

Cours optionnel: Morpho anat
Date: mercredi 26/03/2008
Professeur: Sylvie Deplus
Ronéotypeur: Ambre Tiepolo

Sphère ORL

Ce cours comporte énormément de répétitions; il s'agit en fait des mêmes structures faciales

ORL vues sous différents angles et coupes. J'ai donc écrit en caractères gras ce qu'il y avait à savoir une bonne fois pour toutes.

I) CAS CLINIQUE N°1

Voici le cas d'une petite fille de 10 ans, donc elle est jeune, c'est important. Elle vient consulter car l'aspect de sa paupière gauche est très gonflé, très rouge, et douloureux. Il s'agit donc d'une **inflammation** qui est apparue progressivement dans la région orbitaire gauche.

On va alors l'examiner.

On commence par l'interrogatoire: La petite fille n'a aucun antécédents, elle n'a pas de fièvre, elle se plaint d'avoir l'oeil un peu collé et larmoyant.

A l'inspection, lorsque l'on compare ses deux yeux, on note une nette diminution de l'acuité visuelle de l'oeil gauche. Elle a aussi une diminution de la mobilité, c'est à dire qu'elle a du mal à mobiliser son bulbe oculaire. En outre, elle présente un autre signe clinique appelé soit **exophtalmie** soit **proptosis**, et qui consiste en une saillie du bulbe oculaire or de la cavité orbitaire. Normalement, le bulbe oculaire est à moitié en dedans de la cavité orbitaire et à moitié à l'extérieur (pour faire simple, un oeil de 24mm de long a 12 mm à l'intérieur du crâne et 12 à l'extérieur). On utilise un exptalmomètre, qui permet de mesurer la partie saillante à l'extérieur du bulbe oculaire. On peut aussi utiliser la technique du scanner pour voir une coupe de l'oeil de la petite fille, qui paraît très en avant par rapport au repère du pilier externe de l'orbite; c'est à dire qu'il est presque quasiment complètement à l'extérieur de son orbite.

La petite fille est atteinte de **cellulite orbitaire**. *Cellulite orbitaire signifie simplement une inflammation du coffret orbitaire, ce n'est pas une appellation très précise.*

On veut trouver l'étiologie de cette inflammation.

Pour comprendre la cellulite orbitaire, on va revenir sur la constitution de l'orbite. L'orbite est une grande cavité de la face. C'est une sorte de prisme à 4 faces.

La **base** est constituée par un **carré qui est mal fermé au niveau des voes lacrymales**.

En dessous on a des orifices, et ceux qui nous intéresseront le plus sont - **le foramen optique**

- et **la fissure orbitaire**

supérieure qui se trouve à côté et en dessous

Ces deux orifices vont marquer le **sommet** de l'orbite.

Ce qui va nous intéresser encore chez cette jeune fille, c'est **la paroi médiale**. C'est une paroi plane, interne, qui va séparer les fosses nasales de l'orbite. Composition de la paroi médiale: - la branche montante du maxillaire avec la gouttière lacrymale

- ensuite on a un os plat et rectangulaire qu'on appelle l'os lacrymal

- et **l'ethmoïde**, qui va grandement nous intéresser

- en arrière on trouve le triangle osseux= l'os sphénoïde, qui limite le foramen optique et la fissure orbitaire supérieure.

Voilà donc pour ce qui est de la paroi médiale, et c'est elle qui va nous intéresser, et particulièrement l'ethmoïde.

L'ethmoïde: on l'appelle l'os central de la tête.

Pourquoi?

Parcequ'il se situe à la jonction entre la boîte crânienne et la face; d'autre part, il contribue à limite des fosses nasales et à la limite médiale des orbites.

Comment est constituer l'ethmoïde?

Il va être constituer par **deux masses latérales rectangulaires creusées de cellules**, c'est à dire de cavités qui ont des formes et des dimensions très variables formant ainsi des creux infractueux dans la paroi osseuse. Ces deux masses sont reliées entre elles par une lame horizontale, petite et criblée_ d'où son nom de **lame criblée**_ car elle est perforée par des orifice à la fois vasculaires et nerveux. Elle va donc laisser passer les **nerfs olfactifs** (qui traversent l'ethmoïde pour remonter dans la fosse crânienne antérieure) et de **petites artérioles**.

Donc sur un schéma en vue antérieure, on pourra voir la mise en place des fosses nasales, avec la lame médiale et latéralement, les cornets qui limitent les méats, c'est à dire les espaces où passe l'air qui va se réchauffer.

Ce qui nous intéresse ici, c'est la paroi entre orbites et fosses nasales. Comme on l'a vu, cette paroi est pleine de petites cavités, elle est par conséquent fragile. Ces cavités sont appelées des cellules parce que ce sont des petits cubes plein d'air.

On rappelle encore une fois qu'elle se situe exactement à l'intersection entre fosses nasales, orbite et fosse crânienne antérieure.

En fait cette petite jeune fille a une cellulite orbitaire qui est liée à une **ethmoïdite** (une inflammation de l'ethmoïde) qui est une **sinusite** parmi tant d'autres.

*Rappel: Les **sinus** sont des cavités aériennes, qui vont apparaître et se développer progressivement après la naissance, donc chez un nouveau-né, il n'y a pas de sinus. Les sinus servent, d'une part, à alléger considérablement le massif facial osseux, et d'autre part, ils servent de **résonateurs** dans la phonation; en effet lorsqu'on a une sinusite et le nez plein, on a pas la même voix... suite à la modification de ces résonateurs.*

Les sinus vont se développer dans les différents os de la face. On aura:

- en haut, les **sinus frontaux**,
- les **sinus sphénoïdaux**, plus latéraux mais toujours en haut, que l'on peut observer sur une coupe sagittale.
- en bas et latéralement à D et à G, les **sinus maxillaires**, qui sont les **plus gros** sinus de la face,
- et les **sinus ethmoïdaux** ou cellules ethmoïdales, posés dans l'ethmoïde.

Ce qui est intéressant à savoir, c'est que ce sont les **sinus ethmoïdaux qui apparaissent en premier, c'est à dire que chez un petit enfant, seul l'ethmoïde peut être une cause de sinusite (ethmoïdite)!**

En outre, on a vu que les sinus étaient des cavités aériennes; qui sont cependant recouvertes de muqueuses. Et donc il va y avoir des sécrétions dans les sinus, qui vont alors se drainer par des orifices (majoritairement dans deux méats).

- Ils vont se drainer dans le **méat moyen, où se draine la majorité des sinus.**

*Rappel: Les méats sont les espaces délimités par les cornets (cornet supérieur, cornet moyen, cornet inférieur). Chacun de ces cornet est une lamelle courbe qui délimite un espace qui est le méat. **Le méat moyen est donc le méat situé sous le cornet moyen et le méat supérieur sous le cornet supérieur.***

- Dans le **méat supérieur**, on a le **drainage du sinus sphénoïdal, et le drainage de quelques cellules ethmoïdales.**

Sur une coupe sagittale, on pourra prendre les repères de tous les reliefs des sinus, et particulièrement le sinus sphénoïde. Sous le sinus sphénoïde se trouve le pharynx, ce qui n'a rien d'extraordinaire puisque l'hypophyse dépend du pharynx pour une partie de sa constitution (*ah donc logique..(?)*).

On va maintenant essayer de comparer une coupe de la face de la petite fille atteinte d'ethmoïdite et une coupe de la face d'un sujet normal.

Chez le sujet normal, le contraste entre les différentes structures et cavités est excellent, puisqu'il y a de l'air

dans les fosses nasales et les sinus_ air qui apparaît en noir_ alors que les orbites sont pleines. Plein de muscle, de graisse, du bulbe oculaire, etc... De même, les fosses nasales sont pleines, tandis que les cellules ethmoïdiennes apparaissent noires, remplies d'air.

Sur une coupe anatomique (une pièce anatomique), on peut voir à quel point les fosses nasales sont importantes du point de vue taille, combien elles prennent de la place. On peut aussi y apercevoir les cornets qui sont de très fines lamelles, qui parfois peuvent être épaissies par la muqueuse qui les recouvrent. Latéralement il y a les gros sinus maxillaires D et G. Médialement, on peut voir sur cette coupe à quel point les cellules ethmoïdales sont proches de l'orbite.

Maintenant, on regarde exactement la même coupe mais prise par imagerie. Là encore on y voit les contrastes aériques/tissulaires entre les sinus et les fosses nasales et les cavités pleines comme les orbites.

On parle de l'ethmoïde depuis le début du cours et de son inflammation. Alors pourquoi est-ce qu'on a une cellulite ORBITAIRE? L'explication est visible grâce à une coupe horizontale de l'orbite. Au delà de la proximité spatiale, il ya aussi des **connexions entre la vascularisation orbitaire et la vascularisation des fosses nasales**. En effet, le trajet de l'**artère ophtalmique** débute au sommet de l'orbite et continue en suivant la paroi médiale, vers l'avant et en dedans, c'est à dire vers le quantus interne (*coin interne de l'oeil*). Au passage, elle donnera toutes le artères de l'orbite, mais surtout elle **donnera deux petites artères ethmoïdales qui vont traverser l'ethmoïde jusqu'au fosses nasales, faisant ainsi communiquer les trois structures:**

- fosses nasales
- ethmoïde
- orbite.

C'est donc par là que passent les processus infectieux. D'où l'inflammation orbitaire venue de l'ethmoïde.

En même temps, **le nerf optique va souffrir lui aussi de l'inflammation**. Un nerf optique normal est sinueux afin de pouvoir suivre les mouvements du bulbe oculaire.

La cellulite va entraîner une exophtalmie, le globe oculaire va donc sortir vers l'extérieur tirant sur le nerf optique.

De plus, l'inflammation va faire **gonfler l'orbite**, donc va étendre les tissus osseux de l'orbite.

Ces deux effets vont avoir pour conséquence l'étirement du nerf optique qui va ainsi devenir rectiligne au lieu d'être sinueux.

Le nerf optique va aussi souffrir d'ischémie par compression des structures inflammées périphériques.

La diminution d'acuité visuelle ressentie par la petite fille est donc due à cette souffrance du nerf optique.

Ainsi donc l'etmoïdite est une sinusite qui va entraîner l'inflammation orbitaire. **Les riches sont une diffusion de cette inflammation par voir hématogène, en particulier à la fosse crânienne antérieure qui est tout près.**

Il y a donc toutes les raisons du monde pour traiter assez rapidement cette maladie, soit par ingestion de **médicaments** soit par **drainage chirurgical**.

II) CAS CLINIQUE N°2

Il s'agit d'un homme qui a reçu un coup de poing au visage et qui vient consulter pour un écoulement de la narine droite.

On l'examine. On trouve juste un hématome de la racine du nez, légèrement douloureux. Le sujet

n'a pas de fièvre. Mais l'**écoulement qui sort de son nez est très clair et complètement liquide**. C'est ce qu'on appelle une **rhinorrhée**.

Le liquide ne correspond pas à des larmes. Le diagnostic pour le cas du monsieur est une **brèche ostéodurale, qui laisse s'écouler le liquide céphalo-rachidien par le nez**. *Le LCR est normalement contenu dans l'espace entre l'arachnoïde au dessus et la dure-mère en dessous.*

Pour comprendre on regarde sur une coupe de la face antérieure du patient. On est un peu dans le même cas de figure que précédemment puisque l'on s'intéresse à l'**ethmoïde**. C'est un tout petit os placé au milieu de la face entre les deux yeux. Et juste au dessus on trouve la fosse crânienne antérieure qui est recouverte de dure-mère. Donc il faut non seulement une fracture osseuse mais aussi une brèche dans l'espace méningé de la dure-mère. **La lame criblée de l'ethmoïde est fragile parce qu'elle est perforée** par tous les petits vaisseaux et nerfs, ce qui explique pourquoi elle **se fracture beaucoup dans les cas de traumatismes directs de la face**.

Il faut faire attention car rien ne ressemble plus à du LCR que des larmes ou un écoulement nasal clair banal!! Ici, on se méfie parce que ça ne coule que d'un seul côté. De plus, on fait attention au contexte, ici le patient s'est prit un coup violent sur le nez.

Il va falloir réparer la brèche ostéodurale qui est responsable d'une communication entre fosses nasales et espaces méningés.

III) CAS CLINIQUE N°3

Une patiente consulte pour une baisse d'acuité visuelle isolée de l'oeil G.

On l'examine. On note que **du côté G, sa pupille ne répond pas correctement à l'éclairage et reste en forte mydriase**. Normalement, lorsqu'on éclaire ne serait-ce qu'un seul des deux yeux, on doit avoir un myosis (contraction de la pupille) symétrique de chaque pupille.

On fait un fond d'oeil et on va trouver ce que l'on appelle une **papille saillante**.

Rappel: La papille est l'endroit où se réunissent les axones des cellules ganglionnaires de la rétine.

Pour dire qu'elle est saillante, il faut en fait suivre les coudes des vaisseaux (ce n'est pas toujours évident à voir). Sur le fond d'oeil de la jeune femme, **les vaisseaux qui sortent de la papille font une sorte de demi cercle, et c'est en ça qu'on peut dire qu'elle est saillante, c'est à dire un petit peu bombée**.

Ensuite, on lui fait un **examen du champ visuel**. *Le champ visuel, c'est l'espace que l'on perçoit. En effet, lorsque l'on regarde quelque chose on perçoit non seulement le point que l'on fixe mais aussi l'environnement alentour. C'est tout cet espace que l'on appelle le champ visuel.*

Pour comprendre la signification de cet examen, on doit d'abord apprendre quelques notions de vocabulaire:

- un **scotome**: ça veut dire qu'il y a une zone de l'espace que l'on ne perçoit pas.
- un **scotome central**: c'est quand la zone non perçue est au centre de notre champ de vision (fermez un oeil et mettez une main devant l'autre, vous reproduisez un scotome central).
- un **scotome coeco-central**: "coeco" vient de "coecum" (creux). Ça veut dire que le scotome part de la tâche aveugle, qui est une espèce de creux au niveau de la papille.

Grâce à l'examen du champ visuel fait à la patiente, on peut voir exactement la forme de son scotome, qui apparaît en noir. Elle a un scotome sur le côté, en forme de virgule, partant d'un petit cercle à son extrémité latérale. Le petit cercle est la **tâche aveugle, c'est normal de ne pas percevoir d'image à ce niveau là. En revanche, la virgule qui y est rattachée est tout à fait pathologique. Cette demi boucle ne dépasse pas la ligne horizontale médiane du champ. Ceci est très caractéristique**.

On demande alors une **IRM oblique**, qui suit donc le trajet du nerf optique. On voit que **les nerfs optiques y est trop gros (> 4mm de diamètre) et trop rectiligne.**

Il s'agit d'une **neuropathie optique**, c'est à dire une maladie du nerf optique.

Pourquoi est-ce qu'on a des douleurs aux mouvements du globe lors d'une neuropathie optique?

Le nerf optique est un nerf sensoriel et non un nerf sensitif, tout comme les cellules rétinienne et l'encéphale (on peut découper le cerveau d'un sujet conscient, ce n'est pas sensible).

Ce qui est douloureux dans l'orbite, c'est la cornée qui est la partie la plus sensible du corps. L'uvée correspondant à l'iris, le corp ciliaire et la coroïde, est aussi innervée, par le nerf ciliaire. Le nerf ciliaire rejoint le **Vème nerf crânien**, qui innerve aussi la cornée. Les muscles oculaires sont eux aussi innervés et donc sensibles à la douleur. (Quand on fixe trop longtemps un écran on finit par ressentir un inconfort, les yeux qui tirent... Il ne s'agit en fait pas des yeux proprement dit mais plutôt des muscles oculaires qui se fatiguent).

Dans le cas présent, **ce qui était douloureux chez la patiente était les gaines méningées du nerf optique. En effet, le nerf optique n'est pas vraiment un nerf mais un prolongement de l'encéphale** et comme tout l'encéphale, il est entouré de gaines méningées. Il en est de même pour le nerf olfactif. Or quand on a mal à la tête, qu'est ce qui nous fait mal? Pas l'encéphale puisqu'on a vu que c'était insensible. Ce qui fait mal ce sont donc les vaisseaux et les méninges. La patiente a une **inflammation des gaines méningées**. Et donc c'est douloureux lorsque le globe oculaire bouge. **L'inflammation des méninges entourant le nerf est responsable de l'augmentation de volume du nerf optique.**

Maintenant pourquoi y a t-il une **diminution du réflexe photomoteur** chez cette patiente? Dans un réflexe, il y a deux voies, la voie afférente et la voie efférente. Ces deux voies sont courtes puisqu'un réflexe de bas c'est deux neurones.

Ici, la diminution du réflexe photomoteur s'explique par la diminution des afférences. A partir du moment où on a un message visuel qui marche moins bien (inflammation du nerf optique) on va avoir moins d'informations visuelles qui arrivent au cerveau, donc un réflexe photomoteur qui va être diminué. La voie efférente, est celle qui va permettre la contraction ou dilatation pupillaire en réponse à la quantité de lumière. Cette voie efférente est constituée par le **IIIème nerf crânien, qui va envoyer des fibres nerveuses parasympathiques qui innervent la pupille**. Ces fibres vont se relayer dans le ganglion auxiliaire qui est un petit ganglion de l'orbite et **elles vont gagner la pupille, l'iris, par l'intermédiaire des nerfs ciliaires.**

On a donc une voie afférente par le IIème nerf crânien et une voie efférente par le IIIème nerf crânien, les afférences perturbées sont à l'origine de l'abolition du réflexe photomoteur G de la patiente.

Revenons à notre scotome coeco-central. **Il existe une ligne horizontale qui partage la rétine en une moitié supérieure et une moitié inférieure, qui s'appelle le raphée horizontale. Les axones des cellules ganglionnaires sont soit en haut, soit en bas mais ne franchissent jamais la limite horizontale. Et donc ces fibres nerveuses partent du raphée horizontal et gagnent la papille en formant un arc de cercle soit en haut soit en bas de cette ligne horizontale. Ici elles passent vers le haut. Ce sont ces fibres qui en convergeant vers la papille vont former le nerf optique. Le scotome de la patiente en forme de virgule (arciforme) correspond donc au trajet de ces fibres optiques!!**

Sur une photos des fibres optiques, on peut voir une striation sur le trajet des fibres nerveuses optiques (= axones des cellules ganglionnaires). **Cette striation correspond aux fibres nerveuses qui ont soufferts et leur disparition a laisser ainsi un aspect de fentes noires.**

IV) CAS CLINIQUEN°4

Un homme de 30 ans vient nous voir pour une baisse d'audition uni latérale. On ne trouve rien de suspect à l'interrogatoire, mais lorsqu'on fait se déshabiller le patient pour l'inspection, on voit qu'il a **des tâches "café au lait"** (zone plus ou moins grande de la peau, très légèrement colorée d'une couleur qui ressemble à du café au lait, parfaitement plane et indolore) **et des tuméfactions cutanées**, c'est à dire des petits nodules sur la peau. A part ça, le patient n'a pas d'autre signe ORL, pas de paralysie faciale, pas de mal de tête, pas de vertige (*quand un patient a des troubles de l'audition, la moindre des choses est de lui demander s'il n'a pas de troubles de l'équilibre*). Donc si on fait le bilan, il nous reste les tâches café au lait_ or pour pouvoir parler d'un certain syndrome lié à ces tâches, il en faut au moins 4_ et une **hypoaccousie** (*diminution de l'audition récente*) .

On fait un bilan de son hypoaccousie par des **potentiels évoqués auditifs**, et on vérifie qu'effectivement **le patient a une atteinte du VIIIème nerf crânien, dans sa portion cochléaire**.

Rappel: le VIIIème nerf crânien (nerf vestibulo-cochléaire) est formé par l'union de deux nerfs: le nerf vestibulaire en arrière venu des canaux semi-circulaires et le nerf cochléaire en avant venu de la cochlée de l'oreille interne.

Maintenant sachant qu'il a une atteinte du VIIIème nerf crânien, on va lui faire une IRM de la fosse crânienne postérieure au niveau du 4ème ventricule, sur laquelle on verra:

- en haut, le pont entre les deux hémisphères cérébelleux, *reliant le cervelet à la paroi postérieure du tronc cérébral*.

- dans un plan médian, le vermis cérébelleux (vermis du cervelet)

- et latéralement, les deux hémisphères cérébelleux.

Ce qu'on voit d'anormal sur l'IRM c'est un **"rond" parfaitement bien limité** qui se trouve dans un espace très particulier appelé le **trigone ponto-cérébelleux**, c'est à dire un triangle limité par le pont en haut et en avant, et par le cervelet sur les côtés vers le bas et en arrière. Cette petite zone délimitée dans le trigone ponto-cérébelleux s'appelle un **neurinome de l'acoustique**. C'est une **tumeur bénigne du VIIIème nerf crânien**.

A partir de là, pourquoi les tâches café au lait?

Le patient en fait atteint d'une **neurofibromatose de type I**! La fibromatose est en effet une maladie qui associe souvent des tâches café au lait et des neurinomes touchant le VIIIème nerf crânien.

Pour comprendre, on retourne à des bases d'anatomie, particulièrement de la loge crânienne postérieure. Celle-ci est limitée par:

- l'os occipital

- l'os sphénoïde

- fermée par la tente du cervelet

- ouverte par le foramen ovale en haut

- et par le foramen magnum en bas.

Les nerfs crâniens qui nous intéressent sont dans leur trajet intra-crânien:

- **le VII (nerf facial) et le VIII (nerf vestibulo-cochléaire) forment à eux deux un pédicule acoustico facial dit aussi pédicule vestibulo-cochléo-facial**, qui se dirige du sillon bulbo-pontique vers le bord acoustique interne.

Et on peut observer la zone très particulière et très facilement identifiable qu'est le trigone ponto-cérébelleux. Il s'agit de l'**espace liquidien sous-arachnoïdien** ou liquidien externe **entre le tronc cérébrale, le cervelet et la paroi osseuse**. **Dans cet espace on va trouver le pédicule acoustico-facial** ou pédicule cochléo-vestibulo-facial. *C'est pour ça qu'il fallait vérifier que le nerf facial (VIIème NC) était intègre, en éliminant l'hypothèse d'une paralysie faciale lors de l'examen clinique.*

CAS CLINIQUE N°5

Il s'agit d'un adolescent soumis à des vertiges et des maux de tête.

On l'examine. On voit qu'il a une **cypho-scoliose**, il est un peu tordu. D'autre par, on lui trouve un nystagmus.

Rappel: un nystagmus est le mouvement physiologique d'aller-retour latéral des yeux que l'on a quand on regarde par la fenêtre en train ou en voiture. Un nystagmus physiologique mal supporté donne le mal des transports.

MAIS, le jeune homme que l'on examine a un **nystagmus vertical!** (ce sont des mouvements des yeux verticaux incessants; très rare). Alors, on pense directement au **lobe floculo-nodulaire du cervelet**. En fait, ce n'est pas le lobe floculo-nodulaire du cervelet qui va nous intéresser en tant que soi. Ce garçon a une **malformation de la charnière occipito-vertébrale, c'est ce qu'on appelle la malformation d'Arnold-Chiari**. Ça veut dire qu'à la jonction entre occiput et les deux premières vertèbres C1 et C2, son développement embryonnaire s'est mal passé.

Comparons le cas du jeune homme à une loge postérieure normale. Sur une image de loge postérieure normale, on peut voir:

- la moelle allongée
- le pont
- les pédoncules
- en arrière, le cervelet
- en bas, on a l'orifice du foramen magnum.

Rappel: entre moelle allongée et moelle spinale, il n'y a aucune limite; la séparation se fait uniquement par le 1er nerf spinal et par le foramen magnum.

Sur une image d'une malformation d'Arnold-Chiari, on va voir un glissement du cervelet et de la moelle allongée, qui vont descendre dans le canal vertébral. Et donc il vont subir l'un ou l'autre une compression car ils seront à l'étroit dans ce canal vertébral. Dans le cas présent, l'adolescent subit une **compression de son cervelet**.

Il existe divers degrés de malformation et donc de compression. Le cervelet et la moelle allongée peuvent descendre jusqu'à C4 (forme grave) mais il existe des formes plus bénignes (descente moins profonde) qui sont tout à fait fréquentes. **La chose bien comprendre, c'est que dans tous les cas, le cervelet et la moelle allongée ne sont plus dans la loge postérieure mais sont descendus dans le canal vertébral.**

Revenons au lobe floculo-nodulaire. On étudie, tout d'abord, un cervelet que l'on a séparé du tronc cérébral. On voit donc:

- les pédoncules cérébelleux
- le 4ème ventricule
- le vermis cérébelleux
- les hémisphères cérébelleux.

Le lobe floculo-nodulaire c'est à la fois la petite partie du vermis correspondant au nodule, et le flocculus qui est la partie archaïque du cervelet. Cette partie la plus archaïque est aussi vestibulaire, c'est à dire qu'elle correspond à la portion d'équilibre du cervelet.

Pour finir, voici un repère très important à connaître sur une coupe sagittale. Ce repère s'appelle la ligne de Chamberlain. Sur une même ligne, on doit normalement toujours avoir:

- le palais dur,
- le bord supérieur du processus odontoïde (qui doit remonter tout juste au niveau du bord supérieur de C1),
- et le bord postérieur du foramen magnum. (le bord postérieur du foramen magnum descend plus bas que son bord antérieur).

Or dans les malformations d'Arnold-Chiari, on a une impression basilaire, c'est à dire que le processus odontoïde remonte au dessus de C1 et donc au dessus de la ligne de repère de Chamberlain.

