

LE CORTEX CEREBELLEUX

I. GENERALITES :

- Le cervelet est une partie de l'encéphale, impaire, médiane et symétrique, située dans l'étage inférieur du crâne, au dessous des hémisphères cérébraux.
- Il comprend deux parties latérales : les hémisphères cérébelleux reliés par une partie médiane : le vermis.
- La surface du cervelet est découpée par des sillons profonds transversaux et concentriques en lobes et lobules.
- Au sein d'un lobule, des sillons moins profonds individualisent des lames et chaque lame est subdivisée en lamelles (environ 10 par lame).
- Examinée en microscopie optique, une coupe de lamelle cérébelleuse colorée en technique habituelle offre à considérer :
 - Un axe de substance blanche, formée essentiellement de fibres nerveuses myélinisées.
 - Une zone superficielle formée de substance grise : épaisse de 1mm, c'est le cortex cérébelleux.

II. Origine embryologique :

- Chez l'homme, l'ébauche cérébelleuse se développe à partir de la 7^{ème} semaine intra-utérine.
- le cervelet dérive du toit du métencéphale, plus exactement il se forme à partir des lames alaires dont un épaississement réalise les lèvres rhombiques (40^{ème} et 45^{ème} jour de la vie intra-utérine).
- Sous l'effet de l'accentuation de la courbure pontique, ces lèvres rhombiques s'étendent progressivement en direction caudale ; de plus elles se rejoignent sur la ligne médiane, formant la plaque cérébelleuse.

III. Structure histologique :

- Le cortex cérébelleux est caractérisé sur le plan morphologique par sa relative simplicité et son uniformité dans toute son étendue.
- Il est constitué de cellules nerveuses, de fibres amyéliniques, de cellules gliales et de capillaires sanguins.
- Dans l'organisation architecturale du cortex, on reconnaît trois couches :
 - La couche moléculaire ou plexiforme : superficielle et paucicellulaire.

- La couche intermédiaire ou couche des cellules de Purkinje : disposées en une seule assise.
- La couche des grains : profonde, formée essentiellement de petits neurones appelés : grains du cervelet.

A. La couche moléculaire ou plexiforme :

- Formée par un riche plexus de fibres nerveuses et pauvre en cellules.
- Elle comporte deux types de neurones multipolaires :

1) Les cellules à corbeille :

- Elles sont encore appelées cellules en panier ou cellules étoilées profondes.
- Elles sont situées dans les 2/3 internes de la couche moléculaire au dessus des cellules de Purkinje.
- Le cytone : a une forme étoilée. Il mesure environ 20 μ de diamètre.
- Les dendrites : ascendantes, très ramifiées, dans un plan perpendiculaire à l'axe de la lamelle. Elles possèdent des épines.
- L'axone : long, amyélinique, se situe dans le même plan.
Il émet des collatérales descendantes qui se divisent au-dessus du corps des cellules de Purkinje, en formant une véritable corbeille autour du cytone de ces cellules. Chaque cellule à corbeille est en rapport avec une dizaine de cellules de Purkinje.
De cet axone se détachent quelques collatérales ascendantes courtes, peu nombreuses.

2) Les cellules étoilées :

- Elles sont encore appelées cellules étoilées superficielles ou externes.
- Ce sont des cellules étoilées, de taille inférieure à celle des cellules à corbeille.
- Elles sont situées dans le tiers externe de la couche moléculaire.
- Le cytone : à contour régulier.
- Les dendrites : constituent un arbre dendritique occupant la moitié superficielle de la couche moléculaire et situé dans un plan perpendiculaire à l'axe de la lamelle.
- L'axone : est plus court que l'axone des cellules à corbeille.
Le plus souvent, il ne présente pas de collatérales et se termine par un bouquet de ramifications à direction ascendante. Parfois cet axone émet de courtes collatérales se terminant sur les dendrites des cellules de Purkinje.

B. La couche des cellules de Purkinje :

- Ces cellules hautement différenciées sont les cellules principales du cortex cérébelleux.
- Le cytone : de 30 à 40 μ de diamètre, est piriforme, la base de la cellule étant dirigée vers les grains, l'apex vers la zone moléculaire.
- Les dendrites : Du pôle apical du cytone naît un large prolongement qui, très rapidement, se bifurque ; chacune des deux branches constitue une dendrite de 1^{er} ordre. Ces dendrites émettent des branches plus au moins nombreuses : dendrites de 2^{ème} ordre. De ces branches partent de multiples prolongements.
Les dendrites de 1^{er} et 2^{ème} ordre ont un aspect lisse et à partir des branches de 3^{ème} ordre les dendrites sont pourvues de nombreuses épines de Cajal. L'ensemble des dendrites portant des épines est réuni sous le nom de : "rameau épineux de Fox et Bernard".
Toutes les dendrites sont disposées "en espalier" dans un axe perpendiculaire au grand axe de la lamelle.
Une cellule de Purkinje peut entrer en contact avec plus de 200.000 autres neurones.
- L'axone : prend naissance à la base de la cellule, s'enfonce dans la couche des grains puis dans la substance blanche pour aller se terminer autour des noyaux gris du cervelet ou des noyaux vestibulaires.
Les axones des cellules de Purkinje représentent les seules fibres efférentes du cortex cérébelleux.

C. La couche granulaire :

Elle comprend deux catégories de cellules : les grains du cervelet et les cellules de Golgi type II.

1) Les grains du cervelet ou les cellules des grains :

- Elles sont les plus petites (7 à 10 μ) et les plus nombreuses.
- Le cytone : arrondi. Le noyau occupe presque tout le volume du corps cellulaire.
- Les dendrites : sont régulièrement espacées, dessinant une croix. Ils se terminent d'une façon caractéristique (en griffe, en trident) dans le glomérule de Held qui se présente sous la forme d'îlots anucléés et éosinophiles.
- L'axone : monte dans la couche moléculaire où il se bifurque en T. Les deux branches s'orientent dans un plan parallèle à l'axe de la lamelle. Ces branches, appelées : *fibres parallèles*, longues de 1 à 1,5 mm, établissent des contacts avec de nombreuses cellules de Purkinje, des cellules étoilées et des cellules de Golgi type II.

2) Les cellules de Golgi type II :

- Elles occupent la partie la plus superficielle de la zone des grains, à proximité des cellules de Purkinje.
- Ces cellules sont volumineuses et peu nombreuses.
- Le cytone : a une forme générale étoilée, donnant naissance à un petit nombre de prolongements.
- Les dendrites : ascendantes émis aux différents pôles de la cellule gagnent la zone moléculaire où ils se trouvent en contact avec les fibres parallèles.
Les dendrites descendantes établissent des contacts synaptiques avec les fibres moussues.
- L'axone : plus fin que les dendrites. Il se ramifie très tôt en donnant de très nombreuses branches qui s'étalent dans toute la zone des gains et se terminent dans le glomérule de Held.

D. Les fibres afférentes :

Les fibres afférentes du cervelet sont des fibres nerveuses exogènes provenant des étages inférieurs du névraxe. Ces fibres sont de deux types : les fibres moussues et les fibres grimpanes.

1) Les fibres moussues :

- Les fibres moussues, myélinisées, épaisses, proviennent des cellules de la colonne de Clarke (faisceau spino-cérébelleux direct). Certaines entre elles sont d'origine ponto-bulbaire.
- Ces fibres émettent de nombreux rameaux dans la substance blanche et des collatérales vers les noyaux gris profonds du cervelet, puis pénètrent dans la zone des grains en perdant leur gaine de myéline.
- Elles se terminent par des rosettes de boutons qui s'engrènent avec les prolongements dendritiques des cellules des grains et l'axone des cellules de Golgi, au sein du glomérule de Held.

2) Les fibres grimpanes :

- Les fibres grimpanes, fines, proviennent des neurones de l'olive bulbaire contro-latérale.
- Ces fibres traversent la zone des grains où elles donnent naissance à quelques collatérales destinées aux grains et aux cellules de Golgi, puis elles perdent leur gaine de myéline.
- Chaque fibre s'entrelace étroitement avec les dendrites d'une cellule de Purkinje, en entrant en contact avec les épines dendritiques.

E. Les éléments névrogliaux :

Outre les cellules névrogliales ubiquitaires, le cortex cérébelleux renferme deux types de cellules gliales qui lui sont propres :

- *Les cellules de Bergmann* : situées dans la couche des cellules de Purkinje. Elles envoient des prolongements vers la surface du cervelet pour former la limitante externe.
- *Les cellules de Fananas* : localisées dans la couche moléculaire. Elles sont petites avec de nombreux prolongement courts et variqueux.

IV. Synaptologie :

Sur le plan synaptologique, la cellule de Purkinje reçoit et intègre toutes les informations destinées au cervelet qu'elle transmet par son axone qui est l'efférence unique du cortex cérébelleux.

- Les influx amenés par les fibres grimpantes parviennent directement sur les cellules de Purkinje sans interposition de neurones connecteurs.
- Les influx amenés par les fibres moussues se distribuent aux dendrites des grains par l'intermédiaire du glomérule de Held. Celui-ci est un véritable îlot synaptique situé dans la couche granuleuse. A son niveau, les dendrites des grains s'articulent d'une part avec les ramifications terminales des fibres moussues et d'autre part avec les extrémités axoniques des neurones de Golgi II.
- Les influx recueillis au niveau du glomérule de Held sont aussi transmis aux cellules de Purkinje par les fibres parallèles. Ces dernières entrent en contact avec les dendrites des cellules de Golgi II, des cellules à corbeilles et des cellules étoilées.
- Ainsi malgré la pluralité des neurones et des axones de diffusion des influx, la cellule de Purkinje apparaît comme le centre de convergence de toutes les informations aboutissant au cortex cérébelleux et le point de départ de tous les influx efférents. La cellule de Purkinje représente en effet l'élément de coordination essentiel du cortex cérébelleux : c'est le véritable cervelet histophysiologique.

IV. Cytophysiologie :

Sur le plan cytophysiologique, mis à part les cellules de Purkinje, les 4 autres variétés de neurones du cortex cérébelleux ont des rôles différents :

- Les cellules à corbeilles et les grains, grâce à l'étendu et à la variété des contacts synaptiques de leurs prolongements, assurent la convergence des influx vers les cellules de Purkinje.
- Les cellules étoilées superficielles et les cellules de Golgi assurent une fonction de connexion ; ce sont des cellules d'association.