

Caratteristiche di attenuazione con l'uso combinato di cuffie 3M™ PELTOR™ e occhiali di protezione 3M™

Descrizione

L'esposizione al rumore e l'ipoacusia indotta dal rumore (NIHL) sono importanti problemi del mondo del lavoro a livello globale. Fino a un terzo della forza lavoro in Europa è esposta a livelli elevati di rumore sul luogo di lavoro per almeno il 25% dell'orario di lavoro.¹ Le stime per gli Stati Uniti indicano che "circa il 25% di tutti i lavoratori è stato esposto a livelli di rumore pericolosi, registrando un 14% (22 milioni) nell'ultimo anno".² L'ipoacusia indotta da livelli di rumore pericolosi è un problema comune che colpisce circa il 5% della popolazione mondiale.³ Oltre agli effetti sulla salute fisica, l'ipoacusia indotta dal rumore è anche associata a manifestazioni di stress e isolamento, con conseguenze a livello mentale, sociale e socioeconomico sia per il singolo sia per la società intera.³ Non esiste una cura o un trattamento farmacologico per l'ipoacusia indotta dal rumore. Per prevenirla, è fondamentale ridurre l'esposizione a livelli di rumore pericolosi.

I dispositivi di protezione dell'udito (HPD) svolgono un ruolo importante nel programma di conservazione dell'udito riducendo l'esposizione al rumore. I dispositivi di protezione dell'udito devono avere la corretta vestibilità, fornire una protezione adeguata ed essere sufficientemente confortevoli durante l'utilizzo. Per molte attività lavorative è richiesto l'uso combinato di dispositivi di protezione dell'udito e altri dispositivi di protezione individuale (DPI). Le cuffie sono comunemente utilizzate insieme agli occhiali di protezione, producendo una potenziale interferenza tra le aste degli occhiali e la guarnizione dei cuscinetti delle cuffie che può comportare una riduzione dell'attenuazione del suono. Pertanto è essenziale stabilire la compatibilità delle cuffie con gli occhiali di protezione per garantire la vestibilità, la forma e la funzione corrette dei DPI utilizzati in combinazione.

Introduzione

Questo studio esamina la variazione dell'attenuazione quando i diversi modelli di occhiali di protezione 3M™ vengono indossati in combinazione con le varie cuffie 3M™ PELTOR™ (modelli X Series e Optime™). I modelli di cuffie 3M includono sia quelli con bardatura temporale (A) sia con attacco per elmetto (P3E). L'attenuazione è stata valutata misurando il valore di attenuazione personale (PAR) tramite il sistema di validazione 3M™ E-A-Rfit™ Dual-Ear quando i partecipanti allo studio indossavano varie combinazioni di DPI.

Metodologia

Sono stati selezionati trenta volontari per il fit test degli otoprotettori al fine di quantificare il valore di attenuazione, misurando il valore di attenuazione personale durante l'uso degli occhiali di protezione 3M™ con cuffie 3M™ PELTOR™. Questo studio è stato condotto negli Stati Uniti e ogni volontario ha accettato un consenso informato e ha completato uno screening di verifica dei criteri di partecipazione allo studio, effettuando anche cinque misurazioni antropometriche per stabilire le dimensioni della testa e del viso, al fine di garantire che il panel dei partecipanti rappresentasse un ampio intervallo di fisionomie. Dopodiché è iniziata immediatamente la sessione di fit test degli otoprotettori, della durata di circa 60 minuti per ogni partecipante. Il fit test di ogni volontario è stato eseguito con 42 combinazioni di cuffie con e senza occhiali di protezione, in ordine di test casuale. Prima del fit test, i volontari hanno ricevuto verbalmente le istruzioni sulle corrette tecniche di vestizione/svestizione dei DPI.

I sei modelli di cuffie impiegati nello studio sono rappresentativi dell'estesa linea di prodotti 3M. La scelta dei modelli è stata effettuata sulla base delle somiglianze a livello di materiali, costruzione e specifiche (vedere la Tabella 1). Le cuffie per elmetto P3E sono state testate con l'elmetto di sicurezza 3M™ SecureFit™ serie X5000. Altri test di laboratorio, condotti prima di questo studio, hanno determinato che questo elmetto di sicurezza rappresenta anche l'elmetto 3M™ SecureFit™ serie H-700 e l'elmetto di sicurezza 3M™ serie G3000. L'utilizzo dell'analisi della varianza con la tecnica dei confronti multipli di Tukey ha mostrato, con un'affidabilità del 95%, che i valori di attenuazione personale di questi elmetti non erano significativamente diversi a livello

¹ Organizzazione Mondiale della Sanità. World Report on Hearing. 2021.

² National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Overall Statistics - All U.S. Industries. Estratto da Internet, novembre 2024: <https://www.cdc.gov/niosh/noise/surveillance/overall.html>

³ Natarajan, N., Batts, S. and Stankovic, K.M. Noise-Induced Hearing Loss. Journal of Clinical Medicine, 2023, 12, 2347.

statistico. Pertanto per lo studio è stato selezionato l'elmetto di sicurezza 3M™ SecureFit™ serie X5000 come prodotto rappresentativo per la protezione della testa.

I modelli di occhiali di protezione scelti rappresentano la maggior parte degli occhiali di protezione 3M™. Altri test, condotti prima di questo studio, hanno dimostrato che sei modelli rappresentavano la linea di occhiali di protezione principale (vedere la Tabella 1). L'analisi della varianza condotta con la tecnica dei confronti multipli di Tukey ha mostrato, con un'affidabilità del 95%, che i valori di attenuazione personale di questi sei modelli di occhiali di protezione non erano significativamente diversi a livello statistico rispetto agli altri modelli dello stesso gruppo.

Il sistema di validazione 3M™ E-A-Rfit™ Dual-Ear, utilizzato in questo studio, è un metodo oggettivo per il fit test individuale degli otoprotettori. La misurazione dell'attenuazione per il sistema 3M è presentata come valore di attenuazione personale (PAR₈₄ o "Personal Attenuation Rating"), che è l'attenuazione raggiunta da un utente del dispositivo di protezione dell'udito in base all'otoprotettore scelto e alla fisionomia personale. Il PAR₈₄ rappresenta le prestazioni di protezione nella percentuale di situazioni in cui viene raggiunto o superato il grado di protezione desiderato, dove una situazione è definita come una combinazione unica di dispositivo di protezione, utente e spettro di rumore. Ad esempio, il PAR₈₄ indica che persone con diverse fisionomie sono in grado di raggiungere o superare il valore di attenuazione personale risultante l'84% delle volte.

La Tabella 1 illustra i prodotti testati e i modelli corrispondenti che rappresentano. Ciò consente di estendere i risultati delle 42 combinazioni testate a 160 possibili combinazioni di prodotti 3M. Nota: la disponibilità di questi prodotti DPI può variare a seconda della regione.

Tabella 1: DPI testati e modelli rappresentati

Categoria	Modello testato	Altri modelli rappresentati dal modello testato
Occhiali di protezione	SF400	SF100, SF200, SF300, SF400X, SF600, Virtua
	Solus 2000	Virtua AP
	SF500	SF3700
	Solus 1000	Privo
	Solus CCS	Virtua CCS
	SF3700 con lettori	N/D
Cuffie	X1A	H510A, H510B, H510F, H6A, H6B, H6F, X2A
	X4A	X4B
	X5A	X5B
	H520P3E	H9P3E, X2P3E/P5E, X3P3E/P5E
	X4P3E	X4P5E
	X5P3E	X5P5E
Protezione per la testa	Elmetto di sicurezza X5000	Elmetto serie SFH-700, Elmetto serie SFH-700T, Elmetto di sicurezza serie G3000, Elmetto di sicurezza serie G3501, Elmetto di sicurezza serie X5500

Risultati

I test delle diverse combinazioni di cuffie e occhiali di protezione hanno restituito in totale circa 1300 valori di attenuazione personale tra tutti i partecipanti. Sono stati effettuati confronti tra i valori di attenuazione personale dell'utilizzo della sola cuffia e del corrispondente utilizzo di cuffia e occhiali. I risultati complessivi hanno dimostrato una diminuzione del valore di attenuazione personale compresa tra 2 dB e 9 dB, a seconda delle combinazioni di prodotti, della forma degli occhiali di protezione e della fisionomia individuale. Per facilità di applicazione, la perdita di attenuazione è stata classificata in tre gruppi: a) diminuzione del valore di attenuazione personale uguale o inferiore a 3 dB, 2) diminuzione del valore di attenuazione personale compreso tra 4 e 6

dB, 3) diminuzione del valore di attenuazione personale compreso tra 7 e 9 dB. Le combinazioni di DPI e la conseguente diminuzione del valore di attenuazione personale sono mostrate nella Tabella 2 secondo questi gruppi.

Tutte le combinazioni di cuffie/occhiali hanno mostrato una diminuzione del valore di attenuazione personale rispetto all'utilizzo della sola cuffia. Nessuna combinazione ha indicato una diminuzione del valore di attenuazione personale superiore a 9 dB. Delle 160 combinazioni possibili, 76, pari al 47,5% del totale, hanno comportato una perdita di 3 dB o minore, 60 combinazioni, pari al 37,5% del totale, hanno comportato una perdita compresa tra 4 e 6 dB e 24 combinazioni, pari al 15% del totale, hanno comportato una perdita compresa tra 7 e 9 dB.

La quantità di variazione del valore di attenuazione personale in funzione del modello di occhiali indica che la maggior parte degli occhiali di protezione 3M™ SecureFit™ (SF100, SF200, SF300, SF400, SF400X, SF600) in combinazione con cuffie 3M™ PELTOR™ ha una perdita di attenuazione minore (2-3 dB) rispetto ad altre combinazioni di cuffie 3M™ PELTOR™/occhiali di protezione 3M™. Questa perdita minima può essere spiegata dal design speciale degli occhiali di protezione 3M™ SecureFit™, dotati di tecnologia per la distribuzione uniforme della pressione 3M e caratterizzati da aste piatte e flessibili che riducono al minimo l'interferenza con la guarnizione dei cuscinetti della cuffia.

Gli occhiali di protezione 3M™ Solus serie CCS e gli occhiali di protezione 3M™ Virtua serie CCS hanno subito una perdita del valore di attenuazione personale compresa tra 4 e 6 dB. Questi occhiali sono dotati del sistema CCS (Cord Control System) che aiuta a mantenere gli occhiali e gli inserti auricolari in posizione, districabili e pronti all'uso. Il cavo dell'inserto auricolare può essere utilizzato anche come cordino, quando non viene utilizzato. La perdita del valore di attenuazione personale è probabilmente maggiore rispetto agli occhiali SecureFit a causa della differenza di dimensione, forma e flessibilità delle aste.

La variazione maggiore del valore di attenuazione personale si è verificata con le combinazioni di cuffie e occhiali Solus CCS e Virtua CCS con la maggior parte dei modelli di cuffie e occhiali SF3700 con lettori in combinazione con tutti i modelli di cuffie.

Tabella 2: Diminuzione del valore di attenuazione personale per le combinazioni di cuffie indossate insieme a occhiali di protezione rispetto all'utilizzo delle sole cuffie

3M™ Protective Eyewear	3M™ PELTOR™ Earmuffs (X Series and Optime)									
	X1A X2A	H510A H510B H510F	H6A H6B H6F	X4A X4B	X5A X5B	H520P3E ^a	H9P3E ^a	X2P3E ^a X2P5E ^a X3P3E ^a X3P5E ^a	X4P3E ^a X4P5E ^a	X5P3E ^a X5P5E ^a
SF100	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
SF200	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
SF300	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
SF400	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
SF400X	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
SF600	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Virtua	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Solus 2000	•	•	•	••	••	••	••	••	••	••
Virtua AP	•	•	•	••	••	••	••	••	••	••
SF500	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••
SF3700	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••
Solus 1000	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••
Privo	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••
Solus CCS	••	••	••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Virtua CCS	••	••	••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
SF3700 w/readers ^b	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••

Key ^c	
•	PAR loss of 3 dB or less
••	PAR loss of 4 – 6 dB
•••	PAR loss of 7 – 9 dB

^a Testato sull'elmetto di sicurezza 3M™ SecureFit™ X5000 Series. Questo elmetto rappresenta anche Elmetto di sicurezza 3M™ SecureFit™ X5500 Series, Elmetto 3M™ SecureFit™ H-700/H-700T Series e Elmetto di sicurezza 3M™ G3000/G3501 Series.

^b Gli occhiali di protezione 3M™ SecureFit™ 3700 Series sono stati testati con occhiali da lettura standard, destinati ad essere rappresentativi degli occhiali da vista. I risultati probabilmente cambieranno a seconda dello spessore delle stanghette e della montatura degli occhiali da vista.

^c I risultati nella tabella non possono essere sottratti dai valori di attenuazione indicati sull'etichetta, come il rating di riduzione del rumore (NRR) e il rapporto segnale/rumore (SNR).

Discussione

Storicamente, la ricerca ha dimostrato che l'interferenza con la guarnizione dei cuscinetti della cuffia provoca una perdita di attenuazione.^{4 5 6 7 8} L'individuazione della perdita di attenuazione che si verifica quando le cuffie vengono indossate insieme agli occhiali di protezione, può aiutare gli utenti a scegliere prodotti compatibili tra loro e a determinare se l'attenuazione dei prodotti combinati li protegge adeguatamente. Questo studio dimostra l'importanza di condurre i fit test degli otoprotettori personali quando si utilizzano le cuffie in combinazione con gli occhiali di protezione. Ad esempio, quando l'utente ha bisogno di un'opzione per la protezione degli occhi da indossare sopra gli occhiali, è possibile prendere in considerazione gli occhiali di protezione 3M™ SecureFit™ serie 3700 ed eseguire il fit test quando l'utente indossa gli occhiali da vista. La determinazione della variazione del valore di attenuazione personale quando l'utente indossa la combinazione di dispositivi scelta, aiuta a capire se la protezione è adeguata in relazione a un determinato ambiente rumoroso.

Nell'ambito della selezione dei prodotti, lo studio sostiene che si verifica una minima perdita di attenuazione per le combinazioni che utilizzano occhiali con aste sottili e flessibili, come i modelli 3M™ SecureFit™, sebbene la combinazione di cuffie con occhiali da vista ha mostrato una perdita di 7-9 dB. Lo spessore aggiuntivo delle aste che interferisce con la guarnizione acustica dei cuscinetti della cuffia provoca una maggiore riduzione dell'attenuazione. Questi risultati probabilmente variano a seconda dello spessore delle aste e della forma degli occhiali da vista. La diminuzione del valore di attenuazione personale è una metrica che consente agli utenti di scegliere le combinazioni di prodotti con l'obiettivo di ridurre al minimo la perdita di attenuazione. Inoltre, è necessario determinare l'effetto complessivo della perdita di attenuazione e il modo in cui influisce sull'esposizione protetta dell'utente. Gli impatti pratici delle variazioni del valore di attenuazione personale devono essere valutati al fine di individuare gli utenti che possono essere a rischio di scarsa protezione quando utilizzano cuffia e occhiali in combinazione. La chiave è capire se il livello di esposizione protetta dell'utente è quello previsto durante l'utilizzo della combinazione di DPI. Nella Tabella 2 sono indicate quali combinazioni possono avere un impatto minore sull'attenuazione complessiva.

Il valore di attenuazione personale può essere sottratto direttamente dall'esposizione al rumore ponderata A del lavoratore. Si consiglia di condurre il fit test mentre l'utente indossa sia cuffie che occhiali e quindi sottrarre il valore di attenuazione personale dall'esposizione al rumore dell'ambiente di lavoro dell'utente. Se il valore di attenuazione personale è sufficiente, il risultato sarà inferiore al limite di esposizione previsto. Se il valore di attenuazione personale è insufficiente, sarà necessario provare altre combinazioni per ottenere una maggiore attenuazione. Se il fit test non è disponibile, i valori della Tabella 2 possono essere utilizzati per stimare la perdita di attenuazione.

Il valore di attenuazione personale è separato e distinto dai valori di attenuazione etichettati degli otoprotettori, come il rating di riduzione del rumore (NRR) e il rapporto segnale/rumore (SNR). I risultati della Tabella 2 non si applicano a questi valori etichettati, ovvero le variazioni indicate nella Tabella 2 non possono essere sottratte dal rating di riduzione del rumore, dal rapporto segnale/rumore o da altri valori etichettati per prevedere la variazione.

Indossare occhiali di protezione adeguati per un determinato rischio per gli occhi è importante tanto quanto la scelta della cuffia ai fini dell'attenuazione. Sebbene questo studio sia dedicato alla variazione dell'attenuazione, non è stata effettuata alcuna valutazione specifica sulla vestibilità degli occhiali. Nelle applicazioni reali, si consiglia di testare la vestibilità sia del dispositivo di protezione dell'udito sia degli occhiali.

Conclusioni

Questo studio dimostra che gli occhiali, indossati sotto le cuffie, diminuiscono il valore di attenuazione personale dell'utente e che l'intervallo di diminuzione dipende dallo stile del prodotto, dalle caratteristiche e dalla fisionomia personale. Rivela l'importanza di condurre fit test degli otoprotettori, in particolare quando è necessario l'uso di cuffie e occhiali in combinazione. Durante il fit test, occorre verificare che i DPI o i capi di abbigliamento adiacenti siano in posizione. Altri vantaggi dei fit test, come la formazione

⁴ Biabani, A., Aliabadi, M., Golmohammadi, R., Farhadian, M. Individual fit testing of hearing protection devices based on microphone in real ear. *Safety and Health at Work* 8, 364-370. 2017.

⁵ Macedo, Gorman, Berger. Assessment of the Effects of Various PPE and Apparel in the Performance of Earmuffs. Australian Institute of Occupational Hygienists Inc., 34th Annual Conference & Exhibition 2016.

⁶ Caporali Filho, S.A. Effects of selected eyewear on insertion loss of select earmuffs. The Center for Construction Research and Training (CPWR). 2015. Estratto da Internet, novembre 2024: https://www.cprw.com/wp-content/uploads/publications_CaporaliEarmuffKF_5.pdf.

⁷ Wells, L.L., Berger, E.H., Kieper, R. Attenuation characteristics of fit-compromised earmuffs and various non-standard hearing protectors. Platform presentation at International Congress on Acoustics, Montreal, 6-2013.

⁸ Abel, S.M., Sass-Korstak, A., Bruce, S. The effect of sound attenuation provided by earmuffs of other safety gear worn in combination. *Canadian Acoustic*. Vol. 28 n. 3, 150-151. 2000.

individuale, il feedback immediato al lavoratore, l'identificazione di potenziali problemi di compatibilità dei DPI e la generazione di risultati di attenuazione accurati, sono stati osservati anche in altri studi.^{9 10 11} La diminuzione dei valori di attenuazione personale osservata in questo studio può suggerire al professionista responsabile della salute e della sicurezza le combinazioni di prodotti da scegliere per ridurre al minimo la perdita di attenuazione della cuffia. Questi risultati, inoltre, consentono di stimare gli impatti pratici della perdita di attenuazione per un determinato ambiente rumoroso.

Questi test di compatibilità sono stati condotti per dimostrare la validità delle combinazioni e la perdita di attenuazione complessiva degli occhiali di protezione 3M e delle cuffie 3M PELTOR. I dati possono essere utilizzati come punto di riferimento per selezionare le combinazioni di occhiali di protezione 3M e cuffie 3M. La scelta dei DPI giusti per la sicurezza, l'attività e l'ambiente di lavoro è fondamentale. È pertanto essenziale selezionare DPI che funzionino bene insieme, senza compromettere la vestibilità, il comfort o la protezione.

⁹ Macedo, Gorman, Berger. Assessment of the Effects of Various PPE and Apparel in the Performance of Earmuffs. Australian Institute of Occupational Hygienists Inc., 34th Annual Conference & Exhibition 2016.

¹⁰ Murphy, W. J., Gong, W., Karch, S.J. Personal attenuation ratings versus derated noise reductions ratings for hearing protection devices. The Journal of the Acoustical Society of America. 2022.

¹¹ Liu Y and Yang M. Evaluating the effect of training along with fit testing on earmuff users in a Chinese textile factory. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 15:6, 518-526. 2018.



**Reparto per la sicurezza
personale**

3M Italia srl
Via Norberto Bobbio, 21
20096 Pioltello MI
Italia
[sicurezza.it](https://www.3m.it)

Si prega di riciclare.
Stampato in Italia. © 2025, 3M. 3M è un marchio di
3M Company. Tutti i diritti riservati.