



# Ossiculoplastica

E. Truy, R. Hermann, E. Lescanne

*Le tecniche di ossiculoplastica hanno lo scopo di trasmettere l'informazione acustica di natura vibratoria nel modo più efficiente possibile, dalla membrana timpanica, che sia normale o neoformata, fino ai liquidi dell'orecchio interno. Le situazioni che si possono incontrare in patologia sono molto variabili. Nonostante la codificazione degli imperativi biomeccanici ormai ben noti e la varietà di materiali a disposizione dei cofochirurghi, i risultati sono molto variabili, in gran parte condizionati dalle condizioni anatomiche e patologiche incontrate. Queste tecniche devono essere discusse con le alternative audioprotesiche.*

© 2017 Elsevier Masson SAS. Tutti i diritti riservati.

**Parole chiave:** Sordità di trasmissione; Otite cronica; Aplasia minore; Lisi e blocco degli ossicini; Chirurgia funzionale uditiva; Ausili uditivi

## Struttura dell'articolo

■ <b>Introduzione</b>	1
■ <b>Situazioni cliniche che richiedono un'ossiculoplastica</b>	2
Otiti croniche semplici o colesteatomatose	2
■ <b>Condizioni anatomiche</b>	2
Rapporti reciproci tra il timpano e la staffa	2
Manico del martello	3
Vincoli nei confronti della membrana timpanica	4
Vincoli nei confronti della testa della staffa	4
Vincoli a livello della platina della staffa	4
■ <b>Materiali disponibili</b>	4
Autoinnesti	4
Omoinnesti ossiculiari	4
Cartilagine autologa	4
Osso corticale autologo	5
Materiali sintetici o alloplastici	5
■ <b>Differenti disegni delle protesi ossiculiari</b>	6
■ <b>Tecniche chirurgiche</b>	6
■ <b>Fattori prognostici</b>	7
■ <b>Risultati</b>	8
■ <b>Conclusioni</b>	8

## ■ Introduzione

Non vengono affrontati in questo articolo i problemi posti dalle anchilosi stapedovestibolari in seguito all'otosclerosi.

Nei mammiferi terrestri, il ruolo dell'orecchio medio è di realizzare un effetto di amplificazione acustica che permette di compensare un'energia persa durante il passaggio della vibrazione acustica da un mezzo gassoso a un mezzo liquido rappresentato dai liquidi dell'orecchio interno. Questo effetto di amplificazione

permette un aumento teorico calcolato di 27-34 decibel (dB) <sup>[1]</sup>, che è spiegato in parte dal rapporto delle superfici tra la platina della staffa e la membrana timpanica. Questo rapporto delle superfici varia nell'uomo intorno a 20/1, con un rapporto di 14/1 se si considera solo la superficie utile della membrana timpanica dedicata a questo effetto di amplificazione. L'effetto del rapporto delle superfici corrisponde a 27 dB di recupero. Un effetto leva supplementare è dovuto alla traslazione dell'effetto massa intorno ai diversi assi di rotazione della catena ossiculare. Questo effetto di leva è, comunque, di modesta ampiezza, il che corrisponderebbe solo a un recupero massimo di 3 dB. Un altro fattore cruciale è rappresentato dall'aerazione della cassa del timpano e dalla pressione che vi regna; le differenze di pressione tra il condotto uditivo esterno (CUE) e l'orecchio medio interferiscono direttamente sull'impedenza della catena timpano-ossiculare.

È evidente che, qualunque sia la situazione patologica, una catena ossiculare non può essere rimodellata in modo strettamente identico con tre ossa della stessa dimensione, della stessa forma, dello stesso peso e, soprattutto, con le stesse articolazioni fisiologiche l'una rispetto all'altra e con lo stesso rapporto con la membrana timpanica e i liquidi dell'orecchio interno. Nel complesso, il principio generale delle ossiculoplastiche consiste nel posizionare un pezzo intermedio tra una parte o la totalità della staffa e una membrana timpanica normale o neoformata e/o un reliquato ossiculare, qualunque sia la sua costituzione e il suo tipo. Così, la prima limitazione dei risultati di un'ossiculoplastica è determinata da questa evidenza che la catena non può essere ricostruita in modo identico a una catena normale, come sottolineano perfettamente diversi autori da molto tempo <sup>[2]</sup>.

Occorre integrare un'ossiculoplastica nel contesto anatomico della cassa del timpano. Quest'ultima è costituita dalle sue pareti (compresa la membrana timpanica lateralmente), ma anche dal suo contenuto (ovviamente gli ossicini, ma anche la mucosa). Così, lo stato delle condizioni patologiche associate e anche lo stato pressorio dell'orecchio medio contribuiscono alla biomeccanica dell'orecchio medio.

Infine, attualmente, è disponibile un certo numero di materiali che possono essere proposti nel ripristino dell'effetto columellare; materiali classificati come autoinnesti, alloinnesti e biomateriali adatti all'orecchio medio. La lettura della letteratura mostra che la fantasia dei cofochirurghi ha portato a un certo numero di modelli per protesi totali e parziali. L'industria ha permesso di realizzare un certo numero di protesi artificiali attraverso l'uso di numerosi materiali. Pertanto, la scelta del materiale diventa difficile anche per la profusione di modelli disponibili sul mercato; alcuni otologi hanno risolto il problema utilizzando soltanto gli ossicini del paziente trasposti oppure l'osso mastoideo del paziente scolpito.

## ■ Situazioni cliniche che richiedono un'ossiculoplastica

### Otiti croniche semplici o colesteatomatose

Queste patologie infiammatorie che colpiscono la membrana timpanica e/o gli ossicini possono essere di natura litica oppure portare a una sclerosi. Le lesioni ossiccolari sono associate a lesioni più o meno marcate della membrana timpanica, che richiedono o meno una procedura chirurgica; possono essere colpiti tutti e tre gli ossicini. Le combinazioni patologiche sono, quindi, numerose.

Queste lesioni ossiccolari sono, quindi, estremamente variabili da un paziente all'altro. Dalla loro analisi dipendono la scelta della tecnica e, quindi, il risultato.

La classificazione di Wüllstein, che rimane attuale, descrive le diverse timpanoplastiche secondo le situazioni patologiche incontrate [3-5]:

- tipo I: la membrana timpanica è l'unico problema e non vi è un'alterazione associata alla catena; si tratta di una miringoplastica;
- tipo II: si indirizza alle lesioni associate della membrana timpanica e dell'incudine, la cui forma più comune è la lisi del ramo discendente. La trasmissione è ripristinata da una protesi interposta tra la testa della staffa e la membrana timpanica o il manico del martello, e questa protesi è chiamata PORP (*partial ossicular replacement prosthesis*);
- tipo III: comprende un ripristino della columella alla finestra ovale, o per contatto diretto dell'innesto timpanico sulla testa della staffa o mediante posizionamento di una protesi tra la platina della staffa e la membrana timpanica o il manico del martello; questa protesi è chiamata TORP (*total ossicular replacement prosthesis*);
- tipo IV: l'innesto timpanico è posizionato sulla platina della staffa;
- tipo V: una trasmissione acustica è realizzata mediante contatto diretto tra il labirinto e un innesto connettivo o adiposo ed è proposta in caso di blocco della platina, o nei tipi V.A, come originariamente descritto da Wüllstein realizzando una fenestrazione a livello del canale semicircolare laterale, pratica ora abbandonata, o nei tipi V.B, in cui la platina bloccata è asportata e la finestra ovale è riempita da tessuto connettivo o adiposo.

Le ossiculoplastiche si integrano principalmente nelle timpanoplastiche di tipo II e III. La Figura 1 riassume queste condizioni anatomiche.

### Traumi ossiccolari

Essi sono più raramente associati a gravi danni della membrana timpanica. Si incontrano fratture e lussazioni, indipendentemente dal fatto che il trauma sia diretto o indiretto. Secondo le leggi dell'energia cinetica, l'osso più pesante (l'incudine) si lussa più facilmente, mentre il più leggero (la staffa) si frattura più facilmente. Sono, ovviamente, possibili delle associazioni.

### Malformazioni

Sono descritti tre gradi di gravità delle malformazioni ossiccolari isolate [6, 7]:

- le malformazioni lievi incontrate molto spesso con cavità timpaniche normali;

- le malformazioni moderate, dove esiste un'ipoplasia della cavità timpanica con ossicini rudimentali;
- le malformazioni gravi associate spesso a una cassa del timpano molto aplastica o virtuale.

Queste malformazioni dell'orecchio medio possono essere associate a una contemporanea malformazione dell'orecchio interno (nel 10-47% dei casi), soprattutto quando è presente una microtia.

Il martello è l'ossicino meno coinvolto nelle malformazioni isolate dell'orecchio medio. Le malformazioni più frequenti sono quelle del manubrio, un'ipoplasia della testa, una fissazione nel recesso epitimpanico e un'anomalia dell'articolazione incudomalleolare. È descritta anche l'assenza totale del martello.

Le malformazioni dell'incudine sono dominate da un'assenza o da un'ipoplasia del processo lungo coesistente con un'assenza dell'articolazione incudostapedia, talvolta sostituita da un piccolo tratto fibroso. L'aplasia completa dell'incudine è più rara. Talora è descritta una fissazione epitimpanica.

L'incudine e il martello appaiono molto spesso fusi in un conglomerato ossiculare.

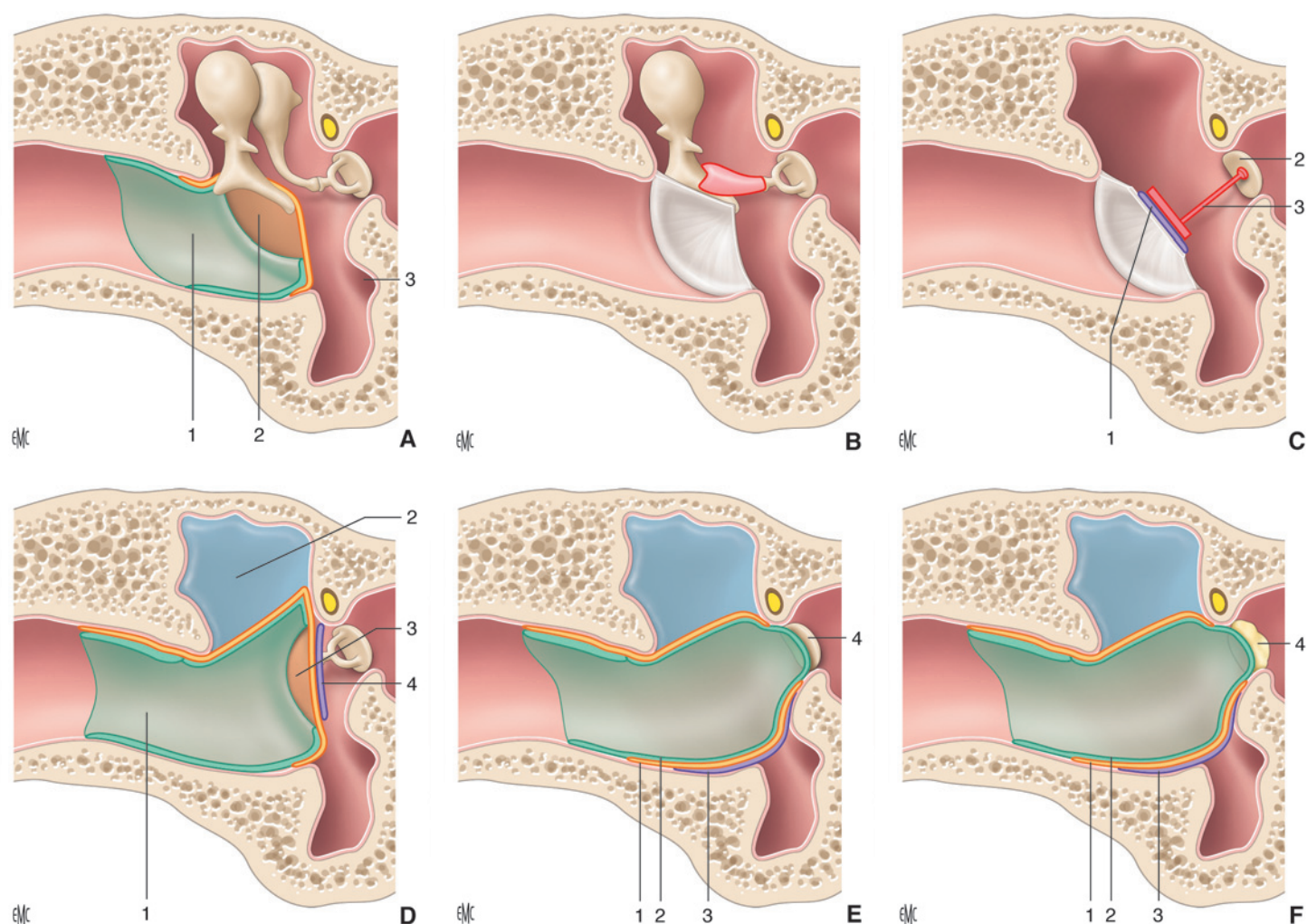
Le malformazioni della staffa appaiono frequentemente nelle malformazioni isolate minori dell'orecchio medio. Il tipo più comune è la malformazione della sovrastruttura dell'arco stapedio, spesso associata a una malformazione dell'incudine, principalmente del suo processo lungo. Le malformazioni dell'arco stapedio possono essere un'ipoplasia, un assottigliamento dei rami, la fusione dell'arco stapedio, una malformazione della testa isolata, una sostituzione della staffa da parte di una massa ossea o una massa fibrotica tra i suoi rami. Sono descritte anche delle malformazioni ossee della platina. Meno frequentemente, la staffa può essere completamente assente. In tal caso è spesso associato un decorso aberrante del nervo faciale. Le agenesie della finestra ovale o rotonda sono rare.

## ■ Condizioni anatomiche

### Rapporti reciproci tra il timpano e la staffa

Ripristinare un effetto columellare tra una membrana timpanica normale o neoformata e una staffa riportata a considerare i rispettivi rapporti dell'uno e dell'altro elemento anatomico (Fig. 2). Le misurazioni medie riportate nella Figura 2 sono suscettibili di ampie variazioni, specialmente quando si aggiungono delle modificazioni acquisite, come la medializzazione del manico del martello in alcune otiti croniche. Non è raro che la finestra ovale sia completamente ricoperta dal quadro osseo timpanico posterosuperiore. Così, quando si realizza un'ossiculoplastica sulla staffa o nella platina della staffa, tale situazione anatomica impone di allontanarsi da questo bordo osseo, altrimenti sarà più difficile ottenere un contatto con la membrana timpanica. In alcuni casi, è, quindi, indispensabile alesare il quadro osseo posterosuperiore del CUE per migliorare l'esposizione. Questo gesto deve essere previsto in modo non parsimonioso per due motivi: il primo è ottenere un contatto sicuro e ampio dell'ossiculoplastica con la membrana timpanica. Il secondo motivo è che la realizzazione dell'ossiculoplastica avviene facilmente, senza alcun contatto con un elemento anatomico fisso (rischio di ponte acustico con il quadro osseo). Questa incisione ossea può essere ampia, fino a esporre la piramide, tanto più che la ricostruzione timpanica cartilaginea poggia sul quadro per ricostruire il difetto osseo e prevenire un'ulteriore retrazione della membrana timpanica. A volte, tuttavia, questa membrana può essere inizialmente atrofica o retratta o il punto di partenza di uno stato (pre)colesteatomatoso, in associazione con uno stato patologico ossiculare. A volte, infine, l'ossiculoplastica si integra in un gesto di eradicazione di un colesteatoma già costituito e di timpanoplastica. Le possibilità di ricostruzione della membrana timpanica tramite ritagli di cartilagine assottigliati rendono tale resezione del quadro osseo assolutamente sicura grazie alle possibilità ricostruttive. L'uso di questa cartilagine assottigliata è raccomandato con alcuni tipi di materiali utilizzati (il titanio [Ti], per esempio), per evitarne la successiva estrusione.

Lo stesso rischio di ponte acustico per contatto tra il bordo inferiore della parete della loggetta e l'ossiculoplastica può



**Figura 1.** Classificazione delle timpanoplastiche secondo Wüllstein [3].

**A.** Tipo I. 1. Epidermide; 2. innesto timpanico; 3. finestra rotonda.

**B.** Tipo II. Protesi o trasposizione ossiculare.

**C.** Tipo III. 1. Cartilagine (o fascia o pericondrio, a seconda del tipo di patologia e/o di materiale di ricostruzione ossiculare); 2. platina della staffa; 3. protesi ossiculare totale (TORP, *total ossicular replacement prosthesis*).

**D.** Tipo III. 1. Epidermide; 2. riempimento della mastoide o meno; 3. innesto timpanico; 4. cartilagine assottigliata.

**E.** Tipo IV. 1. Innesto timpanico; 2. innesto di pelle; 3. cartilagine (a volte); 4. piastra della staffa.

**F.** Tipo V. 1. Innesto timpanico; 2. innesto di cute; 3. cartilagine (a volte); 4. innesto di tessuto adiposo che sostituisce la platina della staffa.

incontrarsi quando si realizza un montaggio staffa-manico del martello. La resezione della parte inferiore della parete della loggetta evita questa insidia. La ricostruzione immediata del difetto osseo con una cartilagine assottigliata impedisce la comparsa di una tasca di retrazione nell'attico.

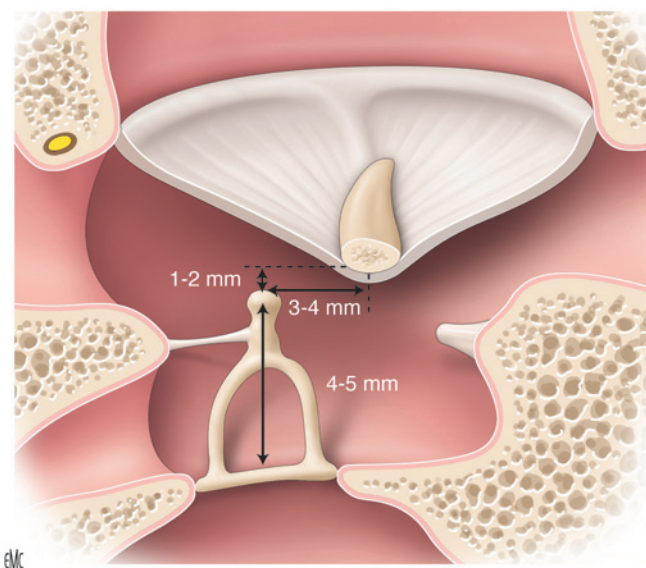
## Manico del martello

Quando si vuole realizzare un montaggio staffa-manico del martello, la mobilità, la posizione e l'orientamento del manico del martello sono importanti. Quindi, il primo passo è verificare la mobilità della testa del martello nell'attico. Si devono prendere in considerazione due direzioni del manico: la direzione anteroposteriore e l'asse frontale. Nell'asse anteroposteriore, si può effettivamente osservare, in alcuni casi, una distanza estremamente breve tra il manico del martello e la testa della staffa. In questi casi, anziché ostinarsi a realizzare un'ossiculoplastica direttamente sotto il manico del martello è preferibile non correre rischi e realizzare un montaggio staffa-membrana timpanica: si riduce, così, al minimo il rischio di manipolazione intempestiva della staffa e, quindi, di labirintizzazione, al momento di un posizionamento troppo difficile. Peraltro, si rischia un ulteriore basculamento del montaggio se il suo posizionamento è stato acrobatico e forzato. Infine, a volersi ostinare a posizionare

l'ossiculoplastica sotto il manico ad ogni costo, si rischia di realizzare un effetto di leva sul manico del martello che potrebbe portare a medializzare la testa del martello e, quindi, causare successivamente un blocco per contatto con la parete mediale dell'attico.

Lo stesso problema di posizionamento esiste quando lo spostamento laterale del manico del martello sotto l'influenza di disturbi pressori porta alla sua verticalizzazione. È, allora, talvolta preferibile realizzare un montaggio diretto a partire dalla membrana timpanica.

Ogni volta che si realizza un montaggio ossiculoplastica-manico del martello, occorre controllare che l'ossiculoplastica sia tagliata in modo che la scanalatura sia abbastanza profonda da accogliere il manico del martello. In nessun momento l'ossiculoplastica deve essere separata dal manico del martello da un innesto connettivo (che potrebbe anche servire per la miringoplastica) perché il gesto è reso più difficile, perché si induce un rischio di ammortizzamento della trasmissione dell'informazione acustica e, infine, perché il montaggio rischia di essere molto più instabile. La posizione esatta della columella rispetto al manico del martello deve essere calcolata in modo che vi sia una distanza sufficiente tra la columella e l'apofisi breve. La posizione ideale è sotto il manico e la posizione sopra il manico è possibile, ma offre una stabilità molto minore e dei risultati audiometrici globalmente meno buoni.



**Figura 2.** Rapporti rispettivi tra la testa della staffa e il manico del martello. Le misure menzionate sono una media e sono possibili variazioni importanti.

L'ultimo problema posto dal manico del martello è la constatazione intraoperatoria di una mancanza di contatto tra il manico e la membrana timpanica, che si incontra principalmente al momento delle riprese chirurgiche. Si tratta di una condizione anatomica difficile da recuperare, se non attraverso una ripresa totale della miringoplastica. Questo è un argomento forte per rispettare le regole di prevenzione della medializzazione degli innesti timpanici al momento della miringoplastica.

Infine, la rimozione del manico del martello non sembra portare a risultati funzionali deteriorati rispetto alla sua conservazione in caso di procedura sugli ossicini. Questo può risolvere molti problemi in relazione al posizionamento delle ossiculoplastiche rispetto al martello.

## Vincoli nei confronti della membrana timpanica

Quando si sceglie un montaggio con contatto diretto sotto il timpano o il neotimpano, occorre essere sicuri che il contatto sia sufficiente e che rimanga così. Sufficiente significa che si preferisce un contatto ampio con dei margini smussi.

Occorre che il contatto rimanga così; ciò significa che si deve tenere conto di fenomeni successivi che possono influenzare la membrana timpanica per quanto riguarda la sua posizione (o una lateralizzazione dell'innesto timpanico o, al contrario, dei fenomeni di retrazione).

Anche se i fenomeni di retrazione aumentano teoricamente il contatto timpano-protesi, essi non sono sempre favorevoli, in quanto possono portare a un basculamento della protesi, senza contare il rischio successivo di migrazione epidermica. Questi fenomeni sono anche testimonianza di un disturbo persistente della ventilazione della cassa del timpano e della successiva evoluzione verso fenomeni tubotimpanici più o meno accompagnati da un corteo infiammatorio della cassa, che possono spiegare a termine alcuni risultati mediocri.

Più difficili sono i problemi posti dalla lateralizzazione dell'innesto. Se questa si osserva casualmente, l'ossiculoplastica è secondaria rispetto a un tempo timpanico. Essa può essere osservata quando una miringoplastica è realizzata insieme dell'ossiculoplastica. Il posizionamento dell'innesto timpanico sotto il manico del martello evita i fenomeni di lateralizzazione dell'innesto e permette di ottenere in modo più frequente un contatto con la neomembrana timpanica e la massima superficie possibile del manico del martello. Il posizionamento di un innesto sotto il manico del martello a volte può rendere un po'

più complicata la realizzazione di un'ossiculoplastica nello stesso tempo. Si preferisce, allora, posizionare l'innesto timpanico e ribatterlo per verificare bene gli appoggi della stabilità del montaggio, quindi sollevarlo nuovamente per realizzare l'ossiculoplastica in maniera classica e, infine, richiudere nuovamente l'innesto sull'ossiculoplastica.

## Vincoli nei confronti della testa della staffa

Un errore sarebbe confondere la testa della staffa e l'apofisi lenticolare residua, che si può incontrare dopo lisi del ramo discendente dell'incudine (RDI). Quando quest'ultimo è ancora presente, occorre rimuoverlo atraumaticamente per la staffa e, quindi, il labirinto: il movimento corretto è dall'indietro in avanti lungo l'asse del muscolo stapedio, bloccando la parte anteriore dell'arco stapedio.

A questo livello, il vincolo è quello di utilizzare un materiale di ossiculoplastica con un incavo sufficiente perché la testa possa incastrarvisi facilmente, ma non troppo grande, per evitare che vi sia un'abrasione dei margini della columella se si utilizza in un materiale osseo scolpito. La profondità di questo incavo deve essere sufficiente perché la stabilità del montaggio sia acquisita.

## Vincoli a livello della platina della staffa

A volte si oppongono due imperativi contrastanti. Il primo imperativo è di ottenere un effetto di trasmissione dell'energia il più diretto possibile. Questo va contro l'interposizione di un frammento connettivo. Il secondo imperativo è di proteggere la platina; quindi, in determinate circostanze anatomiche, è opportuno ipotizzare un'interposizione connettiva.

## ■ Materiali disponibili

### Autoinnesti

Nel 1957, Hall e Rytzner sono stati i primi a descrivere la tecnica di riposizionamento di un'incudine autologa<sup>[8]</sup>.

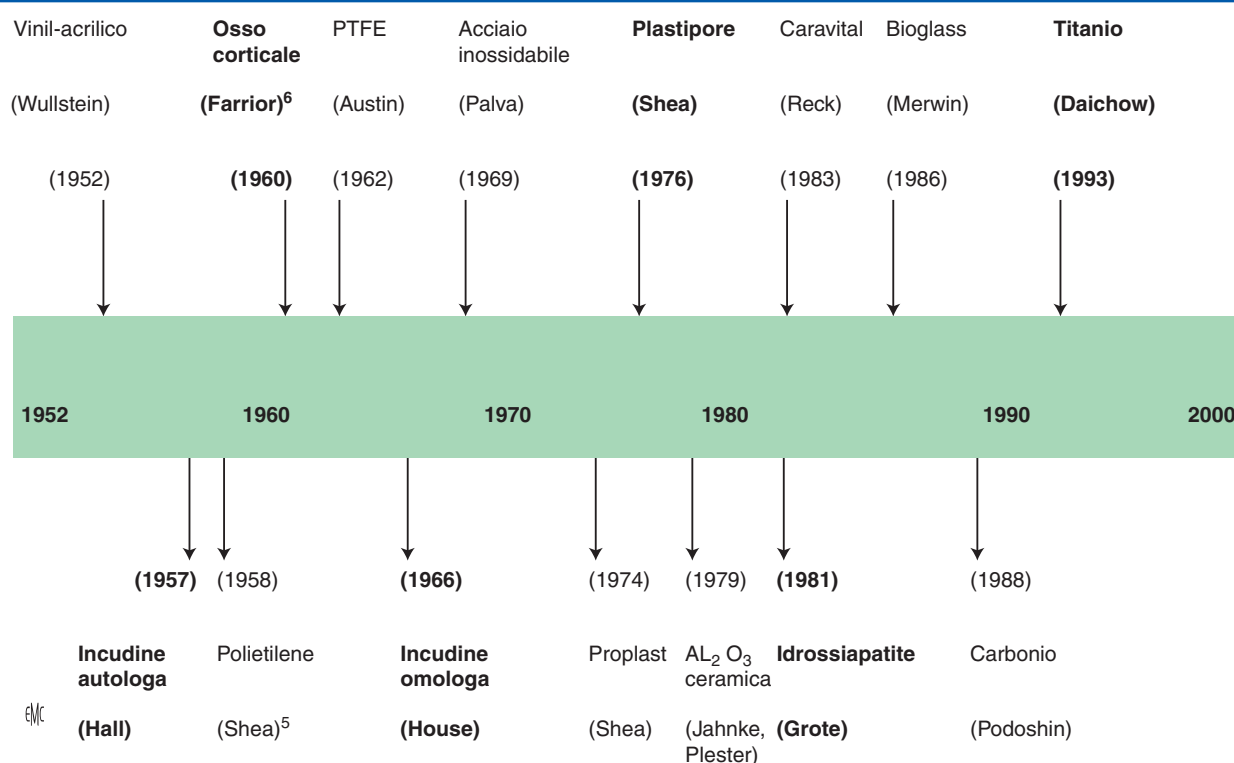
Il loro uso è determinato dalla possibilità o meno di trovare in sede dei reliquati ossiccolari sufficienti e di qualità. L'uso di un autoinnesto in un primo tempo di colesteatoma è molto discutibile a causa dell'aumentato rischio di inclusione epidermica. Viceversa, è possibile se l'ossicino è stato posto in nutrizione nella mastoide, al momento del secondo tempo, purché questo ossicino sia indenne da qualsiasi contatto con un reliquato epidermico. Due materiali sono classici: il corpo dell'incudine e la testa del martello. Quando si utilizza la testa del martello, per definizione il manico è stato desolidarizzato, il che ne aumenta l'instabilità e potrebbe rendere i montaggi staffa-manico meno efficaci.

### Omoinnesti ossiccolari

Nel 1966, House et al.<sup>[9]</sup> hanno suggerito per primi l'utilizzo di omoinnesti ossiccolari. Questi erano interessanti da considerare da molti anni, ma, attualmente, i rischi di trasmissione virale o di agenti infettivi non convenzionali ne rendono l'uso inappropriato. Questo uso potrebbe avvenire solamente rispettando il quadro normativo e attraverso lo Stabilimento francese dei trapianti.

### Cartilagine autologa

La sede del prelievo non pone problemi (trago, conca). L'innesto può essere usato o da solo o sotto forma di innesto condropericondrale. Esso trova la sua indicazione solo per sollevare la staffa, nelle timpanoplastiche con tecnica aperta o chiusa con staffa intatta e mobile perché l'altezza della (piccola) cassa è spesso sufficiente per utilizzare questo tipo di montaggio. Si può realizzare la dimensione di una cupola per accogliere la testa della staffa.



**Figura 3.** Introduzione storica dei diversi biomateriali utilizzati per la ricostruzione della catena ossiculare (secondo [24]).

## Osso corticale autologo

L'incudine del paziente non è sempre disponibile e Farrior [10] ha descritto per primo l'uso dell'osso corticale per estrarne una columella scolpita. Questo materiale è particolarmente interessante e raccoglie l'approvazione di alcuni otologi perché siamo sicuri della sua biocompatibilità, mai in mancanza di materiale in quantità sufficiente. Possono essere realizzati tutti i tipi di montaggio: platina-manico del martello, platina-timpano, testa della staffa-martello, testa della staffa-timpano. Le regole da rispettare sono di privilegiare sempre il montaggio più leggero possibile e, per alcuni autori, di realizzare una lieve ipercorrezione.

## Materiali sintetici o alloplastici

Questi materiali sono numerosi e si sono sviluppati. La Figura 3 riassume questa evoluzione; sono disponibili molti riferimenti bibliografici [10-23]. Essi appartengono a diverse classi.

Le plastiche porose comprendono il Proplast<sup>®</sup>, il Plastipore<sup>®</sup> e il Polycel<sup>®</sup> (*thermal-fused plastipore*). Il Plastipore<sup>®</sup> è un materiale semidenso, costituito da una spugna in polietilene ad alta densità. Benché i primi risultati siano sembrati incoraggianti, è stato descritto un tasso elevato e, quindi, inaccettabile di estrusione. Questo tasso può essere ridotto mediante un'interposizione di cartilagine.

Anche gli ionomeri di vetro sono stati proposti per la ricostruzione della catena ossiculare.

Le ceramiche possono essere o ceramiche bioinerti (ossido di alluminio - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) o ceramiche bioattive come le vetroceramiche (Céravital<sup>®</sup>, per esempio) o le associazioni di calcio-fosfato (per esempio, idrossiapatite [HA]). Con l'Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> si raccomanda un'interposizione di pericondrio tra la platina e il timpano per evitare la loro erosione. Il Céravital<sup>®</sup> ha portato a buoni risultati iniziali, ma che si sono deteriorati a lungo termine in gran parte per riassorbimento della protesi. Gli attuali materiali alloplastici più popolari sono l'HA e il trifosfato di calcio; si tratta di ceramiche bioattive che sono costituenti naturali della matrice minerale ossea. Questo materiale è molto usato in tutto il mondo, con tassi di estrusione che sembrano bassi, anche senza interposizione cartilaginea.

Alcune di queste protesi sono ibridi, che consistono in un piatto in HA associato a uno stelo di altro biomateriale che può essere

regolato in altezza facilmente in quanto sezionabile con uno scalpello. Questi materiali includono il Plastipore<sup>®</sup>, il Polycel<sup>®</sup>, il Teflon<sup>®</sup> (politetrafluoroetilene - PTFE), il Flex-HA<sup>®</sup> (una miscela di HA e Silastic<sup>®</sup>) e l'HAPEX<sup>®</sup> (HA rinforzata con polietilene composito). Alcune protesi presentano uno stelo centrale incorporato in metallo in modo da permettere che sia malleabile per adattarsi alle variazioni anatomiche e per aumentare la trasmissione acustica attraverso l'irrigidimento del sistema. Il gran numero di combinazioni moltiplica i modelli disponibili, rendendo molto difficili gli studi comparativi.

Le ultime protesi apparse sul mercato sono realizzate in Ti, la cui biocompatibilità è stata dimostrata dall'introduzione di pilastri osteointegrati per la riabilitazione dentaria. La sua introduzione come materiale per le ossiculoplastiche è stata accompagnata da molti lavori fondamentali [23, 25]. Questo materiale combina leggerezza, flessibilità e solidità e offre la possibilità di molteplici forme. Il piatto è perforato in modo che il chirurgo possa facilmente controllare il posizionamento dell'estremità mediale della protesi. È indispensabile un'interposizione cartilaginea con il timpano per prevenire l'estrusione, con tassi pubblicati che sono, in tal modo, inferiori al 5%. Sono, inoltre, disponibili protesi composite con un piatto in Ti e un piede in HA.

I cementi otologici sono stati introdotti da alcuni anni nella chirurgia dell'orecchio medio, dopo il loro utilizzo in chirurgia odontoiatrica [26]. Essi sono stati inizialmente utilizzati per la ricostruzione di difetti del tegmen e come materiale di riempimento mastoideo negli anni '90 [27]; tuttavia, il loro elevato contenuto di alluminio (20% per lo Ionocem<sup>®</sup>) ha portato a gravi complicanze, anche mortali, per encefalopatia da alluminio [28, 29], e, quindi, al ritiro dal mercato. Cementi otologici a base di ionomeri di vetro con modeste dosi di alluminio sono stati proposti a partire dal 2000 e sono sempre più utilizzati per la ricostruzione ossiculare (il contenuto di alluminio è inferiore al 2% nel Serenocem<sup>®</sup>, per esempio). OtoMimix<sup>®</sup> è il primo cemento a base di HA; esso è costituito da una polvere di trifosfato di calcio e da un liquido di acido citrico destinati a essere miscelati e a condurre a un indurimento in pochi minuti.

Alcune protesi sono composite, combinando differenti materiali alloplastici; per esempio, un fusto in Ti permette di realizzare delle protesi articolate in modo da adattarsi all'anatomia individuale [21], con una testa in idrossiapatite. L'esistenza di un piatto

in Ti impone un'interposizione cartilaginea contro il timpano in modo da evitare l'erosione di quest'ultimo.

Questi materiali devono rispettare imperativi di biocompatibilità e imperativi biofisici.

La biocompatibilità riguarda la buona tolleranza del mezzo nei confronti del biomateriale e del biomateriale nei confronti del mezzo. Questa biocompatibilità deve, quindi, esercitarsi nei confronti del contatto con la membrana timpanica, che vi sia o meno un'interposizione cartilaginea, e del contatto con una mucosa che può essere potenzialmente infiammatoria. Così, un certo numero di protesi si è deteriorato nel corso del tempo per l'azione del mezzo su di esse. L'azione del materiale può esercitarsi in modo locale o generale, senza dimenticare i fenomeni eventualmente ototossici nei confronti dell'orecchio interno per il passaggio attraverso delle finestre di molecole il cui peso molecolare è sufficientemente basso. Occorre non dimenticare anche la possibilità di una tossicità generale: si può ricordare la tossicità di alcuni ionomeri per liberazione di alluminio nei confronti del sistema nervoso centrale in caso di contatto diretto con il liquido cerebrospinale. Così, tutte le pubblicazioni relative ai risultati di una protesi ossiculare devono essere valutate nel lungo periodo, perché è a questo livello che si valutano il tasso di estrusione della protesi per la tossicità diretta nei confronti della membrana timpanica e il tasso di protesi riassorbite nel corso del tempo. Un esempio particolarmente evidente è stato l'assenza di biocompatibilità a lungo termine delle protesi in Cérvital® e in plastica porosa. Attualmente, le migliori protesi tollerate a medio termine sembrano essere le protesi in HA, oro o Ti.

Dal punto di vista biofisico, la qualità dei materiali coinvolge diversi parametri: la densità, la massa assoluta, la rigidità, la deformabilità e la qualità della trasmissione di un'informazione acustica. È importante osservare che la qualità puramente biofisica dei diversi materiali per le ossiculoplastiche sia stata oggetto di poche pubblicazioni nella letteratura otologica e che un certo numero di questi materiali sembra essere stato immesso sul mercato senza studi biofisici approfonditi (in ogni caso non pubblicati). In questo campo, i lavori di Hüttenbrick<sup>[25]</sup> sulla biomeccanica dell'orecchio medio e sull'uso del Ti in particolare sono notevoli.

Tra i metodi sperimentali realizzati in laboratorio su osso temporale, quello che utilizza la vibrometria laser è il più adatto<sup>[30]</sup>. La trasmissione dell'energia acustica è generalmente valutata in base allo spostamento misurato della platina o della membrana timpanica. Si è stabilito che questo metodo su osso temporale è rappresentativo delle condizioni chirurgiche in vivo<sup>[31]</sup>.

Attualmente, le ricostruzioni ossiculi impieghano prevalentemente gli ossicini autologhi, l'osso corticale autologo, il Ti e l'HA per le protesi e i cementi a base di ionomeri di vetro e di HA.

## ■ Differenti disegni delle protesi ossiculi

Queste protesi si presentano sotto forme altamente variabili tra di loro.

Le TORP sono protesi di sostituzione totale che si inseriscono sulla platina della staffa con un montaggio che può essere platina-martello o platina-timpano.

Le PORP realizzano delle protesi di ricostruzione parziale quando la staffa è intatta e mobile, con un contatto che può essere o testa della staffa-timpano o testa della staffa-manico del martello.

Alcune protesi vengono utilizzate a ponte tra testa della staffa e ramo discendente dell'incudine lisata.

Le protesi ossiculi possono essere classificate in monomateriali o composite. Alcune sono di altezza fissa mentre altre sono regolabili in altezza. Infine, alcune sono fisse e altre presentano un'articolazione che permette l'inclinazione del piatto in modo da adattarsi al piano timpanico.

I chirurghi sono, quindi, di fronte a una scelta importante, resa ancora più difficile in quanto la letteratura che riguarda il confronto dei risultati funzionali è macchiata da numerose distorsioni metodologiche.

## ■ Tecniche chirurgiche

Esse sono descritte secondo le situazioni patologiche incontrate.

Quando il timpano è chiuso e in sede (alcuni traumi o malformazioni minori) o quando è associata una miringoplastica in caso di otite cronica non colesteatomatosa a timpano aperto o quando un colesteatoma è operato con una timpanoplastica a tecnica chiusa (canal *wall-up* degli anglosassoni), il ramo lungo dell'incudine è assente: è la situazione incontrata con maggiore frequenza.



La trasposizione dell'incudine è la soluzione più economica perché impiega un autoinnesto ossiculare. La sagomatura dell'innesto è necessaria per facilitare il ponte acustico a partire dalla testa della staffa. In pratica, si utilizza una fresa diamantata del diametro della testa della staffa per scavare un incavo nell'asse della columella che corrisponde all'asse dell'arco stapedio in altezza (Fig. 4A).

La fresatura avviene fino a che la sfera della fresa diamantata non è completamente scomparsa dal piano della columella. A seconda dell'altezza della cassa, si utilizza come contatto con la testa della staffa o l'inserzione del ramo breve, il che corrisponde alla maggior parte delle situazioni, o quella del ramo lungo, in caso di cassa alta.

L'incudine modificata, posta sulla staffa, è incuneata sotto il manico del martello oppure direttamente sotto la membrana vibrante. Nel primo caso, si fresa una doccia sul corpo dell'incudine (Fig. 4B). Il manico può essere sollevato con un uncino per accettare il ramo breve intaccato. Se il manico è molto medializzato, è necessaria la sezione del tendine del muscolo del martello per posizionare il corpo dell'incudine parallelamente all'asse del manico. In questa circostanza, il contemporaneo posizionamento di un innesto di ricostruzione timpanica può rivelarsi difficile in caso di perforazione timpanica marginale rispetto al manico.

La constatazione di una staffa coricata deve portare a optare per un montaggio sulla platina, piuttosto che a tentare di utilizzare la testa della staffa come supporto mediale dell'ossiculoplastica. Nel caso in cui il ponte sia realizzato con il piano della membrana timpanica (Fig. 4), il posizionamento del corpo dell'incudine trasposto avviene parallelamente all'asse del manico.



La testa del martello è un'alternativa all'autoinnesto di incudine. Occorre prestare attenzione a evitare un contatto con il quadro osseo per evitare un'anchilosi secondaria.

I materiali alloplastici consentono l'utilizzo di PORP secondo gli stessi principi di ponte diretto con il manico o con il piano timpanico.

L'uso di una TORP in caso di staffa coricata è indicato sfruttando la sovrastruttura stapedica come appoggio in modo da evitare il basculamento della protesi. L'uso di Ti impone un'interposizione cartilaginea con il piano timpanico, in modo da prevenire un'eventuale estrusione successiva.

I cementi otologici rappresentano un'alternativa facile (Fig. 5), utilizzati da soli oppure come complemento di una protesi a ponte tra la testa e il RDI.

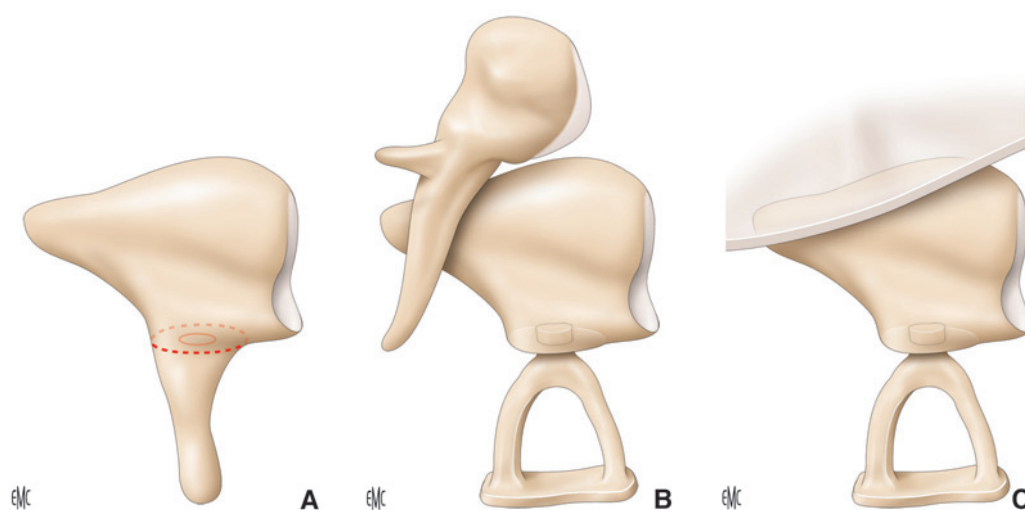
Solo la staffa è conservata: di solito è sufficiente un rialzo della staffa con della cartilagine. Le tecniche descritte nel paragrafo precedente si applicano anche a questa situazione patologica, a parte l'uso di cemento otologico.

Il manico del martello è conservato, ma la staffa manca: si tratta di una situazione meno frequente rispetto alla precedente. I chip di incudine rappresentano una tecnica classica di ossiculoplastica se si vuole/può utilizzare l'incudine quando essa è ancora presente. L'alternativa è l'uso di una TORP.

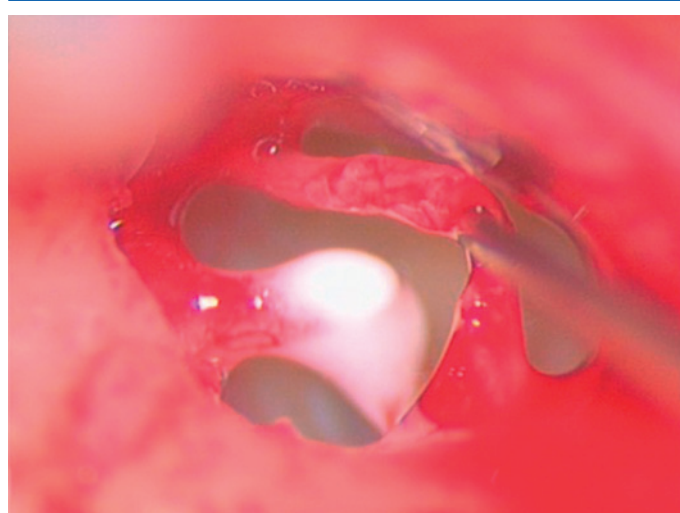
Se la connessione al piano timpanico è diretta, l'uso di una cartilagine di interposizione è indispensabile per evitare una futura estrusione. Se il piatto è posto sotto il manico del martello, la stabilità è migliore. La stabilità rispetto al piano della platina è più difficile da ottenere; può essere ottenuta puntellandolo con delle sferule di Gelfoam o Spongel. Una tecnica interessante di stabilizzazione è quella di un incavo di cartilagine<sup>[32]</sup> che accoglie il fusto della TORP.

Non rimane altro che una platina mobile: è necessario utilizzare una TORP, con posizionamento diretto del piatto sotto il piano timpanico.





**Figura 4.** Realizzazione di una trasposizione di incudine mediante fresatura del ramo breve; da questa superficie è perforato un incavo con una fresa diamantata sotto irrigazione, che accoglie la testa della staffa (A). Il contatto può avvenire o mediante posizionamento sotto il manico del martello in caso di altezza importante della cassa (B) o mediante contatto diretto sotto la membrana timpanica o la sua ricostruzione (C).



**Figura 5.** Realizzazione di un ponte tra un ramo discendente dell'incudine e la testa della staffa con una goccia di cemento otologico (la corda del timpano è spostata dalla cannula di aspirazione).

La platina è fissa: si raccomanda di realizzare una timpanoplastica in due fasi. Il primo tempo consiste in una miringoplastica. Il secondo tempo è preso in considerazione solo se l'orecchio medio è stabile per un periodo di osservazione sufficientemente lungo, con uno stato non infiammatorio e una perfetta ventilazione. Questo secondo tempo comprende una platinotomia, un'interposizione connettiva e il posizionamento o di un pistone o di una TORP.

Nelle orecchie in cui è realizzata una timpanoplastica con tecnica aperta (canal *wall-down* degli anglosassoni):

- se la staffa è intatta e mobile, il rialzo con cartilagine è semplice ed efficace;
- se è assente la sovrastruttura, l'interposizione di una columella cartilaginea è un gesto semplice. A volte si preferisce una TORP quando la nicchia della finestra ovale è profonda e stretta. Quando la fossa è ampia e poco profonda, è possibile un contatto diretto del connettivo che serve a realizzare la piccola cassa sulla platina (timpanoplastica di tipo IV), in tal caso senza ossiculoplastica.

Quando la platina è fissa, un'ossiculoplastica è illusoria. Ancora una volta, essa può essere proposta secondariamente a termine, se l'orecchio medio è libero da infiammazione in modo stabile e duraturo.

**Tabella 1.**

Punteggio MERI prognostico dei risultati funzionali delle ossiculoplastiche (secondo [33])<sup>a</sup>.

	Punteggio
<b>Otorrea</b>	
Orecchio asciutto	0
Orecchio occasionalmente umido	1
Orecchio permanentemente umido	2
Orecchio umido o schisi palatina	3
<b>Perforazione</b>	
Assente	0
Presente	1
<b>Colesteatoma</b>	
Assente	0
Presente	1
<b>Stato ossiculare (secondo Austin/Kartush)</b>	
O: M+ I+ S+	0
A: M+ S+	1
B: M+ S-	2
C: M+ S+	3
D: S- M-	4
E: fissazione della testa del martello	2
F: fissazione della platina della staffa	3
<b>Orecchio medio: granulazione o versamento</b>	
No	0
Sì	1
<b>Precedenti di chirurgia dell'orecchio medio</b>	
Nessuno	0
Programmato	1
Revisione	2

MERI: Middle Ear Risk Index; M: martello; I: incudine; S: staffa.

<sup>a</sup> Ogni voce riceve un punteggio e l'indice è calcolato con una somma aritmetica.

## ■ Fattori prognostici

Kartush [33] ha proposto un indicatore numerico della gravità delle lesioni dell'orecchio medio (Tabella 1), definendo un indice MERI (Middle Ear Risk Index) che permette confronti tra le diverse serie pubblicate in letteratura. Un indice MERI pari a 0 definisce uno stato normale dell'orecchio medio, un indice MERI compreso tra 1 e 3, una lesione leggera, un indice MERI compreso tra 4 e 6, una lesione moderata e un indice MERI compreso tra 7 e 12, una lesione grave.

**Tabella 2.**

Risultati funzionali delle ossiculoplastiche secondo un estratto della letteratura.

Autore	Numero di soggetti	Follow-up	Materiale	Interposizione di cartilagine	Rinné residuo medio (ABG) (%)		Tasso di estrusione (%)	Tasso di riassorbimento (%)
					< 20 dB PORP	> 20 dB TORP		
[34]	262	> 1 anno	Ossicino omologo		90	76		
[35]	246	2 anni	Ossicino e osso corticale autologhi		50	35		
[36]	103	> 1 anno	Osso corticale autologo		78	56		
[37]	141	> 1 anno	Plastipore®	Sì	43	49	10	
[38]	1 042	> 6 mesi	Plastipore®	Sì	53	33	7	
[39]	173	> 1 anno	Idrossido di alluminio		66	53	7	
[40]	128	2 anni	Céravital®				3	1,6
[41]	127	3 mesi	Idrossiapatite		89	78	7,9	
[42]	106	2 anni	Idrossiapatite		62	56	7,5	
[43]	170	3 anni	Idrossiapatite		84	64	4	
[44]	114	> 1 anno	Titanio		70	60	?	
[22]	1 304	> 6 mesi	Titanio		76 per PORP e TORP combinate		1	

ABG: air-bone gap; PORP: partial ossicular replacement prosthesis; TORP: total ossicular replacement prosthesis.

## ■ Risultati

Sono difficili da analizzare tanto sono importanti i fattori anatomici, i vari materiali, i disegni multipli delle protesi ossiculi, l'evolutivezza delle lesioni infiammatorie dell'orecchio medio possibile a medio e a lungo termine e le modalità di riferire i risultati a volte diverse da una serie all'altra. Questi risultati devono naturalmente riferire il miglioramento della funzione uditiva, ma anche le complicanze funzionali (labirintizzazione) e anatomiche (lussazione ed estrusione delle protesi).

Ogni operatore deve prestare attenzione all'assenza di una lettura critica delle serie pubblicate. La lettura di una serie che riferisce risultati a breve termine, anche se sono eccellenti, deve essere soggetta a riserva e attendere la conferma di questi risultati con serie ampliate e che riferiscono risultati a medio o, anche, a lungo termine.

La Tabella 2 tenta di fornire al lettore una visione d'insieme di alcuni riferimenti bibliografici [22, 34-44], piuttosto che impegnarsi in lunghe descrizioni letterali. Classicamente, il successo di un'ossiculoplastica è definito da un Rinné residuo (*air-bone gap* degli anglosassoni o ABG) inferiore a 20 dB. Nel complesso, si può dire che questo tasso di successo è compreso, nelle pubblicazioni, tra il 50% e il 90% per i montaggi con una PORP e tra il 30% e l'80% per quelli che utilizzano una TORP. I materiali più utilizzati sono l'HA e il Ti; la letteratura non dimostra formalmente la superiorità dell'uno rispetto all'altro [45], anche se la tendenza è quella di utilizzare maggiormente il Ti perché i modelli di piatto proposti commercialmente sono perforati, permettendo una migliore visibilità per assicurarne il posizionamento.

Il fallimento primario può essere legato alla scarsa qualità del timpano, all'errato effetto columellare, al calcolo errato dell'altezza della columella oppure all'esistenza di un contatto anatomico tra l'ossiculoplastica e le pareti della cassa. Si possono incontrare dei fallimenti secondari per spostamento secondario della columella (basculamento, lussazione, lateralizzazione), per riassorbimento per il Proplast®, per estrusione attraverso la membrana timpanica, ma anche secondariamente, a causa di una ripresa dei fenomeni deficitari tubarici che portano a tutte le conseguenze anatomopatologiche e fisiopatologiche negative per l'udito (disturbo di ventilazione, otite sieromucosa, retrazione timpanica, iperplasia mucosa o, anche, comparsa di un colesteatoma secondario).

Queste considerazioni temperate non devono, tuttavia, portare a considerare in maniera troppo restrittiva le indicazioni, che sono coronate da successo per molti pazienti, permettendo loro di ritrovare un udito utile e, in alcuni casi, di abbandonare una protesi di amplificazione.

## ■ Conclusioni

Così, in base alle diverse situazioni patologiche incontrate, i risultati sono diversi. Non si possono confrontare i risultati di ossiculoplastiche realizzate per lesioni ossiculi isolate dopo un trauma, per esempio, e i risultati di ricostruzioni ossiculi secondarie alla chirurgia del colesteatoma. I risultati sono complessivamente identici da un otologo esperto all'altro ed esiste, qualunque cosa si faccia, un certo numero di insuccessi probabilmente legati alle condizioni anatomiche sottostanti. Un certo numero di regole, indipendentemente dal materiale utilizzato, deve sempre essere tenuto a mente: tenere conto della membrana timpanica che deve essere ben tesa, ben armata e non lateralizzata, con un angolo timpanomeatale anteriore ben progettato, adattare la columella nel suo disegno alle situazioni anatomiche e alle varianti anatomiche, rendendo i rispettivi rapporti dei vari elementi della cassa variabili da un paziente all'altro, utilizzare sempre i montaggi più leggeri possibili e non creare eccessiva tensione. Bisogna privilegiare un montaggio testa della staffa-manico del martello, salvo se ostinarsi a voler eseguire questo tipo di montaggio può essere pericoloso (in caso di staffa coricata, per esempio). Infine, occorre tenersi a distanza dal quadro osseo.

Il contributo dei cementi otologici è importante come alternativa alle protesi ossiculi, con eccellenti risultati per casi molto selezionati.

Non si deve mai dimenticare che un'alternativa all'ossiculoplastica è un apparecchio acustico amplificatore che fornisce ottimi risultati nelle sordità di trasmissione. Questa gestione audioprotesica deve essere proposta in particolare quando si è verificato un insuccesso.



## ■ Riferimenti bibliografici

- [1] Merchant SN, Ravicz ME, Puria S, Voss SE, Whitemore Jr KR, Peake WT, et al. Analysis of middle ear mechanics and application to diseased and reconstructed ears. *Am J Otol* 1997;**18**:139-54.
- [2] Legent F, Fleury P. Semantics and surgery of chronic otitis. *J Fr Otorhinolaryngol Audiophonol Chir Maxillofac* 1981;**30**:353-7.
- [3] Wüllstein H. Die Tympanoplastik als gehorverbessernde Operation bei Otitis Media chronica und ihr Resultate. In: *Proceedings of the Fifth International Congress on Otorhinolaryngology*, 1953.
- [4] Wüllstein SR. Osteoplastic epitympanotomy. Tympanoplasty types I, II, III: a review of 15 years of experience. *Am J Otol* 1985;**6**:5-8.
- [5] Zöllner F. The principles of plastic surgery of the sound-conducting apparatus. *J Laryngol Otol* 1955;**69**:637-52.



- [6] Jackler RK, Luxford WM, House WF. Congenital malformations of the inner ear; a classification based on embryogenesis. *Laryngoscope* 1987;**97**:1-14.
- [7] Sennaroglu L, Saatci I. A new classification for cochleovestibular malformations. *Laryngoscope* 2002;**112**:2230-41.
- [8] Hall A, Rytzner C. Stapedectomy and autotransplantation of ossicles. *Acta Otolaryngol* 1957;**47**:318-24.
- [9] House WF, Patterson ME, Linthicum FH. Incus homografts in chronic ear surgery. *Arch Otolaryngol* 1966;**84**:148-53.
- [10] Farrior JB. Ossicular repositioning and ossicular prostheses in tympanoplasty. *AMA Arch Otolaryngol* 1960;**71**:443-9.
- [11] Wüllstein HL. Operationen am Mittelohr mit Hilfe des freien Spaltlappen Transplantates. *Arch Otorhinolaryngol* 1952;**161**:422-35.
- [12] Shea JJ. Fenestration of the oval window. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1958;**67**:932-51.
- [13] Austin DF. Vein graft tympanoplasty: two-year report. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 1963;**67**:198-208.
- [14] Palva T, Palva A, Karja J. Results with 2- or 3-legged wire columellization in chronic ear surgery. *Ann Otol* 1971;**80**:760-5.
- [15] Shea JJ, Homsy CA. The use of Proplast in otologic surgery. *Laryngoscope* 1974;**84**:1835-45.
- [16] Shea JJ. Plastipore total ossicular replacement prosthesis. *Laryngoscope* 1976;**86**:239-40.
- [17] Jahnke K, Plester D, Heimke G. Aluminiumoxide-Keramik ein Bioinertes Material für die Mittelohrchirurgie. *Arch Otorhinolaryngol* 1979;**223**:373-6.
- [18] Reck R. Bioactive glass ceramic: a new material in tympanoplasty. *Laryngoscope* 1983;**93**:196-9.
- [19] Grote J. Tympanoplasty with calcium phosphate. *Arch Otolaryngol* 1984;**110**:197-9.
- [20] Merwin GE. Bioglass middle ear prosthesis: preliminary report. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1986;**95**:78-82.
- [21] Podoshin L, Fradis M, Gertner R. Carbon-carbon middle ear prosthesis: a preliminary clinical human trial report. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1988;**99**:278-81.
- [22] Dalchow CV, Grun D, Stupp HF. Reconstruction of the ossicular chain with titanium implants. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2001;**125**:628-30.
- [23] Gostian AO, Pazen D, Luers JC, Hüttenbrink KB, Beutner D. Titanium ball joint total ossicular replacement prosthesis--experimental evaluation and midterm clinical results. *Hear Res* 2013;**301**:100-4.
- [24] Yung M. Materials for ossicular chain reconstruction. In: Hildmann H, Sudhoff H, editors. *Middle ear surgery*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag; 2006. p. 55-61.
- [25] Hüttenbrink KB. Middle ear mechanics and middle ear surgery. Operative and technical developments. *HNO* 2011;**59**:951-2.
- [26] Wilson AD, Kent BE. Surgical cement. British Patent No: 1 316 129, filed in 1969, specification published in 1973.
- [27] Geyera G, Dazerta S, Helmsa J. Performance of ionomeric cement (Ionocem®) in the reconstruction of the posterior meatal wall after curative middle-ear surgery. *J Laryngol Otol* 1997;**111**:1130-6.
- [28] Renard JL, Felten D, Béquet D. Post-otoneurosurgery aluminium encephalopathy. *Lancet* 1994;**344**:63-4.
- [29] Reusche E, Pilz P, Oberascher G, Lindner B, Egensperger R, Gloeckner K, et al. Subacute fatal aluminum encephalopathy after reconstructive otoneurosurgery: a case report. *Hum Pathol* 2001;**32**:1136-40.
- [30] Buunen TJ, Vlaming MS. Laser-Doppler velocity meter applied to tympanic membrane vibrations in cat. *J Acoust Soc Am* 1981;**69**:744-50.
- [31] Rosowki JJ, Davis PJ, Merchant SN, Donahue KM, Coltrera MD. Cadaver middle ear as models for living ears: comparisons of middle ear input admittance. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1990;**99**:403-12.
- [32] Bremke M, Hüttenbrink KB, Beutner D. The sandwich cartilage shoe technique for ossicular reconstruction in a case of an unsecure stapes footplate. *Laryngoscope* 2011;**121**:1950-2.
- [33] Kartush JM. Ossicular chain reconstruction. Capitulum to malleus. *Otolaryngol Clin North Am* 1994;**27**:689-715.
- [34] Wehrs RE. Results of homografts in middle ear surgery. *Laryngoscope* 1978;**88**:808-15.
- [35] Vartiainen E, Karjalainen S. Autologous ossicle and cortical bone in ossicular reconstruction. *Clin Otolaryngol* 1985;**10**:307-10.
- [36] Gersdorff M, Vilain J, Maisin JP, Munting E, Delloye C. Bone allografts in reconstructive middle ear surgery. *Arch Otorhinolaryngol* 1989;**246**:94-6.
- [37] Jackson CG, Glasscock ME, Schwaber MK, Nissen AJ, Christiansen SG. Ossicular chain reconstruction: the TORP and PORP in chronic ear disease. *Laryngoscope* 1983;**93**:981-8.
- [38] Brackmann DE, Sheehy JL, Luxford WM. TORPs and PORPs in tympanoplasty: a review of 1042 operations. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1984;**92**:32-7.
- [39] Yamamoto E. Long-term observations on ceramic ossicular replacement prosthesis (CORP). *Laryngoscope* 1988;**98**:402-4.
- [40] Blayney AW, Bebear JP, Williams KR. Ceravital in ossiculoplasty: experimental studies and early clinical results. *J Laryngol Otol* 1986;**100**:1359-66.
- [41] Wehrs RE. Incus interposition and ossiculoplasty with hydroxyapatite prostheses. *Otolaryngol Clin N Am* 1994;**27**:677-88.
- [42] Murakami Y, Hisamatsu K, Nozawa I, Ogino J, Ganbo T. Ossicular chain reconstruction with the use of alloplastic prosthesis: a comparative study in chronic middle ear disease. *Pract Otol* 1995;**79**:177-84.
- [43] Grote JJ. Reconstruction of the middle ear with hydroxylapatite implants: long term results. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl* 1996;**144**:12-6.
- [44] Zenner HP, Stegmaier A, Lehner R, Baumann I, Zimmermann R. Open Tübingen titanium prostheses for ossiculoplasty: a prospective clinical trial. *Otol Neurotol* 2001;**22**:582-9.
- [45] Truy E, Naiman AN, Pavillon C, Abedipour D, Lina-Granade G, Rabiloud M. Hydroxyapatite versus titanium ossiculoplasty. *Otol Neurotol* 2007;**28**:492-8.

E. Truy (eric.truy@ch-lyon.fr).

Département d'ORL, de chirurgie cervico-maxillo-faciale et d'audiophonologie, Hôpital Édouard-Herriot, place d'Arsonval, 69437 Lyon cedex 03, France. Inserm U1028, CNRS UMR5292, Centre de recherches en neurosciences de Lyon, Équipe dynamique cérébrale et cognition, Université de Lyon, Bron, France.

R. Hermann.

Département d'ORL, de chirurgie cervico-maxillo-faciale et d'audiophonologie, Hôpital Édouard-Herriot, place d'Arsonval, 69437 Lyon cedex 03, France.

E. Lescanne.

Services d'ORL, de chirurgie cervicofaciale et de chirurgie pédiatrique tête et cou, CHU de Tours, Université de Tours François-Rabelais, Tours, France.

Ogni riferimento a questo articolo deve portare la menzione: Truy E, Hermann R, Lescanne E. Ossiculoplastica. EMC - Tecniche chirurgiche - Chirurgia ORL e cervico-facciale 2017;21(1):1-9 [Articolo I - 46-065].

Disponibile su [www.em-consulte.com/it](http://www.em-consulte.com/it)



Algoritmi decisionali



Iconografia supplementare



Video-animazioni



Documenti legali



Informazioni per il paziente



Informazioni supplementari



Autovalutazione



Caso clinico

Cet article comporte également le contenu multimédia suivant, accessible en ligne sur [em-consulte.com](http://em-consulte.com) et [em-premium.com](http://em-premium.com) :

## 1 autoévaluation

[Cliquez ici](#)

## 12 iconographies supplémentaires

### Iconosup 10

Otoscopia postoperatoria di una protesi ossiculare posta sotto il manico del martello.

[Cliquez ici](#)

### Iconosup 11

TC postoperatoria di una protesi ossiculare parziale.

[Cliquez ici](#)

### Iconosup 12

TC postoperatoria di un chip di incudine.

[Cliquez ici](#)

### Iconosup 13

TC postoperatoria di una protesi totale composita posizionata sotto il manico del martello.

[Cliquez ici](#)

### Iconosup 14

TC postoperatoria di una protesi totale regolabile in titanio, con interposizione cartilaginea molto sottile.

[Cliquez ici](#)

### Iconosup 15

TC postoperatoria di una mancanza di congruenza tra una trasposizione di incudine e la testa del martello.

[Cliquez ici](#)

### Iconosup 16

TC postoperatoria di un'estrusione di una protesi ossiculare.

[Cliquez ici](#)

### Iconosup 17

TC postoperatoria di una sinostosi tra una trasposizione di incudine e il quadro osseo del condotto uditivo esterno.

[Cliquez ici](#)

### Iconosup 6

Diverse protesi ossiccolari.

a. In titanio monoblocco, parziale, regolabile.

b. Parziale, composita in titanio-idrossiapatite, regolabile tramite il fusto in titanio.

c. Monoblocco parziale e totale, regolabile mediante fresatura. © EMC Italia (393556). Il est interdit et illégal de diffuser ce document.

d. Parziale e totale, non regolabili e orientabili con una rotula in titanio.

[Cliquez ici](#)

### **Iconosup 7**

Vista intraoperatoria attraverso la timpanotomia posteriore di una staffa intatta e dell'assenza di ramo discendente dell'incudine.

[Cliquez ici](#)

### **Iconosup 8**

Vista intraoperatoria dell'inserimento di una trasposizione di incudine.

[Cliquez ici](#)

### **Iconosup 9**

Vista intraoperatoria del posizionamento di una protesi ossiculare parziale in titanio.

[Cliquez ici](#)

[Cliquez ici pour télécharger le PDF des iconographies supplémentaires](#)

## **5 vidéos/animations**

### **Video 1**

Trasposizione di incudine.

[Cliquez ici](#)

### **Video 2**

Posizionamento di una *partial ossicular replacement prosthesis*.

[Cliquez ici](#)

### **Video 3**

Utilizzo del cemento otologico per ripristinare la continuità tra l'incudine e la staffa.

[Cliquez ici](#)

### **Video 4**

Rialzo della staffa (l'alternativa dell'uso di cemento non esisteva al momento della realizzazione di questo video).

[Cliquez ici](#)

### **Video 5**

Posizionamento di una *total ossicular replacement prosthesis* con zoccolo della platina cartilagineo per la stabilizzazione del piede della protesi.

[Cliquez ici](#)