

# Il peso di informazione e formazione dei lavoratori sul corretto utilizzo di inserti auricolari nella valutazione del reale abbattimento del rumore mediante il sistema E-A-Rfit™

F. CASSANO, INGRID ALOISE, G. LABIANCA, V. GACCIONE, C. MAZZOTTA, F. CARDASCIA, MICHELA GARAVAGLIA, CANDIDA GERMANO, ANTONELLA DENTAMARO, L. DI LORENZO  
DIM (Dipartimento Interdisciplinare di Medicina) – Cattedra di Igiene Industriale UNIBA

## KEY WORDS

Noise; earplugs; training-information

## PAROLE CHIAVE

Rumore; inserti auricolari; formazione-informazione

## SUMMARY

**«The role of information and training for workers on the correct use of earplugs in assessing real noise attenuation with E-A-Rfit™ system».** **Background:** Laboratory levels of perceived noise attenuation as heard using earplugs are always higher than the real levels that can be achieved at the workplace. The employer is bound by law to supply individual hearing protection devices (HPDs), to assess their efficiency and efficacy, and also to inform and train workers on the correct use of HPDs. **Objectives:** This study assessed the real “personal attenuation rating” (PAR) of HPDs used by workers at the workplace, before (PAR A) and after (PAR B) specific and individual training. These values were also compared with the theoretical “single number rating” (SNR) provided by the manufacturer. **Methods:** The study covered all the 65 male employees of an awnings factory, using the E-A-Rfit™ computerized method, which can measure PARs, based on the difference between sound pressures recorded by an “outside” microphone and an “inside” microphone placed in the auditory canal, with earplugs inserted, before (PAR A) and after (PAR B), i.e., the specific and individual training described above. **Results/Conclusions:** PARs B were always definitely higher than PARs A, both for all tested frequencies and the corresponding average values, which were automatically detected by E-A-Rfit™. Furthermore the same PARs B were decidedly lower than the respective SNRs supplied by the manufacturer on the basis of laboratory assessments. These data prove that specific and individual training for workers improves the performance of earplugs, contributing to a more appropriate secondary prevention of the effects of noise on hearing; they also prove that the real attenuation recorded in workers are always lower than those supplied by the manufacturer of the devices. It is recommended that the E-A-Rfit™ system, which allowed these results to be achieved objectively, should be normally used to assess exposure to noise in workers, when HPDs are worn.

Pervenuto il 23.2.2015 - Revisione pervenuta il 14.4.2015 - Accettato il 13.5.2015

Corrispondenza: Prof. Filippo Cassano, Cattedra di Igiene Industriale – DIM UNIBA, Piazza Giulio Cesare 11, Policlinico, 70124 Bari - Tel./Fax. 080.5478217 - E-mail: filippo.cassano@uniba.it

## RIASSUNTO

**Introduzione:** I livelli di attenuazione del rumore percepito dall'orecchio umano, ottenibili in laboratorio mediante l'uso di inserti auricolari, risultano sempre superiori a quelli effettivamente ottenibili sul campo. Il datore di lavoro ha l'obbligo di fornire agli esposti adeguati dispositivi di protezione individuale uditiva (DPIu), di valutarne la reale efficienza ed efficacia, nonché di informare e formare i lavoratori sul corretto uso degli stessi DPIu. **Obiettivo:** Lo studio ha valutato sul campo l'attenuazione personale reale (PAR) garantita dai DPIu prima (PAR A) e dopo (PAR B) la formazione individuale e specifica dei lavoratori. I rispettivi valori sono stati anche confrontati con l'attenuazione teorica fornita dal produttore. **Materiali/Metodi:** L'indagine è stata effettuata su tutti i 65 operai maschi di un'azienda che realizza tende da sole. A tal fine è stato utilizzato il metodo computerizzato E-A-Rfit<sup>TM</sup>, capace di misurare il PAR, sulla base della differenza tra le pressioni sonore rilevate, a inserto auricolare indossato, da un microfono "esterno" ed uno "interno" al condotto uditivo, rispettivamente, prima (PAR A) e dopo (PAR B) la suddetta formazione individuale e specifica. **Risultati/Discussioni:** i PAR B sono risultati sempre nettamente superiori ai PAR A sia per tutte le bande di ottava testate, sia nei rispettivi valori medi, forniti automaticamente dall'E-A-Rfit<sup>TM</sup>. Gli stessi valori di PAR B sono inoltre risultati decisamente più bassi dei corrispondenti valori del SNR forniti dai produttori sulla base di valutazioni di laboratorio. Questi dati documentano che la formazione specifica e individuale dei lavoratori migliora sensibilmente la performance degli inserti auricolari, contribuendo a una più adeguata prevenzione secondaria degli effetti del rumore sull'udito; documentano inoltre che le attenuazioni reali rilevate sui lavoratori sono comunque sempre minori di quelle fornite dai produttori dei dispositivi. Si ritiene che l'E-A-Rfit<sup>TM</sup>, che ha permesso di documentare obiettivamente tali risultati, dovrebbe essere comunemente utilizzato nella valutazione dell'esposizione a rumore dei lavoratori nel caso di impiego dei dispositivi di protezione.

## INTRODUZIONE

Un nostro precedente studio si era occupato della misura sperimentale del reale abbattimento conseguito da un inserto auricolare (DPI acustico), utilizzando il sistema di validazione E-A-Rfit<sup>TM</sup> della 3M, ovvero uno dei sei sistemi estimativi di misura dell'attenuazione sul campo (FAES, *Field Attenuation Estimating Systems*) attualmente disponibili: esso misura l'attenuazione di un dispositivo auricolare inserito in un orecchio, sulla base della differenza di pressione sonora tra un microfono esterno al condotto uditivo e uno posizionato all'interno del condotto stesso a inserto auricolare indossato, secondo la tecnica F-MIRE (*Field-Microphone-In-Real-Ear*) (6, 7).

Le differenze esistenti tra le due principali tecniche di misurazione dell'abbattimento del rumore, REAT (*Real Ear Attenuation at Threshold*), che si fonda sulla valutazione di tipo audiometrico della soglia uditiva a dispositivi indossati e non indossati, e appunto F-MIRE, in seguito a misure effettuate su otoprotettori in buono stato e otoprotettori degradati, sono rappresentate in figura 1 (3). Dalla fi-

gura emerge che i dati ottenuti dalle due tecniche sono sostanzialmente analoghi tra loro; si ritiene comunque che i valori di attenuazione ottenuti con la tecnica F-MIRE siano generalmente più affidabili di quelli ottenuti con la tecnica REAT, in quanto i primi sono oggettivi, mentre i secondi si basano su risposte soggettive.

Inoltre, diversi studi hanno dimostrato che i livelli di attenuazione di rumore percepito ottenibili in laboratorio e certificati dai produttori sono superiori a quelli effettivamente ottenibili nell'uso comune da parte dei lavoratori. In particolare, è stato segnalato che significative riduzioni nella variabilità dell'attenuazione personale si verificano con la ripetizione delle misure e che le eventuali maggiori differenze sono più frequentemente dovute alle scadenti modalità di inserimento dell'inserto da parte dell'utente, piuttosto che dall'incertezza del sistema di misurazione (3). Con il metodo F-MIRE, in differenti condizioni di lavoro, la variabilità di attenuazione reale sul campo risulta compresa tra 8,8 e 13,7 dBA (4, 11, 13, 16, 17, 21, 22, 24, 25). Un recente studio giapponese, utilizzando il sistema di valutazione E-A-Rfit<sup>TM</sup>, ha quantificato

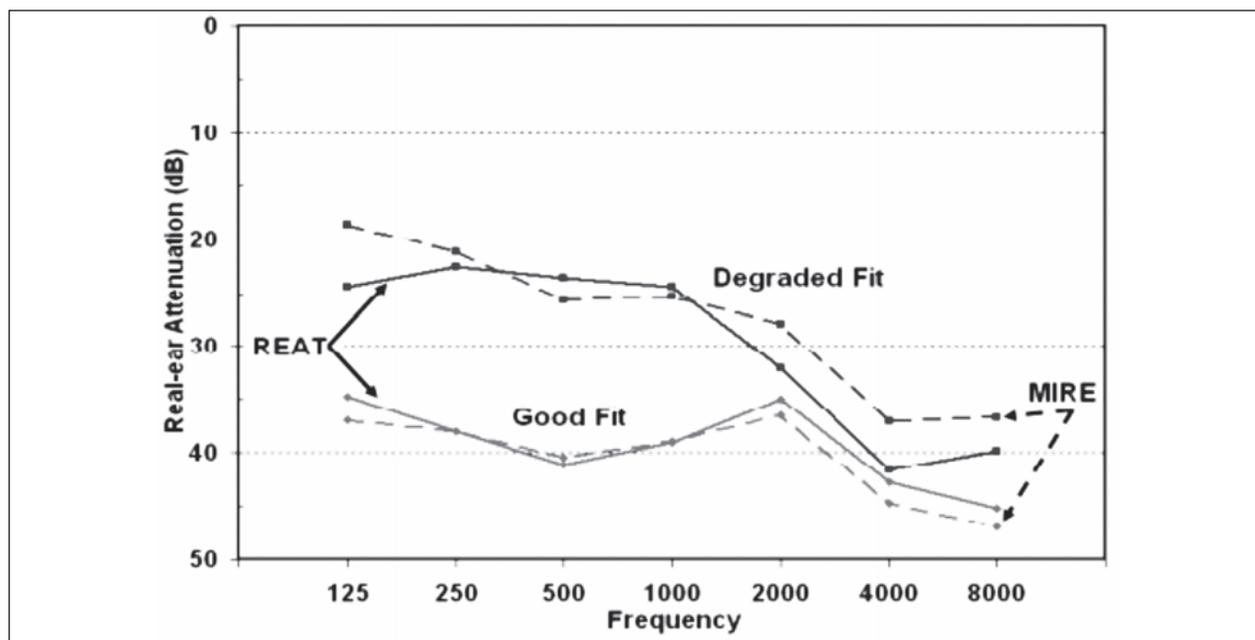


Figura 1 - Confronto tra le tecniche REAT (linee continue) e MIRE (linee tratteggiate) (3)

Figure 1 - REAT method (continuous lines) vs. MIRE method (broken lines) (3)

l'attenuazione del rumore garantito dagli inserti in un gruppo di operai del settore metallurgico in  $21,0 \pm 7,3$  dBA (14). Inoltre, dopo l'addestramento alla corretta vestizione dei DPI, la riduzione media del rumore percepito era di 10 dBA, usando il metodo F-MIRE, e di soli 6 dBA, usando il metodo REAT (23).

È stato così dimostrato che l'abbattimento *reale* garantito dagli inserti auricolari è nettamente inferiore a quello *teorico* fornito dal produttore, notoriamente sovrastimato e talvolta inadeguato a garantire la corretta tutela dell'udito del lavoratore (6). Questo risultato è stato ottenuto raffrontando il reale livello di attenuazione personale del rumore (PAR)<sup>1</sup>, utilizzando l'*E-A-Rfit™ Validation System*, con quello teorico dichiarato dal fabbricante (SNR)<sup>2</sup>. Si ricorda che PAR e SNR rappresentano due parametri ottenuti in maniera diversa. Infatti, mentre il primo si riferisce alla media delle atte-

nuazioni misurate alle diverse frequenze, il secondo è un valore fornito dai produttori e non corrisponde a una media delle suddette attenuazioni. Sia il PAR che il SNR valutano comunque l'abbattimento del rumore che un DPI acustico riesce a determinare e il confronto tra questi due parametri consente così di verificare le differenze esistenti tra le due valutazioni (6). Del resto, nei documenti di valutazione del rischio (DVR) di sovente è utilizzato il SNR come valore di abbattimento del rumore determinato dall'inserto in uso, al fine di valutare l'esposizione dei lavoratori anche se, in effetti, è il PAR che indica il reale abbattimento strumentale.

Dal punto di vista normativo, quando il datore di lavoro ha l'obbligo di fornire adeguati DPI uditivi agli esposti, ne deve aver valutato efficienza ed efficacia (ovvero la reale capacità di proteggere la funzione uditiva), nonché provvedere alla forma-

<sup>1</sup> Il PAR (*Personal Attenuation Rating*) mostra la valutazione dell'attenuazione individuale, ponderata in A, per ogni banda di ottava, ottenuta dalla differenza tra la misura resa dal microfono interno rispetto all'esterno e riportata anche come valore medio complessivo dell'attenuazione del dispositivo.

<sup>2</sup> Il SNR (*Single Number Rating*) richiede la misura del livello sonoro ponderato in C ed utilizza dati di abbattimento forniti dal produttore.

zione e informazione dei lavoratori sul loro corretto utilizzo (5,8,9).

A tal proposito, il 21 dicembre 2011 è stato fissato un accordo tra il Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali, quello della Salute, le Regioni e le Province Autonome di Trento e Bolzano per la formazione di lavoratori, datori di lavoro, preposti e dirigenti per ciascun settore, includendo la “formazione generale” e la “formazione specifica” (2).

## OBBIETTIVO DELLO STUDIO

Questo studio, condotto presso un'azienda produttrice di tende da sole, ha l'obiettivo di valutare sul campo il PAR garantito dagli inserti auricolari indossati dai lavoratori, utilizzando l'*E-A-Rfi<sup>TM</sup> Validation System*. In particolare, si è voluto verificare da una parte se una informazione e una formazione individuali e specifiche dei lavoratori all'uso degli inserti auricolari favoriscano l'aumento del livello di abbattimento del rumore e dall'altra, ancora una volta, se l'attenuazione *reale* garantita dagli stessi sia effettivamente inferiore a quella *teorica* fornita dal produttore (SNR).

## MATERIALI E METODI

L'indagine è stata effettuata su tutti gli operai di un'azienda della provincia di Bari che realizza tende da sole secondo modalità produttive di tipo artigianale avanzato. Infatti, anche se i macchinari impiegati e l'organizzazione del lavoro sono di tipo industriale, la produzione è capace di adeguarsi alle più diverse richieste dei singoli clienti, costruendo pertanto anche manufatti personalizzati.

Più in dettaglio si possono distinguere diversi momenti produttivi.

### Produzione della struttura metallica

I profilati metallici sono trasportati meccanicamente dal magazzino al capannone di produzione, dove devono essere tagliati mediante troncatrici metalliche o seghe a nastro. Il taglio di ogni pezzo richiede pochi secondi e, in un turno di lavoro,

queste operazioni occupano meno di un'ora complessiva. In seguito, gli elementi metallici sono generalmente sottoposti a diverse operazioni meccaniche di sagomatura e/o di pressatura, talvolta completate da operazioni di finitura manuale al banco, con l'ausilio di utensili semi-automatici e/o manuali (flex, trapano, seghetti, lima, scalpello, etc.). Può servire anche la saldatura ad arco elettrico di elementi dei profili e/o di questi con snodi, cerniere, ecc. Per ciascun manufatto, tutte queste operazioni richiedono pochi minuti.

### Produzione della copertura

Anche i teli in materiale sintetico (fibra acrilica) sono trasportati meccanicamente dal magazzino materie prime all'apposito capannone di produzione, per essere stesi, dimensionati, tagliati, cuciti e/o saldati, mediante apposite macchine automatiche e semiautomatiche, impostate e controllate visivamente dai lavoratori addetti. La finitura dei teli è eseguita manualmente da altri lavoratori, mediante taglierine, forbici, sparapunti e/o macchine cucitrici.

### Assemblaggio e finitura

Il telaio metallico è posizionato meccanicamente su un macchinario elettromeccanico semiautomatico, che consente il montaggio e la definitiva finitura della copertura o cappottina, anche mediante martelletti metallici.

### Valutazione del rumore

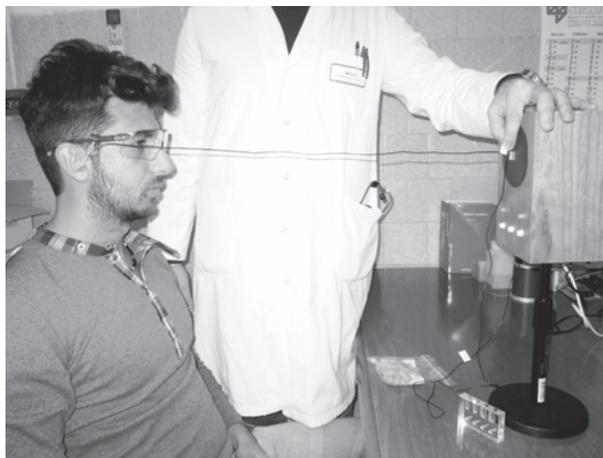
La valutazione del rumore è stata effettuata mediante fonometri integratori/dosimetri della ditta Quest modello Noise Pro DLX-1, minidosimetri della ditta Quest modello The Edge 5, fonometro integratore modulare di precisione di Classe 1 della ditta Brüel & Kjaer modello 2250, rispondenti agli standard IEC 61672-1:2002 e IEC 61252. Tutta la strumentazione è tarata e conforme ai contenuti della norma UNI EN ISO 9612:2011 (19), nonché calibrata mediante calibratori della ditta Quest modello QC 10/20 e della ditta Brüel & Kjaer modello 4231, rispondenti agli standard IEC

60942:2003. In sintesi si può dire che quasi tutti i lavoratori sono esposti a rumore discontinuo, di intensità variabili, e per tempi dei singoli eventi in genere molto brevi. Pertanto i Lex,8h si situano entro gli 85 dBA per tutti gli operatori. Nell'area di finitura delle tende, al martellamento dei bordi delle cappottine, si raggiunge un picco di 123,8 dBC.

### Cenni sulle caratteristiche dell'E-A-Rfit™

L'E-A-Rfit™ è costituito da un altoparlante e da due microfoni collegati a un personal computer su cui è installato il programma operativo dedicato.

Un lavoratore è posto a una distanza predefinita (1 metro) dall'altoparlante che, collegato al personal computer, emette un suono di intensità stabilita dal programma, misurato tramite due microfoni (figura 2). Di questi, uno è posto all'esterno, ma in prossimità dell'orecchio in esame (microfono "esterno") ed è in grado di recepire e trasmettere al sistema il rumore generato dall'apparecchio e che arriverebbe alla membrana del timpano in assenza dell'inserto. L'altro microfono, di dimensioni molto ridotte, viene inserito all'estremità di un tubicino di cloruro di vinile polimero (pvc) che a sua volta è inserito lungo tutto l'asse maggiore dell'inserto (figura 3): il microfono è collocato all'esterno del condotto, ma grazie al tubicino è in grado di rilevare il rumore all'interno del condotto stesso, tra inserto e timpano. Per differenza di pressione sonora,



**Figura 2** - Posizione corretta del soggetto durante il test  
*Figure 2 - Correct subject position during the test*

è pertanto possibile verificare il reale abbattimento del rumore che arriva effettivamente alla membrana del timpano.

Sono stati utilizzati inserti auricolari monouso prodotti dalla 3M™, tra i più diffusi in commercio, del tipo 3M 1100-1110 (figura 4), realizzati in schiuma poliuretanicica ipoallergenica per offrire il massimo confort e una pressione ridotta all'interno dell'orecchio (5). Si ricorda che, secondo la scheda tecnica predisposta dall'azienda produttrice e reperibile facilmente in rete (1), tali DPI acustici possono essere utilizzati per livelli di rumorosità compresi tra 95 e 110 dBA, anche per l'intero turno di lavoro e con temperature ambientali relativamente



**Figura 3** - Corretto posizionamento dei microfoni  
*Figure 3 - Correct microphone placement*



**Figura 4** - DPI auricolari 3M™ 1100-1110  
*Figure 4 - HPD earplugs 3M™ 1100-1110*

elevate. Gli inserti adoperati sono appositamente modificati dall'azienda fornitrice per l'uso con *E-A-Rfit™* (1).

Infine, allo scopo didattico di consentire da parte del lavoratore la migliore compressione dell'inserto e renderlo più facilmente inseribile nel condotto uditivo esterno (e quindi più efficace ed efficiente), l'*E-A-Rfit™* è dotato di "Roll Model" (figura 5), sistema di fori di diametro decrescente, nei quali introdurre lo stesso inserto dopo averlo opportunamente rullato e compresso manualmente.

L'indagine è stata realizzata in due tempi. Nel primo i lavoratori sono stati invitati a indossare i DPI uditivi nella maniera abituale, senza fornire loro alcuna formazione e informazione specifica. Si è poi proceduto all'esecuzione della prima serie di test per misurare l'abbattimento del rumore nelle due orecchie in ordine casuale. Ogni misurazione è durata circa 10 secondi ed è stata ripetuta almeno 4 volte per ciascun orecchio, così come illustrato nella precedente pubblicazione (6).

Nel secondo tempo un medico del lavoro ha provveduto alla formazione e informazione specifica di ogni singolo soggetto sulla corretta manipolazione e inserimento dei DPI uditivi, con l'aiuto del Roll Model. A questo punto ciascun lavoratore li ha nuovamente indossati ed è stata effettuata una nuova serie di misurazioni con le stesse modalità sopradescritte.

Tutte le operazioni sono state eseguite nell'infermeria di fabbrica, in cui una precedente indagine aveva riscontrato una rumorosità ambientale di 60 dBA Leq.

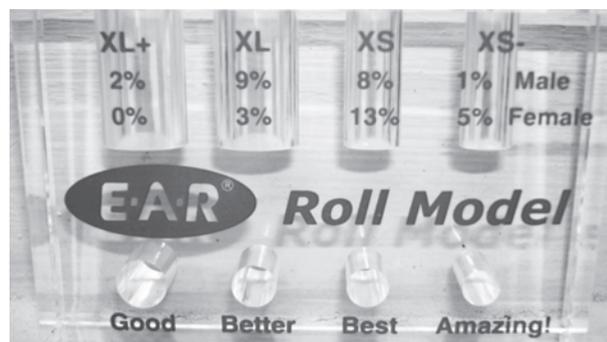


Figura 5 - Roll Model  
Figure 5 - Roll Model

Dalle cartelle sanitarie personali sono stati ricavati i dati anagrafici e professionali dei lavoratori ammessi allo studio. Dal documento di valutazione del rischio è stata ricostruita la loro esposizione occupazionale a rumore ed è stata verificata l'effettuazione dei corsi di formazione e informazione sul rischio rumore e sul corretto uso dei DPI acustici, come da legge (8).

Il software del sistema, infine, ha fornito una specifica scheda di valutazione personale del reale abbattimento del rumore (10): sono state così ricavate due schede per ciascun lavoratore, corrispondenti alle due misurazioni (*prima e dopo* l'addestramento).

Il protocollo dello studio è stato preventivamente approvato dal Comitato Etico dell'Università degli Studi di Bari e i singoli lavoratori hanno dato il loro consenso informato a partecipare allo stesso studio.

## RISULTATI

Sono stati esaminati 65 lavoratori, tutti maschi, di età compresa tra 26 e 56 anni (media: 40; deviazione standard: 9,8), rappresentanti l'intera forza lavoro in servizio presso l'azienda al momento dello studio.

Le medie dei PARs in bande di ottava ottenuti su tutti i lavoratori, prima (PAR A) e dopo (PAR B) lo specifico addestramento al corretto uso degli inserti uditivi, sono presentate nella tabella 1. Nella stessa tabella sono inseriti i valori di attenuazione medi dichiarati dai produttori di DPI acustici, sempre per bande di ottava. Per ciascuna frequenza, le medie di PAR A sono sempre inferiori a quelle di PAR B ed entrambe sono sempre inferiori, anche di molto, ai valori di attenuazione medi riportati dai produttori. La figura 6 rappresenta graficamente i risultati presentati in tabella 1: emerge come alle frequenze più alte, cosiddette "industriali", ci sia una maggiore attenuazione, trattandosi delle frequenze di maggiore interesse in termini di salute uditiva dei lavoratori, mentre l'abbattimento è minore alle basse frequenze, cosiddette "sociali". Queste caratteristiche sono comuni a tutti i dispositivi di protezione uditiva.

**Tabella 1** - Medie dei PAR (A e B) e attenuazione media fornita dal produttore, alle diverse frequenze in bande di ottava, in dB

*Table 1* - Average values of PARs (A and B) and average attenuation values supplied by manufacturer, at all frequencies, in dB

Frequenza (Hz)	Media PAR A (dB)	Media PAR B (dB)	Attenuazione media fornita dal produttore (dB)
125	10,2	27,7	33,1
250	11,6	30,9	36,3
500	12,9	28,7	38,4
1000	21,8	33,0	38,7
2000	20,9	27,5	39,7
4000	23,3	27,6	48,3
8000	33,6	38,5	44,4

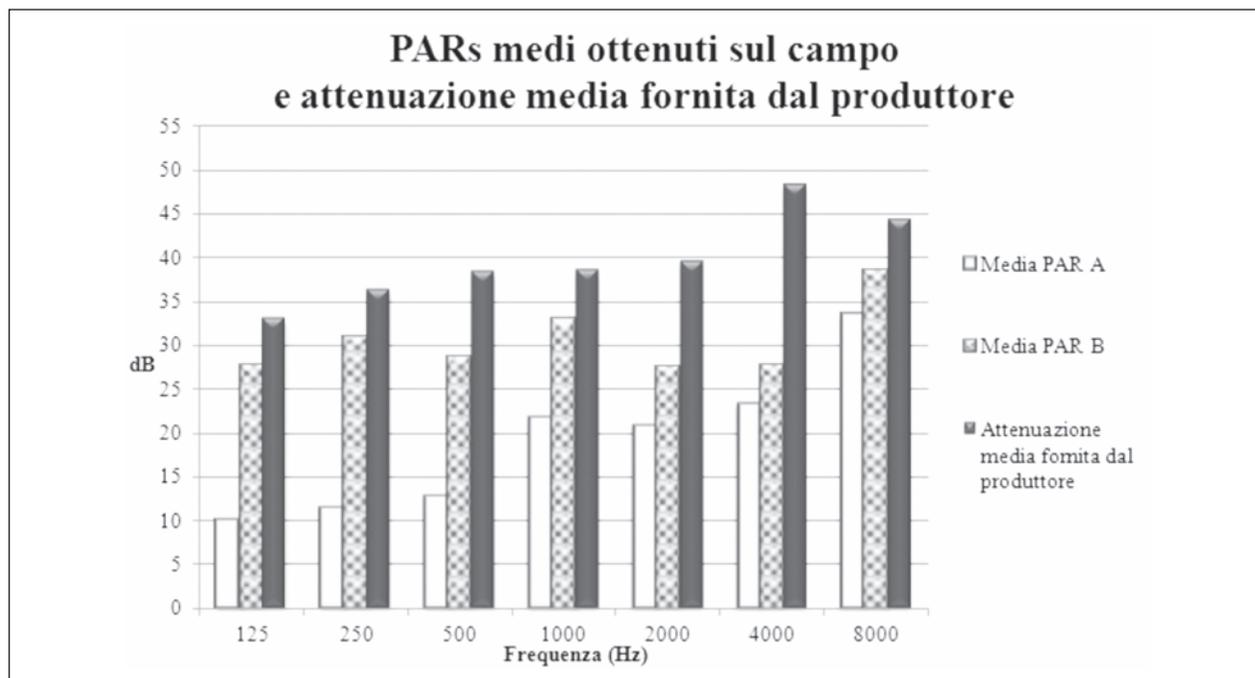
In tabella 2 sono riportate, per bande di ottava, le differenze tra i valori delle attenuazioni medie fornite dai produttori e di PAR A e PAR B, rispettivamente, nonché le differenze tra le due suddette serie.

**Tabella 2** - Differenza, in dB, di attenuazione della percezione del rumore alle varie frequenze tra l'attenuazione media fornita dal produttore (X) e PAR. Prima (A) e dopo (B) la formazione

*Table 2* - Difference, in dB, of heard perceived noise attenuation at different frequencies between average attenuation values supplied by manufacturer (X) and PAR, before (A) and after (B) training

Frequenza (Hz)	X - PAR A (dB)	X - PAR B (dB)	(X - PAR A) - (X - PAR B) (dB)
125	28,9	20,3	8,6
250	28,7	17,5	11,2
500	27,8	21,8	6,0
1000	29,3	13,9	15,4
2000	28,9	17,4	11,5
4000	38,4	26,1	8,7
8000	17,4	9,7	7,7

Le differenze tra i dati forniti dal produttore e quelli reali *prima* della formazione specifica e individuale mostrano una perdita di attenuazione rile-



**Figura 6** - Medie, in dB, dei PAR A e B ottenuti sul campo e delle attenuazioni medie fornite dai produttori alle diverse frequenze

*Figure 6* - Average values, in dB, of PARs A and B at workplace and average attenuation values supplied by manufacturer, at all frequencies

vante, fino a 38,4 dBA alla frequenza di 4000 Hz. Anche *dopo* la formazione è emerso un divario tra i dati forniti dal produttore e quelli reali nella perdita di attenuazione fino a 26,1 dBA, sempre alla frequenza di 4000 Hz. Infine, la differenza tra *prima* e *dopo* la suddetta formazione presenta valori di attenuazione reale di 8,7 dBA alla frequenza di 4000 Hz presa in esempio e raggiunge i 15,4 dBA alla frequenza di 1000 Hz.

Oltre ai dati espressi per frequenze in bande di ottava, lo strumento fornisce, alla fine di ogni test, anche un PAR biaurale che considera tutte le frequenze per bande di ottava per ciascun lavoratore. Ebbene, facendo una media logaritmica di tutti i PAR A e di tutti i PAR B biaurali ottenuti per i 65 soggetti esaminati, si ottiene un valore di 14,5 dBA e di 25,9 dBA, rispettivamente.

## DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Il primo risultato di questo studio ha dimostrato come un corso di informazione e formazione, svolto in maniera individuale e per pochi minuti, porti ad un incremento molto rilevante delle capacità di abbattimento del rumore percepito da parte dell'inserto auricolare utilizzato. Passare da una media di abbattimento di 14,5 dBA, misurato prima della formazione (PAR A), ad una media di ben 25,9 dBA dopo la stessa (PAR B), significa un incremento di circa 12 dB, che è una quantità di energia indubbiamente notevole. È anche da rilevare come i dati da noi ottenuti siano sovrapponibili a quelli degli studi già citati (4, 11, 13, 14, 16, 17, 21-25).

I valori di PAR forniti dal software corrispondono al peggior risultato possibile di "PAR biaurale", vale a dire che al valore di PAR viene sottratto un "valore di variabilità" calcolato dal sistema, che tiene conto di tutti i fattori che potrebbero influenzare la misura (la corretta calibrazione dello strumento, l'adattamento dell'inserto al lavoratore, la variabilità nella tecnica di vestizione, le variazioni riscontrate nello spettro del rumore dell'utilizzatore, l'incertezza "insita" alla misurazione stessa). Si ricorda che il valore di SNR dichiarato per l'inserto auricolare oggetto del nostro studio è di 37 dBC (6): basandosi su tale dato teorico, qualunque lavo-

ratore potrebbe ipoteticamente essere ritenuto protetto in un ambiente di lavoro con rumorosità fino a ben 124 dBA (ossia la somma dei 37 dBC dichiarati per l'inserto, più gli 87 dBA del valore limite di legge) (8). Invece, se consideriamo il valore medio di tutti i PAR A biaurali (14,5 dBA senza formazione), si può ben capire come le differenze con il SNR siano ancora più importanti, raggiungendo un *gap* di 22,5 dB. Questo può evidentemente generare un rischio per la salute uditiva degli esposti, già quando questi si trovino ad operare in presenza di rumorosità ambientali intorno ai 100 dBA. D'altro canto, la normativa che i produttori utilizzano per la verifica dell'abbattimento del rumore da parte dei DPI testati non è volta a valutare il reale abbattimento, quanto la migliore *performance* di tali dispositivi in funzione di una loro classificazione (18). L'uso di tali dati è quindi sconsigliabile per la valutazione del reale abbattimento assicurato dai vari inserti sul campo. E non appare sufficiente adottare i fattori di correzione indicati da alcuni organismi internazionali per ovviare a tale inesattezza di fondo, in quanto la riduzione da applicare è generica per i vari DPI acustici, ma non specifica per quello in uso, generando una sovrastima (12, 15, 20, 21, 24). Pertanto, sembra opportuno ribadire la necessità dell'uso sul campo di uno strumento in grado di valutare il reale abbattimento di un inserto auricolare e garantire il rispetto delle normative di salute e sicurezza.

L'*E-A-Rfit*<sup>TM</sup> si è rivelato uno strumento pratico, di grande maneggevolezza per l'utilizzatore e non influenzabile da parte del lavoratore sottoposto a test; in particolare quest'ultima caratteristica sembra quanto mai rilevante in un settore in cui le metodiche di indagine utilizzate - l'audiometria *in primis* - sono a risposta soggettiva e talvolta problematica. Inoltre, la formazione individuale e l'esame stesso richiedono, come detto, solo pochi minuti e consentono anche di ottenere una scheda per ogni singolo lavoratore, la quale può integrare la cartella sanitaria e tutte le indagini, fonometriche e dosimetriche, normalmente impiegate per monitorare l'esposizione a rumore.

È opportuno riferire che per due lavoratori non si è riscontrato l'atteso aumento dell'attenuazione del rumore da parte dei DPI acustici dopo la loro

formazione specifica: l'ispezione visiva esterna, completata da una otoscopia, ha permesso di evidenziare in entrambi i soggetti una particolare conformazione dei rispettivi meati acustici esterni, di dimensioni minori e più contorti del normale; questo ha verosimilmente determinato concrete ed insuperabili difficoltà soggettive nell'inserimento degli stessi DPI, con riduzione delle *performance* degli stessi. In questi casi è stato prescritto l'uso di cuffie auricolari, informandone immediatamente lavoratore e datore di lavoro per quanto di loro competenza e interesse.

In definitiva, i risultati di questo studio confermano l'utilità di una maggiore conoscenza, da parte dei Medici Competenti e dei Responsabili del Servizio di Prevenzione e Protezione, dei sistemi di misura del reale abbattimento del rumore garantito dagli inserti auricolari. Questi sistemi permettono infatti di valutare in maniera oggettiva l'effettivo livello di esposizione a rumore dei lavoratori, rispondendo adeguatamente al dettato di Legge (D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.) (8). D'altra parte essi forniscono obiettive informazioni sull'efficacia e sull'efficienza degli inserti forniti ai lavoratori. Inoltre verificano indirettamente la capacità del singolo lavoratore di inserire in maniera adeguata gli inserti nei propri canali uditivi esterni, permettendo altresì di discriminare il soggetto che ha necessità di ulteriore formazione e informazione specifica, da quello che è portatore di conformazioni anatomiche tali da richiedere l'uso di cuffie auricolari in alternativa agli inserti. Gli stessi lavoratori saranno resi più consapevoli del livello di rischio "rumore" a cui sono realmente esposti e dell'utilità della formazione specifica sul corretto uso dei DPI acustici. Non si deve poi sottovalutare come la misura del reale abbattimento del rumore garantito dagli inserti auricolari sia assolutamente sicura e non invasiva per il lavoratore e richieda pochi minuti per essere completata. Inoltre, il Datore di Lavoro possiede lo strumento per poter dimostrare di aver ottemperato a valutare l'efficienza e l'efficacia del DPI e di aver tutelato la salute uditiva, mentre il Medico Competente fruisce di uno strumento sperimentale che evidenzia quale sia la reale esposizione del lavoratore, per poter conseguentemente articolare al meglio il programma di sorveglianza sanitaria. Se

ogni indagine igienico-ambientale (ricordiamo la periodicità almeno quadriennale come da D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.) (8) fosse completata da uno studio sulla reale capacità di abbattimento del DPI consigliato in rapporto al rischio misurato, sicuramente si rinnoverebbe periodicamente in maniera individuale l'attenzione nei confronti di un rischio per il quale, molto spesso, la percezione non si rivela ottimale, in particolare per le brevi esposizioni.

Sarebbe infine possibile aggiungere questi risultati alle altre indagini audiometriche e/o fonometriche, in maniera da possedere una specifica cartella sanitaria "acustica" per ogni lavoratore, al fine di garantire un'adeguata misura di protezione e prevenzione dai danni da rumore.

NO POTENTIAL CONFLICT OF INTEREST RELEVANT TO THIS ARTICLE WAS REPORTED

## BIBLIOGRAFIA

1. 3M™ Prodotti per la sicurezza sul lavoro. Inserti auricolari e cuffie passive. Catalogo prodotti. Disponibile online all'indirizzo: <http://catalogue.3m.eu/>
2. Accordo tra il Ministero del Lavoro e delle politiche sociali, del Ministero della Salute, le Regioni e le province autonome di Trento e Bolzano del 21 Dicembre 2011
3. Berger EH, Voix J, Kieper RW, Le Cocq C: Development and validation of a field microphone-in-real-ear approach for measuring hearing protector attenuation. *Noise Health* 2011; *13*: 163-175
4. Berger EH, Voix J, Kieper RW: Methods of Developing and Validating a Field-MIRE Approach for Measuring Hearing Protector Attenuation. 32<sup>nd</sup> Annual Conference of the National Hearing Conservation Association. Savannah, Georgia (USA), 15-17/02/2007. Pubblicata su *Spectrum*: *24* (suppl. 1)
5. Cassano F, Aloise I, Bavaro P: *Compendio di igiene industriale*. Bari, Ed. Adriatica 2010: 36-39
6. Cassano F, Aloise I, Labianca G, et al: La misura del reale abbattimento soggettivo di rumore con uso di inserti auricolari tramite sistema E-A-Rfit™. *Med Lav* 2013; *104*: 213-223
7. Custom Protect Ear. How do you find out what hearing protection you have? Are FAES the answer? Disponibile online all'indirizzo: <http://www.protectear.com/>
8. D.Lgs. n. 81 del 9 aprile 2008. Testo Unico sulla salute e sicurezza sul lavoro. Pubblicato su G.U. n. 101 del 30 aprile 2008, S.O. n. 108

9. D.M. del 02/05/2001. Criteri per l'individuazione e l'uso dei dispositivi di protezione individuale (DPI). Pubblicato su G.U. n. 209 dell'8 settembre 2001, S.O.
10. E-A-Rfit powered by sonomax, *E-A-Rfit™ Version 3.2 – Software User Manual*
11. Franks JR, Murphy WJ, Johnson JL, Harris DA: Four earplugs in search of a rating system. *Ear Hear* 2000; *21*: 218-226
12. Galbiati C: Dispositivi di protezione individuale: considerazioni sui requisiti e sulle caratteristiche di scelta ed uso. *G Ital Med Lav Erg* 2010; *32* (4 suppl.): 259-262
13. Huttunen KH, Sivonen VP, Poykko VT: Symphony orchestra musicians' use of hearing protection and attenuation of custom-made hearing protectors as measured with two different real-ear attenuation at threshold methods. *Noise Health* 2011; *13*: 176-188
14. Kabe I, Kochi T, Tsuruoka H, et al: Noise attenuation of earplugs as measured by hREAT and F-MIRE methods in a japanese metal manufacturing plant. *J Occup Health* 2012; *54*: 310-315.
15. Merluzzi F, Di Credico N: The determination of the criteria for selecting and using personal means of acoustic protection. *Med Lav* 1993; *84*: 162-177
16. Neitzel R, Somers S, Seixas N: Variability of real-world hearing protector attenuation measurements. *Ann Occup Hyg* 2006; *50*: 679-691
17. Nélisse H, Gaudreau MA, Boutin J, et al: Measurement of hearing protection devices performance in the workplace during full-shift working operations. *Ann Occup Hyg* 2012; *56*: 221-232
18. Norma UNI 9432:2008: Acustica – Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell'ambiente di lavoro
19. Norma UNI EN ISO 9612:2011. Acustica – Determinazione dell'esposizione al rumore negli ambienti di lavoro – Metodo tecnico progettuale
20. Peretti A, Pedrielli F, Pasqua di Bisceglie A, Bonomini F: Valutazione dell'adeguatezza dei dispositivi individuali di protezione uditiva. *G Ital Med Lav Erg* 2010; *32* (4 suppl.): 267-270
21. Salmani Nodoushan M, Mehrparvar AH, Torab Jahromi M, et al: Training in using earplugs or using earplugs with a higher than necessary noise reduction rating? A randomized clinical trial. *Int J Occup Environ Med* 2014; *5*: 187-193
22. Schulz TY: Individual fit-testing of earplugs: a review of uses. *Noise Health* 2011; *13*: 152-162
23. Toivonen M, Pääkkönen R, Savolainen S, Lehtomaki K: Noise attenuation and proper insertion of earplugs into ear canals. *Ann Occup Hyg* 2002; *46*: 527-530
24. Tufts JB, Jahn KN, Byram JP: Consistency of attenuation across multiple fittings of custom and non-custom earplugs. *Ann Occup Hyg* 2013; *57*: 571-580
25. Voix J, Hager LD: Individual fit testing of hearing protection devices. *Int J Occup Saf Ergon* 2009; *15*: 211-219