

UE : UE 20 - SYSTÈME NEUROSENSORIEL ET PSYCHIATRIE

ENSEIGNANT : SEIZEUR

DATE : 17/09/2024

GROUPE : Classe inversée - Groupe 5

REMARQUES : Remarques du Pr Seizeur à la fin de la ronéo

Superbe vidéo qui résume le cours : <https://youtu.be/kU5yTgAirW8>

DESCRIPTION DES VOIES ANATOMIQUES D'ÉQUILIBRE SUR UN BATEAU

Table des matières

I) Introduction	2
II) L'oreille interne	3
A) Structure	3
B) Utricule et saccule : appareil otolithique	4
C) Canaux semi-circulaires	6
III) Voies vestibulaires	8
A) Protoneurone	9
B) Deutoneurone	10
C) Troisième neurone	12
IV) Applications cliniques	15
A) Mal de mer	15
B) Syndrome du mal de débarquement MdDS	15
C) Vertiges	15

I) Introduction

Vous avez sans doute déjà tous vécu une naupathie, plus communément appelée « mal de mer » associant pâleur, sueurs, céphalées, nausée... C'est l'ensemble des manifestations neurovégétatives lors d'un déplacement à bord d'un bateau en mouvement. La station debout sur le sol n'est permise que grâce au développement d'un système de contrôle de l'équilibre performant. Ainsi la zone de contrôle de la verticalité dans l'oreille interne est particulièrement complexe et sensible. D'autres systèmes de contrôles annexes (yeux, muscles, ligaments) se sont également développés.

L'appareil de l'équilibration renseigne sur la **stabilité/position de la tête et du regard dans l'espace**, influençant ainsi la position du corps.

Il va recevoir des informations sur les **accélérations angulaires et linéaires** de la tête grâce à 3 systèmes récepteurs :

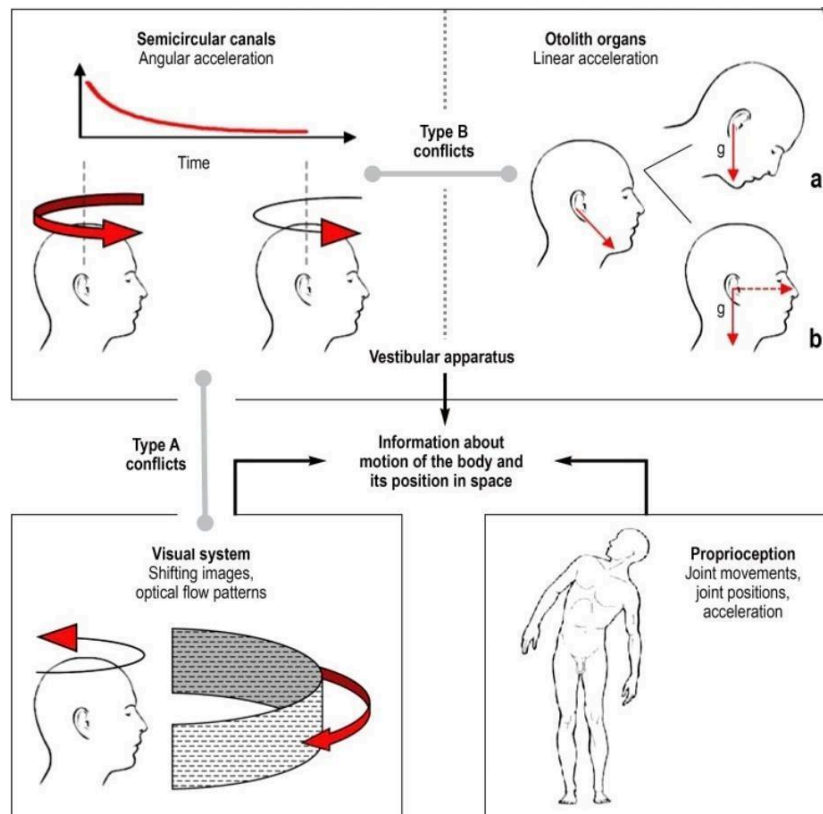
- La vision : oriente et permet le déplacement dans l'espace (pour mesurer un nystagmus, on va ainsi le faire dans l'obscurité afin de l'examiner QUE le système vestibulaire)
- Le système proprioceptif : récepteurs cutanés, musculo-tendineux et profonds. Il renseigne sur la position de la tête par rapport à celle du torse (muscles du cou et de la colonne vertébrale)
- L'appareil vestibulaire détecte les accélérations de la tête afin d'assurer le maintien de l'équilibre statique et dynamique.

Ces informations sont ensuite transmises aux **voies vestibulaires** pour adapter les différents réflexes d'équilibration. Le système vestibulaire va participer aux réactions d'adaptation, en déterminant la position de la tête dans l'espace par rapport à la posture fondamentale, ainsi que son déplacement.

Ces 3 systèmes communiquent et se complètent afin d'envoyer une information cohérente aux centres moteurs de notre moelle spinale afin de stabiliser notre corps en fonction des mouvements de balancement du bateau.

Le contrôle de l'équilibre implique non seulement une adaptation dynamique aux mouvements externes, comme les vagues pour un marin, mais aussi une coordination constante entre les informations perçues et les réponses réflexes. Cette interconnexion permet de maintenir la stabilité du corps, même dans des conditions de déséquilibre intense.

Afin de mieux cerner le fonctionnement des voies de l'équilibration, il faut connaître l'anatomie de cette voie.



II) L'oreille interne

A) Structure

L'oreille interne est composée d'un appareil auditif, appelé la cochlée et composé du colimaçon et d'un appareil vestibulaire composés de 3 canaux circulaires et 2 récepteurs otolithiques. C'est au niveau de celle-ci qu'est effectuée la répartition des pressions grâce à l'endolymphe et la périlymphe.

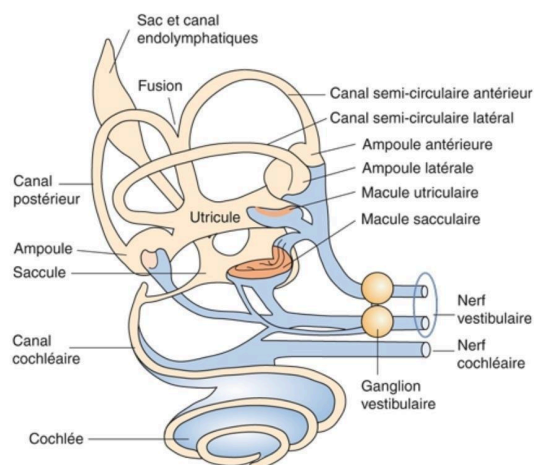
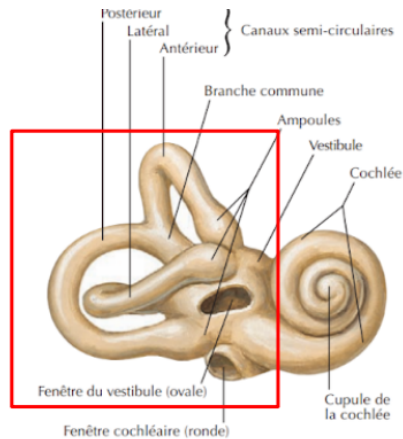


Schéma montrant les principales structures du labyrinthe membraneux (représenté en orange clair) et leurs connexions neuronales (en bleu).

L'endolymphe est un liquide que l'on retrouve dans les 3 canaux semi-circulaires, l'utricule et le saccule constituant l'appareil vestibulaire. Toute cette structure s'appelle le labyrinthe membraneux qui, lui-même flottant dans la périlymphe contenue dans le labyrinthe osseux de l'oreille interne.



Ce mécanisme de suspension et de détection est essentiel pour garantir une sensibilité maximale aux moindres variations de mouvement. L'endolymphe, par exemple, réagit à chaque inclinaison de la tête, transmettant des informations précises sur notre positionnement.

B) Utricule et saccule : appareil otolithique

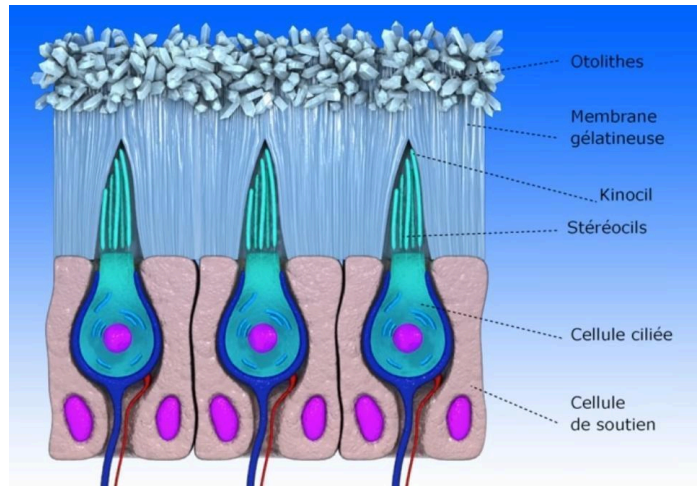
L'utricule et le saccule sont disposés horizontalement et verticalement l'un par rapport à l'autre. Ils vont ainsi percevoir les **accélérations linéaires** de la tête : horizontale pour l'utricule, et verticales (telle que la gravité) pour le saccule.

Au niveau de l'utricule et du saccule, on trouve des **macules** utriculaires et sacculaires composées de cellules ciliées orientées différemment pour augmenter la sensibilité et la précision du codage. Chaque cellule comprend des kinocils (cils longs) et **stéréocils** (cils courts) emprisonnés dans la lame gélatineuse, surmontée de **statoconies** (=petits cristaux de carbonate de calcium, aussi appelés otolithes/otoconies) permettant d'augmenter la sensibilité à la position de la tête. Chaque cellule ciliée est reliée à des fibres nerveuses formant le nerf vestibulaire.

Les statoconies jouent un rôle clé en amplifiant la détection des mouvements. Lorsqu'elles se déplacent sous l'effet d'une inclinaison de la tête, elles tirent sur les stéréocils, activant ainsi des influx nerveux qui informent immédiatement le

cerveau de la position de la tête dans l'espace. Cela permet une régulation instantanée de la posture.

Schémas de la structure de l'épithélium sensoriel du saccule et de l'utricule



Lors du mouvement de la tête :

- Mouvement des statoconies
- Déplacement de la lame gélatineuse
- Inclinaison des cellules : activation des cellules inclinées du côté du kinocil, inhibition des cellules inclinées du côté des stéréocils
- Déclenchement de l'influx nerveux excitation ou inhibition des afférences vestibulaires

L'utricule renseigne sur la rotation sur l'axe horizontal de la tête. Celle-ci est aussi détectée par les CSC (canaux semi circulaires) : il y a donc complémentarité entre utricule et CSC.

La saccule renseigne les accélérations et décélérations (c'est-à-dire la vitesse) ainsi que leur orientation grâce à l'inclinaison des kinocils : une inclinaison côté kinocils augmente la fréquence de PA indiquant une accélération, l'inverse sera pour la décélération.

L'accumulation des informations d'accélérations linéaires recueillies par cet appareil permet de transmettre en continu au cerveau des informations sur notre vitesse et la position de la tête par rapport à la gravité.

La macule est verticale dans la saccula ce qui entraîne une inclinaison vers le bas des cils du fait de la gravité. C'est grâce à elle qu'on va pouvoir détecter le

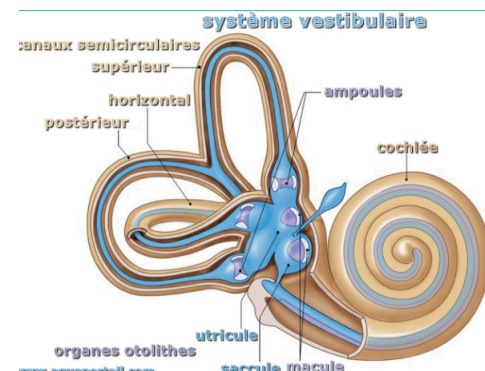
saut via l'accélération lors du saut qui entraîne une majoration de l'inclinaison vers le bas des cellules ciliées de la macule.

Ainsi sur le bateau, l'utricule va indiquer sur l'inclinaison de notre tête par rapport au bateau, et la saccule va informer sur l'amplitude du creux des vagues. (*attention, en cas de vitesse constante, les cellules de la saccule ne vont pas être sensibles*). Donc l'appareil otolithique permet de percevoir les accélérations et décélérations du bateau en fonction de notre vitesse.

C) Canaux semi-circulaires

Il existe **3 conduits semi-circulaires** qui sont chacun orientés dans un plan de l'espace différent. Ils renseignent sur l'amplitude de la rotation angulaire et l'accélération de la tête par rapport à ce plan :

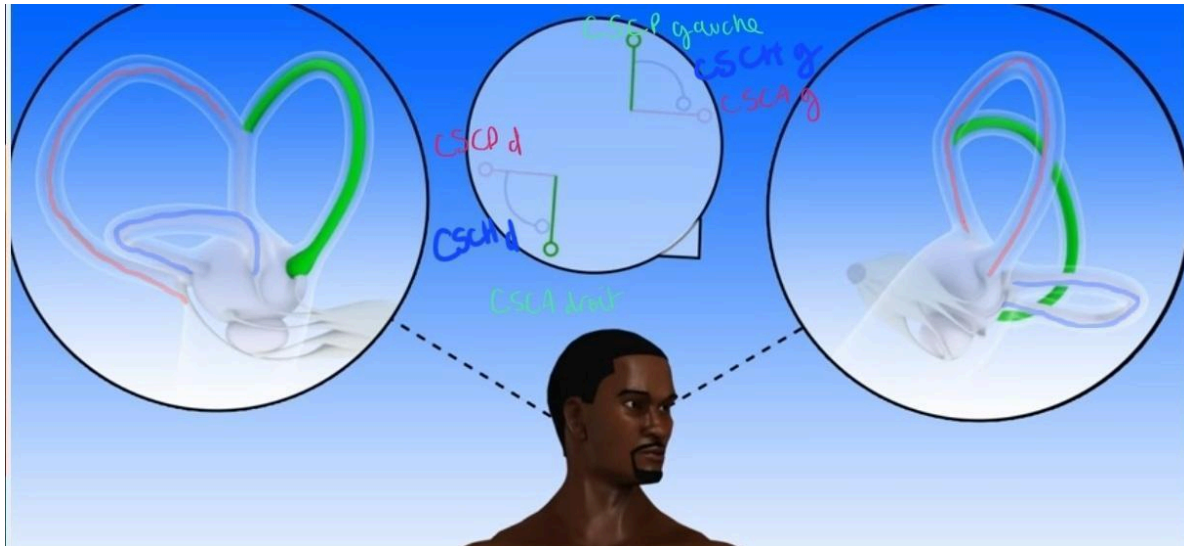
- Conduit ½ circulaire antérieur : plan **frontal**
- Conduit ½ circulaire postérieur : plan **sagittal**
- Conduit ½ circulaire latéral (ou horizontal) : plan **horizontal**



Depuis notre bateau, lorsqu'on regarde à l'infini, le canal semi-circulaire horizontal fait un angle de 30° avec l'horizontal. Mais plus on se rapproche d'une bouée, et plus l'angle diminue jusqu'à s'horizontaliser : il va donc informer sur les rotations de la tête lorsqu'on se déplace sur l'eau.

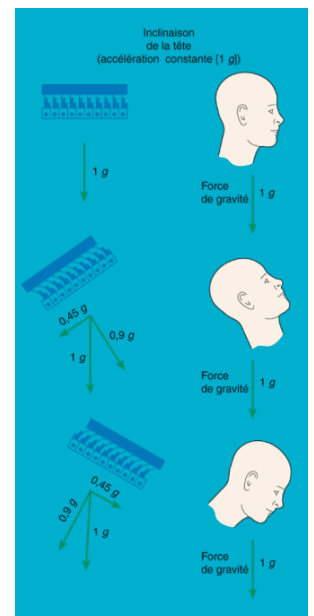
Les CSCH droit et gauche s'activent du côté de la rotation et s'inhibent de l'autre.

Les CSC antérieurs et postérieurs sont perpendiculaires et fonctionnent en paire. Cela permet de percevoir la rotation de la tête dans les 3 plans de l'espace : en tournant la tête à gauche de 45° pour regarder la bouée qui passe à la gauche du bateau, les paires (en vert) se mettent dans un plan sagittal. La même chose se passe avec la paire rouge si on regarde à notre droite. C'est dans le plan sagittal que l'activité des canaux est maximale et en penchant la tête vers l'avant, CSCA va être activé et le CSCP inhibé, inversement pour l'extension.



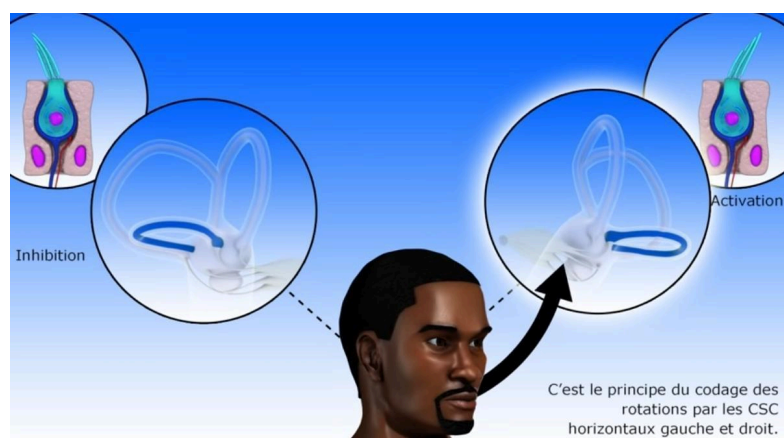
Dans les conduits semi-circulaires : on retrouve des organites sensoriels pour les accélérations et décélérations **angulaires** dans les 3 plans de l'espace.

Les canaux semi-circulaires présentent des dilatations appelées ampoules portant des **crêtes ampullaires**. Les cellules sensorielles **ciliées et polarisées** sont prises dans cette crête gélatineuse. Ce sont ces cellules ciliées qui vont envoyer des informations sur la position de la tête au nerf vestibulaire. Le mouvement de l'endolymphe dans le CSC suite à la rotation de la tête va venir faire se déplacer les cils en sens inverse du mouvement (du fait de l'inertie) et activer l'influx nerveux.



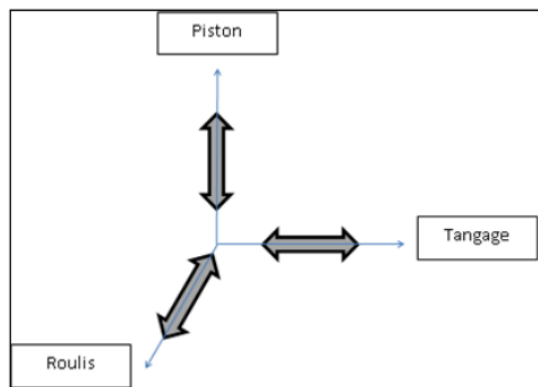
Lors d'un mouvement de tête (fonctionnement similaire à celui utricule/sacculé) :

- Mouvement de la tête vers la G
- Mouvement en sens inverse de l'endolymphe dans le CSC G (qui n'est plus en position stationnaire)
- Courbure de la crête ampullaire
- Activation des cellules ciliées du côté G, inhibition à D
- Déclenchement de l'influx nerveux



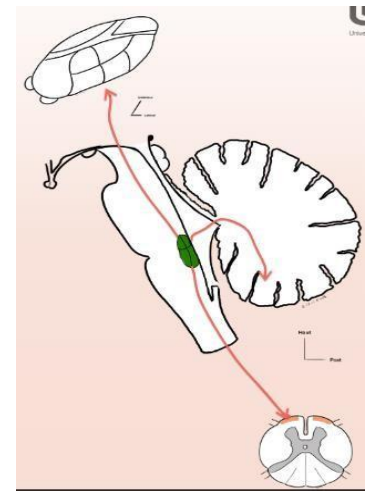
Ainsi sur le bateau les CSC vont informer sur les mouvements de la tête en inclinaison dûe aux vagues (avec l'utricule) et sur le balancement de notre tête de droite à gauche à cause du tangage.

Cependant, il faut noter que le plan horizontal correspond à notre plan physiologique donc celui auquel nous sommes habitués. L'organisme est alors beaucoup moins habitué aux accélérations verticales du bateau. Les mouvements de la tête par rapport au reste du corps vont encore majorer ce conflit. C'est ce que l'on appelle l'effet Coriolis. Ces mouvements aléatoires de la tête par rapport au reste du corps génèrent des messages variables et imprévisibles pour notre cerveau.



Mouvements du bateau en mer selon les trois axes de l'espace

La sensibilité du système de l'équilibre est donc maximale pour les mouvements perpendiculaires à la ligne oeil-oreille. Allongé sur le dos, les mouvements de tangage du bateau deviennent parallèles à cette ligne ce qui diminue la sensibilité au mal de mer.



III) Voies vestibulaires

La saccule, l'utricule et les CSC émettent des fibres afférentes formant le nerf vestibulaire au niveau du Ganglion de Scarpa.

L'appareil vestibulaire est coordonné avec différents organes permettant de générer différents réflexes :

- **Le réflexe vestibulo-oculaire** permet de maintenir la fixité d'une image sur la rétine malgré la rotation de la tête. On peut distinguer :
 - le **réflexe canaliculo-oculaire**, répondant à la stimulation des canaux semi-circulaires (rotation angulaire) permettant au regard de rester stable pendant la rotation de la tête

- le **réflexe otolito-oculaire**, répondant à la stimulation des macules (accélération linéaire).
- Le **réflexe vestibulo-spinal** a pour but de maintenir l'équilibre postural de l'individu en luttant contre la gravité en maintenant le centre de gravité et l'équilibre des différents segments corporels les uns par rapport aux autres

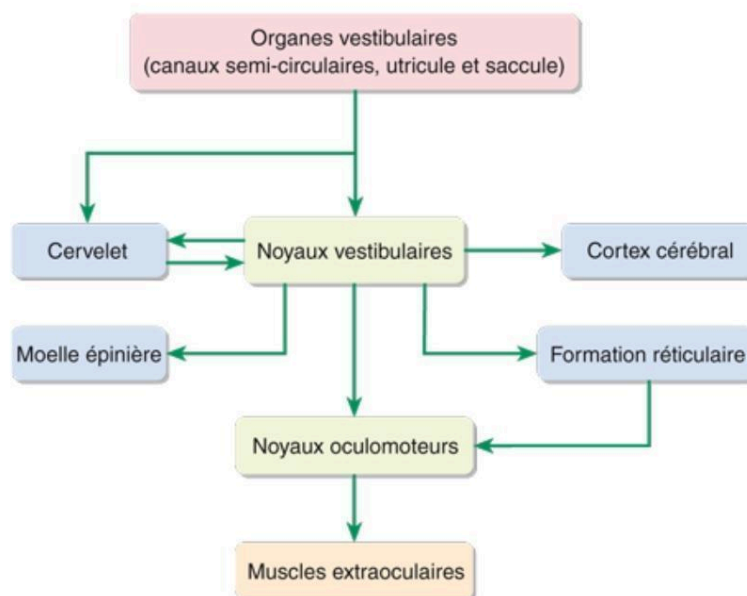
De même que l'appareil vestibulaire impact la vision et la proprioception, ces dernières peuvent elles-mêmes apporter des informations complémentaires sur la position du corps.

- le **référentiel exocentré** basé sur des points de repères dans l'espace, est majoritairement renseigné par la vision

- le **référentiel égocentré**, propre à l'individu, est surtout construit à partir des informations issues du système somesthésique.

Les différents référentiels peuvent se substituer et/ou se compléter si nécessaire pour améliorer l'estimation de l'orientation du corps. **Mais sur un bateau, les schémas de régulation physiologique de l'équilibre sont dépassés par les tangages qui perturbent le système sensoriel.**

Pour comprendre cette intégration des informations spatiales, il faut comprendre la composition des voies vestibulaires.



L'ensemble des informations émises par les deux oreilles internes est pris en charge par la chaîne neurale vestibulaire composée de 3 neurones, à destination du cortex cérébelleux, du tronc cérébral et du cortex cérébral.

A) Protoneurone

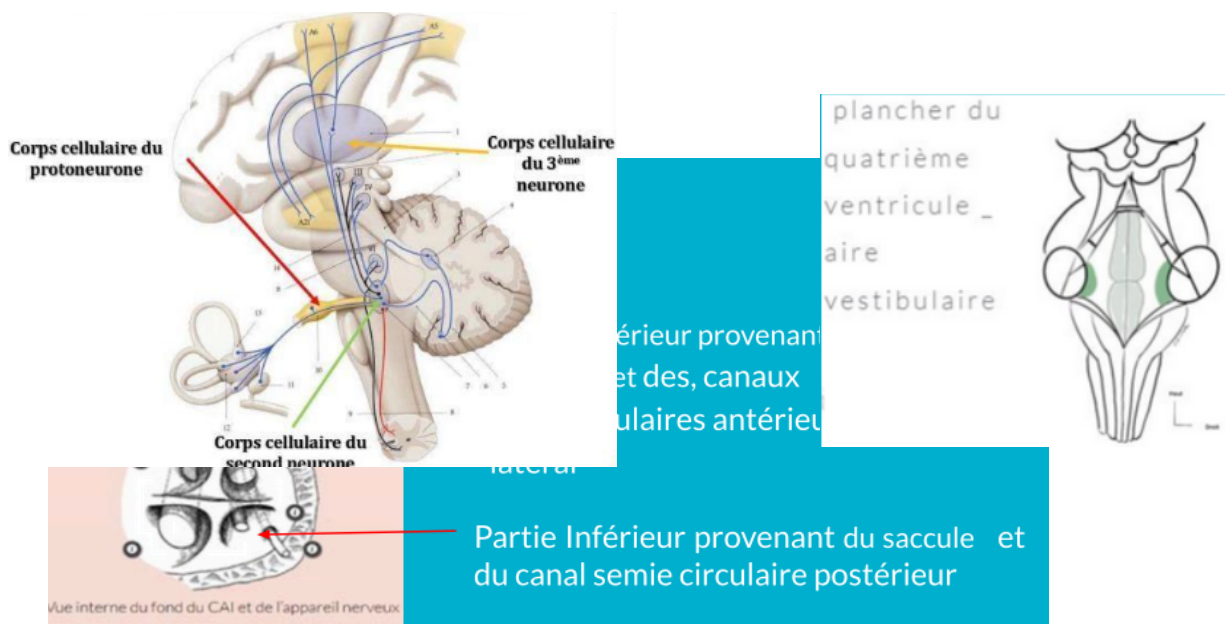
Le protoneurone débute à partir des cellules sensorielles. Son corps cellulaire est situé dans le **ganglion vestibulaire ou ganglion de Scarpa** (dans le rocher). Le ganglion vestibulaire est ici situé à l'extérieur de l'organe, c'est donc différent de l'audition (où le corps cellulaire du protoneurone est situé dans l'organe récepteur de l'ouïe).

Les 3 différents types d'accélération sont transmises par le nerf vestibulaire qui, comme le nerf facial (VII) est divisé en 2 :

- Supérieur : reçoit les informations provenant de l'utricule et du CSC latéral et antérieur
- Inférieur : reçoit les informations provenant du saccule et du canal semi-circulaire postérieur

Le message vestibulaire (visuel, proprioceptif, vestibulaire) chemine le long du nerf vestibulo-cochléaire (VIII) et rejoint les **noyaux vestibulaires** dans la partie latérale de la fosse rhomboïde au niveau du trigone vestibulaire (à la jonction entre le pont et le bulbe).

Le noyau vestibulaire supérieur est le lieu de synapse avec le deutoneurone.



B) Deutoneurone

Il existe 4 noyaux vestibulaires : latéral, médian, inférieur et supérieur. Chacun ne reçoit pas exactement les mêmes informations ni n'a la même destination.

a) le tractus vestibulo-spinal

Il correspond à la voie de motricité d'urgence donc inconsciente.

Les informations arrivant dans les noyaux vestibulaires latérale, médian, inférieur vont aller dans des organisations sensorimotrices pour réguler la posture. Ces informations correspondent au tractus vestibulo-spinal qui va assurer les activités motrices automatiques du contrôle de l'équilibre.

Si il y a perte d'équilibre, c'est grâce à lui qu'on va venir se rattraper sur le capitaine pour ne pas tomber à l'eau (même si c'est une très mauvaise décision inconsciente) : c'est la **voie d'urgence**.

Il existe une **somatotopie** : le noyau vestibulaire médial reçoit essentiellement des afférences canales et utriculaires alors que le noyau latéral reçoit surtout des afférences otolithiques (c'est-à-dire des statoconies (= une concrétion minérale trouvée dans le système vestibulaire de l'oreille interne)). Il parvient aussi à ces noyaux des informations cérébelleuses, visuelles et corticales.

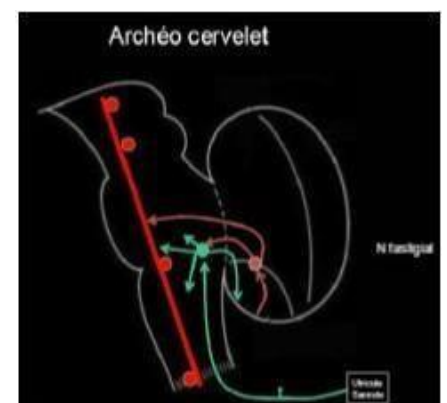
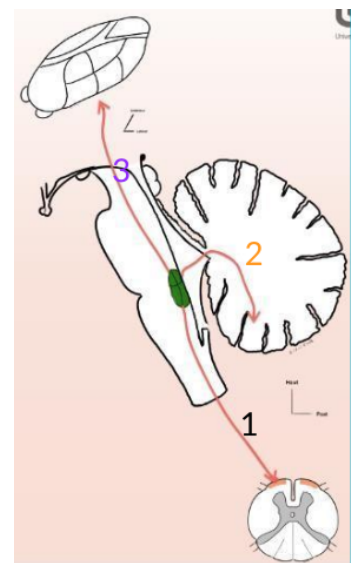
L'excitation électrique des noyaux vestibulaires latéraux entraîne une activation monosynaptique des motoneurones. L'équilibre est rétabli par le contrôle de la musculature anti-gravitaire du tronc et des membres, ainsi que la régulation du tonus durant une activité déstabilisante.

Sur un bateau qui tangue, c'est par cette voie vestibulo-spinale que l'on ne va pas réfléchir consciemment à se stabiliser en fléchissant une jambe et en tendant l'autre. On le fait naturellement, par réflexe.

b) la projection cérébelleuse

Le système vestibulo-cérébelleux provient des noyaux vestibulaires supérieurs, latéraux et médiaux et rejoint en particulier l'archéo-cervelet (notamment le lobe flocculo-nodulaire) pour un contrôle inconscient de notre équilibre par son action sur les muscles et le tonus musculaire.

La **boucle archéo cérébelleuse** (régulation avec le cervelet) contrôle en permanence l'ensemble du schéma corporel au sens large, de façon à ce qu'il y ait une gestion normale des impressions qui arrivent pour rétablir que ce soit sur le plan sensitif ou sur le plan moteur (quand on tourne la tête il n'y a pas de déséquilibre car les informations sont envoyés afin de prévenir la rotation et un déplacement). **Le paléocervelet permet d'avoir des informations sur**



la statique et dynamique du corps et de la tête et donc une adaptation.

En effet, le cervelet va renvoyer depuis son noyau du faite vers les noyaux vestibulaires pour composer le faisceau vestibulo-spinal des informations afin de coordonner notre contrôle de l'équilibre. C'est donc aussi grâce à lui qu'on ne tombe pas à l'eau . la projection cérébrale (+++)

Le corps cellulaire du deutoneurone se situe dans l'un des 4 **noyaux vestibulaires** : **le supérieur**, au niveau du trigone vestibulaire (plancher du V4). C'est un contrôle de l'équilibre qui est conscient. Il va permettre la perception de la position et des mouvements de la tête. Il va faire une synapse dans le **thalamus**. C'est grâce à lui que lorsqu'on va se déplacer sur le bateau on va consciemment faire attention à nos mouvements pour ne pas chuter.

Concernant les vomissements, ils sont contrôlés au niveau du nerf vague, du plancher du 4eme ventricule, de l'area postrema particulièrement sensible à l'hypertension intracrânienne (méningite...). Ainsi, l'envie de vomir est corticalisée mais pas le réflexe du vomissement.

c) réflexe vestibulo-oculaire

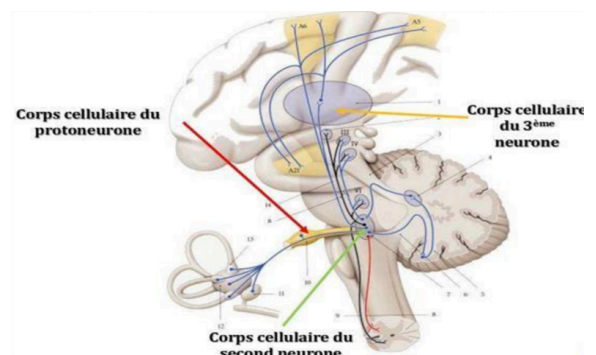
Des informations vestibulaires vont aussi rejoindre les noyaux oculomoteurs III, trochléaires IV et abducens VI via le faisceau longitudinal médian afin d'innervier les 6 muscles extra-oculaires afin de réaliser le réflexe vestibulo-oculaire et synchroniser les mouvements de la tête avec ceux des yeux.

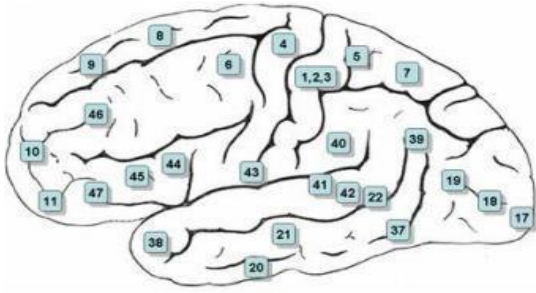
C) Troisième neurone

Le 3e neurone est thalamique mais le noyau thalamique précis est mal connu, il est probable que ce soit un ensemble de noyaux thalamiques.

Le 3e neurone a une projection corticale triple :

- **temporale** +++ (aire 21) : moteur + en relation de proximité avec aires visuelles
- **frontale** (aire 6) : cortex moteur
- **pariétale** (aire 5) : proche de la région de la face.





La voie consciente corticale ne devient consciente que si l'information remonte jusqu'au cortex. Si ce n'est pas utile, cela reste au niveau de la **bandelette longitudinale médiale**. L'information peut aller au thalamus s'il y a besoin d'une intégration supérieure (avec d'autres éléments de sensibilité, sensorialité, ou motricité) et éventuellement au cortex (aire temporelle en premier lieu) si il y a un déséquilibre, l'information deviendra alors consciente.

Bien que nous n'ayons pas conscience des impressions vestibulaires normales, nous aurons cependant conscience des perturbations : le cortex pariétal permet la synthèse des différentes informations, et fait ainsi le lien entre les informations vestibulaires et les autres informations sensorielles. Les différentes formations cérébrales intègrent les données du positionnement et mouvement du corps dans l'espace. Puis, instantanément et sans que l'on en soit conscient, le SNC re-calibre les commandes motrices adaptées aux nouvelles contraintes biomécaniques (contraction ou relâchement de certains muscles) pour éviter la chute.

Mais en mer tout se complique, car le sol n'est plus la référence stable, mais un élément en perpétuel mouvement. Bien qu'en position immobile, le corps accompagne les mouvements du bateau et bouge sans arrêt. Dans le même temps, les autres récepteurs indiquent que le corps est immobile sur le pont du bateau..

Si l'individu reste sur le pont, le conflit d'informations est arbitré par l'œil. En effet, les repères immobiles comme l'horizon ou la côte vont permettre de mieux appréhender les mouvements voire de les anticiper. Puis, peu à peu, le cerveau s'adapte en ne considérant plus les informations en provenance des récepteurs comme significatives. La **poursuite oculaire est un système inconscient, comme les réflexes de compensation du tangage**. Si le rétablissement de l'équilibre n'est pas possible, on peut se trouver dans le cas d'un dysfonctionnement vestibulaire pathologique.

IV) Applications cliniques

A) Mal de mer

Le mal de mer est dû à des conflits sensoriels, visuels et vestibulaires provenant du même système. En effet, les informations qui sont modifiées doivent être acceptées par le système nerveux et chez certaines personnes cela met beaucoup plus de temps. On a une modification du schéma corporel et des données, mais avant que ces modifications ne soient intégrées, il y aura des perturbations au niveau cortical dans le thalamus qui déclenchent des réactions automatiques et le centre du vomissement.

Il est intéressant de savoir que les patients ayant un déficit total des fonctions labyrinthiques ne souffrent pas du mal de mer car celui-ci contrairement au mal de transports est principalement dû aux déséquilibres permanents ressentis par le système vestibulaire.

Le cerveau met du temps à s'adapter à ces conflits. Les personnes ayant une sensibilité accrue au mal de mer souffrent d'un processus d'adaptation plus lent. En revanche, chez certains, le système vestibulaire peut rapidement « apprendre » à filtrer les informations discordantes, atténuant ainsi les symptômes. Des stratégies comme regarder l'horizon pour rétablir une cohérence sensorielle peuvent aider à réduire ces effets.

B) Syndrome du mal de débarquement MdDS

Souvent diagnostiquée à tort comme la maladie de Ménière (dûe à un dysfonctionnement de l'équilibre pressionnel des liquides de l'OI) ou la migraine vestibulaire, la MdDS est un trouble de vertige et de déséquilibre suite à une longue croisière.

Il correspond à une adaptation du cerveau au mouvement environnemental, entraînant une altération des zones de traitements spatiaux notamment au niveau cortical.

Le patient présente pendant plusieurs mois ou années une sensation de balancement, associés avec nausées et vertiges.

Le mal de mer (et plus généralement le mal de transport), tout comme le mal du débarquement sont des conflits sensoriels.

Le cerveau, qui s'était adapté aux mouvements constants du bateau, continue à compenser ces mouvements, même une fois que le sujet est revenu sur la terre ferme. Ce phénomène est souvent décrit comme une rémanence des ajustements posturaux involontaires effectués en mer, conduisant à des sensations de déséquilibre même dans des environnements stables.

C) Vertiges

Une anomalie de positionnement ou de répartition des statoconies (cristaux participant à la mobilité des cellules ciliées) provoque des vertiges. Ils peuvent être causés par une inflammation, infection, ou dans certains cas comme dans le mal des transports par un conflit sensoriel.

Si l'information de stimulation est erronée, c'est-à-dire un mouvement anormal ou un blocage des cils dans une position, la transmission de l'influx nerveux ne sera pas une information correcte et par conséquent provoquera des vertiges. Cet effet peut durer seulement quelques secondes lorsqu'il est dû à un mouvement trop vif.

Notes / correction Seizeur de 2023 :

Ce conflit sensoriel va bien au-delà de la voie vestibulaire, ici ça concerne la voie archéo vestibulaire (la voie la plus primitive) donc ça va bien au-delà.

L'inhibition des canaux d'un côté et de l'autre vient du fait que les informations sont ou ne sont pas transmises : on a deux côtés donc quand on tourne la tête d'un côté, forcément, l'endolymphe circule de façon inversée : en fonction du type de mouvements, des CSC et de leurs plans, les informations peuvent être complémentaires mais aussi inverses : donc quand on parle d'inhibition c'est le fait que quand des messages inversés sont transmis le SN fait la synthèse de ces informations.

Physiologiquement le sol est habituellement plat avec nos repères et des capteurs transmis en permanence, des boucles (archéo-cérébelleuse en particulier) qui fonctionnent pour montrer que tout est normal

En cas de dysfonctionnement : si on trébuche : on ne va pas mettre en jeu uniquement l'archéocervelet, il y a aussi le paléocervelet et le système proprioceptif en général car on est conscient qu'il se passe quelque chose. Les névrites vestibulaires, accidents vasculaires et maladies de l'oreille interne viennent aussi perturber ce fonctionnement.

Sur un bateau, on perturbe la statique : notre boucle physiologique tournant en permanence n'est plus adaptée et on doit s'adapter à ces mouvements permanents. On est plus ou moins sensibles : certaines personnes n'ont jamais le mal de mer avec une adaptation immédiate, d'autres systématiquement : c'est une inadaptation de la régulation physiologique à laquelle on est soumis en permanence.

Quand on revient sur terre : il y a un retour à l'état antérieur : pendant le voyage en bateau notre système s'est habitué aux données de tangage permanent, on se retrouve à avoir un sol stable et pendant un certain temps on a une perturbation du système de régulation archéo-cérébelleux.

Ce qui aurait été intéressant : au niveau des voies nerveuses montrer et expliquer le noyau vestibulaire, ses différentes parties et ses voies.

Commentaires de Seizeur 2024:

Concernant le déséquilibre, on a un schéma qui est pré-enregistré de normalité, quand le schéma n'est pas le même, on essaie de réguler ça. C'est bien pendant le temps de la régulation qu'on a le mal de mer. Ce temps d'adaptation est variable d'un sujet à un autre.

On a effectivement parlé de l'oreille interne, du positionnement de la tête dans l'espace qui est régulé par l'**archéocervelet**. Mais il ne faut pas oublier que l'équilibre du corps sur le bateau ne concerne pas que la tête. Il y a également tout le système proprioceptif, régulé par le **paléocervelet**, qui rentre aussi en compte.

D'une part on a ces sensations de mal de mer et à côté on doit maintenir notre équilibre qui est en permanence en situation d'instabilité. Les 2 sont liées et fonctionnent ensemble. Il aurait été intéressant de traiter la partie du paléocervelet.

3e neurone: Toutes les voies ascendantes arrivent au thalamus et c'est à cet endroit que sont analysés: les mouvements de la tête, la statique et éventuellement d'autres choses (si on décide de faire un mouvement...). Puis ceci est envoyé vers le cortex (notamment pariétal et frontal). Ces éléments permettent d'avoir conscience d'un déséquilibre et aident à la régulation du mouvement. En permanence toutes les informations de natures différentes vont être centralisées dans des endroits communs pour pouvoir avoir l'exécution d'une tâche, d'un mouvement en prenant en compte l'ensemble du système sensoriel.

L'équilibre de l'ensemble du corps sur le bateau c'est tout le système proprioceptif qui est en jeu, ce n'est pas que la tête. L'objectif est de maintenir son équilibre en permanence.

Concernant le Syndrome du mal de débarquement MdDS ça ne se compte rarement en année. C'est un peu exagéré. Le plus souvent en quelques heures / jours.

Faute sur un des schémas sur l'ampoule des CSC
 —> c'est pas l'axone du n. Vestibulaire mais **LES DENDRITES**

