

## Les méninges : le service de protection du cerveau

Chers amis de la santé, *Vous êtes un peu plus de 500 000 à recevoir mes lettres chaque semaine. Une belle fidélité qui m'impose de poursuivre la tâche.*

*En plus 652 308 personnes ont signé la pétition non pas "contre" les vaccins, car je ne suis pas un "systématiquement contre", mais seulement contre les excès des fabricants qui affolent les familles pour imposer à grands frais à leurs enfants des vaccins dont ils n'ont pas encore besoin et qui contiennent des adjuvants inutiles et même dangereux pour leur santé.*

*Après la ministre de la Santé, les médias aux ordres m'ont évidemment taillé quelques costumes.. Plus ils sont agressifs plus ils augmentent le nombre de signataires. Je ne peux donc que les remercier.*

*Cette semaine j'ai pensé utile de vous faire connaître une belle découverte récemment publiée qui concerne le système immunitaire présent dans nos propres méninges.*

*Comme j'ai pris l'habitude de faire parler tous nos tissus et organes, ce sont elles qui vous parlent. Elles vous informent directement.*

La grande revue scientifique « *Nature* » vient de publier une importante découverte [1] qui concerne vos méninges. Il s'agit de la protection immunologique de votre cerveau.

Cette découverte ouvre des perspectives inespérées que nous devons vous expliquer.

On pensait que le système nerveux central ne possédait pas de système de drainage lymphatique. Or, les équipes du *Center for Brain Immunology School of Medicine* et du *Department of Neuroscience* de la *University of Virginia, Charlottesville*, de Virginie, viennent de démontrer le contraire.

Ainsi la neuro-immunologie entre en action pour expliquer les inflammations et les maladies neurodégénératives. Elle définit un « *compartiment méningé* » d'échanges de cellules immunitaires.

### Notre histoire depuis Hippocrate, il y a 2500 ans

Nous, les méninges, tirons notre nom du grec ancien « *μῆνιγξ* », prononcer « *mēninx* », qui signifie « membranes ».

Hippocrate avait déjà remarqué que le cerveau était protégé d'enveloppes différentes. Quand il parle de nous, les méninges, c'est en appelant à la plus grande prudence, comme le ferait un neurochirurgien d'aujourd'hui : « *Au sujet du trou de trépan [2]... vous ne devez point d'abord scier l'os jusqu'aux méninges.* »

Et dans le livre VII des Aphorismes, le 14e : « *Après une blessure de la tête, la stupeur ou le délire sont de mauvais signes.* » Le père de la médecine avait déjà compris les symptômes les plus importants des traumatismes crâniens que tout médecin doit connaître : la perte de connaissance, la stupeur et le délire...

Malgré les avancées de la science, de nombreuses expressions populaires nous utilisent encore,

nous, vos méninges, en faisant référence au cerveau avec lequel nous sommes trop souvent confondues. Pourtant nous ne possédons pas le moindre neurone.

En réalité, nous sommes les protectrices, les nourricières d'une partie très superficielle de votre système nerveux : de la tête, encéphale (hémisphères cérébraux, cervelet, tronc cérébral), jusqu'à la partie la plus basse de la moelle épinière.

## Heureusement, nous avons de l'humour

Et certaines expressions nous font rire de bon cœur :

- *Se remuer les méninges*, par analogie parodique avec remue-ménage. Quel minable amalgame !
- *Les séances de remue-méninges* utilisées par les Québécois à la place de *brainstorming*.
- *S'écarteler les méninges*.
- « *Y-a-pas de quoi se casser les méninges !* », de Louis-Ferdinand Céline dans *Mort à crédit*.
- *Se creuser les méninges*.
- *Se triturer les méninges*.
- « *Ménage tes méninges* », 49e oman de San-Antonio publié en 1962.

Certains médecins, comme le célèbre Marat (1743-1793), plaçaient même l'âme dans les méninges. Voltaire (1694-1778) lui répond : « *Quand on n'a rien de nouveau à dire, sinon que le siège de l'âme est dans les méninges, on ne doit point prodiguer le mépris pour les autres et l'estime pour soi-même à un point qui révolte tous les lecteurs, à qui cependant l'on veut plaire* » [Réfutation de Voltaire sur un ouvrage de Marat].

On parle donc souvent de nous, mais à tort et à travers.

## Nous sommes tout simplement trois membranes qui protègent votre cerveau

On participe aussi à sa nutrition et on fait bien d'autres choses encore.

Les chercheurs ont progressivement découvert nos rôles respectifs.

C'est pourquoi ils nous ont distinguées en 3 épaisseurs, donc en 3 méninges. Ils nous ont nommées différemment, de la surface du cerveau et de la moelle épinière jusqu'à leur contact avec le crâne osseux, ou avec l'intérieur des trous de vertèbres destinés à laisser passer la moelle épinière.

- **Pie-mère** : je suis au contact de tout le système nerveux central
- **Arachnoïde** : je suis entre pie-mère et dure-mère
- **Dure-mère** : je suis au contact du crâne osseux.

Chacune d'entre nous a un rôle différent.

**La pie-mère** vient du latin *piamater*, « *tendre matrice* ».

Moi, la pie-mère, je suis une fine pellicule, comme un filet posé sur le système nerveux, membrane nourricière où circulent de nombreux vaisseaux, fines artères et veines, destinés au cortex. J'accompagne les moindres reliefs, les circonvolutions de la substance corticale jusqu'à la partie la plus basse de la moelle épinière.

Je suis transparente, tapisse donc la surface externe de tout le système nerveux central, le cerveau avec ses hémisphères cérébraux, cervelet et tronc cérébral, et toute la longueur de la moelle épinière.

## **L'arachnoïde et le liquide céphalo-rachidien**

Quant à moi, l'arachnoïde, je suis une enveloppe mince qui entoure aussi en deuxième couche le cerveau, le cervelet et la moelle épinière. Je passe en pont à la surface du cerveau en « toile d'araignée », je n'entre pas dans les circonvolutions.

Je suis donc située entre la pie-mère et la dure-mère, dans un espace nommé « *espace arachnoïdien* » car je ressemble à une toile d'araignée, d'où mon nom (du grec *arachne*, « *toile d'araignée* »).

Cet espace est rempli d'un liquide qui circule sans cesse autour du système nerveux, le liquide céphalo-rachidien (LCR) ou liquide cérébro-spinal (LCS).

Ainsi le cerveau, comme la moelle épinière, « baigne » dans ce liquide qui joue un rôle hémodynamique mais aussi un rôle de protection immunologique. Le cerveau pèse 1500 g, mais comme il flotte dans ce liquide, son poids à l'intérieur n'est que de 50 g. Ce LCR a donc un effet d'amortisseur liquide et de protection dans certaines positions.

Le liquide céphalo-rachidien est fabriqué à l'intérieur de cavités présentes dans le cerveau et nommées ventricules, en relation directe avec le canal central creusé au centre de la moelle épinière, nommé canal de l'Ependyme [3].

Le LCR circule donc de l'intérieur vers l'extérieur du système nerveux central. Il est fabriqué par des *plexus* dits *choroïdes* [4] qui pendent au toit des 4 ventricules du cerveau, surtout les deux latéraux, un dans chaque hémisphère, et deux verticaux de haut en bas : le 3e et le 4e.

Le LCR circule librement depuis les ventricules jusqu'aux méninges à travers un circuit continu. Il ne stagne pas. Sa production est de l'ordre de 500 à 1200 ml/jour. Chaque jour, il est renouvelé entre 3 et 4 fois en moyenne, ou toutes les 6 à 8 heures. Chez l'adulte son volume est d'environ 150 ml. Le LCR [5] rejoint par absorption le sang veineux pour retrouver la circulation centrale.

Le LCR absorbe et amortit les mouvements ou les chocs qui risqueraient d'endommager le cerveau. Il évacue les molécules et une partie des « déchets » provenant du cerveau et joue ainsi un rôle de protection immunologique.

Moi, l'arachnoïde, je suis donc une membrane molle sans vaisseaux, connectée aux 4 cavités nommées ventricules de votre cerveau. Ces ventricules communiquent entre eux grâce à 3 trous nommés foramens.

Moi, l'arachnoïde, je recouvre la totalité de la face profonde de la dure-mère constituant des travées en toile d'araignée qui cloisonnent l'espace dit « arachnoïdien ».

Quand le LCR ne circule pas normalement, et surtout lorsque le passage est bloqué entre le 3e et le 4e ventricule, ou à la sortie du 4e ventricule, pour entourer la moelle épinière, il existe des risques d'hydrocéphalie [6].

## La dure-mère (du latin *dura mater cerebri*)

C'est à ce niveau que se situe la découverte des chercheurs américains.

Mon nom à moi signifie « *la mère dure du cerveau* », qui serait un emprunt à la langue arabe : *umm al-dimagh as-safiqa*. En arabe, les mots « père », « mère » et « fils » sont souvent utilisés pour marquer une relation entre les objets.

On m'appelle aussi *lapachyméninge*, du grec « *παχύς* », « *pakus* », c'est-à-dire épais. Je suis en effet fibreuse et adhère à l'intérieur des os de la boîte crânienne. Je suis un feuillet très résistant inextensible, plus épaisse que les deux autres enveloppes, accolée à l'intérieur des os du crâne, donc je porte bien mon nom. Je tapisse la totalité de l'intérieur de la boîte crânienne.

Je forme trois cloisons qui séparent :

- Les 2 hémisphères, c'est la *faux du cerveau* au niveau de la scissure inter-hémisphérique.
- La **tente du cervelet** sépare le cerveau du cervelet. Elle forme un toit au-dessus de la fosse cérébelleuse.
- Les deux hémisphères cérébelleux, c'est la *faux du cervelet*.

Moi, la dure-mère, j'entoure aussi la moelle épinière qui descend au travers des orifices des vertèbres, beaucoup plus bas qu'elle puisque je m'arrête en regard de la deuxième vertèbre **du sacrum**.

Moi, la dure-mère, je protège aussi ce qui est le bijou de la base de votre cerveau, *l'hypophyse* [7], cachée et protégée dans un repli osseux ressemblant à une selle : on m'appelle « la tente de l'hypophyse ».

Même si je protège aussi votre cerveau, je reste dépendante des os de la boîte crânienne.

## Ce qui se passe en cas de traumatisme crânien

Pour que vous compreniez bien, je vais vous expliquer ce qui se passe quand vous souffrez d'un traumatisme crânien.

Les os du crâne sont solides, mais ne sont pas faits pour prendre des coups qui fracturent tel ou tel os, de la voûte à la base du crâne. Les risques d'apparition d'hématomes intracrâniens sont majeurs. On en distingue trois types selon leur localisation par rapport à nous, vos méninges.

- **L'hématome extra-dural** apparaît suite à une fracture de l'os temporal ou pariétal (au dessus de l'oreille). La fracture blesse une artère (temporale) présente contre l'intérieur de l'os, ce qui entraîne une hémorragie puis la constitution rapide de l'hématome, lequel décolle la dure-mère et ainsi repousse le cerveau vers l'intérieur du crâne.

Le diagnostic est facile : la personne tombe dans le coma. Le membre opposé à la fracture est paralysé du fait de la compression cérébrale, et du côté de la fracture apparaît une *mydriase* (la pupille de l'œil s'élargit notablement comparativement à l'autre côté).

Il faut intervenir en super urgence en réalisant un trou de trépan (du mot trépanation) pour que l'hématome s'évacue vers l'extérieur et ne comprime plus le cerveau.

En quelques minutes le patient se réveille, donc sort du coma et retrouve la mobilité de son membre supérieur qui se paralysait.

C'est très spectaculaire, **on sauve la vie.**

- **L'hématome *sous-dural*** est assez fréquent chez les personnes âgées. Notamment suite à un traumatisme crânien minime, dont ni la personne âgée ni l'entourage ne se souviennent. Surtout si elle consomme des médicaments anticoagulants, un hématome se constitue lentement entre la dure-mère et le cerveau recouvert de la pie-mère. La personne a des troubles de la mémoire, de reconnaissance, des comportements anormaux qui amplifient jour après jour.

Ils font penser à une maladie d'Alzheimer débutante. Chez ces personnes, avant de parler de cette maladie, un scanner permet de faire le diagnostic et de programmer rapidement le traitement qui évacue l'hématome et guérit définitivement le patient.

- **L'hématome *intracérébral*** post-traumatique est de loin le plus grave.

Il s'agit d'une irruption plus ou moins massive de sang dans le cerveau. Elle présente le risque d'emporter très vite le malade ou de le laisser dans le coma des années, ou même à vie, le temps que l'hématome se résorbe en laissant des séquelles souvent définitives.

## **Trois barrières protègent votre cerveau. Nous, les méninges, jouons là aussi chacune notre rôle**

Les spécialistes parlent de barrière hémato-méningée, hémato-encéphalique et méningo-encéphalique.

**La barrière sang-méninges** est la mieux connue.

Sa perméabilité est faible dans le sens sang-LCR, mais grande dans le sens LCR-sang [8]. Elle ne laisse passer que les petits minéraux. Les antibiotiques ne la franchissent pas, sauf les sulfamides [9] (ce qui est important pour **traiter** les méningites).

Maintenant que vous comprenez-mieux notre rôle à nous, les méninges, revenons-en à ces chercheurs américains.

La découverte récente de vaisseaux lymphatiques en moi, votre dure-mère, est d'une grande importance. Elle me rend capable d'échanges, notamment des échanges entre des globules blancs (lymphocytes), entre moi et le LCR, et ce qui est encore plus nouveau aux yeux de la science : on sait maintenant que je suis capable d'établir des relations directes avec le système lymphatique cervical profond.

- **La barrière sang-cerveau**

La preuve définitive de l'existence de cette barrière n'a été apportée qu'en 1967 par des recherches au microscope électronique.

C'est un réseau de capillaires qui fournit des aliments aux cellules nerveuses. Chez vous les humains, le cerveau représente environ 2 % de la masse corporelle. Mais ses besoins en énergie sont

environ de 20 % du total.

Les cellules des vaisseaux capillaires cérébraux sont soudées entre elles par des jonctions serrées et entourées par des prolongements des astrocytes (supports et protecteurs des neurones). Les seules substances qui passent facilement la barrière sont les substances liposolubles. Le glucose, non liposoluble mais indispensable, passe aussi.

Cette barrière sépare le cerveau du sang, le protégeant de produits dangereux qui y circulent. Le filtre est très sélectif pour les nutriments nécessaires au système nerveux et les déchets qu'il élimine. Les passages se font par transport actif.

Ainsi, la barrière filtre nombre de médicaments qui ne passent pas, ne pouvant ainsi atteindre le cerveau.

L'importante imperméabilité de la barrière hémato-encéphalique à l'égard des agents toxiques, des anticorps et globules blancs en fait une « *barrière immunologique* ».

Par ailleurs, en raison des besoins très importants en énergie du cerveau – par comparaison avec d'autres organes – des quantités de déchets biochimiques très importantes doivent être éliminées à travers la barrière hémato-encéphalique.

#### **- La barrière méninges-cerveau**

Elle est encore mal connue, car il s'agit des échanges directs entre moi, la pie-mère, et le cerveau.

**En plus de la protection mécanique, nous les méninges assurons donc une protection immunitaire majeure.**

**Les lymphatiques de la pie-mère** pénètrent dans les anfractuosités de l'encéphale et du cervelet. Ils sont en rapport direct avec l'arachnoïde.

**Les lymphatiques de la dure-mère** ont été déjà pensés par Mascagni [10] comme accompagnant les vaisseaux – artères et veines – méningés qui se joindraient par certains trous du crâne aux lymphatiques profonds de la face et du cou.

C'est désormais démontré par l'équipe de Neurosciences de Virginie.

Moi, la dure-mère, je possède donc des vaisseaux lymphatiques. Vous ne pouvez pas imaginer le rôle de ce réseau, aussi important que celui que vous avez sous forme de nœuds lymphatiques ou ganglions à la racine des membres – dans les aisselles, les régions inguinales – au niveau du thorax, de l'abdomen, du cou et des membres.

Vous l'avez compris : nous, les méninges, ne sommes pas que de simples enveloppes de protection. Nous appartenons à votre grand système de défense immunitaire.

Vous ne devez pas oublier de l'entretenir par une alimentation aussi saine que possible.

C'était l'objet de notre dernière lettre.

Professeur Henri Joyeux