

LES CELLULES NERVEUSES

Le neurone:

Unité fonctionnelle du SN. On en dénombre des centaines de milliards à la naissance et ce nombre ne fait que décroître puisque les neurones sont dans l'incapacité de se multiplier.

Le noyau du neurone est appelé péricaryon ou centre trophique, qui avec le corps cellulaire forme le neurone (= substance grise). En effet, un amas de péricaryon = substance grise.

Un de ses prolongement est plus long que les autres, il est appelé axone, ce dernier est entouré de myéline ce qui donne une couleur blanche (= substance blanche). Plus il y a de myéline, plus l'information est transmise rapidement. L'axone peut atteindre jusqu'à un mètre.

La SG et les ganglions renferment les corps des cellules nerveuses, tandis que la SB et les nerfs sont formés uniquement de fibres. Les fibres (dendrites et axones) observées dans la SB et dans les nerfs sont les prolongements des corps cellulaires (multipolaires ou bipolaires) observés dans la SG et dans les ganglions spinaux. L'ensemble formé par un corps cellulaire et les fibres qui s'y rattachent constitue la cellule nerveuse, ou neurone.

Les cellules nerveuses sont de forme irrégulière et sont dites multipolaires. Les sommets de ces cellules multipolaires portent des prolongements qui sont le plus souvent rugueux et ramifiés comme les branches d'un arbre: ce sont les dendrites (du grec dendron, arbre). L'un d'eux, cependant, est lisse et semble dépourvu de ramifications: c'est l'axone.

Le contenu cellulaire présente un aspect qui varie. Parfois, le cytoplasme a un aspect marbré dû à des amas, ou corps de Nissl, faits de réticulum très dense. Parfois, il semble formé de filaments enchevêtrés, ou neurofibrilles. Parfois enfin, il montre des dictyosomes nombreux et serrés donnant l'impression d'un réseau continu (réseau de Golgi).

Un nerf contient des fibres -axones ou dendrites- entourées d'une gaine isolante présentant de loin en loin des étranglements. La partie externe de la gaine est formée de cellules en manchon, unies bout à bout: c'est la gaine de Schwann. La gaine de Schwann, fine et continue, est séparée de la fibre par une gaine de myéline épaisse et interrompue au niveau des étranglements.

La forme des cellules est différente suivant la localisation: cellules étoilées de la corne antérieure de la moelle, cellules pyramidales du cortex cérébral, cellules piriformes (cellules de Purkinje) du cortex cérébelleux, cellules arrondies des ganglions spinaux. Celles-ci possèdent une seule dendrite (ce sont des cellules bipolaires) qui effectue avec l'axone un trajet commun évoquant la lettre T.

La coupe transversale d'un nerf montre que les fibres sont réunies en faisceaux entourés de gaines conjonctives. Le diamètre des fibres est variable, les plus grosses étant les plus longues.

La structure de la SB est très comparable à celle des nerfs, mais chaque fibre est entourée d'une gaine de myéline sans gaine de Schwann. C'est la destruction de la myéline qui est en cause dans la sclérose en plaques.

L'influx nerveux parcourt le neurone dans le sens dendrites corps cellulaire axone.

Le passage de l'influx d'un neurone sur un autre se fait grâce à une articulation, ou synapse, qui relie l'axone du premier aux dendrites ou au corps cellulaire du second.

L'influx chemine très rapidement le long des fibres (jusqu'à 100m/s), mais le franchissement des synapses le retarde. Le temps mis par un message nerveux pour aller d'un point à un autre dépend plus du nombre de synapses à franchir que de la distance à parcourir.

Certaines voies très rapides font appel à un nombre restreint de neurones.

Ainsi, la commande d'un muscle du pied par le centre moteur du cerveau ne fait que 2 neurones: l'un d'eux est une cellule pyramidale du cortex cérébral, l'autre, une cellule multipolaire de la corne antérieure de la moëlle.

À l'inverse des voies particulièrement lentes s'observent dans la formation réticulée où de nombreux neurones très courts sont unis par des synapses multiples (structure polysynaptique).

Les messages nerveux venus des centres parcourent les nerfs moteurs et déclenchent la contraction des muscles. Les messages venus des organes sensoriels parcourent les nerfs sensitifs et aboutissent aux centres.

Au niveau des centres inférieurs (ME, TC), ils sont à l'origine de réactions immédiates appelées réflexes. Au niveau du cortex cérébral, ils sont à l'origine des sensations conscientes.

Les neurones, comme les fibres musculaires striées, sont des cellules hautement spécialisées qui ont perdu le pouvoir de se diviser. Pour le SN, l'Homme dispose à sa naissance d'un nombre défini de cellules (plusieurs milliards) qu'il conservera en principe pendant toute sa vie.

Si, à la suite d'une maladie ou d'un accident, des cellules nerveuses ou musculaires sont détruites, la perte ainsi causée est irrémédiable. De même avec certains toxiques (drogue, alcool,...).

Si une fibre nerveuse est coupée, la partie de la fibre isolée du corps cellulaire dégénère. Mais, s'il s'agit d'un nerf, l'extrémité unie au corps cellulaire s'allonge, s'engage dans la gaine de Schwann vide et rétablit la liaison nerveuse. C'est

pourquoi la paralysie provoquée par la section d'un nerf moteur peut être guérie si les deux extrémités sont maintenues ou remises bout à bout.

Adulte: neurones ne se renouvellent pas, à l'exception des cellules neuro-sensorielles olfactives.

Cellules souches: capable de s'autorenouveler, de se différencier: soit en neurone soit en cellule gliale.

Les neurones sont des cellules nerveuses. Cellules hautement différenciées, spécifiques dans la communication intercellulaire. Neurones communiquent entre eux au niveau des synapses.

Cellules de taille variable: 8 à plus de 100µm.
Cellules délimitées classiquement par sa MP.

1. Constitution.

Les cellules sont constituées par:

- un corps cellulaire= soma= péricaryon.
- prolongements= neurites, qui sont de deux types:
- une ou des dendrites afférents.
- un axone efférent qui conduit l'influx nerveux du soma jusqu'à ses cibles.

2. Classification morphologique:

Disposition générale des prolongements (axone/dendrite) par rapport au corps cellulaire.

- neurone unipolaire.
- neurone pseudo-unipolaire (bifurcation à distance du corps cellulaire → prolongement afférent et efférent).
- neurone bipolaire (prolongement afférent et efférent).
- neurone multipolaire: nombreux dendrites afférents mais un seul axone efférent.

Forme du corps cellulaire:

- neurone étoilé, fusiforme, conique, polyédrique, sphérique, pyramidal.

3. Structure caractéristique.

- Noyau unique, volumineux, sphérique, clair et sa chromatine apparaît dispersé.
- Nucléole de grande taille, arrondie et dense dans noyau.
- Cytoplasme riche en organites, mais disposition non homogène:
- appareil de Golgi (dans corps cellulaires), en position juxta nucléaire, volumineux, souvent composé de plusieurs dictyosomes.

-corps de Nissl: dans partie proximale des dendrites mais sont absent de l'axone et cône d'implantation de l'axone.

Les corps de Nissl en ME: amas de réticuline endoplasmique granuleux.

Nombreux ribosomes libres entre, en rosette de 5 à 6 grains qui constituent les polysomes.

Des dendrites et axones, nombreuses mitochondries.

-Cytosquelette: riche, présent dans soma, dendrite et axone. Constitué de microfilaments d'actine, de filaments intermédiaires (protéines de neuro-filaments), microtubules.

→ synthèse protéique dans soma → chemine dans axone → assure l'intégrité de cette terminaison nerveuse.

-les microtubules: indispensables à la réalisation du flux (= transport) axonal.

Permet le transport bidirectionnel d'organites, de canaux ioniques, de neurotransmetteurs, de neuromodulateurs, de protéines du cytosquelette sous forme d'oligomère, de molécules diverses.

Différents types de flux axonal:

-antérograde: du corps cellulaire vers la périphérie. Ce flux est rapide (assuré par kinésines qui vont se lier aux organites à transporter et d'autre part, aux microtubules de l'axone) ou lent (mécanisme mal connu).

-rétrograde: assuré par dynéines cytoplasmiques: qui vont réaliser un pont protéique entre l'organite qu'elles vont transporter et microtubules.

Dans tous les cas, mouvement générer par activité ATPasique.

Autres organites du cytoplasme:

-REL.

-lysosomes.

-amas de lipofuscine (constitué par pigment jaune-brun, dont la teneur augmente avec l'âge).

Rq: neurone adulte ne possède pas de centrosomes.

Neurofibrilles= éléments du cytosquelette.

4. Deux types de neurones particuliers.

-Neurone neuro-sécrétoire de l'hypothalamus. Arrondie, dense, entourée d'un halo clair, contenant des neuro-hormones, qui sont déversées dans la circulation sanguine pour agir ensuite à distance des organes cibles.

-Neurones pigmentées du TC qui contiennent dans leur cytoplasme, des grains de neuro-mélanine.

MP: siège des synapses.

Zone spécifique des contacts membranaires, elles permettent la transmission de l'influx nerveux d'un neurone à un autre.

Un neurone interagit avec environ un million d'autres neurones.

5. Synapse électrique et chimique.

-Synapse électrique: jonction communicante qui assure le couplage électro-tonique.

-Synapse chimique: transmission unidirectionnelle de l'influx nerveux. Se fait par l'intermédiaire de neuro-transmetteurs.

Chaque synapse comporte trois éléments ultra-structuraux:

-élément présynaptique: constitué par une terminaison axonale qui a la forme d'un bouton terminal.

-élément postsynaptique: dendrite (on parlera de synapse axo-dendritique), ou soma (on parlera de synapse axo-somatique).

-fente synaptique: entre l'élément pré et postsynaptique.

Vésicules synaptiques:

Épaississement de la membrane pré-synaptique plus dense aux électrons que le reste de la MP du neurone.

→ grille présynaptique: arrangement hexagonal régulier de projection denses, qui sont reliées par de fins microfilaments, ce qui va circonscrire des emplacements, où accoste les vésicules synaptiques.

Ainsi les vésicules synaptiques peuvent s'ouvrir, elles libèrent leur contenu au niveau de petites dépressions, que l'on appelle les synaptosomes.

Vésicules synaptiques peuvent être classées selon leur taille, selon leur densité de leur contenu, selon la nature du neurotransmetteur qu'elle renferme.

La présence de plusieurs neurotransmetteurs et/ou neuromodulateurs dans même synapse est fréquent. L'on peut mettre ceci en évidence par des techniques histo-chimiques.

Les petites vésicules synaptiques renferment les neurotransmetteurs dits classiques, regroupés au niveau de la membrane présynaptique. La membrane de ces petites vésicules est riche en synaptophysine.

On distingue trois variétés de vésicules synaptiques:

-petites vésicules synaptiques sphériques, à centre clair.

-petites vésicules synaptiques sphériques, à centre dense.

-petites vésicules synaptiques ovalaires, à centre clair.

a. Petites vésicules synaptiques sphériques, à centre clair.

Contenu transparent aux électrons.

Contiennent de l'acétylcholine, aa excitateurs (glutamate, aspartate).

Contenant des purines, ATP ou adénosine.

b. Petites vésicules synaptiques sphériques, à centre dense.

Contenant les amines biogènes:

-catécholamines (noradrénaline, adrénaline, dopamine).

-sérotonine, histamine, purine.

c. Petites vésicules synaptiques ovalaires, à centre clair.

Contenant des neurotransmetteurs inhibiteurs.

Acide γ amino butyrique (GABA).

Glycine.

6. Cycle des petites vésicules synaptiques sphériques, à centre clair.

-remplissage des vésicules avec le neurotransmetteur.

-translocation des vésicules vers zone active de la MP présynaptique.

-arrimage des vésicules à la MP présynaptique.

-fusion des membranes des vésicules avec la membrane présynaptique →

ouverture de ponts de fusion.

-libération du neurotransmetteur dans la fente synaptique par un mécanisme d'exocytose.

-recyclage membranaire de ces vésicules.

Conditionné par l'arrivée de l'influx nerveux (PA) qui lorsqu'il atteint l'extrémité synaptique va entraîner une dépolarisation de la membrane → ouverture des canaux calciques voltage dépendants situés dans la membrane présynaptique → entrée de Ca^{2+} dans la terminaison présynaptique → processus d'exocytose.

Rôle majeur de la synaptotagmine: protéine transmembranaire de liaison à la calmoduline.

2e type de vésicule: les grandes vésicules synaptiques dites sphériques à centre dense.

Contiennent en leur centre, un grain dense séparé de la membrane par un halo clair.

Renferment des neuro-hormones ou neuro-peptides. Elles peuvent renfermer des neuro-transmetteurs classiques et des protéines solubles comme la chromogranine.

Les neuropeptides contenus dans ces vésicules sont plus des neuromodulateurs plutôt que des neurotransmetteurs.

On distinguera neuropeptides opioïdes de non opioïdes (plus d'une centaine, ex: cytosine, vasopressine, somatostatine, neuropeptide Y).

7. Différences entre petites et grandes vésicules.

Grandes vésicules: à distance des zones actives. Les peptides vont donc être libéré de façon ectopique (pas directement dans la fente synaptique).

Pas de recyclage local des vésicules dans les extrémités pré-synaptiques. Mais synthèse des neuropeptides à partir des précurseurs peptidiques dans corps cellulaire puis clivage.

La plupart des grandes vésicules ne contiennent pas les protéines associées aux petites vésicules, ou tout du moins dans quantité moindre.

La libération du contenu des grandes vésicules dû à une augmentation globale de la concentration en Ca^{2+} . Donc pas de couplage localisé entre canaux calciques et exocytose.

8. Les différents canaux.

La membrane post-synaptique: épaissement plus dense que membrane pré-synaptique.

Le neurotransmetteur va être libéré dans la fente synaptique → récepteur de la membrane post-synaptique.

Récepteurs sont de deux types:

-canaux ionotropiques (ce sont des récepteurs canaux).

-canaux métabotropiques.

a. Les canaux ionotropiques.

Ouverture contrôlée par neurotransmetteur; de deux types:

-canaux Na^+ : récepteur de l'acétylcholine ou glutamate. Leur ouverture → entrée de Na^+ dans l'élément post-synaptique → dépolarisation de la membrane de la cellule cible → excitation neuronale; on parle de synapse excitatrice.

-canaux Cl^- : récepteurs du GABA ou glycine. Leur ouverture → hyperpolarisation de la membrane de la cellule cible → inhibition neuronale; on parle de synapse inhibitrice.

b. Les récepteurs métabotropiques.

Récepteurs séparés des canaux ioniques précédents et vont régler le fonctionnement des précédents.

Couplage assuré par une protéine membranaire qui appartient à la famille des protéines G.

9. Élément post-synaptique.

-Dendrite: synapse axo-dendritique (cellule pyramidale du cortex cérébral, ou cellule de Purkinje du cortex cérébelleux, possèdent des ramifications dendritiques, qui sont couvertes de très nombreuses protusions appelées épines dendritiques; ce sont des éléments post-synaptiques différenciés.

-Corps cellulaire: synapse axo-somatique.

-Axone: synapse axo-axonique. Terminaison axonale pré-synaptique va inhiber le fonctionnement de la terminaison axonale post-synaptique.

LE SYSTÈME NERVEUX CENTRAL

I. Les éléments constitutifs.

1. Neurones.

2. Cellules gliales= cellules neurogliales= neuroglie= glie:

-astrocytes.

-oligodendrocytes.

3. Capillaires sanguins.

2. Les cellules gliales.

a. Les astrocytes.

Forme étoilée.

En MO: corps cellulaire qui contient le noyau, et prolongements cytoplasmiques qui sont diversement ramifiés.

(Mise en évidence: méthode d'imprégnation par métaux lourds: méthode Cajal).

En ME: FI (= glio-filaments) riches en GFAP qui est la protéine glio-fibrillaire acide.

Grains de glycogènes abondant.

Astrocytes:

-canaux ioniques, voltage dépendant nombreux (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^-).

-canaux ioniques, mécano-sensible, activé par étirement.

-un certain nombre de transporteurs ioniques actifs (pompes et échangeurs).

-récepteurs membranaires pour de nombreux ligands (neurotransmetteurs, neuropeptides, cytokines...).

-nombreuses jonctions communicantes localisées entre astrocytes ou entre neurones et astrocytes.

Synthétise et sécrète les neurostéroïdes.

Quatre grands types de prolongements cytoplasmiques.

-Un grand nombre de prolongements cytoplasmiques formant un réseau entre astrocytes: rôle de support structural au sein du parenchyme du SNC.

-Petites languettes partant des prolongements cytoplasmiques précédents → entourent synapses (inhibent donc permettent la sélectivité de l'information nerveuse).

-Prolongements cytoplasmiques qui constituent les pieds vasculaires des astrocytes et qui va entourer les capillaires sanguins (séparent capillaire des neurones).

-Certains prolongements cytoplasmiques vont se juxtaposer pour former la surface du névraxe.

b. Oligodendrocytes.

Corps cellulaire de petit volume.

Quelques prolongements cytoplasmiques plus fins et moins nombreux que ceux des astrocytes.

Dans la substance grise:

Contre corps cellulaire des neurones. Il existe relations métaboliques étroites entre neurone et oligodendrocyte.

Accolement consécutif des MP de ces prolongements → s'enroulent autour de l'axone pour former gaine de myéline.

c. Cellules microgliales= microglie.

MO: petites taille des cellules.

Noyau arrondi ou ovalaire, dense.

Cytoplasme.

Coloration argentique (ou actuellement par lectines ou anticorps monoclonaux).

Cellules microgliales appartiennent au système des monocytes macrophages.

Proviennent des monocytes sanguins ayant pénétré dans le parenchyme du SNC.

Lésion du tissu nerveux → activation (transformation en macrophage).

→ cellules présentatrices de l'antigène dans le SNC.

Quand activées: sécrètent nombreuses molécules: cytokines, protéases, anions superoxydes, oxyde nitrique (NO).

Dernier constituant des cellules gliales: les épendymocytes.

3. Les capillaires sanguins (continus, car constitués de cellules endothéliales jointives).

Il s'agit du troisième constituant du SNC après neurones et cellules gliales.

Se distinguent morphologiquement des capillaires continus banals par:

-jonctions intercellulaires de type zonula occludens.

-rareté des vésicules de pinocytoses.

-abondance des mitochondries.

Rôle essentiel dans restriction des échanges sang/SNC.

Barrière sang-cerveau.

4. MEC.

20 à 30% du volume du SNC.

Rôle fondamental puisque neurones n'ont aucun contact direct avec les capillaires. Les échanges avec le sang vont se faire par l'intermédiaire des

astrocytes, ou par diffusion dans l'espace extra-cellulaire (qui contient des éléments de la MEC du SNC).

Réparti entre:

-neurones.

-cellules gliales.

-capillaires sanguins.

Composition de la MEC du SNC.

Différente de celle de la MEC des autres tissus.

-Moins riche en collagène.

-Moins riche en fibronectine et en laminine.

-Plus de protéoglycanes et de glycoprotéines.

Protéases extra-cellulaires et inhibiteurs des protéases.

II. L'organisation tissulaire.

Parenchyme du SNC.

1. Substance grise (SG).

2. Substance blanche (SB).

3. Revêtement épendymaire (surface profonde).

4. Revêtement astrocytaire marginal.

1. SG.

Correspond aux régions où s'établissent les connexions interneuronales (= synapses).

→ Intégrations des informations et construction du signal.

La SG est constituée par:

-corps cellulaires neuronaux et prolongements.

-cellules grises (astrocytes, oligodendrocytes, microglie).

Les oligodendrocytes sont souvent situés contre les corps cellulaires des neurones (on parle d'oligodendrocytes satellites).

Relations métaboliques étroites entre oligodendrocytes et neurones.

-capillaires sanguins.

ME: enchevêtrement d'innombrable prolongements cytoplasmiques neuronaux (axones et dendrites) et gliaux.

Éléments jointifs:

Espace de 20 à 25nm entre leur MP= compartiment extra-cellulaire de la SG.

Aucun contact direct entre neurones et capillaires → échanges avec le sang:

-par l'intermédiaire des astrocytes.

-par diffusion dans la MEC des espaces extra-cellulaire.

2. SB.

Occupe toutes les régions du parenchyme du SNC où absence de SG.

Dépourvue de synapse.

Essentiellement faite de faisceaux d'axones myélinisés.

Cellules gliales (astrocytes, oligodendrocytes, microglie) groupés entre ces

faisceaux ou allongées suivant leur axe longitudinal.

Capillaires sanguins peu nombreux.

Éléments sont jointifs: peu d'espace extra-cellulaire.

Avant tout un organe de conduction.

Activité métabolique moindre.

Dans la SB, les oligodendrocytes forment la myéline du SNC sur un segment de fibre nerveuse appelée internode (ou segment interannulaire): membrane plasmique des prolongements cytoplasmiques des oligodendrocytes, s'enroulent et s'accolent en couches superposées → forment une spirale autour de l'axone.

Internodes séparés par: nœuds de Ranvier: dépourvu de myéline (axone entouré par prolongements astrocytaires).

-le mode de formation de myéline.

-la longueur de chaque tour de spire va en croissant de l'axone vers la périphérie.

ME: myéline (CT): structure lamellaire régulièrement arrangée, constituée par l'alternance de:

-lignes denses majeures (ou périodiques).

-bandes claires (intrapériodiques).

Chaque bande claire: elle-même divisée en deux parties égales par une ligne dense majeure ou intrapériodique plus fine.

Disposition périodique de la myéline résulte de:

-aplatissement d'une portion de la cellule myélinisante en un mince feuillet dépourvu de cytoplasme.

Fusion des faces internes des membranes cytoplasmiques.

Enroulement de ce feuillet autour de l'axone.

Rapprochement des tours de spire avec accollement des faces externes des membranes cytoplasmiques.

Ce compartiment extra-cellulaire intra-myélinique est séparé de l'espace extra-cellulaire général par des complexes de jonction.

Différence de rapprochement des membranes: selon qu'il s'agit de l'accolement de leur face internes ou externes.

Due à une différence de composition protéique des deux faces de la membrane.
Périodicité légèrement différente de la myéline centrale et de la myéline périphérique.

Due à la composition protéique différente des deux types de myéline.

A. Composition chimique de la myéline très particulière.

a. Myéline centrale.

70% lipides: cholestérol, phospholipides, glycolipides.

30% protéines.

Rapport inversé par rapport à la membrane des autres types cellulaires.

Richesse en lipides → exclusion de l'eau et des ions qui y sont dissous (bon solvant électrique).

Principales protéines spécifiques de la myéline du SNC:

-la PLP (protéolipid protein).

-la MEP (myelin basic protein).

-la MAG (myelin associated glycoprotein).

La myélinisation des axones permet:

-accélération de la conduction nerveuse.

Nœuds de Ranvier: zone privilégiée pour le déclenchement des PA (concentration dans canaux Na^+ de l'axone).

-propagation passive au nœud suivant des courants associés au PA nodal (facilité par propriétés d'isolant électrique de la myéline, conduction nerveuse saltatoire).

La myélinisation des axones permet:

-économie d'énergie: excitation active nécessaire à la propagation de l'influx restreinte aux petites régions nodales → conservation de l'énergie métabolique axonale.

-économie d'espace: vitesse de conduction proportionnelle au diamètre de la fibre pour une fibre myélinisée.

3. Épendyme.

Épendymocytes (ou cellules épendymaires).

= revêtement des cellules ventriculaires du SNC (ventricules latéraux, 3e ventricule, aqueduc de Sylvius, 4e ventricule, canal de l'épendyme).

Règle le mouvement de l'eau entre LCR (compartiment extra-cellulaire du SNC).

Endocytose, phagocytose et dégradation lysosomiale vis à vis de diverses molécules ou particules présentes dans le LCR.

Les cellules épendymaires expriment:

-GFAP.

-vimentine.

Épendymocytes:

Forment un épithélium cubique ou prismatique simple cilié.

Faces latérales des cellules épendymaires reliées par:

-zonula adherens.

-abondantes jonctions communicantes.

-absence de zonula occludens.

-Pôle apical cilié: nombreuses microvilosités entre cils. Rôle dans les échanges avec le LCR.

-Pôle basal: émet un prolongement cytoplasmique, qui s'enchevêtre avec les prolongements cytoplasmiques des astrocytes sous-épendymaires.

4. Revêtement astrocytaire marginal.

Superficie de tout le névraxe formée par:

-juxtaposition des prolongements cytoplasmiques astrocytaires dont la face externe est en contact par l'intermédiaire d'une MB continue avec le LCR contenu dans l'émaille de la leptoméninge.

SN PÉRIPHÉRIQUE

Les nerfs périphériques sont constitués de fibres nerveuses périphériques.

Le terme de "fibre nerveuse périphérique" correspond à l'ensemble "neurite (axone ou dendrite) + cellule de Schwann".

Rapports précis entre les axones et les cellules de Schwann qui leur sont associées.

→ deux types fondamentaux de fibres nerveuses périphériques:

-fibre nerveuse périphérique amyélinique.

-fibre nerveuse périphérique myélinisée.

1. Cellule de Schwann (fibre amyélinique):

-limitée par une MP revêtue d'une membrane basale.

-noyau ovalaire allongé.

-cytoplasme contient les organites habituels de la cellule + diverses inclusions.

2. Cellule de Schwann (fibre myélinisée):

-idem.

-gaine de myéline.

3. Mécanisme de formation d'une fibre nerveuse périphérique amyélinique.

Chaque axone est logé dans une invagination de la cellule de Schwann et apparaît ainsi suspendu à la surface de la cellule par un "mésaxone".

Quelques axones associés à chaque cellule de Schwann ou axones très nombreux → un mésaxone principal se divisant en mésaxones secondaires pour aller entourer chaque axone.

Par définition: une fibre nerveuse périphérique amyélinique est totalement dépourvue de myéline.

4. Mécanisme de formation d'une fibre nerveuse périphérique méylinisée.
SNP: premiers stades du développements comme la fibre amyélinique.
Invagination de l'axone dans une dépression de la cellule de Schwann → cellule de Schwann entoure presque complètement l'axone en faisant un mésaxone.

Puis: fusion des feuilletts externes de la MP au niveau du mésaxone.
→ mésaxone devient alors virtuel, s'allonge et s'enroule en spirale autour de l'axone.

Au début: les différents tours de spire du mésaxone séparés les uns des autres par du cytoplasme de la cellule de Schwann.

Ensuite: accollement faisant disparaître le cytoplasme intermédiaire.

a. La myéline compacte (ou serrée):
-structure lamellaire spiralée périodique.

La ligne dense majeure ou périodique:
-formée par l'accolement des faces cytoplasmiques de la MP de la cellule de Schwann.
-se situe à l'emplacement où se trouvait le cytoplasme.

La double ligne dense mineure ou intra-périodique:
-située entre les lignes denses majeures.
-correspond à l'apposition des faces extra-cellulaires de la MP de la cellule de Schwann.
-se situe donc dans la continuité de l'espace extra-cellulaire.

Persiste un court mésaxone de part et d'autre de la spirale compacte ainsi constituée.
-située dans la continuité de la double ligne dense mineure.
-reliant la MP de la cellule de Schwann respectivement à la lamelle de myéline la plus externe (mésaxone externe) et la plus interne (mésaxone interne).

Une cellule de Schwann myélinise un seul internode d'une seule fibre nerveuse périphérique.

Les nœuds de Ranvier sont le siège d'un enchevêtrement cytoplasmique des deux cellules de Schwann adjacentes.

b. La myéline non compacte.

Les incisures de Schmidt-Lanterman: incisures transversales.

→ ME: dissociation focale des lignes denses majeures.

Manques partiels d'accolement entraînant la persistance d'un peu de cytoplasme schwannien entre les tours de spire.

Les logettes paranodales:

-Logettes superposées de cytoplasme.

-Situées en bordure du nœud de Ranvier.

5. L'architecture moléculaire de la myéline du SNP.

Différente de celle de la myéline du SNC:

-protéines les plus abondantes: protéines P0, P1 et P2.

-protéines minoritaires: la peripheral myelin protein (PMP 22), la myelin associated glycoprotein (MAG), la connexine 32.

Rôle physiologique important.

6. Nerf périphérique.

Constitué par fibres nerveuses périphériques myélinisées et amyéliniques.

Chaque fascicule limité par son périnèvre.

À l'intérieur de chaque fascicule, entre les fibres nerveuses se trouve l'endonèvre.

L'ensemble des fascicules est maintenu par l'épinèvre.

a. L'endonèvre.

Tissu conjonctif lâche situé à l'intérieur des fascicules.

Comporte:

-fibroblastes dispersés.

-quelques mastocytes.

-nombreuses microfibrilles de collagènes orientées longitudinalement.

-nombreux capillaires sanguins de type continu.

(Leur endothélium est le siège d'une barrière entre le sang et les fibres nerveuses périphériques).

Analogie à la barrière hémato-encéphalique du SNC.

b. Le périnèvre.

Entoure chaque fascicule.

Chaque fascicule nerveux est entouré par:

-une dizaine de couches de cellules périneurales aplaties.

-solidarisés par des jonctions intracellulaires.

-et revêtues par une membrane basale.

-disposées concentriquement.

-et séparés les uns des autres par des microfibrilles de collagène à orientation longitudinale.

c. L'épinèvre.

Tissu conjonctif dense.

Enveloppe le tronc nerveux et réunit les uns aux autres ses différents fascicules.

Faits de:

-fibroblastes.

-faisceaux de microfibrilles de collagènes.

-nombre variable d'adipocytes.

-nombreux vaisseaux sanguins (vasa nervosum).

LES GANGLIONS NERVEUX

Les corps cellulaires neuronaux d'où partent les axones des fibres nerveuses périphériques sont regroupées.

Amas de corps cellulaires neuronaux, entourés par des cellules capsulaires.

Neurites (dendrites et axones) naissent du ganglion nerveux, s'y terminent ou le traversent.

Stroma conjonctif:

en continuité avec l'enveloppe fibreuse du ganglion.

Il existe deux grands types de ganglions:

-ganglion sensitif spinal et crânien.

-ganglion sympathique et parasymphatique.

1. Ganglion sensitif spinal et crânien.

Situés au niveau des racines postérieures des nerfs rachidiens.

Constitués par les corps cellulaires des neurones sensitifs (acheminent les informations vers les centres nerveux).

Entourés par une capsule conjonctive en continuité avec l'épinèvre des racines postérieures des nerfs périphériques.

Les corps cellulaires des neurones sensitifs sont entourés par des cellules capsulaires= cellules satellites.

Ce sont des cellules aplaties, étoilées, en continuité avec les cellules de Schwann.

Zone périphérique (corticale) → péricarions.

Zone interne (médullaire) → prolongements axonaux et dendritiques des neurones.

1. a Les grandes cellules ganglionnaires.

Corps cellulaires des neurones sensitifs pseudo-unipolaire (neurone en T):
-volumineux.

-sphériques.

-centrés par un noyau de grande taille avec un nucléole bien apparent.

Un prolongement unique, se pelotonne sur lui-même pour former le glomérule puis se divise en un axone et un dendrite.

1. b Les petites cellules ganglionnaires.

Un seul prolongement qui se divise en deux branches amyéliniques sans former un glomérule.

2. Ganglions sympathiques et parasympathiques.

Fibres nerveuses végétatives= fibres pré-ganglionnaires font relais avec les neurones post-ganglionnaires.

Les corps cellulaires des neurones post-ganglionnaires dans ganglions végétatifs
→ axones destinés aux effecteurs.

Ganglions sympathiques situés à proximité de la moëlle, ce sont des ganglions latéro et pré-vertébraux.

Ganglions parasympathiques proche des organes qu'ils vont innover.

Entourés d'une capsule d'où partent: des cloisons conjonctives intraganglionnaires.

Cellules nerveuses disposées sans ordre particulier.

Cellules ganglionnaires: multipotentes.

→ cytoplasme riche en lipo-fuscine et en vésicules à cœur dense.

Entourés de cellules satellites.

Cellules chromatofines:

-interneurones de petite taille multipotentes.

-dendrites.

→ synapses cholinergiques avec fibres pré-ganglionnaires.

-axones.

Les terminaisons nerveuses.

1. Terminaisons nerveuses afférentes.

= récepteur permettant la transformation d'une stimulation mécanique, chimique ou thermique en un message afférent.

Terminaison du prolongement périphérique d'une cellule nerveuse en T du ganglion spinal ou crânien.

Terminaisons nerveuses libres:

Ex: entre les kératinocytes de la peau ou entre les cellules de l'épithélium antérieur de la cornée= récepteurs à la douleur.

Terminaisons nerveuses entourées d'une structure +/- complexe.

Formant un récepteur encapsulé ou non.

Corpuscule de Paccioni:

-lamelles concentriques de tissu conjonctif lâche.

-terminaisons nerveuses.

2. Terminaisons nerveuses afférentes.

La variété la mieux connue est la jonction neuromusculaire.

Répartition de la SG, SB au sein du SNC:

Dans l'ensemble:

SG:

-profonde.

-située autour des cavités épendymaires.

-axe gris de la moëlle.

-noyaux gris du tronc cérébral.

-situés au niveau des ganglions de la base (noyaux gris centraux).

-au niveau du thalamus, des noyaux codés et des noyaux lenticulaires.

SB:

-plus périphérique.

-situé au niveau des cordons de la moëlle épinière et du centre ovale.

Exemple d'une coupe horizontale de ME:

Axe de SG: en forme de X et avec de chaque coté un corne antérieur (ou ventrale) et une corne postérieur (ou dorsale).

(et au niveau de la moëlle thoracique, une corne intermédiaire ou latérale).

Axe gris:

-centré par le canal de l'épendyme.

-entouré par des cordons de SB: cordons antéro-latéraux, et cordons postérieurs.

-racine antérieure (ou ventrale): motrice, part de la corne antérieure.

-racine postérieure (ou dorsale): entre dans la moëlle épinière au niveau de la corne postérieure.

-ganglion spinal (ou rachidien): situé sur le trajet de la racine postérieure.

-plus loin, les deux racines se réunissent pour former un nerf périphérique.

Deux exceptions:

le cortex cérébral et le cortex cérébelleux.

La surface des hémisphères cérébraux et du cervelet et revêtue par une épaisse couche de SG: appelée manteau du cortex.

Hémisphères cérébraux:

-Cortex cérébral:

Organisé en couches parallèles à la surface et en colonnes perpendiculaires.

Aspect et répartition des neurones varient d'un endroit à l'autre du cortex.

→ une véritable carte cytoarchitectonique du cortex cérébral avec des aires fonctionnelles différentes.

Le cervelet:

Coupe cérébelleuse:

Organisée en trois couches parallèles à la surface.

Aspect histologique identique d'un endroit à l'autre.