

LA NEUROPHYSIOLOGIE

Excitabilité de la membrane cellulaire et transmission de l'information.

Système endocrinien via les hormones et système nerveux sont deux systèmes de contrôle.

Schéma 1

Les pompes ioniques.

Les canaux ioniques-transporteurs.

Les récepteurs.

Les enzymes.

Comment des mouvements d'ions produisent des signaux électriques?

Pompes ioniques: différence de concentration en ions spécifiques.

Canaux ioniques: perméabilité sélective des membrane à certains ions.

Canaux/pompes → production de l'électricité cellulaire:

-signaux locaux.

-signaux propagés.

1. Potentiel membranaire de repos et ses bases ioniques.

Au repos, la membrane est:

-peu perméable aux ions sodium.

-perméable aux ions potassium.

-impermeable aux protéines et phosphates.

-pompe Na^+ , K^+ ATPase.

Schéma 2

Fonctionnement de la pompe Na^+ , K^+ ATPase.

Pousse les ions contre les gradients de concentration.

Deux ions potassium rentrent et trois ions sodium sortent.

Origine du potentiel de repos: l'inégalité de répartition des ions entre les milieux intra et extracellulaire:

Extracellulaire (mM): Na^+ : 145; K^+ : 4; Cl^- : 150.

Intracellulaire (mM): Na^+ : 15; K^+ : 150; Cl^- : 15.

2. Potentiels graduels.

Plus le stimulus est intense, plus fort est le potentiel membranaire de repos (-70mV pour une cellule nerveuse et -90mV pour une cellule musculaire).

Schéma 3

Potentiels locaux: non propagés:

-potentiel post-synaptique.

-potentiel de récepteur.

Schéma 4

PA peut aller jusqu'à +50mV (overshoot).

3.1 Bases ioniques.

Schéma 5

PA myocardique:

Schéma 6

Le plateau est dû aux canaux à ions calciques qui s'ouvrent et se referment lentement. Ceci crée une période post réfractaire conférant au muscle cardiaque sa propriété de se contracter par à-coups.

PA du muscle lisse (tapisse la paroi des organes creux).

Potentiel à pic:

Schéma 7

Potentiel à ondes lentes:

Schéma 8

Potentiel à plateau (ex: utérus):

Schéma 9

Bases ioniques des PA:

Type cellulaire, durée PA, canaux ioniques.

-nerf, 1 à 2ms, canaux sodiques et potassiques.

-muscle strié, 10ms, canaux sodiques et potassiques.

-muscle cardiaque, 200ms, canaux calciques et potassiques.

-muscle lisse, 10 à 50ms, canaux calciques et potassiques.

3.2 Seuil et période réfractaire.

Le seuil est la valeur critique de dépolarisation.

Stimulus liminaire est le seuil qui va permettre au potentiel de décoller. Par rapport à cette valeur: infra ou supra liminaire.

Rq: pour supra liminaire, toujours le même PA.

Période réfractaire:

Schéma 10

Période réfractaire permet la transmission des PA dans un seul sens, et limite la fréquence de l'arrivée des stimulations.

3.3 Conduction des PA.

Nature de propagation du PA:

Schéma 11

Conduction continue, fibre nerveuse amyélinique:

Schéma 12

Conduction saltatoire, fibre nerveuse myélinisée:

Schéma 13

Sens de propagation du PA (in vitro, dans les deux sens à l'inverse de in vivo).

-Conduction orthodromique.

-Conduction antidromique (pathologie).

Vitesse de propagation du PA.

-Myélinisation ou non de la fibre nerveuse.

-Diamètre de la fibre nerveuse.

4. Les différents types de fibres nerveuses et leurs fonctions.

Type de fibre, fonction, diamètre des fibres, vitesse de conduction.

Les fibres A alpha, beta, gamma, delta et B sont myélinisées.

Les fibres C sont amyéliniques.

De A alpha à A gamma, le diamètre des fibres diminue tout comme la vitesse de conduction. Ainsi, les fibres A alpha assure la motricité somatique, les A beta, la sensibilité tactile, les A gamma, la sensibilité thermique, les A delta, la sensibilité nerveuse. Les fibres B assurent la zone préganglionnaire. Les fibres C assurent la zone post ganglionnaire sympathique.

Chiffres Ia, b= A alpha et beta.

II= A gamma.

III= A delta.

IV=

5. Interaction ligand-récepteur.

Seconds messagers: AMPc, Ca²⁺, IP3, DG.

Schéma 14.

PHYSIOLOGIE DE LA CELLULE NERVEUSE, TRANSMISSION SYNAPTIQUE

1. Organisation fonctionnelle du neurone.

1.1. Définition.

Un neurone est une cellule spécialisée dans la réception, l'intégration, l'émission, la conduction et la transmission de l'information nerveuse. Il y a hétérogénéité fonctionnelle.

Un neurone présente à une extrémité des dendrites qui entourent un corps cellulaire, encore appelé soma ou péricaryon. Puis, présence d'un prolongement unique appelé axone qui finit par une arborisation terminale dont chaque branche comporte un bouton synaptique.

1.2. Répartition des canaux ioniques.

Schéma 15

2. Cellules gliales (= névroglie= 90% des cellules du SNC).

Rôles trophique, métabolique et mécanique.

SNC:

-Astrocytes mécaniques: barrière hémato-encéphalique.

-Oligodendrocytes: formation myéline.

-Cellules épendymaires: formation LCR (liquide céphalo rachidien).

-Microglie; rôle phagocytaire.

Les nerfs périphériques:

-Les cellules de Schwann.

Gliomes.

3. Transmission synaptique.

-Définition de synapse: zone de contact fonctionnelle entre deux cellules excitables (ex: synapse neuro-endocrinienne).

-Deux types de synapse.

3.1. Synapse électrique (via protéines= connexons via lesquels les ions vont diffuser).

-Rapidité de la communication.

-Synchronisation.

-Transmission bidirectionnelle.

Le délais synaptique est de 0,1ms.

L'on dit souvent que les deux membranes sont couplées électroniquement.

Ces synapses électriques existent au niveau de groupes de neurones qui ont besoin de se contracter en même temps (ex: coeur).

3.2. Synapse chimique.

Synapse "classique" qu'on trouve au niveau du SN.

Schéma 16

La jonction neuromusculaire:

Schéma 17

4. Aspects fonctionnels des synapses chimiques.

4.1 Neurotransmetteurs.

4.2 Rôle du calcium dans la libération des neurotransmetteurs.

Il faut qu'il y ait une augmentation d'ions calcium dans la région présynaptique pour que s'ouvrent les canaux calciques (voltage dépendants).

Au moins 4 ions calcium pour permettre la transmission d'une vésicule.

4.3 Récepteurs.

-Récepteurs ionotropiques (récepteurs-canaux).

-Récepteurs métabotropiques (récepteurs couplés aux protéines G).

4.4 Dégradation du neurotransmetteurs libéré.

-Diffusion dans la MEC.

-Dégradation enzymatique.

-Recapture par la terminaison présynaptique.

4.5 Mécanisme des potentiels post-synaptiques.

Synapse excitatrice → PPSI (potentiel post-synaptique inhibiteur).

Schéma 19

GABA, glycine.

5. Intégration neuronale.

5.1 Sommaton spatiale et temporelle.

Partie initiale de l'axone= cône d'implantation.

L'intégration peut se faire par sommaton spatiale et/ou temporelle.

La sommaton (qui signifie: faire la somme) spatiale et temporelle sont prise en compte dans le SN.

6. Les différents neurotransmetteurs et leur action.

-Neurotransmetteur: substance informative qui va assurer la transmission au niveau synaptique.

Il y a une centaine de neurotransmetteurs.

Les critères d'identification d'un neurotransmetteur.

-Acétyl choline.

-Les amines:

-catécholamines: dopamine (provient de la substance noire du tronc cérébral, et va permettre la motricité), noradrénaline (joue sur les humeurs et les mécanismes de passage d'état de veille à sommeil), adrénaline.

-sérotonine (joue sur les humeurs).

-histamine.

Rq: Les antidépresseurs agissent sur le système noradrénaline et sérotonine.

-Les aa:

-glutamate (50% des synapses chimiques= glutamatergiques; joue dans les mécanismes d'apprentissage et de mémorisation).

-aspartate.

-GABA (acide gamma-aminobutyrique; au niveau du cervelet, mécanisme de coordination et surtout quand il s'agit de mouvements précis et fins).

-glycine (cervelet et moëlle épinière; joue sur les réflexes médullaires).

-Les neuropeptides (médiateurs à l'action lente, neuromodulateurs):

-facteurs hypothalamiques de libération ou d'inhibition.

-peptides hypophysaires.

-peptides opioïdes: endorphines, effets analgésiques.

-substance P: neuropeptide spécifique des fibres de la douleur.

-cholécystokinine (CCK): régulation de l'alimentation.

-angiotensine: stimule la soif.

-Gaz (messager diffusible):

-monoxyde d'azote (NO).

7. Plasticité synaptique (= changement de l'efficacité synaptique suite à des actions répétées).

-Potentialisation téтанique (sommation synaptique).

-Potentialisation à long terme (LTP: sommation hétérosynaptique): mécanisme qui permet la mémoire.

Passe par la mise en jeu du glutamate.

8. Facteurs intervenants sur la transmission synaptique.

-Alcalose, acidose, hypoxie.

-Drogues, caféine, théophylline, produits anesthésiques.

Ces facteurs font baisser l'excitabilité synaptique.