UNIVERSITÉ DE GENÈVE

Archive ouverte UNIGE
https://archive-ouverte.unige.ch

Thèse 2012

Open Access

This version of the publication is provided by the author(s) and made available in accordance with the copyright holder(s).

Conséquences vestibulaires de l'implantation cochléaire chez l'enfant

Jacot, Etienne Paul Emmanuel

How to cite

JACOT, Etienne Paul Emmanuel. Conséquences vestibulaires de l'implantation cochléaire chez l'enfant. Doctoral Thesis, 2012. doi: 10.13097/archive-ouverte/unige:21459

This publication URL: https://archive-ouverte.unige.ch/unige:21459
Publication DOI: 10.13097/archive-ouverte/unige:21459

© This document is protected by copyright. Please refer to copyright holder(s) for terms of use.

UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

UNIVERSITÉ
DE GENÈVE
FACULTÉ DE MÉDECINE

Section de *médecine Clinique*
Département des Neurosciences Cliniques
Service d'Oto-Rhino-Laryngologie et de
Chirurgie Cervico-Faciale

Thèse préparée sous la direction du Professeur Jean-Philippe Guyot

---

Conséquences vestibulaires de l'implantation cochléaire chez l'enfant

Thèse
présentée à la Faculté de Médecine
de l'Université de Genève
pour obtenir le grade de Docteur en médecine
par

Etienne Paul Emmanuel JACOT
Le Locle (Neuchâtel)

Thèse n° 10670

Genève
2012

UNIVERSITÉ DE GENÈVE

UNIVERSITÉ DE GENÈVE
FACULTÉ DE MÉDECINE

Section de *médecine Clinique*
Département des Neurosciences Cliniques
Service d'Oto-Rhino-Laryngologie et de Chirurgie Cervico-Faciale

Thèse préparée sous la direction du Professeur Jean-Philippe Guyot

Conséquences vestibulaires de l'implantation cochléaire chez l'enfant

Thèse
présentée à la Faculté de Médecine
de l'Université de Genève
pour obtenir le grade de Docteur en médecine
par

Etienne Paul Emmanuel JACOT
Le Locle (Neuchâtel)

Thèse n° 10670

Genève
2012

UNIVERSITÉ
DE GENÈVE
FACULTÉ DE MÉDECINE

DOCTORAT EN MEDECINE

Thèse de :

Etienne Paul Emmanuel JACOT
originaire du Locle (NE)

Intitulée :

Conséquences vestibulaires de l'implantation cochléaire chez l'enfant

La Faculté de médecine, sur le préavis de Monsieur Jean-Philippe Guyot, professeur ordinaire au Département des Neurosciences cliniques, autorise l'impression de la présente thèse, sans prétendre par là émettre d'opinion sur les propositions qui y sont énoncées.

Genève, le 27 avril 2012

Thèse n° **10670**

Henri Bounameaux
Doyen

N.B. - La thèse doit porter la déclaration précédente et remplir les conditions énumérées dans les "Informations relatives à la présentation des thèses de doctorat à l'Université de Genève".

UNIVERSITÉ DE GENÈVE

Nom et Prénom : Jacot Etienne

Adresse : Rue de Rôtafayes, 2 1063 Chapelle-sur-Moudon

Faculté : Médecine

Département des neurosciences clinique
Service d'Oto-rhino-laryngologie et de chirurgie cervico faciale

Directeur de thèse : Prof. Jean-Philippe Guyot

Références bibliographiques :
Jacot E. Wiener-Vacher SR. Vestibular impairments pre- and post-cochlear implant in children. International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology. 2009 February ; 73(2) : 209-217

Objectifs : Prévalence et type d'atteinte vestibulaire dans une population d'enfants sourds profonds candidats à la pose d'un implant cochléaire. Évaluation de l'impact d'un implant cochléaire sur le vestibule.

Matériel et Méthode : Etude rétrospective et prospective chez 224 enfants sourds profonds bilatérale qui bénéficient d'un bilan pré-implantation. Evaluation des atteintes post-implantation chez 89 enfants.

Résultats : Chez 224 patients seul 50% présente une fonction vestibulaire normale, 20% présente une aréflexie bilatérale complète, 22,5% une hypoexcitabilité partielle asymétrique et 7,5% une hypoexcitabilité partielle symétrique.
Auprès des « suivis » (n=89) 71 enfants montrent une fonction vestibulaire normale pré-implantation. 52% montrent une modification post-implantation de leur fonction vestibulaire et dont 10% présente une aréflexie complète.

Conclusions : Nécessité de déterminer le vestibule le plus faible pour la pose de l'implant. Bilan vestibulaire au minimum composé du test de Halmagyi, des épreuves caloriques et des PEOM.

Signature du doctorant :

Visa du directeur de thèse :

TABLES DES MATIERES

INTRODUCTION page 1

MATERIEL ET METHODE page 3
- COLLECTIF page 3
- TECHNIQUE CHIRURGICALE page 3
- EVALUATION OTO-NEURO-VESTIBULAIRE page 3
  - TESTS DES FONCTIONS CANALAIRES page 4
  - TESTS DES FONCTIONS OTOLITHIQUES page 6
  - AUTRES EXAMENS page 8

CATEGORISATION DES ATTEINTES VESTIBULAIRES EN FONCTION DES RESULTATS DU BILAN page 8

SUIVI POSTOPERATOIRE page 9
- GROUPE 'SUIVIS' page 9
- GROUPE 'NON SUIVIS' page 9

STATISTIQUES page 9

RESULTATS page 11
- PREVALENCE DES ATTEINTES VESTIBULAIRES DANS LE GROUPE 'CANDIDATS' page 11
- MODIFICATIONS A COURT TERME DE LA FONCTION VESTIBULAIRE APRES IC page 11
- MODIFICATIONS A LONG TERME DE LA FONCTION VESTIBULAIRE APRES IC
- SYMPTOMES page 12
- FACTEURS PREDISPOSANT A UNE ATTEINTE VESTIBULAIRE page 13

DISCUSSION page 19
- PREVALENCE DES ATTEINTES VESTIBULAIRES CHEZ LES ENFANTS SOURDS PROFONDS page 19
- ATTEINTE VESTIBULAIRE CONSECUTIVE A LA POSE D'UN IC page 20
  - INCIDENCE DE L'ATTEINTE VESTIBULAIRE APRES L'IMPLANT page 20
  - FACTEURS PREDICTIFS page 20
  - SYMPTOMES page 20
  - MECANISMES page 21
- STRATEGIE D'IMPLANTATION TENANT COMPTE DES RISQUES D'ATTEINTE VESTIBULAIRE page 23
  - CONSEQUENCE D'UN DEFICIT VESTIBULAIRE BILATERAL CHEZ L'ENFANT page 24
  - IMPLANTATION UNI OU BILATERALE page 24

CONCLUSIONS page 25

REMERCIEMENTS page 25

REFERENCES

INTRODUCTION

Depuis 1957, date du premier essai d'implantation chez un adulte, effectué par André Djourno et Charles Eyries [19] à Paris, les techniques chirurgicales et les implants cochléaires (IC) n'ont cessé de se développer, permettant d'élargir les indications à un nombre croissant de cas. Au début des années 70, les IC étaient réservés à des adultes souffrant d'une surdité profonde acquise. Au vu des succès obtenus, les indications ont été élargies à la réhabilitation des surdités congénitales chez l'enfant, dès les années 90, aux Etats-Unis [12-14, 59]. Parallèlement au développement de l'IC, de nouvelles techniques d'évaluations audiologiques, rapides, fiables et non invasives sont apparues, permettant la mise en route de programmes de dépistage systématique de la surdité à la naissance aboutissant à un diagnostic plus précoce. Aujourd'hui, on estime qu'une surdité néonatale survient dans 1 à 3‰ naissances et une perte auditive dans la première année de vie chez 1‰ enfants [10]. L'association du développement des tests diagnostiques et de l'IC a conduit à accroître les indications d'implantations chez des enfants de plus en plus jeunes, dès l'âge de 6 ou 12 mois.

Un déficit vestibulaire est un des risques liés à l'IC. Il a été longtemps négligé voir ignoré. Pourtant, il se conçoit facilement si on considère la proximité anatomique et fonctionnelle ainsi que l'origine embryologique commune de la cochlée et du vestibule. Les atteintes vestibulaires après implantation sont classiquement attribuées à diverses causes, comme la pénétration de l'oreille interne par le faisceau d'électrodes mais aussi la diffusion du courant électrique de stimulation lors de la mise en marche de l'implant [1-5, 8, 9, 11, 30-36, 40, 45, 48, 50, 52, 53, 60, 61, 65, 66] ou à la diffusion d'une infection de l'oreille moyenne à l'oreille interne via la cochléostomie.

De façon générale, la fréquence des atteintes vestibulaires chez l'enfant et leurs relations avec les pathologies de l'oreille interne sont très peu documentées. Une attention un peu plus grande a été portée aux conséquences de l'implantation sur la fonction vestibulaire depuis que l'IC s'adresse à des enfants, mais les travaux publiés restent peu nombreux, tant concernant l'incidence des déficits vestibulaires après IC que les conséquences d'une telle atteinte chez l'enfant [18, 24, 36, 59]. Les atteintes vestibulaires secondaires à la pose d'IC sont considérées comme rares mais ce risque est sous-estimé, comme le suggèrent les résultats d'une étude préliminaire de 40 enfants implantés, qui montrent 5,5% d'aréflexie vestibulaire.

Cette sous-estimation est due au fait que peu d'enfants bénéficient de bilans vestibulaires complets pré et postopératoires. Par ailleurs, la plasticité centrale permet aux enfants de compenser un déficit vestibulaire plus rapidement que les adultes et le déficit peut ainsi passer inaperçu [42, 72]. Cependant une aréflexie vestibulaire bilatérale congénitale ou acquise précocement, durant les 18 premiers mois de la vie, peut avoir de graves conséquences. Elle se manifeste par une hypotonie axiale, marquée par un retard important à l'acquisition de la tenue de tête, de la position assise ainsi que par un retard d'acquisition de la marche autonome [38, 42, 43, 47, 49, 71-73]. Ce tableau est encore malheureusement trop souvent considéré comme la traduction d'une atteinte centrale. Face aux handicaps moteurs ou sensoriels acquis au cours de la vie, les capacités de compensation sont connues comme dépendantes de la richesse des informations sensorielles disponibles [7, 41, 70]. Il est donc raisonnable d'éviter dans toute la mesure du possible de priver un enfant d'informations sensorielles vestibulaires pour le reste de sa vie.

Les buts de ce travail sont :

1) Evaluer la prévalence des atteintes vestibulaires chez les enfants sourds profonds candidats à un implant cochléaire ;
2) Evaluer le risque d'atteinte vestibulaire consécutive à la pose d'un implant cochléaire chez les enfants ;
3) Déterminer si l'importance ou la cause de la surdité, ou encore le type d'IC permettent de présager de l'importance de l'atteinte vestibulaire.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

COLLECTIF

Il s'agit d'une étude à la fois rétrospective et prospective qui porte sur une population d'enfants sourds profonds, avec une surdité neuro-sensorielle profonde bilatérale. La part rétrospective de l'étude porte sur les dossiers d'analyse vestibulaire pré-implantation. Aucun individus n'a été écarté de l'étude. La part prospective réside dans le rappel d'une partie des enfants qui n'avaient pas encore pu bénéficié d'une évaluation vestibulaire après la pose de l'implant cochléaire.

Chaque famille a donné son accord pour la participation de son enfant à l'étude.

Le collectif est constitué de 224 enfants, 117 garçons et 107 filles, d'un âge moyen au premier examen de 51 mois ± 34 mois (médiane : 42 mois), avec des extrêmes allant de 7 à 198 mois (16½ ans). Tous souffraient de surdité profonde bilatérale et étaient candidats à un IC. Ils ont tous bénéficié d'une évaluation oto-neuro-vestibulaire avant l'implantation. Ils constituent le groupe '*candidats*'. Après l'implantation, 89 de ces patients ont pu être revus, 1 fois ou plus, et constituent le groupe *'suivis'*.

TECHNIQUE CHIRURGICALE

Chez l'enfant, l'insertion du faisceau d'électrodes au travers de la fenêtre ronde est souvent difficile en raison de la faible pneumatisation de la mastoïde et de l'étroitesse de la tympanotomie postérieure. Dans la plupart des cas, le faisceau d'électrodes a été introduit via une cochléostomie à la verticale de la fenêtre ronde, aussi inférieurement que possible, afin d'éviter une insertion dans la rampe vestibulaire ou une lésion de la lame spirale.

EVALUATION OTO-NEURO-VESTIBULAIRE

Un examen clinique otoneurologique débute par des tests de stabilité posturale (Romberg et Unterberger) sur sol dur et sol mou puis par l'étude des voies visuelles, avec un test de

poursuite oculaire et des saccades, et l'évaluation des réponses nystagmiques à la stimulation optocinétique, de la convergence oculaire et de l'oculomotricité (test des nerfs crâniens III, IV et VI). Elle est suivie d'un test d'Halmagyi, puis de la recherche d'un nystagmus spontané ou provoqué (Head Shaking Test et nystagmus positionnel), et de l'évaluation de l'inhibition des réponses nystagmiques par la fixation visuelle.

Tests des fonctions canalaires

Les examens de la fonction canalaire comprennent un test d'Halmagyi, des impulsions rotatoires selon un axe vertical et un examen calorique. Nous avons renoncé au classique test pendulaire (rotations sinusoïdales à la fréquence de 0,05 Hz avec une amplitude de 25°/sec) comparant les réponses des canaux semi-circulaires (CSC) latéraux droit et gauche en alternance. Ce test donne peu d'information, car les asymétries observables lors d'une atteinte vestibulaire périphérique en phase aiguë disparaissent vite en raison de la mise en place très rapide de processus de compensation centrale, pour ce type de stimulation faible.

Le **test de Halmagyi** ou **test d'impulsion rotatoire de la tête** (ou encore Head Thrust Test) évalue la voie vestibulo-oculaire à hautes fréquences (accélération >200°/sec^2). Il consiste à faire tourner rapidement la tête du patient dans le plan des 3 CSC en demandant à l'enfant de garder le regard sur une cible, par exemple un petit jouet que l'examinateur tient dans sa bouche. L'examinateur prend fermement la tête du patient entre ses mains et la fait brièvement et rapidement pivoter dans le plan horizontal, vers la droite et puis vers la gauche, pour tester les CSC latéraux. Pour tester les CSC supérieurs et postérieurs, l'examinateur se place à 45° à droite puis à gauche du patient dont il bascule la tête rapidement en arrière puis en avant dans le plan des canaux. Le test est négatif lorsque les yeux du sujet restent fixés sur la cible. Il est positif lorsque les yeux quittent la cible, obligeant le patient à effectuer une saccade pour y revenir. L'observation d'une saccade signe un déficit complet du CSC testé mais peut aussi se produire en cas de trouble de la convergence oculaire. La distinction entre les deux phénomènes se fait en éloignant la cible visuelle. Dans ce cas, la convergence oculaire n'est plus sollicitée et la saccade de rattrapage ne persiste que dans le cas du déficit du CSC testé.

Le test d'**impulsions rotatoires selon un axe vertical** ou **test EVAR (Earth Vertical Axis Rotation)** [73] évalue la réactivité de la voie vestibulo-oculaire pour une accélération brève de 40°/sec^2 (valeurs moyennes). L'examen consiste à enregistrer les nystagmus engendrés par l'activation des CSC latéraux par l'impulsion rotatoire dans une obscurité totale afin d'empêcher toute fixation oculaire. Le patient subit une accélération initiale (impulsion per rotatoire) de 40°/sec² (de 0 à 60°/sec en 1,5 sec). La rotation est poursuivie à vitesse constante de 60°/sec et se termine par une impulsion post rotatoire (décélération) de 40°/sec pour s'immobiliser. Les rotations sont effectuées dans les deux sens. L'enregistrement des mouvements oculaires est effectué par un système d'électronystagmographie (ENG). Les réponses oculaires aux phases d'accélération et de décélération sont enregistrées, jusqu'à leur épuisement. La constante de temps (Ct) et la moyenne des vitesses maximales initiales (VM) de la phase lente de la réponse vestibulo-oculaire sont calculées selon les formules :

$$\textit{Constante de temps moyenne} = Ct_h + Ct_{ah} / 2 ;$$

$$\textit{Vitesse moyenne VM} = VM_h + VM_{ah} / 2$$

(où Ct = constante de temps ; VM = vitesse maximale initiale de la phase lente après impulsion rotatoire ; h = horaire ; ah = anti-horaire).

Les valeurs normales sont colligées dans le tableau 1.

L'**examen calorique** consiste en une stimulation calorique du CSC latéral. Il teste la réactivité aux basses fréquences de la voie vestibulo-oculaire (accélération <20°/ sec²). La tête du sujet est inclinée de 60° par rapport au plan de Francfort, de manière à placer le CSC latéral en position verticale. Le conduit auditif externe est irrigué pendant 30 secondes, avec de l'eau froide (30° C) puis chaude (44° C), chaque stimulation étant séparée de 5 minutes de repos. Chaque stimulation génère un nystagmus battant, respectivement, du côté controlatéral pour la stimulation à 30° puis ipsilatéral pour la stimulation à 44°. Le nombre de secousses nystagmiques est compté entre 30 et 60 sec après la fin de chaque irrigation. Les quatre valeurs sont reportées sur un diagramme synoptique permettant de comparer les réponses de chaque oreille (diagramme de Freyss). Les valeurs de valence relative (VR) et de prépondérance directionnelle relative (PD) ont été calculées selon les formules de Jonkees :

$$VR = (30d + 44g) - (30d + 44d) / (30dg + 44dg) \times 100 ;$$

$$PD = (44g + 30d) - (44d + 30g)) / (30dg + 44dg) \times 100$$

(nombre de secousses nystagmiques en réponse à une stimulation calorique de 30 ou 44°C de l'oreille droite, d, ou gauche, g).

Les valeurs normales sont colligées dans le tableau 1

Tests des fonctions otolithiques

Les examens de la fonction otolithique comprennent une évaluation de la voie vestibulo-spinale otolithique par enregistrement des potentiels évoqués otolithiques myogèniques (PEOM) et de la voie vestibulo-oculaire otolithique par un test de rotation autour d'un axe incliné par rapport à la gravité (test RAIG). Nous avons renoncé à réaliser de façon systématique un test de perception subjective de la verticale ou de l'horizontale, qui peut être déviée du côté déficient en cas d'atteinte vestibulaire périphérique. Le patient, placé dans le noir, pilote à distance une barre luminescente qu'il place en alternance en position verticale et horizontale. Un résultat normal accepte un écart de ± 2°. Mais ce test n'est applicable qu'à partir de l'âge de 7 à 8 ans, la fiabilité étant trop faible chez des enfants de 4 à 7 ans, et impossible chez ceux de moins de 4 ans.

L'enregistrement des **potentiels évoqués otolithiques myogèniques** (**PEOM**) ou **VEMP (Vestibular Evoked Myogenic Potentials)** [69] consiste à évaluer les réponses myogèniques en réponse à des stimuli de basse fréquence (clics ou brefs tone bursts). La stimulation optimales utilisée dans notre étude consiste en des tone bursts de 750 Hz d'une durée de 6,6 msec à une fréquence de 4,1/sec en conduction aérienne (CA) via des écouteurs placés sur les oreilles puis en conduction osseuse (CO) via un vibreur (B71 Radioear) placé sur la mastoïde en prenant soin d'occlure le CAE par pression du tragus. Il en résulte une vibration de la macule sacculaire en CA alors qu'en CO la vibration intéresse à la fois le saccule et l'utricule [16]. Cette vibration acoustique active les récepteurs vestibulaires et la voie vestibulo-spinale qui induit une onde biphasique (PN) s'imprimant sur l'enveloppe électromyographique de la contraction active du muscle sterno-cléido-mastoïdien ipsilatéral à la stimulation. Le test commence à une intensité de 100 dB, progressivement diminuée par paliers de 5 dB pour

chercher le seuil de la réponse. En cas d'absence de réponse à 100 dB l'intensité de la stimulation est augmentée jusqu'à 110 dB au maximum. On s'intéresse à l'enveloppe de cette réponse. En cas de déficit auditif de transmission, une stimulation par CA peut être insuffisante pour générer une réponse identifiable même à 110 dB. Dans ce cas (fréquent chez le jeune enfant avec otite séro-muqueuse), seule la stimulation en CO permettra d'obtenir une réponse vestibulo-spinale, si présente. Le test et l'enregistrement sont effectués des 2 côtés afin de comparer les 2 fonctions vestibulaire otolithiques. Les PEOMs sont considérés comme présents (normaux), ou absents (anormaux).

Le **test RAIG** ou **OVAR (Off Vertical Axis Rotation)** [17, 64] est fait dans les mêmes conditions et avec le même matériel que le test EVAR. Le fauteuil est accéléré jusqu'à une vitesse de rotation de 60°/sec, maintenue constante par la suite. Lorsque la réponse canalaire due à l'accélération du départ s'éteint, le fauteuil est incliné de 13° par rapport à la verticale. Cette rotation «en barbecue» stimule globalement le système otolithique, les récepteurs utriculaires et sacculaires étant constamment déplacés par rapport au vecteur gravitaire [17]. La réponse oculaire enregistrée est un nystagmus complexe, dont on peut extraire une composante horizontale et verticale, avec d'une part une modulation en position et en vitesse de la phase lente synchrone à la position de la tête durant chaque cycle de rotation et, d'autre part, un biais ou composante continue (Cc) représentant une prépondérance directionnelle des phases lentes. La rotation est effectuée dans le sens horaire (h) puis antihoraire (ah). La rotation horaire stimule plutôt le système otolithique droit et la rotation antihoraire plutôt le gauche. Ce test permet de comparer les deux systèmes otolithiques. Comme pour toutes les stimulations rotatoires, les phénomènes centraux de compensation sont capables de gommer les asymétries observables après une lésion unilatérale aiguë, essentiellement les asymétries des amplitudes de modulation des vitesses de phases lentes. Les paramètres calculés sont l'amplitude de la modulation (Mod) de la réponse vestibulo-oculaire, pour la composante horizontale et verticale, et la composante continue (Cc). La modulation moyenne relative des vitesses de phases lentes et la prépondérance directionnelle moyenne relative (PD) sont calculées selon les formules suivantes :

Modulation moyenne relative des vitesses des phases lentes

$= (Mod_h - Mod_{ah}) / (Mod_h + Mod_{ah}) \times 100$

Prépondérance directionnelle moyenne relative $= (Cc_h - Cc_{ah}) / |(Cc_h + Cc_{ah})| \times 100$

(ou Cc = composante continue ; Mod = modulation des vitesses des phases lentes ; h = horaire ; ah = anti-horaire, |(X+X) |=somme des valeurs absolues).

Les valeurs normales sont colligées dans le tableau 1

AUTRES EXAMENS

Etant donné que des troubles ophtalmologiques peuvent modifier les résultats de l'évaluation oto-neuro-vestibulaire, voire être une source d'instabilité ou de vertige chez l'enfant, le bilan était complété, au moindre doute, d'un examen ophtalmologique avec mesure de la réfraction oculaire sous cycloplégiques (c'est à dire avec inhibition du système d'accommodation) et d'un bilan orthoptique. Enfin, un examen neurologique était parfois ajouté, par exemple pour des vertiges inhabituels.

CATÉGORISATION DES ATTEINTES VESTIBULAIRES EN FONCTION DES RÉSULTATS DU BILAN

Nous avons défini 4 catégories d'atteintes vestibulaires :

- *l'aréflexie vestibulaire* est définie par un test de Halmagyi positif, une absence de réponses aux épreuves caloriques à 20°C, au test EVAR et aux PEOM ;
- *l'hypoexcitabilité vestibulaire* est définie par des réponses canalaires et otolithiques diminuées par rapport à la normale ;
- *l'hyperexcitabilité* est définie par à des réponses canalaires et otolithiques augmentées par rapport à la normale ;
- *l'atteinte mixte* correspond à des réponses augmentées pour certains tests et diminuées pour d'autres chez un même patient (p.ex. hyporéflexie canalaire et hyperexcitabilité otolithique).

SUIVI POSTOPÉRATOIRE

Le collectif des '*candidats*' a été scindé en deux groupes, l'un ayant bénéficié d'un bilan postopératoire (groupe '*suivis*') et l'autre n'ayant pas été testé en postopératoire (groupe '*non suivis*').

Groupe 'suivis'

Il est constitué de 89 enfants, 47 garçons et 42 filles, d'un âge moyen de 18 ± 17 mois lors du diagnostic de surdité et de 52.8 ± 34 mois lors de l'évaluation vestibulaire avant implantation (médiane : 48 mois) allant de 7 à 144 mois (12 ans). Le tableau 2 en présente quelques caractéristiques. En postopératoire, les 89 patients ont été testé par des épreuves caloriques, 87 par instillation d'eau et 2 par air en raison d'une perforation tympanique ou de drains trans-tympaniques interdisant l'utilisation d'eau; 82 par des épreuves caloriques et un test EVAR, 75 par des épreuves caloriques, un test EVAR et un test OVAR, et 37 par des épreuves caloriques, un test EVAR, un test OVAR et un enregistrement des VEMP.

Groupe 'non suivis'

La fonction vestibulaire n'a pas été testée après l'implantation chez 135 enfants ayant quitté la région, étant partis pour l'étranger ou encore ayant été implanté dans un autre centre.

STATISTIQUES

Le 'normality test', 'Mann-Whitney rank sum test' et le 'rank order correlation test' ont été utilisés pour les statistiques, à l'aide du programme Sigmaplot©.

Tableau 1

	Test calorique		Test EVAR		Test OVAR		
	PD relative	Valence relative	Ct de temps moyenne relative	Vitesse moyenne relative	PD horizontale	PD verticale	Modulation moyenne
Moyenne	0,9	0,6	8,2	6,4	0	0,3	3,3
Médiane	0	0	7,7	5,1	-0,1	0,1	3,1
2xécart-type	14,2	13,1	22,6	33,3	2,5	8,4	3,6

Valeurs normales des tests caloriques, EVAR et OVAR

Elles ont été établies chez un groupe de 42 enfants normo-entendants de même âge et de même sexe que le groupe implanté, dans la même unité de vestibulométrie [Wiener-Vacher et al. In press]. Les valeurs de valence relative et de prépondérance directionnelle relative pour le test calorique correspondent aux normes déjà publiées par d'autres équipes (15%), chez des adultes et des enfants [G. Freyss].

Tableau 2

Causes de la surdité			**CT-Scan, RMN**			**Type d'implant**		
Inconnue	52	(59%)	Normaux	60	(67%)	Advenced Bionics	56	(62%)
Génétique	14	(16%)	Malformation			Cochlear	14	(16%)
Mondini	7	(8%)	… cochléo-vest.	14	(16%)	MXM	13	(15%)
Acquise (origine X)	6	(7%)	… cochléo-vest. avec			autres	6	(7%)
Post méningitique	4	(4%)	syndrome	4	(4%)			
CMV	4	(4%)	… vestibulaire	3	(3%)			
Syndromique	1	(1%)	… cochléaire	1	(1%)			
Immunitaire	1	(1%)	Indéterminée	7	(8%)			

Caractéristiques du groupe 'suivis'

Chez la plupart des enfants, la cause de la surdité est inconnue. Le bilan radiologique décèle une anomalie de l'oreille dans un tiers des cas. La majorité a reçu un implant de type Advanced Bionics.

RÉSULTATS

PRÉVALENCE DES ATTEINTES VESTIBULAIRES DANS LE GROUPE 'CANDIDATS'.

Le résultat des bilans préopératoires figure dans le tableau 3. Les résultats du groupe '*suivis*' ne sont pas significativement différents de ceux du groupe '*non suivis*'. Le groupe '*suivis*' est donc un échantillon représentatif de l'ensemble des candidats à un implant cochléaire.

MODIFICATIONS À COURT TERME DE LA FONCTION VESTIBULAIRE APRÈS IC.

Les observations suivantes sont basées sur le groupe '*suivis*'. En cas d'asymétrie vestibulaire préexistante, le côté le plus faible a été choisi pour l'implantation dans la mesure où il n'y avait pas de contre indication d'ordre audiologique ou anatomique.

Dans 18 cas, l'IC a été placé dans une oreille dont le vestibule était non fonctionnel, avec une aréflexie canalaire et otolithique. Aucune répercussion fonctionnelle n'a été observée dans ces cas.

Dans 71 cas, l'IC a été placé dans une oreille dont le vestibule était fonctionnel. Les modifications de la fonction vestibulaire observées suite à l'implantation cochléaire figurent dans le tableau 4 (graphiques 1 à 6). Cette analyse graphique nous a permis de mettre en évidence les patients qui ont montrés une modification de leur fonction vestibulaire à la suite de la pose de l'implant. Les 6 graphiques montrent entre autre les modifications de fonction vestibulaire considérées comme normales (surface formée par l'intersection des droites, représentant des valeurs normales ± 2 déviations standards pour chaque tests effectués) ainsi que les patients qui n'ont présentés aucune modification de leur fonction suite à l'intervention (points situés le long de la diagonale). Les différentes autres surfaces formées n'ont pas fait l'objet d'analyse supplémentaire.

La *fonction canalaire* est restée normale dans 43 cas ; une hyporéflexie est survenue dans 12, une aréflexie dans 7. Chez 5 enfants, les réponses étaient plus fortes après qu'avant l'implantation. Chez 3 patients, l'augmentation ou l'affaiblissement des réponses a conduit à la restauration d'une symétrie des réponses aux tests. Quant à la *fonction otolithique*, elle est

restée normale dans 32 cas et a subi des modifications chez 39 (55%). Les modifications consistaient en une diminution unilatérale des réponses chez 9 d'entre eux, une diminution bilatérale au test OVAR chez 4, avec une conservation des PEOM des deux côtés. Chez 17 enfants, les modifications consistaient en une augmentation des réponses otolithiques au test OVAR avec une importante prépondérance directionnelle du côté implanté, signe d'une hyperexcitabilité otolithique. Chez 4 enfants, les modifications étaient variables selon les tests, conduisant à une symétrie des réponses. Enfin 4 enfants ont présentés des atteintes mixtes, par exemple une augmentation des réponses au test OVAR et une diminution aux PEOM. Un seul patient a présenté une diminution des réponses otolithiques et canalaires du côté opposé à l'oreille implantée. Il souffrait d'une atteinte vestibulo-cochléaire bilatérale évolutive à CMV.

Les tableaux 5 (a et b) et 6 donnent un aperçu global des modifications de la fonction vestibulaire consécutives à la pose d'un IC.

MODIFICATIONS À LONG TERME DE LA FONCTION VESTIBULAIRE APRÈS IC.

Dans le groupe '*suivis*', 27 patients ont été testés à plusieurs reprises entre 3 mois et 7 ans (moyenne : 26 ± 19 mois ; médiane : 18 mois) après l'implantation cochléaire.

Chez 18 patients, les résultats étaient identiques à ceux de la première évaluation post opératoire. Chez 6 patients, il y avait récupération de la fonction (partielle chez 5, complète chez 1), et aggravation chez 3. Les détails sont colligés dans le tableau 7.

SYMPTÔMES

Après implantation, 24 des 89 patients du groupe '*suivis*' ont présenté des vomissements ou troubles de l'équilibre compatibles avec une atteinte vestibulaire. Chez 10 de ces enfants, aucune atteinte vestibulaire n'a été diagnostiquée. Des modifications de la fonction vestibulaire ont été objectivées chez les 14 autres. Seulement 6 d'entre eux avaient une aréflexie vestibulaire avérée en post-opératoire. Un enfant a présenté une aréflexie vestibulaire 1½ mois après l'intervention.

Parmi les 7 cas d'aréflexie vestibulaire, 5 sont survenues dans les suites post-opératoires immédiates, dans les 24 à 48 heures suivant l'implantation. Une aréflexie est survenue au 4ème jour post-opératoire et une à 1½ mois. Dans ce dernier cas, les troubles sont survenus après un changement de programme de l'IC. Le programme initial a été immédiatement réinstallé, mais la fonction vestibulaire n'a pas récupéré.

FACTEURS PRÉDISPOSANT À UNE ATTEINTE VESTIBULAIRE

Aucune corrélation n'a été mise en évidence entre les modifications de la fonction vestibulaire, l'âge, le type d'implant, la technique chirurgicale, ou l'étiologie de la surdité. On peut noter toutefois que parmi les 7 patients avec une aréflexie après implantation, 2 ont une malformation de type Mondini et 1 présentait une infection à CMV.

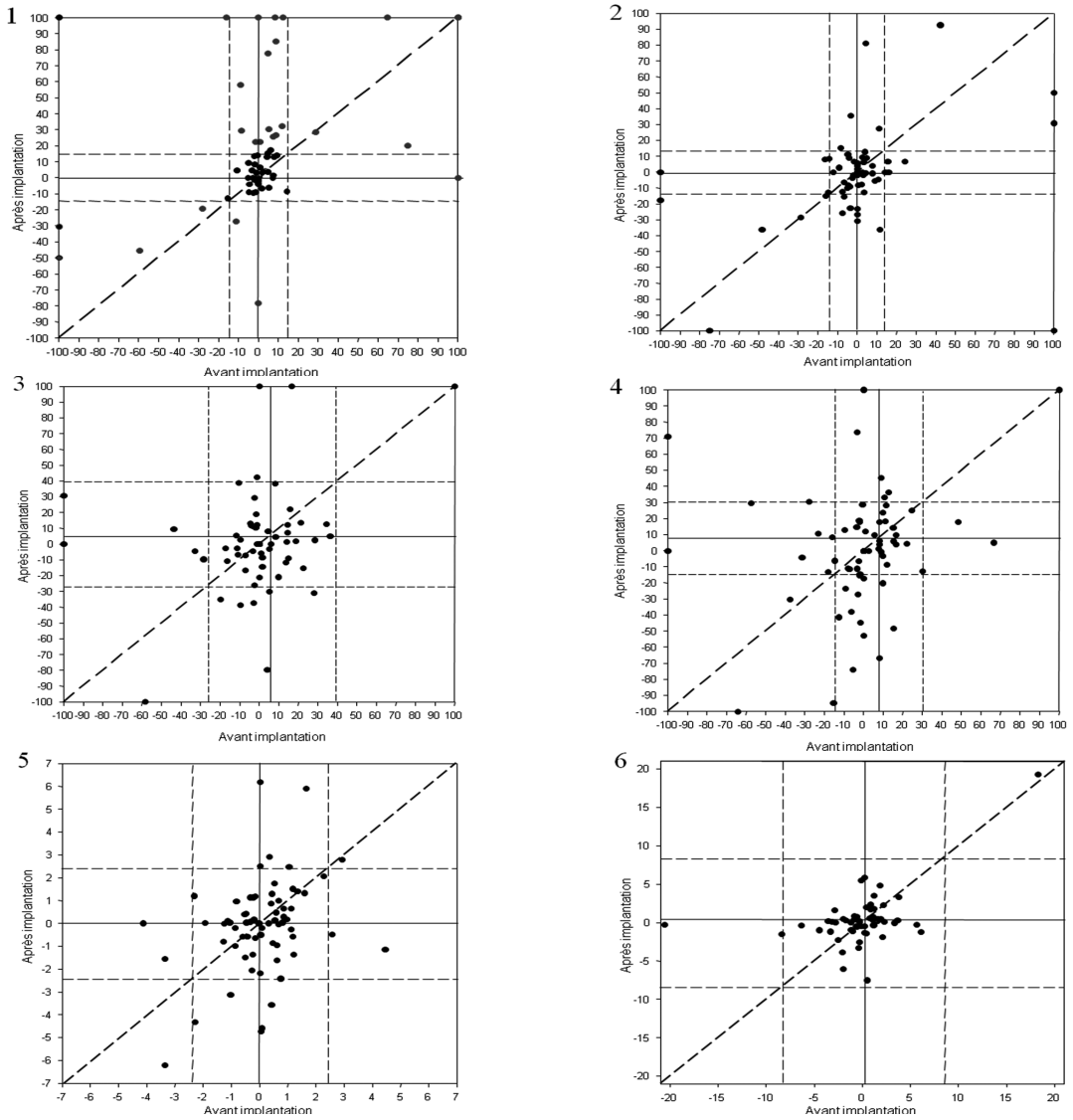
Tableau 3

	Groupes	Fonction normale	Aréflexie bilatérale	Aréflexie unilatérale	Hyporéflexie bilatérale symétrique	Hyporéflexie bilatérale asymétrique	Hyporéflexie unilatérale	t-test
Réponses canalaires	Candidats n = 224	110 49%	56 25%	18 8%	14 6%	9 4%	17 8%	
	Suivis n = 89	53 60%	16 18%	5 6%	4 4%	3 3%	8 9%	p = 0,24
	Non suivis n = 135	58 43%	39 30%	11 8%	10 7%	6 4%	11 8%	
Réponses otolithiques	Candidats n = 218	119 55%	35 16%	9 4%	22 10%	11 5%	22 10%	
	Suivis n = 87	54 62%	11 13%	1 1%	9 10%	4 5%	8 9%	p = 0,31
	Non suivis n = 131	66 50%	24 18%	7 5%	16 12%	6 5%	12 10%	

Fonction vestibulaire avant implantation cochléaire (groupe 'candidats')

Des 224 enfants, 49% ont une fonction vestibulaire normale, 25% une aréflexie bilatérale, 20% une atteinte asymétrique et 6% une atteinte partielle bilatérale symétrique. Il n'y a pas de différence significative entre le groupe 'suivis' et le groupe 'non suivis', tant en ce qui concerne la fonction canalaire que la fonction otolithique. La fonction otolithique de 6 enfants est inconnue, les tests OVAR et PEOM n'ayant pas été réalisés.

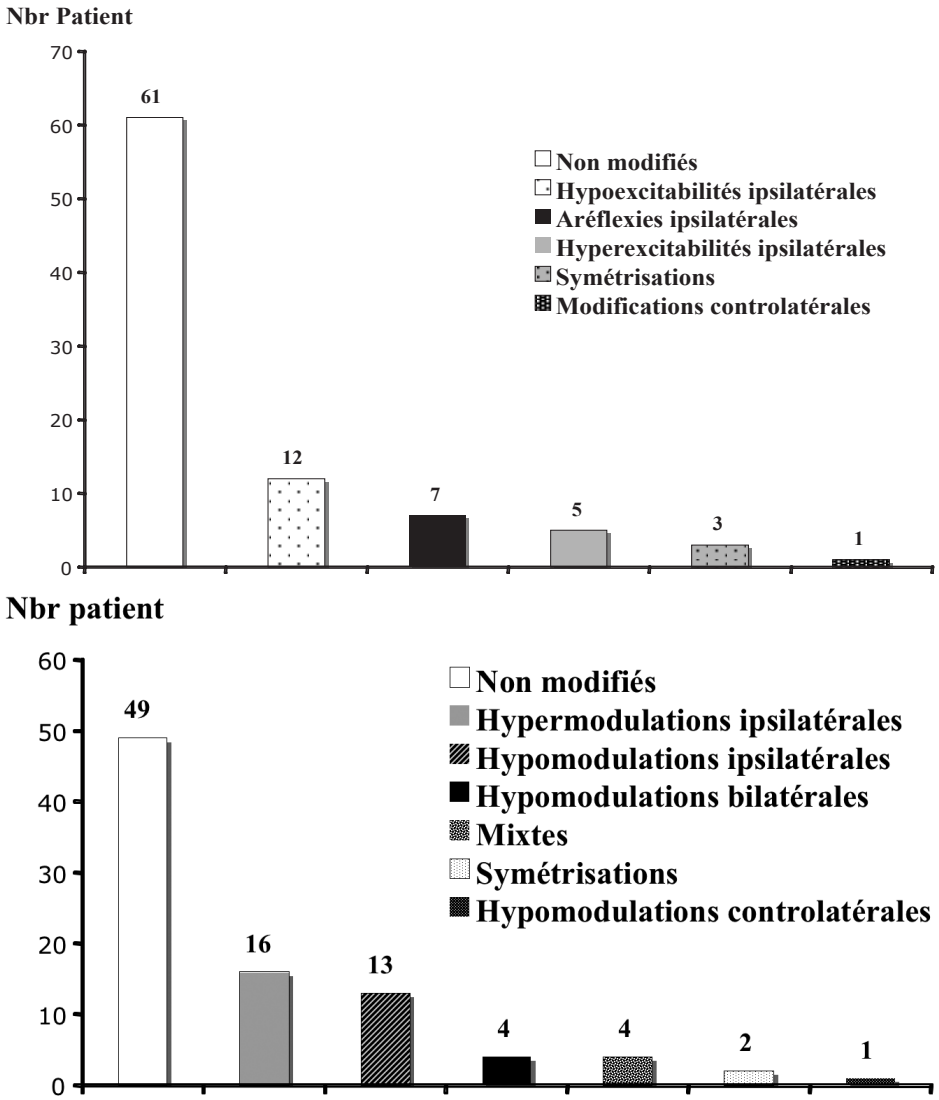
Tableau 4



Modifications des réponses vestibualaires après la pose de l'IC

La surface formée par l'intersection des droites, représentant des valeurs normales ± 2 déviations standards pour les tests effectués, correspond aux valeurs de modification considérées comme normales [Wiener-Vacher et al. In press]. Les points situés le long de la diagonale indiquent l'absence de modification des réponses après la pose de l'implant cochléaire. Les données analysées avant et après la pose de l'implant chez 89 patients sont dans l'ordre: la valence relative (1) et la prépondérance directionnelle (2) au test calorique en pour-cent. La vitesse relative (3) et la constante de temps relative (4), moyennes, en secondes au test EVAR. La prépondérance directionnelle horizontale (5) et verticale (6) en degré par seconde au test OVAR.

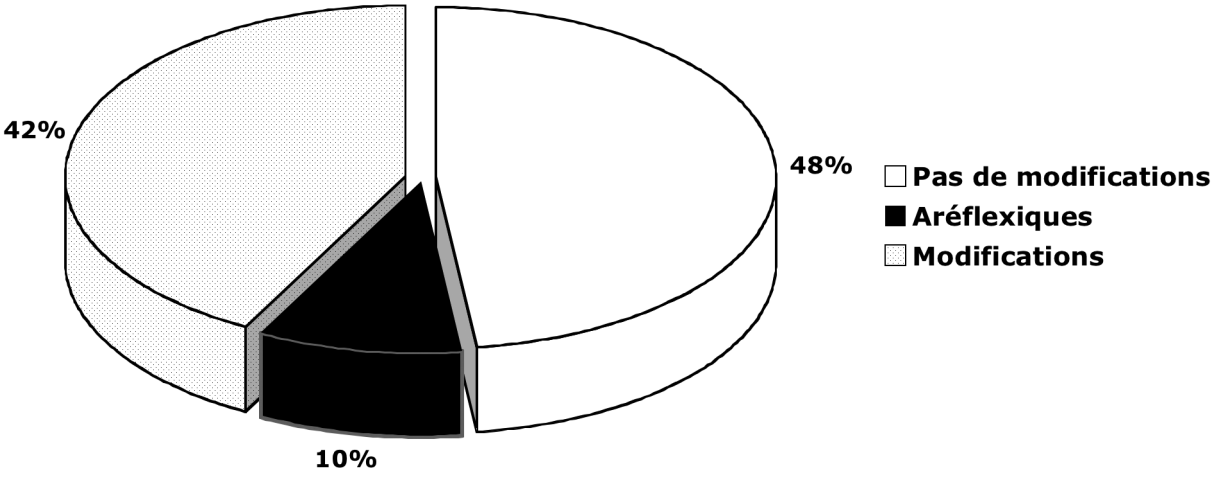
Tableaux 5 a et b



Modifications des réponses vestibulaires canalaires (a) et otolithiques (b) après la pose del'IC

Chez 89 patients, un bilan vestibulaire a été réalisé avant et après la pose de l'IC. Répartition ,en nombre de patients, des atteintes vestibulaires canalaires (a) et otolithiques (b) à la suite de la pose de l'IC.

Tableaux 6



Répartition des modifications globales de la fonction vestibulaire (n=89) après pose de l'implant cochléaire

Chez 89 patients, répartition en pourcentage des modifications ou non de la fonction vestibulaire au sein de notre population. Pas de modifications chez 48%, fonction vestibulaire modifiée de quelque manière que ce soit chez 42% et aréflexie vestibulaire chez 10% du côté de la pose de l'IC.

Tableau 7

Catégorisation en fonction du premier bilan postopératoire	Modification des réponses vestibulaires à long terme			
	Idem au premier test	Récupération complète	Récupération partielle	Aggravation
Pas de modifications (n=7)	6			1
Aréflexie (n=6)	4		2	
Hyporéflexie (n=8)	4	1	1	2
Hyperexcitabilité (n=5)	3		2	
Mixte (n=1)	1			

Modifications des réponses vestibulaires à long terme après IC

Chez 27 patients, une évaluation postopératoire de la fonction vestibulaire a été réalisée à plus d'une reprise, le dernier test étant réalisé entre 3 et 72 mois après l'implantation. Chez 18, la fonction vestibulaire ne variait pas au cours du temps ; elle récupérait chez 6 et se détériorait chez 3.

DISCUSSION

Les buts de ce travail sont :

1) Evaluer la prévalence des atteintes vestibulaires chez les enfants sourds profonds candidats à un implant cochléaire ;
2) Evaluer le risque d'atteinte vestibulaire consécutive à la pose d'un implant cochléaire chez les enfants ;
3) Déterminer si l'importance ou la cause de la surdité, ou encore le type d'IC permettent de présager de l'importance de l'atteinte vestibulaire.

1) PREVALENCE DES ATTEINTES VESTIBULAIRES CHEZ LES ENFANTS SOURDS PROFONDS.

A notre connaissance, il s'agit de la première étude qui traite de la prévalence des atteintes canalaires et otolithiques au sein d'une large population d'enfants sourds profonds. Dans le groupe '*candidats'*, nous retrouvons 50% d'enfants avec une fonction vestibulaire normale, 20% avec une aréflexie bilatérale complète, 7,5% avec une atteinte bilatérale partielle et symétrique et 22,5% avec une atteinte partielle asymétrique. Ces chiffres sont comparables à ceux de Shinjo – Kaga [57], une des rares études publiées jusqu'ici, et limitée à 20 enfants, dans laquelle les auteurs rapportent 15% d'enfants avec une fonction vestibulaire normale, 35% avec des réponses anormales asymétriques et 25% (5 patients) avec une d'aréflexie bilatérale.

A toutes fins utiles, il est important de préciser qu'aucun individus ayant bénéficié d'une évaluation préimplantatoire n'a été exclu de l'étude (224 enfants). La même constatation est appliquée sur le collectif des enfants qui ont bénéficiés d'une évaluation après la pose de l'implant (89 enfants). La différence entre ces deux populations réside dans l'absence de bilan après implantation chez 135 enfants pour les raisons déjà mentionnées. Il n'y a donc aucun biais de sélection dans cette étude.

2) Atteinte vestibulaire consécutive à la pose d'un IC.

Incidence de l'atteinte vestibulaire après implantation

Cette série montre que l'implantation cochléaire affecte la fonction vestibulaire chez 50% des patients, allant jusqu'à une aréflexie vestibulaire du côté implanté chez 10% des patients avec un vestibule fonctionnel avant l'opération. Ces chiffres peuvent paraître élevés au premier abord. Les travaux rapportés chez l'enfant faisant défaut, nous ne pouvons les comparer qu'à des valeurs établies chez l'adulte. La prévalence des aréflexies vestibulaires post-implant que nous rapportons est comparable à celle donnée par Todt et al. chez l'adulte [63], et ce malgré le fait que la technique chirurgicale soit différente. En effet, Todt insert le faisceau d'électrodes au travers de la fenêtre ronde [63] alors que nous pratiquons une cochléostomie aussi basse que possible en dessous de la fenêtre ronde. D'autre part, les valeurs que nous observons sont meilleures que celles rapportées par les chirurgiens pratiquant une cochléostomie antérieure. Parmi eux, Enticott observe, chez 146 adultes implantés, une atteinte canalaires dans 32% des cas [20]. Migliaccio rapporte une perte des réponses vestibulo-oculaires au test de Halmagyi chez 10% des patients [62].

Facteurs prédictifs

Comme d'autres auteurs [62], nous n'avons pas pu mettre en évidence de facteur prédictif comme l'âge ou l'étiologie de la surdité, ni même le type d'implant ou la technique chirurgicale. Les seuls facteurs possibles seraient l'existence d'une malformation cochléaire de type Mondini (2/7 cas d'aréflexie) ou d'une infection virale à CMV (1/7 cas d'aréflexie). Mais cette série est trop petite pour nous permettre d'émettre des conclusions définitives.

Symptômes

Identifier un trouble vestibulaire dans les suites opératoires peut paraître trivial. En effet, chez l'adulte, les signes et symptômes sont évidents. Il n'en va pas de même chez l'enfant. Des 89 enfants du groupe '*suivis*', 24 ont présenté des vomissements ou troubles de l'équilibre dans les suites opératoires immédiates, évocateurs d'une atteinte vestibulaire. Or, des modifications postopératoires de la fonction vestibulaire n'ont été objectivées que chez 14 d'entre eux! A

l'inverse, 1 des 7 enfants ayant perdu la fonction vestibulaire après l'opération n'en présentait aucun signe! Ceci illustre la difficulté à se prononcer sur l'existence ou non d'une atteinte vestibulaire chez l'enfant sans l'avoir précisément testée! Les troubles qu'un enfant présente dans les suites d'une opération peuvent être liés à un effet secondaire des produits anesthésiants ou des antalgiques et, à l'inverse, une perte même totale, unilatérale, de la fonction vestibulaire périphérique peut passer totalement inaperçue. Cette observation souligne la nécessité d'un bilan vestibulaire non seulement avant, mais aussi après l'implantation. De plus, le bilan mérite d'être répété quelques mois plus tard, entre 2 et 3 mois après l'opération, car si la majorité des modifications fonctionnelles observées sont survenues avant le 2ème mois suivant la chirurgie, d'autres modifications ont été identifiées à plus long terme. Certes la majorité des déficits vestibulaires observés dans la période postopératoire immédiate semble stable par la suite. Toutefois, nous avons observé dans quelques cas une aggravation de l'atteinte préexistante, mais également quelques cas d'amélioration à plus long terme, jusqu'à 3 ou 4 ans après la chirurgie. Ces observations sont originales, car au mieux de nos connaissances, aucune étude n'a été publiée concernant l'évolution à si long terme de la fonction vestibulaire après IC.

Mécanismes

Les mécanismes à l'origine du déficit vestibulaire consécutif à l'IC ne sont à l'heure actuelle pas compris. Le déficit pourrait résulter d'un traumatisme chirurgical, d'un déséquilibre pressionnel et électrolytique des liquides de l'oreille interne ou de micro-fractures de la lame spirale lors de l'intervention [9, 29], d'une fistule labyrinthique, d'un processus inflammatoire du labyrinthe, d'une réaction à un corps étranger ou résulter des stimulations électriques par l'IC.

Dans la majorité des cas de notre série, les atteintes surviennent immédiatement après la chirurgie. Ceci peut suggérer qu'elles résultent d'un effet mécanique de l'introduction de l'électrode dans la cochlée. Cette hypothèse est toutefois difficile à valider. En effet, après des chirurgies de drainage de l'hydrops endolymphatique chez les patients souffrant d'une maladie de Menière, comme la sacculotomie de Fick [21] ou cochléo-sacculotomie de Schuknechet [54], au cours desquelles le labyrinthe membraneux est déchiré à dessein, aucun vertige n'est observé. Cette comparaison a toutefois quelques limites, puisque dans ces

interventions de drainage, aucun matériel étranger aussi volumineux que l'IC n'est introduit dans l'oreille interne, susceptible de provoquer un 'tsunami' des liquides du labyrinthe. De plus, ces interventions sont pratiquées sur des vestibules dont la fonction est altérée par la maladie alors que l'IC est introduit dans une oreille dont la fonction vestibulaire est saine, au moins dans une partie des cas.

Dans 1 cas, 4 jours se sont écoulés avant la survenue du déficit vestibulaire, suggérant une possible fistule périlymphatique. Toutefois, le rôle d'une fistule périlymphatique comme cause d'un déficit vestibulaire ou cochléaire est très controversé dans la littérature [27]. Pour certains auteurs, peu de patients se plaignent de vertiges après chirurgie de l'otosclérose, même lorsque le piston est introduit au travers d'une perforation de la platine directement dans le vestibule, générant 'de facto' une situation de fistule périlymphatique [39]. Mais il a été démontré plus récemment que cette chirurgie induisait des altérations fonctionnelles du vestibule dans un bon nombre de cas [25]. Sont-elles dues à une fistule ? Enfin, les mécanismes pourraient être semblables à ceux qu'on suspecte dans les quelques cas sporadiques de paralysie faciale survenue plusieurs jours après une chirurgie d'oreille moyenne pourtant sans complication. La plupart des auteurs évoquent une réactivation d'un virus neurotope [6, 28, 56, 67]. Cette hypothèse est étayée par des travaux d'histopathologie de l'os temporal montrant la présence d'inclusions virales dans le ganglion méatal du nerf facial [22, 23]. Selon Gacek, ces virus pourraient migrer vers les structures avoisinantes de l'oreille interne, à l'occasion d'un stress, et être à l'origine de diverses manifestations, non seulement une paralysie faciale mais aussi une surdité brusque ou, dans le cas particulier, d'une atteinte vestibulaire [22, 23].

Chez un patient le déficit vestibulaire est survenu à la suite d'un changement de programme de l'IC. Le programme précédent a été rapidement repris, mais la fonction vestibulaire n'a pas récupéré. Ce cas suggère une atteinte du vestibule secondaire à la stimulation électrique. Un impact direct de la stimulation électrique par l'IC sur l'appareil vestibulaire est suggéré aussi par l'observation d'une hyperexcitabilité du système canalaire et, plus souvent, du système otolithique chez quelques enfants, et encore par l'apparition d'une excitabilité vestibulaire chez des enfants aréflexique avant l'implantation, observation qui mériterait d'être vérifiée sur une plus large échelle ainsi que chez l'adulte. L'hypothèse d'un impact direct de la stimulation électrique sur le vestibule n'est toutefois pas supportée par d'autres observations.

En effet, des stimulations électriques de l'appareil vestibulaire sont réalisées dans diverses conditions expérimentales chez l'animal depuis de nombreuses années [15, 44]. Ces auteurs n'ont pas rapporté avoir observé un déficit vestibulaire consécutif aux stimulations, tout en admettant qu'ils n'ont pas étudié spécifiquement cet aspect ni soumit le vestibule à une stimulation électrique continue comme celle d'un implant cochléaire. Chez l'homme, des stimulations électriques sélectives de la branche du nerf vestibulaire innervant le canal semi-circulaire postérieur ont été réalisées récemment chez 3 adultes, dans le dessein de développer un implant vestibulaire pour la réhabilitation des déficits bilatéraux [68]. Aucun déficit consécutif aux stimulations n'a été observé chez ces sujets. Là encore un bilan vestibulaire n'a pas été effectué à la suite de ces stimulations et il s'agissait d'une stimulation électrique de courte durée. Chez notre patient, la relation entre la survenue du déficit vestibulaire et le changement de programme de l'IC était peut être purement fortuite. Cette observation mériterait donc d'être approfondie et vérifiée par d'autres études.

Il se pourrait donc que les déficits vestibulaires après IC résultent d'une réponse de stress inappropriée de l'oreille interne à l'introduction du faisceau d'électrodes, dans un mécanisme physiopathologique comparable à celui à l'origine des surdités brusques, mécanisme retenu par certains auteurs [46].

3) STRATÉGIE D'IMPLANTATION TENANT COMPTE DES RISQUES D'ATTEINTE VESTIBULAIRE.

Un bilan vestibulaire exhaustif des fonctions canalaires et otolithiques semble indispensable avant toute implantation cochléaire, pour déterminer le côté à implanter. Il nous semble clairement préférable de placer l'IC dans l'oreille dont la fonction vestibulaire est la moins bonne, à moins que d'autres facteurs l'interdisent. Ainsi dans 5 cas de notre série, des facteurs audiologiques prioritaires ont fortement influencé le choix du côté à implanter, comme la persistance d'une audition résiduelle utilisable par une prothèse conventionnelle, une asymétrie des seuils auditifs inverse à l'asymétrie de la fonction vestibulaire. Le choix est parfois déterminé par des contraintes anatomiques comme un labyrinthe ossifié ou encore une aplasie du nerf auditif, heureusement extrêmement rare.

Conséquences d'un déficit vestibulaire bilatéral chez l'enfant

Les asymétries de fonction ne sont pas rares, représentant 22,5% des cas de notre série justifiant de ce fait un bilan vestibulaire. De plus, sans bilan préalable à la chirurgie, il y a risque d'implanter la seule oreille fonctionnelle sur le plan vestibulaire, avec comme conséquence possible, en cas de perte fonctionnelle postopératoire, d'un déficit vestibulaire bilatéral. Chez l'enfant, les conséquences en sont d'autant plus dramatiques qu'il est jeune. On observe une hypotonie axiale, un retard dans l'acquisition des différentes étapes du contrôle posturo-moteur, des chutes à répétition et des difficultés de développement de fonctions cognitive et spatiale [37, 51, 58, 72]

Implantation uni ou bilatérale ?

Si le bénéfice d'une implantation cochléaire bilatérale est possible sur le plan audio-phonologique, permettant une meilleure définition temporelle et spatiale et une amélioration des performances dans le bruit, elle ne justifie pas de négliger son impact possible sur la fonction vestibulaire. Les conclusions de notre étude nous portent à la vigilance. Le risque encouru par les patients implantés sur un vestibule initialement fonctionnel est loin d'être anodin et nécessite un bilan ainsi qu'un suivi de la fonction vestibulaire. Il est donc nécessaire dans un premier temps de déterminer le vestibule le moins fonctionnel afin de limiter la survenue d'une aréflexie bilatérale. En raison de la survenue d'atteintes tardives, il nous semble raisonnable de n'envisager une implantation cochléaire bilatérale qu'en 2 temps avec un intervalle de quelques mois entre chaque intervention. Ce délai permet de tester la fonction vestibulaire après le premier implant et d'évaluer l'opportunité ou non du second, en fonction du résultat. Le rapport entre le coût et le bénéfice d'une implantation en un temps ne doit pas occulter le risque évident et les conséquences désastreuses d'une atteinte vestibulaire bilatérale et définitive sur le développement moteur des enfants. La période critique de développement des aires auditives s'évalue en années et non en mois comme le prouve certaines études récentes chez l'enfant lors d'implantation unilatérale et bilatérale [25, 55]. Ces études semblent montrer l'importance d'implanter très précocement un seul côté, le bénéfice d'implantation du 2ème côté n'étant pour l'instant pas justifié. Ces études ne montrent aucun effet délétère d'un intervalle de 2 à 3 mois entre la pose des 2 IC.

CONCLUSIONS

En résumé,

la population d'enfants sourds profonds candidats à la pose d'un IC présente une haute incidence d'atteintes vestibulaires;

la pose d'un IC affecte la fonction vestibulaire dans une grande partie des cas (50%) avec une incidence d'aréflexie de 10%;

un protocole d'évaluation vestibulaire est indispensable chez tous les candidats à un IC incluant au minimum une évaluation vestibulaire clinique, comprenant un test de Halamagyi, des épreuves caloriques et des PEOM afin de décider quel côté implanter, le vestibule le moins fonctionnel;

les parents doivent être informés du risque de déficit vestibulaire ainsi que de ses conséquences;

une implantation bilatérale devrait être programmée en 2 temps avec un intervalle de quelques mois entre chaque implantation, permettant d'évaluer la fonction vestibulaire après le premier implant et d'évaluer l'opportunité ou non d'un second implant si le premier implant s'est compliqué d'un déficit vestibulaire;

un bilan vestibulaire post-opératoire est utile pour évaluer les conséquences d'un implant et documenter la fréquence des complications à court et à long terme.

REMERCIEMENTS

Fondation Genevoise de Bienfaisance Valeria Rossi di Montelera, la Fondation Cotrel et Sidney Wiener pour ses commentaires lors de la rédaction de l'article aujourd'hui déjà publié.

Ces remerciements ne seraient pas complet si l'instigatrice elle-même n'était pas mentionnée: Drsse Sylvette Wiener-Vacher. Responsable de l'unité de vestibulométrie du département d'ORL et de chirurgie cervico-faciale de l'hôpital Robert Debré à Paris, elle

est à elle seule l'âme de ce travail. Depuis plus de 15 ans elle applique et développe les outils indispensables à l'évaluation de la fonction vestibulaire chez l'enfant. Elle a su obtenir ses lettres de noblesse à une branche de l'ORL parfois oubliée. Je lui suis très reconnaissant du partage de son savoir , de sa diponibilité et gentillesse durant toute la rédaction de ce travail. Un grand merci à toi Sylvette pour le temps et la patience que tu m'as consacré.

Enfin un grand merci au Professeur Guyot pour ses commentaires et conseils éclairés quant à la formulation et la mise en forme de ce travail.

[1] Adunka O., Kiefer J., Unkelbach MH., Radeloff A., Gstoettner W. Evaluating cochlear implant trauma to the scala vestibuli. Clin. Otolaryngol. 2005 ; 30(2) : 121-7

[2] Aschendorff A., Klenzner T. et al. Evaluation of the hi-Focus® electrode array with positioner in human temporal bones. J. Laryngol. Otol. 2003 ; 117 : 527-31

[3] Bance ML., O'Driscoll M., Giles E., Ramsden RT. Vestibular stimulation by multichannel cochlear implants. Laryngoscope. 1998 ; 108 : 291-4

[4] Black FO., Lilly DJ., Peterka RJ., Fowler LP., Simmons FB. Vestibulo-ocular and vestibulospinal function before and after cochlear implant surgery. Int. Cochlear Implant Symposium. 2009

[5] Bleeker JD., Wit HP. Cochlear implant versus vestibular stimulation. Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 1984 ; 93(2 Pt 1) : 192-3

[6] Bonkowsky V., Kochanowski B., Strutz J., Pere P., Hosemann W., Arnold W. Delayed facial palsy following uneventful middle ear surgery: a herpes simplex virus type 1 reactivation? Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 1998 ; 107 : 901-5

[7] Borel l., Lacour M. Walking performance of vestibular-defective patients before and after unilateral vestibular neurothomy. Behav. Brain. Res. 2004 ; 150 (1-2) : 191-200

[8] Brey RH., Facer GW., Trine MB., Lynn SG., Peterson AM., Suman VJ. Vestibular effects associated with a multiple channel cochlear prosthesis. Am. J. Otol. 1995 ; 16 (16) : 424-30

[9] Buchman CA., Joy J., Hodges A., Telischi FF., Balkany TJ. Vestibular effects of cochlear implantation. Laryngoscope. 2004 ; 114 (10 Pt 2 Suppl 103) : 1-22

[10] Cao-Nguyen MH, Kos MI, Guyot JP. Benefits and costs of universal hearing screening programme. Int. J. of Pediatric Otorhinolaryngology. 2007 ; 71 : 1591-1595

[11] Chiong CM., Nedzelski JM., McIlmoyl LD., Shipp DB. Electro-oculographic findings pre- and post-cochlear implantation. J. Otolaryngol. 1994 ; 23(6) : 447-9

[12] Chouard CH. The surgical rehabilitation of total deafness with the multichannel cochlear implant. Indications and results. Audiology 1980 ; 19 : 137-45

[13] Clark GM., Blamey PJH., Busby PA. et al. A multiple-electrode intracochlear implant for children. Arch. Otolaryngol. 1987 ; 113 : 825-8

[14] Clark GM., Cowan RSC., Dowell RC. Cochlear implantation for infants and children. Singular Publishing Group. 1997

[15] Cohen B., Suzuki J., Bender MB. Eye movements from semicircular canal nerve stimulation in the cat. Ann. Otol. Rhin. Laryn. 1964 ; 73 : 153-169

[16] Curthoys IS., Kim J., McPhedran SK., Camp AJ. Bone conducted vibration selectively activates irregular primary otolithic vestibular neurons in the guinea pig. Exp. Brain Res. 2006 ; 175(2) : 256-267

[17] Darlot C., Denise P., Droulez J., Cohen B., Berthoz A. Eye movements induced by off-vertical axis rotation (OVAR) at small angles of tilt. Exp. Brain Res. 1988 ; 73 : 91-105

[18] Dauman R., Carbonnière B., Soriano V. et coll. Implants cochléaires chez l'adulte et l'enfant. Encycl. Med. Chir. (Elsevier, Paris), Oto-Rhino-Laryngologie, 20-185-D-10, 1998, 12p

[19] Djourno A., Eyries C. Prothèse auditive par excitation électrique à distance du nerf sensoriel, à l'aide d'un bobinage inclus à demeure. Press. Med. 1957 ; 65 : 1417-23

[20] Enticott J. Cochlear implants and vestibular function. Otol. Neurotol. 2006 ; 27 : 826-32

[21] Fick I. Decompression of the labyrinth : A new surgical procedure for Ménière's disease. Arch. Otolaryngol. 1964 ; 79 : 447-58

[22] Gacek RR. The pathology of facial and vestibular neuronitis. Am. J. Otolaryngol. 1999 ; 20 : 202-10

[23] Gacek RR., Gacek MR. Meatal ganglionitis: a pathologic correlate in idiopathic facial paralysis. Adv. Otorhinolaryngol. 2002 ; 60 : 32-53

[24] Garabedian EN., Loundon N., et al. Les implants cochléaires pédiatriques. Ann. Otolaryngol. Chir. Cervicofac. 2003 ; 120 (3) : 139-51

[25] Gilley PM., Sharma A., Mitchell TV., Dorman MF. The influence of a sensitive period for auditory-visual integration in children with cochlear implants. Restor. Neurol. Neurosci. 2010 ; 28(2) : 207-18

[26] Grayeli AB., Sterkers O., Toupet M. Audiovestibular function in patients with otosclerosis and balance disorders. Otol. Neurotol. 2009 ; 30 : 1085-91

[27] Guyot JP. (ed). Perilymphatic fistula. A controversial issue. ORL Nova 8; Basel Karger. 1998 : 171-6

[28] Gyo K., Honda N. Delayed facial palsy after middle-ear surgery due to reactivation of varicella-zoster virus. J. Laryngol. Otol. 1999 ; 113 : 14-15

[29] Handzel O., Burgess BJ., Nadol JB. Histopathology of the peripheral vestibular system after cochlear implantation in the human. Otol. Neurotol. 2006 ; 27 : 57-64

[30] Himi T., Shintani T., Yamaguchi T., Yoshioka I., Kataura A.
Relation between vestibular function and speech recognition in patients with cochlear implant. Adv. Otorhinolaryngol. 1997 ; 52 : 318-20

[31] Himi T., Shintani T., Yamaguchi T., Harabuchi Y., Kataura A. Vestibular function in cochlear implants--prognostic factors and postoperative damage Nippon Jibiinkoka Gakkai Kaiho. 1995 Jul ; 98(7) : 1111-8

[32] Huygen PLM., Hinderik JB., Van Den Broek P., Van Den Borne S., Brokx JPL., Mens LHM., Admiraal RJC. The risk of vestibular function loss after cochlear implantation. Acta Otolaryngol. 1995 ; Suppl. 520 : 270-2

[33] Huygen PLM., Van Den Broek P. Vestibular function pre- and post-cochlear implantation. J. Otolaryngol. 1995 ; 24(4) : 262

[34] Huygen PLM., Van Den Broek P., Spies TH., Mens LH., Admiraal RJ. Does intracochlear implantation jeopardize vestibular function? Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 1994 ; 103 : 609-14

[35] Ito J. Influence of the multichannel cochlear implant on vestibular function. Otolaryngol. Head Neck Surg. 1998 ; 118 : 900-2

[36] Jin Y., Nakamura M., Shinjo Y., Kaga K. Vestibular-evoked myogenic potentials in cochlear implant children. Acta Otolaryngol. 2006 ; 126(2) : 164-9

[37] Kaga K. Vestibular compensation in infants and children with congenital and acquired vestibular loss in both ears. Int. J. Ped. Otorhinolaryngol. 1999 ; 49 : 215-24

[38] Kaga K., Maeda H., Suzuki J. Development of righting reflexes, gross motor balance in infants with labyrinth hypoactivity with or without mental retardation. Adv. Otorhinolaryngol. Basel, Karger. 1988 ; 41 : 152-61

[39] Kos MI., Montandon PB., Guyot JP. Short- and long-term results of stapedotomy and stapedectomy with a Teflon-wire piston prosthesis. Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 2001 ; 110 : 907-11

[40] Kubo T., Yamamoto K., Iwaki T., Doi K., Tamura M. Different forms of dizziness occurring after cochlear implant. Eur. Arch. Otorhinolaryngol. 2001 ; 258 : 9-12

[41] Lacour M. Tell me your vestibular deficit and I'll tell you how you'll compensate. Ann. N.Y. Acad. Sci. 2009 ; 1164 : 268-78

[42] Ledebt A., Bril B., Wiener-Vacher SR. Trunk and head stabilization during the first months of independent walking. Neuroreport. 1995 ; 6(13) : 1737-40

[43] Ledebt A., Wiener-Vacher SR. Head coordination in the sagittal plane in toddlers during walking: preliminary results. Brain Res. Bull. 1996 ; 40(5-6) : 371-3

[44] Lewis, RF., et al. Vestibular adaptation studied with a prosthetic semicircular canal. Journal of Vestibular Research. 2002 ; 12(2-3) : 87-94

[45] Magnusson M., Petersen H., Harris S., Johansson R. Postural control and vestibulospinal function in patients selected for cochlear implantation. Br. J. Audiol. 1995 ; 29(4) : 231-6

[46] Merchant SN., Adams JC., Nadol JB. Pathology and pathophysiology of idiopathic sudden sensorineural hearing loss. Otol. Neurotol. 2005 ; 26(2) : 151-60

[47] Petrella RJ., Lattanzio PJ., Nelson MG. Effect of age and activity on knee joint proprioception. Am. J. Phys. Med. Rehabil. 1997 ; 76(3) : 235-41

[48] Pierchala K. The study of the vestibular function in cochlear implant patients
Otolaryngol. Pol. 1996 ; 50(3) : 281-5

[49] Rapin I. Hypoactive labyrinths and motor development. Clin. Ped. 1974 ; 13(11) : 922-37

[50] Ribari O., Kustel M., Szirmai A., Repassy G. Cochlear implantation influences controlateral hearing and vestibular responsiveness. Acta Otolaryngol. 1999 ; 119 : 225-8

[51] Rine RM., Spielholz NI., Buchman C. Postural control in chilldren with sensorineural hearing loss and vestibular hypofunction: deficits in sensory system effectiveness and vestibulospinal function. In: Duysens j, Smits-Engelsman BCM, Kingma H, editors. Control of Posture and Gait.Amsterdam: Springer-Verlag. 2001 ; 40-5

[52] Rossi G., Solero P., Rolando M., Spadola Bisetti M. Vestibular function and cochlear implant. ORL J. Otorhinolaryngol. Relat. Spec. 1998 ; 60(2) : 85-7

[53] Schneider D., Schneider L., Mueller J., Helms J. Vestibular function in patients with cochlear implant surgery. Adv. Otorhinolaryngol. 2000 ; 57 : 183-5

[54] Schuknecht HF. Cochleosacculotomy for Ménière's disease. Theory, technique and results. Laryngoscope. 1982 ; 92 : 853-8

[55] Sharma A., Nash AA., Dorman M. Cortical development, plasticity and re-organization in children with cochlear implants. J. Commun. Disord. 2009 ; 42(4) : 272-9

[56] Shea JJ., Ge X. Delayed facial palsy after stapedectomy. Otol. Neurotol. 2001 ; 22 : 465-70

[57] Shinjo Y. et al. Assessment of vestibular function of infants and children with congenital and acquired deafness using the ice-water caloric test, rotational chair and VEMP recording. Acta otolaryngologica. 2007 ; 127 : 736-47

[58] Smith PF. et al. Does vestibular damage cause cognitive dysfunction in human ? Journal of vestibular research. 2005 ; 15 : 1-9

[59] Soussi T. Réhabilitation des surdités totales par implantation originale d'une électrode en cupule sur la fenêtre ovale. Thèse 1989, Université Paris VII

[60] Steenerson RL., Cronin GW., Gary LB. Vertigo after cochlear implantation. Otol. Neurotol. 2001 ; 22 : 842-3

[61] Szirmai A., Ribari O., Repassy G. Air caloric computer system application in monitoring vestibular function changes after cochlear implantation. Otolaryngol. Head Neck Surg. 2001 ; 125(6) : 631-4

[62] Thuy-Anh NM., Della Santina CC., Carey JP., Migliaccio AA. The effects of cochlear implantation on vestibular function. Otol. Neurotol. 2009 ; 30(1) : 87-94

[63] Todt I. et al. Evaluation of cochlear implant electrode position after a modified round window insertion by means of a 64-multislice CT. Acta Otolaryngol. 2009 ; 129(9) : 966-70

[64] Tran Ba Huy P., Toupet M. Otolith functions and disorders. Adv. Otorhinolaryngol. Basel, Karger. 2001 ; (58) : 88-97

[65] Van Den Broek P., Huygen PLM., Mens LH., Admiraal RJ., Spies T. Vestibular function in cochlear implant patients. Acta Otolaryngol. 1993 ; 113(3) : 263-5

[66] Viccaro M., Mancini P., La Gamma R., De Seta E., Covelli E., Filipo R. Positional Vertigo and Cochlear Implantation. Otol. Neurotol. 2007 ; 28(6) : 764-7

[67] Vrabec T. Delayed facial palsy after tympanomastoid surgery. Am. J. Otol. 1999 ; 20 : 26-30

[68] Wall C., Kos MI., et al. Eye movements in response to electric stimulation of the human posterior ampullary nerve. Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 2007 ; 116(5) : 369-74

[69] Welgampola MS., Colbatch JG. Characteristics and clinical applications of vestibular-evoked-myogenic potentials. Neurology. 2005 ; 64(10) : 1682-8

[70] Whitney SL., Gaze stabilization and gait performance in vestibular dysfunction : gait&posture. 2009 ; 29 : 194-8

[71] Wiener-Vacher SR., Ledebt A., Bril B. Changes in otolith VOR to off vertical axis rotation in infants learning to walk. Preliminary results of a longitudinal study. Ann. N.Y. Acad. Sci. 1996 ; 781 : 709-12

[72] Wiener-Vacher SR., Toupet F., François M., Van Den Abbeele T., Viala P., Narcy P. Conséquences des déficits vestibulaires sur le développement du contrôle postural chez l'enfant. Flammarion Médecine Sciences, Journées Parisiennes de Pédiatrie. 1998 ; 283-7

[73] Wiener-Vacher SR., Toupet F., Narcy P. Canal and otolith vestibulo-ocular reflexes to vertical and off vertical axis rotations in children learning to walk. Acta Otolaryngol. 1996 ; 116(5) : 657-65