

UE

U DDE
V 60 (3)

TNO-rapport

EEN DRAAGBARE RUGSTEUN: DE BACK-UP

**Het effect van de Back-Up op de belasting van het
bewegingsapparaat tijdens beeldschermwerk**

BIBLIOTHEEK NEDERLANDS INSTITUUT VOOR
PRAEVENTIEVE GEZONDHEIDSZORG TNO

04 FEB 1993

POSTBUS 124, 2300 AC LEIDEN

NIPG-publikatienummer
92.106

IBISSTAMBOEKNUMMER

10208

December 1992

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
door middel van druk, fotokopie, microfilm
of op welke andere wijze dan ook, zonder
voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
'Algemene Voorwaarden voor Onderzoeks-
opdrachten aan TNO', dan wel de
betreffende terzake tussen partijen
gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© TNO

P. Vink
M. Douwes
W. van Woensel
M. Timmer-Anneveldt
W.A. Brand

Nederlandse organisatie voor
toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek

TNO-Gezondheidsonderzoek stelt zich ten doel bij te dragen
aan de verbetering van preventie en behandeling van ziekten
en afwijkingen door het toepasbaar maken van kennis op
medisch biologisch, psychosociaal en epidemiologisch
gebied ten behoeve van de volksgezondheid en de
gezondheidszorg.



Op opdrachten aan TNO zijn van toepassing de Algemene
Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO,
zoals gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank
en de Kamer van Koophandel te 's-Gravenhage.

BIBLIOTHEEK NEDERLANDS INSTITUUT VOOR
PREVENTIEVE GEZONDHEIDSONDERZOEK TNO

04 FEB 1993

POSTBUS 150 3200 AC LEIDEN

Deze uitgave is te bestellen door het overmaken van f 27,85 (incl. BTW) op postbankrekeningnr. 99.889 ten name van TNO-Gezondheidsonderzoek te Leiden onder vermelding van bestelnummer 92.106.

INHOUD

	pagina
DANKWOORD	i
SAMENVATTING	iii
1. INLEIDING	1
1.1 Achtergronden	1
1.2 Maatschappelijke relevantie	2
1.3 Statische werkhoudingen als probleem	3
1.4 Beeldschermwerk	3
1.5 Onderzoeksvraag	4
1.5.1 Eerste deel van het onderzoek	4
1.5.2 Tweede deel van het onderzoek	5
1.6 Uitvoering van het onderzoek	6
1.7 Indeling van het rapport	7
2. ACTIVITEIT VAN RUG- EN NEKSPIEREN	8
2.1 Inleiding	8
2.1.1 Wat meet men met EMG?	8
2.1.2 Nadelen van EMG-metingen	8
2.1.3 Onderzoeksvraag inzake EMG	9
2.1.4 Consequenties voor het protocol	10
2.2 Methode	11
2.2.1 De proefpersonen	11
2.2.2 De onafhankelijke variabele	11
2.2.3 De afhankelijke variabele	12
2.3 Resultaten	13
2.4 Discussie	15
2.5 Conclusie	16

	pagina
3. HOUDING, ERVAREN BELASTING EN VERMOEIDHEID	17
3.1 Inleiding	17
3.2 Methode	17
3.2.1 De proefpersonen	17
3.2.2 De onafhankelijke variabele	18
3.2.3 De afhankelijke variabelen	18
3.2.4 Meetprocedure	22
3.2.5 Analyse van de gegevens	23
3.3 Resultaten	24
3.3.1 Hoofd- en romphouding	24
3.3.2 Ervaren ongemak	25
3.3.3 Ervaren houding en geschatte volhoudtijd	26
3.3.4 Algemene vermoeidheid	27
3.3.5 Eendoordeel	27
3.4 Discussie	28
3.5 Conclusies	30
4. KNIEBELASTING	31
4.1 Inleiding	31
4.2 Methode	31
4.2.1 Literatuuronderzoek	31
4.2.2 Krachtmeting	32
4.3 Resultaten	33
4.3.1 Literatuuronderzoek	33
4.3.2 Krachtmeting	34
4.4 Discussie	35
4.4.1 Belasting van het kniegewricht	35
4.4.2 Invloed van de belasting op de kruisbanden	36
4.4.3 Invloed op tibiaal bindweefsel	37
4.5 Conclusie	37

	pagina
5. ALGEMENE DISCUSSIE EN AANBEVELINGEN	38
5.1 Inleiding	38
5.2 Overzicht van de resultaten	38
5.3 Belasting per regio	40
5.3.1 Belasting in de nek	40
5.3.2 Belasting van de middenrug en bovenin de rug	40
5.3.3 Belasting van de lage rug	40
5.3.4 Belasting van de benen	41
5.4 Aanbevelingen	41
6. ERVAREN ONGEMAK, ERVAREN HOUDING EN DRUK OP DE KNIE BIJ DE VERNIEUWDE BACK-UP	43
6.1 Inleiding	43
6.2 Methode	44
6.2.1 De proefpersonen	44
6.2.2 De onafhankelijke variabele	45
6.2.3 De afhankelijke variabelen	46
6.2.4 Meetprocedure	47
6.2.5 Analyse van de gegevens	47
6.3 Resultaten	48
6.3.1 Lokaal ervaren ongemak en ervaren houding	48
6.3.2 Eindoordeel	51
6.3.3 Kniebelasting	53
6.4 Discussie	53
6.4.1 Lokaal ervaren ongemak en ervaren houding	53
6.4.2 Eindoordeel	55
6.4.3 Kniebelasting	56
6.4.4 Overzicht van de resultaten van Back-Up2	56
6.5 Conclusies en aanbevelingen	57
6.5.1 Conclusies met betrekking tot het tweede onderzoek	57
6.5.2 Algemene conclusies en aanbevelingen	58
6.5.3 Aanbevelingen inzake het dragen van de Back-Up	59

LITERATUUR	pagina 61
BIJLAGEN	63

DANKWOORD

Met dank aan de heer J.J. van Linschoten (Troy Special Products), drs. H.A.M. Daanen (IZF-TNO), drs. M. Holewijn (IZF-TNO), drs. E. Wortel (NIPG-TNO), drs. N.J. Delleman (NIPG-TNO) en Dr.ir. J. Dul (NIPG-TNO), en natuurlijk de proefpersonen.

SAMENVATTING

In opdracht van Troy Special Products is het effect van een draagbare zitsteun, de zogenaamde 'Back-Up', op de belasting van het bewegingsapparaat vastgesteld. Het doel van het dragen van de Back-Up is het verbeteren van de zithouding. Om het lage deel van de rug wordt een gordel bevestigd, die verbonden is met banden om de knieën. Hierdoor wordt een kracht op de achterzijde van de lage rug uitgeoefend en zou de houding tijdens zitten verbeteren.

Bekend is dat mensen met zittende beroepen, zoals beeldschermwerkers, veel rug- en nekklachten hebben. Vermindering van de belasting van rug en nek is dus gewenst. Een zithulp als de Back-Up zou kunnen helpen bij het verminderen van de belasting door een verbeterde zithouding. In dit onderzoek is derhalve de invloed van de Back-Up op de rug- en nekbelasting getest. Mede omdat beeldschermwerk veel voorkomt, is het effect van de Back-Up bepaald tijdens beeldschermwerk.

Het is de bedoeling dat de Back-Up gedurende een deel van de dag gedragen wordt, zodat de houding afgewisseld wordt. Een afwisseling van de houding is op zich al een verbetering ten opzichte van de statische omstandigheden van beeldschermwerk. Een verhoging van de belasting tijdens dragen van de Back-Up is echter niet wenselijk. Het is beter wanneer de belasting met Back-Up lager wordt. Of dit het geval is wordt in dit onderzoek vastgesteld. De onderzoeksvraag luidt als volgt:

Leidt het zitten met de Back-Up tijdens beeldschermwerk tot een verandering van belasting van nek, rug en benen (in het bijzonder de knieën) bij vergelijking met gebruik van een normale rugsteun, en hoe wordt de Back-Up ervaren?

Om deze onderzoeksvraag te beantwoorden zijn bij 10 ervaren beeldschermwerkers 34 variabelen gemeten, die een maat zijn voor de belasting. Deze variabelen zijn in vijf groepen onder te verdelen, te weten:

1. *activiteit van de rugspieren*

Met behulp van electromyografie (EMG) is de activiteit van de spieren in de rug en nek gemeten. Het EMG-sigitaal is veranderd tijdens zitten in de Back-Up. In de nek en hoge rug is de spieractiviteit lager tijdens dragen van de Back-Up. Op enkele lokaties in de lage rug is de spieractiviteit iets hoger met Back-Up.

2. *hoofdlromphouding*

Met het Vicon-systeem is de houding van rug en hoofd geregistreerd. De stand van het hoofd was significant beter (meer rechtop) als de Back-Up wordt gedragen. De rughouding wordt niet significant beïnvloed door het dragen van de Back-Up. Wel is een trend te zien waarin meer de neutrale rughouding tijdens staan benaderd wordt.

3. *algemene vermoeidheid*

Door registratie van macrobewegingen is onderzocht of proefpersonen minder vermoeid raken tijdens beeldschermwerk, wanneer een deel van de dag gezeten wordt met de Back-Up. Het aantal macrobewegingen bij het dragen van de Back-Up bleek wel kleiner te zijn maar niet significant.

4. *ervaren belasting*

Met de gestandaardiseerde vragenlijstmethode 'Lokaal Ervaren Ongemak' (LEO) is onderzocht of de ervaren belasting door het dragen van de Back-Up wordt beïnvloed. Bovendien is nagegaan hoe de houding wordt ervaren en hoe lang men denkt de houding te kunnen volhouden.

Op de lage rug, middenrug, bovenin de rug en in de nek zijn afzonderlijk geen significante verschillen gevonden in lokaal ervaren ongemak. Er was wel een trend in de richting van minder ongemak. Wanneer de rug en nek als totaal wordt beschouwd, is het ervaren ongemak in de hele regio wel significant lager bij het dragen van de Back-Up. Het ervaren ongemak in de regio onderbeen/knie is significant hoger.

In de lage rug wordt de houding significant beter ervaren bij gebruik van de Back-Up. De door proefpersonen geschatte volhoudtijd verschilt niet significant.

5. *kniebelasting*

Door krachtmetingen is de belasting op de knieën en onderbenen door de Back-Up vastgesteld. Deze is vervolgens afgezet tegen gegevens die beschikbaar zijn in de literatuur.

De gewrichtsbelasting is lager dan waarden die voorkomen tijdens bijvoorbeeld lopen. De belasting op de kruisbanden is beduidend lager dan de maximaal toelaatbare waarden in de literatuur. De belasting van de huid en het onderliggend bindweefsel onder de band van de Back-Up ligt op de grens van toelaatbaarheid.

De diverse meetmethoden geven een verbetering aan voor de **hoge rug en nek**.

De gemeten invloed van de Back-Up op spieractiviteit in de nek komt overeen met de invloed op de rug/nekstand. In beide metingen is met name een effect in de hogere regio's van de rug (nek) vast te stellen. Het gaat in beide gevallen ook om een verbetering. Ook ervaren belasting correspondeert hiermee.

In de **lage rug** is het resultaat niet eenduidig, de spieractiviteit is groter en houding en ervaren ongemak verbeteren.

Ook de resultaten van ervaren ongemak in de **knies** en krachtmetingen vertonen overeenkomst. De belasting op de huid ligt op de grens van toelaatbaarheid en het ervaren ongemak is significant groter bij het dragen van de Back-Up. De invloed op ervaren ongemak is zo groot dat zelfs het totale ongemak (rug en knie tezamen) een negatieve trend laat zien.

De betekenis van deze resultaten wordt weerspiegeld in het feit dat 6 van de 10 proefpersonen de Back-Up niet zouden dragen, wanneer deze door de werkgever beschikbaar zou worden gesteld.

Op grond van dit resultaat is aanbevolen om het contactvlak tussen knieband en lichaam te vergroten. Troy Special Products heeft daartoe een toevoeging gemaakt, waardoor het contactvlak een factor twee vergroot werd.

Daarnaast werd een instructie toegevoegd met aanwijzingen hoe de gordel omgedaan moest worden en hoe men moet zitten.

Om na te gaan of deze verbeteringen aan de Back-Up de nadelen, die uit de eerste proef naar voren kwamen ondervangen is een vervolg experiment opgezet. De onderzoeksvraag van dit vervollexperiment is:

Wordt de belasting op de knie beïnvloed door een instructie en door een groter contactvlak tussen onderbeen/knie en band bij het dragen van de herziene Back-Up tijdens beeldschermwerk en wat is het effect op de belasting van rug en nek?

Om deze onderzoeksvraag te beantwoorden zijn 17 variabelen, die een maat voor belasting zijn nogmaals gemeten bij het dragen van de nieuwe Back-Up met instructie.

Dezelfde trends waren waarneembaar bij de nieuwe Back-Up, namelijk een afname van de ervaren belasting in de bovenrug en nek en een toename van de ervaren belasting in de bovenbenen. De toename van ongemak aan de voorzijde van de onderbenen/knieën is bij deze Back-Up verdwenen door vergroting van het contactvlak. Hiermee overeenstemmend is de weefseldruk nu op een toelaatbaar niveau gekomen.

De betekenis van de resultaten van het tweede experiment wordt weerspiegeld in het gegeven dat 2 van de 10 proefpersonen uit het tweede experiment de Back-Up aan willen schaffen, en 8 (incl de 2 eerder genoemde) van de 10 zouden hem af en toe dragen, wanneer deze beschikbaar werd gesteld

door de werkgever, vooral bij langere werkperioden aan het eind van de dag en/of als men vermoeid raakt.

Conclusies

De conclusie op grond van dit onderzoek is dat de herziene Back-Up een bruikbaar hulpmiddel is om de lichamelijke belasting van de nek en bovenrug bij beeldschermwerk te doen verminderen, omdat de rugspierbelasting in de nek en bovenrug afneemt en de houding van het hoofd beter (meer rechtop) wordt. Hiermee overeenstemmend wordt het ervaren ongemak minder in nek en rug en de ervaren houding beter in deze regio. Daardoor zou de Back-Up klachten in nek en hoge rug, die veel voorkomen bij beeldschermwerk, kunnen helpen terugbrengen.

Laag in de rug is geen eenduidig effect op belasting geconstateerd. De kniebelasting is bij de herziene Back-Up aanvaardbaar en levert geen extra ervaren ongemak op.

De Back-Up moet gezien worden als aanvulling op meer structurele verbeteringen van de werkplek (bronaanpak), zoals instelbaar meubilair en een takenpakket waarin, staan, zitten en lopen worden afgewisseld. De Back-Up kan niet verplicht worden gesteld, omdat sommige proefpersonen te kennen gaven de Back-Up hinderlijk te vinden. Zitten met en zonder Back-Up dient afgewisseld te worden, omdat dan een extra afwisseling in houding gerealiseerd wordt.

1. INLEIDING

1.1 Achtergronden

Troy Special Products heeft de intentie de Back-Up op de Europese markt te introduceren. De Back-Up is een draagbare rugsteun. Om het lage deel van de rug wordt een band bevestigd die verbonden is met een gordel om de knieën. Hierdoor wordt een kracht op de achterzijde van de lage rug uitgeoefend (zie figuur 1.1).

Figuur 1.1 De Back-Up zoals deze wordt gedragen bij beeldschermwerk



Het is de bedoeling dat deze rugsteun bij zittende beroepen gedurende een beperkt deel van de dag gedragen wordt. De veronderstelling is dat daardoor een afwisseling van houding plaatsvindt en dat de belasting van de rug afneemt. Hierdoor kan deze rugsteun op de lange termijn een bijdrage leveren aan de preventie van rugklachten. In het verleden zijn er diverse alternatieve stoelen ontworpen

en kussens geadviseerd. De Balans-chair (kniestoel) is daar ook een voorbeeld van. Bij deze stoel is de hoek tussen romp en bovenbenen 120° (normaal 90°) en steunt men op de knieën. Deze stoel verhoogt de belasting (Anderson et al., 1988), maar is ter afwisseling van houding te gebruiken. De Back-Up is nieuw ten opzichte van de huidige ontwerpen, in die zin dat het gebruikt wordt op een gewone stoel (met en zonder rugleuning).

Aan het Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg TNO (NIPG-TNO) is in eerste instantie gevraagd vast te stellen of de belasting van de rug vermindert en of er geen nadelige effecten op de knie zijn door toename van de kniebelasting tijdens het dragen van de Back-Up. Nadat de opdracht verleend was, is in een gesprek met de 'uitvinder' van de Back-Up naar voren gekomen dat de Back-Up wellicht ook positieve effecten op de nekbelasting heeft. Daarom is in dit onderzoek ook de nekbelasting bestudeerd.

In een later stadium zal een onderzoek uitgevoerd worden, waarbij een goede implementatie van de Back-Up centraal staat. Het effect dat de Back-Up in de praktijk heeft, zal daarbij ook bekeken kunnen worden. Dit onderzoek betreft alleen het eerste aspect: de vermindering van de belasting in het bewegingsapparaat.

1.2 Maatschappelijke relevantie

Rugklachten komen in Nederland veel voor. In het rapport "Het voorkomen van rugklachten in de Nederlandse beroepsbevolking in cijfers" (Hildebrandt & Van der Valk, 1990) wordt aangegeven in welke sectoren dit met name het geval is. Uit een representatieve steekproef van de Nederlandse beroepsbevolking ($n=9656$) bleek dat 26,5% nogal eens last van rugklachten heeft. Ook bij zittende beroepen is het percentage hoog. In de wetenschap heeft 23% ($n=2166$) last van rugklachten en in de administratieve bedrijfstakken ligt dit rond de 19% ($n=1762$). Bij enkele beroepsgroepen ligt dit nog iets hoger. Bijvoorbeeld mannelijke statistici 24%, boekhoudsters 27% en secretaressen 22%. Het is dus van belang dat acties ondernomen worden om de rugklachten te beperken.

Wanneer het positieve effect van de Back-Up objectief is vastgesteld zou deze zithulp een bijdrage aan de vermindering van het aantal klachten van het bewegingsapparaat kunnen leveren. Niet alleen ter voorkoming van het menselijk leed, maar ook economisch gezien kan de Back-Up dan een bijdrage leveren. Rugklachten kunnen immers tot verzuim en arbeidsongeschiktheid leiden. Ter preventie van verzuim en vermindering van de WAO-instroom zou de Back-Up van belang kunnen zijn. Gezondheidsproblemen van het bewegingsapparaat, met name rugaandoeningen, zijn in Nederland namelijk de belangrijkste oorzaak van ziekteverzuim en arbeidsongeschiktheid. Naast deze

argumenten is er ook een wettelijk kader. De recente wetgeving (in casu de ARBO-wet) verplicht de werkgever namelijk tot maatregelen, welke gezond en veilig werken en het welzijn in de arbeidssituatie bevorderen.

1.3 Statistische werkhoudingen als probleem

Algemeen wordt aangenomen dat een belangrijk deel van de beroepsgebonden gezondheidsproblemen van het bewegingsapparaat wordt veroorzaakt of verergerd door statische werkhoudingen (Van der Grinten et al., 1990). Bij statische werkhoudingen worden bepaalde spiergroepen voortdurend belast, de spieren worden aangespannen zonder dat beweging plaatsvindt. Hierdoor kan plaatselijk in het lichaam spiervermoeidheid optreden. De rol van (chronische) spiervermoeidheid als schakel in de keten van factoren die tot (chronische) aandoeningen van het bewegingsapparaat leiden, wordt door diverse auteurs erkend (Maeda, 1977; Hagberg, 1984; Pope, 1984; Lehman & Frymoyer, 1984; Frymoyer & Pope, 1987; Kilbom, 1988). Ook de belasting van passieve structuren, zoals pezen, banden en niet actieve spieren speelt een belangrijke rol in deze keten van factoren (Hagberg, 1984; Vink, 1989a).

In arbeidssituaties is het daarom wenselijk de ongewenste gezondheidseffecten van statische werkhoudingen te voorkomen. Het behoort tot de belangrijke taken van deskundigen in de bedrijfsgezondheidszorg en de ergonomie om statische werkhoudingen te signaleren en te beoordelen om in preventieve zin te kunnen adviseren over alternatieve of nieuwe werkplekken. Ook binnen deze groep is er dus een behoefte aan ergonomische oplossingen. Wanneer een positief effect van de Back-Up aangetoond is, kan deze dus een belangrijke bijdrage leveren aan het oplossen van het probleem van statische werkhouding en onderdeel kunnen uitmaken van ergonomische adviezen om de statische belasting van zittende beroepen te verminderen.

1.4 Beeldschermwerk

In deze studie zijn metingen gedaan tijdens beeldschermwerk. Deze taak is gekozen, omdat dit veel voorkomt. Op het moment werken 1.000.000 mensen aan beeldschermen in Nederland (DGA, 1990) en het vermoeden is dat dit aantal in de toekomst nog zal toenemen. Het is gebleken dat 37% van de beeldschermwerkers tenminste eenmaal per week klachten over spieren of gewrichten heeft (DGA, 1990). Met name nekklachten komen veel voor en zijn sterk gerelateerd aan de beeld-

schermwerkplek (Delleman et al., 1991). Verbetering van deze werkplek is nodig om het aantal klachten terug te dringen. Bovendien is beeldschermwerk relevant omdat het een grote groep mensen betreft.

Een belangrijk probleem bij beeldschermwerk is dat in een statische werkhouding gewerkt wordt. Afwisseling van houding en/of vermindering van de belasting is hier dus gewenst. Een voordeel bij het interpreteren van houdingsgegevens over deze taak is dat romp en hoofd niet ondersteund worden. Vooroverbuiging van het hoofd en de romp geven derhalve een grotere belasting in biomechanische zin (het moment neemt toe). Vooroverbuiging van hoofd of romp moet dan gecompenseerd worden door activiteit van nek- of rugspieren wat een grotere belasting van het bewegingsapparaat tot gevolg heeft.

1.5 Onderzoeksvraag

1.5.1 Eerste deel van het onderzoek

De vraagstelling van het *eerste* deel van het onderzoek (hoofdstuk 2 tot en met 5) is in dit onderzoek geoperationaliseerd in een aantal belastingskenmerken. Acht aspecten van de belasting zijn gemeten, omdat verwacht wordt dat het dragen van de Back-Up hier invloed op kan hebben. Hieronder staan de gemeten aspecten met de bijbehorende onderzoeksvraag. Tussen haakjes wordt aangegeven in welk hoofdstuk het desbetreffende aspect besproken wordt.

Specifieke maten:

a. *spieractiviteit in de rug en de nek*

Wordt de activiteit van de spieren in de rug en nek beïnvloed door dragen van de Back-Up, en zo ja is deze groter of kleiner dan in de situatie met een gewone rugsteun? (zie hoofdstuk 2);

b. *druk op onderbeen/knie*

Is de verhoging van de druk op onderbeen/knie door het dragen van de Back-Up acceptabel? (zie hoofdstuk 4);

c. *hoofd/romphouding*

Verandert de hoofd- en romphouding gedurende het dragen van de Back-Up, en zo ja verbetert of verslechtert de houding ten opzichte van de situatie met een gewone rugsteun? (zie hoofdstuk 3);

d. *lokaal ervaren ongemak*

Wordt het lokaal ervaren ongemak in de rug, nek, schouders, armen, bovenbeen, knie en onderbeen beïnvloed door het dragen van de Back-Up, en zo ja wordt er meer of minder ongemak ervaren dan bij gebruik van een gewone rugsteun? (zie hoofdstuk 3).

Algemene maten:

e. *ervaren houding*

Wordt de ervaren houding van rug/nek/hoofd beïnvloed door het dragen van de Back-Up en zo ja, wordt de houding met Back-Up als prettiger of minder prettig ervaren dan de houding met gewone rugsteun? (zie hoofdstuk 3);

f. *geschatte volhoudtijd*

Kan de houding tijdens beeldschermwerk met Back-Up volgens schatting van de proefpersonen even lang, langer of korter worden volgehouden dan met een gewone rugsteun? (zie hoofdstuk 3);

g. *algemene vermoeidheid*

Wordt de algemene vermoeidheid van de proefpersonen beïnvloed door het dragen van de Back-Up, en zo ja is deze groter of kleiner dan bij een gewone rugsteun? (zie hoofdstuk 3);

h. *algemeen oordeel*

Hoe bevalt de Back-Up tijdens beeldschermwerk? Welke voor- en nadelen worden gemeld (zie hoofdstuk 3).

Samenvattend is de onderzoeksvraag van het eerste deel:

Leidt het zitten met de Back-Up bij het uitvoeren van een tekstverwerkingstaak tot een verandering in belasting van de nek, rug en benen (in het bijzonder de knieën) bij vergelijking met gebruik van een normale rugsteun, en hoe wordt het werken met Back-Up ervaren?

1.5.2 Tweede deel van het onderzoek

Op grond van de resultaten uit het eerste deel van het onderzoek is aanbevolen om het oppervlak van de band dat op onderbeen/knie drukt te vergroten. De druk van de Back-Up lag namelijk rondom de grens van het acceptabele en er werd ongemak ervaren aan de voorzijde van onderbeen/knie. Op grond van deze aanbeveling is de Back-Up gewijzigd. Dit leidde tot een nieuw prototype. Daar-

naast zijn instructies opgesteld, die onder meer aangeven hoe strak de gordel aangetrokken moet worden.

In het tweede deel van het onderzoek is nagegaan wat het effect is van de herziene Back-Up en de instructies op de belasting van de knie en (ter controle ook op) hoofd, nek en romp, met het doel vast te stellen in hoeverre dit een verbetering vormt ten opzichte van de reeds geteste uitvoering. Ook is gekeken naar het effect van het toevoegen van de instructies bij de oude Back-Up.

Omdat in het eerste deel van het onderzoek de houdingsmaten, EMG-maten, maten van ervaren ongemak en algemene maten goed overeen kwamen, werd besloten in dit tweede deel de metingen te beperken tot de laatste maten. Daarnaast is ook de kracht op de knie gemeten om na te gaan hoe strak proefpersonen de band om de knie aantrekken.

De vraagstellingen van het tweede deel van het onderzoek (hoofdstuk 6) luiden hetzelfde als de *vraagstellingen b, d, e, f en h* van het eerste deel, met het verschil dat in het tweede deel de herziene uitvoering van de Back-Up (inclusief instructies) onderwerp van studie is.

Samenvattend is de onderzoeksvraag van het tweede deel:

Wordt de belasting op de knie beïnvloed door een instructie en door een groter contactvlak tussen onderbeen/knie en band bij het dragen van de herziene Back-Up tijdens beeldschermwerk en wat is het effect op de belasting van rug en nek?

1.6 Uitvoering van het onderzoek

Bij het uittesten van het effect van de Back-Up op de belasting van het bewegingsapparaat zijn verschillende methoden gebruikt, zowel methoden die subjectieve als methoden die objectieve variabelen meten. Wanneer meerdere methoden, met hun nadelen, dezelfde richting van resultaat geven dan kunnen nadelen per meetmethode geen rol van betekenis spelen.

Drie aparte experimenten zijn uitgevoerd. In het eerste experiment is het EMG en de kracht op de knie gemeten bij twee proefpersonen. Deze metingen vonden plaats in het laboratorium voor bewegingsanalyse van de Rijksuniversiteit Leiden. De activiteit in rug en nekspieren en de kracht in de gordel van de Back-Up werd gemeten bij verschillende belastingen.

In het tweede experiment zijn bij 10 andere proefpersonen data verzameld. Deze metingen vonden plaats in het laboratorium voor houdings- en bewegingsonderzoek van het NIPG-TNO. In dit experiment werden hoofd/romphouding, lokaal ervaren ongemak, ervaren houding, geschatte volhoud-

tijd, algemene vermoeidheid en een algemeen oordeel geregistreerd. Naast deze experimenten is een literatuurstudie uitgevoerd om na te gaan welke belasting acceptabel is.

In het derde experiment zijn bij 10 nieuwe proefpersonen data verzameld om de vragen van het tweede deel van het onderzoek te kunnen beantwoorden. Deze metingen vonden plaats in een kamer waar beeldschermwerk normaal ook uitgevoerd wordt. In dit experiment werden lokaal ervaren ongemak, ervaren houding, geschatte volhoudtijd en een algemeen oordeel geregistreerd tijdens dragen van de oude Back-Up (Back-Up1) en nieuwe Back-Up (Back-Up2).

1.7 Indeling van het rapport

Over het eerste onderzoek wordt gerapporteerd in de hoofdstukken 2 t/m 4. In hoofdstuk 2 wordt de invloed op activiteit van de rug- en nekspier beschreven. Hoofd- en romphouding, lokaal ervaren ongemak, ervaren houding, geschatte volhoudtijd, algemene vermoeidheid en een algemeen oordeel komen in hoofdstuk 3 aan de orde. De grootte van kracht op knie/onderbeen en de resultaten van de literatuurstudie naar kniebelasting staan in hoofdstuk 4 vermeld. De relatie tussen de verschillende belastingsaspecten en de conclusie en aanbevelingen op grond van de resultaten van het eerste onderzoek worden in hoofdstuk 5 beschreven.

In hoofdstuk 6 wordt verslag gedaan van het tweede deel van het onderzoek. De resultaten en conclusies betreffende lokaal ervaren ongemak, ervaren houding, druk op de knieën/onderbenen en een algemeen oordeel bij gebruik van de herziene Back-Up worden in dit hoofdstuk besproken.

2. ACTIVITEIT VAN RUG- EN NEKSPIEREN

2.1 Inleiding

Zoals beschreven, zal de Back-Up bij zittende beroepen gedurende een beperkt deel van de dag gedragen worden. De veronderstelling is dat de belasting van de rug vermindert. Eén manier om vast te stellen of de rugbelasting vermindert, is het meten van de rugspieractiviteit door EMG (electromyografie). Dat wordt in dit hoofdstuk beschreven.

Oppervlakte EMG is de enige methode die objectief de interne belasting kan meten, zonder dat er invasieve ingrepen nodig zijn. De methode heeft nadelen, die hieronder zullen worden besproken. Deze zijn grotendeels te ondervangen door een goede onderzoeksopzet.

2.1.1 Wat meet men met EMG?

Via zenuwbanen worden door de hersenen commando's gegeven naar spieren om actief te worden. Er verschuiven dan ladingen binnen de spier en de spier trekt samen. Deze ladingsverschuiving is waarneembaar door spanningsmeters en blijkt in de orde van grootte van drie tot een paar honderd microvolt te zijn. Het meten van deze ladingsverschuivingen in spieren is electromyografie (EMG). In ergonomische studies worden hiertoe meestal twee elektroden op de huid geplaatst. Deze oppervlakte elektroden meten de ladingsverschuivingen. Door gebruik van twee elektroden (een bipolaire set) komt de lading eerste langs de ene en later langs de andere elektrode. Het verschil tussen beide elektroden wordt versterkt. Storing bijvoorbeeld van het lichtnet of van radiosignalen komen op beide elektroden en worden daarom minder waargenomen dan met één elektrode. Na versterking van het verschil tussen beide elektroden wordt het signaal gefilterd en bewerkt.

2.1.2 Nadelen van EMG-metingen

Het interpreteren van EMG-waarden is moeilijk. In het EMG kunnen ook andere signalen opgevangen worden dan die van de spieren waarvoor de elektroden bedoeld zijn, bijvoorbeeld:

- technische storing:
de signalen in de spier zijn zo klein dat gemakkelijk bijvoorbeeld brom of radiosignalen mee-versterkt worden;
- verplaatsing van de spier onder de elektroden:
doordat de spier onder de elektroden verplaatst, wordt een ander deel van de spier gemeten;
- bewegingsartefacten:
het verplaatsen van huid of elektroden kunnen ongewenste signalen opleveren; deze signalen worden ook wel bewegingsartefacten genoemd;
- passieve spierkracht:
spieren kunnen door oprekking al kracht leveren. Het is dus onjuist te stellen dat wanneer er geen EMG wordt waargenomen de spier geen kracht levert. Door verlenging van de spier kan de spierkracht in de spier hoog zijn, terwijl er geen EMG meetbaar is;
- overspraak:
de omliggende spieren kunnen veel activiteit leveren, waardoor de elektroden een hoger signaal opvangen dan bedoeld is. Bij metingen op het midden van de rug is bijvoorbeeld gevonden dat de hartspier daar het signaal beïnvloedt (Vink et al., 1989b).

De bovengenoemde nadelen zijn te ondervangen door metingen en analyses in statische situaties te doen en door relatieve metingen binnen één proefpersoon uit te voeren. Hierbij moeten wel alle versturende factoren gelijk blijven en moet alleen de te onderzoeken factor wijzigen.

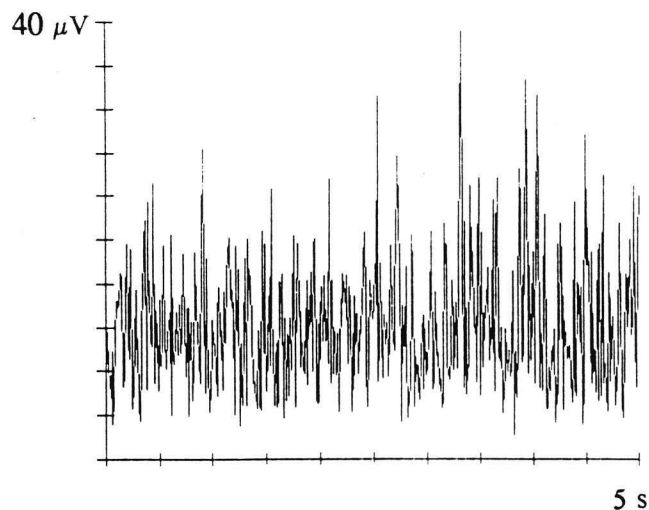
2.1.3 Onderzoeksvraag inzake EMG

De veronderstelling is dat door het dragen van de Back-Up de activiteit van de spieren in de rug en nek wordt beïnvloed. In het ruwe EMG van een statische contractie is echter moeilijk wat te onderscheiden. Het is een ruisachtig signaal waarin op het oog en ook statistisch gezien niets aan te tonen is (zie figuur 2.1). Derhalve wordt het signaal meestal bewerkt (Vink et al., 1989b; Mouton, 1990; Andersson et al., 1984). Het ruwe EMG wordt vaak eerst gelijkgericht, zodat alle negatieve uitslagen positief worden. Daarna wordt de integraal van het EMG over een bepaalde tijd (meestal enkele seconden) genomen. Dat wil zeggen dat de oppervlakte onder de curve wordt bepaald. Deze maat (het RA-EMG) wordt in de literatuur ook gebruikt als maat voor hoeveelheid spieractiviteit (Andersson et al., 1984; Basmaïjan, 1974; Mouton, 1990; Vink et al., 1988).

De onderzoeksvraag is:

Wordt het RA-EMG van de rug- en nekspieren beïnvloed door het dragen van de Back-Up tijdens zitten en zo ja, neemt deze toe of af?

Figuur 2.1 Het gelijkgerichte EMG van de elektrode in de nek tijdens 5 seconden zitten met de Back-Up



2.1.4 Consequenties voor het protocol

Vanuit de toepassing van de Back-Up zou het gewenst zijn om bij meerdere proefpersonen EMG-metingen te doen tijdens het uitvoeren van een bureautask. Bij deze task zou dan het EMG met en zonder Back-Up geregistreerd moeten worden. De uitkomst van deze EMG-metingen kan echter niet geïnterpreteerd worden. Enerzijds omdat de methode niet gevoelig genoeg is voor meten bij lage belastingen en anderzijds omdat de houding varieert tijdens een task als beeldschermwerk. De houding tijdens beeldschermwerk is namelijk niet zuiver statisch.

Derhalve is voor een onderzoeksopzet gekozen waarbij EMG wordt gemeten in een statische houding met verschillende, uitwendig opgelegde belastingen. Hierdoor kan het effect van de Back-Up waargenomen worden bij situaties die sterk verschillen qua belasting. De belasting is nu groot, zodat de kans dat het EMG anders is door een verschil in houding, kleiner is. De verschillen zijn daardoor dus eerder toe te schrijven aan de Back-Up.

Als task is het vasthouden van gewichten gekozen. Hoge gewichten hebben het voordeel dat de houding relatief weinig invloed heeft op EMG. Lage gewichten zijn gekozen, omdat dan vergelijking met beeldschermwerk mogelijk is. De stand van de romp en het hoofd zijn ongeveer gelijk

aan de houding tijdens beeldschermwerk, dus de invloed van de Back-Up ook. Zo wordt bijvoorbeeld geen steun aan romp, arm of hoofd gegeven. De belasting van de rugspieren is bij het vasthouden van gewichten echter hoger dan bij beeldschermwerk. Wanneer blijkt dat de invloed op EMG van de Back-Up verschilt per gewicht, dan wordt de vergelijking met beeldschermwerk moeilijk.

2.2 Methode

2.2.1 De proefpersonen

Twee mannen fungeerden als proefpersoon in deze studie (gewicht 65 respectievelijk 73 kg; leeftijd 26 respectievelijk 27 jaar; lengte 1.86 respectievelijk 1.82 m). De proefpersonen kregen een week van tevoren de Back-Up mee naar huis met de opdracht dat zij er alvast in zouden zitten. Zodoende waren de proefpersonen gewend aan het zitten in de Back-Up. De proefpersonen waren gezond en leden niet aan rugklachten.

2.2.2 De onafhankelijke variabele

De onafhankelijke variabele is het dragen van de Back-Up.

Metingen werden verricht, terwijl de proefpersonen op een lage kruk zonder rugleuning zaten met en zonder Back-Up, waarbij de kniehoek negentig graden was en de proefpersonen rechtop zaten. Er was voor een stoel zonder rugleuning gekozen, omdat stoten van de elektroden tegen de rugleuning storing kon veroorzaken. De hoek van de gestrekte armen met de verticaal was negentig graden. In deze houding kregen zij gedurende 10 tot 15 seconden een gewicht in hun handen van respectievelijk 0, 6, 1, 5, 2, 4 en 3 kilogram. Bij proefpersoon 1 werden eerst metingen zonder Back-Up en daarna met uitgevoerd. Bij proefpersoon 2 was dit andersom.

Daarnaast moesten zij achter een beeldscherm met toetsenbord plaatsnemen in een zelf te kiezen houding met als restrictie dat de kniehoek negentig graden was.

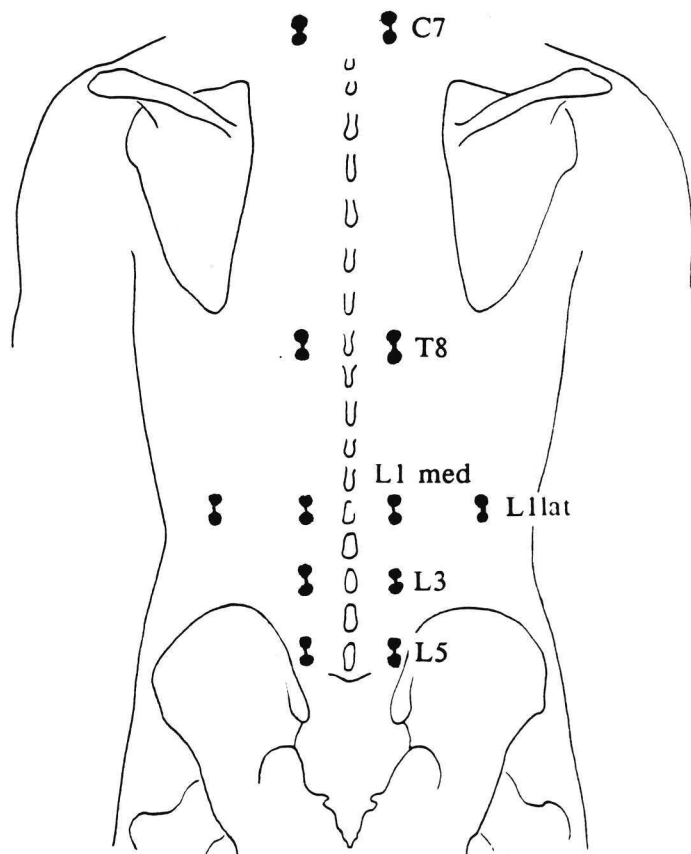
2.2.3 De afhankelijke variabele

De afhankelijke variabele is de geregistreeerde RA-EMG-activiteit.

EMG-registratie

Er zijn bipolaire oppervlakte elektroden gebruikt. Deze hebben een interelektrode afstand van 21.5 mm. De roestvrijstalen kernen hebben een diameter van 7.5 mm. De huid werd geschoren, licht geschuurd en behandeld met 70% ethanol. Elektrode-pasta werd op de kernen van de elektroden gebracht. De elektroden werden in de lengte-richting van het lichaam geplakt met speciaal tape dat er voor zorgt dat de elektroden goed op hun plaats blijven. De plaatsen van aanbrengen van de elektroden zijn aangegeven in figuur 2.2. Ter verduidelijking: de lokaties waren drie cm. links en rechts van het palpabele deel van de processus spinosi van de zevende cervicale wervel (C7), de achtste thoracale wervel (T8), de eerste, derde en vijfde lumbale wervel (respectievelijk L1 med, L3 en L5), alsmede 1 cm binnen de laterale rand van de m. erector spinae (dat is ongeveer 8 cm links en rechts van de eerste lumbale wervel).

Figuur 2.2 Positie van de elektroden



EMG-opslag

Het myoelectrische signaal is eerst voorversterkt (AC gekoppeld, gain 40 dB, ingangsweerstand 100 MOhm, CMRR>85 dB) en daarna analoog met een hoogdoorlaat filter gefilterd (1e orde, afsnijfrequentie 10 Hz). Daarna werd het signaal "single ended" versterkt met een variabele versterking per kanaal die zo ingesteld werd dat het signaal zo groot mogelijk (zonder vervorming) op de band kon worden opgeslagen. Deze gain factor werd tijdens de softwarematige verwerking gebruikt om uit te rekenen wat de werkelijke grootte van het myoelectrische signaal gemeten op de huid is geweest. Het signaal werd met een veertien kanaalsrecorder (RACAL Store 14 D) op tape opgeslagen. Daarna werd het signaal door een laagdoorlaat filter geleid (8e orde, afsnijfrequentie 200 Hz). Vervolgens vond A/D-conversie plaats (500 Hz, DT2821, 12 bit). Het gehele analoge systeem heeft een totale noise factor van minder dan 1 microvolt.

EMG-analyse

Het signaal van elke elektrode is gedurende vijf seconden bewerkt. Nadat bekeken was of het signaal stabiel was, is vervolgens de offset verwijderd, het signaal gerectificeerd en het gemiddelde bepaald (RA-EMG=rectified and averaged EMG). Dit gemiddelde geeft een maat voor de belasting van de spier. De waarden van de overeenkomende elektroden aan de linker- en rechterzijde van het lichaam zijn gemiddeld om symmetrie assumpties onnodig te maken. Zo resteren voor elke proefpersoon van zes spieren RA-EMG's als functie van belasting. Dus: C7, T8, L1lat, L1med, L3 en L5.

2.3 Resultaten

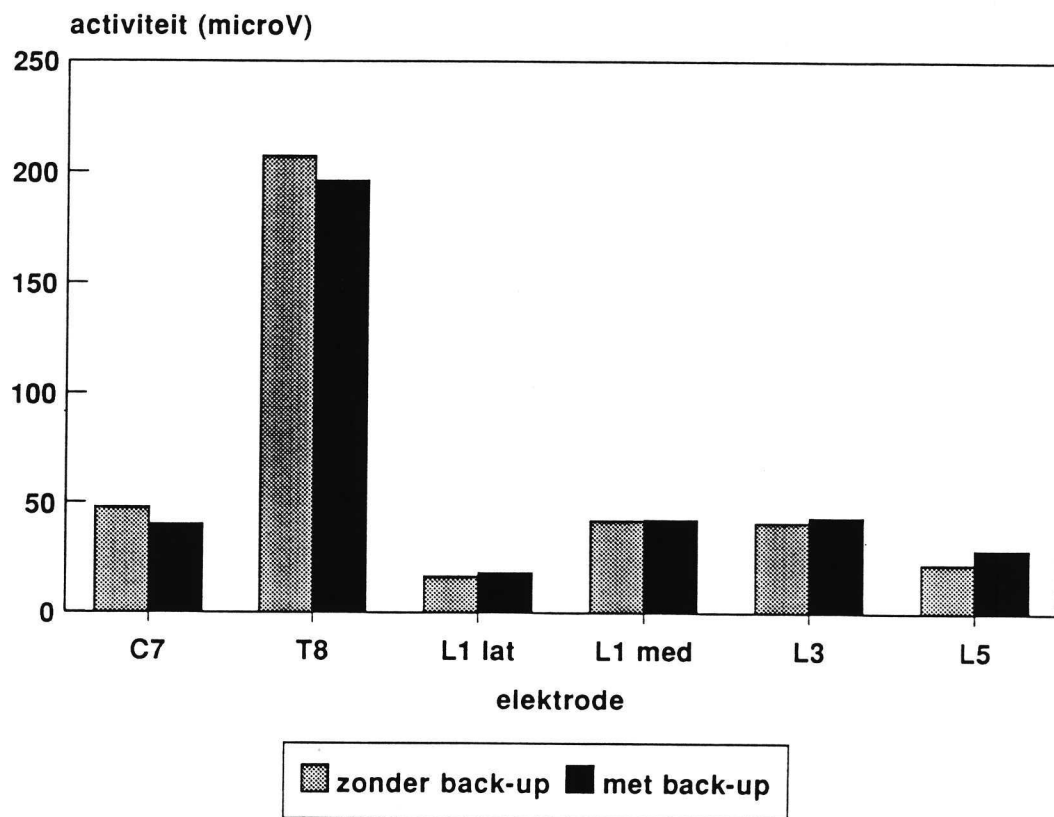
In tabel 2.1 is het verschil in EMG-waarde te zien tijdens zitten met en zonder Back-Up. Op drie lokaties zijn duidelijke verschillen gevonden. Op cervicaal (C7) en thoracaal niveau bleek de activiteit af te nemen. Op lumbaal (L5) niveau neemt de activiteit toe (zie ook figuur 2.3). De invloed van de Back-Up is het grootst op thoracaal niveau, te weten 10 microvolt. Daarna volgt cervicaal niveau. In allebei de gevallen is sprake van een afname in activiteit tijdens dragen van de Back-Up. De toename van 6 microvolt op L5 niveau tijdens het dragen van de Back-Up is vergelijkbaar qua grootte met de afname op cervicaal niveau. De andere elektroden vertonen een toename van minder dan 3 microvolt.

Gemiddeld over alle belastingen en elektroden neemt de activiteit met 6.5 microvolt af. Bij 0 kg neemt in totaal het RA-EMG met 13 microvolt af.

Tabel 2.1 De invloed van de Back-Up op RA-EMG van de rug tijdens zitten, gemiddeld over de verschillende belastingen. Een positief verschil in EMG-waarde betekent dat de RA-EMG bij het zitten met Back-Up lager is. Tussen haakjes is de standaard-deviatie van de verschillen weergegeven

plaats van de elektrode	verschil in RA-EMG-waarde (microvolt)	(sd)
C7	7.8	(11.6)
T8	9.9	(18.9)
L1 lateraal	-1.7	(1.8)
L1 mediaal	-0.7	(2.9)
L3	-2.4	(5.0)
L5	-6.4	(6.6)

Figuur 2.3 De invloed van de Back-Up op de activiteit van de rugspieren gemiddeld over 2 proefpersonen



Het verschil in RA-EMG is niet afhankelijk van de grootte van het gewicht dat in de hand wordt gehouden. Bij alle belastingen worden verschillen waargenomen tussen zitten met en zonder Back-Up. Het verschil wordt niet groter of kleiner bij toename van kracht. Het lijkt een constant verschil te zijn.

Tussen de beide beeldschermwerksituaties, waarbij de houding zelf gekozen wordt door de proefpersoon zijn geen systematische verschillen gevonden. Waarschijnlijk, omdat de uitslag erg variabel

en laag is. De zuiver statische houding die het meest vergelijkbaar met beeldschermwerk is (zitten met 0 kg), gaf een zelfde trend aan als met gewichten.

2.4 Discussie

De veronderstelling dat de Back-Up geen invloed op RA-EMG heeft moet verworpen worden. Op cervicaal niveau neemt het RA-EMG af en op lumbaal niveau neemt het toe. Het netto-effect is dat de rug- en nekbelasting 6,5 microvolt afnemen. De totale afname is te wijten aan de afname van RA-EMG in de nek en hoog in de rug. In figuur 2.3 is te zien dat de toe- en afname van het RA-EMG relatief gering is.

De cervicale afname in RA-EMG zou toegeschreven kunnen worden aan het feit dat de houding iets verandert. Door de Back-Up kan het hoofd iets rechter boven de romp komen staan, waardoor het voorwaartsbuigende moment van de zwaartekracht op het hoofd minder wordt. Hierdoor kan met minder activiteit van nekspieren volstaan worden. In hoofdstuk 3 zal blijken of deze hypothese juist is.

De toename van RA-EMG in het lumbale gebied kan veroorzaakt zijn doordat de Back-Up een naar voren buigend moment op de romp heeft. Om dit buigende moment tegen te gaan zou meer activiteit nodig zijn. De belasting zou dan lumbaal iets hoger zijn door het dragen van de Back-Up.

Een andere mogelijkheid is dat het RA-EMG toeneemt doordat de Back-Up de elektroden iets meer in de huid drukt, waardoor de elektroden meer oppikken. In situaties waarbij de spanning in de band tussen knie en rug hoog is zou het RA-EMG dan hoger moeten zijn, omdat de gordel dan meer in de rug drukt. Dit blijkt niet het geval te zijn en deze verklaring is dus niet aannemelijk.

In ieder geval zorgt de Back-Up voor een verandering in spieractiviteit. De vraag zou gesteld kunnen worden of deze invloed op RA-EMG ook voor beeldschermwerk geldt. De houding tijdens het experiment is in principe niet veel verschillend van de houding bij beeldschermwerk. In allebei de gevallen zit men met de romp rechtop, de handen zwevend voor zich en het hoofd rechtop met de ogen gericht op een punt iets beneden voor zich. Het is niet te verwachten dat de richting van de belastingsverandering anders zal zijn bij de metingen. Ook bij 0 kg in de hand (de houding die het meest lijkt op beeldschermwerk) is immers effect in dezelfde richting gevonden. Bovendien was het effect van de Back-Up niet afhankelijk van de grootte van de belasting.

2.5 Conclusie

Het effect van de Back-Up op rugspieractiviteit is klein. Bij zitten met de Back-Up wordt de spieractiviteit in de nek en bovenin de rug minder en laag in de rug wordt de activiteit meer. De rugspieractiviteit in de totale rug neemt iets af door de Back-Up. De Back-Up zorgt dus voor een afwisseling van belasting, doordat de rugspieractiviteit verandert.

3. HOUDING, ERVAREN BELASTING EN VERMOEIDHEID

3.1 Inleiding

De vraag, die in dit hoofdstuk behandeld wordt, is of er verschil is tussen de houding en ervaren belasting bij zitten met Back-Up en zitten met een gewone rugsteun. De invloed op de kromming van de wervelkolom in de lage rug is in een voorgaande studie onderzocht. In deze studie zijn daarin tijdens een schrijftaak verschillen gevonden (Loewenstein et al., 1989). De holte in de lage rug is bij deze schrijftaak iets groter (hoe groot is onbekend) wanneer de Back-Up korte tijd (hoe lang is niet aangegeven in de betreffende studie) om wordt gedaan bij een vooraf ingestelde spanning in de band, die rondom de knie loopt.

De invloed van het dragen van de Back-Up tijdens beeldschermwerk op de hoofd- en romphouding en op de ervaren belasting is nog onbekend. In dit hoofdstuk worden de onderdelen c t/m h van de vraagstelling in § 1.5 besproken.

3.2 Methode

3.2.1 De proefpersonen

Tien ervaren beeldschermwerkers voerden een tekstverwerkingstaak uit mét en zonder de Back-Up, terwijl metingen werden uitgevoerd. De tien proefpersonen (vijf mannen en vijf vrouwen) hadden minimaal twee jaar en gemiddeld 3.4 jaar (sd=1.0) ervaring met beeldschermwerk op een PC. Zes proefpersonen konden goed "blind" typen*, één redelijk en de andere drie niet of nauwelijks.

Geen van de deelnemers was in de afgelopen 12 maanden behandeld wegens klachten aan het bewegingsapparaat. Gegevens over leeftijd, lichaamsgewicht en lichaamslengte staan vermeld in tabel 3.1.

* Het is belangrijk om te weten of men blind typt omdat daardoor naar verwachting de hoofdhou-
ding en de mate van statische belasting wordt beïnvloed. Iemand die niet blind typt zal het blik-
veld vaker van de concept-tekst naar het toetsenbord switchen.

Tabel 3.1 Gemiddelde, standaarddeviatie (sd) en minimum en maximum waarde (bereik) van enkele kenmerken van de proefpersonen (5 mannen en 5 vrouwen)

	gemiddelde	sd	bereik
leeftijd (jr)	26.8	6.5	18 - 37
ervaring met tekstverwerking (jr)	3.4	1.0	2 - 5
lichaamslengte mannen (cm)	183.2	3.1	180 - 187
lichaamslengte vrouwen (cm)	173.8	5.4	167 - 182
lichaamslengte totaal (cm)	178.5	6.5	167 - 187
lichaamsgewicht mannen (kg)	73.0	12.2	63 - 94
lichaamsgewicht vrouwen (kg)	66.0	7.1	57 - 76
lichaamsgewicht totaal (kg)	69.5	10.1	57 - 94

3.2.2 De onafhankelijke variabele

De onafhankelijke variabele in dit onderzoek is het dragen van de Back-Up. Er zijn twee condities: het uitvoeren van een beeldschermtaak mét Back-Up en het uitvoeren van een beeldschermtaak zonder deze zithulp. Beide zittende taken worden uitgevoerd op een normale bureaustoel (met lumbaalsteun). Daarnaast is de staande houding gemeten als referentie.

De uit te voeren taak duurde (in beide condities, mét en zonder Back-Up) één uur. De taak bestond uit het invoeren van een concept-tekst gedurende 30 minuten en het bewerken van de ingevoerde tekst, wederom gedurende 30 minuten. De bewerking hield in dat ingetypte zinnen direct na het einde van de zin nóg eens getypt werden en het (handmatig) veranderen van hoofdletters in kleine letters en vice versa.

De werkplek (hoogte van stoel, toetsenbord en beeldscherm en voorwaartse afstand van het beeldscherm) werd vooraf door de proefpersoon zelf ingesteld om zoveel mogelijk diens reële werkomstandigheden te benaderen. Twijfelde men bij het instellen van de werkplek dan werden door de proefleider mondelinge instructies verstrekt. De instelling werd in beide condities gelijk gehouden.

3.2.3 De afhankelijke variabelen

De afhankelijke variabelen in dit onderzoek zijn de hoofd- en romphouding, lokaal ervaren ongemak, ervaren houding, geschatte volhoudtijd en algemene vermoeidheid bij beeldschermwerk. De methoden die werden gebruikt om deze variabelen te meten worden besproken in deze paragraaf.

Hoofd- en romphouding

De hoofd- en romphouding werd 3-dimensionaal vastgelegd met het opto-elektronische Vicon-systeem. Dit systeem bestaat uit (minimaal twee) video-camera's en een software pakket. Retro-refleterende markeerpunten, die op het lichaam worden aangebracht, weerkaatsen het licht dat vanaf de camera's wordt uitgezonden terug in de camera's. Alleen deze lichtpunten (zonder omgeving) worden door de camera's geregistreerd. Vooraf worden de cameraposities vastgelegd door een opname te maken van een (3-dimensionaal) calibratieframe waarop markeerpunten zijn aangebracht met bekende coördinaten. Met behulp van een computer kunnen vervolgens de 3-dimensionale coördinaten van geregistreerde markeerpunten worden berekend.

De plaatsen waarop markeringen werden aangebracht, zijn de volgende (zie ook figuur 3.1):

1. vlak naast het rechter oog;
2. vlak naast het rechter oor;
3. op de wervelkolom op T1;
4. op de wervelkolom op T6;
- 5,6. twee markeerpunten op een staaf loodrecht op de wervelkolom op T11;

Achteraf werd uit de markeerpunten 5 en 6 de lokatie van een denkbeeldig punt op T11 berekend, te noemen markeerpunt 7.

8. op de rechter heup (nabij de trochanter major);

Daarnaast werden ter controle van de positie van het lichaam ten opzichte van de werkplek nog de volgende markeerpunten aangebracht:

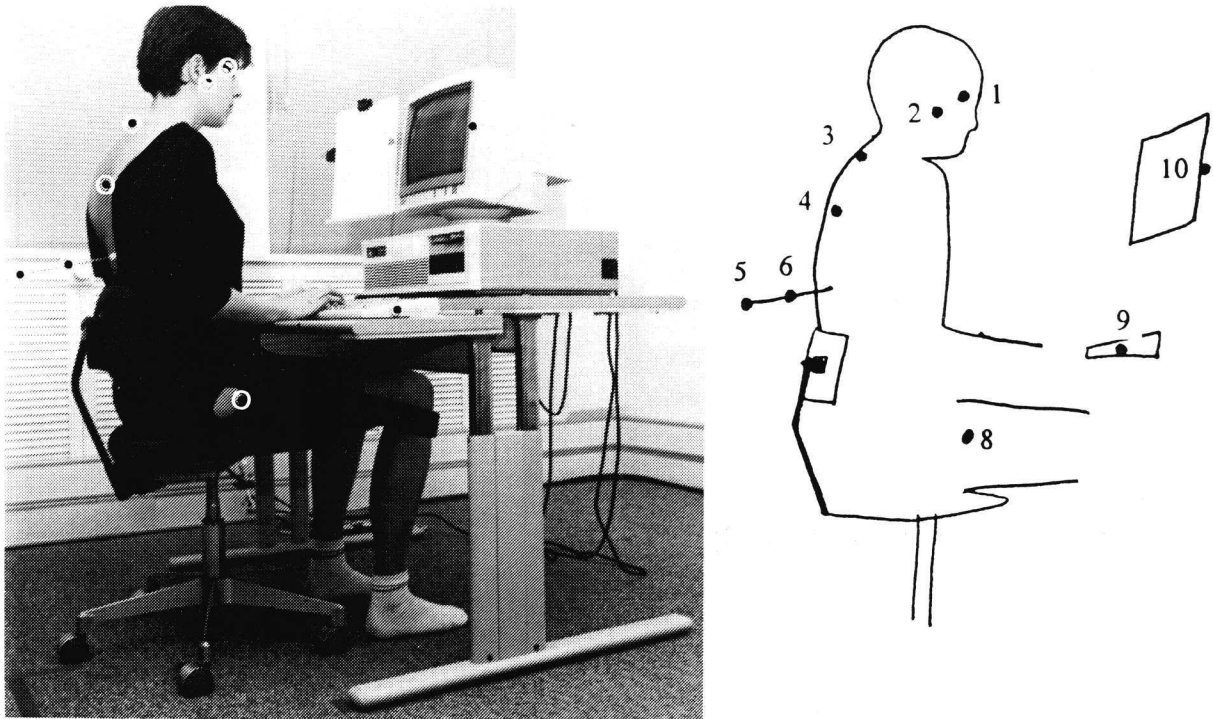
9. op het toetsenbord;
10. op het beeldscherm.

Op basis van de bovengenoemde markeerpunten zijn de volgende hoeken bepaald:

1. de hoofdstand (mate van voorover buigen van het hoofd), gedefinieerd als de hoek tussen de zwaartelijns en de lijn door de markeerpunten 1 en 2;
2. de nekhoek (hoek tussen hoofd en romp), gedefinieerd als de hoek tussen de twee lijnstukken door respectievelijk markeerpunt 1 en 2 en punt 3 en 4;
3. de totale rompstand, gedefinieerd als de hoek tussen de zwaartelijns en de markeerpunten 3 en 8;
4. de stand van de thoracale wervelkolom, gedefinieerd als de hoek tussen de zwaartelijns en de lijn door markeerpunten 3 en 7;
5. de vorm van de thoracale wervelkolom, gedefinieerd als de hoek tussen de twee lijnstukken door respectievelijk markeerpunt 3 en 4 en markeerpunt 4 en 7;

6. de stand van de thoracale wervelkolom op het niveau van T11, gedefinieerd als de hoek tussen de zwaartelij en de lijn door markeerpunten 5 en 6;
7. de stand van de lumbale wervelkolom en het bekken, gedefinieerd als de hoek tussen de zwaartelij en de lijn tussen de markeerpunten 7 en 8.

Figuur 3.1 De aangebrachte markeerpunten voor houdingsregistratie



Verder werden ter controle de volgende werkplekvariabelen bepaald:

- de kijkafstand, gedefinieerd als de horizontale afstand tussen markeerpunt 10 en 1;
- de kijkhoek, gedefinieerd als de hoek tussen de horizontaal en de lijn tussen markeerpunt 10 en 1;
- de zitafstand, gedefinieerd als de horizontale afstand tussen markeerpunten 8 en 9.

Bij beide condities (met en zonder Back-Up) werden, verspreid over het laatste half uur 10 Vicon-opnames van één seconde (30 beeldjes) gemaakt, waarvan het gemiddelde is gebruikt voor de analyse. De opnames zijn gemaakt op momenten dat de proefpersoon naar het beeldscherm keek. Veranderde dit tijdens de opname dan werd deze opnamen vervangen door een nieuwe opname.

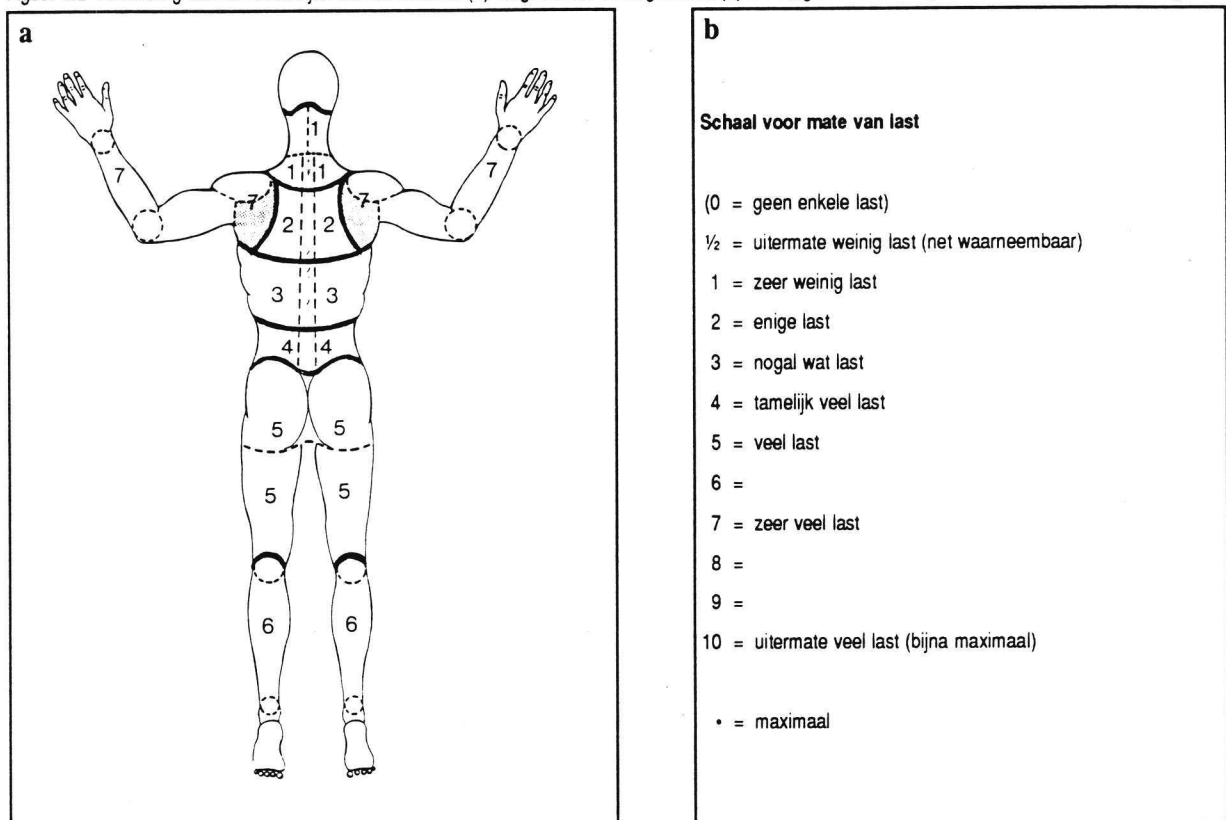
Tussen beide condities werd twee maal een registratie gemaakt van de referentiehouding, dat is de neutrale staande houding.

Lokaal ervaren ongemak

Aan de proefpersoon werd gevraagd om zowel vóór als na beide condities de plaats en mate van het lokaal ervaren ongemak aan te geven op een speciaal formulier.

Voor het registreren van de *plaats* van het ervaren ongemak werd gebruik gemaakt van een afbeelding van de achterzijde van het lichaam, waarin 40 lichaamsregio's zijn aangegeven (zie figuur 3.2a). Deze regio's werden gegroepeerd in 7 clusters door de resultaten uit de afzonderlijke regio's samen te voegen. Deze clusters worden benoemd in figuur 3.2a. Daarnaast worden ook de totaalscore en de hoogste score in rug- en nekgebieden, en de totaalscore en hoogste score in boven- en onderbenen beschouwd. De *mate* van het ervaren ongemak werd beoordeeld aan de hand van een categorie-ratio-schaal die loopt van 0 tot 10, waarbij de score 0 geen enkele last betekent, terwijl uitermate veel last wordt aangegeven met een 10 (zie figuur 3.2b). Deze methode, bekend onder de naam "Lokaal Ervaren Ongemak" is reeds eerder beschreven en toegepast door Van der Grinten (1990; 1991). Voor de analyse van deze gegevens werden de resultaten van de metingen ná de werkperiode gebruikt, verminderd met het ervaren ongemak voorafgaande aan die werkperiode.

Figuur 3.2 Afbeelding van de achterzijde van het lichaam (a) en gebruikte scoringsschaal (b) voor registratie van de plaats en mate van ervaren ongemak



- | | |
|---------------|---------------------|
| 1 = nek | 5 = bovenbenen |
| 2 = bovenrug | 6 = onderbenen |
| 3 = middenrug | 7 = schouders/armen |
| 4 = lage rug | |

Ervaren houding en geschatte volhoudtijd

Naast het lokaal ervaren ongemak moesten proefpersonen ook formulieren invullen over ervaren houding en geschatte volhoudtijd. Na beide werkperioden gaven de proefpersonen een waardering over de ervaren houding van de bovenrug, de onderrug, de nek en het hoofd. Voor de beoordeling van de ervaren houding werd een 7-puntsschaal gebruikt (1 = zeer gunstig tot 7 = zeer ongunstig). Voorts moesten de proefpersonen schatten hoe lang ze de betreffende houding nog vol zouden kunnen houden. De geschatte volhoudtijd werd aangegeven op een 5-puntsschaal (1 = nog minder dan 30 minuten vol te houden, 5 = nog ½ tot 1 werkdag vol te houden).

Algemene vermoeidheid

Als maat voor de algemene vermoeidheid is het aantal macrobewegingen genomen. Macrobewegingen zijn niet taakgebonden, duidelijk waarneembare bewegingen, zoals verzitten, uitrekken en krabben. Deze bewegingen hebben vermoedelijk de functie vermoeidheid tegen te gaan, doordat ze een tijdelijke verandering van de spierbelasting veroorzaken. Registratie van macrobewegingen is reeds eerder succesvol toegepast als indicator van vermoeidheid door Meijst en Dul (1990). Om na te gaan of het dragen van de Back-Up leidt tot een afname van het aantal macrobewegingen per tijdseenheid (één uur) werden macrobewegingen vanaf videobeelden geregistreerd.

Eindoordeel

Na afloop van de meting werd aan iedere proefpersoon gevraagd een gemotiveerd eindoordeel in te vullen over het dragen van de Back-Up tijdens beeldschermwerk.

Een voorbeeld van de gebruikte formulieren voor registratie van ervaren ongemak, ervaren houding, geschatte volhoudtijd en een eindoordeel over de Back-Up is bijgevoegd in bijlage 1.

3.2.4 Meetprocedure

Vorbereidingen

De proefpersonen kregen de Back-Up een week lang mee naar huis. Vooraf kregen zij mondelinge en schriftelijke instructies over de wijze van bevestiging van de Back-Up. De proefpersonen werd verzocht om de Back-Up minimaal twee maal een half uur of langer te dragen tijdens beeldschermwerk. Daarmee kregen zij de gelegenheid om gewend te raken aan het dragen van de Back-Up en om na te gaan welke

instelling voor hen het prettigste is wat betreft de hoogte waarop de Back-Up wordt gedragen en wat betreft de spanning op de knieriemen.

Op de meetdag werd eerst nadere informatie over het onderzoek gegeven en werd de methode Lokaal Ervaren Ongemak uitgelegd aan de hand van schriftelijke instructies en een mondelinge toelichting. Met proefpersonen die nog niet bekend waren met de methode werd deze kort geoefend bij een geheven armhouding. Tevens werden enkele individuele gegevens verzameld (zie tabel 3.1).

Metingen

In beide condities werd gedurende één uur een beeldschermtaak uitgevoerd. Tussen de twee condities werd tien minuten gepauzeerd. Voorafgaande aan de tweede werkperiode werd de staande houding (twee maal) geregistreerd.

Van vier van de proefpersonen vonden de metingen 's morgens plaats en van de andere zes 's middags. De volgorde waarin de twee condities werden aangeboden werd systematisch gevarieerd over de proefpersonen en over het meettijdstip (ochtend of middag), om volgorde-effecten zoveel mogelijk te vermijden.

Bij beide onderzoekscondities werden, verspreid over het laatste half uur van de werkperiode 10 Vicon-registraties gemaakt. Het Lokaal Ervaren Ongemak werd vóór en ná beide werkperioden geregistreerd. Na beide werkperioden werd de ervaren houding en geschatte volhoudtijd schriftelijk aangegeven. Video-opnamen van de werkhouding bij beide condities werden verzameld gedurende de gehele werkperiode en na afloop bestudeerd op macrobewegingen.

3.2.5 Analyse van de gegevens

Hoofd- en romphouding

Voor de analyse van de houdingsgegevens werden eerst gemiddelden bepaald over de 10 Vicon-registraties per conditie. Om na te gaan of door het dragen van de Back-Up hoofd- en romphouding verbeteren zijn gemiddelde verschillen bepaald tussen de houdingen met en zonder Back-Up. Deze verschillen zijn vervolgens getest met een Student T-test voor gepaarde waarnemingen ($p=.05$). Om na te gaan of een eventueel verschil tussen de houdingen in de twee condities de gewenste richting heeft werd de gemiddelde staande houding als referentie gebruikt.

Lokaal Ervaren Ongemak

Omdat het gemeten ervaren ongemak niet normaal verdeeld is, is het effect van het dragen van de Back-Up op deze variabele getest met een verdelingsvrije toets, namelijk de Wilcoxon rangorde-tekentest voor gepaarde waarnemingen ($p=.05$). Voor de analyse zijn clusters gebruikt zoals beschreven in figuur 3.2a in § 3.2.3. De voet- en armregio's worden bij de analyse buiten beschouwing gelaten omdat ze voor dit onderzoek geen relevante informatie opleveren.

Ervaren houding en geschatte volhoudtijd

Gezien het ordinale karakter van de gehanteerde schalen voor de registratie van de ervaren werkhouding en de geschatte volhoudtijd werden verschillen in deze metingen getest met de Wilcoxon rangorde-tekentest voor gepaarde waarnemingen ($p=.05$).

Algemene vermoeidheid

Het aantal geregistreerde macrobewegingen per meetsessie werd gedeeld door de som van de macrobewegingen in beide situaties (met en zonder Back-Up) om te voorkomen dat extreme waarden te veel invloed hebben. Om na te gaan of het dragen van de Back-Up leidt tot een afname in het aantal macrobewegingen, werd vervolgens een Student T-test voor gepaarde waarnemingen uitgevoerd ($p=.05$).

Eindoordeel

De gegevens over het eindoordeel zijn geïnventariseerd en er is bekeken of deze subjectieve gegevens corresponderen met de overige bevindingen.

3.3 Resultaten

3.3.1 Hoofd- en romphouding

In tabel 3.2 zijn de gemiddelde verschillen tussen de gemeten houdingsvariabelen zonder en met Back-Up weergegeven. Om de richting van het verschil te kunnen beoordelen werden de gemiddelde meetresultaten van de staande houding gebruikt als referentie. Een positief verschil betekent dat de houding gemiddeld beter was in de situatie waarin de Back-Up werd gedragen. Een negatief verschil blijkt niet voor te komen. In tabel 3.2 staan ook de resultaten van de uitgevoerde Student T-tests.

Tabel 3.2 Gemiddelde verschillen tussen de gemeten houdingsvariabelen mét en zonder Back-Up met standaarddeviaties (n=10) en de resultaten van de Student T-tests (t- en p-waarden). Een positief verschil betekent een verbetering van de houding als de Back-Up wordt gedragen. Significante verschillen ($p < .05$) zijn aangegeven met *

houdingsvariabele	gemiddeld verschil		t-waarde	p-waarde
	graden	(sd)		
hoofdstand	1.9	(2.5)	2.41	.039*
nekhoeck	0.1	(4.4)	0.09	.933
stand hele romp	0.1	(2.6)	0.07	.940
stand thoracale wervelkolom	1.6	(3.0)	1.67	.130
vorm thoracale wervelkolom	0.5	(2.2)	0.79	.450
stand wervelkolom op T11	1.1	(3.2)	1.07	.312
stand lage wervelkolom/bekken	1.3	(3.7)	1.09	.304

De gemiddelde verschillen van alle zes houdingsvariabelen zijn klein (maximaal 2 graden) en positief hetgeen duidt op een kleine verbetering van de houding als de Back-Up wordt gedragen. De resultaten van de Student T-test wijzen uit dat alleen de verbetering van de hoofdstand (mate van voorover buigen van het hoofd) significant is ($p < .05$).

3.3.2 Ervaren ongemak

In tabel 3.3 staan de gemiddelden en spreiding (hoogste en laagste waarden) van het lokaal ervaren ongemak in de verschillende lichaamsgebieden (zie voor deze gebieden figuur 3.2) na een uur werken met en zonder de Back-Up. Lage waarden zijn gunstig. De voet- en armgebieden zijn buiten beschouwing gelaten omdat ze voor dit onderzoek geen relevante informatie opleveren. Het ervaren ongemak na iedere werkperiode is verminderd met het ongemak voorafgaande aan die werkperiode. In dezelfde tabel worden de resultaten (z- en p-waarden) van de Wilcoxon-test gegeven.

Na een uur beeldschermwerk met de Back-Up werd, over de hele groep gezien, in de nek en rug gebieden minder ongemak gerapporteerd dan zonder Back-Up. Voor de afzonderlijke rug- en nekgebieden zijn de verschillen niet significant. Voor de som van de scores op alle nek- en ruggebieden ("totaal rug/nek") en voor de maximum waarde in deze gebieden ("maximum rug/nek") is het verschil tussen beide condities wèl significant ($p < .05$).

In de benen wordt na een uur werken mét gebruik van de Back-Up meer ongemak ervaren dan zonder Back-Up. Zowel voor de onderbenen/knieën afzonderlijk als voor het totale ongemak in de benen is dit verschil significant ($p < .05$).

De totaalscore van het ervaren ongemak in de benen, rug en nek samen geeft een niet significante toename te zien indien de Back-Up wordt gedragen.

Tabel 3.3 De gemiddelden en laagste en hoogste waarden van het lokaal ervaren ongemak na een uur werken met en zonder Back-Up (n=10) en de resultaten van de Wilcoxon test (z- en p-waarde). Lage waarden van ervaren ongemak zijn gunstig. Significante verschillen worden aangegeven met * ($p < 0.05$)

	zonder Back-Up		met Back-Up		Wilcoxon test	
	gemiddelde	min - max	gemiddelde	min - max	z-waarde	p-waarde
nek	0.8	(0 - 2.0)	0.3	(0 - 2.0)	-1.4	0.178
hoge rug	1.0	(0 - 6.0)	0.5	(0 - 3.0)	-1.6	0.109
midden rug	1.2	(0 - 6.0)	0.4	(0 - 2.0)	-1.1	0.281
lage rug	0.8	(0 - 4.0)	0.1	(0 - 1.0)	-1.8	0.068
totaal rug/nek	3.7	(0 - 7.5)	1.4	(0 - 3.0)	-2.5	0.012*
maximum rug/nek	1.7	(0 - 3.0)	1.1	(0 - 2.0)	-2.2	0.028*
bovenbenen/billen	0.8	(0 - 6.0)	3.0	(0 - 14.0)	-1.8	0.075
onderbenen/knieën	0	(0 - 0)	1.6	(0 - 4.0)	-2.2	0.028*
totaal benen	0.8	(0 - 6.0)	4.6	(0 - 18.0)	-2.2	0.028*
maximum benen	0.5	(0 - 3.0)	1.9	(0 - 7.0)	-2.2	0.028*
hele lichaam	5.3	(2.0 - 6.0)	7.3	(1.0 - 20.0)	-1.5	0.124

3.3.3 Ervaren houding en geschatte volhoudtijd

In tabel 3.4 staan de medianen* van de ervaren houding en de geschatte volhoudtijd na een uur beeldschermwerk met en zonder de Back-Up. De laagste en hoogste waarden geven de spreiding in de resultaten weer. Ook zijn de resultaten (z- en p-waarden) van de uitgevoerde Wilcoxon tests vermeld.

Tabel 3.4 De medianen** van gerapporteerde ervaren houding (een lage waarde is gunstig) en geschatte volhoudtijd (een hoge waarde is gunstig) na een uur werken zonder en met Back-Up (n=10), en de resultaten van de Wilcoxon rangorde-tekentest. Significante verschillen ($p < 0.05$) zijn aangeduid met *

	zonder Back-Up		met Back-Up		Wilcoxon test	
	mediaan	min - max	mediaan	min - max	z-waarde	p-waarde
<i>ervaren houding</i>						
hoofd	3.0	(1.0 - 4.0)	3.0	(2.0 - 5.0)	-0.91	0.361
nek	3.5	(2.0 - 5.0)	3.0	(2.0 - 5.0)	-0.80	0.423
hoge rug	4.0	(2.0 - 5.0)	4.0	(2.0 - 5.0)	-0.41	0.686
lage rug	4.0	(3.0 - 5.0)	3.0	(1.0 - 3.0)	-2.67	0.008*
<i>geschatte VHT</i>	2.5	(1.0 - 5.0)	2.5	(1.0 - 5.0)	-0.67	0.500

* Omdat zowel de ervaren houding als de geschatte volhoudtijd ordinale gegevens zijn, worden de medianen gepresenteerd in plaats van de gemiddelden. De mediaan geeft de waarde aan die de middelste waarneming heeft.

** Omdat de ervaren houding een ordinaal gegeven is, worden medianen gepresenteerd in plaats van gemiddelden. De mediaan geeft aan welke waarde de middelste waarneming heeft.

Uit tabel 3.4 blijkt dat er nauwelijks verschil is in ervaren houding van hoofd, nek en boven in de rug met en zonder Back-Up. De ervaren houding van de lage rug verschilt wel significant; de houding met Back-Up wordt gunstiger beoordeeld dan de houding zonder Back-Up.

De geschatte volhoudtijd is in beide condities gelijk.

3.3.4 Algemene vermoeidheid

De resultaten van de registratie van macrobewegingen staan in tabel 3.5. Gemiddeld werden minder macrobewegingen gemaakt in de werkperiode waarin de Back-Up werd gedragen, hetgeen duidt op minder vermoeidheid in die situatie. Het verschil, genormeerd per proefpersoon (voor de methode zie § 3.2.5), is niet significant.

Tabel 3.5 Gemiddelde verschillen tussen het aantal macrobewegingen mét en zonder Back-Up met standaarddeviaties (n=10) en de resultaten van de Student T-tests (t- en p-waarden). Een positief verschil betekent een kleiner aantal macrobewegingen in de conditie mét Back-Up. Significante verschillen (p<.05) zijn aangegeven met *

gemiddeld verschil	(sd)	t-waarde	p-waarde
0.24	(0.41)	1.87	.094

3.3.5 Eindoordeel

Op de vraag hoe het dragen van de Back-Up hen was bevallen antwoordden zes van de tien proefpersonen "redelijk", twee "matig" en twee "goed". Het uitvoeren van beeldschermwerk mét de Back-Up vonden vier proefpersonen "even goed", drie "slechter" en drie "beter" dan werken zónder Back-Up.

Twee proefpersonen gaven aan dat ze de Back-Up af en toe zouden dragen als deze door de werkgever beschikbaar zou worden gesteld. Twee personen zouden hem alleen gebruiken als ze last van hun rug hadden of vermoeid zouden zijn. De andere zes proefpersonen zeiden dat ze hem waarschijnlijk niet zouden gebruiken. Als motivatie voor dit oordeel over de Back-Up werden de volgende punten naar voren gebracht:

- alle proefpersonen vonden dat het dragen van de Back-Up een goede steun in de onderrug geeft, comfortabel zit en "je dwingt" om in een betere houding te werken waardoor minder last wordt ervaren in de bovenrug en nek;

bijna iedereen gaf aan dat het (lang) dragen van de Back-Up leidt tot een hinderlijke druk op de knieën/het onderbeen. Drie mensen kregen na verloop van tijd bovendien last van de achterzijde van de bovenbenen en de billen;

- veel mensen vonden dat de Back-Up teveel de bewegingsvrijheid beperkt, en met name de mogelijkheid om de beenstand te veranderen;
- een praktisch nadeel dat door bijna iedereen werd genoemd is dat het in de praktijk niet vaak voorkomt dat men een uur lang achtereen achter het bureau zit. Hoewel men wel zou kunnen rondlopen met de Back-Up (dankzij het klitteband om de buik), zou men dat niet snel doen vanwege het feit dat men vindt dat dat er raar uit ziet.

Nog enkele opmerkingen die werden gemaakt:

- één persoon zei een hoge rugsteun te prefereren boven een lage rugsteun, zoals de Back-Up;
- de Back-Up is niet handig als een rok wordt gedragen;
- de Back-Up is niet geschikt als men gewend is de voeten enigszins vooruit te plaatsen, zoals bij gebruik van een voetensteun;
- de gesp tussen de knieën zakte af;
- de banden om de knieën zijn maar net lang genoeg voor lange mensen;
- voor gebruik in omgeving met andere mensen is het een bezwaar dat de Back-Up er "raar" uitziet.

3.4 Discussie

Hoofd- en romphouding

De hoofd- en romphouding bij beeldschermwerk is bij gebruik van de Back-Up beter dan zonder Back-Up. De verschillen zijn echter klein (maximaal 2 graden), maar voor de hoofdstand is het verschil wel significant. De gevonden verschillen moeten te danken zijn aan de Back-Up omdat de geregistreerde kijkhoek, kijkafstand en zitafstand in beide situaties gelijk waren.

Het is moeilijk om een uitspraak te doen over de vorm van de wervelkolom, omdat deze niet direct kan worden geregistreerd (de Back-Up zit er immers voor). Röntgenopnamen of CT-scans zijn de enige meetmethoden om de stand van de wervels exact te bepalen. Met de in dit onderzoek gebruikte markers kan alleen indirect een indicatie van de kromming van de wervelkolom worden verkregen. Het is de vraag of het nodig is deze vorm exact te bepalen, omdat uit deze gegevens al blijkt dat de houding van lichaamsdelen verandert.

Lokaal ervaren ongemak

Met de methode Lokaal Ervaren Ongemak is aangetoond dat het ongemak van de hele rug en nek kleiner is als gebruik wordt gemaakt van de Back-Up bij beeldschermwerk. In ieder rug- en nekgebied heeft de Back-Up een kleine, niet significante, vermindering van ervaren ongemak tot gevolg. Als de rug en nek gebieden samen worden beschouwd (in een somscore en in de maximumscore) is deze vermindering wel significant ($p < .05$). In de kleinere clusters is het gerapporteerde ongemak wellicht te laag (slechts één maal groter dan 3) om tot een significant verschil te leiden.

De onderbenen vormen een uitzondering. Daar is het ongemak significant groter als de Back-Up wordt gedragen. Bovendien is de trend van de bovenbenen hiermee in overeenstemming. Het ervaren ongemak in de benen kan verklaard worden doordat de gordel druk uitoefent op de knie, wat als onaangenaam wordt ervaren. Het ongemak wordt op het poppetje inderdaad aangegeven op de plaats van de knie. Bovendien vertoonden de meeste proefpersonen na afloop van het experiment rode striemen van de Back-Up gordel op de knie.

Het toegenomen ongemak aan de achterzijde van de bovenbenen en billen bij de Back-Up zou kunnen worden verklaard door de afname van bewegingsvrijheid bij het dragen van de Back-Up (de benen kunnen niet worden gestrekt en men kan niet onderuit zakken) waardoor het steunvlak (billen en bovenbenen) eenzijdig wordt belast.

Ervaren houding en volhoudtijd

Wat opvalt is dat de houding van de lage rug duidelijk (significant) als beter ervaren wordt (zoals aangegeven met op de schaal voor ervaren houding), terwijl met de methode Lokaal Ervaren Ongemak geen significant verschil kon worden aangetoond in dit gebied. De beantwoording van de vraag over ervaren houding zou sterk gekoppeld kunnen zijn aan de verwachtingen van de proefpersonen zelf ten aanzien van het effect van de Back-Up. Laag in de rug ervaren de proefpersonen de houding misschien beter omdat ze de verbetering daar verwachten terwijl het positieve effect in het hele rug/nek gebied te constateren was. Deze verwachting werd geuit na afloop van de experimenten, toen enkele proefpersonen met verbazing constateerden dat ze met de Back-Up minder moe werden boven in de rug en in de nek, terwijl ze hadden verwacht dat de Back-Up met name in de lage rug effect zou hebben. Deze ervaring van afname van vermoeidheid in de nek is een relevante bijdrage van de Back-Up, omdat bij beeldschermwerk veel nekklachten voorkomen.

De geschatte volhoudtijd is ongeveer gelijk in beide condities.

Voor alle situaties geldt dat misschien het aantal proefpersonen te klein is om lokaal alle verschillen in ervaren belasting significant aan te tonen.

Algemene vermoeidheid

In de werkperiode waarin de Back-Up werd gedragen werden, over de hele groep gezien, minder macrobewegingen geregistreerd dan in de periode zonder Back-Up. Het verschil in macrobewegingen is echter niet significant ($p=0.094$). Dit zou kunnen worden verklaard door de grote spreiding in het aantal macrobewegingen dat werd geregistreerd.

3.5 Conclusies

De resultaten in dit hoofdstuk laten zien dat het dragen van de Back-Up tijdens beeldschermwerk een significant positief effect heeft op de stand van het hoofd, op het ervaren ongemak van rug en nek (als deze samen worden beschouwd) en op de ervaren houding van de lage rug. Een significant negatief effect werd gevonden aan de voorzijde van de onderbenen/knieën, waar het ervaren ongemak significant hoger is bij gebruik van de Back-Up. De overige variabelen betreffende de belasting van rug en nek gaven óf geen verschil of een (niet significant) verschil in de goede richting te zien.

4. KNIEBELASTING

4.1 Inleiding

Het zitten met de Back-Up zorgt voor een belasting van de knie ten opzichte van zitten zonder Back-Up.

De vraag of de kniebelasting acceptabel is, is op drie manieren beantwoord:

- a. Is het biomechanisch moment* op het kniegewricht en spieren toelaatbaar?
- b. Is de belasting van de kruisbanden toelaatbaar?
- c. Is de samendrukking van weefsel tussen bot (tuberositas tibiae) en band toelaatbaar?

Zowel voor het moment, de belasting van de kruisbanden als voor de samendrukking van weefsel is in de literatuur gezocht naar grenswaarden.

Er is nagegaan of in de literatuur gegevens voorhanden zijn over de acceptabele belasting van onderbeen en knie. Vervolgens is de belasting van de knie gemeten en gerelateerd aan de gevonden waarden in de literatuur.

4.2 Methode

4.2.1 Literatuuronderzoek

In de bestanden CISDOC, NIOSHTIC en HSELINE is gezocht op de volgende combinaties van sleutelwoorden:

1. (knee of knees of kneeling) en (load of loads of loading);
2. (ligament of ligaments of ligamentum) en knee;
3. (pressure of compression) en (tibia of tibiae);
4. knee en (pressure of compression) en (tibia of tibiae).

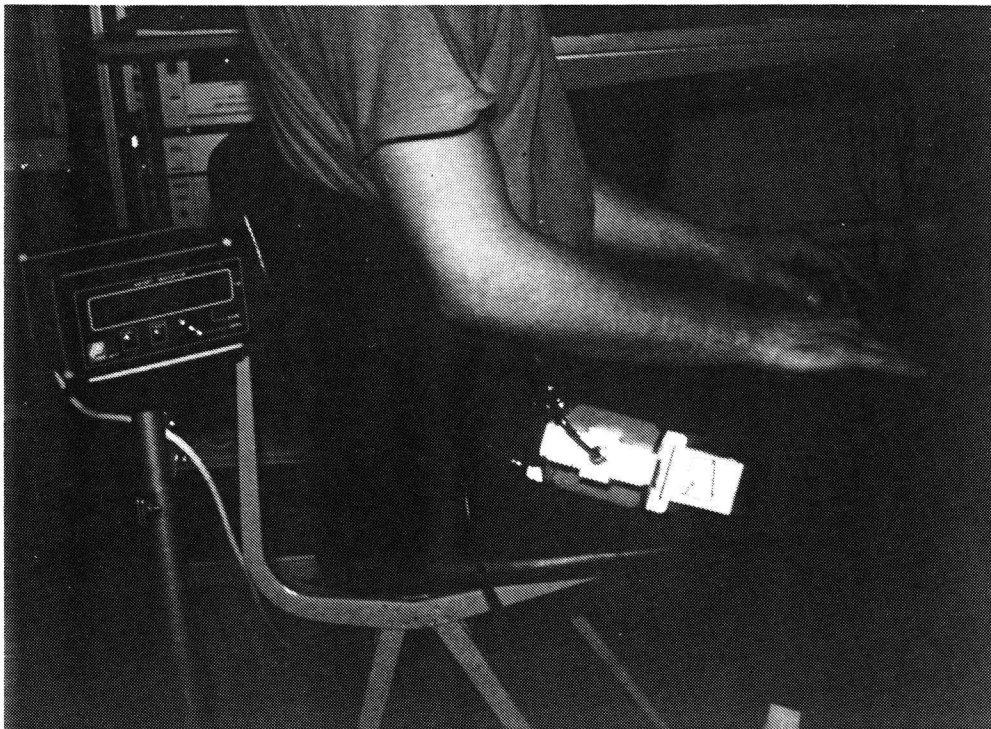
* Met het biomechanisch moment wordt de belasting bedoeld, die het kniegewricht doet buigen of strekken.

4.2.2 Krachtmeting

Krachtmeetinstrument

Een krachttransducer is geschikt gemaakt om de kracht in de band van de Back-Up om te zetten in een elektrisch signaal. De rechter laterale band van de Back-Up is hiertoe doorgesneden en op die plaats is de krachttransducer ingezet (zie figuur 4.1).

Figuur 4.1 De krachttransducer die de kracht in de band van de Back-Up meet



De krachttransducer (S-cell van de firma Penko) bestaat uit een s-vormig stuk metaal. Aan het middenstuk van de s zijn aan weerszijden rekstrookjes bevestigd, die vervorming registreren. Deze vervorming is gecalibreerd, zodat continu de kracht bepaald kan worden, die op de uiteinden van de s wordt uitgeoefend. De bijbehorende uitleeseenheid (PNN van de firma Penko) geeft digitaal de grootte van de kracht weer (range 0-50 kgf; 10 gram nauwkeurig; temperatuur gecorrigeerd tussen -10 en +50 graden Celcius).

Meetprocedure

Tijdens de EMG-metingen van de twee proefpersonen zijn metingen van de kracht in de laterale band tussen knie en rug van de Back-Up uitgevoerd (zie § 2.3).

De proefpersonen kregen de instructie de gordel zo strak aan te trekken, zoals ze het thuis ook gewend waren te doen.

Analyse van de gegevens

De gemiddelde kracht in de gordel werd per belasting berekend en de uiterste waarden werden geregistreerd.

4.3 Resultaten

4.3.1 Literatuuronderzoek

De sleutelwoorden "(knee of knees of kneeling) en (load of loads of loading)" leverden 30 titels op. 8 titels zijn verder bestudeerd, omdat de belasting op de knie genoemd werd. Soms zijn de krachten en/of momenten alleen beschreven voor een speciale beroepssituatie zonder dat gesproken wordt over de maximale hoogte van de belasting (Buff et al., 1988; Ekholm et al., 1985). Soms wordt een beroepsbeschrijving en het voorkomen van aandoeningen beschreven (Anderson & Felson, 1988; Anzola et al., 1987; Tanaka et al., 1985; Thun et al., 1987). Bhattacharya et al. (1985) beschrijven in de discussie enkele toelaatbare waarden, die echter voor deze studie niet relevant zijn (maximale kniehoek, maximaal toegestane compressie in de knie en maximale verlenging van de laterale banden). Ekholm et al. (1984) geven aan welk maximaal biomechanisch moment gevonden is bij het uitoefenen van diverse activiteiten. De maximale gevonden momenten liggen tussen de 20 en 226 Nm (zie tabel 4.1). Bij activiteiten zoals lopen mag men er van uitgaan dat er geen klachten ontstaan en deze gegevens kunnen een waardevolle referentie zijn.

Tabel 4.1 Gemelde maximale flexiemomenten in de knie bij verschillende activiteiten volgens Ekholm et al. (1984); de hoek ten opzichte van gestrekte knie (in graden) waarbij gemeten is, staat tussen haakjes

activiteit (onderzoeker)	aantal ppn	maximaal gevonden moment (Nm) tijdens de activiteit	
		extensie	flexie
lopen (Radcliffe, 1962)	4	61 (20)	20 (5)
lopen (Morisson, 1968)	9	35	28
maximale isometrische kracht (Lindahl, 1969)	12	226	
maximale isometrische kracht (Smidt, 1973)	26	120 (60)	63 (5)
opstaan uit stoel (Kelley, 1978)	6	110 (90)	0
schoppen (Wahrenberg, 1978)	6	180 (100)	100 (70)
trap aflopen (Andriachi, 1980)	10	54 (65)	48 (5)
trap oplopen (Andriachi, 1980)	10	147 (60)	43 (20)
melken (Ekholm, 1985)	10	31 (108)	56 (8)
maximale isometrische kracht (Ekholm, 1985)	10	198 (90)	113 (90)
tillen (Ekholm, 1984)	7	50 (90)	55 (5)

De sleutelwoorden "(ligament of ligaments of ligamentum) en knie" leverde 31 titels op. In vier artikelen wordt de belasting van de kruisbanden genoemd (Noyes et al., 1984; Piziali et al., 1980; Crowninshield et al., 1976; Seering et al., 1980). In twee daarvan is de belasting van de kruisbanden daadwerkelijk onderzocht (Noyes et al., 1984; Piziali et al., 1980). Noyes et al. (1984) beschrijven bijvoorbeeld dat boven de 1700 N kracht in de achterste kruisband er scheuring optreedt.

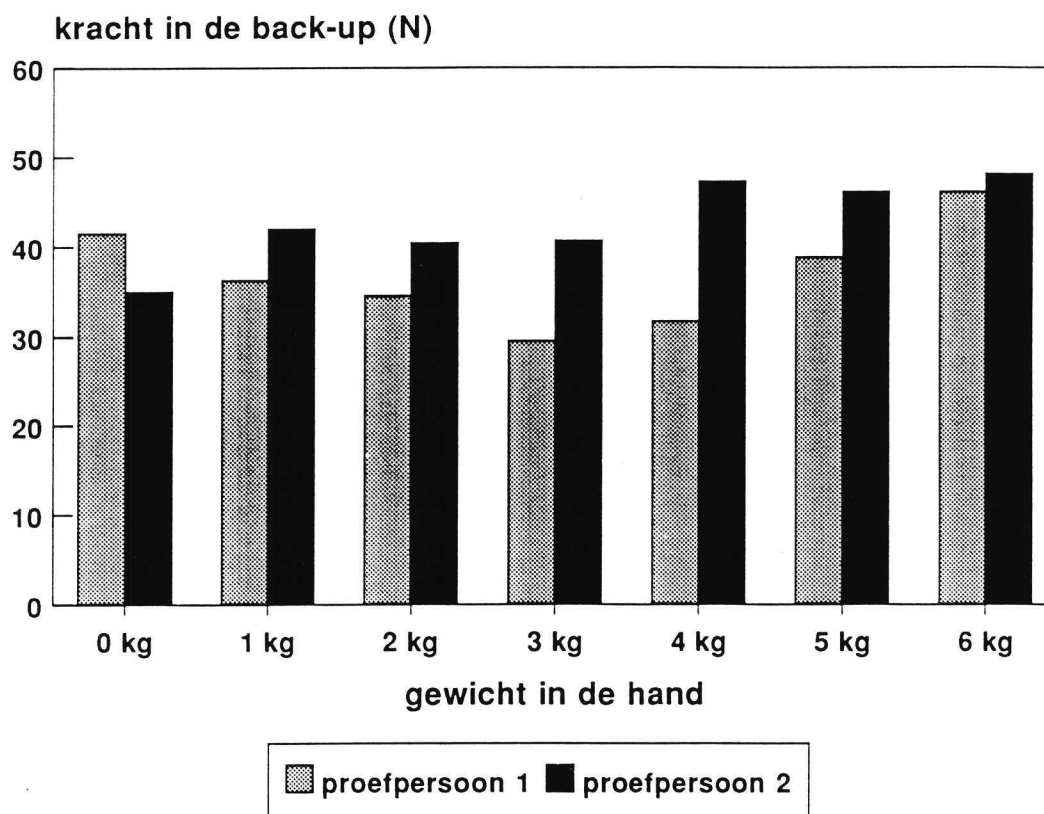
De sleutelwoorden "(pressure of compression) en (tibia of tibiae)" leverde 13 titels op. In deze 13 artikelen kwamen 6 artikelen al eerder genoemd ook voor. Overige artikelen betroffen de druk tussen tibia en femur en/of in menisci en zijn dus niet relevant voor deze studie.

De sleutelwoorden "knee en (pressure of compression) en (tibia of tibiae)" leverde 4 titels op. In twee daarvan (Kirsch et al., 1980; Guyton et al., 1975) wordt aangegeven welke samendrukking van weefsel toelaatbaar is. Aanvullende gegevens van het IZF/TNO leverden nog twee titels op. Husain (1953) noemt een maximaal toelaatbare weefseldruk van 105 mm Hg (=14 kPa) en Holewijn (1990) stelt dat de druk niet boven de 75 mm Hg (=10 kPa) mag komen.

4.3.2 Krachtmeting

De kracht in de rechter laterale band van de Back-Up varieerde sterk bij de verschillende belastingen. Bij proefpersoon 1 varieerde de kracht tussen 29.6 en 46 N. Bij proefpersoon twee varieerde de kracht tussen 35.1 en 48.2 N. Er is geen duidelijke samenhang tussen de hoogte van de belasting en de gemeten kracht in de Back-Up (zie figuur 4.2). Twee andere proefpersonen (niet in het EMG-meetprotocol opgenomen) gaven krachten in dezelfde range aan.

Figuur 4.2 Gemeten kracht in de laterale band van de Back-Up bij proefpersoon 2 tijdens het vasthouden van verschillende gewichten, zittend met onderbenen en romp verticaal en bovenbenen en armen horizontaal



De kracht in de band aan de laterale zijde ligt dus tussen de 30 en 50 N. Dat wil zeggen dat het onderbeen met een kracht van 60 - 100 N achteruit wordt getrokken, omdat er twee banden per knie zijn. Hierbij wordt aangenomen dat de kracht in de mediale band van de Back-Up even groot is. Het oppervlak waarover deze kracht verdeeld wordt, is ongeveer 25 cm² (5 cm x 5 cm). De druk ligt dus tussen 1.2 en 2 N/cm² (=12-20 kPa) onder de band die om onderbeen/knie loopt.

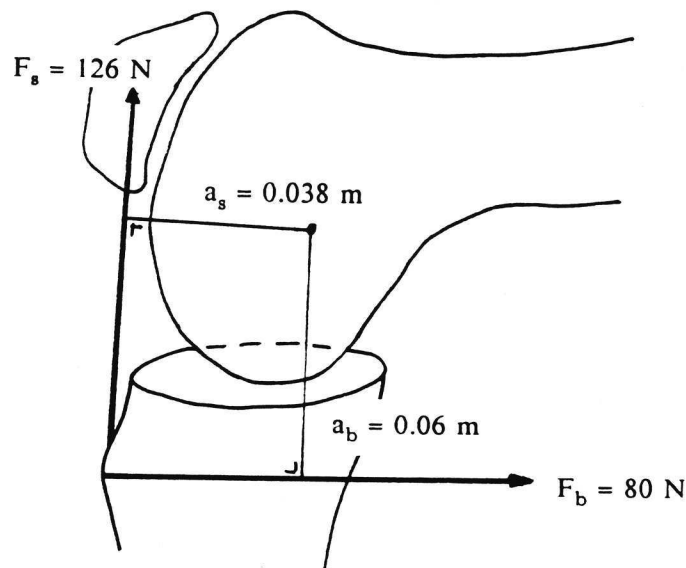
4.4 Discussie

4.4.1 Belasting van het kniegewricht

Ekholm et al. (1984) geven een overzicht van de literatuur van gevonden maximale momenten (zie tabel 4.1). De band van de Back-Up trekt met een kracht van 60 - 100 N de tibia naar achteren. Flexie zou

het gevolg zijn. Dit is echter onmogelijk door de wrijving van de voet met de grond of door een tegenwerkende kracht vanuit de spieren die het onderbeen strekken. Het flecterend moment van de gordel ligt dan in de orde van grootte van 4-6 Nm ($M = F \times a = 80 \times 0.06 = 4.8$ Nm; de momentarm van de gordel tot het rotatiepunt is geschat op 0.06 m. (zie figuur 4.3)). Het strekkend moment wat door de spieren geleverd wordt, ligt in dezelfde grootte, aannemende dat de m. quadriceps femoris dit moment compenseert. Vergeleken met de momenten in de literatuur is dit zeer klein (zie tabel 4.1) en een nadelig effect is op grond van dit moment niet te verwachten.

Figuur 4.3 Berekening van het moment op de knie; F_b =kracht van de Back-Up band; F_s = kracht geleverd door de m. quadriceps femoris; a=momentarm



4.4.2 Invloed van de belasting op de kruisbanden

De Back-Up trekt het onderbeen met een kracht van 60 - 100 N achterwaarts onder het bovenbeen. Piziali et al. (1980) beschrijven dat de achterste kruisband met name deze verplaatsing compenseert. Een kracht van 560 N op het onderbeen in achterwaartse richting werd voor 93% opgevangen door de achterste kruisband. Dit is weliswaar gemeten met een gestrekt been, maar Crowninshield et al. (1980) beschrijven dat de lengte van de voorste vezels van de achterste kruisband en de collaterale banden ongeveer gelijk blijft bij toenemende flexie. Bij 560 N blijven de vezels intact. Noyes et al. (1984) beschrijven dat de achterste kruisband pas kapot gaat bij krachten rond de 1700 N. Bij de kracht veroorzaakt door de Back-Up zullen de knieligamenten dus ook intact blijven. Alhoewel lange termijn effecten onbekend blijven.

4.4.3 Invloed op tibiaal bindweefsel

De druk op de huid door de band ligt tussen de 12 en 20 kPa (=kN/mm²). Kirsch et al. (1980) beschrijven dat bij een druk van 2 kPa (15 mm HG) de deformatie in het weefsel minder dan 10% is. Deze deformatie wordt als fysiologisch beschouwd, dat wil zeggen dat dit normaal gesproken binnen het lichaam ook voor kan komen. Guyton et al. (1975) geven een vergelijkbare waarde aan (< 2 kPa) als normaal. Daarboven wordt het vloeistoftransport bemoeilijkt. Husain (1953) beschrijft dat er boven de 14 kPa (105 mm Hg) irritatie en roodheid van de huid ontstaat. Bij een expositieduur langer dan 2 uur ontstaat zelfs subcutaan oedeem en ontsteking van huid en onderliggend bindweefsel. Holewijn (1990) beschrijft dat de huiddruk onder de schouderbanden van een rugbepakking niet boven de 10 kPa (75 mm Hg) mag komen. Bij de tuberositas tibiae van het onderbeen is echter meer druk toelaatbaar dan bij de schouder (Kirsch et al., 1980). De grens van 14 kPa moet echter niet overschreden worden. Dit kan wel gebeuren wanneer de Back-Up gedragen wordt.

4.5 Conclusie

Het dragen van de Back-Up belast het kniegewricht en de kruisbanden zeer gering in vergelijking tot belastingen die voorkomen tijdens normale activiteiten als lopen. Ook de kruisbanden worden weinig belast in vergelijking tot maximaal toelaatbare waarden. De belasting op het weefsel voor de tuberositas tibiae (bovenkant onderbeen) is wel te hoog. De druk op dit weefsel ligt rondom de grens van wat wel en wat niet acceptabel wordt gevonden.

5. ALGEMENE DISCUSSIE EN AANBEVELINGEN

5.1 Inleiding

In de voorgaande hoofdstukken zijn diverse effecten van het zitten met een Back-Up beschreven. In dit hoofdstuk wordt een overzicht van de gevonden resultaten gegeven en per lichaamsregio worden de overeenkomsten en de verschillen tussen de gevonden resultaten beschreven. Voorts zijn aanbevelingen geformuleerd.

5.2 Overzicht van de resultaten

Het effect van de Back-Up is in deze studie vastgesteld op 34 variabelen (zie tabel 5.1). Drie variabelen werden significant positief beïnvloed door de Back-Up. Twee werden significant negatief beïnvloed door de Back-Up.

Het meest positieve effect van de Back-Up is terug te vinden in de hoofd/nekregio en in de midden/hoge rug. Van de zes variabelen, die het hoofd/nek gebied betroffen, werden vier positief beïnvloed (waarvan *één significant*) en twee gelijk gebleven. Acht variabelen hebben betrekking op het gebied midden en hoog in de rug. Zeven werden positief beïnvloed en één gelijk gebleven. Dit is niet volgens de verwachtingen. Vooraf werden met name effecten verwacht in de lage rug, omdat de gordel daar aangebracht wordt. Ook de proefpersonen waren verbaasd dat ze minder moe werden boven in de rug en in de nek, terwijl zij het effect verwachten in de lage rug (zie § 3.4).

Het effect op de lage rug is minder éénduidig. Zeven variabelen hebben betrekking op de lage rug. Hiervan werden er drie positief beïnvloed (waarvan *één significant*) en vier gaven een negatieve invloed van de Back-Up te zien. Toename van het EMG tijdens dragen van de Back-Up is debet aan de negatieve invloed. De vraag is of deze toename tot klachten leidt, wanneer de Back-Up een beperkt deel van de dag gedragen wordt. Tezamen met het resultaat dat er een afname in andere regio's te vinden is, zorgt de Back-Up in ieder geval voor een afwisseling in belasting.

Eén variabele had betrekking op de regio van nek en romp samen. Deze werd *significant* positief beïnvloed door de Back-Up. Het totale effect op de romp/nek van de Back-Up wordt dus blijkbaar als positief ervaren, ondanks een toename van het EMG laag in de rug. Wellicht is dit te wijten aan de keuze van beeldschermwerk. Bij beeldschermwerk ontstaan namelijk met name klachten in de nekregio en afname van de belasting in de nek kan dus als belangrijk ervaren worden in dit werk.

Tabel 5.1 Overzicht van de resultaten. + betekent een positief effect van de Back-Up, - een negatief effect, -- niet toelaatbaar, = geen verschil, * houdt een significant verschil in

specifieke maten		algemene maten	
• EMG:		• ervaren houding:	
- C7	+	- hoofd	=
- T8	+	- nek	+
- L1 lat	-	- hoge rug	=
- L1 med	-	- lage rug	+*
- L3	-		
- L5	-	• volhoudtijd:	
		- VHT	=
• knie:		• vermoeidheid:	
- moment	-	- macrobewegingen	+
- kruisbanden	-		
- weefsel	--	• eendoordeel:	
• hoofd-/romphouding:		- steun rug/nek	+
- hoofd	+*	- bewegingsvrijheid	-
- nek	+	- dragen als beschikbaar	-
- romp	+		
- stand thorax	+		
- vorm thorax	+		
- T11	+		
- lage rug	+		
• lokaal ervaren ongemak			
- nek	+		
- hoge rug	+		
- middenrug	+		
- lage rug	+		
- bovenbenen	-		
- onderbenen	-*		
- rug + nek	+*		
- benen	-*		
- totale lichaam	-		

Het meest negatieve resultaat van de Back-Up is te vinden in onderbeen/knie. Zes variabelen hebben betrekking op de knie. Alle zes variabelen werden negatief beïnvloed door het dragen van de Back-Up (waarvan twee significant). De druk van de gordel op onderbeen/ knie is hier de oorzaak van.

Dat de Back-Up zowel positieve effecten als negatieve effecten heeft komt ook tot uitdrukking in de vijf variabelen, die betrekking hebben op de totaalscore. Twee variabelen werden positief beïnvloed, twee bleven gelijk en één werd negatief beïnvloed door het dragen van de Back-Up.

5.3 Belasting per regio

5.3.1 Belasting in de nek

In de nek zijn de positieve effecten van de Back-Up het meest duidelijk. De stand van het hoofd wordt significant gunstiger. Het hoofd wordt ongeveer twee graden geroteerd ten opzichte van de zwaartelij, zodat er minder kracht van de rugspieren nodig is om het hoofd rechtop te houden. Dit is ook bevestigd door de EMG metingen. Het RA-EMG neemt af in de nek. Ervaren ongemak en houding vertonen ook een trend in de goede richting, wat hiermee in overeenstemming is.

5.3.2 Belasting van de middenrug en bovenin de rug

De stand van de thoracale wervelkolom vertoont ook een trend waarbij de romp ongeveer anderhalve graad rechterop (meer verticaal) komt te staan. De afname van het RA-EMG in de middenrug correspondeert hiermee. De kracht die nodig is van de rugspier op middenrugniveau is namelijk minder wanneer de stand van de romp verticaler wordt. Ook wordt dit subjectief als positief ervaren. Het ervaren ongemak wordt minder tijdens dragen van Back-Up.

5.3.3 Belasting van de lage rug

Bij de vier elektroden neemt het RA-EMG toe tijdens het dragen van de Back-Up. Dit is niet in overeenstemming met het resultaat dat de houding laag in de rug en het ervaren ongemak in de lage rug positief wordt beïnvloed.

Toename in EMG kan verklaard worden doordat het RA-EMG nodig is om het voorwaartsbuigend moment van de Back-Up te compenseren. De gordel trekt als het ware de romp naar voren en de lage rugspier trekt de romp naar achteren. De houding hoeft daarbij niet te veranderen, omdat beide krachten gelijk zijn. Deze variatie in belasting kan prettiger aanvoelen. Dit laatste is in overeenstemming met de significante verbetering in ervaren houding in de lage rug.

5.3.4 Belasting van de benen

Zowel uit de krachtmetingen als uit de metingen naar ervaren ongemak is duidelijk dat de kniebelasting te hoog is. Wanneer de proefpersonen een uur in de Back-Up hadden gezeten waren soms rode striemen zichtbaar. In de bovenbenen (met name de achterzijde en de billen) nam het ongemak toe met de Back-Up. Dit kan ontstaan zijn door een beperking in bewegingsvrijheid, waardoor het zitvlak eenzijdig wordt belast, maar ook de ondergrond (stoelzitting) kan hier een bijdrage aan geleverd hebben. De belasting van de knie werd zo hoog gescoord dat het ervaren ongemak in het hele lichaam zelfs in een negatieve trend resulteerde. Dit betekent dat het ongemak in de knie groter was dan het gemak in de rug/nek.

5.4 Aanbevelingen

Het uitvoeren van beeldschermwerk met de Back-Up heeft een gunstige invloed op de belasting van nek en bovenrug, maar een negatief effect op de belasting van de benen. Hieronder worden een aantal suggesties gegeven voor verbetering van het ontwerp van de Back-Up en voor instructie. De eerste suggestie inzake het ontwerp heeft prioriteit, omdat daarmee de belasting vermindert en de kans op verkeerd gebruik wordt gereduceerd. Bovendien vervalt dan de instructie over vermindering van de kniebelasting en de kans op een succesvolle introductie wordt vergroot.

- Een aanbeveling ten aanzien van het ontwerp is om het contactvlak tussen de gordel en de knie te vergroten. Met name vergroting van de breedte van de gordel en het kussentje op de knie zal een groot effect hebben. Wanneer de gordel bijvoorbeeld 12.5 cm in plaats van 5 cm breed is komt de maximale druk op het onderbeen in plaats van 20 rond de 8 kPa te liggen en dat is onder de grens van wat wel en niet acceptabel is.
- Een andere aanbeveling voor het ontwerp is de gordel rondom de knie langer te maken. Voor lange proefpersonen bleek de band nog maar net te passen, strak trekken werd daardoor bemoeilijkt.
- Een aanbeveling inzake de instructie is dat het negatieve effect van de kniebelasting zoveel mogelijk beperkt zal moeten worden. Bij een introductie van de Back-Up is het belangrijk te wijzen op het optreden van dit negatieve effect en hoe dit voorkomen kan worden. Dit houdt in dat de Back-Up-drager moet weten dat de gordel niet te strak aangetrokken moet worden en niet langer dan bijvoorbeeld een half uur achtereen gedragen moet worden.

-
- Omdat het effect van de Back-Up ook een verhoging van het EMG op de lage rug inhoudt, is het belangrijk dat de Back-Up gezien wordt als een hulpmiddel om de houding af te wisselen. Ook hiervoor geldt dat de Back-Up gedurende korte tijd van de dag gedragen moet worden.
 - De Back-Up lijkt met name geschikt voor werkplekken waar nekklachten en klachten hoog in de rug kunnen ontstaan, zoals beeldschermwerk. Zoals in hoofdstuk 1.3 beschreven is, behoort het tot de taak van deskundigen in de bedrijfsgezondheidszorg en de ergonomie om statische werkhoudingen te signaleren en te beoordelen om in preventieve zin te kunnen adviseren over alternatieve of nieuwe werkplekken. De Back-Up kan een bijdrage leveren aan het oplossen van het probleem van statische werkhouding, doordat het voor een afwisseling in houding kan zorgen en de belasting in de nek reduceert.
 - Bij de introductie dient rekening te worden gehouden met een aantal nadelen die worden genoemd door de gebruikers van de Back-Up (zie § 3.3.5).

6. ERVAREN ONGEMAK, ERVAREN HOUDING EN DRUK OP DE KNIE BIJ DE VERNIEUWDE BACK-UP

6.1 Inleiding

Het eerste deel van het onderzoek, dat beschreven werd in de voorgaande hoofdstukken, wees uit dat de Back-Up over het algemeen een gunstig effect heeft op de belasting van de nek en bovenrug bij een tekstverwerkingstaak. Daarnaast bleek ook dat bij het dragen van de Back-Up de kniebelasting van het weefsel tussen bot en gordel op de grens van het aanvaardbare niveau ligt en dat er met Back-Up meer ongemak ervaren wordt in het onderbeen dan zonder Back-Up.

Om dit bezwaar weg te nemen werd een nieuwe Back-Up ontwikkeld (verder "Back-Up2" genoemd ter onderscheid van de eerste versie, "Back-Up1"). Bij Back-Up2 is het contactvlak tussen de knieband en de knie vergroot door een kniekussentje toe te voegen (zie figuur 3.1) zodat de druk op de knie over een groter oppervlak (50 cm² in plaats van 25 cm²) wordt verdeeld. Daarnaast wordt in nieuwe instructies aangegeven hoe de Back-Up bevestigd dient te worden (zie bijlage 2).

In het hier beschreven onderzoek is nagegaan of Back-Up2 en de instructies het gewenste effect hebben. De **vraagstelling** van het onderzoek luidt:

Wordt de belasting op de knie beïnvloed door een instructie en door een groter contactvlak tussen onderbeen/knie en band bij het dragen van de herziene Back-Up tijdens beeldschermwerk en wat is het effect op de belasting van rug en nek van de herziene Back-Up ten opzichte van zitten zonder Back-Up?

Daarnaast is gekeken naar het effect van de vernieuwde instructies alleen op de belasting van knieën, rug en nek (bij het dragen van Back-Up1).

Omdat men zou kunnen verwachten dat de kniebanden strakker worden aangetrokken als ze minder ongemak veroorzaken, is tevens gecontroleerd of men de kniebanden bij beide Back-Ups even strak aantrekt.

In § 6.2 wordt de methode van onderzoek beschreven. De resultaten worden weergegeven in § 6.3 en verder besproken in § 6.4. Conclusies en aanbevelingen met betrekking tot de toepassing van de Back-Up staan in § 6.5.

6.2 Methode

Voorzover de methoden van dit onderzoek overeenkomen met de methoden die in het eerste onderzoek werden gehanteerd, zal voor een beschrijving van de methoden worden verwezen naar de voorgaande hoofdstukken.

Het onderzoek vond plaats in een kamer waar normaal ook beeldschermwerk wordt uitgevoerd (zie figuur 6.1).

Figuur 6.1 De onderzoeksruijnte en de nieuwe Back-Up



6.2.1 De proefpersonen

Elf proefpersonen zijn opgeroepen voor dit onderzoek. Eén van hen liet weten, nadat hij de Back-Up thuis uitgeprobeerd had, niet mee te willen doen aan het onderzoek omdat hij vond dat hij te weinig bewegingsvrijheid had door de Back-Up. Tien beeldschermwerkers voerden drie maal een tekstverwerkingstaak uit zonder Back-Up (met een normale bureaustoel), met Back-Up1 en met Back-Up2. De tien

proefpersonen (vijf mannen en vijf vrouwen) hadden minimaal 1.5 jaar en gemiddeld 3.7 jaar ervaring met tekstverwerking op een PC. Vier van hen konden goed "blind" typen*, zes niet of nauwelijks. Geen van de deelnemers was in de afgelopen 12 maanden behandeld wegens klachten aan het bewegingsapparaat. Gegevens over leeftijd, ervaring met tekstverwerking, lichaamslengte en lichaamsgewicht staan vermeld in tabel 6.1.

Tabel 6.1 Gemiddelde, standaarddeviatie (sd) en minimum en maximum waarde (bereik) van enkele kenmerken van de proefpersonen (5 mannen en 5 vrouwen)

	gemiddelde	sd	bereik
leeftijd (jaren)	25.3	5.8	21 - 40
ervaring met tekstverwerking (jaren)	3.7	1.6	1.5 - 6
lichaamslengte mannen (cm)	182.9	7.3	173 - 190
lichaamslengte vrouwen (cm)	170.4	1.7	168 - 172
lichaamslengte totaal (cm)	176.7	8.3	168 - 190
lichaamsgewicht mannen (kg)	71.2	9.7	62 - 85
lichaamsgewicht vrouwen (kg)	61.2	5.6	56 - 70
lichaamsgewicht totaal (kg)	66.2	9.1	56 - 85

6.2.2 De onafhankelijke variabele

De onafhankelijke variabelen in dit onderzoek zijn het gebruik van de nieuwe Back-Up (Back-Up2) bij een tekstverwerkingstaak en de instructies voor het gebruik van de Back-Up. Er zijn drie condities: het uitvoeren van een beeldschermtaak zonder Back-Up, met Back-Up1 (en instructies) en met Back-Up2 (en instructies). In alle drie de condities wordt gebruik gemaakt van een instelbare bureaustoel met lumbaalsteun.

De uit te voeren taak duurde één uur (voor alle drie de condities). De taak bestond uit het invoeren van een concept-tekst gedurende 30 minuten en het bewerken van een tekst, wederom gedurende 30 minuten. De bewerking hield in het verwijderen van fouten uit een op beeldscherm aangeboden tekst.

De werkplek (hoogte van de stoel, het toetsenbord en het beeldscherm en voorwaartse afstand van het beeldscherm) werd vooraf door de proefleider ingesteld, zodanig dat de bovenbenen horizontaal en romp en onderbenen verticaal waren. De instructies voor de werkplekinstelling staan in bijlage 3. De instelling werd in de verschillende condities gelijk gehouden.

* Het is belangrijk om te weten of men blind typt omdat daardoor naar verwachting de hoofdhouding en de mate van statische belasting wordt beïnvloed. Iemand die niet blind typt zal het blikveld vaker van de concept-tekst naar het toetsenbord switchen.

6.2.3 De afhankelijke variabelen

De afhankelijke variabelen in dit onderzoek zijn het lokaal ervaren ongemak en de ervaren houding tijdens het uitvoeren van een tekstverwerkingstaak en een eindoordeel over de beide Back-Ups. Daarnaast is via krachtmetingen gecontroleerd of de kniebanden van beide Back-Ups even strak werden aangetrokken en werd er berekend hoe groot de druk van de banden op onderbeen/knie is. De methoden die zijn gebruikt om deze variabelen te meten worden besproken in deze paragraaf.

Lokaal Ervaren Ongemak en Ervaren Houding

Aan de proefpersoon werd gevraagd om, zowel vóór als ná de drie condities, de mate van het lokaal ervaren ongemak in verschillende lichaamsdelen aan te geven op een formulier. Na ieder uur werken werd bovendien gevraagd een waardering te geven van de ervaren houding van bovenrug, onderrug, hoofd en nek tijdens het werk. Voor een beschrijving van de methoden "Lokaal Ervaren Ongemak" en "Ervaren Houding" wordt verwezen naar § 3.2.3 en bijlage 1.

Eindoordeel

Na afloop van de drie condities werd aan iedere proefpersoon gevraagd een gemotiveerd eindoordeel in te vullen over het dragen van de beide Back-Ups tijdens beeldschermwerk. De exacte formulering van de vragen staat in bijlage 4.

Kniebelasting

Een unster is geschikt gemaakt om de kracht in de band van de Back-Up te registreren. Tijdens het werken met Back-Up1 en Back-Up2 is per proefpersoon 5 maal (met 15 minuten tussentijd) de kracht afgelezen. Voor de analyse werden de gemiddelde en de maximale krachten tijdens het dragen van Back-Up1 en Back-Up2 gebruikt. De druk die de knieband op het onderbeen uitoefent is berekend uit de kracht op de knieband en de grootte van het contactvlak. Het contactoppervlak van Back-Up1 is 25 cm² en van Back-Up2 50 cm². Als grenswaarde voor de toelaatbare belasting van de samendrukking van weefsel wordt de waarde van 1.4 N/cm² genomen (zie hoofdstuk 4.4). Deze waarde dient niet overschreden te worden.

6.2.4 Meetprocedure

Vorbereidingen

De voorbereidingen waren gelijk aan die in het eerste onderzoek (zie § 3.2.4), met het verschil dat de mondelinge en schriftelijke instructies voor toepassing van de methode Lokaal Ervaren Ongemak werden gegeven op de dag dat de Back-Up aan de proefpersonen werd meegegeven, in plaats van op de dag van het onderzoek. De nieuwe instructies voor het gebruik van de Back-Up werden mondeling en schriftelijk gegeven.

Metingen

Bij vijf proefpersonen vonden de metingen 's morgens plaats en bij de andere vijf 's middags. Tijdens de *eerste* en *laatste* werkperiode werd steeds één van de twee Back-Ups gedragen (op een gewone bureaustoel met lumbaalsteun). Vijf deelnemers begonnen met Back-Up1 en de andere vijf met Back-Up2. Tijdens de tweede werkperiode werd alleen de bureaustoel gebruikt.

Bij binnenkomst werden eerst enkele individuele gegevens verzameld en zonodig vragen over het onderzoek beantwoord. Daarna startte het onderzoek.

Per conditie (dus drie maal) werd gedurende één uur een tekstverwerkingstaak uitgevoerd. Na ieder uur werd vijftien minuten gepauzeerd.

Het lokaal ervaren ongemak werd vóór en ná beide werkperioden door de deelnemers op een formulier ingevuld. Na iedere werkperiode werd tevens de ervaren houding genoteerd. In de eerste en laatste werkperiode las de proefleider vijf maal de kracht af op de unster in de knieband van de Back-Up en noteerde deze. Na afloop van het onderzoek werd mondeling gevraagd of men de Back-Up zelf zou aanschaffen en of men deze zou dragen als de werkgever hem beschikbaar zou stellen.

6.2.5 Analyse van de gegevens

De gehanteerde methoden voor het analyseren van de resultaten van lokaal ervaren ongemak en ervaren houding zijn gelijk aan die in het eerste onderzoek, en staan beschreven in § 3.2.5. Of de kracht op de kniebanden bij Back-Up2 even groot was als bij Back-Up1 is getest met een Student T-test voor gepaarde waarnemingen ($p=.05$).

6.3 Resultaten

6.3.1 Lokaal ervaren ongemak en ervaren houding

In tabel 6.2, 6.3 en 6.4 staan de resultaten van lokaal ervaren ongemak en ervaren houding zonder Back-Up en met Back-Up1 (tabel 6.2), zonder Back-Up en met Back-Up2 (tabel 6.3) en met Back-Up1 en Back-Up2 (tabel 6.4). Het ervaren ongemak na iedere werkperiode is verminderd met het ongemak voorafgaande aan die werkperiode. Lage waarden zijn gunstig.

Back-Up1 versus bureaustoel

Uit tabel 6.2 blijkt dat het dragen van Back-Up1 tijdens beeldschermwerk leidt tot een niet significante afname van ongemak in alle rug- en nekgebieden behalve in de lage rug waar het ongemak juist iets toeneemt. Het effect op het maximale ongemak is van meer betekenis. De afname in *maximaal* ervaren ongemak in de rug/nekgebieden met Back-Up is significant ($p < .05$). Zowel in de boven- als in de onderbenen leidt het dragen van Back-Up1 tot een geringe, niet significante toename van ongemak. Voor de onderbenen/knieën is dit verschil net niet significant ($p = .068$). In het eerste onderzoek was dit verschil wel significant (zie § 3.3.5). Het totale ongemak in benen, rug en nek is (niet significant) groter als Back-Up1 wordt gedragen.

Er is een trend zichtbaar in de ervaren houding van hoofd, nek, hoge en lage rug, die iets gunstiger beoordeeld worden als Back-Up1 wordt gedragen dan zonder Back-Up. Voor de hoge rug is tijdens het dragen van Back-Up1 de ervaren houding significant beter ($p < .05$).

Tabel 6.2 Het gemiddelde ervaren ongemak en de medianen¹ van ervaren houding (en minimum en maximum waarden) na een uur werken zonder Back-Up en met Back-Up1 (n=10). Lage waarden voor ervaren ongemak en ervaren houding zijn gunstig. De resultaten van de Wilcoxon test zijn weergegeven in z- en p-waarden. Significante verschillen worden aangegeven met * (p<.05)

LOKAAL ERVAREN ONGEMAK	zonder Back-Up		met Back-up1		Wilcoxon test	
	gemiddeld	min - max	gemiddeld	min - max	z-waarde	p-waarde
nek	2.3	(0 - 8.0)	2.1	(0 - 15.0)	-0.51	0.612
hoge rug	0.3	(0 - 3.0)	0.3	(0 - 1.5)	0	1
midden rug	0.7	(0 - 5.0)	-0.2	(-2.0 - 0)	-1.34	0.180
lage rug	1.5	(-0.5 - 7.0)	2.1	(-1.0 - 12.0)	0.25	0.800
totaal rug/nek	4.8	(0 - 11.0)	4.2	(-1.0 - 28.5)	-1.60	0.110
maximum rug/nek	1.8	(0.5 - 3.5)	1.0	(0 - 4.0)	-2.19	0.028*
bovenbenen/billen	1.4	(0 - 7.0)	3.7	(0 - 14.0)	-1.10	0.272
onderbenen/knieën	0.6	(0 - 4.0)	1.5	(0 - 5.0)	-1.83	0.068
totaal benen	2.0	(0 - 8.0)	5.2	(0 - 17.0)	-1.36	0.173
maximum benen	0.8	(0 - 3.0)	1.7	(0 - 5.0)	-1.47	0.142
hele lichaam	8.3	(0 - 24.5)	11.5	(0 - 58.0)	-0.28	0.780

ERVAREN HOUDING	zonder Back-Up		met Back-Up1		Wilcoxon test	
	mediaan ¹	min - max	mediaan ¹	min - max	z-waarde	p-waarde
hoofd	3.0	(1.0 - 5.0)	2.5	(1.0 - 4.0)	-1.60	0.109
nek	3.5	(2.0 - 5.0)	3.0	(1.0 - 6.0)	-0.94	0.345
hoge rug	3.0	(2.0 - 5.0)	3.0	(1.0 - 3.0)	-2.02	0.043*
lage rug	3.5	(2.0 - 5.0)	3.0	(1.0 - 5.0)	-1.53	0.126

¹ Omdat de ervaren houding een ordinaal gegeven is, worden medianen gepresenteerd in plaats van gemiddelden. De mediaan geeft de waarde aan van de middelste waarneming.

Back-Up2 versus bureaustoel

Het gebruik van Back-Up2 geeft een vergelijkbaar beeld als het dragen van Back-Up1, maar de effecten zijn iets minder sterk, zo blijkt uit tabel 6.3. Het ervaren ongemak neemt af in de nek, midden en hoge rug, en neemt toe in de bovenbenen en lage rug bij het dragen van de Back-Up. Deze verschillen zijn niet significant. Het ervaren ongemak in de onderbenen/knieën is bij Back-Up2 en zonder Back-Up gelijk. Net als bij Back-Up1 wordt de ervaren houding van hoofd, nek, hoge en lage rug gunstiger beoordeeld met Back-Up2 dan zonder Back-Up. Dit verschil is bijna significant voor de hoge rug (p=.059).

Tabel 6.3 Het gemiddelde ervaren ongemak en de medianen van ervaren houding (en minimum en maximum waarden) na een uur werken zonder Back-Up en met Back-Up2 (n=10). Lage waarden voor ervaren ongemak en ervaren houding zijn gunstig. De resultaten van de Wilcoxon test zijn weergegeven in z- en p-waarden. Significante verschillen worden aangegeven met * ($p < .05$)

LOKAAL ERVAREN ONGEMAK	zonder Back-Up		met Back-up2		Wilcoxon test	
	gemiddeld	min - max	gemiddeld	min - max	z-waarde	p-waarde
nek	2.3	(0 - 8.0)	1.6	(0 - 8.0)	-1.35	0.178
hoge rug	0.3	(0 - 3.0)	0.2	(0 - 2.0)	-0.45	0.655
midden rug	0.7	(0 - 5.0)	0	(0 - 0)	-1.34	0.180
lage rug	1.5	(-0.5 - 7.0)	3.0	(-0.5 - 19.0)	-0.42	0.674
totaal rug/nek	4.8	(0 - 11.0)	4.8	(-0.5 - 27.0)	-0.66	0.508
maximum rug/nek	1.8	(0.5 - 3.5)	1.5	(0 - 6.0)	-0.70	0.483
bovenbenen/billen	1.4	(0 - 7.0)	4.1	(0 - 16.0)	-1.57	0.116
onderbenen/knieen	0.6	(0 - 4.0)	0.6	(0 - 4.0)	0	1
totaal benen	2.0	(0 - 8.0)	4.7	(0 - 16.0)	-1.19	0.234
maximum benen	0.8	(0 - 3.0)	2.0	(0 - 6.0)	-1.47	0.142
hele lichaam	8.3	(0 - 24.5)	10.5	(2.0 - 33.0)	-0.97	0.333

ERVAREN HOUDING	zonder Back-Up		met Back-Up2		Wilcoxon test	
	mediaan	min - max	mediaan	min - max	z-waarde	p-waarde
hoofd	3.0	(1.0 - 5.0)	2.0	(1.0 - 4.0)	-1.60	0.109
nek	3.5	(2.0 - 5.0)	3.0	(1.0 - 5.0)	-1.34	0.180
hoge rug	3.0	(2.0 - 5.0)	3.0	(2.0 - 3.0)	-1.89	0.059
lage rug	3.5	(2.0 - 5.0)	3.0	(1.0 - 5.0)	-0.73	0.463

Back-Up1 versus Back-Up2

Er zijn geen significante verschillen in ervaren ongemak en ervaren houding bij het dragen van Back-Up1 en Back-Up2 tijdens tekstverwerking op een PC, zo blijkt uit tabel 6.4. Het ervaren ongemak in de onderbenen is kleiner (niet significant) bij Back-Up2 dan bij Back-Up1.

Tabel 6.4 Het gemiddelde ervaren ongemak en de medianen van ervaren houding (en minimum en maximum waarden) na een uur werken met Back-Up1 en met Back-Up2 (n=10). Lage waarden voor ervaren ongemak en ervaren houding zijn gunstig. De resultaten van de Wilcoxon test zijn weergegeven in z- en p-waarden. Significante verschillen worden aangegeven met * ($p < .05$)

LOKAAL ERVAREN ONGEMAK	met Back-Up1		met Back-up2		Wilcoxon test	
	gemiddeld	min - max	gemiddeld	min - max	z-waarde	p-waarde
nek	2.1	(0 - 15.0)	1.6	(0 - 8.0)	-0.37	0.715
hoge rug	0.3	(0 - 1.5)	0.2	(0 - 2.0)	-0.45	0.655
midden rug	-0.2	(-2.0 - 0)	0	(0 - 0)	-1	0.317
lage rug	2.1	(-1.0 - 12.0)	3.0	(-0.5 - 19.0)	-0.83	0.407
totaal rug/nek	4.2	(-1.0 - 28.5)	4.8	(-0.5 - 27.0)	-0.71	0.476
maximum rug/nek	1.0	(0 - 4.0)	1.5	(0 - 6.0)	-1.33	0.183
bovenbenen/billen	3.7	(0 - 14.0)	4.1	(0 - 16.0)	-0.94	0.345
onderbenen/knieën	1.5	(0 - 5.0)	0.6	(0 - 4.0)	-1.27	0.205
totaal benen	5.2	(0 - 17.0)	4.7	(0 - 16.0)	-0.56	0.575
maximum benen	1.7	(0 - 5.0)	2.0	(0 - 6.0)	-0.94	0.345
hele lichaam	11.5	(0 - 58.0)	10.5	(2.0 - 33.0)	-0.53	0.594

ERVAREN HOUDING	met Back-Up1		met Back-Up2		Wilcoxon test	
	mediaan	min - max	mediaan	min - max	z-waarde	p-waarde
hoofd	2.5	(1.0 - 4.0)	2.0	(1.0 - 4.0)	-1.34	0.180
nek	3.0	(1.0 - 6.0)	3.0	(1.0 - 5.0)	-0.54	0.590
hoge rug	3.0	(1.0 - 3.0)	3.0	(2.0 - 3.0)	-0.37	0.715
lage rug	3.0	(1.0 - 5.0)	3.0	(1.0 - 5.0)	-0.94	0.345

6.3.2 Eindoordeel

Het verwerken van tekst op de PC met Back-Up1 werd 1 keer "veel beter", 5 keer "beter", 3 keer "even goed" en 1 keer slechter bevonden dan werken zonder Back-Up. Over de hele groep gezien is er dus een voorkeur voor Back-Up1 boven de gewone stoel.

Als *voordeel* van Back-Up1 wordt genoemd:

- de Back-Up geeft meer steun aan hoofd, nek en rug (zowel bovenrug als onderrug worden genoemd) waardoor minder vermoeidheid optreedt.

Als *nadeel* van Back-Up1 wordt genoemd:

- door de Back-Up wordt de bewegingsvrijheid beperkt, waardoor men last van het zitvlak (achterzijde bovenbenen en billen) krijgt. Voor één van de oorspronkelijk geselecteerde proefpersonen was de bewegingsbeperking zelfs een reden om bij nader inzien niet aan het onderzoek te willen meedoen;
- de kniebanden veroorzaken druk op/irritatie van de huid.

Het werken met Back-Up2 beviel 1 proefpersoon "veel beter" dan zonder Back-Up, 3 proefpersonen "beter", 2 "even goed" en 4 "slechter". Over de hele groep gezien is er dus nauwelijks of geen voorkeur voor de Back-Up2 of de gewone stoel. Dezelfde voor- en nadelen als bij Back-Up1 worden genoemd.

Op de vraag welke van de twee Back-Ups beter beviel werd 8 keer voorkeur uitgesproken voor Back-Up1, 1 keer voor Back-Up2 en 1 keer geen voorkeur.

Back-Up1 beviel dus beter dan Back-Up2. Door de proefpersonen (die beide Back-Ups in verschillende volgorde kregen aangeboden) werden daarvoor de volgende redenen gegeven:

- drie proefpersonen zeiden in het laatste uur meer behoefte aan de Back-Up te hebben gehad; één van hen waardeerde de laatst gedragen Back-Up daardoor beter en vond de eerst gedragen Back-Up juist bewegingsbeperkend; twee van hen zeiden de Back-Up in het laatste uur strakker te hebben aangetrokken waardoor één meer steun ondervond in de rug en de ander juist meer ongemak in de onderbenen/knieën. Uit de krachtgegevens bleek dat maar één van hen inderdaad de Back-Up in het laatste uur strakker had aangetrokken;
- één van de proefpersonen zei dat hij de Back-Up in de laatste werkperiode minder hoefde bij te stellen (hetgeen waarschijnlijk een leereffect was);
- de extra kniekussentjes van Back-Up2 veroorzaakten bij één proefpersoon irritatie van de huid; bij een ander meer druk op de knie/ het onderbeen (de kracht op de kniebanden bij deze proefpersoon bleek achteraf bij Back-Up2 gemiddeld 1.2 kg groter dan bij Back-Up1);
- twee proefpersonen meldden een toegenomen last van het zitvlak in het laatste uur.

De proefpersoon die een voorkeur had voor Back-Up2 gaf als reden dat de verbeterde kniekussentjes beter bevielen.

Ook wordt door de proefpersonen genoemd dat de instelling van stoel en werkblad al een hele verbetering is ten opzichte van de situatie die men gewend is.

Op de vraag of men zelf de Back-Up zou aanschaffen (als men overwegend beeldschermwerk zou uitvoeren) antwoordden 2 personen "ja", 2 "misschien", 3 "ik denk het niet" en 3 "nee". Als de Back-Up door de werkgever beschikbaar zou worden gesteld zeiden 6 personen dat ze de Back-Up "af en toe" zouden dragen bij langere werkperiodes, aan het einde van de dag of bij een vermoeide rug, 2 proefpersonen zouden de Back-Up "waarschijnlijk wel" dragen, 1 "waarschijnlijk niet" en 1 "alleen als het verplicht is".

6.3.3 Kniebelasting

De *gemiddelde* kracht in de band bij Back-Up1 is 19 N (sd = 9.9 N) en bij Back-Up2 20 N (sd = 10.2 N). Dit verschil in kracht op de kniebanden bij Back-Up1 en Back-Up2 is niet significant ($T = -0.38$; $p = 0.35$). De *maximaal* gemeten kracht is 41 N zittend in Back-Up1 en 45 N in Back-Up2. De druk op het weefsel tussen knie/tuberositas tibiae en band is dan maximaal 1.6 N/cm² bij Back-Up1 en maximaal 0.9 N/cm² bij Back-Up2.

6.4 Discussie

6.4.1 Lokaal ervaren ongemak en ervaren houding

Het effect van beide Back-Ups op ervaren ongemak en ervaren houding

Het dragen van de Back-Up (zowel Back-Up1 als Back-Up2) geeft een trend te zien die wijst op positieve effecten op het ongemak in de nek, hoge en midden rug, positieve effecten op de ervaren houding van hoofd, nek, hoge en lage rug, en een negatief effect op ervaren ongemak van de bovenbenen. Back-Up1 geeft daarnaast ook een toegenomen ongemak aan de voorzijde van de onderbenen/knieën. Het blijkt dat bij Back-Up2 vrijwel geen toename van ongemak in de onderbenen/knieën optreedt, waarmee het doel van de aanpassing van de Back-Up bereikt is.

De verschillen zijn significant voor de ervaren houding van de hoge rug en het maximaal ervaren ongemak in de rug/nek bij gebruik van Back-Up1. Het ongunstige effect op de onderbenen/knieën bij gebruik van Back-Up1 is net niet significant ($p=.068$). Dit effect was in het eerste onderzoek wel significant.

Het feit dat de meeste verschillen in belasting niet significant zijn is een gevolg van de spreiding door het geringe aantal proefpersonen ($n=10$). Als het lokaal ervaren ongemak en de ervaren houding bij Back-Up1 wordt bekeken over de twee groepen proefpersonen samen ($n=20$) dan worden zowel de positieve als de negatieve effecten van Back-Up1 duidelijker. De verschillen zijn dan significant voor ervaren ongemak in het totale rug/nek gebied (positief effect), boven- en onderbenen apart (negatief effect) en de gehele benen (negatief effect) en ervaren houding van de bovenrug en onderrug (positief effect) ($p<.05$).

Bij beide Back-Ups is er een toename in ongemak aan de achterzijde van de bovenbenen en billen. Dit kan worden verklaard door een beperking in bewegingsvrijheid met de Back-Up: de benen kunnen niet worden gestrekt en men kan niet onderuit zakken, maar ook kwaliteit van de stoel zitting kan hier een rol bij spelen. Daarbij zorgt de instructie ervoor dat proefpersonen beperkt met de achterkant van hun dijen druk opvangen en dus een klein steunvlak op de stoel hebben (hoofdzakelijk de zitknobbels). De instructie zou dan beter zo kunnen luiden: de *achterzijde* van de bovenbenen moet evenwijdig met de stoelzitting zijn zodat een zo groot mogelijk steunvlak wordt verkregen.

Bij vergelijking van Back-Up1 en Back-Up2 is een trend zichtbaar waarbij het ongemak in rug, nek en bovenbenen en ervaren houding bij Back-Up1 iets gunstiger wordt beoordeeld. Het positieve effect op de belasting van rug en nek is iets sterker en het negatieve effect op de bovenbenen is iets minder sterk met Back-Up1. Dit is een moeilijk te verklaren fenomeen. De verschillen zijn wellicht te klein om betekenis aan te geven. Zij zijn ook niet significant en kunnen niet worden verklaard door een verschil in kracht op de kniebanden. Uit § 6.3.4 blijkt immers dat beide Back-Ups gemiddeld ongeveer even strak worden bevestigd. Bij de eindoordelen (zie verderop in deze paragraaf) worden mogelijke oorzaken voor de verschillen tussen Back-Up1 en Back-Up2 besproken.

Verschillen met het eerste onderzoek

Opvallend is dat zowel het gunstige effect op het ongemak in het rug/nek gebied, als het ongunstige effect op ongemak in de benen bij het dragen van Back-Up1 in dit onderzoek minder sterk is dan in het vorige onderzoek. In de lage rug is er zelfs sprake van een kleine toename van ongemak bij het dragen van de Back-Up. Deze bevindingen zouden kunnen worden verklaard door verschil in instructies voor gebruik van de Back-Up waardoor de Back-Up wellicht minder strak werd aangetrokken. Of dit inderdaad het geval was is niet controleerbaar omdat de kracht op de kniebanden in het eerste onderzoek niet is gemeten. Wel is gebleken dat de twee proefpersonen uit hoofdstuk 4 zonder instructies de banden iets strakker aantrokken dan de tien proefpersonen in dit onderzoek (maximaal 47 N in het eerste onderzoek en 41 N in het laatste onderzoek bij Back-Up1).

Ook kunnen de instructies voor instelling van de stoelhoogte, zodanig dat de bovenbenen horizontaal zijn, hebben geleid tot een te klein steunvlak (zie ook hierboven).

Een verschil tussen de proefpersonen zou de verschillen tussen het eerste en het tweede onderzoek ook kunnen verklaren. Als tabel 6.1 wordt vergeleken met tabel 3.1 in hoofdstuk 3, dan blijkt dat de eerste groep proefpersonen gemiddeld iets langer (3 cm) en iets zwaarder (3 kg) was dan de tweede groep. Wellicht is bij langere en/of zwaardere mensen zowel het positieve effect van de Back-Up op rug/nek belasting als het negatieve effect op knie/onderbeen belasting sterker.

Een derde verklaring voor het verschil tussen het eerste en tweede onderzoek is gelegen in de werkplekinstelling, die in het tweede onderzoek niet aan de proefpersonen werd overgelaten, maar volgens bestaande richtlijnen werd uitgevoerd. Door verbetering van de werkhoogte kan de belasting van rug en nek zonder Back-Up al zijn verminderd, waardoor de met de Back-Up te behalen verbetering kleiner wordt.

Ondanks de genoemde verschillen tussen onderzoeksopzet en resultaten van het eerste en tweede onderzoek blijft een feit dat de trends in beide onderzoeken grotendeels gelijk zijn.

6.4.2 Eindoordeel

Het eindoordeel dat door de proefpersonen werd gegeven kan mogelijk een verklaring geven voor de gevonden verschillen in belasting met beide Back-Ups. Over de hele groep beschouwd is er bij navragen van het eindoordeel een voorkeur voor Back-Up1 boven Back-Up2 en de situatie zonder Back-Up. Van de 10 deelnemers gaven er 8 de voorkeur aan Back-Up1 boven Back-Up2. Dit beeld komt overeen met de resultaten van ervaren ongemak en ervaren houding. Gezien de redenen die daarvoor worden genoemd lijkt de voorkeur voor Back-Up1 waarschijnlijk meer het gevolg te zijn van een aantal toevallige factoren die het effect van de Back-Up beïnvloeden dan van een systematisch verschil tussen de beide Back-Ups zelf. De factoren die hierbij een rol lijken te spelen zijn:

- het tijdstip waarop de Back-Up wordt gedragen: in de laatste periode zei men meer behoefte te hebben aan de Back-up dan in de eerste periode;
- hoe strak de Back-Up is bevestigd: een strakkere bevestiging zal vermoedelijk een gunstiger effect op de belasting van rug en nek, maar een sterker ongunstig effect op ongemak in de benen veroorzaken.

Het grotere contactvlak van Back-Up2 blijkt zowel positieve reacties (minder druk op onderbenen/knieën) als negatieve reacties (irritatie van de huid) op te roepen. Verder werden ongeveer dezelfde voor- en nadelen genoemd als in het eerste onderzoek, waarbij minder nadruk lag op het negatieve effect van de oude Back-Up op de onderbenen/knieën en meer nadruk op de bewegingsbeperking door de Back-Up. Dit is waarschijnlijk het gevolg van het feit dat de Back-Up in het tweede onderzoek langer (2 keer een uur in plaats van 1 keer) werd gedragen. Met Back-Up kan men niet onderuit zakken (verandering van steunvlak) of de benen strekken. De voorzijde van de onderbenen (op de plaats van de kniebanden) en het steunvlak (achterzijde bovenbenen en billen) worden daardoor eenzijdig belast. Hierbij dient men te bedenken dat tijdens de werkperioden in het onderzoek niet de mogelijkheid bestond om even op te staan, terwijl dat in de praktijk wel mogelijk is en door het werk ook nodig kan zijn.

Ondanks de minder sterke effecten in het tweede onderzoek bleek dat 8 proefpersonen de Back-Up (waarschijnlijk) af en toe zouden dragen als deze beschikbaar zou worden gesteld door de werkgever en men niet teveel hoeft op te staan tijdens het werk. In het eerste onderzoek waren dit er 4. Van de 20 proefpersonen zouden er in totaal dus 12 af en toe gebruik maken van de Back-Up bij langdurig beeldschermwerk. De Back-Up zou dan vooral worden gedragen bij langere werkperiodes, aan het einde van de dag en/of als men vermoeid raakt.

Vier van de 20 proefpersonen zouden zelf een Back-Up aanschaffen als ze langdurig beeldschermwerk zouden doen.

6.4.3 Kniebelasting

Op grond van de literatuur is gesteld (zie hoofdstuk 4.4) dat de druk op het weefsel niet boven de 1.4 N/cm² mag komen. Het toevoegen van een instructie leidt nog tot een wefseldruk die kan oplopen tot 1.6 N/cm² en soms boven de grenswaarde is. De nieuwe instructies alleen hebben derhalve niet voldoende effect omdat er nog een kans is op wefselschade. Het effect van het vergroten van het oppervlak is echter groter. De wefseldruk is dan maximaal 0.9 N/cm² en ligt dus duidelijk onder de grenswaarde. Wat betreft de wefseldruk tussen knie/ tuberositas tibiae en de band is de vernieuwde Back-up met het vergrote contactvlak tussen band en onderbeen daarom aan te bevelen boven de andere.

6.4.4 Overzicht van de resultaten van Back-Up2

In tabel 6.5 staan de resultaten betreffende Back-Up2 nog eens naast elkaar. De resultaten geven ongeveer eenzelfde beeld als in het eerste onderzoek. De verschillen zijn cursief weergegeven.

Bij gebruik van Back-Up2 zijn dezelfde trends te zien als bij dragen van Back-Up1, namelijk een afname van de belasting in de bovenrug en nek en een toename van de belasting in de bovenbenen. De toename van ongemak van de voorzijde van de onderbenen/knieën is bij Back-Up2 door vergroting van het contactvlak van de kniebanden verdwenen. De wefseldruk door de banden is bij Back-Up2 toelaatbaar geworden. Een nadeel van de Back-Up is de toename van ongemak in de achterzijde van bovenbenen en billen die waarschijnlijk wordt veroorzaakt door de beperking in bewegingsvrijheid waardoor het zitvlak eenzijdig wordt belast. Het is daarom belangrijk dat de Back-Up niet te lang achtereen wordt gebruikt (of dat af en toe even wordt opgestaan) en dat de instructies voor bevestiging van de Back-Up goed worden toegepast.

Tabel 6.5 Overzicht van de belasting bij Back-Up2 in vergelijking met de situatie zonder Back-Up. + betekent een positieve effect of trend door Back-Up2, - een negatief effect, = geen verschil, * houdt een significant verschil in. Verschillen met tabel 5.1 zijn dik gedrukt

specifieke maten		algemene maten	
• lokaal ervaren ongemak:		• ervaren houding:	
- nek	+	- hoofd	+
- hoge rug	+	- nek	+
- middenrug	+	- hoge rug	+
- lage rug	-	- lage rug	+
- bovenbenen	-		
- onderbenen	=	• eindoordeel:	
		- steun rug/nek	+
- rug + nek	=	- bewegingsvrijheid	-
- benen	-	- dragen indien beschikbaar	+
- totale lichaam	-		
• knie:			
- druk op weefsel	-		

6.5 Conclusies en aanbevelingen

6.5.1 Conclusies met betrekking tot het tweede onderzoek

Alleen de verbeterde instructies voor bevestiging van de Back-Up zijn niet voldoende om de negatieve effecten op te heffen. De weefseldruk tussen onderbeen/knie (tuberositas tibiae) en knieband bedroeg 1.6 N/cm² (terwijl de norm 1.4 N/cm² is) en is dus ontoelaatbaar. Het ervaren ongemak op de voorzijde van de onderbenen/knieën met Back-Up1 is, net als in het eerste onderzoek, groter dan zonder Back-Up, zij het net niet significant (p=0.068).

Het vergroten van het contactoppervlak van de knieband in de nieuwe Back-Up heeft samen met de instructies tot gevolg dat de weefseldruk tussen onderbeen/knie (tuberositas tibiae) en de knieband toelaatbaar is, (namelijk 0.9 N/cm²). Bovendien is het ongunstige effect op ongemak van de onderbenen/knieën, dat bij de oude Back-Up (Back-Up1) bijna significant was, bij gebruik van Back-Up2 nagenoeg verdwenen.

6.5.2 Algemene conclusies en aanbevelingen

Als beide onderzoeken samen worden beschouwd kunnen de volgende conclusies worden getrokken. De Back-Up zorgt voor een afwisseling van de houding en heeft een significant gunstig effect op de hoofdhouding, het totaal en maximaal ervaren ongemak in de gehele rug en nek en de ervaren houding van boven- en onderrug. De andere rug- en nekvariabelen laten een trend in de goede richting zien. De verschillen zijn klein maar kunnen op langere termijn bijdragen aan het voorkomen of verminderen van nek- en rugklachten. In paragraaf 1.2 werd aangegeven dat het maatschappelijk relevant is het hoge percentage nek- en rugklachten te reduceren. Door de herziene Back-Up wordt gemiddeld over 20 personen het ongemak positief beïnvloed in nek en rug en wordt het welzijn dus bevorderd. De back-Up is dan ook in het kader van de ARBO-wet aan te bevelen. Hierbij dient er wel op gelet te worden dat er ook proefpersonen zijn, die de Back-Up niet prefereren. Een verplichting is derhalve niet mogelijk. Voorts wijst de ARBO-wet erop dat eerst de bron van de problematiek aangepakt dient te worden (langdurig zitten moet voorkomen worden), als dit redelijkerwijs niet haalbaar is dan dienen werkplekaanpassingen plaats te vinden (tafelbladhoogte, beeldschermhoogte, stoelhoogte, etc.) en daarna wordt het niveau van bescherming van de werknemer genoemd (zoals de Back-Up).

Uit het eindoordeel van de proefpersonen blijkt dat meer dan de helft (12 van de 21) af en toe gebruik zou maken van de Back-Up als deze door de werkgever beschikbaar zou worden gesteld. De Back-Up zou dan vooral worden gedragen bij langere werkperioden en als men vermoeid raakt.

Dankzij het vergroten van het contactoppervlak van de kniebanden bij de nieuwe Back-Up neemt het ongemak in onderbenen/knieën niet meer toe zoals bij de eerst geteste versie. Daarom wordt aanbevolen deze aanpassing van de kniebanden te handhaven.

Bij het dragen van de Back-Up neemt het ongemak aan de achterzijde van de bovenbenen/billen toe hetgeen veroorzaakt lijkt te worden doordat men bij goed gebruik van de Back-Up gedwongen wordt in dezelfde houding te blijven zitten.

Men kan niet onderuit zakken of de benen strekken om zo het steunvlak te veranderen. Ook in het eindoordeel kwam deze beperking in bewegingsvrijheid als belangrijkste nadeel naar voren. Daarom wordt aanbevolen om de Back-Up niet te lang achtereen te dragen (bijvoorbeeld maximaal een half uur) en bij langer gebruik van de Back-Up tussendoor af en toe even op te staan.

Het blijkt zeer belangrijk dat de juiste spanning wordt gevonden voor de banden van de Back-Up. Deze moet zo groot zijn dat voldoende steun aan de rug wordt gegeven, maar er niet teveel spanning op de

onderbenen ontstaat. Goede instructies zijn daarom zeer belangrijk. Daarnaast is het natuurlijk ook belangrijk dat de werkplekinstelling volgens voorschrift gebeurt.

Eén proefpersoon deed, na aanvankelijk te hebben toegezegd, niet mee aan het onderzoek omdat het zitten met de Back-Up als 'benauwend' werd ervaren. De Back-Up kan dus niet verplicht worden gesteld, mede omdat meerdere proefpersonen dit benauwende aspect benoemden.

Voor verdere aanbevelingen wordt verwezen naar § 5.4 (de laatste vier punten) en de opmerkingen in § 3.3.5.

6.5.3 Aanbeveling inzake het dragen van de Back-Up

De conclusie op grond van dit onderzoek is dat de herziene Back-Up een bruikbaar hulpmiddel is om de lichamelijke belasting van de nek en bovenrug bij beeldschermwerk te doen verminderen, omdat de rugspierbelasting in de nek en bovenrug afneemt en de houding van het hoofd beter (meer rechtop) wordt. Hiermee overeenstemmend wordt het ervaren ongemak minder in nek en rug en de ervaren houding beter in deze regio. Daardoor zou de Back-Up klachten in nek en hoge rug, die veel voorkomen bij beeldschermwerk, kunnen helpen terugbrengen.

Laag in de rug is geen eenduidig effect op belasting geconstateerd. De kniebelasting is bij de herziene Back-Up aanvaardbaar en levert geen extra ervaren ongemak op.

De Back-Up moet gezien worden als aanvulling op meer structurele verbeteringen van de werkplek (bronaanpak), zoals instelbaar meubilair en een takenpakket waarin, staan, zitten en lopen worden afgewisseld. De Back-Up kan niet verplicht worden gesteld, omdat sommige proefpersonen te kennen gaven de Back-Up hinderlijk te vinden. Zitten met en zonder Back-Up dient afgewisseld te worden, omdat dan een extra afwisseling in houding gerealiseerd wordt.

LITERATUUR

- ANDERSON JJ, FELSON D. Factors associated with osteoarthritis of the knee. *Am J Epidemiol* 1988;128:179-89.
- ANDERSON P, BELK D, CONNORS A, et al. Sitting posture: balans chair vs. conventional chair. In: Wallinga W, Boom BK, Vries J de, eds. *Electrophysiological kinesiology: proceedings of the 7th ISEK congress*. Amsterdam: Excerpta Medica, 1988.
- ANDERSSON GBJ, JONSSON B, ÖRTENGREN R. Myoelectric activity in individual lumbar erector spinae muscles in sitting. *Scand J Rehab Med Suppl* 1974;3:91-108.
- ANZOLA GP, CAPRA R, MAGONI M, VIGNOLO IA. Acute paralysis of the peroneal nerve following squatting position. *Acta Neurol Belg* 1987;87:88-90.
- BASMAJIAN JV. *Muscles alive*. New York: Williams & Wilkins Co, 1985.
- BEMMEL R van, GRINTEN MP van der. Evaluatie van een selectie van houdingen uit een Zweedse houdingenatlas met behulp van biomechanische en psycho-fysische gegevens: tussenrapportage. Leiden: NIPG-TNO, 1990. (Intern rapport)
- BHATTACHARYA A, MUELLER M, PUTZ-ANDERSON V. Traumatogenic factors affecting the knees of carpet installers. *Appl Erg* 1985;16:243-50.
- BUFF HU, JONES LC, HUNGERFORD DS. Experimental determination of forces transmitted through the patello-femoral joint. *J Biomechanics* 1988;17:23.
- CARGO/TNO. Kaderschets "preventie van rugklachten in de arbeidssituatie". Leiden: CARGO-TNO, 1984. (nr. RA 84/10)
- CHAFFIN DB, ANDERSSON GBJ. *Occupational Biomechanics*. New York, etc.: John Wiley & Sons, 1984.
- CROWNINGFIELD R, POPE MH, JOHNSON RJ. An analytical model of the knee. *J Biomech* 1976;9:398-405.
- DELLEMAN NJ, BERNDSEN MB, BRAND WA. Ergonomische aanbevelingen voor de kijkpunthoogte bij beeldschermwerk. Voorburg: Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Directoraat-Generaal van de Arbeid, 1991. (S 122-1)
- DGA. (Directoraat-Generaal van de Arbeid). V13: werken met beeldschermen. 2e dr. Voorburg: Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Directoraat-Generaal van de Arbeid, 1990.
- DOUWES M, DUL J. Preventie van beroepsgebonden problematiek van het bewegingsapparaat: inventarisatie en beoordeling van in het veld bruikbare methoden voor het registreren van houdingen en bewegingen. Voorburg: Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Directoraat-Generaal van de Arbeid, 1990. (S 91-2)
- DROST MR, DELLEMAN NJ. Preventie van beroepsgebonden rugproblematiek: analyse van biomechanisch onderzoek van de rug ten behoeve van preventie van rugklachten. Voorburg: Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Directoraat-Generaal van de Arbeid, 1989. (S 35-3)
- DUL J, DOUWES M, SMITT P. Een Werk-Rust-model voor statische werkhoudingen. Voorburg: Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Directoraat-Generaal van de Arbeid. in voorbereiding
- EKHOLM J, NISELL R, ARBORELIUS UP, et al. Load on the knee joint structures and muscular activity during lifting. *Scand J Rehab Med* 1984;16:1-9.
- EKHOLM J, NISELL R, ARBORELIUS UP, et al. Load on the knee and knee muscular activity during machine milking. *Ergonomics* 1985;28:665-82.
- FRYMOYER JW, POPE MH. Epidemiological insights into the relationship between usage and back disorders. In: Hadler NM, ed. *Clinical concepts in regional musculoskeletal illness*. Duluth: Grune & Stratton, 1987.
- GRINTEN MP van der, DOUWES M, PETERSON RF. Ontwikkeling van een Nederlandse atlas voor statische werkhoudingen: een eerste aanzet. Leiden: NIPG/TNO, 1991.
- GRINTEN MP van der, DOUWES M. Betrouwbaarheid van de registratiemethode "Lokaal Ervaren Ongemak" (LEO) bij statische belastingen. Leiden: Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg/TNO, 1991.
- GRINTEN MP van der. Preventie van beroepsgebonden rugproblematiek: inventarisatie en beoordeling van in het veld bruikbare methoden voor het registreren van elektrische spieractiviteit (EMG) en ervaren belasting. Voorburg: Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Directoraat-Generaal van de Arbeid, 1990. (S 91-1)
- GUYTON AC, TAYLOR AE, GRANGER HJ. *Circulatory physiology II: dynamics and control of the body fluids*. Philadelphia, etc.: L.B. Saunders Co., 1975.

- HAGBERG M. Occupational musculoskeletal stress and disorders of neck and shoulder: a review of possible pathophysiology. *Int Arch Occup Environ Health* 1984;53:269-78.
- HILDEBRANDT VH, VALK R van der. Preventie van beroepsgebonden rugproblematiek: het voorkomen van rugklachten in de Nederlandse beroepsbevolking in cijfers. Voorburg: Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Directoraat-Generaal van de Arbeid, 1990. (S 35-4)
- HUSAIN T. An experimental study of some pressure effects on tissues with reference to the bedsore problem. *J Pathol Bacteriol* 1953;66:347-59.
- HOLEWIJN M. Physiological strain due to load carrying. *Eur J Appl Physiol* 1990;61:237-45.
- KILBOM A. Intervention programmes for work related neck and upper limb disorders: strategies and evaluation. In: Adams AS, ed. *Ergonomics International 88 Proceedings of the 10th Congress of the IEA 1-5 August 1988, Sidney, Australia*.
- KIRSCH KA, MERKE J, RAMBO N, WICKE HJ. Tissue compliance in superficial tissues along body axis in man. *Eur J Appl Physiol* 1980;387:239-44.
- LOEWENSTEIN H, PATTERSON J, SHUKE J. Comparison of lumbar curves, when sitting on the NADA-Chair, sitting on a conventional chair and standing. Beaver: Beaver College, 1989. (Internal report)
- MAEDA K. Occupational Cervicobrachial disorder and its causative factors. *J Human Ergology* 1977;6:193-202.
- MEIJST WJ, DUL J. Onderzoek naar effecten van vermoeidheid op de werkhouding van datatypisten. Leiden: NIPG-TNO, 1990.
- MOUTON LJ. Preventie van beroepsgebonden rugproblematiek: de ontwikkeling van een electromyografische methode ter bepaling van statische rugbelasting. Voorburg: Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Directoraat-Generaal van de Arbeid, 1990.
- NOYES FR, KELLER CS, GROOM ES, BUTLER DL. Advances in the understanding of knee ligament injury, repair and rehabilitation. *Medicine and Science In Sports and Exercise* 1984;16:427-43.
- PIZIALI RL, SEERING WP, NAGELS DA, SCHURMAN DJ. The function of the primary ligaments of the knee in anterior-posterior and medial-lateral motions. *J Biomech* 1980;13:777-84.
- POPE MH, LEHMAN TR, FRYMOYER JW. Structure and function of lumbar spine. In: Pope MH, et al., eds. *Occupational low back pain*. New York: Praeger, 1984.
- SEERING WP, PIZIALI RL, NAGEL DA, SCHURMAN DJ. The function of the primary ligaments of the knee in varus-valgus and axial rotation. *J Biomech* 1976;13:785-94.
- TANAKA S, HALPERIN WE, ALEXANDER BS, et al. Skin effects of occupational kneeling. *Am J Ind Med* 1985;8:341-9.
- THUN M, TANAKA S, SMITH AB. Morbidity from repetitive knee trauma in carpet and floor layers. *Br J Ind Med* 1987;44:611-20.
- VINK P. Functions of the lumbar back muscles. Alblasterdam: Kanters bv, 1989. (proefschrift)
- VINK P, DAANEN HAM, SPOOR CW. Elastic strain energy in the low back muscles during human walking. *Anat Embryol* 1989;180:99-101.
- VINK P, DAANEN HAM, VERBOUT AJ. Specificity of surface-EMG on the intrinsic lumbar back muscles. *Hum Mov Science* 1989;8:67-78.
- VINK P, VELDE EA van der, VERBOUT AJ. A functional subdivision of the lumbar extensor musculature. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 1988;28:517-25.
- WANGENHEIM M, CARLSÖÖ S, NORDGREN B, LINROTH K. Perception of efforts in working postures. *Upsala J Med Sci* 1986;91:53-66.

BIJLAGEN

	pagina
BIJLAGE 1 Vragenlijst voor registratie van Lokaal Ervaren Ongemak, ervaren houding, geschatte volhoudtijd en eindoordeel in onderzoek 1	65
BIJLAGE 2 Vragen voor het eindoordeel in het tweede onderzoek	73
BIJLAGE 3 Instructies voor het bevestigen van de Back-Up	77
BIJLAGE 4 Instructies voor de werkplekinstelling	81

BIJLAGE 1

**Vragenlijst voor registratie van Lokaal Ervaren Ongemak,
ervaren houding, geschatte volhoudtijd en eindoordeel in onderzoek 1**

PROJECT 5157: EFFECTMETINGEN BACK-UP 1991**(VERTROUWELIJK)**

Naam:

Proefpersoonnummer:

Algemene gegevens:

Datum:/2/1991

Dag: ma/ di/ wo/ do/ vr

Dagdeel: ochtend/ middag

Volgorde condities: beginnen / eindigen met de Back-up

Individuele kenmerken:

Geslacht: man / vrouw

Leeftijd: jaar

Ervaring met beeldschermwerk: jaar

Eventuele klachten van het bewegingsapparaat in de laatste 12 maanden: ja / nee

- zo ja, bijzonderheden (behandeling, verzuim)

.....

Na omkleden: Lichaamslengte: cm

Lichaamsgewicht: kg

LEO-scores (na uitleg): na 1 min.:; na 2 min.:; na 3 min.Ervaringen met de Back-up: zeer slecht/ slecht/ matig/ redelijk/ goed/ zeer goed

- redenen:

- bijzonderheden:

Instelling werkplek:

Zithoogte: cm (t.o.v. de vloer);

Ooghoogte: cm

Hoogte toetsenbord (bovenzijde voorste tafelblad): cm (t.o.v. vloer)

Hoogte beeldscherm: cm (t.o.v. de vloer)

VRAGENLIJST

Toelichting

- Zowel vóór als ná beide werkperioden worden met behulp van deze vragenlijst vragen gesteld over het lichamelijk ongemak en andere bevindingen.
- *Voorafgaand aan beide werkperioden wordt u gevraagd een blauw formulier in te vullen.*
- *Na beide werkperioden wordt u gevraagd een drietal witte formulieren in te vullen.*
- *Na afloop van beide werkperioden wordt u bovendien naar een eindoordeel gevraagd.*
- Hoe u de verschillende formulieren moet invullen wordt per formulier toegelicht.
- De gegevens worden door de proefleiders vertrouwelijk behandeld en alleen op groepsniveau gerapporteerd.
- Met vragen of opmerkingen kunt u terecht bij de proefleiders.

Leiden, februari 1991

Marjolein Douwes, Ben Brand, Maarten van der Grinten

Afdeling HOBO

NIPG/TNO

LOKAAL ERVAREN ONGEMAK, PROJECT BACK-UP, 1991

HOBO/NIPG-TNO

HIER NIET pp nummer:

INVULLEN conditie : met / zonder Back-up

AANWIJZINGEN

- Kijk naar de afbeelding van het lichaam dat in gebieden is verdeeld.
- Indien u in de periode vlak voor het invullen in één of meer gebieden last (ongemak, pijn, etc.) waarnam:
 - schat dan voor elk van die gebieden apart de mate van last die u heeft ervaren met behulp van de onderstaande schaal,
 - noteer hiernaast in het gebied waar u last waarnam één getal (1-10) uit de schaal dat het best past bij de mate van last die u daar heeft ervaren.
- In andere gebieden waar u niets waarnam noteert u niets.

Schaal voor de mate van last:

(0 = geen enkele last*)

‡ = uitermate weinig last
(net waarneembaar)

1 = zeer weinig last

2 = enige last

3 = nogal wat last

4 = tamelijk veel last

5 = veel last

6 =

7 = zeer veel last

8 =

9 =

10 = uitermate veel last

(bijna maximaal)

. = maximaal

* Indien u in geen enkel gebied last heeft waargenomen zet dan alleen hier een kruisje ()

Indien u last heeft waargenomen aan uw ogen wilt u dit met een getal uit de schaal hier aangeven ()

ERVAREN HOUDING, PROJECT BACK-UP, 1991

HOBO/NIPG-TNO

HIER NIET pp nummer:
 INVULLEN conditie : met / zonder Back-up

AANWIJZINGEN

Hieronder staan enkele vragen over hoe u de werkhouding heeft ervaren. Wilt u per lichaamsdeel één kruisje zetten achter het best passende antwoord?

Hoe gunstig voor uzelf vond u de stand van uw:

BOVENRUG	zeer gunstig	1 []
		2 []
	gunstig	3 []
		4 []
	ongunstig	5 []
		6 []
	zeer ongunstig	7 []
ONDERRUG	zeer gunstig	1 []
		2 []
	gunstig	3 []
		4 []
	ongunstig	5 []
		6 []
	zeer ongunstig	7 []
NEK	zeer gunstig	1 []
		2 []
	gunstig	3 []
		4 []
	ongunstig	5 []
		6 []
	zeer ongunstig	7 []
HOOFD	zeer gunstig	1 []
		2 []
	gunstig	3 []
		4 []
	ongunstig	5 []
		6 []
	zeer ongunstig	7 []

GESCHATTE VOLHOUDTIJD, PROJECT BACK-UP, 1991

HOBO/NIPG-TNO

HIER NIET pp nummer:
INVULLEN conditie : met / zonder Back-up

AANWIJZINGEN

U heeft de taak nu gedurende één uur uitgevoerd.

Hoelang verwacht u uw werkhouding zonder moeite nog te kunnen volhouden?

Ik verwacht deze werkhouding zonder moeite nog vol te kunnen houden, gedurende:

minder dan 30 min.

30 min. tot 1 uur

1 tot 2 uur

2 uur tot ½ werkdag

½ tot 1 werkdag

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

S.v.p. één hok(je) aankruisen

Eventuele opmerkingen over de laatste werkperiode:

EINDOORDEEL, PROJECT BACK-UP, 1991

HOBO/NIPG-TNO

HIER NIET
INVULLEN

pp nummer:

AANWIJZINGEN

U heeft nu een uur met de Back-up gewerkt en een uur zonder deze zithulp. Kunt u hieronder een eindoordeel geven over het uitvoeren van beeldschermwerk met de Back-up.

- Het dragen van de Back-up tijdens beeldschermwerk beviel mij:
zeer slecht/ slecht/ matig/ redelijk/ goed/ zeer goed*

Zoudt u hieronder uw antwoord willen toelichten (graag nummeren):

1)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Uitvoeren van beeldschermwerk met de Back-up beviel mij:
veel slechter/ slechter/ even goed/ beter/ veel beter*
dan het werken zonder Back-up.

Zoudt u hieronder uw antwoord willen toelichten (evt. met verwijzing naar nummers van bovengenoemde redenen):

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

* Omcirkel het antwoord dat het meest van toepassing is

BIJLAGE 2

Vragen voor het eindoordeel in het tweede onderzoek

HIER NIET pp nummer:
INVULLEN

AANWIJZINGEN

U heeft nu met 2 uitvoeringen van de Back-Up gewerkt en op een gewone stoel. Kunt u door onderstaande vragen te beantwoorden een eendoordeel geven over het uitvoeren van beeldschermwerk met beide uitvoeringen van de Back-Up.

- Uitvoeren van beeldschermwerk met de eerste Back-Up beviel mij:
veel slechter/ slechter/ even goed/ beter/ veel beter*
dan het werken zonder Back-Up.

Zoudt u hieronder uw antwoord willen toelichten:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Uitvoeren van beeldschermwerk met de tweede Back-Up beviel mij:
veel slechter/ slechter/ even goed/ beter/ veel beter*
dan het werken zonder Back-Up.

Zoudt u hieronder uw antwoord willen toelichten:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

* Omcirkel het antwoord dat het meest van toepassing is

- Uitvoeren van beeldschermwerk met de eerste Back-Up beviel mij:
veel slechter/ slechter/ even goed/ beter/ veel beter
dan het werken met de tweede Back-Up.

Zoudt u hieronder uw antwoord willen toelichten:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

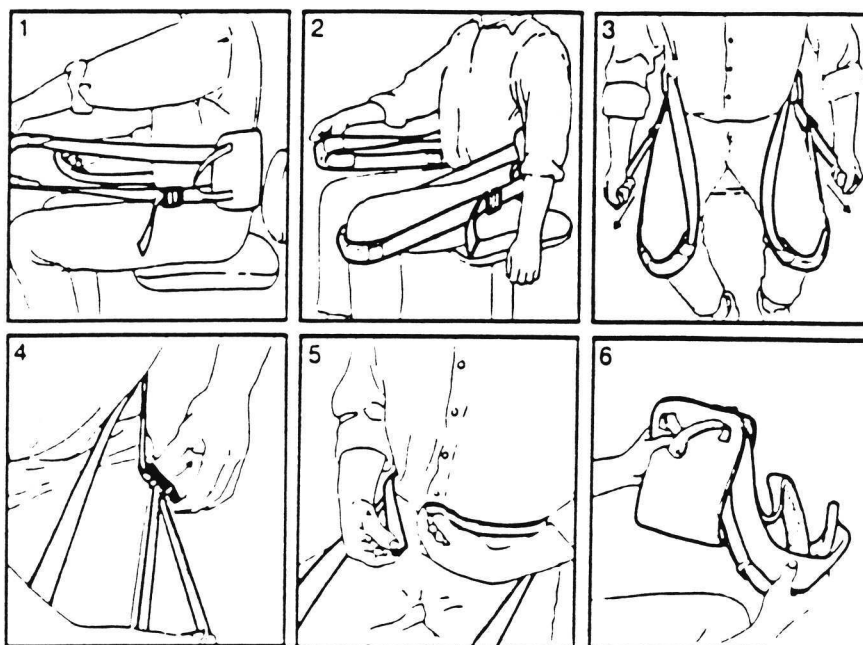
.....

BIJLAGE 3

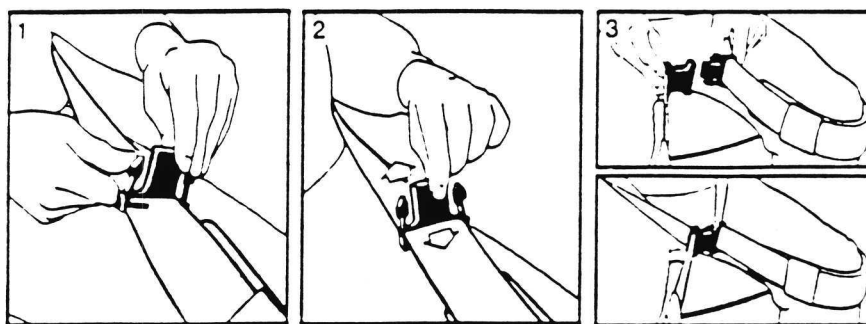
Instructies voor het bevestigen van de Back-Up

Instructies voor bevestiging van de Back-Up

De wijze waarop de "Back-Up" moet worden bevestigd is geïllustreerd in onderstaande figuren. Leg de brede gordel tegen je onderrug aan zodat de gesps aan de onderste riem zitten (figuur 1). Breng de knieriemen recht naar voren, en leg de (verschuifbare) kussentjes om het bovenste gedeelte van het scheenbeen (dus niet tegen de knieschijf) (figuur 2). De riemen kun je aanhalen door voorover te leunen terwijl je het losse eind van elke riem naar je knie toetrekt (fig.3). De riemen moeten zo strak zitten dat de onderrug goed wordt gesteund, maar niet zó strak dat de banden bij de knieën ongemak veroorzaken. Zoek de prettigste instelling voor jezelf door de hoogte van de ruggordel en de spanning op de kniegordels te variëren. Door de gesps te kantelen kunnen de riemen losgemaakt worden (figuur 4). Met klitteband kan de "Back-Up" om het middel worden vastgemaakt zodat je kunt opstaan zonder hem af te doen (figuur 5).



Bevestig dan de, los bijgevoegde, clips (locks) aan de smallere banden en maak deze clips vast. (figuur 1 t/m 3).



Wij zouden je willen verzoeken om minimaal twee maal een half uur of langer de "Back-Up" om te doen tijdens beeldschermwerk zodat je er een beetje gewend aan raakt.

BIJLAGE 4

Instructies voor de werkplekinstelling

Instructies voor de instelling van de beeldschermwerkplek

Stoelhoogte

Vraag de proefpersoon om vóór de stoel te gaan staan, met het gezicht naar de stoel. Breng de bovenkant van de zitting op gelijke hoogte met de onderkant van de knieschijf. Als de proefpersoon zit dienen de bovenbenen horizontaal en de onderbenen verticaal te zijn. De proefpersoon kan zelf controleren of de zitting te hoog staat door de handen plat tussen de bovenbenen en de voorrand van de zitting te plaatsen. De zitting staat goed als de handen zonder moeite kunnen worden weg getrokken. Gaat dit moeizaam dan staat de stoel te hoog.

Hoogte van het toetsenbord

De stoel laten aanschuiven bij de tafel. Stel de hoogte van de tafel zó in, dat de bovenkant van het tafelblad zich ongeveer op gelijke hoogte met de onderkant van de ellebogen bevindt. De tafelhoogte kan worden gecontroleerd door de proefpersoon een kwart slag naar links te laten draaien en in rechtop zittende houding en met afhangende bovenarmen de elleboog 90° te laten buigen. De onderkant van de elleboog moet dan even hoog zijn als de bovenkant van het tafelblad. Bij het in-toetsen moet de pols zoveel mogelijk gestrekt kunnen blijven.

Hoogte en afstand van het beeldscherm

Vraag de proefpersoon de werkhouding aan te nemen (dus aanschuiven aan de tafel), rechtop te zitten en recht vooruit te kijken. Stel dan de afstand van het beeldscherm zodanig in dat de tekens groot genoeg en scherp zijn (ongeveer tussen de 50 en 70 cm). De hoogte van het midden van het beeldscherm (dit is het gemiddelde kijkpunt) moet ongeveer 10 cm onder ooghoogte worden geplaatst.

Plaats concepthouder

Plaats de concepthouder bij blind typen naast het beeldscherm en als men niet blind kan typen naast het toetsenbord.

Reprografie: NIPG-TNO
Projectnummer: 5157