


Tiltechnieken en belasting van de rug

De invloed van voetplaatsing en lastomvang bij verschillende tiltechnieken

T. Bosch, L. Bruins, I. Kingma en J.H. van Dieën

In dit onderzoek is het effect van voetplaatsing en lastomvang op de belasting van de lage rug onderzocht bij 10 mannelijke proefpersonen tijdens het tillen met een hurk techniek (door de knieën buigen) of buk techniek (de rug voorover buigen). De hurk en buk techniek zijn daarnaast nog vergeleken met een zelfgekozen tiltechniek en een hurk techniek waarbij de knieën tijdens de tilbeweging naar buiten worden geroteerd (gewichtheffers techniek). De buk techniek bleek tot de laagste compressiekrachten en nettomomenten te leiden in vergelijking met de in tiltrainingen veel geadviseerde hurk techniek. De vrije tiltechniek en de gewichtheffers techniek leiden tot belastingswaarden die tussen de buk en hurk techniek in liggen. Men zou kunnen concluderen dat een geïnstrueerde tiltechniek niet minder belastend hoeft te zijn dan een vrij gekozen techniek.



Dit artikel is een bewerking van het Engelse artikel van Kingma I., Bosch T, Bruins L, en Dieën JH van dat in 2004 in *Ergonomics* is verschenen (*Ergonomics* 2004;22(13):1365-1385)

Drs. Tim Bosch was ten tijde van het onderzoek student bewegingswetenschappen aan de VU, Amsterdam. Momenteel is hij onderzoeker/adviseur bij TNO Arbeid, Hoofddorp.
Drs. Louis Bruins was ten tijde van het onderzoek student bewegingswetenschappen aan de VU, Amsterdam. Momenteel is hij adviseur/ergonoom bij Schermer Trommel & de Jong Arbodienst, Amsterdam. Dr. Idsart Kingma en Prof. dr Jaap van Dieën werken beiden aan de Faculteit der bewegingswetenschappen van de Vrije Universiteit, Amsterdam.

Kontaktpersoon:

Drs. Tim Bosch, TNO Arbeid, Polarisavenue 151, Postbus 718, 2130 AS Hoofddorp; t.bosch@arbeid.tno.nl

Inleiding

Lage rugpijn is een bekend verschijnsel dat in arbeidssituaties vaak wordt geassocieerd met het tillen van lasten. Om de belasting van de lage rug als gevolg van tillen te verminderen, is primaire preventie in de vorm van tiltraining een mogelijke oplossing.

Tiltraining is met name gericht op het verbeteren van de tiltechniek. In de literatuur (van Dieën e.a., 1999; Burgess-Limerick, 2003) wordt hoofdzakelijk gesproken over twee verschillende technieken, namelijk de buk en de in de dagelijkse praktijk veel geadviseerde hurk techniek. Tijdens de hurk techniek buigt men door de knieën om daarna met een rechte rug de last op te tillen, terwijl men bij de buk techniek voorover buigt en daarna met gestrekte benen de last omhoog tilt. Vaak wordt in dit verband ook gesproken van tillen "vanuit de benen" en "vanuit de rug", hetgeen ten onrechte de suggestie wekt dat in het ene geval de benen en in het andere geval de rug wordt belast.

De belasting van de lage rug is niet alleen afhankelijk van de gebruikte tiltechniek, maar ook van de lastomvang en, daarmee samenhangend, de voetplaatsing. Je kunt een last tillen door bijvoorbeeld de voeten achter of naast de last te plaatsen. Ook kan worden

gekozen voor een vrije voetplaatsing. De interactie van tiltechniek aan de ene kant en voetplaatsing aan de andere kant is tot op heden alleen bepaald in onderzoeken, die tillen opvatten als een statische houding (van Dieën e.a., 1999). Deze onderzoeken negeren de versnellingen van lichaamssegmenten, die tijdens een tilbeweging optreden. Deze versnellingen dragen bij aan de belasting van de rug. Aangezien de versnellingen kunnen verschillen tussen tiltechnieken, is het van belang om tillen als een dynamische taak te analyseren (Lindbeck & Arborelius, 1991; Kingma e.a., 2001). Het doel van dit onderzoek was dan ook om, middels een dynamische analyse, vast te stellen wat het effect is van voetplaatsing en lastomvang op de belasting van de lage rug bij het tillen met een hurk en een buk techniek.

Naast de hurk en buk techniek bestaan er ook nog andere tiltechnieken. Een daarvan is de gewichtheffers techniek, waarover in de literatuur met betrekking tot tillen in de arbeidssituatie niets bekend is. De gewichtheffers techniek kan mogelijk leiden tot een reductie van de spinale belasting bij het tillen van grote lasten. Deze techniek is een variant op de hurktechniek. Het verschil met de hurktechniek is, dat bij de gewichtheffers techniek de knieën en voeten onder een hoek van 45 graden geplaatst worden, waardoor grote lasten zo dicht mogelijk bij het lichaam getild kunnen worden.

Naast de genoemde voorgeschreven technieken kan er ook gekozen worden voor een vrije tiltechniek. Werknemers zullen in de arbeidssituatie op basis van verschillende werkomstandigheden (o.a. lastomvang, tilhoogte en werkplekafmetingen) eerder een zelfgekozen tiltechniek hanteren dan een geïnstrueerde tiltechniek. Deze techniek zal waarschijnlijk een combinatie zijn van de hurk en de buk techniek (Burgess-Limerick & Abernethy, 1998). In deze studie worden de vier besproken tiltechnieken (hurl, buk, gewichtheffers techniek en vrije techniek) vergeleken voor wat betreft hun effect op de belasting van de lage rug.

Methode

In dit onderzoek werd aan 10 mannelijke deelnemers gevraagd om met 4 verschillende tiltechnieken, namelijk een hurk, buk, gewichtheffers en vrije techniek, een grote last (breedte x hoogte x diepte = 48x34x33 cm) en een kleine last (33x23x20 cm) van de grond te tillen. Bij de vrije en de gewichtheffers techniek werd gekozen voor een vrije voetplaatsing, terwijl bij de hurk en de buk techniek naast een vrije

voetplaatsing de voeten tevens naast en achter de last geplaatst moesten worden. De beide lasten hadden een gewicht van 10,5 kg en werden met een zelfgekozen snelheid van de grond getild. De lasten hadden geen handvat, maar konden gemakkelijk aan de onderrand links en rechts worden beetgepakt (zie foto 1 t/m 3).

Voordat met de uiteindelijke metingen werd begonnen, werden op verschillende botpunten van de linker en rechter lichaamshelft (benen, armen en romp) markers geplaatst. Van deze markers werd met behulp van een geautomatiseerd 3-dimensionaal bewegingsregistratie-systeem (Optotrak) de positie bepaald met een frequentie van 75 Hz. Ook werden er voordat het onderzoek begon op verschillende rug- en buikspieren elektroden geplaatst. Door middel van deze elektroden kon tijdens het tillen de spieractiviteit van deze spieren worden bepaald (Porti-17TM, samplefrequentie 1000Hz). De kracht van de grond op het lichaam tijdens de tilbeweging werd gemeten met een krachtenplatform (zie foto 4).

De rugbelasting werd gekwantificeerd als het nettomoment rond en de compressiekracht op het L5-S1-gewricht (het gewricht tussen de onderste lumbale wervel en het heiligbeen). Een dynamisch linked segment model (de Looze, 1992) werd gebruikt om het nettomoment rond het L5/S1-gewricht (het gewricht tussen de onderste wervel en het bekken) te bepalen. Met een EMG-gestuurd spiermodel (van Dieën, 1997; van Dieën e.a., 2003) kon de compressiekracht op L5/S1 worden berekend.

Om statistische verschillen (significantieniveau: $p < 0.05$) aan te kunnen tonen tussen de squat en stoop techniek met verschillende voetplaatsing en met twee verschillende lasten is gebruik gemaakt van een ANOVA voor herhaalde metingen in een 2x3x2 design: twee verschillende tiltechnieken (hurl en buk), drie verschillende voetplaatsingen (vrij, naast en achter de last) en twee verschillende lastgroottes (klein en groot). Tevens werd een ANOVA voor herhaalde metingen toegepast om de vier verschillende tiltechnieken onderling te vergelijken (in een met vier tiltechnieken x twee lastgroottes). (significantieniveau: $p < 0.05$). Tevens werd ook hier het effect van lastomvang nagegaan.

Resultaten

Het nettomoment en de compressiekracht tijdens de verschillende tilcondities, die uitgevoerd zijn met een hurk en buk techniek, zijn weergegeven in figuur 1

en figuur 2. In de nu volgende beschrijving zijn de weergegeven verschillen significant, tenzij anders vermeld. Na analyse van deze condities is gebleken dat het tillen van een grote last met een hurk of buk techniek leidt tot zowel een hoger nettomoment (5%) als een hogere compressiekracht (4%) dan het tillen van een kleine last. Als de twee tiltechnieken over alle condities (lastomvang en voetplaatsing) met elkaar vergeleken worden, kan worden vastgesteld dat het tillen met een hurk techniek resulteert in een hoger nettomoment (17%) en een hogere compressiekracht (16%) dan het tillen met een buk techniek.

Verder blijkt dat een voetplaatsing achter de last resulteert in een hoger nettomoment (11%) en een hogere compressiekracht (6%) dan een voetplaatsing naast de last. Alle deelnemers plaatsen bij een vrije voetplaatsing de voeten achter de last, vandaar dat tussen een vrije voetplaatsing en een voetplaatsing achter de last geen significante verschillen zijn gevonden. Voetplaatsing heeft een groter effect op de hurk techniek dan op de buk techniek. Bij een hurk techniek met een voetplaatsing naast de last zijn het nettomoment (15%) en de compressiekracht (7%) lager dan bij een voetplaatsing achter de last. Voor de buk techniek is dit verschil respectievelijk 7% en 1%.

Opmerkelijk is dat bij een voetplaatsing naast de last blijkt dat de hurk techniek leidt tot een 12% hoger nettomoment en een (niet significant) 7% hogere compressiekracht dan het tillen met een buk techniek.

Uit de vergelijking tussen de verschillende tiltechnieken blijken de vrije en gewichtheffers techniek te leiden tot waarden voor nettomomenten en compressiekrachten die liggen tussen die van de hurk en buk techniek (figuur 3 en figuur 4). De gewichtheffers techniek leidt tot een lager nettomoment (6%) en een lagere compressiekracht (8%) dan de hurk techniek, maar deze waarden (respectievelijk 13% en 14%) zijn hoger vergeleken met de buktechniek. De gewichtheffers en vrije techniek verschillen onderling niet significant. Een grote last blijkt ook in deze tilcondities te leiden tot een hoger nettomoment (8%) en een hogere compressiekracht (5%) dan een kleine last.

Discussie & conclusie

In dit onderzoek is een vergelijking gemaakt van de nettomomenten en compressiekrachten tussen vier verschillende tiltechnieken en is het effect bepaald



Foto 1: De hurktechniek

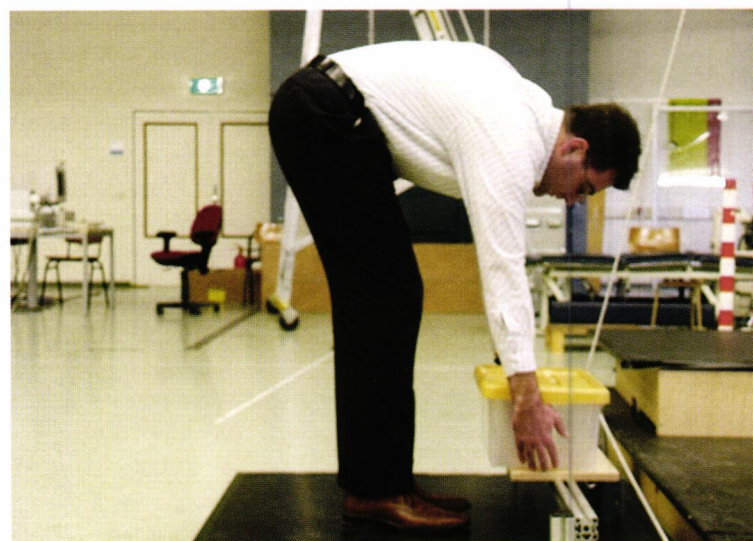


Foto 2: De buktechniek

van lastomvang en voetplaatsing op de belasting van de lage rug bij gebruik van een hurk en buk techniek. Uit eerder onderzoek van Dolan e.a.(1994) is gebleken dat het plaatsen van de voeten naast de last leidde tot een lagere belasting dan het plaatsen van de voeten achter de last. Ook bleek het tillen met een hurk techniek tot een hogere belasting te leiden dan het tillen met een buk techniek (Kingma e.a., 2001; de Looze e.a., 1998). In dit onderzoek is de interactie tussen voetplaatsing en tiltechniek bestudeerd. De buk techniek blijkt voor verschillende voetplaatsingen tot een lager nettomoment en een lagere compressiekracht te leiden dan de hurk techniek. Binnen de tiltechnieken blijkt het effect van voetplaatsing op nettomoment en compressiekracht sterker te zijn voor de hurk techniek dan voor de buk techniek.

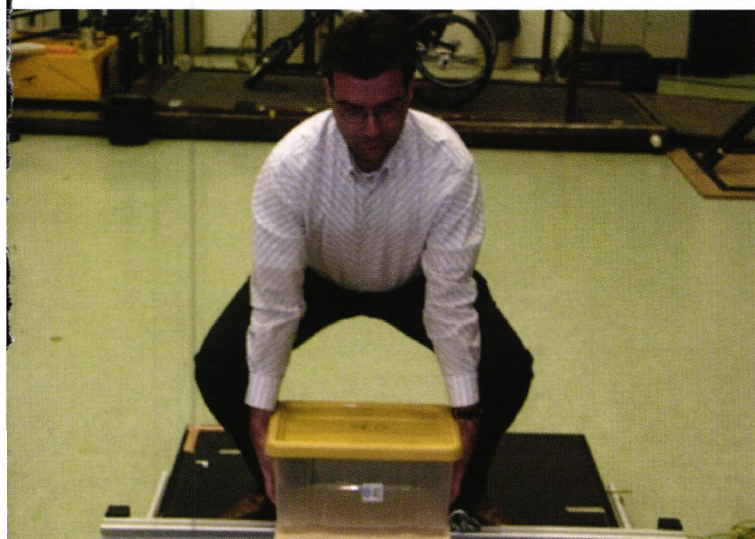
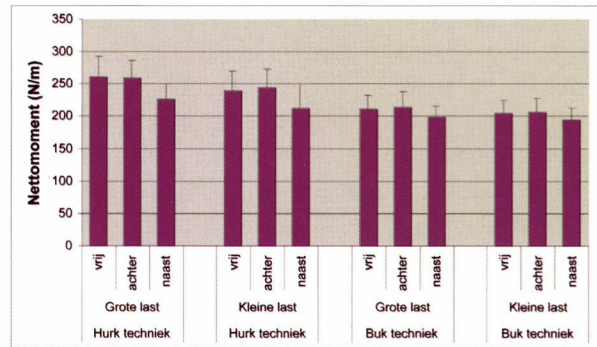


Foto 3: De gewichthefferstechniek

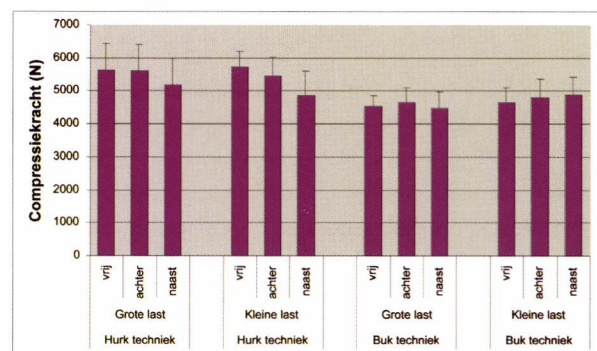


Foto 4: Merkpunten op het lichaam

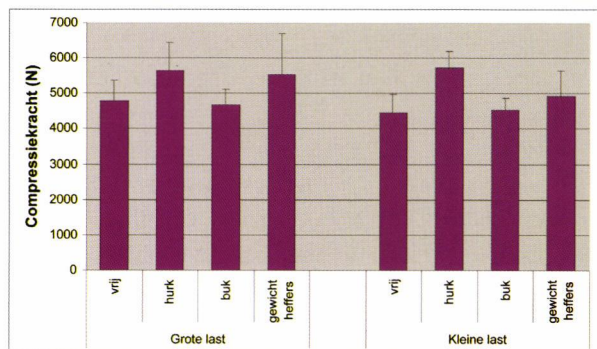
De gewichtheffers techniek, waarvan is verwacht dat de compressiekracht en het nettomoment laag zouden zijn omdat de last dichtbij het lichaam getild kan worden, blijkt echter niet minder belastend te zijn dan de buk techniek. De vrije techniek blijkt zoals verwacht een tussenvorm te zijn van de hurk en buk techniek, zowel qua uitvoering als qua belasting. Uit nadere analyses blijkt dat de relatief hoge belasting van de rug bij de hurk techniek wordt veroorzaakt doordat de versnellingen groter zijn en doordat de horizontale afstand van het bekken tot de last groter is in vergelijking tot de buk techniek. Wel blijkt de buk techniek tot ongeveer 10 graden meer buiging van de lage rug te leiden dan de hurk techniek.



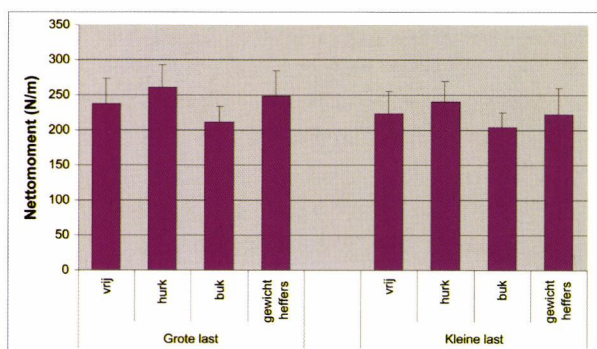
Figuur 1: Nettomomenten voor verschillende voetplaatsingen



Figuur 2: Compressiekracht voor verschillende voetplaatsingen



Figuur 3: Compressiekracht voor verschillende tiltechnieken



Figuur 4: Nettomomenten voor verschillende tiltechnieken

Uit dit onderzoek zou men kunnen concluderen dat bij de bestudeerde lasten, voetplaatsingen en tilhoogtes:

- Een buk techniek tot een lagere belasting leidt dan de hurk techniek.
- Tillen tussen de voeten tot een lagere belasting leidt dan tillen voor de voeten.
- De gewichtheffers techniek de voorkeur krijgt boven de hurk techniek in termen van belasting van de lage rug.
- Een zelfgekozen tiltechniek niet zozeer meer belastend hoeft te zijn dan een geïnstrueerde tiltechniek.

Bij de eerst genoemde conclusie moet echter in het oog worden gehouden dat de conclusie gebaseerd is op belasting in termen van nettomomenten en compressiekrachten. Buigmomenten en afschuifkrachten zijn hierbij niet meegenomen. Het blijft onduidelijk of de lagere nettomomenten en compressiekrachten bij de buk techniek opwegen tegen een grotere rek op passieve structuren (banden, kapsels en het achterste deel van de tussenwervelschijf), vooral wanneer er sprake is van een volledig voorovergebogen houding (Adams e.a., 1994a, 1994b). Hierbij moet in het achterhoofd gehouden worden dat er nog andere factoren zijn die het nettomoment kunnen beïnvloeden. De snelheid en versnellingen bij tillen kunnen wellicht nog belangrijker zijn dan de tiltechniek op zich.

Op basis van de resultaten in dit onderzoek en eerder onderzoek (van Dieën e.a., 1999) kunnen vraagtekens worden gezet bij het adviseren van een specifieke tiltechniek. Een vrij gekozen tiltechniek blijkt niet meer belastend te zijn dan een geïnstrueerde techniek. Daarnaast blijken voetplaatsing en lastomvang wel duidelijk van invloed te zijn op de belasting van de lage rug. Wellicht kan het daarom nuttig zijn om in tiltrainingen meer aandacht te besteden aan factoren als voetplaatsing, tilsnelheid, afstand tot de last en een symmetrische tilhouding dan aan het instrueren van een bepaalde tiltechniek.

Abstract

The effect of squat and stoop technique on low back loading was studied in 10 male subjects for different foot placements and for small and large box sizes. In addition squat and stoop technique were compared to a free lifting technique and a squat technique where the knees were rotated outwards (weightlifters technique). Lifting a load using a stoop technique

show lower compression forces and net moments in comparison to the often advised squat technique. The free lifting technique and the weightlifters technique result in compression forces and net moments in between the values for stoop and squat lifting.

Referenties

- Adams, M. A., Green, T. P. and Dolan, P.** 1994a The strength in anterior bending of lumbar intervertebral discs, *Spine*, 19, 2197-2203.
- Adams, M.A., McNally, D.S., Chinn, H. and Dolan, P.** 1994b Posture and compressive strength of the lumbar spine, *Clinical Biomechanics*, 9, 5-14.
- Burgess-Limerick, R.** 2003 Squat, stoop or something in between?, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 31, 143-148.
- de Looze, M.P., Dolan, P., Kingma, I. and Baten, C.T.M.** 1998 Does an asymmetric straddle-legged lifting movement reduce the low-back loading?, *Human Movement Science*, 17, 243-259.
- de Looze, M.P., Kingma, I., Bussmann, J.B.J. and Toussaint, H.M.** 1992 Validation of a dynamic linked segment model to calculate joint moments in lifting, *Clinical Biomechanics*, 7, 161-169.
- Dolan, P., Earley, M. and Adams, M. A.** 1994 Bending and compressive stresses acting on the lumbar spine during lifting activities, *Journal of Biomechanics*, 27, 1237-1248.
- Kingma, I., Baten, C. T., Dolan, P., Toussaint, H. M., van Dieën, J. H., de Looze, M. P. and Adams, M. A.** 2001 Lumbar loading during lifting: a comparative study of three measurement techniques, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 11, 337-345.
- Lindbeck, L. & Arborelius, U. P.** 1991 Inertial effects from single body segments in dynamic analysis of lifting, *Ergonomics*, 34, 421-433.
- van Dieën, J.H.** 1997 Are recruitment patterns of the trunk musculature compatible with a synergy based on the maximization of endurance?, *Journal of Biomechanics*, 30, 1095-1100.
- van Dieën, J.H., Hoozemans, M.J.M., Toussaint, H.M.** 1999 Stoop or squat: A review of biomechanical studies on lifting technique, *Clinical Biomechanics*, 14, 685-696.
- van Dieën, J.H., Cholewicki, J. and Radebold, A.** 2003 Trunk muscle recruitment patterns in patients with low back pain enhance the stability of the lumbar spine, *Spine*, 28, 834-841.