

Ergonomische evaluatie van patiëntentilliften

J.J.P. Klaver en M.J.M. Hoozemans

Tilliften bieden voor zorgverleners uitkomst voor het tillen en verplaatsen van passieve zorgvragers. Zorgverleners melden echter vaak gezondheidsklachten en bruikbaarheidsproblemen. Daarom zijn 7 over de vloer verrijdbare tilliften in samenwerking met 4 fabrikanten/leveranciers ergonomisch geëvalueerd. Het doel was het beoordelen van de mechanische belasting van de lage rug en schouders bij het verplaatsen van de tilliften door zorgverleners en het beoordelen van de ervaren bruikbaarheid door zorgverleners en zorgvragers/patiënten. Bij alle tilliften blijkt de gezondheidkundige grenswaarde voor schouderbelasting bij het aanzetten met duwen te worden overschreden. De grenswaarde voor de lage rug wordt bij het verplaatsen van tilliften niet overschreden. Het nemen van drempels en besturen van liften blijkt bij trekken veel beter te gaan dan bij duwen. Het gebruiksonderzoek levert voor zowel zorgverleners als zorgvragers veel significante verschillen op tussen de tilliften. Géén van de tilliften scoort als beste lift, met voor alle tilliften veel opties voor herontwerp.

Inleiding

Tussen 2002 en 2004 werd voor de gehandicaptenzorg een arboconvenant (SZW, 2001) afgesloten om fysieke (over)belasting te voorkomen, met praktijkrichtlijnen voor gezondheidkundige grenswaarden bij tillen (Waters e.a., 1993). Bij gebruik van deze praktijkrichtlijnen bleek dat er voor vrijwel alle til- en verplaatsingshandelingen of transfers til- en transferhulpmiddelen noodzakelijk waren. Instellingen

schaften vervolgens massaal hulpmiddelen aan als transportkarren (eten, linnen, goederen) en elektrisch hoog-laag verstelbare zorgverleningmaterialen (douchebrancards, douchestoelen, bedden en tilliften), die door duwen en trekken verrijdbaar zijn om tillen en dragen te voorkomen. De tilliften voerden zo grotendeels het fysiek belastende tillen van patiënten/cliënten uit (Battevi, 2006) en het dragen werd vervangen door duwen en trekken. Dit betekent echter niet automatisch dat ook fysieke overbelasting en klachten aan het bewegingsapparaat worden voorkomen. Uit onderzoek blijkt namelijk dat duwen en trekken gepaard gaat met een verhoogd risico op schouderklachten (Van der Beek e.a., 1993; Hughes e.a., 1997; Hoozemans e.a., 2002; Harknes e.a., 2003) en in mindere mate op rugklachten (Damkot e.a., 1984).

Om klachten aan het bewegingsapparaat te voorkomen, bestaan voor duwen en trekken ook gezondheidkundige grenswaarden (Mital e.a., 1997; Hoozemans & Jansen, 2004). Bij het in de praktijk manoeuvreren van de verrijdbare hulpmiddelen klagen zorgverleners over te hoge lichamelijke belasting, naast klachten over de bruikbaarheid. Specifiek voor tilliften hebben meerdere fabrikanten al getracht met ergonomische aanpassingen klachten over de lichamelijke belasting

Informatie auteurs:

Professional Master of Ergonomics Jan Klaver is werkzaam bij stichting Abrona, een organisatie voor dienstverlening aan mensen met een verstandelijke beperking, als ergonomist / arbocoördinator, met daarnaast een ergonomisch onderzoek- en adviesbureau "four-leaf clover ergonomics". Dr. Marco Hoozemans is universitair docent en onderzoeker bij EXPRES - expertisecentrum voor revalidatie, ergonomie en sport, Faculteit der Bewegingswetenschappen, Vrije Universiteit Amsterdam. Correspondentie adres: Four-leaf clover ergonomics; Jan Klaver; Roemer Visscherlaan 47; 3705 SC Zeist; jan.klaver@gmail.com; <http://www.4-leafclover.nl>

en het ervaren fysieke discomfort te verminderen, bijvoorbeeld door elektrische verrijdbaarheid. Mede veroorzaakt door dodelijke ongevallen met zorgverleners (Inspectie Volksgezondheid, 2004) zijn tilliften op veiligheid aangepast. De klachten van zorgverleners en zorgvragers geven aan dat er behoefte is aan productverbetering en herontwerp voor zowel handmatig- als elektrisch verrijdbare tilliften. Voor 7 verschillende frequent in de zorgsector gebruikte tilliften zijn daarom in dit onderzoek de mechanische belasting én de (subjectief) ervaren veiligheid en (dis)comfort als items van bruikbaarheid geëvalueerd. De specifieke vraagstellingen zijn: wat is de mechanische belasting van de schouders en de lage rug bij het handmatig verplaatsen van 6 verschillende over de vloer verrijdbare patiënten tilliften op verschillende ondergronden en met verschillende gewichten in belading, worden bij het handmatig verplaatsen van 6 verschillende over de vloer verrijdbare patiënten tilliften gezondheidkundige grenswaarden overschreden, en wat is de subjectief ervaren veiligheid en (dis)comfort bij het dagelijkse gebruik van 7 patiëntentilliften (6 handmatige- en 1 elektrisch verrijdbare)?

Methode

Proefpersonen

Tien vrouwelijke zorgverleners, met weinig tot veel ervaring met tilliften, namen vrijwillig deel aan het onderzoek in de rol van zorgverlener (verplaatsen van tilliften). De onderzoekspopulatie is random gekozen uit een grote zorgverlenerpopulatie en is door de keuze voor (vrouwelijke) zorgverleners met een grote range in ervaring (0 tot 20 jaar) als proefpersonen representatief. Gemiddelde en standaarddeviatie (SD) van leeftijd, lichaamslengte en lichaamsgewicht waren 38 (SD 14) jaar, 170 (SD 8) cm en 74 (SD 11) kg. De zorgverleners dienden in de laatste 2 maanden geen klachten aan het houdings- en bewegingsapparaat te hebben gehad. Zes andere zorgverleners (4 vrouwen en 2 mannen) hebben vrijwillig aan het onderzoek deelgenomen in de rol van zorgvrager (hangend in de tilliften). Gemiddelde en standaarddeviatie (SD) van leeftijd, lichaamslengte en -gewicht van deze 6 deelnemers waren 39 (SD 10) jaar, 178 (SD 8) cm en 78 (SD 9) kg. Voorafgaande aan het onderzoek werden de zorgverleners schriftelijk en mondeling geïnformeerd over het doel en de inhoud van het onderzoek. Vervolgens ondertekenden zij een toestemmingsverklaring voor deelname. Het onderzoek is goedgekeurd door de Ethische Commissie van de Faculteit der Bewegingswetenschappen.

Tilliften

Zeven over de vloer verplaatsbare patiëntentilliften (6 handmatige- en 1 elektrische) werden in het onderzoek geëvalueerd. De tilliften waren representatief, omdat de 4 deelnemende bedrijven een zeer groot aandeel hebben in de tilliftenmarkt. Een tillift (figuur 1 t/m 8) bestaat uit een frame met 4 zwenkwielen, waarvan 2 berembaar aan de kant van de mast, die op het frame staat en waaraan handvatten of trek/duwstangen zitten. Aan de mast zit een tilarm waar het 2- of 4 puntstijuk aan vastzit, die gecombineerd elektrisch hoog-laag verstelbaar zijn en met een elektrische kantelfunctie voor het 4-puntsjuk. Aan dit 2- of 4-puntsjuk is met lussen of clips een tilband vast te maken. Alle liften hebben een mogelijkheid voor pootspreiding, een noodstop, een afstandbediening en een accu (NTA 7506, NEN 10535). De range van het gewicht van de tilliften varieerde van 35 kg-74 kg. De (zwaardere) elektrische verrijdbare lift heeft een extra motor en afstandsbediening voor het verrijden en is niet meegenomen in het onderzoek naar de mechanische belasting bij het verplaatsen.

Procedure evaluatie mechanische belasting

Taken

Voor het bepalen van de mechanische belasting van de schouders en lage rug bij het handmatig verplaatsen van de tilliften op verschillende ondergronden en met verschillende gewichten in belading is een parcours uitgezet van 2 parallelle banen van 8 meter lengte met als ondergrond marmoleum en tapijt, met halverwege een drempel (9 mm hoog) en schotten aan het begin en eind van beide parcoursen (figuur 1 t/m 3). Dit parcours werd door de proefpersonen in een eigen, zo natuurlijk mogelijk tempo met een vrij gekozen 2-handige werktechniek en aangrijpings-



Figuur 1. Aanzetten met duwen op ondergrond marmoleum met dummy 80 kg.



Figuur 2. Volhouden duwen halverwege parcours over drempel met ondergrond marmoleum.

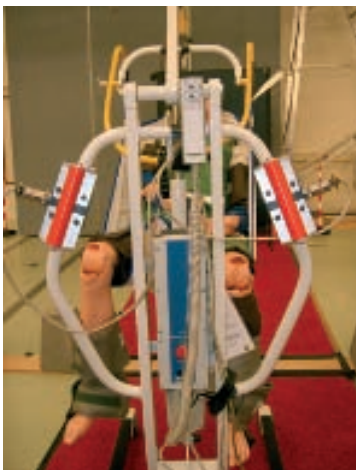
hoogte als volgt afgelegd: starten met duwen met de zwenkwieken in omgekeerde rijrichting, vervolgens door te duwen de wielen 180° draaien, rijden over de drempel met deurdoorgang, afremmen en lift loslaten, vervolgens starten met trekken, rijden over de drempel en afremmen. Deze handeling met trekken en duwen werd drie keer uitgevoerd op marmoleum en drie keer op tapijt, met beiden een dummy van 80 kg en nog drie keer op marmoleum met een dummy van 150 kg. De proefpersonen kregen voldoende hersteltijd voor de taakuitvoering.



Figuur 3. Aanzetten met trekken op ondergrond tapijt.

Mechanische belasting van de schouders en lage rug, aanzetkrachten en volhoudkrachten

Tijdens het verplaatsen van de tilliften op het parcours zijn voor het bepalen van de mechanische belasting op de schouders en lage rug de geleverde duw- en trekkrachten gemeten met twee 3D krachtopnemers (SRMC3A, Advanced Mechanical Technology Inc; (figuur 4). Daarnaast zijn aan de linkerzijde van de proefpersonen markers aangebracht op de hand, elleboog, schouder en heup, die tijdens het uitvoeren van de taken gefilmd zijn met een digitale videocamera.



Figuur 4. Gemonteerde krachtopnemers.



Figuur 5. Nemen van bochten met een elektrische verrijdbare lift.



Figuur 6. Nemen van bochten met een handmatig verrijdbare lift.



Figuur 7. Transfer op en af douchestoel in badkamer.



Figuur 8. Transfer op en vanaf de vloer in de badkamer.

De krachten van de twee krachtopnemers zijn bij elkaar opgeteld en de resultante kracht in het sagittale vlak (voor/achterwaarts en omhoog/omlaag) is bepaald (figuur 9). Van deze resultante kracht is de grootte en richting bepaald op het moment van aanzetten van duwen en aanzetten van trekken (maximale kracht voor duwen heen en maximale kracht voor trekken terug). Ook is voor het duwen heen en trekken terug de volhoudkracht inclusief effect van de drempel bepaald. De volhoudperiode was daarbij gedefinieerd als de periode vanaf 1,5 sec. na aanzetten tot 1,5 sec. voor afremmen. Op de tijdstippen van aanzetten duwen en trekken zijn met behulp van de videobeelden en de locaties van de markers de hoeken van de onderarm, bovenarm en romp bepaald. Deze hoeken en de grootte en richting van de aanzetkrachten bij duwen en trekken zijn verwerkt in het Static Strength Prediction Model (Chaffin e.a., 1999) met tevens invoer van lengte en gewicht van de vrouwelijke proefpersonen. Met dit biomechanische model is het percentage van de werkende (vrouwelijke) populatie dat in staat is de schoudermomenten te leveren (percentage capable) berekend en tevens de compressiekracht op de tussenwervelschijf L5-S1. Voor de mechanische belasting van de schouders is als grenswaarde gehanteerd dat 90% van de werkende vrouwelijke populatie in staat zou moeten zijn het moment in de schouders te kunnen leveren. Voor de mechanische belasting van de lage rug is een maximale compressiekracht op L5-S1 van 3400 Newton gehanteerd (Waters e.a., 1993). De geleverde duw- en trekkrachten zijn vergeleken met de maximaal acceptabele aanzet- en volhoudkrachten, zoals beschreven in de tabellen van Mital e.a. (1997). Aanvullende gegevens die nodig zijn voor het toepassen van deze grenswaarden zijn verkregen door een taakanalyse op de werkvloer van 10 zorgverleners uit de onderzoeks-

groep. Uit de taakanalyse kwam naar voren dat het duwen en trekken van tilliften op de werkvloer voor komt met een frequentie van 12 x per uur met een verplaatsingsafstand van 2,1 m.

Procedure evaluatie veiligheid en (dis)comfort

Taken

Om de subjectief ervaren veiligheid en het (dis)comfort bij het dagelijkse gebruik van de handmatige- en elektrisch verrijdbare zorgvrager tilliften te bepalen, is een ander parcours uitgezet (figuur 5 t/m 8) met de volgende aspecten: transfers/verplaatsing zorgvrager rond rolstoel, transfers in kleine badkamer (vloer en douchestoel), op marmoleum stuk gang rijden, bochten nemen, vervolgens via deurdoorgang naar kleine slaapkamer (transfer bed) en vervolgens terug naar de rolstoel over tapijt met drempel (9 mm hoog) en marmoleum. Dit parcours is door elke zorgverlener-proefpersoon met één van de zorgvrager-proefpersonen en met alle 7 liften (6 handmatige en 1 elektrische) één keer afgelegd, waarbij de volgorde van de 7 liften gerandomiseerd was.

Veiligheid en (dis)comfort

Totaal zijn 26 subjectief ervaren items voor zorgverleners en 13 items voor zorgvragers/patiënten aan de hand van scorelijsten op 10-puntsschaal beoordeeld. De scorelijsten zijn opgesteld door de onderzoeker en getoetst aan inzichten en definities voor bruikbaarheid (ISO 9241, 1994; Jordan, 2004; Ontwerpergonomie TU-Delft, 2006; Vink, 2005; Vyas & van der Veer, 2005). Vervolgens zijn deze lijsten voorafgaande aan het onderzoek beoordeeld op bruikbaarheid en volledigheid door 25 zorgverleners. Voor de zorgvrager/patiënt zijn de 13 subjectief gescoorde items: veiligheid tiljuk, clips/lussen en stoten; fysieke discomfort nek, schouders, lage rug,

bovenbenen; aanhaken/afhaken tilbanden; transport; schommelen; comfort tilband; wegligging en stabiliteit. Voor de zorgverleners zijn de 23 subjectief gescoorde items: veilig gebruik voor zorgverlener en zorgvrager/patiënt, fysieke discomfort nek/schouder/lage rug/bovenbenen, hoog/laag bereik, horizontaal bereik, snelheid dalen/stijgen, spreiding poten, handvatten, juk, afstandsbediening, plaatsing/positionering, aanhaken/afhaken tilbanden, transport zorgvrager, wendbaarheid, verrijdbaarheid, noodzaak voor extra handelingen en verplaatsingen, wegligging/stabiliteit, comfort, design, ontwerp/bouw, vormgeving/design, gevoel bij lift en een eindbeoordeling. Vervolgens is nog voor de zorgverleners een bruikbaarheidsbeoordeling toegepast met de (SUS) System Usability Scale (Brook, 1986); een gevalideerde expert-bruikbaarheidsbeoordelingsmethode voor gebruiksartikelen met 10 vragen subjectief gescoord op een 5-puntsschaal, met slechte bruikbaarheid voor een score <40, matige tot zwakke bruikbaarheid van 40-55, voldoende bruikbaarheid van 55-70 en >85 zeer goede tot uitstekende bruikbaarheid. Hierbij werd specifiek gevraagd naar bruikbaarheid op: wens tot gebruik, complexiteit gebruik, gebruikersgemak, gevraagde technische ondersteuning, integratie van functies, samenwerking functies, leerbaarheid, hinder bij gebruik, vertrouwdheid gebruik en noodzaak tot leren vóór gebruik.

Data-analyse

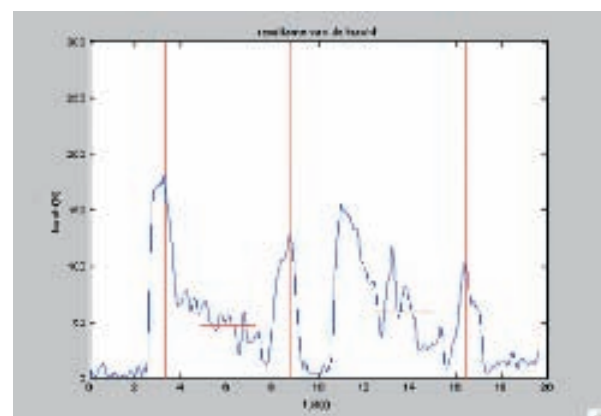
Om het effect van het gebruik van de 6 handmatig verplaatsbare tilliften in combinatie met de 2 ondergronden (tapijt en marmoleum) en de 2 gewichten in belading (80 en 150 kg) op de mechanische belasting van de schouders en lage rug te toetsen, is een ANOVA voor herhaalde metingen toegepast. De onafhankelijke factoren waren daarbij tillift, ondergrond en belading en de afhankelijke variabelen percentage capable voor de schouders op tijdstip van aanzetten (duwen en trekken), de compressiekracht op L5-S1 op tijdstip van aanzetten (duwen en trekken), aanzetkrachten (duwen en trekken) en volhoudkrachten (duwen en trekken). De subjectief ervaren veiligheid en het (dis)comfort bij het dagelijkse gebruik van 6 handmatig en 1 elektrisch verrijdbare zorgvragers tilliften is getoetst met non-parametrische testen (Friedman) om het effect van de onafhankelijke factor tillift op de subjectieve beleving met de 28 afhankelijke variabelen voor zorgverleners en 13 afhankelijke variabelen voor zorgvragers te bepalen. De resultaten zijn vervolgens weergegeven in een stoplichtmodel met een schaal van 1 tot 10. Rood: score ≤

4 = misstand met slechte bruikbaarheid. Oranje: score 4 tot 5,5 = knelpunt met onvoldoende bruikbaarheid. Groen: score ≥ 5,5 = voldoende tot goede bruikbaarheid. De statistische toetsen zijn uitgevoerd met SPSS met een significantieniveau van $p=0.05$.

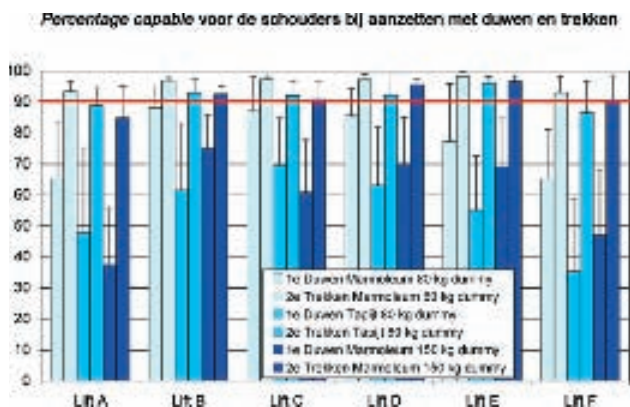
Resultaten

Mechanische belasting van de schouders en overschrijding van gezondheidkundige grenswaarden

Voor alle 6 over de vloer verrijdbare tilliften geldt dat bij het aanzetten met duwen de momenten op de schouders dusdanig hoog zijn, dat die door minder dan 90% van de werkende vrouwelijke populatie kan worden geleverd. De gescoorde waarden voor de schouders (figuur 10) overschrijden daarmee gezondheidkundige grenswaarden op beide ondergronden (tapijt/marmoleum) en ook met verschillende beladingen (80/150 kg). Aanzetten met duwen op tapijt ten opzichte van marmoleum en aanzetten met duwen op marmoleum met 150 kg belading ten opzichte van 80 kg leidt tot een significant hogere mechanische schouderbelasting. Hierbij treedt geen gecombineerd effect (interactie) op van de 3 factoren (type/soort tillift, het type/soort ondervloer, het type/grootte belading), wat betekent dat de 3 factoren op zichzelf staan en het effect van de ondervloer en de belading voor elke lift hetzelfde is. Naast dat er voor alle 6 tilliften een overschrijding plaatsvindt van gezondheidkundige grenswaarden voor de schouderbelasting bij het aanzetten met duwen, zijn er

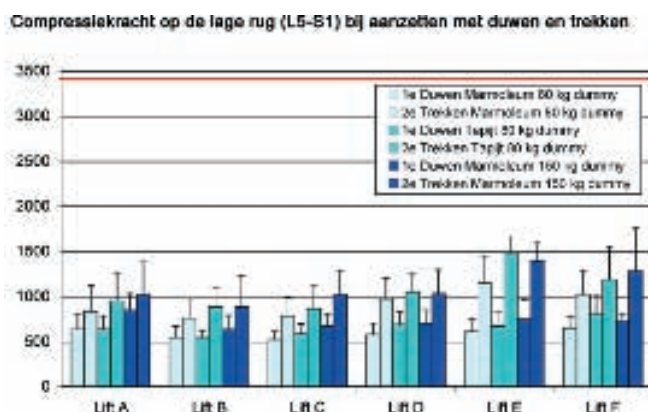


Figuur 9. Resultante van de geleverde kracht in Newton tijdens het verplaatsen van een tillift (eerste 10 seconden duwen, tweede 10 seconden trekken) met van links naar rechts: eerste (verticale) rode lijn moment van aanzetkracht duwen, tweede (horizontale) lijn periode en grootte van volhoudkracht duwen, derde (verticale) lijn moment van afremkracht na duwen, vierde (verticale) moment van aanzetkracht trekken, vijfde (horizontale) lijn periode en grootte van volhoudkracht trekken en zesde (verticale) lijn moment van afremkracht na trekken.



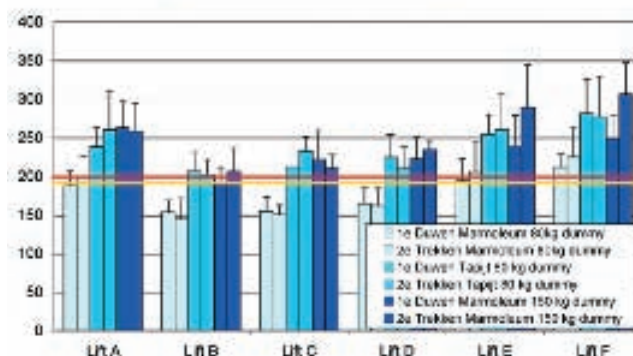
Figuur 10. Percentage (en standaarddeviatie in de vorm van errorbars) van de vrouwelijke werkende populatie ($n=9$) dat in staat is het gevraagde externe moment op het schoudergewricht te leveren (percentage capable) op het tijdstip van aanzetten tijdens het duwen en trekken van de tilliften met een 80 kg en 150 kg zware dummy in de tillift op linoleum en tapijt. De rode lijn is de grenswaarde die in dit onderzoek gesteld is op 90% (de taak is door 90% van de populatie uit te voeren).

significante verschillen te constateren tussen de 6 liften wat betreft het percentage capable van de werkende vrouwelijke populatie. De range in percentage capable (SD) voor de schouders voor de verschillende liften op marmoleum met 80 kg belading is 65% (SD 19) tot 88% (SD 7). Voor het verplaatsen op tapijt met 80 kg belading is de range 35% (SD 24) tot 70% (SD 15) en op marmoleum met 150 kg belading 37% (SD 18) tot 75% (SD 11). Voor het aanzetten met trekken geldt voor 2 van de 6 liften op tapijt met 80 kg belading dat minder dan 90% van de werkende populatie dit aan kan (87% (SD 10) en 89% (SD 6)) en voor 1 lift op marmoleum met 150 kg belading (85% (SD 10)). Op marmoleum met 80 kg belading vindt er



Figuur 11. Compressiekracht (N) (en standaarddeviatie in de vorm van errorbars) op de tussenwervelschijf L5-S1 in de lage rug ($n=9$) op het tijdstip van aanzetten tijdens het duwen en trekken van de tilliften met een 80 kg en 150 kg zware dummy in de tillift op linoleum en tapijt. De rode lijn is de door NIOSH gestelde gezondheidkundige grenswaarde van 3400 N (Waters e.a. 1993).

Aanzetkrachten bij duwen en trekken



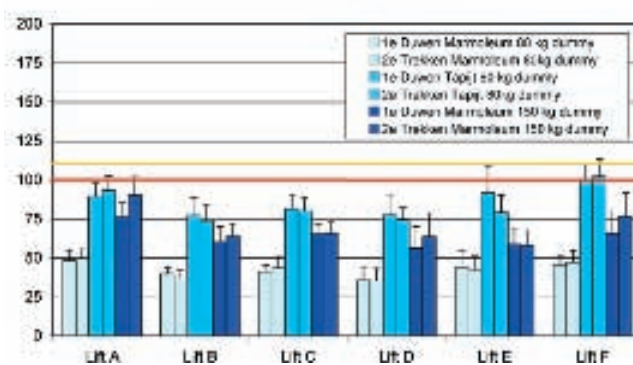
Figuur 12. Geleverde aanzetkracht (N) (en standaarddeviatie in de vorm van errorbars) ($n=9$) op het tijdstip van aanzetten tijdens het duwen en trekken van de tilliften met een 80 kg en 150 kg zware dummy in de tillift op linoleum en tapijt. De rode lijn (200 N) is de grenswaarde voor de aanzetkracht voor duwen met een frequentie van 12 keer per uur en een verplaatsingsafstand van 2.1 m en de oranje lijn (190 N) is de grenswaarde voor trekken (Mital e.a. 1997).

voor geen enkele lift een overschrijding plaats van de richtlijnen voor het aanzetten met trekken.

Mechanische belasting van de lage rug en overschrijding van gezondheidkundige grenswaarden

Voor de mechanische belasting van de lage rug (figuur 11) vindt op segment L5-S1 zowel bij het aanzetten met duwen als trekken géén overschrijding van de gezondheidkundige grenswaarden van 3400 Newton compressiekracht plaats.

Volhoudkrachten bij duwen en trekken



Figuur 13. Geleverde volhoudkracht (N) (en standaarddeviatie in de vorm van errorbars) ($n=9$) tijdens het duwen en trekken van de tilliften met een 80 kg en 150 kg zware dummy in tillift op linoleum en tapijt. De rode lijn (100 N) is de grenswaarde voor de aanzetkracht voor duwen met een frequentie van 12 keer per uur en een verplaatsingsafstand van 2.1 m en de oranje lijn (110 N) is de grenswaarde voor trekken (Mital e.a. 1997).

Aanzetkrachten en volhoudkrachten bij duwen en trekken en overschrijding van gezondheidkundige grenswaarden

Na het toepassen van de tabellen van Mital e.a. (1997) blijkt dat gezondheidkundige grenswaarden voor de aanzetkrachten (>200 Newton duwen en >190 Newton trekken) bij een frequentie van 12 keer per uur met een verplaatsingsafstand van 2.1 m worden overschreden (figuur 12). Op marmoleum met een belading van 80 kg bij het aanzetten met duwen door één lift (211 (SD 17) Newton), en bij aanzetten trekken door 3 liften (hoogste overschrijding 225 (SD 39) Newton). Op tapijt worden zowel voor het aanzetten met duwen als trekken de grenswaarden door alle 6 liften overschreden (hoogste overschrijding duwen 281 (SD 44) Newton en trekken hoogste overschrijding 306 (SD 53) Newton). Voor het aanzetten met duwen op marmoleum met een belading van 150 kg overschrijden 5 liften de grenswaarden (hoogste overschrijding duwen 263 (SD 35) Newton) en voor aanzetten trekken alle liften (hoogste overschrijding 277 (SD 41) Newton). Voor de volhoudkrachten (figuur 13) geldt dat, met het meenemen van het effect van een drempel, de grenswaarden voor vrouwen (100 Newton duwen en 110 Newton trekken) met een frequentie van 12 keer per uur en verplaatsingsafstand van 2.1 m bij het trekken zowel niet op de ondergronden tapijt/marmoleum, als niet met de verschillende gewichten in belading worden overschreden. Bij het duwen wordt slechts door één lift de grenswaarde voor volhoudkrachten overschreden op tapijt met 102 (SD 11) Newton en voor géén van de liften op marmoleum met de verschillende belading (80/150 kg). Voor de vergelijking van de geleverde volhoudkrachten met de grenswaarden van Mital geldt dat de resultaten voor slechts één lift (alleen bij duwen op tapijt) tot een overschrijding van de grenswaarde leidt en op beide ondergronden en met de 2 verschillende beladingen voor géén van de andere liften tot een overschrijding leidt.

Subjectief ervaren veiligheid en (dis)comfort

In het onderzoek naar het dagelijkse gebruik van tilliften op de aspecten veiligheid en (dis)comfort voor zorgvragers/patiënten zijn van de 13 onderzochte items volgens een stoplichtmodel (figuur 14) 6 items significant verschillend ($p < 0.05$), met voor 3 liften knelpunten op veiligheid en comfort en voor één lift een veiligheidsmisstand.

Voor zorgverleners zijn voor 21 van de onderzochte 28 items significante verschillen ($p < 0.05$) te constateren tussen de 7 tilliften, met overigens voor slechts één lift (8) knelpunten volgens het stoplichtmodel en

géén misstanden of knelpunten voor de andere liften (figuur 15). Zorgverleners vinden de tilliften, op één na, voldoende veilig en comfortabel in het gebruik voor henzelf als ook voor de zorgvrager/patiënt.

Discussie

Duwen of trekken met tilliften en kanttekeningen bij de methoden voor bepaling van gezondheidkundige grenswaarden

Uit de resultaten met de methode Chaffin blijkt dat het aanzetten met duwen van tilliften leidt tot een veel hogere mechanische belasting van de schouders dan bij trekken, met overschrijding van gezondheidkundige grenswaarden voor alle 6 tilliften. Trekken zou daarmee sterk in het voordeel zijn, maar in het gebruiksonderzoek heeft niemand van de proefpersonen overwogen om het parcours met de tilliften trekend af te leggen. Dit ondanks dat bij het gelijktijdig uitgevoerde onderzoek naar de mechanische belasting het trekken als minder belastend werd ervaren dan het duwen én tevens het besturen en drempels nemen gemakkelijker ging.

Mogelijke oorzaken dat er voorkeur voor duwen optreedt zijn: 1) meer overzicht, je ziet wat er vóór je gebeurt met mogelijk lagere risico's op botsingen dan wanneer je steeds moet omkijken; 2) een betere verwachte verrijdbaarheid; en 3) aangeleerde patronen (vrijwel iedereen duwt tilliften met inzet van het eigen lichaamsgewicht). Voor de zorgvrager zou het ook een voordeel zijn als de lift getrokken wordt, omdat je dan ziet waar je heen verplaatst wordt en mogelijk minder risico hebt op stoten tegen objecten op de route. Op basis van richtlijnen van Mital wordt landelijk (ArbeidsInspectie, 2003) juist geadviseerd om met inzet van het eigen lichaamsgewicht rollend materieel te duwen in plaats van te trekken.

Uit een vergelijking tussen de gemeten handkrachten en de richtlijnen van Mital (2003) blijkt bij een gekozen frequentie van 12 keer per uur met een verplaatsingsafstand van 2.1 m dat het aanzetten met duwen gunstiger (minder overschrijding van de richtlijn) is dan trekken. Dit verschil tussen duwen en trekken wordt vrijwel volledig veroorzaakt door de hantering van hogere grenswaarden voor overschrijding van de aanzetkrachten bij duwen t.o.v. trekken. Op basis van dit onderzoek met de hogere mechanische schouderbelasting bij het aanzetten met duwen met tilliften, zouden de gezondheidkundige grenswaarden voor de aanzetkrachten met trekken van liften juist echter hoger moeten uitvallen dan bij duwen. Deze verschillen voor de grenswaarden bij het aanzetten tus-

subjectieve beleving zorgvrager/patiënt	tillift A gem. (sd)	tillift B gem. (sd)	tillift C gem. (sd)	tillift D gem. (sd)	tillift E gem. (sd)	tillift F gem. (sd)	tillift G gem. (sd)
Veiligheid tiljuk *	8,5 (1,1)	5,0 (1,6)	6,0 (2,3)	6,3 (1,2)	8,2 (1,3)	3,3 (1,6)	7,7 (2,3)
Veiligheid risico's stoten *	8,4 (1,4)	5,5 (1,9)	5,2 (3,1)	7,8 (1,6)	8,8 (0,8)	5,7 (3,1)	9,0 (0,6)
Veiligheid clips/lussen	9,3 (0,5)	7,9 (1,5)	8,1 (1,3)	7,7 (1,8)	8,4 (0,8)	9,3 (0,8)	9,2 (0,8)
Comfort nek *	8,5 (1,1)	5,6 (3,1)	7,4 (2,8)	8,5 (2,4)	9,5 (0,6)	5,7 (3,1)	7,8 (1,5)
Comfort schouder	8,5 (1,6)	8,4 (1,6)	8,4 (1,6)	9,0 (1,3)	9,5 (0,6)	8,0 (2,6)	9,2 (1,2)
Comfort lage rug	9,0 (1,1)	7,8 (2,3)	8,5 (1,4)	9,2 (1,0)	9,0 (1,6)	7,3 (3,4)	8,8 (1,9)
Comfort bovenbenen	8,3 (1,2)	7,3 (2,8)	7,1 (2,4)	9,2 (1,0)	9,0 (0,9)	8,8 (1,2)	7,3 (2,8)
Comfort aanhaken band	8,8 (0,8)	7,6 (1,6)	7,9 (1,0)	7,3 (1,8)	8,2 (1,0)	5,3 (2,4)	8,7 (1,0)
Comfort transport in lift *	8,3 (1,2)	6,2 (2,1)	5,3 (2,2)	8,3 (1,4)	8,8 (0,8)	5,7 (2,2)	8,7 (1,4)
Comfort schommelen lift *	8,5 (1,2)	5,2 (1,9)	4,3 (2,3)	8,2 (1,5)	9,3 (0,5)	5,3 (2,7)	9,0 (0,6)
Comfort tilband *	8,7 (0,8)	4,4 (1,6)	4,9 (2,4)	8,0 (1,4)	8,8 (1,2)	7,8 (1,5)	8,5 (1,9)
Comfort wegligging lift	8,5 (1,1)	7,3 (0,8)	7,3 (1,3)	8,0 (2,4)	8,8 (0,8)	7,2 (2,5)	8,8 (0,8)
Comfort stabiliteit lift	9,0 (0,7)	7,3 (0,8)	7,3 (1,8)	8,0 (1,6)	9,0 (0,7)	8,0 (1,4)	9,0 (0,7)

Figuur 14. Subjectief beoordeelde bruikbaarheid door zorgvrager/patiënt (n=6) van 7 tilliften A t/m G in stoplichtmodel. Rode sterretjes geven een significant effect van tillift aan op het betreffende item.

subjectieve beleving zorgverlener	tillift A gem. (sd)	tillift B gem. (sd)	tillift C gem. (sd)	tillift D gem. (sd)	tillift E gem. (sd)	tillift F gem. (sd)	tillift G gem. (sd)
Veiligheid van zorgverlener *	8,8 (0,9)	8,4 (1,3)	8,0 (1,4)	8,0 (1,4)	8,6 (0,6)	7,6 (1,6)	9,0 (1,1)
Comfort nek	8,8 (0,8)	8,7 (1,3)	8,9 (1,2)	9,0 (0,8)	8,7 (1,2)	7,5 (2,5)	9,0 (1,1)
Comfort schouders *	7,9 (1,7)	7,8 (1,9)	8,7 (1,3)	8,5 (1,3)	8,1 (1,5)	6,6 (2,3)	8,9 (1,1)
Comfort lage rug *	7,2 (1,8)	7,6 (2,2)	8,1 (1,4)	7,5 (2,1)	7,6 (1,4)	6,2 (2,3)	8,7 (1,4)
Comfort bovenbenen	9,0 (0,8)	9,0 (0,8)	9,0 (1,3)	8,7 (1,2)	8,7 (0,8)	7,8 (2,3)	9,4 (0,8)
Veiligheid tilband	8,5 (1,3)	7,4 (1,8)	8,1 (1,3)	6,8 (1,8)	8,0 (1,3)	7,7 (1,3)	8,8 (1,1)
Veiligheid patiënt	7,6 (1,8)	7,1 (2,4)	7,2 (2,1)	7,0 (0,9)	7,4 (1,6)	4,6 (2,5)	7,3 (2,3)
Comfort verticaal bereik *	8,3 (1,1)	6,1 (1,9)	7,6 (0,8)	8,6 (1,1)	8,7 (0,8)	5,3 (2,5)	7,6 (1,7)
Comfort horizontaal bereik *	8,5 (0,9)	7,4 (2,0)	8,1 (1,5)	7,8 (1,3)	8,5 (1,2)	7,0 (1,5)	8,0 (1,3)
Comfort dalen en stijgen *	8,1 (1,4)	8,1 (1,2)	8,4 (1,2)	7,6 (0,8)	8,4 (1,3)	7,1 (2,1)	8,7 (1,3)
Comfort spreiden poten	7,3 (1,7)	7,5 (1,6)	8,0 (1,9)	6,7 (2,4)	8,3 (1,1)	7,2 (1,6)	7,3 (1,8)
Comfort handvatten *	7,6 (2,1)	7,6 (2,2)	8,4 (1,3)	8,4 (1,1)	8,9 (1,0)	7,6 (1,40)	9,5 (0,7)
Comfort tiljuk *	8,6 (1,2)	6,7 (2,3)	6,9 (2,0)	7,9 (1,2)	8,2 (1,9)	6,4 (2,2)	8,5 (1,6)
Comfort afstandbediening *	8,8 (1,0)	8,1 (1,2)	8,2 (1,1)	7,3 (1,9)	9,4 (0,5)	6,0 (2,6)	8,3 (2,1)
Comfort positionering lift *	7,8 (1,5)	7,4 (1,4)	7,9 (1,5)	8,0 (1,1)	8,9 (1,0)	6,0 (2,0)	7,5 (1,9)
Comfort af/aanhaken band *	8,1 (1,1)	7,6 (1,6)	7,2 (1,6)	5,6 (1,5)	8,1 (1,5)	6,6 (2,1)	8,1 (1,3)
Comfort transport patiënt *	8,3 (1,2)	6,5 (2,1)	7,3 (1,6)	8,2 (1,1)	8,7 (1,1)	5,2 (2,4)	9,1 (0,9)
Comfort wendbaarheid lift *	7,5 (1,9)	7,3 (1,3)	7,5 (0,9)	7,9 (1,3)	8,1 (1,4)	5,2 (2,3)	7,4 (2,3)
Comfort verrijdbaarheid lift *	8,1 (1,4)	7,2 (1,7)	7,5 (0,9)	8,1 (1,0)	8,2 (1,2)	5,7 (2,1)	8,6 (1,0)
Comfort extra handelingen *	7,9 (1,4)	7,4 (1,6)	7,4 (1,3)	7,5 (1,5)	8,5 (1,3)	5,9 (1,8)	7,8 (1,9)
Comfort verplaatsingen *	8,0 (1,2)	7,1 (1,3)	7,7 (1,0)	7,2 (1,4)	8,5 (1,1)	6,4 (1,8)	7,1 (2,3)
Comfort wegligging lift *	8,4 (1,2)	6,9 (1,7)	7,5 (1,1)	8,1 (1,1)	8,6 (1,0)	6,8 (1,6)	8,9 (0,9)
Comfort werken met lift *	7,9 (1,5)	6,6 (1,8)	7,6 (1,0)	8,0 (1,3)	8,7 (1,0)	5,2 (2,0)	8,6 (0,8)
Comfort ontwerp/bouw *	7,5 (1,3)	7,3 (1,8)	7,8 (1,0)	7,7 (0,8)	8,3 (0,7)	4,9 (2,0)	8,2 (1,1)
Comfort vormgeving/design *	7,1 (1,8)	8,2 (1,2)	7,8 (0,9)	7,2 (1,5)	8,7 (0,8)	6,6 (1,9)	7,5 (1,9)
Comfort gevoel bij lift *	7,7 (1,2)	6,4 (2,1)	7,4 (1,3)	7,7 (1,2)	8,5 (1,0)	4,8 (1,8)	8,6 (1,0)
Eindbeoordeling *	7,6 (1,2)	6,4 (1,7)	7,3 (1,3)	7,4 (0,7)	8,2 (1,0)	5,3 (1,3)	8,3 (1,2)
Bruikbaarheid SUS score	77,5(14,7)	64,5(18,9)	73,5(15,3)	72,0(14,3)	79,5(14,7)	45,5(21,8)	67,8(14,6)

Figuur 15. Subjectief beoordeelde bruikbaarheid door zorgverlener (n=10) van 7 tilliften A t/m G in stoplichtmodel. Rode sterretjes geven een significant effect van tillift aan op het betreffende item.

sen de richtlijn van Mital en het model van Chaffin met duwen en trekken komen door de verschillende achtergrond. Mital is voornamelijk gebaseerd op psychofysische criteria (met wat correcties voor mechanische en energetische belasting) en Chaffin op biomechanische criteria. Bij Mital speelt het ervaren van klachten of ongemak aan het eind van een werkdag een rol. Een nadeel van Mital is dat onduidelijk is wat dit ongemak (ofwel de grenswaarde) veroorzaakt; is dat de belasting van de lage rug, van de schouders, een ander lichaamsdeel of misschien de energetische belasting (lokale of algehele vermoeidheid) als gevolg van hoge bewegingsfrequenties. Chaffin geeft met betrekking tot mechanische belasting betrouwbare informatie doordat houding, geleverde kracht en richting, en antropometrische gegevens (lichaamslengte, geslacht) worden meegenomen. Nadelen van de methode Chaffin zijn: 1) in de grenswaarden (percentage capable) wordt het effect van frequentie en duur (verplaatsingsafstand) niet meegenomen; 2) de methode is zeer arbeidsintensief; en 3) door de grote krachtsontwikkeling van de zorgverleners bij het aanzetten met duwen werden de bovenarmen soms tot achter het lichaam geduwd door de tegendruk, wat niet in te voeren was in het biomechanische simulatiemodel, met daardoor arbeidsintensieve herberekeningen.

De onderzoeksresultaten vanuit de methode Chaffin zijn de aanleiding geweest om binnen de directe werkomgeving van de proefpersonen/ergocoaches die aan het onderzoek hebben deelgenomen de duwarbeid met o.a. tilliften meer te vervangen door trekarbeid. De eerste resultaten geven daarbij een positief beeld over de ervaren belasting en bruikbaarheid. Verder onderzoek hiernaar wordt aanbevolen, evenals voor ander rollend materieel. Dit omdat tilliften slechts een deel van de totale belasting door duw- en trekarbeid vormen, met vaak ook nog piekmomenten op een dag. Als bij aanzetten met duwen daarbij al een overschrijding van gezondheidkundige normen optreedt, is dat een reden tot zorg.

Ontwerpaspecten en voor- en nadelen van de huidige ontwerpen voor eindgebruikers

Tilliften met een laag eigen gewicht leiden bij het aanzetten met duwen tot een relatief lagere mechanische belasting van de schouders, maar uit de videoanalyses en onderzoeksgegevens op (dis)comfort blijkt anderzijds dat lichtere liften een slechtere bestuurbaarheid en wegligging hebben. Dit vooral bij het rijden van rechte stukken, mogelijk in combinatie met 4 zwenkwielen; hier dient met

ontwerpen rekening mee gehouden te worden. Uit het onderzoek blijkt dat het nemen van drempels en het besturen van de tillift veel gemakkelijker gaat bij trekken dan bij duwen; dit komt mogelijk door de bouw van de liften (zwaartepunt ver van de mast af met veel druk op de voorwielen) en mogelijk ook de trektechniek (omhooggericht bij drempels). Een elektrisch verrijdbare lift is met betrekking tot de risico's op mechanische overbelasting aan te bevelen en zeker op tapijt en bij patiënten zwaarder dan 80 kg, maar de bruikbaarheid van de afstandsbesturing en de leerbaarheid verdienen aandacht bij herontwerp. Verder onderzoek naar de bruikbaarheid (Millar e.a., 2006; Knibbe & Knibbe, 2006) en de mechanische belasting bij plafondgemonteerde tilsystemen, waarbij geen rolweerstand van de lift bij verplaatsen optreedt t.o.v. de vloer, wordt eveneens aanbevolen. Liften die uitgerust zijn met duw/trekstangen bieden meer mogelijkheden om bij verschillende lengten van zorgverleners de juiste trek- en duwhoogte te bepalen met een zo laag mogelijke schouderbelasting, ook bij de meer voorovergebogen houdingen die bij duwen/trekken van zwaardere lasten worden aangenomen en waarbij lager wordt beetgepakt. Vanuit onderzoek naar cateringkarren (Jansen e.a., 2002) wordt verder onderzoek naar tilliften aanbevolen voor de wielgrootte en wieleigenschappen in relatie tot de ondergrondrolweerstand, onderrijdbaarheid van andere zorgverleninghulpmiddelen (de poten van een tillift moeten bijvoorbeeld onder een bed gereden kunnen worden) en de taakuitvoering (b.v. veel manoeuvreren in kleine ruimten of juist veel rechte stukken rijden).

Voor het onderzoek op veiligheid en (dis)comfort liggen er bij een aantal tilliften aandachtspunten voor de veiligheid van m.n. de zorgvrager met kans op stoten en het ervaren discomfort in de tilbanden en tijdens het transport. Opvallend is dat het risico op stoten en ongevallen en het ervaren comfort bij de zorgvragers/patiënten voor 3 liften slechter scoort dan bij de zorgverleners. Hetzelfde geldt voor het ervaren comfort van de zorgvragers/patiënten zelf in relatie tot het ingeschatte comfort door de zorgverleners voor de zorgvragers/patiënten.

Conclusie

Het aanzetten met duwen van over de vloer verrijdbare patiëntentilliften met verschillende belading (80/150 kg) en ondergrond (marmoleum/tapijt) leidt tot overschrijding van gezondheidkundige grenswaarden voor de mechanische belasting van de schouders. Voor de lage rugbelasting worden bij het

aanzetten met duwen en trekken geen gezondheidkundige grenswaarden overschreden. Het risico op mechanische schouderoverbelasting bij het aanzetten met trekken is veel kleiner dan bij duwen, waardoor het aanbevolen wordt om tilliften (meer) te trekken in plaats van te duwen. Ook de bestuurbaarheid en het nemen van drempels gaat beter bij trekken. Tilliften die bij gebruik leiden tot een lage mechanische belasting, scoren weer minder goed op aspecten veiligheid of (dis)comfort voor zorgverleners of zorgvragers/patiënten. Er zijn voor alle liften veel opties voor herontwerp op de significant minder scorende onderdelen, knelpunten en misstanden. Gebruiksonderzoek met zorgvragers én zorgverleners/patiënten als eindgebruikers blijkt zeer nuttig te zijn voor ergonomische evaluatie en herontwerp van tilliften.

Dankwoord

Dit onderzoek had niet uitgevoerd kunnen uitvoeren zonder de enorme inzet van de zorgverleners van de stichting Abrona, waarvoor enorm bedankt. Daarnaast worden de deelnemende bedrijven (Arjo, Lopital, Tilcentrum en United Care) bedankt, die het aandurfden om gezamenlijk hun tilliften te evalueren.

Literatuur

- Arboconvenant, Fysieke belasting in de gehandicaptenzorg, stand der techniek, Knibbe N. e.a. in opdracht van Ministerie van SZW 2002.
- Arbeidsinspectie, Interne instructie Arbeidsinspectie: Fysieke belasting, duwen en trekken, versie 1.0, 2003.
- Battevi, N., Index for risk assessment of patient manual handling in hospital wards: a validation study. *Ergonomics* 2006; 49(7): 671-687.
- Beek, A.J. van der, Frings-Dresen, M.H.W., Dijk, F.J.H. van, Kemper, H.C.G., Meijman, T.F. Loading and unloading by lorry drivers and musculoskeletal complaints. *International Journal of Industrial Ergonomics* 1993;12: 13-23.
- Brooke, J., SUS 1986: a quick and dirty usability scale; in: Jordan, P.W., Thomas, B., Weerdmeester, B.A., McClelland, I.L. (Eds.), *Usability Evaluation in Industry*, London: Taylor & Francis 1996, 189-194.
- Chaffin, D.B., Andersson, G.B.J., Martin, B.J. *Occupational biomechanics*, 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 1999.
- Damkot, D.K., Pope, M.H., Lord, J., Frymoyer, J.W. The relationship between work history, work environment and low-back pain in men. *Spine* 1984; 9(4): 395-399.
- Eijk, D. van, Boersema, Th., Christiaans, H., Dirken, J., Goossens, R., Kanis, H., Molenbroek, J., Rooden, Th. en Sniijders, C. *Ontwerpergonomie ergonomie 2 deel 1*. ID 2231 TU Delft, Faculteit Industrieel Ontwerpen 2006.
- Hughes, R.E., Silverstein, B.A., Evanoff, B.A. Risk factors for work-related musculoskeletal disorders in an aluminum smelter. *American Journal of Industrial Medicine* 1997; 32: 66-75.
- Hoozemans, M.J.M., Beek, A.J. van der, Frings-Dresen, M.H.W., Woude, L.H.V. van der, Dijk, F.J.H. van. Low-back and shoulder com-

- plaints among workers with pushing and pulling tasks. *Scandinavian Journal of Work and Environmental Health* 2002; 28(5): 293-303.
- Hoozemans, M.J.M., Jansen, J.P. Duwen en trekken. In: Peereboom, K.J., Jansen, J.P., eds. *Handboek fysieke belasting, een complete methode voor het inventariseren en oplossen van knelpunten*. 2004/2005 ed. Den Haag, SDU Uitgevers 2004.
- Harkness, E.F., Macfarlane, G.J., Nahit, E.S., Silman, A.J., McBeth, J. Mechanical and psychosocial factors predict new onset shoulder pain: a prospective cohort study of newly employed workers. *Occupational and Environmental Medicine* 2003; 60: 850-857.
- Inspectie voor de Gezondheidszorg, Rapport: Tilliften, nog steeds niet zonder risico's, 2004.
- Jansen, J.P., Hoozemans, M.J.M., Beek, A.J. van der, Frings-Dresen, M.H.W. Evaluation of ergonomic adjustments of catering carts to reduce external pushing forces. *Ergonomics* 2002; (33): 117-127.
- Jordan, P.W. *An introduction to usability*. London: Taylor and Francis 1998.
- Knibbe, N.E., Knibbe, J.J. *Businesscase plafondtilsystemen, kosten en baten*, 2006.
- Mital, A., Nicholson, A.S., Ayoub, M.M. *A guide to manual materials handling*. London: Taylor & Francis 1997.
- NTA 7506: A1 Inspectie en onderhoud van patiëntentilliften 2006.
- NEN-EN-ISO-10535, Hoists for the transfer of disabled persons, 2007.
- Vink, P., Looze, M.P. de, Kuijt-Evers, L. *Theory on comfort. Comfort and Design*. London: Taylor and Francis 2005.
- Vyas, D., Veer, G.C. van der. APEC: A Framework for Designing Experience. Position paper (2) for Workshop - "Spaces, Places & Experience in HCI" at Interact-2005, Italy. Department of Computer Science, VU Amsterdam.
- Waters, T.R., Putz-Anderson, V., Garg, A. Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics* 1993; 36: 749-776.

Abstract

Hoists are often used to lift and transfer passive patients or other persons. However, caregivers complain about physical overload and usability problems. In this study 7 hoists were ergonomically evaluated. The objective was to evaluate the mechanical load on the low back and shoulders of caregivers when transporting hoists and also to evaluate the usability of the hoists for both caregivers and care receivers. The use of all 7 hoists resulted in loading in excess of health guidelines for the shoulder, but not for the lower back when pushing and pulling hoists. When pulling, the steering control of the hoist and the taking of thresholds were much better. A second usability research yielded significant differences (21 of 28 items) for caretakers and (6 of 13 items) care receivers, with bottlenecks for safety and comfort. No hoist scored as the best one; for all hoists there options for redesign.

