

Chapitre 15 :

Motricité volontaire et plasticité cérébrale

Introduction

Contrairement aux réflexes myotatiques, qui sont des mouvements involontaires contrôlés par la moelle épinière, les **mouvements volontaires** impliquent une commande consciente et coordonnée du cerveau. Ces mouvements, comme marcher, écrire ou saisir un objet, résultent de l'activation des **aires motrices du cortex cérébral**, en interaction avec d'autres signaux sensoriels (visuels, auditifs, etc.).

Problématique :

*Comment le cerveau contrôle-t-il les mouvements volontaires, et quels mécanismes permettent la transmission des messages nerveux des aires motrices jusqu'aux muscles ?
Comment le cerveau s'adapte-t-il en cas de lésions ou d'apprentissages nouveaux ?*

I. De la volonté au mouvement

1. L'identification des aires motrices par l'IRM

L'**Imagerie par Résonance Magnétique (IRM)** permet de visualiser la structure et l'activité du cerveau. L'IRM fonctionnelle (IRMf) révèle que la commande volontaire des mouvements est principalement contrôlée par l'**aire motrice primaire (M1)**, située dans le lobe frontal, juste en avant du sillon central. Cette aire est organisée de manière topographique : chaque zone contrôle une partie spécifique du corps, comme le montre l'**homonculus moteur** (représentation déformée du corps selon l'importance des aires motrices qui lui sont dédiées).

D'autres régions, comme l'**aire prémotrice (M2)** et l'**aire motrice supplémentaire (AMS)**, interviennent dans la **planification** et l'**organisation** des mouvements, en intégrant des informations sensorielles et mnésiques. Ensemble, M1, M2 et AMS forment le **complexe moteur**.

2. La commande volontaire du mouvement

L'aire motrice primaire (M1) envoie des messages nerveux aux muscles via des **neurones pyramidaux**, dont les axones descendent vers la moelle épinière. Ces voies motrices se croisent au niveau du bulbe rachidien (décussation des pyramides), ce qui explique que l'hémisphère cérébral droit commande la partie gauche du corps, et inversement.

II. Les voies motrices : du cerveau aux muscles

1. Du cerveau à la moelle : les neurones pyramidaux

Les messages nerveux élaborés dans le cortex cérébral sont transmis par les **neurones pyramidaux**, dont les axones traversent la substance blanche du cerveau, puis descendent dans la moelle épinière jusqu'aux vertèbres correspondantes aux muscles à activer.

2. La décussation motrice

Les voies motrices se croisent avant d'entrer dans la moelle épinière, assurant une commande **controlatérale** (l'hémisphère droit commande le côté gauche du corps, et vice versa).

3. De la moelle épinière au muscle : les motoneurones

Dans la moelle épinière, les **motoneurones** reçoivent les messages en provenance du cerveau et des voies sensorielles. Ils intègrent ces informations pour produire un message nerveux adapté, qui est ensuite transmis aux muscles via la **plaque motrice**, déclenchant la contraction et le mouvement.

III. Motricité volontaire et déficiences cérébrales

1. Lésions et paralysies

Des lésions des aires motrices (comme lors d'un **AVC** ou d'une tumeur) ou de la moelle épinière peuvent entraîner des paralysies partielles ou totales (hémiplégie, paraplégie, tétraplégie). Par exemple, la **maladie de Parkinson**, due à la dégénérescence de neurones producteurs de dopamine, se manifeste par des tremblements, une rigidité musculaire et des difficultés à initier les mouvements.

L'**apraxie**, quant à elle, est un trouble de la réalisation des gestes volontaires, malgré l'absence de paralysie. Elle résulte d'une atteinte des aires prémotrices ou du cortex préfrontal, perturbant la planification et l'exécution des mouvements.

2. Rôle des cellules gliales

Les **cellules gliales** (comme les oligodendrocytes) jouent un rôle crucial en entourant et protégeant les neurones. Leur dégradation, comme dans la **sclérose en plaques**, affecte la transmission des messages nerveux et entraîne des troubles moteurs.

IV. Plasticité cérébrale et récupération

1. Plasticité et apprentissage

Le cerveau possède une capacité remarquable à se réorganiser, appelée **plasticité cérébrale**. Par exemple, l'apprentissage d'un instrument de musique ou la pratique intensive d'un sport modifie la taille et l'organisation des aires motrices. Cette plasticité est à la base de l'apprentissage moteur.

2. Récupération après une lésion

En cas de lésion cérébrale (AVC, amputation), le cerveau peut compenser en recrutant des zones voisines ou en créant de **nouvelles connexions synaptiques**. Cela permet une récupération partielle ou totale des fonctions motrices.

V. Le cerveau, un organe fragile

Le cerveau est sensible aux perturbations extérieures, comme le **manque d'oxygène** ou la consommation de **substances psychoactives** (alcool, THC, nicotine). Ces substances peuvent détruire les neurones ou perturber leur fonctionnement, affectant les capacités cognitives, l'humeur et la motricité. De plus, elles agissent sur le **système de récompense** (noyau accumbens), favorisant l'addiction.

Conclusion

La motricité volontaire repose sur un réseau complexe d'aires motrices et de voies nerveuses, coordonné par le cerveau. Grâce à la **plasticité cérébrale**, le cerveau peut s'adapter aux lésions ou aux apprentissages, mais il reste vulnérable aux agressions extérieures. Comprendre ces mécanismes est essentiel pour développer des stratégies de rééducation et prévenir les troubles moteurs.