

De invloed van de beeldschermopstelling op de zithouding

Wall^{1,3}, M. de, Riel¹, M.P.J.M. van, Aghina², J.C.F.M., Burdorf³, A., Snijders¹, C.J.

Summary

Working with Video Display Units may cause physical complaints, especially pain in neck and shoulders. According to a computerized biomechanical model of the neck, the optimal ergonomic working posture differs from the commonly accepted advices. Instead of a direction of looking of 15 degrees below the horizontal, a direction of looking of 15 degrees above the horizontal would be preferable.

In October 1989 a pilot study with ten test subjects is performed in which is examined if the new position of the monitor really produces the ideal working posture. The results from this test proves that working at a monitor in a direction of looking of 15 degrees above the horizontal does not produce the ideal working posture. However the posture taken during working with this placing of the monitor is a considerable better posture than the posture taken during working at a monitor placed in a direction of looking of 15 degrees below the horizontal: one is sitting with a straighter back and a less forward bent head. The active direction of looking was 3 degrees above the horizontal. The test subjects did not seem to prefer a greater angle of looking. The results of this test indicate that placing the middle of the monitor at eye level produces a better sitting posture with VDU workers.

Inleiding

De relatie tussen een slechte werkhouding en het optreden van lichamelijke klachten is gelegd door verschillende auteurs (Oshini e.a. 1976, Hagberg 1987, Van Straten 1987,

Bergqvist 1989). Met name bij mensen die zittend werk doen, worden veel klachten in de schouder- en nekregio geconstateerd. Deze klachten worden in de literatuur gerangschikt onder de benaming Occupational Cervicobrachial Disorder (OCD). Als risicofactoren voor het ontstaan van OCD noemt Van Straten (1987) onder andere repeterende handelingen, werk in hoog tempo, gebruik van kleine spiergroepen, werken in een door de handeling gedwongen houding en het werken met statisch aangespannen spieren.

Het beeldschermwerk vertoont veel van de bovengenoemde risicofactoren. Hagberg (1987) zag met name bij deze groep mensen één bepaalde vorm van OCD, waaraan hij de benaming 'tension neck syndrome' gaf. De diagnostische criteria die gehanteerd werden voor dit syndroom waren de volgende:

- voortdurend gevoel van vermoeidheid en/of stijfheid in de nek
- nekpijn en/of hoofdpijn
- één of meer drukprijnlijke plekken en/of palpabele verhardingen in de nek
- spierpijn bij nekbewegingen.

De prevalentie onder 'keyboard workers' varieerde in vijf verschillende studies van 28 tot 47 per 100 (controlegroep: 11-28 per 100) (Hagberg 1987).

Veel van deze klachten worden volgens Pot (1986) veroorzaakt door een verkeerd ontworpen of een verkeerd gebruik van het meubilair. Gesignaleerde knelpunten met betrekking tot de fysieke werkhouding zijn de afwezigheid van een concepthouder, de geringe instelbaarheid van de hoogte van het beeldscherm en toetsenbord en de dikte van de toetsenborden (Pot 1986).

Om rug-, nek- en oogspieren zo min mogelijk te belasten, wordt een rechte zithouding aangeraden waarbij de gebruiker naar het beeldscherm kijkt in een hoek van 15° (± 10°) onder

het horizontale vlak (Buringh 1986). Sommige handboeken over de ergonomie van werkplekken adviseren zelfs een hoek van 25° (± 10°) onder het horizontale vlak onafhankelijk van het type beeldschermwerk (DGA 1989). Op basis van biomechanische inzichten is dit advies twijfelachtig. Door middel van een biomechanisch computermodel, ontwikkeld in opdracht van de Koninklijke Luchtmacht om een indruk te krijgen van de nekbelasting van F-16 piloten, kunnen de krachten worden berekend op wervels en in spieren in de hals bij verschillende standen van het hoofd (Snijders 1990). Hieruit blijkt dat wanneer het hoofd een positie heeft in het sagittale vlak van 30 graden achterover ten opzichte van de neutrale positie, de kracht die nekspieren moeten leveren om het hoofd in die positie te houden minimaal is (zie figuur 1). Als neutrale positie geldt een zithouding met de rug recht op en het hoofd in een blikrichting van 15° onder de horizontaal.

Wanneer aangenomen wordt dat er een rechtlijnig verband bestaat tussen blikrichting en stand van het hoofd in het sagittale vlak betekent dit dat wanneer men in een houding met rechte rug het hoofd een positie geeft met een blikrichting van +15° boven de horizontaal, de krachten die de nekspieren moeten opbrengen om het hoofd in een stabiel evenwicht te houden minimaal zullen zijn. In deze positie bevindt het zwaartepunt van het hoofd zich loodrecht boven het draaipunt van het hoofd. Zowel anteaals retroflexie van het hoofd vanuit deze positie zal een toename van het moment van de zwaartekracht tot gevolg hebben. De spierkrachten in de nek nemen toe evenals de daaruit voortvloeiende botcontactkrachten in de halswervels.

De vraag is of een verandering in de beeldschermopstelling (dus plaatsing van het midden van het beeldscherm in een blikrichting van +15°) de beoogde ideale werkhouding oplevert.

De vraagstelling in dit onderzoek luidt:

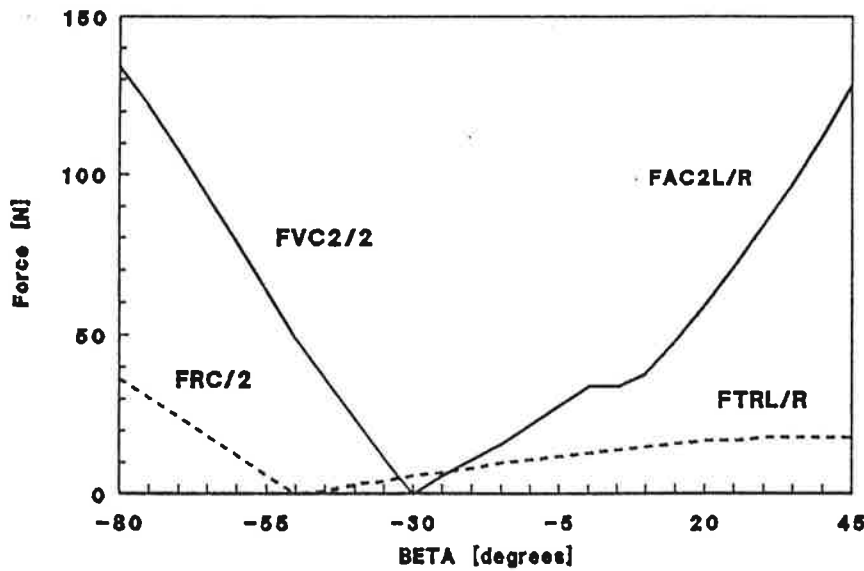
1. Levert een verandering van beeldschermopstelling een betere werkhouding op?
2. Heeft deze andere opstelling invloed op het houdingsbereik, met andere woorden, neemt men meer of minder extreme houdingen aan als men werkt aan de veranderde opstelling?
3. Wordt de verandering van beeldschermopstelling door de gebruikers als een verbetering ervaren? ▶

1. Biomedische Natuurkunde en Technologie, Faculteit der Geneeskunde en Gezondheidswetenschappen, Erasmus Universiteit Rotterdam.

2. Bedrijfsgeneeskundige dienst Hoogovens IJmuiden BV.

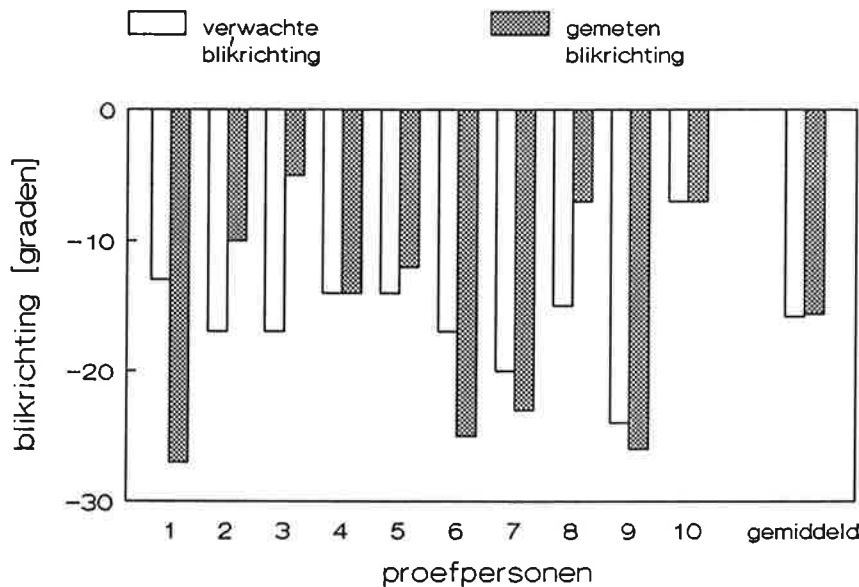
3. Instituut Arbeid en Gezondheid, Sectie Bedrijfsgezondheidszorg, Faculteit der Geneeskunde en Gezondheidswetenschappen, Erasmus Universiteit Rotterdam.

Figuur 1. Spierkrachten in de nek bij flexie en extensie



β = de hoek van het hoofd in het sagittale vlak met de neutrale stand.
 FVC2/2 = de op de voorzijde van C2-C3 uitgeoefende kracht.
 FRC/2 = de door de rectus capitis uitgeoefende kracht.
 FAC2R/L = de op de achterzijde van C2-C3 uitgeoefende kracht.
 FTRL/R = de door de m. trapezius uitgeoefende kracht.
 Bron: Snijders e.a., 1990.

Figuur 2. De verwachte blikrichting en de gemeten blikrichting tijdens de eerste meting in de 'oude' beeldschermopstelling



Methoden en materialen

Keuze proefpersonen

Tien personen werkzaam bij ESTS, een dochteronderneming van Hoogovens BV IJmuiden, hebben zich beschikbaar gesteld als proefpersoon voor dit onderzoek. Zij werkten dagelijks met CAD/CAM of AutoCAD. Bij deze gecomputeriseerde ontwerpsystemen ligt de visuele nadruk op het beeldscherm. Slechts beperkte tijd kijken de gebruikers naar het toetsenbord of het document. De verdere eisen waaraan de

proefpersonen moesten voldoen, waren een normale lichaamslengte, geen dubbel-focus of halve leesbril en een leeftijd tussen de 20 en 65 jaar.

Proefopzet

De houding van de tien proefpersonen is tweemaal gedurende een aaneengesloten periode van 2 uur geregistreerd. De eerste keer werd de monitor op het bureau geplaatst, wat voor de gemiddelde proefpersoon neerkomt op een blikrichting (α_1) naar het midden van het scherm van gemiddeld 15° omlaag ten opzichte

van de horizontaal. De tweede meting vond plaats op hetzelfde dagdeel op een andere dag. Tijdens deze meting bevond zich de monitor op een verhoging van 40 cm, zodat het middel van het beeldscherm op ongeveer 55 cm hoogte komt. Dit komt voor de gemiddelde proefpersoon neer op een blikrichting (α_2) naar het midden van het beeldscherm van 15° boven de horizontaal. Voor elke proefpersoon is met behulp van de afmetingen van de werkplek de individuele blikrichting bepaald.

Alle proefpersonen is gevraagd twee dagen voor de meting de monitor alvast in de gewenste positie te zetten, zodat ze aan deze opstelling konden wennen. Hierdoor wordt een eventuele aanpassing van de houding aan de nieuwe situatie niet geregistreerd tijdens de meting.

Aangezien de proefpersonen hun gebruikelijke werkzaamheden dienden te verrichten tijdens de metingen, hebben ze aan hun eigen bureau gewerkt. De tafelhoogte bedroeg 80 cm. De stoelhoogten van de verschillende proefpersonen verschilden wel sterk, zodanig dat er een grote spreiding dreigde te ontstaan in ooghoogte. Gekozen is daarom alle proefpersonen tijdens de metingen op een niet instelbare, rechte stoel zonder armleningen te laten plaatsnemen. Om de romp niet te belemmeren in achterwaartse richting is een lage rugleuning genomen. De zithoogte van deze stoel bedroeg 47 cm. Verder is ervoor gezorgd dat de overige condities als verlichting, helderheid van het beeldscherm en afstand tot het beeldscherm tijdens de twee metingen hetzelfde waren. Tijdens dit onderzoek is de enige experimentele variabele de blikrichting naar het beeldscherm bij twee verschillende standen in hoogte van het beeldscherm.

Apparatuur en meetmethode

Met de door Snijders en collega's (1987) ontwikkelde methode voor het continu registreren van de houding en beweging, kan de houding van beeldschermwerkers in de verschillende beeldschermopstellingen worden vastgelegd.

Om een indicatie te krijgen van zowel de stand van het hoofd als de stand van de romp moeten op beide lichaamsdelen twee inclinometers worden geplaatst. Twee inclinometers registreren de bewegingen van het sagittale vlak, de twee andere de bewegingen in het frontale vlak. De plaats van de inclinometers moet zodanig zijn dat zij een goede indicatie geven van de houding. Daar het hoofd een onveranderlijke vorm

heeft, maakt het niet uit waar op het hoofd de twee inclinometers geplaatst worden. Gekozen is om ze door middel van een soort wielrennershelm boven op het hoofd te bevestigen. Voor de romp is de keuze van de plaats voor deze meters minder eenvoudig, daar dit lichaamsdeel van vorm kan veranderen. Omdat het thoracale deel van de wervelkolom de minste beweging toestaat in voor- en achterwaartse richting (Frankel e.a. 1984), is gekozen om de inclinometers hoog thoracaal (tussen T2 en C7) te plaatsen. De inclinometers worden in de mediaanlijn geplaatst, zodat de meter die de bewegingen in het frontale vlak registreert geen storing ondervindt van schouderbewegingen. Als '0-positie' (de ijkwaarde) is gebruikt een rechtopstaande houding waarbij de proefpersoon de linker duim in de rechter vuist houdt en een blikrichting aannam van 15° omlaag ten opzichte van de horizontaal (Sniijders 1990). Voor een uitgebreide beschrijving van het registreren van bewegingen met de inclinometer wordt verwezen naar de literatuur (Sniijders e.a. 1987).

Het elektrisch signaal van de inclinometers wordt analoog geregistreerd. Met behulp van een aantal programma's wordt er van elk signaal een histogram gemaakt, waarin per interval van 2 graden de tijd dat men in een bepaald houdingsgebied verblijft in procenten wordt uitgezet (zie ook figuur 4). Ook wordt er een histogram gemaakt van de verschilhoek tussen hoofd en romp in de beide richtingen.

Door de mediaan van de percentuele verblijfstijd uit te rekenen, kan men een indicatie krijgen van de voorkeurshouding van een proefpersoon. Nadert de mediaan van de percentuele verblijfstijd van het hoofd in het sagittale vlak de -30° dan kan men daaruit concluderen dat de voorkeurshouding de ergonomisch optimale hoofdhouding benadert, mits de mediaan van de percentuele verblijfstijd van het hoofd in het frontale vlak 0° bedraagt. Een maat voor het houdingsbereik kan men krijgen door het verschil te nemen van het 5e en het 95e percentielpunt in het histogram dat de percentuele verblijfstijd aangeeft.

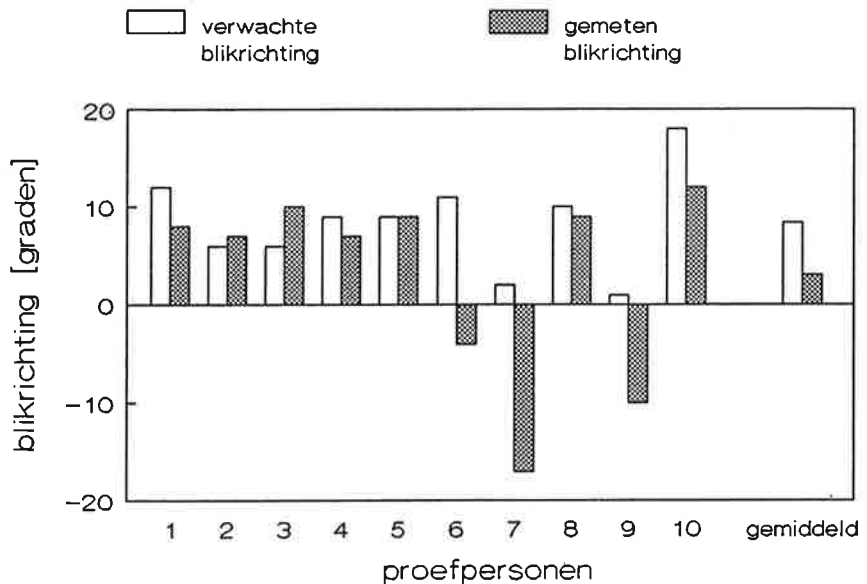
Om een indruk te krijgen van de subjectieve ervaringen met de veranderde beeldschermopstelling is na elke meting een korte vragenlijst doorgenomen met de proefpersoon.

Resultaten

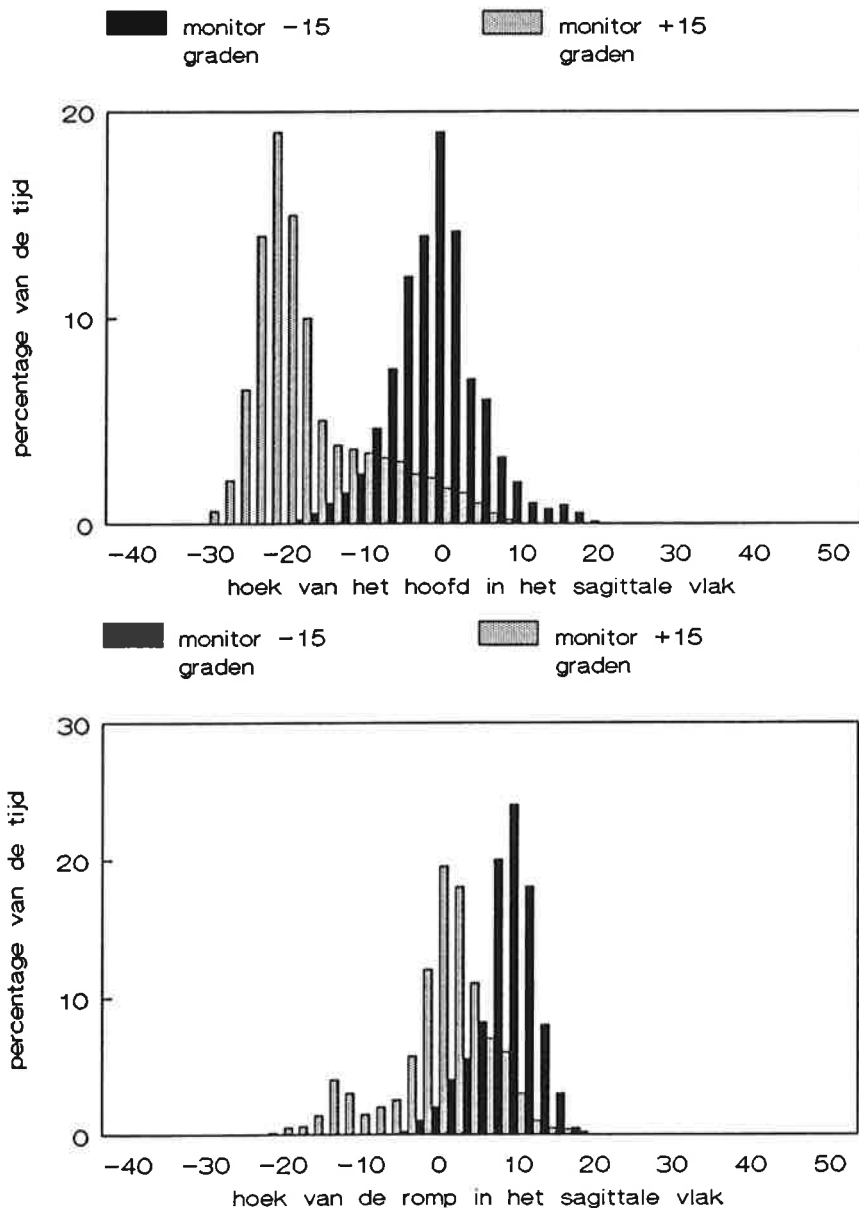
Blikrichting

Op grond van de gemeten waarden ►

Figuur 3. De verwachte blikrichting en de gemeten blikrichting tijdens de tweede meting in de veranderde beeldschermopstelling



Figuur 4. Voorbeeld van histogrammen van een proefpersoon tijdens de eerste en tweede metingen



van de ooghoogte, de afstand tot het beeldscherm en de hoogte van het midden van het beeldscherm kan de te verwachten blikrichting in beide beeldschermopstellingen worden berekend. De werkelijke blikrichting in beide beeldschermopstellingen kan worden gemeten door de hoek van het hoofd in het sagittale vlak te bepalen. Hierbij wordt aangenomen dat het hoofd in een dusdanige positie wordt gehouden dat de ogen recht vooruit kijken. In figuur 2 is voor de oude beeldschermopstelling de verwachte blikrichting van de 10 proefpersonen vergeleken met de gemiddelde werkelijke blikrichting. In figuur 3 is een zelfde vergelijking gemaakt voor de veranderde beeldschermopstelling. Uit figuur 2 is af te lezen dat tijdens de meting met de oude beeldschermopstelling de verwachte blikrichting goed overeenkomt met de gemeten blikrichting. Beide blikrichtingen varieerden tussen de -5° en de -25° met een gemiddelde van -15° . De veranderde beeldschermopstelling tijdens de tweede meting veroorzaakte een grotere variatie in blikrichting, met een gemiddelde van $+3^\circ$, terwijl de verwachte blikrichting gemiddeld $+8^\circ$ bedroeg (figuur 3).

Houding

De houding zoals deze gemeten wordt in de verschillende beeldschermopstellingen, is gerelateerd aan de eerder genoemde '0-positie' (de ijkwaarde). Anteflexie en lateroflexie naar rechts krijgen een positieve waarde, retroflexie en lateroflexie naar links een negatieve.

De resultaten van de voorkeurshoudingen van de 10 proefpersonen tijdens beide metingen zijn weergegeven in tabel 1. Significante verschillen (symmetrietest van Wilcoxon) zijn geconstateerd voor de houding in het sagittale vlak van zowel het hoofd als de romp en de houding van het hoofd in het frontale vlak. De proefpersonen hielden hun hoofd gemiddeld $18,7^\circ$ rechterop en zaten met hun romp $7,2^\circ$ minder voorover. Ook de hoek die het hoofd in dit vlak in voorwaartse richting maakt, was significant kleiner ($7,5^\circ$) tijdens de tweede meting. Tijdens de tweede meting hielden de proefpersonen het hoofd in plaats van gemiddeld $1,3^\circ$ naar rechts nu $1,3^\circ$ naar links. Dit verschil bleek significant.

De resultaten geven aan dat bij alle proefpersonen een verschuiving te zien is naar een houding met een rechte rug en het hoofd in een rechtopstaande positie. In figuur 4 is een voorbeeld weergegeven. Het histogram behorend bij de eerste meting is

zwart, dat van de tweede meting gearceerd getekend. De gemiddelde waarden van het houdingsbereik bleken niet significant te verschillen (zie tabel 2). De rechte houding van de proefpersonen leidde dus niet tot een geringer bewegingsbereik van hoofd en romp.

Subjectieve ervaringen proefpersonen

Uit de antwoorden op de vragen die na elke meting aan de proefpersonen gesteld werden, kon worden opgehaald dat slechts twee proefpersonen tijdens een meting wat hinder hadden ondervonden van de helm met meet-

scherm op -15° het prettigst werken, de anderen prefereerden de hogere positie boven de lagere. Echter een beeldschermpositie met het midden van het beeldscherm op ooghoogte zou voor de meesten het prettigste zijn, aangezien de aan het plafond hangende verlichting volgens sommigen hinderlijk was tijdens de tweede meting.

Discussie en conclusies

De bovengeschetste methode voor continue registratie van houding en beweging van de proefpersonen is goed bruikbaar gebleken. Er deden

Tabel 1. De gemiddelde voorkeurshouding (in graden) van de 10 proefpersonen in de eerste en tweede meting

Houding	Gemiddelde voorkeurshouding in $^\circ$		
	beoogde blikrichting -15° (α_1)	beoogde blikrichting $+15^\circ$ (α_2)	Verskilhoek in $^\circ$
	Gem. S.D.	Gem. S.D.	
hoofd lateraal	1,3 ($\pm 2,8$)	-1,3 ($\pm 3,3$)	2,6*
romp lateraal	-4,5 ($\pm 4,5$)	-4,4 ($\pm 2,5$)	0,1
hoofd-romp lat.	5,9 ($\pm 4,3$)	3,3 ($\pm 3,9$)	2,6
hoofd sagittaal	0,6 ($\pm 8,3$)	-18,1 ($\pm 9,4$)	18,7*
romp sagittaal	11,5 ($\pm 8,0$)	4,3 ($\pm 8,5$)	7,2*
hoofd-romp sag.	-11,8 ($\pm 8,3$)	-19,3 ($\pm 13,2$)	7,5*

S. D. Standaard deviatie
* $p < 0,05$; Wilcoxon-toets

Tabel 2. Het gemiddelde houdingsbereik (in graden) van de 10 proefpersonen tijdens de eerste en tweede meting

Houding	Gemiddelde houdingsbereiken in $^\circ$		
	beoogde blikrichting -15° (α_1)	beoogde blikrichting $+15^\circ$ (α_2)	Verskilhoek in $^\circ$
	Gem. S.D.	Gem. S.D.	
hoofd lateraal	21,0 ($\pm 8,5$)	20,2 ($\pm 3,0$)	0,8
romp lateraal	23,2 ($\pm 9,4$)	24,5 ($\pm 7,9$)	-1,3
hoofd-romp lat.	26,7 ($\pm 11,4$)	25,9 ($\pm 5,0$)	0,8
hoofd sagittaal	36,0 ($\pm 10,7$)	37,6 ($\pm 9,7$)	-1,6
romp sagittaal	27,8 ($\pm 9,4$)	27,6 ($\pm 8,9$)	0,2
hoofd-romp sag.	40,8 ($\pm 10,1$)	41,6 ($\pm 10,9$)	-0,8

S. D. Standaard deviatie
* $p < 0,05$; Wilcoxon-toets

apparatuur. Echter niet in die mate dat dit een invloed gehad heeft op hun zitgedrag.

Op de vragen naar klachten van nek en schouders in het verleden heeft slechts één proefpersoon bevestigend geantwoord. Dit betrof een kortdurende periode van lichte klachten. Van de tien proefpersonen vond één proefpersoon de beeldschermopstelling met het midden van het beeld-

scherm op -15° het prettigst werken, de anderen prefereerden de hogere positie boven de lagere. Echter een beeldschermpositie met het midden van het beeldscherm op ooghoogte zou voor de meesten het prettigste zijn, aangezien de aan het plafond hangende verlichting volgens sommigen hinderlijk was tijdens de tweede meting.

De verbeterde beeldschermopstelling tijdens de tweede meting leverde niet bij alle proefpersonen de gewenste blikrichting op (figuur 3). Bij een aantal proefpersonen was een groot verschil te zien in de verwachte blikrichting op basis van de beeldschermopstelling en de gemeten blikrichting. Dit zou kunnen worden verklaard doordat de proefpersonen noodzakelijkerwijs bureauwerkzaamheden deden tijdens deze meting. Echter gemiddeld ligt de blikrichting aanzienlijk lager dan werd verwacht. Een mogelijke verklaring hiervoor is de volgende: wanneer het hoofd vanuit de ideale positie retroflecteert, spannen de nekflexoren aan. Dit zijn spieren bedoeld voor dynamische contractie en deze zijn geen statische contractie gewend. Dit kan tot gevolg hebben dat de proefpersonen de blikrichting meer met de ogen hebben gecorrigeerd dan met het hoofd. Uit de tabellen 1 en 2 is af te lezen dat er wel degelijk een verschil is gevonden in voorkeurshouding tijdens werken aan de beide beeldschermopstellingen. De voorkeurshouding van het hoofd in het sagittale vlak was voor de tien proefpersonen gemiddeld 18,7° rechterop (van gemiddeld 0,6° anteflexie ten opzichte van de '0-positie' naar 18,1° retroflexie ten opzichte van deze positie). Dit gold eveneens voor de romp in dit vlak, welke gemiddeld 7,2° rechterop werd gehouden tijdens de tweede meting (van 11,5° anteflexie naar 4,3° anteflexie). Uiteraard veranderde ook de hoek tussen hoofd en romp in het sagittale vlak. Deze ging van 11,8° relatieve retroflexie ten opzichte van de '0-positie' naar 19,3° relatieve retroflexie.

Volgens Snijders (1990) ziet de ideale voorkeurshouding ten opzichte van de ijkwaarde er als volgt uit:

- hoek van het hoofd in het sagittale vlak: -20° tot -30°
- hoek van de romp in het sagittale vlak: 0° tot -10°
- hoek tussen hoofd en romp in het sagittale vlak: -20° tot -30°
- hoek van het hoofd in het frontale vlak: 0°
- hoek van de romp in het frontale vlak: 0°
- hoek tussen hoofd en romp in het frontale vlak: 0°

Op de vraag of de werkhouding achter de veranderde beeldschermopstelling de optimale werkhouding benadert, moet ontkennend geantwoord worden. De voorkeurshouding tijdens de tweede meting resulteerde echter wel in een afname van de inwerkende krachten op de nek. De verschilhoek van 18,7°, zoals deze berekend is uit de gemiddelde waarden van de voor-

keurshouding van het hoofd in het sagittale vlak tijdens de eerste ($\beta_1 = 30,6^\circ$) en tweede meting ($\beta_2 = 11,9^\circ$), betekent bijvoorbeeld een afname van het moment van de zwaartekracht van 60%. Dit brengt een aanzienlijke verlaging van de arbeid van de nekspieren teweeg. Deze verlaging van de spierarbeid kan een gunstige invloed hebben op het voorkomen van pijnklachten bij de beroepsgroep van de beeldschermwerkers.

De nulhypothese dat er geen verschil in houdingsbereik is tijdens werken aan de verschillende opstellingen, houdt stand. De verschillen in houdingsbereik bedragen slechts enkele graden en deze zijn niet significant gebleken (tabel 2).

Bij een viertal proefpersonen zijn aanvullende metingen gedaan in een beeldschermopstelling welke zij als ideaal beoordeelden. De gemiddelde blikrichting bedroeg 0°. Bij deze blikrichting werden analoge resultaten gevonden als de gemeten voorkeurshouding en houdingsbereik bij de gewenste blikrichting van +15°. Gezien de klacht van een aantal proefpersonen over de beeldschermopstelling in +15° (last van verlichting aan plafond), de voorkeur van de meeste proefpersonen voor het beeldscherm in middenpositie (blikrichting 0° met de horizontaal) en het feit dat een betere werkhouding reeds wordt gerealiseerd bij plaatsing van het beeldscherm op ooghoogte lijkt het voor de hand te liggen het advies te geven aan de beeldschermwerkers om het midden van het beeldscherm minimaal op ooghoogte te plaatsen. Wanneer men de optimale werkhouding wil bereiken, zal men naast de hoogte van het beeldscherm ook de verlichting aan het plafond moeten aanpassen.

Of deze nieuwe beeldschermopstelling op de lange duur leidt tot een verlaging van de prevalentie aan schouder- en nekklachten, kan uiteraard niet gezegd worden. Vervolgonderzoek zal moeten aantonen of de gesignaleerde betere werkhouding gezondheidsproblemen van de beeldschermwerker voorkomen c.q. reduceren. Bij de vermelde 'ideale werkhouding' voor beeldschermwerk in ergonomische handboeken kunnen vraagtekens worden geplaatst.

Literatuur

- Bergqvist, U.; Possible health effects of working with VDU's. Br. J. Ind. Med. (1989) 46: 217-221.
- Buringh, E.; Beter werken met beeldschermen. FNV handboek. Amsterdam 1986.
- Directoraat-Generaal van de Arbeid van het Ministerie van Sociale Zaken en

Werkgelegenheid. S59 Richtlijnen voor de ergonomie van werkplekken. Voorburg 1989.

- Frankel, V. H., Nordin, M., Snijders, C. J.; Biomechanica van het skeletstelsel. Grondslagen en toepassingen. De Tijdstroom. Lochem 1984.
- Hagberg, M., Sundelin, G.; Discomfort and load on upper trapezius muscle when operating a wordprocessor. Ergonomics (1986) 29, no. 12: 1637-1645.
- Hagberg, M., Wegman, D. H.; Prevalence rate and odds ratios of shoulder-neck diseases in different occupational groups. Br. J. Ind. Med. (1987) 44: 602-610.
- Oshini, N. H., Nomura, K., Sakai, T., Yamamoto, K., Hirayama, K., Itani, T.; Shoulder muscle tenderness and physical features of female industrial workers. J. Human Ergol. (1976) 5: 87-102.
- Pot, F. D., Padmos, P., Brouwers, A. A. F.; Achter de schermen. Samenhang tussen functie-inhoud, ergonomische condities, gezondheid en welbevinden bij beeldschermwerk op kantoren. Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid. Voorburg 1986.
- Snijders, C. J., Hoek van Dijke, G. A., and Roosch, E. R.; Analysis of the biomechanical and ergonomical aspects of the cervical spine under load. Submitted to the J. of Biomechanics. (1990).
- Snijders, C. J., van Riel, M. P. J. M., Nordin, M.; Continuous measurements of spine movements in normal working situations over periods of 8 hours or more. Ergonomics (1987) vol. 30, no. 4: 639-653.
- Straten van, A. H.; Nek-, schouder-, armklachten door het werk. T. Soc. Gezondheidsz. (1987) 65: 356-360.