

Activité 5: La voie nerveuse de la motricité volontaire et l'intégration des messages nerveux au niveau des synapses neuro-neuroniques

Les messages nerveux qui commandent les mouvements volontaires sont élaborés au niveau d'aires spécialisées du cortex cérébral, dont l'aire motrice primaire. Ces aires constituent le cortex moteur.

Comment les messages nerveux élaborés au niveau de l'aire motrice primaire parviennent-ils aux muscles ?

1: Utilisez les connaissances acquises au cours des activités précédentes, et les documents 1 et 2 page 348 pour justifier la voie pyramidale présentée dans le document 3 page 148.

2: Expliquez alors, grâce aux applications SOMTEMP et SOMSPAT, comment les neurones moteurs de la moelle épinière intègrent les messages nerveux parfois contradictoires reçus via des synapses excitatrices et / ou inhibitrices établies avec les neurones pyramidaux et les neurones sensitifs.

Conclusion: Rédigez une courte synthèse pour répondre au problème posé en tenant compte des informations du document 4 page 349.

CORRECTION:

1: La voie nerveuse de la motricité volontaire

Voir schéma de la voie pyramidale (document 3 page 348)

Le cas clinique de Mr X (AVC affectant le cortex du lobe frontal gauche en relation avec hémiparésie droite), ainsi que les données de l'imagerie fonctionnelle montrent que les messages nerveux de la motricité volontaire sont élaborés au niveau du cortex des lobes frontaux.

Les cas cliniques des lésions de la moelle épinière (documents 1 et 2 page 348) dont la localisation peut être mise en relation avec l'étendue de la paralysie (tétraparésie ou paraparésie) montrent que les messages nerveux de la motricité volontaire passent par la moelle épinière. Les neurones pyramidaux issus de l'aire motrice primaire du lobe frontal passent par la moelle épinière.

Le cas clinique de Mr X (AVC affectant le cortex du lobe frontal gauche en relation avec hémiparésie droite), ainsi que les données de l'imagerie fonctionnelle montrent que la commande de la motricité volontaire est contra-latérale: l'aire motrice primaire du lobe frontal droit contrôle la motricité volontaire gauche, et inversement. Les fibres nerveuses issues des lobes frontaux droit et gauche se croisent au niveau du bulbe rachidien pour innervier les côtés opposés du corps.

Les expériences de Magendie montrent qu'une section de la racine ventrale par laquelle passent les neurones moteurs impliqués dans le réflexe myotatique induit une perte de la motricité involontaire (réflexe) mais aussi de la motricité volontaire. Les neurones pyramidaux innervent les muscles via les neurones moteurs avec lesquels ils établissent des synapses neuro-neuroniques au niveau de la moelle épinière.

2: L'intégration des messages nerveux au niveau des synapses neuro-neuroniques

Les synapses neuro-neuroniques de la moelle épinière ont une structure et un fonctionnement globalement similaires à ceux de la synapse neuro-musculaire. Les boutons synaptiques de l'arborisation terminale d'un neurone pré-synaptique (neurone pyramidal ou neurone sensitif) sont séparés des dendrites du neurone post synaptique (neurone moteur) par un espace ou fente synaptique ne permettant pas la propagation du message nerveux sous sa forme électrique (PA). L'arrivée d'un message nerveux (PA) dans le bouton synaptique du neurone pré-synaptique induit l'exocytose des vésicules de neurotransmetteurs et la libération des neurotransmetteurs dans la fente synaptique. La fixation des neurotransmetteurs sur des récepteurs spécifiques implantés dans la membrane plasmique des dendrites du neurone post synaptique induit une modification du potentiel de membrane du neurone post synaptique qui peut entraîner ou non la genèse d'un potentiel d'action post synaptique.

Comme dans le cas de la synapse neuro-musculaire, le message nerveux est codé en concentration de neurotransmetteurs; cependant, dans le cas des synapses neuro-neuroniques, il existe 2 types de synapses:

- Les synapses excitatrices libèrent dans la fente synaptique des neurotransmetteurs qui tendent à dépolariser la membrane du neurone post synaptique la rapprochant ainsi du seuil nécessaire à la genèse d'un potentiel d'action post synaptique.
- Les synapses inhibitrices libèrent dans la fente synaptique des neurotransmetteurs qui tendent à hyper-polariser la membrane du neurone post synaptique l'éloignant ainsi du seuil nécessaire à la genèse d'un potentiel d'action post synaptique.

Les neurones moteurs de la moelle épinière sont innervés par différentes synapses excitatrices et ou inhibitrices, ils reçoivent des messages nerveux afférents nombreux, variés (issus de synapses excitatrices ou inhibitrices) et d'origines diverses (récepteurs sensitifs, centres nerveux supérieurs et interneurons). Ils doivent prendre en compte ces différents messages afférents pour produire un message moteur unique et adapté.

Pour cela, les neurones moteurs effectuent une sommation temporelle, en additionnant les messages nerveux afférents qui arrivent en un temps plus ou moins rapproché. Ils réalisent aussi une sommation spatiale, en prenant en compte les différents messages nerveux afférents à un instant donné. Ainsi, un message excitateur associé à un autre message inhibiteur pourront s'annuler au niveau d'un motoneurone.

Cette double sommation détermine la nature de la réponse du motoneurone (émission ou non de potentiels d'actions) et son intensité (fréquence des potentiels d'actions): on dit qu'il y a eu intégration de messages nerveux afférents.