

Een ergonomisch onderzoek naar de werkhouding van naaisters in de meubelindustrie

J. Dul, M.P. van der Grinten, V.H. Hildebrandt,
Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg-TNO, Leiden,
Onderzoeksgroep Bewegingsapparaat

In een veldexperiment met zes naaisters is nagegaan wat het effect is van verandering van tafelhoogte op de houding van hoofd, romp en linker arm, en op de ervaren belasting en het subjectief oordeel over de tafelhoogte.

Drie relatieve tafelhoogtes werden vergeleken: 5 cm boven de individuele ellebooghoogte, op de ellebooghoogte, en 5 cm onder de ellebooghoogte. De houding van hoofd en romp werd vanaf foto's gemeten. De linker armstand werd vastgelegd met een elektro-inclinometer. Voor het bepalen van het lichamenlijk ongemak en het oordeel over de tafelhoogte werden vragenlijsten gebruikt.

De resultaten laten zien dat de tafelhoogte geen significant effect had op de stand van de linker arm. Bij de lagere tafels waren hoofd en romp significant verder voorovergebogen. De lagere tafels veroorzaakten meer lichamenlijk ongemak en ze werden door de naaisters slechter beoordeeld.

De konklusie luidt dat een tafelhoogte van 5 cm boven de individuele ellebooghoogte het meest gunstig is, hoewel ook bij deze tafelhoogte de houding niet optimaal is. Verdere verbeteringen zijn wellicht mogelijk door het schuin stellen van het tafelblad of door organisatorische maatregelen met betrekking tot afwisseling van de taak.

Trefwoorden: ergonomie, bewegingsapparaat, werkhouding, naaisters, meubelindustrie

In de Nederlandse meubelindustrie zijn ongeveer 1000 naaisters werkzaam bij de fabricage van gestoffeerde zitmeubelen.

Uit voorstudies is gebleken dat naaisters veel klachten hebben over nek, rug en linker schouder (Dul 1985, Dul en Nijboer 1988). Deze klachten kunnen in verband worden gebracht met de werkhouding. Deze wordt gekenmerkt door een voorovergebogen stand van hoofd en romp, en een geheven stand van de linker bovenarm (figuur 1).

Tijdens naaiwerkzaamheden wordt de houding opgelegd door de ogen (visuele controle rondom de naald), de handen (sturen van de stof langs de naald) en de voeten (bedienen van het pedaal). Er zijn weinig mogelijkheden om de houding individueel te kiezen en te variëren.

In de meubelindustrie worden de instelmogelijkheden van naaiwerkplekken niet optimaal benut. Hoewel de meeste naaiwerkplekken in hoogte instelbaar zijn wordt bij installatie van de machine vaak één tafelhoogte gekozen voor de gehele naai-

afdeling. Als de hoogte eenmaal is ingesteld wordt die daarna niet meer gewijzigd omdat voor het veranderen de hulp van een monteur nodig is.

Het is echter wenselijk dat iedere naaister afhankelijk van haar lichaamsmaten een individuele tafelhoogte instelt. In de meubelindustrie is dit goed mogelijk omdat meestal iedere naaister een eigen werkplek heeft.

In de ergonomische en arbeids-biomechanische literatuur over zittende arbeid wordt groot belang gehecht aan een juiste individuele tafelhoogte bij een gekozen stoelhoogte (Dul en Hildebrandt 1987a en 1987b). Te lage tafels veroorzaken een ongunstige voorwaartse kromming van de lage rug en daarmee een verhoging van de rugbelasting; te hoge tafels daarentegen veroorzaken een geheven stand van de armen en opgetrokken schouders, en daarmee vermoeidheid in nek- en schouderspieren (Chaffin en Andersson 1984).

Voor naaiwerkzaamheden is niet bekend welke tafelhoogte optimaal is in verband met rug-, nek- en schouderbelasting. Daarom is een experimenteel onderzoek uitgevoerd om te komen tot aanbevelingen voor de individuele tafelhoogte van naaisters in de meubelindustrie. Nagegaan is wat het effect is van verandering van tafelhoogte op de werkhouding van hoofd, romp en linker arm. Ook is nagegaan in welke mate lichamenlijk ongemak wordt ervaren bij de verschillende tafelhoogtes en welk oordeel de werknemers hebben over de tafelhoogtes.

METHODEN

Het onderzoek vond plaats op de naaiafdeling van een groot meubelstoffeerbedrijf. Figuur 2 toont de naaiwerkplek waaraan de metingen werden verricht.

De onderzochte taak betrof de veel voorkomende zadelsteekbewerking in stof of leer op een enkelnalds-naaimachine. Zes ervaren naaisters werkten als proefpersoon aan het onderzoek mee. De gemiddelde leeftijd van de groep was 36 jaar (22-54 jaar).

Drie tafelhoogtes werden onderzocht. De tafelhoogte werd gerelateerd aan de individuele ellebooghoogte van de proefpersoon in rechtop-zittende houding (bovenarm verticaal en onderarm horizontaal). De drie tafelhoogtes waren: 5 cm boven de ellebooghoogte (tafelhoogte A), ellebooghoogte (tafelhoogte B)



Figuur 1 De werkhouding van naaisters wordt gekenmerkt door een gebogen stand van hoofd en romp, en een geheven stand van de linker bovenarm. Nek-, rug- en linker schouderklachten komen bij naaisters dan ook veel voor



Figuur 2 De experimentele werkplek in het proefbedrijf

en 5 cm onder de ellebooghoogte (tafelhoogte C). Deze keuze werd ingegeven door het feit dat in een aantal ergonomische handboeken tafelhoogte C wordt aanbevolen voor zittende arbeid in het algemeen, terwijl de geobserveerde tafelhoogtes in de onderzochte naaiafdeling gemiddeld 10 cm (6-12 cm) hoger waren ingesteld (tafelhoogte A).

De gemeten variabelen in het experiment waren drie objectieve maten met betrekking tot de werkhouding (hoofdstand, rompstand en linker armstand), en twee belevingsmaten met betrekking tot ervaren lichamelijk ongemak en oordeel over de tafelhoogte.

Voor het meten van de hoofd- en rompstand werd gebruik gemaakt van multi-moment-fotografie (één foto per minuut). De hoofdstand werd daarbij gedefinieerd als de hoek tussen de horizontale lijn en de oog-oorlijn. De oog-oorlijn is de lijn tussen het midden van het oorleletje en de zijkant van het oog. De rompstand werd gedefinieerd als de hoek tussen de horizontaal en de lijn tussen het draaipunt van het heupgewricht en het doornuitsteeksel van de zevende halswervel. Deze punten waren uitwendig gemarkeerd. De linker armstand werd gemeten met een elektro-inclinometer die op de bovenarm was gemonteerd. De armstand is daarmee gedefinieerd als de hoek tussen de bovenarm en de verticale lijn (zwaarteliijn). Het elektrisch signaal werd vastgelegd in een draagbare data-recorder. De belevingsmaten werden bepaald met vragenlijsten. Voor het bepalen van het lichamelijk ongemak gaf de proefpersoon aan de hand van een afbeelding van het lichaam, per lichaamsdeel de mate van ongemak aan op een 5-punts-schaal. Het oordeel van de proefpersoon over de tafelhoogte werd eveneens met een schaaltechniek bepaald. Voor details over de meetmethoden wordt verwezen naar Dul en Nijboer (1988).

De metingen werden verricht tijdens 36 meetsessies van een half uur (6 proefpersonen, 3 tafelhoogtes, 2 metingen). De aangeboden volgorde van de tafelhoogtes werd gevarieerd om volgorde-effecten te voorkomen. Een meetsessie startte met een voor-meting van lichamelijk ongemak (vragenlijst invullen). Nadat de werkzaamheden waren begonnen werden gedurende de eerste

10 minuten geen metingen verricht om een zekere gewenning te bereiken. Vervolgens werden gedurende ongeveer 15 minuten meetgegevens over de hoofd-, romp- en armhouding verzameld (fotografie en inclinometer). Na afronding van de taak werd de vragenlijst over lichamelijk ongemak weer voorgelegd. Ook werd daarbij het oordeel over de tafelhoogte gevraagd.

Voor de statistische analyse van de gegevens is wat betreft de objectieve houdingsvariabelen gebruik gemaakt van de variantie-analyse. Bij de beoordeling van het lichamelijk ongemak is de toets van Friedman gebruikt, terwijl voor het oordeel van de tafelhoogte gebruik is gemaakt van de χ^2 -toets voor gemiddelden van verwante waarnemingsreeksen (De Jonge 1963). Bij de statistische toetsing is een betrouwbaarheidsdrempel van 5% gehanteerd ($p=0.05$).

RESULTATEN

Armstand

Tabel 1 toont het effect van tafelhoogte op armstand. Voor alle drie tafelhoogtes is de hoek tussen bovenarm en zwaarteliijn gemiddeld bijna 30 graden. Het blijkt dat verlaging van de tafelhoogte weinig invloed heeft op de armstand. Weliswaar wordt bij lagere tafels de hoek enigszins kleiner, maar het verschil tussen tafel A en tafel C is slechts 4 graden. Dit verschil is niet statistisch significant omdat de variatie in de armstand groot is.

Hoofdstand

Het effect van tafelhoogte op hoofdstand is weergegeven in tabel 1. De oog-oorlijn ligt gemiddeld 9 graden onder de horizontaal. Door verlaging van de tafel van hoogte A naar hoogte C wordt het hoofd 7 graden verder voorovergebogen. Het gaat hier om een statistisch significant effect.

Rompstand

Een vergelijkbaar resultaat is ook gevonden voor de rompstand (zie tabel 1). De gemiddelde hoek tussen romplijn en horizontaal is 91 graden. Door verlaging van de tafel van A naar C wordt de romp 5 graden verder voorovergebogen. Ook dit effect is statistisch significant.

Lichamelijk ongemak

Bij de analyse van de gegevens over het ervaren lichamelijk ongemak kon geen onderscheid worden gemaakt tussen de verschillende lichaamsgebieden. Bij de gehanteerde (korte) blootstellingsduur van een half uur konden de proefpersonen niet goed aangeven in welk lichaamsdeel precies last werd ondervonden. Daarom is een totaalscore bepaald die aangeeft in hoeveel van de maximaal 12 meetsessies met een bepaalde tafelhoogte, tijdens het half uur werken een toename plaatsvond van de klachtenscore in enig lichaamsgebied.

De effecten van tafelhoogte op deze maat voor lichamelijk

Tabel 1 Het effect van tafelhoogte op arm-, hoofd- en rompstand, lichamelijk ongemak en het oordeel van naaisters over de tafelhoogte

	Tafel		
	A (hoog)	B (middel)	C (laag)
Armstand			
Hoek bovenarm-vertikaal (graden)	29,8	27	26,2
Hoofdstand			
Hoek oog/oorlijn-horizontaal (graden)	-5,04	-6,49	-11,48
Rompstand			
Hoek romplijn-horizontaal (graden)	93	92,3	88,4
Lichamelijk ongemak			
Aantal meetsessies met toename klachten	1	2	9
Oordeel over tafelhoogte			
0=goed, 1=te laag, 2=veel te laag	0,4	0,75	1,5

ongemak staan weergegeven in tabel 1. Het blijkt dat er een duidelijk effect is van tafelhoogte op lichamelijk ongemak. Bij de lage tafel C is de klachtenscore (9) aanzienlijk groter dan bij de hogere tafels A en B (respektievelijk 1 en 2). Het verschil tussen tafel C en de hogere tafels is statistisch significant.

Oordeel tafelhoogte

Wat betreft het oordeel over tafelhoogte (zie tabel 1) kan worden gekonstateerd dat tafelhoogte C negatiever wordt beoordeeld (te laag) dan tafelhoogtes A en B. Dit effect is weer statistisch significant.

DISKUSSIE

Armstand

De tafelhoogte heeft geen aantoonbaar effect op de linker armstand. De gemiddelde armhoek, gemeten als hoek tussen bovenarm en zwaartelijn, is ongeveer 30 graden. Deze armhouding veroorzaakt grote statische belastingen in de schouderspieren. Met behulp van biomechanische berekeningen (Dul 1988) kan worden geschat dat één van de schouderspieren (supraspinatus) bij een armhoek van 30 graden ongeveer 15% van zijn maximale kracht moet leveren. Uit onderzoeken van Björkstén en Jonsson (1977) en Hagberg (1981) is gebleken dat bij continue statische en dynamische spierkontrakties die langer dan 1 uur duren spieren niet meer dan slechts 8% mogen worden belast om overmatige spiervermoeidheid te voorkomen. Voor naaiwerkzaamheden die langer dan 1 uur duren zou dit betekenen dat de armstand zeker niet meer dan 15 graden mag zijn. Bij geen van de onderzochte tafelhoogtes wordt dit echter gerealiseerd, hetgeen verdere maatregelen noodzakelijk maakt om de linker schouderbelasting terug te dringen (zie hierna).

Hoofdstand en rompstand

Uit het onderzoek naar de hoofdstand en de rompstand blijkt dat tijdens naaiwerkzaamheden zowel het hoofd als de romp voorover worden gehouden. Hoe lager de tafel des te groter is de vooroverbuiging. De reden van deze sterke vooroverbuiging is dat voor het verrichten van de naaitaak een kleine kijkafstand nodig is. De ogen worden naar het werk gebracht. Hoe lager de tafel is, des te verder wordt het hoofd voorovergebogen. Alleen het hoofd vooroverbuigen is echter onvoldoende om de gewenste kijkafstand te realiseren. Uit tabel 1 blijkt dat ook de romp voorover moet worden gebogen naarmate de tafel lager wordt.

Uit het onderzoek komt naar voren dat de hogere tafels A en B gunstiger zijn voor de hoofd- en rompstand dan de lagere tafel C. Echter, geen van deze tafelhoogtes biedt de mogelijkheid tot rechtop zitten. Ten opzichte van de rechte zithouding is het hoofd bij de onderzochte tafels 30 à 40 graden gebogen. Bij tafels die hoger zijn dan tafelhoogte A is wellicht een rechttere hoofd- en romphouding mogelijk, maar dit zou tot een nog ongunstiger armstand leiden.

Lichamelijk ongemak

Gezien de ongunstige werkhouding van de linkerarm bij alle tafels, en van hoofd en romp vooral bij de lagere tafel C is het niet verwonderlijk dat er meetbare korte-termijn-effecten zijn van lichamelijk ongemak tijdens naaiwerkzaamheden. Vooral bij de laagste tafel vond tijdens het half uur werken een toename plaats van lichamelijke klachten, met name in het hoge en lage ruggebied. Het is opvallend dat zich al na zo'n korte werktijd lichamelijke klachten konden manifesteren, zeker als men bedenkt dat de ernst-score van dergelijke klachten lineair toeneemt met de werktijd (Corlett en Bishop 1976). Bovendien is het opvallend dat relatief kleine veranderingen van tafelhoogte en werkhouding duidelijk invloed hebben op de werkhouding en het ervaren lichamelijk ongemak.

Optimale tafelhoogte

Van de onderzochte tafelhoogtes lijkt tafelhoogte A nog het beste. Deze tafelhoogte komt overeen met de gemiddelde tafelhoogte in de onderzochte naaiafdeling. Hieruit kan niet worden gekonkludeerd dat naaisters goed in staat zijn een eigen optimale

werkplekinstelling te kiezen. Het bleek namelijk dat het verschil tussen tafelhoogte en ellebooghoogte veelal werd gerealiseerd door verlaging van de stoelhoogte en niet door verhoging van de tafel. Hierdoor stond de stoel veelal te laag ingesteld in verband met de pedaalbediening. Dit verklaart wellicht de gevonden enkel- en voetklachten bij naaisters (Dul en Nijboer 1988).

De juiste volgorde van instellen van de naaiwerkplek is: eerst de stoelhoogte instellen voor gemakkelijke bediening van de pedalen en vervolgens de tafelhoogte aanpassen zodat de tafel 5 centimeter boven de ellebooghoogte staat. Bij veel bestaande werksituaties kunnen hiermee aanmerkelijke verbeteringen worden bereikt. De werkhouding is echter nog niet optimaal. Om schadelijke effecten daarvan te voorkomen moeten naaiwerkzaamheden regelmatig worden afgewisseld met andere werkzaamheden, bijvoorbeeld regelmatig zelf ophalen van steeds kleine hoeveelheden naaiwerk. Hoelang een bepaalde houding zonder afwisseling en rust mag worden volgehouden is echter nog niet bekend.

Om de toepassing van de tot nu toe gevonden onderzoekresultaten te bevorderen is voorlichtingsmateriaal met aanbevelingen voor de instelling van naaiwerkplekken samengesteld en verzonden aan alle Nederlandse meubelstofeerbedrijven. Het belang van het onderzoek reikt overigens verder dan alleen de meubelindustrie. Ook in de konfektie-industrie en de schoenindustrie verrichten in Nederland enkele duizenden werknemers naaiwerkzaamheden.

Gebruikte meetmethoden

Er bestaat bij ARBO-deskundigen in bedrijven behoefte aan eenvoudige meetmethoden voor het vastleggen en analyseren van houdingen en bewegingen in werksituaties. Een aantal van de hier gebruikte methoden (fotografie, vragenlijst en wellicht ook inclinometer) is in principe geschikt om in de praktijk te worden toegepast. De genoemde meetmethoden waren alle goed bruikbaar in de onderzochte veldsituatie. Met multimoment-fotografie konden de gemiddelde houdingen van hoofd en romp kwantitatief worden vastgelegd. Het aantrekkelijke van deze techniek was dat geen meetapparatuur op het lichaam aanwezig was. De analyse van de ruim 300 foto's was echter nogal arbeidsintensief door het handmatig opmeten van de lichaamshoeken. Bovendien kunnen met multimoment-fotografie meetfouten ontstaan door perspectivische vertekening en de lage bemonsterfrequentie.

Met de inclinometer kon de armhouding continu worden bepaald. Deze meting is in principe nauwkeuriger dan fotografie, hoewel de berekende gemiddelde werkhouding gevoelig was voor toevallige extreme houdingen (bijv. opstaan). Een oplossing hiervoor is het synchroon opnemen van videobeelden. Hierdoor kunnen ongewenste meetperiodes achteraf worden ontdekt en bij de analyse worden weggelaten. Voor toepassing van de inclinometer-techniek was per proefpersoon ongeveer een half uur voorbereidingstijd nodig voor het monteren van de inclinometer en de data-recorder en voor de calibratieprocedure. Voor de verwerking van de signalen werden speciale computerprogramma's gebruikt.

De vragenlijst over lichamelijk ongemak is een gemakkelijk te hanteren onderzoeksinstrument, waarmee recentelijk ook in andere beroepsgroepen ervaring is opgedaan (Van der Grinten 1988). Bij statische werkhoudingen moet de blootstellingsduur voldoende lang zijn om effecten in de afzonderlijke lichaamsgebieden te kunnen meten.

KONKLUSIES EN AANBEVELINGEN

Bij naaisters bestaan veel klachten over nek, rug en linker schouder. Deze klachten kunnen worden verklaard uit de ongunstige werkhouding. Hoofd en romp zijn ver voorovergebogen, terwijl de linker arm omhoog wordt gehouden.

De onderzochte tafelhoogtes hadden geen invloed op de armstand; wel kan de houding van hoofd en romp verbeteren en het lichamelijk ongemak verminderen door het gebruik van hogere tafels.

Van de drie onderzochte tafelhoogtes is de hoogste tafel (5 cm boven de individuele ellebooghoogte) het beste. Deze tafelhoogte biedt echter geen afdoende oplossing voor de langere ter-

mijn. Mogelijk kan door gebruik van een hellend werkvlak en een optimale positie van het pedaal een verdere verbetering van de werkhouding worden bewerkstelligd. Een vervolgonderzoek hieromtrent wordt momenteel door het NIPG-TNO uitgevoerd in het 'Laboratorium voor Houdings- en Bewegingsanalyse'. Naast maatregelen gericht op de verdere verbetering van de werkhouding zullen ook organisatorische maatregelen moeten worden overwogen ten behoeve van variatie van de werkhouding en beperking van de belastingsduur.

DANKWOORD

Het onderzoek was een initiatief van de Stichting Sectorbeleid Meubelindustrie en werd financieel gesteund door het Directoraat-Generaal van de Arbeid van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid.

Mr. D. Baty en dr. P.W. Buckle (Ergonomics Research Unit, Robens Institute, Engeland) en F.L. Piena (NIPG-TNO) assisteerden bij het verzamelen en verwerken van de meetgegevens. De elektro-inclinometer werd beschikbaar gesteld door het Robens Institute. De statistische analyse was in handen van drs. M.M. van der Klaauw (NIPG-TNO).

Direktie en personeel van het meubelstofbedrijf Leolux te Venlo hebben bereidwillige medewerking verleend aan het onderzoek.

Het onderzoek werd uitgevoerd in het kader van het NIPG-TNO onderzoekprogramma 'Problematiek van het Bewegingsapparaat in Arbeidssituaties'.

ABSTRACT

The effect of table height on head, trunk and left arm posture and on discomfort and acceptability was studied in a field experiment with six female sewing machine operators.

Three relative table heights were compared: 5 cm above individual elbow height, elbow height, and 5 cm below elbow height. Head and trunk postures were measured from photographs. The left arm posture was recorded with an electro-inclinometer. Discomfort and acceptability were measured with questionnaires.

The results show that table height had no significant effect on left arm posture. At lower tables the head and trunk were significantly more flexed. Lower tables also resulted in more discomfort and less acceptability.

It is concluded that a table height which is 5 cm above elbow height is most favourable, although then the posture is still not

optimal. Further improvements may be achieved by using a slightly slanted working table or by organizational measures regarding variation of the task.

LITERATUUR

- Björkstén, H. & B. Jonsson, Endurance limit of force in long-term intermittent static contractions. *Scand. J. Work Env. Hlth* 3 (1977) 23-27
- Chaffin, D.B. & G.B.J. Andersson, *Occupational Biomechanics*. John Wiley & Sons, New York/Chichester/Brisbane/Toronto/Singapore 1984
- Corlett, E.N. & R.B. Bishop, A technique for assessing postural discomfort. *Ergonomics* 19 (1976) 175-182
- Dul, J., Arbeidsomstandigheden en arbeidsplaatsverbetering in de meubelindustrie. Min. Soc. Zaken Werkgelegenh., DGA-rapport S-15, Voorburg 1985
- Dul, J. & V.H. Hildebrandt, Ergonomic guidelines for the prevention of low back pain at the workplace. *Ergonomics* 30 (1987) 419-429
- Dul, J. & V.H. Hildebrandt, Preventie van beroepsgebonden rugproblematiek. Een inventarisatie van ergonomische richtlijnen. Min. Soc. Zaken Werkgelegenh., DGA-rapport S-35, Voorburg 1987
- Dul, J. & I.D. Nijboer, Vermindering van fysieke belasting in de meubelindustrie. Bureau Humanisering van Arbeid, HUMAR-TNO, Leiden 1988
- Dul, J., A biomechanical model to quantify shoulder load at the workplace. *Clinical Biomechanics* 3 (1988) 124-128
- Grinten, M.P. van der, De invloed van het verhoogd opstellen van stenentas en speciekuip en van het metseltempo op de lichamelijke belasting van de metselaar tijdens het metselen van een borstwering. Deel II. Lokaal ervaren belasting en waardering verhoogde opstelling, NIPG-TNO, Leiden 1988
- Hagberg, M., Muscular endurance and surface electromyogram in isometric and dynamic exercise. *J. Appl. Physiol.: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology* 51 (1981) 1-17
- Jonge, H. de, *Inleiding in de medische statistiek*. II. 2e druk. Wolters Noordhoff, Groningen 1963

CORRESPONDENTIEADRES

Dr.ir. J. Dul, Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg-TNO, Postbus 124, 2300 AC Leiden, tel. 071-178762

Ontvangen 23 februari 1988, geaccepteerd 1 augustus 1988