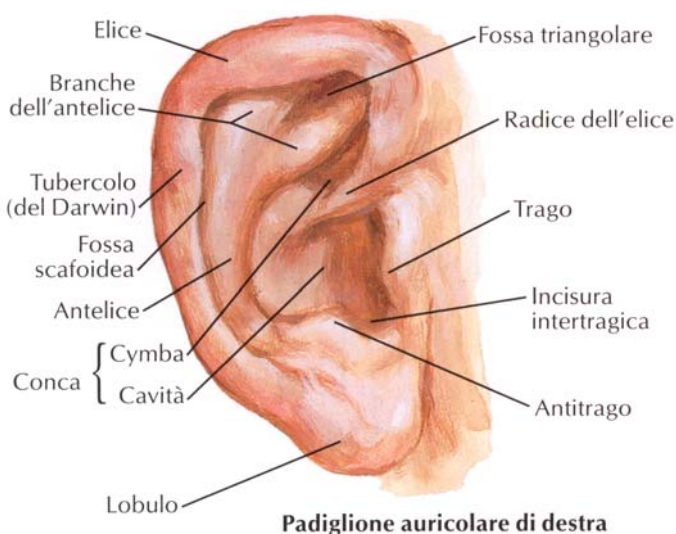


Oggi, in effetti, è tosta!

Vorrei cominciare con questa sentenza, di Lewis Carroll, da Alice nel paese delle meraviglie: «Abbiate cura del significato e i suoni avranno cura di loro stessi». Da questo momento in poi cercate di percepire solo il significato di quello che diciamo in quest'aula. «I suoni che percepirete non avranno bisogno della vostra attenzione perché il tutto avverrà in maniera automatica». L'inizio di questa frase vi ha fatto già comprendere che oggi trattiamo in tutt'uno la parte percettiva, la parte trasmissiva e la parte cognitiva di uno dei componenti della estesiologia dei mammiferi, che nell'uomo ha dei significati completamente diversi. Stiamo parlando dell'*orecchio*, come organo dell'udito e come organo dell'equilibrio, delle vie acustica e vestibolare. L'orecchio è la struttura unitaria in cui noi riconosciamo tre diverse parti: l'*orecchio esterno*, l'*orecchio medio* e l'*orecchio interno*.

Orecchio esterno.



L'orecchio esterno è il padiglione auricolare, indicato al femminile come l'*orecchia*, infatti, si dice orecchie a sventola, non orecchi a sventola. Il *padiglione auricolare*, detto anche *pinna*, è caratterizzato da avere uno scheletro, di natura cartilaginea, fatto da parti diverse di cartilagine, di tessuto connettivo di natura adiposa e rivestito dalla cute. Assume delle forme abbastanza svariate, però, ha uno schema fondamentale nella specie umana, caratterizzato da alcune pieghe e da alcune fosse che sono la risultanza delle prime. Queste strutture hanno un nome. La prima piega, quella più esterna, prende il nome di *elice*, mentre, al

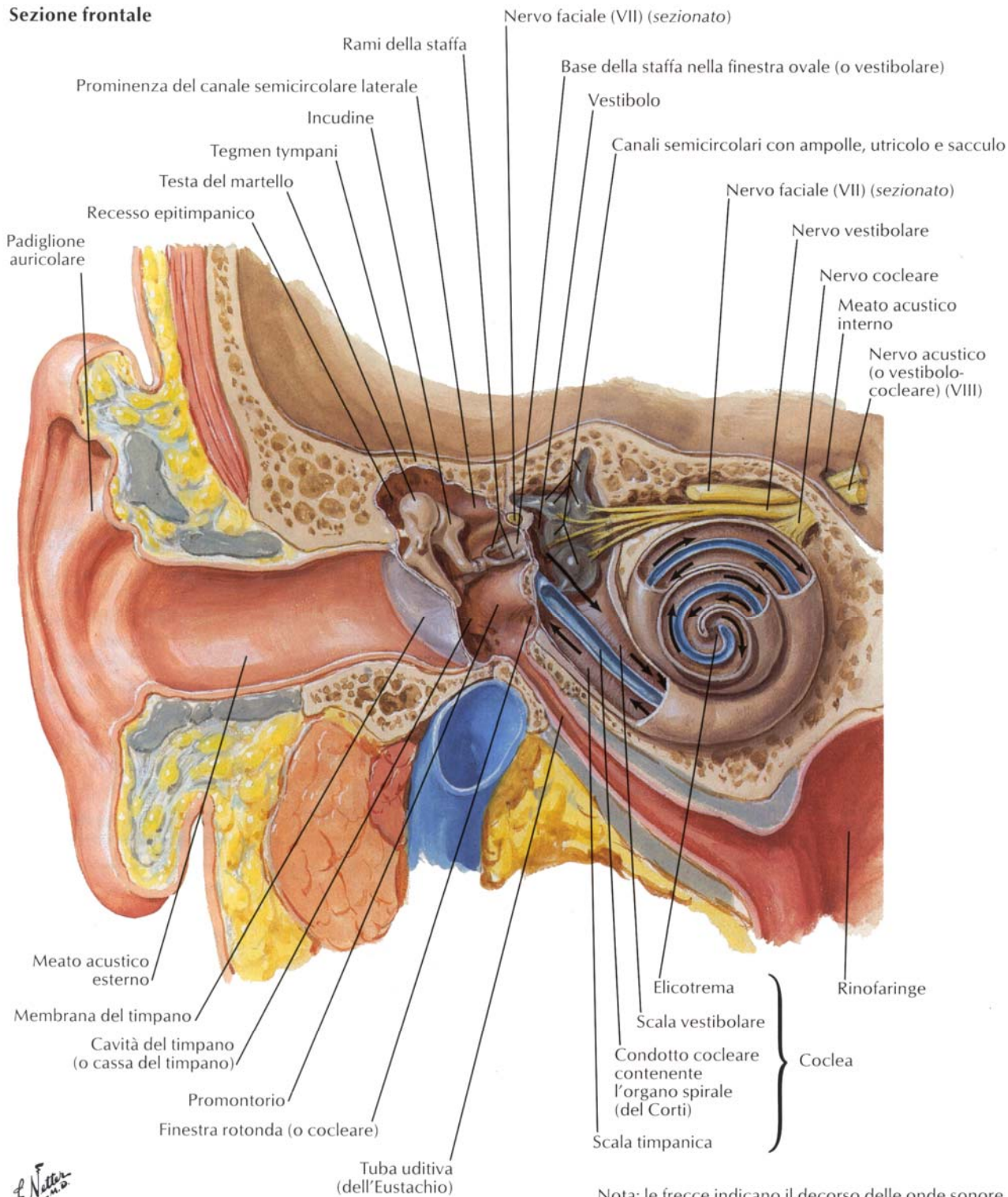
suo interno, vi si contrappone una seconda piega, l'*antelice*. Lungo il percorso dell'*elice*, nel terzo superiore, notiamo un piccolo tubercolo più o meno evidente nella specie umana, più evidente nei primati. Fu utilizzato da Darwin per quella sua teoria dell'evoluzione, per questo prende il nome di *tubercolo di Darwin*. L'*antelice* si va a concludere dividendosi in due rami che determineranno una serie di fosse: la prima fossa è la *fossa piramidale*, l'altra, più in alto, è la *fossa scafoidea*. L'*elice* arriva in basso e si conclude con la sua radice in una grande ampolla, una grande cavità, che prende il nome di *conca*.

La parte inferiore del padiglione auricolare è caratterizzata fondamentalmente da due rilievi che si contrappongono: uno è una piccola rilevatezza triangolare che si apre e sporge al margine del condotto uditivo esterno, il *trago*, alla base della radice dell'*antelice*, vi è una rilevatezza che si oppone al trago, l'*antitrigo*. Tanto sul trago quanto sull'*antitrigo* c'è una lieve peluria che con l'età, più nei maschi, ma anche nelle femmine se arrivano ad ottanta, novanta anni, si trasforma in robusti peli tozzi che prenderanno il nome di *tragi*. In basso vi è l'unica parte del padiglione auricolare che non ha uno scheletro cartilagineo, il *lobulo dell'orecchio* o *lobulo del padiglione auricolare*, diviso dalla superficie laterale dalla cute del volto da un solco che non esiste in tutti. In alcuni soggetti il lobulo del padiglione auricolare attacca direttamente alla cute del volto.

Lombroso, che voi forse non conoscete, ma poi conoscerete, un medico, un professore di medicina, di clinica medica, ma poi padre di certe teorie in cui i caratteri della fisiognomica determinavano anche il comportamento del soggetto, diceva che la mancanza di questo solco era una predisposizione del soggetto alla criminalità. Lombroso, con le sue teorie lombrosiane non ha avuto, per fortuna, esito, anche se la paura del diverso, la diffidenza nei confronti del diverso è una facoltà intrinseca del cervello umano. È un qualcosa di molto antico, che una struttura complessa,

come il sistema nervoso centrale, riceve dalle sue cellule, i neuroni. I neuroni si comportano similmente a un altro sistema complessissimo come il sistema nervoso centrale, il sistema più complesso di second'ordine dopo l'SNC, che è il sistema immunitario. Nel sistema immunitario la paura del diverso è logica perché è difesa di se stessi e aggressione dell'avversario. Nel sistema nervoso centrale dobbiamo metterci un po' di corteccia per superare questa comune diffidenza di chi non è come noi, di chi è diverso da noi. Ma per questo abbiamo tanta corteccia a disposizione.

Sezione frontale



Questo è l'orecchio, quello che vediamo nella sua interezza. Lo vediamo con il padiglione auricolare e il condotto uditivo esterno che si apre a livello della conca nel meato uditivo esterno o

meato acustico. L'orecchio esterno termina sul fondo del condotto uditivo esterno con una membrana. La membrana separa completamente l'orecchio esterno dall'orecchio medio.

Il *condotto uditivo esterno* è di forma pressoché cilindrica, anche se i suoi diametri non sono proprio tali da dare una forma cilindrica, ma ha un diametro abbastanza obliquo. È rivestito da cute, la stessa cute che riveste il padiglione auricolare, che si infiltra nell'interno. Il condotto è divisibile in due parti. I due terzi esterni hanno uno scheletro di natura cartilaginea, la stessa cartilagine che va a comporre lo scheletro del padiglione auricolare. Il terzo medio ha uno scheletro di natura ossea offerto dall'osso temporale, infatti, già sull'osso temporale classifichiamo il condotto uditivo esterno.

Le caratteristiche anatomiche fondamentali sono due. Questa cute non ha un derma sottostante evidente, ma aderisce intimamente con un sottile strato di connettivo proprio che ha uno scheletro cartilagineo e osseo. Qualora in questa regione del condotto uditivo esterno si venga a realizzare un processo infiammatorio e quindi l'edema, un riversamento di acqua nei tessuti, l'iperidratazione dei tessuti comporta la tensione della struttura diretta della cute e una fortissima tensione di dolore. L'infiammazione all'orecchio esterno causa un dolore molto forte per via di questo motivo anatomico. La seconda caratteristica anatomica è costituita dalle ghiandole ceruminose. Sono delle ghiandole che producono il cerume, una sostanza di natura metilica e lipoproteica, ma maggiormente lipidica. Queste non sono ghiandole che assomigliano alle sebacee pur essendo ghiandole cutanee, ma possiamo chiamarle sudoripare apocrine. Sono tubulari, tubulo-alveolari o tubulari convolute, per essere più corretti, e hanno una produzione di tipo apocrino. Il cerume serve ad evitare la macerazione della cute, perché questa è la parte peggio difesa del corpo. Qui non c'è circolazione di aria che ristagna con l'umidità. Le infiammazioni a carico dell'orecchio, lo sapete anche voi, prendono il nome di otiti. Le otiti che interesseranno soltanto il condotto uditivo esterno, le otiti esterne, non hanno mai nessun rapporto né con l'orecchio medio né con l'orecchio interno perché divisi dalla membrana timpanica. Se la membrana timpanica è integra non c'è assolutamente rapporto tra l'orecchio esterno e l'orecchio medio. L'unica cosa che vi alberga bene sono i funghi. Le otiti esterne, per via di questo ambiente caldo-umido, sono dovute per lo più a micosi e si prendono nella maggior parte dei casi nelle palestre e nelle piscine non ben clorate. Nell'orecchio medio e nell'orecchio interno le infezioni saranno batteriche, ma non hanno mai nessun origine dall'esterno. Non sono otiti esterne propagate all'interno. Le otiti medie, quelle più serie, le otiti interne sono fatti gravi se si realizzano, sono percentualmente l'80%, il 90% delle otiti. Avranno ben altra origine. Questo è fondamentale!

Orecchio medio.

Qui vediamo l'orecchio medio. L'orecchio medio è detto anche cassa del timpano perché è una cavità scavata all'interno del timpano e ha una serie di pareti che gli danno una forma a parallelepipedo con facce molto diverse. Possiamo vedere in quest'immagine la parete laterale; la parete mediale, una parete molto ben argomentata; il tetto, detto anche *tegmen tympani*, descritto sulla faccia antero-superiore della rupe del temporale; il pavimento, già descritto perché corrisponde al seno della giugulare. Il seno della giugulare va a rendere sottilissimo il pavimento della cavità del timpano. La parete anteriore di fatto non esiste perché si continua con la *tuba di Eustachio*, la *tuba faringea*. La tuba faringea sfocia nel rinofaringe. È un condotto lungo 3,5 - 4 cm. Nel quarto posteriore è caratterizzata dalla presenza della struttura della rupe del temporale che le fornisce la parete ossea. I tre quarti anteriori, (2,9 - 3 cm) hanno una parete di natura cartilaginea in sezione trasversale non intera. Forma una sorta di ferro di cavallo di circa 2 cm, un poco stretto in basso, perché, lungo il percorso, il diametro si modifica. La tuba di Eustachio dovrà consentire lo stabilirsi ai due lati della membrana del timpano di una pressione atmosferica pari. La pressione atmosferica, quella esterna, tramite le cavità nasali, le coane e il rinofaringe, spinge l'aria fino a livello dell'orecchio medio. All'interno dell'orecchio medio troviamo, anche sulla parte interna, una pressione atmosferica pari a quella della parte esterna. Se così non fosse i movimenti della membrana timpanica non sarebbero stati consentiti. I movimenti della membrana vengono limitati durante una normale coriza. La coriza è il raffreddore comune. Infatti si soffre di ipoacusia benché

non vi sia nessun danno né alla parte trasmissiva né alla parte percettiva: il muco dalla rinofaringe ha invaso la tuba di Eustachio e le pressioni ai due lati della membrana del timpano non sono più pari. Le vibrazioni della membrana timpanica non possono avvenire in maniera regolare.

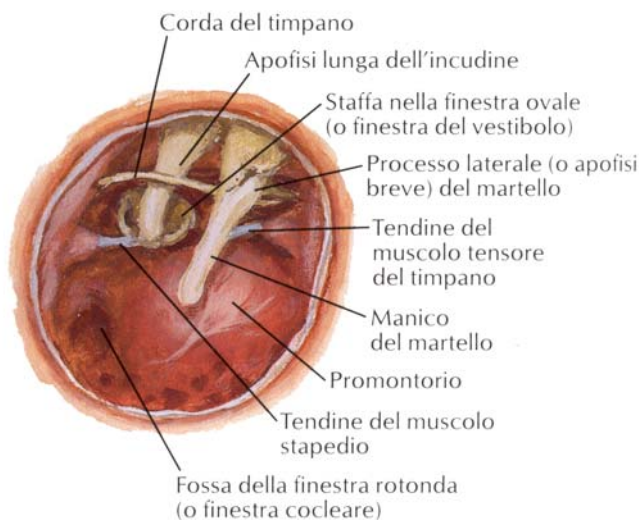
Sul rinofaringe c'è una piccola rilevatezza, il torus tubarius (torus tubarius). Qui c'è anche un piccolo aggregato linfocitario, una delle tante tonsille che si trovano nell'arco orofaringeo del Waldeyer. Oltre alle tonsille palatine, oltre alla tonsilla faringea, oltre la **** 17.57, c'è anche la tonsilla tubarica data da un piccolo aggregato presente in questa rilevatezza. Torus significa rilevatezza.



Membrana del timpano di destra, vista con lo speculo

Questa è la membrana del timpano nel momento in cui prendete un otoscopio, quella piccola struttura a tronco di cono, la infilate nel condotto uditivo esterno. Data l'obliquità del condotto uditivo esterno, l'otorino, anche il medico di famiglia, prende il padiglione auricolare e lo tira in alto e in dietro, proprio per raddrizzare il condotto uditivo. La membrana timpanica sana ha un colore grigio madreperlaceo. È caratterizzata dalla presenza al centro dell'ombelico, leggermente incavato. Al di sotto dell'ombelico, quando viene illuminata ed è sana fa ben vedere il suo triangolo luminoso. La rilevatezza è data dalla prima delle tre strutture ossee della catena ossiculare. La catena ossiculare è composta all'interno dell'orecchio medio. Serve alla trasmissione dalla superficie timpanica esterna all'orecchio interno, alle strutture vestibolari che lo mettono in rapporto, delle vibrazioni prodotte dalla energia acustica, dall'energia sonora. Infatti, vediamo due pieghe, la piega anteriore e la piega posteriore. Queste due pieghe con il manico del martello vanno a delimitare una piccola area, in alto, che è la parte flaccida della membrana timpanica. La membrana timpanica si inserisce su di un anello connettivale denso che per circa tre quarti è osso, ma questo potrebbe anche non interessarci. L'ultimo aspetto è una piccola ombra che appartiene all'apofisi lunga del secondo dei tre ossicini, l'incudine.

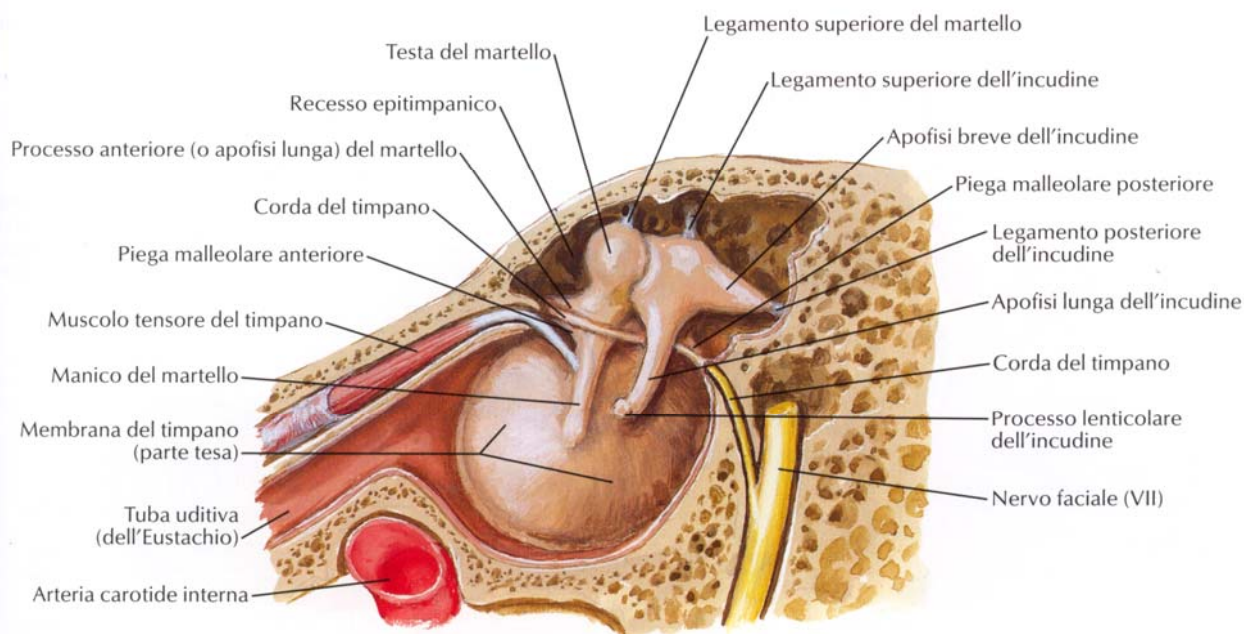
La membrana può essere perforata, a lungo andare, da infezioni ricorrenti dell'orecchio medio, divenute purulente. La membrana può perdere il triangolo luminoso quando a seguito di infezioni ci sono stati dei risvolti cicatriziali. Troverete scritto: «Membrana integra con scomparsa del triangolo luminoso». La scomparsa del triangolo avviene soltanto quando la membrana è andata incontro a fenomeni ricorrenti infettivi e o termini infiammatori che hanno determinato processi cicatriziali a carico della membrana. La membrana può essere anche francamente erimatoso o anche francamente emorragica e quindi si presenta dal rosso giallo al rosso vivo in base al tipo di infiammazione ed infezione che c'è all'interno dell'orecchio medio, essendo la membrana una finestra sull'orecchio medio. Le condizioni della membrana timpanica diranno le condizioni dell'orecchio medio.



Veduta dell'interno della cavità del timpano dopo rimozione della membrana del timpano

Le prime strutture contenute nell'orecchio medio sono i tre ossicini, il martello, l'incudine e, in basso, la staffa. La cavità timpanica è attraversata da una piccola corda, la corda del timpano che non ha nulla a che vedere con il timpano, se non per il fatto che ci passa vicino. Questo è un ramo del VII bis cioè del faciale intermedio, quindi della radice sensitiva del faciale, dell'intermediario di Wrisberg. Si porterà fino alla radice del nervo linguale perché con il nervo linguale raggiungerà la lingua per la percezione delle afferenze viscerali speciali relative al gusto.

Parete laterale della cavità del timpano, veduta mediale (interna)



Vediamo la membrana timpanica dall'interno. Il tetto della cassa del timpano forma questa rilevatezza eccessivamente sottile. In età pediatrica la sottigliezza dell'osso può far sì che una semplice, una grave otite possa trasferirsi all'interno della cavità cranica e dare ovviamente una meningite, o un'encefalite. Questo non vale per noi che siamo una società di industrializzati, una società civile, ma vale per esempio per i nuovi immigrati, i quali spesso non si rivolgono all'assistenza sanitaria. Quindi se queste cose erano reminiscenze degli anni pre- o subito postbellici della seconda guerra mondiale, oggi sono di nuovo delle realtà, perché ci sono questi nuovi soggetti nel nostro paese i quali, non sempre fanno ricorso alla [sanità pubblica]. In basso e in avanti vi è la carotide. Questo che andiamo a descrivere è il solco, il cosiddetto seno della giugulare e che la parte inferiore della rupe del temporale posteriormente va a determinare il foro lacero posteriore nel quale transita, prende origine la vena giugulare interna.

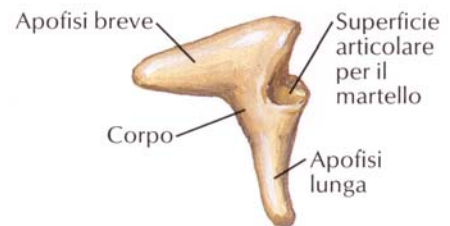
La membrana timpanica è formata da tre strati. La sua superficie esterna, quella che sta nel condotto uditivo esterno, è rivestita da un epitelio pavimentoso pluristratificato. Ha uno scheletro di

natura connettivale e internamente ha il classico rivestimento, poco diverso, di tutta la mucosa respiratoria, un epitelio perlopiù ciliato semplice.



Martello, veduta laterale

L'incudine ha un corpo tozzo. Presenta due apofisi: un'apofisi lunga (si vede attraverso la membrana del timpano) e un'apofisi breve. Tanto il martello, quanto l'incudine sono ancorate alle superfici della cavità del timpano da una serie di legamenti: un legamento per la testa del martello e due legamenti per l'incudine. Questa regione, dove vanno a spingersi l'incudine e il martello, è il cosiddetto aditus ad antrum o recesso epitimpanico. Cioè c'è il recesso epitimpanico e da qui comincia l'aditus ad antrum. Da questa regione si ha l'accesso all'antro mastoideo, alla struttura del processo mastoideo. Il processo mastoideo, quel grosso mammellone, è la terza componente del temporale oltre alla parte squamosa e alla parte piramidale. Nel bambino è eburneo, è un osso pieno. Ma man mano che prosegue lo sviluppo si caratterizza per diventare un osso pneumatico: anche all'interno del processo mastoideo si scavano le cosiddette celle mastoidee. È l'unico delle ossa pneumatiche a non costituire un seno paranasale perché non ha nessun rapporto diretto con le cavità nasali a differenza invece di tutti gli altri seni, il frontale, il mascellare, l'etmoidale, lo sfenoidale e dir si voglia.



Incudine, veduta laterale

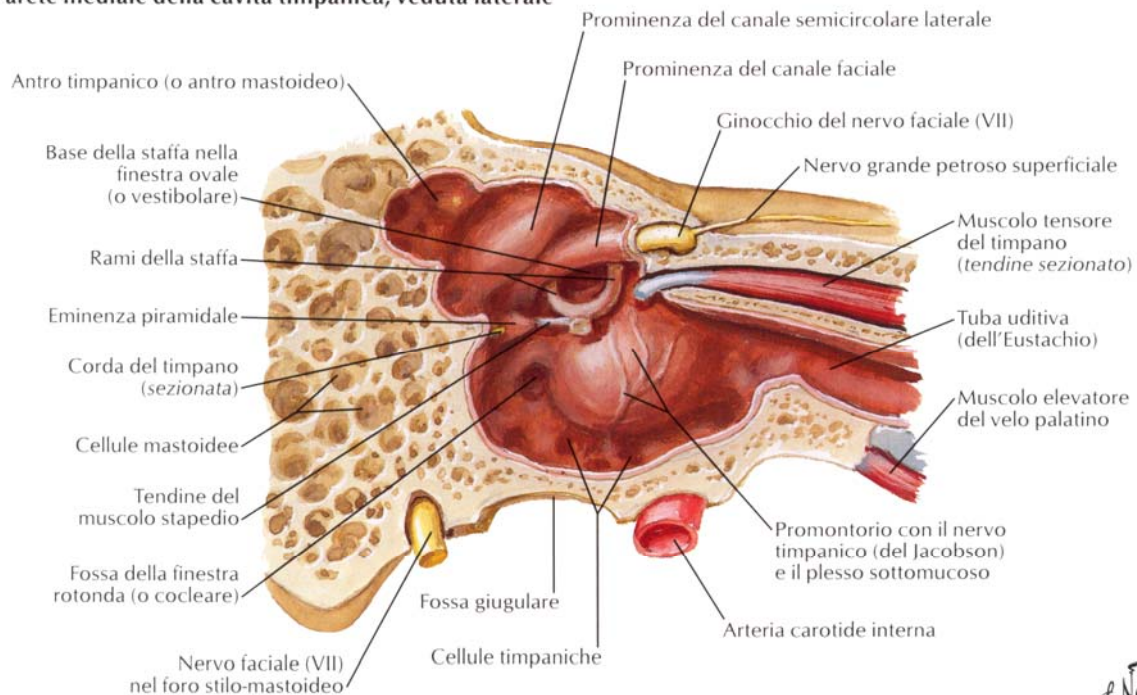
Quello che vediamo ancora in quest'immagine è il grande nervo, l'unico nervo che attraversa completamente il temporale, il VII, il facciale con la sua radice sensitiva, il VII bis. Nel suo secondo tratto, il facciale stacca questa componente che è la corda del timpano, la quale troverà la sua strada. Gli altri due nervi, le due componenti dell'VIII, l'acustico ed il vestibolare, si fermano nel temporale.

La tuba di Eustachio o tuba rinofaringea. La tuba rinofaringea nel suo primo tratto, il tratto osseo è divisa in due parti. Nella parte superiore si scava grazie ad una laminetta ossea un piccolo canale. Questo canale deve contenere il muscolo tensore del timpano che va a prendere rapporto sul manico del martello. La sua contrazione andrà a bloccare per quanto possibile il manico del martello e quindi la membrana timpanica andando a diminuire quelle che sono le sue vibrazioni. È un meccanismo di difesa che il sistema nervoso centrale attiva quando le vibrazioni e la stimolazione acustica supera la soglia della sopportabilità. Il muscolo tensore del timpano verrà innervato da un ramo del nervo pterigoideo, un ramo della radice motrice del trigemino (V).

La tuba di Eustachio o tuba rinofaringea.

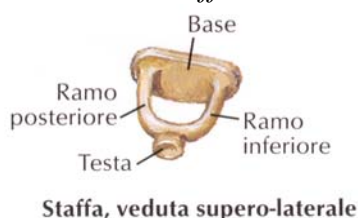
La tuba rinofaringea nel suo primo tratto, il tratto osseo è divisa in due parti. Nella parte superiore si scava grazie ad una laminetta ossea un piccolo canale. Questo canale deve contenere il muscolo tensore del timpano che va a prendere rapporto sul manico del martello. La sua contrazione andrà a bloccare per quanto possibile il manico del martello e quindi la membrana timpanica andando a diminuire quelle che sono le sue vibrazioni. È un meccanismo di difesa che il sistema nervoso centrale attiva quando le vibrazioni e la stimolazione acustica supera la soglia della sopportabilità. Il muscolo tensore del timpano verrà innervato da un ramo del nervo pterigoideo, un ramo della radice motrice del trigemino (V).

Parete mediale della cavità timpanica, veduta laterale



F. Netter
© IGCN

Questa invece è la più complessa superficie mediale della cassa del timpano, un poco più complessa. Siamo nella cassa del timpano. Quando ci eravamo rivolti lateralmente avevamo quella bella finestra sul mondo chiusa da questa tenda spessa che è la membrana timpanica. Ora vediamo quelle che sono strutture che per lo più appartengono all'orecchio interno. Avanti alla tuba di Eustachio, nel suo soppalco, se così lo possiamo chiamare, vi è il muscolo tensore del timpano. In basso vi è il foro stilo-mastoideo dal quale emerge il nervo faciale che qui forma il suo primo ginocchio. Ne forma un secondo dove stacca il nervo petroso superficiale, il quale esce da uno dei due forellini presenti sulla faccia anteriore della rupe del temporale. Nella cassa del timpano, la cosa più cospicua è data da una protuberanza di forma cupoliforme che prende il nome di promontorio. Questa struttura, corrisponde al giro basale della chiocciola. La chiocciola è una delle strutture dell'orecchio interno, della terza parte dell'orecchio. È solcata in superficie per la presenza di un nervo, ma questo non è una cosa che vi interessa. Quello che è interessante è posto nella parte infero-posteriore, rispetto al promontorio, una sorta di cavità. Questo è un foro di forma rotondeggiante in rapporto con la chiocciola. Da qui il nome duplice: *finestra rotonda* o *finestra della chiocciola*. Su questa ritorneremo per comprendere a cosa serve e dove sta. Verso l'alto troviamo la *staffa*.



Staffa, veduta supero-laterale

Anche se ormai sono prossimo, anzi, come direbbe Camilleri, sono un «cinquantino», io quando faccio l'orecchio mi emoziono. Mi emoziono perché l'orecchio è una storia che è stata scritta dove state seduti voi. Noi, per gran parte di questa ora e mezza insieme, scorreremo nomi che stanno infissi su questo marmo. Per questo scusatemi se ogni tanto mi emoziono. Non è enfasi che voglio dare, è un'emozione pura che continuo a provare. Eccola qui la staffa. La

staffa fu trovata qui. Fu trovata da uno come voi, soltanto che il maestro era Filippo Ingrassia, e giustamente, la staffa l'ha scoperta Ingrassia. Anche se penso che a quella età, data anche la scarsità degli occhiali, Ingrassia non la vide, ma la vide qualcuno dei suoi studenti. Comunque, la staffa l'ha descritta per la prima volta Gian Filippo Ingrassia, qui, nell'arco di questi cento, duecento metri di raggio. Ormai era già in quest'area la facoltà di medicina, tra Piazzetta Nilo e

Sant'Aniello a Caponapoli. Voglio dire, siamo qui, dove Ingrassia descriveva la staffa per la prima volta al mondo. Ma vi prometto che ci sarà ancora qualche cosa di più emozionante.

La staffa non ci fa vedere qualche cosa di molto bello. Nasconde una seconda finestra posta al di sopra di essa che vedremo fra poco in un altro schema, la *finestra ovale*, definita in questo modo perché di forma ovale, più in alto rispetto a quella rotonda della chiocciola. È detta anche *finestra della staffa*, perché chiusa completamente dal *piede della staffa*. Al di sopra della finestra ovale ancora due cose da raccontare: uno è una sorta di canale, un corridoio, scavato verso l'esterno, il *canale del faciale*, perché all'interno ci decorre il nervo faciale. Ha fatto qui il suo primo ginocchio; punta posteriormente e farà il secondo ginocchio un poco più in profondità per poi uscire in basso nel foro stilomastoideo. Quindi il primo ginocchio posteriormente e il secondo ginocchio fuori dal canale.

Al di sopra del canale faciale c'è una struttura ovale molto più prospiciente data da una delle tre strutture cave che troviamo all'interno dell'orecchio nella rupe del temporale. Una, già la conoscete, il cosiddetto *canale semicircolare superiore*. L'aspetto arcuato, questa piccola protuberanza rotondeggiante sulla superficie esterna della rupe del temporale, sulla superficie antero-superiore, è dato dal canale semicircolare superiore. Tra poco andremo a vedere cosa sono questi canali semicircolari. C'è un secondo canale, in realtà sono tre, il *canale semicircolare laterale*, il quale dà la sua impronta all'interno della cassa del timpano. Un poco al di sotto del recesso epitimpanico, c'è una struttura di forma piramidale in cui è contenuto il secondo dei muscoli all'interno dell'orecchio medio, lo *stapedio* perché manda il suo piccolo tendine all'*apice della staffa*. La contrazione dello stapedio blocca i normali movimenti della staffa verso la finestra vestibolare. Quindi sono due i meccanismi che bloccano la percezione e il meccanismo di trasmissione del suono prima della parte nervosa nella parte meccanica: uno sulla membrana del timpano, l'altro alla fine della catena ossiculata. Entriamo così nell'ottica dei sistemi di rescue che esistono nel sistema nervoso centrale.

Eccolo qua Gian Filippo Ingrassia (foto). Descrive: «Per caso, mentre mostravo agli alunni», io non ci credo, «a un tavolo anatomico due piccole ossa, il martello e l'incudine mi accorsi che sul tavolo m'era caduto un terzo che dalla somiglianza ad una staffa o alla lettera greca delta, staffa o deltoide mi piacque chiamarlo». Era qui a Napoli nell'arco di cinquecento metri da dove siamo adesso, nel 1546. Con Filippo Ingrassia si chiude completamente la descrizione della catena ossiculata.



C'è aria all'esterno, c'è aria all'interno della cassa del timpano. Anche Filippo Ingrassia, come tutti quelli che l'avevano preceduto, nelle sue altre descrizioni dirà che questa è la dimostrazione che la trasmissione è tutta aerea, perché, come diceva Aristotele, nell'acqua non ci sarebbe la trasmissione sonora. In quel tempo mancavano solo le patate, ma sulla fiamma ci si finiva a mettere in discussione ciò che aveva detto Aristotele.

In questa descrizione che abbiamo le tre ossa: il *martello*, l'*incudine* e la *staffa*. Le abbiamo già descritti. Abbiamo parlato del martello, dell'incudine e della staffa.

Il martello ha una *testa*, un *manico*, un'*apofisi lunga* e un'*apofisi breve*.

L'incudine ha un'*apofisi tozza* e un'*apofisi lunga*.

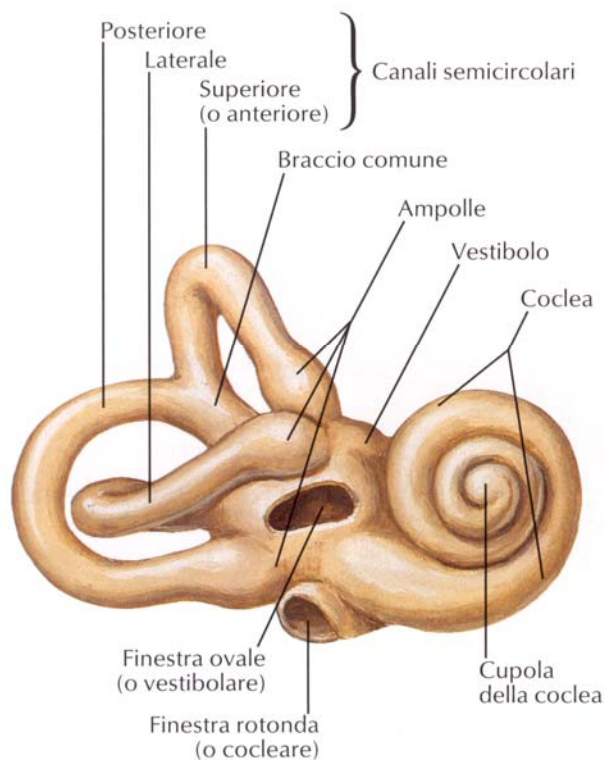
Le articolazioni.

C'è un'articolazione a sella tra il martello e l'incudine, l'*incuneo-malleolare*.

La seconda articolazione fatta dall'incudine è l'articolazione *incudo-stapediale*. È un'articolazione a sfera perché l'apofisi lunga dell'incudine termina in questo modo.

Orecchio interno.

Labirinto osseo di destra (capsula otica), veduta antero-laterale (l'osso spugnoso circostante è stato rimosso)



Arriviamo ormai alla terza parte che è questa, l'orecchio interno.

L'orecchio interno è contenuto nella *rupe del temporale*. All'interno della rupe del temporale, la natura, nei suoi milioni di anni, ha scavato una serie di condotti e di caverne, di dilatazioni, tali da determinare una struttura cava che, per la sua complessità, chiamiamo *labirinto*, una struttura fatta di canali e di cavità più o meno ampie. Per essere precisi, lo definiamo *labirinto osseo*.

Quello che vedete in questo cartoon di Netter è il labirinto osseo. Nella rupe del temporale è stato tolto tutto l'osso all'esterno e sono state lasciate solo le pareti del labirinto osseo. Il labirinto osseo ci permette di riconoscere subito tre parti: una parte centrale, una parte anteriore e una parte posteriore. La parte centrale è caratterizzata dalla finestra ovale dove aderisce intimamente il piede

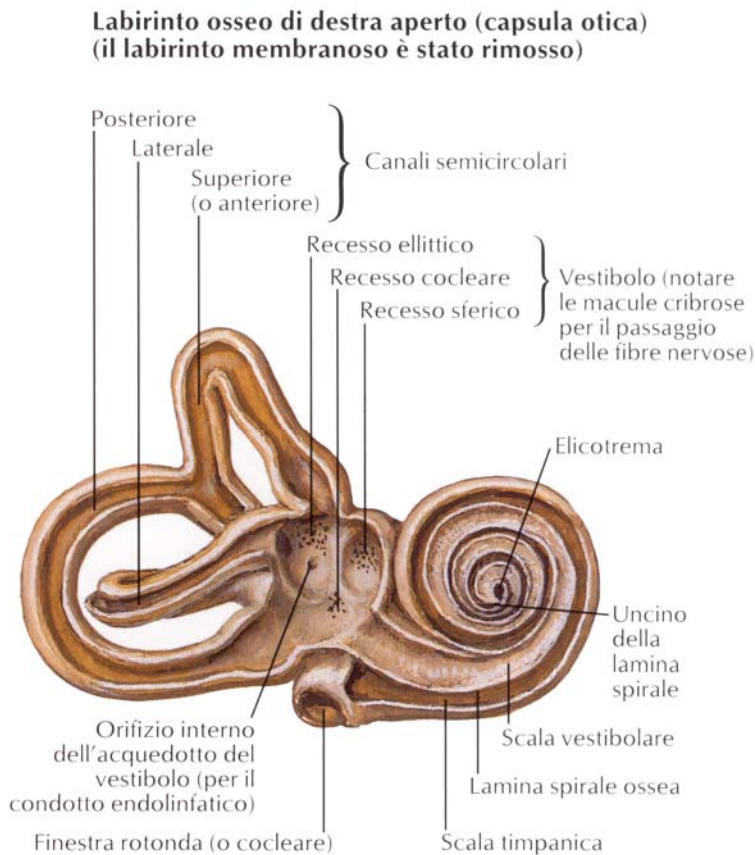
della staffa. Ha, infatti, la stessa forma del piede della staffa. Questa parte centrale la chiamiamo *vestibolo del labirinto* perché è l'ingresso nel labirinto. Il labirinto si continua in avanti formando una struttura a corridoio che vedete, forma due giri e mezzo su se stessa. Per questo suo aspetto prende il nome di *coclea* in generale, o più in particolare di *condotto cocleare*. I due giri e mezzo sono condotti in maniera simmetrica e speculare a destra e a sinistra: da una parte il percorso è antiseno, antiorario, dall'altra parte è invece in senso orario. Le due coclee sono simmetriche, ma speculari. Per comprendere il motivo di questa disposizione sarà sufficiente entrare in una qualsiasi chiesa, anche se siete di religione musulmana, tanto non succede niente, e osservare un organo a canne. Le canne dell'organo a partire dai bassi per terminare agli acuti sono disposte in maniera simmetrica e speculare. Un motivo della specularità tra la coclea di destra e la coclea di sinistra è l'organizzazione in termini tonotopici.

Posteriormente al vestibolo originano dal vestibolo i tre canali semicirculari. Il canale semicircular superiore, il canale semicircular posteriore e il canale semicircular laterale.

Il superiore con questa curva stretta appare come una gibbosità sulla superficie esterna della rupe del temporale. La curva che forma il ramo semicircular laterale la vedremo apprezziamo all'interno della cassa del timpano. I tre canali semicirculari hanno tre terminazioni, caratterizzate da una dilatazione in prossimità del vestibolo. Queste tre dilatazioni, prendono il nome di *cavità ampollari* o *ampolle dei canali semicirculari*. L'altro estremo dei canali semicirculari si comporta diversamente perché, mentre il canale semicircular laterale origina da solo dal vestibolo, i due canali semicirculari, il superiore e il posteriore ad un certo punto si fondono, per cui nell'interno del vestibolo troveremo, non sei, ma solo cinque cavità che corrispondono ai canali semicirculari.

In avanti, la coclea forma due giri e mezzo.

Questa è la struttura del labirinto osseo come si vede dall'esterno. In basso e posteriormente rispetto alla coclea vi è la finestra rotonda o finestra della chiocciola. In basso, la parete laterale del giro basale della chiocciola forma il promontorio.



Qui vediamo il labirinto all'interno. Ripetiamo le cose aggiungendo poche caratteristiche, due o tre. Dal vestibolo originano i canali semicirculari. All'interno del vestibolo, sulla superficie mediale, si delineano due (o meglio tre, ma diciamo due) piccole escavazioni definite recessi. I recessi non sono identici. Quello posteriore, più grande, di forma ellittica prende il nome di *recesso ellittico*. Quello anteriore, leggermente più piccolo, di forma sferoidale prende il nome di *recesso sferico*. Sul fondo dei due recessi vi è una serie di piccoli fori destinati al passaggio dei nervi che formano le *macule cribrose*, un po' come la lamina cribrosa dell'etmoide. I due recessi accolgono delle componenti. All'interno del labirinto osseo, come se fosse una scatola preziosa rivestita di raso o di una stoffa caratteristica, di velluto o di quello

che volete voi, c'è una struttura che ripercorre perfettamente le sue fattezze dal nome di *labirinto membranoso*. Questo è fatto da una membrana di natura connettivale che ripercorre le fattezze del labirinto osseo al 90%. Prima di affacciarci al labirinto membranoso, che sarà facile da comprendere una volta compreso il labirinto osseo, andiamo a vedere l'ultima parte del labirinto osseo. In basso e in avanti alle macule cribrose, dal vestibolo, prende origine il condotto cocleare che dall'esterno ci sembrava un solo e lungo corridoio che si avvolgeva su se stesso per due giri e mezzo come una a scala a chiocciola. Nel momento in cui lo apriamo, scopriamo che il condotto è diviso in due percorsi, in due scale: una scala che sale e una scala che scende. La prima scala, la parte chiara, origina dal vestibolo, risale, si avvolge su se stessa e arriva alla sommità: è la *scala vestibolare*. Arrivata alla sommità comincia ad imboccare il secondo corridoio, la parte più scura. Lo ripercorre all'inverso e alla fine sfocia tramite la finestra rotonda, la finestra della chiocciola, all'interno della cassa del timpano: è la *scala timpanica*.

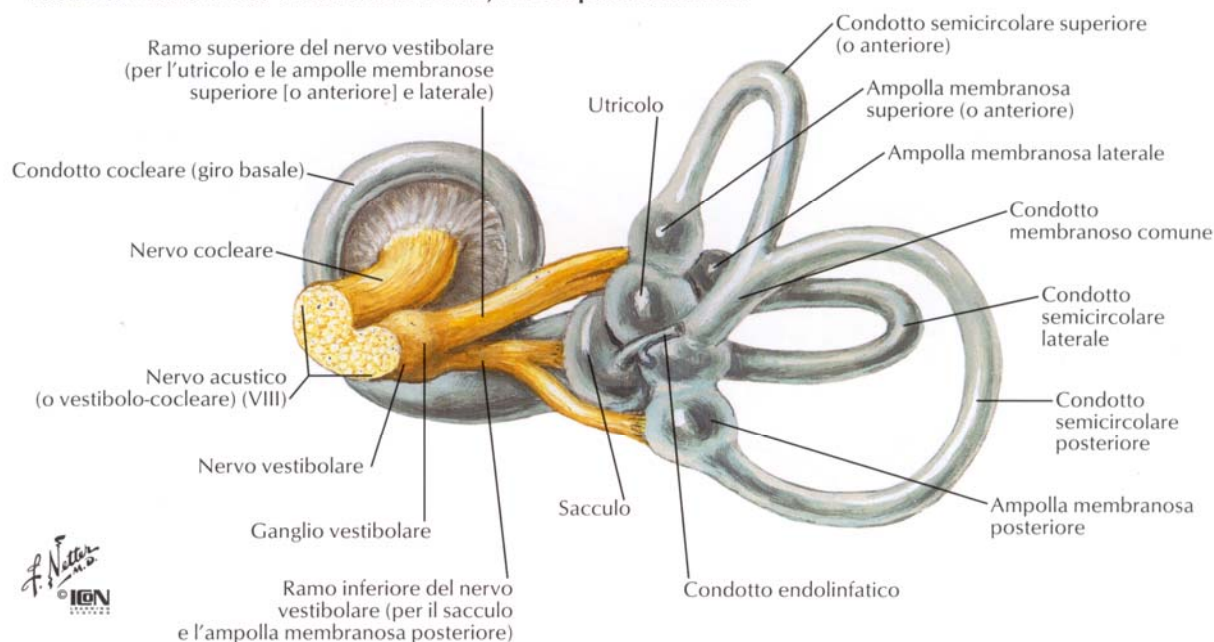
Il condotto cocleare è diviso da un muro che prende il nome di *spirale ossea*. La spirale ossea divide tutto il condotto cocleare in due parti facendo sì che, all'interno del condotto cocleare, il cilindro sia diviso in due scale: la scala vestibolare che origina dal vestibolo e arriva alla sommità, all'elicotrema, e la scala timpanica che parte dalla sommità e ridiscendendo all'inverso arriva alla cassa del timpano.

La cresta che noi abbiamo appena definita spirale ossea non arriverà a dividere completamente il condotto. A dividere completamente il condotto c'è l'intervento del labirinto membranoso.

E qui la storia continua. Ed è ancora più vicina a noi perché questo uomo (foto), che nel Settecento, o meglio alla fine del Seicento, figlio di poverissimi contadini di Ruvo di Puglia arriva a Napoli e a diciannove anni è uno degli anatomici più famosi in Europa. Non era ancora laureato, ma insegnava, era professore di anatomia. Stiamo parlando di uno che poi è passato in questa città in maniera indegna, collegata esclusivamente alle malattie infettive. Stiamo parlando di Domenico

Cotugno, che troviamo sull'altra lapide. Domenico Cotugno per la prima volta descrive al mondo l'acquedotto. E lo descrive appunto a diciannove anni, non solo portando un fatto scientifico nuovo dal punto di vista anatomico, ma contravvenendo e distruggendo definitivamente quella che era l'ipotesi aristotelica che la trasmissione avveniva solo nell'aria. Egli rileva che all'interno del vestibolo, nel labirinto osseo, c'è il labirinto membranoso, e che il labirinto membranoso è avvolto e contiene esclusivamente un liquido che chiamerà *perilinf*a ed *endolinf*a, come la continuiamo a chiamare. Contro questo ragazzotto meridionale il mitico Haller, quello del tripode celiaco, il seno di Haller, grande professore anatomico in Svizzera, si incazza tremendamente e cerca di contrastarlo ma facendo soltanto delle brutte figure alla fine nei confronti di Domenico Cotugno. Domenico Cotugno sarà così famoso che partirà e farà dei tour in tutta Italia, passando mesi in giro a svolgere la sua arte di medico. La scoperta però fu fatta qui, nel cortile degli Incurabili al di là della strada dove noi, voi attraversate spesso e volentieri perché lì faceva le sue dissezioni. Appunto dice: citazione in latino 53.27. Cioè, aveva passato anni per descrivere quello che vediamo in questo schema di Netter, l'acquedotto, ovverosia il labirinto membranoso con quella che è l'origine dei nervi.

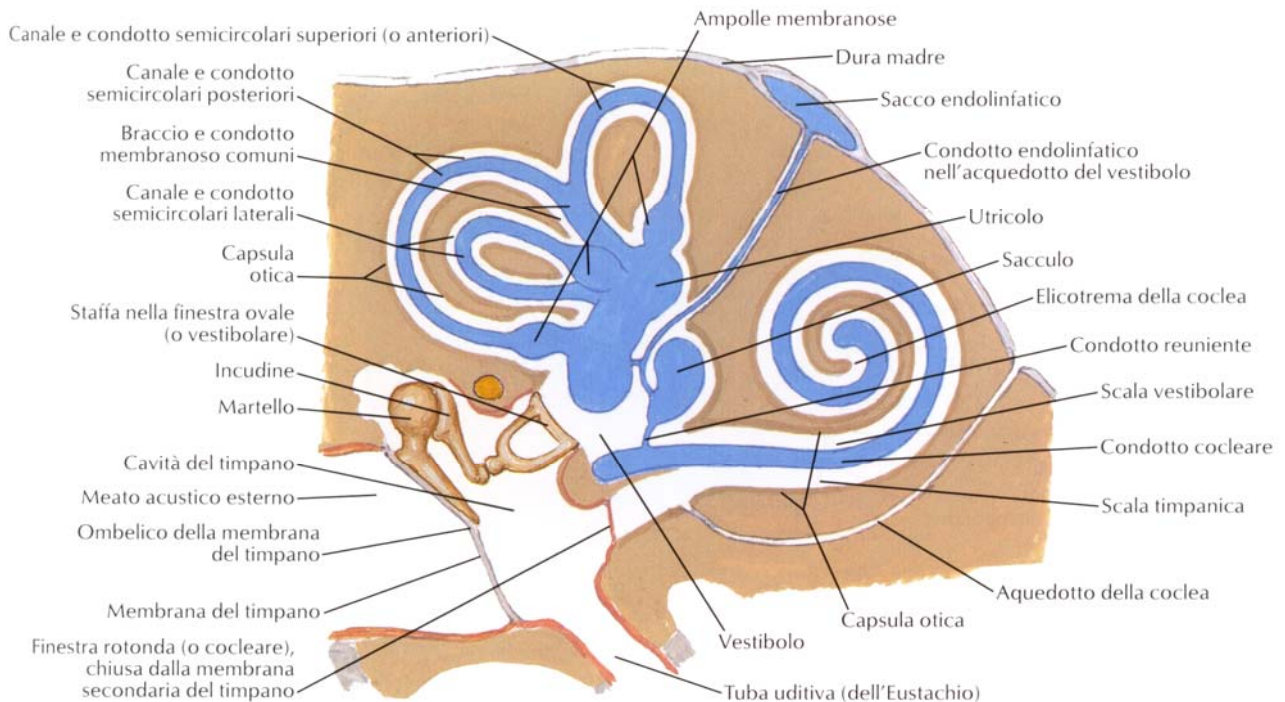
Labirinto membranoso di destra con i nervi, veduta postero-mediale



Abbiamo i canali semicircolari così come li abbiamo descritti prima. Abbiamo le strutture del sacco e dell'utricolo e i nervi vestibolari che sono più di uno: i tre nervi dei canali semicircolari, il nervo utricolare e il nervo sacculare. Cinque nervi vanno in questo ganglio che è il ganglio dello Scarpa dove vi sono i neuroni. Questi, come anche gli altri neuroni della via acustica, sono neuroni bipolari. Non sono unipolari o pseudounipolari ma bipolari. Hanno le afferenze somatiche speciali da una parte e vanno a comporre l'unico nervo, il nervo vestibolare.

Invece, dalla struttura della chiocciola nasce il nervo acustico, il quale è contenuto all'interno di quel canale centrale, l'asse della chiocciola, che prende il nome di modiolo. All'interno del modiolo ci sarà l'altro ganglio che è un ramo della storia ancora italiana. Non siamo più a Napoli, ci sposteremo, ma l'orecchio resta tutta una scoperta italiana.

Labirinti osseo e membranoso (schema)



Eccola qui ora la sezione che ci permette pian piano di vedere le due parti: la parte ossea e i suoi rapporti con la parte membranosa. In **azzurro** è rappresentata la parte membranosa e in **ocra** la parte ossea. Vediamo il condotto uditivo esterno, la membrana del timpano e il manico del martello. Danni a carico di queste strutture sono responsabili di quelle che noi definiamo le ipoacusie percettive essendo questa la parte percettiva dell'orecchio. Le ipoacusie percettive sono o a carico della membrana timpanica o a carico della catena ossiculare.

La trasmissione del suono, delle vibrazioni, avviene dalla membrana del timpano al martello.

Il martello la ripercorre sull'incudine.

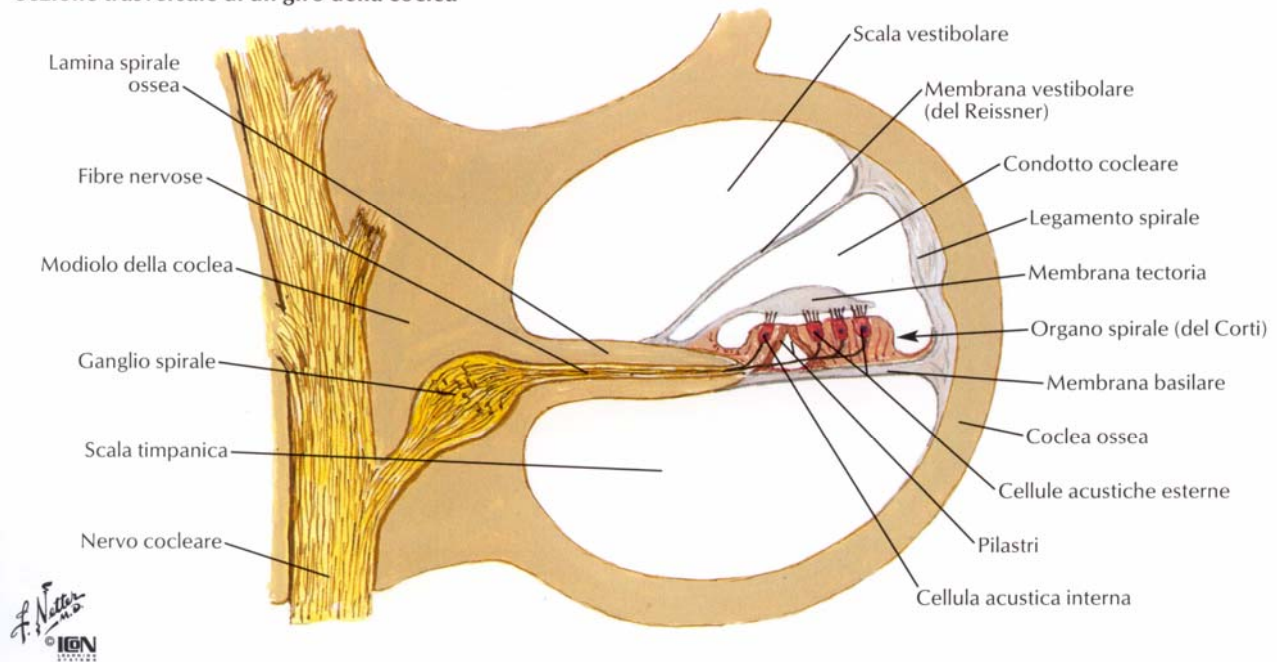
L'incudine la trasmette alla staffa.

La staffa la trasmette alla finestra vestibolare.

All'interno del vestibolo osseo sono contenuti l'utricolo, indietro, e il sacculo, avanti, uniti tra di loro. Tra il sacculo e l'otricolo parte un piccolo condotto, il *condotto endolinfatico*, il quale penetra all'interno della cavità cranica in rapporto con la dura meninge perchè questo liquido deve essere riassorbito. Alla struttura utricolare fanno capo le tre ampolle dei canali semicircolari. Dal sacculo un piccolo condotto, il *dotto reuniente* dà vita al vero condotto cocleare.

Il colore azzurro vi fa comprendere magnificamente che all'interno del labirinto membranoso, in questa struttura sacculare così complessa, c'è un liquido, l'*endolinfa*. Lo spazio esterno, questo ripiano è anch'esso occupato da un liquido, la *perilinf*. Aldiquà del piede della staffa non c'è più aria. C'è soltanto liquido: liquido all'esterno del labirinto e liquido all'interno del labirinto. All'esterno del labirinto è la *perilinf*, all'interno del labirinto è l'*endolinfa*.

Sezione trasversale di un giro della coclea



Questa è la struttura della chiocciola vista in sezione. Vi è la lamina spirale ossea che la divide nelle due scale: la scala superiore, che è la scala vestibolare, e la scala inferiore, la scala timpanica. La lamina, la spirale ossea, la lamina ossea, non riesce a dividere completamente il condotto per cui si inserisce una terza scala, le cui pareti sono date da una struttura membranosa, quella del labirinto. Il nostro labirinto ha una membrana superiore detta *membrana vestibolare* perché prende rapporti intimi con la scala vestibolare e invece una membrana detta *membrana basale*. Sulla membrana basale si va a deporre per tutti i due giri e mezzo quest'organo continuo che è l'*organo del Corti*.

Il marchese Antonio Corti, anatomico italiano, professore in Torino, descrive ormai l'ultima parte che riguarda l'orecchio con la componente che è formata, appunto, dall'organo del Corti. All'interno dell'asse centrale della nostra chiocciola, detto modiollo, decorrono le fibre che formeranno il nervo acustico. All'interno c'è una serie di strutture che formano il ganglio del Corti. Qui ci sono neuroni bipolari che vanno a prendere sinapsi su quelle che sono le strutture dell'organo del Corti.

L'organo del Corti poggia sulla membrana basale. Poche cose sull'organo del Corti, le cose essenziali, quelle che poi vi potranno far capire negli esami successivi, in termini e di fisiologia e di patologia, come può funzionare e come no. Nell'organo del Corti abbiamo una struttura caratterizzata da cellule ciliate. Queste cellule, in molti testi, sono definite come capellute perché il termine in inglese è hairy cells. Queste cellule sono fornite soltanto di stereociglia, e quindi, visto che continuiamo a parlare italiano, è più corretto definirle come cellule ciliate. Le cellule cigliate o capellute, come dir si voglia, sono disposte in due rami: un ramo centrale e un ramo periferico. Le cellule ciliate del ramo centrale sono disposte in una unica fila, mentre quelle del ramo periferico sono disposte in due o tre file.

A dividere le due componenti delle cellule ciliate, la parte centrale e la parte periferica, c'è una fila di cellule che hanno una struttura abbastanza caratteristica. Hanno un piede, in basso, in cui è contenuto il nucleo, dal quale parte un corpo. I due corpi si puntano verso l'alto. Sono caratterizzati al loro interno di una serie spessa di tonofilamenti che formano i pilastri. I due pilastri, quelli della fila mediale e della fila laterale del pilastro vanno a circondare un canale centrale che è il canale del Corti. Tutta questa struttura poggia sulla membrana basale. Le cellule ciliate o capellute con le loro stereociglia sono infisse all'interno di una membrana che forma un vero e proprio tetto, detta *membrana tectoria*. La membrana tectoria parte dalla lamina spirale ossea e si porta medialmente. È una struttura di natura gelatinosa. Tutto questo è immerso nell'endolinfa perché siamo all'interno della scala cocleare. Non c'è altro da sapere sul Corti. Sui libri ci sono scritte molte più cose. Riduciamo proprio a quello che voi dovete sapere: le due file di cellule ciliate o capellute, i pilastri

centrali che delimitano questo corridoio centrale che è il canale del Corti. Vi sono epitelii sensoriali specializzati: le cellule ciliate del Corti con le stereociglia sono infisse nella membrana tectoria.

Questo è lo schema finale che ci fa comprendere come reagisce all'energia sonora la struttura dell'organo del Corti. Siamo nel condotto uditivo esterno. La vibrazione della membrana verrà trasmessa dalle strutture percettive della catena ossiculare alla staffa. Sono da notare i rapporti tra il piede della staffa e la membrana timpanica. La staffa è circa quindici venti volte più piccola della membrana timpanica. La prima amplificazione, di ben venti volte, a questo punto è data dai rapporti tra la membrana timpanica e il piede della staffa. La vibrazione è ampia dal punto di vista acustico, ma l'energia è bassa. La resistenza che le articolazioni incuneo-malleolari e incuneo-stapediale vengono ad opporre alla trasmissione della vibrazione dalla membrana timpanica al piede della staffa, in clinica otorinolaringoiatrica, viene definita come impedenza.

Possono esserci fenomeni sclerotici a carico di queste articolazioni, quindi aumenta l'impedenza nella trasmissione del suono dalla membrana alla parte vestibolare.

Qui, invece, siamo all'interno della struttura. Vi sono l'utricolo ed il sacculo. Una volta si pensava che le onde impresse dalla staffa sulla perilinfa arrivassero in cima fino all'elicotrema, passassero dalla scala vestibolare nella scala timpanica e determinassero i movimenti della membrana basilare e quindi i movimenti delle cellule ciliate. Poi si è capito che questa strozzatura, questo collo di bottiglia, avrebbe compresso tutti i suoni. In realtà lo schema è questo: queste onde, ormai passate nella perilinfa, fanno muovere la membrana vestibolare, quella che abbiamo visto in alto, l'onda viene trasmessa dalla perilinfa all'endolinfa e i movimenti di endolinfa determinano i movimenti della membrana basilare. Le cellule ciliate sono attaccate sulla membrana basilare e stanno come quando voi state nel tram con la mano in alto, perché le loro stereociglia sono infisse nella membrana tectoria. Quando la membrana basilare vi manca da sotto i piedi queste cellule si spengono e parte lo stimolo che viene percepito dai neuroni bipolari del ganglio dello Scarpa e quindi parte lo stimolo acustico.

Vi ho detto che lungo il percorso di due giri e mezzo della chiocciola abbiamo una rappresentazione tonotopica: nella porzione più basale percepiamo i toni più acuti, man mano che risaliamo, i toni medi e, soltanto nella parte più apicale, i toni gravi, i bassi, per intenderci. Abbiamo una rappresentazione tonotopica dal basso verso l'alto perché la lamina spirale non è sempre della stessa lunghezza, ma questa cambia dal basso verso l'alto.

Vi ricordo che ogni suono ha due coordinate: una è la *frequenza* e l'altra è l'*ampiezza*. La frequenza si misura in hertz. L'orecchio umano ha una sensibilità di circa, mi sembra, sette ottave e mezzo, qualcosa del genere. L'ampiezza del suono si misura in decibel.

Siamo nel nervo cocleare. Tramite il meato acustico interno si accede nella cavità fossa cranica posteriore. Dalla fossa cranica posteriore entriamo a livello del solco bulbo-pontino all'interno del tronco encefalico.

La componente vestibolare è formata da due parti: da una parte, dai canali semicircolari, superiore, laterale e posteriore, non fanno altro che rappresentare i tre piani dello spazio; dall'altra dall'utricolare e dal sacculare che sono strutture fisse accolte nei due recessi ellittico e sferico. Queste servono a dare il senso dell'equilibrio, un senso che non contiamo nei cinque sensi ma che è fondamentale. Il senso dell'equilibrio è scindibile in due cinetiche: la *cinetica dinamica* e la *cinetica statica*.

La cinetica dinamica è percepita dai tre canali, pieni di endolinfa e dotati di organi sensoriali, le cosiddette *creste ampollari*, a livello di queste tre dilatazioni, le ampolle. Queste creste ampollari sono i sensori dei movimenti della testa nello spazio. Senza movimento della testa nello spazio, le creste ampollari non percepiscono nulla, registrano l'ultimo movimento che c'è stato. Sono dei registratori della cinetica dinamica, la cinetica frutto di un movimento.

L'utricolo e il sacculo, invece, sono diversi, appartengono alla cinetica statica. Apprezzano i movimenti del corpo nella sua totalità, fermo e immobile, nei confronti della gravità terrestre. Ci dicono se siamo sottoposti ad una accelerazione lineare o se siamo sottoposti ad un'accelerazione

angolare. L'accelerazione lineare la percepiamo pure se stiamo ad occhi chiusi, come abbiamo detto più volte in quest'aula. Questa cinetica è statica non richiede assolutamente informazioni riguardo ai movimenti.

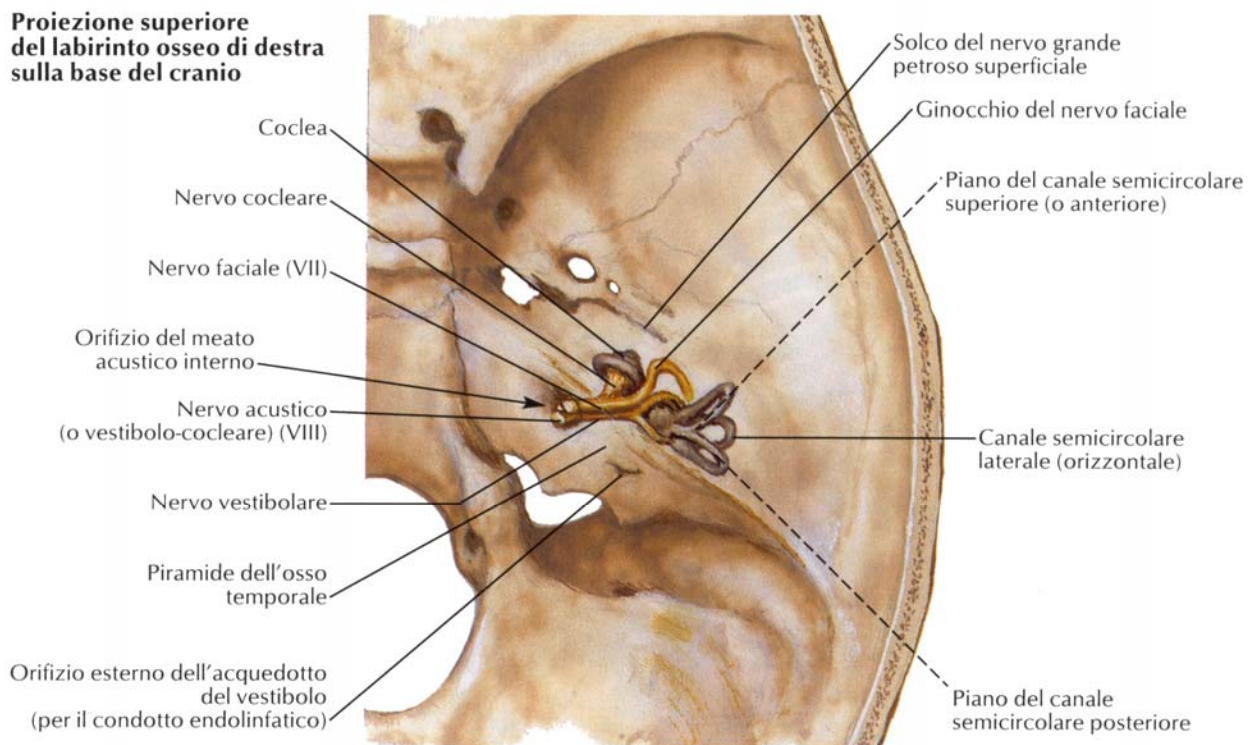
Le due strutture sono diverse. Questa qui, che vedete qui rappresentata, è, in realtà, una struttura maculare, quindi propria dell'utricolo e del sacculo. La macula utricolare o sacculare è molto simile alla struttura, al Corti, più banale. Si basa su cellule di sostegno e su elementi sensoriali. Gli elementi sensoriali sono di due tipi: cilindrici e a fiasco. Hanno le loro stereociglia infisse in una membrana di gel che contiene dei piccoli depositi di carbonati di calcio e di qualche altra cosa, gli *otoliti*, cioè pietre dell'orecchio, necessari per essere sensibile alla gravità terrestre. Gli otoliti devono essere più pesanti dell'endolinfa per muoversi, come il corpo, nella sua totalità, si muove nei confronti della terra. La *membrana otolitica* è propria soltanto delle strutture che percepiscono la cinetica statica. Ognuno di questi complessi di stereociglia è formato da stereociglia e da un chinociglio.

La percezione del movimento è data dal movimento del chinociglio: in un senso c'è un segnale positivo, nel senso opposto c'è un segnale negativo. Dalla somma dei segnali genera un algoritmo che ci dà l'informazione finale. Ci dice ad esempio se il treno cammina in quella direzione o se sta facendo retromarcia; se sta accelerando e prendendo una curva, per cui siamo sottoposti a una forza centrifuga, o se sta prendendo una curva in senso opposto e noi siamo sottoposti ad una forza centripeta. Quindi i movimenti dei diversi chinocigli generano un'informazione fisica per cui avremo questa percezione.

Questa è la cresta ampollare. È simile alla cresta maculare. L'unica differenza è data dal fatto che c'è una cupola nella quale non ci sono otoliti perché la cupola non si muove se non muoviamo la testa. Nel momento in cui noi muoviamo la testa, l'endolinfa fa muovere la cupola e questo determina i movimenti dei chinocigli, i quali mandano le loro informazioni. Dai movimenti dei chinocigli delle tre creste ampollari generiamo un'informazione che va, come nel caso della cinetica statica, non solo alla corteccia cerebrale, ma anche alla corteccia cerebellare.

I dendriti delle cellule bipolari originano dai neuroni del ganglio dello Scarpa. Da questi originano le parti centrali degli assoni centrali.

Proiezione superiore del labirinto osseo di destra sulla base del cranio



Questa è la rappresentazione com'è nel cranio. Abbiamo la rupe del temporale con all'interno ben rappresentati, in avanti, la chiocciola, posteriormente i tre canali semicircolari e l'emergenza dei nervi dell'VIII, del VII e del VII bis dal meato acustico interno.

Questa è un'immagine ingrandita di quanto abbiamo appena descritto. C'è la chiocciola tagliata in sezione, per cui l'andirivieni dal basso verso l'alto. È tagliato come se fossero sezioni di un canale. Quello al centro è il modiolo. In ogni sezione vediamo la scala vestibolare, in alto, la scala timpanica, in basso, e, al centro, la scala cocleare. La scala cocleare è caratterizzata dalla lamina spirale, dalla membrana basale e, in alto, dalla membrana vestibolare. Sulla membrana basale poggia l'organo del Corti. All'interno del modiolo si costruisce il ganglio del Corti e il nervo acustico. Invece il ganglio dello Scarpa, formato dai cinque nervi per i canali semicircolari, otricolo e sacculo va a formare il nervo vestibolare. Il faciale qui forma il primo ginocchio e il ganglio che prende il nome di ganglio genicolato. Dal ganglio genicolato si stacca il nervo petroso superficiale. Il ginocchio del faciale piega, forma quel condotto che abbiamo visto e poi piega di nuovo per uscire dall'interno della cavità del temporale.

Quindi ecco quello di cui abbiamo parlato oggi fino a questo punto.

Grazie!