

Psychophysiologie : CM n°1&2

Organisation du système nerveux central

Rappel sur l'organisation microscopique :

Elle concerne le tissu nerveux qui comporte deux grandes catégories de cellules : les cellules nerveuses (neurones, estimées à 100 milliards dans le cerveau) et la glie (cellules gliales, encore plus nombreuses) qui forment un réseau de tissu entre les neurones. Même si elles ne transmettent pas l'information nerveuse, elles jouent un rôle favorisant.

Les neurones :

- Le neurone multipolaire : plusieurs dendrites et terminaison axonale en arborescence. Il diffuse l'information et le reçoit de multiples neurones.
- Le neurone bipolaire : un seul axone et une dendrite. La transmission de l'information est plus réduite mais plus directe (pas de sommation).
- Neurones afférents : ils amènent l'information de l'extérieur du système nerveux central (peau, muscles, organes sensoriels) vers l'intérieur du système nerveux central à l'inverse des neurones efférents.
- Interneurones : ce sont de tous petits neurones qui font la jonction avec d'autres neurones. Leur axone est court.

La glie (ou névroglie) :

Elle sert de maintien au système nerveux et nourrit les neurones. Elle se renouvelle tout au long de la vie contrairement à la plus grande majorité des neurones. On distingue trois principales catégories :

- Astrocytes : ils sont autour du neurone et assure le contact entre celui-ci et les vaisseaux sanguins pour permettre l'échange neurone / sang pour le nourrir.
- Microglie : cellule extrêmement petite qui a pour rôle de filtrer virus et bactérie pour protéger le neurone.
- Oligodendrocytes : s'enroule autour du neurone pour modifier et ainsi favoriser son fonctionnement. La plus connue est la cellule de Schwann qui forme la myéline (conduction saltatoire). La myélinisation s'opère pour l'essentiel de la naissance à l'adolescence.

Organisation macroscopique :

La première subdivision du système nerveux que l'on peut distinguer est système nerveux central / périphérique. Le système nerveux central correspond à tout ce qui est système nerveux protégé par des os (cerveau, moelle épinière). Le système nerveux périphérique comporte la partie somatique et la partie autonome. La partie somatique est ce qui va innervé les parties du corps (nerfs crâniens et rachidiens) alors que la partie autonome innerve les organes internes et ne dépend pas de la volonté.

Le système nerveux central :

On peut déterminer plusieurs subdivisions plus ou moins fines selon les fonctions observées ou l'espèce étudiée. On peut trouver sept grandes parties (de bas en haut) :

- La moelle épinière
- Le bulbe rachidien (myélocéphale)
- Le pont aussi appelé pont de Varole (au dessus du bulbe) et le cervelet (à l'arrière du bulbe et du pont), le tout formant le métencéphale.
- Le thalamus et l'hypothalamus (juste en dessous) formant le diencéphale (l'hypophyse est une glande située juste au dessous mais ne fait pas partie du système nerveux mais du système endocrinien).
- Les hémisphères cérébraux (télencéphale) partie la plus volumineuse du système nerveux central.

Hémisphères cérébraux :

Chez l'Homme, ils représentent 85% du poids total du cerveau et recouvrent d'autres structures. La seule structure non recouverte est le cervelet. On peut distinguer la partie extérieure (cortex) pliée sur elle-même, fortement plissée en formant des circonvolutions (gyri ; sing. gyrus). Entre les gyri (bosses) on a des sillons et les plus gros s'appellent des scissures.

Le cortex est composé de plusieurs couches de cellules. Chaque couche correspond à des neurones de formes différentes. Chez l'Homme, il y a généralement 6 couches sauf certaines parties comprenant 3 ou 4 couches, comme pour les autres

animaux. C'est la dominance de soma de neurone qui donne au cortex sa couleur grise (contrairement à la partie intérieure qui est blanche à cause de la dominance d'axones myélinisés). L'épaisseur du cortex varie entre 1,5 et 4,5 mm. Chez l'Homme, la partie la plus antérieure représente 80% du poids des hémisphères cérébraux (beaucoup moins chez les autres espèces).

Les scissures définissent des lobes. Celle de Sylvius sépare le lobe frontal du lobe temporal. Celle de Rolando, le lobe frontal du lobe pariétal. Le lobe occipital est situé tout à l'arrière. On associe à ces lobes des fonctions caractéristiques : vision (occipital), audition (temporal), informations motrices et surtout élaboration de la pensée, action etc. (frontal). On peut faire un découpage plus fin en aires définies comme des entités traitant de la même chose (aire visuelle de la couleur par exemple). L'intérieur de la scissure de Sylvius s'appelle l'insula qui contient par exemple l'aire du goût. Brodmann est le premier, en 1905, à faire ce découpage en plus de 40 aires. Il y a plusieurs types d'aire : primaires (s'occupent de traiter directement une information arrivant au cerveau), associatives unimodales (s'occupent d'associer plusieurs informations unimodales venant d'aires primaires) et associatives multimodales (s'occupent d'associer plusieurs informations multimodales). Le lobe frontal est constitué pour 4/5 d'aires associatives multimodales d'où la difficulté à l'étudier et le comprendre.

On distingue aussi les ganglions de la base (noyaux gris centraux), amas de neurones (soma principalement) qui reçoivent des influx du cortex et sont impliqués dans les fonctions motrices.

Le système limbique est à la périphérie des hémisphères cérébraux après le cortex. Mc Lean a émis l'hypothèse que le cerveau se formait en trois couches recouvrant la précédente. Le système limbique est donc la couche du milieu (sorte de cortex correspondant à des développements anciens de l'évolution : paléocortex, par opposition au néocortex qui est le cortex humain actuel). Chez l'Homme le néocortex a recouvert la quasi-totalité du paléocortex.

Le diencephale :

Le thalamus est constitué d'amas de somas de neurones et forme une sorte de noyau. C'est un relais des voies sensorielles (excepté l'olfaction) vers les aires primaires. Les informations y subissent certaines transformations. Il a aussi une implication dans la motricité, le contrôle du tonus musculaire ou l'attention.

L'hypothalamus est formé de 22 petits noyaux (0.3% de volume du cerveau) qui ont un rôle essentiel dans la survie de l'individu car l'hypothalamus gère les besoins essentiels ou la température etc. Il est indissociable du système nerveux autonome et de l'hypophyse (système hormonal).

Tronc cérébral (partie au dessus de la moelle épinière) :

Il est en grande partie dissimulé par les hémisphères cérébraux et le cervelet. C'est une voie de passage des informations afférentes et efférentes. C'est un ensemble de structures comportant des noyaux. Les voies entre hémisphères gauche et droit croisent au niveau du tronc. On distingue la formation réticulée qui est un réseau de neurone qui s'étend tout le long du tronc cérébral, qui reçoit des informations de toutes origines et renvoie des informations vers plusieurs aires. Une lésion du tronc cérébral est souvent fatale chez l'Homme (alors que parfois des animaux peuvent survivre après une section du tronc cérébral).

Le cervelet :

C'est une sorte de mini-cerveau avec deux hémisphères latéraux et un lobe central. Contrairement aux hémisphères cérébraux, il contrôle les parties ipsilatérales (du même côté que l'hémisphère, contrairement à controlatéral). Il est constitué de cellules de Purkinje aux dendrites très développées et dont les neurotransmetteurs sont des GABA, neurotransmetteurs inhibiteurs. Par conséquent, le cervelet devrait avoir un rôle inhibiteur. Le cervelet est impliqué dans l'ensemble des fonctions motrices. Il sert en fait à moduler, modérer, les ordres moteurs pour coordonner, harmoniser les mouvements (une lésion du cervelet, appelée syndrome cérébelleux entraîne des mouvements par à-coups).

La moelle épinière :

C'est un ensemble de fibres nerveuses situées à l'intérieur d'un canal au milieu des vertèbres. Tous les ordres moteurs et informations sensorielles des parties du corps (exceptée la tête) transitent par la moelle épinière. Elle est composée de substance blanche (fibres montantes ou descendantes) à la périphérie et de substance grise au centre. Il y a aussi des interneurons qui font la jonction entre sensoriel et moteur (réflexes qui ne passent pas par le cerveau).

La protection et la vascularisation du système nerveux central :

En plus de l'os, le système nerveux central est protégé par un empilement de trois membranes : les méninges. Entre ces méninges se trouve le liquide céphalo-rachidien qui sert aussi de protecteur. Les méninges constituent, avec l'os, une protection mécanique alors que le liquide céphalo-rachidien est une sorte de filtre contre les virus et les bactéries : fonctions de nettoyage et de filtrage. L'inconvénient est qu'en cas d'infection du système nerveux central, le liquide céphalo-rachidien filtre aussi beaucoup de médicaments. Le liquide céphalo-rachidien joue aussi un rôle d'amortisseur.

En ce qui concerne la vascularisation, c'est par la circulation sanguine que peuvent arriver virus et bactéries (d'où l'intérêt du liquide céphalo-rachidien). Les neurones ont aussi besoin de glucose et d'oxygène amenés par le sang. La vascularisation s'adapte aux sillons et en cas de rupture d'une artère ou vaisseau (accident vasculaire cérébral) certaines fonctions peuvent être endommagées ou détruites.

Le système nerveux périphérique :

Le système nerveux somatique :

Il comprend les nerfs crâniens et rachidiens. Les nerfs crâniens amènent l'information de toute la tête au cerveau et inversement. Ils sont répertoriés par des chiffres romains, par paires (gauche et droite) et on en compte 12 paires. Ils passent pour l'essentiel par le tronc cérébral sauf certains qui passent par des orifices de la boîte crânienne (pour la vue par exemple). Le nerf X (nerf Vague) se prolonge au-delà de la tête et redescend vers l'ensemble des viscères (il fait à la fois partie du système nerveux périphérique et central) pour assurer leur bon fonctionnement.

Les nerfs rachidiens arrivent ou partent du rachi (colonne vertébrale), empilement de 33 vertèbres séparées en tronçon cervical, dorsal (ou thoracique), lombaire, le sacrum et le coccyx. Les nerfs rachidiens innervent les parties du corps qui sont au niveau de chaque tronçon. Il y a 31 paires de nerfs rachidiens comportant chacun une branche sensorielle et une branche motrice qui se divisent à la moelle épinière en racine ventrale (partie motrice, informations efférentes) et dorsale (partie sensorielle, informations afférentes).

Le système nerveux autonome (végétatif) :

Il n'est pas sous le contrôle de la volonté et assure le contrôle de la vie végétative (fonctionnement des viscères, glandes etc.) Il est composé des fibres sympathiques et parasympathiques. Le système sympathique est déclenché en cas de fuite ou d'attaque, pour répondre à des situations particulières alors que le système parasympathique remet les l'organisme dans son état normal. Le système nerveux autonome est contrôlé par l'hypothalamus.