



Is duwen of trekken op het werk te zwaar? Gebruik de nieuwe Duw en Trek Check (DUTCH)

Het handmatig duwen en trekken van (zware) lasten op het werk is een onderbelicht onderdeel binnen het thema fysieke arbeidsbelasting. Onterecht, want deze activiteit komt veel voor en lijkt gerelateerd te zijn aan het ontstaan van schouderklachten. Goed inzicht in mogelijke risicovolle aspecten van duw- en trekactiviteiten is een eerste stap naar preventie van die klachten. Bestaande instrumenten voor de ergonomische evaluatie van duw- en trekactiviteiten blijken onvoldoende geschikt om dat inzicht op eenvoudige wijze te geven. Daarom is de Duw en Trek Check (DUTCH) ontwikkeld die duidelijk maakt of de arbeidsbelasting door duwen en trekken te hoog is, welke belastende factoren er zijn en welke maatregelen de belasting kunnen verminderen. Dit artikel beschrijft de ontwikkeling van de DUTCH alsmede de werking van de tool.

Marjolein Douwes, Reinier Könemann, Paul Kuijer, Hetty Vermeulen en Marco Hoozemans

Duwen, trekken en het risico op schouderklachten

Veel handmatig kracht zetten, duwen en/of trekken op het werk vormen een gezondheidsrisico voor pijnklachten in de lage rug en in de schouder, zo concludeerde de Gezondheidsraad in haar advies met betrekking tot 'Kracht zetten, duwen en trekken in werksituaties' (Gezondheidsraad, 2012). Er is met name een grote kans op schouderklachten bij het uitvoeren van duw- en trekactiviteiten op het werk, bleek uit een systematische literatuurstudie van Hoozemans e.a. (2014). In zeven studies bij 8279 werknemers was het risico op schouderklachten bij werknemers die veel duwen en trekken op het werk tussen twee en vijf keer zo hoog als in een groep zonder duw- en trekactiviteiten.

Risico-inventarisatie en -evaluatie

Het is van belang dat bedrijven zicht hebben op de risico's van duwen en trekken op het werk. De Arboret biedt daarvoor geen concrete gezondheids- en/of veiligheidskundige grenswaarden. Ook is het niet mogelijk om op basis van beschikbare epidemiologische literatuur grenswaarden op te stellen (Gezondheidsraad, 2012). In het Gezondheidsraadadvies werd gesteld dat de zogenoemde 'Mital-tabellen' (Mital e.a., 1997) de best beschikbare informatie bieden om de fysieke belasting van duw- en trekactiviteiten op het werk te beoordelen. Deze tabellen bieden gegevens uit experimenteel psychofysisch onderzoek naar de

maximale duw- en trekkracht die mensen zeggen met de handen te kunnen leveren onder verschillende omstandigheden. Voor toepassing van deze tabellen zijn echter krachtmetingen op de werkplek nodig, wat in de praktijk vaak niet haalbaar is. Bestaande praktijkinstrumenten die geen krachtmetingen vergen, zoals de Key Indicator Method (KIM; Jürgens e.a., 2002; Steinberg e.a., 2006), de Duw Trek Calculator (DTC; Hoozemans e.a., 2010; Kuijer e.a., 2007) en de Pushing and Pulling Operations Risk Assessment Tool (HSL, 2013) voldoen niet aan alle inhoudelijke en praktische criteria die gelden voor een goed praktijkinstrument. Zo zijn de KIM en de tool van HSL onvoldoende wetenschappelijk onderbouwd en neemt de DTC geen omgevingsfactoren mee en geeft het niet één duidelijke uitkomst. In opdracht van SZW is daarom in 2014 de ontwikkeling gestart van een praktijkinstrument dat bedrijven snel en eenvoudig inzicht geeft in belastende factoren bij duw- en trekactiviteiten op het werk. De beoordeling moet uitgevoerd kunnen worden zonder specifieke voorkennis over fysieke belasting en zonder krachtmetingen, omdat dit in de praktijk vaak lastig is en tot fouten kan leiden. Tevens moet de beoordeling wetenschappelijk onderbouwd zijn en inzicht geven in de belastende factoren en oplossingsrichtingen. Een eerste stap in de ontwikkeling was een beknopte studie naar de betrouwbaarheid en validiteit van bestaande instrumenten, die we hierna kort beschrijven.

Betrouwbaarheid en validiteit van bestaande instrumenten

Aanleiding en doelstelling

Een belangrijk criterium voor een beoordelingsmethode is dat deze betrouwbare en valide resultaten oplevert. Van bestaande instrumenten voor het beoordelen van duwen en trekken op het werk was geen informatie beschikbaar over deze kwaliteiten. Om daar een indruk van te krijgen hebben we een beknopt onderzoek uitgevoerd naar de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid en de 'face-validity' (indruksvaliditeit) van de KIM en de DTC. Met face-validity bedoelen we in dit artikel: de mate van overeenkomst tussen de uitkomsten uit de instrumenten met de oordelen van een groep experts op het gebied van fysieke belasting.

Methode

Voor deze studie selecteerden we een tiental duw- en trektaken uit de praktijk van de expertgroep. Het ging om duw- en trekactiviteiten met horizontaal gerichte handkrachten, waarbij de mate van krachtoefening varieerde en volgens een goed protocol was gemeten. Kenmerken van de taken staan in de eerste kolom van tabel 1. Van deze taken leverden de experts beschrijvingen aan in een gestandaardiseerd format, waarmee de KIM en DTC konden worden toegepast. De definitieve versie van de Assessment tool van HSL was toen nog niet beschikbaar. Van enkele taken ontbraken frequenties omdat het experimentele situaties waren;

in die gevallen zijn realistische schattingen gemaakt. Acht experts beoordeelden onafhankelijk van elkaar de duw- en trektaken met de KIM en de DTC. Zij vertaalden daarvoor de taakbeschrijvingen naar benodigde invoergegevens van de twee instrumenten. Daarnaast beantwoordden zij enkele vragen over de wijze waarop zij tot hun beoordeling kwamen, de moeilijkheden die ze daarbij ondervonden, voor- en nadelen van de beide instrumenten en in hoeverre het resultaat overeen kwam met hun expertoordeel over de zwaarte van de taak (rood, geel of groen).

Data-analyse

Om de face-validity te bepalen zijn de eindoordeelen van de experts van alle taken zowel voor de KIM als DTC vergeleken met de expertoordeelen, die in deze studie als 'gouden standaard' fungeerden. Om vanuit de drie onderdelen van de DTC (beoordeling van de handkracht, rugbelasting en schouderbelasting) tot één eindoordeel te komen is de laagste grenswaarde (strengste beoordeling) gebruikt. Voor de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid is het percentage absolute overeenkomst tussen rood-geel-groen beoordelingen van de beoordelaars berekend. Daarnaast zijn de kappa-waarden berekend voor de individuele scores van de DTC en de eindscore van de KIM, met de volgende classificering: 'gering' (0-0,20); 'matig' (0,21-0,40); 'redelijk' (0,41-0,60); 'voldoende tot goed' (0,61-0,80) en 'bijna perfect' (0,81-1,00) (Landis & Koch, 1977).

Tabel 1. Gemiddelde beoordelingen en bijhorend rood-geel-groen oordeel volgens de KIM, meest voorkomende oordelen volgens de DTC en consensus oordelen van experts

| Taken | Gemiddelde eindscore KIM (en sd) | Meest voorkomende eindscore* DTC (% overeenkomst) | Consensus oordeel experts |
|---|----------------------------------|---|---------------------------|
| 1. Railtender: kleine trolley met etenswaar duwen (in de trein) | 44 (14) | Groen (63%) | Groen |
| 2. Post (expeditie): karren duwen/ trekken door distributiecetrum | 54 (14) | Rood (100%) | Rood |
| 3. Post (distributie): karren duwen/ trekken door distributiecetrum | 43 (8) | Rood (100%) | Groen |
| 4. Elektrische (trillende) rei gebruiken voor egaliseren betonvloer | 85 (22) | Groen (86%)** | Rood |
| 5. Handpallettruck verplaatsen in een magazijn | 35 (12) | Rood (100%)** | Geel |
| 6. Rolcontainers verplaatsen naar en in vrachtwagens | 29 (8) | Rood (100%) | Rood |
| 7. Vuilniscontainers over tegels verplaatsen met één of twee personen | 39 (13) | Rood (100%) | Rood |
| 8. Vuilcontainer met hulpmiddel over tegels verplaatsen | 30 (13) | Rood (100%)** | Groen |
| 9. Vuilcontainer zonder hulpmiddel over tegels verplaatsen | 38 (17) | Rood (100%)** | Rood |
| 10. Geldkarren trekken over laagpolig tapijt in casino | 7 (1) | Geel (57%)** | Groen |

* De DTC geeft geen 'eindscore'. Daarom is de hoogste subscore per beoordelaar gebruikt en daarvan de meest voorkomende score; groen betekent 'veilig/geen verhoogd risico', geel betekent 'een verhoogd risico', rood betekent 'een sterk verhoogd risico'. **N=7.

Tabel 2. Percentage absolute overeenstemming en betrouwbaarheid (kappa) tussen de beoordelaars over de tien taken voor DTC en KIM stoplichtscores

| Beoordeling | % absolute overeenstemming | Kappa | Classificatie kappa |
|--------------------------------------|----------------------------|-------|---------------------|
| DTC, handkracht bij aanzetten | 92% | 0,853 | goed |
| DTC, handkracht bij volhouden | 79% | 0,680 | voldoende tot goed |
| DTC, rugbelasting bij aanzetten | 97% | 0,933 | bijna perfect |
| DTC, rugbelasting bij volhouden | 99% | 0,967 | bijna perfect |
| DTC, schouderbelasting bij aanzetten | 78% | 0,567 | redelijk |
| DTC, schouderbelasting bij volhouden | 62% | 0,447 | redelijk |
| DTC, worst case | 91% | 0,833 | goed |
| KIM, risicoscore | 81% | 0,705 | voldoende tot goed |

Resultaten

Face-validity

In tabel 1 staan de gemiddelde of meest voorkomende beoordelingen door de acht experts van de tien duw- en trektaken met beide instrumenten. De beoordelingen met de KIM zijn voor vier taken gelijk aan, voor drie taken strenger dan (hoger risico) en voor drie taken minder streng dan (lager risico) het expertoordeel. De beoordelingen met de DTC zijn voor vijf taken gelijk aan, voor vier taken strenger dan en voor één taak minder streng dan het expertoordeel. Slechts een van de tien taken (taak 2) werd met de KIM en DTC hetzelfde beoordeeld.

Interbeoordelaarsbetrouwbaarheid

In tabel 2 is het percentage absolute overeenstemming in stoplichtscores van de experts weergegeven voor de DTC en de KIM. Het percentage overeenstemming voor de KIM bedraagt 81%. De DTC berekent geen eindoordeel over de handkracht, schouder- en rugbelasting gezamenlijk. De minste overeenstemming is er voor schouderbelasting (volhouden) en de meeste overeenstemming voor rugbelasting, respectievelijk 62% en 99%. Een worst-case-beoordeling is door de experts gebruikt als eindoordeel en geeft een overeenstemming van 91%. Naast het percentage overeenstemming staan de kappa-waarden en bijbehorende classificaties voor beide tools. De kappa-classificatie voor de KIM risicoscore is 'voldoende tot goed' (0,705) en varieert voor de DTC van 'redelijk' tot 'bijna perfect' (0,447-0,967), maar is 'goed' (0,833) voor de worst-case-beoordeling.

Discussie

Face validity

Beoordelingen van de tien duw- en trektaken met de DTC waren vaker rood dan volgens de expertbeoordelingen. De beoordelingen met de KIM kwamen vaker overeen met de expertbeoordelingen. Echter, enkele taken die volgens de experts 'rood' zijn, werden niet als zodanig beoordeeld met de KIM. In die gevallen onderschat de KIM de fysieke belasting volgens de experts. Zowel de KIM als DTC hebben minder onderscheidend vermogen dan de experts: zeven van de tien beoordelingen met de

KIM zijn geel, negen van de tien beoordelingen met de DTC zijn rood.

De face-validity van een instrument hangt mede af van diens wetenschappelijke onderbouwing. De DTC is wetenschappelijk onderbouwd voor de beoordeling van de handkracht (Mital e.a., 1997), rugbelasting (Jäger, 2001) en schouderbelasting (Chaffin e.a., 1999). Voor de KIM is er geen wetenschappelijke onderbouwing beschreven en ook navraag bij de auteurs levert daarover geen informatie op. Bij een vergelijking van de KIM-resultaten met psychofysische data uit de Mital-tabellen blijken deze niet overeen te komen. De KIM beoordeelt duwen en trekken met een lage frequentie als minder belastend en met een hoge frequentie als (veel) meer belastend dan de psychofysische tabellen. Een mogelijke verklaring voor de verschillen tussen beoordelingen met beide instrumenten enerzijds en expertbeoordelingen anderzijds is dat de KIM omgevingsfactoren meeneemt terwijl de DTC dat niet doet. Bovendien zit er ook variatie in de expertoordelen ('gouden standaard').

Interbeoordelaarsbetrouwbaarheid

De kappa-classificatie voor de DTC varieert van 'redelijk' tot 'bijna perfect' (0,447-0,967), maar is 'goed' (0,833) voor de worst-case-beoordeling. Onderlinge verschillen in resultaten zijn te verklaren uit verschil in interpretatie van de aangereikte informatie over de taak naar invoergegevens voor KIM en DTC. Voorbeelden zijn verschillen in het bepalen van de relevante populatie (man/vrouw-verdeling), de lichaamshouding en werkomstandigheden; deze factoren zijn moeilijk in te schatten en te generaliseren per taak.

Beperkingen

Dit onderzoek kent enkele beperkingen. Ten eerste was er volgens de beoordelingen van de experts weinig variatie tussen de taken, wat blijkt uit het feit dat de experts de taken relatief vaak 'rood' beoordeelden. Dit geeft mogelijk een te eenzijdig beeld. Ten tweede was er voor enkele, vooraf verstrekte, invoergegevens geen interpretatie door de beoordelaar meer nodig. In de praktijk kan voor deze factoren wel variatie ontstaan, waardoor de betrouwbaarheid kleiner kan zijn dan in dit

onderzoek. Ten derde is het onderzoek uitgevoerd met experts die getraind zijn in de toepassing van vergelijkbare methoden. Toepassing van de KIM en DTC door gebruikers zonder voorkennis zal naar verwachting een lagere betrouwbaarheid opleveren omdat zij meer moeite zullen hebben bij het bepalen van de gevraagde invoergegevens. Voor toepassing van een tool zoals wij voor ogen hebben, namelijk door mensen zonder voorkennis over fysieke belasting, is dit een belangrijke beperking.

Conclusies

Zowel de KIM als de DTC hebben een matige face-validity en interbeoordelaarsbetrouwbaarheid. Daarom, en vanwege het gebrek aan wetenschappelijke onderbouwing van de KIM, is geconcludeerd dat het niet wenselijk is om de te ontwikkelen praktijkmethode grotendeels te baseren op ofwel de KIM ofwel de DTC. Besloten werd om de voordelen van beide instrumenten te gebruiken voor een nieuw instrument. Bovendien kwamen de volgende eisen voor het te ontwikkelen instrument uit het onderzoek naar voren:

- gebruik maken van wetenschappelijke onderbouwde gegevens;
- een duidelijk overall eindoordeel opnemen en inzicht te geven in de belangrijkste belastende factoren;
- zowel een gemiddelde als piekbelasting op te nemen in de beoordeling, om 'wegmiddelen' van extreme situaties te voorkomen;
- situaties benoemen waarvoor de methode niet toepasbaar is, zoals: 'schuiven' van voorwerpen en aangedreven karren;

- adviezen voor vermindering van de fysieke belasting bij duwen en trekken op het werk opnemen;
- het instrument gevoelig genoeg maken om inzicht te geven in het effect van kleine verbeteringen; dit is van belang om werknemers en -gevers te stimuleren om maatregelen te nemen en te gebruiken.

Ontwikkeling van de Duw en Trek Check (DUTCH)

Maximaal aanvaardbare duw- en trekkrachten

Grenswaarden voor een acceptabele belasting kunnen in theorie afgeleid worden uit wetenschappelijke criteria, zoals epidemiologisch bewijs, biomechanische modellen of psychofysische experimenten. Via een beknopt literatuuronderzoek, dat we hier verder niet bespreken, is nagegaan welke nieuwe relevante epidemiologische kennis beschikbaar is gekomen na het Gezondheidsraadadvies (2012). In die nieuwe literatuur wordt een sterke relatie beschreven tussen duwen en trekken en het ontstaan van schouderklachten (Hoozemans e.a., 2014). Deze literatuur bleek echter nog steeds onvoldoende houvast te bieden om duidelijke grenswaarden te kunnen definiëren waarboven het risico op schouderklachten sterk toeneemt. Ook de biomechanische kennis bleek niet toereikend voor een wetenschappelijk criterium. Beschikbare schoudermodellen, die spierbelasting rondom het schoudergewricht uitgebreid meenemen, geven heel beperkt gezondheidskundige grenswaarden aan. Daarom is besloten om voor het vaststellen van de maximaal aanvaardbare duw- en trekkrachten gebruik te blijven maken van de psychofysische Snook-tabellen (Snook & Ciriello, 1991). Deze tabellen komen overeen met die van

Maximum Acceptable Forces of Push for Males (kg)

| Height | Percent | 2.1 m push One push every | | | | | | | | 7.6 m push One push every | | | | | | | | 15.2 m push One push every | | | | | | | | 30.5 m push One push every | | | | | | | | 45.7 m push One push every | | | | | | | | 61.0 m push One push every | | | | | | | |
|----------------|---------|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-------------------------------|----|----|----|---|---|----|---|-------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| | | 0 | 12 | 1 | 2 | 5 | 30 | 8 | hr | 15 | 22 | 1 | 2 | 5 | 30 | 8 | hr | 25 | 35 | 1 | 2 | 5 | 30 | 8 | hr | 1 | 2 | 5 | 30 | 8 | hr | 1 | 2 | 5 | 30 | 8 | hr | 2 | 5 | 30 | 8 | hr | | | | | | | |
| Initial forces | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 144 | 90 | 20 | 22 | 25 | 25 | 26 | 26 | 31 | 14 | 16 | 21 | 21 | 22 | 22 | 26 | 16 | 18 | 19 | 19 | 20 | 21 | 25 | 15 | 16 | 19 | 19 | 24 | 13 | 14 | 16 | 16 | 20 | 12 | 14 | 14 | 18 | | | | | | | | | | | | | |
| 144 | 75 | 26 | 29 | 32 | 32 | 34 | 34 | 41 | 18 | 20 | 27 | 27 | 28 | 28 | 34 | 21 | 23 | 25 | 25 | 26 | 27 | 32 | 19 | 21 | 25 | 25 | 31 | 16 | 18 | 21 | 21 | 26 | 16 | 18 | 18 | 23 | | | | | | | | | | | | | |
| 144 | 50 | 32 | 36 | 40 | 40 | 42 | 42 | 51 | 23 | 25 | 33 | 33 | 35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 144 | 25 | 38 | 43 | 47 | 47 | 50 | 51 | 61 | 27 | 31 | 40 | 40 | 42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 144 | 10 | 44 | 49 | 55 | 55 | 58 | 58 | 70 | 31 | 35 | 46 | 46 | 48 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 95 | 90 | 21 | 24 | 26 | 26 | 28 | 28 | 34 | 16 | 18 | 23 | 23 | 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 95 | 75 | 28 | 31 | 34 | 34 | 36 | 36 | 44 | 21 | 23 | 29 | 29 | 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 95 | 50 | 34 | 38 | 43 | 43 | 45 | 45 | 54 | 26 | 29 | 38 | 38 | 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 95 | 25 | 41 | 46 | 51 | 51 | 54 | 55 | 65 | 31 | 35 | 45 | 45 | 48 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 95 | 10 | 47 | 53 | 59 | 59 | 62 | 63 | 75 | 35 | 40 | 52 | 52 | 55 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 64 | 90 | 19 | 22 | 24 | 24 | 25 | 26 | 31 | 13 | 14 | 20 | 20 | 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 64 | 75 | 25 | 28 | 31 | 31 | 33 | 33 | 40 | 16 | 19 | 26 | 26 | 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 64 | 50 | 31 | 35 | 39 | 39 | 41 | 41 | 50 | 20 | 23 | 32 | 32 | 34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 64 | 25 | 38 | 42 | 46 | 46 | 49 | 50 | 59 | 25 | 28 | 39 | 39 | 41 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 64 | 10 | 43 | 48 | 53 | 53 | 57 | 57 | 68 | 28 | 32 | 45 | 45 | 47 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Afbeelding 1. Voorbeeld van een Snook-tabel; Oranje omkaderd de waarde die geldt als acceptabele duwkracht voor mannen, bij een handhoogte van 95 cm, een gemiddeld duwafstand van 2,1 meter, voor het 90e percentiel van de industriële bevolking (voor 90% van bevolking acceptabel) en een frequentie van gemiddeld 2x per minuut. Let op: waarden in 'kg force', 26 kgf ≈ 260N.

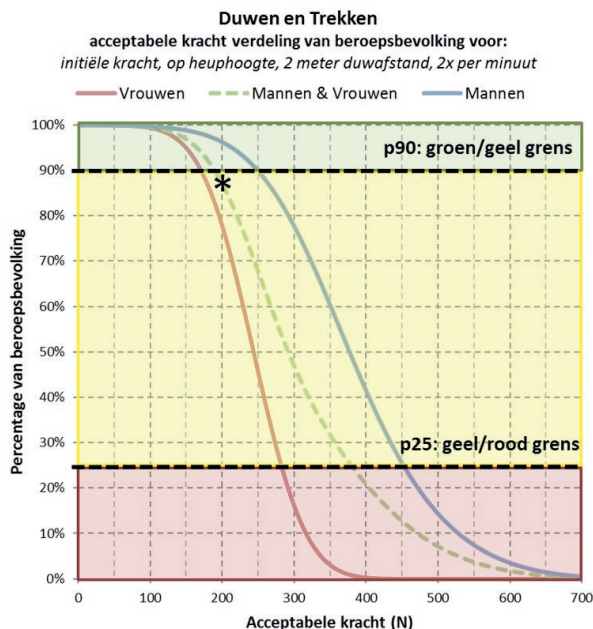
Mital e.a. (1997) maar zijn uitgebreider in frequenties van duwen en trekken en populatiepercentielen.

Snook-tabellen

Op basis van zelfrapportage geven de Snook-tabellen de maximaal acceptabele horizontaalgerichte handkracht (Newton) weer voor het duwen of trekken van rollend materieel onder verschillende omstandigheden, als die taak de hele dag zou duren (voorbeeld in afbeelding 1). De acceptabele handkracht hangt af van de krachtrichting (duwen of trekken), de frequentie (aantal activiteiten per dag), de afstand per activiteit, de handhoogte en het geslacht van de werknemers. Ook bestaat er een onderscheid tussen de handkracht die nodig is voor het in beweging brengen of in beweging houden van de last.

Om met de Snook-data voor alle verschillende situaties de bijbehorende handkracht te kunnen berekenen, zijn de volgende bewerkingen en keuzes gemaakt:

- per duw-trek-situatie zijn vanuit de normaal verdeelde percentielwaarden curves bepaald voor maximaal acceptabele handkrachten, afgezet tegen het percentage van de beroepsbevolking (zie afbeelding 2);
- naast mannen en vrouwen zijn grenswaarden uitgerekend voor een gelijke verdeling man/vrouw (ter illustratie weergegeven in verschillende curves in afbeelding 2). Uitgangspunt is dat we met de groen-geelgrens 90% van de specifieke beroepsbevolking beschermen, zoals gebruikelijk in ergonomische richtlijnen en instrumenten. Met de geel-rood-grens beschermen we 25%, wat een zelfgekozen grens is;



Afbeelding 2. Maximaal acceptabele handkrachten voor verschillende percentages van de beroepsbevolking, voor één specifieke duw-trek-situatie (initiële kracht, heuphoogte, 2 meter, 2x per minuut). De groene stippellijn laat waarden zien voor een populatie van 50% mannen en 50% vrouwen en is gebaseerd op de gemiddelde handkracht voor mannen en die voor vrouwen. De grenzen tussen de gekleurde vlakken geven grenswaarden weer: p90 = groen/geel en p25 = geel/rood. * = voorbeeldsituatie (zie tekst).

- de grenswaarden voor het in beweging brengen van een last liggen altijd lager dan die voor het in beweging houden van diezelfde last. Daarom worden de grenswaarden voor in beweging brengen van een last aangehouden;
- omdat in de praktijk er bijna altijd sprake is van een combinatie van duwen en trekken is ervoor gekozen om een gemiddelde te nemen van de acceptabele handkrachten voor duwen en trekken.

Een voorbeeld: een handkracht van 200 N is voor 88% van de beroepsbevolking (mannen en vrouwen) acceptabel voor een werksituatie waarin ze twee keer per minuut rollend materieel op heuphoogte duwen of trekken over een gemiddelde afstand van 2 meter (zie ster in afbeelding 2).

Handkracht omrekenen naar kargewicht

Omdat krachtmetingen in de praktijk lastig zijn uit te voeren en vaak tot fouten leiden, zijn maximale handkrachten uit de Snook-tabellen omgerekend naar kargewichten. Daarvoor is een formule opgesteld, gebaseerd op metingen van Hoozemans e.a. (2004) bij:

- 3 kargewichten (85, 135 en 320kg);
- 2 handhoogtes (heup- en schouderhoogte);
- duwen en trekken;
- 1 en 2 hand(en);
- initiële en volhoudkracht.

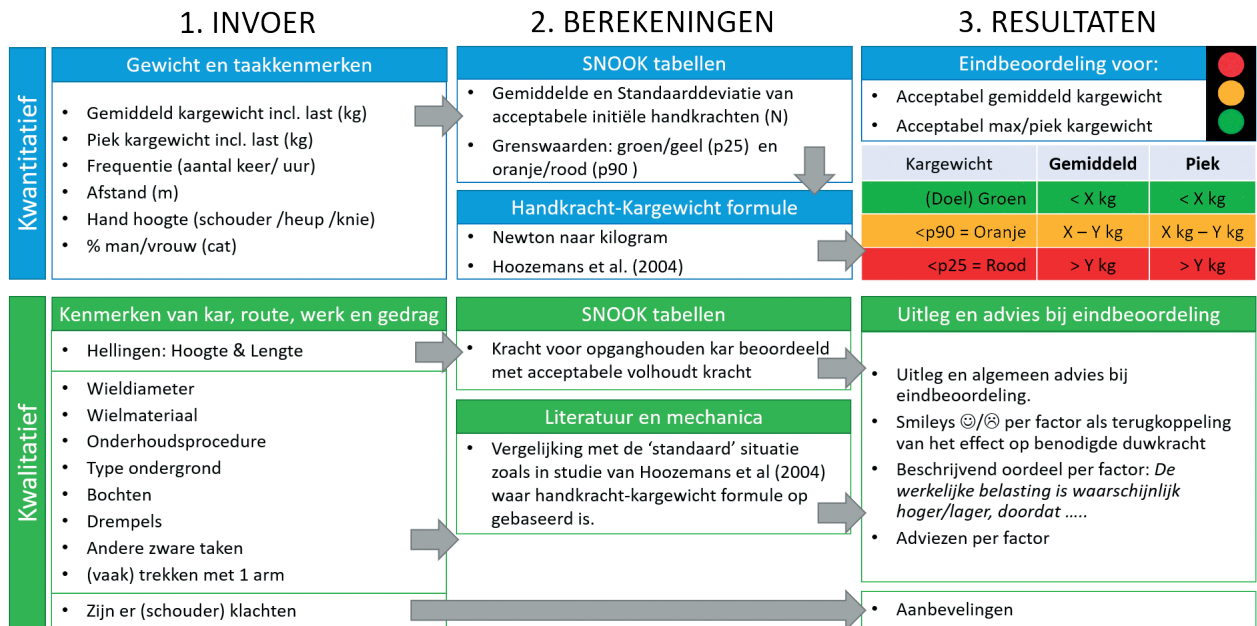
Het aantal metingen en de verschillende duw- en treksituaties is beperkt; daarom moet deze formule nog verder worden gevalideerd. Om een indruk te krijgen van de 'face-validity' van de formule zijn handkrachten uit de Snook-tabel met de formule omgerekend naar kargewichten. Deze kargewichten lijken reëel voor de praktijk.

Invloed van ondergrond en materieel (kwalitatief deel)

De benodigde kracht bij duwen en trekken van een kar is ook afhankelijk van factoren zoals het type ondergrond, de wieldiameter, het materiaal van de wielen en de staat van onderhoud. Omdat deze factoren lastig te bepalen zijn voor de gebruiker en er onvoldoende wetenschappelijke onderbouwing voorhanden was, is besloten om deze niet 'kwantitatief' maar 'kwalitatief' mee te laten wegen in de tool. Dat wil zeggen dat we aangeven of deze kenmerken *gunstig* of *ongunstig* zijn voor de benodigde kracht, zonder het effect door te rekenen naar een aanvaardbaar kargewicht.

DUTCH: de Duw en Trek Check

Afbeelding 3 (zie volgende pagina) geeft een overzicht van (1) benodigde invoergegevens, (2) berekeningen die DUTCH daarmee vervolgens uitvoert en (3) welke resultaten worden teruggekoppeld naar de gebruiker. De afbeelding laat ook het verschil zien tussen het kwantitatieve (bovenste blauwe deel) en kwalitatieve deel (onderste groene deel) van de methode.

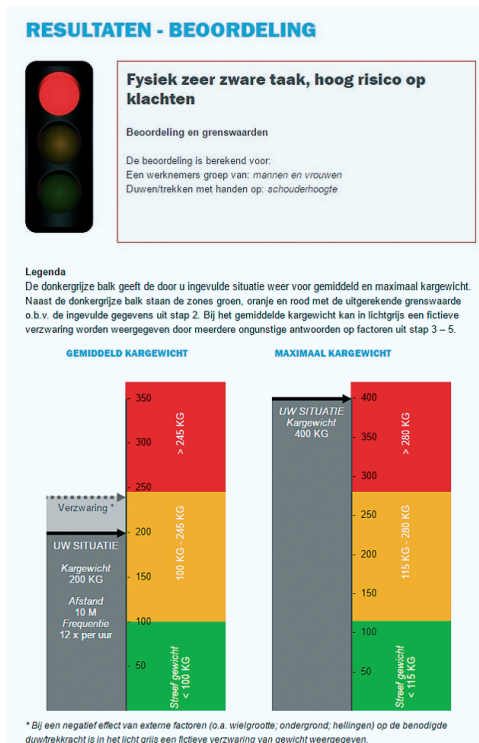


Afbeelding 3. Invoer, berekeningen en resultaten van DUTCH voor kwantitatieve en kwalitatieve beoordeling.

Wat levert DUTCH op?

Op basis van de kwantitatieve invoergegevens berekent de DUTCH wat het gemiddelde en maximale kargewicht (kar en belading samen) in die situatie mag zijn. Voor de evaluatie van deze score gebruikt de DUTCH een stoplichtmodel: 'groen' betekent 'fysiek veilige taak, kleine kans op klachten aan het bewegingsapparaat'; 'geel' betekent 'fysiek zware taak, risico op klachten' en 'rood' betekent 'fysiek zeer zware taak, groot risico op klachten' (zie afbeelding 4a). Daarnaast geeft de resultatenpagina weer of de kenmerken van de omgeving, het materiaal en gedrag een gunstig of ongunstig effect hebben op het

resultaat (kwalitatieve beoordeling; zie afbeelding 4b). Ook geeft de DUTCH direct feedback bij invoer van die laatste kwalitatieve factoren in de vorm van smileys. Zo heeft een egale harde ondergrond een positief effect op de beoordeling (☺) omdat duwen van een kar op een egale harde ondergrond minder kracht vergt dan duwen van een kar op een ruwe ondergrond (☹). Bij een gele of rode beoordeling geeft de DUTCH adviezen over maatregelen om de belasting te verlagen. Ook is een verwijzing opgenomen naar de *Wegwijzer fysieke belasting*, die de stappen beschrijft om de fysieke belasting te verlagen en voorbeelden geeft van preventieve maatregelen.



Afbeelding 4a. Voorbeeld van de kwantitatieve beoordeling.

| ROLCONTAINER EIGENSCHAPPEN | BEOORDELING & TOELICHTING | ADVIES |
|----------------------------|--|---|
| Wieldiameter | ☹ De wielen hebben een vrij kleine diameter. *** | Ga bij vervanging van de wielen over op een voldoende groot formaat (13-15 cm), kies dan ook een wielmateriaal dat is afgestemd op de taken, ondergrond en belading. |
| Materiaal loopvlak | ☺ De rolweerstand van harde wielen is optimaal. ** | - |
| Kwaliteit van de lagers | ☺ ** | - |
| KENMERKEN VAN DE ROUTE | | |
| Ondergrond | ☹ De rolweerstand van glad beton of gladde tegels (met een kleine voeg) is optimaal. * | - |
| Van richting veranderen | ☹ Veel van richtingverandering kost extra kracht. *** | Ga na wat u aan de inrichting en de logistieke stromen kunt veranderen om het aantal veranderingen van richting in de looproute te minimaliseren. |
| Drempels | ☺ ** | - |
| Hellingen | ☹ Hellingen zorgen voor een verhoging van de belasting. Hoe langer en/of steiler de helling en hoe zwaarder de kar, hoe groter deze verhoging. *** | Als het om een lange en/of steile helling gaat, moet elektrische ondersteuning van het trekken en duwen worden overwogen. Breng in dat geval eerst door middel van metingen de duw- en trekkrachten in kaart. |

Afbeelding 4b. Voorbeeld van een kwalitatieve beoordeling.

Conclusie

De DUTCH is een zo veel mogelijk wetenschappelijk onderbouwde, maar eenvoudige webtool voor een snelle beoordeling van duw- en trekactiviteiten op het werk, inzicht in belastende factoren en mogelijke maatregelen om de belasting te verminderen. De tool is vrij beschikbaar op <https://www.fysiekebelasting.tno.nl/nl/> en is bedoeld voor preventiemedewerkers, arbodeskundigen en arbo-professionals. Hij is op kleine schaal getest op bruikbaarheid door bedrijven en experts. De betrouwbaarheid en validiteit van de methode, waaronder de ontwikkelde formule, zijn nog niet uitgebreid onderzocht.

De DUTCH is mogelijk gemaakt door het ministerie van SZW in het kader van het Maatschappelijk Programma Arbeidsomstandigheden 2015-2018 van TNO. De DUTCH is ontwikkeld door TNO, met een belangrijke bijdrage van een expertgroep, waarvan naast de auteurs ook Bert Moss (Inspectie SZW) en Tim Bosch (TNO) onderdeel uitmaakten.

English abstract

Pushing and pulling at work is an underexposed theme within occupational health policy. Unjustified, because these activities are very common and potentially increase the risk of shoulder symptoms. Gaining insight into the possible health risks of specific push or pull activities at the workplace is a first step towards prevention of these symptoms. Existing instruments prove to be insufficiently suitable to give that insight in a simple way. That is why the Push and Pull Check (DUTCH) was developed. This method makes clear whether the push or pull activity is acceptable or not, which risk factors exist, and which measures can reduce the risk. This article describes the operation of the DUTCH, as well as the development of the tool.

Referenties

Al-Eisawi, K.W., Kerk, C.J., Congleton, J.J., Amendola, A.A., Jenkins, O.C., Gaines, W. (1999). Factors affecting minimum push and pull forces of manual carts, *Applied Ergonomics* 30, 235-245.

Chaffin, D.B., Andersson, G.B.J., Martin, B.J. (1999). *Occupational Biomechanics*. Third edition ed. New York: John Wiley & Sons.

Gezondheidsraad (2012). Kracht zetten, duwen en trekken in werksituaties. Den Haag: Gezondheidsraad. <http://gr.nl/nl/adviezen/gezonde-arbeidsomstandigheden/kracht-zetten-duwen-en-trekken-werksituaties>.

Hoozemans, M.J.M., Kuijer, P.P.F.M., Kingma, I., Van Dieën, J.H., De Vries, W.H.K., Van der Woude, L.H.V., Veeger, H.E.J., Van der Beek, A.J., Frings-Dresen, M.H.W. (2004). Mechanical loading of the low back and shoulders during pushing and pulling activities. *Ergonomics*. 47 (1):1-18.

Hoozemans, M.J.M., Visser, B., Van Dieën, J.H. (2010). Evaluation of pushing and pulling at the workplace using a web-based Push-PullCalculator. *Seventh International Scientific Conference on Prevention of Work-Related Musculoskeletal Disorders PREMUS 2010*, Angers, France.

Hoozemans, M.J., Knelange, E.B., Frings-Dresen, M.H., Veeger, H.E., Kuijer, P.P. (2014). Are pushing and pulling work-related risk factors for upper extremity symptoms? A systematic review of observational studies. *Occupational Environmental Medicine*. Nov; 71(11):788-95.

HSL (2013). Pulling and pushing operations risk assessment tool, draft 24/06/2013.

Jäger, M. (2001). Belastung und Belastbarkeit der Lendenwirbelsäule im Berufsalltag. Ein interdisziplinärer Ansatz für eine ergonomische Arbeitsgestaltung. *Fortschr.-Ber. VDI Reihe 17* Nr. 208. Düsseldorf: VDI Verlag.

Jürgens, W.W., Mohr, D., Pangert, R., Pernack, E., Schultz, K., Steinberg, U. (2002). Handlungsanleitung zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen beim Ziehen und Schieben von Lasten. *LAS/ Veröffentlichung LV29. Hrsg. Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik*.

Kuijer, P.P.F.M., Hoozemans, M.J.M., Frings-Dresen M.H.W.A. (2007). A different approach for the ergonomic evaluation of pushing and pulling in practice. *International Journal of Industrial Ergonomics* 37, 855-862.

Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics, Mar*; 33(1):159-174.

Mital, A., Nicholson, A.S., Ayoub, M.M. A. (1997). *Guide to manual materials handling*. London: Taylor & Francis.

Snook, S.H., Ciriello, V.M. (1991). The design of manual handling tasks: revised tables of maximum acceptable weights and forces, *Ergonomics*, 34, 9.

Steinberg, U., Caffier, G., Liebers, F. (2006). Assessment of Manual Material Handling Based on Key Indicators: German Guidelines. In: W. Karwowski (Ed.), *Handbook on Standards and Guidelines in Ergonomics and Human Factors*, Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Chapter 18, pp. 317-335.

Wegwijzer Fysieke Belasting; <https://www.fysiekebelasting.tno.nl/nl/pages/view/3/>.

Over de auteurs



Drs. M. Douwes
Senior scientist
Work Health Technology
TNO, Leiden
marjolein.douwes@tno.nl



Drs. R. Könemann
Scientist
Sustainable Productivity and
Employability
TNO, Leiden



Dr. P.P.F.M. Kuijer
UD & Bewegingsspecialist
Coronel Instituut voor Arbeid en
Gezondheid, AMC
Amsterdam Public Health onderzoeks-
instituut, Universiteit van Amsterdam



Drs. H. Vermeulen
Consultant
vhp human performance
Den Haag



Dr. M.J.M. Hoozemans
Universitair Docent en Onderzoeker
Faculteit der Gedrags- en
Bewegingswetenschappen
Vrije Universiteit, Amsterdam