

Le CONTROLE SUPRA-SPINAL DES REFLEXES SPINAUX

I. INTRODUCTION

Les voies "extrapyramidales" (contrairement à la voie pyramidale qui est impliquée dans le contrôle de la motricité volontaire) correspondent aux voies de la motricité involontaire impliquée dans les mouvements automatiques associés (ex: positionnement des bras pour la préhension) ou non (ex: la marche) aux mouvements volontaires, les mouvements réflexes et le contrôle du tonus musculaire.

En fonction de l'existence ou non d'un relais sur la voie motrice issue du cortex, on distingue les systèmes moteurs directs et indirects, le système moteur indirect : comporte un relais, principalement par les noyaux vestibulaires et la formation réticulaire qui redirigent l'information vers la moelle par les faisceaux cortico-vestibulo-spinal et cortico-réticulo-spinal.

2. Faisceaux cortico-réticulo-spinal et cortico-vestibulo-spinal:

Un modeste contingent de fibres motrices issues du cortex moteur se projettent sur la substance réticulée et les noyaux vestibulaires du tronc cérébral. A partir de ces noyaux, les signaux sont transmis directement à la moelle via les faisceaux réticulo-spinal et vestibulo-spinal ou au cervelet via les faisceaux réticulo-cérébelleux et vestibulo-cérébelleux. Les deux premiers faisceaux sont décrits dans le cadre des « projections motrices du tronc cérébral sur la moelle », ce système participe principalement au contrôle de la musculature axiale et des ceintures et forme le système moteur médian de la moelle, par opposition au système moteur latéral de la moelle constitué des faisceaux cortico-spinal et cortico-rubro-spinal qui contrôle la musculature des membres.

II. Les projections motrices du tronc cérébral

5 principales structures du tronc cérébral exercent un rôle moteur:

- Le noyau rouge
- Le colliculus supérieur
- Le noyau vestibulaire
- La formation réticulée
- Le locus coeruleus et les noyaux du raphé

Les projections du noyau vestibulaire et de la formation réticulée sur la moelle spinale sont les plus importantes, elles se projettent sur la zone intermédiaire et la corne antérieure de la substance grise de la moelle en relation avec le contrôle de la musculature axiale et proximale des membres. Le noyau vestibulaire et la formation réticulée sont fortement impliqués dans le contrôle de l'équilibre et de la posture.

Le colliculus supérieur et le noyau rouge émettent des projections moins importantes vers la moelle qui se limitent à la moelle cervicale. Le noyau rouge est surtout impliqué dans la motricité des bras par l'intermédiaire de la voie rubro-spinale. La voie cortico-rubro-spinale est ainsi considérée comme une voie auxiliaire de la voie cortico-spinale (la voie "pyramidale" : décrite dans le cadre des projections motrices du cortex moteur). Le colliculus supérieur est surtout impliqué dans le contrôle des mouvements oculaires conjugués et ses projections sur la moelle participent au contrôle des mouvements de la tête.

Les projections du locus coeruleus et des noyaux du raphé : constituent, à la différence des précédentes, des projections moins organisées qui ont en commun le fait d'utiliser des monoamines comme neurotransmetteur.

1. Le faisceau tecto-spinal:

(Chez les mammifères, le « tectum » est appelé colliculus supérieur ou encore appelé tubercule quadrijumeau antérieur ou supérieur). Il prend son origine dans les couches profondes du colliculus supérieur, les axones croisent la ligne médiane, juste en dessous de la substance grise périaqueducale, puis descendent dans le cordon ventral de la moelle et se

terminent sur les interneurons médiaux de la moelle cervicale. Ce faisceau participe au contrôle:

- Des mouvements controlatéraux de la tête en réponse à un stimulus visuel, auditif ou somatique.
- Des mouvements oculaires par l'intermédiaire de projections limitées au tronc cérébral.

2. Les faisceaux réticulo-spinaux:

La formation réticulée présente de multiples fonctions :

- ✦ Le contrôle cardio-vasculaire et respiratoire.
- ✦ La régulation de la veille et du sommeil.
- ✦ Des fonctions motrices, notamment le contrôle de la musculature axiale et proximale des membres. Elle joue un rôle important dans le contrôle proactif de la posture (mouvements occasionnés par l'anticipation d'un changement de la stabilité du corps).

La formation réticulée est constituée d'un amas de neurones disséminés dans un réseau complexe de filets nerveux situés au centre du tronc cérébral, elle s'étend du mésencéphale au bulbe et est divisée en 2 groupes principaux:

- Les noyaux réticulés protubérantiels : qui sont légèrement postérieurs et latéraux dans le pont et s'étendent jusqu'au mésencéphale
- Les noyaux réticulés bulbaires allongés : sur toute la hauteur du bulbe et situés en avant et plutôt à l'intérieur, près de la ligne médiane

Ces deux groupes de noyaux ont des rôles moteurs antagonistes:

- Le groupe protubérantiel est excitateur des muscles antigravitaires (luttant contre la pesanteur)
- Le groupe bulbaire est inhibiteur de ces mêmes muscles

- ❖ Les signaux excitateurs des noyaux réticulés protubérantiels sont véhiculés par le faisceau réticulo-spinal protubérantiel qui descend dans le cordon ventral ipsilatéral de la moelle et se termine sur le groupe médial des interneurons médullaires, ces interneurons se projettent sur les motoneurons de la partie interne de la corne antérieure de la moelle, neurones qui stimulent les muscles axiaux du corps (les muscles de la colonne vertébrale et des muscles extenseurs proximaux des membres) permettant de maintenir et d'adapter la posture.
- ❖ Les signaux inhibiteurs des noyaux réticulés bulbaires sont véhiculés par le faisceau réticulo-spinal bulbaire qui descend dans le cordon latéral de la moelle et se termine sur les mêmes motoneurons médullaires. A l'inverse du précédent, ce faisceau possède une fonction inhibitrice sur les motoneurons des muscles luttant contre la pesanteur.

Les noyaux réticulés protubérantiels et bulbaires représentent donc deux systèmes antagonistes, le premier étant excitateur et le second inhibiteur des muscles.

3. Les faisceaux vestibulo-spinaux:

Les noyaux vestibulaires participent, en association avec les noyaux réticulés protubérantiels à la stimulation des muscles antigravitaires. Ces deux systèmes émettent de puissants signaux excitateurs sur les muscles axiaux qui luttent contre la pesanteur. La fonction spécifique des noyaux vestibulaires est d'ajuster les stimulations des différents muscles antigravitaires en fonction des informations sensorielles fournies par l'appareil vestibulaire.

Les projections du noyau vestibulaire sur la moelle sont représentées par les faisceaux vestibulo-spinaux médian et latéral qui prennent leur origine dans le noyau vestibulaire latéral et médial respectivement (voire le cours du système vestibulaire).

Les faisceaux vestibulo-spinaux descendent du même côté, sans croiser la ligne médiane, à travers le cordon ventral de la moelle et se terminent sur les interneurons du groupe médial de la moelle. Les messages véhiculés par les faisceaux vestibulo-spinaux émettent de puissants signaux excitateurs vers les muscles posturaux : muscles proximaux des membres pour le faisceau latéral et muscles de la nuque pour le faisceau médial.

Ces faisceaux permettent l'ajustement postural de la tête et du corps en réponse à des accélérations angulaires ou linéaires de la tête. Les projections issues du noyau vestibulaire jouent donc un rôle important dans les mécanismes posturaux adaptatifs ou rétroactifs (mouvements produits en réponse à des signaux sensoriels indiquant une perturbation posturale).

4. . Les projections mono-aminergiques du tronc cérébral sur la moelle :

Elles proviennent du locus coeruleus et des noyaux du raphé :

- ✦ *Le locus coeruleus : situé dans la protubérance, émet des projections descendantes sur la moelle qui utilisent la noradrénaline comme neurotransmetteur. Ces projections descendent à travers le cordon latéral de la moelle et se terminent de manière diffuse sur les interneurons et les motoneurons médullaires. Ces projections ont principalement un rôle inhibiteur sur le système moteur médullaire.*
- ✦ *Les noyaux du raphé : situés dans le bulbe, ses projections utilisent principalement la sérotonine comme neurotransmetteur. Les projections sur les interneurons de la corne dorsale de la moelle sont inhibitrices et inhibent les messages nociceptifs ascendants; les projections sur les interneurons de la corne antérieure sont excitatrices et favorisent l'activité motrice.*

5. Rôle des projections motrices du tronc cérébral:

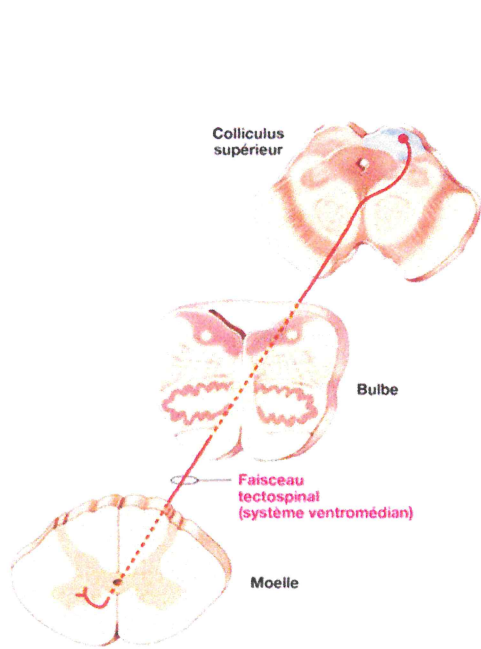
Deux mécanismes d'adaptation peuvent être décrits:

- *D'une part les adaptations anticipées par rapport aux mouvements volontaires (réponses proactives).*
- *D'autre part les adaptations réactionnelles à des perturbations inattendues de la stabilité (réponses rétroactives).*

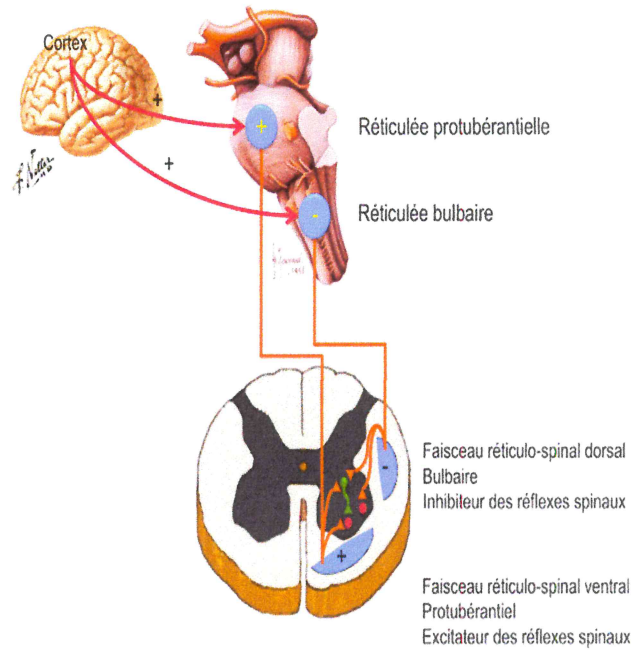
Ces structures permettent de compenser par anticipation les modifications de stabilité induites par un mouvement volontaire. Ces structures permettent également d'adapter la posture en réaction à des changements de stabilité détectés par les organes sensoriels, le noyau vestibulaire détecte ainsi les mouvements de la tête et transmet, via des projections directes sur la moelle, des messages compensateurs rapides, les informations issues des organes tendineux de Golgi, des fuseaux neuromusculaires et du système visuel viennent compléter ces signaux sensoriels.

Le tronc cérébral exerce ainsi un rôle moteur sur

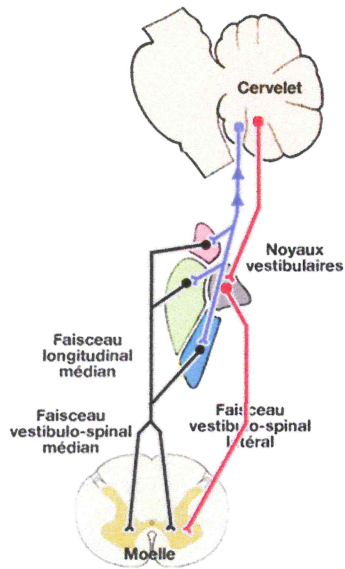
- *L'équilibre*
- *La posture*
- *La locomotion*
- *Les mouvements oculaires*



Le faisceau tecto-spinal.

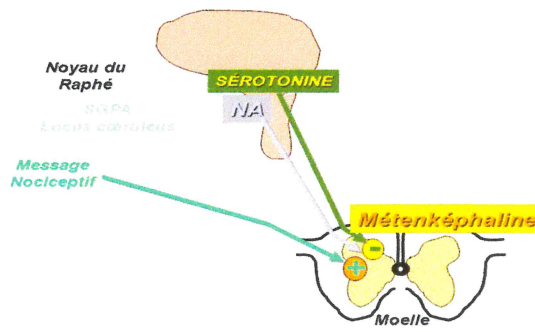


Le faisceau réticulo-spinal.



Les faisceaux vestibulo-spinaux.

Systèmes inhibiteurs bulbo-spinaux de la nociception



SGPA : substance grise périaqueducale.

NA : noradrénaline.

Les projections des noyaux du raphé et du locus Coeruleus sur la moelle épinière.