

Potentiële gezondheidseffecten van dynamische stoelen

Michiel de Looze, Jaap van Dieën, Veerle Hermans, Eva Jansen, Frank Heiligers

200012277

Mensen die de werkdag zittend doorbrengen hebben een verhoogd risico op lage rugklachten. De langdurige, eenzijdige belasting van de lage rug en het ontbreken van herstelmomenten lijken de oorzaak. Nu zijn er al sinds jaren allerlei 'dynamische stoelen' op de markt. Rugleuning en/of zitting van dergelijke stoelen bewegen mee met de gebruiker. Het idee is dat een dynamische stoel tot enige lichaamsbeweging leidt, waardoor de lokaal eenzijdige belasting steeds onderbroken wordt. Of dit werkelijk gebeurt is echter nog maar de vraag.

Om de potentiële gezondheidseffecten van dynamische stoelen te bepalen werd een experiment uitgevoerd, waarbij de hoeveelheid rompbeweging, de variatie in rugspieractiviteit en de belasting van de wervelkolom bestudeerd werden.

Zitten en rugklachten

Steeds meer mensen brengen steeds meer tijd zittend door. Niet in de laatste plaats houdt dit verband met het werk. De groei van de dienstensector en de toename van het computergebruik in alle sectoren dragen fors bij aan de groei van het aantal 'zittend werkenden'.

Zittend werk brengt voordelen ten opzichte van staand werken met zich mee: minder energetische belasting, minder belasting van benen en voeten, meer precisie bij handwerk.

Aan de andere kant: diverse studies wijzen op een verhoogd risico op lage rugklachten bij mensen die zittend werken (Hales & Bernard, 1996).

Hoe kan een schijnbaar weinig belastende houding als zitten nu tot lage rugpijn leiden? De wetenschap geeft geen sluitende verklaring. Wel is er consensus over de theorie dat het niet de hoogte van lokale belasting is, maar veeleer het langdurige, continue (ononderbroken) en statische ('geen beweging') karakter van het zitten, dat tot rugaandoeningen leidt. Deze rugaandoeningen kunnen zowel de lumbale wervelkolom als de lage rugspieren betreffen, zoals blijkt uit onderstaand onderzoek.

- Door een continue lage compressiekracht op de lumbale wervelkolom wordt de voeding van tussenwervelschijven beperkt. Dit kan tot versnelde degeneratie van tussenwervel-schijven leiden (Uit eerder onderzoek bleken gedegenererde tussenwervelschijven gerelateerd te zijn aan zittend werk, (Evans e.a., 1989; Videman e.a., 1990.))
- Langdurige statische spieractiviteit lijkt reeds op laag niveau te kunnen leiden tot overbelasting van de type I spiervezels en spierpijn (Hägg, 1991; Westgaard en DeLuca, 1999). In lage rugspieren is aangetoond dat reeds op 2% van de maximaal te leveren kracht de zuurstofvoorziening tekort schiet (McGill e.a., 2000), hetgeen op den duur tot spierproblemen kan leiden.

Dynamische stoelen

De kantoorstoelenbranche brengt sinds enige tijd allerlei typen 'dynamische stoelen' op de markt. Bij deze stoelen kunnen de rugleuning en/of de zitting min of meer vrij bewegen op het moment dat de stoelgebruiker beweegt. Zo bestaan onder andere de 'neigstoel', de 'kantelstoel', de 'balansstoel' en de 'synchroon-stoel'. De gedachte achter deze stoelen is dat zij tot enige lichaamsbeweging leiden, waardoor de lokaal eenzijdige belasting steeds onderbroken wordt. Hierdoor zouden tussenwervelschijven

Dr. M.P. de Looze is onderzoeker/adviseur bij TNO Arbeid. Dr. J.H. van Dieën is docent/onderzoeker bij de Faculteit der Bewegingswetenschappen aan de Vrije Universiteit. Dr. V. Hermans is werkzaam bij PREVENT (België). E. Jansen en F. Heiligers zijn afgestudeerd bewegingstechnoloog (Haagse Hogeschool).
Correspondentie-adres: TNO Arbeid, Dr. M.P. de Looze, Postbus 718, 2130 AS Hoofddorp, m.dlooze@arbeid.tno.nl

en spieren de mogelijkheid krijgen om 'zich bij te voeden' en te herstellen.

Het is echter zeer de vraag of een dynamische stoel dit effect sorteert. Tot op heden is er geen enkel positief effect aangetoond: noch op de prevalentie van rugklachten, noch op spieractiviteit of wervelkolombelasting. Zelfs wat betreft de hoeveelheid lichaamsbeweging op dynamische stoelen vs. niet-dynamische of vaste stoelen bestaat nog onduidelijkheid. Twee gepubliceerde studies naar dynamisch zitten zijn die van Jensen en Bendix (1992) en Miedema e.a. (1999)

- Jensen & Bendix (1992) bestudeerden het aantal rompbewegingen op een stoel met een vrij bewegende (kantelende) zitting, op een stoel met een vaste voorover gekantelde zitting en op een stoel met een vaste naar achteren gekantelde zitting. De verwachting was, dat de vrij bewegende zitting rompbeweging zou stimuleren. Echter, er werd geen enkel significant verschil waargenomen tussen de verschillende stoelen qua hoeveelheid lichaamsbeweging.
- Miedema e.a. (1999) maakten geen vergelijking tussen een dynamische en vaste stoel maar vergeleken twee dynamische stoelen met elkaar: een balansstoel (zitting en rugleuning kunnen geheel onafhankelijk van elkaar bewegen) en een kantelstoel (zitting en rugleuning bewegen altijd in dezelfde richting). Bij de balansstoel bleek van de 'extra' mogelijkheid, dat zitting en rugleuning onafhankelijk (bijvoorbeeld in tegengestelde richting) kunnen bewegen, in de praktijk gebruik te worden gemaakt.

In dit artikel wordt een recente studie naar dynamisch zitten besproken. De hoeveelheid rompbeweging, de mate van spieractiviteit en de belasting van de wervelkolom werden bestudeerd bij het zitten op twee dynamische stoelen en op een niet-dynamische (vaste) stoel. De hypothese was dat de dynamische stoelen in vergelijking tot de vaste stoel meer rompbeweging, meer variatie in rugspieractiviteit en een meer positieve lengteverandering (lengtetoeename) van de wervelkolom zouden bewerkstelligen.

Methode van onderzoek

Proefpersonen

Tien gezonde personen, waarvan 3 vrouwen en 7 mannen (leeftijd 19-21 jaar; lengte 1,71-1,90 m, gewicht 64-87 kg), allen student 'bewegingstechnologie', namen deel aan dit onderzoek. Zij hadden ervaring met tekstverwerking en tekenen met het computerprogramma 'Autocad'. Zij hadden geen ervaring met het zitten op een dynamische stoel.

Stoelen

De twee dynamische stoelen in dit onderzoek betroffen een synchroon- en een balansstoel. Bij de synchroonstoel ('Klöber-Canos') konden de zitting en rugleuning uitsluitend synchroon met

elkaar bewegen, in een verhouding 1:2,7 (wanneer de rugleuning 2,7° kantelt, kantelt de zitting 1,0°). Bij de gebruikte balansstoel ('Savo Olympia Line') bewogen zitting en rugleuning geheel onafhankelijk van elkaar. De zitting van de stoel kantelde om een as onder de zitting, ongeveer ter hoogte van het midden. De armleuningen bewogen met de kantelende zitting mee. De rugleuning draaide om dezelfde as als de zitting.

De genoemde balansstoel is ook gebruikt als vaste stoel, door gebruikt te maken van de ingebouwde mogelijkheid om rugleuning en zitting vast te zetten. In dit onderzoek werd de zitting in horizontale stand vastgezet en de rugleuning zodanig dat de ingesloten hoek tussen zitting en rugleuning ongeveer 95° bedroeg (hetgeen door de gebruikers als comfortabel werd ervaren).

In figuur 1 zijn de twee gebruikte stoelen afgebeeld. Andere verschillen tussen beide stoelen dan die in het dynamisch systeem, betroffen: de grotere, meer vervormbare rugleuning met meer kuipvorm, de gladdere bekleding van rugleuning en zitting, de minder geprononceerde lumbaalsteun, en de smallere en meer concave armleuningen in de synchroonstoel in vergelijking tot de balansstoel.

De instelling van de bureaustoelen, qua hoogte en diepte van de zitting, hoogte van de armleuning, hoogte en weerstand van de rugleuning, en de tafelhoogte heeft voor ieder individu plaatsgevonden volgens een vast protocol van erkende richtlijnen.

Taken

Elke proefpersoon heeft op drie verschillende dagen steeds dezelfde, gestandaardiseerde, taak verricht. Per dag was de stoel (balans, synchroon of vast) echter verschillend. De volgorde waarin de proefpersoon te maken kreeg met de verschillende stoe-



Figuur 1 Afbeeldingen van de gebruikte synchroonstoel (links) en balansstoel (rechts). Het vaste stoelconcept is bestudeerd door de balansstoel vast te zetten

len was verschillend over de proefpersonen, om volgorde-effecten uit te sluiten. Het uit te voeren protocol duurde drie uur in totaal en bestond uit drie taken: typen, lezen en computer-gestuurd tekenen. De type-taak bestond uit het intikken van een stuk tekst vanaf papier. De tekst was bij iedere sessie afkomstig uit hetzelfde boek. Er werd op toegezien dat de papieren tekst steeds op dezelfde plaats werd neergelegd. Bij de leestaak werd steeds gelezen uit hetzelfde boek. De tekentaak bestond uit het maken van een tekening met het computerprogramma 'Autocad' op basis van een voorbeeldtekening op papier (vooral 'muiswerk'). Typen en tekenen vonden plaats in blokken van 45 min. die afgewisseld werden door 15 min. lezen, zie figuur 2. Verder is in de figuur aangegeven op welke tijdstippen de metingen (zie volgende paragrafen) verricht werden. Tijdens de 3 uur durende zitsessies mochten de proefpersonen niet opstaan. Op vooraf vastgelegde tijdstippen werd de proefpersonen iets te drinken aangeboden.

Houding en beweging

Houding en beweging zijn vastgelegd op video. Hiertoe werden markeringen aangebracht op relevante lichaampunten (hoofd, rug (hoogte C7), heup, knie, enkel) en op de stoelen, die vanuit zijwaarts aanzicht op video werden vastgelegd. Uit de data is de hoeveelheid rompbeweging in het sagittale vlak (voor-achterwaarts) als volgt bepaald. De horizontale verplaatsing van C7 ten opzichte van de horizontale verplaatsing van de stoel is in de tijd bepaald. (Verticale verplaatsingen bleken verwaarloosbaar klein te zijn.). Vervolgens is het gemiddelde van deze relatieve C7 positie in de meetperiode bepaald. De volgende parameters zijn gebruikt als maat voor hoeveelheid beweging (voor beide parameters geldt: hoe hoger het percentage, hoe minder rompbeweging):

- Het percentage van de meettijd dat de relatieve C7 positie minder dan 15 mm (in positieve dan wel negatieve richting) afweek van de gemiddelde relatieve C7 positie.

C7 positie gedurende tijdsintervallen van minimaal 180 s minder dan 75 mm afweek van de gemiddelde positie.

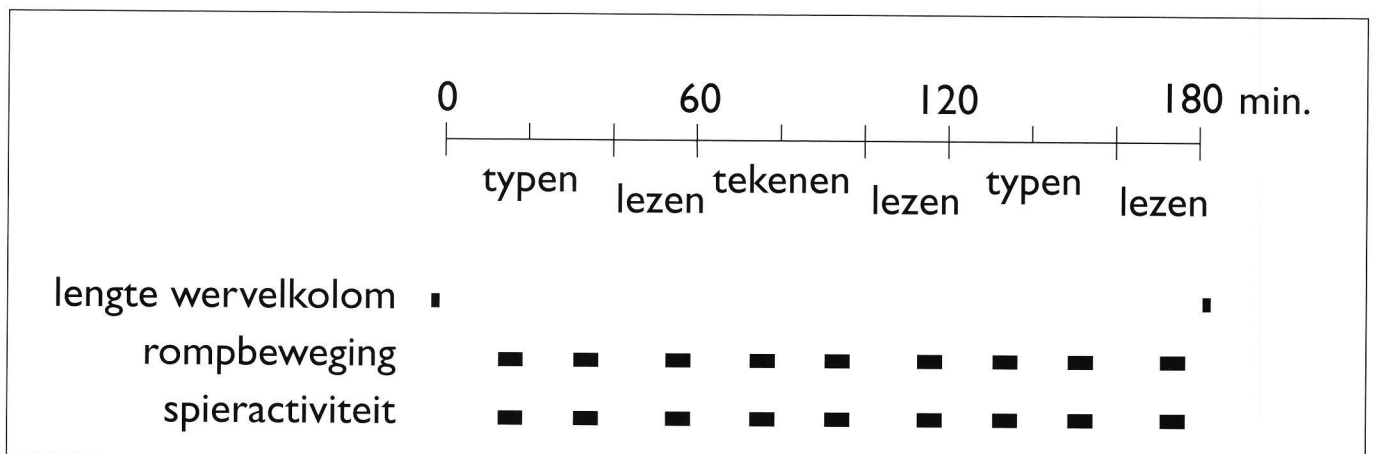
Spieractiviteit

De spieractiviteit van de belangrijkste rugspieren werd gemeten met elektro-myografie (EMG). Hierbij werden oppervlakte-electroden ('op de huid geplakt') gebruikt, die de elektrische signalen van spieren opvingen. De geteste spieren betreffen de lange rugspieren ('erector spinae') in het lumbale en thoracale gebied. Elektrische activiteit werd voor iedere spier zowel aan de linker als rechterkant van het lichaam afgeleid.

Per spier werd de mate van activiteit (amplitude van het EMG signaal) bepaald. De variatie in spieractiviteit werd beoordeeld aan de hand van grafieken waarin EMG-amplitude, tijdsinterval (periode waarin onafgebroken sprake was van een bepaalde amplitude range) en het percentage van de meettijd was uitgezet (methode Mathiassen en Winkel, 1993). Tot slot werd het percentage van de meettijd bepaald dat de amplitude van het EMG signaal lager was dan 0,5% van de maximale amplitude bij een maximaal vrijwillige contractie (MVC) (duidt op het voorkomen van momenten van 'relatieve inactiviteit')

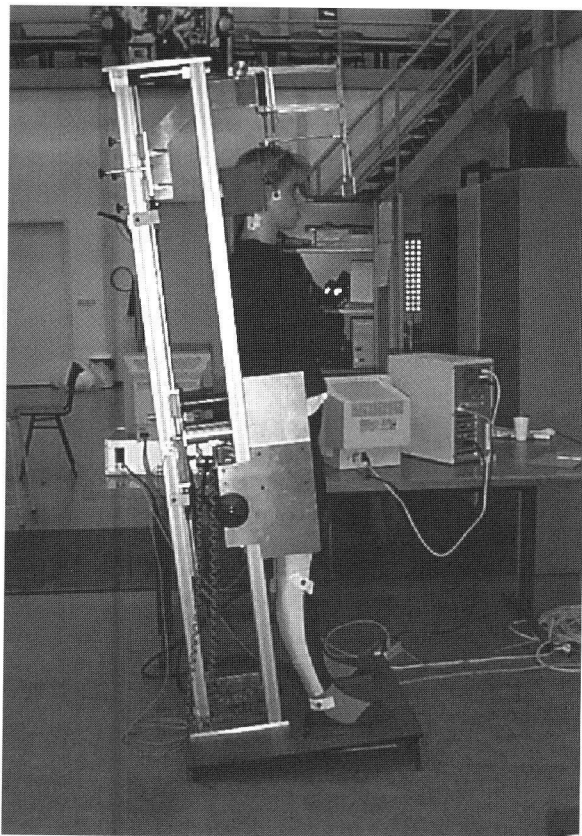
Lengtemeting

De lengte van de wervelkolom is geen vast gegeven. 's Avonds is deze korter dan 's ochtends. Bovendien neemt de lengte af bij (axiale of compressie) belasting, en bij ontlasting neemt de lengte weer toe. Dit laatste betekent dat de lengteverandering van de wervelkolom kan dienen als maat voor rugbelasting (Eklund en Corlett 1984, van Dieen e.a. 1994). Figuur 3 toont het instrument waarmee lengteveranderingen zijn bepaald. Met dit instrument wordt de lengteverandering bepaald met een grote nauwkeurigheid (<1 mm). Doordat het instrument uitgerust is met diverse systemen, om de lichaamshouding van de persoon die erop plaats neemt te standaardiseren over opeenvolgende metingen, kunnen gemeten veranderingen van lichaamslengte toege-



Figuur 2 Protocol van uitgevoerde taken en metingen in de tijd

- Het percentage van de meettijd dat de relatieve



Figuur 3 De 'krimpmet' voor het meten van de lengteverandering van de wervelkolom

schreven worden aan lengteverandering van de wervelkolom.

In het beschreven onderzoek is de lengteverandering bepaald door voor en na het 3 uur durende experiment de lengte te meten. Eenzelfde proefpersoon werd steeds op hetzelfde tijdstip van de dag (ochtend of middag) gemeten, om storende invloeden van tijdstip van de dag te voorkomen.

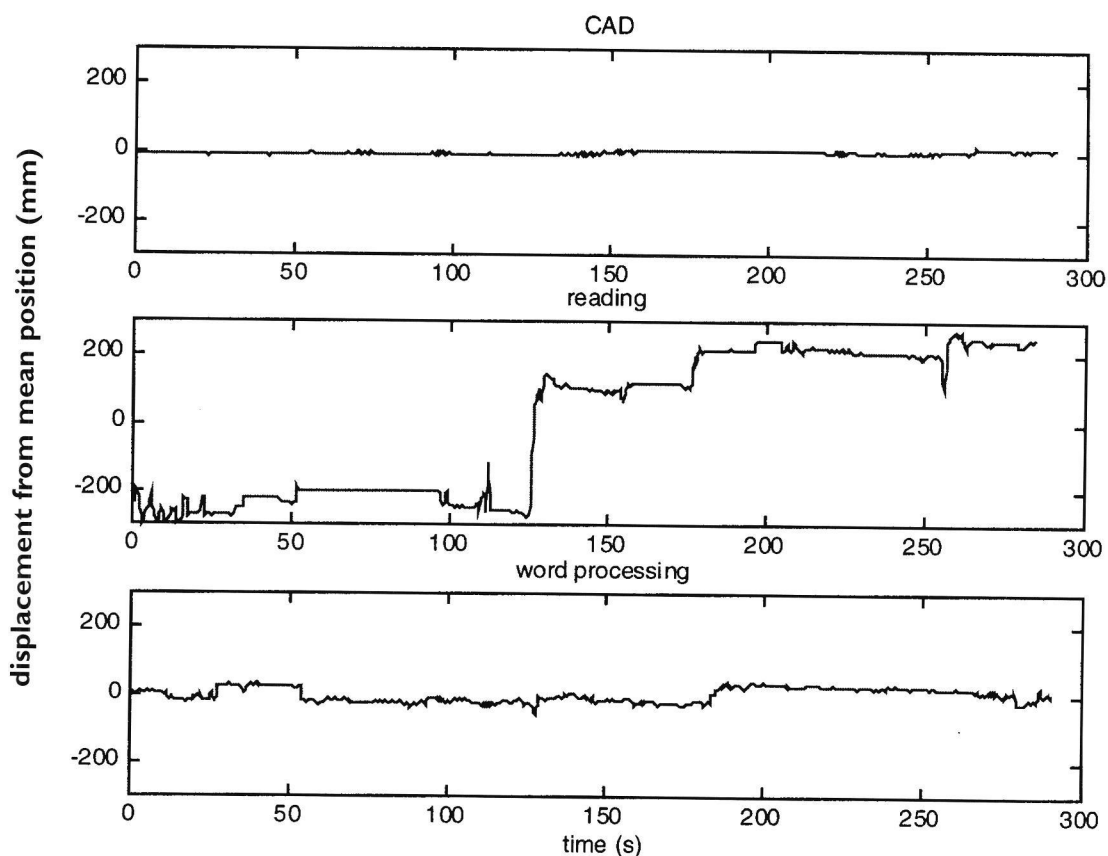
Statistiek

ANOVA's en een MANOVA voor herhaalde metingen werden uitgevoerd om de effecten van stoel en taak op de rompbeweging en spieractiviteit vast te stellen. Een non-parametrische test (Friedman) werd uitgevoerd om de effecten van stoeltype op de lengteverandering van de wervelkolom vast te stellen.

Resultaten

Rombeweging

Twee verschillende parameters voor hoeveelheid rompbeweging werden in deze studie gebruikt. Echter, in tegenstelling tot onze hypothese, konden we geen significant verschil tussen de stoelen constateren voor wat betreft deze parameters. Ook bij nadere analyses met andere parameters (waarin kleinere afwijkingen werden gehanteerd dan de aanvankelijk gebruikte 75 en 15 mm en een kortere



Figuur 4. Illustratief voorbeeld van een van de proefpersonen, waarin de relatieve horizontale rompbeweging (C7) ten opzichte van de stoel beweging (in mm) in de tijd wordt getoond, voor respectievelijk de tekentaak (CAD) (boven), leestaak (midden), en tekstverwerkingstaak (onder).

tijdsintervallen dan 180 s), werd geen enkel effect van stoeltype op rompbeweging gevonden. De dynamische stoelen leidden dus niet tot meer rompbeweging dan de vaste stoel.

Wel werd een effect gevonden van de uitgevoerde taak op de hoeveelheid rompbeweging. Significanter meer rompbeweging trad op bij het lezen in vergelijking tot het tekstverwerken en het tekenen met de computer. Figuur 4 toont een representatief voorbeeld van dit resultaat.

Spieractiviteit

Ook werd geen effect gevonden van stoeltype op de mate van spieractiviteit of op de mate van variatie of onderbrekingen in spieractiviteit.

De EMG activiteit was in alle gemeten spieren relatief laag: de individuele mediane amplitude kwam niet boven de 8% MVC uit.

Wel werd een significant effect gevonden van 'taak' op het percentage van de meettijd dat de rugspieractiviteit minder dan 0,5% MVC bedroeg. Bij het lezen traden dergelijke 'herstel-momenten' significant vaker op dan bij de twee computertaken, tekstverwerken en tekenen (gemiddeld 8% vs 3% van de totale meettijd).

Lengte van de wervelkolom

Een positief effect van de dynamische stoelen werd wel gevonden op de lengteverandering van de wervelkolom. Figuur 5 toont de gemiddelde resultaten ten aanzien van de lengteverandering van de wervelkolom gedurende drie uur zitten op de verschillen-

de stoelen.

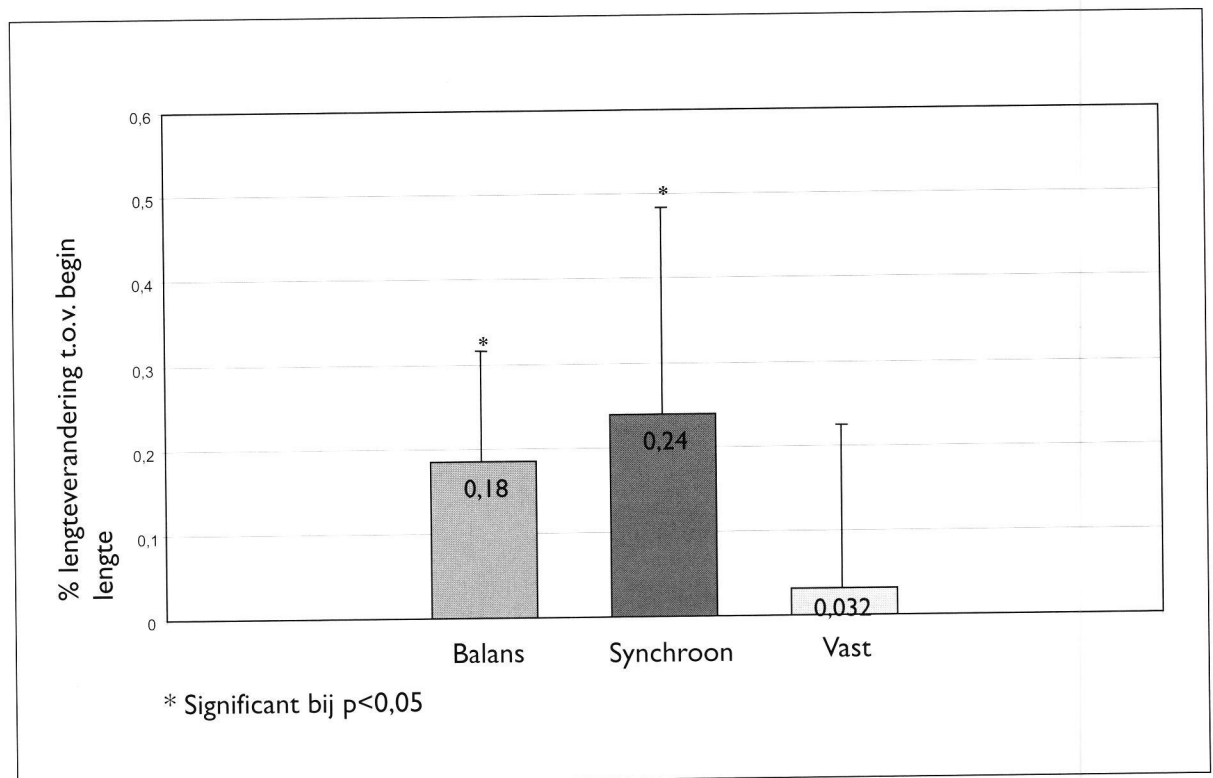
Uit de figuur valt af te leiden dat de lengte significant toeneemt op de balans- en op de synchroon stoel met respectievelijk 0,18% (= 3,3 mm) en 0,24% (= 4,3 mm) van de beginlengte (significant bij $p=0,02$ en $p=0,03$). Op de vaste stoel is geen sprake van een significante lengteverandering. Zowel het verschil tussen de vaste en de balans stoel ($p=0,03$) als tussen de vaste en de synchroonstoel ($p=0,04$) bleek significant. Tussen de balans- en synchroonstoel bestond geen significant verschil in lengteverandering.

Met name het verschil in lengteverandering tussen de dynamische stoelen enerzijds en de vaste stoel anderzijds is interessant. Het feit dat de wervelkolom in lengte toeneemt op de dynamische stoelen is minder relevant. Dit wijst er vooral op dat de rugbelasting bij het zitten op dynamische stoelen minder is dan de rugbelasting in de voorafgaande uren: met andere woorden, het is deze relatieve 'ontlasting' van de wervelkolom die tot lengtetoeename leidt.

Het effect van taak op lengteverandering kon in dit onderzoek niet worden nagegaan, omdat de lengte slechts voor en na de uitvoering van het totale protocol aan taken werd gemeten.

Discussie

Het zitten op de dynamische stoelen gaf een verlenging van de wervelkolom te zien, in tegenstelling tot het zitten op de vaste stoel. Hieruit kunnen we concluderen dat het zitten op dynamische stoelen



Figuur 5 Gemiddelde lengteverandering van de wervelkolom (met standaard deviatie) na 3 uur zittende arbeid als % van de beginlengte.

de wervelkolom meer ontlast dan het zitten op een vaste stoel. Met dit resultaat is dit de eerste studie, voor zover ons bekend, die op objectieve wijze een significant voordeel van dynamische stoelen boven een vaste stoel aantoonde.

Hoewel de grootte van het verschil in lengteverandering tussen de dynamische stoelen en de vaste stoel, namelijk 3-4 mm in 3 uur, niet gering lijkt (in vergelijking tot bijvoorbeeld de natuurlijke lengteverandering van ca. 18 mm per dag), valt de werkelijke gezondheidkundige betekenis van deze bevinding pas vast te stellen in een effectstudie in de kantoorpraktijk naar stoelgebruik en lage rug klachten.

Dynamische stoelen leiden niet tot meer rompbeweging, noch tot meer variatie of meer onderbrekingen van de spieractiviteit. Dit resultaat is teleurstellend in het licht van het vooronderstelde idee achter 'dynamisch zitten'. De bovengenoemde positieve effecten op lengteverandering kunnen we dus ook niet verklaren uit meer rompbeweging of meer variatie of onderbrekingen in spieractiviteit. De verklaring zou wel kunnen liggen in een betere ondersteuning van de rug op de dynamische stoelen in vergelijking tot de vaste stoel. Immers, op de dynamische stoelen wordt iedere rompbeweging gevolgd door de rugleuning, hetgeen op de vaste stoel niet het geval is. (Hier moet echter bij gezegd worden dat we van die verbeterde rugsteun geen effecten op spieractiviteit hebben gevonden.)

Een andere belangrijke bevinding in dit onderzoek is het opvallend sterke effect van 'taak' op rompbeweging en spieractiviteit, zeker in vergelijking tot de ontbrekende effecten van stoeltype. Ergonomische interventies gericht op taakaanpassing of taakrotatie lijken hiermee een veel krachtiger middel om een gezondheidseffect te sorteren dan aanpassingen van de dynamiek van de stoel. Dit is een belangrijke constatering in het licht van iedere discussie aangaande dynamische stoelen.

Tot slot zijn enige woorden met betrekking tot extrapolatie van de resultaten van deze labstudie naar de praktijk op zijn plaats. Mogelijk zijn grotere effecten gevonden in deze studie dan aanwezig in de praktijk, omdat sprake was van een 'extreem' statische situatie: proefpersonen mochten gedurende drie uur niet opstaan. Aan de andere kant: de meetperiode van 3 uur was weer aan de korte kant, zeker in vergelijking tot de normale 8 uur durende werkdag. Ook door de beperkte taak (niet even achterover leunen) zijn de voordelen van dynamische stoelen in deze studie mogelijk onderschat. Iets anders is dat de proefpersonen geen ervaring hadden met dynamische stoelen en was de periode van gewinning kort. Of en hoe ervaring de resultaten zou hebben beïnvloed, kan uit deze studie niet worden opgemaakt.

Conclusies

Uit het onderzoek kunnen de volgende conclusies

worden getrokken.

- Bij het zitten op een dynamische stoel (synchroon- en balanstype) is de rugbelasting minder dan op een vaste stoel, zoals afgeleid uit metingen van de lengteverandering van de wervelkolom.
- Het zitten op een dynamische stoel leidt niet tot meer rompbeweging en ook niet tot meer variatie of onderbrekingen in rugspieractiviteit in vergelijking tot de vaste stoel
- De aard van de uit te voeren taak heeft wel een sterk effect op de hoeveelheid rompbeweging en de mate van relatieve onderbrekingen in rugspieractiviteit.

De eerste conclusie ondersteunt de advisering van dynamische stoelen in de praktijk. Graag maken we hierbij de opmerking dat een (tot op heden nog niet uitgevoerd) onderzoek naar de effecten van dynamisch zitten op de prevalentie van rugklachten zo'n advies verder zou ondersteunen. Daarnaast is het onze ervaring dat dynamische stoelen in de praktijk niet optimaal worden gebruikt: vaak worden ze in vaste stand gezet, waardoor het potentiële gezondheidseffect, zoals hier aangetoond, van dynamisch zitten, vanzelfsprekend wordt geëlimineerd. In het verlengde van een advies voor dynamische stoelen zou daarom ook aan dit fenomeen aandacht besteed moeten worden (verbeterde instructie, verbeterd ontwerp?).

De gedachte dat de dynamische stoel tot meer lichaamsbeweging zou leiden en hierdoor een positief effect op de gezondheid zou hebben, is niet aangetoond (conclusie 2). Betere ondersteuning van de rug (vooral tijdens beweging in de stoel) en daardoor minder rugbelasting ligt na deze studie als onderliggend mechanisme meer voor de hand. De laatste conclusie impliceert, zoals eerder gezegd, dat taakaanpassing in veel gevallen veel effectiever zal zijn dan welke verandering dan ook aan het dynamisch systeem van een stoel. Dit onderstreept dat, wat we al lang wisten: een goede ergonomist is veel meer dan een stoelenverbeteraar.

Dankwoord

De auteurs danken ASPA Kantoorinrichting B.V., met name Cees Kardolus en Pieter Verveer, voor de verkregen ondersteuning.

Literatuur

Dieën, J.H. van, Creemers, M., Draisma, I., Toussaint, H.M. en Kingma, I.

1994 Repetitive lifting and spinal shrinkage, effects of age and lifting technique. *Clinical Biomechanics* 9, 367-374.

Eklund, J.A.E. en Corlett, N.

1984 Shrinkage as a measure of the effect of load on the spine. *Spine* 9, 189-194.

Evans, W., Jobe, W. en Seibert, C.

1989 A cross-sectional prevalence study of lumbar disc

degeneration in a working population. *Spine* 14, 60-66.

Hägg, G.

1991 Static work loads and occupational myalgia - a new explanation model. *Electromyographical kinesiology* (Edited by Anderson, P.A., Hobart, D. J. and Danoff, J. V.), pp. 141-143. Elsevier science, Amsterdam.

Hales, T. R. en Bernard, B. P.

1996 Epidemiology of work-related musculoskeletal disorders. *Orthopedic Clinics of North America*. 27, 679-680.

Jensen, C.V. en Bendix, T.

1992 Spontaneous movements with various seated workplace adjustments. *Clinical Biomechanics*. 7, 87-90.

Mathiassen, S.E. en Winkel, J.

1991 Quantifying variation in physical load using exposure vs time data. *Ergonomics* 34, 1455-1468.

McGill, S.M., Hughson, R.L. en Parks, K.

2000 Lumbar erector spinae oxygenation during prolonged contractions: implications for prolonged work. *Ergonomics*. 43, 486-493.

Miedema, M.C., Eikhout, S. en Delleman, N.J.

1999 Dynamiek in kantoorstoelen. *Tijdschrift voor Ergonomie*. 24, 2-8.

Videman, T., Nurminen, M. en Troup, J.D.G.

1990 Lumbar spinal pathology in cadaveric material in relation to history of back pain, occupation, and physical loading. *Spine*. 15, 728-735.

Westgaard, R.H. and DeLuca, C.J.

1999 Motor unit substitution in long-duration contractions of the human trapezius muscle. *Journal of Neurophysiology*. 82, 501-504.

