) NEURONES

4.2.1) ORGANISATION GÉNÉRALE DU SYSTÈME NERVEUX

- Distinguer entre les systèmes nerveux central (SNC) et périphérique (SNP).
- Distinguer entre les voies sensibles (afférentes) et motrices (efférentes).
- Décrire les régions du neurone et leur fonction particulière: dendrite, axone, télodendron, bouton terminal, cône d'implantation.

4.2.2) ACTIVITÉ ÉLECTRIQUE DES NEURONES

Le potentiel de repos.

- Expliquer l'origine du potentiel de repos à partir gradients de concentration et des perméabilités membranaires aux ions Na^+ K^+ et Cl^- .
- Expliquer ce qu'est le gradient électrochimique et l'équilibre électrochimique des ions.
- Comprendre les facteurs qui déterminent la direction du flux net des ions à travers la membrane cellulaire.
- Comprendre le rôle des ions imperméables à la membrane cellulaire dans le maintien du potentiel de repos.

Expliquer le rôle de la pompe $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ dans le maintien du potentiel de repos.

Distinguer entre canaux ioniques voltage-dépendants et canaux ioniques ligand-dépendants.

Décrire de façon générale les signaux électriques qui peuvent être générés par les neurones

Les potentiels gradués:

- Décrire leurs principales caractéristiques.
- Distinguer entre dépolarisation, repolarisation et hyperpolarisation

Les potentiels d'action:

- Décrire le potentiel d'action en reconnaissant les phases de dépolarisation, de repolarisation et d'hyperpolarisation; expliquer ces phases à partir des changements successifs des perméabilités membranaires aux ions Na^+ et K^+ .
- Expliquer le fonctionnement des canaux à Na^+ voltage-dépendants; comparer ces propriétés à celles des canaux à K^+ voltage-dépendants.
- Définir et expliquer à partir des propriétés des canaux voltage-dépendants : seuil d'excitation, périodes réfractaires absolue et relative.
- Expliquer pourquoi l'on dit du potentiel d'action qu'il obéit à la « loi du tout ou rien ».
- Indiquer comment l'intensité d'un stimulus peut être codée par la fréquence des potentiels d'action.

Propagation des potentiels gradués et d'action

- Expliquer de quelle façon ces potentiels se propagent le long d'un axone.
- Reconnaître l'importance de la gaine de myéline sur la vitesse de propagation du potentiel d'action:
 - Décrire la production des gaines de myéline autour des axones et expliquer le rôle de la myéline dans la propagation du potentiel d'action.
 - Définir: cellules de Schwann (neurolemmocytes), oligodendrocytes, nœud de Ranvier, conduction saltatoire.
 - Distinguer et décrire les diverses cellules de la névroglie dans le SNC et le SNP.

4.2.4 La transmission synaptique

- Comparer synapses électriques et synapses chimiques en termes de: mécanismes, vitesse et propriétés des communications inter-neuronales.
- Décrire les principales structures d'une synapse chimique.
- Illustrer et décrire les principales étapes de la transmission synaptique chimique; décrire les 3 façons générales selon lesquelles la transmission synaptique se termine.

- Décrire et comparer les potentiels postsynaptiques excitateurs (PPSE) inhibiteurs (PPSI); comparer les canaux ligand-dépendants qui sont impliqués dans chacun de ces deux cas; expliquer de quelle façon ils influencent la génération d'un potentiel d'action par la cellule postsynaptique.
- Définir et comparer sommation temporelle et sommation spatiale; expliquer pourquoi l'on qualifie le cône d'implantation "d'intégrateur nerveux".
- Les neurotransmetteurs :
 - Classer les neurotransmetteurs selon leur structure et leurs fonctions
 - Comparer les récepteurs ionotropes et métabotropes

4.3) MUSCLES

4.3.1) LES MUSCLES SQUELETTIQUES

- Décrire l'organisation des muscles squelettiques et leurs membranes. Définir: faisceau et fibre musculaires, épimysium, périmysium et endomysium.
- Décrire l'anatomie d'une fibre musculaire squelettique:
 - Cellule polynucléée composée principalement de myofibrilles dont les stries (aussi appelées "bandes") claires (I) et foncées (A) donnent l'aspect strié aux fibres.
 - Le *sarcomère*, "unité fonctionnelle" du muscle squelettique est délimité par deux lignes Z avec en son centre la ligne M et la strie H. Le sarcomère est donc constitué d'une strie A et de deux moitiés de stries I.
- Décrire la structure des myofilaments minces et épais et les protéines qui les composent: myosine, formée d'une tige et d'une tête flexible; actine (polymère en double hélice d'actine G), tropomyosine et troponine (complexe TnI, TnT et TnC).
 - Reconnaître que les têtes de myosines sont des ATPases et que l'actine porte des sites de liaison pour les têtes de myosine.
- Expliquer le modèle de la contraction par glissements, en notant que les stries I et H, mais non pas les stries A, rétrécissent durant la contraction.
- Décrire la séquence des événements provoquant le glissement des myofilaments.
 - Reconnaître les deux rôles joués par l'ATP
 - Mise sous tension de la tête de myosine (suite à l'hydrolyse de l'ATP en ADP et P_i)
 - Dissociation du complexe myosine-actine (suite à la fixation d'une nouvelle molécule d'ATP). Ce dernier rôle explique le phénomène de "rigidité cadavérique".

4.3.2) LA JONCTION NEUROMUSCULAIRE

- Définir « unité motrice » et en décrire les principales caractéristiques.

- Décrire les principales composantes de la jonction neuromusculaire, dont la plaque motrice, et reconnaître les caractéristiques propres à cette synapse:
 - i) En général, une seule synapse par fibre musculaire (située au centre de la fibre).
 - ii) Le potentiel post-synaptique est toujours un PPSE qui atteint normalement le seuil d'excitation de la fibre (donc un potentiel d'action provenant du neurone moteur est suffisant pour déclencher un potentiel d'action à la fibre musculaire).
 - iii) L'acétylcholine est le seul neurotransmetteur présent à la jonction neuromusculaire.
 - N.B. L'effet de l'acétylcholine est très bref, suite à son hydrolyse par l'*acétylcholinestérase* présente sur la plaque motrice.

4.3.3) LE COUPLAGE EXCITATION-CONTRACTION

- Décrire le réseau du réticulum sarcoplasmique (réseau de réticulum endoplasmique lisse composé de longs tubules dont les extrémités se fusionnent en citernes terminales), le tubule T et leur regroupement en triades.
- Décrire la succession des événements impliqués dans le "couplage excitation-contraction" en notant le rôle important des tubules T et du réticulum sarcoplasmique.
- Expliquer le rôle des ions Ca^{2+} , de la troponine et de la tropomyosine dans le déclenchement de la contraction.

4.3.4) PROPRIÉTÉS DES MUSCLES SQUELETTIQUES

- Définir "secousse musculaire" et en décrire les 3 phases : période de latence, période de contraction et période de relâchement. Reconnaître que la contraction se produit après la fin du potentiel d'action et que la durée totale de la secousse musculaire (jusqu'à 200 msec pour certaines fibres) est généralement beaucoup plus longue que celle du potentiel d'action lui-même (1 à 5 msec).
- Décrire les mécanismes qui sous-tendent les réponses musculaires graduées; sommation temporelle et téтанos:
- Définir et comparer contractions "isométriques" et contraction "isotoniques".
- Décrire la relation entre la longueur et la tension dans les muscles et expliquer ce phénomène en considérant le chevauchement des filaments d'actine et de myosine.
- Décrire et expliquer les facteurs qui déterminent la force de contraction.

4.3.5) MÉTABOLISME ET TYPES DE FIBRES DES MUSCLES SQUELETTIQUES

- Décrire les trois principales sources d'ATP et comparer leur vitesse et leur capacité à produire de l'ATP:
 - Système phosphagène: ATP déjà présente et *créatine phosphate* (qui peut transférer un groupe phosphate sur l'ADP pour donner de l'ATP + créatine).

- Glycolyse dont le produit de dégradation du glucose en acide pyruvique; utilisation des glucides.
- Condition anaérobie : acide pyruvique → acide lactique
- Condition aérobie qui nécessite la présence d'oxygène; utilisation des glucides et lipides.
- Associer les différents types de muscles squelettiques à leur métabolisme, leur vitesse de contraction et leur résistance à la fatigue.
 - Décrire les 4 types de fibres musculaires squelettiques et reconnaître les différences de l'activité de l'ATPase de leur myosine, laquelle détermine la vitesse de contraction.
 - La plupart des muscles comportent un mélange de ces quatre types, les proportions variant selon la fonction du muscle.
 - Comparer les propriétés qui permettent aux fibres rouges d'être résistantes à la fatigue (dont leur grande teneur en *myoglobine* et mitochondries) à celle des fibres blanches rapidement fatigables.

4.3.6) MUSCLES LISSES :

- Caractéristiques générales
- Jonction neuromusculaire et activité électrique
- Couplage excitation-contraction. Bien comprendre les différences entre muscles lisses et squelettiques.
- Muscles lisses unitaires et multiunitaires

