

Dempingskenmerken bij gecombineerd gebruik van 3M™ PELTOR™ oorkappen en 3M™ veiligheidsbril

Omschrijving

Door blootstelling aan beroepslawaai en door lawaai veroorzaakt gehoorverlies zijn wereldwijd belangrijke problemen op de werkplek. Tot een derde van de beroepsbevolking in Europa wordt ten minste 25% van de tijd blootgesteld aan hoge niveaus van lawaai op de werkplek.¹ Schattingen voor de Verenigde Staten geven aan dat "ongeveer 25% van alle werknemers is blootgesteld aan gevaarlijk lawaai, waarvan 14% (22 miljoen) in het afgelopen jaar".² Gehoorverlies door gevaarlijk lawaai komt veel voor en treft naar schatting 5% van de wereldbevolking.³ Naast de fysieke gezondheidseffecten gaat gehoorverlies door lawaai ook gepaard met stress en isolatie, wat leidt tot mentale, sociale en sociaaleconomische gevolgen op zowel individueel als maatschappelijk niveau.³ Er is geen genezing of farmacologische behandeling voor dit soort gehoorverlies. Om door blootstelling aan beroepslawaai en door lawaai veroorzaakt gehoorverlies te helpen voorkomen, is het absoluut noodzakelijk om de blootstelling aan gevaarlijke geluiden te verminderen.

Gehoorscherming speelt een belangrijke rol in een gehoorschermingsprogramma door de blootstelling van een persoon aan lawaai te verminderen. Gehoorscherming moet goed passen, voldoende bescherming bieden en comfortabel genoeg zijn om tijdens de werkdag te gebruiken. Veel werkzaamheden vereisen het gecombineerde gebruik van gehoorscherming en andere persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's). Oorkappen worden vaak gebruikt in combinatie met veiligheidsbrillen, waardoor mogelijke interferentie tussen de pootjes van de bril en de afdichting van de oorkapzussentjes ontstaat. Dit kan resulteren in een verminderde geluidsdemping. Compatibiliteit van oorkappen met veiligheidsbrillen is essentieel om een goede pasvorm, vorm en functie van de gecombineerde PBM's te garanderen.

Introductie

In dit onderzoek wordt gekeken naar de verandering in demping wanneer verschillende stijlen 3M™ oogbescherming (veiligheidsbrillen) worden gedragen in combinatie met verschillende 3M™ PELTOR oorkappen™ (X serie en Optime modellen™). De 3M oorkapmodellen omvatten zowel modellen met hoofdband (A) als modellen op basis van een helm (P3E). De demping werd beoordeeld door de PAR (Personal Attenuation Rating, persoonlijke dempingswaarde) te meten met behulp van het 3M™ E-A-Rfit™ Dual-Ear Validation System voor onderzoeksdeelnemers terwijl ze verschillende PBM-combinaties droegen.

Methodologie

Dertig vrijwilligers werd gevraagd een pasvormtest van gehoorschermers te ondergaan om de dempingswaarde, gemeten door PAR, te kwantificeren terwijl ze 3M™ veiligheidsbrillen droegen met 3M™ PELTOR™ oorkappen. Dit onderzoek werd uitgevoerd in de Verenigde Staten, waarbij elke vrijwilliger een geïnformeerde toestemming invulde, een screeningstool om te bevestigen dat aan de inclusiecriteria voor het onderzoek werd voldaan, en vijf antropometrische metingen om de grootte van hoofd en gezicht te bepalen om ervoor te zorgen dat de deelnemersgroep een breed scala aan maten vertegenwoordigde. Onmiddellijk daarop volgde de sessie met de pasvormtest van de gehoorscherming, die voor elke proefpersoon ongeveer 60 minuten duurde. Elke vrijwilliger werd getest met 42 combinaties van oorkappen met en zonder veiligheidsbril, met een gerandomiseerde testvolgorde. Vrijwilligers werden voorafgaand aan de pasvormtest mondeling geïnstrueerd over de juiste technieken voor het op- en afzetten van de PBM's.

De zes oorkapmodellen die in het onderzoek zijn gebruikt, zijn representatief voor de brede productlijn van 3M. Deze selectie was gebaseerd op hun overeenkomsten in materialen, constructie en specificaties (zie tabel 1). De P3E op de helm gemonteerde oorkappen zijn getest op de 3M™ SecureFit veiligheidshelm™ X5000 serie. Aanvullende laboratoriumtests, voorafgaand aan dit onderzoek, hebben uitgewezen dat deze veiligheidshelm ook de 3M™ SecureFit™ helm H-700-serie en de 3M™ veiligheidshelm G3000 serie vertegenwoordigt. Het gebruik van ANOVA met een Tukey-procedure voor meervoudige vergelijkingen toonde, met

¹ Wereldgezondheidsorganisatie WHO. World Report on Hearing. 2021.

² National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Algemene statistieken - Alle Amerikaanse bedrijfstakken. Afkomstig van internet, november 2024: <https://www.cdc.gov/niosh/noise/surveillance/overall.html>

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

95% zekerheid, aan dat de PAR-waarden van deze helmen/veiligheidshelmen statistisch gezien niet significant verschilden. Daarom diende de 3M™ SecureFit™ veiligheidshelm X5000 serie als het representatieve hoofdbeschermingsproduct voor het onderzoek.

De geselecteerde modellen veiligheidsbrillen vertegenwoordigen het merendeel van de 3M™ veiligheidsbrillen. Aanvullende tests voorafgaand aan het onderzoek toonden aan dat zes modellen de kernproductlijn voor oogbescherming vormden (zie tabel 1). Door gebruik te maken van ANOVA met een Tukey-procedure voor meervoudige vergelijkingen bleek, met 95% zekerheid, dat de PAR-waarden van deze zes modellen veiligheidsbrillen geen statistisch significante verschillen vertoonden met de andere in dezelfde groep.

Het 3M™ E-A-Rfit™ Dual-Ear Validation System, dat in dit onderzoek wordt gebruikt, is een objectieve methode voor het individueel testen van de pasvorm van gehoorbeschermers. De dempingsmeting voor het 3M systeem wordt gepresenteerd als een persoonlijke dempingswaarde (Personal Attenuation Rating, PAR₈₄ of "PAR"), de demping die een gebruiker van gehoorbescherming bereikt op basis van de geselecteerde gehoorbeschermers en persoonlijke pasvorm. PAR₈₄ vertegenwoordigt de beschermingsprestaties in het percentage situaties waarin de gewenste mate van bescherming wordt bereikt of overschreden, waarbij een situatie wordt gedefinieerd als een unieke combinatie van beschermers, drager en geluidsspectrum. PAR₈₄ geeft bijvoorbeeld aan dat individuen met verschillende pasvormen in 84% van de gevallen in staat moeten zijn om de resulterende PAR-waarde te bereiken of te overschrijden.

Tabel 1 geeft een overzicht van de geteste producten en de bijbehorende modellen die ze vertegenwoordigen. Hierdoor kunnen de resultaten van 42 geteste combinaties worden uitgebreid tot 160 mogelijke combinaties van 3M-producten. Opmerking: de beschikbaarheid van deze PBM-producten kan per regio verschillen.

Tabel 1: PBM-test en representatieve modellen

Categorie	Testmodel	Aanvullende modellen vertegenwoordigd door testmodel
Oogbescherming	SF400	SF100, SF200, SF300, SF400X, SF600, Virtua
	Solus 2000	Virtua AP
	SF500	SF3700
	Solus 1000	Privo
	Solus CCS	Virtua CCS
	SF3700 met leesbril	N.v.t.
Oorkappen	X1A	H510A, H510B, H510F, H6A, H6B, H6F, X2A
	X4A	X4B
	X5A	X5B
	H520P3E	H9P3E, X2P3E/P5E, X3P3E/P5E
	X4P3E	X4P5E
	X5P3E	X5P5E
Hoofdbescherming	X5000 veiligheidshelm	SFH-700 serie helm, SFH-700T serie helm, G3000 serie veiligheidshelm, G3501 serie veiligheidshelm, X5500 serie veiligheidshelm

Resultaten

Met de verschillende combinaties van oorkappen en veiligheidsbrillen werden in totaal ongeveer 1300 PAR-waarden verzameld van alle deelnemers. Er werden vergelijkingen gemaakt tussen de PAR-waarden van de situatie met alleen de oorkappen en de overeenkomstige situatie met oorkappen plus veiligheidsbril. De algehele resultaten toonden een afname van PAR variërend van 2 dB tot 9 dB, afhankelijk van de productcombinaties, het ontwerp van de veiligheidsbril en de individuele pasvorm. Voor het gemak van toepassing werd het verlies aan demping in drie groepen ingedeeld: a) PAR-afname van 3 dB of minder; 2) PAR-afname 4 - 6 dB;

3) PAR afname 7 - 9 dB. De PBE-combinaties en de resulterende afname van PAR worden weergegeven in tabel 2 op basis van deze groepen.

Alle combinaties van oorkappen en oogbescherming vertoonden een afname van PAR in vergelijking met alleen oorkappen. Geen enkele combinatie toonde een afname van PAR van meer dan 9 dB. Van de 160 mogelijke combinaties resulteerden er 76, of 47,5%, in een verlies van 3 dB of minder; 60 combinaties, of 37,5% resulteerden in een verlies van 4 - 6 dB; en 24 combinaties, of 15%, resulteerden in een verlies van 7 - 9 dB.

De mate van PAR-verandering als functie van het model veiligheidsbril geeft aan dat de meeste 3M™ SecureFit™ veiligheidsbrillen (SF100, SF200, SF300, SF400, SF400X, SF600) met 3M™ PELTOR™ oorkappen een kleiner verlies van demping (2-3 dB) vertoonden dan andere combinaties van 3M™ PELTOR™ oorkappen/3M™ veiligheidsbril. Dit minimale verlies kan worden verklaard door het speciale ontwerp van de 3M™ SecureFit™ veiligheidsbril, die is voorzien van 3M Pressure Diffusion Temple Technology. Het flexibele, platte ontwerp van de pootjes minimaliseert interferentie met de afdichting van het oorkapkusentje.

De 3M™ Solus veiligheidsbril CCS serie en de 3M™ Virtua veiligheidsbril CCS serie ondervonden een verlies van PAR van 4 - 6 dB. Deze oogbeschermingsproducten zijn voorzien van een CCS (Cord Control System, koordbevestigingssysteem) dat helpt om oogbescherming en oordoppen bevestigd, ontward en klaar voor gebruik te houden. De oordopbevestiging kan ook als draagkoord worden gebruikt wanneer de oordoppen niet in gebruik zijn. Het verlies van PAR is waarschijnlijk groter dan bij de SecureFit oogbescherming vanwege de verschillen in grootte, vorm en flexibiliteit van de pootjes.

De grootste verandering in PAR deed zich voor bij de combinaties van oorkappen en oogbescherming, waaronder Solus CCS en Virtua CCS met de meeste oogbeschermingsmodellen, en de SF3700 met leesbrillen in combinatie met alle oorkapmodellen.

Tabel 2: Afname van PAR voor combinaties van oorkappen die samen met veiligheidsbrillen worden gedragen in vergelijking met alleen oorkappen

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

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

^a Getest op 3M™ SecureFit™ veiligheidshelm X5000 serie. Deze helm vertegenwoordigt ook de 3M™ SecureFit™ veiligheidshelm X5500 serie m 3M™ SecureFit™ helm H-700/H-700T serie en de 3M™ veiligheidshelm G3000/G3501 serie.

^b 3M™ SecureFit™ veiligheidsbril 3700 serie is getest met standaard leesbrillen, bedoeld om representatief te zijn voor brillen op sterkte. De resultaten zullen waarschijnlijk variëren, afhankelijk van de dikte en het ontwerp van de bril op sterkte.

^c De resultaten in de tabel kunnen niet worden afgetrokken van gelabelde dempingswaarden zoals NRR (Noise Reduction Rating) en SNR (Single Number Rating).

Discussie

Historisch onderzoek heeft aangetoond dat verstoring van de afdichting van het oorkussentje leidt tot dempingsverlies.^{4 5 6 7 8} Weten hoeveel dempingsverlies wordt ervaren wanneer oorkappen samen met veiligheidsbrillen worden gedragen, kan gebruikers helpen om producten te kiezen die compatibel zijn met elkaar en om te bepalen of de demping van de gecombineerde producten de gebruiker voldoende beschermt. Dit onderzoek bevestigt het belang van het uitvoeren van pasvormtests van gehoorbescherming bij het gebruik van oorkappen in combinatie met veiligheidsbrillen. Wanneer een drager bijvoorbeeld een optie nodig heeft voor oogbescherming die over de bril gedragen kan worden, overweeg dan de 3M™ SecureFit™ Oogbescherming 3700 serie en voer de pasvormtest uit terwijl de gebruiker zijn/haar bril op sterkte draagt. Het identificeren van de verandering in PAR terwijl de gebruiker de gekozen combinatie van uitrusting draagt, helpt bepalen of de gebruiker voldoende beschermd zal zijn in een bepaalde geluidsomgeving.

Het onderzoek bevestigt dat bij het selecteren van producten er een minimaal verlies in demping is voor combinaties met dunne, flexibele pootjes, zoals de 3M™ SecureFit™ modellen. Het combineren van oorkappen met brillen op sterkte vertoont echter een verlies van 7-9 dB. De extra dikte van de pootjes die de akoestische afdichting van het oorkapussentje verbreken, zorgt voor een grotere vermindering van de demping. Deze resultaten zullen waarschijnlijk variëren afhankelijk van de dikte van de pootjes en het ontwerp van de bril op sterkte. De PAR-afname is een maatstaf die gebruikers helpt om productcombinaties te selecteren met als doel het verlies van demping tot een minimum te beperken. Bovendien moet worden bepaald wat het totale effect van het dempingsverlies is en hoe dit de beschermde blootstelling van de gebruiker beïnvloedt. De bruikbaarheid van veranderingen in PAR moet worden beoordeeld om gebruikers te identificeren die mogelijk het risico lopen te weinig beschermd te zijn bij het gebruik van oorkappen in combinatie met oogbescherming. Het is essentieel om te bepalen of de gebruiker voldoet aan het beoogde niveau van beschermde blootstelling tijdens het gebruik van de PBM-combinatie. Tabel 2 geeft aan welke combinaties minder invloed kunnen hebben op de algehele dempingsverlies.

De PAR-waarde kan direct worden afgetrokken van de A-gewogen geluidsblootstelling van de werknemer. Het wordt aanbevolen om de pasvormtest uit te voeren terwijl de gebruiker zowel oorkappen als oogbescherming draagt en vervolgens de PAR af te trekken van de blootstelling van de geluidsblootstelling van de werknemer op de werkplek. Als de PAR voldoende is, zal het resultaat lager zijn dan de beoogde blootstellingslimiet. Als de PAR onvoldoende is, moeten aanvullende opties worden geprobeerd om meer demping te verkrijgen. Als er geen pasvormtests beschikbaar zijn, kunnen de waarden in tabel 2 worden gebruikt om het verlies aan demping te schatten.

Houd er rekening mee dat PAR los staat van de labels van dempingswaarden voor gehoorbescherming, zoals NRR (Noise Reduction Rating) en SNR (Single Number Rating). De resultaten van tabel 2 zijn niet van toepassing op deze waarden met één getal, dat wil zeggen dat de veranderingen in tabel 2 niet kunnen worden afgetrokken van labels voor NRR, SNR of andere waarden van labels om te voorspellen hoe de waarde van het label zou veranderen.

Het dragen van de juiste veiligheidsbril voor een bepaald risico voor de ogen is net zo belangrijk als de keuze van oorkappen voor dempingsdoeleinden. Hoewel dit onderzoek zich richtte op de verandering in demping, was er geen specifieke beoordeling van de pasvorm van de bril. In real-world toepassingen wordt het testen van de pasvorm van zowel de gehoorbescherming als de oogbescherming aanbevolen.

Conclusies

Dit onderzoek toont aan dat veiligheidsbrillen, gedragen onder oorkappen, de persoonlijke dempingswaarde van de gebruiker verminderen. Het bereik van de afname hangt af van de productstijl, kenmerken en pasvorm. Het laat zien hoe belangrijk het is om de pasvorm van gehoorbescherming te testen, vooral wanneer een combinatie van oorkappen en veiligheidsbrillen nodig is. Zorg er tijdens de pasvormtest voor dat de aangrenzende PBM's of kledingstukken op hun plaats zitten. Andere voordelen van

⁴ Biabani, A., Aliabadi, M., Golmohammadi, R., Farhadian, M. Individuele pasvormtests van gehoorbeschermers op basis van een microfoon in het echte oor. *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., 34e jaarcongres en vakbeurs 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. Afkomstig van internet, november 2024: https://www.cpwrt.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. Presentatie van het platform op het 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 nr. 3, 150-151. 2000.

pasvormtesten, zoals individuele training, onmiddellijke feedback aan de werknemer, het identificeren van mogelijke problemen met de compatibiliteit van persoonlijke beschermingsmiddelen en het leveren van nauwkeurige dempingsresultaten, zijn ook in andere onderzoeken vastgesteld.^{9 10 11} De afname van de PAR-waarden die in dit onderzoek te zien is, kan de gezondheids- en veiligheidsprofessional helpen bij het selecteren van die productcombinaties waarbij het verlies van demping van oorkappen minimaal is. Deze bevindingen kunnen ook helpen bij het schatten van de praktische effecten van dempingsverlies voor een bepaalde geluidsomgeving.

Deze compatibiliteitstests zijn uitgevoerd om de toepasbaarheid van deze combinaties en het algehele dempingsverlies bij 3M veiligheidsbril en 3M PELTOR oorkappen aan te tonen. Deze gegevens kunnen worden gebruikt als referentiepunt om te helpen bij de selectie van combinaties van 3M veiligheidsbrillen en 3M oorkappen. Het selecteren van de juiste persoonlijke beschermingsmiddelen voor het risico, de taak en de werkomgeving is van cruciaal belang. Het is essentieel om PBM's te kiezen die goed samenwerken zonder afbreuk te doen aan pasvorm, comfort of bescherming.

⁹ Macedo, Gorman, Berger. Assessment of the Effects of Various PPE and Apparel in the Performance of Earmuffs. Australian Institute of Occupational Hygienists Inc., 34e jaarcongres en vakbeurs 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 en 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.



Personal Safety Division
3M Belgium BVBV / SPRL
Hermeslaan 7
1831 Diegem
België
E-mail: 3M.CDC.bnl@mmm.com
www.3m.be/safety

Personal Safety Division
3M Nederland BV
Molengraaffsingel 29
2629 JD Delft
Nederland
E-mail: 3M.CDC.bnl@mmm.com
www.3m.nl/safety

Gelieve te recyclen. Gedrukt in het Verenigd Koninkrijk. © 2025, 3M. 3M is een handelsmerk van 3M Company. Alle rechten voorbehouden.