

# LE MONDE DE L'OTOLOGIE

## Une vision translationnelle de l'audition et de l'équilibre

Rédaction en chef : Pr Alexis Bozorg Grayeli, Service ORL, CHU Dijon  
et laboratoire ImVia, Université Bourgogne Franche-Comté

N° 13 - Juin 2022

### Les progrès de la chirurgie de l'otite moyenne chronique

#### ÉDITO

L'otite moyenne chronique a un impact significatif sur la qualité de vie. Cet impact ne concerne pas seulement la perte auditive mais également d'autres aspects de la maladie comme les douleurs, les vertiges, les complications infectieuses, la nécessité de suivi, des chirurgies et des soins à répétition [1]. L'impact est particulièrement important chez les patients avec un cholestéatome et ceux avec une cavité de mastoïdectomie radicale.

Ces dernières années, la chirurgie de l'oreille moyenne a non seulement bénéficié des progrès des techniques chirurgicales et des biomatériaux mais également d'une imagerie plus performante.

Le comblement des cavités de mastoïdectomie radicale par un substitut osseux avec reconstruction du conduit auditif a réellement changé l'approche des otites moyennes chroniques. Il s'agit d'une des avancées les plus importantes dans ce domaine. Cette technique permet une chirurgie d'emblée plus radicale dans les cholestéatomes étendus. Le comblement mastoïdien autorise également l'amélioration de la qualité de vie des patients avec une cavité de mastoïdectomie radicale ancienne en réduisant la nécessité des soins, en levant les restrictions de baignades et en rendant possible un appareillage conventionnel grâce à un conduit bien épithélialisé [2]. De plus, la restauration de l'anatomie de l'oreille moyenne favorise probablement la préservation de la fonction de l'oreille interne au long cours en réduisant les épisodes infectieux.

Réduire la composante transmissionnelle de la surdité par une ossiculoplastie permet de faciliter un appareillage conventionnel et, dans certains cas, de normaliser l'audition. Des prothèses ossiculaires plus légères et plus maniables, adaptables à toutes les situations, autorisent des reconstructions ossiculaires plus

faciles et reproductibles même entre les mains des chirurgiens moins expérimentés. Ce domaine a également bénéficié des progrès des biomatériaux et de l'imagerie. Une large gamme de prothèses ossiculaires et de techniques ayant fait leurs preuves de sécurité et de reproductibilité est à notre disposition et un travail de synthèse est consacré à ce sujet dans ce numéro.

Les pansements otologiques, également constitués de biomatériaux, ont fait l'objet de recherches intenses. Les progrès dans ce domaine nous offrent une meilleure qualité de cicatrisation et de reconstruction de l'oreille moyenne. Les pansements de nouvelle génération accélèrent la cicatrisation et réduisent les phénomènes inflammatoires. Leur caractère résorbable simplifie les soins postopératoires. Ces aspects sont également abordés dans un travail de mise au point dans ce numéro.

Les progrès de l'imagerie combinant scanner et IRM avec séquences de diffusion permettent une chirurgie du cholestéatome en un temps, sans révision systématique [3]. Les patients bénéficient d'une reconstruction ossiculaire lors de ce temps unique et n'attendent pas la révision avec une surdité de transmission. Ce protocole de surveillance contribue également à une amélioration de la qualité de vie en réduisant le nombre de chirurgies mais également à une diminution du coût de la prise en charge [3].

Dans l'otite moyenne chronique, les scénarios sont multiples. Les auteurs se sont efforcés d'expliquer leurs techniques de prédilection mais aussi les alternatives pour offrir un éventail de solutions adaptables à chaque cas.

Alexis Bozorg Grayeli, chef de service d'ORL, CHU de Dijon

#### Références

1. Bächinger D, Großmann W, Mlynski R, Weiss NM. Characteristics of Health-Related Quality of Life in Different Types of Chronic Middle Ear Disease. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2021;278:3795-3800
2. Weiss NM, Bächinger D, Botzen J, Großmann W, Mlynski R. Mastoid Cavity Obliteration Leads to a Clinically Significant Improvement in Health-Related Quality of Life. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2020;277:1637-1643
3. Choi DL, Gupta MK, Rebello R, Archibald JD. Cost-Comparison Analysis of Diffusion Weighted Magnetic Resonance Imaging (DWMRI) Versus Second Look Surgery for the Detection of Residual and Recurrent Cholesteatoma. *J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2019;48:58

## AVIS DE L'EXPERT

## ► Le comblement mastoïdien et épitympanique en chirurgie otologique chez l'adulte : de l'indication à la technique chirurgicale

Dr Lauranne Alciato, Dr Daniele Bernardeschi et Pr Olivier Sterkers | APHP, Département d'otologie, d'implants auditifs et de base du crâne, Groupe hospitalo-universitaire Pitié-Salpêtrière, Paris, France | Contact: daniele.bernardeschi@aphp.fr

### Introduction

Le comblement mastoïdien et épitympanique est une technique chirurgicale largement répandue dans la chirurgie du cholestéatome et ses séquelles. Historiquement, son indication la plus courante est la réhabilitation de cavités d'évidement. Au cours des dernières décennies, le comblement a également été proposé dans la chirurgie du cholestéatome en technique ouverte ou fermée. Plus récemment, de nouvelles indications ont vu le jour en chirurgie otologique, notamment en cas d'implantation cochléaire ou de réparation de brèche du tegmen par voie trans-mastoïdienne. Divers matériaux peuvent être utilisés, biologiques ou synthétiques.

### Principes de la chirurgie du cholestéatome acquis primaire

Le cholestéatome est défini par la présence et l'accumulation d'épithélium cutané au sein des cavités de l'oreille moyenne. L'exérèse chirurgicale est le seul traite-

ment curatif, dont les principaux objectifs sont de retirer l'intégralité de la maladie, de stabiliser l'oreille (obtenir une oreille propre et sèche) et de restaurer l'audition.

Le choix de la technique chirurgicale dépend de la localisation et de l'extension du cholestéatome, des considérations anatomiques locales (pneumatisation de la mastoïde, procidence du sinus sigmoïde ou de la dure-mère de la fosse cérébrale moyenne) ainsi que de l'habitude et de l'expérience du chirurgien [Figure n° 1]. Pour un cholestéatome limité, épitympanique ou mésotympanique, une atticotomie transcanalaire peut être proposée, avec ossiculoplastie si nécessaire (lyse ossiculaire, localisation médiale du cholestéatome par rapport à la chaîne nécessitant le retrait des osselets) [1]. Pour un cholestéatome étendu à la mastoïde, deux techniques font aujourd'hui référence, avec des modifications variées possibles au sein de chaque technique : la tympano-mastoïdectomie en technique fermée (avec conservation du mur du facial) et la tympano-mastoïdectomie en technique ouverte (avec abaissement du mur du facial).

La technique ouverte présente le désavantage d'exposer le patient à des symptômes tels qu'une otorrhée (souvent résistante aux traitements locaux habituels), une accumulation de débris au sein de la cavité (nécessitant des soins locaux fréquents), des vertiges (par stimulation thermique du canal semi-circulaire latéral) et des difficultés d'appareillage. Afin de limiter ces effets indésirables, le comblement de la cavité avec reconstruction du mur du facial, effectué dans le même temps que l'ablation du cholestéatome ou lors d'une reprise de cavité d'évidement, décrit depuis plus d'un siècle, a trouvé sa place dans les techniques ouvertes [2]. Le comblement, au cours d'une chirurgie primaire en technique ouverte ou d'une réhabilitation de cavité d'évidement, a par ailleurs montré une amélioration significative de la qualité de vie des patients [3].

Plus récemment, le comblement des techniques fermées a été proposé afin de stabiliser la reconstruction atticale et de limiter le risque de survenue d'une nouvelle rétraction. Le comblement, en réduisant la surface muqueuse disponible pour les échanges gazeux, améliorerait l'équilibre pressionnel des oreilles présentant un défaut de pneumatisation et une dysfonction tubaire [4]. L'obtention d'une bonne aération de l'oreille moyenne minimiserait ainsi le risque de récurrence. De plus, l'utilisation d'un matériau étranger créerait des conditions défavorables à la croissance d'un éventuel cholestéatome résiduel. Une récente méta-analyse retrouvait un taux de récurrence et résiduel respectivement de 0,3 % et 4,2 % en technique fermée et de 5,9 % et 5,8 % en technique ouverte, montrant un bon pronostic lésionnel en cas de comblement mastoïdien et épitympanique en technique fermée, et de plus, l'absence de supériorité d'une technique ouverte [5].

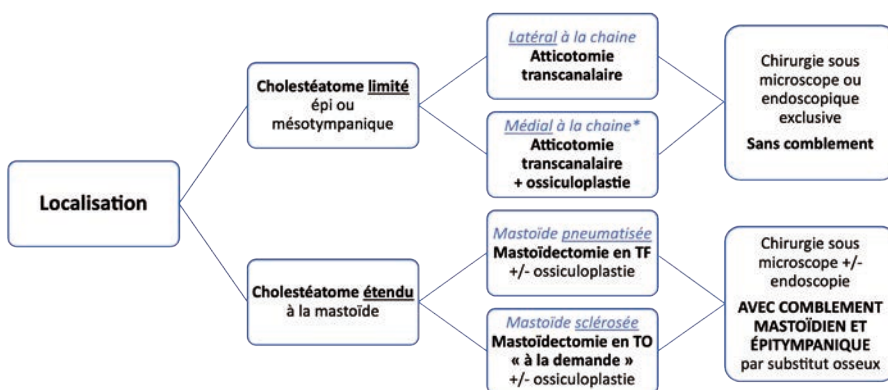


Figure n° 1 | Prise en charge chirurgicale en fonction de la localisation du cholestéatome et des considérations anatomiques locales. Organigramme présenté à la table ronde « Obliteration of the Mastoid » au Congrès Mondial d'ORL, IFOS 2017 – Paris.

\* ou si chaîne ossiculaire discontinue. TF : technique fermée ; TO : technique ouverte

## Les matériaux de comblement

Le comblement peut être réalisé avec des matériaux variés, de deux types :

- **Biologiques (greffes autologues, allogreffes ou xéno greffes) :** lambeau musculaire, graisse, cartilage, os ou Bone Pâté ;
- **Synthétiques ou biocompatibles :** titane, silicone ou substituts osseux tels que les granules d'hydroxyapatite, le ciment d'hydroxyapatite, les granules de céramique biphasée et les verres bioactifs.

Bien que les matériaux biologiques puissent apparaître comme la meilleure option en termes de coût et de tolérance, ils présentent le désavantage d'être sujets à la résorption, à l'atrophie ou à la fibrose, conduisant à une réduction progressive du volume de comblement. Par ailleurs, ils peuvent être difficiles à modeler, ne pas toujours être présents en quantité suffisante après chirurgies multiples ou responsables de complications sur le site de prélèvement. Pour compenser ces limites, les matériaux synthétiques ont été développés et ont largement prouvé leur efficacité et sûreté [2]. Ils sembleraient, de plus, être associés à un taux de récurrence plus faible que les matériaux autologues, probablement lié à l'absence de résorption conduisant à une meilleure stabilité dans le temps [5].

Le verre bioactif S53P4 (Bonalive® granules, Bonalive Biomaterials Ltd., Turku, Finlande) est le plus récent des matériaux synthétiques utilisés dans le comblement mastoïdien, pour la première fois en 2010 [3,6]. Il apparaît fiable dans cette indication, avec un faible risque d'extrusion, de résorption ou d'infection [2]. Il s'agit d'un substitut osseux à base de silice composé d'un mélange d'oxydes (53 % de SiO<sub>2</sub>, 23 % de Na<sub>2</sub>O, 20 % de CaO et 4 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Il est connu pour avoir des propriétés antibactériennes et anti-biofilms de par sa composition [7] : au cours de son implantation, des ions de silice, sodium, calcium et phosphate sont libérés à sa surface, provoquant une augmentation du pH et de l'osmolarité dans les tissus environnants, la morphologie des bactéries est alors modifiée, notamment au niveau de leur membrane cellulaire, et

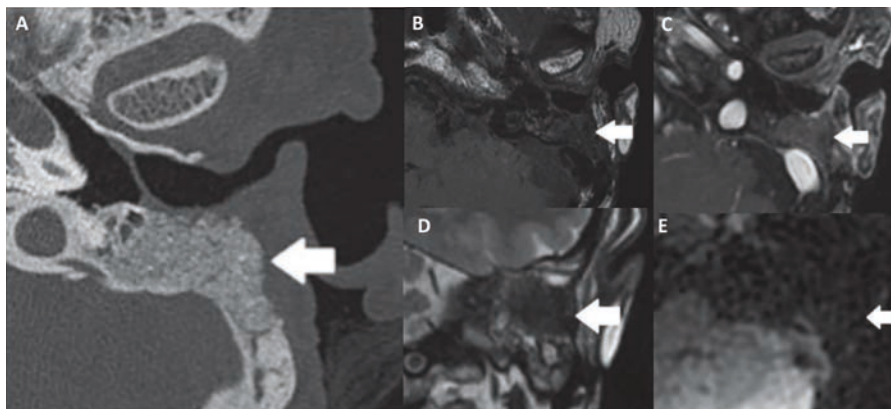
leur croissance inhibée. Ses propriétés antibactériennes ont été prouvées sur de nombreuses bactéries aérobies, anaérobies et multirésistantes et, à ce jour, aucun mécanisme de résistance n'a été décrit. Il s'est également montré efficace in vitro pour éradiquer le *Staphylococcus aureus* et le *Pseudomonas aeruginosa* dans des biofilms. Les biofilms bactériens étant présents dans le cholestéatome et incriminés dans la chronicisation des infections par échec d'action des antibiotiques en leur sein, l'utilisation du verre bioactif S53P4 pour le comblement après exérèse chirurgicale complète de la maladie pourrait être efficace pour empêcher la formation de biofilm bactérien et limiter le risque d'infection. Le verre bioactif S53P4 possède, de plus, des propriétés d'ostéo-intégration et d'ostéo-stimulation, grâce à la formation d'une couche hydroxyapatite naturelle à sa surface, et se résorbe lentement et progressivement après formation du nouvel os. Cette ostéo-intégration a cependant été montrée comme étant partielle même après de nombreuses années, notamment dans les cavités mastoïdiennes ou sinusiennes, offrant la possibilité de retirer le matériau en cas de reprise chirurgicale. Par ailleurs, l'aspect radiologique du verre bioactif S53P4 est différent de celui d'un cholestéatome et reste stable dans le temps [Figure n° 2], permettant une détection facile des récurrences ou des complications [8]. Enfin, la stabilité du volume du comblement en fait un substitut osseux idéal, comparé à d'autres biomatériaux.

## Applications cliniques et techniques chirurgicales

### Comblement et chirurgie du cholestéatome et/ou ses séquelles

Nous proposons de décrire ici les étapes des chirurgies de comblement pour cholestéatome et/ou ses séquelles, réalisées par l'équipe de l'Hôpital de la Pitié-Salpêtrière [3,6,9]. Il s'agit soit d'une tympano-mastoïdectomie en technique fermée ou ouverte « à la demande » soit d'une réhabilitation de cavité d'évidement, avec comblement mastoïdien et épitympanique par des granules de verre bioactif S53P4, plus ou moins associée à une ossiculoplastie en un temps. Dans certains cas, il peut être nécessaire d'exclure l'oreille, notamment si l'audition n'est plus fonctionnelle en pré-opératoire, en réalisant une pétrectomie subtotale avec exclusion de l'oreille moyenne.

Nous utilisons le verre bioactif S53P4 dans le service depuis 2013, avec de très bons résultats anatomiques et fonctionnels [3,6]. En termes d'antibioprophylaxie, les patients reçoivent une dose intraveineuse d'Amoxicilline + acide clavulanique (2000 mg), ou de Clindamycine (600 mg) en cas d'allergie aux β-lactamines, pendant l'intervention. En postopératoire, un traitement oral par Amoxicilline + acide clavulanique (1000 mg, 3 fois par jour) ou Clindamycine (600 mg, 3 fois par jour) est poursuivi jusqu'à la première consultation postopératoire (en général sept jours après l'opération). Des gouttes



**Figure n° 2** | Aspect radiologique à un an d'une chirurgie de comblement par granules de verre bioactif S53P4 (oreille gauche). Le scanner du rocher (A, coupe axiale) montre un comblement homogène par les granules (flèche), moins hyperdense que l'os environnant. L'imagerie par résonance magnétique en séquence T1 non injectée (B, coupe axiale) montre le comblement en iso-signal T1 spontané, qui se rehausse de manière modérée et homogène sur la séquence T1 injectée (C, coupe axiale). Le comblement est en hypo-signal T2 (D, coupe sagittale) et en hypo-signal diffusion sur les séquences de diffusion « Non Echo Planar Imaging » (E, coupe axial).

auriculaires d'Ofloxacin (une dose matin et soir) sont administrées pendant un mois. Ces gouttes servent notamment à humidifier le pansement biorésorbable mis en place dans le conduit auditif externe (CAE) à base d'acide hyaluronique estérifié (MeroGel®, Medtronic, Jacksonville, FL, États-Unis) afin de faciliter sa résorption et son retrait à un mois postopératoire.

### Tympano-mastoïdectomie en technique fermée ou ouverte « à la demande »

#### Installation et voie d'abord

L'intervention est réalisée sous anesthésie générale avec monitoring systématique et permanent du nerf facial (NIM® 3.0, Medtronic, Jacksonville, FL, États-Unis). Le patient est installé en décubitus dorsal, la tête tournée du côté opposé à l'oreille opérée.

Une voie postérieure avec incision cutanée rétro-auriculaire et lambeau musculo-périosté en C est réalisée. Des tissus fibreux (fascia temporalis, péricrâne, tissu cicatriciel rétro-auriculaire) ainsi que du cartilage et du périchondre auriculaire (fossette naviculaire ou conque) sont prélevés. Les morceaux de cartilage sont affinés à l'aide d'un coupe-cartilage (Kurz®, Heinz Kurz GmbH Medizintechnik, Dusslingen, Allemagne). L'incision du CAE dépend de la localisation du cholestéatome : supérieure (de 9 heures à 3 heures en passant par midi pour une oreille droite) en cas de cholestéatome épitympanique et supéro-postéro-inférieure à pédicule antérieure (de 4 heures à 2 heures en passant par midi pour une oreille droite) en cas de cholestéatome mésotympanique.

#### Dissection du cholestéatome

Après décollage du lambeau tympano-méatal et ouverture de la caisse, le tympan est décollé du malleus. La continuité de la chaîne ossiculaire est vérifiée et l'incus et le malleus sont retirés si la chaîne est discontinue et/ou s'il existe une extension médiale du cholestéatome par rapport à la chaîne. Après isolement du sac du cholestéatome du lambeau tympano-méatal, le temps osseux est réalisé afin de rechercher les limites du cholestéatome. On débute par une atticotomie transcanalaire pour vérifier l'extension vers l'attique antérieure. S'il existe une extension antro-mastoïdienne, le geste

est complété par une mastoïdectomie en technique fermée [Figure n° 3] ou ouverte [Figure n° 4]. La technique ouverte est privilégiée si la mastoïde est petite (procidence méningée ou sinusienne) et peu pneumatisée. Elle est réalisée « à la demande » en vue du comblement, c'est-

à-dire que l'abaissement du mur du facial est limité au contrôle du cholestéatome. Il n'est pas nécessaire (voire contre-productif en vue de la reconstruction ultérieure) d'aller jusqu'au canal du facial comme décrit dans la technique ouverte classique [Figure n° 4A]. En cas d'envahissement du

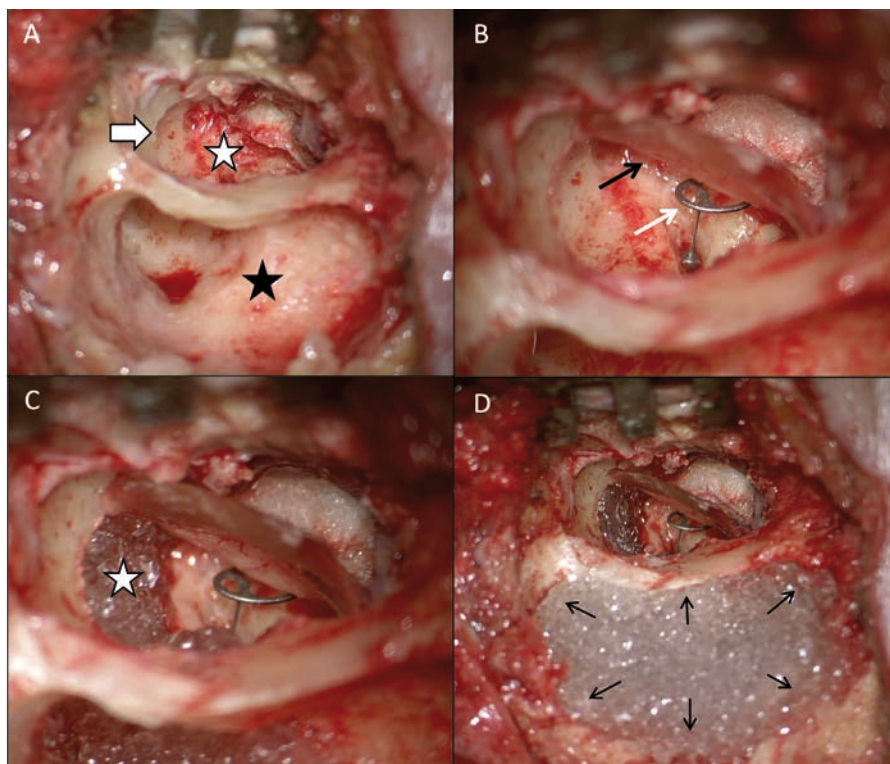


Figure n° 3 | Mastoïdectomie en technique fermée et tympanoplastie de type III avec comblement mastoïdien et épitympanique par granules de verre bioactif S53P4 (oreille droite). A : Vue après exérèse de l'intégralité des lésions (cholestéatome et/ou muqueuse inflammatoire) dans l'oreille moyenne (étoile blanche) et la mastoïde (étoile noire) et large fraisage des cavités avec atticotomie transcanalaire pour contrôle de l'épitympanum (flèche blanche). Tous les osselets ont été retirés. B : Reconstruction de l'oreille moyenne. Une greffe de tympan est réalisée avec un cartilage affiné et un fascia temporalis (flèche noire), et une TORP est mise en place (flèche blanche). C : Comblement par verre bioactif S53P4. L'ensemble des espaces para-tympaniques, incluant l'épitympanum antérieur et le récessus supra-tubaire (étoile blanche) sont comblés par des granules de S53P4 humidifiés, en prenant soin d'éviter tout contact entre les granules et la prothèse. D : Le comblement est poursuivi dans la mastoïde jusqu'au niveau de son cortex (flèches noires).

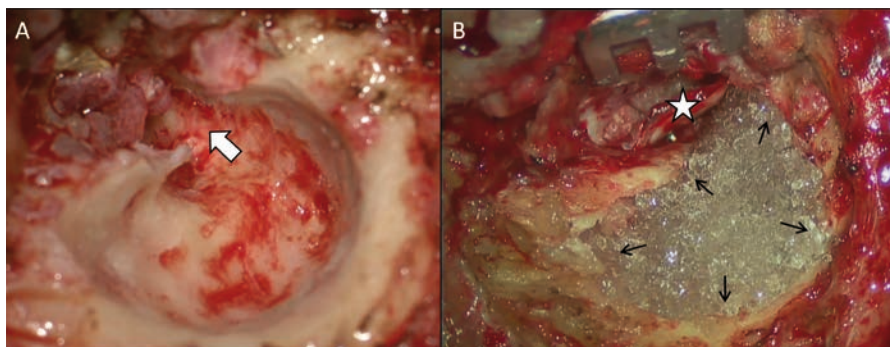


Figure n° 4 | Mastoïdectomie en technique ouverte « à la demande » avec comblement mastoïdien et épitympanique par granules de verre bioactif S53P4 (oreille gauche). A : Vue après exérèse de l'intégralité des lésions dans l'oreille moyenne et la mastoïde et large fraisage des cavités avec abaissement de la partie postérieure du conduit auditif externe (flèche blanche). B : Comblement épitympanique et mastoïdien jusqu'au niveau de la corticale de la mastoïde par du verre bioactif S53P4 (flèches noires). Du cartilage recouvre les granules dans le conduit auditif externe, pour éviter tout contact avec la peau (étoile blanche).

rétrotympanum ou de l'hypotympanum et/ou pour contrôler l'ossiculoplastie, une tympanotomie postérieure est réalisée. La tympanotomie postérieure est réalisable même en cas de technique ouverte « à la demande » car le mur du facial est laissé suffisamment haut pour pouvoir réaliser ce geste. Une fois les limites du cholestéatome repérées, sa dissection commence à sa partie postérieure, en avançant d'arrière en avant (en allant de la mastoïde vers la caisse, si une mastoïdectomie est réalisée). Les lésions muqueuses inflammatoires sont également retirées et les cavités sont largement fraisées jusqu'à atteindre de l'os sain (exérèse macroscopique de tout tissu inflammatoire) [Figure n° 3A].

#### Reconstruction et comblement

La reconstruction commence par l'oreille moyenne, avec reconstruction de la membrane tympanique et renforcement attical par greffe de cartilage affiné et de fascia temporalis. Une ossiculoplastie avec prothèse en titane (Kurz®, Heinz Kurz GmbH Medizintechnik, Dusslingen, Allemagne) est réalisée si nécessaire [Figure n° 3B]. Ensuite, les espaces para-tympaniques au-dessus de la deuxième portion du nerf facial, incluant l'épitympanum antérieur et le récessus supra-tubaire [Figure n° 3C], ainsi que la mastoïde jusqu'au niveau de sa corticale [Figures n° 3D, 4B et 5], sont comblés en utilisant des granules (0,5-0,8 mm de diamètre) de verre bioactif S53P4 préalablement humidifiés avec du sérum salé isotonique. Dans la technique ouverte « à la demande », les granules au contact de la peau du conduit sont précautionneusement recouverts par du cartilage et des tissus fibreux [Figure n° 4B et 5].

#### Cas des réhabilitations de cavité d'évidement

En cas de comblement pour une réhabilitation de cavité d'évidement, plusieurs points sont essentiels afin de réussir cette chirurgie qui représente les cas de comblement les plus difficiles. Il est nécessaire d'évaluer l'ampleur de la reconstruction à réaliser (taille de la méatoplastie, hauteur du mur du facial) et de repérer et récupérer le matériel à disposition (cartilage, fascia temporalis, tissu fibreux rétro-auriculaire, péricrâne) pour la reconstruction du CAE. La voie d'abord est ensuite similaire. Un lambeau musculo-périosté en C est réalisé

si possible, en vue de le rabattre vers l'avant pour renforcer la reconstruction du CAE si la taille de la méatoplastie est importante et/ou si l'on ne dispose pas d'assez de matériel pour recouvrir les granules dans le CAE. Toute la peau en arrière de la troisième portion du nerf facial, au niveau de la mastoïde et de l'attique, est retirée. La cavité est ensuite élargie jusqu'à retrouver de l'os sain. Enfin, la reconstruction commence par l'oreille moyenne comme précédemment décrit, puis le comblement mastoïdien et épitympanique est réalisé. Les granules dans le CAE sont recouverts par du cartilage ou autre matériel jusqu'au niveau de la corticale.

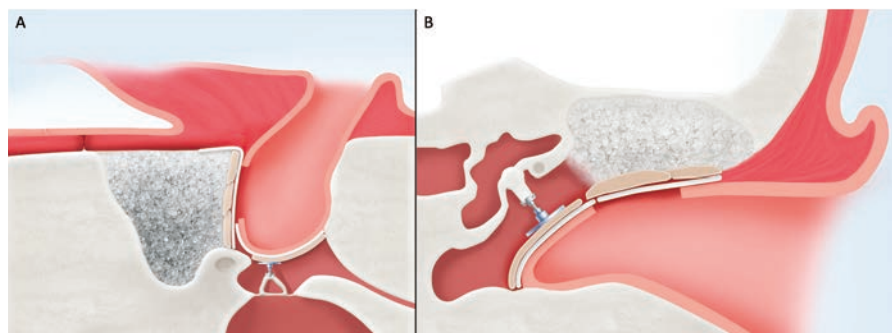
#### Cas des exclusions d'oreille moyenne

L'installation et la voie d'abord sont similaires à celles précédemment décrites. Après réalisation du lambeau musculo-périosté en C, le CAE est sectionné en arrière à la jonction entre cartilage et os tympanique. L'incision antérieure passe au travers de la peau et du cartilage tragal, afin d'avoir une vue circumférentielle sur le CAE. La partie latérale de la peau du mur antérieur du CAE est séparée du tragus puis suturée à la peau du mur postérieur du CAE, sans éverser les berges cutanées, avec un fil résorbable 4/0 (Monocryl). Le lambeau musculo-périosté est ensuite suturé avec un fil résorbable 3/0 (Vicryl) au cartilage tragal. S'il n'existe pas de lambeau musculo-périosté, un lambeau de muscle temporal peut être utilisé pour cette étape. Ensuite, la peau du CAE est retirée en totalité ainsi que le tympan, le marteau et l'enclume s'ils sont présents. Une mastoïdectomie en technique ouverte large avec abaissement du mur du facial, fraissage de toutes les cellules mastoïdiennes, incluant celles

de la pointe, du processus zgomatique, rétro-sinusiennes, infra-labyrinthiques et hypotympaniques, est réalisée. Le fraissage s'arrête lorsqu'on atteint de l'os sain et que toute la muqueuse est retirée. En cas de reprise de mastoïdectomie en technique ouverte, toute la peau de la cavité doit être retirée et la cavité est à nouveau fraisée pour atteindre l'os sain. La muqueuse hyperplasique de caisse est retirée et la trompe d'Eustache est fermée avec des morceaux de muscle et de tissu fibreux. En fin de procédure, la cavité et l'oreille moyenne sont comblées, soit avec de la graisse soit, comme nous le faisons plus récemment dans le service, avec du verre bioactif S53P4. Son utilisation pour ce type de comblement offre l'avantage d'éviter un prélèvement de graisse (source possible de complications telles qu'un hématome ou une infection du site de prélèvement), de réduire le temps opératoire ainsi que la durée d'hospitalisation (du fait de l'absence du drain abdominal), rentabilisant largement le coût du matériel.

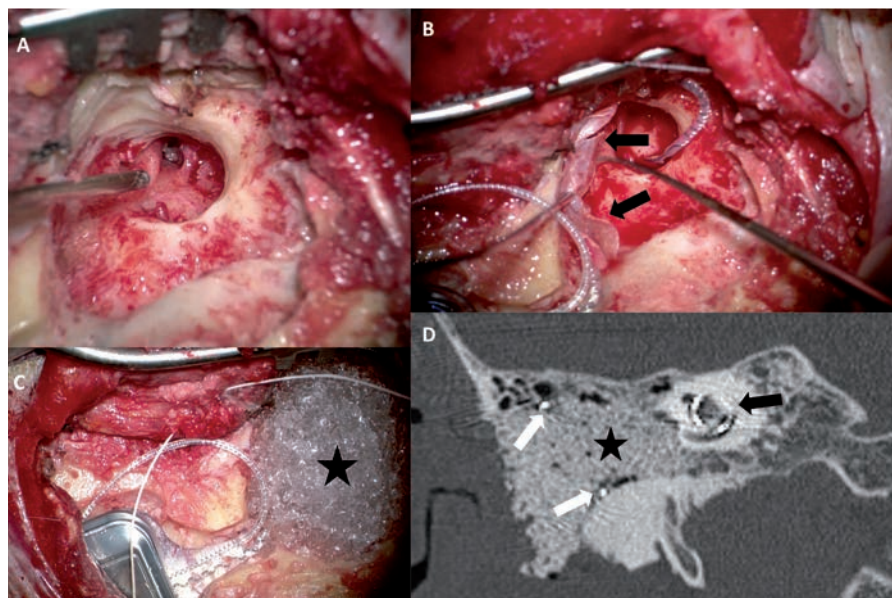
#### Comblement et implantation cochléaire

La chirurgie de l'implant cochléaire pour la réhabilitation des surdités neurosensorielles sévères à profondes est une technique bien codifiée depuis des années. Il s'agit d'une mastoïdectomie avec tympanotomie postérieure permettant d'accéder à l'oreille moyenne et d'insérer le dispositif à travers la membrane de la fenêtre ronde ou une cochléostomie. Néanmoins, certaines circonstances peuvent rendre cette approche plus difficile pour l'insertion de l'implant (ossification cochléaire, fracture du rocher impliquant la cochlée avec fuite de périlymphe, malformation d'oreille interne avec risque d'oreille « geyser ») ou même la contre-indiquer, telle que l'otite



**Figure n° 5** | Vue schématique du comblement mastoïdien et épitympanique après mastoïdectomie en technique ouverte « à la demande ». A : Coupe axiale. B : Coupe coronale. Le comblement mastoïdien est réalisé jusqu'au niveau de la corticale. La reconstruction du conduit auditif externe au-dessus du canal facial par du cartilage et de l'aponévrose permet de maintenir le comblement et d'éviter tout contact avec la peau. Le comblement épitympanique est à distance de l'ossiculoplastie.

chronique avec ou sans cholestéatome, qui était anciennement une contre-indication à l'implantation cochléaire en un temps du fait du risque de méningite, d'infection de l'implant ou d'extrusion. Ces situations conduisent aujourd'hui une modification de la technique chirurgicale habituelle, y associant une pétrectomie subtotale avec exclusion de l'oreille moyenne (cf. *technique décrite au-dessus*) [10]. Une fois la pétrectomie subtotale réalisée [Figure n° 6A], le lit pour accueillir l'implant est fraisé (cette étape peut ne pas être indispensable selon le type d'implant) et le boîtier est ensuite mis en place dans sa loge. Le porte-électrode est inséré dans la cochlée et l'oreille moyenne ainsi que la cavité sont comblées avec les granules de verre bioactif S53P4 [Figure n° 6C]. Avant de mettre en place les granules, des morceaux de tissus fibreux (fascia temporalis, pérïcraâne...) sont appliqués sur la partie extra-cochléaire du porte-électrode afin de le coller contre les parois osseuses du rocher [Figure n° 6B], pour que celui-ci reste en périphérie du comblement [Figure n° 6D], facilitant le retrait en cas de reprise chirurgicale.



**Figure n° 6** | Pétrectomie subtotale avec exclusion d'oreille moyenne et comblement par granules de verre bioactif S53P4 au cours d'une implantation cochléaire (oreille droite). A : Vue après pétrectomie subtotale. B : Mise en place de tissus fibreux pour couvrir le porte-électrode dans la cavité et le maintenir contre les parois osseuses (flèches noires). C : Comblement de la cavité et de l'oreille moyenne avec des granules de verre bioactif S53P4, jusqu'à la corticale mastoïdienne (étoile noire). D : Vue radiologique (scanner des rochers en coupe coronale), mettant en évidence le porte-électrode dans la cochlée (flèche noire) et dans la cavité (flèches blanches), en périphérie du comblement (étoile noire).

### Comblement et réparation de brèches du tegmen par voie trans-mastoïdienne

La réparation de brèches du tegmen spontanées ou secondaires (post-traumatiques ou iatrogènes suite à une chirurgie otologique) avec le verre bioactif S53P4 par voie trans-mastoïdienne est une technique sûre et efficace, permettant de limiter les voies de la fosse cérébrale moyenne aux cas de défaut épitympanique avec chaîne ossiculaire intacte (cette situation étant très rare dans un contexte d'otite chronique), et cela quelle que soit la taille du défaut ou la présence d'un méningo-encéphalocèle [11].

L'installation et la voie d'abord sont similaires à celles précédemment décrites. Après retrait de toutes les lésions, le défaut osseux du tegmen est exposé [Figure n° 7A]. L'état de la chaîne ossiculaire est vérifié et, en cas de discontinuité, le marteau et l'enclume sont retirés et une ossiculoplastie est réalisée. Le retrait de ces deux osselets permet une exposition complète des limites du défaut osseux lorsqu'il implique l'épitympan. En cas de présence d'un



**Figure n° 7** | Réparation d'une large brèche tegmen par voie trans-mastoïdienne avec comblement par verre bioactif S53P4 (oreille droite). A : Visualisation des limites du défaut osseux (ligne noire). B : Mise en place d'un morceau de cartilage (étoile noire) pour recouvrir la brèche. C : Comblement mastoïdien et épitympanique avec des granules de verre bioactif S53P4, jusqu'à la corticale mastoïdienne (flèches noires).

méningo-encéphalocèle, celui-ci est coagulé à la pince bipolaire. Si ce geste est insuffisant pour le rétracter en intracrânien, un morceau de cartilage est mis en place pour recouvrir le défaut [Figure n° 7B]. Ensuite, l'épitympan et la mastoïde sont comblés avec du verre bioactif S53P4 pour maintenir cette reconstruction [Figure n° 7C]. Si une résection du méningo-encéphalocèle est nécessaire (associé à une fuite de liquide cérébro-spinal), une reconstruction de la dure-mère est réalisée avec un morceau de fascia temporalis placé en intracrânien et un morceau de cartilage placé sur le défaut osseux, maintenu avec de la colle biologique. Le comblement est ensuite

réalisé de la même manière avec le verre bioactif S53P4.

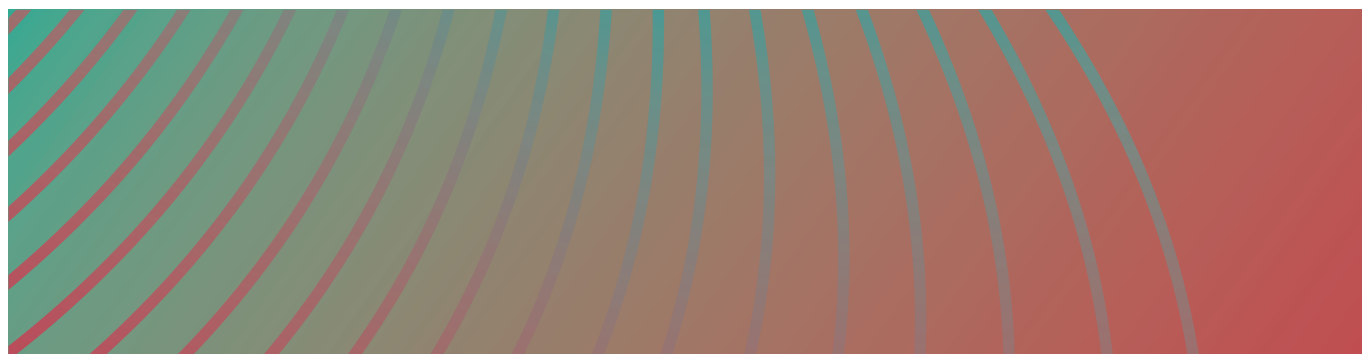
### Conclusion

Le comblement mastoïdien et épitympanique possède de nos jours des indications variées en chirurgie otologique allant de la chirurgie du cholestéatome et/ou ses séquelles à l'implantation cochléaire et la réparation de brèche du tegmen par voie trans-mastoïdienne. Le verre bioactif S53P4 peut être utilisé dans chacune de ces indications, avec de bons résultats anatomiques et fonctionnels à long terme.

### Références

- Bernardeschi D, Russo FY, Nguyen Y, et al. Management of Epi- and Mesotympanic Cholesteatomas by One-Stage Trans-Canal Atticotomy in Adults. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2016;273(10):2941-2946

2. Skoulakis C, Koltsidopoulos P, Iyer A, Kontorinis G. Mastoid Obliteration with Synthetic Materials: a Review of the Literature. *J Int Adv Otol.* 2019;15(3):400-404
3. Bernardeschi D, Pyatigorskaya N, Russo FY, et al. Anatomical, Functional and Quality-of-Life Results for Mastoid and Epitympanic Obliteration with Bioactive Glass s53p4: a Prospective Clinical Study. *Clin Otolaryngol.* 2017;42(2):387-396
4. Csakanyi Z, Katona G, Konya D, Mohos F, Sziklai I. Middle Ear Gas Pressure Regulation: the Relevance of Mastoid Obliteration. *Otol Neurotol.* 2014;35(6):944-953
5. van der Toom HFE, van der Schroeff MP, Pauw RJ. Single-Stage Mastoid Obliteration in Cholesteatoma Surgery and Recurrent and Residual Disease Rates: a Systematic Review. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2018;144(5):440-446
6. Bernardeschi D, Nguyen Y, Russo FY, Mosnier I, Ferrary E, Sterkers O. Cutaneous and Labyrinthine Tolerance of Bioactive Glass S53P4 in Mastoid and Epitympanic Obliteration Surgery: Prospective Clinical Study. *Biomed Res Int.* 2015;2015:242319
7. Drago L, De Vecchi E, Bortolin M, Toscano M, Mattina R, Romanò CL. Antimicrobial Activity and Resistance Selection of Different Bioglass S53P4 Formulations Against Multidrug Resistant Strains. *Future Microbiol.* 2015;10(8):1293-1299
8. Bernardeschi D, Law-Ye B, Bielle F, et al. Bioactive Glass Granules for Mastoid and Epitympanic Surgical Obliteration: CT and MRI Appearance. *Eur Radiol.* 2019;29(10):5617-5626
9. Bernardeschi D, Nguyen Y, Mosnier I, Smail M, Ferrary E, Sterkers O. Use of Granules of Biphasic Ceramic in Rehabilitation of Canal Wall Down Mastoidectomy. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2014;271(1):59-64
10. Bernardeschi D, Nguyen Y, Smail M, et al. Middle Ear and Mastoid Obliteration for Cochlear Implant in Adults: Indications and Anatomical Results. *Otol Neurotol.* 2015;36(4):604-609
11. Remangeon F, Lahlou G, Alciato L, et al. Management of Tegmen Defects with Mastoid and Epitympanic Obliteration Using S53P4 Bioactive Glass. *Laryngoscope Invest Otolaryngol.* 2020;5(2):297-304



## SYNTHÈSE

### ► État de l'art des prothèses ossiculaires synthétiques

Caroline Guigou, Alexis Bozorg Grayeli | Service d'ORL, CHU de Dijon et ImVia, Université Bourgogne Franche-Comté | email : [caroline.guigou@chu-dijon.fr](mailto:caroline.guigou@chu-dijon.fr)

#### Introduction

Les prothèses ossiculaires ont été développées pour rétablir une chaîne ossiculaire interrompue et la transmission du son du tympan vers la cochlée. En rétablissant cette fonction, elles permettent de bénéficier de l'effet du pavillon et d'un son naturel, facilitent un appareillage conventionnel dans une surdité mixte en réduisant l'amplification nécessaire et peuvent améliorer les acouphènes associés à la surdité.

Avant d'envisager une ossiculoplastie, d'autres éléments nécessaires à une transmission sonore efficace vers l'oreille interne doivent être vérifiés :

- Une maladie inflammatoire de l'oreille moyenne maîtrisée ;
- Une perméabilité du méat acoustique externe et du tympan ;
- Une trompe auditive fonctionnelle ;
- Des fenêtres labyrinthiques libres et accessibles ;
- Une absence de troisième fenêtre ;
- Une bonne réserve cochléaire (performances vocales en conduction aérienne ou osseuse).

De plus, une oreille controlatérale fonctionnelle est une condition préalable importante car, compte tenu du risque de détérioration auditive, une ossiculoplastie sur oreille unique ne s'envisage que dans des conditions exceptionnelles.

Plusieurs scénarios existent en fonction de la zone d'interruption de la chaîne ossiculaire et de l'étendue des lésions. Selon la classification de Portmann [1], la réparation des interruptions de l'enclume avec un étrier préservé est désignée « tympanoplasties de type II » et est en général réparée par une prothèse partielle (Partial Ossicular Replacement Prosthesis, PORP). Les lésions de l'enclume et de la superstructure de l'étrier nécessitent une prothèse totale (TORP, Total Ossicular Replacement Prosthesis) et sont appelées « tympanoplasties de type III » [Figure n° 1 et Figure n° 2]. Un troisième scénario est la chirurgie platinatoire dans l'otospongiose. Après une platinotomie ou une platinectomie, un piston prothétique est

placé dans l'oreille interne et la branche descendante de l'enclume. Il s'agit des trois scénarios les plus fréquents que nous allons aborder dans cet article de mise au point.

C'est en 1953 que Horst Wullstein réalisa la première tympanoplastie de type II avec une prothèse ossiculaire en plastique [2]. Par la suite, le rétablissement de l'effet columellaire a été décrit grâce à un greffon de cartilage (tragien ou de conque), de l'os (transposition du marteau, de l'enclume ou os cortical temporo-mandibulaire) ou d'autres prothèses ossiculaires synthétiques. Ces dernières furent l'objet de nombreux projets de recherche dont les objectifs étaient d'améliorer leur biocompatibilité et la fonction acoustique de l'oreille moyenne. Le défi est important car la prothèse ossiculaire doit remplacer un système ossiculo-ligamentaire com-

plexe qui est capable de mouvements dans les trois plans de l'espace (rotation, piston, translation). L'otologiste peut ainsi rencontrer des difficultés à positionner la prothèse ossiculaire car l'œil du chirurgien ne permet pas de voir toutes les contraintes biomécaniques. Certaines de ces contraintes, comme l'environnement de la prothèse dans la caisse tympanique (fibrose, atélectasie, inflammation) mais aussi l'accessibilité des fenêtres labyrinthiques, sont détectables lors du planning chirurgical sur le scanner des rochers.

L'utilisation de biomatériaux dans la fabrication de prothèses ossiculaires synthétiques doit répondre à des critères généraux suivants :

- Bonne biocompatibilité ;
- Capacité d'adaptation aux différentes conditions environnementales, notamment infectieuses ;

- Grande surface de plateau pour capter et transmettre l'énergie sonore ;
- Rigidité mécanique élevée ;
- Faible poids pour plus de stabilité in situ ;
- Capacité à être adaptée à l'anatomie de chaque patient en per-opératoire ;
- Ne pas induire d'ostéogenèse ;
- Ne pas interférer ou contre-indiquer un scanner ou une IRM crânienne.

Ce travail résume de l'état de l'art sur les prothèses ossiculaires synthétiques avec comparaison des avantages et des inconvénients de chaque matériau.

## Les prothèses ossiculaires synthétiques

Les avantages communs des prothèses ossiculaires synthétiques par rapport aux divers greffons tissulaires sont leur faible risque infectieux et l'adaptabilité aisée à l'anatomie de chaque patient par des prothèses de taille variable avec des fantômes pour des essais per-opératoires [3]. Leur risque est l'hypothétique instabilité biologique à long terme. Quelle que soit la prothèse utilisée, il est recommandé d'interposer du cartilage (tragien ou de la conque en fonction des équipes) entre la face profonde du tympan et le plateau la prothèse ossiculaire pour réduire le risque de son extrusion [4].

Les biomatériaux existants sur le marché pour cette application diffèrent par leur densité, leur coefficient d'élasticité (jouant un rôle dans la restauration de la transmission sonore) et leur capacité à induire un processus inflammatoire ou une réaction à un corps étranger [3].

L'utilisation d'un plateau large est un avantage car il reçoit un maximum de vibrations de la membrane tympanique à transmettre à l'oreille interne [4]. Cependant un plateau trop large pourrait accroître le risque de contact entre le *sulcus tympani* et le plateau, réduisant ainsi la transmission sonore [5]. Le diamètre le plus intéressant se situe entre 3 et 4 mm, surtout pour les moyennes fréquences [4]. Ce plateau doit être placé de façon parallèle à la membrane tympanique afin que la prothèse puisse agir comme un piston lors de la transmission sonore [4].

Actuellement, les prothèses étant plus légères que la chaîne ossiculaire, leur poids influe peu sur la transmission sonore. Par exemple, une prothèse titane de Kurz

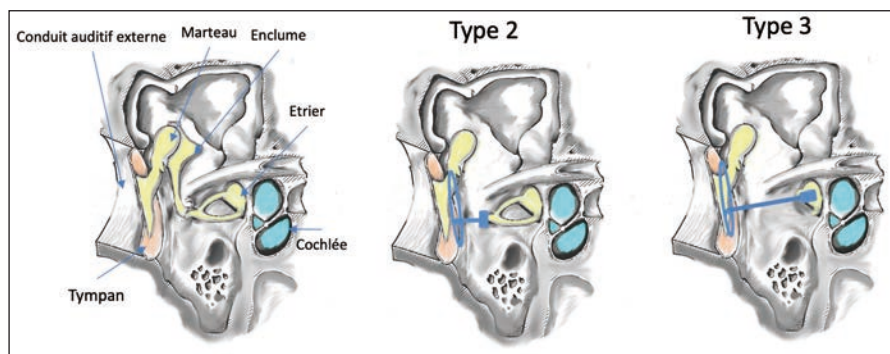


Figure n° 1 | Classification des tympanoplasties de type II et III selon M. Portmann [1].

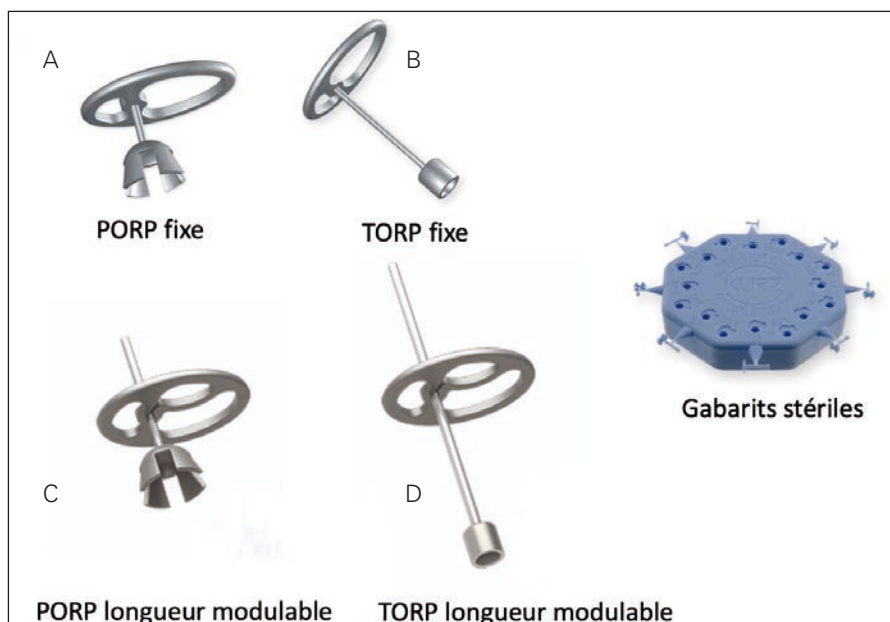


Figure n° 2 | Prothèses ossiculaires en titane Kurz PORP (A, C) et TORP (B, D). Une prothèse de hauteur fixe (A, B) peut être choisie après essai d'un gabarit (en bleu). On peut également opter pour une prothèse dont la hauteur est réglable par le chirurgien (C, D) (source : <https://www.collinmedical.fr>).



Medical (Dusslingen, Allemagne) pèse 4 mg, contre 42 mg pour une prothèse en or, et 56 mg pour la chaîne ossiculaire humaine totale. Il faut cependant noter que le poids élevé de la chaîne ossiculaire humaine est compensé par un système de maintien musculo-ligamentaire, ce qui n'est pas le cas d'une prothèse ossiculaire maintenue seulement par la superstructure ou la platine de l'étrier et le tympan.

Concernant les prothèses ossiculaires synthétiques, le titane est le matériau le plus utilisé [Figure n° 2]. En plus de ne pas présenter de contre-indication pour l'IRM, le titane présente une excellente biocompatibilité. En effet, il se comporte comme de la céramique dans l'oreille moyenne grâce à la formation d'une couche d'oxyde au contact de l'air empêchant la formation de tissu fibreux réactionnel [4]. Le titane se recouvre alors de glycoprotéines qui sont des récepteurs à des facteurs de croissance de fibres de collagène et d'ostéoblastes et à des processus cellulaires du tissu. Les résultats audiométriques entre les prothèses en titane partielles et totales (Kurz medical, Dusslingen) ont été comparés dans une population pédiatrique. Soixante et onze enfants ont été inclus dans ce travail, ce qui a permis de comparer 74 reconstructions ossiculaires (27 PORP synthétiques et 47 TORP). Aucune différence audiométrique post-opératoire n'était à noter entre les deux types de prothèses avec une fermeture du Rinne audiométrique post-opératoire (Rinne < 20 dB) dans 52 % (53,8 % pour les prothèses partielles versus 51,1 % pour les prothèses totales) [6]. Les mêmes résultats audiométriques ont été retrouvés dans une cohorte de 661 patients avec l'utilisation des mêmes prothèses ossiculaires et une moyenne de suivi de 11,6 mois [7]. La fermeture du Rinne audiométrique était également observée dans 72 % des cas (Rinne < 20 dB) sans différence entre les deux types de prothèses. Dans 45,2 %, une reprise chirurgicale était nécessaire pour repositionnement de la prothèse et uniquement un cas d'extrusion de prothèse a été décrit [7].

Concernant les pistons d'otospongiose, c'est le téflon qui semble présenter le plus d'avantages pour cette indication [Figure n° 3]. Il s'agit d'un matériel hydrophobe non toxique pour l'oreille interne avec une faible surface d'énergie, ce qui est un avantage pour le piston d'otospongiose

car cela lui permet d'être peu épithélialisé et de rester mobile dans la fenêtre ovale (ce qui est en revanche un inconvénient pour les prothèses ossiculaires) [8].

Vous trouverez ci-joint un tableau [Tableau n° 1] décrivant les différents biomatériaux utilisés dans le développement des prothèses ossiculaires synthétiques avec leurs utilisations (prothèses ossiculaires et/ou piston d'otospongiose), leurs avantages et leurs inconvénients [3].

### Adaptation de la taille de la prothèse à l'anatomie

Les prothèses synthétiques PORP et TORP existent en plusieurs tailles fixes [Figure n° 2]. Des fantômes plastiques que l'on place in situ permettent de déterminer la taille adéquate avant l'ouverture de l'emballage de la prothèse définitive. Une autre solution est l'utilisation des prothèses dont la longueur du fût peut être modifiée en per-opératoire. Après l'essai du fantôme, la longueur de la prothèse est adaptée, le plateau est fixé sur le fût et la longueur en excès est coupée. Enfin, pour les prothèses en hydroxyapatite, le fût peut être fraisé par

une fraise diamantée et plusieurs essais in situ, directement avec la prothèse via un fraisage progressif, permettent d'obtenir la bonne longueur.

Avant l'utilisation du fantôme, le tympan est renforcé par une lamelle de cartilage à sa face profonde. L'épaisseur du cartilage peut également permettre d'ajuster la hauteur et d'obtenir un couplage avec le bouton (PORP) ou la platine de l'étrier (TORP) [Figure n° 4].

### Stabilisation des prothèses ossiculaires dans la caisse du tympan

Plusieurs techniques ont été décrites pour stabiliser les prothèses ossiculaires et particulièrement des prothèses totales [17-19]. Des pieds prothétiques (connecteur Oméga, Kurz Medical ou sabot stapédien de Dornhoffer, Grace Medical) ou un sabot cartilagineux taillé dans un greffon, par un instrument de type poinçonneur, permettent de maintenir le pied relativement étroit d'une prothèse totale sur la surface plate et souvent lisse de la platine et d'empêcher sa luxation [Figure n° 4].

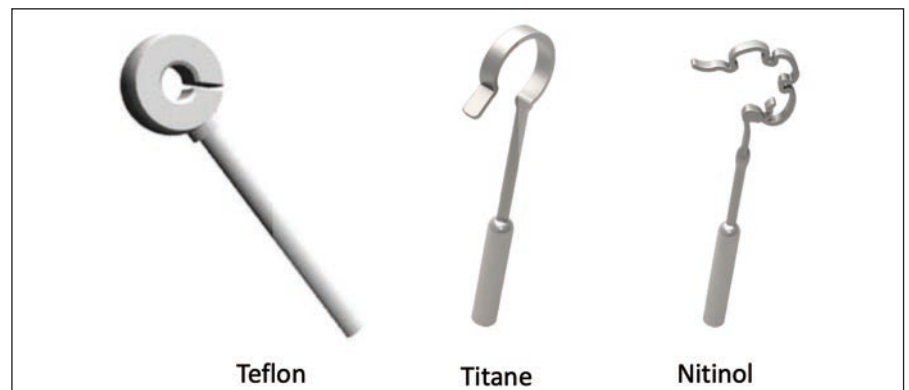


Figure n° 3 | Pistons d'otospongiose en téflon (gauche), en titane (milieu) et en nitinol (droite). (Sources: <http://www.pouretmedical.com> et <https://www.collinmedical.fr>).

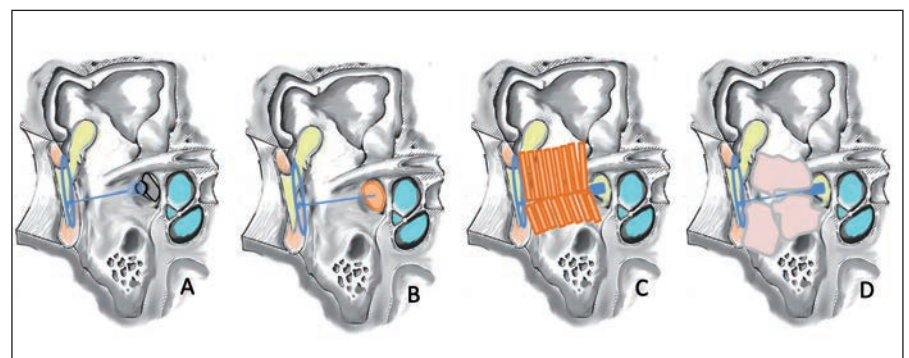


Figure n° 4 | Différents moyens de stabilisation d'une TORP sur la platine de l'étrier : sabot prothétique (A), sabot cartilagineux (B), pansements résorbables (C) et la technique de Tumulus selon Mom et al. [20] (D).

Tableau n° 1 : Biomatériaux utilisés dans les prothèses ossiculaires synthétiques chez l'humain ou l'animal

Biomatériau	Utilisation		Avantages	Inconvénients
	PORP/ TORP	Piston		
Titane	+	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Différentes tailles disponibles.</li> <li>- Très bonne biocompatibilité [9].</li> <li>- Légère.</li> <li>- Plateau mobile adaptable à la membrane tympanique.</li> <li>- Clip pour les PORP sur le bouton de l'étrier.</li> <li>- Pas de contre-indication ni artefact à l'IRM.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Difficultés de visualisation précise sur le scanner (artefacts métalliques).</li> <li>- Coût élevé.</li> </ul>
Or	+		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inhibe la croissance bactérienne.</li> <li>- Pas de contre-indication à l'IRM.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lourde (16 à 42 mg).</li> <li>- Toxicité possible pour l'oreille interne (cas de surdité de perception) [10].</li> <li>- 19 % de cas extrusion (suivi 7-21 mois) [11].</li> <li>- Difficulté de visualisation précise sur le scanner (artefacts métalliques).</li> <li>- Coût.</li> </ul>
Acier	+	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Économique.</li> <li>- Réglable à souhait pendant l'intervention.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risque d'extrusion si utilisation de polyéthylène seul [12,13].</li> <li>- Incompatibilité IRM.</li> </ul>
Tantale	+	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Économique.</li> <li>- Réglable à souhait pendant l'intervention.</li> </ul>	Coût.
Platine		+	- Piston d'otospongiose avec du Téflon.	- Nécrose branche descendante de l'enclume.
Nitinol		+	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alliage à mémoire de forme.</li> <li>- Évite le serrage manuel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Risque de serrage incomplet.</li> <li>- Réaction allergique au nickel.</li> </ul>
PLASTIQUE				- Réaction aux corps étrangers.
Silicone		+	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peu de réactions inflammatoires [13].</li> <li>- Pas de réaction à des corps étrangers [13].</li> </ul>	- Élasticité trop importante.
Polyéthylène		+		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Responsable de réaction aux corps étrangers [8].</li> <li>- Lyse de la branche descendante de l'enclume (n = 3 oreilles sur 11) [8].</li> </ul>
Plastipore (Polyéthylène dense avec structure spongieuse et poreuse (25 µm))	+		- Récepteur aux facteurs de croissance de tissu fibreux.	- Réaction aux corps étrangers [14].
Téflon (Polytétrafluoro-éthylène)		+	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faible surface (évite l'épithélialisation de la prothèse).</li> <li>- Reste mobile [10].</li> <li>- Peut être utilisé lors de malléovestibulopexie.</li> <li>- Peu de réactions aux corps étrangers.</li> <li>- Peu de lyses de branche descendante de l'enclume.</li> <li>- Pas de toxicité pour l'oreille interne.</li> </ul>	- Élasticité.
Proplast : Téflon et carbone poreux (200-500 µm)		+	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ajout du carbone pour rendre la surface hydrophile et favoriser l'épithélialisation.</li> <li>- Favorise le dépôt de protéines endogènes et camoufle la prothèse du système immunitaire [15].</li> </ul>	- Réaction aux corps étrangers.
Carbone	+			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réaction aux corps étrangers.</li> <li>- Fort taux d'extrusion (40 %) [16].</li> </ul>
CÉRAMIQUE			- Bonne biocompatibilité	
Céramique en oxyde d'aluminium	+		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implant bio-inerte.</li> <li>- Dépôt de protéines endogènes et camouflage de la prothèse du système immunitaire.</li> <li>- Peu de réactions aux corps étrangers et pas de création de capsule fibreuse.</li> </ul>	
Vitrocéramique (Bioglass®, Ceravital®, Macor®, Bioverit®)	+		- Bonne biocompatibilité (formation de phosphate de calcium au contact du liquide de l'oreille moyenne).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dégradation rapide du Bioglass® seul.</li> <li>- Diminution de sa dégradation quand ajout de titane.</li> <li>- Création de ponts ou communication avec l'os adjacent.</li> </ul>
Céramique en tricalcium phosphate	+			
Céramique en hydroxyapatite	+			
VERRE	+			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dégradable.</li> <li>- Non utilisé si risque d'infection de l'oreille.</li> </ul>

PORP : Partial Ossicular Replacement Prosthesis.  
 TORP : Total Ossicular Replacement Prosthesis.

La mise en place de fragments d'un pansement résorbable ou de greffons cartilagineux (technique de Tumulus) [20] autour du fût de la prothèse et sous le plateau donne des résultats reproductibles et intéressants. La présence d'une partie de la superstructure de l'étrier ou de la corde du tympan peut également stabiliser une TORP [Figure n° 5].

Les PORP sont en général plus stables du fait de leur accrochage sur le bouton de l'étrier et leur hauteur plus faible mais on peut les stabiliser par les techniques décrites ci-dessus.

## Alternatives techniques

Le rétablissement de l'effet columellaire est également possible par les greffons autologues comme l'os ou du cartilage. En absence de cholestéatome, une transposition de marteau ou d'enclume peut être utilisée à cet usage. Les interpositions d'enclume présentent le désavantage théorique d'un poids plus élevé et de la nécessité d'une taille précise et individualisée avant leur mise en place. De plus, la fixation des greffons osseux sur la superstructure de l'étrier par des phénomènes de cicatrisation peut rendre les chirurgies de reprise complexes et dangereuses. Cet aspect constitue une des raisons d'avoir développé une chirurgie de cholestéatome en deux temps dans les années 1980 et 1990, qui est progressivement abandonnée (premier temps : exérèse, deuxième temps : vérification et ossiculoplastie).

Dans une revue systématique de la littérature, une transposition d'enclume a été comparée à la mise en place d'une prothèse ossiculaire partielle synthétique chez 1 055 patients. En post-opératoire, aucune différence d'amélioration du gain auditif n'a été retrouvée entre les deux groupes mais un pourcentage plus important de fermeture du Rinne audiométrique dans le groupe prothèse ossiculaire partielle synthétique (71,3 %) a été observé en comparaison à la transposition d'enclume (64,5 %) [21].

L'utilisation des plateaux cartilagineux sur la tête de l'étrier présente l'avantage de leur simplicité de mise en œuvre, surtout dans les situations où la distance entre la tête et le tympan ou la branche descendante de l'enclume est faible (< 2 mm). Les résultats anatomiques et audiométriques sont similaires aux

prothèses ossiculaires. Cependant, des études biomécaniques ont montré leur moindre efficacité dans la restitution de l'effet columellaire en comparaison aux prothèses ossiculaires [22] et, à notre connaissance, aucune étude randomisée n'a été menée pour une comparaison clinique du cartilage *versus* PORP.

L'utilisation des greffons cartilagineux ou osseux à la place des TORP a également été l'objet de plusieurs publications [23-25]. Les phénomènes de cicatrisation entre la platine de l'étrier et le greffon dans ce scénario peuvent créer des situations encore plus complexes en cas de reprise. De plus, le poids de ces greffons et l'absence de superstructure de l'étrier rendent ce type de montage particulièrement instable.

L'utilisation d'implant de l'oreille moyenne peut être une solution élégante chez des patients présentant une surdité mixte avec de multiples antécédents chirurgicaux. Cette technique appelée vibroplastie peut être utilisée conjointement à la reconstruction de la chaîne ossiculaire par une PORP ou une TORP [Figure n° 6] afin d'augmenter la stabilité du montage (la prothèse ossiculaire étant utilisée entre le transducteur et la membrane tympanique). Il s'agit alors d'une transmission sonore mixte (active et passive). Cette technique est adaptable à l'anatomie de chaque patient grâce à la large panoplie des prothèses ossiculaires synthétiques.

Une vibroplastie par PORP dans un groupe de quatre patients avec une surdité mixte multi-opérés, a procuré un gain fonctionnel de  $31,5 \pm 17,0$  dB sans qu'aucune complication post-opératoire ne soit à noter [26].

Les bio-ciments représentent également une solution simple et élégante pour réparer une interruption de la chaîne ossiculaire [Figure n° 7]. Parmi les ciments couramment utilisés en médecine (acrylique ou PMMA, verre ionomère, ionomères sans aluminium et phosphate de calcium), l'hydroxyapatite, une forme cristallisée de phosphate de calcium (Otomimix®, Olympus, Rungis, France), semble le plus adapté. En effet, ce ciment est très proche de la composition osseuse. Il peut être injecté. Sa polymérisation très peu exothermique. Il est poreux. Imbibé par les liquides biologiques, il peut progressivement être remplacé par l'os vivant. Ce ciment ouvre des perspectives intéressantes en permettant l'ajout des drogues et l'optimisation par ingénierie tissulaire [27]. Les limites ou les désavantages de ce ciment restreignent son utilisation en dehors du champ de l'otologie. En effet, il se désintègre au contact de liquides ou de sang pendant la phase de polymérisation. De plus, ses caractéristiques mécaniques (résistance, adhérence, rigidité, friabilité) sont plutôt médiocres mais restent compatibles avec les situations à faible charge mécanique. Il peut être utilisé lors d'un défaut osseux peu important, comme lors d'une lyse de la branche descendante de l'enclume

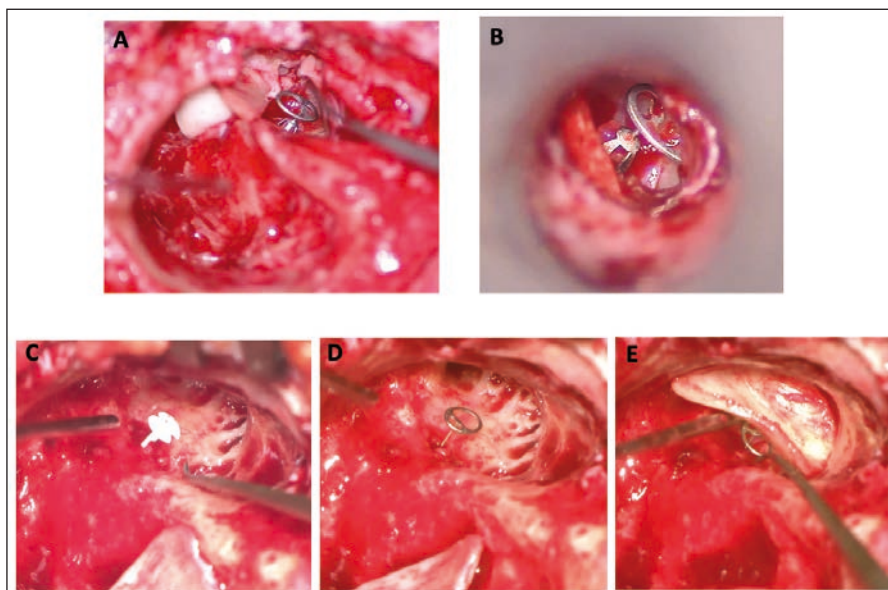
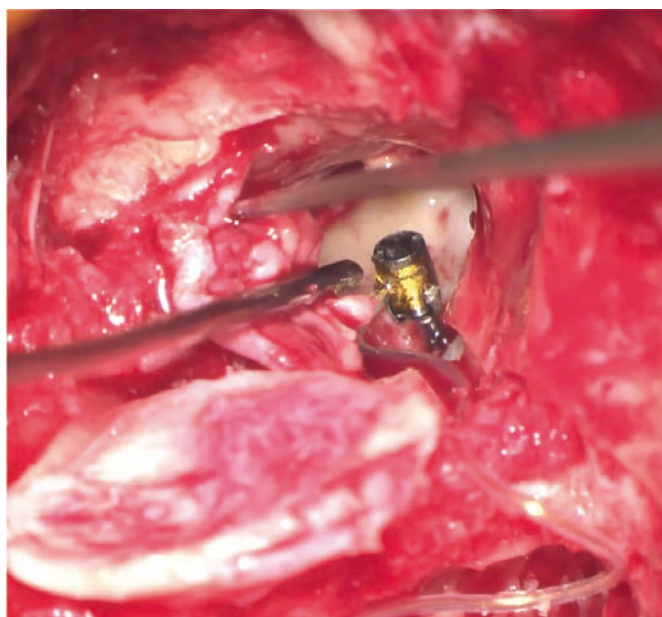
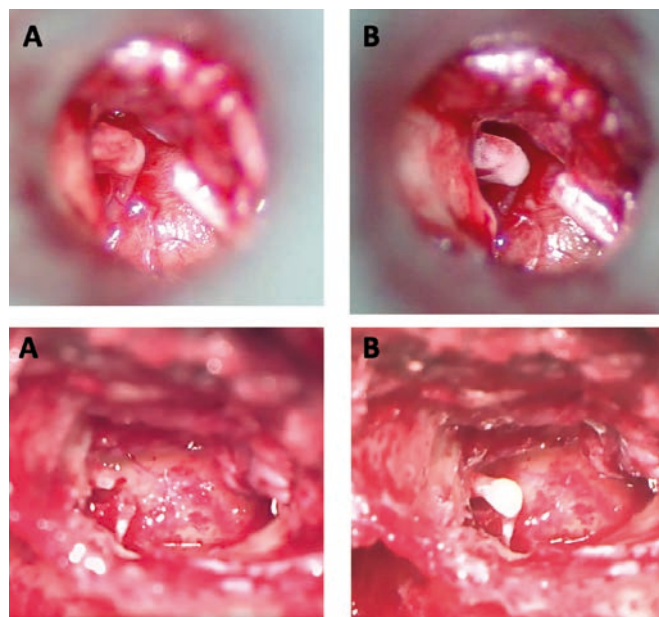


Figure n° 5 | Prothèses ossiculaires en titane in situ : PORP en titane dans une cavité d'évidement (A) et par voie du conduit (B). TORP en titane dans une cavité d'évidement avec un essai préalable de gabarit (C), stabilisation de la prothèse dans la fosse ovale par les résidus de la superstructure de l'étrier (D) et recouvrement par un greffon cartilagineux (E).



**Figure n° 6** | Vibroplastie avec TORP dans une surdité mixte gauche séquellaire d'otite chronique. La TORP est stabilisée dans la fosse ovale. Le fil de la masselotte est placé dans une gouttière creusée dans le conduit osseux et recouvert par la poudre d'os et le cartilage.



**Figure n° 7** | Cimentoplastie d'une lyse de la branche descendante de l'enclume: vue de l'articulation incudo-stapédienne droite par voie du conduit avant (A) et après (B) l'application du ciment.

ou de la superstructure de l'étrier [28]. Il peut également servir pour stabiliser une prothèse ossiculaire instable [29,30].

## Conclusion

Il existe un très grand choix de matériaux pour le rétablissement de l'effet columel-

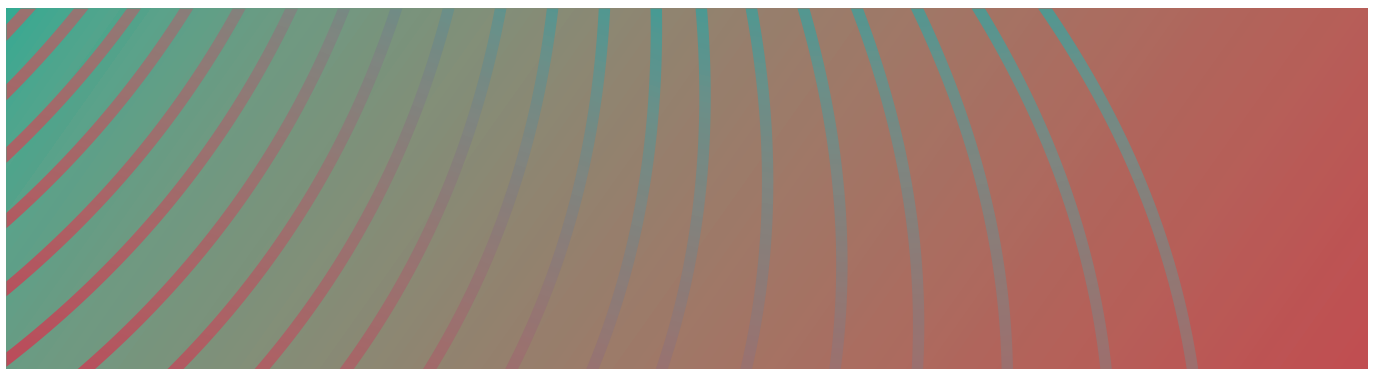
laire. Les prothèses en titane ont fait leur preuve d'efficacité et d'innocuité avec un recul important. Leurs caractéristiques biomécaniques sont avantageuses par rapport aux greffes autologues. Le nombre important de publications rapportant les résultats avec ces prothèses témoigne de leur popularité.

Cependant, il existe très peu d'études contrôlées comparant les différentes prothèses. Il faut souligner l'importance de la fonction tubaire et des phénomènes inflammatoires dans les résultats auditifs et anatomiques des ossiculoplasties.

## Références

1. Portmann M. *Traité de technique chirurgicale ORL et cervico-faciale* (Tome I). Masson. Paris 1975
2. Wullstein H. Theory and Practice of Tympanoplasty. *Laryngoscope*. 1956 Aug;66(8):1076-93
3. Dost P, Jahnke K. Middle Ear Surgery. Recent Advances and Future Directions. *Biomaterials in Reconstructive Middle Ear Surgery*. p.53-70. ISBN:3131360917
4. Hüttenbrink KB. Modification in Prosthesis Design for Improved Attachment Onto the Stapes Head. In: Hüttenbrink K-B. *Middle ear Mechanics in Research and Otolaryngology*. Dresden: dept. Of Oto-Rhino-Laryngology. Univ. Hospital. Univ. Of Technology. 1997:228-232
5. Eiber A. Mechanical Modeling and Dynamical Investigation of Middle Ear. In: Hüttenbrink K-B. *Middle ear Mechanics in Research and Otolaryngology*. Dresden: dept. Of Oto-Rhino-Laryngology. Univ. Hospital. Univ. Of Technology. 1997:61-66
6. Quesnel S, Teissier N, Viala P, Couloigner V, Van Den Abbeele T. Long Term Results of Ossiculoplasties with Partial and Total Titanium Vario Kurz Prostheses in Children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2010 Nov;74(11):1226-9
7. Stupp CH, Dalchow C, Grün D, Stupp HF, Wustrow J. Titan-rothesen im mittelohr. *Laryngorhinootologie* 1999;78(6):299-303
8. Himi T, Igarashi M, Kataura A. Temporal Bone Histopathology Over 15 Years Post-Stapedectomy. *Acta Otolaryngol Suppl*. 1988;447:126-34
9. McComb H. Osseointegrated Titanium Implants for the Attachment of Facial Prostheses. *Ann Plast Surg*. 1993 Sep;31(3):225-32
10. Tange RA, de Bruijn AJ, Grolman W. Experience with a New Pure Gold Piston in Stapedotomy for Cases of Otosclerosis. *Auris Nasus Larynx*. 1998 Sep;25(3):249-53
11. Gjurić M, Schagerl S. Gold Prostheses for Ossiculoplasty. *Am J Otol*. 1998 May;19(3):273-6
12. Douglas Hayden G. Results of Polyethylene T-Strut in the Restoration of Hearing. *The Laryngoscope*. 2009 May;71(5):504-511
13. Ng M, Linthicum FH Jr. Long-Term Effects of Silastic Sheeting in the Middle Ear. *Laryngoscope*. 1992 Oct;102(10):1097-102
14. Belal A, Odnert S. TORPs and PORPs: What Happens in the Middle Ear. *Am J Otol*. 1980;2:10-14
15. Shea JJ, Homsy CA. The Use of Proplast TM in Otologic Surgery. *Laryngoscope*. 1974 Oct;84(10):1835-45
16. Blayney AW, Romero Rio JA, Guilhaume A, Williams KR, Bagot d'Arc M, Portman M. L'utilisation du carbone-carbone comme implant ossiculaire. *Rev Laryngol Otol Rhinol*. 1986;107(2):139-143
17. Saliba I, Sabbah V, Poirier JB. Total Ossicular Replacement Prosthesis: A New Fat Interposition Technique. *Clin Med Insights Ear Nose Throat*. 2018 Jan 3;11:1179550617749614
18. Lin KF, Bojrab DI 2nd, Fritz CG, Schutt CA, Hong RS, Babu SC. Hearing Outcomes With a Novel Total Ossicular Replacement Prosthesis. *Otol Neurotol*. 2021;42:447-454
19. Atila NE, Kilic K, Sakat MS, Altas E, Ucuncu H, Bulut YE. Stabilization of Total Ossicular Replacement Prosthesis using Cartilage "Shoe" Graft. *Am J Otolaryngol*. 2016 Mar-Apr;37(2):74-7
20. Mom T, Caburet C, Saroul N, Gilain L, Gersdorff M. "Tumulus" Stabilization of a Total Ossicular Replacement Prosthesis. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*. 2018 Aug;135(4):283-286
21. Bartel R, Cruellas F, Hamdan M, Gonzalez-Compta X, Cisa E, Domenech I, Manos M. Hearing Results after Type III Tympanoplasty: Incus Transposition Versus PORP. A Systematic Review. *Acta Otolaryngol*. 2018 Jul;138(7):617-620

22. Hess-Erga J, Engelen BLHJ, Slinning Vassbotn F. Cartilage Island on Stapes: Autologous PORP in the Hypoventilated Middle Ear. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2017;274:1859-1864
23. Vartiainen E, Karjalainen S. Autologous Ossicle and Cortical Bone in Ossicular Reconstruction. *Clin Otolaryngol Allied Sci*. 1985 Dec;10(6):307-10
24. Kumar Saini Y, Singhal P, Prabhu KPS, Nagaraj S, Amreen, Sharma S, Yadav R, Singh Aeron B, Munjal S, Prakash Sharma M. Vertical Strut Ossiculoplasty: A Versatile Alternate to Conventional Techniques-A Randomized study. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2021 Sep;73(3):360-365
25. Farrior JB, Nichols SW. Long-Term Results Using Ossicular Grafts. *Am J Otol*. 1996;17:386-92
26. Grueninger I, Canis M, Spiegel JL, Müller J. Combination of Direct Oval Window Vibroplasty With Customized Partial Ossicular Replacement Prosthesis (PORP): A Novel Reconstruction Technique to Rehabilitate Mixed Hearing Loss. *Otol Neurotol*. 2021 Dec 1;42(10):1507-1514
27. Zhang J, Liu W, Schnitzler V, Tancret F, Boulter JM. Calcium Phosphate Cements for Bone Substitution: Chemistry, Handling and Mechanical Properties. *Acta Biomater*. 2014 Mar;10(3):1035-49
28. Gérard J M, Cailliau A, Franceschi D, Gersdorff M. Apport du ciment d'hydroxyapatite en ossiculoplastie. *Rev Laryngol Otol Rhinol* (Bord). 2012;133(2):67-70
29. Vincent Van Rompaey V, Claes G, Somers T, Offeciers E. Erosion of the Long Process of the Incus in Revision Stapes Surgery: Malleovestibular Prosthesis or Incus Reconstruction with Hydroxyapatite Bone Cement? *Otol Neurotol*. 2011 Aug;32(6):914-8
30. Goebel JA, Jacob A. Use of Mimix Hydroxyapatite Bone Cement for Difficult Ossicular Reconstruction. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2005 May;132(5):727-34



## MISE AU POINT

### ► Pansements résorbables en otologie

Dr Antoine Schein | Chef de clinique-assistant, Service d'ORL, CHU de Dijon | contact : antoine.schein@chu-dijon.fr

#### Introduction

La formation d'adhésions, de fibrose, ou de tissus de granulation constitue des sources fréquentes d'échecs et de résultats fonctionnels insatisfaisants en otologie. L'utilisation de pansements résorbables est une solution depuis plusieurs décennies pour pallier ces problèmes. Cet article traite de l'histoire de ces derniers, décrira leurs propriétés physiques, leurs évolutions mais aussi leurs différentes applications en otologie.

#### Historique des pansements bio-résorbables et non résorbables

Il existe historiquement deux grandes catégories de pansements d'oreille moyenne : les pansements résorbables et les non résorbables. Les composants les plus

couramment utilisés dans ces pansements non résorbables, sont la paraffine, le Téflon, les polyéthylènes et le silicone. Le principal inconvénient de ces pansements non résorbables est qu'ils nécessitent une deuxième intervention pour leur retrait. De plus, ils semblent causer des troubles de cicatrisation et des infections plus fréquentes [1,2]. Les composés en silicone restent encore largement utilisés pour leur bonne tolérance, leur biocompatibilité et leur faible caractère pro-inflammatoire. Cependant, il existe un risque de migration, de fibrose, voire d'extrusion à travers la membrane tympanique.

Dès 1945, Correl et Wise rapportent l'utilisation de pansements en gélatine résorbables. La gélatine était alors utilisée comme soutien des greffons tympaniques mais aussi comme tissu de comblement de la trompe d'Eustache, pour étanchéifier la fenêtrée ronde ou fermer des brèches de l'étage anté-

rieur. Elle était alors appréciée pour son immunocompatibilité, sa non-toxicité, sa biocompatibilité et sa facilité d'utilisation. La gélatine se dégrade en deux à neuf semaines par phagocytose. Malgré leur succès initial, ces pansements ont été rapidement abandonnés car ils génèrent une hyperplasie du tissu conjonctif, créant des adhésions et de la fibrose, et donc des rétractions tympaniques. Ce tissu fibreux était constitué de tissu conjonctif entouré de fibroblastes et de cellules immunitaires tels que les granulocytes et les macrophages. Il s'agit d'un tissu similaire à celui retrouvé dans les reprises de tympanoplastie. Les phénomènes inflammatoires ont pu être atténués, cependant, grâce à l'association de la gélatine avec des corticoïdes, des antibiotiques ou encore de l'acide hyaluronique [2,3].

Dans les années soixante, Culbertson *et al.* rapportent une technique utilisant des caillots sanguins autologues associés à

des greffons veineux [4]. Des techniques similaires ont également été décrites, utilisant des caillots sanguins et des antibiotiques mais également du plasma lyophilisé. Ces techniques ont cependant été abandonnées compte tenu du risque de transmission d'agents infectieux et de leur faible efficacité dans la cicatrisation tissulaire.

En 1934, Meyer et Palmer découvraient l'existence de l'acide hyaluronique dans le corps vitré de bovins [5]. Plusieurs fonctions lui ont été attribuées, notamment des capacités de modulation des réponses inflammatoires cellulaires [6]. Il a ensuite été commercialisé et rendu disponible pour

un usage dans diverses applications. En 1970, Butler et collaborateurs démontraient que l'injection d'acide hyaluronique couplé à des corticoïdes dans les articulations de chevaux de course souffrant d'arthrose permettait d'allonger la durée de leurs performances par son effet lubrifiant. Dans le traitement des affections cutanées, Rydel et collaborateurs observaient que l'acide hyaluronique permettait de diminuer la formation de tissus de granulation dans les tissus sous-cutanés et, également, de diminuer la formation d'adhésions autour des tendons lésés [7]. Dès 1986, Laurent *et al.* ont étudié l'utilité de l'application d'acide hyaluronique combiné à de la gélatine dans l'oreille moyenne pour diminuer la formation

d'adhésions. Ainsi, en utilisant un modèle animal (rats), après remplissage de la cavité tympanique par un mélange de fragments de gélatine et d'acide hyaluronique durant deux à trois mois, ils constatèrent que le matériel déposé était facilement amovible et que la structure de la muqueuse de la cavité tympanique et de la membrane tympanique était conservée. En comparaison avec des rats, pour lesquels l'oreille moyenne n'avait été remplie que de gélatine, ils ont noté moins d'altérations structurelles de l'oreille moyenne mais aussi moins de tissus fibreux et d'adhésions [8]. En 1991, Grainger *et al.* prouvaient que l'acide hyaluronique permettait également de diminuer la formation d'adhésions intra-abdominales

Tableau n° 1 : Récapitulatif des différents pansements résorbables actuellement commercialisés (d'après Shen *et al.* [14])

Marque	Composant	Fabriqueur	Caractéristiques et spécificités	Points forts	Inconvénients
Gelfoam	Gélatine cutanée purifiée (porc)	Pharmacia and Upjohn Company, Kalamazoo, MI	Éponge poreuse, mousse	Non toxique, non antigénique, hémostatique, accessible, facile à manipuler	Formation d'adhésions, fibrose, rétionnel, stimulation de l'ostéogenèse
Gelfilm	Gélatine cutanée purifiée (porc)	Upjohn, Kalamazoo, MI	Fin et transparent, non poreux, feuilles/films type cellophane	Biocompatible, réduit la formation de fibrose	Résorption trop rapide, non expansible, rigide
Carbylan-Sx	HA-DTPH-PEGDA	Sentrx Surgical, Inc., Salt Lake City, UT	Acide hyaluronique réticulé, injectable, synthétique	Biocompatible, réduit la formation d'adhésions, facile à déposer	Absence d'étude clinique
Sepragel	HA et CMC	Genzyme Biosurgery Corp., Ridgefield, NJ	Acide hyaluronique réticulé, injectable, viscoélastique, gel	Biocompatible, réduit la formation d'adhésions, non toxique, application facile, support efficace	Absence d'étude clinique
Seprafilm	HA et CMC	Genzyme Corp., Cambridge, MA	Acide hyaluronique réticulé, film	Biocompatible, non toxique, non immunogène, réduit la formation d'adhésions, application facile	Études cliniques limitées
Hyaluronic Acid Foam	HA	Genzyme Corp., Cambridge, MA	Acide hyaluronique estérifié, mousse	Biocompatible, hémostatique, application facile	Études cliniques limitées
Merogel	HA	Medtronic Xomed Inc., Jacksonville, FL	Acide hyaluronique estérifié, mousse	Biocompatible, non toxique, expansible, application facile, résorption rapide	Difficile à modeler, absence d'étude clinique
Stammberger Sinu-Foam	CMC	ArthroCare Corp., Sunnyvale, CA	Cellulose, mousse	Réduit la formation d'adhésions, hémostatique	Ototoxicité possible (surdité de perception)
Interceed	ORC	TC7, Johnson and Johnson Medical Inc., Arlington, TX	Cellulose, homologue du Surgicel	Réduit la formation d'adhésions, biocompatible, non toxique	Absence d'étude clinique
Poly lactide	Acide L80/G20 polylactide-glycolic	W. Lorenz Surgical, Inc., Jacksonville, FL /Bionx, Ltd., Ta	Poly lactide, en forme de L ou droit	Biocompatible	Absence d'étude clinique
Fibroquel	CPVP	Aspid, S.A. de C.V., DF, Mexico	Éponge de CPVP	Réduction des réponses inflammatoires chroniques	Absence d'étude clinique
Nasopore	Polyuréthane synthétique	Polyganics, Groningen, The Netherlands	Méchage nasal, fragmentable	Biocompatible, application facile	Expansibilité pauvre, résorption trop lente, absence d'étude clinique

HA : acide hyaluronique ; HA-DTPH-PEGDA : acide hyaluronique-3,3-dithiobis propanoïque hydrazide-polyéthylène glycoldiacrylate ; CMC : carboxyméthylcellulose ; ORC : cellulose oxydé régénéré ; CPVP : collagen-polyvinylpyrrolidone.

après laparotomie chez les lapins [9]. L'acide hyaluronique est un polysaccharide dont la concentration est très élevée dans les tissus conjonctifs [10]. Grâce à sa structure moléculaire unique, il peut être assemblé en de multiples configurations comme des éponges ou des membranes de poids moléculaire variable. Sa vitesse de résorption dépend de son degré de lyophilisation ou d'estérification. Des études démontrent qu'en comparaison à l'acide hyaluronique non estérifié, la conformation estérifiée (par exemple, Merogel, Medtronic Xomed, Jacksonville, FL, États-Unis) se dégrade moins rapidement grâce à sa résistance aux enzymes de dégradation et permet ainsi une meilleure cicatrisation. De plus, ce composant est dénué de toute ototoxicité [11]. L'acide hyaluronique estérifié a des propriétés expansives lorsqu'il est humidifié et est très facilement maniable en otologie. Des études démontrent que l'utilisation de composés bactériostatiques et non bactéricides en regard du site opératoire, comme l'acide hyaluronique, permettrait d'améliorer significativement les suites opératoires [12]. La biodégradabilité de l'acide hyaluronique a bien été établie et sa durée de résorption moyenne dans l'oreille est de quatre à douze semaines [13].

### Les pansements résorbables actuellement commercialisés

Les pansements résorbables actuellement commercialisés sont résumés dans le *Tableau n° 1*. Le pansement bio résorbable idéal pour une utilisation en otologie doit présenter les caractéristiques suivantes [14]:

- ▶ Biocompatible, générant le minimum d'inflammation, d'adhésions et de réponse immunitaire ;
- ▶ Non ostéogénique ;
- ▶ Non allergisant ;
- ▶ Non toxique ;
- ▶ Sans risque de véhiculer des agents pathogènes ;
- ▶ Structurellement et chimiquement stable ;
- ▶ Facilement manipulable ;
- ▶ Facile à obtenir ;
- ▶ Peu coûteux.

Le pansement bio résorbable idéal doit également avoir les fonctions suivantes :

- ▶ Permettre un soutien durable (> 15 jours) et ferme des reconstructions tympaniques et de la chaîne ossiculaire ;

- ▶ Favoriser la cicatrisation de la membrane tympanique ;
- ▶ Avoir des propriétés hémostatiques ;
- ▶ Prévenir la formation d'adhésions et de fibrose.

### Chirurgie de l'oreille moyenne : indications d'utilisation des pansements bio résorbables

La mise en place de pansements bio résorbables lors des chirurgies de l'oreille moyenne reste controversée. Leurs indications et leurs utilisations diffèrent selon les équipes et il n'existe aujourd'hui aucun consensus. Il est cependant habituel de les utiliser lors de saignements per-opératoires limitant la visibilité. On les utilise également dans le conduit auditif externe pour maintenir en place le lambeau tympano-méatal et les greffons cartilagineux ou aponévrotique [Figure n° 1]. L'utilisation de pansements bio résorbables dans la caisse du tympan a pour effet une altération transitoire de la transmission du son due à leur interposition entre le tympan et le promontoire ou autour de la chaîne ossiculaire. En cas de chirurgie sur oreille unique ou sur la meilleure oreille, il est nécessaire d'anticiper cet effet secondaire et d'adapter l'information du patient.

Sagakami *et al.* rapportent dans un essai clinique incluant 392 patients, avec une durée moyenne de suivi de 23 mois, une amélioration immédiate de l'audition et un temps opératoire réduit avec une technique en underlay utilisant du fascia temporal et de la colle de fibrine, sans pansement bio résorbable [15]. D'autres auteurs décrivent également des techniques type « butterfly » ne nécessitant pas non plus de

pansement pour soutenir le greffon [16]. Avec l'apparition de nouvelles prothèses ossiculaires partielles (PORP) faite en hydroxyapatite et en titane, il semblerait que le recours aux pansements résorbables soit moins nécessaire qu'auparavant. Des études ont prouvé leur stabilité sans pansement avec de bons résultats auditifs post-opératoires [17].

Concernant l'utilisation de pansements résorbables pour le conduit auditif externe (CAE), il existe ce jour une tendance à la réduction de leur utilisation. En effet, s'ils sont traditionnellement utilisés pour leurs propriétés hémostatiques, le maintien du lambeau tympano-méatal et l'accélération de la cicatrisation, ils peuvent cependant être la source de surinfections locales, d'inconfort et impliquer la programmation d'une consultation supplémentaire pour leur retrait. Plusieurs études démontrent la possibilité d'abandonner leur utilisation pour le conduit auditif externe [18, 19].

### Chirurgie de l'oreille moyenne : quel pansement résorbable utiliser ?

Les pansements bio résorbables varient dans leur consistance et durée de résorption [Tableau n° 1]. Les éponges de gélatine résorbables (Gelfoam) semblent être les pansements résorbables les plus communément utilisés en chirurgie otologique. Malgré un risque plus important de formation d'adhésions, elles sont préférées pour leurs propriétés hémostatiques, leur efficacité pour la stabilisation des montages et leur disponibilité. Cependant, leur utilisation implique certaines précautions. En effet, il est préférable de les utiliser lorsque la muqueuse de la caisse est intacte car la formation de tissu de granulation est plus fréquente quand elle est altérée [2]. De plus,

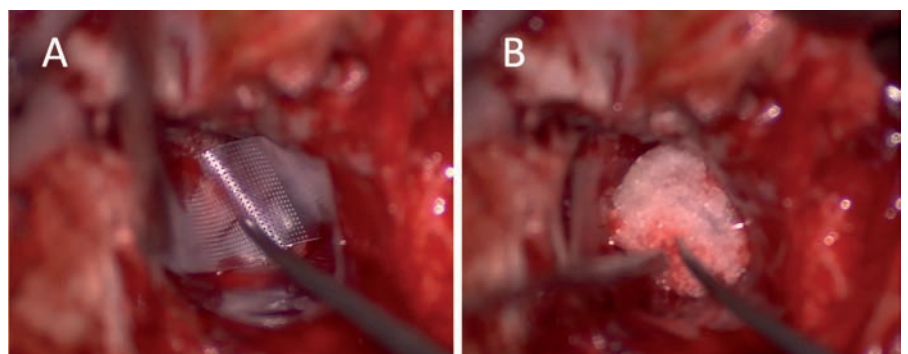


Figure n° 1 | A : mise en place de lamelles d'Epifilm (gel d'acide hyaluronique, Xomed Medtronic) dans le conduit auditif externe droit après alésage du conduit osseux et remise en place du lambeau (A), puis B : remplissage du conduit par des fragments de Merogel (Xomed Medtronic).

le packing de l'oreille moyenne avec de la gélatine ne doit pas mettre cette dernière sous tension au risque de majorer le risque d'adhésions [20]. Les pansements Gelfilm présentent l'avantage de générer moins d'adhésions mais restent cependant plus difficiles à manipuler et leur résorption rapide peut altérer la bonne aération de la caisse du tympan au long cours [21].

Les disques d'acide hyaluronique estérifié (EpiDisc® de 8 mm de diamètre, Medtronic) ont été conçus pour être déposés sur le promontoire ou sur la face latérale ou médiale du tympan comme soutien lors des tympanoplasties ou des myringoplasties. Les pansements EpiFilm® correspondent quant à eux à une version plus large des EpiDisc®, mesurant 2,5x2,5 cm et permettent de couvrir des surfaces plus grandes de muqueuse ou d'os. Leur rigidité relative permet de maintenir les lambeaux cutanés ou la muqueuse en place pendant la phase de cicatrisation. Le Merogel® (Medtronic) est également un pansement à résorption

lente dont la structure est fibrillaire, comparable à du coton. Il peut être déposé dans l'oreille moyenne pour séparer les surfaces muqueuses et supporter une greffe tympanique. Il peut également être utilisé pour conformer le lambeau tympano-méatal. Dans l'oreille moyenne, les fragments de Merogel et les disques EpiDisc se dissolvent spontanément en six à huit semaines. La dissolution de ces pansements peut en revanche être accélérée en les hydratant avec des gouttes antibiotiques dans la période postopératoire.

### Comment réduire la formation de fibrose et d'adhésions en chirurgie otologique ?

Afin d'optimiser les résultats fonctionnels après chirurgie de l'oreille moyenne, certains paramètres sont indispensables à prendre en considération. En effet, il est indispensable de préserver au maximum l'intégrité de la

muqueuse de la caisse du tympan car son altération est associée à un risque accru de formation d'adhésions [2, 22]. Il faut donc choisir un type de pansement n'entraînant pas d'irritation de la muqueuse tympanique. Il existe cependant peu d'études cliniques comparant l'effet des différents types de pansement selon l'état de la muqueuse. Les gants chirurgicaux poudrés doivent être rincés avant toute chirurgie car il a été démontré que le composant les recouvrant était susceptible de générer des adhérences [23]. L'utilisation excessive de l'aspiration doit également être évitée car elle crée de l'œdème et des irritations. Il est nécessaire de s'assurer de la bonne perméabilité de la trompe d'Eustache. Cela permet d'accélérer l'élimination des produits de dégradation des pansements résorbables, essentiellement lors de l'utilisation d'acide hyaluronique. Plusieurs études rapportent également l'efficacité de l'addition de corticoïdes et d'antibiotiques locaux dans la diminution de la formation d'adhésions [24].

## Références

- Holzer F. The Fate of Gelatin Film in the Middle Ear. *Arch Otolaryngol.* 1973;98(5):319-21
- Joseph RB. The Effect of Absorbable Gelatin Sponge Preparations and Other Agents on Scar Formation in the Dog's Middle Ear. An Experimental Histopathologic Study. *Laryngoscope.* 1962;72:1528-48
- Laurent C, Hellström S, Stenfors LE. Hyaluronic Acid Reduces Connective Tissue Formation in Middle Ears Filled with Absorbable Gelatin Sponge: an Experimental Study. *Am J Otolaryngol.* 1986;7:181-6
- Culbertson MC, Rember RR. Blood Coagulum Packing in Middle Ear Surgery. *Arch Otolaryngol.* 1962;75:198-200
- Meyer K, Palmer JW. The Polysaccharide of the Vitreous Humor. *Journal of Biological Chemistry.* 1934;107:629-34
- Håkansson L, Hällgren R, Venge P. Regulation of Granulocyte Function by Hyaluronic Acid. In Vitro and In Vivo Effects on Phagocytosis, Locomotion, and Metabolism. *J Clin Invest.* 1980;66:298-305
- Rydell N. Decreased Granulation Tissue Reaction After Installment of Hyaluronic Acid. *Acta Orthop Scand.* 1970;41:307-11
- Laurent C, Hellström S, Stenfors LE. Hyaluronic Acid Reduces Connective Tissue Formation in Middle Ears Filled with Absorbable Gelatin Sponge: an Experimental Study. *Am J Otolaryngol.* 1986;7:181-6
- Grainger DA, Meyer WR, DeCherney AH, Diamond MP. The Use of Hyaluronic Acid Polymers to Reduce Postoperative Adhesions. *J Gynecol Surg.* 1991;7:97-101
- Laurent TC. II. The Ultrastructure and Physical-Chemical Properties of Interstitial Connective Tissue. *Pflugers Arch.* 1972;336:S21-42
- Martini A, Morra B, Aimoni C, Radice M. Use of a Hyaluronan-Based Biomembrane in the Treatment of Chronic Cholesteatomatous Otitis Media. *Am J Otol.* 2000;21:468-73
- Pirnazar P, Wolinsky L, Nachnani S, Haake S, Piloni A, Bernard GW. Bacteriostatic Effects of Hyaluronic Acid. *J Periodontol.* 1999;70:370-4
- Anniko M, Hellström S, Laurent C. Reversible Changes in Inner Ear Function Following Hyaluronan Application in the Middle Ear. *Acta Otolaryngol Suppl.* 1987;442:72-5
- Shen Y, Mei Teh B, Friedland PL, Eikelboom RH, Atlas MD. To Pack or Not To Pack? A Contemporary Review of Middle Ear Packing Agents: Middle Ear Packing Agents Review. *Laryngoscope.* 2011;121:1040-8
- Sakagami M, Yuasa R, Yuasa Y. Simple Underlay Myringoplasty. *J Laryngol Otol.* 2007;121:840-4
- Mauri M, Lubianca Neto JF, Fuchs SC. Evaluation of Inlay Butterfly Cartilage Tympanoplasty: a Randomized Clinical Trial. *Laryngoscope.* 2001;111:1479-85
- Smith J, Gardner E, Dornhoffer JL. Hearing Results with a Hydroxyapatite/Titanium Bell Partial Ossicular Replacement Prosthesis. *Laryngoscope.* 2002;112:1796-9
- Hirvonen TP. How We Do It: Stapes Surgery Without Postoperative Packing of the External Auditory Canal. *Clin Otolaryngol.* 2005;30:205-7
- Salvinelli F, Casale M, Rinaldi V, Zini C. External Auditory Canal After Stapedotomy: Packing or not? *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2007;264:1119-20
- Hellström S, Salén B, Stenfors LE. Absorbable Gelatin Sponge (Gelfoam) in Otosurgery: One Cause of Undesirable Postoperative Results? *Acta Otolaryngol.* 1983;96:269-75
- McGhee MA, Dornhoffer JL. The Effect of Gelfilm in the Prevention of Fibrosis in the Middle Ear of the Animal Model. *Am J Otol.* 1999;20:712-6
- Li G, Feghali JG, Dinces E, McElveen J, van de Water TR. Evaluation of Esterified Hyaluronic Acid as Middle Ear-Packing Material. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2001;127:534-9
- Hellebrekers BW, Trimbos-Kemper GC, van Blitterswijk CA, Bakkum EA, Trimbos JB. Effects of Five Different Barrier Materials on Postsurgical Adhesion Formation in the Rat. *Hum Reprod.* 2000;15:1358-63
- Bahadri O, Aydin S, Caylan R. The Effect on the Middle-Ear Cavity of an Absorbable Gelatine Sponge Alone and With Corticosteroids. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2003;260:19-23