

RÉSUMÉ : La surdité est une pathologie qui affecte environ 17% de la population. Pour remédier à ce handicap, ont été développés depuis de nombreuses années des appareillages permettant d'amplifier le son : les prothèses auditives. Plus récemment, sont apparus des dispositifs implantables qui transfèrent directement l'énergie sonore à la chaîne des osselets dans l'oreille moyenne. Les prothèses dites semi-implantables sont composées d'une partie interne dont le transducteur fait vibrer l'enclume et d'une partie externe comportant le microphone, le processeur vocal et les batteries. Dans les prothèses auditives totalement implantables, tous les composants du système sont implantés sous la peau, ce qui implique qu'ils doivent être rechargés par voie transcutanée. Les résultats audiologiques observés avec les prothèses implantées dans l'oreille moyenne sont comparables à ceux des prothèses auditives conventionnelles, mais ces nouveaux dispositifs présentent d'indéniables avantages comme un plus grand confort ou une esthétique incomparables.

MOTS-CLÉS : *Prothèse auditive - Surdité - Oreille moyenne*

LES PROTHÈSES AUDITIVES

Les surdités de perception, qui représentent la majorité des surdités, se caractérisent pour la plupart par une atteinte des cellules de l'organe de Corti, la portion auditive de l'oreille interne des mammifères et, secondairement, des neurones auditifs primaires localisés dans le ganglion spiral de l'oreille interne. A l'heure actuelle, leur traitement est limité aux techniques de suppléance de la fonction auditive (lecture labiale, langue des signes, prothèses auditives, implants cochléaires ou du tronc cérébral). La perte des cellules de l'organe de Corti et/ou des neurones du ganglion spiral chez l'homme étant irréversible, aucun traitement n'est susceptible de restaurer la fonction auditive ou d'empêcher la dégradation au fil du temps. Par conséquent, l'appareillage prothétique est l'unique moyen d'éviter le retrait social des personnes atteintes de surdité. Cet appareillage doit être précoce afin d'habituer le patient à de nouvelles sensations sonores avant que la fonction auditive ne soit trop dégradée. Le patient doit être éduqué à un port progressif plus permanent de ses prothèses. L'état général et le degré de sénescence influent considérablement sur l'efficacité de l'appareillage pour un patient déterminé. Les indications de prescription d'une prothèse auditive sont fonction de la gêne et de la demande du patient et de son entourage. La prothèse peut être proposée dès que la perte moyenne pour les fréquences 500-

IMPLANTABLE HEARING AIDS

SUMMARY : Deafness affects 17% of the population. Over the years sophisticated hearing aids have been developed and recently implantable hearing devices became available to the hearing impaired patients. The main principle of these systems is that they drive directly the ossicular chain in the middle ear. Semi-implantable devices are composed of an internal part whose transducer vibrates the incus and of an external part containing the microphone, the speech processor and the battery. In fully implantable middle ear systems, all the components of the device are positioned under the skin. This implies that the batteries providing energy to the devices needs to be recharged transcutaneously. The audiological results are similar to those observed with conventional hearing aids. However, the implantable hearing aids provide substantial advantages such as comfort and aesthetic.

KEYWORDS : *Hearing aids - Deafness - Middle ear implant*

1000-2000Hz est supérieure à 35db ou, surtout, lorsqu'une altération de l'audiométrie vocale est constatée. L'audioprothésiste adapte le type de prothèse et son réglage au type de surdité et à l'âge de la personne. Remarquons que si les prothèses dites « invisibles » (intraconalaires) présentent des avantages esthétiques indéniables, elles peuvent être difficilement manipulables par la personne âgée à cause de la diminution d'adresse. En outre, chaque fois que cela est possible, un appareillage bilatéral ou stéréophonique sera proposé, ce qui permet de mieux restituer le monde sonore extérieur. La prise en charge du sujet déficient auditif appareillé par le médecin généraliste, l'O.R.L., l'audioprothésiste et particulièrement la famille est le garant de la réussite de l'adaptation prothétique et de l'intégration sociale de l'individu (1, 2).

LES PROTHÈSES D'OREILLE MOYENNE IMPLANTABLES

Malgré un appareillage bien adapté, les personnes souffrant de perte auditive neurosensorielle modérée à sévère sont souvent insatisfaites de leurs prothèses auditives classiques. Les causes les plus fréquentes de leur mécontentement sont :

- une déformation des sons ou une faible qualité sonore;
- un effet Larsen (sifflements provenant de l'appareil auditif);
- une mauvaise compréhension de la parole dans les environnements bruyants;
- une sensibilité aux bruits trop forts;

(1) Chargé de Cours, Chef de Service, Service ORL, CHU Sart Tilman, Liège

- une gêne causée par l'embout auriculaire (la partie placée dans le conduit auditif).

Ces inconvénients ont conduit au développement des prothèses auditives d'oreille moyenne implantables qui répondent à tout le moins en partie à ces critiques. Ces systèmes de transfert d'énergie à l'oreille sont caractérisés par un vibreur couplé à la chaîne ossiculaire. Plusieurs types du stimulateur existent.

LES SYSTÈMES PIÉZOÉLECTRIQUES

Développé à partir de 1980 par Suzuki et Yanaguhara (3, 4), l'implant utilise un vibreur piézoélectrique, en fait une céramique bimorphe. La prothèse est totalement implantable (5). Elle comprend un microphone placé sous la peau du conduit auditif avec un amplificateur et une batterie située dans une cavité de mastoïdectomie. La recharge des piles et la recharge de la batterie se fait par induction au moyen d'une bobine externe en regard du processeur interne. Cette prothèse totalement implantable est encore à l'étude au Japon. La mise en route de ces programmes de développement est basée sur les inconvénients de l'aide auditive par voie aérienne, à savoir l'occlusion du conduit auditif externe, l'effet Larsen, une qualité sonore qui n'est pas totalement naturelle. Le nombre de patients opérés est trop faible pour que l'on puisse parler de résultats. Les patients déclarent avoir une audition claire, naturelle, même dans une ambiance bruyante, sans interférence sonore.

LES SYSTÈMES ÉLECTROMAGNÉTIQUES

Un système électromagnétique permet de compenser certains défauts des appareils piézoélectriques, notamment le couplage avec la

tête de l'étrier ou avec la platine. Le vibreur implanté peut être rattaché aux osselets ou à la fenêtre ronde (6). Le transducteur est connecté à une bobine externe qui le stimule de manière transcutanée. La partie électromagnétique est directement au contact de la chaîne ossiculaire (7, 8) par une de ses extrémités comme dans le MET qui est solidarisé au corps de l'enclume ou le Soundbridge qui est accroché à la longue apophyse de l'enclume.

LE VIBRANT SOUNDBRIDGE

Le Vibrant Soundbridge ou Vibrant Medel™ (Medel GmbH, Innsbruck, Austria) est une prothèse auditive semi-implantable qui est composée de deux parties (6, 9). La partie externe comportant les batteries, le micro et le processeur, transforme le son en un signal qui est transféré à travers la peau à la partie interne du système, l'implant à proprement parler. Le démodulateur placé sous la peau transfère l'information au transducteur FMT du Vibrant Medel™ qui fait directement vibrer les osselets d'une manière équivalente à ce que ferait normalement le son (Fig. 1). Les vibrations mécaniques transmises à l'oreille moyenne sont toutefois amplifiées pour compenser la perte de sensibilité de l'oreille interne. Avec le Vibrant Medel™, le conduit auditif externe reste ouvert et libre contrairement aux aides auditives conventionnelles.

Les avantages du Vibrant Medel™ pour le patient sont les suivants :

- Conduit auditif externe libre : ce qui résout les problèmes liés à l'occlusion, à la transpiration dans le conduit et aux problèmes liés au cérumen;

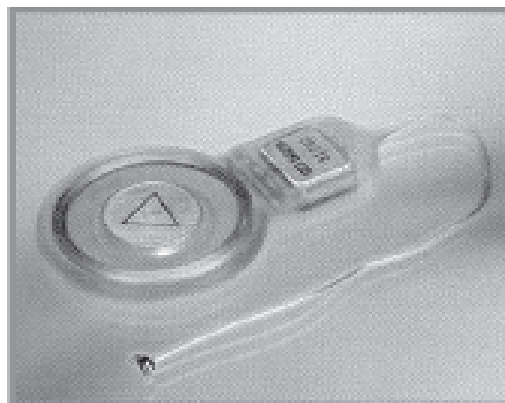
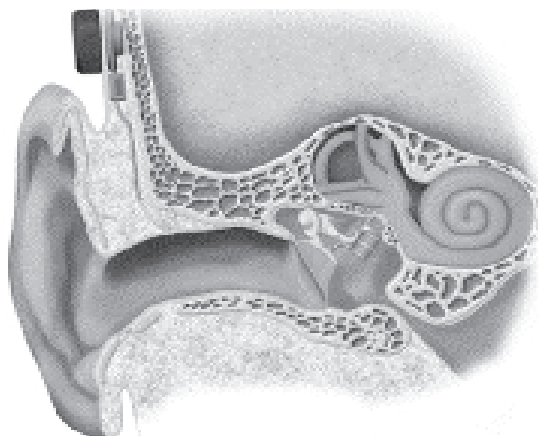


Figure 1 : Prothèse auditive semi-implantable de type Vibrant Soundbridge (Medel GmbH, Innsbruck, Austria). La partie interne implantée sous la peau au niveau de la mastoïde est composée d'un démodulateur qui reçoit les informations de la partie externe et les envoie au FMT (Floating Mass Transducer) qui est attaché sur la longue apophyse de l'enclume. La partie externe contient le microphone, le processeur vocal et les batteries. Elle tient en place sur la peau par un aimant.

- Qualité naturelle de la parole et des sons perçus;
- Meilleure restitution des sons aigus jusqu'à 8000 Hz (musique);
- Amélioration de la communication dans les environnements bruyants;
- Meilleure perception de sa propre voix;
- Amélioration du confort physique;
- Elimination quasi-totale de l'effet Larsen et des sifflements gênants;
- Meilleure esthétique quand la partie externe est dissimulé par les cheveux;
- Un des avantages très importants du Vibrant Medel™ est que l'audition du patient n'est pas affectée de manière significative par la chirurgie.

Alors que les gains auditifs sont comparables à ceux qui sont obtenus avec une prothèse auditive conventionnelle, les utilisateurs du Vibrant Medel™ font état d'une plus grande clarté et d'une qualité plus naturelle du son de leur propre voix en raison du canal auditif qui reste libre (10, 11). Certains patients implantés décrivent une meilleure communication avec les personnes qui leur sont familières et une perception nettement améliorée pour distinguer les paroles dans les ambiances sonores difficiles (en particulier dans le bruit). Beaucoup de patients ont avec leur implant Vibrant Medel™ plus de faci-

lité à percevoir et à distinguer les sons de faible intensité et de fréquence élevée, comme, par exemple, les voix d'enfants ou la musique. Enfin, l'implant d'oreille moyenne est particulièrement indiqué pour les patients souffrant de surdités en pente de ski, autrement dit, les patients qui présentent une difficulté d'appareillage dans le bruit et une perte auditive importante pour les fréquences aiguës, au-delà de 1.000 Hz. Ces déficits sont relativement difficiles à appareiller avec une aide auditive conventionnelle en raison de l'obstruction du conduit auditif qui perturbe la perception naturelle des sons graves par le patient. En outre, le transducteur implanté au niveau de la chaîne ossiculaire offre une possibilité d'amplification pour une gamme de fréquences beaucoup plus large dans les aigus jusqu'à 8 000 Hz sans les limitations liées à l'apparition d'un effet Larsen.

LA PROTHÈSE AUDITIVE TOTALEMENT IMPLANTABLE

L'appareil auditif entièrement implantable Carina™ (Otologics Inc., Boulder, Colorado, USA) se loge complètement sous la peau, sans élément dans le conduit auditif : il n'y a donc aucun signe visible que l'on porte un appareil auditif (Fig. 2). Ce nouvel appareil offre un grand confort au patient, et peut être utilisé pour toutes les activités et dans tous les environne-

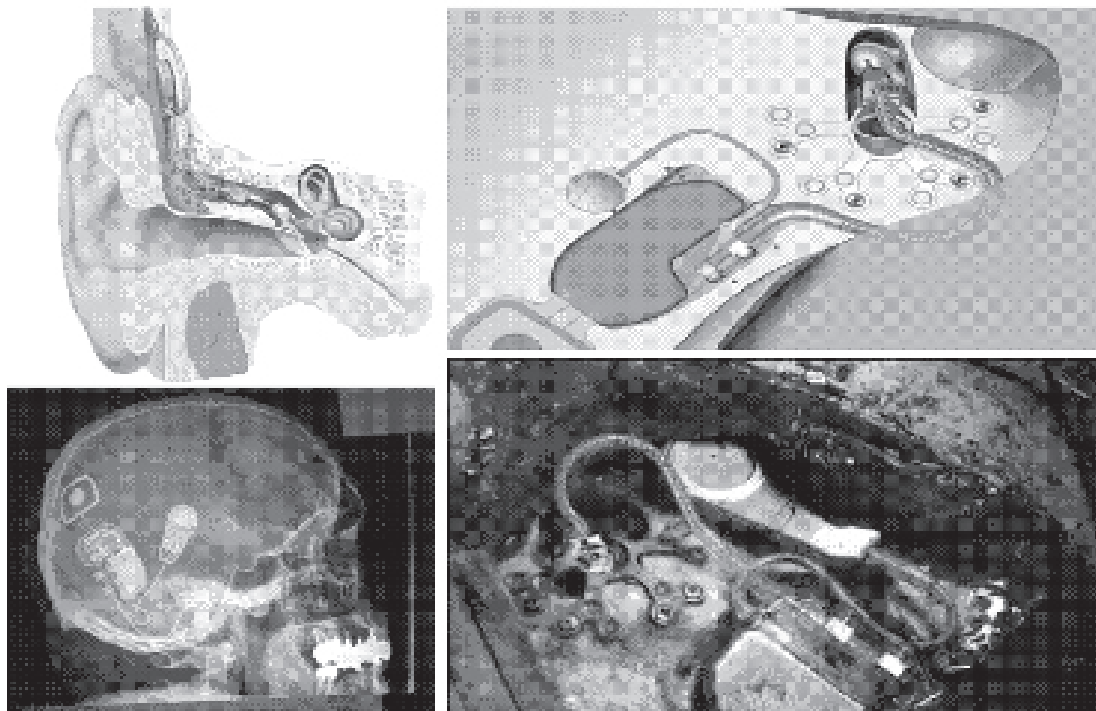


Figure 2 : Prothèse auditive totalement implantable Carina (Otologics Inc., Boulder, Colorado, USA). Le microphone, placé sous la peau collecte les informations auditives, les transmet au processeur vocal alimenté par des batteries rechargeables, qui les envoie au transducteur dont la pointe est soudée au corps de l'enclume. Tous les jours, les batteries sont rechargées pendant une heure à travers la peau par induction.

ments normaux. Il permet de prendre des douches, de nager, de pratiquer des sports encore incompatibles avec le port d'appareils auditifs traditionnels.

L'appareil auditif entièrement implantable Carina™ se compose de quatre éléments principaux : l'implant, le système de programmation, le chargeur et la télécommande.

L'IMPLANT

L'implant de l'appareil Carina™ se compose de trois parties : une capsule renfermant les éléments électroniques, un microphone et un transducteur pour oreille moyenne. Les sons sont captés par un microphone très sensible, amplifiés selon les besoins du porteur et transformés en signaux électriques qui sont transmis au transducteur par le câble. L'extrémité du transducteur Carina™ est montée dans l'anatomie de l'oreille moyenne (7). Le transducteur transforme les signaux électriques en mouvements mécaniques qui stimulent directement les osselets et permettent au porteur de percevoir les sons.

LE SYSTÈME DE PROGRAMMATION

Le Système de programmation Otologics se compose du logiciel de réglage et de diagnostic, d'une bobine de radiofréquence qui se place par-dessus le site d'implantation et s'aimante sur le côté de la tête du porteur, et de l'interface de programmation NOAHlink™ qui s'accroche autour du cou. Grâce au logiciel de réglage OtoFit™, l'interface NOAHlink reçoit les signaux de l'ordinateur par communication sans câble et envoie les signaux à l'implant via la bobine de radiofréquence. L'implant se programme de la même manière qu'un appareil auditif classique. En raison de l'inaccessibilité de l'implant, le système de programmation permet en outre des tests et diagnostics approfondis de l'appareil auditif entièrement implantable Carina.

LE CHARGEUR

Le système de chargeur se compose d'une base, d'une bobine et d'un corps de chargeur. Pour charger l'implant, le porteur retire le corps du chargeur de sa base et pose la bobine sur sa peau au-dessus du site de l'implant. Le corps du chargeur est muni d'une pince qui permet de l'accrocher à la ceinture pendant le chargement. En général, la recharge dure environ une heure et doit être effectuée tous les jours. Pendant que l'implant se recharge, le porteur peut continuer ses activités habituelles, allumer et éteindre l'implant et régler le volume.

LA TÉLÉCOMMANDE

L'appareil auditif entièrement implantable Carina™ peut être commandé à distance lorsque l'appareil n'est pas en charge. La télécommande permet d'activer et de désactiver l'appareil et de régler le volume. Il suffit au patient pour cela de poser la télécommande sur sa peau, à l'emplacement de l'implant.

Comme le Vibrant Medel™, l'appareil auditif entièrement implantable Carina™ ne comporte pas d'éléments insérés directement dans le conduit auditif : le conduit est complètement dégagé. L'appareil auditif entièrement implantable Carina™ contourne l'oreille externe et le tympan et stimule directement les osselets. Cette méthode permet d'obtenir une transmission plus naturelle et plus directe du son à la cochlée. L'appareil auditif entièrement implantable Carina™ établit un contact direct avec l'enclume dans l'oreille moyenne. L'oreille reçoit ainsi le son amplifié d'une façon plus naturelle, plus claire et avec moins de déformations. Sur le plan audiolgique, les mesures donnent des amplifications tout à fait comparables à celles qui sont observées pour des prothèses auditives conventionnelles. En ce qui concerne l'utilisation de l'implant, le niveau de satisfaction rapporté par les patients est très élevé.

CONCLUSION

La prothèse auditive implantable est indiquée quand la réhabilitation audioprothétique par des aides auditives n'est pas possible ou satisfaisante pour des raisons pathologiques (eczéma), anatomiques (malformation de l'oreille interne) ou fonctionnelles (diminution d'intelligibilité, effet Larsen). En d'autres termes, là où les limites des aides auditives commencent, et notamment en matière d'occlusion. La position de l'aide auditive dans le conduit peut entraîner résonances, distorsion auditive, autophonie, Larsen. L'implant d'oreille moyenne, en laissant le conduit auditif externe dégagé, supprime ces phénomènes et permet en outre une audition sans obstacle par voie naturelle sur les fréquences conservées. Au nombre des autres avantages à mettre au crédit de ce type de solution audioprothétique : le confort. L'audioprocésseur externe étant placé sur le cuir chevelu, au niveau de la mastoïde, il supprime la sensation de port d'appareillage et tout problème d'intolérance. Enfin, et ceci est particulièrement vrai pour la prothèse auditive totalement implantable, le bénéfice esthétique pour le patient est indéniable en raison de la disparition de la prothèse au niveau de l'oreille.

BIBLIOGRAPHIE

1. Kim HH, Barrs DM.— Hearing aids : a review of what's new. *Otolaryngol.Head Neck Surg.* 2006, **134**, 1043-1050.
2. Cook JA, Hawkins DB.— Hearing loss and hearing aid treatment options. *Mayo Clin.Proc.* 2006, **81**, 234-237.
3. Suzuki J, Kodera K, Yanagihara N.— Middle ear implant for humans. *Acta Otolaryngol.* 1985, **99**, 313-317.
4. Suzuki J, Kodera K, Nagai K et al.— Long-term clinical results of the partially implantable piezoelectric middle ear implant. *Ear Nose Throat J.* 1994, **73**, 104-107.
5. Zenner HP, Limberger A, Baumann JW et al.— Phase III results with a totally implantable piezoelectric middle ear implant: speech audiometry, spatial hearing and psychosocial adjustment. *Acta Otolaryngol.* 2004, **124**, 155-164.
6. Fisch U, Cremers CW, Lenarz T et al.— Clinical experience with the Vibrant Soundbridge implant device. *Otol Neurotol.* 2001, **22**, 962-972.
7. Kasic JF, Fredrickson JM.— The Otologics MET ossicular stimulator. *Otolaryngol Clin North Am.* 2001, **34**, 501-513.
8. Jenkins HA, Niparko JK, Slattery WH et al.— Otologics Middle Ear Transducer Ossicular Stimulator : performance results with varying degrees of sensorineural hearing loss. *Acta Otolaryngol.* 2004, **124**, 391-394.
9. Schmuziger N, Schimmann F, Wengen D, et al.— Long-term assessment after implantation of the Vibrant Soundbridge device. *Otol Neurotol.* 2006, **27**, 183-188.
10. Todt I, Seidl RO, Ernst A— Hearing benefit of patients after Vibrant Soundbridge implantation. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec.* 2005, **67**, 203-206.
11. Vincent C, Fraysse B, Lavieille JP et al.— A longitudinal study on postoperative hearing thresholds with the Vibrant Soundbridge device. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2004, **261**, 493-496.

Les demandes de tirés à part sont à adresser au Prof. P. Lefebvre, Service ORL, CHU Sart Tilman, 4000 Liège, Belgique
email : pp.lefebvre@ulg.ac.be