



**HAL**  
open science

## A study of student assessment of the lexical and emotional characteristics of cancer-related words

Claire Ballot, Christelle Robert, Virginie Postal, Lucas Sivilotti, Eric Dugas,  
Stephanie Mathey

### ► To cite this version:

Claire Ballot, Christelle Robert, Virginie Postal, Lucas Sivilotti, Eric Dugas, et al.. A study of student assessment of the lexical and emotional characteristics of cancer-related words. *European Review of Applied Psychology / Revue Européenne de Psychologie Appliquée*, 2020, 70 (4), pp.100549. 10.1016/j.erap.2020.100549 . hal-03244407

**HAL Id: hal-03244407**

**<https://hal.science/hal-03244407v1>**

Submitted on 17 Oct 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

## **NYSTAGMUS INDUIT PAR VIBRATION : UN TEST VESTIBULAIRE DE DEPISTAGE UTILE CHEZ L'ENFANT MALENTENDANT.**

Solara Sinno<sup>1,2,3</sup>, Philippe Perrin<sup>3,4</sup>, Kim Smith Abouchacra<sup>1,2</sup>, Georges Dumas<sup>3,5\*</sup>

1. Audiology & Balance Center, Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery, American University of Beirut Medical Center, Lebanon
2. Medical Audiology Sciences Program, Health Profession Department, Faculty of Health Sciences, American University of Beirut, Lebanon
3. EA 3450 DevAH, développement, adaptation et handicap, Faculté de Médecine et UFR STAPS, Université de Lorraine, 54600 Villers-lès-Nancy, France
4. Service d'Oto-Rhino-Laryngologie Pédiatrique, CHU de Nancy, Vandoeuvre-lès-Nancy, France
5. Département d'Oto-Rhino-Laryngologie et chirurgie maxillo-faciale, CHU Grenoble-Alpes, 38700 La Tronche, France

\* Auteur de correspondance

GDumas@chu-grenoble.fr ([u](mailto:GDumas@chu-grenoble.fr)Georges Dumas)

## Résumé

**Introduction :** Le Test de Vibration Osseux Vestibulaire (TVOV) provoque un nystagmus induit par vibration (NIV). Ce test non-invasif de premier niveau stimule à la fois les structures otolithiques et canales et révèle instantanément une asymétrie vestibulaire. Le but de cette étude était d'analyser le NIV observé chez des enfants malentendants (EM) appareillés par prothèses auditives (PA) ou implantés cochléaires unilatéraux (ICu) et chez des enfants normo-entendants.

**Matériel et Méthodes :** cette étude cas-témoins a comparé les résultats du TVOV, test calorique (TC) et video head-impulse-test (VHIT) chez 120 enfants témoins, 30 enfants PA et 30 ICu, âgés de 5-18 ans. Le NIV a été enregistré sous vidéonystagmographie après stimulation à très hautes fréquences (THF) 100Hz des mastoïdes et du vertex.

**Résultats :** le TVOV était non pathologique chez 98% du groupe témoin mais modifié chez les EM ( $P=0,04$ ). Chez les ICu, 13,3% avaient une hypofonction bilatérale (HB) et 16,7% une hypofonction unilatérale (HU). Dans le groupe PA, 26,7% avaient une HB, 10% une HU. Le TVOV s'est montré efficace pour déceler des HU (6/7 cas confirmés), mais non efficace pour les HB (1/12 cas confirmés).

**Conclusion :** le TVOV permet de détecter un déficit vestibulaire unilatéral pour les THF avec une sensibilité de 75% et une spécificité de 98% ; la valeur prédictive positive est 85,71% et prédictive négative 96,22%. En cas de déficit bilatéral, le TVOV est inefficace. Chez les participants bénéficiant d'une amplification auditive, une HU a été dépistée aussi bien par le TVOV, le TC ou le VHIT. Le TVOV est un test bien toléré et utile pour dépister une asymétrie vestibulaire chez les EM lorsqu'il est associé avec d'autres tests vestibulaires et montre sa complémentarité pour l'analyse des THF.

**Mots Clés :** Nystagmus induit par vibration ; Enfants ; Implant cochléaire ; Valeurs normatives ; hypoacousie ; Déficit vestibulaire unilatéral.

## INTRODUCTION

Les cliniciens intéressés par le diagnostic de pathologies vestibulaires périphériques ou centrales utilisent généralement un ou plusieurs tests vestibulaires classiques disponibles [par exemple, la vidéonystagmographie (VNG), les potentiels évoqués vestibulaires myogéniques (VEMP) et le test d'Halmagyi (VHIT)]. Chaque structure du système vestibulaire peut être testée par différents dispositifs et techniques à différentes fréquences de stimulation.

Le test calorique (TC) évalue à basses fréquences (BF) le réflexe vestibulo-oculaire (RVO) du canal semi circulaire (CSC) horizontal en irriguant par de l'eau ou en insufflant par de l'air froid et chaud le conduit auditif externe. Dans le cadre de la VNG, il permet de diagnostiquer des lésions possibles du nerf vestibulaire supérieur ou du CSC latéral : il identifie des lésions vestibulaires périphériques bilatérales (LVB) ou des lésions unilatérales (LVU) [1]. Le TC a été considéré comme le «gold standard» car il analyse séparément le degré de réactivité de chaque oreille à des fréquences voisines de 0,003 Hz [1]. Les potentiels évoqués otolithiques myogéniques (ou VEMP) évaluent les fonctions vestibulaires utriculaires et sacculaires en explorant les récepteurs otolithiques. Les potentiels évoqués myogéniques des muscles oculaires ou sternocléidomastoïdiens sont enregistrés en réponse à des stimulations auditives en conduction aérienne (CA) ou à des stimulations vibratoires osseuses (VO) ; ils fournissent ainsi des informations sur la fonctionnalité des otolithes et de son système afférent [2]. Le VHIT est une technologie récente qui utilise une caméra vidéo numérique haut débit montée sur un masque pour mesurer les mouvements oculaires et enregistrer les anomalies observées chez les patients présentant un dysfonctionnement du RVO. Il fournit également des informations sur la fonction vestibulaire de l'ensemble des six CSC aux hautes fréquences (HF) de 4 à 7 Hz [3].

Ces procédures sont difficiles à appliquer chez le jeune enfant et sont limitées en cas de perforation tympanique (TC) ou de surdité de transmission (VEMP en conduction aérienne), coûteuses, d'une durée longue et souvent mal tolérées par les jeunes patients [4].

Récemment, le test de vibration osseux vestibulaire (TVOV) qui provoque un nystagmus induit par vibration (NIV) a retenu l'attention en raison de sa simplicité et de son efficacité : il a été décrit comme un « Weber vestibulaire» [5]. Le TVOV, test non invasif, stimule à la fois les

structures otolithiques et les CSC [6]. Les ORL y ont recours pour dépister une asymétrie vestibulaire et pour diagnostiquer un dysfonctionnement vestibulaire. Lors de la réunion de consensus de la Société Internationale d'Otoneurologie (SIO) à Briançon, en France, en 2006, le TVOV a été décrit comme un test utilisant des VO à 60 ou 100 Hz appliquées au crâne (deux mastoïdes et vertex) pendant une courte période (5-10 secondes) [7]. Chez les patients atteints de LVU, les enregistrements de mouvements oculaires ont révélé un NIV dont la phase rapide s'éloigne généralement du côté atteint [5]. Aucun nystagmus n'est généralement observé chez les sujets sains. Le test a été utilisé chez les adultes et les enfants présentant une perte auditive et un dysfonctionnement vestibulaire [8]. Cependant, les données normatives ne sont pas disponibles chez les enfants. Par ailleurs, la littérature a montré que les enfants réagissent différemment aux tests vestibulaires par rapport aux adultes (exemple du TC), probablement en raison de la maturation et de la plasticité du système nerveux central [9].

Le premier objectif de cette étude était de mesurer la sensibilité et la spécificité du TVOV en comparant des cas (enfants malentendants) au groupe témoin (enfants sains ou normo-entendants), ce qui ne semble pas encore avoir été réalisé à notre connaissance. Le second objectif était d'étudier les modifications possibles des tests vestibulaires explorant différentes fréquences vestibulaires chez les enfants auditivement amplifiés ou réhabilités avec des prothèses auditives (PA) ou des implants cochléaires unilatéraux (ICu). Le troisième objectif était de discuter de la capacité de ce test simple, robuste, rapide et non invasif, à évaluer une éventuelle asymétrie vestibulaire pour aider le chirurgien à prendre une décision lors de la détermination de l'oreille à implanter en cas de perte auditive symétrique préopératoire ou pour évaluer une éventuelle nuisance vestibulaire après une implantation cochléaire unilatérale avant de proposer une chirurgie controlatérale.

## 1 MATÉRIEL ET MÉTHODES

Cette étude cas-témoins a été menée sur une période de 24 mois après approbation du Comité d'éthique (Institutional Review Board) de l'Université américaine de Beyrouth (Liban) (OTO.KA.05 et 07). Tous les tests ont été réalisés dans le Centre d'audiologie et équilibre du

Centre médical américain de l'Université américaine de Beyrouth (AUBMC) et par le même examinateur (SS). Des consentements écrits ont été recueillis des parents / tuteurs et des enfants.

## 1.1 PARTICIPANTS

Deux groupes ont été inclus dans cette étude : un groupe témoin composé de 120 enfants sains et un groupe de 60 enfants malentendants (30 enfants avec PA et 30 enfants avec ICu). Tous les enfants étaient âgés de 5 à 17 ans et l'âge moyen des enfants normoentendants était de  $11,33 \pm 3,57$  ans, celui des enfants bénéficiant des PA de  $12,23 \pm 3,58$  ans et celui des enfants portant un ICu de  $9,17 \pm 3,01$  ans. Le tableau 1 résume les caractéristiques descriptives des sujets. Le groupe témoin était constitué d'enfants ayant une audition normale (seuil inférieur à 15 dB) et présentant un fonctionnement normal de l'oreille moyenne (tympanométrie normale et réflexes stapédiens ipsilatéraux et controlatéraux présents). En outre, les enfants n'avaient pas d'antécédents de troubles otologiques (otites récurrentes), otoneurologiques (vertiges) ou neurologiques, ni de retard d'élocution, de langage ou mental. Les enfants présentant une pathologie oculaire n'ont pas été inclus dans l'étude. De même, les enfants présentant des résultats oculomoteurs anormaux, des réponses caloriques anormales ou un nystagmus spontané n'ont pas été inclus.

Le deuxième groupe, constitué d'enfants malentendants appareillés, présentait un niveau d'audition compris entre une perte auditive modérée à sévère (56-70 dB) et sévère (71-90 dB).

Le groupe d'enfants implantés unilatéralement (ICu) était le seul groupe présentant une perte auditive profonde ( $> 90$  dB). Les enfants présentant d'autres pathologies syndromiques, des retards de maturation neurologique ou des anomalies mentales n'ont pas été inclus dans l'étude.

Des tests posturographiques dynamiques informatisés et des tests oculomoteurs ont également été réalisés à visée d'autres objectifs avec en particulier celui de donner des éléments comparatifs entre les tests.

## 1.2 MATÉRIEL ET PROCÉDURE

Le groupe témoin et le groupe des cas ont été testés par VNG et VHIT. Les mouvements oculaires ont été enregistrés à l'aide d'un appareil VNG Ulmer (Synapsys, Marseille, France).

L'enfant était seul ou assis sur les genoux de son parent. Les lunettes, équipées d'une caméra infrarouge, ont été placées devant les yeux. Tout d'abord, un calibrage/étalonnage a été effectué, suivi d'un test des saccades (tête immobile, l'enfant suit un carré blanc qui apparaît aléatoirement sur l'écran) et d'un test de poursuite oculaire (l'enfant fixe avec les yeux une cible se déplaçant dans une direction sinusoïdale régulière – mouvement de gauche à droite et retour). La recherche d'un nystagmus du regard s'effectue regard à droite, à gauche, en haut et en bas pendant 30 secondes dans chaque direction. Pour effectuer le TVOV, l'examineur dans un premier temps applique le vibreur VVIB 100 (Synapsys, Marseille, France) sur la main de l'enfant pendant quelques secondes (pour garantir à l'enfant que le test est sans danger). Il est demandé ensuite à l'enfant de garder la tête droite, les yeux ouverts (regard médian) et d'éviter le clignement des yeux pendant le test [5]. Le vibreur est appliqué ensuite fermement et perpendiculairement sur trois positions successives : sommet du crâne, mastoïdes droite et gauche en regard du conduit auditif externe. Les applications sur la pointe des mastoïdes doivent être évitées afin de ne pas stimuler les muscles cervicaux [5,7,10]. Dumas et al. ont suggéré une stimulation de 5 à 10 secondes à chaque emplacement, à 100 Hz, qui stimule toutes les structures labyrinthiques et produit des réponses optimales [6,10]. Cela a également été recommandé par Zamora et al. [11]. Cependant, chez les enfants (compte tenu de la survenue de clignements), une fenêtre d'analyse plus large de 20 secondes a été privilégiée pour assurer une étude plus précise et observer plus facilement la survenue d'un éventuel NIV. Les résultats ont ensuite été classés normaux ou anormaux en fonction des critères mentionnés dans la figure 1.

La vitesse de phase lente du nystagmus (VPL) a été analysée. Chez la plupart des enfants âgés de 5 à 8 ans, la VPL a été calculée à l'aide d'une sélection manuelle de 10 à 15 battements. Une VPL supérieure à 2 °/s était considérée comme significative. Dans le cas d'un nystagmus spontané, une augmentation d'au moins 30 % de la VPL est exigée [7]. Un résultat positif au TVOV a été défini lorsqu'un nystagmus horizontal / rotatoire a été observé (plus de 10 battements et VPL > 2 °/s) en deux endroits ou plus, battant dans la même direction et reproductible sur au moins deux endroits (critères fig. 1). On a également demandé à l'enfant à quel point le TVOV était inconfortable (pas du tout, modérément, modérément-sévère et ne peut tolérer).

Des TC ont été effectués ensuite conformément aux recommandations de la British Society of Audiology [1]. Le test a été réalisé chez les enfants sains en insufflant pendant 60 secondes au

niveau des oreilles de l'air froid (24 ° C). En cas d'asymétrie, l'enfant n'était pas inclus. Pour les enfants malentendants, de l'air chaud et froid (24-50 ° C) était insufflé dans les conduits auditifs. Pendant ce temps, l'enfant devait effectuer une tâche mentale afin, par le partage des ressources attentionnelles, d'assurer une intensité et une régularité maximales de la réponse nystagmique. Un intervalle de 5 minutes a été donné entre deux irrigations permettant à l'enfant de se reposer et assurant l'absence d'influence sur le TC controlatéral suivant. Les critères de normalité du TC sont donnés dans la figure 1.

Un VHIT a été effectué. Ce test objectif mesure le gain du RVO à différentes vitesses de la tête [3] [12]. Les lunettes (GN Otometrics, Danemark) étaient solidarisées à la tête de l'enfant, la caméra sur l'œil droit. Il a été demandé au participant de fixer les yeux sur un point situé à environ 1,2 m devant lui [13] en étant assis sur une chaise ordinaire. Pendant l'examen, l'examineur mobilise la tête du sujet à grande vitesse (plage recommandée par le fabricant de 100-250 °/s) dans le plan horizontal pour activer les CSC latéraux et le RVO [12]. Un étalonnage avant l'essai et au moins 10 impulsions de tête ont été effectués, conformément aux recommandations [13]. Les résultats ont ensuite été analysés conformément à la figure. 1.

Des tests posturographiques dynamiques informatisés et des tests oculomoteurs ont également été réalisés pour des publications complémentaires.

### 1.3 STATISTIQUES

Les résultats du TVOV, du TC et du VHIT latéral (L-VHIT) ont été transformés en données catégorielles (figure 1). L'hypovalence a également été classée comme intéressant les basses fréquences (lorsque le TC montrait une hypovalence), les hautes fréquences (lorsque L-VHIT montrait une hypovalence) et les très hautes fréquences (lorsque le TVOV montrait une hypovalence). Le test du chi 2 ( $\chi^2$ ) et le test exact de Fisher (F) ont été utilisés pour comparer les résultats entre groupes. Le niveau de signification a été considéré à  $p < 0,05$ . Pour l'analyse des données, la version 25.0 du progiciel statistique pour les sciences sociales (SPSS) a été utilisée.

Pour calculer la caractéristique du test, les formules indiquées ci-dessous ont été utilisées :

- Sensibilité = vrai positif ou TP / (TP + faux négatif ou FN)
- Spécificité = vrai négatif ou TN / (TN + faux positif ou FP)
- Valeur prédictive positive (VPP) = TP / (TP + FP)

- Valeur prédictive négative (VPN) =  $TN / (TN + FN)$ .

## 2 RÉSULTATS

### 2.1 PARTICIPANTS

Conformément au plan de l'étude, le groupe témoin recommandait que les enfants aient des résultats normaux au TC et au VHIT. En ce qui concerne les 60 enfants malentendants, les réponses au TC étaient similaires dans tous les groupes d'âge et n'étaient pas modifiées par le sexe. Le type d'amplification (ICu ou PA) n'a montré aucune différence statistique dans le résultat calorique. Dix enfants, soit 16,66%, ont présenté une hypofonction bilatérale (HB), 10% ont présenté une hypofonction unilatérale (HU) (N = 6) et 73,33% (N = 44) ont eu une réponse calorique normale. Une tendance à la diminution des réponses au cours d'un TC dans l'oreille implantée a été notée mais n'était pas statistiquement significative ( $p = 0,08$ ). Certains résultats L-VHIT chez les enfants de moins de 6 ans ont été exclus de l'étude en raison du glissement des lunettes sur la tête des enfants, ce qui pouvait induire d'éventuels faux positifs [13,15]. Par conséquent, seules les données de 58 enfants malentendants ont été analysées. Seize enfants (27,5%) ayant une perte auditive ont présenté un gain anormal du L-VHIT. Parmi ces 16 enfants, 8 avaient une HB et 8 avaient une HU. Bien que leur L-VHIT soit anormal, 3 participants (1 HU et 2 HB) avaient un TC normal. Cette corrélation était significative ( $F = 30,62$ ,  $p < 0,000$ ). Inversement, 3 enfants présentant une hypofonction vestibulaire au niveau des TC avaient une valeur normale ou limite du gain du L-VHIT (gain = 0,7).

### 2.2 TVOV : CAS-TÉMOINS

Le TVOV a pu être effectué chez tous les participants. La majorité des enfants sains a trouvé le TVOV non dérangeant ( $n = 89$ , 74%), un léger inconfort ayant été signalé par les autres enfants.

Chez les enfants normo-entendants (EN), un nystagmus cliniquement significatif a été enregistré dans seulement 2,50 % des cas (N = 3), le TVOV était négatif chez les autres enfants (97,50 %), conformément aux critères définis Figure 1 (N = 94 avaient une absence totale de nystagmus et N = 23 avaient un nystagmus non cliniquement significatif).

Chez les enfants malentendants, les résultats du TVO étaient différents de ceux des EN ( $F = 9,219$ ,  $p = 0,042$ ) (tableau 2). Huit enfants malentendants (13,33%) ont eu un test positif, les autres enfants ayant un TVOV normal. (86,77%,  $N = 42$ ). Il n'y avait pas de différence significative dans la distribution des TVOV positifs selon le groupe d'âge et le sexe ( $p > 0,05$ ).

Il a été observé une association statistiquement significative entre les résultats du TC et ceux du TVOV ( $F = 17,71$ ,  $p < 0,005$ ). Quatre-vingt-trois pour cent des cas d'HU reconnues par le TC avaient un test TVOV positif et 90% des enfants avec HB avaient un TVOV normal (un seul test positif signifiant une HU à THF) (tableau 3).

Les résultats du L-VHIT et du TVOV (tableau 3) étaient également suggestifs ( $F=16,29$ ,  $p = 0,01$ ). Quarante-quatre pour cent des enfants dont les résultats de L-VHIT étaient anormaux avaient un nystagmus enregistré au TVOV et un seul enfant avait un VHIT normal et un TVOV anormal.

Parmi les 5 participants ICu et TVOV positif, 3 avaient une HU (les 3 tests ont montré une HU pour BF, HF et THF), 1 avait une HB (ce cas met en évidence les résultats concordants du TC et du L-VHIT qui sont différents des résultats du TVOV qui montrent une différence entre les deux côtés à THF), 1 cas avait un TVOV positif alors que tous les autres tests étaient normaux. Ce dernier patient confirme que le TVOV explore non seulement le CSC horizontal, mais également l'utricule à THF. Deux des trois participants porteurs de PA avaient un TVOV positif correspondant à une HU sur toutes les fréquences et 1 participant avait également une HU confirmée par le TVOV et le L-VHIT, mais un TC normal suggérant une HU uniquement aux HF et THF (tableau 3). Le tableau 4 montre les valeurs prédictives positives et négatives du TVO.

### 3 DISCUSSION

Les résultats de cette étude cas-témoins ont fourni des arguments confirmant que le TVOV est un test fiable de dépistage vestibulaire chez les enfants pour démontrer une asymétrie vestibulaire. Le TVOV était positif pour désigner une HU dans 16% des cas d'ICu et 10% des cas de PA ; ces pourcentages étaient semblables à ceux obtenus avec le TC et le VHIT pour révéler une perte ou

hypofonction vestibulaire unilatérale. Cette corrélation permet d'envisager favorablement la possibilité d'utiliser le TVOV comme outil de dépistage pour révéler les LVU.

### 3.1 LE TVOV : UN TEST DE DÉPISTAGE VESTIBULAIRE CHEZ L'ENFANT

Les enfants présentant une perte auditive neurosensorielle unilatérale ou bilatérale ont un risque accru de troubles vestibulaires et ce risque augmente avec le degré de perte auditive [16–18]. Cette association est attribuée au voisinage anatomique et à la relation phylogénétique entre la cochlée et le vestibule. La dysfonction vestibulaire est mentionnée dans la littérature chez 30 à 70% des enfants malentendants [17]. Tribukait et al. ont trouvé que parmi 33 enfants sourds testés, 45% avaient des résultats complètement normaux, 30% présentaient une hypo ou une aréflexie bilatérale et 24% présentaient une asymétrie au TC [18]. Dans notre étude chez des enfants malentendants, 20% avaient une HB diagnostiquée par TC et VHIT et 13,3% avaient une HU confirmée par TC et / ou VHIT et TVOV. Le TVOV est un test d'examen rapide de première ligne qui peut faire partie d'un dépistage vestibulaire effectué par des médecins chez des enfants présentant un risque plus élevé de dysfonctionnement vestibulaire. Il est simple et rapide, bien toléré et facile à réaliser chez les enfants et les adultes atteints d'une LVU [8].

Lorsqu'une VO de 100 Hz est appliquée sur le crâne, cela active à la fois les récepteurs des structures otolithiques (principalement l'Utricule) et les neurones des CSC de chaque labyrinthe des deux côtés [19]. Chez les sujets sains, les stimulations des six CSC s'annulent de la même manière que lors d'une stimulation bilatérale simultanée aux TC. Chez les patients avec LVU, il a été suggéré que, pour la composante verticale du NIV, les stimulations des CSC antérieur et postérieur ipsilatérales s'annulaient, laissant ainsi l'activation unique du CSC horizontal controlatéral (sans annulation par la réponse de l'autre côté) provoquant un composant horizontal du NIV. L'annulation horizontale ne se produit pas chez les sujets avec HU puisque la réponse provenant du récepteur sain est plus forte et non annulée par le côté opposé, générant un nystagmus unidirectionnel principalement horizontal [6]. Le TVOV est généralement négatif et aucun nystagmus (NIV) n'est observé chez les sujets sans troubles vestibulaires ou avec lésions bilatérales symétriques. Chez l'adulte, des résultats faussement positifs (nystagmus cliniquement non significatif selon les critères de la figure 1) ont été rapportés dans 10% des cas lorsque les mastoïdes étaient stimulées par des vibrations à 60 Hz [6]. Dans notre population d'enfants sains

(âgés de 5 à 17 ans) sans antécédents de troubles otologiques ou vestibulaires, 19% présentaient un nystagmus sans signification clinique.

La sensibilité du TVOV (86%) et sa spécificité (98%) ont été comparées aux tests de référence TC et VHIT (tableau 4). Un TVOV positif est fortement corrélé à une hypofonction calorique unilatérale [20], bien qu'il puisse révéler une asymétrie vestibulaire périphérique à des fréquences plus élevées que le TC [6]. Il agit comme un test de Weber vestibulaire [6], mais avec une méthode de stimulation moins désagréable et prenant moins de temps chez les enfants que le TC [4].

Les résultats du TVOV étaient mieux corrélés avec ceux du VHIT qu'avec ceux du TC (probablement en lien avec le fait que ces deux tests explorent des fréquences plus élevées que le TC). Cependant, le VHIT est relativement plus coûteux (et peut-être plus invasif) pour la plupart des cliniciens et la spécificité et la sensibilité de ce test restent controversées [20]. La comparaison entre les différents tests vestibulaires confirme que le TVOV peut détecter une asymétrie vestibulaire et complète la batterie de tests vestibulaires courants dans l'analyse multifréquence du système vestibulaire [6,11].

Le TVOV est un test simple dans son réglage et ses performances, il ne nécessite pas de matériel coûteux : un vibreur à 100 Hz et des lunettes de Frenzel ou infrarouges suffisent à révéler une asymétrie vestibulaire. Il est mieux toléré par les enfants que le TC, qui nécessite une irrigation d'eau / insufflation d'air au niveau de l'oreille de l'enfant et qu'il lui soit demandé de maintenir les yeux ouverts pendant les vertiges provoqués. Le TVOV est facile à réaliser et ne présente aucune contrainte due à l'étalonnage ou aux mouvements rapides de la tête. Ce test nécessite une collaboration minimale de l'enfant en raison de sa courte durée (1 mn) et peut être facilement répété sans accoutumance [6].

### 3.2 LÉSION VESTIBULAIRE ET IMPLANTS COCHLÉAIRES

Des études ont montré que la chirurgie d'implant cochléaire améliorerait non seulement les capacités de détection du son et de perception auditive, mais également la qualité de vie [21]. Cependant, certains auteurs ont démontré que cette amélioration pouvait provoquer un

déséquilibre et induire un déficit vestibulaire [25]. Lors de l'implantation cochléaire, l'insertion d'électrodes dans l'oreille interne peut générer des dommages permanents aux différentes structures sensorielles du vestibule et du CSC latéral [22].

Jacot et al. ont constaté que, sur 224 enfants testés avant IC, 50 % avaient des résultats vestibulaires anormaux (20 % avaient une aréflexie bilatérale complète et 22,5 % une hypoexcitabilité unilatérale) [16]. Sur les 89 personnes ayant eu une IC, 71 % avaient des modifications de la fonction vestibulaire et 10 % avaient acquis une aréflexie ipsilatérale postopératoire [16]. Cushing et al. ont rapporté que 50 % de leurs 32 patients avec IC présentaient une réponse calorique anormale, parmi lesquels 38 % avaient une anomalie unilatérale légère à modérée [17]. De plus, Licameli et al. ont étudié la prévalence et la gravité de l'atteinte vestibulaire chez les enfants avec IC par le biais d'une étude de cohorte, en analysant les résultats du test vestibulaire chez 42 patients avant et après implantation cochléaire. Ils ont rapporté une déficience vestibulaire chez 60 % des patients IC et ont conclu à un impact potentiellement négatif sur la fonction vestibulaire causé par l'IC, en particulier chez les enfants ayant bénéficié d'une implantation bilatérale [23]. Dagkiran et al. ont exploré toutes les fonctions des cinq récepteurs vestibulaires avant l'IC, au 3<sup>ème</sup> jour et au 3<sup>ème</sup> mois postopératoires chez 42 patients. Ils ont observé une altération significative de la fonction vestibulaire du côté implanté chez 28,5% des patients en comparant les résultats pré et postopératoires au troisième jour et au troisième mois postopératoire [24]. Nos résultats ressemblent à ceux décrits dans la littérature. Dans le groupe ICu, 16,7 % des enfants avaient un TVOV positif (montrant une hypofonction du côté implanté), 13,3% avaient un TC montrant un déficit unilatéral et 18% une hypovalence unilatérale du VHIT horizontal. Une HB a été observée chez 13,3% des enfants porteurs d'IC. Aucune évaluation pré-implantaire n'ayant été réalisée, il n'est pas possible d'établir une association directe entre HB ou HU induite par l'implantation chirurgicale.

L'avenir des implants cochléaires est orienté vers l'implantation bilatérale, ce qui augmente le risque potentiel de dysfonctionnement vestibulaire après la chirurgie de l'IC. Cette préoccupation doit être vérifiée au moins par une évaluation vestibulaire avant et après l'implantation. La posturographie et les PEOM (VEMP) sont des tests essentiels pour fournir des informations générales sur le système vestibulaire de l'enfant. Toutefois, le TVOV et le VHIT sont des tests d'évaluation rapides et fiables pour aider le chirurgien à prendre une décision entre un IC

unilatéral ou bilatéral. La figure 2 représente un arbre de décision avant ou après la première implantation (modifié d'après les recommandations de Wiener-Vacher et al [25]). Comme nous le voyons dans nos données, il est important de rechercher chez les enfants une HU ou une HB à différentes fréquences.

En résumé, tous les enfants sourds secondairement à un syndrome d'Usher ou à une méningite, même avec une perte auditive bilatérale, devraient pouvoir bénéficier d'un IC bilatéral. Chez les autres enfants devraient être réalisés un bilan comportant TVOV, VHIT, TC et VEMP. En conséquence, en cas de surdité bilatérale symétrique, selon l'état de la fonction vestibulaire résiduelle, l'IC doit être placé du côté du vestibule le moins fonctionnel. Après l'implantation du premier côté, les auteurs recommandent une deuxième évaluation vestibulaire : en l'absence de changement du statut vestibulaire post-opératoire, une deuxième implantation peut être recommandée de l'autre côté. En cas de perte vestibulaire partielle, il est plus sage de discuter des avantages du deuxième implant et en cas de perte vestibulaire unilatérale complète, un deuxième IC ne doit pas être programmé (Figure 2).

### 3.3 PROJETS ET PERSPECTIVES

Dans notre étude, la réalisation du test VHIT s'est révélée très difficile chez les jeunes enfants en raison du manque de coopération, de l'échec de l'étalonnage et de l'ajustement des lunettes d'examen. De telles difficultés ont déjà été signalées [14] ; cependant, des études ont proposé ces évaluations dès l'âge de 3 mois en recourant à un environnement / équipement différent sans lunettes [26]. En outre, le présent travail fait partie d'un projet plus vaste qui a collecté des données normatives visant à évaluer les résultats pré- et post-IC via des tests oculomoteurs et une posturographie dynamique informatisée, en plus des tests TC, L-VHIT et TVOV. La raison pour laquelle ces deux tests ont été ajoutés tient au fait que la littérature indique que les patients bénéficiant d'IC privilégient dans le contrôle de l'équilibre l'utilisation des afférences sensorielles visuelles [27] et que, chez les enfants sains, les systèmes vestibulaire et oculomoteur sont fonctionnels mais poursuivent leur développement jusqu'à l'adolescence [28]. Enfin, pour mieux évaluer la spécificité et la sensibilité du TVOV pré-implant, il serait souhaitable de réaliser une étude cas-témoin plus grande comparant des enfants sains à leurs homologues candidats à l'IC âgés de 18 à 24 mois avec une batterie de tests plus grande (TC, VEMP, TVOV,

VHIT réalisé dans les trois plans). Une telle étude explorera non seulement le type et la fréquence des hypovalences, mais établira également une base de données normatives.

#### 4 CONCLUSION

L'importance de l'identification précoce de la perte auditive et de la date de programmation de l'IC est bien connue pour la contribution à une meilleure acquisition de la parole et du langage. De même, nous devrions consacrer plus de temps à l'examen de l'intégrité de la fonction vestibulaire. Le TVOV est un test simple qui permet une identification précoce de l'asymétrie ou du dysfonctionnement vestibulaire et qui se révèle un indicateur pertinent pour la prise en charge rééducative. Ce test robuste, rapide, non invasif, montre une bonne spécificité et est bien toléré chez les enfants. Chez les participants ICu, il est aussi sensible que le TC et le VHIT pour indiquer une perte vestibulaire unilatérale ou une asymétrie post-implant. Il est moins sensible que le TC pour montrer des modifications bilatérales. Le TVOV peut alerter sur une éventuelle lésion vestibulaire pré-thérapeutique unilatérale ou une lésion post-chirurgicale chez l'ICu et suggère au chirurgien une attitude plus prudente de l'autre côté. Il informe sur une hypofonction unilatérale touchant les hautes fréquences vestibulaires et peut aider le chirurgien dans le choix de son implantation du premier côté chez les enfants avec une perte auditive bilatérale profonde. C'est un outil utile lorsqu'il est associé à d'autres tests vestibulaires et les complète pour explorer les très hautes fréquences.

### Références:

- [1] British Society of Audiology, Recommended Procedure: The Caloric Test, *Br. Soc. Audiol.* (2010) 1–25.
- [2] I.S. Curthoys, V. Vulovic, L. Manzari, Ocular Vestibular Evoked Myogenic Potential (oVEMP) to Test Utricular Function: Neural and Oculomotor Evidence, *Acta Otorhinolaryngol. Ital. Organo Uff. Della Soc. Ital. Di Otorinolaringol. e Chir. Cerv.-Facc.* 32 (2012) 41–5.
- [3] G.M. Halmagyi, L. Chen, H.G. MacDougall, K.P. Weber, L.A. McGarvie, I.S. Curthoys, The Video Head Impulse Test, *Front. Neurol.* 8 (2017) 258. doi:10.3389/fneur.2017.00258.
- [4] L.M. Valente, Assessment Techniques for Vestibular Evaluation in Pediatric Patients, *Otolaryngol. Clin. North Am.* 44 (2011) 273–290. doi:10.1016/j.otc.2011.01.002.
- [5] G. Dumas, P. Perrin, E. Ouedraogo, S. Schmerber, How to Perform the Skull Vibration-induced Nystagmus Test (SVINT), *Eur. Ann. Otorhinolaryngol. Head Neck Dis.* 133 (2016) 343–348. doi:10.1016/j.anorl.2016.04.002.
- [6] G. Dumas, I.S. Curthoys, A. Lion, P. Perrin, S. Schmerber, The Skull Vibration-induced Nystagmus Test of Vestibular Function-A Review, *Front. Neurol.* 8 (2017) 41. doi:10.3389/fneur.2017.00041.
- [7] G. Dumas, C. De Waele, K. Hamann, B. Cohen, M. Negrevergne, E. Ulmer, S. Schmerber, Skull Vibration Induced Nystagmus Test, *Ann. d’Oto-Laryngologie Chir. Cervico-Faciale.* 124 (2007) 173–183. doi:10.1016/j.aorl.2007.05.001.
- [8] H.J. Park, S.C. Hong, J.E. Shin, Clinical Significance of Vibration-induced Nystagmus and Head-shaking Nystagmus Through Follow-up Examinations in Patients with Vestibular Neuritis, *Otol. Neurotol.* 29 (2008) 375–9. doi:10.1097/MAO.0b013e318169281f.
- [9] G.S. Kenyon, Neuro-otological findings in normal children., *J. R. Soc. Med.* 81 (1988) 644–8.
- [10] G. Dumas, A. Lion, A. Karkas, P. Perrin, F. Perottino, S. Schmerber, Skull vibration-induced nystagmus test in unilateral superior canal dehiscence and otosclerosis: A vestibular Weber test, *Acta Otolaryngol.* 134 (2014) 588–600. doi:10.3109/00016489.2014.888591.

- [11] E.G. Zamora, P.E.-S. Araújo, V.P. Guillén, M.F.V. Gamarra, V.F. Ferrer, M.C. Rauch, H.P. Garrigues, Parameters of Skull Vibration-induced Nystagmus in Normal Subjects, *Eur. Arch. Oto-Rhino-Laryngology*. 275 (2018) 1955–1961. doi:10.1007/s00405-018-5020-6.
- [12] S.S. Hamilton, G. Zhou, J.R. Brodsky, Video Head Impulse Testing (VHIT) in the Pediatric Population, *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 79 (2015) 1283–1287. doi:10.1016/j.ijporl.2015.05.033.
- [13] N.E. Wolter, K.A. Gordon, B.C. Papsin, S.L. Cushing, Vestibular and Balance Impairment Contributes to Cochlear Implant Failure in Children, *Otol. Neurotol.* 36 (2015) 1029–1034. doi:10.1097/MAO.0000000000000751.
- [14] A. Bayram, Clinical Practice of Horizontal Video Head Impulse Test in Healthy Children, *Turkish J. Ear Nose Throat*. 27 (2017) 79–83. doi:10.5606/kbbihtisas.2017.75725.
- [15] A.M. Chilosi, A. Comparini, M.F. Scusa, S. Berrettini, F. Forli, R. Battini, P. Cipriani, G. Cioni, Neurodevelopmental Disorders in Children with Severe to Profound Sensorineural Hearing Loss: a Clinical Study, *Dev. Med. Child Neurol.* 53 (2010) 856–62. doi:10.1111/j.1469-8749.2010.03621.x.
- [16] E. Jacot, T. Van Den Abbeele, H.R. Debre, S.R. Wiener-Vacher, Vestibular Impairments Pre- and Post-cochlear Implant in Children, *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 73 (2009) 209–217. doi:10.1016/j.ijporl.2008.10.024.
- [17] S.L. Cushing, B.C. Papsin, J.A. Rutka, A.L. James, K.A. Gordon, Evidence of Vestibular and Balance Dysfunction in Children With Profound Sensorineural Hearing Loss Using Cochlear Implants, *Laryngoscope*. 118 (2008) 1814–1823. doi:10.1097/MLG.0b013e31817fadfa.
- [18] A. Tribukait, K. Brantberg, J. Bergenius, Function of Semicircular Canals, Utricles and Saccules in Deaf Children, *Acta Otolaryngol.* 124 (2004) 41–48. doi:10.1080/00016480310002113.
- [19] G. Dumas, H. Tan, L. Dumas, P. Perrin, A. Lion, S. Schmerber, Skull vibration induced nystagmus in patients with superior semicircular canal dehiscence, *Eur. Ann. Otorhinolaryngol. Head Neck Dis.* (2019). doi:10.1016/j.anorl.2019.04.008.

- [20] A. Burston, S. Mossman, B. Mossman, M. Weatherall, Comparison of the Video Head Impulse Test with the Caloric Test in Patients with Sub-acute and Chronic Vestibular Disorders, *J. Clin. Neurosci.* 47 (2018) 294–298. doi:10.1016/j.jocn.2017.10.040.
- [21] B.J. Gantz, R.S. Tyler, G.G. Woodworth, N. Tye-Murray, H. Fryauf-Bertschy, G. B.J., T. R.S., W. G.G., T.-M. N., F.-B. H., Results of Multichannel Cochlear Implants in Congenital and Acquired Prelingual Deafness in Children: Five-year Follow-up, *Am. J. Otol.* 15 (1994) 1–7.
- [22] J.B. Nadol, B.J. Burgess, B.J. Gantz, N.J. Coker, D.R. Ketten, I. Kos, J.T. Roland, J. Yih Shiao, D.K. Eddington, P. Montandon, J.K. Shallop, Histopathology of Cochlear Implants in Humans, *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* 110 (2001) 883–91. doi:10.1177/000348940111000914.
- [23] G. Licameli, G. Zhou, M.A. Kenna, Disturbance of Vestibular Function Attributable to Cochlear Implantation in Children, *Laryngoscope.* 119 (2009) 740–5. doi:10.1002/lary.20121.
- [24] M. Dagkiran, U. Tuncer, O. Surmelioglu, O. Tarkan, S. Ozdemir, F. Cetik, M. Kiroglu, How does Cochlear Implantation Affect Five Vestibular End-organ Functions and Dizziness?, *Auris Nasus Larynx.* (2018). doi:10.1016/j.anl.2018.07.004.
- [25] S.R. Wiener-Vacher, Q. Juliette, A. Priol, Epidemiology of Vestibular Impairments in a Pediatric Population, 1 (2018) 229–242. doi:10.1055/s-0038-1666815.
- [26] S.R. Wiener-Vacher, S.I. Wiener, Video head impulse tests with a remote camera system: Normative values of semicircular canal vestibulo-ocular reflex gain in infants and children, *Front. Neurol.* 8 (2017). doi:10.3389/fneur.2017.00434.
- [27] K. Strelnikov, M. Marx, S. Lagleyre, B. Fraysse, O. Deguine, P. Barone, PET-imaging of brain plasticity after cochlear implantation, *Hear. Res.* (2015). doi:10.1016/j.heares.2014.10.001.
- [28] A. Charpiot, S. Tringali, E. Ionescu, F. Vital-Durand, C. Ferber-Viart, Vestibulo-ocular reflex and balance maturation in healthy children aged from six to twelve years, *Audiol. Neurotol.* (2010). doi:10.1159/000255338.

Tableau 1 : caractéristiques démographiques des groupes d'enfants par âge, sexe et statut auditif.

	Enfants avec audition normale (témoins)			Enfants avec perte auditive (cas)					
				Avec PA			Avec ICu		
	Filles	Garçons	Total	Filles (PA)	Garçons (PA)	Total	Filles (ICu)	Garçons (ICu)	Total
5-8 ans	15	15	30	2	3	5	7	6	13
9-11 ans	15	15	30	4	1	5	5	5	10
12-14 ans	15	15	30	5	5	10	3	2	5
15-17 ans	15	15	30	5	5	10	1	1	2
Total	60	60	120	16	14	30	16	14	60

PA : prothèses auditives, ICu : implant cochléaire unilatéral

Tableau 2: Test de Vibration Osseux (TVO) : résultats chez les témoins et les cas

Résultats TVO	Cas (ICu)		Cas (PA)		Total Cas (ICu + PA)		Témoin (normal)	
	n	%	n	%	n	%	n	%
<b>TVO positif</b>	<b>5</b>	16,70 %	<b>3</b>	10,00 %	<b>8</b>	13,33 %	<b>3</b>	2,50%
<b>TVO négatif</b>	<b>25</b>	83,30 %	<b>27</b>	90,00 %	<b>52</b>	86,67 %	<b>117</b>	97,50 %
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100%</b>	<b>30</b>	<b>100%</b>	<b>60</b>	<b>100%</b>	<b>120</b>	<b>100%</b>

ICu: Implant Cochléaire unilatéral ; PA : Prothèse Auditive,

Tableau 3 : Résultats vestibulaires du test de vibration osseux (TVO), du test calorique (TC) et du video head impulse test latéral (L-VHIT) chez les enfants avec implant cochléaire unilatéral (ICu) et chez les enfants appareillés par prothèse (PA). La fréquence du test explorant l'hypofonction vestibulaire est indiquée comme suit : BF= basse fréquence, HF= haute fréquence et VHF= très haute fréquence

		Cas (ICu)		Cas (PA)		Total	
		N	%	N	%	N	%
Hypofonction Bilatérale	TC seul (BF)	1	3,33	2	6,67	12	20,00
	L-VHIT seul (HF)	0	0,00	2	6,67		
	TC + L-VHIT (BF + HF)	2	6,67	4	13,33		
	TC + L-VHIT + TVO (BF + HF + THF)	1	3,33	0	0,00		
	<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>13,3</b>	<b>8</b>	<b>26,7</b>		
Hypofonction Unilatérale	TVO seul (THF)	1	3,33	0	0,00	8	13,33
	TC + L-VHIT (BF + HF)	1	3,33	0	0,00		
	L-VHIT + TVO (HF + THF)	0	0,00	1	3,33		
	TC + L-VHIT + TVO (BF + HF + THF)	3	10,00	2	6,67		
	<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>16,7</b>	<b>3</b>	<b>10</b>		
Normal	Les 3 tests ensembles	21	70,00	19	63,33	40	66,67
	<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>60</b>	<b>100</b>

Tableau 4 : sensibilité, spécificité du TVO et valeurs prédictives

		TVO positif			TVO négatif			TOTAL
		ICu	PA	Total	ICu	PA	Total	
<b>Cas Positifs (Hypofonction unilatérale)</b>	<b>L-VHIT</b>	0	1	6	0	0	1	7
	<b>TC + L-VHIT</b>	3	2		1	0		
<b>Cas Négatifs (normal + hypofonction)</b>	<b>TC + L-VHIT (normal)</b>	1	0	2	21	19	51	53
	<b>TC + L-VHIT (HB)</b>	1	0		2	4		

<b>bilatérale)</b>	<b>HB calorique seulement</b>	0	0		1	2		
	<b>HB LVHIT seulement</b>	0	0		0	2		
<b>TOTAL</b>		<b>8</b>			<b>52</b>			<b>60</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Vrai positif = 6 ; Faux positif = 2 ; Faux négatif = 1 ; Vrai négatif = 51</b></li> <li>• <b>Sensibilité : <math>6/7 = 86\%</math> ; Spécificité : <math>51/53 = 96\%</math></b></li> <li>• <b>Valeur prédictive positive = <math>6/7 = 75\%</math> ; Valeur prédictive négative = <math>51/52 = 98\%</math></b></li> </ul>								

Figure 1: Evaluation Vestibulaire critères de normalité

Figure 2: Arbre décisionnel pré et post implant cochléaire (d'après recommandations de Wiener-Vacher et al [25, 26]), modifié.