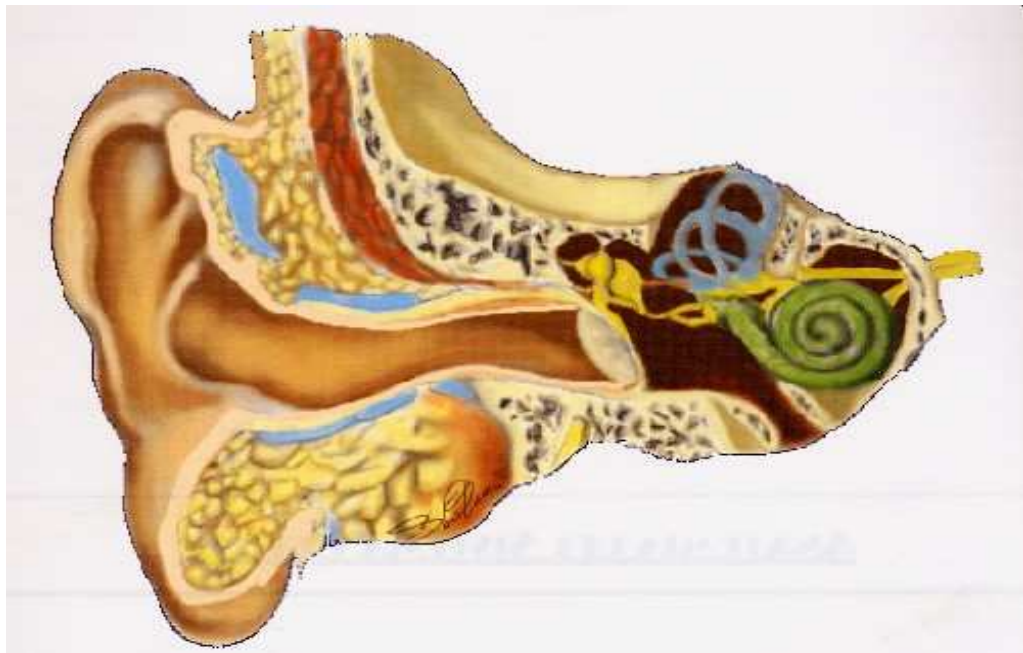


Capitolo Primo

ANATOMO-FISIOLOGIA DELL'APPARATO Uditivo E VESTIBOLARE

L'apparato uditivo, sotto il profilo anatomo-funzionale, può essere distinto in tre porzioni:

- 1) **APPARATO DI TRASMISSIONE**, esso è costituito dal padiglione auricolare, condotto uditivo esterno (C.U.E.), orecchio medio (O.M.) e dalle strutture membranose del canale cocleare.
- 2) **APPARATO DI TRASDUZIONE**, esso è costituito dalle cellule sensoriali dell'organo di Corti, sede di trasformazione dello stimolo meccanico in stimolo nervoso.
- 3) **APPARATO DI CODIFICAZIONE E DECODIFICAZIONE**, esso è costituito dalle terminazioni dei prolungamenti, periferico e centrale, dalle cellule gangliari e dai nuclei del tronco encefalico.



PADIGLIONE AURICOLARE

Il padiglione auricolare ha la funzione di favorire la localizzazione dell'onda sonora, di convogliarla verso il meato acustico esterno, di proteggere il C.U.E. e anche la funzione di rinforzare l'intensità del suono, limitatamente

a determinate frequenze per un effetto di risonanza.

E' in funzione di tali compiti che il padiglione auricolare è posto simmetricamente ai lati del capo, tra l'articolazione temporo-mandibolare anteriormente ed il processo mastoideo posteriormente; ha forma di conchiglia molto irregolare con la cavità rivolta lateralmente ed in avanti.

Le sue dimensioni, l'angolazione rispetto al capo e l'inclinazione, possono variare notevolmente da soggetto a soggetto. La faccia laterale è provvista di rilievi e depressioni più o meno accentuate ed a livello della conca presenta il poro acustico esterno, inizio del condotto uditivo esterno.

Una duplicatura d'indubbio significato protettivo è costituita dal trago che ricopre parzialmente il poro acustico esterno.

Lo scheletro è formato da cartilagine rivestita da cute; questa, nella porzione inferiore o lobulo, è priva di sostegno cartilagineo.

Il padiglione è fissato all'osso temporale tramite legamenti e muscoli; questi ultimi, che si distinguono in estrinseci ed intrinseci, sono molto piccoli e sottili, a volte sostituiti da tessuto fibroso.

Ciò è in rapporto alla scarsa od assente motilità che il padiglione presenta nell'uomo.

CONDOTTO Uditivo ESTERNO

Al C.U.E. è riconosciuta una funzione protettiva, sia meccanica sia termica, per le sue caratteristiche anatomiche di ristrettezza e di curvatura e per la presenza di peli e di cerume.

La funzione più importante, però, è quella di convogliare l'energia sonora alla membrana timpanica (M.T.) e di rinforzare il suono per determinate frequenze.

Il C.U.E., nell'adulto, ha la forma di tubo a sezione ellittica, della lunghezza di circa 25 mm, avente calibro variabile entro limiti ampi da soggetto a soggetto.

Le pareti del C.U.E. sono in parte fibro-cartilaginee ed in parte ossee.

La porzione cartilaginea, che rappresenta il terzo laterale, è costituita dalla cartilagine del meato acustico esterno che lateralmente si continua con quella del trago e medialmente con l'osso timpanico, con cui si unisce saldamente.

L'osso timpanico rappresenta gran parte dello scheletro osseo che

costituisce i due terzi mediali del C.U.E. ;esso ha una forma di lamina (nel neonato in parte fibrosa, rivolta verso l'alto).

La cartilagine e l'osso sono rivestiti da uno strato cutaneo sotteso da uno sottocutaneo molto aderente al piano scheletrico.

Gli strati cutanei si riducono progressivamente di spessore procedendo verso la membrana timpanica e nella porzione cartilaginea, sono provvisti di peli inclinati verso l'esterno e di ghiandole ceruminose il cui corpo ha sede nel tessuto sottocutaneo .

Il secreto ceruminoso è denso, di colorito bruno o giallastro, spesso mescolato a detriti epidermici e riveste la cute della porzione più esterna del C.U.E. .

La vascolarizzazione del C.U.E. dato dall'arteria auricolare posteriore, dai rami della temporale superficiale e dall'arteria auricolare profonda.

Il C.U.E. è molto sensibile dato dalle numerose espansioni nervose con gran prevalenza sensitiva dovuta al plesso cervicale (nervo grande auricolare), al nervo vago (ramo auricolare), al nervo trigemino, ramo mandibolare (nervo auricolare-temporale).

Il C.U.E. partecipa attivamente al processo d'audizione, comportandosi come una camera di risonanza,Infatti, come sopra riferito, il C.U.E. è paragonabile ad un tubo chiuso ad un'estremità da una membrana.

Dalla fisica è noto che, in determinate condizioni, si creano onde stazionarie dovute all'intervento di una pressione anti-nodale alla membrana stessa; tali onde comportano un effetto di risonanza.

ORECCHIO MEDIO:CASSA DEL TIMPANO

L'orecchio medio è una cavità che comunica con l'esterno.

Essa è compresa tra le tre ossa che formano il temporale, tra il condotto uditivo esterno e l'orecchio interno.

Questa cavità, detta cassa del timpano, contiene tre piccoli ossicini disposti regolarmente l'uno dopo l'altro in modo da formare nel loro insieme una catena continua detta la catena degli ossicini dell'udito.

La cassa del timpano comunica con la faringe mediante un lungo canale denominato tuba uditiva o di Eustacchio,la sua mucosa è uguale a quella della faringe che tappezza tutte le sue pareti.

Per finire la cassa del timpano, nella sua parte posteriore, comunica con un sistema di cavità ossee scavate nel processo mastoideo dette cavità mastoidee.

Con queste informazioni possiamo quindi dire che l'orecchio medio è costituito da:

- 1). **Cassa del timpano propriamente detta.**
- 2). **Catena degli ossicini (martello, incudine, staffa)**
- 3). **Mucosa timpanica.**
- 4). **Vasi e nervi della cassa del timpano.**
- 5). **Cavità mastoidee.**
- 6). **Tuba uditiva.**

Cassa del timpano propriamente detta o semplicemente il timpano, ha una forma di tamburo con le due basi ravvicinate e incurvate verso il centro della cavità.

Le dimensioni della cassa timpanica sono le seguenti: 1). La larghezza, cioè il suo diametro antero-posteriore, è di 15 mm. 2). L' altezza, cioè il suo diametro verticale, è pure di 15 mm. 3). Lo spessore, cioè il suo diametro trasversale, varia secondo i punti in cui si esamina a causa della disposizione delle due basi.

Quindi troviamo che questo diametro alla periferia della cassa misura 4 mm in basso e 5-6 mm in alto; 1,5 a 2 mm al centro della cassa.

Dal punto di vista descrittivo la cassa timpanica presenta:

- a) **Due pareti:** - laterale – mediale.
- b) **Una circonferenza**

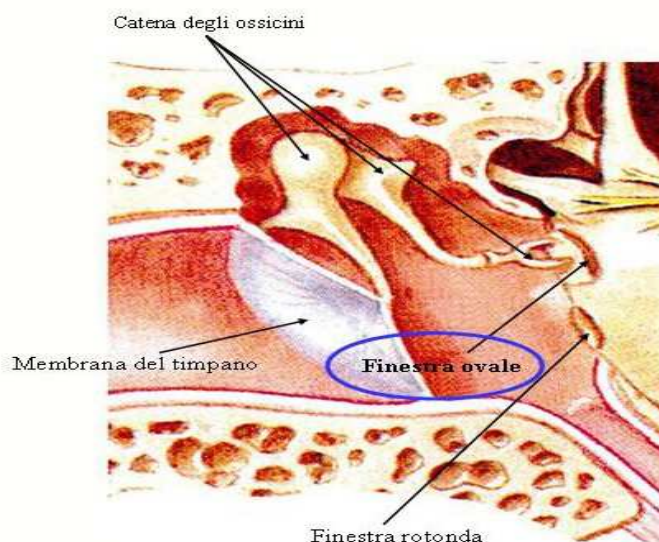
La parete laterale della cassa del timpano è formata da:

- 1) Membrana del timpano, per i 3/5 (una membrana sottile e trasparente).
- 2) Porzione ossea per i rimanenti 2/5.

Membrana del timpano ha una forma abbastanza circolare ed è tesa tra il meato acustico esterno e la cassa del timpano.

Il suo diametro varia, secondo i soggetti, da 9,5 a 10,5 mm, il suo spessore è di circa 0,1 mm con un inclinazione che varia secondo l'età, infatti notiamo che nel feto, l'angolo che la membrana forma è orizzontale, mentre alla nascita è di circa 30°-35°, fino ad inclinarsi a 40°-45° nell'adulto.

La membrana del timpano, come abbiamo già ricordato, è quasi regolarmente circolare, ma non piana, infatti, poiché sporge medialmente, assume una forma di un imbuto molto espanso la cui apertura guarda il meato acustico esterno.



La struttura della membrana del timpano è costituita da tre strati:

- 1) Strato cutaneo: non è altro che la cute del meato acustico esterno che si riflette sulla membrana del timpano, esso è costituito da diversi ordini di cellule dell'epidermide disposte sopra un derma molto sottile.
- 2) Strato fibroso: esso costituisce l'impalcatura della membrana del timpano. Si suddivide in due piani fibrosi: uno esterno, formato da fibre radiali; l'altro interno, formato da fibre circolari.
- 3) Strato mucoso: è il più interno dei tre strati ed è una dipendenza della mucosa della cassa.

Esso si compone di una lamina propria molto sottile, su cui si dispongono in una sola serie, cellule pavimentose.

Porzione ossea della parete laterale è situata superiormente al timpano, essa misura 5 o 6 mm di altezza, la porzione corrispondente è detta recesso epitimpanico o anche loggetta degli ossicini perché accoglie la testa del martello e il corpo dell'incudine.

Per questa ragione, la porzione ossea posta al di sopra della membrana del timpano e che quindi costituisce realmente la parete laterale di questa cavità, è stata denominata muro della loggetta.

La loggetta degli ossicini ed il muro della loggetta, che la separa dal meato acustico esterno, è di notevole importanza a causa della sua patologia e gli interventi chirurgici di cui può essere sede. In basso la membrana del timpano non raggiunge la circonferenza della cassa, poiché essa è separata da un sottile orletto osseo che misura circa 1,0 - 1,5 mm di altezza.

Questo orletto, unitamente alla parete inferiore della cassa, delimita, all'interno del meato acustico esterno, una specie di basso fondo detto basso fondo della cassa o recesso ipotimpanico dove possono depositarsi corpi estranei o raccogliersi il pus nelle otiti medie.

Parete mediale o labirintica: La parete mediale della cassa del timpano separa l'orecchio medio dall'orecchio interno, essa è divisa da un orificio ovalare (la finestra ovale) in due parti:

- 1) Parte inferiore che corrisponde all'orificio interno del condotto uditivo esterno. In essa si osservano: a) Il promontorio; b) La finestra rotonda; c) Il seno timpanico; d) La piramide e il condotto del muscolo del martello.
- 2) Parte superiore situata di fronte alla parete laterale della cassa ed al disopra dell'orificio interno del condotto uditivo.

In essa si osservano:

- a.) La sporgenza della seconda porzione dell'acquedotto del Falloppio (nervo facciale);
- b.) La sporgenza del canale semicircolare laterale.

La finestra ovale fa comunicare la cassa del timpano col vestibolo dell'orecchio interno.

E' chiusa dalla base della staffa e dal periostio del vestibolo.

Presenta rapporti con il canale del nervo facciale.

La finestra ovale occupa il fondo di una depressione detta fossetta ovale. Questa è in rapporto con la seconda porzione dell'acquedotto di Falloppio (canale del nervo facciale) che accoglie il nervo facciale.

Questi rapporti di vicinanza della fossetta ovale e dell'acquedotto di Falloppio (nervo facciale) sono importanti nella patologia auricolare. Infatti, lesioni della cassa del timpano, possono essere nocive per il funzionamento del nervo facciale.

1)1 Parte inferiore * Il promontorio: è una sporgenza mammellonata e, dal lato dell'orecchio interno, corrisponde al primo giro di spire della chiocciola. Misura circa 6 mm in larghezza e 5 mm in altezza. * Finestra rotonda: posta al di sotto della finestra ovale è un piccolo orificio di forma circolare.

Essa corrisponde all'estremità inferiore della scala timpanica della chiocciola.

E' chiusa da una sottile membrana detta membrana della finestra rotonda che, istologicamente, risulta costituita da tre strati: uno strato esterno mucoso; uno strato medio formato da fibre connettivali disposte in direzione raggiata e uno strato interno costituito da una formazione endoteliale.

* Il seno timpanico: si trova tra la fossetta della finestra ovale e la fossetta della finestra rotonda. Presenta di solito una forma circolare e misura, in media, 4 mm di diametro e 3 mm di profondità. Corrisponde, dal lato dell'orecchio interno, all'estremità ampollare del canale semicircolare posteriore.

* La piramide: è una piccola sporgenza ossea che si innalza immediatamente all'indietro del seno timpanico.

La sua altezza di solito varia da 1 a 1,5 mm.

Il suo apice è attraversato da un canale detto canale della piramide che accoglie il muscolo della staffa (muscolo stapedio). * Il condotto del muscolo del martello: si divide in due porzioni: porzione intratimpanica breve di circa 5 mm e porzione extratimpanica di circa 10 mm.

2) Parte superiore * La sporgenza della seconda porzione dell'acquedotto del Falloppio e quella del canale semicircolare laterale: sono situati uno sopra l'altro al di sopra della finestra ovale ed occupano la parte superiore della parete interna della cassa del timpano.

CIRCONFERENZA: La circonferenza della cassa del timpano, che connette per i loro margini le pareti laterale e mediale descritte prima, è molto irregolare e fortemente accidentata.

Può essere divisa in quattro parti o pareti:

❖ Parte superiore

- ❖ Parte inferiore
- ❖ Parte anteriore
- ❖ Parte posteriore

* Parte superiore: parete superiore o cranica - larga circa 6 mm è una laminetta ossea molto sottile che separa l'orecchio medio dalla cavità cranica. Vi è possibilità di diffusione di processi patologici dall'orecchio medio alle meningi e all'encefalo sia per la sottigliezza di questa laminetta sia per la presenza di connessioni vascolari. In alcuni casi si può avere anche la deiscenza spontanea del tetto dell'osso (perdita di sostanza più o meno estesa probabilmente dovuta ad arresto dello sviluppo).

Questa disposizione anatomica è estremamente pericolosa in quanto la mucosa della cassa è, in tal caso, in immediato contatto con la dura madre cerebrale, ed il pericolo di diffusione di un processo infiammatorio dall'orecchio medio all'encefalo è alto.

* Parte inferiore: parete inferiore o giugulare costituisce il pavimento della cassa del timpano e misura circa 4 mm.

E' disposta in un piano inferiore a quello del meato acustico esterno e ciò spiega perché, nel caso di una otite media suppurata e nelle emorragie dell'orecchio medio, il pus ed il sangue ristagnino ancora in questo punto della cassa timpanica dopo che è stata praticata una puntura nella parte inferiore della membrana del timpano.

* Parte anteriore: parete anteriore o tubarica - chiamata tubarica perché contrae rapporti con la tuba uditiva; essa infatti è occupata in gran parte da una larga apertura che altro non è che l'estremità interna della tuba.

Questa apertura è detta **orificio timpanico della tuba auditiva**.

La parete anteriore presenta anche il foro d' entrata e quello d'uscita della corda del timpano.

* Parte posteriore: parete posteriore o mastoidea - presenta una larga apertura **l'aditus ad antrum o canale timpano-mastoideo** che conduce alle cavità mastoidee e l'orificio d'entrata della corda del timpano.

FISIOLOGIA dell'O.M.

Nell'orecchio medio il sistema timpano-ossiculare è deputato alla trasmissione e all'amplificazione dell'energia sonora convogliata nel C.U.E. dal mezzo aereo, al mezzo liquido della coclea (perilinfia).

Questo processo comporta una certa perdita di pressione sonora, quantificabile in media intorno ai 30 dB, poiché nel passaggio da un mezzo aereo ad uno liquido, il 99,9% dell'energia viene riflessa; per ovviare a tale inconveniente l'O.M. compensa la perdita di energia sonora con un'amplificazione di circa 30-40 dB grazie a due sistemi di recupero:

- 1) il rapporto di superficie o effetto chiodo;
- 2) sistema di leve ossiculi.

ORECCHIO INTERNO

L'orecchio interno è costituito dal labirinto osseo, e labirinto membranoso; quest'ultimo a sua volta si differenzia in canale cocleare e formazioni membranose del vestibolo.

IL LABIRINTO OSSEO (o capsula labirintica): esso racchiude le cavità dell'orecchio interno ha sede nella compagine della rocca petrosa.

La capsula labirintica presenta una struttura completamente diversa da quella della rocca petrosa, per cui è possibile isolarla da quest'ultima evidenziandone la sua forma caratteristica.

Il labirinto osseo è costituito:

- da una porzione centrale o vestibolo;
- dai tre canali semicircolari (superiore, posteriore, laterale, che sono disposti su tre piani tra loro perpendicolari), situati supero-posteriormente ad esso;
- dalla chiocciola posta anteriormente.

Il labirinto osseo presenta soluzioni nella sua continuità, e precisamente:

- 1) La finestra ovale occupata dalla platina della staffa e dal legamento anulare.
- 2) La finestra rotonda, chiusa dalla membrana timpanica secondaria.
- 3) Il meato acustico interno, il cui fondo presenta l'area o fossetta del nervo facciale percorsa dal nervo facciale; il tratto spirale foraminoso (doppia linea elicoidale di forellini entro i quali passano le fibre del nervo

cocleare ; le aree vestibolari superiore ed inferiore provviste anch'esse di forellini per il passaggio delle fibre del nervo vestibolare.

4) L'acquedotto del vestibolo, piccolo canale osseo diretto posteriormente che termina in un solco posto lateralmente al meato acustico interno, entro il quale decorrono il dotto e parte del sacco endolinfatico .

5) L'acquedotto della chiocciola, piccolo canale che unisce il giro basale della chiocciola, in prossimità della finestra rotonda, alla cavità endocranica tramite un orifizio situato sul bordo postero-inferiore della rocca, occupato nel vivo da tessuto connettivo.

La porzione anteriore o cocleare del labirinto osseo è morfologicamente la più complessa.

La chiocciola ossea è provvista di un cono centrale (o modiolo) attorno al quale si arrotola, compiendo tre giri, il canale spirale osseo.

Ad una sezione condotta lungo l'asse maggiore si nota che dal modiolo si dipartono setti divisorii che separano i giri cocleari immediatamente vicini.

A metà circa di ogni giro cocleare sporge nel lume una lamina ossea impiantata sul modiolo; questa è la lamina spirale ossea che si continua con la membrana basilare su cui poggia l'organo del corti.

Il modiolo è costituito da un osso ricco di cavità, anche di dimensioni considerevoli, entro il cui decorrono numerosi vasi e le fibre nervose cocleari.

Le cellule gangliari trovano posto nel canale spirale (o canale di Rosenthal) situato nella porzione periferica del modiolo stesso in prossimità dell'inserzione della lamina spirale ossea.

Gli spazi modiolari sono occupati, oltre che da vasi e fasci nervosi, da tessuto connettivo molto lasso apparentemente imbibito da materiale liquido.

Scendendo maggiormente nei dettagli della struttura dell'osso labirintico, si può dire che alla sezione istologica di una rocca petrosa si evidenziano tre strati ossei tra loro sovrapposti che formano l'involucro degli spazi labirintici, essi sono: il periostale, l'encondrale e l'endostale.

ACQUEDOTTO DELLA CHIOCCIOLA

Questa formazione dovrebbe consentire unitamente al sistema cavitario

del modiolo ed alle guaine perivascolari e perineurali, una comunicazione tra la cavità perilinfatica (in modo particolare la rampa timpanica) e quella endocranica.

Il lume del canale nell'adulto è di ampiezza esigua valutabile in 4,2 mm nella porzione più larga e 0,14 mm nella porzione più stretta, mentre nel feto e nel bambino, presenta un calibro nettamente superiore.

Nel feto il lume è occupato da tessuto mucoso e nell'adulto da tessuto connettivo.

Secondo Waltner esisterebbe a livello dell'apertura cocleare dell'acquedotto, una membrana disposta in modo tale da chiudere il lume del dotto.

LABIRINTO MEMBRANOSO ACUSTICO

CANALE COCLEARE

Il canale cocleare (o chiocciola membranosa) è costituito da un tubo chiuso ai due estremi, che decorre nel lume della chiocciola ossea seguendo la disposizione a spirale.

Tale struttura inizia nel vestibolo (cieco vestibolare), sotto il sacco, al quale è unito mediante un piccolo canale (condotto riuniente) e percorre tutta la cavità della chiocciola ossea per terminare all'apice con il cieco cupolare.

La sua sezione è triangolare e pertanto si distinguono tre pareti: esterna, vestibolare e timpanica.

1) La parete esterna, aderente al periostio dell'osso cocleare, è costituita dal legamento spirale, esso è formato ad un tessuto fibrillare compatto di origine epiteliale, nel quale, verso il lume del canale cocleare, hanno sede la **stria vascolare** e la **prominenza spirale**.

La **stria vascolare**, contenente granuli di pigmento, è costituita da cellule epiteliali tra le quali decorrono vasi capillari.

Le indagini al microscopio elettronico hanno dimostrato (Engstrom, Wersall, ecc.) che in tale epitelio si trovano due tipi di cellule: quelle prospicienti il lume cocleare, provviste di nuclei disposti in piani diversi, il cui estremo profondo è sempre in contatto con un vaso capillare , e quelle

situate più profondamente, in più piani, appiattite e mal delimitate dal sottostante tessuto fibrillare del legamento spirale.

La **prominenza spirale** si trova subito al di sotto della stria vascolare ed è costituita da una sporgenza del legamento spirale rivestita da epitelio monostratificato, sotto il quale trova posto non un solo vaso, ma una rete vasale capillare.

Inferiormente alla prominenza spirale si trova il solco spirale esterno dove la parete esterna si continua con quella timpanica.

Il legamento spirale presenta una complessa struttura connettivo-vascolare, l'irrorazione della stria vascolare è assicurata da rami dell'arteria cocleare, che dal modiolo, per mezzo della lamina spirale e della membrana basilare, raggiungono il legamento spirale.

Questi rami, dopo aver fornito numerose collaterali alla stria vascolare, proseguono per sboccare direttamente nel sistema venulare della rampa timpanica.

Questo sistema vascolare, costituito da vasi arteriosi contemporaneamente connessi con le vene della rampa timpanica e con il dispositivo vascolare della stria, sembra avere importanza per il mantenimento di una circolazione che sia esente il più possibile da modificazioni pressorie.

Recenti osservazioni ultrastrutturali hanno chiarito il ruolo funzionale della stria vascolare, analizzando i rapporti tra i capillari di essa e le cellule epiteliali che li ricoprono e che fronteggiano l'endolinfa del condotto cocleare; sulla base di queste ricerche, per la stria vascolare è stata prospettata una doppia funzione, che sarebbe quella di riassorbimento e di secrezione della endolinfa.

2) La **parete vestibolare**

La membrana vestibolare o del Reissner, che forma la parete vestibolare del condotto cocleare, è costituita da una sottile lamina di tessuto connettivo tappezzata da cellule epiteliali.

Essa separa il dotto cocleare dalla perilinfa della scala vestibolare.

La sottigliezza di questa membrana sembra debba esser messa in relazione con una sua azione di scambio tra perilinfa ed endolinfa.

La differente concentrazione ionica dei due fluidi è invece il risultato dell'attività della stria vascolare.

3) Parete timpanica

Il lembo spirale, rilievo della parete timpanica del canale cocleare intimamente aderente alla lamina spirale, presenta anch'esso una struttura fibrosa, ma è scarsamente vascolarizzato.

La membrana basilare, tesa tra la lamina spirale ed il ligamento spirale, ha una struttura connettivale complessa; in essa infatti si riconoscono, nella zona sulla quale riposa l'organo del Corti (zona tecta), i seguenti strati:

-strato limitante, esile lamina omogenea avente l'aspetto di una membrana basale;

-strato intermedio, costituito da fibre connettivali a decorso radiale, contenute in una sostanza fondamentale omogenea;

-strato timpanico, di tessuto connettivo piuttosto lasso.

La ricchezza in fibre dello strato intermedio è da porsi in relazione con la capacità che ha la membrana basilare di entrare in vibrazione per effetto della stimolazione sonora.

La larghezza della membrana basilare aumenta procedendo dal giro basale al giro apicale.

ORGANO SPIRALE DEL CORTI

L'organo del Corti, adagiato sulla zona tecta della membrana basilare, contiene i recettori acustici del labirinto anteriore; la sua funzione consiste nell'analisi dei suoni che a livello della chiocciola vengono trasformati in vibrazioni della perilinfa e dell'endolinfa.

L'organo del Corti rappresenta un territorio differenziato dall'epitelio di rivestimento del labirinto membranoso; esso risulta costituito dalle cellule di sostegno e dai recettori, cellule acustiche, che sono cellule sensoriali secondarie.

Cellule di sostegno dell'organo del Corti

Gli elementi di sostegno dell'organo del Corti sono:

- * i pilastri del Corti,
- * le cellule del Deiters,
- * le cellule dell'Hensen,

* le cellule del Claudius.

I pilastri del Corti: sono cellule alte, rigide, impiantate sulla zona tecta della membrana basilare, ove appaiono disposte su due file (una esterna e l'altra interna).

Le due serie di pilastri sono disposte in modo tale che mentre si toccano alla loro sommità, sono invece distanziate fra di loro alla base d'impianto; in tal modo vengono a delimitare una galleria.

In ciascun pilastro si distinguono un piede (che poggia sulla membrana basilare), un corpo (di forma allungata) ed una testa; la testa del pilastro interno è fornita di un profondo incavo, che si mette in rapporto con la testa di un pilastro esterno.

È da rilevare che i pilastri interni sono più numerosi di quelli esterni.

Le cellule del Deiters: sono situate esternamente ai pilastri esterni, in 3-4 file; sono cellule aventi un corpo di forma prismatica, fornito di un incavo che offre sostegno ad una cellula acustica esterna.

Il corpo, assottigliandosi improvvisamente, si continua nel collo, filiforme, assai lungo, che decorre fra le cellule acustiche esterne e termina con una piccola espansione appiattita, a forma di 8, che prende il nome di falange.

Le falangi si mettono a contatto mediante i loro contorni i quali, data la particolare forma che presentano, vengono a delimitare numerosi spazi disposti regolarmente, nei quali si incastrano le parti terminali, cuticolari, delle cellule acustiche esterne.

Dal contatto delle falangi delle cellule del Deiters, fra di loro, con l'estremità cuticolare delle cellule acustiche esterne, con la superficie delle cellule dell'Hensen, con i pilastri esterni, e dal contatto di questi con i pilastri interni, si costituisce una superficie alla quale i contorni regolari degli elementi che si pongono a contatto conferiscono un aspetto reticolato. A tale superficie si dà il nome di **membrana reticolare**.

Le cellule dell'Hensen: seguono esternamente alle cellule del Deiters.

Sono elementi di sostegno, disposti in un unico strato e su più file, di altezza rapidamente decrescente procedendo dalle cellule del Deiters verso l'esterno.

Le cellule del Claudius seguono esternamente alle cellule dell'Hensen.

Cellule sensoriali dell'organo del Corti

Gli elementi sensoriali dell'organo del Corti sono:

le cellule acustiche interne

le cellule acustiche esterne

situate rispettivamente all'interno ed all'esterno della galleria del Corti.

Le cellule acustiche interne, in numero di circa 3500, sono disposte in un'unica fila, medialmente ai pilastri interni. Hanno aspetto cilindrico, sezione ellittica e nella loro parte apicale presentano circa 20 ciglia, peli acustici, disposti a V o ad U.

Questi hanno la struttura delle stereociglia.

Le cellule acustiche esterne, in numero di circa 13.000, a differenza di quelle interne sono disposte su più file, da tre a cinque.

Hanno anch'esse forma cilindrica, ma la loro sezione è circolare e non ellittica; presentano, nella loro estremità distale, un ispessimento cuticolare dal quale si dipartono dei peli acustici (stereociglia) aventi disposizione analoga a quella osservata nelle cellule acustiche interne, ma assai più numerosi (60-100).

VASI DEL LABIRINTO MEMBRANOSO

Arterie

La vascolarizzazione arteriosa del labirinto membranoso è data dall'arteria auditiva interna, ramo del tronco basilare, che percorre il meato acustico interno insieme con i nervi facciale ed acustico.

Termina suddividendosi in tre rami terminali:

- l'arteria vestibolare
- l'arteria vestibolococleare
- l'arteria cocleare.

L'arteria vestibolare vascolarizza l'utricolo, le ampolle dei canali semicircolari superiore e laterale e parte del sacco.

L'arteria vestibolococleare fornisce pure il sacco, l'utricolo, i canali semicircolari posteriore e laterale e la prima.

FISIOLOGIA DEL CANALE COCLEARE: la platina della staffa dell'O.M. affonda nella finestra ovale e trasmette l'energia sonora al liquido perilinfatico.

Una volta generata, l'onda perilinfatica sollecita la membrana di Reissner , si trasmette al dotto cocleare, alla membrana basilare per poi scaricarsi a livello della membrana della finestra rotonda che si estroflette.

La trasmissione della vibrazione dalla scala vestibolare a quella timpanica avviene attraverso la membrana basilare e non l'elicotrema che serve solo ad adeguare il gradiente pressorio di base.

La membrana basilare ha un punto di massima vibrazione diversa per ogni frequenza, possiede anche la proprietà di determinare una scomposizione temporo-spaziale del suono in funzione dello spettro frequenziale che lo caratterizza in modo da rendere possibile l'analisi di frequenza degli stimoli acustici.

Quando la membrana tectoria si abbassa sulle cellule ciliate tale pressione produce una liberazione dei neurotrasmettitori chimici attivando così le afferenze nervose con il compito di trasportare il segnale elaborato nella coclea fino ai centri nervosi troncoencefalici grazie al nervo cocleare, da qui poi arrivano alle aree corticali.

LABIRINTO MEMBRANOSO VESTIBOLARE

Si presenta come un insieme di organi cavi, contenenti un liquido (endolinfa) e fra di loro comunicanti, delimitati da una parete membranosa. La superficie interna della parete membranosa è rivestita da un epitelio le cui cellule, in certe zone, si differenziano nei recettori acustici e nei recettori statocinetici.

Esso è formato:

- Da tre canali semicircolari membranosi;
- Dall'utricolo;
- Dal sacculo;
- Dal condotto endolinfatico;
- Dal condotto cocleare.

Il labirinto membranoso è contenuto nel labirinto osseo ed è separato dallo strato endostiale di quest'ultimo mediante lo spazio perilinfatico, occupato dalla perilinfia.

Dal punto di vista funzionale il labirinto membranoso viene distinto in:

1).labirinto posteriore (comprendente i canali semicircolari membranosi, l'utricolo, il sacco ed il condotto endolinfatico) che opera nell'informazione propriocettiva statocinetica.

2).labirinto anteriore (comprendente il condotto cocleare) che presiede alla ricezione e alla trasmissione dei messaggi sonori.

CANALI SEMICIRCOLARI

I canali semicircolari membranosi sono in numero di tre:

* posteriore;

* superiore;

* laterale;

ed occupano incompletamente la cavità dei corrispondenti canali semicircolari ossei, dei quali ripetono la forma.

Ciascuno di essi presenta un braccio ampollare ed un braccio semplice;

il braccio semplice del canale semicircolare posteriore è fuso con quello del superiore.

Le estremità dei canali si aprono nella cavità dell'utricolo, mediante cinque orifizi.

Struttura dei canali:

La parete dei canali semicircolari ha la struttura comune a tutto il labirinto membranoso; è cioè formata da uno strato connettivale esterno e da uno strato epiteliale interno.

Questo epitelio di rivestimento, cubico o pavimentoso semplice, subisce una differenziazione a livello di certe zone dei canali semicircolari, ove si trasforma in un apparato recettore per particolari tipi di stimolazione cinetiche. Nella superficie interna di ciascuna ampolla, infatti, nella zona prossima

all'utricolo, l'epitelio si rileva nella cresta ampollare.

La cresta ampollare risulta costituita da un insieme di:

*cellule di sostegno

*cellule recettrici cigliate

Le cellule di sostegno, simili a quelle delle macule acustiche dell'utricolo e del sacculo, sono alte, prismatiche nella loro metà prossimale e notevolmente assottigliate nella loro metà distale che raggiunge la superficie presentando un bordo ispessito.

Con tali bordi ispessiti le cellule si pongono a contatto in superficie, lasciando spazi liberi attraverso i quali sporgono le estremità degli elementi sensoriali.

Le cellule cigliate sono molto simili a quelle dell'utricolo e del sacculo.

Si distinguono quindi in:

*elementi aventi la forma di fiasco (del tipo I)

*elementi cilindrici (del tipo II)

Ciascuna cellula, sia del 1° che del 2° tipo, porta nella sua estremità distale un pelo acustico, assai più lungo di quello delle cellule sensoriali dell'utricolo e del sacculo.

Il pelo acustico risulta dalla conglutinazione di varie stereociglia e di un Kinociglio.

Le ciglia dei recettori penetrano in una formazione gelatinosa ed omogenea foggata a cupola, la cupola ampollare, che sovrasta la cresta ed occupa il lume dell'ampolla.

Correnti del liquido endolinfatico, provocate da movimenti rotatori, determinano spostamenti a carico delle cupole ampollari, che si trasmettono alle ciglia dei recettori con conseguenza stimolazione di questi.

L'UTRICOLO

l'utricolo è un organo vescicolare, di forma ovoidale, lungo 3-4 mm, situato nella parte superiore del vestibolo, a contatto del recesso ellittico. Riceve i cinque sbocchi dei canali semicircolari membranosi e, medialmente, presenta l'orifizio d'imbocco del ramo utricolare del dotto endolinfatico.

I recettori neurosensoriali si trovano nella macula dell'utricolo, zona situata nella parete mediale dell'organo, in cui l'epitelio di rivestimento si

differenzia in cellule recettrici e in cellule di sostegno.

IL SACCULO

Il sacco è più piccolo dell'utricolo ed è situato al di sotto di questo, a contatto del recesso sferico.

Presenta medialmente l'orifizio d'imbocco del ramo sacculare del condotto endolinfatico ed inferiormente l'orifizio del canale reuniente, che lo collega al condotto cocleare.

Sulla superficie interna del sacco, nella macula sacculare, l'epitelio di rivestimento si differenzia nei recettori e nelle cellule di sostegno.

Struttura dell'utricolo e del sacco

I due organi risultano costituiti da un epitelio all'interno e da una tonaca propria, connettivale, all'esterno.

L'epitelio, che è formato da uno strato semplice di cellule appiattite, assume particolari caratteristiche a livello delle macule.

Le macule dell'utricolo e del sacco hanno infatti struttura analoga a quella delle creste ampollari, con cellule di sostegno ed elementi neurosensoriali cigliati molto simili a quelli che si rinvengono in esse.

Le cellule di sostegno, alte e sottili, si impiantano sulla membrana basale; il loro corpo appare ingrossato nella zona in cui presenta il nucleo e termina alla superficie libera dell'epitelio con un bordo ispessito.

Le cellule cigliate, così come avviene a livello delle creste ampollari, si distinguono in:

cellule del tipo 1° (caratterizzate dall'aver una forma simile a quella di un fiasco)

cellule del tipo 2° (aventi invece forma cilindrica).

Ambedue i tipi di cellule portano nella loro estremità libera un pelo acustico, il quale è però assai più corto di quello delle cellule cigliate dei canali semicircolari.

I peli acustici si spingono nello spessore di una massa gelatinosa di forma appiattita (membrana otolitica o statolitica) che sormonta la macula dell'utricolo e del sacco e che presenta alla sua superficie piccoli cristalli di carbonato di calcio (otoliti o statoliti).

Fra la membrana statolitica e l'epitelio della macula è interposta una falda

di endolinfa.

CONDOTTO ENDOLINFATICO

Nella descrizione dell'utricolo e del sacco sono stati considerati gli orifici di sbocco del ramo utricolare e di quello sacculare del condotto endolinfatico, che appunto risulta costituito dalla riunione di questi.

Mentre il ramo sacculare si continua direttamente nel dotto, quello utricolare è più sottile e presenta nella sua parte iniziale, facente immediatamente seguito all'utricolo, una valvola denominata **valvola otricolo endolinfatica**.

Questa valvola consiste in una piegolina epiteliale provvista di un'esile impalcatura connettivale ed avrebbe la funzione di escludere i recettori utricolari dall'effetto delle vibrazioni endolinfatiche di provenienza cocleare, che potrebbero risalire nel dotto dopo avere attraversato il sacco.

Il condotto endolinfatico è molto sottile e percorre l'acquedotto del vestibolo per terminare nel sacco endolinfatico, situato a livello della, fossetta ungueale nella faccia postero-mediale della rocca petrosa il sacco endolinfatico è quindi un prolungamento intracranico del labirinto membranoso; è contenuto in una guaina connettivale molto vascolarizzata e, attraverso la dura madre che lo ricopre, contrae rapporti con il cervelletto ed il seno sigmoideo.

Il sacco endolinfatico svolge una funzione di riassorbimento nei riguardi dell'endolinfa che viene invece prodotta dalla stria vascolare della chiocciola membranosa

FISIOLOGIA DEL COMPLESSO VESTIBOLARE

I recettori vestibolari delle macule otolitiche del sacco e dell'utricolo forniscono informazioni sulle accelerazioni lineari, mentre le cupole dei canali semicircolari forniscono una accelerazione angolare.