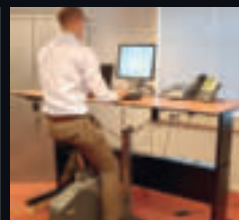


Tijdschrift voor

Ergonomie

Jaargang 38 ■ nr. 2 ■ juni 2013



Dossier: Ergonomie in muziek

Duurzame inzetbaarheid in de bouw

Toepassen van Accessible en Inclusive Design in verpakken wordt de norm

Dynamische werkplekken: wat vinden gebruikers ervan?

COLOFON

Ergonomie streeft naar het zodanig ontwerpen van gebruiksvoorwerpen, technische systemen en taken, dat de veiligheid, de gezondheid, het comfort en het doeltreffend functioneren van mensen worden bevorderd.



Nederlandse
Vereniging
voor
Ergonomie

Tijdschrift voor Ergonomie is een uitgave van de **Nederlandse Vereniging voor Ergonomie**. De vereniging tracht op basis van bovengenoemde omschrijving onderzoek te bevorderen, resultaten openbaar te maken, praktische toepassingen te stimuleren en uitwisseling van gegevens tussen belanghebbende vakgebieden te doen plaatsvinden.

Secretariaat van de
Nederlandse Vereniging voor Ergonomie
Postbus 1145, 5602 BC Eindhoven
Telefoon: 040 256 65 96, Fax: 040 248 07 11
nvve@planet.nl, www.ergonoom.nl

Redactie

ir. Ingeborg Griffioen, hoofdredactie@ergonoom.nl
drs. T. Bosch, tim.bosch@tno.nl
drs. P. Coenen, p.coenen@fbw.vu.nl
ir. F.W.B. Hoolhorst, f.w.b.hoolhorst@utwente.nl
drs. N. de Langen, nicolindelangen@vhp-ergonomie.nl
prof. dr. J. Seghers, Eur.Erg., jan.seghers@faber.kuleuven.be
ir. D. Vossebeld, danielle@dmv-design.nl
dr.ir. L.S.G.L. Wauben, l.s.g.l.wauben@tudelft.nl

Redactieraad

dr. A.H.M. Cremers, prof.dr.ir. J. Dul, mw.dr. V. Hermans,
drs. J.P. Jansen, Eur.Erg., prof.dr. M. de Looze,
prof.ir. D.P. Rookmaaker Eur.Erg.,

Technische redactie

Reijsegger to the point
Postbus 174, 3760 AD Soest
Telefoon: 035 693 67 76, Fax: 035 691 81 68
info@reijseggertothepoint.nl

Opmaak en drukwerk

Cross Media Solutions - Graficiënt Printmedia

Advertenties

Advertentiewinkel.nl
Postbus 174
3760 AD Soest
Telefoon: 035 693 67 76, Fax: 035 691 81 68
info@advertentiewinkel.nl

Abonnementen

Het Tijdschrift voor Ergonomie verschijnt vier maal per jaar. De abonnementsprijs bedraagt € 85,- per jaargang (€ 75,- bij automatische incasso). Abonnementen kunnen ieder moment ingaan, doch slechts worden beëindigd indien schriftelijk vóór 1 december van de lopende jaargang is opgezegd en een bevestiging daarvan is ontvangen. Bij niet tijdige opzegging wordt het abonnement automatisch met een jaar verlengd.

Auteursrecht

Behoudens de door de wet gestelde uitzonderingen mag niets in deze uitgave worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt zonder schriftelijke toestemming van de uitgever.
ISSN 0921-4348

Richtlijnen voor Auteurs:

zie www.ergonoom.nl

Persberichten

Persberichten kunt u sturen aan de (technische) redactie.

Coverfoto

Shutterstock



Voorwoord

Gemiddeld eens per twee maanden lever ik een bijdrage aan een muzikaal optreden met mijn viool of altviool. Dit eeuwenoude instrument is, gezien vanuit ergonomisch perspectief, eigenlijk onverantwoord te noemen. De torsie in de linker onderarm, de hoge tonen vlak bij het linkeroor en de schuine stand van het hoofd zijn niet bevordelijk voor een lang leven zonder klachten. Kenmerkend voor de violisten is ook de eeltbobbels in de hals, waar vele uren studie debet aan zijn. Viooldocenten hameren op het belang van een onstpannen houding tijdens het spel om blessures te voorkomen, wat ik altijd moeilijk kan opbrengen vlak voor en tijdens een optreden. De viool blijkt niet het enige instrument te zijn waar een ergonoom een bijdrage aan zou kunnen leveren. In het dossier wordt op dit boeiende deelgebied in de ergonomie ingegaan.

In de vorige uitgave is de poster niet goed afgedrukt. De consequentie is dat u bij deze uitgave twee posters krijgt! De poster die u de vorige keer had moeten ontvangen, geeft inzicht in het traject dat dit jaar wordt doorlopen om tot een mogelijke integratie van NVVE, ReN en SRe te komen.

De tweede poster probeert een helder licht te werpen op de vraag wat het verschil is tussen de begrippen human factors engineering en ergonomie. Daartoe is in de geschiedenisboeken gedoken, wat zulke boeiende informatie opleverde, dat we de achterzijde van de poster ditmaal ook hebben gevuld!

Naast het dossier bevat dit dubbeldikke zomernummer een aantal zogenoemde 'losse' artikelen over zeer uiteenlopende onderwerpen, de rubrieken Toegepast, Ergonomie en Octrooien (2 maal dit keer, zoals aangekondigd), een congresverslag en een uitgebreide Afgestudeerd, aansluitend bij het dossier. Ik hou u niet langer op.

Een mooie zomer en veel leesplezier gewenst!

Ingeborg Griffioen



Dossier: Ergonomie in muziek

Muziek luisteren of maken is ontspannend, maar soms ook belastend of zelfs schadelijk. Naast de bekendere auditieve klachten spelen ook fysieke en mentale belastingen een rol in het werk of de muzikale hobby van velen. In dit dossier komen drie uitdagingen voor ergonomen en ontwerpers aan bod.

- Musculoskeletale klachten bij musici: van vóórkomen naar voorkómen
- Musiceren met één hand. Een overzicht van oplossingen gebaseerd op een interdisciplinaire aanpak
- Gehoorproblemen bij musici

4



Duurzaam inzetbaar in de bouw. Aandacht voor lichamelijke en psychosociale arbeidsbelasting noodzakelijk

In dit artikel wordt een samenvatting gegeven van het proefschrift dat Karen Oude Hengel op 8 maart 2013 heeft verdedigd aan de Vrije Universiteit Amsterdam. De belangrijkste doelstellingen van het proefschrift zijn het identificeren van factoren die de duurzame inzetbaarheid van werknemers in de bouw bevorderen en het ontwikkelen en evalueren van een preventie programma op bouwplaatsen in Nederland gericht op de duurzame inzetbaarheid van werknemers.

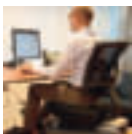
24



Het meten van hand-armtrillingen

Blootstelling aan mechanische trillingen op het werk als gevolg van het hanteren van aangedreven handgereedschap kan klachten veroorzaken aan de bovenste extremiteiten. Betrouwbare en valide instrumenten om deze blootstelling te beoordelen zijn schaars. Daarom is een methode ontwikkeld, de HARM-methode, om hand-armtrillingen subjectief te beoordelen. In dit onderzoek zijn de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid en validiteit van deze methode getoetst.

18



Dynamische werkplekken: wat vinden gebruikers ervan?

Aan zittend werk kleven gezondheidsrisico's. Dynamische werkplekken, werkplekken waaraan (computer)werkzaamheden gecombineerd worden met lichaamsbeweging, kunnen deze mogelijk verminderen.

Wij evalueerden drie dynamische werkplekken: een loopband, een fietsergometer en een zittende elliptische trainer (ZET) bij negentien kantoormedewerkers met zittend werk.

29

Verder in dit nummer:

Toepassen van Accessible en Inclusive Design in verpakken wordt de norm 36

Een verslag van het 2nd World Seminar on Accessible and Inclusive Design in Packaging

Toegepast 38

Wired PAS Medisch alarm systeem

Ergonomie en octrooien

- RayMay/KUM PenCut inklapschaar voor links- en rechtshandig gebruik 40
- Fiskars ServoCut schaar 41

Uit onze vereniging 42

Vol ambitieuze plannen van het bestuur

Afgestudeerd 43

Design of an ergonomic electric guitar

Symposium 'Design through exploration' 50

Over de toepassing van het REPAR project

Een mooie zomer! 52

Ergonomie in muziek

Muziek luisteren of maken kan ontspannend zijn, maar zeker ook belastend of zelfs schadelijk. Bekend zijn de voorbeelden van gehoorbeschadiging bij veel Nederlandse jongeren, waarschijnlijk opgelopen door harde muziek in onder meer uitgaansgelegenheden. Zelfs luisteraars van klassieke muziek en muzikanten kunnen blijvende auditieve klachten oplopen. Naast auditieve klachten spelen ook fysieke en mentale belastingen een rol in het werk of de muzikale hobby van velen. In dit dossier komen drie uitdagingen voor ergonomen en ontwerpers aan bod.

Vanuit ergonomisch oogpunt is de interactie tussen de professionele of amateur musicus, diens instrument en werkomgeving een terrein waar nog veel te winnen valt. Instrumenten zijn ontworpen op klank en speelmogelijkheden en veel van die ontwerpen stammen uit de tijd dat aandacht voor ergonomie nog zeer beperkt was of zelfs ontbrak. Terwijl diverse werkomgevingen in andere branches de afgelopen decennia – dankzij onze toegenomen kennis van ergonomie – zijn verbeterd, zijn het instrument, de concertzaal en de houding waarin de muzikanten musiceren nauwelijks veranderd.

Sommige musici moeten van hun vak, vaak ook hun grote passie, afstand doen doordat ze het fysiek of mentaal niet meer kunnen uitoefenen op het gewenste niveau. De belangrijkste belemmeringen die hen parten spelen, zijn

- de fysieke belasting als gevolg van onder andere de vorm of het gewicht van het instrument of ademhalingsproblemen;
- de auditieve belasting van het geluid dat door het eigen instrument wordt geproduceerd of door instrumenten van musici om de musicus heen;
- de mentale belasting als gevolg van stress, podiumangst, de emotionele binding met muziek, de groepsdruk en het perfectionisme.

In dit dossier komen drie uitdagingen voor ergonomen en ontwerpers aan bod.

Vera Baadjou geeft u een overzicht van de prevalentie en risicofactoren voor het ontstaan van muscoskeletale klachten. Het onderzoek naar het effect van een preventieprogramma op het voorkómen of verminderen van klachten van het houdings- en bewegingsapparaat bij conservatoriumstudenten wordt ook door haar beschreven.

Voor ontwerpers (met verstand van muziek en ergonomie) liggen er uitdagingen in het creëren van aanpassingen voor instrumenten of het ontwerpen van orthoses of protheses voor geblesseerde musici of musici met een beperking.

Kees Hein Woldendorp laat u in zijn artikel kennismaken met dit gewaardeerde en tevens complexe vakgebied.

In het laatste artikel, 'Gehoörproblemen bij musici' van Jan de Laat, leest u over gehoorbeschadigingen, mogelijke preventieve maatregelen, toetsing en een convenant.

Ferdinand Kornet, gastredacteur

Ingeborg Griffioen, redacteur



Musculoskeletale klachten bij musici: van vóórkomen naar voorkómen

Tot wel 87% van de musici ervaart musculoskeletale klachten. Dit artikel geeft een overzicht van de prevalentie en risicofactoren voor het ontstaan van klachten. Naast behandeling is ook preventie belangrijk om klachten in de toekomst te voorkomen. Momenteel wordt er in Nederland een groot-schalig onderzoek uitgevoerd naar het effect van een preventieprogramma op het voorkómen of verminderen van klachten van het houdings- en bewegingsapparaat bij conservatoriumstudenten.

Vera A.E. Baadjou, MSc, prof.dr. Jeanine A.M.C.F. Verbunt, dr. Marjon D.F. van Eijsden-Besseling, prof.dr. Rob A. de Bie en prof.dr. Rob J.E.M. Smeets

Informatie over de auteurs

V.A.E. Baadjou, MSc, revalidatiearts i.o. Afdeling revalidatiegeneeskunde, onderzoeksschool Caphri, Universiteit Maastricht, Maastricht. Adelante expertisecentrum voor revalidatie en audiologie, Hoensbroek.

Prof. dr. J.A.M.C.F. Verbunt, revalidatiearts. Afdeling revalidatiegeneeskunde, onderzoeksschool Caphri, Universiteit Maastricht, Maastricht. Adelante expertisecentrum voor revalidatie en audiologie, Hoensbroek. Afdeling revalidatiegeneeskunde, Maastricht University Medical Centre, Maastricht.

Dr. M.D.F. van Eijsden-Besseling, revalidatiearts. Afdeling revalidatiegeneeskunde, Maastricht University Medical Centre, Maastricht.

Prof. dr. R.A. de Bie, Afdeling epidemiologie van musculoskeletale ziekten, onderzoeksschool Caphri, Universiteit Maastricht.

Prof. dr. R.J.E.M. Smeets, revalidatiearts. Afdeling revalidatiegeneeskunde, onderzoeksschool CAPHRI, Universiteit Maastricht, Maastricht. Adelante expertisecentrum voor revalidatie en audiologie, Hoensbroek. Afdeling revalidatiegeneeskunde, Maastricht University Medical Centre, Maastricht.

Correspondentieadres

V.A.E. Baadjou
Universiteit Maastricht
FHML, afdeling Revalidatiegeneeskunde
Postbus 616, 6200 MD Maastricht
+31 43 388 21 60
vera.baadjou@maastrichtuniversity.nl

Musculoskeletale klachten komen in veel verschillende beroepsgroepen voor. Een verscheidenheid aan factoren op fysiek, psychisch en gedragsmatig gebied draagt bij aan het ontstaan of in stand houden van deze klachten. Tot wel 87% van de musici ontwikkelt gedurende zijn carrière musculoskeletale klachten (Zaza e.a., 1998).

Musculoskeletale klachten kunnen worden gedefinieerd als 'pijn, zwakte, gebrek aan controle, doofheid, tintelingen of andere symptomen die van invloed zijn op het vermogen tot het bespelen van het instrument op het gewoonlijke niveau' (Zaza e.a., 1998; Zaza & Farewell, 1997). De meerderheid van deze klachten, tot wel 70% onder muziekstudenten, is specifiek (Wynn Parry, 2004). De bovenste extremiteit is hierbij het meest aangedaan (Fishbein e.a., 1988). Het bespelen van een muziekinstrument vereist veelal langdurige, repeterende bewegingen vanuit een statische positie, waarbij er een grote mentale druk bestaat om zo goed mogelijk te presteren. Doordat in het verleden verschillende definities gebruikt zijn variëren de rapportages over prevalentie. Wat echter duidelijk is, is dat met een puntprevalentie van 34-62% onder muziekstudenten en zelfs 39-87% onder professionele klassieke musici (Zaza, 1998) musculoskeletale klachten een potentiële dreiging vormen voor zowel de kwaliteit van de muzikale performance als voor de kwaliteit van leven van de musicus zelf.

Epidemiologie van musculoskeletale klachten

Ook onder conservatoriumstudenten komen veel klachten gerelateerd aan het musiceren voor. Uit nog ongepubliceerd eigen onderzoek onder Nederlandse conservatoriumstudenten blijkt dat 67,4% van de studenten klachten (pijn, ongemak) aangeeft in de afgelopen zeven dagen. Meest voorkomend zijn klachten van de bovenste extremiteiten. Tabel 1 geeft een overzicht van het voorkomen van klachten

van conservatoriumstudenten in verschillende lichaamsdelen (Baadjou e.a., 2013). Dit komt overeen met resultaten van Kok (Kok e.a., 2013) die aantoont dat respectievelijk 62,7% en 89,2% van de Nederlandse conservatoriumstudenten één of meer musculoskeletale klachten rapporteerde op moment van onderzoek en in de afgelopen 12 maanden. In vergelijking met geneeskundestudenten rapporteren conservatoriumstudenten significant meer klachten (Kok e.a., 2013). Beide Nederlandse studies konden geen verschillen in prevalentie van klachten aantonen tussen mannen en vrouwen (Baadjou e.a., 2013) of verschillende instrumentgroepen (Baadjou e.a., 2013; Kok e.a., 2013). Bij de interpretatie van deze resultaten moet rekening worden gehouden met de relatief kleine populatiegrootte van beide studies.

Net als bij andere beroepsgroepen blijkt ook bij musici dat pijn invloed heeft op de kwaliteit van leven en op het beperkingenniveau (Baadjou e.a., 2013; Ginsborg e.a., 2009; Zetterberg e.a., 1998).

Risico's voor het ontstaan van klachten

Verschiedende risicofactoren voor het ontstaan van musculoskeletale klachten op fysiek, psychisch en gedragsmatig domein zijn al geïdentificeerd. Geslacht, soort instrument en musicerhouding zijn van invloed op het ontstaan van klachten. Zo hebben bijvoorbeeld vrouwelijke musici en snaarinstrumentalisten een hoger risico op het ontwikkelen van musculoskeletale klachten (Bragge e.a., 2006; Davies & Mangion, 2002).

Daarnaast hebben het gewicht van het instrument, de positie van handen/vingers op het instrument en de gewrichtshoeken een voorspellende waarde voor het ontstaan van gewrichtsklachten (Kaufman-Cohen & Ratzon, 2011). Op psychisch gebied werd aangetoond dat stress bij het musiceren een significante risicofactor is voor het ontstaan van klachten (Bragge e.a., 2006; Davies & Mangion, 2002; Zaza & Farewell, 1997). Gebrek aan warming-up, te korte pauzes gedurende het spelen (Bejjani e.a., 1996; Davies & Mangion, 2002; Zaza & Farewell, 1997) en een abrupte toename in

musicerduur (Storm, 2006) zijn gedragsmatige risicofactoren. Hoewel 25% van de startende conservatoriumstudenten al enige mate van beperkingen tijdens het musiceren ondervindt, zijn eerstejaarsstudenten desondanks een specifieke risicogroep voor het ontstaan of verergeren van klachten (Spahn e.a., 2005). De abrupte uitbreiding van repetertijd, psychische aanpassing aan een nieuwe omgeving en andere specifieke vormen van stress gedurende het musiceren zijn factoren die mogelijk een rol spelen bij het ontstaan van klachten in deze fase (Spahn e.a., 2005).

Gevolgen van klachten

Muziekstudenten rapporteren meer negatieve percepties betreffende hun musculoskeletale klachten in vergelijking met geneeskundestudenten. Musici maken zich meer zorgen en zijn meer emotioneel aangedaan door hun klachten (Kok e.a., 2013). Op basis van klinische observaties van musici blijkt dat musici nog maar al te vaak denken dat pijn 'erbij' hoort en dat deze klachten geaccepteerd moeten worden. Verder is in de huidige crisistijd de positie van de musicus die vaak op freelance basis werkt niet sterk. Het is niet gemakkelijk om je ziek te melden vanwege schouderklachten als je daardoor een belangrijk deel van het inkomen verliest. Ook mede daardoor melden veel musici zich vaak pas bij een hulpverlener nadat klachten al geruime tijd bestaan.

Effect van behandelingen

Er is geen consensus over de meest optimale aanpak van behandeling of preventie van klachten bij musici. Verschillende therapeuten met aandacht voor houding en bewustwording van het functioneren van het menselijk lichaam worden door musici geconsulteerd. Preventie krijgt steeds meer aandacht binnen de muziekgeneeskunde. Zowel landelijk als wereldwijd gezien is de behoefte aan effectieve preventieprogramma's voor musici groot (Guptill e.a., 2000; Kreutz e.a., 2009). Verschillende programma's gericht op preventie van musculoskeletale en/of psychische klachten zijn geëvalueerd. De inhoud van de onder-

Tabel 1. Prevalentie van klachten (pijn, ongemak) van conservatoriumstudenten in de afgelopen 7 dagen

Lichaamsdeel	Frequentie (%)
Hoofd/nek	43,2%
Bovenrug	34,8%
Onderrug	28,8%
Schouders	33,3%
Ellebogen	5,3%
Pols/ hand	22,0%
Heup/ dij	3,8%
Knie	7,6%
Enkel/ voet	5,3%

zochte programma's bestaat voornamelijk uit educatie en gezondheidsbevordering (Barton & Feinberg, 2008) of stimuleren van lichamelijke activiteit (Ackermann e.a., 2002; Brandfonbrener, 2009; van Hees, 1997). De onderzochte programma's leiden tot een verhoogd bewustzijn van de gezondheid en een verhoogde lichamelijke activiteit. Dit heeft echter niet tot een afname van klachten geleid. Body awareness en houdingstechnieken worden veel ingezet bij de behandeling en/of preventie van musici met klachten. Een voorbeeld daarvan is de Feldenkrais-methode. Deze focust op het vergroten van zelfbewustzijn over lichaams-houding en bewegingspatronen (Strauch, 1996). Onderzoek naar de Feldenkrais-methode op Duitse en Zwitserse conservatoria laat een positief effect zien op psychisch welbevinden, maar wederom kon geen daling van musculoskeletale klachten bereikt worden (Zander e.a., 2010). De Alexandertechniek is een methode waarbij docenten hands-on begeleiding en verbale instructies combineren om deelnemers bewust te laten worden van houding en beweging en het effect van stimuli als pijn en stress op houding en beweging. Uit onderzoek naar rugklachten bleek dat de Alexandertechniek effectief is in het verminderen van chronische non-specifieke rugklachten (Woodman & More, 2012). Hoewel de techniek veel wordt toegepast bij acteurs en musici is het wetenschappelijk nog niet voldoende bewezen dat de methode ook voor deze doelgroep effectief is.

Een andere vorm van therapie is oefentherapie Mensendieck of Cesar. De oefentherapeut richt zich op het optimaliseren van het menselijk bewegen in relatie tot dagelijkse activiteiten en de maatschappelijke rol (VVOCM Beroepsprofiel Oefentherapeut, 2011). Centrale thema's van oefentherapie zijn body awareness, gebalanceerde houding, gecontroleerde bewegingen, bewustwording van spanning en ontspanning en functionele ademhaling (Haugstad e.a., 2006; Haugstad e.a., 2008). Weinig wetenschappelijk onderzoek is gedaan naar de methode Mensendieck of Cesar. Soukup e.a. (1999) toonde de effectiviteit aan van oefentherapie als secundaire preventie van recidiverende lage rugklachten in een populatie van mensen met een verleden van rugpijn. De methode Mensendieck werd ook effectief bevonden in het verminderen van stress en pijn bij vrouwen met chronische bekkenklachten (Haugstad e.a., 2008). In een onderzoek naar het effect van oefentherapie op het verminderen van niet-specifieke werkgerelateerde klachten van de bovenste extremiteit werd een gelijk effect gevonden voor zowel Mensendieck/Cesar oefentherapie als fysiotherapie (van Eijdsden-Besseling e.a., 2008). Er zijn geen onderzoeken bekend die het effect van oefentherapie Mensendieck/Cesar hebben onderzocht onder musici. Meerdere auteurs adviseren dat houdingstherapie een belangrijk deel moet zijn van een programma gericht op het voorkomen of verminderen van klachten bij musici (Barton & Feinberg, 2008; Spahn e.a., 2001; Steinmetz e.a., 2010; Zander e.a., 2010). Het toepassen van oefentherapie Mensendieck/Cesar in een preventieprogramma voor musici lijkt veelbelovend gezien het belang van het posturale stabilisatiesysteem bij

het ontstaan van musculoskeletale klachten bij musici (Steinmetz e.a., 2010) en de aandacht voor spanning en ontspanning in het lichaam van de musicus.

Onderzoek naar effectiviteit van preventie

Om het effect van een preventieprogramma gericht op het verminderen of voorkomen van klachten bij Nederlandse conservatoriumstudenten te onderzoeken is in het najaar van 2012 het Presto-project gestart: 'Prevention study on physical complaints in conservatory students'. Algemene principes van houdingstherapie volgens de methode Mensendieck/Cesar en specifieke kennis over de behandeling van musici (Samama, 1998) worden gebruikt om conservatoriumstudenten te onderwijzen in lichaamshouding en preventie van musculoskeletale klachten. Doel van de lessen is het vergroten van de bewustwording van het lichaam en gezond te leren musiceren. Dit wordt bereikt door het geven van lessen waarbij de nadruk ligt op de musiceerhouding, lichamelijke activiteit en het omgaan met de mentale druk van het musiceren. Eerstjaars studenten van vijf Nederlandse conservatoria nemen deel aan dit project. In samenwerking met het Adelante Kenniscentrum in Hoensbroek worden de effecten van dit programma wetenschappelijk onderzocht door de afdeling Revalidatiegeneeskunde, onderzoeksschool Caphri, van de Universiteit Maastricht. Dit wetenschappelijk onderzoek wordt ondersteund door het Universiteitsfonds Limburg-Ans Samama fonds.

Conclusie

Concluderend kan gesteld worden dat de prevalentie van musculoskeletale klachten onder musici hoog is. Terwijl het publiek geniet van een schitterende uitvoering levert de musicus een topprestatie op zowel fysiek als mentaal niveau. De aandacht voor musculoskeletale klachten bij zowel professionele musici als muziekstudenten neemt toe. Momenteel worden verschillende behandelmethoden op individueel niveau succesvol toegepast. Echter, op wetenschappelijk gebied is het aantonen van het effect van een (preventieve) behandeling op het daadwerkelijk verminderen van klachten van het houdings- en bewegingsapparaat bij musici nog toekomstmuziek.

Referenties

Het complete artikel (inclusief referentielijst) kunt u downloaden via www.ergonomoom.nl

Musiceren met één hand. Een overzicht van oplossingen gebaseerd op een interdisciplinaire aanpak

Er zijn vele ergonomische oplossingen ontwikkeld voor musici die de beschikking hebben over slechts één (volledig) functionerende hand. Door deze oplossingen wordt het mogelijk om de problemen te overwinnen die voortvloeien uit de oorzaken, zoals een tekort aan fysieke conditie, onvoldoende spierkracht of ontbrekende delen van de arm/hand. Dit artikel (ref. 1) biedt een overzicht aan de hand van vijf soorten oplossingen. De beschreven (ergonomische) oplossingen maken duidelijk dat een interdisciplinaire aanpak nodig is om musiceren op een aangepaste wijze mogelijk te maken.

K.H. Woldendorp

Informatie over de auteur

Drs. Kees Hein Woldendorp is revalidatiearts, verbonden aan Revalidatie Friesland, centrum voor revalidatie van kinderen/volwassenen en oprichter/coördinator van de polikliniek voor 'muziek en revalidatie'.

Correspondentieadres

K.H. Woldendorp
Revalidatie Friesland
Postbus 2
9244 ZN Beetserzwaag

Er zijn veel musici die ten gevolge van een ongeluk of chronische ziekte structureel hinder ondervinden tijdens het musiceren en daarvoor (ergonomische) aanpassingen nodig hebben om verder te kunnen met het musiceren. Daarnaast zijn er ook veel mensen met een fysieke aangeboren handicap die toch graag op een aangepaste wijze een muziekinstrument willen bespelen. Bij de polikliniek 'Muziek en Revalidatie' van Revalidatie Friesland is ervaring opgebouwd met deze doelgroep en wordt informatie verzameld over mogelijke ergonomische oplossingen voor deze doelgroep.

De polikliniek kan uit verschillende categorieën van ergonomische oplossingen putten; de keuze hangt af van de oorzaak van de beperking in het musiceren. Het is belangrijk om een zorgvuldige individuele analyse te doen van zowel het (nog) normale deel in het functioneren, de functionele beperkingen en de hulpvraag van de (aankomend) musicus. Normaal gesproken is een combinatie van interventies uit verschillende categorieën nodig voor een eenhandige musicus.

Oorzaken van de beperking

In dit artikel worden twee mogelijke oorzaken van de beperking die de keuze van de oplossing beïnvloeden onderscheiden: ten eerste beperkte conditie of insufficiënte spierkracht en ten tweede een aangeboren afwijking aan of een amputatie van een bovenste extremiteit.



Afbeelding 1a en 1b. Een standaard voor blaasinstrumenten, zoals de trompet

Beperkte conditie of insufficiënte spierkracht

Chronische ziekte, met een negatieve invloed op de fysieke conditie of spierzwakte, maakt het lastig om een instrument met de armen voldoende (lang) omhoog te houden. Bij onder andere de viool en blaasinstrumenten is het hierdoor lastig om het instrument in de juiste positie te houden tijdens het musiceren.

Koperblazers kunnen gehinderd worden door insufficiënte spierkracht op verschillende niveaus. Te denken valt aan de combinatie van onvoldoende ademsteun, mondspierasymmetrie en spierzwakte in de bovenste extremiteit, zoals bij een halfzijdige verlamming na een beroerte. Dit veroorzaakt embouchureproblemen (embouchure is de actie van de lippen die nodig is om een blaasinstrument te bespelen) en problemen in het hanteren van het instrument zelf. Hulpmiddelen kunnen, als therapie onvoldoende resultaten oplevert, beperkingen compenseren.

Hulpmiddelen

Er bestaan diverse ergonomische hulpmiddelen om het krachttekort tijdens musiceren te compenseren. Allerlei soorten bandages en snoeren zijn ontwikkeld om het instrument aan het lichaam of de ondergrond te fixeren. Door een fixatie aan het lichaam wordt het gewicht van het instrument ondersteund door een lichaamsdeel dat beter kan worden belast of wordt de druk op het lichaam over een groter oppervlak verdeeld.

Algemeen bekende bandages zijn de gitaarband en de koordjes voor klarinet en saxofoon rondom de nek. Minder bekende bandages bevatten extra banden rondom het lichaam voor een betere fixatie of drukverdeling van het gewicht van het instrument op het lichaam. Een potentieel nadeel van deze extra bandjes is dat het effect van com-

pressie op het lichaam ook de vrije ademhaling kan verminderen met alle nadelige gevolgen van dien. Accordeonspelers gebruiken regelmatig een kruisbandconstructie van banden over de rug of een korset (gecombineerd met een riem) waaraan de accordeon kan worden bevestigd. Het gewicht van het instrument wordt dan gedragen door de rugspieren en de romp, in plaats van de kleinere schouder- en nekspieren.

Een andere oplossing is een standaard ter ondersteuning van het gewicht van het instrument. Er bestaan diverse standaarden en ook tafeltjes (voor keyboard en speciaal geconstrueerde instrumenten) of pinstandaarden voor blaasinstrumenten, zoals de trompet (afbeelding 1a en 1b) of de elektronische saxofoon. Een pinstandaard kan eenvoudig worden geplaatst op het bovenbeen van de zittende musicus met behoud van een grote bewegingsvrijheid. Musici willen vaak niet aan andere musici laten zien dat zij gebruik moeten maken van hulpmiddelen. De steunen zijn vaak nauwelijks zichtbaar en worden daarom makkelijker ingezet. De pinstandaards worden door Revalidatie Friesland regelmatig geadviseerd voor de (oudere) professionele koperblazer met onvoldoende stabiliteit of therapieresistente schouderpijn.

De pinsteun is om twee redenen essentieel voor de eenzijdige koperblazer: de pinsteun draagt het gewicht van het instrument en de steun geeft, als het instrument onder een hoek staat, via het mondstuk een belangrijke tegendruk tegen de lippen van de blazer. De pinsteun wordt zowel zittend als staand gebruikt. Gecombineerd met een orthese rond de pols (afbeelding 2 en 3) ontspant de steun de onderarm en de extensiespiers van de vingers, vooropgesteld dat er voldoende spierkracht is in de speelhand. Soms

kan een blazer met beperkte functionaliteit aan één hand met deze aanpassing weer met beide handen spelen. Ook (semi-)professionele muzikanten die meerdere uren per dag studeren, kunnen baat hebben bij deze orthese om de biomechanische belasting van hun bovenste extremiteiten te verminderen.

Het ophangkoord (afbeelding 3), ontwikkeld door H. Boschma (ref. 1), is een handig hulpmiddel bij het thuis studeren. Met het ophangkoord wordt een zwaar blaasinstrument aan het plafond gehangen. De website (ref. 2) van M. Bertsch toont diverse kleine aanpassingen.

Aangeboren afwijking aan of een amputatie van een bovenste extremiteit

Het ontbreken van (een deel van) de arm levert functionele beperkingen in de voor het bespelen van instrumenten noodzakelijke samenwerking tussen de handen, de handgreep of een specifieke vinger op. De oplossingen voor dit soort beperkingen zijn onder te verdelen in vier categorieën:

- instrument aangepast voor gebruik door één hand;
- ombouw van het instrument voor de andere hand;
- prothese, waardoor spelen met twee handen of armen mogelijk wordt;
- oplossingen waarbij de onderste extremiteiten worden ingezet.

Daarnaast zijn er composities geschreven specifiek voor eenhandige musici. De meest bekende zijn de klassieke pianowerken, waaronder het pianoconcert in D van Maurice Ravel. Deze vijfde categorie oplossingen wordt in de rest van dit artikel buiten beschouwing gelaten.

Instrument aangepast voor gebruik door één hand

Voor diverse instrumenten zijn er aanpassingen ontwikkeld, zodat het instrument geschikt is voor gebruik door één hand. Per type instrument worden de aanpassingen hieronder toegelicht.

Blaasinstrumenten. Afbeelding 4 toont een voorbeeld van een eenhandige blokfluit. De blokfluit is voorzien van een klepsysteem, waarmee alle gaten met één hand in één positie kunnen worden afgesloten. Afbeelding 5 toont een aan-



Afbeelding 2. Orthese rond de pols



Afbeelding 3. Orthese rond de pols gecombineerd met ophangkoord

gepaste dwarsfluit. Er zijn drie aanpassingen ontwikkeld voor de saxofoon: (1) het geraffineerde schakelsysteem (afbeelding 6a en 6b), (2) een ingenieus kabelsysteem, dat is opgebouwd uit gevlochten kabels in PTFE geleidingsbuisen, en (3) een saxofoon met een vergelijkbare constructie als een normale sax, maar met een andere configuratie van de kleppen waardoor deze voor één hand bereikbaar en te bedienen zijn (ref. 4).

Digitale instrumenten. Digitale instrumenten, zoals de elektrische piano of het keyboard, kunnen worden aangepast voor eenhandig gebruik door een combinatie van software-aanpassingen en aanpassing van de lay-out van het toetsenbord, of combinaties van vingertoetsen en voetpedalen. Het Dvorak-keyboard bijvoorbeeld heeft een lay-out voor zowel een rechtshandige als linkshandige speler.

Strijkinstrumenten. Het is nog niet bekend of een oplossing beschikbaar is voor het aanpassen van strijkinstrumenten waarbij het musiceren niet wordt aangetast. Vanuit het revalidatiecentrum is één aanpassing bekend, maar deze tast het musiceren beslist aan. Deze aanpassing bevat een automatische 'strijkmachine'. De snaren worden aangestoken met een elektrisch aangedreven wiel met een rubberen laag. Het is feitelijk het principe van de draailier. De aandrijving kan op een statief naar de muzikant worden geplaatst. Met voetpedalen kan de aandrukkracht en de draairichting van het wiel worden aangestuurd om meer expressiemogelijkheden in de muziek over de vier snaren te kunnen bieden. Deze 'strijkmachine' wordt geadviseerd bij beperkte rompstabiliteit of wanneer de muzikant door een halfzijdig-

ge verlamming tevens functionaliteit in een been mist. Het klemmen van de strijkstok tussen de benen is in dat geval niet mogelijk.

Slagwerkinstrumenten. Voor deze instrumenten zijn er diverse mogelijkheden. Het aantal drums kan worden verminderd of ze kunnen worden geplaatst rondom de niet-aangedane zijde. Een andere mogelijkheid biedt de koppeling van drums of pads met digitale systemen, waardoor de muzikant ze niet aanslaat maar toetsen indrukt. Het klinkt alsof de muzikant met twee handen (en de voet) speelt.

Ombouw van het instrument voor de andere hand

De overstap van het bespelen van het instrument met de ene hand naar de andere hand is voor ervaren muzikanten heel groot; het voelt voor hen alsof ze een volslagen nieuw instrument moeten leren bespelen. Voor ontlukkende muzikanten kan het echter juist een enorm voordeel opleveren ten opzichte van de eerder genoemde aanpassingen.

Blaasinstrumenten. Bij asymmetrische koperblaasinstrumenten, zoals de tuba, wordt het mondstuk naar de andere zijde verplaatst. De buis naar het mondstuk toe moet daar-

toe worden verlengd wat resulteert in een lagere stemming van het instrument. Op een andere plek in het instrument moet een stuk buis worden verwijderd ter compensatie. De blokfluit heeft alleen een andere positie van de laagste gaten. Het klepmechaniek van de altblokfluit en de basfluit moet eveneens worden verplaatst. Dit is eveneens mogelijk in de klarinet, hobo en saxofoon, eventueel gecombineerd met extra aanpassingen.

Digitale instrumenten. Bij de elektrische piano en het keyboard is het omdraaien van de toonhoogtes van de toetsen mogelijk. Hierdoor kan de melodie met de linkerhand worden gespeeld en eventueel (afhankelijk van de aandoening van de hand) de baslijn met de rechterhand.

Strijkinstrumenten. Van vrijwel elk strijkinstrument is een linkshandige en rechtshandige versie beschikbaar. Voor de gitaar en de viool/altviool is dit goed mogelijk door de volgorde van de snaren om te draaien. Bij de gitaar wordt dikwijls een combinatie van een plectrum en plectrumhouder toegepast. Een plectrumhouder is een balletje waarin het gitaarplectrum wordt geklemd; dit balletje is gemakkelijker vast te houden of een andere vorm te geven zodat het aan de hand/pols of onderarm kan worden bevestigd via een orthese.



Afbeelding 4. Een eenhandige blokfluit



Afbeelding 5. Een aangepaste dwarsfluit



Afbeelding 6a en 6b. Het geraffineerde schakelsysteem voor de saxofoon

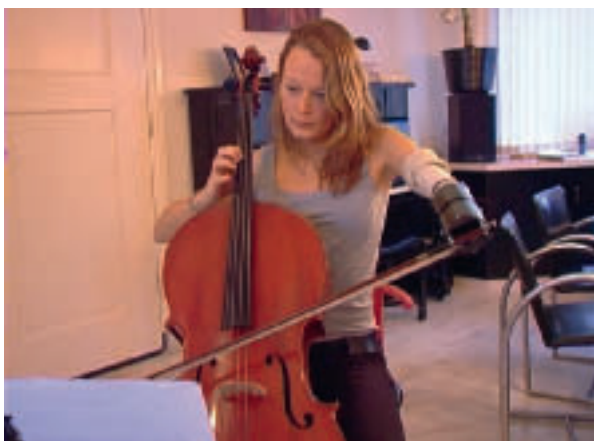
Slagwerkinstrumenten. In het geval van een drumkit is de plaatsing van de drums eenvoudig te wijzigen. Instrumenten als de marimba en xylofoon (de idiofonen) moeten opnieuw worden opgebouwd, omdat aan de voorzijde normaliter de lage delen zijn geplaatst en aan de achterzijde de hoge. Het instrument enkel omdraaien, zonder de configuratie te veranderen levert geen oplossing op, omdat in dat geval de lage delen onbereikbaar zijn.

Prothese, waardoor spelen met twee handen of armen mogelijk wordt

Blaasinstrumenten. In de literatuur is weinig geschreven over musiceren op blaasinstrumenten met een prothese. Er is alleen een artikel over drie saxofonisten (ref. 5) die sensoren met hun stomp bedienden. De sensor is verbonden met een elektrisch circuit dat een klep kan afsluiten. Het bleek mogelijk om op professioneel niveau met deze muziekprothese te musiceren, gebruikmakend van huidgeleiding.

Strijkinstrumenten. Een nieuwe Nederlandse ontwikkeling betreft zowel een strijkstokprothese als een -orthese, waarmee de eenhandige muzikant een strijkinstrument als de viool of cello kan bespelen. Afbeelding 7 toont een strijkprothese voor een cellist. Omdat de cellist met een prothese van de linkerhand moet strijken, is de volgorde van de snaren op de cello omgedraaid. Een andere vrouw, met uitval van de rechter onderarm, gebruikt een prothese bij het vioolspelen. Deze specifiek voor de viool ontwikkelde prothese zorgt voor een lagere rugbelasting dan het vioolspelen met een prothese die voor de cello is ontwikkeld. De vioolprothese (afbeelding 8a en 8b) maakt gebruik van eenvoudige mechanische principes en een kleine aanpassing van het instrument waarmee de strijkstok op en boven de snaren wordt gehouden. Een ander voorbeeld is de orthese voor de strijkvingers (afbeelding 9a) op de strijkstok die een aangeboren afwijking aan of amputatie van de vingers (afbeelding 9b) kan compenseren (afbeelding 9c).

Toetsinstrumenten. Op internet (ref. 7) zijn diverse handprothesen voor het pianospel te vinden. Een voorbeeld is een handprothese die bevestigd is aan de linker onderarm, waaronder de drietandigevorkprothese. De eerste, primi-



Afbeelding 7. Een strijkprothese voor een cellist



Afbeelding 8a en 8b. De vioolprothese

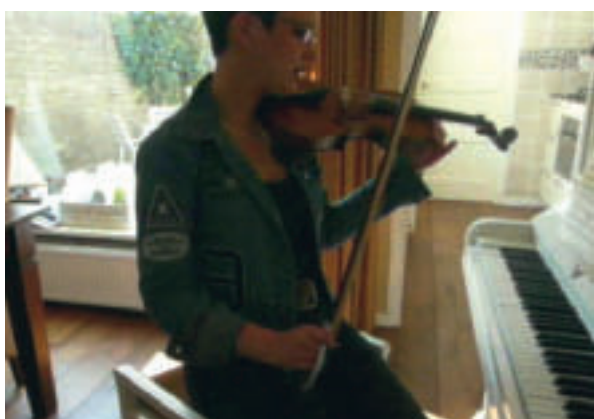
tieve 'pianoakkoordprothese' is al in 1911 gepatenteerd. Latere, veel verfijndere ontwerpen zijn op dit eerste concept gebaseerd. De onderlinge positie van de drie tanden kan met behulp van een myo-elektrische prothese door de musicus worden gewijzigd. Intensieve training is wel noodzakelijk.

Slagwerkinstrumenten. Reguliere onderarmprothesen worden hiervoor ingezet. Net als bij de strijkstokken, wordt de drumstick gefixeerd in de prothese.

Oplossingen waarbij de onderste extremiteiten worden ingezet

Zoals eerder gemeld, kan een eenhandige violist de strijkstok fixeren tussen de bovenbenen of bevestigen aan één been. De viool dient in dat geval met het bovenlichaam langs de strijkstok te worden bewogen (ref. 6). Dit vergt een aangepaste speeltechniek.

Spelen zonder handen is ook mogelijk. Liu Wei, de pianist zonder armen die de China's Got Talent in 2010 won, toonde aan dat dit zelfs op hoog niveau mogelijk is door de piano met zijn tenen te bespelen.



Afbeelding 9a, 9b en 9c. Orthese voor de strijkvingers op de strijkstok die een aangeboren afwijking aan of amputatie van de vingers kan compenseren

Het aanpassingsproces, een multidisciplinaire aanpak

Voor aanpassingen om musiceren met één hand mogelijk te maken is een multidisciplinaire aanpak nodig.⁸ Een combinatie van medische kennis en kennis over orthesebouw en de constructie van muziekinstrumenten is nodig bij het maken van keuzes over het instrument, de aanpassing of de prothese. Voordat de muzikleraar het leerproces kan overnemen, dient de muzikant te leren het instrument te hanteren. Hierbij is training van een muziektherapeut, logopedist en/of een fysiotherapeut noodzakelijk. Nauw contact tussen de muzikant, muzikleraar, therapeuten en instrumentbouwer

is nodig om problemen in een vroeg stadium in het leertraject te kunnen oplossen. Bij de jonge muzikanten is dit nog belangrijker, omdat de groei ergonomische problemen kan opleveren. Zo kan een orthese of prothese te krap worden. Een netwerk van mensen rond de aanpassingen ten behoeve van musiceren, die elkaar blijven ontmoeten, is essentieel.

Discussie

Aanpassingen maken ten behoeve van het musiceren met één hand is complex en boeiend. Er is weinig literatuur beschikbaar over dit onderwerp. Het merendeel van de beschikbare informatie op internet betreft specifieke aanpassingen, en een totaal overzicht ontbreekt. Professionele hulp van gespecialiseerde instrumentmakers, artsen en therapeuten is moeilijk te vinden (ref. 5, 6, 10, 11). Deze specialisten kunnen een veelvoud van mogelijkheden bieden, maar zelfs zij blijken, ook voor professionele musici, vaak moeilijk te vinden, op een enkele organisatie na.

Revalidatie Friesland heeft ervaren dat het opbouwen van een netwerk van gespecialiseerde artsen, een multidisciplinair team van therapeuten, orthesebouwers, instrumentmakers en muzikleraren veel tijd kost. Bovendien moet dit team veel muzikanten begeleiden om voldoende ervaring op te doen. Daarnaast zijn de individuele aanpassingen complex en daardoor vaak duur. In Nederland zijn er wel fondsen voor muzikanten beschikbaar die hen een financiële vergoeding kunnen bieden bij de aanpassing van het instrument (ref. 9).

Het vakgebied levert nog steeds veel vragen op en onderzoek naar de omvang van het probleem is nodig. Muziek maken kan veel voldoening geven, voor mensen met en zonder een fysieke beperking. Het biedt mentale versterking, kan thuis worden uitgevoerd en geeft een kans het sociale netwerk te versterken en zelfvertrouwen op te bouwen.

Referenties

1. Informatie uit dit artikel is deels ontleend aan de publicatie 'One-handed musicianship; more than a gimmick' (K.H. Woldendorp & W. van Gils, MPPA, *Medical Problems of Performing Artists*, dec. 2012).
2. <http://www.embouchure.nl>.
3. http://www.mdw.ac.at/1113/A3/mugewiki/lib/exe/fetch.php?media=ergo_behelfe_bertsch_pdf:2011-08-ergonomische-hilfsmittel-gesamtkatalog.pdf.
4. <http://www.editflute.com>.
5. <http://www.cybersax.com/One-HandFmez.html>.
6. Charles, D., James K.B., Stein, R.B. (1988). Rehabilitation of musicians with upper limb amputations. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, Vol 25 No. 3, pp. 25-32.
7. <http://www.dekedickerson.com/weird-armless.php>.
8. <http://www.onehandwinds.unk.edu/>.
9. Woldendorp, K.H. (2006). 'Mu-sick': Adapted Music-making. *Medical Problems of Performing Artists*; 21(1):34.
10. <http://www.muziekotheek.nl>.
11. Webster, J.B. e.a. (2001). Sports and recreation for persons with limb deficiency. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82, Suppl 1: 38-44.
12. Sataloff, R.T., Brandfonbrener, A.G., Lederman, R.J. (eds.) (2010). *Textbook of Performing Arts Medicine*, 3th edition. Science and Medicine, Inc.
13. <http://www.specialarts.nl>.

Gehoorproblemen bij musici

Veel beroepsmusici hebben gehoorproblemen als gevolg van langdurige blootstelling aan harde muziek. De eerste gehoorbeschadiging treedt vaak op in het horen van de hoge tonen. Uit onderzoek blijkt dat bij beroepsmusici de volgens de Arbonorm toegestane maximale auditieve belasting frequent wordt overschreden, mogelijk door het geluid dat met het eigen instrument wordt geproduceerd dan wel door de instrumentalist die achter of naast de muzikant in het orkest zit. Er zijn beschermende, preventieve maatregelen, maar deze worden te weinig toegepast. Er is een convenant gesloten dat informatieverschaffing, preventieve maatregelen en revalidatie voorschrijft.

Dr.ir. J.A.P.M. de Laat

Informatie over de auteur

Dr.ir. J.A.P.M. de Laat is klinisch-fysicus en audioloog, verbonden aan het Audiologisch Centrum, Leids Universitair Medisch Centrum.

Correspondentieadres

Dr.ir. J.A.P.M. de Laat
Postbus 9600
2300 RC Leiden
japmdelaat@lumc.nl

Bij 74% van alle beroepsmusici komen gehoorproblemen voor (Kähäri e.a., 2001; Kähäri e.a., 2003). De meest bekende gehoorklachten zijn: gehoorverlies, tinnitus (oorsuizen), hyperacusis (overgevoeligheid voor geluid), diplacusis (waarneming van verschillende toonhoogtes links/rechts) en distortie (vervorming in de waarneming van geluid). Het lijkt erop dat de geluidniveaus, waaraan we in de muziek blootgesteld worden, de afgelopen decennia langzamerhand gestegen zijn en daarmee ook de omvang van de problematiek. Deze problematiek leidt zelfs tot arbeidsongeschiktheid.

In Nederland worden deze klachten geleidelijk aan onderkend. Enkele jaren geleden is er een convenant gesloten tussen overheid, werkgevers (orkestdirecties) en werknemers (musici) over de aanpak van de problemen bij symfonieorkesten. Deze aanpak bevat voorlichting (reeds op jonge leeftijd, bijvoorbeeld op muziekscholen en conservatoria), preventie, protectie (niet alleen gehoorbeschermingsmiddelen) en revalidatie (indien mogelijk).

Dit artikel beschrijft de gehoorproblemen, preventie, toetsing en het convenant.

Beschadigingen van het gehoor

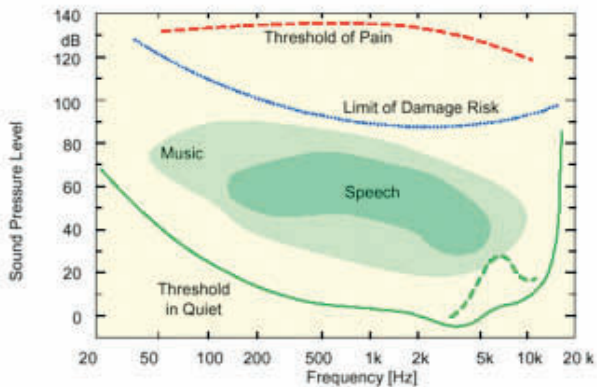
Begin jaren 2000 heeft Kähäri (Kähäri e.a., 2001; Kähäri e.a., 2003) in een tweetal artikelen de gehoorproblematiek van musici in kaart gebracht, zowel bij klassieke-muziekmusici als bij jazz- en rockmusici. Uit de resultaten die in tabel 1 zijn weergegeven valt op te maken dat er vaak sprake is van een combinatie van klachten over het gehoor. Het betreft zeker niet alleen gehoorverlies, maar ook vaak tinnitus en hyperacusis.

In afbeelding 1 is schematisch het menselijk gehoorveld weergegeven als functie van de frequentie (toonhoogte) van het geluid (x-as) en het geluidsdrukniveau (y-as). Daarin

Tabel 1

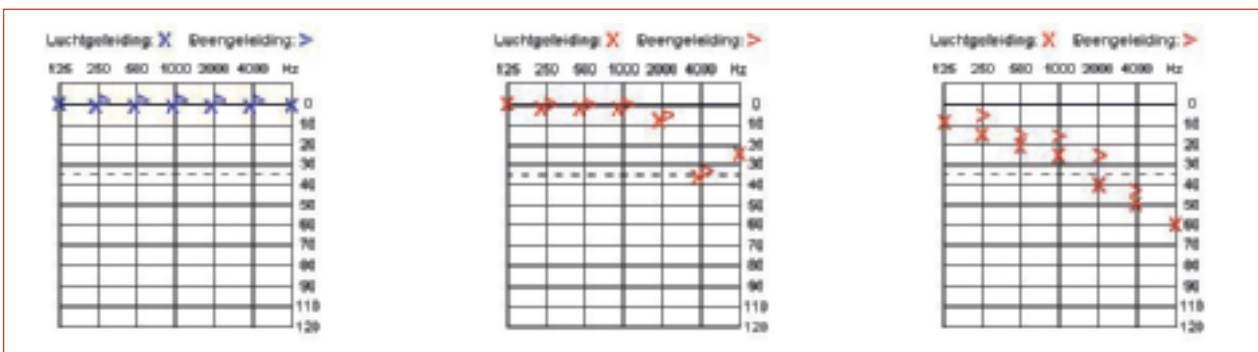
N=139	Vrouwen	Mannen	Totaal
Normaal gehoor	33%	23%	26%
Gehooverlies	16%	52%	41%
Tinnitus	40%	45%	43%
Hyperacusis	56%	31%	39%
Distortie	14%	19%	17%
Diplacusis	0%	4%	3%

is de uiterste gevoeligheidscurve van het normale menselijk gehoororgaan weergegeven (de gehoordrempel in stilte, weergegeven met een groene lijn), evenals het spraakgebied, het muziekgebied, de pijndrempel en de lijn die de grens aangeeft waarboven geluid (lawaai) schadelijk is voor het gehoor.

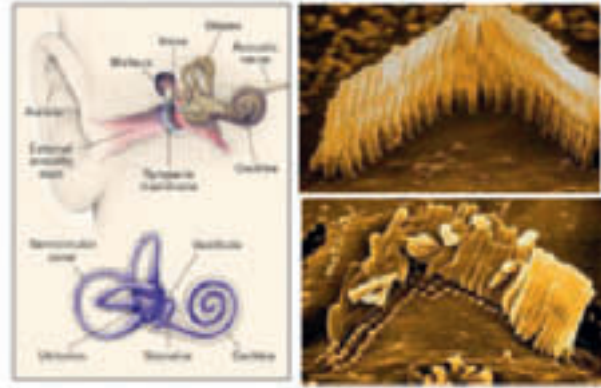


Afbeelding 1. Het menselijke gehoorveld als functie van de frequentie en het geluidsdrukkniveau

In afbeelding 2 zijn drie audiogrammen weergegeven die passen bij respectievelijk een normaal gehoor (links), lawaaislechthorendheid (midden) en ouderdomsslechthorendheid (rechts). Op de horizontale as staat de frequentie aangegeven in Hertz (Hz). Het gehoor neemt deze waar als toonhoogten. Op de verticale as staat, in decibel (dB), de geluidsintensiteit weergegeven. De waarde 0 dB is de intensiteit die een 18-jarige met een goed gehoor nog net kan waarnemen. Bij lawaaislechthorendheid gaat het vaak om een niet al te groot gehoorverlies en in een beperkt frequentiegebied, waardoor de selectiviteit aangetast kan



Afbeelding 2. Audiogrammen



Afbeelding 3. Het menselijk gehoororgaan met daarnaast twee foto's van normale en van beschadigde buitenste haarcellen in het binnenoor

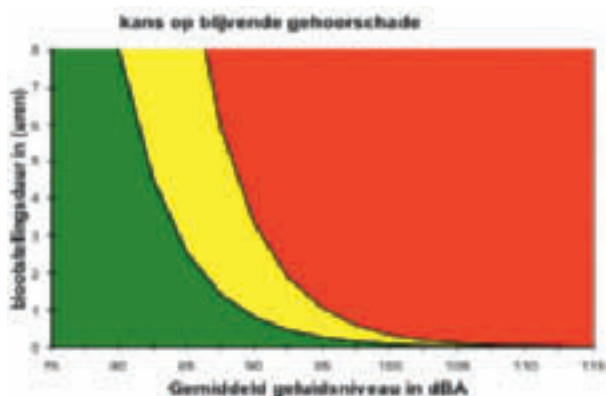
zijn waarmee het oor toonhoogtes en tijdsintervallen kan waarnemen, kan onderscheiden en kan differentiëren. Dit is met name funest voor musici.

Afbeelding 3 toont twee foto's van normale en van beschadigde buitenste haarcellen in het binnenoor.

Een groot aantal onderzoekers¹ heeft de afgelopen decennia gegevens gepubliceerd over de limiet van de blootstellingsduur aan geluid en het geluidsdrukkniveau waarboven gehoorschade optreedt. De wet lawaaihinder is op deze onderzoeken gebaseerd: de werkgever moet gehoorscherming aan de werknemer aanbieden als het lawaainiveau op de werkplaats gedurende een 8-urige werkdag meer dan 80 dB(A) bedraagt. Als de blootstellingsduur halveert mag het lawaainiveau 3 dB meer bedragen, dus bij 4 uur 83 dB(A) en bij 2 uur 86 dB(A). Dat geldt voor frequente (dagelijkse) lawaai-blootstelling. Schematisch is dit weergegeven in afbeelding 4.

In bovengeschetste relatie tussen blootstellingsduur, geluidsdrukkniveau en gehoorschade komt niet tot uiting dat de invloed van kortdurende pieken in de geluidproductie extra groot is, met andere woorden die pieken zijn schadelijker dan op grond van de theorie verwacht kan worden. Zoals in afbeelding 2 al te zien is, begint gehoorschade door lawaai in de hoge tonen. Dit heeft te maken met de 'tonotopie': hoge tonen activeren de haarcellen in het voorste

1. zie bijvoorbeeld de referentielijst bij http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/o4_scenih/ docs/scenih_r_o_018.pdf.



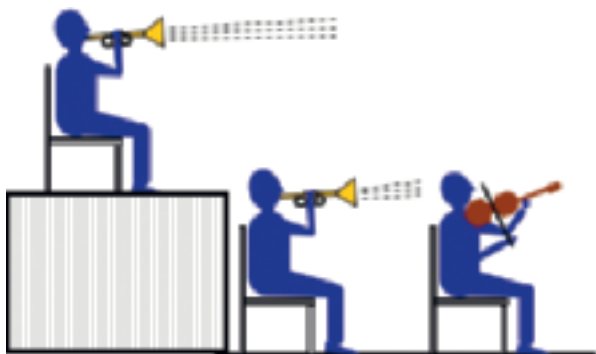
Afbeelding 4. Limiet van de blootstellingsduur aan geluid en het geluidrukniveau waarboven gehoorschade optreedt

gedeelte en lage tonen in het achterste deel van het slakkenhuis. Daarvandaan transporteren zenuwen actiepotentialen naar door de toonhoogte bepaalde gedeeltes in de auditieve hersenschors waar de waarneming van geluid plaatsvindt. Deze tonotopie komt tot uiting in afbeelding 6a.

Auditieve belasting van musici

Het akoestisch adviesbureau Peutz heeft begin jaren 2000 geluidmetingen (Peutz, 2000) verricht bij het toenmalige Balletorkest en voor verschillende instrumentalisten vastgesteld wat de gemiddelde dagelijkse belasting is (zie tabel 2). Later is dat door Jansen e.a. (2009) nog eens onderzocht bij een repetitie en een tweetal uitvoeringen van het Concertgebouworkest (zie tabel 3). De tabel geeft in de tweede kolom aan welk instrument klonk in de onmiddellijke nabijheid van de instrumentalist bij wie het geluidsniveau is gemeten. Gemiddeld is het linkeroor van violisten bijna 10 dB meer belast dan het rechteroor, omdat het linkeroor zich dichterbij de viool bevindt.

Voor amateurmusici die in een geschikte ruimte muziek maken is er weinig risico op gehoorschade. Alleen als zij in orkestverband in korte tijd en regelmatig hele hoge geluidsniveaus te verwerken krijgen, rond 100 dB(A), is het risico aanwezig. Wat bij amateurmusici wel vaker voorkomt is de persoonlijke gehoorschade door 'ongelukjes' zoals wanneer



Afbeelding 5. Zithoogtes differentiëren om belasting te verminderen

Tabel 2. Dagelijkse belasting

Instrument	Gemiddelde dagelijkse belasting (dB)
Koper	88
Hoorns	88
Pauken	85
Slagwerk	85
Fluit/Klarinet	84
Altviool (achter)	84
Hobo/Fagot	83
Harp	82
Tweede viool (achter)	82
Cello (achter)	82
Cimbaal	81
Eerste viool (achter)	81
Cello (voor)	80
Altviool (voor)	80
Tweede viool (voor)	80
Eerste viool (voor)	79
Arbonorm	80

iemand 'in de oren' van een ander 'toetert'.

Preventie van gehoorschade

Er zijn verschillende mogelijkheden om gehoorbescherming toe te passen. Enkele voorbeelden zijn: grotere afstand creëren van geluidsbron tot luisterend oor (bijvoorbeeld meer ruimte in een orkestopstelling), grotere afstand tot reflecterende wanden, meer afstand houden tot luidsprekerboxen, geluidsisolerende schermen plaatsen (zie bijvoorbeeld afbeelding 6b) en zithoogtes differentiëren in de orkestopstelling (zie afbeelding 5), hetgeen twee jaar geleden is toegepast in De Doelen in Rotterdam. Ook persoonlijke gehoorbescherming behoort tot de mogelijkheden, zoals op maat gemaakte 'oorstukjes' (zie afbeelding 7, links), die voor musici het beste een vlakke dempingskarakteristiek kunnen hebben om ervoor te zorgen dat de muziek niet vervormd wordt (zie afbeelding 7, rechts). Musici dragen die oorstukjes niet graag, omdat ze hinderlijk zijn bij mond- c.q. kaakbewegingen, een dof gevoel geven in het oor en de waarneming van de muziek negatief beïnvloeden.

Toetsing

Om een idee te krijgen of iemand een zogenoemde lawaaidip opgelopen heeft ten gevolge van blootstelling aan te harde muziek, is door De Nationale Hoorstichting speciaal voor jongeren (maar tevens geschikt voor volwassenen) een gehoorscreeningstest ontwikkeld die via internet (www.oorcheck.nl) af te nemen is. De test meet het 'verlies' van het verstaan van spraak in ruis, gerelateerd aan het gehoorverlies (in de hoge tonen) door te veel blootstelling aan lawaai. Als de uitslag onvoldoende is, wordt geadviseerd bij de audicien een nauwkeurig audiogram op te laten tekenen.

Tabel 3. Belasting bij instrumentalisten bij een repetitie en twee uitvoeringen van het Concertgebouworkest

Instrument	Instrument achter	Repetitie 1 Bartók Laeq (1:10 uur)	Concert Beethoven Laeq (0:30 uur)	Opera Korngold Laeq (2:50 uur)
Altviool	Trompet	88 dB(A)	89 dB(A)	
Altviool	Trompet/	88 dB(A)	89 dB(A)	90 dB(A)
	Trombone/			
	Hobo/			
	Engelse hoorn			
2 ^e Viool	Trompet	88 dB(A)	87 dB(A)	89 dB(A)
Hoorn	Hoorns	89 dB(A)	85 dB(A)	92 dB(A)
Piccolo	Fagotten	89 dB(A)		94 dB(A)
Slagwerk	Meestal niets	86 dB(A)		91 dB(A)

Deze test is vooral ontwikkeld ten behoeve van bewustwording van de jongeren. Het beoogt de jongeren attent te maken op de vernuftige functies van hun gehoororgaan en op het belang van het goed functioneren van hun gehoor met nog een heel leven vol communicatie voor de boeg.

Convenant

De gehoorproblemen van musici verbonden aan de professionele symfonieorkesten in Nederland zijn onderwerp van een convenant inzake schadelijk geluid dat begin jaren 2000 is gesloten. Het convenant is ondertekend door de minister van SZW (Sociale Zaken en Werkgelegenheid), de werknemers c.q. musici (NTB = Nederlandse Toonkunstenaarsbond; FNV/KIEM = Kunsten, Informatie En Media, sector Podiumkunsten) en de werkgevers c.q. symfonieorkestdirecties (CNO = Contactorgaan van Nederlandse Orkesten). Dit convenant houdt in dat aan de betrokken musici een pakket van maatregelen aangeboden moet worden, waarin moet zijn opgenomen:

a. informatievoorziening (bijvoorbeeld een website) betref-



Afbeelding 7.
Oorstukjes

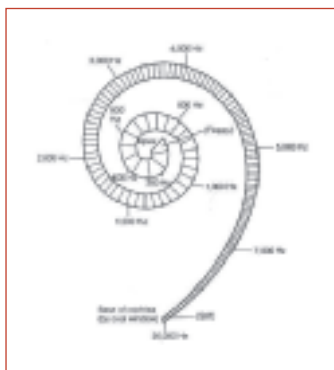
- fende preventie en screening van gehoorschade;
- b. gehoorprotectie (persoonlijke gehoorbescherming, geluidschermen, wandabsorptie, enzovoort);
- c. gehoorrevalidatie (persoonlijk).

Slotwoord

Gelukkig begint bij de meeste musici het besef door te dringen dat het verstandig en nodig is om blootstelling aan (te) harde muziek tot een minimum te beperken. Het is te bereiken door minder harde muziek te maken (bronmaatregel) en door te voorkomen dat (te) harde muziek de oren aantast. In ergonomisch opzicht kan dat gebeuren door de afstand tussen musici te vergroten en te voorkomen dat musici elkaar in de oren spelen ('toeteren'), door hoogteverschillen tussen musici te creëren. Last but not least speelt de 'esthetiek' ook nog een rol: muziek kan pas tot de verbeelding spreken als dynamiekverschillen een grotere rol spelen. Dan blijkt dat zachte muziek grotere aantrekkingskracht heeft dan harde(re) muziek, het gevoel van de luisteraar wordt er meer door geraakt en deze kan veel langer, tot op hoge leeftijd, van muziek blijven genieten. Houd je oren gezond!

Referenties

1. Kähäri, K.R., Axelsson, A., Hellstrom, P.A., Zachau, G. (2001). Hearing assessment of classical orchestral musicians, *Scand.Audiol.* 30(1), 13-23.
2. Kähäri, K., Zachau, G., Eklöf, M., Sandsjö, L., Möller, C. (2003). Assessment of hearing and hearing disorders in rock/jazz musicians, *Int.J.Audiol.* 42(5), 279-288.
4. Peutz & Associés, 2003, *Onderzoek schadelijk geluid orkesten.*
5. Jansen, E.J., Helleman, H.W., Dreschler, W.A., Laats, J.A. de (2009). Noise induced hearing loss and other hearing complaints among musicians of symphony orchestras. *Arch Occup Environ Health*, Jan;82(2):153-64.



Afbeelding 6a. Schematische voorstelling van tonotopie in het slakkenhuis: vooraan (onderaan) activeren hoge-tonen-geluiden de haarcellen en achteraan (binnenin) activeren lage-tonengeluiden de haarcellen

Bron: Greenwood, D.D. (1991), Critical bandwidth and consonance in relation to cochlear frequency-position coordinates. *Hear. Res.* 54, 164-208



Afbeelding 6b.
Geluidsschermen

Het meten van hand-armtrillingen

Validiteit en betrouwbaarheid van het beoordelen van hand-armtrillingen met de HARM-methode

Blootstelling aan mechanische trillingen op het werk als gevolg van het hanteren van aangedreven handgereedschap kan klachten veroorzaken aan de bovenste extremiteiten. Betrouwbare en valide instrumenten om deze blootstelling te beoordelen zijn schaars. Daarom is een methode ontwikkeld, de HARM-methode, om hand-armtrillingen subjectief te beoordelen. In dit onderzoek zijn de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid en validiteit van deze methode getoetst.¹

Margriet Formanoy, Pieter Coenen, Marjolein Douwes, Tim Bosch en Heleen de Kraker

Informatie over de auteurs

Margriet Formanoy is onderzoeker bij TNO.

Pieter Coenen is onderzoeker bij Onderzoeksinstituut MOVE Amsterdam, Faculteit Bewegingswetenschappen, Vrije Universiteit, Amsterdam en Body@Work, onderzoekscentrum Bewegen, Arbeid en Gezondheid, TNO-VU medisch centrum.

Marjolein Douwes is onderzoeker bij TNO.

Tim Bosch is onderzoeker bij TNO en Body@Work, onderzoekscentrum Bewegen, Arbeid en Gezondheid, TNO-VU medisch centrum.

Heleen de Kraker is onderzoeker bij TNO.

Correspondentieadres

Margriet Formanoy

TNO Duurzame Arbeidsproductiviteit

Postbus 718

2130 AS Hoofddorp

+31 (0)88 86 65 290

margriet.formanoy@tno.nl

Bij het bedienen van aangedreven handgereedschap (zoals een hamerboor of een slijptol) op de werkplek worden werknemers blootgesteld aan hand-armtrillingen. Deze trillingen komen binnen via de handen en worden doorgegeven aan polsen, armen en schouders. Hand-armtrillingen kunnen gezondheidsschade aanrichten (Griffin & Bovenzi, 2002) waarbij gedacht moet worden aan vasculaire en neurologische klachten zoals witte vingers (verminderde bloedtoevoer naar de vingers) en dode vingers (tintelingen en een 'doof' gevoel in de vingers). Verschillende studies hebben bovendien een relatie aangetoond tussen blootstelling aan hand-armtrillingen en klachten aan de bovenste extremiteiten (Punnett, 2004), zoals klachten aan de schouders (Van der Windt e.a., 2000) en specifieke klachten zoals tenosynovitis en epicondylitis (ontsteking van de peesschede in de hand respectievelijk de elleboog; Palmer e.a., 2007). Alhoewel het wetenschappelijke bewijs niet eenduidig is, omdat er ook studies zijn die geen relatie aantonen tussen hand-armtrillingen en klachten aan de bovenste extremiteit (van Rijn e.a., 2010), is het algemeen geaccepteerd dat hand-armtrillingen een verhoogd risico geven op klachten.

Vanwege dit verhoogde risico zijn in 2002 Europese richtlijnen opgesteld over de blootstelling van werknemers aan trillingen (2002/44/EC). Deze richtlijnen zijn in de Nederlandse wetgeving geïmplementeerd door toevoeging van een afdeling trillingen aan het Arbeidsomstandighedenbesluit (artikelen 6.11a tot en met 6.11e) en geven grenswaarden aan voor trillingssterktes tijdens het werk (zowel lichaamstrillingen als hand-armtrillingen), rekening houdend met een bepaalde duur van de blootstelling. Het

¹. Dit onderzoek is financieel mogelijk gemaakt door het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid.

Tabel 1. Trillingscategorieën in de HARM-methode met bijbehorende trillingssterktes

Categorie	Trillingssterkte	Beschrijving in HARM-methode
1	< 2,5 m/s ²	Er zijn nauwelijks of geen trillingen zichtbaar of voelbaar voor beoordelaar en gebruiker
2	≤ 2,5-5 m/s ²	Trillingen zijn niet zichtbaar, wel voelbaar door de gebruiker en door de beoordelaar (beide een kriebelend gevoel)
3	≤ 5-10 m/s ²	Trillingen zijn net zichtbaar aan de onderarm/hand, duidelijk voelbaar door gebruiker en beoordelaar
4	≥ 10 m/s ²	De handen, armen of schouders trillen duidelijk zichtbaar mee; trillingen zijn ook duidelijk voelbaar

beoordelen van de trillingen is daarom gebaseerd op zowel de duur als de intensiteit van de blootstelling. Deze manier van beoordelen wordt ondersteund door meerdere studies die hebben aangetoond dat cumulatieve trillingen, waarbij de blootstelling een vermenigvuldiging is van de duur en de intensiteit van hand-armtrillingen, een verhoogd risico geven op klachten aan de bovenste extremiteiten (Bovenzi, 2012). Bij het beoordelen van het risico op klachten aan het bewegingsapparaat als gevolg van hand-armtrillingen moet daarom zowel de duur als de intensiteit van de trillingen meegenomen worden.

Het meten van trillingen op de werkvloer is tijdrovend en lastig, mede doordat speciale meetapparatuur vereist is. Bovendien weten velen niet goed hoe ze deze meting moeten uitvoeren (OSHA, 2008). In plaats van het objectief meten van hand-armtrillingen wordt de blootstelling aan trillingen vaak gebaseerd op handleidingen, rapporten of data van de fabrikanten van gereedschappen. Echter, deze data kunnen foutieve informatie geven omdat de werkelijke blootstelling afhankelijk is van de omstandigheden waarin de taak wordt uitgevoerd, het gereedschap, de materialen die worden gebruikt en de persoonskenmerken van de werknemer. Stock e.a. (2005) toonden in een systematisch literatuuroverzicht aan dat zelfrapportage van werknemers over de fysieke belasting als gevolg van hand-armtrillingen bij gereedschap valide en betrouwbaar is. Blootstelling aan trillingen wordt echter wel vaak systematisch overschat (Akeson e.a., 2001). Bovendien wordt bij onderzoek naar hand-armtrillingen vaak alleen de duur meegenomen, terwijl het ook van belang is om de intensiteit te meten in de beoordeling van risico's. Een valide en betrouwbaar instrument om zowel de duur als de intensiteit van de blootstelling aan trillingen op een eenvoudige manier op de werkvloer te beoordelen ontbreekt.

De Hand-Arm Risico Beoordelingsmethode, de HARM-methode, is ontwikkeld en getest op predictieve validiteit van klachten aan het bewegingsapparaat in de bovenste extremiteiten en de nek (Douwes e.a., 2009; Douwes & De Kraker, 2012; Douwes e.a., in press). De HARM-methode is ontwikkeld om eenvoudig hand-armtaken te beoordelen op basis van hun risico op klachten aan arm, nek en schouders. Naast andere factoren, zoals ongunstige werkhoudingen en de duur en frequentie van krachttutoefeningen, houdt de HARM-methode ook rekening met de blootstelling aan

hand-armtrillingen. Tijdens het subjectief beoordelen van hand-armtrillingen classificeren beoordelaars de intensiteit van de trillingen in een van de vier trillingscategorïen (tabel 1), die gebaseerd zijn op de eerdergenoemde Europese richtlijnen (2002/44/EC). Hoewel de HARM-methode als geheel uitvoerig is getest (Douwes e.a., in press), is nog niet bekend wat de kwaliteit is van het subjectief beoordelen van de hand-armtrillingen binnen HARM. Daarom is het doel van het huidige onderzoek om de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid (overeenkomst van beoordelingen van beoordelaars onderling) en validiteit (overeenkomst van de subjectieve beoordeling ten opzichte van een gouden standaard objectieve beoordeling) te toetsen van de subjectieve hand-armtrillingen beoordelingsmethode zoals gebruikt in de HARM-methode vergeleken met de objectief gemeten trillingssterkte.

Methode

Protocol

In het experiment werden zestien taken met trillend handgereedschap uitgevoerd door twee ervaren mannelijke gebruikers, acht taken per gebruiker (tabel 2). Bij de keuze van de taken en het gereedschap werd gestreefd naar een goede verdeling van het trillingsniveau over de vier categorieën die in HARM worden gebruikt. Tijdens het uitvoeren van de taak werden de hand-armtrillingen objectief gemeten met een trillingsmeter (Castle Pro-DX EXCIEO; GA2005) volgens een standaard protocol (5349-2, 2008), waarbij de meetkop bovenop de hand werd vastgemaakt en de trillingssterkte real time werd gemeten. Voor het berekenen van de trillingssterkte is de piekwaarde genomen (uitgedrukt in m/s²). Ook is de trillingssterkte zoals die in de handleiding van de fabrikant van de gereedschappen is opgegeven, meegenomen in dit onderzoek.

Naast deze objectieve meting werd per taak de trillingssterkte door vier beoordelaars achtereenvolgens geobserveerd en ingedeeld in een van de vier trillingscategorïen (zie tabel 1). Dit deden zij aan de hand van visuele observaties en met behulp van tactiele informatie door aan de onderarm en hand van de gebruiker te voelen (afbeelding 1). Na de beoordeling kon de beoordelaar vragen stellen aan de medewerker over de ervaren trillingen. De beoor-

Tabel 2. Geobserveerde taken met betreffend gereedschap, bijbehorende instellingen, de taak, het materiaal en de trillingssterkte volgens de fabrikant en de afwijking van de objectieve meting met de trillingsmeter

Taak	Gereedschap	Instelling	Taak	Materiaal	Trillingssterkte volgens fabrikant (m/s ²)	Afwijking van objectieve meting
1	Bosch GST 135 BCE Decoupeerzaag	snelheid stand I	Grof zagen	Vurenhout	6	2
2	Bosch GST 135 BCE Decoupeerzaag	snelheid stand II	Grof zagen	Vurenhout	6	2
3	Bosch GST 135 BCE Decoupeerzaag	snelheid stand I	Metaal zagen	Metalen buis	6	2
4	Bosch GST 135 BCE Decoupeerzaag	snelheid stand II	Metaal zagen	Metalen buis	6	2
5	Bosch GBH 2-26 DFR Hamerboor		Hamerboren	Hout	15 ¹	1.5
6	Bosch GBH 2-26 DFR Hamerboor		Hamerboren	Kalkzandsteen	15 ¹	1.5
7	Bosch GBH 2-26 DFR Hamerboor		Hameren	Kalkzandsteen	14	1.5
8	Bosch GBH 2-26 DFR Hamerboor		Hameren	Grindtegel	14	1.5
9	Bosch GBM 13-2 RE Boormachine	snelheid stand I	Boren	Vurenhout	8.5 ²	4
10	Bosch GBM 13-2 RE Boormachine	snelheid stand II	Boren	Vurenhout	8.5 ²	4
11	Bosch GBM 13-2 RE Boormachine	snelheid stand II	Boren	Metaal	8.5 ²	4
12	Bosch GBM 13-2 RE Boormachine	snelheid stand I	Boren	Metaal	8.5 ²	4
13	Bosch GSS 230A Vlakschuurmachine		Schuren	Hout	4.5	1.5
14	Bosch GBH 2-26 DFR Hamerboor		Hamerboren	Grindtegel	15 ¹	1.5
15	Bosch GBH 2-26 DFR Hamerboor		Hamerboren	Beton	15	1.5
16	Dewatt DW821-QS Slijptol		Snijden	Grindtegel	2.5	1.5

1 Trillingssterkte bij hamerboren in beton.

2 Trillingssterkte bij boren in metaal.

delaars kregen vooraf een korte instructie over het gebruik van de methode. De instructie was hetzelfde als de instructie die in de HARM-methode is opgenomen. De beoordelaars kregen geen informatie over de resultaten van de objectieve meting en de resultaten van andere beoordelaars. Ook hadden de beoordelaars geen ervaring in het uitvoeren van ergonomische beoordelingen op het gebied van hand-armtrillingen. De gemiddelde leeftijd van de beoordelaars was 30,2 jaar (SD 12.1) en tien (62%) van hen waren vrouw. Voorafgaand aan de metingen werd door alle deelnemers een 'informed consent' ondertekend.

Data-analyse

De objectieve trillingssterkte werd gecategoriseerd aan de hand van tabel 1. Voor het bepalen van de validiteit werd een intra class correlatie coëfficiënt (ICC) berekend. Om de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid te berekenen werd een ICC berekend waarbij de overeenkomst tussen de beoordelingen binnen de taken en tussen de beoordelaars werd bepaald. Ter referentie is een derde ICC berekend van de trillingssterktes uit de handleiding van de fabrikant met de objectieve trillingssterkte gemeten met de trillingsmeter. Voor alle drie de ICCs werden waarden >0,60 als goed bevonden. Voor de dataverwerking werd Matlab (versie



Afbeelding 1. Subjectieve beoordeling van trillingssterkte bij het gebruik van gereedschap (hamerboren in een grindtegel)

7.0.o) gebruikt. De statistische analyses werden uitgevoerd met SPSS (versie 18.0.o, PC).

Resultaten

De validiteit van de beoordeling van de trillingssterkte met de HARM-methode in vergelijking met de objectief gemeten trillingssterkte is, uitgedrukt in een ICC van 0,714 (afbeelding 2, tabel 3). De interbeoordelaarsbetrouwbaarheid, oftewel de overeenkomst tussen beoordelaars in hun beoordelingen van de trillingssterkte volgens de HARM-methode is uitgedrukt in een ICC van 0,708. De overeenkomst tussen de door fabrikanten opgegeven trillingssterkte en de objectief gemeten trillingssterkte kan worden uitgedrukt in een ICC van 0,505.

In de tabel staan voor iedere combinatie van subjectieve beoordeling en objectieve meting het aantal taken, met tussen haakjes het percentage van het totaal.

In 33 (52%) van de 64 beoordelingen kwam de beoordeling met HARM exact overeen met de objectieve meting, in die zin dat beide in dezelfde categorie werden geplaatst (tabel 3). In bijna alle gevallen waarin de categorie niet overeenkwam was de afwijking één categorie. In categorie 1 en 2 was er bij een incorrecte beoordeling vooral sprake van een

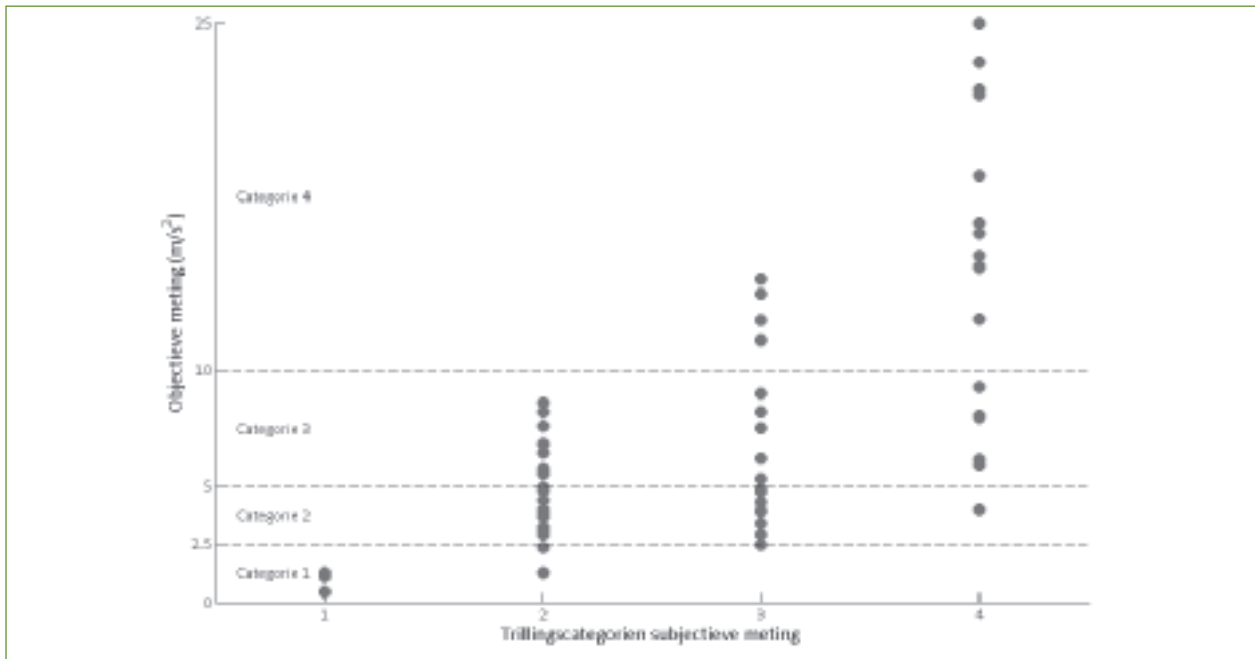
overschatting (in 41% van alle taken) en in categorie 3 en 4 was er bij een incorrecte beoordeling vooral sprake van een onderschatting (in 40% van alle taken). Slechts voor twee (4%) beoordelingen was het verschil meer dan één categorie. De afwijking van de grens van de categorie bij deze beoordelingen was gemiddeld 1,92m/s². In deze taken, die door beoordelaars verkeerd ingeschat zijn, zit de objectief gemeten trillingswaarde daarom dicht tegen de grens van de trillingscategorie.

Discussie

Het doel van dit onderzoek was het bepalen van de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van het beoordelen van hand-armtrillingen met de HARM-methode en het bepalen van de validiteit van deze beoordelingen ten opzichte van de objectief gemeten trillingen. Volgens de resultaten heeft de beoordelingsmethodiek voor hand-armtrillingen, zoals gebruikt in de HARM-methode, een goede interbeoordelaarsbetrouwbaarheid en is dit een valide methode om de trillingssterkte te schatten (ICC's > 0.60). Het bepalen van de trillingssterkte kan in een relatief korte tijd (minder dan een minuut per taak), zonder hulpmiddelen en met weinig achtergrondkennis plaatsvinden. Daarom kan deze HARM-methode gebruikt worden door beoordelaars die weinig kennis hebben van hand-armtrillingen in werksituaties. Deze beoordelingsmethode met HARM komt bovendien meer overeen met de objectieve waarden dan de waarden die verstrekt zijn door de fabrikant (deze ICC is < 0.60). De werkelijke waarde is echter afhankelijk van een aantal factoren, zoals hoe oud het gereedschap is, het te verwerken materiaal en hoe de gebruiker het gereedschap hanteert. Alhoewel eerder is aangetoond dat het subjectief beoordelen van de duur van hand-armtrillingen redelijk nauwkeurig is (Stock e.a., 2005) wordt de intensiteit van de trillingen zelden meegenomen in beoordelingsmethodes. Onze beoordelingsmethode doet dat wel en is eenvoudig te gebruiken en kan dus makkelijk gebruikt worden bij het beoordelen van praktijksituaties. Zoals aangetoond in eerder onderzoek wordt het risico op klachten aan het bewegingsapparaat als gevolg van hand-armtrillingen beïnvloed door zowel de duur als de intensiteit van de trillingen (o.a. Bovenzi, 2012). In deze studie hebben we de validiteit en interbeoordelaarsbetrouwbaarheid getest van de intensiteit van de hand-armtrillingen, maar niet van de duur. Het onderzoek van McCallig e.a. (2010) heeft aangetoond dat het subjectief beoordelen van de duur van hand-armtrillingen door zelfrapportage

Tabel 3. Overeenkomst in objectieve meting en subjectieve beoordeling

		Subjectieve beoordeling				Totaal
		Cat 1	Cat 2	Cat 3	Cat 4	
Objectieve meting	Cat 1	7 (11%)	2 (3%)	1 (2%)	0 (0%)	10 (16%)
	Cat 2	0 (0%)	10 (16%)	8 (13%)	1 (2%)	19 (30%)
	Cat 3	0 (0%)	9 (14%)	5 (8%)	5 (8%)	19 (30%)
	Cat 4	0 (0%)	0 (0%)	5 (8%)	11 (17%)	16 (25%)
Totaal		7 (11%)	21 (33%)	19 (30%)	17 (27%)	64



Afbeelding 2. Overeenkomst tussen objectieve meting en subjectieve beoordeling

en werkplekobservaties redelijk nauwkeurig is. Alhoewel in het huidige onderzoek is aangetoond dat de subjectieve beoordeling van de intensiteit ook valide en betrouwbaar zijn, kan uit de resultaten van deze studie niet de conclusie getrokken worden dat dit ook het geval is voor cumulatieve trillingen waarbij de duur en intensiteit worden gecombineerd. Zoals te zien is in afbeelding 2 en tabel 3 hebben beoordelaars vooral moeite met het beoordelen van taken die in de tweede en derde categorie van trillingssterktes vallen. In de tweede categorie vindt bij een incorrecte beoordeling vooral overschatting plaats en in de derde categorie vooral onderschatting. Kennelijk zijn trillingen in deze twee categorieën moeilijk uit elkaar te houden. Het is echter onduidelijk of de problemen veroorzaakt worden door de taak of door de beschrijving van de HARM-categorieën. Eventuele beschrijvingen van deze omschrijving zouden in het laatste geval tot verbetering van de methode kunnen leiden waarbij in de omschrijving beter onderscheid tussen deze twee categorieën zou kunnen worden gemaakt.

Ondanks dat de beoordeling van hand-armtrillingen met de HARM-methode valide is, is het percentage exacte overeenkomsten tussen de subjectieve beoordeling en de objectieve meting vrij laag (52%). Echter, afwijkingen van meer dan één categorie kwamen nauwelijks voor (4%). Daarom kan geconcludeerd worden dat ondanks een relatief laag percentage exacte overeenstemming subjectieve beoordelingen niet veel afwijken van de objectieve meting en misclassificatie vooral plaatsvindt als de trillingssterkte dicht tegen de grens van de categorie aan zit.

De beoordelaars die de hand-armtrillingen observeerden, hadden geen ervaring in het uitvoeren van dergelijke beoordelingen. Daarom kan geconcludeerd worden dat onze methode goed bruikbaar is voor mensen met weinig kennis of training op dit terrein.

Zoals te zien is in tabel 3 zijn niet over alle categorieën van trillingen evenredig veel taken verdeeld in dit onderzoek. Dit was niet mogelijk doordat de objectief gemeten waarde tijdens het onderzoek niet gelijk was aan de objectieve waarde die vooraf gemeten is. Dit komt mede doordat de trillingssterkte sterk afhankelijk is van de manier waarop een taak wordt uitgevoerd, het materiaal dat wordt gebruikt en de kenmerken van de taakuitvoerder (OSHA, 2008). De taken zijn zo gelijk mogelijk uitgevoerd, in een timmermanswerkplaats, op een werktafel. Voor een aantal taken is een betongtegel buiten op de grond neergelegd (bij taken met de hamerboor en de slijptol).

Er zijn slechts zestien taken geobserveerd, uitgevoerd door twee gebruikers, waardoor de resultaten van dit onderzoek niet zonder meer generaliseerbaar zijn. Daarnaast hebben we een praktijksituatie nagebootst waardoor de resultaten in de praktijk iets kunnen verschillen.

Conclusie

Dit onderzoek toont aan dat de ontwikkelde methode in de Hand Arm Risicobeoordelings-Methode (HARM) een valide en betrouwbare methode is om de trillingssterkte bij gebruik van aangedreven handgereedschap te bepalen. Deze is bovendien betrouwbaarder dan de gegevens geleverd door de fabrikant. Deze beoordelingsmethode kan met weinig kennis van hand-armtrillingen op het werk worden toegepast, is eenvoudig in gebruik en kan daarom eenvoudig worden toegepast in praktijksituaties.

Referenties

2002/44/EC, Directive of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (vibration).

5349-2, I., 2008. Mechanical vibration - measurement and evaluation of human exposure to handtransmitted vibration - Part 2 - Practical guidance for measurement at the workplace.

Akesson, I, Balogh, I, Skerfving, S. Self-reported and measured time of vibration exposure at ultrasonic scaling in dental hygienists. *Applied Ergonomics* 2001, 32, 47-51.

Bovenzi, M. (2012). Epidemiological evidence for new frequency weightings of hand-transmitted vibration. *Industrial Health*, 50: 377-387.

Douwes, M, Boocock M, Coenen, P, van den Heuvel S, Bosch T. Under Review. Predictive validity of the Hand Arm Risk assessment Method (HARM).

Douwes, M., Kraker, H, de (2009). Hand Arm Risk assessment Method (HARM) - a new practical tool, 17th world congress on ergonomics, International Ergonomics Association, 2009, Beijing.

Douwes, M., Kraker, H. de (2012). HARM Overview and its application: some practical examples. *Work* 2012; 41: 4004-4009.

Griffin, M.J., Bovenzi, M. (2002). The diagnosis of disorders caused by hand-transmitted vibration: Southampton Workshop 2000. *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 75, 1-5.

McCallig, M., Paddan, G., Van Lente, E., Moore, K., Coggins, M. (2010). Evaluating worker vibration exposures using self-reported and direct observation estimates of exposure duration. *Applied Ergonomics*; 42: 37-45.

OSHA (2008). Workplace exposure to vibration in Europe: an expert review.

Palmer, K.T., Harris, E.C., Coggon, D. (2007). Compensating occupationally related tenosynovitis and epicondylitis: a literature review. *Occupational Medicine*, 57, 67-74.

Punnett, L. (2004). Work related neck pain: how important is it, and how should we understand its causes? *Occupational and Environmental Medicine*, 61, 954-955.

Stock, S.R., Fernandes, R., Delisle, A., Vezina, N. (2005). Reproducibility and validity of workers' self-reports of physical work demands. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 31, 409-437.

Windt, D.A. van der, Thomas, E., Pope, D.P., Winter, A.F. de, Macfarlane, G.J., Bouter, L.M., Silman, A.J. (2000). Occupational risk factors for shoulder pain: a systematic review. *Occupational and Environmental Medicine*, 57, 433-442.

Rijn, R.M. van, Huisstede, B.M., Koes, B.W., Burdorf, A. (2010). Associations between work-related factors and specific disorders of the shoulder-a systematic review of the literature. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*; 36: 189-201.

Abstract

Exposure to mechanical vibrations at work (e.g., due to handling powered tools) is a potential occupational risk as it may cause upper extremity complaints. However, reliable and valid assessment tools for vibration exposure at work are lacking. Therefore, a subjective hand-arm vibration assessment tool was tested on validity and inter-observer reliability.

In an experimental protocol, two workers executed sixteen tasks handling powered tools. Hand-arm vibration was measured objectively using a vibration measurement system and each task was assessed subjectively by 4 observers. Intra-class-correlation coefficients (ICCs) were calculated to assess validity and inter-observer reliability.

Inter-observer reliability, depicting inter-observer reliability of the subjective assessment can be expressed by an ICC of 0.708 while validity can be expressed by an ICC of 0.714. This study shows that subjectively assessed hand-arm vibrations are both valid and reliable among observers. This method can therefore be used in future studies and field-based ergonomic assessments.

“IN 8 VAN DE 10 “IN 8 VAN DE 10 BEDRIJVEN BEDRIJVEN LIJDEN WERKNEMERS LIJDEN WERKNEMERS ONDER ONDER WERK-GERELATEERDE WERK-GERELATEERDE STRESS”*

Stress op de werkvloer kan leiden tot langdurige uitval en speelt bij bijna 60% van de ziektemeldingen een beslissende rol. Groeiende tijdsdruk en de toenemende complexiteit van taken maken preventie noodzakelijk. Op A+A presenteren exposanten van over de hele wereld hun productinnovaties voor gezond werken. Zorg dat u erbij bent!

*bron: Europees agentschap voor veiligheid en gezondheid op het werk (EU-OSHA)

5 t/m 8 november 2013
Düsseldorf, Duitsland



Persoonlijke bescherming, bedrijfsveiligheid
en gezondheid op het werk

Internationale vakbeurs met congres

www.AplusA-online.com



Fairwise bv
Verlengde Tolweg 2a _ 2517 JV Den Haag
Tel. 070-3501100 _ Fax 070-3584061
info@fairwise.nl _ www.fairwise.nl

Duurzaam inzetbaar in de bouw.

Aandacht voor lichamelijke en psychosociale arbeidsbelasting noodzakelijk

In dit artikel wordt een samenvatting gegeven van het proefschrift dat Karen Oude Hengel op 8 maart 2013 heeft verdedigd aan de Vrije Universiteit Amsterdam. De belangrijkste doelstellingen van het proefschrift zijn het identificeren van factoren die de duurzame inzetbaarheid van werknemers in de bouw bevorderen en het ontwikkelen en evalueren van een preventie programma op bouwplaatsen in Nederland gericht op de duurzame inzetbaarheid van werknemers.

Karen M. Oude Hengel, Birgitte M. Blatter, Paulien M. Bongers en Allard J. Van der Beek

Informatie over de auteurs

Alle auteurs zijn werkzaam bij het Onderzoeksinstituut voor Body@Work, een samenwerkingsverband van TNO, het VU medisch centrum (VUmc) en de Vrije Universiteit (VU).

Dr. Karen Oude Hengel is werkzaam als onderzoeker/ adviseur bij de afdeling Work, Health & Care bij TNO. Karen Oude Hengel heeft haar promotie uitgevoerd binnen het onderzoeksinstituut Body@Work.

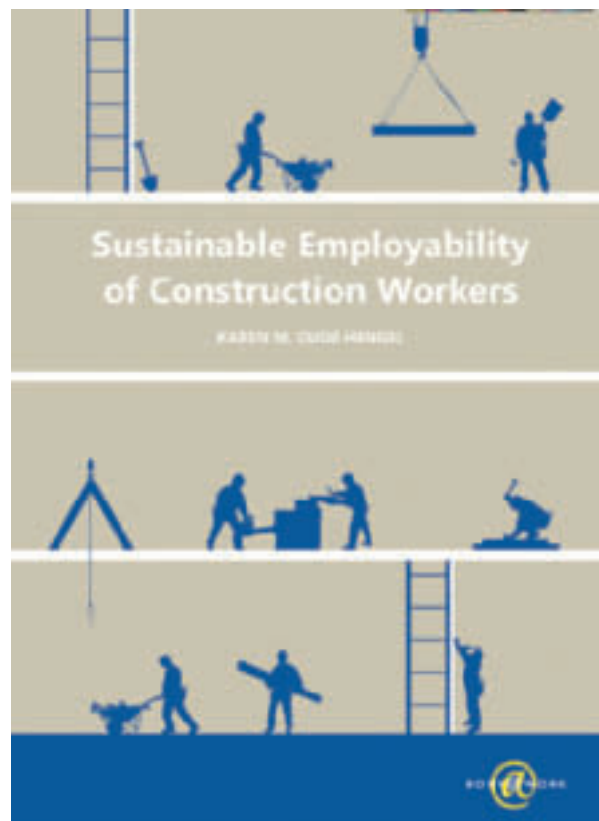
Dr. Birgitte Blatter is werkzaam als business line manager Duurzame Inzetbaarheid bij TNO.

Prof. dr. ir. Paulien Bongers is werkzaam als innovatiedirecteur Arbeid bij TNO. Daarnaast bekleedt zij een leerstoel op het gebied van Arbeid en Gezondheid bij VU medisch centrum.

Prof. dr. Allard van der Beek is werkzaam als hoogleraar Epidemiologie van Arbeid en Gezondheid bij de Afdeling Sociale Geneeskunde, EMGO+ Instituut, VU medisch centrum, Amsterdam.

Correspondentieadres

Dr. Birgitte Blatter
TNO Arbeid
Polarisavenue 151
1081 BT Amsterdam
+31 88 866 53 50
birgitte.blatter@tno.nl



Het bevorderen van de inzetbaarheid van de beroepsbevolking is een van de grootste uitdagingen voor de geïndustrialiseerde landen in de komende decennia (European Commission, 2010). Duurzaam inzetbaar betekent dat medewerkers doorlopend in hun arbeidsleven

over daadwerkelijk realiseerbare mogelijkheden alsmede over de voorwaarden beschikken om in huidig en toekomstig werk met behoud van gezondheid en welzijn te (blijven) functioneren. Dit impliceert een werkcontext die hen hier toe in staat stelt, evenals de attitude en motivatie van de werknemers zelf om deze mogelijkheden daadwerkelijk te benutten (Van der Klink e.a., 2010).

Duurzame inzetbaarheid is een belangrijk maatschappelijk thema vanwege de vergrijzende en krimpende personeelsbestanden van bedrijven en organisaties. Ondanks de toegenomen levensverwachting, betere levensomstandigheden en een betere gezondheid van werknemers is de gemiddelde tijd die mensen doorbrengen in betaald werk in de meeste Europese landen afgenomen in de afgelopen jaren (Ilmarinen 2006; Ilmarinen 2001). Een van de redenen hiervoor is dat de sociale zekerheidsstelsels in het verleden hebben aangemoedigd dat werknemers eerder met pensioen gingen dan de officiële pensioenleeftijd van 65 jaar. Door de krimp in het aandeel werkende mensen in Nederland is vervroegde uitstroom echter niet langer betaalbaar. In het regeerakkoord is nu vastgelegd dat de AOW-leeftijd wordt verhoogd naar 67 jaar in 2021.

De uitdaging om werknemers aan het werk te houden is het grootst voor de sectoren waar de fysieke belasting hoog is, zoals de bouw. In vergelijking met andere sectoren is de vergrijzing en krimp van de beroepsbevolking in deze sectoren het hoogst. Steeds minder jonge werknemers kiezen voor een baan die fysiek zwaar is. Daarnaast hebben werknemers in de bouw een verhoogd risico op een verminderde gezondheid (Karpansalo e.a., 2004; Seitsamo & Klockars, 1997) en werkvermogen (de mate waarin een werknemer zowel lichamelijk als geestelijk in staat is om zijn/haar huidige werk nu en in de nabije toekomst uit te voeren; Gould e.a., 2008; Aittomäki e.a., 2003), waardoor zij tot op heden eerder met pensioen mogen gaan dan de officiële pensioengerechtigde leeftijd. In 2012 was de gemiddelde pensioenleeftijd van werknemers in de bouw 62 jaar (CBS, 2012). Ook geven werknemers vaker dan werknemers in andere sectoren aan niet door te kunnen en te willen werken tot de leeftijd van 65 jaar (Koppes e.a., 2010). Werknemers in de bouw langer vitaal en productief te behouden voor het bedrijfsleven is dus niet alleen een kwestie van het verhogen van de pensioenleeftijd in cao's en regeerakkoorden, maar ook van beleid en interventieprogramma's gericht op het werkvermogen en gezondheid van de bouwvakkers.

In dit artikel wordt een samenvatting gegeven van de bevindingen die uit dit promotietraject zijn voortgekomen. Het proefschrift is op te delen in drie delen. In het eerste onderdeel is onderzocht welke factoren geassocieerd zijn met het vermogen en de motivatie van werknemers om door te werken tot aan hun pensioenleeftijd. Gebaseerd op deze kennis en op kennis uit de wetenschappelijke literatuur en het veld is in het tweede deel van het proefschrift een preventieprogramma ontwikkeld om de duurzame

inzetbaarheid van werknemers in de bouw te bevorderen. In het laatste deel is dit preventieprogramma geëvalueerd bij 293 werknemers werkzaam bij zes bouwbedrijven in Nederland.

Factoren die het kunnen en willen doorwerken tot 65 jaar beïnvloeden

In het eerste deel van dit proefschrift staan twee studies beschreven waarin is onderzocht welke individuele kenmerken, werkkenmerken en gezondheid het vermogen en de motivatie van werknemers om door te werken tot aan hun pensioenleeftijd van 65 jaar beïnvloeden. In de eerste studie is gekeken naar de oudere groep werknemers in Nederland, terwijl in de tweede studie specifiek de focus ligt op bouwplaatspersoneel in Nederland.

In de eerste studie is dit onderzocht aan de hand van een longitudinale dataset met 1 jaar follow-up waarbij 4.937 werknemers van 45 tot 63 jaar uit het Nederlandse Enquête Arbeidsomstandigheden Cohortonderzoek (Koppes e.a., 2010) zijn geïnccludeerd. Uit deze studie blijkt dat oudere werknemers (55 jaar en ouder) en mannen vaker denken door te kunnen en willen werken tot aan hun pensioenleeftijd (Geuskens e.a., 2011). Deze bevinding reflecteert wellicht een selectieproces waarbij alleen de werknemers die willen en kunnen werken nog op hun 45e levensjaar aan het werk zijn (Healthy Worker-effect). Wat betreft gezondheid gaven werknemers met burnoutklachten minder vaak aan door te kunnen en te willen werken dan werknemers zonder burnoutklachten, terwijl een arbeidshandicap alleen negatief gerelateerd was aan het kunnen doorwerken tot aan de pensioenleeftijd. Het niet kunnen doorwerken werd ook voorspeld door een aantal werkkenmerken. Werknemers die fysieke kracht gebruiken tijdens het werk, een hoge emotionele werkbelasting hebben, of weinig steun van de leidinggevende ervaren gaven minder vaak aan door te kunnen werken tot 65 jaar. Het wel of niet willen doorwerken tot aan de pensioenleeftijd werd echter maar summier voorspeld door werkkenmerken bij oudere werknemers, namelijk alleen ongewenst gedrag van collega's en leidinggevende (bijvoorbeeld intimidatie, lichamelijk geweld en pesten). Wellicht dat het willen doorwerken voornamelijk door andere factoren, zoals de financiële of sociale factoren, wordt beïnvloed.

In de tweede studie is de focus gelegd op een specifieke beroepsgroep, namelijk bouwplaatspersoneel. Door deze focus kunnen specifiekere interventieprogramma's en beleid worden ontwikkeld. In deze twee studie zijn in een cross-sectioneel onderzoek gegevens van 5.610 werknemers in de bouw uit de Nederlandse Enquête Arbeidsomstandigheden (Koppes e.a., 2011; Van den Bossche e.a., 2006) geïnccludeerd. Uit deze studie blijkt dat oudere werknemers in de bouw weliswaar vaker denken door te kunnen werken tot de pensioengerechtigde leeftijd dan jongere werknemers, maar dat minder vaak willen dan jongere werknemers (Oude Hengel e.a., 2012a). Wat



Afbeelding 2a. Individuele sessies van de fysiotherapeut

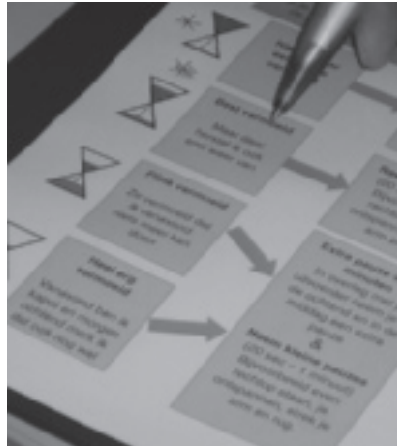
betreft werkkenmerken, dan blijkt dat naast het fysiek zware werk ook de psychosociale werkbelasting ervoor zorgt dat werknemers minder vaak kunnen en willen doorwerken tot aan de pensioenleeftijd. Specifiek zorgen weinig taakvariatie en weinig steun van de leidinggevende ervoor dat werknemers het werk niet kunnen en willen volhouden. Wat betreft gezondheid, dan zijn bewegingsapparatuurklachten een belangrijke reden om niet door te willen en te kunnen werken tot 65 jaar. Daarnaast geven werknemers met burnoutklachten minder vaak aan door te kunnen werken.

Ontwikkeling en implementatie van het preventieprogramma in de bouw

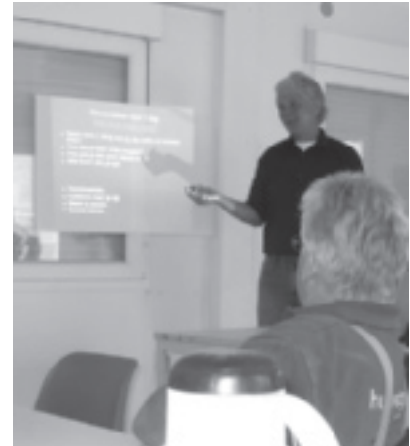
Met de kennis uit het eerste deel van het proefschrift en uit de wetenschappelijke literatuur is in het tweede deel van het proefschrift een preventieprogramma ontwikkeld met als doel de gezondheid en het werkvermogen van bouwvakkers te verhogen om uiteindelijk de duurzame inzetbaarheid te bevorderen. Door gebruik te maken van het Intervention Mapping protocol (Bartholomew e.a., 2006) is de wetenschappelijke kennis gedurende de ontwikkeling van het programma systematisch gecombineerd met kwalitatieve gegevens uit focusgroepen (werknemers, managers en trainers en onderzoekers).

De eerste stap in het Intervention Mapping protocol resulteerde in twee doelen voor het preventieprogramma: (i) werknemers in de bouw verbeteren hun balans tussen de fysieke belasting en herstel, en (ii) werknemers in de bouw vergroten hun invloedssfeer op de bouwplaats (Oude Hengel e.a., 2010a). Voor elk doel van het programma zijn materialen ontwikkeld en samengevoegd tot een preventieprogramma van zes maanden op de bouwplaats. Het preventieprogramma bestond uiteindelijk uit drie onderdelen, namelijk:

- twee individuele bezoeken inclusief advies op maat van een bedrijfsfysiotherapeut op de bouwplaats om de fysieke werkbelasting te verlagen op de werkvloer. Dit ging om hele concrete tips, zoals hoe je goed kunt tillen,



Afbeelding 2b. Werk-pauze tool



Afbeelding 2c. Groepsessies van de empowerment trainer

- welke werkhouding het beste is en adviezen over het inzetten van hulpmiddelen (afbeelding 2a);
- een werk-pauze tool als hulpmiddel om werknemers wekelijks bewust te maken van hun verwachte vermoeidheid aan het einde van hun werkdag en om werknemers bewust te maken op welke wijze alternatieve pauzeschema's deze verwachte vermoeidheid kunnen verlagen (afbeelding 2b);
- twee interactieve sessies van een empowerment trainer waarin werknemers leren om zelf meer invloed uit te oefenen op de bouwplaats. Hierbij kan gedacht worden aan het beter communiceren met uitvoerders of collega's aanspreken op ongezond werkgedrag (afbeelding 2c).

Door het volgen van het Intervention Mapping protocol is het preventieprogramma uiteindelijk niet alleen afgestemd op de huidige wetenschappelijke kennis, maar ook op de behoeftes van de werknemers en de mogelijkheden van de werkgevers en trainers om daarmee de haalbaarheid van de interventie te vergroten. Een voorbeeld hiervan is dat het programma werd uitgevoerd onder werktijd en op de bouwplaats om de participatie te vergroten. Daarom werd het programma ingebed binnen de bestaande toolbox-bijeenkomsten binnen de bouw. Dit zijn bijeenkomsten die bouwbedrijven jaarlijks moeten organiseren voor werknemers om in aanmerking tot komen voor een VCA-certificaat, een certificaat voor gezondheid, veiligheid en milieu.

Het preventieprogramma is onderzocht binnen een clustergerandomiseerd gecontroleerd onderzoek waaraan 293 werknemers van zes bouwbedrijven deelnamen (Oude Hengel e.a., 2010b). De vijftien afdelingen van de zes bouwbedrijven werden gerandomiseerd over twee groepen; acht afdelingen met 171 werknemers werden ingedeeld in de interventiegroep en kregen het preventieprogramma van zes maanden aangeboden terwijl de overige zeven afdelingen met 122 werknemers werden ingedeeld in de controlegroep. Alle werknemers zijn een jaar lang gevolgd, en ontvingen vier keer een vragenlijst, namelijk bij aanvang van

het onderzoek, en na drie, zes en twaalf maanden. Na twaalf maanden werden gegevens over het ziekteverzuim verzameld bij de bouwbedrijven.

De evaluatie van het preventieprogramma

In het derde deel van het proefschrift zijn de resultaten van het programma gepresenteerd aan de hand van een proces-, effect- en economische evaluatie. De procesevaluatie gaat over de mate waarin het preventieprogramma is geïmplementeerd en uitgevoerd zoals gepland en de mate waarin werknemers het programma hebben gevolgd en gewaardeerd (Oude Hengel e.a., 2011). Doordat het project uitgevoerd werd op de bouwplaats en onder werktijd, was de bereidheid onder de werknemers om mee te werken aan het onderzoek hoog (84%). Uiteindelijk volgde 61% van de werknemers in de interventiegroep minimaal drie van vier bijeenkomsten op de bouwplaats. Belangrijke redenen voor het niet volgen van een bijeenkomst was dat een bouwplaats niet was bezocht door de trainer, dat de werknemer ziek was of dat de werknemer vanwege de crisis helaas niet meer werkzaam was bij het bouwbedrijf. Wat betreft de specifieke interventieonderdelen: werknemers waren redelijk tevreden over de bezoeken van de fysiotherapeut. Het persoonlijke contact op de steigers en het praktische advies zorgden ervoor dat dit onderdeel door 76% van de werknemers werd aangeraden voor toekomstige implementatie. De werk-pauze tool werd daarentegen niet of nauwelijks gebruikt door de werknemers, en de tevredenheid over deze tool was dan ook laag. De geringe belangstelling voor deze tool kwam doordat werknemers al regelmatig korte rustpauzes namen op de bouwplaats of dat ze het juist lastig vonden om het advies daadwerkelijk op te volgen. De interactieve groepssessies van de empowerment trainer werden wisselend ervaren door de werknemers. Sommige noemden de inhoud van het programma en het actieplan waardevol terwijl het programma en de oplossingen als onmogelijk werden ervaren door andere werknemers. Uiteindelijk bleek 64% van de werknemers het gehele programma aan te raden aan collega's.

Naast de procesevaluatie is ook een effectevaluatie uitgevoerd in tweede studies. De eerste studie laat zien dat de interventie niet effectief was in het verbeteren van de sociale steun op de werkplek en bevlogenheid, noch in het verminderen van de fysieke belasting en herstelbehoefte (Oude Hengel e.a., 2012b). Er werd na zes maanden zelfs een tegengesteld effect voor fysieke belasting waargenomen, waarbij de interventiegroep een kleine maar significante toename van de fysieke belasting rapporteerde in vergelijking met de controlegroep. Wellicht dat de toegenomen aandacht voor het fysiek zware werk dit effect kan verklaren. Bovendien werd in de tweede studie geen verschil tussen de interventie- en controlegroep gevonden voor werkvermogen, fysieke en mentale gezondheid (Oude Hengel e.a., geaccepteerd). Wel liet de interventie een afname zien in zowel de prevalentie van bewegingsapparaatklachten als ziekteverzuim bij werknemers in de inter-

ventiegroep, maar deze afnames waren niet statistisch significant.

De laatste studie was een economische evaluatie van het programma vanuit bedrijfsperspectief. Hiervoor werd het ziekteverzuim per werknemer omgerekend naar kosten voor de werkgever, en werden de kosten voor de het programma berekend aan de hand van de marktprijzen die de zes deelnemende bedrijven hadden moeten betalen voor de specifieke interventieonderdelen (Oude Hengel e.a., under review). Als we de kosten van de interventie en het ziekteverzuim afwegen tegen de effecten op de primaire uitkomstmaten, dan moeten we concluderen dat de interventie niet kosteneffectief was in vergelijking met de controlegroep. Als we echter de interventiekosten afwegen tegen de productiviteitskosten, dan is het financiële rendement (return-on-investment-analyse) voor het bedrijf positief. Deze analyse toonde aan dat de interventie kostenbesparend was voor de werkgever als gevolg van verminderde ziekteverzuimkosten in de interventiegroep in vergelijking met de controlegroep. Iedere euro die de werkgever investeerde in het programma leverde uiteindelijk € 6,40 op.

Conclusie

De conclusie die getrokken kan worden uit de longitudinale studie is dat preventie van burnout en het bevorderen van een sociaal werkklimaat nodig zijn bij oudere werknemers om door te kunnen en te willen werken tot 65 jaar. Niet alleen een slechtere gezondheid en een hogere fysieke werkbelasting, maar ook de psychosociale werkbelasting speelt een rol bij het kunnen en willen doorwerken tot de pensioenleeftijd bij bouwvakkers in de cross-sectionele studie. De algemene conclusie van het preventieprogramma gericht op zowel de fysieke als psychosociale werkbelasting is dat het programma niet de gewenste significante effecten heeft voor de werknemers. Echter, de statistisch niet-significante afnames van de prevalentie van bewegingsapparaatklachten en ziekteverzuim en het feit dat het programma winstgevend is voor werkgevers is intrigerend. Dit, in combinatie met het feit dat de werknemers in de bouw redelijk positief gestemd waren over de interventie, geeft aan dat interventies gericht op fysieke en psychosociale factoren potentie hebben om duurzame inzetbaarheid te bevorderen bij werknemers in de bouw.

Referenties

- Aittomäki, A., Lahelma, E. en Roos, E. (2003). Work conditions and socioeconomic inequalities in work ability. *Scand J Work Environ Health*, 29(2):159-65.
- Bartholomew, L.K., Parcel, G.S., Kok, G. en Gottlieb, N.H. (2006). *Planning health promotion programs: an intervention mapping approach*. San Francisco: Jossey-Bass.
- CBS (2012). *Pensioenleeftijd werknemers ruim 63 jaar*. Available at: <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/gezondheid-welzijn/publicaties/artikelen/archief/2012/2012-3557-wm.htm>.
- European Commission (2010). *Europe 2020, a European strategy for smart, sustainable and inclusive growth*. Brussels; European Commission.
- Geuskens, G.A., Oude Hengel, K.M., Koppes, L.L. en Ybema J.F. (2012).

Predictors of the willingness and the ability to continue working until the age of 65 years. *J Occup Environ Med*, 54(5):572-8.

Gould, R., Ilmarinen, J., Järvisalo, J. en Koskinen, S. (2008). *Dimension of work ability: results of the Health 2000 Survey*. Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health (FIOH).

Ilmarinen, J. (2006). Towards a longer and better working life: a challenge of work force ageing. *Med Lav*, 97(2):143-7.

Ilmarinen, J.E. (2001). Aging workers. *Occup Environ Med*, 58(8):546-52.

Karpansalo, M., Manninen, P., Kauhanen, J., Lakka, T.A. en Salonen, J.T. (2004). Perceived health as a predictor of early retirement. *Scand J Work Environ Health*, 30(4):287-92.

Koppes, L.L.J., De Vroome, E.M.M., Mol, M.E.M., Janssen, B.J.M. en Van den Bossche, S.N.J. (2011). *Nationale Enquête Arbeidsomstandigheden 2010: Methodologie en globale resultaten*. Hoofddorp: TNO.

Oude Hengel, K.M., Bosmans, J.E., Van Dongen, J.M., Bongers, P.M., Van der Beek, A.J. en Blatter, B.M. Prevention program at construction worksites aimed at improving health and work ability is cost-saving to the employer: results from a cluster RCT. Submitted.

Oude Hengel, K.M., Blatter, B.M., Van der Molen, H.F., Bongers, P.M. en Van der Beek, A.J. The effectiveness of a prevention programme at construction worksites on work ability, health and sick leave: results from a cluster randomised controlled trial. *Scand J Work Environ Health*, in press.

Oude Hengel, K.M., Blatter, B.M., Geuskens, G.A., Koppes, L.L.J. en Bongers, P.M. (2012a). Factors associated with the ability and willingness to continue working until the age of 65 in construction workers. *Int Arch Occup Environ Health*, 85(7):783-90.

Oude Hengel, K.M., Blatter, B.M., Joling, C.I., Van der Beek, A.J. en Bongers, P.M. (2012b). Effectiveness of an intervention at construction worksites on work engagement, social support, physical workload, and need for recovery: results from a cluster randomized controlled trial. *BMC Public Health*, doi:10.1186/1471-2458-12-1008.

Oude Hengel, K.M., Blatter, B.M., Van der Molen, H.F., Joling, C.I., Proper, K.I., Bongers, P.M. en Van der Beek, A.J. (2011). Meeting the challenges of implementing an intervention to promote work ability and health-related quality of life at construction worksites: a process evaluation. *J Occup Environ Med*, 53(12):1483-91.

Oude Hengel, K.M., Joling, C.I., Proper, K.I., Van der Molen, H.F. en Bongers, P.M. (2010a). Using intervention mapping to develop a worksite prevention program for construction workers. *Am J Health Promot*, 26:e1-e10.

Oude Hengel, K.M., Joling, C.I., Proper, K.I., Blatter, B.M. en Bongers, P.M. (2010b). A worksite prevention program for construction workers: design of a randomized controlled trial. *BMC Public Health*, 10(1):336.

Seitsamo, J. en Klockars, M. (1997). Aging and changes in health. *Scand J Work Environ Health*, (Suppl 1):27-35.

Van den Bossche, S.N.J., Hupkens, C.L.H., De Ree, S.J.M. en Smulders, P.G.W. (2006). *Nationale Enquête Arbeidsomstandigheden 2005: Methodologie en globale resultaten*. Hoofddorp: TNO.

Van der Klink, J.J.L., Brouwer, S., Bültmann, U., Burdorf, L., Schaufeli, W.B., Van der Wilt, G.J. e.a. (2010). Duurzaam inzetbaar: een werkdefinitie. 's Gravenhage: ZonMw.

Summary

Sustainable employability of workers is one of the major challenges for industrialized countries nowadays. Karen Oude Hengel shows in the first part of her thesis that lowering the physical and psychosocial workload is of importance in order to promote sustainable employability among construction workers. In the second part of her thesis a program for construction workers was developed consisting of two individual visits from a physical therapist, a rest-break tool, and two training sessions of an empowerment trainer. The evaluation shows that the programme is not beneficial for the construction workers in terms of effectiveness. However, the statistically non-significant

reductions of musculoskeletal symptoms and sick leave, the positive financial return for employers and the finding that the construction workers were rather positive about the program indicates that interventions focusing on physical and psychosocial factors still have potential in the future.

Samenvatting

Duurzame inzetbaarheid van werknemers is een van de uitdagingen voor de komende decennia in Nederland. In het eerste deel van het proefschrift van Karen Oude Hengel blijkt dat het verlagen van de fysieke en psychosociale arbeidsbelasting belangrijk is om de duurzame inzetbaarheid in de bouwnijverheid te bevorderen. In het tweede deel van het proefschrift is een programma voor bouwvakkers ontwikkeld bestaande uit twee individuele bezoeken van de fysiotherapeut, een werk-pauze-tool en twee empowerment groepssessies. Uit de evaluatie in het derde deel van het proefschrift blijkt dat het programma niet de gewenste significante effecten heeft voor de werknemers. Toch geven de statistisch niet-significante afnames van bewegingsapparaatklachten en ziekteverzuim, het feit dat het programma winstgevend is voor werkgevers en het feit dat de werknemers in de bouw redelijk positief gestemd waren over het programma, aan dat interventies gericht op fysieke en psychosociale factoren potentie hebben om duurzame inzetbaarheid te bevorderen bij bouwvakkers.

Dynamische werkplekken: wat vinden gebruikers ervan?

Aan zittend werk kleven gezondheidsrisico's. Dynamische werkplekken, werkplekken waaraan (computer)werkzaamheden gecombineerd worden met lichaamsbeweging, kunnen deze mogelijk verminderen. Wij evalueerden drie dynamische werkplekken: een loopband, een fietsergometer en een zittende elliptische trainer (ZET) bij negentien kantoormedewerkers met zittend werk.¹

Dianne Commissaris, Reinier Könemann en Mart Hoogenhout

Informatie over de auteurs

Dr. Dianne A.C.M. Commissaris is onderzoeker en projectleider bij TNO.
Drs. Reinier Könemann is onderzoeker bij TNO.
G.M. (Mart) Hoogenhout MSc is design researcher bij Mart Hoogenhout Design Research.

Correspondentieadres

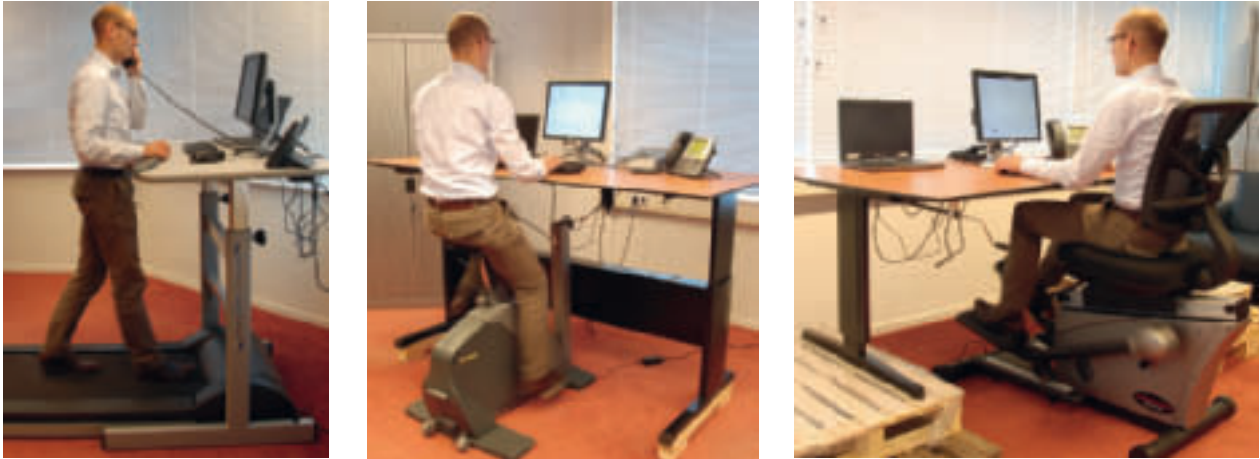
Dr. Dianne Commissaris
TNO
Postbus 718
2130 AS Hoofddorp
+31 (0)88 866 53 51
dianne.commissaris@tno.nl

In een eerder artikel in dit tijdschrift schreven we over de gezondheidsrisico's van zittend werk (Commissaris e.a., 2011). Veel en langdurig zitten vergroot het risico op overgewicht en diabetes type II (o.a. Proper e.a., 2011). Ook is er een verhoogd risico op vroegtijdig overlijden: deze kans is voor inactieve mensen die 'bijna altijd zitten' maar liefst tweemaal groter dan voor inactieve mensen die 'bijna nooit zitten' (Katzmarzyk e.a., 2009). Dynamische werkplekken, werkplekken waaraan (computer)taken gecombineerd worden met lichaamsbeweging als lopen of fietsen, kunnen mogelijk een bijdrage leveren aan het verminderen van de gezondheidsrisico's van zittend werk. Deze werkplekken zijn relatief nieuw en onbekend in Nederland en studies naar het gebruik ervan zijn, met uitzondering van onze pilotstudie uit 2011, niet gedaan. Gezien de groeiende aandacht voor de vitaliteit en duurzame inzetbaarheid van werknemers verwachten wij echter dat dit soort werkplekken de komende jaren wel geïmplementeerd gaan worden in kantoren. In deze studie onderzoeken we wat een dynamische werkplek kan betekenen voor werknemers met een zittende functie. We inventariseerden het oordeel over dynamische werkplekken onder werknemers met een zittende functie die geen kennis van of ervaring met deze innovatie hadden. De aangeboden dynamische werkplekken waren: een loopband, een fietsergometer en een werkplek waarop men zittend een elliptische trapbeweging (ZET) maakt (afbeelding 1).

Methode

Met uitzondering van diegenen die eerder betrokken waren bij onderzoek naar dynamische werkplekken (ca. zes personen), werden alle werknemers van de TNO-locatie in Hoofddorp die de beschikking hebben over een laptop (ca. 140) uitgenodigd voor deelname aan het onderzoek. Werknemers met lichamelijke klachten werden niet bij voorbaat uitgesloten, maar wel na de intake als de testleider oordeelde dat de klacht het bewegen zou hinderen. De deelnemers werden geïnstrueerd om hun eigen werk te doen tij-

1. Deze studie is deels gefinancierd door de Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) en opgezet in samenwerking met drs. Marjolein Douwes van TNO en dr. Rolf Ellegast van het Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) te Sankt Augustin, Duitsland.



Afbeelding 1. De drie geëvalueerde dynamische werkplekken: een loopband werkplek (Lifespan; links), een fietsergometer werkplek (Tunturi E60; midden) en een werkplek waarop men in zit een elliptische trapbeweging maakt (LifeBalance Station; rechts). De man op de foto is een van de auteurs van dit artikel (RK), geen proefpersoon

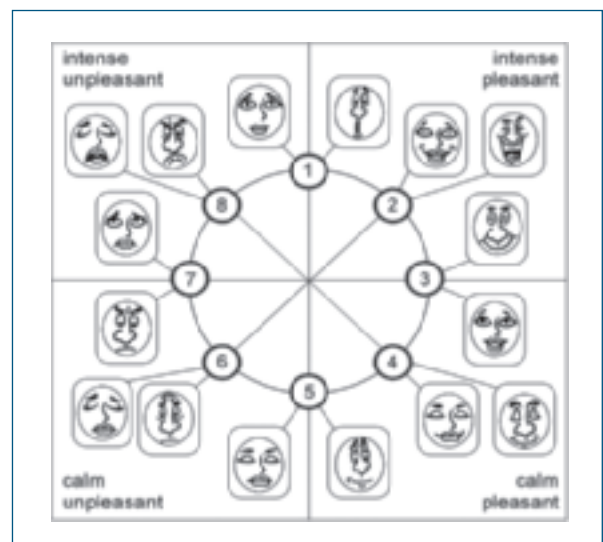
dens de testen. Ze gebruikten hun eigen laptop in een docking station met los beeldscherm, toetsenbord en muis. Uiteindelijk meldden negentien collega's zich aan. Deze kregen vooraf uitleg over de studie en tekenden een 'informed consent'. De test voerden ze uit in een speciaal ingerichte testruimte, een rustige en koele kamer (18°C) met de drie apparaten en een werkplek voor de testleider, die afgescheiden was van de overige werkruimtes.

We gaven de deelnemers zo weinig mogelijk instructies, omdat we een onbevooroordeelde reactie wilden. De intensiteit van bewegen mochten de deelnemers zelf kiezen, onder de instructie: 'kies een zo hoog mogelijke intensiteit, maar zorg er wel voor dat je nog goed kunt werken én je prettig voelt'. Elke deelnemer begon te bewegen op een standaard intensiteit (2,5 km/u lopen; 50 Watt fietsen; stand 12 ZET = 20 Watt bij 40 rpm) bepaald door de testleider en mocht daarna de intensiteit aanpassen tot een voor hem/haar prettig niveau. Na elk van de werkplekken tien minuten geprobeerd te hebben, kon men aangeven of men ook in de daarop volgende twee weken wilde werken op de favoriete dynamische werkplek. Veertien van de negentien deelnemers kozen hiervoor en kregen de opdracht om 2-3 maal minimaal 30 minuten hun eigen werk te doen. Ze konden tijd reserveren op een intekenlijst of zonder afspraak naar de testruimte gaan. Ze hielden in een logboekje hun beweegduur, ervaringen, type werk en instellingen van de werkplek bij.

De evaluatie bestond uit twee delen: 33 vragen na afloop van de eerste kennismaking met de apparaten en 33 vragen na afloop van de 'vrij gebruik'-periode. De vragenlijst had gesloten en open vragen en werd aangevuld met een diepte-interview door de testleider. We stelden vragen over: persoonlijke gegevens, attitude ten opzichte van bewegen en huidig activiteitenpatroon, algemene verwachting van een dynamische werkplek, ervaring en toekomstverwachting na 10 minuten werken en ervaring en toekomstverwachting na langduriger gebruik, ervaren ongemak, pijn en comfort, taakprestatie, gebruiksvriendelijkheid, acceptatie

door collega's. Ook gebruikten we Emocards, een methode die op non-verbale wijze de emotionele reactie van de deelnemers evalueert (Desmet e.a., 2001; afbeelding 2). Het individuele verschil in emotionele reactie op twee momenten in de tijd is uitgedrukt in een cijfer tussen 0 (geen verschil) en 4 (grootst mogelijk verschil) conform Reijneveld e.a. (2003).

De resultaten van de eerste evaluatie zijn statistisch getoetst. Een verschil in emotionele reactie of vragenlijstscore tussen twee momenten of tussen de drie werkplekken is paarsgewijs getoetst met een non-parametrische test (Wilcoxon T-test). Een verschil was significant als $p \leq 0.05$.



Afbeelding 2. De Emocard-methode. Acht mannelijke en acht vrouwelijke gezichten drukken emoties op twee dimensies uit: 'pleasantness' (plezier, aangenaamheid) en 'arousal' (activatieniveau, opwindings). Deelnemers kiezen voor man of vrouw voordat ze de gezichtsuitdrukking aanwijzen die hoort bij hun emotie

Tabel 1. Gegevens van de deelnemers, hun favoriete dynamische werkplek en het gebruik ervan

	Eerste evaluatie (n=19)	Tweede evaluatie (n=14)
Aantal vrouwen-mannen (#)	9-10	6-8
Functies	12x onderzoeker/adviseur; 3x projectleider; 2x business developer; 1x lijnmanager; 1x stagiair	10x onderzoeker/adviseur; 2x projectleider; 2x business developer
Gemiddelde leeftijd (jaren) (minimum-maximum)	41 (23-63)	41 (25-60)
Gemiddelde lichaamslengte (cm) (minimum-maximum)	177 (160-200)	179 (168-200)
Gemiddeld lichaamsgewicht (kg) (minimum-maximum)	76 (57-101)	79 (59-101)
Gemiddelde Body Mass Index (kg/m ²) (minimum-maximum)	24.1 (19.7-29.1)	24.6 (20.4-29.1)
Voldoen aan Nederlandse Norm Gezond Bewegen* (#)	10 (4 vrouwen en 6 mannen)	8 (3 vrouwen en 5 mannen)
Favoriete dynamische werkplek	Loopband: 2 Fietsergometer: 13 ZET: 3 Geen van allen: 1	Loopband: 2 Fietsergometer: 9 ZET: 3
Gebruik van de favoriete dynamische werkplek in de 'vrij gebruik'-periode van 2 weken		1 maal: 1 persoon 2 maal: 11 personen 3 maal: 1 persoon 4 maal: 1 persoon 20-30 min/keer: 9 personen 35-50 min/keer: 4 personen 1 uur/keer: 1 persoon

* NNGB: minimaal 5 dagen/week >30 minuten matig intensief of >20 minuten intensief bewegen

Resultaten

De deelnemers

De 15 deelnemers die vooraf een 'pleasant' gevoel hebben bij een dynamische werkplek in het algemeen (afbeelding 3) verwachten dat 'werken en bewegen tegelijkertijd leuk is' en zijn 'benieuwd' naar zo'n werkplek. De 3 deelnemers die 'unpleasant' scoren verwachten dat 'werken en bewegen tegelijk moeilijk te combineren zal zijn' en vragen zich af of 'fitness op kantoor wel professioneel is'. Bij eerste aanblik van de werkplekken scoort de loopband significant lager op 'pleasantness' dan de fietsergometer ($p=0,005$) en ZET ($p=0,017$), terwijl er geen verschil tussen laatstgenoemden is ($p=0,196$) (afbeelding 4). Het 'arousal'-niveau bij eerste aanblik is significant lager op de fietsergometer dan op de loopband ($p=0,010$). Na 10 minuten gebruik van elk van de werkplekken scoren zowel loopband ($p=0,021$) als ZET ($p=0,031$) significant lager op 'pleasantness' dan de fietsergometer. In 'arousal'-niveau zijn er geen significante verschillen meer tussen de werkplekken. Tussen de twee momenten in de tijd waren er significant meer verschuivingen in emotionele reactie (het aantal pijlen in afbeelding 4) voor de ZET dan voor de fietsergometer ($p=0,013$). Tabel 2 geeft meer verdieping aan de emotiescores uit afbeelding 4.

De reactie op een dynamische werkplek na langduriger gebruik

Redenen van de vijf deelnemers die niet deelnamen aan deel 2 van het onderzoek zijn, onder andere: 'te veel hinder



Afbeelding 3. De emotionele reactie op een dynamische werkplek in het algemeen: vooraf zonder er een gezien te hebben (lichte balken) en na een eerste kennismaking met en na 10 minuten gebruik van drie verschillende werkplekken (donkere balken). De hoogte van een balk geeft het aantal deelnemers aan dat de betreffende gezichtsuitdrukking gemarkeerd heeft (n=19)

Tabel 2. Scores op ervaren ongemak (lichamelijk en qua taakuitvoering) en verwachte werkprestatie plus toelichtingen, score op verwacht gebruik, en keuze van de werkplek waarop men langer zou willen werken plus motivatie na 10 minuten gebruik van elke werkplek (n=19).

	Loopband	Fietsergometer	Zittende elliptische trainer (ZET)
Gemiddelde hoeveelheid ervaren ongemak (5-punt schaal: 1=veel minder, 3=hetzelfde, 5=veel meer)	4,2*	3,5*^	4,0^
Ongemak (veel) minder dan of hetzelfde als op normale werkplek (# personen)	3	10	4
Ongemak (veel) meer dan op normale werkplek (#)	16	9	15
Top-3 redenen (veel) meer ongemak	handen bewegen te veel (7x) hoofd beweegt te veel (6x)	zadel zit niet goed (2x) voelt instabiel (1x) te inspannend (1x)	te zwaar voor knieën of knieën tegen werkblad (5x) werkblad te hoog voor handen (3x) houding en beweging benen onprettig (2x)
Gemiddelde verwachte werkprestatie (5-punt schaal: 1=veel minder goed, 3=hetzelfde, 5=veel beter)	1,8*^	2,9*	2,5^
Verwachte werkprestatie (veel) beter dan of hetzelfde als op normale werkplek (#)	2	14	9
Top-3 redenen verwachting toename prestatie	geeft energie / voel me actiever (1x)	geeft energie / voel me actiever (5x) prettig om te bewegen (2x)	geeft energie / voel me actiever (1x) prettig om te bewegen (1x) betere concentratie (1x)
Verwachte werkprestatie (veel) slechter dan op normale werkplek (#)	17	5	10
Top-3 redenen verwachting afname prestatie	te veel hand-bewegingen (5x) te veel hoofd-bewegingen (4x) hele lichaam instabiel (2x)	meer beweging in bovenlichaam en hoofd (1x)	te veel beweging in lichaam / lastige trapbeweging (3x) handen te hoog / opgetrokken schouders (1x) extra concentratie nodig voor trapritme (1x)
Gemiddelde kans op gebruik werkplek (5-punt schaal: 1=zeer klein, 3=gemiddeld, 5=zeer groot)	2,4*	3,4*^	2,1^
(Redelijk) grote kans op gebruik werkplek indien beschikbaar (#)	4	9	3
Favoriete dynamische werkplek (#)	2	13	3
Top-3 motivatie voor keuze favoriete werkplek	kan bewegen zonder verlies werkprestatie (1x)	prettigste / minst storende werkplek (6x) wil het een kans geven (2x)	goede concentratie (1x) inzicht in score (niveau, energieverbruik) is leuk (1x)

* ^: significant verschil in gemiddelde score tussen twee dynamische werkplekken

van het bewegen om normaal te kunnen werken', 'te weinig dagen op kantoor', 'geen prioriteit, te druk met werk'. De veertien deelnemers die wel deelnamen gebruiken de werkplekken minder vaak dan gevraagd; hun daadwerkelijke gebruik staat in tabel 1. Dit komt door: 'de matige bereikbaarheid van de ruimte met de apparaten (eind lopen vanaf

afdeling en soms deur op slot)', 'onvoldoende dagen op kantoor' en 'de beperkte beschikbaarheid van de fietsergometer'. Een sessie van 20-30 minuten bleek voor iedereen haalbaar en 5 deelnemers kozen er voor om (soms) langer dan 30 minuten te werken.

De resultaten van de evaluevaluatie, na 2 weken 'vrij gebruik'

van de favoriete dynamische werkplek door 14 deelnemers, hebben we vanwege de geringe aantallen niet statistisch getoetst. De teksten hierna zijn dan ook indicatief. Na 2 weken vrij gebruik van de loopband kiest geen van de 2 deelnemers nog voor een *emotionele reactie* 'pleasant', terwijl 7 van de 9 deelnemers dat wel doen voor de fietsergometer en alle 3 voor de ZET. Wat de *subjectieve taakprestatie* betreft, vindt een enkeling dat deze verbetert ten opzichte van een normale werkplek, terwijl de meeste deelnemers op zijn best een gelijkblijvende prestatie, maar vaker een verslechtering melden. Werken op de loopband lijkt het minst positieve taakprestatieoordeel te geven. Men vindt de ZET het meest geschikt voor typen, huisactiviteiten en lezen; de loopband het meest geschikt voor denkwerk, telefoneren en overleg met collega's. De fietsergometer wordt voor geen van de bevroegde taken als het meest geschikte apparaat gezien, maar ook niet als het meest ongeschikte apparaat. Over de invloed van het bewegend werken op *ervaren pijn en de comfortbeleving* rapporteren 2 van de 14 deelnemers meer pijn tijdens het werken, en wel op de fietsergometer: zadelpijn en pijn in de onderrug door het zadel. Lopen vermindert de spanning in de onderrug volgens een deelnemer. Alle deelnemers, op één na, voelen zich fitter na het werken op een dynamische werkplek in vergelijking met hun normale werkplek. Aan de andere kant vindt geen van de deelnemers, op één na, dat zijn favoriete

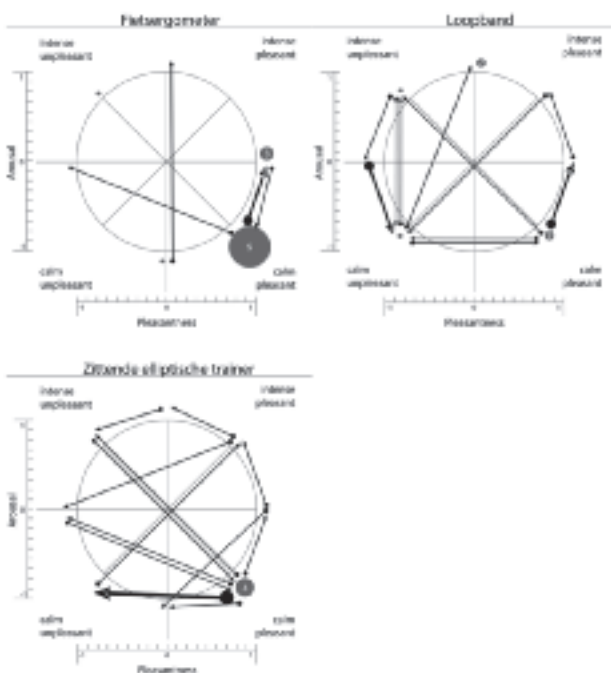
dynamische werkplek comfortabeler is dan zijn normale werkplek.

Tot slot melden we de resultaten over *gebruiksvriendelijkheid, acceptatie door collega's en toekomstig gebruik*. Na een eenmalige uitleg aan het begin van de testperiode, levert het instellen van de loopband en de ZET geen enkel probleem op voor de deelnemers. De fietsergometer, echter, is voor 2 van de 9 deelnemers lastiger in te stellen dan hun normale werkplek. Alle 14 deelnemers denken dat hun collega's het gebruik van een dynamische werkplek onder werktijd volledig zouden accepteren. Elf deelnemers vinden een dynamische werkplek geschikt als werkplek; 13 vinden het normaal om die werkplek in aanwezigheid van collega's te gebruiken, maar 10 willen dat dan wel doen in een aparte ruimte op de afdeling. Dit heeft onder andere met de geluidsproductie van de apparaten te maken. Tien van de 14 deelnemers zouden hun favoriete dynamische werkplek gedurende minimaal 30 minuten per dag *willen* gebruiken, maar het *daadwerkelijke gebruik* op kantoor schat men vervolgens lager in op 1 tot maximaal 3 dagen per week. Tabel 3 beschrijft welke randvoorwaarden de deelnemers stellen aan het daadwerkelijke gebruik van de werkplekken.

Discussie

Vergelijking van de resultaten met die van andere studies

Voor zover we weten is dit de eerste evaluatie van het gebruik van dynamische werkplekken in een reële werksituatie in Nederland. In onze eerdere pilotstudie (Commissaris e.a., 2011) voerden studenten vier gestandaardiseerde computertaken uit in een labsetting. In beide studies hebben we de ervaren taakprestatie geëvalueerd, met vergelijkbare vragen. Een overeenkomst die we zien is dat beide groepen proefpersonen menen dat hun taakprestatie tijdens bewegend werken slechter is dan tijdens stilzittend werken. Echter, uit de pilotstudie weten we dat de subjectief ervaren en objectief gemeten taakprestatie niet altijd overeenkomen. De objectief gemeten leesprestatie was namelijk significant beter tijdens fietsend lezen en de typeprestatie was niet significant slechter op een matig intensief fietsniveau. Bij andere combinaties van taak en beweging was de objectieve taakprestatie wel slechter dan tijdens stilzittend werken. Aangezien we in het huidige onderzoek de taakprestatie niet gemeten hebben, weten we niet wat het effect op de feitelijke taakprestatie is geweest. Wel lijkt het voor de invoering van dynamische werkplekken in een kantooromgeving cruciaal dat er voldoende aandacht is voor de verwachting van mensen dat hun taakprestatie verslechtert tijdens bewegend werken. Medewerkers dienen op voorhand te weten welke taken minder goed uitgevoerd kunnen worden tijdens bewegend werken en welke juist even goed of beter, ook al voelt dat misschien niet zo. In Amerika zijn meerdere studies naar het gebruik van dynamische werkplekken gedaan. Bewegend werken op een loopband leidt tot een extra energieverbruik van gemiddeld 100 kcal per werkdag en de deelnemers 'would



Afbeelding 4. Individuele verschillen in emotionele reactie op elk van de drie dynamische werkplekken. Het verschil betreft twee momenten: de eerste aanblik, zonder enig contact met de werkplek (rondje) en na 10 minuten gebruik van de werkplek (pijlpunt). Het rondje met cijfer geeft aan hoeveel deelnemers op elk van de twee momenten dezelfde emotionele reactie hadden, de pijlpunt met cijfer hoeveel deelnemers dezelfde verschuiving in emotionele reactie hadden (n=19)

Tabel 3. Resultaten van het diepte-interview over toekomstig gebruik na afloop van de 'vrij gebruik' periode (n=14)

Redenen om wel een dynamische werkplek te (blijven) gebruiken	Gaat prima samen met gerichte taken als typen, mailen, intern overleg, denkwerk. Verfrissend tussendoortje, fijne afwisseling, een 'boost' na het gebruik ervan. Hulpmiddel tegen stijve rug/last van onderrug bij langdurig werken op een normale werkplek. Verhoogde concentratie/scherper denken tijdens het bewegen.
Redenen om geen gebruik (meer) te maken van een dynamische werkplek	Uiteindelijk toch teleurgesteld omdat de beweging effectief 'echt' werken hindert. Geen prioriteit, te druk met werk en het bewegen erbij vraagt dan te veel. Weinig dagen op kantoor, want veel onderweg/thuis werken. Praktische bereikbaarheid van de ruimte (omlopen, onduidelijkheid over lichtknopjes) en bezette werkplekken.
Voorwaarden voor succesvol gebruik van dynamische werkplekken	Moet laagdrempelig, goed toegankelijk en goed zichtbaar zijn op de werkvloer zodat men eraan herinnerd wordt. Er dient een duidelijke en kloppende presentatie van de prestatie (afgelegde afstand/verbrande calorieën) te zijn; 'het liefst een smart phone app'. De apparaten dienen allemaal verbeterd te worden: beter zadel op de fietsergometer; steilere zithoek op de ZET; minder geluidsproductie van de loopband. Duidelijkheid over het type werk dat men kan doen, en dan gericht voor bepaalde taken ernaar toe gaan. Kleding erop aanpassen (niet te warm, geen kort rokje).

use it if available' (Thompson e.a., 2008). Het blijkt echter dat taken waarbij de handen en vingers nodig zijn (typen en muisactiviteiten) minder goed uitgevoerd worden, terwijl taken waarbij alleen het hoofd nodig is (cognitieve testen) even goed worden uitgevoerd tijdens het lopen als tijdens stilzitten (John e.a., 2009; Ohlinger e.a., 2011). Voor bewegend werken op een fietsergometer is bekend dat ook daar de taakprestatie van typen en muisactiviteiten minder is ten opzichte van stilzittend werken (Straker e.a., 2009). Deze resultaten zijn alleen in kwalitatieve zin te vergelijken met de bevindingen uit onze studie, omdat de taken en taakprestatieverschillen verschillend waren. Ook in onze studie ligt de grootste ervaren verslechtering van de werkprestatie bij typen en bij muisactiviteiten, dus bij taken waarvoor een motorische activiteit van de handen nodig is. Straker e.a. (2009) veronderstellen dat de bewegingen van benen en romp tijdens lopen en fietsen interfereren met de benodigde stabilisering van de handen tijdens typen en aanwijzen met de muis. Echter, onze studie bevestigt niet de eerdere bevinding dat taken zonder handactiviteit, zoals cognitieve testen en lezen, even goed uitgevoerd kunnen worden tijdens lopend en stilzittend werken; de deelnemers vinden dat lezen op de loopband niet goed gaat. Let wel, dit betreft slechts twee deelnemers en een subjectief oordeel over de leesprestatie.

De emotionele reacties op dynamische werkplekken
Voordat de deelnemers een dynamische werkplek gezien hebben, geeft 79% van hen aan dat ze een 'pleasante' gevoel hebben bij zo'n werkplek. Het lijkt ze 'leuk' en ze zijn 'benieuwd'. Aangezien de deelnemers vrijwillig kozen voor deelname aan de studie, verwachten we een lager percentage dat een 'pleasante' gevoel heeft als we alle kantoorwerkers met een zittende functie vragen naar hun verwachting. Opvallend is dat de emotionele reactie ná de eerste kennismaking met de dynamische werkplekken anders is dan de reactie vóór het gebruik ervan, vooral voor de zittende

elliptische trainer (ZET) en, in mindere mate, voor de loopband. Blijkbaar kan men zonder ervaring niet goed schatten hoe deze apparaten zullen bevallen. De ZET ziet er comfortabel uit omdat de zitting een gewone bureaustoel is, maar valt tegen in gebruik omdat de trapbeweging zwaar is en de instelmogelijkheden beperkt zijn. Drie van de 14 deelnemers kiezen deze werkplek om langer uit te proberen en na die periode veranderen zij niet substantieel van emotionele reactie. De loopband schat men op voorhand al minder 'pleasante' in dan de fietsergometer en ZET, omdat men verwacht dat lopen en werken lastig te combineren zal zijn. Slechts 2 deelnemers kiezen deze werkplek dan ook om langer uit te proberen en na 2 weken 'vrij gebruik' vinden ze het beide 'unpleasante'. De loopband lijkt alleen geschikt voor telefoneren, denken en overleg met collega's; andere taken vindt men niet te combineren met lopen. Van de fietsergometer kan men het best schatten hoe bewegen te combineren zal zijn met werken en de emotionele reacties verschuiven op individueel niveau wel iets in de loop van de studie, maar blijven gemiddeld gezien gelijk. Op basis van deze bevindingen raden wij organisaties aan om dynamische werkplekken gedurende langere tijd op proef te nemen en om de proefperiode zorgvuldig te evalueren, vooral als de werkplek een loopband of ZET is. Ook adviseren wij organisaties om meerdere types dynamische werkplek op proef te nemen, omdat medewerkers verschillen in hun bewegingsvoorkeur.

Enkele opmerkingen over deze studie

Het aantal deelnemers aan deze studie is relatief gering voor een gebruikersonderzoek. Van de circa 135 benaderde collega's meldde zich er, na twee herhalingsoproepen en persoonlijke werving, uiteindelijk negentien aan voor deelname. Het geringe aantal heeft wellicht te maken met de gevraagde tijdsinvestering (4-5x minimaal 30 minuten), de periode van het jaar (eind november, dat wil zeggen eindejaardruk) en het karakter van het werk (veel afspraken

buiten kantoor, vaste thuiswerkdag, veel parttime werkenden). Het geringe aantal deelnemers heeft naar ons idee niet te maken met de onbekendheid met dynamische werkplekken. Men was juist nieuwsgierig naar deze innovatie en ' wilde het best eens proberen'. Voor vijf van de negentien deelnemers was de eerste kennismaking niet positief genoeg om tijd te investeren in verdere deelname. Van hun redenen 'te veel hinder van het bewegen om normaal te kunnen werken', 'geen prioriteit, te druk met werk', 'te weinig dagen op kantoor' had er één te maken met de dynamische werkplek en de andere twee met de organisatie van het werk.

We hebben vooraf besloten om de deelnemers vrij te laten in hun keuze voor een dynamische werkplek om gedurende langere tijd aan te werken. Voordeel hiervan is de grotere motivatie onder de deelnemers om tijd te investeren in de studie. Immers, autonomie is geassocieerd met een hogere motivatie (Humphrey e.a., 2007). Nadeel is echter dat te weinig deelnemers kozen voor de loopband (n=2) en ZET (n=3) om verschillen statistisch te kunnen toetsen.

Conclusie

De eerste verwachting van de deelnemende kantoormedewerkers met een zittende functie geeft aan dat men open staat voor een dynamische werkplek in het algemeen. Voor twee van de drie apparaten blijft de emotie echter niet positief na kortdurend gebruik. Cruciale factoren voor een blijvende positieve beleving lijken: het gemak waarmee het werk uitgevoerd kan (blijven) worden; het gemak waarmee bewogen kan worden; het ergonomisch ontwerp van de werkplek; de beschikbaarheid van de werkplek en toegankelijkheid van de ruimte waarin de werkplek staat. Het gemak van instellen van de werkplek en de sociale acceptatie op de werkvloer lijken bij de geteste werkplekken in orde te zijn. Feedback over de beweegprestatie zou wel van meerwaarde zijn.

Referenties

Commissaris, D., Douwes, M., Hildebrandt, V. (2011). De dynamische kantoorwerkplek: Verslag van een pilot, de rol van ergonomen en een toekomstvisie. *Tijdschrift voor Ergonomie*, 36(1):26-31.

Desmet, P.M.A., Overbeeke, C.J., Tax, S.J.E.T. (2001). Designing products with added emotional value; development and application of an approach for research through design. *The Design Journal*, 4(1):32-47.

Humphrey, S.E., Nahrgang, J.D., Morgeson, F.P. (2007). Integrating motivational, social, and contextual work design features: A meta-analytic summary and theoretical extension of the work design literature. *Journal of Applied Psychology*, 92(5):1332-1356.

John, D., Bassett, D., Thompson, D., Fairbrother, J., Baldwin, D. (2009). Effect of using a treadmill workstation on performance of simulated office work tasks. *Journal of Physical Activity and Health*, 6(5):617-624.

Katzmarzyk, P.T., Church, T.S., Craig, C.L., Bouchard, C. (2009). Sitting time and mortality from all causes, cardio-vascular disease, and cancer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(5):998-1005.

Ohlinger, C.M., Horn, T.S., Berg, W.P., Cox, R.H. (2011). The effect of active workstation use on measures of cognition, attention, and motor skill. *Journal of Physical Activity and Health*, 8(1):119-125.

Proper, K.I., Singh, A.S., van Mechelen, W., Chinapaw, M.J.M. (2011). Sedentary Behaviors and Health Outcomes Among Adults: A Systematic Review of Prospective Studies. *American Journal of Preventive Medicine*, 40(2):174-182.

Reijnenveld, K., de Looze, M., Krause, K. (2003). Measuring the emotions elicited by office chairs. In: DPPI '03 Proceedings of the 2003 international conference on Designing Pleasurable Products and Interfaces. New York, USA.

Straker, L., Levine, J., Campbell, A. (2009). The effects of walking and cycling computer workstations on keyboard and mouse performance. *Human Factors*, 51(6):831-845.

Thompson, W.G., Foster, R.C., Eide, D.S., Levine, J.A. (2008). Feasibility of a walking workstation to increase daily walking. *British Journal of Sports Medicine*, 42(3): 225-228.

Summary

Sedentary work entails health risks. Dynamic workstations, where (computer) tasks can be combined with physical activity, might reduce these risks. We evaluated three dynamic workstations: a treadmill, bicycle ergometer and semi-recumbent elliptical trainer (RET); in 19 office workers with sedentary work; and used a questionnaire, Emocards and an in-depth interview. In advance, 79% of the participants have a 'pleasant' expectation of a dynamic workstation. After the first encounter with the devices, the treadmill is rated less 'pleasant' than the bicycle ergometer and RET. The favourite dynamic workstation is the bicycle ergometer for 72% of the participants, the treadmill for 11% and RET for 17%. We conclude that users differ in their opinion of dynamic workstations and that this judgement changes over the course of the period of use. We suggest a task-specific use of each dynamic workstation and advise organisations to have multiple workstations on trial before purchasing one.

Toepassen van Accessible en Inclusive Design in verpakken wordt de norm

Op dinsdag 5 maart 2013 werd in Gouda het 2nd World Seminar on Accessible and Inclusive Design in Packaging gehouden op initiatief van de ISO werkgroep Packaging - Accessible Design (ISO TC122 WG9) en het NVC Nederlands Verpakkingscentrum. Tijdens dit seminar kwamen vertegenwoordigers van onderzoeksinstituten en bedrijven uit de Verenigde Staten, Japan, Korea, Zweden, Duitsland, Groot Brittannië en Nederland bij elkaar om te bespreken hoe we verpakkingen zo kunnen ontwerpen dat verpakte producten voor een zo groot mogelijke doelgroep toegankelijk zijn.

De ochtend was vooral gericht op de wetenschap, met presentaties van toonaangevende universiteiten. De middag was juist gericht op het toepassen van accessible en inclusive design, met presentaties vanuit het bedrijfsleven over best practises.

Prof. Ken Sagawa van Japan Women's University legde de basis voor de dag met een presentatie over het nut van accessible design bij het verpakken in het licht van de behoeften van de wereld. Door het vergrijzen van de wereldbevolking neemt het belang van accessible design snel toe. Professor Sagawa liet aan de hand van heldere voorbeelden zien hoe accessible design naar het verpakken vertaald kan worden. In Japan gebruiken ze bijvoorbeeld tactiele markerings, zodat ook mensen met een visuele beperking kunnen bepalen wat de inhoud van een verpakking is. Voor ons allemaal is het handig als de soms veel te kleine letters op verpakkingen groter gemaakt worden.

Dr. Laura Bix van Michigan State University presenteerde het perspectief van de gebruiker en hoe dat door haar wordt onderzocht. We staan er vaak niet bij stil, maar medisch personeel en jonge ouders moeten eigenlijk gezien worden als gebruikers



met maar één hand. De andere hand is in veel (nood)situaties namelijk al in gebruik. Daarom is het belangrijk om verpakkingen die in deze situaties gebruikt worden zo te ontwerpen dat ze met één hand geopend kunnen worden. Omdat factoren als tijdsdruk en stress een grote rol spelen in het openingsgedrag van de gebruiker, is het van belang deze verpakkingen te testen door middel van geavanceerde simulaties van de gebruikssituatie.

Vanuit de NVC Leerstoel Packaging Design and Management aan de Universiteit Twente wordt onderzoek gedaan naar het openen van verpakkingen. Het onderzoek heeft zich tot nu toe vooral gericht op het openen van top-seals. Denk daarbij aan verpakkingen voor vleeswaren en kaas, maar ook de folie waarmee bekers en kuipjes afgedicht wordt. Thierry Spaans, spreker namens Universiteit Twente, heeft voor zijn Bacheloropdracht het openen van top-seals onderzocht en bekeken hoe de gebruikte testmethode toegepast kan worden binnen accessible design.

Drie voorbeelden uit de praktijk werden uitgebreid toegelicht: de Champix-verpakking van Pfizer door *Robert Winter*, de Black Magic-verpakking van Nestlé door *David Wiggins* en natuurlijk de Nederlandse ontwikkeling van het HAK 1-2-OPEN-deksel door *Ton van Veen* van Plato product consultants. *Kim Jongkyoung* van het Korea Agency for Technology and Standards KATS gaf een overzicht van accessible packaging design in Korea en Manabu Inomata liet uitgebreid zien hoe accessible design toegepast wordt bij het ontwikkelen van nieuwe drankenverpakkingen voor Coca-Cola in Japan. Het seminar werd afgesloten met een workshop onder leiding van het NVC Nederlands Verpakkingscentrum en de NVC Leerstoel Packaging Design and Management van Universiteit Twente.

Dagvoorzitter *Michaël Nieuwesteeg* (NVC Nederlands Verpakkingscentrum) besloot het seminar met twee conclusies. Ten eerste ontwikkelt de wereld zich in een richting, waarin 'abnormaal zijn' de norm wordt. Verpakkingsontwerpers zullen daarmee rekening moeten houden en dus daadwerkelijk naar de consument moeten kijken met al zijn/haar 'niet normale' mogelijkheden en onmogelijkheden voor het gebruiken van verpakte producten. Ten tweede liggen er enorme mogelijkheden voor daadwerkelijk innovatief verpakkingsontwerp op basis van accessibility, waarmee nieuwe gebruikersgroepen worden aangeboord zonder de bestaande te verliezen. Zo denken in termen van diversiteit en verpakken zou wel eens een van de grootste bronnen van het concurrentievermogen van de Nederlandse verpakkingssector kunnen worden.

Ger Standhardt

*Ger Standhardt is Manager Kennisontwikkeling en Projecten van het NVC Nederlands Verpakkingscentrum.
g.standhardt@nvc.nl*



Toegepast

Door Danielle Vossebeld

Wired PAS Medisch alarm systeem

Ontwerp: Bluelarix Designworks

Een herontwerp van een persoonlijk alarm voor verzorg- en ziekenhuizen vraagt naar mijn idee om een eenvoudige toepassing van informationele ergonomie. Ik was daarom verrast dat we tijdens het interview voor dit artikel niet over de interactie met de knoppen hebben gesproken. De uitdaging lag ergens anders.

Bluelarix is in de zomer van 2010 gevraagd door Niko, een bedrijf in onder andere domotica voor zorginstellingen, om een herontwerp te maken van een persoonlijk alarm. Dit is een bedrade afstandsbediening voor bij een bed met drie knoppen, voor nood, verlichting en een functie naar keuze (afbeelding 1).

De draad wordt met een stekker bevestigd in een contact aan de wand. Indien het systeem geen verbinding maakt, dus als de draad los is, gaat een alarm af. Om ongewenst ontkoppelen bij het verrijden van het bed te voorkomen, heeft zo'n draad gewoonlijk een lengte van circa vijf meter. Ondanks een duidelijke opdracht, besloot Bluelarix het gebruik van bestaande alarmsystemen in het AMC te onderzoeken (afbeelding 2). Uit het beeldmateriaal en uit gesprekken met de verpleging bleek vijf meter draad eigenlijk te lang. Door het eigen gewicht hiervan valt de afstandsbediening regelmatig op de grond, waardoor een patiënt deze in geval van nood niet meer kan bedienen. Ook is er angst dat de patiënt bij het woelen in bed de kabel strak om zijn nek wikkelt vóór de stekker wordt losgetrokken. Om deze risico's te voorkomen wordt de draad aan het bed of de papegaai (greep boven het bed) geknoopt. Maar hierdoor zal de stekker niet meer losgetrokken worden als de patiënt met alarm uit bed valt.

Het herontwerp bevat daarom twee nieuwe elementen. Aan de afstandsbediening zit nu slechts 1,5 meter draad. De overige 3,5 meter kan hier met een extra stekker op worden aangesloten.

Met de eigen elektrotechnicus is gezocht naar een geschikte stekker. Er zijn twaalf verschillende stekkers gevonden die de gewenste signalen konden doorgeven. Met een eenvoudige krachtopnemer is onderzocht bij hoeveel kracht ze kunnen worden losgetrokken. Van drie stekkers bleken de krachten onder de geëiste grenswaarde te liggen. Het risico dat het contact verbroken zou worden onder het eigen gewicht van stekker en draad is dan te groot. De drie stekkers met daarop de minst benodigde kracht om te ontkoppelen zijn verder getest. Hierbij is ook getest of de stekker snel genoeg loskomt indien de draad om de nek van een testpersoon, in dit geval een eigen collega, gewikkeld raakt.

Een tweede vernieuwing is de siliconen houder die aan het bedframe of de papegaai bevestigd kan worden (afbeelding 3). In deze houder zit de aansluiting voor de stekker. Door het flexibele materiaal en de ruime lus kan de houder alle kanten op bewegen. De plugrichting komt zo altijd overeen met de trekrichting, waardoor de stekker kan worden losgetrokken bij bijvoorbeeld een val uit bed.

Het juiste ontwerp voor de siliconen houder kwam tot stand door vele hands-on-testen met rubber. Harde rubbers bleken onvoldoende mee te bewegen. Uit zacht rubber zijn diverse sluit- en koppelsystemen gesneden en in elkaar geniet (afbeelding 4). Er zijn vervolgens enkele modellen 3D-geprint uit rubber, maar die gingen na 2 à 3 keer testen al kapot. Niko heeft betere prototypes laten produceren om in het ziekenhuis te testen. Het uiteindelijke ontwerp is begin 2011 op de markt gebracht.

Hoewel de drie knoppen vrijwel geen onderdeel uitmaken van het interview, bleek de ergonomische verrassing van dit product uiteindelijk in een deelbaar snoer en een slim stukje siliconen te zitten.



Afbeelding 1. Een persoonlijk alarm



Afbeelding 2. Onderzoek naar het gebruik van bestaande alarmsystemen in het AMC



Afbeelding 3. Siliconen houder voor aan bedframe of papegaai



Afbeelding 4. Diverse sluit- en koppelsystemen

Ergonomie en octrooien

Door Wouter Kanneworff en Danielle Vossebeld

RayMay/KUM PenCut inklapschaar voor links- en rechtshandig gebruik

Publicatie: EP2255934A1, 1 december 2010. Marktintroductie: 2010

Scharen hebben één nadeel. Omdat ze voorzien zijn van een scharnier zijn ze normaliter geschikt voor óf links- óf rechtshandigen. Het heeft te maken met het snijvlak en het opvangende vlak. Die twee moeten optimaal op elkaar afgestemd zijn. Vandaar ook dat wij, als wij een nagelschaar gebruiken, vaak niet zo lekker knippen als wij die andere hand moeten knippen. In de tweede situatie heeft de schaar door de gewijzigde oriëntatie vaak de neiging te gaan scheuren in plaats van te snijden.

Een Japanse fabrikant ontwikkelde een schaar die volledig inklapbaar is en die je als een pen in je binnenzak kunt plaatsen. Om dit te bereiken werd de schaar voorzien van flexibele vingerlussen die worden gevormd door een plastic strip. Die uitspringende lussen veranker je door een schuifknopjes naar beneden te schuiven. Door een uitsparing aan

beide kanten van het frame kan dat handvat worden aangepast voor beide handtypen. Maar met de aanpassing van het handvat was de fabrikant er natuurlijk nog niet: ook de snijvlakken moesten worden aangepast. Door zowel de onderkant als de bovenkant van het knippende gedeelte aan beide kanten te slijpen ontstaat een schaar die volledig spiegsymmetrisch kan functioneren. Gezien de inklapbaarheid zijn er wel concessies gedaan aan het ergonomisch gebruik van de schaar, maar de beschikbaarheid voor beide groepen gebruikers maakt dat deels goed. Een schaar die dat, als je er naar kijkt, fascineert door zijn eenvoud en vernuft. Inmiddels zijn ook een minivariant en een variant voor kinderen ontwikkeld. De benadering middels omvormbare handvatten en tweezijdig geslepen snijddelen opent de mogelijkheid tot het maken van een gewone, universele schaar.



Ergonomie en octrooien



Door Wouter Kanneworff en Danielle Vosseveld

Fiskars ServoCut schaar

Publicatie: EP2540459A1, 2 januari 2013. Marktintroductie: najaar 2012

Het openen van antidiefstalverpakkingen vormt steeds vaker een probleem. Via heatsealen in plastic opgesloten geheugensticks, inktpatronen et cetera laten zich niet eenvoudig bevrijden. Dan maar de schaar erin gezet? Was het maar zo eenvoudig. Het stugge kunststof is lastig te knippen, waarbij de schaar indrukken maakt bij de vingers, en de schaar de neiging heeft vast te lopen of schuin te klappen.

Het Finse Fiskars, uitvinder van de oranje schaar, ontwikkelde een nieuw type schaar. Anders dan bij gewone scharen zit hierbij het onderste snijblad niet vast in het onderste deel van het handvat. Nee, het is vóór het gewone scharnier nogmaals draaibaar gezekerd aan het kunststof van dat deel. Tijdens het knippen kan het snijblad daarvoor nog een enkele millimeter bewegen. En het rare is, die

beweging maakt het mogelijk dat je je snijdvermogen verdubbelt op die lastige kunststof verpakking en taaie stof. De snede verloopt bovendien ook nog eens vloeiender. Het nieuwe type schaar is nu nog slechts in twee groottes en enkele varianten (als naaigereedschap of universele huishoudversie) beschikbaar. Wellicht dat het mechaniek in de toekomst ook voor kleinere scharen zal worden gebruikt. Dat zal afhangen van het succes van deze grotere versies, antwoordde mij ontwerper Heikki Savolainen op een vraag die ik hierover stelde. Ere wie ere toekomt, de schaar is niet verpakt in een lastig te openen verpakking. Nee, zeker niet! Je kunt hem gewoon uit de verpakking schuiven en zelf testen. De vorm is even wennen omdat hij ingaat tegen al datgene dat op het gebied van scharen zo vertrouwd is. Maar is dat niet altijd zo met revolutionaire zaken?



Uit onze vereniging

Dit stuk is een dag na de Algemene Ledenvergadering van onze vereniging geschreven. Dankzij de flexibiliteit van de redactie kan het stuk nog mee in deze uitgave van het tijdschrift, zodat u op de hoogte bent van de uitkomsten van de ALV. Gastvrouw was Danielle Vossebeld die ons ontving op de Hogeschool Utrecht, waar ze als docent werkzaam is. Danielle is o.a. docent Ergonomie bij de bachelor Werktuigbouwkunde en Master of engineering. Ze heeft het voor elkaar gekregen dat niet alleen de studenten Werktuigbouwkunde, maar ook de studenten Installatietechniek en Machinebouw inmiddels Ergonomie in hun vakkenpakket hebben. Veel studenten weten in eerste instantie niet wat ze met het vak Ergonomie aanmoeten, maar er zijn aan het eind van de streep veel positieve resultaten van studenten die zeer creatieve en ergonomische doordachte onderzoeksprojecten afronden bij bedrijven.

Voorafgaand aan de ALV hebben Danielle Vossebeld en Jens Gijbels een presentatie gegeven met als titel 'Van beleving gebruikers naar ergonomie in zware werktuigbouwkunde', zeg maar zachte technieken (de menskant) voor harde engineers (de technische kant). Jens Gijbels is onderzoeker en minor-coördinator. Hij heeft ons ingevoerd in de wereld van co-design, Fuzzy Front End en de pressure cooker. De manier waarop de Hogeschool Utrecht de gebruikers betrekt in het ontwerpproces was heel inspirerend. De Hogeschool ontwerpt vóór, maar vooral sámen met de gebruikers en weet daarmee creatieve en vernieuwende inzichten te geven aan opdrachtgevers, die de oplossing voor hun probleem soms in een heel andere richting verwacht hadden.



Danielle Vossebeld (links) en Jens Gijbels

Danielle Vossebeld liet in het tweede deel van de presentatie aan de hand van praktijkvoorbeelden zien hoe ergonomie toegepast wordt in de 'harde' engineering. De voorbeelden kwamen uit uiteenlopende sectoren, zoals het slopen van gebouwen (Caterpillar), ziekenhuizen (UMCU, Meander), bagageafhandeling van Schiphol, palletwikkelmachine en een röntgenapparaat voor operatietafels.

Onder het genot van een broodje en soep hebben we gediscussieerd over de vraag hoe je opdrachtgevers kunt overtuigen om gebruikersparticipatie serieus te nemen, een blijvende uitdaging.

Hier wordt op interessante wijze duidelijk wat de uitdagingen, maar ook de potentie van ons vakgebied - de participatie van gebruikers - is.

Tijdens de ALV hebben we teruggekeken op het afgelopen jaar. Het belangrijkste feit in het afgelopen jaar is natuurlijk ons 50-jarig jubileum geweest dat we tijdens het jubileumcongres gevierd hebben. Daarnaast hebben we tijdens de ALV gesproken over de 'commissie Koningsveld' die plannen maakt voor de toekomst van HNC (Het Nieuwe Construct). HNC is de werktitel voor de nieuwe organisatie die het gezicht wordt van 'Ergonomie Nederland'. Voor deze nieuwe organisatie zal de commissie adviseren over belangrijke keuzes met betrekking tot organisatievorm, (bestuurlijke) structuur, identiteit, missie en natuurlijk de naam. Inspraak in dit proces is uiteraard mogelijk, de commissie zal de leden hierover informeren. Vanuit de ALV werd aangegeven dat men graag op de hoogte wil blijven van het hele proces en zo veel mogelijk transparantie wil.

Het bestuur van de NVVE,
Hans, Hugo, Janine en Matthijs

OPROEP!

Zoals in de vorige uitgave al aangegeven zijn we dringend op zoek naar iemand die ons, ook in de tijd van overgang naar HNC, wil helpen in de PR-commissie. Deze commissie is op dit moment onbemand, waardoor zaken nu te veel blijven liggen. De taken die we hierbij voor ogen hebben zijn het onderhouden van contacten met andere verenigingen, contacten met de pers, helpen bij het verbeteren en up-to-date houden van de website en contacten met bedrijven/institutionele leden. De tijdsbelasting die dit met zich meebrengt hangt natuurlijk sterk af van de hoeveelheid activiteiten die ontplooit wordt, maar met 3 á 4 uur per week kunnen we al veel op poten zetten.



Gaurav Genani, Marijke Dekker and Johan Molenbroek

Design of an ergonomic electric guitar

An investigation of existing literature reveals that guitar players are most prone to musculoskeletal injuries amongst all musicians. In the light of recent injuries to prominent guitar players such as Eddie Van Halen, this article explores ergonomics of electric guitars. By means of surveys, user observations, biomechanical analysis and laboratory measurements, the root of the problem has been determined. Bad posture while playing and high wrist flexion seem to be the two prominent issues that are omnipresent. The article culminates with the design of an electric guitar that presents a solution to the ergonomic issues associated with the existing design.

Introduction

A musician is a unique form of an athlete. The physical demands on the muscles and tendons of a guitarist may not be far from those of a sportsman. The difference is that playing music usually involves smaller muscles which are more prone to repetitive strain injuries. Although professional athletes constantly train with physiotherapists, most musicians do not even realize the amount of strain they put on their bodies, until they are down with injury. Lead-ing guitar manufacturers continue to produce models that were designed in the '50s, even though musculoskeletal injuries amongst guitarists have become common.

Playing a musical instrument may be second only to computer use in terms of population exposure to a risk factor for MSI or Musculoskeletal Injury (Morse e.a., 2000). Some studies have shown that approximately half of professional musicians and music students experience significant symptoms (Chong e.a., 1989; Fry, 1986; Norris, 1993; Zaza, 1998). Although MSI is common across the entire industry, the risk of MSI is apparently greater for string players (such as guitar) and keyboardists (such as piano) than other musicians (Zaza & Farewell, 1997). In a study done by University of

North Texas Musician Health Survey, out of 520 electric guitar players, 74% experienced one or more musculoskeletal problems (Fjellman-Wiklund e.a., 2006). In another survey with 261 professional and student guitars, most common reported location was the fretting hand (40%) followed by back and neck (17% and 14%) (Rigg e.a., 2003).

Postures that require flexion at the elbow and wrist together with rotation and upward turning of the palm (supination) – for example, the left hand position while playing the violin or guitar – present a risk of cubital tunnel syndrome (Chong e.a., 1989). Musicians are also likely to develop epicondylitis when playing instruments, like the guitar, because of complex postures with rotation of forearms, bending of wrist and independent finger movements. (Fry, 1986; Chong e.a., 1989). Carpel Tunnel Syndrome is common amongst guitar players, not only because of playing excessively, but also a cumulative effect of poor posture combined with other activities that employ using the hands excessively with little movement of the body (Sternbach, 1991).

MSI has become common in the music industry. Some of the top players of the era, such as Eddie Van Halen and Dave Mustaine, have been diagnosed with MSI multiple times putting their entire careers at risk. It can be concluded that guitar players are pushing the limits of physical ability, but putting more strain on their body. A new design of an electric guitar that not only compliments a musician's ever growing repertoire but also aids in his development while minimizing the risk of injuries is needed.

Goal

The focus of the project was on understanding why guitar players get injuries and device a solution for prevention of MSI. Based on the analysis of probably injury causes, an ergonomic guitar design with the aim to reduce discomfort

while playing and prevent musculoskeletal injuries is described in this paper.

Analysis

To determine the requirements for an ergonomic electric guitar, various techniques were used. These include user surveys and discussions, observations and laboratory study.

User survey

A questionnaire was sent to a number of guitar players, both amateur and professional, with varied experience to determine the complaints of a sample population. They were asked to describe their playing habits and introspect on their experience with the instrument through both open and close ended questions. 25 guitarists from different parts of the world responded to the questionnaire. The list included amateur hobbyists, music students (including PhD candidates) and professional musicians with upto 25 years of experience.

Most experienced guitarists practice about two hours a day. 80% of the time, users prefer to play in a sitting position. Most users concurred practicing while sitting causes back pain, whereas practicing while standing leads to neck pain, after prolonged playing. Almost 75% reported one or more of lower back pain, left wrist ache and pain in shoulder and neck.

User Observation

It was observed that playing the electric guitar in a neutral sitting posture poses certain challenges. The guitar is usually supported on the user's lap and has a natural tendency to rotate in the coronal plane known as 'neck dive' (figure 1a). As a result, the user needs to hold the guitar in his preferred position using his arms even while playing (figure 1b).

Neck dive is an issue while standing as well. A strap is used to fasten the guitar around the neck and torso. The guitar



Figure 1a. Guitar neck tends to 'dive' down

Figure 1b. Guitar neck needs to be held in position while playing

neck tends to become horizontal to keep its balance. The effect is strongest for bass guitars where the neck is longer and heavier, and extended range guitars that have more than 6 strings.



Figure 2. User standing with the guitar in three different positions according to strap length; the tendency to neck dive increases as the strap length increases

Most users were in spinal kyphosis while playing in the sitting posture. This allowed them to see the guitar neck when it rests horizontally in the normal sitting posture (figure 3). Neck flexion and spinal kyphosis result in unfavorable loads on the musculoskeletal structure. Even slight neck flexion creates a bending moment three times greater than the neutral position in the C7T1 joint (Harms-Ringdahl, 1986). The existing design of the guitar body does not take into consideration size of the user. For most users, guitar neck was too low and some users prefer to use a guitar strap



Figure 3. Most users can be seen in a 'drooping' posture which allows them to see the fretboard (neck) while playing

even while sitting to allow for height adjustment of the neck as per their preference.

However, the conventional C shaped profile is inherently unstable as can be seen in the figure 5. When a force is applied to fret the string, the thumb tends to rotate about the curvature requiring constant adjustment in the direction of applied thumb force.

Another aspect of observation was the grip. It was observed that the grip is not constant, but keeps changing as one plays different passages at various locations of the fretboard. Most players predominantly use one of the following three grips : (a) classical, (b) pinch and (c) thumb around (figure 4).

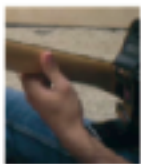
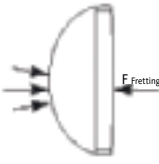
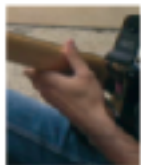
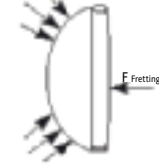

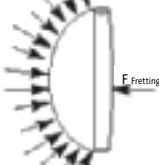
<p>1. Classical Grip</p> <p>Thumb padding rests at the back of the fretboard</p>		
<p>2. Pinch Grip</p> <p>Fretboard is <i>pinched</i> between the thumb padding and right below the Metacarpophalangeal joint of the index finger</p>		
<p>3. Thumb Around Grip</p> <p>The whole area between the thumb Interphalangeal Joint and the Metacarpophalangeal joint of index finger is used to wrap around the neck</p>		

Figure 4. Various grips and interaction of forces. These grips are not constant but vary dynamically during the act of playing. Images are extracted from a video of user playing his favorite piece

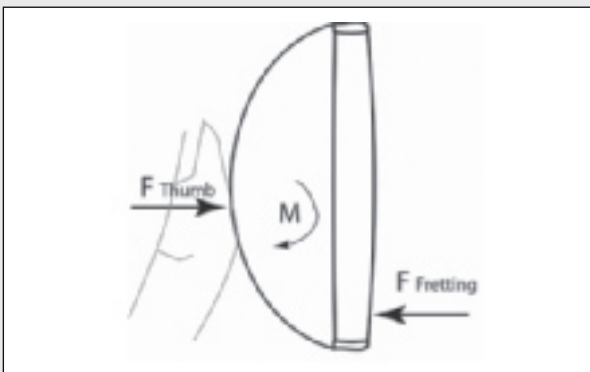


Figure 5. Balance of forces when a lower string is fretted on a conventional guitar neck

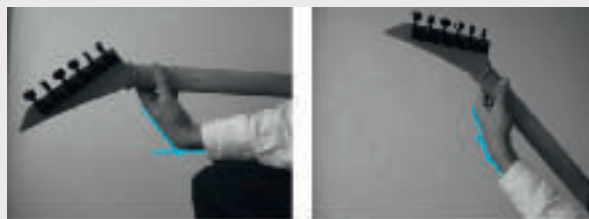


Figure 6. Wrist flexion when the guitar neck is a) horizontal b) at 45 degree elevation, while holding the same chord

Wrist flexion was commonly observed in electric guitar players. It was observed that there are some instances during the act of playing where wrist flexion was really high.

Laboratory Study

High wrist flexion observed during playing was considered an important factor that contributes to MSI in guitar players. Further analysis was carried out to study the range of wrist flexion and device means to reduce it. One hypothesis is that wrist flexion can be reduced by allowing the neck to be oriented at an angle to the horizontal (figure 6).

A goniometric study was done in which wrist flexion and ulnar deviation were measured using a Biometrics MWX8 kit on three subjects who are amateur guitar players. The experiment was carried out in the laboratory of Department of Design Engineering, Faculty of Industrial Design, Delft University of Technology. The objective of this study was to measure wrist flexion for extreme scenarios and compare the same while using an ergonomic aid. The aid



Figure 7. User during the goniometric evaluation with the ergonomic aid

allowed users to position the instrument as per their preference by adjusting the height and orientation of the guitar neck.

The maximum wrist flexion at one instance was as high as 68.5 degrees. Mean wrist flexion for all three subjects while playing two different chords was 47.5 degrees. A mean reduction of 13 degrees was observed in wrist flexion by orienting the guitar neck according to the user's preference with the ergonomic aid.

Mean wrist flexion values for three subjects are compared with and without the ergonomic aid in the graph (figure 8).

Maximum ulnar deviation was 41 degrees. Mean ulnar deviation for three subjects was 30.5 degrees. A mean reduction of 6.5 degrees in ulnar deviation was observed using the ergonomic aid.

Design criteria

Based on user surveys and observations, it can be concluded that most users prefer to play while sitting (upto 80% of the time), but the existing design does not compliment the sitting posture. This is apparent in the drooping posture that most guitar players can be seen in while sitting which allows them to see the fretboard while playing. Pain in the neck and back can be attributed to this. Moreover, the arms need to hold the instrument in place which puts more constraint on the body.

The conventional C shaped neck profile puts more stress on the wrist based on biomechanical analysis. The neck profile should provide stability to the wrist and minimize grip forces.

Wrist flexion while gripping can result in high moments on the wrist that can cause inflammation or even misalign-

ment of carpal bones in the long run as per literature research. These instances can contribute to musculoskeletal injuries in the wrist and explains why almost half of guitar players experience pain in the area. By positioning the neck at an angle, wrist flexion can be reduced based on laboratory experiments. The design should:

- have the guitar neck at an angle rather than horizontal;
- provide adjustability of the neck orientation according to user preference and size;
- provide optimum balance to support the instrument without having to hold it;
- minimize grip forces;
- fit the context of playing music and be aesthetically pleasing.

Design

As per the criteria set earlier, the design of the body should allow the neck to be at an angle to the horizontal and should also be adjustable as per user preference and size in order to minimize wrist flexion. The body should be balanced minimizing the need to hold the instrument while playing. The design of the neck should minimize grip forces and provide stability to the wrist.

Design of the body

The design shown in figure 10 resolves these issues. The body is supported between both legs, keeping the instrument more stable while playing. This configuration also allows the guitar neck to be at an angle rather than horizontal.

The guitar body also needs to be adaptable to different sizes and preferences of users. Hence, instead of using a solid block of wood for the lower half of the body, a hollow plastic shape was chosen. The plastic shape can pivot about the

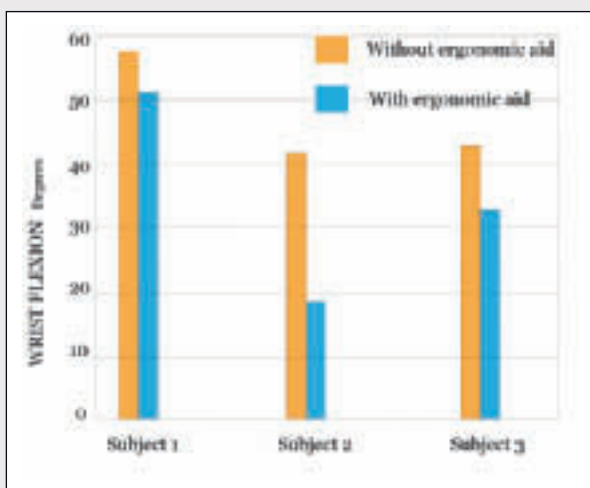


Figure 8. Wrist Flexion of three subjects using goniometry; positioning the guitar neck at an angle reduces flexion of the wrist

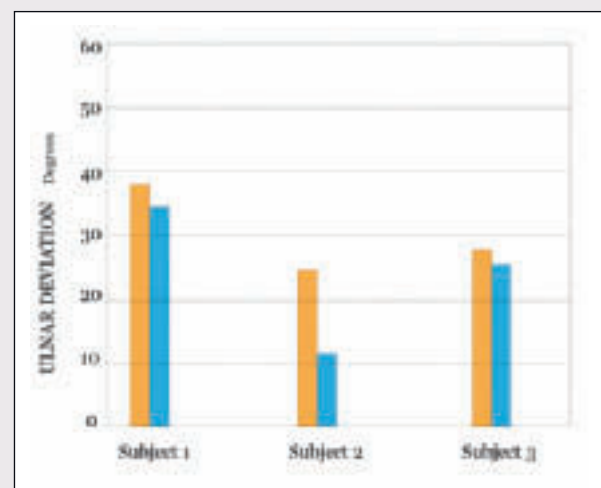


Figure 9. Ulnar Deviation of three subjects using goniometry; positioning the guitar neck showed reduction in ulnar deviation in subjects

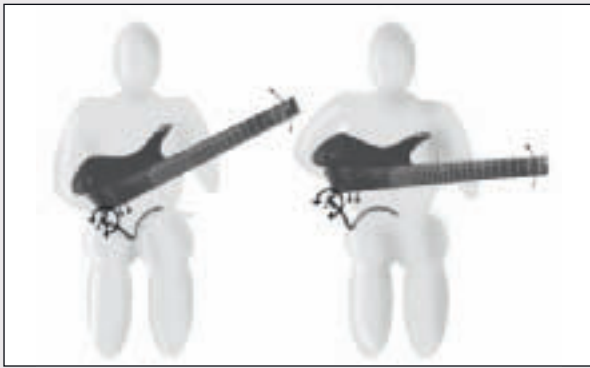


Figure 10. Users can position the guitar in different ways; the lower body can pivot about A allowing adjustable orientation of the neck

body providing adjustability in the coronal plane. Users can orient the guitar neck, and adjust its height and position as per their preference and body size.

A headless design was chosen as it allows better balance and reduces the tendency to neck dive. A headless design is one in which the tuners, usually located at the headstock, are placed on the body rather than the neck (figure 15).

Design of the neck

Guitar neck is the main interface between the player and the instrument. The neck cross-section (or neck profile) plays an important role in determining grip force. A neck profile that provides stability to the hand while allowing enough flexibility to the fingers for movement is desirable. Various concepts were generated to determine the ideal mating surface for the grip. This would minimize grip forces and provide more stability to the wrist while playing.

The first concept consists of a neck cross section with flat surfaces forming a trapezoid (figure 12 (ii)) in comparison with the usual C shaped cross section (figure 10 (i)). The thumb rests on a flat surface providing more stability to the grip compared to the conventional C profile (figure 13 (i)).

The second concept (figure 12 (iii)) uses an asymmetrical trapezoidal cross section which varies along the neck, leaning towards the thumb at the headstock end and towards the palm at the body end. This varying section acts as a guide to help the user straighten his wrist when playing at different areas of the neck.

The third concept (figure 12 (iv)) consists of a concave mating surface for the thumb and flat top and bottom surfaces. The concave surface not only follows the curvature of thumb to maximize contact area, but also cancels out moments naturally so that the thumb muscles do not have to make constant adjustments in the direction of force.

Evaluation

In order to determine the ideal neck profile, four prototypes were made and tested on users. First a foam model of the profile was made, which was then vacuum formed to

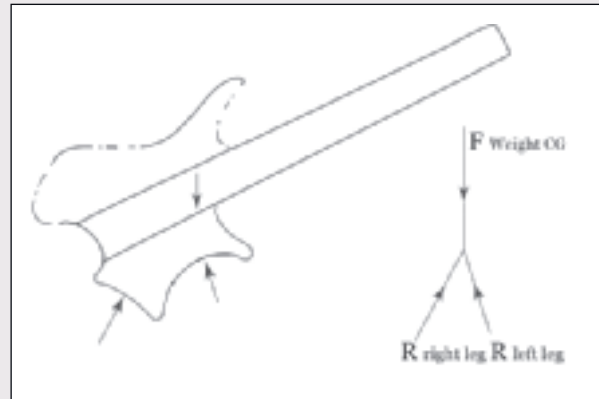


Figure 11. Design with two cutaways on the lower half allows the instrument to rest between the legs of the user. Equilibrium of forces is also shown

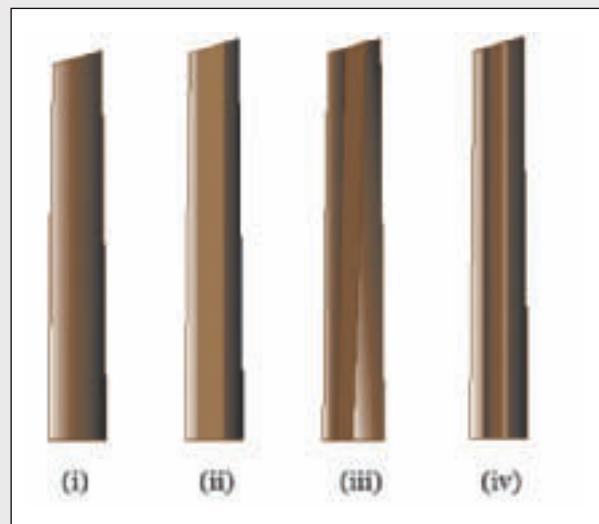


Figure 12. Various concepts for the neck profiles (rear view). (i) Conventional C shape profile (ii) concept 1 - trapezoidal profile (iii) concept 2- asymmetrical trapezoidal profile (iv) concept 3-concave profile

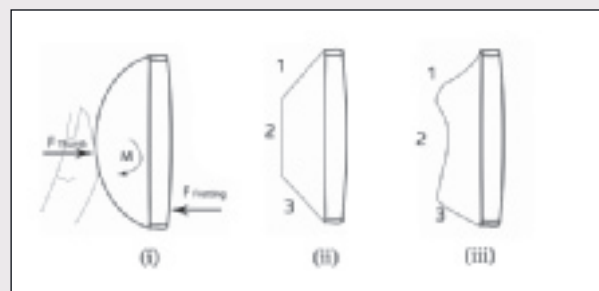


Figure 13. Various concepts for neck profiles (cross sections shown) were generated ranging from convex to concave to optimize the cross section; (i) Conventional convex shaped neck is inherently unstable; (ii) trapezoidal section with flat surfaces (concept 1 & 2) & (iii) concave section (concept 3) provide more stable alternatives

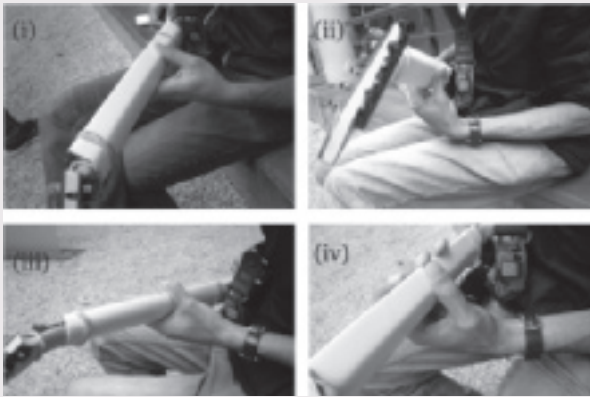


Figure 14. Users testing four different neck profiles for comfort; concepts with flat surfaces ((i) & (iv)) seem more comfortable compared to (ii) & (iii)

create a hollow plastic neck. These were then fastened to an actual guitar neck and tested with users.

Two amateur players were asked to evaluate the designs. Both users agree that flat mating surfaces seem a lot more comfortable to the standard 'C' shaped profile, but a bigger radius was needed between the top (1), middle(2) and bottom(3) surfaces (figure 13). Not much difference was felt between Concept 1 & Concept 2. Concept 3 was also taken positively, but during some instances, the 'bump' between surfaces 1 & 2 was not seen positively (figure 13 (iii)). The conventional 'C' shaped profile (figure 13 (i)) was taken least positively. Both users concurred that a trapezoidal profile feels the most comfortable but all surfaces should have a large rounding between them. Hence, concept 1 was finally selected as it provides optimization between all possible solutions for neck profile.

Final Design ERG

The final design is aesthetically pleasing and fits within the context of playing music. A clear wood finish is chosen for the body taking inspiration from classical instruments such as violin and cello. The choice of wood is based on tone and sustain. In electric guitars, the weight of the instrument is directly proportional to the duration a note is sustained. A longer sustain is a desirable quality. Since only half the body is made of solid wood, heavy wood such as Mahogany is chosen as the material to optimize sustain while still keeping the instrument lightweight. The final weight of the instrument is around 2 kgs. Dark soft touch plastic is used to create contrast with natural wood.

Stowing an electric guitar away is sometimes a problem due to its bulky shape. The ERG design has a hole on the headstock which allows it to be hung on a wall using just a peg. This eliminates the need for buying a 'guitar stand' or a 'wall hanger'.

The instrument fits within 0.9 m case which makes it highly portable and acceptable on most flight cabins. Although

the design is applicable to 6 string guitars, it is especially relevant for 7 & 8 string guitars. This is due to the fact that wider necks and higher string tensions make extended range guitars more difficult to play. This makes ergonomic designs more useful. 7 & 8 string electric guitars are gaining popularity and this design aims to alleviate problems of future generations of instrumentalists.

Conclusions

Musculoskeletal pain and injuries are common amongst guitar players. Almost 75% of musicians report having discomfort in one or more of the following body regions lower back, fretting hand, neck and shoulder based on literature survey and user research. Discomfort experienced in lower back, neck and shoulders can be attributed to poor posture, as these are not directly involved in playing but allowing the user to see the guitar neck while playing. Discomfort in the tendons and joints of fingers, wrist and elbow are a result of repetitive strains experienced during the act of playing, and can be attributed to the grip when wrist is in flexion.

In order to improve posture and reduce wrist flexion while playing, a new design of an electric guitar is presented. The new shape of the guitar body allows the guitar neck to be oriented at an angle. As a result, wrist flexion is reduced as deduced from laboratory experiments. The guitar body is adjustable so users can orient the neck as per their preference and body size. Since the guitar rests between the two legs, it is more stable minimizing the need for support while playing. The new shape of the guitar also allows the user to sit straight and reduces neck flexion since the fretboard is closer to the head.

A trapezoidal cross section profile of the guitar neck provides optimum support for the grip and stabilizes the wrist based on user tests. More research on this topic, such as EMG measurements on the muscles of the forearm while playing on different neck profiles, can provide conclusive evidence. A wooden prototype of the instrument is underway to test the findings on a playable instrument, preferably on a larger sample group ($n \geq 10$).

The design presented in this article is part of the research to design a guitar of the future. It has been sixty years since Leo Fender took the last giant step from converting an acoustic guitar to an electric one. And it is about time to climb the next one – from an electric guitar to an electronic one. If you would like to contribute to this project, or would like more details on the design, kindly contact the author through his website : www.golden-ratio.nl

Acknowledgement

The author would like to express his gratitude to the Department of Design Engineering, Faculty of Industrial Design, Delft University of Technology, where the research was carried out as part of his Master's thesis. The author would also like to thank his mentors, Dr Johan Molenbroek and Ir Marijke Dekker for providing valuable guidance during the project.



Figure 15. Author with a virtual prototype of the instrument

References

- Chong, J., M. Lynden, D. Harvey, and M. Peebles (1989). Occupational health problems of musicians. *Canadian Family Physician* 35:2341-2348.
- Fjellman-Wiklund, A. & Chesky K. (2006). Musculoskeletal and General Health Problems of Acoustic Guitar, Electric Guitar, Electric Bass, and Banjo Players; *Medical Problems of Performing Artists* (2), 1, 4: 169.
- Fry, H. (1986a). Incidence of overuse syndrome in the symphony orchestra. *Medical Problems of Performing Artists* (June): 51-55.
- Fry, H. (1986b). Overuse syndrome of the upper limb in musicians. *The Medical Journal of Australia* 144:182-185.
- Harms-Ringdahl, K. On assessment of shoulder exercise and load-elicited pain in the cervical spine. Biomechanical analysis of load –EMG – methodological studies of pain provoked b extreme position. *Thesis*, Karolinska Institute, University of Stockholm, Sweden.
- Marmaras, N., Zarboutis, N. (1997). Ergonomic redesign of the electric guitar, *Applied Ergonomics* Volume 28, 1, 59-67.
- Matheson, A.B., Sinclair, D.C. and Skene, W.G. (1970). The range and power of ulnar and radial deviation of the fingers. *Journal of Anatomy* 107(Pt 3): 439-458.
- Morse, T., Ro, J. e.a. (2000). A pilot population study of musculoskeletal disorders in musicians. *Medical Problems of Performing Artists Journal* 15(2): 85.
- Nordin, M., Frankel, V.H. (2001). *Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System*, (3rd edition). Lippincott Williams & Wilkins, ISBN 978-0683302479.
- Norris, R. (1993). *The musician's survival manual: A guide to preventing and treating injuries in instrumentalists*. St. Louis: MMB Music Inc.
- Rigg, J.L., Marrinan, R., Thomas, M.A. (2003). Playing-related injury in guitarists playing popular music. *Medical Problems of Performing Artists* (18), 4: 150.



Figure 16. Realistic rendering of the new electric guitar design

- Sternbach, D. (1991). Carpal tunnel syndrome: What to know about it, what to do about it. *International Musician* (July): 8-9.
- Volz, R.G., Lieb, M., and Benjamin, J. (1980). Biomechanics of the wrist. *Clin. Orthop.*, 149:112-117.
- Zaza, C. (1998). Playing-related musculoskeletal disorders in musicians: A systematic review of incidence and prevalence. *Canadian Medical Association Journal* 158(8): 1019-1025.
- Zaza, C., and Farewell, V. (1997). Musicians' playing-related musculoskeletal disorders: An examination of risk factors. *American Journal of Industrial Medicine* 32:292-300.

Team: Ir Gaurav Genani graduated from Delft University of Technology in 2012 with this project.

Ir Marijke Dekker is an Assistant professor at Delft University of Technology, faculty of Industrial Design Engineering, section Applied Ergonomics and Design.

Dr. ir. J.F.M. Molenbroek is associate professor at Delft University of Technology, faculty of Industrial Design Engineering, section Applied Ergonomics and Design.

Symposium 'Design through exploration'

Patrick Meutstege

Ontwerpers moeten hun ideeën regelmatig presenteren aan gebruikers, collega's, klanten en management. Het is vaak moeilijk voor deze partijen om zich voor te stellen wat het effect is van de ideeën van de ontwerper op het eindresultaat. Tegelijkertijd is feedback van deze partijen nodig om zinvolle ontwerpbeslissingen te nemen. Er is behoefte aan methoden en instrumenten om verkennen en bespreken van ideeën en concepten vroegtijdig effectief te maken. Precies dat is de focus van het REPAR project. Dit samenwerkingsproject van TU/e, Universiteit Twente en diverse bedrijven zoals DAF, Océ en Rademaker is op 13 mei afgesloten met een symposium 'Design through Exploration' in het Mediaplaza in Utrecht. Ondanks de interessante inhoud van het symposium hadden zich slechts 45 mensen aangemeld. Helaas, want op het symposium waren mooie resultaten te melden.

Het symposium werd geopend door dagvoorzitter Jacques Terken met een korte herhaling van de doelen van het REPAR project: vroegtijdig ontwerpideeën toetsen met gebruikers. Daarna was de beurt aan Jo Gereadts van Océ, die boeiend vertelde over het betrekken van eindgebruikers bij het ontwerpen van Océ's copiers en printers. Aan het

uitgebreide pakket mogelijkheden om gebruikers te betrekken is nu een tool uit het REPAR project toegevoegd: een virtuele printshop waar een gebruiker als in een computerspel al vroegtijdig verschillende configuraties van een Océ product kan ervaren en daarmee een optimale workflow kan vinden. Vanuit de zaal kwam de vraag waar het betrekken van gebruikers voor Océ eigenlijk stopt, nu er nog een extra tool ingezet wordt. Het antwoord geeft de belangrijkste drijfveer aan: zolang er nieuwe inzichten opgedaan worden, zal elke tool zinvol zijn.

Roderick Hoek van DAF liet zien dat ook zij reacties van gebruikers in de ontwerpfasen zeer waardevol vinden en op vergelijkbare manieren als Océ boven tafel halen. Ze kunnen nu echter nog een stap verder gaan: REPAR heeft hun enkele virtuele persona's geleverd. Hiermee zijn persona's niet meer in tekst en beelden beschreven, maar als 3D-karakters in een virtuele omgeving, compleet met cabine-senseo, tweede telefoon of nummerbord met de naam van hun geliefde. Dit levert een zeer realistisch beeld van de diverse omgevingen waarin een chauffeur zich dagelijks bevindt. De ontwerpers van DAF kunnen hierdoor nog beter afstemming vinden van het ontwerp met de verwachtingen en het gedrag van hun doelgroep.



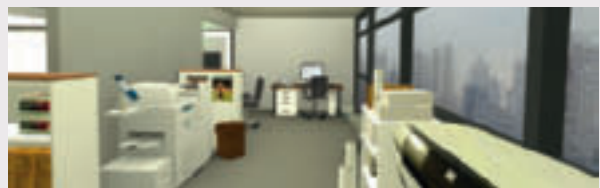
Bij Rademaker staat dit soort technieken nog wat meer in de kinderschoenen, vertelde Jeroen Fredrik. Zij maken modulair opgebouwde productielijnen voor deegproducten, lijnen die zomaar 30 meter lang kunnen worden. Vaak onderschat een klant deze lengte door zijn gebrek aan ervaring van de vertaling tussen tekening en eigen productielijn. Rademaker heeft de Virtual Annotation tool van REPAR ingezet, waarmee ze de beoogde productielijn in 3D kunnen bespreken met hun klant, die daarin schetsen en opmerkingen kan maken en zo ook meer inzicht in de werking van de productielijn krijgt. Daarnaast is geëxperimenteerd om nieuwe productielijnen in filmpjes van de bakkerij te projecteren. Een van deze films is in de zaal getoond en ondanks dat goed zichtbaar was dat de nieuwe machine er niet echt stond, was iedereen het er over eens dat dit een erg goed beeld van de afmeting van de machine gaf.

Het middagprogramma bestond uit workshops waarin de deelnemers van het symposium zich verder konden verdiepen in de tools die het REPAR project heeft opgeleverd:

- De iPad app idAnimate, een zeer slim werkend digitaal schetsboek waarmee interactieve en dynamische producten en diensten gepresenteerd kunnen worden

- De drie virtual reality tools Virtual Printshop, Virtual Persona en Virtual Annotation die bij DAF, Océ en Rademaker zijn toegepast
- Co-constructed storytelling, waarbij de ontwerper de gebruiker wil meenemen in een verhaal om niet alleen uit te vinden wat ze doen, maar ook wat hun wens of verlangen is. Dit geeft voor een ontwerper relevante informatie om het ontwerp op aan te passen.

De workshops werden erg goed gewaardeerd, omdat het 'zelf doen' heel duidelijk maakte op welke manier de tools ingezet kunnen worden ter vervanging of juist als aanvulling van bestaande methodes. Het programma eindigde met een paneldiscussie, maar vrijwel alle bezoekers waren het al eens: het REPAR project heeft drie bruikbare invalshoeken gevonden waarmee gebruikskennmerken van een product of dienst al grotendeels zijn te testen zonder de noodzaak van een expliciet en uitgewerkt prototype, waardoor gebruikers al vroeg en zinvol betrokken kunnen worden bij de ideeën van ontwerpers. Tijdens de afsluitende borrel werd nogmaals duidelijk dat dit onderwerp bij veel bedrijven leeft en dat het symposium hier een inspirerende bijdrage aan heeft geleverd.



Gespot

De redactie wenst u een mooie zomer!



ทอท. มณฑล ทราเวล แอนด์ ทรานสปอร์ต เซอร์วิส
อัตราค่าบริการรับฝากสัมภาระ

ระยะทาง (KM)	ระยะทางที่ฝาก	ค่าบริการเก็บ (บาท / ชม.)	ค่าบริการต่อสัมภาระ (บาท)	รวม (บาท)
ระยะทางไม่เกิน 10 กม. หรือฝากไว้ไม่เกิน 1 ชม.	ใกล้	10	10	20
ระยะทาง 10-20 กม. หรือฝากไว้ไม่เกิน 1 ชม.	ใกล้	20	20	40
ระยะทางไม่เกิน 30 กม. หรือฝากไว้ไม่เกิน 1 ชม.	ใกล้	30	30	60
ระยะทางเกิน 30 กม. หรือฝากไว้ไม่เกิน 1 ชม.	ไกล	40	40	80

SERVICE CHARGE FOR LUGGAGE STORAGE

ระยะทาง (KM)	INDICATION (IN SLAB) (BAHT / PIECE)	SERVICE RATE (BAHT)	WARRANTY (BAHT)	TOTAL (BAHT)
ระยะทางไม่เกิน 10 กม. หรือฝากไว้ไม่เกิน 1 ชม.	DAILY	10	10	20
ระยะทาง 10-20 กม. หรือฝากไว้ไม่เกิน 1 ชม.	DAILY	20	20	40
ระยะทางไม่เกิน 30 กม. หรือฝากไว้ไม่เกิน 1 ชม.	DAILY	30	30	60
ระยะทางเกิน 30 กม. หรือฝากไว้ไม่เกิน 1 ชม.	DAILY	40	40	80

ถ้าไม่ได้รับความสะดวกโปรดแจ้งผู้จัดการ โทร. 086-3448321

Voor de rubriek Gespot heeft Fenna Jansen foto's gemaakt van bijzondere vondsten op het gebied van ergonomie die zij tegenkwam op haar reis door Azië. Zoals de foto hierboven met een aanduiding van de bedragen die je moet betalen voor je bagage, waarbij de eenheid voor het gewicht in kilometers wordt uitgedrukt (centraal station Bangkok).

Of de trap hieronder die je met aandacht moet oplopen, omdat deze eindigt in een boom.



Komt u ook bijzondere en/of lachwekkende situaties tegen? Stuur uw foto op naar de redactie onder vermelding van 'Gespot'.