

Personalizzare le Protesi



Ing. Michele Ricchetti, Responsabile Ricerca e Sviluppo Linear Apparecchi acustici.

Ricchetti: Buongiorno e grazie per l'invito. Questo Congresso è sempre molto interessante. Oggi vi parlerò di alcune idee che l'azienda Linear ha avuto in questi ultimi anni, che proprio vanno sull'onda della personalizzazione, e visto che il professor Umberto Ambrosetti ci ha stuzzicato con la storia della protesizzazione, vi parlerò di alcuni progetti in atto nel mondo delle protesi e non. Prima di tutto, Linear produce e commercializza direttamente i propri apparecchi acustici. Principalmente produce apparecchi endoauricolari perché crede che questa tecnologia sia la più flessibile, comunque produce anche retroauricolari. In questa foto ne vedete uno in carbonio molto adatto ai bambini un po' più maldestri. Come dicevo, la costruzione degli apparecchi nel

nostro caso è fatta sulla persona quindi è una personalizzazione della forma, dell'aspetto ma anche soprattutto nella programmazione cioè il modo di far ascoltare il suono alle persone, come diceva prima il professore. Produciamo dispositivi endo e retro-auricolari con connessione wireless e Bluetooth, quindi possiamo connetterci ai vari sistemi, anche con i dispositivi Android.

La regolazione dell'apparecchio acustico è divisa principalmente in due fasi. Una prima fase molto intensa (primi tre mesi) seguita logicamente da un diradamento degli incontri e della regolazione della protesi. Questo è quello che succedeva fino a ieri, nel senso che da poco abbiamo iniziato a protesizzare secondo la tecnologia del NATRALFIT. Questo studio è partito cinque anni fa da una tesi di laurea in ingegneria delle telecomunicazioni ed è nato dal problema che quando inseriamo l'apparecchio acustico nel condotto uditivo il suono al timpano viene alterato. Quindi abbiamo cercato di tenere più inalterato possibile questo suono.

Nella parte in alto della schermata, trovate molto schematicamente il percorso di costruzione di una protesi e della sua regolazione. Ci sono degli esami audiometrici e si decide il tipo di correzione da applicare in modo da compensare al meglio la sordità. In parallelo, viene costruito l'apparecchio acustico. Queste informazioni vengono unite specialmente negli apparecchi digitali

dove effettivamente questo percorso parallelo è reale, e otteniamo un apparecchio acustico tradizionale; adesso con questa nuova tecnologia NATURALFIT abbiamo inserito dei passaggi intermedi. Andiamo a prendere l'impronta acustica che vedremo dopo che cos'è, è in qualche modo un ulteriore esame, legato alla morfologia della persona. Per morfologia intendo la forma dei padiglione auricolari e la corporatura. Creiamo una situazione che chiamiamo "trasparenza acustica". L'apparecchio acustico, in questa situazione, è come se non ci fosse. Mi spiego meglio. Metto e tolgo l'apparecchio acustico e sento allo stesso modo. In questa situazione in qualche modo ho annullato il comportamento della protesi. Partendo da questa situazione di annullamento abbiamo inserito sopra la compensazione della sordità. Come vedrete successivamente, il fatto di avere aggiunto questo blocco di trasparenza acustica semplifica la correzione della sordità. Questo semplifica il lavoro dell'audioprotesista e per l'utente potrebbe non essere significativo ma semplificando il suo lavoro in realtà andiamo a produrre un dispositivo con una qualità del suono più adatta alla persona.

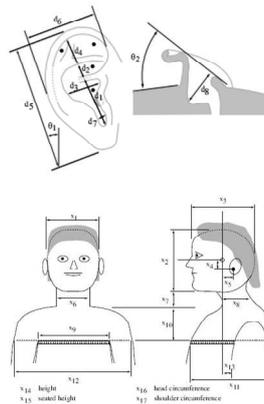
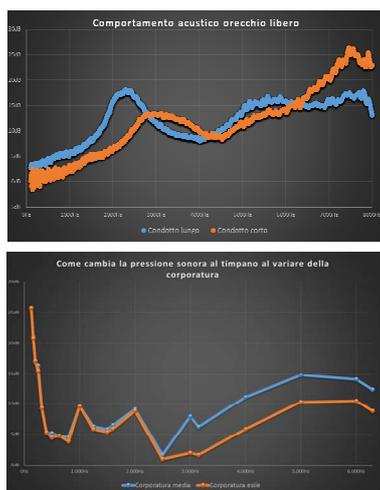
Ritorniamo all'impronta acustica. Le onde sonore interagiscono diversamente con la persona a seconda della morfologia dell'orecchio della corporatura. La pressione al timpano della persona, di

ogni persona, è diversa. Se mi metto davanti ad una cassa e vado a misurare la pressione sonora, quindi la quantità di energia che incide sul timpano, sul mio timpano, e rifacciamo il test con un'altra persona, abbiamo due risultati diversi soprattutto se la persona ha una corporatura più esile della mia. Se la persona avesse un orecchio piccolo e la corporatura minuta, avremmo una sensibile differenza.

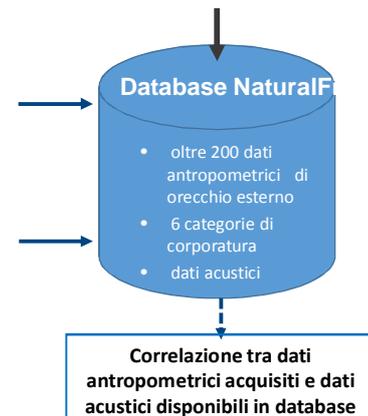
IMPRONTA ACUSTICA

La pressione sonora al timpano è diversa da persona a persona.

Le onde sonore interagiscono diversamente con la persona a seconda della morfologia dell'orecchio e della corporatura.



Misure acustiche di pressione sonora



EFFETTIVA PERSONALIZZAZIONE

Come potete vedere, nel grafico superiore, nella linea blu, c'è il grafico corrispondente a una persona con un condotto uditivo più lungo della media. Invece nella parte arancio abbiamo una persona con un condotto uditivo inferiore alla media. Questa misura è stata fatta prendendo due persone con una corporatura molto simile e con un padiglione molto simile. Solo la lunghezza del

canale uditivo fa cambiare il suono che incide sul timpano. Nel grafico sotto, invece, abbiamo come cambiando la corporatura della persona, cambia sempre l'energia che incide sul timpano. In particolare, potete vedere che all'inizio le due curve sono molto simili, da sinistra verso destra. Iniziano a separarsi in maniera significativa dopo i 2500Hz. Per frequenze molto basse la corporatura non incide, invece a frequenze più acute, frequenze che ci aiutano a localizzare il suono e quindi aiutano la comprensione del rumore, abbiamo una differenza significativa.

Sostanzialmente siamo messi a misurare le persone, a fare i sarti e andare a prendere la dimensione del padiglione e la misura della larghezza delle spalle per misurare che cosa arriva al timpano di queste persone. Alla fine abbiamo effettuato circa 200 misure di questo punto e abbiamo incominciato ad analizzare i dati.

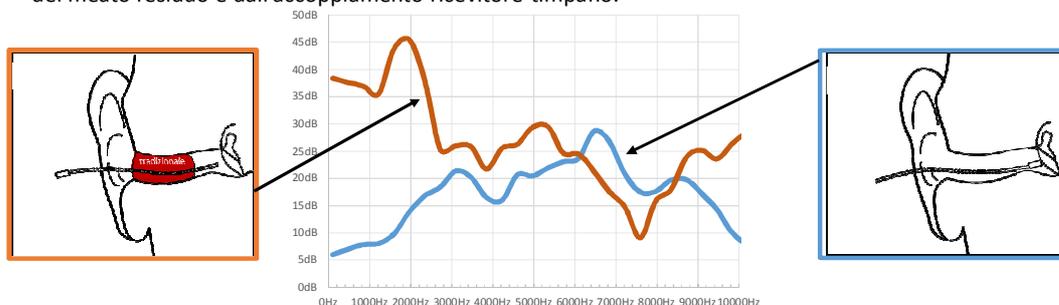
IL GUADAGNO di INSERZIONE

L'applicazione di un apparecchio acustico altera la pressione sonora al timpano.

Tale alterazione è nota come **Guadagno di Inserzione (G.I.)**.

Il **Guadagno di Inserzione**

- ✓ **altera** la risonanza del condotto uditivo in ampiezza e frequenza e **compromette** in parte la funzione del padiglione.
- ✓ **è funzione** del comportamento acustico *real-ear* del ricevitore della protesi che deriva a sua volta dal volume del meato residuo e dall'accoppiamento ricevitore-timpano.



Il **condotto uditivo** garantisce la nitidezza del suono e il **padiglione auricolare** agevola la localizzazione dei suoni.

Alterare e compromettere la funzione acustica dell'orecchio esterno rende il suono 'OPACO'.

Linear. Tecnologia che dà ascolto • www.lineargenova.com

Come vi dicevo prima, inserendo l'apparecchio acustico al timpano arriva un suono diverso rispetto a quando non abbiamo l'apparecchio acustico. Qui abbiamo sempre due grafici al centro.

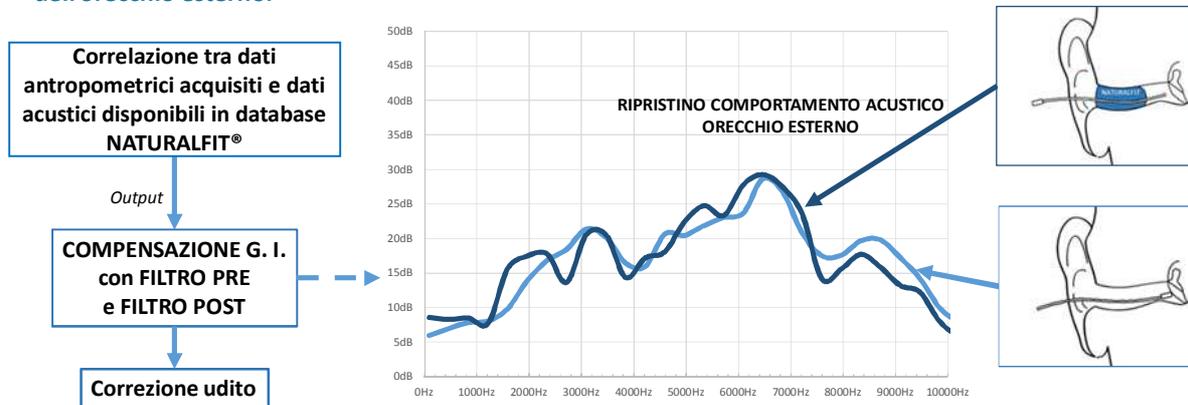
Il grafico blu è la pressione al timpano senza apparecchio acustico. Il grafico arancione è la pressione al timpano in presenza di apparecchio acustico configurato in modo che non produca amplificazione. Le curve non sono assolutamente parenti. Non c'è nessuna relazione. Possiamo concludere che, in qualche modo, la presenza dell'apparecchio va ad alterare la pressione sonora al timpano. L'obiettivo della nostra ricerca è stato fare in modo che al timpano, con l'apparecchio acustico sempre nella configurazione di non amplificazione, si ottenesse una curva più simile possibile a quella dell'orecchio aperto. Questo lo abbiamo fatto eliminando il guadagno inserzione.

TRASPARENZA ACUSTICA (1)

Compensare il *Guadagno di Inserzione* (G.I.= 0) permette di mantenere inalterate le funzioni del **condotto uditivo** e del **padiglione auricolare**. Questo è ciò che definiamo **Trasparenza Acustica**.

Si tratta di un elemento alla base della tecnologia NATURALFIT®.

La Trasparenza Acustica è indipendente dalla capacità uditiva. È funzione unicamente della morfologia dell'orecchio esterno.

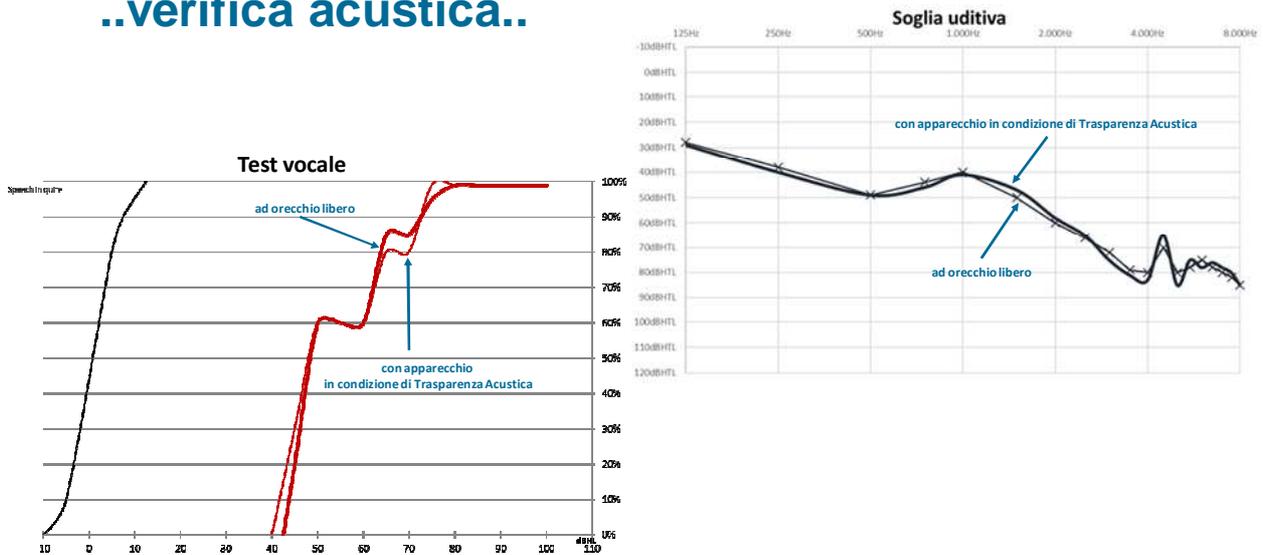


Linear. Tecnologia che dà ascolto • www.lineargenova.com

La curva azzurra è uguale a quella del grafico precedente, quindi la condizione di orecchio libero, la curva blu è sempre la stessa misura ma con apparecchio configurato in condizioni di trasparenza acustica. Le due curve sono simili.

Quella che vi ho fatto vedere è una prima verifica di questa trasparenza acustica. Abbiamo fatto anche delle altre verifiche. Abbiamo verificato che in questa condizione, l'audiometria della persona non cambiava e neanche il test vocale della persona.

TRASPARENZA ACUSTICA (2) ..verifica acustica..



Linear. Tecnologia che dà ascolto • www.lineargenova.com

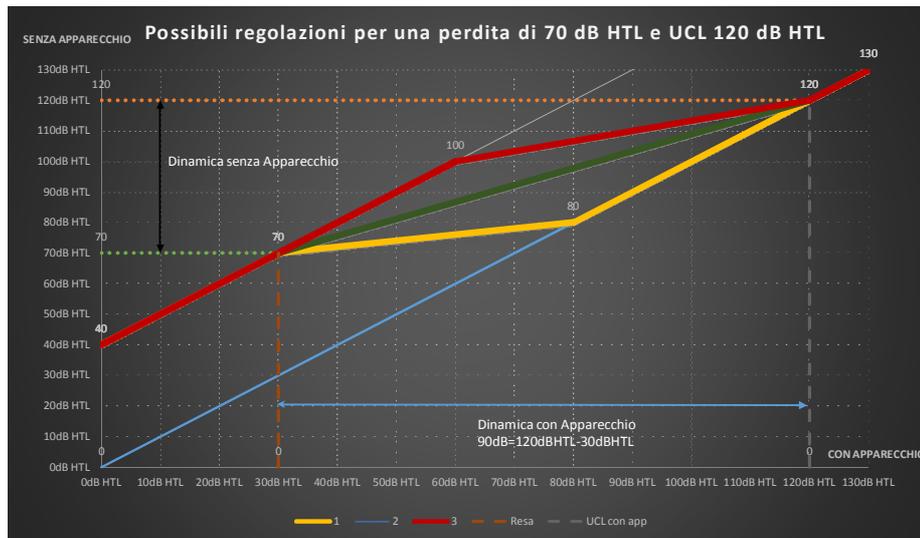
Come potete vedere, la soglia uditiva, quindi l'audiometria, presenta una leggera differenza ma assolutamente trascurabile come nel test vocale. A questo punto siamo andati ad aggiungere la compensazione della sordità. Prima di compensare la sordità, provo a spiegarvi quello che abbiamo fatto. È un po' difficile. Questa trasparenza acustica l'abbiamo implementata in tre pezzi. Il pre permette di compensare il posizionamento del microfono trasportandolo virtualmente sul timpano. Il post permette di trasportare il comportamento del ricevitore, la parte dell'apparecchio acustico che si occupa di fornire il suono, e la sua interazione con il timpano, trasportando anche lui virtualmente sul timpano. Questo ha semplificato enormemente il passaggio successivo della compensazione della sordità. Andremo ad usare gli esami audiologici e l'impronta acustica agendo

sulle normali caratteristiche degli apparecchi acustici, come prima ha detto il professore. Andremo a regolare l'amplificazione non lineare dell'apparecchio acustico, andremo a regolare il sistema che è quello che il professore prima ha parlato come sistema di selezione dell'ambiente acustico e di regolazione dei parametri come il sistema di riduzione del rumore (Trova Voce) oppure l'antilarsen o altro. Se stiamo ascoltando la musica è giusto che il sistema antilarsen entri meno in funzione rispetto ad un'altra situazione perché è possibile che quel fischio in realtà sia una nota voluta dal musicista quindi in qualche modo la funzione deve essere meno conservativa rispetto ad una situazione in cui può essere, ad esempio, un ambiente silenzioso e in quel caso la funzione deve considerare davvero quel suono come fischio e non come nota.

A questo punto, come dicevo, andiamo a compensare la sordità. In generale Linear tende ad utilizzare l'amplificazione non lineare che permette di avere dei grossi guadagni per la fase lineare e di poter regolare una fase di compressione dove il guadagno diminuisce all'aumentare del segnale in ingresso. Questo permette di aumentare la dinamica della persona senza andare a creare situazioni-limite come potevano essere quelle dei primi apparecchi lineari dove l'apparecchio era sempre in saturazione per cercare di avere una buona resa protesica, e si faceva

in modo che la persona sentisse sempre al massimo e questo sicuramente per un comfort uditivo della persona non era il massimo e poteva anche produrre dei danni. Come dicevo, l'utilizzo della protesi acusticamente trasparente permette di fare un cambio di base. Semplicemente il grande problema di noi produttori di apparecchi acustici è che l'apparecchio acustico lavora in decibel Sound Pressure Level (SPL) che è un'unità di misura dell'intensità sonora. Il sistema uditivo umano invece percepisce le intensità dei suoni diversamente da frequenza a frequenza (decibel Hearing Level, HL) a parità di SPL. Con l'impronta acustica e la trasparenza acustica riusciamo a convertire i dB SPL in dB HL di quella persona perché la pressione sonora che arriva al timpano di quella persona varia a seconda della sua corporatura.

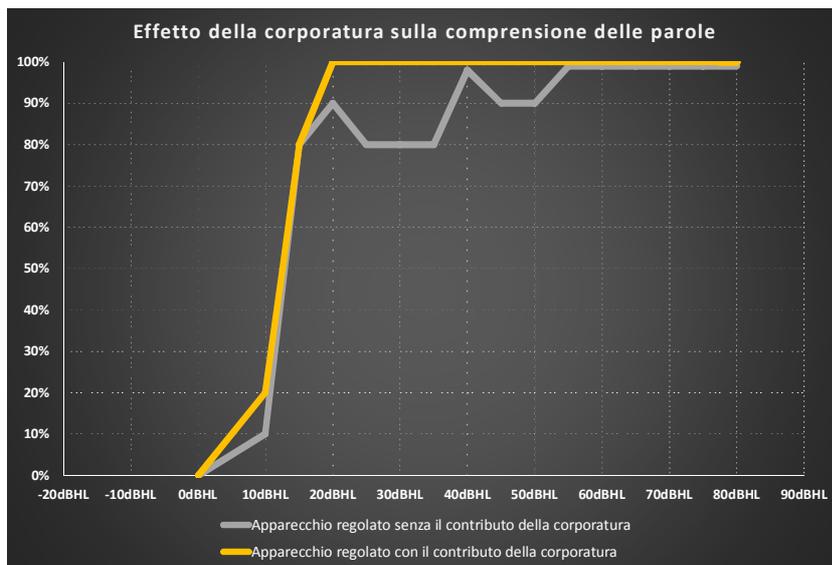
REGOLAZIONE APPARECCHIO ACUSTICO (1)



Linear. Tecnologia che dà ascolto • www.lineargenova.com

Qui possiamo vedere tre tipi di programmazioni per una data frequenza. Riusciamo a stabilire, già in fase di consegna dell' apparecchio acustico, gli opportuni valori da inserire nella protesi affinché possiamo ottenere queste regolazioni. Abbiamo verificato che questo si riesce ad ottenere con un' approssimazione molto buona.

RICADUTE IN TERMINI DI COMPRESIONE VOCALE



Linear. Tecnologia che dà ascolto • www.lineargenova.com

Questo, invece, e qui concludo questa parte, è un esame vocale di una persona a cui è stata applicata l'apparecchio acustico con tecnologia NATURALFIT a cui però nella curva grigia non sono state applicate le correzioni legate alla corporatura. Solo applicando le compensazioni, si passa alla curva gialla che è una curva molto più normale e simile al sigmoide standard, questo senza cambiare il volume dell'apparecchio ma solo le soglie in cui entrava in gioco la compressione e dove finiva.

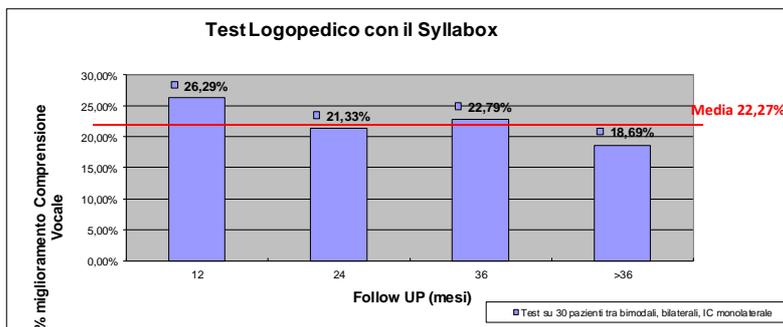
Adesso vado a concludere il mio intervento parlando di un dispositivo che stiamo commercializzato da qualche anno, con un ottimo successo. Questo dispositivo permette di rallentare audio e video senza cambiare il tono della persona. Questo dispositivo è simile ad un

decoder esterno, come esistevano un po' di tempo fa per le televisioni senza digitale terrestre, è dotato di un Hard Disk dove memorizza il segnale che arriva dall'antenna e le persone possono decidere di rallentare con una percentuale a scelta il parlato senza perdere sincronia con il labiale e come dicevo prima cambiare il tono. Questo può essere di aiuto in molte situazioni, non solo nell'ambito della sordità. Infatti anche per le persone con problemi cognitivi questo dispositivo è utile, stiamo facendo una sperimentazione proprio in questo senso. Questo dispositivo alcune prerogative, quello di registrare i sottotitoli della pagina 777.

Abbiamo fatto dei test insieme al professor Cuda, a Piacenza, dove il dispositivo è in visione.

Abbiamo testato il dispositivo su persone che hanno avuto sia l'impianto sia il bilaterale, oppure persone con impianto mono laterale, oppure persone con bimodale.

Syllabox (3)



Il Syllabox è di utilità e contribuisce al miglioramento della comprensione di dialoghi in programmi TV per soggetti portatori di impianto cocleare e apparecchi acustici. Tale miglioramento è di maggior entità al 30% di rallentamento.

L'utilità del Syllabox è maggiore all'inizio del percorso protesico: pertanto esso può contribuire all'inquadramento del soggetto e alla valutazione dei risultati protesici e logopedici.

D.Cuda*; A.Murri*; L.Guerzoni*; S.Sansalone§; S.Repetto§; M.Ricchetti§ "The TV comprehension in adult cochlear implant users", 13th International Conference on Cochlear Implants and other Implantable Auditory Technologies Munich (Germany), 18-21 June 2014.
*Dip. Di Otorinolaringoiatria, "Ospedale Guglielmo da Saliceto", Piacenza
§Linear Srl, Genova

In questo grafico potete vedere è la percentuale di miglioramento della comprensione delle parole cambiando la velocità di rallentamento dell'eloquio della televisione in base al tempo di impianto.

Dopo 12 mesi, un miglioramento del 26% della comprensione delle parole. All' aumentare del tempo dall'impianto il miglioramento cala e va ad attestarsi intorno al 20%. Provo a farvi vedere e sentire una demo. Come avete potuto vedere, la sincronia con il labiale è preservata. Il timbro della voce è buono, se non ottimo.

Adesso parliamo del futuro. Probabilmente l'anno prossimo usciranno apparecchi acustici con ricarica a induzione magnetica, come gli attuali cellulari che si possono ricaricare senza fili, quindi

usciranno degli apparecchi acustici che avranno una batteria che non si dovrà cambiare, e si incaricheranno poggiati su una base.

Per quanto riguarda l'integrazione con altri media, noi abbiamo lavorato al progetto Glassense, finanziato con fondi Europei gestiti da regione Liguria, che unisce la disabilità visiva e quella uditiva. In questo progetto abbiamo un occhiale con telecamera che dialoga con delle protesi acustiche e le protesi acustiche possono essere protesi acustiche, nel caso in cui la persona abbia una sordità ma possono essere degli auricolari, dove i messaggi acustici dello smartphone vengono veicolati all'auricolare, che può essere di tipo NATURALFIT, che a sua volta miscela questo segnale con il microfono del NATURALFIT

Sull'occhiale abbiamo un accelerometro e questo è legato a un sistema di telesorveglianza, ad esempio ci permette di capire se la persona è caduta, se i dati dell' accelerometro ci portano a dire che la persona è caduta si accende la telecamera e vediamo dove punta, in questo modo verifichiamo la caduta e possiamo identificare la zona della casa dove la persona è caduta.

Con questo ho concluso. Grazie.