



m 61

**ONDERZOEK NAAR EFFECTEN VAN VERMOEIDHEID
OP DE WERKHOUDING VAN DATATYPISTEN**

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-
en Ontwikkelingsopdrachten TNO 1979',
dan wel de desbetreffende terzake
tussen partijen gesloten overeenkomst.

© TNO

Stamboeknummer

277 2

NIPG-publikatienummer
90.117

November 1990

TNO Preventie en Gezondheid
Gorterbibliotheek

16 SEP 1996

Postbus 2215 - 2301 CE Leiden

W.J. Meijst
J. Dul

Nederlands Instituut voor
Praeventieve Gezondheidszorg TNO

Postbus 124
2300 AC Leiden
Wassenaarseweg 56
2333 AL Leiden

Telefax 071 - 17 63 82
Telefoon 071 - 17 88 88



Deze uitgave is te bestellen door het overmaken van *f* 21,20 (incl. BTW) op postrekening 20.22.77 van het NIPG-TNO onder vermelding van bestelnummer 90.117.

INHOUD	pagina
VOORWOORD	i
1. INLEIDING	1
1.1 Achtergronden	1
1.2 Voortgang onderzoek	1
1.3 Vraagstelling	2
2. MATERIAAL EN METHODEN	4
2.1 Proefpersonen en taak	4
2.2 Opto-elektronisch meetsysteem (VICON): houdingsverval en microbewegingen	5
2.2.1 Cameraopstelling	6
2.2.2 Markers	7
2.2.3 Meetschema	8
2.2.4 Analyse van de VICON-gegevens	9
2.3 Observatie van macrobewegingen (Video)	10
2.4 Vragenlijst Lokaal Ervaren Ongemak (LEO)	10
2.5 Statistische analyse	13
3. RESULTATEN	14
3.1 Houdingsverval	14
3.2 Microbewegingen	19
3.2.1 Standaard deviatie	19
3.2.2 Totaal spectraal vermogen	24
3.3 Macrobewegingen	27
3.4 Lokaal Ervaren Ongemak	28

	pagina
3.5 Vergelijking van de vier verschillende meetmethoden	34
3.5.1 Houdingsverval versus lokaal ervaren ongemak en macrobewegingen	34
3.5.2 Microbewegingen (standaard deviatie) versus lokaal ervaren ongemak en macrobewegingen	35
3.5.3 Microbewegingen (frequentie) versus lokaal ervaren ongemak en macrobewegingen	35
3.5.4 Vragenlijst Lokaal Ervaren Ongemak versus macrobewegingen	35
3.5.5 Houding versus microbewegingen (standaard deviatie en frequentie)	36
3.5.6 Standaard deviatie versus totaal spectraal vermogen	36
4. DISCUSSIE	37
4.1 Houdingsverval	37
4.2 Microbewegingen	39
4.2.1 Standaard deviatie	39
4.2.2 Totaal spectraal vermogen	40
4.2.3 Vergelijking standaard deviatie en totaal spectraal vermogen	40
4.3 Macrobewegingen	41
4.4 Vragenlijst Lokaal Ervaren Ongemak	41
4.5 Vergelijking proefpersonen	42
5. CONCLUSIES	43
6. AANBEVELINGEN	44
LITERATUUR	47
BIJLAGEN	49

VOORWOORD

In toenemende mate wordt de fysieke belasting in werksituaties bepaald door langdurig ingenomen (statische) werkhoudingen. In tegenstelling tot bij dynamische werkzaamheden zoals tillen, trekken en duwen bestaan nog geen concrete ergonomische richtlijnen voor statische houdingen. Deze richtlijnen zijn nodig om chronische (spier)vermoeidheid als gevolg van statische houdingen te voorkomen. Er bestaat vooral behoefte aan richtlijnen voor de toegestane *tijdsduur* van houdingen. Dit was één van de redenen om een onderzoekslijn 'duurbelasting bij statische houdingen' te starten. In het kader van deze onderzoekslijn lopen momenteel drie onderzoeken:

1. het ontwikkelen van een werk-rust-model voor statische houdingen,
2. het ontwikkelen van een houdingen-atlas,
3. het meetbaar maken van effecten van spiervermoeidheid.

Het voorliggende onderzoeksrapport heeft betrekking op de derde, meer onderbouwde onderzoekslijn. De beschikbare technieken om spiervermoeidheid te meten hebben een aantal nadelen. De verschuiving van het spectrum van het EMG-signaal lijkt een goede maat voor spiervermoeidheid, maar EMG-metingen zijn complex en ongemakkelijk voor de proefpersoon. Met vragenlijsten kan men proefpersonen vragen naar hun ervaren belasting. Deze beproefde techniek heeft als nadeel dat het niet objectief is en dat het geen vroegtijdige indicatie geeft van het optreden van vermoeidheid. Pas als de (spier)vermoeidheid zover is gevorderd dat ongemak wordt ervaren, kan het worden gemeten. Het onderzoek naar het meetbaar maken van spierfitheid/vermoeidheid heeft tot doel na te gaan of een objectief, vroegtijdig uitwendig meetbaar effect van (spier)vermoeidheid kan worden gevonden. De gekozen mogelijke (hypothetische) effecten zijn:

1. houdingsverval (bijvoorbeeld onderuitzakken bij langdurige zithoudingen),
2. micro-bewegingen, dit zijn kleine, lokale bewegingen als gevolg van verminderde coördinatie van de belaste spiergroepen,
3. macro-bewegingen, dit zijn grotere niet taakgebonden bewegingen die in het hele lichaam kunnen plaatsvinden.

In een eerste onderzoek (Wymenga & Dul, 1989) is een verkenning gedaan naar de mogelijkheden om met behulp van het VICON-meetsysteem de eerste twee

effecten te meten. Op basis van deze bevindingen werd een vervolg-onderzoek met één proefpersoon uitgevoerd, waarbij naast houdingsverval en micro-bewegingen ook macro-bewegingen (met video) en ervaren ongemak (met een vragenlijst) werden onderzocht (Miltenburg & Dul, 1989). Dit onderzoek gaf voldoende aanknopingspunten om op de gekozen weg verder te gaan. In het hier beschreven onderzoek is, gebruik makend van de ontwikkelde vier methoden een groter onderzoek opgezet en uitgevoerd bij 8 datatypistes. Met name ging het hierbij om de vraag of op groepsniveau uitspraken mogelijk zijn over houdingsverval, micro-bewegingen, macro-bewegingen en ervaren ongemak tijdens de werkdag. Op basis van de resultaten van het onderzoek lijkt het wenselijk om met name de mogelijkheden van het meten van macro-bewegingen in de praktijk nader te onderzoeken, en de validiteit van die metingen ten aanzien van spiervermoeidheid te bestuderen.

1. INLEIDING

1.1 Achtergronden

Als gevolg van de automatisering van diverse processen en werkzaamheden komen er steeds meer werkhoudingen met een langdurige statische belasting. Langdurige statische belasting van de spieren kan (op den duur) leiden tot spiervermoeidheid en klachten. Voor statische werkzaamheden zijn er in tegenstelling tot voor dynamische werkzaamheden nog geen concrete ergonomische richtlijnen. Met name met betrekking tot de toegestane duur van statische werkhoudingen is er behoefte aan ergonomische richtlijnen.

Voor de ontwikkeling van dergelijke richtlijnen is het van belang spiervermoeidheid vroegtijdig te kunnen meten. Dit is mogelijk met behulp van electromyografie (EMG). De verschuiving van de frequenties in het spectrum van het EMG-signaal wordt momenteel als maat voor spiervermoeidheid gebruikt. EMG-metingen in werksituaties worden echter afgeraden vanwege de complexiteit van de metingen en het ongemak voor de proefpersonen (Van der Grinten, 1990).

De registratie van ervaren belasting met behulp van vragenlijsten wordt als een veelbelovende meetmethode voor het meten van vermoeidheid omschreven (Van der Grinten, 1990). Het nadeel van deze methode is dat het hierbij om subjectieve waarnemingen gaat en niet om objectieve metingen. Tevens geeft deze methode geen vroegtijdige indicatie van spiervermoeidheid. Pas als de spiervermoeidheid zover gevorderd is dat ongemak wordt ervaren, kan de vermoeidheid gemeten worden.

In 1989 is bij het NIPG een onderzoek gestart naar de ontwikkeling van eenvoudige meetmethoden voor het vroegtijdig, uitwendig meten van effecten van statische spiervermoeidheid.

1.2 Voortgang onderzoek

Eenvoudige meetmethoden voor het vroegtijdig, uitwendig meten van spiervermoeidheid zijn reeds in twee pilot-studies onderzocht (Wymenga, 1989; Milten-

burg, 1989). In deze pilot-studies is getracht spiervermoeidheid meetbaar te maken met behulp van de volgende meetmethoden:

1. opto-elektronisch meetsysteem (VICON) voor het meten van houdingsverval en microbewegingen;
2. video voor de observatie van macrobewegingen;
3. vragenlijst Lokaal Ervaren Ongemak (LEO) voor registratie van ervaren belasting.

Onder houdingsverval wordt verstaan een geleidelijke verandering van de houding, bijvoorbeeld het onderuitzakken van het lichaam tijdens een langdurige zithouding. Microbewegingen zijn kleine lokale bewegingen als gevolg van verminderde coördinatie van de belaste spiergroepen. Macrobewegingen zijn grotere niet taakgebonden bewegingen die in het hele lichaam kunnen plaatsvinden. In beide studies zijn de metingen uitgevoerd bij één datatypiste.

Uit de twee onderzoeken is gebleken dat effecten van vermoeidheid inderdaad met deze methoden aangetoond kunnen worden.

De aangetoonde effecten bestaan uit:

- houdingsverval : onderuitzakken van het lichaam
meer leunen tegen de rugleuning
schouders optrekken;
- microbewegingen : toename van de microbewegingen in de rechter schouder;
- macrobewegingen : toename van het totaal aantal macrobewegingen;
- ervaren ongemak : toename van het ervaren ongemak.

De resultaten waren veelbelovend genoeg om op de ingeslagen weg verder te gaan met het hier beschreven onderzoek.

1.3 Vraagstelling

In het huidige onderzoek zijn twee vragen van belang:

1. met welke meetmethode en aan de hand van welke variabelen kunnen vermoeidheidseffecten bij statische (werk)houdingen eenvoudig gemeten worden?
2. Geven verschillende personen vergelijkbare resultaten wat betreft het optreden van vermoeidheidseffecten bij statische (werk)houdingen?

Daar de resultaten van de pilot-studies veelbelovend waren, zijn wederom het opto-elektronisch meetsysteem (VICON) voor de registratie van houdingsverval en microbewegingen, video voor de registratie van macrobewegingen en de vragenlijst lokaal ervaren ongemak (LEO) voor de registratie van ervaren belasting gebruikt voor de beantwoording van de onderzoeksvragen.

2. MATERIAAL EN METHODEN

De opzet van het experiment is in grote lijnen gelijk gebleven aan de opzet van het experiment van Miltenburg (1989). De dagindeling is licht gewijzigd. In het onderzoek van Miltenburg zijn aan het begin van de dag proefmetingen gedaan, pas daarna zijn de werkelijke metingen begonnen. In het huidige onderzoek zijn geen proefmetingen verricht op de meetdagen zelf. Om de meetdag zoveel mogelijk op een gewone werkdag te laten lijken, zodat een beeld verkregen kan worden van de vermoeidheidseffecten gedurende een hele werkdag, zijn de metingen verricht gedurende de hele dag volgens de normale werkuren.

De werkdag was onderverdeeld in zes werkuren. Er werd in de ochtend drie keer een uur gewerkt met steeds tien minuten pauze na een uur werken. De lunchpauze was veertig minuten lang. Na de lunch werd wederom drie keer een uur gewerkt met tussen de werkuren tien minuten pauze.

2.1 Proefpersonen en taak

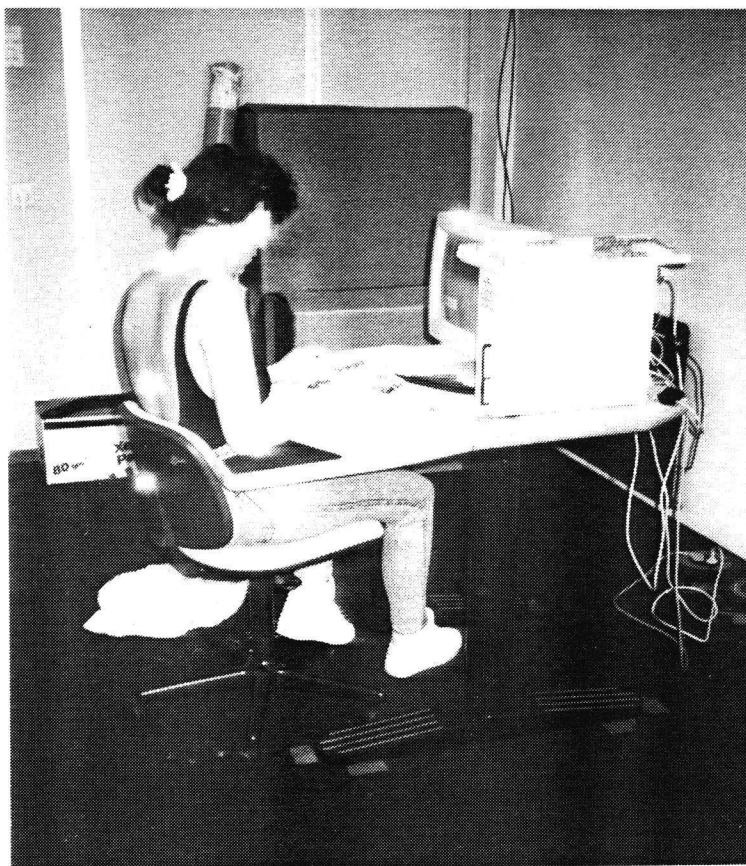
De metingen zijn verricht bij acht rechtshandige datatypisten (uitzendkrachten in de leeftijd van 18 tot 32 jaar, met een gemiddelde werkervaring van 3,5 jaar voor teksttypen en 3,1 jaar voor datatypen). De proefpersonen werkten, voordat het experiment begon, reeds dertien dagen aan de taak volgens dezelfde werkuren. Ze werkten aan een tafel met armsteunen en een licht geheld (ongeveer 7°) werkblad (figuur 2.1). De stoel, waarop ze de eerste dertien dagen hadden gewerkt, had armleuningen en een hoge rugleuning. Deze moest tijdens de meetdag vervangen worden door een stoel zonder armleuningen en een halve rug, om de voor VICON benodigde markers in zicht te kunnen houden.

De taak van de datatypisten bestond uit het tweehandig invoeren van postcodes. De postcodes verschenen op een beeldscherm en moesten ingetypt worden. Het invoeren van de postcodes gebeurde met behulp van een speciaal toetsenbord met voor de rechterhand de cijfers en voor de linkerhand de letters van de postcodes.

2.2 Opto-elektronisch meetsysteem (VICON): houdingsverval en microbewegingen

Het VICON-systeem is een opto-elektronisch meetsysteem voor het meten van houdingen en bewegingen. Het bestaat uit vier camera's, computerapparatuur en -programmatuur. Voor het meten van houdingen en bewegingen worden op bepaalde punten van het lichaam van de proefpersoon kleine bolvormige retro-reflecterende markers ($\pm 1\text{cm}^3$) aangebracht, die vanuit de camera's met licht beschenen worden. Als gevolg van de retro-reflecterende eigenschappen van de markers wordt het licht teruggekaatst in de richting van de camera waar het licht vandaan komt. De camera's registreren deze lichtweerkaatsingen. Indien een marker door tenminste twee camera's geregistreerd wordt, kan de drie-dimensionale positie van het punt berekend worden. Uit de drie-dimensionale positie van de markers kunnen de ruimtelijke standen van lichaamsdelen worden bepaald.

Figuur 2.1 De werkplek



2.2.1 Cameraopstelling

In figuur 2.2 is de cameraopstelling schematisch weergegeven. De plusjes zijn de referentiepunten van het calibratieframe. Er werd voor een cameraopstelling gekozen waarbij de camera's voornamelijk zijn gericht op de rechterzijde en de rug van de proefpersoon. De reden daarvan was dat met deze opstelling de kans dat de markers continu door minimaal twee camera's geregistreerd worden groter is dan bij een opstelling waarbij de camera's gelijkmatig gericht zijn op de linker- en rechterzijde van de proefpersoon. Het zicht op de linkerzijde van het lichaam van de proefpersoon is met deze cameraopstelling gering. Dit wordt echter niet als een verlies gezien daar met behulp van de markers op de rechterzijde en de rug van de proefpersoon de houding en de microbewegingen voldoende geregistreerd kunnen worden.

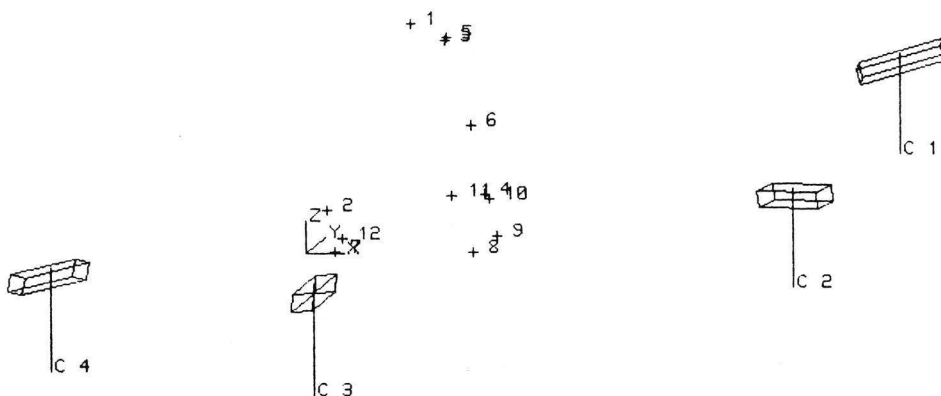
In figuur 2.2 is tevens het coördinatenstelsel, wat door middel van calibratie vastgesteld is, te zien. De x-as is parallel aan de tafelrand gekozen en loopt van links naar rechts gezien vanuit de proefpersoon. De y-as is horizontaal, vanaf de proefpersoon in de richting van het beeldscherm, gekozen. De z-as loopt verticaal omhoog.

Figuur 2.2 De cameraopstelling

VICON 002HH-060 NIPG, TNO Leiden
PROEF

UI2:[300,006]PTTPROEF1;6
Cameras defined : 1,2,3,4

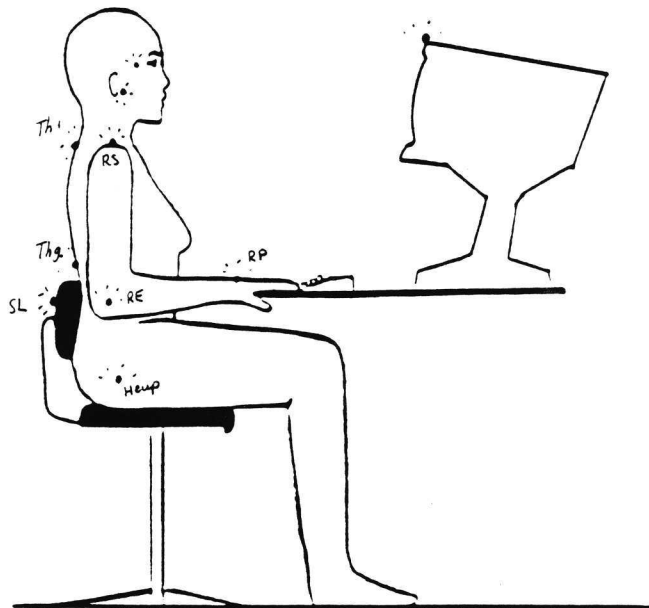
Option ?:



2.2.2 Markers

In het onderzoek werd gebruik gemaakt van dertien retro-reflecterende markers, waarvan elf op het lichaam van de proefpersoon en twee als referentiepunten op de stoel en het beeldscherm. Van de markers op het lichaam zijn twee markers op het hoofd aangebracht, drie markers op de romp en nek en zes markers op de armen en schouders. In figuur 2.3 en tabel 2.1 staan de precieze plaatsen van de markers op het lichaam. De markerposities zijn grotendeels overgenomen uit het onderzoek van Miltenburg (1989). De positionering van de markers op het hoofd is gewijzigd om aan te sluiten bij andere onderzoeken met het VICON-systeem.

Figuur 2.3 Markerposities



Tabel 2.1 Markerposities op het lichaam

lichaamsdeel	markerbenaming	markerpositie
hoofd	oog	laterale hoek van het rechteroog
	oor	naast het rechter oorlelletje
nek	Th1	op de 'processus spinosus' van de eerste thoracale wervel
romp	Th9	op de 'processus spinosus' van de negende thoracale wervel
	heup	rechter heup ter plaatse van de 'trochanter major'
armen/schouders	LS en RS	linker en rechter schouder ter plaatse van de 'angulus acromialis'
	LE en RE	linker en rechter elleboog ter plaatse van de gewrichtsspleet tussen de humerus en de radius
	LP en RP	linker en rechter pols naast het processus styloideus ulnae

In het huidige onderzoek zijn ook markers op de ellebogen en de polsen aangebracht. Vooralsnog is er geen gebruik gemaakt van deze markers daar de analyse van de gegevens zich allereerst heeft gericht op het in de voorgaande onderzoeken aangetoonde houdingsverval en microbewegingen. Echter in een eventuele secundaire analyse van de gegevens zouden ze alsnog gebruikt kunnen worden.

De markers werden zoveel mogelijk op de huid en niet op de kleding aangebracht om verschuivingen te voorkomen. Indien het niet mogelijk was de marker op de huid aan te brengen, werd allereerst de kleding op de huid gefixeerd met dubbelzijdig plakband waarna de marker op de kleding werd aangebracht.

2.2.3 Meetschema

Per persoon zijn de metingen verricht gedurende een werkdag met zes werkuren. Vóór ieder werkuren werd een rustmeting verricht om achteraf de VICON-metingen aan een rusthouding te kunnen refereren. Tijdens deze opname, die 5 seconden duurde, werd de proefpersoon gevraagd stil te zitten met de handen op het toetsenbord en de ogen gericht op het beeldscherm op de plaats waar de postcodes verschenen. Tijdens de analyse is echter gebleken dat aan een dergelijke referentiehouding geen behoefte is.

Gedurende het werk werd om de ongeveer 4 minuten een VICON-opname gemaakt van 10 seconden met een opnamefrequentie van 20 Hertz, wat tweehon-

derd beeldjes per opname opleverde. Op deze manier werd verspreid over het uur een vijftiental opnamen gemaakt waardoor na analyse een beeld verkregen kan worden over het verloop van de houding en de microbewegingen over het uur.

2.2.4 Analyse van de VICON-gegevens

Voor de analyse van de VICON-opnamen werden per beeldje acht variabelen berekend:

1. Th1-LS de verticale afstand tussen Th 1 en LS
2. Th1-RS de verticale afstand tussen Th 1 en RS
3. Th1-SL de absolute afstand tussen Th 1 en de stoelleuning (SL)
4. Th9-SL de verticale afstand tussen Th 9 en SL
5. Th1-Th9,z de absolute hoek die de lijn Th 1 Th 9 maakt met de verticale z-as
6. Th1-Heup de verticale afstand tussen Th 1 en de heup
7. SL-Heup de horizontale afstand tussen de SL en de heup
8. oog-oor,z de absolute hoek die de lijn oog-oor maakt met de verticale z-as

De eerste twee variabelen geven de stand weer van de schouders ten opzichte van de nek. De derde, vierde en zevende variabele geven een indicatie van het onderuitzakken van het lichaam. De vijfde variabele geeft een indicatie van het achteroverleunen tegen de rugleuning en de zesde variabele van het inzakken van het lichaam. De laatste variabele zegt iets over de hoofdstand gedurende het werken.

De eerste vijf variabelen zijn overgenomen uit het onderzoek van Miltenburg (1989). De overige drie zijn toegevoegd daar ook van deze afstanden en hoeken verwacht wordt dat ze een indicator van spierversmoedigheid zouden kunnen zijn. Per opname werd het gemiddelde en de standaard deviatie van de afstanden en de hoeken berekend. Tevens werd de frequentie-inhoud van iedere opname, met behulp van een Fast Fourier Transformatie, bepaald. Het gemiddelde wordt gezien als een maat voor de houding. In het onderzoek van Miltenburg (1989) werd de standaard deviatie als maat voor de microbewegingen genomen. Met behulp

van deze maat is alleen een toename van de microbewegingen aangetoond voor de afstanden Th1-RS en Th9-SL. In het huidige onderzoek werd naast de standaard deviatie het totaal spectraal vermogen boven de 1,8 Hz van een opname als maat voor de microbewegingen onderzocht. Bij deze methode wordt er van uit gegaan dat microbewegingen gemiddeld een hogere frequentie hebben dan macrobewegingen tijdens statische werkhoudingen. Wanneer het totaal spectraal vermogen boven een bepaalde grensfrequentie als maat voor de microbewegingen genomen wordt, wordt de invloed van macrobewegingen (met frequenties onder de grensfrequentie) verminderd (zie voor details over de frequentie-analyse: Smitt, 1990).

2.3 Observatie van macrobewegingen (Video)

Gedurende de werkperioden werd continu een videobeeld opgenomen met behulp van vier videocamera's die op de VICON-camera's waren geplaatst. De vier videobeelden werden achteraf gebruikt om macrobewegingen te registreren. Alle duidelijk zichtbare bewegingen werden met omschrijving van de beweging en tijdstip genoteerd.

Voor de analyse werd als maat voor de macrobewegingen het totale aantal per uur genomen. Er is geen onderscheid gemaakt tussen soorten macrobewegingen (krabben, ongemak enz.) daar uit het onderzoek van Miltenburg (1989) gebleken is dat het totaal aantal macrobewegingen, ongeacht het soort, de beste resultaten geeft.

2.4 Vragenlijst Lokaal Ervaren Ongemak (LEO)

De vragenlijst Lokaal Ervaren Ongemak (LEO) bestaat uit een afbeelding van het lichaam gezien op de rug en een score-schaal van 0 (geen enkele last) tot 10 (uitermate veel last) (figuur 2.4). Voor details over de vragenlijst wordt verwezen naar Van der Grinten (1990).

Figuur 2.4 De vragenlijst Lokaal Ervaren Ongemak

PTT, 1990, LEO

BEWAP/NIPG-TNO

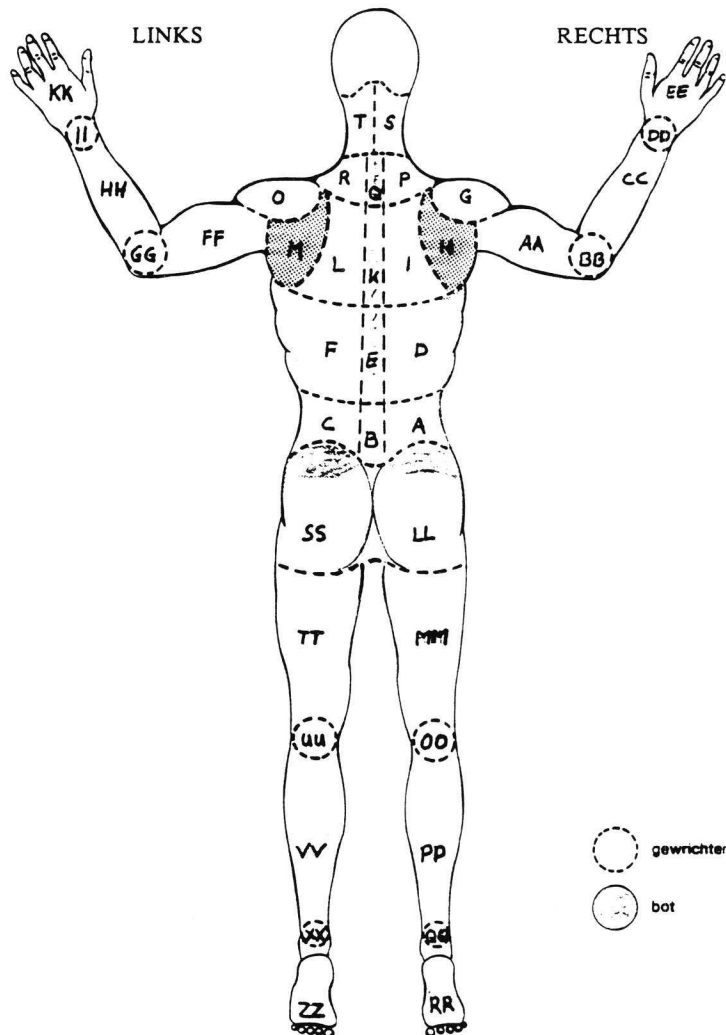
HIER	<u>datum</u>	<u>dag</u>	<u>mblok/moment</u>	<u>dagnr</u>	<u>ppn</u>	<u>toetsenbord</u>
NIET	ma/di	1 2 3 4 5 6			m1 m2
INVUL-	dag mnd	wo	7 8 9 10 11 12	z1 z2
LEN		do/vr		(1-15)	(1-48)	

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 per gebied waar U last waarnam één getal (+-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 =
- 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 ()

Wilt U indien U last heeft waargenomen aan uw ogen dit hier aangeven, in een getal uit de schaal ()

Tijdens het onderzoek van Miltenburg (1989) is gebleken dat afname van de vragenlijst tijdens het werk zeer storend werkt. Daarom is in het huidige onderzoek gekozen voor een minder frequente afname. De vragenlijst werd direct voor en direct na ieder werkuur schriftelijk afgenomen. Zo werd de proefpersoon niet gestoord tijdens het werk en kon toch het verloop van het lokaal ervaren ongemak over het uur gemeten worden. Tevens kan enig inzicht verkregen worden over het effect van de pauze op het ervaren ongemak.

In het onderzoek van Miltenburg (1989) zijn drie variabelen van de vragenlijst geanalyseerd, te weten de totale score, het aantal regio's waar gescoord is en de gemiddelde score (de totale score gedeeld door het aantal regio's). Van deze drie variabelen bleek de totale score de beste resultaten te geven. In dit onderzoek is dan ook gebruik gemaakt van deze variabele.

Wel is een onderverdeling gemaakt naar lichaamsdelen. De regio's zijn ingedeeld in de clusters rechter schouder-bovenarm, linker schouder-bovenarm, rug en nek (zie tabel 2.2 en Van der Grinten, 1990).

Tabel 2.2 Indeling van regio's in cluster

nummer	benaming cluster	opgebouwd uit regio's
1.	rechter schouder-bovenarm	H+G+AA
2.	linker schouder-bovenarm	M+O+FF
3.	rug	A+B+C+D+E+F+J+K+L
4.	nek	P+Q+R+S+T

Door de indeling in clusters wordt het mogelijk het gescoorde ongemak in een bepaald deel van het lichaam te vergelijken met het houdingsverval en de microbewegingen in dat lichaamsdeel.

Voor iedere variabele is gekeken of er een verloop optreedt in het ervaren ongemak gescoord aan het eind van een werkuur (eind-scores). Tevens is gekeken of een verloop optreedt in verschil-scores. De verschil-score is de score van na het uur werken verminderd met de score van voor het uur werken.

2.5 Statistische analyse

Voor de statistische analyse werd gebruik gemaakt van SPSS/PC+. Hiermee werden twee soorten analyses gedaan.

1. Per methode werd bij alle variabelen gezocht naar een trend in de tijd. Voor de VICON-variabelen werd gezocht naar een trend binnen de werkuuren en naar een trend over de zes werkuuren. Voor de andere twee methoden was het in verband met de hoeveelheid gegevens alleen mogelijk naar een trend over de zes werkuuren te zoeken. Voor de trend over de zes werkuuren is het gemiddelde van de 15 opnamen van een werkuur genomen. In alle gevallen werd naar een trend gezocht met behulp van de toets van FRIEDMAN met een significantieniveau van $p \leq 0.05$.
2. Naast het verloop van de variabelen zijn tevens de relaties tussen de variabelen van één methode en de relaties tussen alle variabelen van de drie meetmethoden onderzocht. Indien duidelijke relaties aanwezig zijn is het mogelijk dat de verschillende variabelen hetzelfde fenomeen (spiervermoeidheid) meten. Voor de bepaling van de onderlinge relaties werden aan de hand van het gemiddelde van de acht proefpersonen PEARSON correlatie-coëfficiënten tussen alle variabelen berekend. Daar de gegevens van de macrobewegingen en de LEO-scores alleen per werkuur beschikbaar waren werd alleen naar een relatie in de trend over de dag gezocht. Ook hiervoor werd een significantieniveau van $p \leq 0.05$ gebruikt.

3. RESULTATEN

Om een duidelijke scheiding te houden tussen feiten en interpretatie van feiten, worden in dit hoofdstuk alleen de feiten beschreven waarna in het volgende hoofdstuk de interpretatie van de gegevens volgt. Tijdens de experimenten is proefpersoon drie wegens ziekte uitgevallen. Daarvoor in de plaats is proefpersoon negen gekomen.

3.1 Houdingsverval

In de figuren 3.1 t/m 3.8 zijn achtereenvolgens de acht houdingsvariabelen uitgezet tegen de tijd. In elk figuur zijn de gemiddelden van de 200 beeldjes van de opnamen voor iedere persoon uitgezet (stippellijnen). Tevens is het gemiddelde van de acht proefpersonen weergegeven (getrokken lijn). Het eerste punt van ieder uur is de rustmeting.

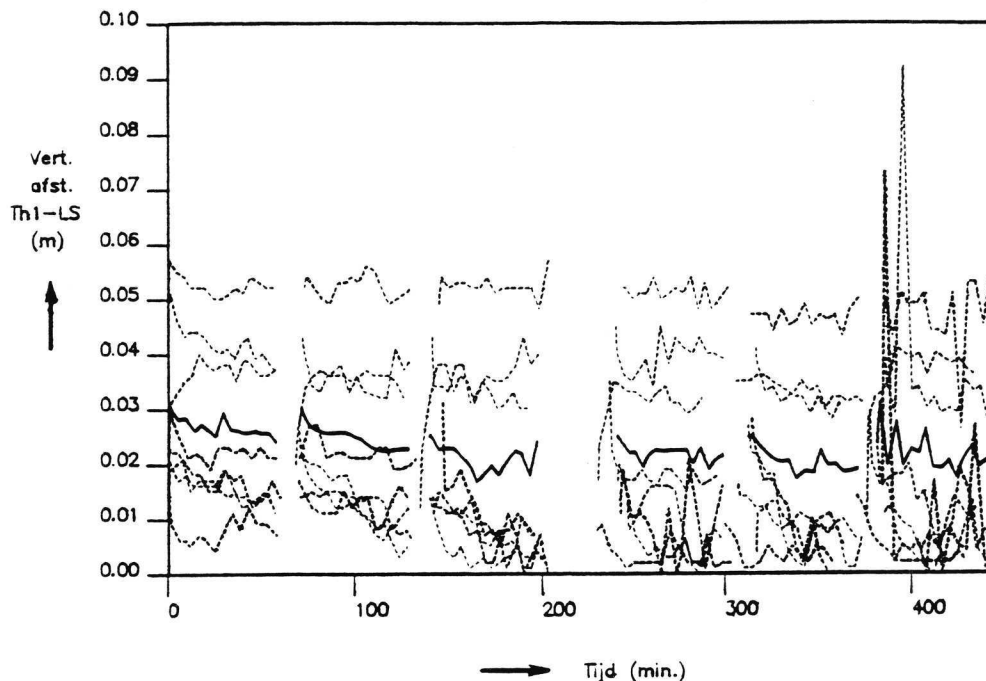
Bij de toets of er een verloop is in de variabelen in de tijd is de rustmeting buiten beschouwing gelaten aangezien het gaat om een verloop in de variabele tijdens het werk.

In tabel 3.1 zijn de significanties weergegeven voor acht variabelen wat betreft het verloop over de zes werkuren afzonderlijk en over de dag. Voor het verloop over de dag is per persoon per uur het gemiddelde van de variabele berekend. Met behulp van dit gemiddelde werd de toets op verloop uitgevoerd.

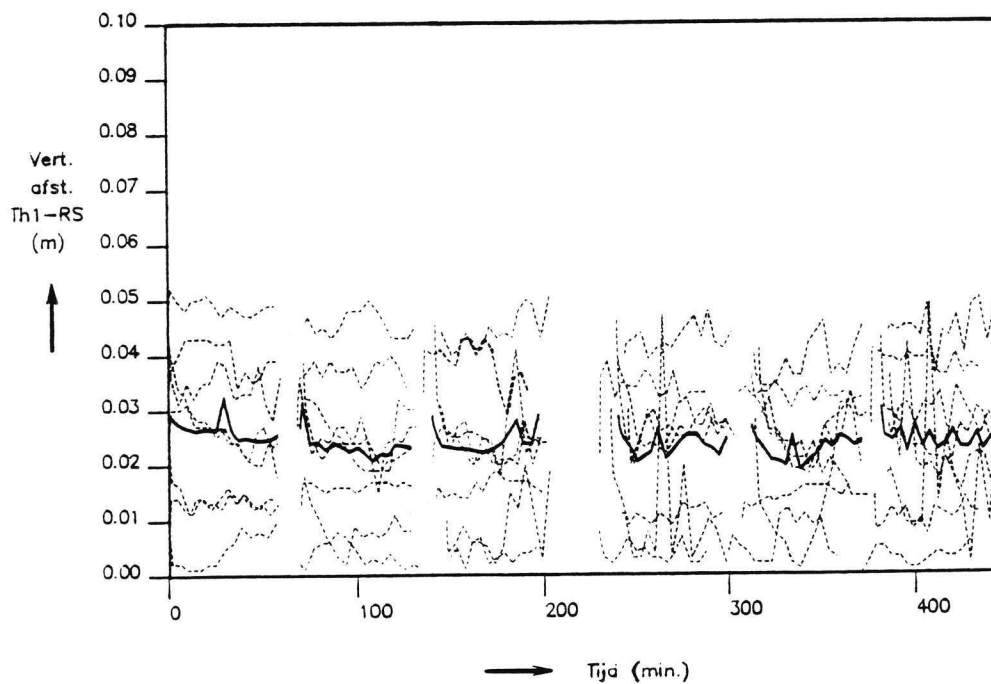
Tabel 3.1 Significanties van de VICON-houdingsvariabelen voor de zes werkuren en voor de hele dag getoetst met de toets van FRIEDMAN

	1	2	3	4	5	6	dag
Th1-LS hou	.0227	.0261	.0025	.2402	.0058	.4224	.0024
Th1-RS	.1695	.9321	.9975	.4020	.0754	.6231	.2909
Th1-SL	.0007	.1142	.0026	.1767	.0021	.1903	.0095
Th9-SL	.0021	.0069	.0253	.0398	.0009	.2112	.0089
Th1-Th9, z	.4456	.0082	.8445	.4756	.3165	.5259	.0470
Th1-Heup	.0023	.4552	.6518	.0326	.0044	.0865	.0076
SL-Heup	.3825	.0104	.4693	.7546	.6305	.1159	.7251
Oog-Oor, z	.0069	.0003	.1213	.0837	.0721	.0885	.4008

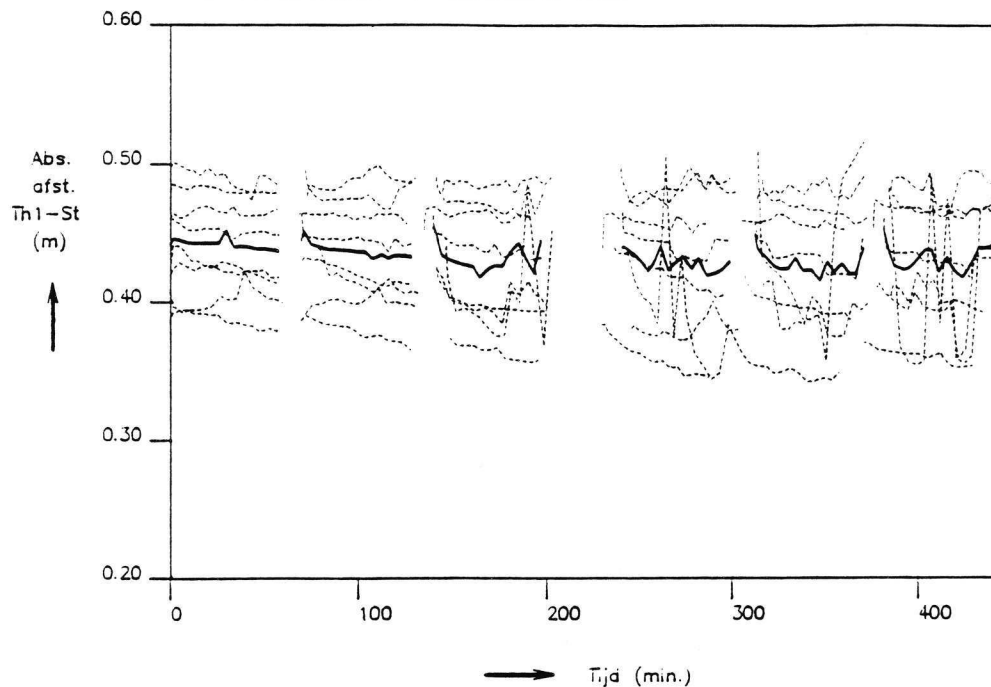
Figuur 3.1 Het verloop van de verticale afstand tussen de eerste thoracale wervel en de linkerschouder van de acht proefpersonen (stippellijnen) en van het gemiddelde van de acht proefpersonen (getrokken lijn)



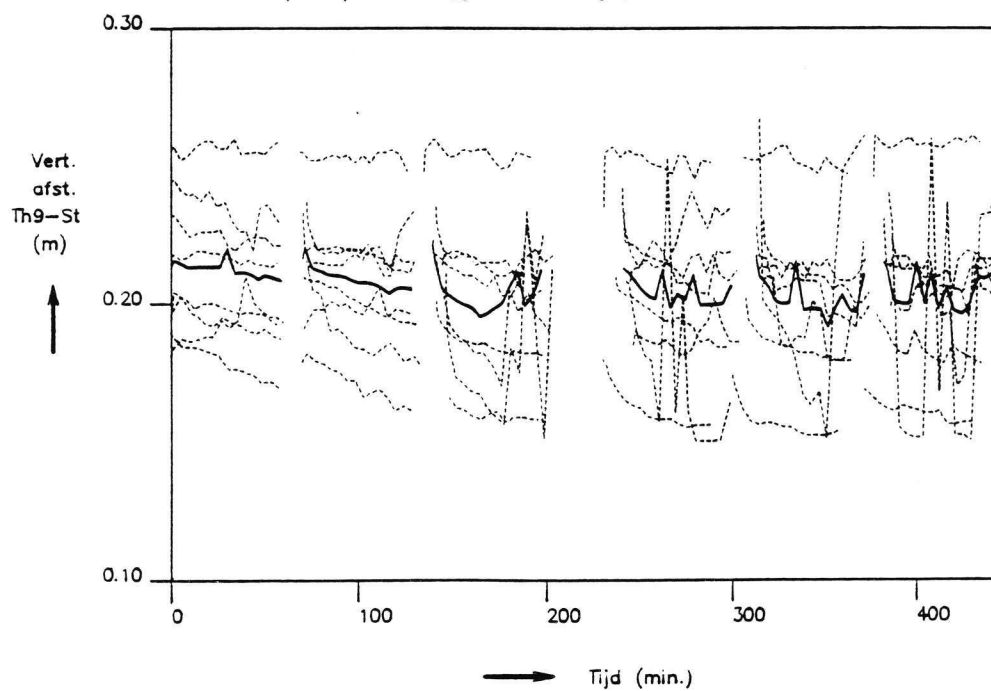
Figuur 3.2 Het verloop van de verticale afstand tussen de eerste thoracale wervel en de rechterschouder van de acht proefpersonen (stippellijnen) en van het gemiddelde van de acht proefpersonen (getrokken lijn)



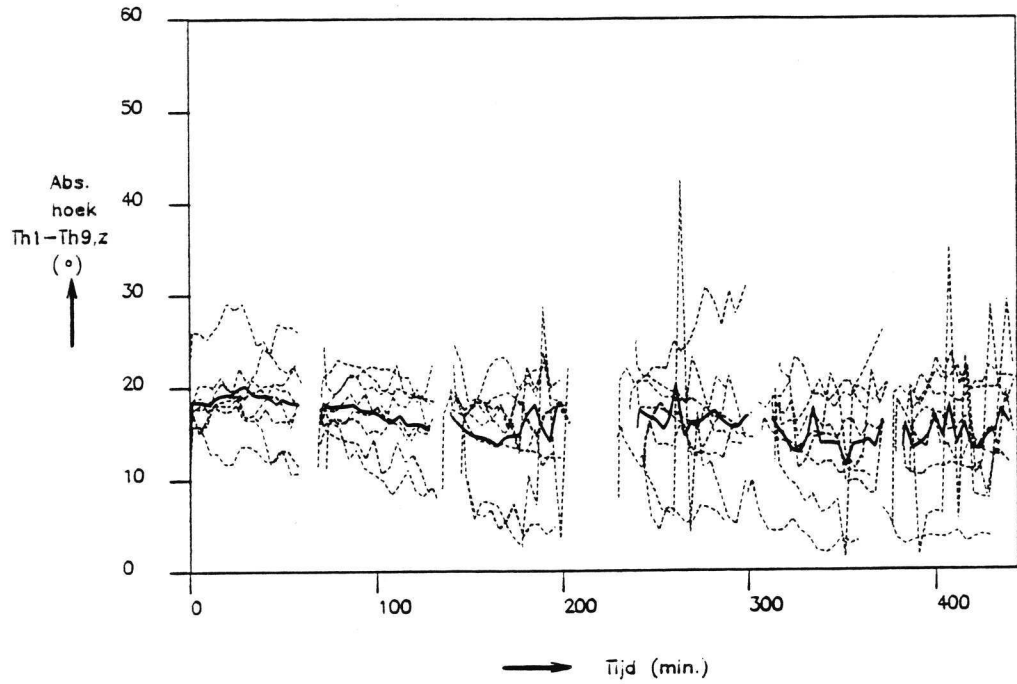
Figuur 3.3 Het verloop van de absolute afstand tussen de eerste thoracale wervel en de stoelleuning van de acht proefpersonen (stippellijnen) en van het gemiddelde van de acht proefpersonen (getrokken lijn)



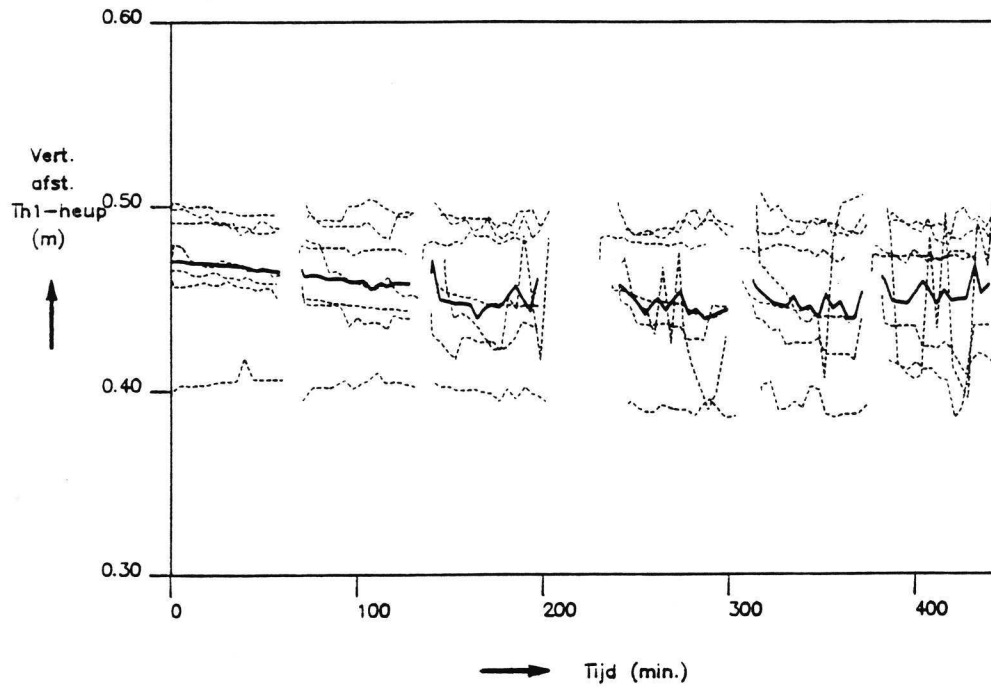
Figuur 3.4 Het verloop van de verticale afstand tussen de negende thoracale wervel en de stoelleuning van de acht proefpersonen (stippellijnen) en van het gemiddelde van de acht proefpersonen (getrokken lijn)



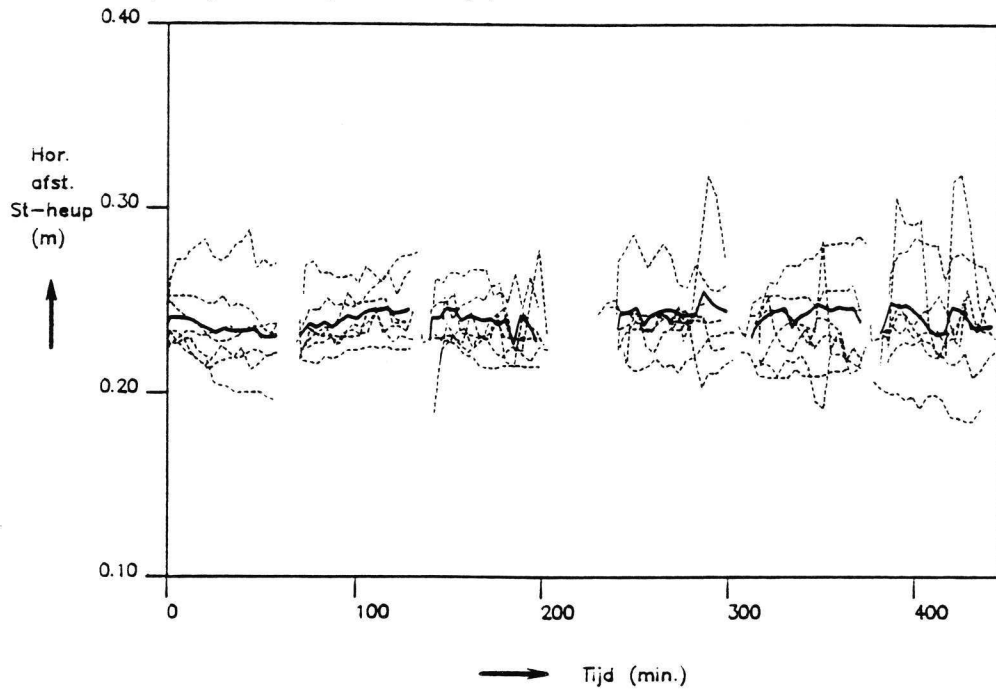
Figuur 3.5 Het verloop van de absolute hoek van de lijn tussen de eerste en de negende thoracale wervel en de z-as van de acht proefpersonen (stippellijnen) en van het gemiddelde van de acht proefpersonen (getrokken lijn)



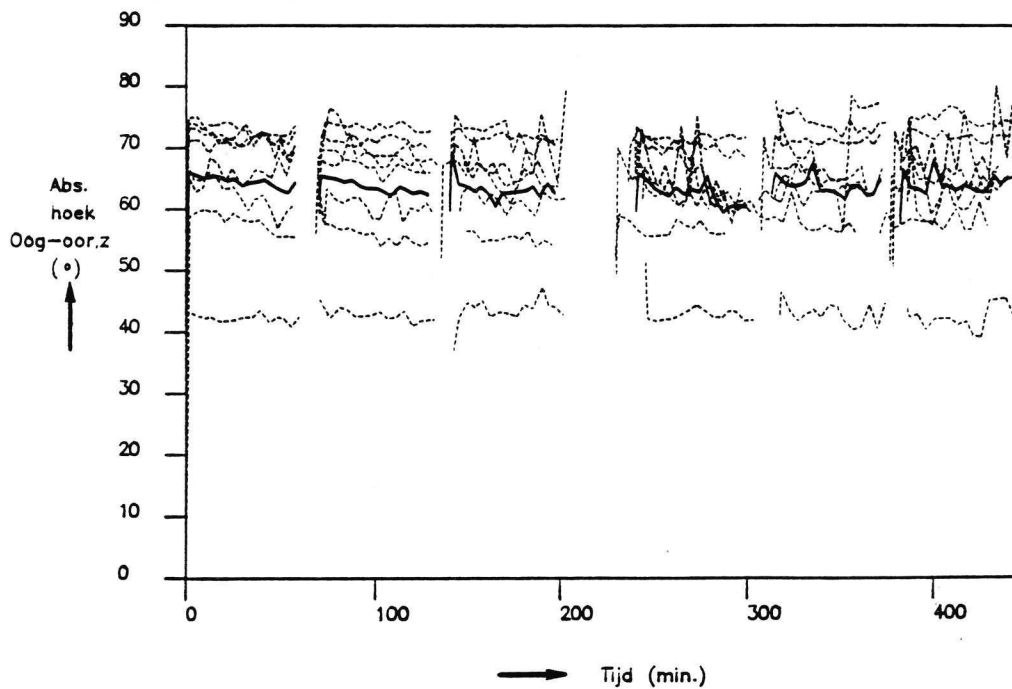
Figuur 3.6 Het verloop van de verticale afstand tussen de eerste thoracale wervel en de heup van de acht proefpersonen (stippellijnen) en van het gemiddelde van de acht proefpersonen (getrokken lijn)



Figuur 3.7 Het verloop van de horizontale afstand tussen de stoelleuning en de heup van de acht proefpersonen (stippellijnen) en van het gemiddelde van de acht proefpersonen (getrokken lijn)



Figuur 3.8 Het verloop van de absolute hoek van de lijn oog-oor en de z-as van de acht proefpersonen (stippellijnen) en van het gemiddelde van de acht proefpersonen (getrokken lijn)



De verticale afstanden en de hoeken worden in het algemeen kleiner naarmate de werktijd toeneemt. De horizontale afstand wordt groter. In de figuren is te zien dat het verloop van de variabelen niet vloeiend is. Vooral in de middaguren komt er meer variatie in de variabelen. Een ander feit is dat geen van de variabelen in het laatste uur een significant verloop laat zien en dat in de ochtenduren vaker een significant verloop voorkomt dan in de middaguren.

Th1-LS vertoont wel een significante daling over de hele dag maar Th1-RS niet. Verder vertonen Th9-SL, Th1-SL, Th1-Heup en Th1-Th9,z een significante daling over de dag.

In bijlage 1 tabel 1.1 staan de PEARSON-correlatiecoëfficiënten voor de relaties tussen de VICON-houdingsvariabelen onderling. Behalve de correlaties met de variabele Oog-Oor,z zijn bijna alle correlaties tussen de houdingsvariabelen onderling significant. De variabele Oog-Oor,z correleert alleen met Th1-Heup en SL-Heup. De variabelen Th1-Th9,z en SL-Heup correleren niet met elkaar.

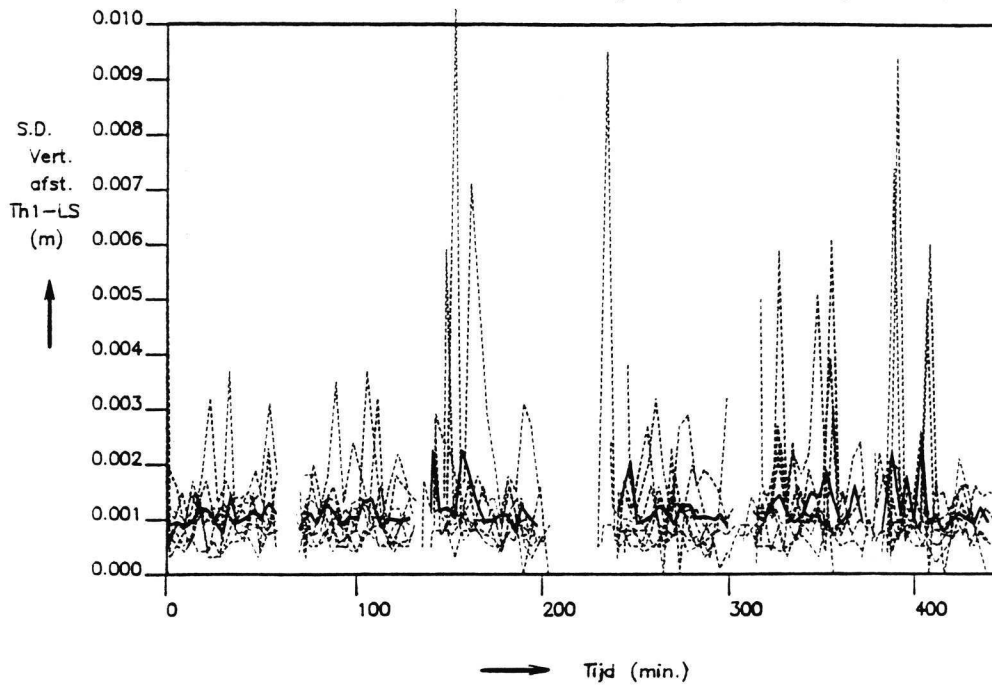
3.2 Microbewegingen

3.2.1 Standaard deviatie

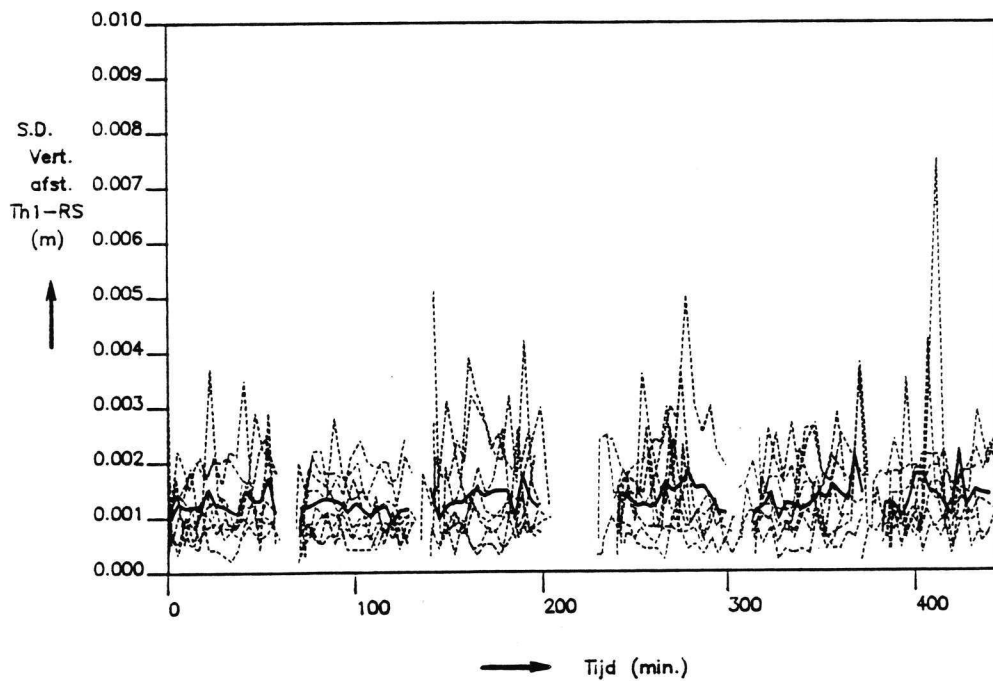
In de figuren 3.9 t/m 3.16 zijn de standaard deviaties van de acht variabelen uitgezet tegen de tijd. In de figuren is tevens het gemiddelde van de acht proefpersonen weergegeven. Het eerste punt van ieder uur is de rustmeting.

Ook bij de standaard deviaties van de variabelen is het verloop niet vloeiend.

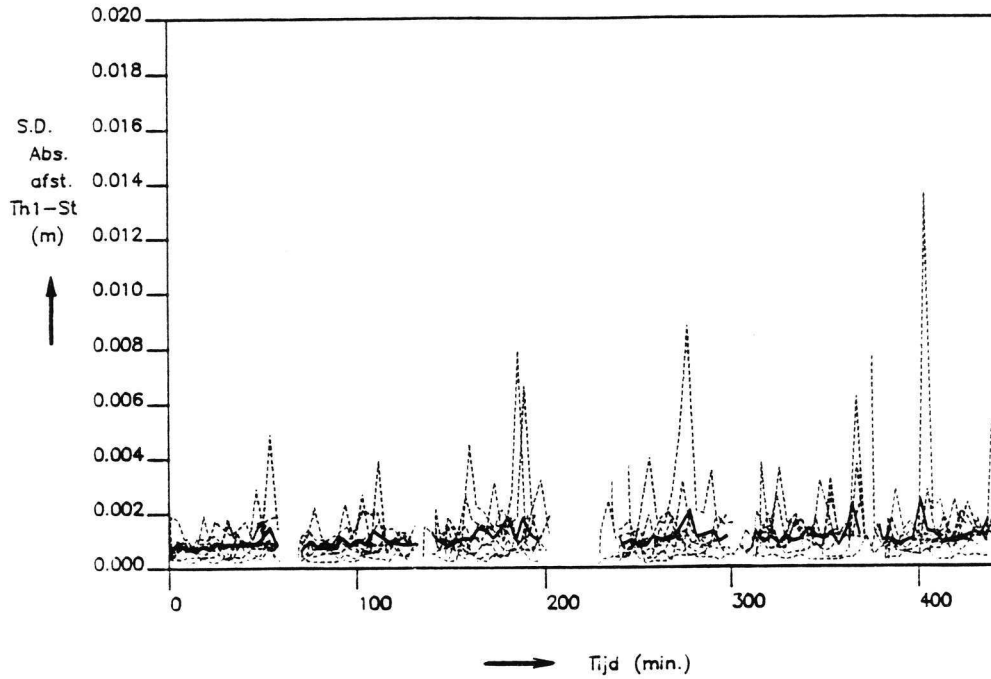
Figuur 3.9 Het verloop van de standaard deviatie van de verticale afstand tussen de eerste thoracale wervel en de linkerschouder van de acht proefpersonen (stippellijnen) en van het gemiddelde van de acht proefpersonen (doorgetrokken)



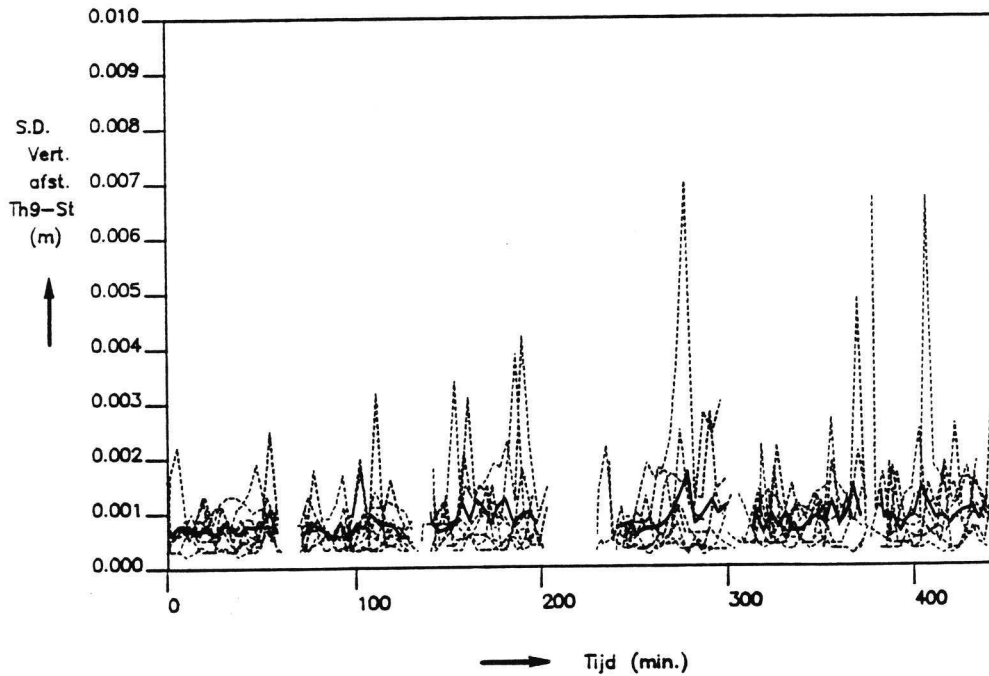
Figuur 3.10 Het verloop van de standaard deviatie van de verticale afstand tussen de eerste thoracale wervel en de rechterschouder van de acht proefpersonen (stippellijnen) en van het gemiddelde van de acht proefpersonen (doorgetrokken)



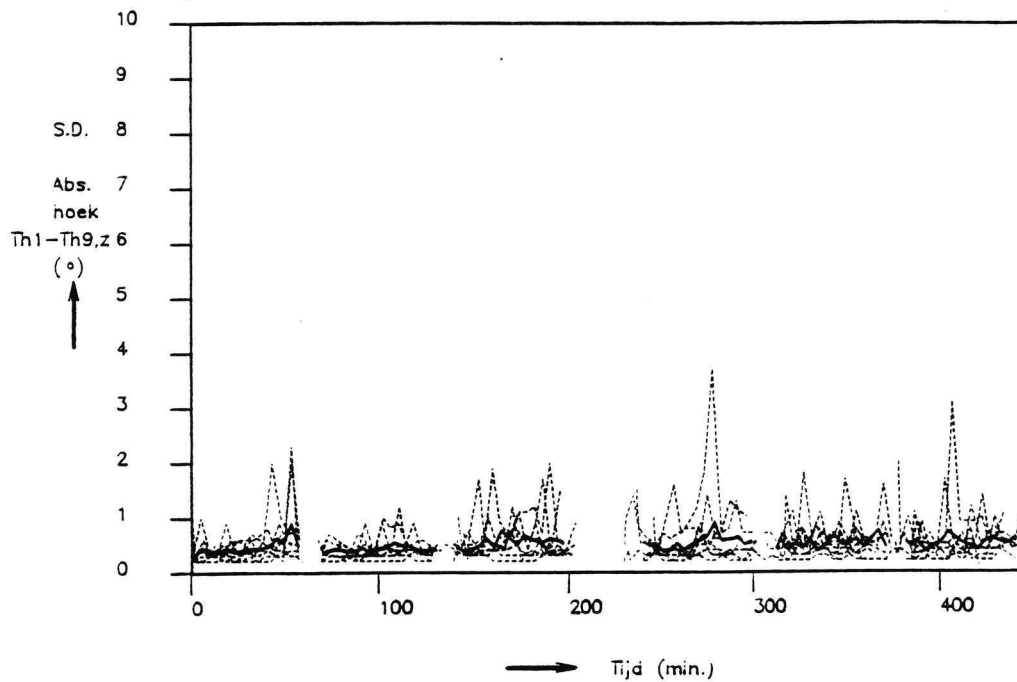
Figuur 3.11 Het verloop van de standaard deviatie van de absolute afstand tussen de eerste thoracale wervel en de stoelleuning van de acht proefpersonen (stippellijnen) en van het gemiddelde van de acht proefpersonen (doorgetrokken)



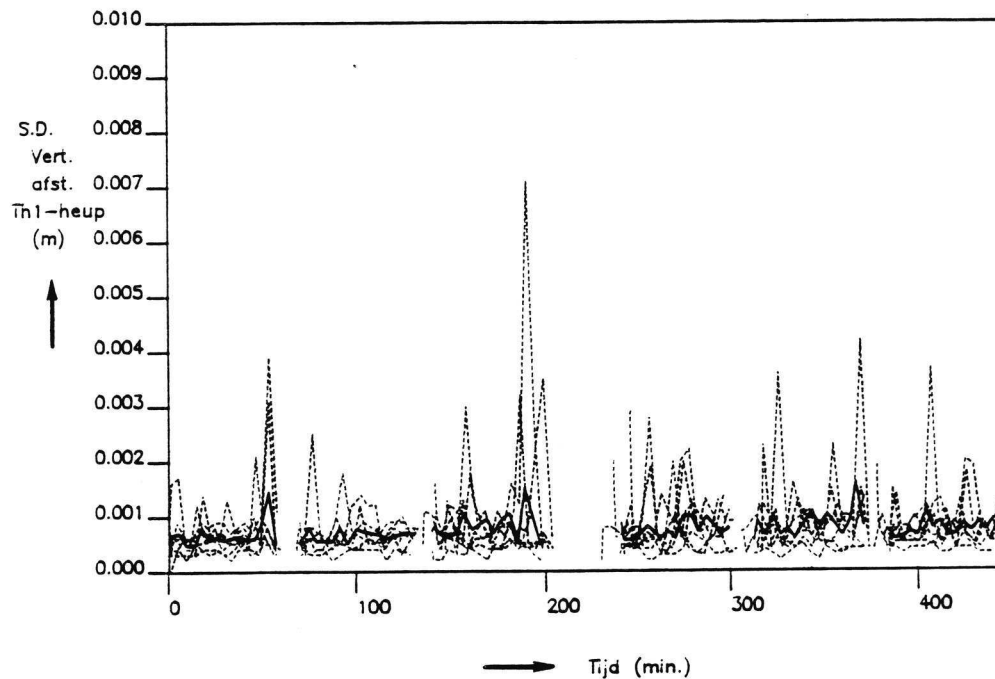
Figuur 3.12 Het verloop van de standaard deviatie van de verticale afstand tussen de negende thoracale wervel en de stoelleuning van de acht proefpersonen (stippellijnen) en van het gemiddelde van de acht proefpersonen (doorgetrokken)



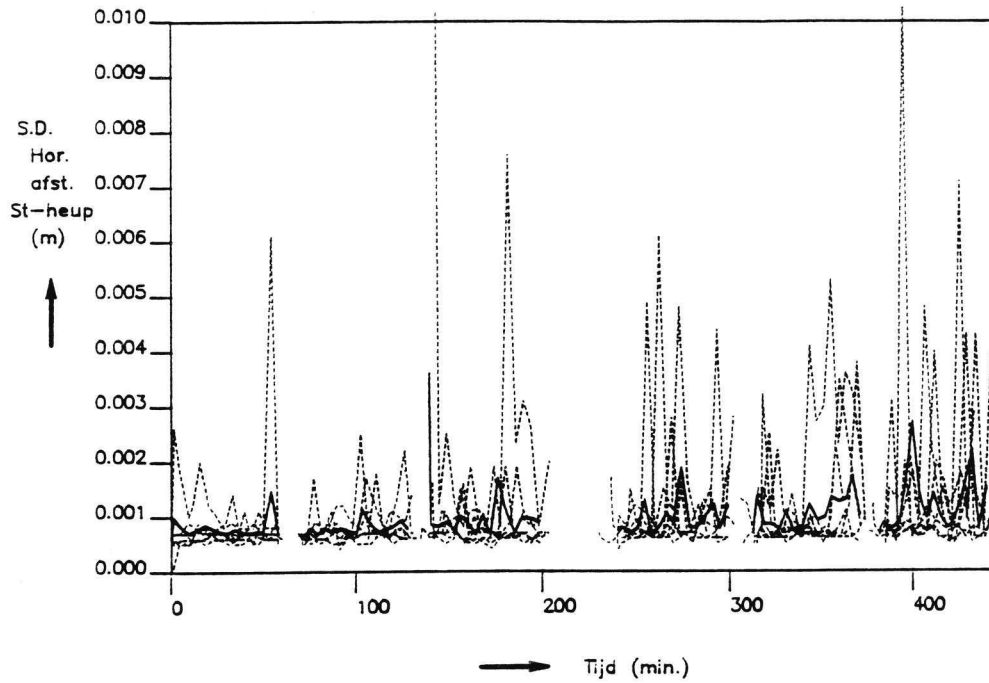
Figuur 3.13 Het verloop van de standaard deviatie van de absolute hoek van de lijn tussen de eerste en de negende thoracale wervel en de z-as van de acht proefpersonen (stippellijnen) en van het gemiddelde van de acht proefpersonen (doorgetrokken)



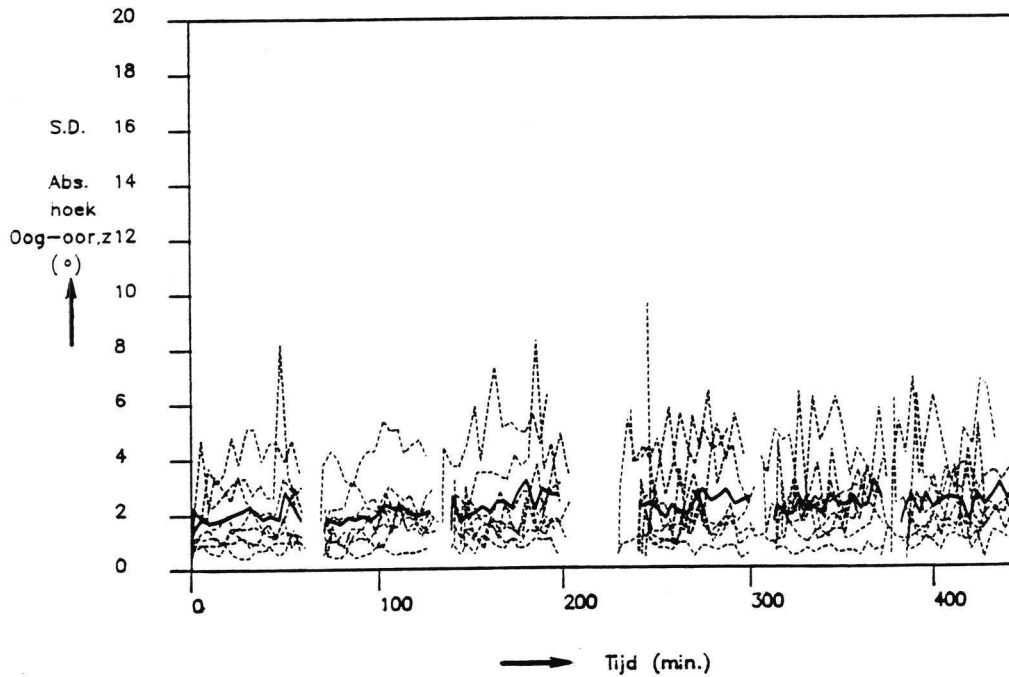
Figuur 3.14 Het verloop van de standaard deviatie van de verticale afstand tussen de eerste thoracale wervel en de heup van de acht proefpersonen (stippellijnen) en van het gemiddelde van de acht proefpersonen (doorgetrokken)



Figuur 3.15 Het verloop van de standaard deviatie van de horizontale afstand tussen de stoelleuning en de heup van de acht proefpersonen (stippellijnen) en van het gemiddelde van de acht proefpersonen (doorgetrokken)



Figuur 3.16 Het verloop van de standaard deviatie van de absolute hoek van de lijn oog-oor en de z-as van de acht proefpersonen (stippellijnen) en van het gemiddelde van de acht proefpersonen (doorgetrokken)



In tabel 3.2 staan de significanties weergegeven voor het verloop van de standaard deviaties van de VICON-variabelen getoetst met de toets van FRIEDMAN.

Tabel 3.2 Significanties van de standaard deviaties van de VICON-variabelen getoetst met de toets van FRIEDMAN

	1	2	3	4	5	6	dag
Th1-LS st dev	.4567	.4290	.7814	.7827	.4709	.7682	.7925
Th1-RS	.3248	.5003	.8459	.7624	.1758	.1742	.1674
Th1-SL	.2142	.5221	.7287	.4766	.6741	.2128	.2357
Th9-SL	.8151	.0500	.1896	.6640	.2797	.6591	.2698
Th1-Th9,z	.0736	.6404	.5166	.5070	.5369	.6133	.4072
Th1-Heup	.2148	.1687	.6955	.3126	.5763	.2156	.0640
SL-Heup	.9439	.9856	.4058	.5397	.4848	.2340	.0399
Oog-Oor,z	.0297	.0069	.0040	.4169	.3809	.2725	.0510

Er zijn weinig variabelen die een significant verloop laten zien. In de ochtenduren neemt de standaard deviatie van de hoek Oog-Oor met de z-as significant toe. Alleen de variabele SL-heup laat een significant verloop over de dag zien.

In bijlage 1 tabel 1.2 staan de PEARSON-correlatiecoëfficiënten voor de relaties tussen de standaard deviaties van de VICON-variabelen.

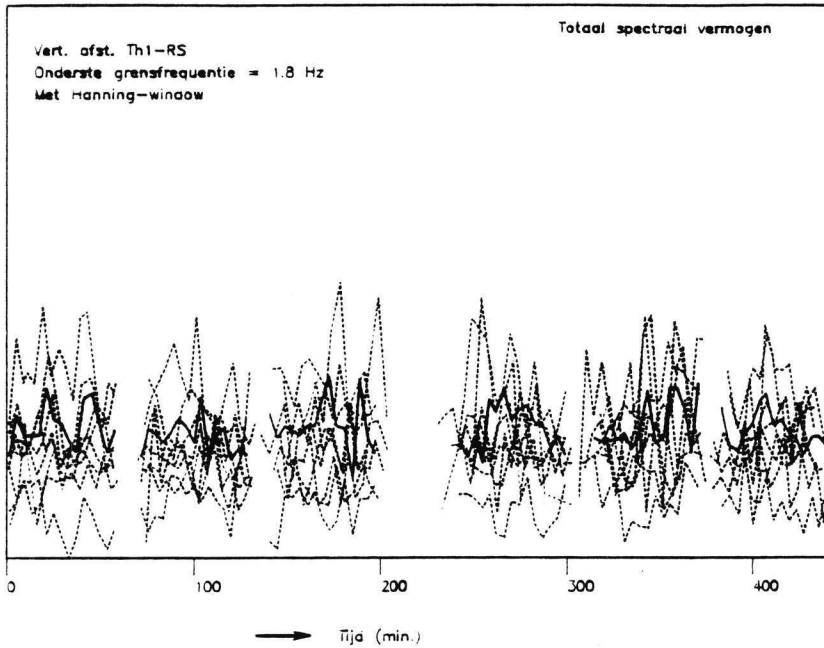
Evenals bij de houdingsvariabelen zijn bijna alle correlaties significant. Alleen de standaard deviatie van de variabele Th1-Heup correleert niet met de standaard deviatie van de variabelen Th1-RS en SL-Heup, tevens correleren SL-Heup en Th1-Th9,z niet met elkaar.

3.2.2 Totaal spectraal vermogen

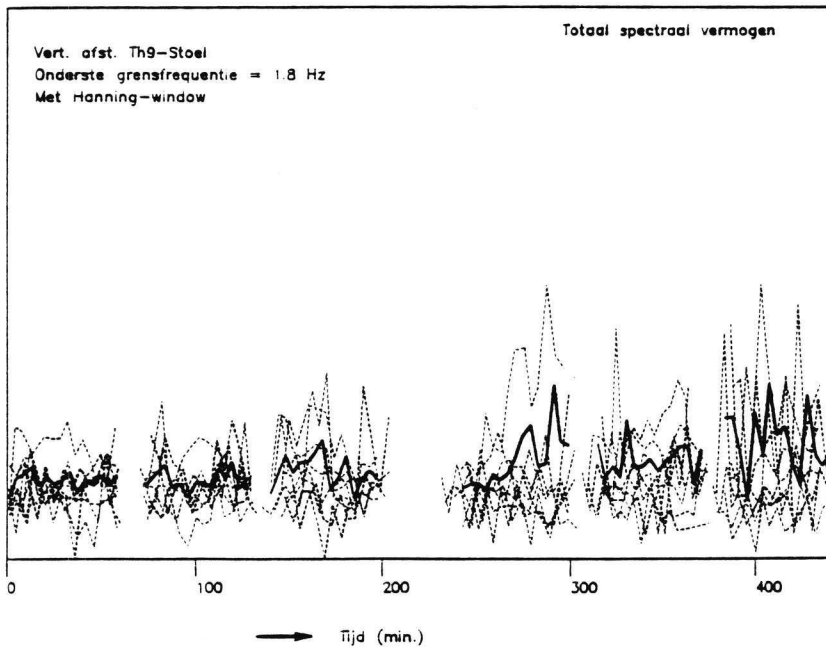
Aangezien de toepassing van frequentie analyse op VICON-gegevens nog een geheel nieuwe methode is, is de methode allereerst op vier van de acht variabelen toegepast, te weten Th1-RS, Th9-SL, Th1-Th9,z en Oog-Oor,z.

In de figuren 3.17 t/m 3.19 is het totaal spectraal vermogen van drie van de vier variabelen met een logaritmische schaal uitgezet tegen de tijd. In de figuren zijn de spectrale vermogens van de opnamen per persoon uitgezet, tevens is het gemiddelde van de acht proefpersonen weergegeven. De rustmeting is niet weergegeven.

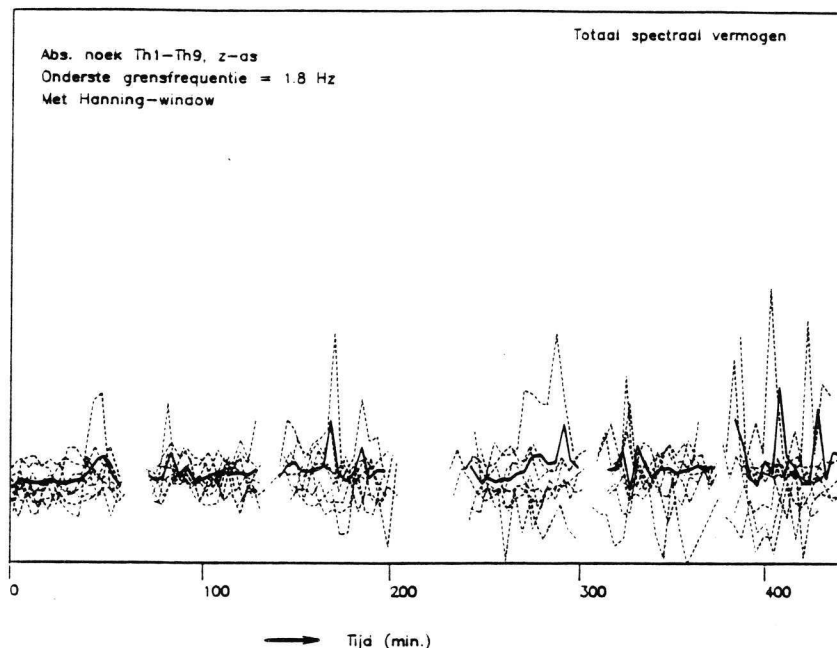
Figuur 3.17 Het verloop van het totaal spectraal vermogen van de verticale afstand tussen de eerste thoracale wervel en de rechterschouder (logaritmische schaal) van de acht proefpersonen (stippellijnen) en van het gemiddelde van de acht proefpersonen (doorgetrokken)



Figuur 3.18 Het verloop van het totaal spectraal vermogen van de verticale afstand tussen de negende thoracale wervel en de stoelleuning (logaritmische schaal) van de acht proefpersonen (stippellijnen) en van het gemiddelde van de acht proefpersonen (doorgetrokken)



Figuur 3.19 Het verloop van het totaal spectraal vermogen van de absolute hoek van de lijn tussen de eerste en de negende thoracale wervel en de z-as (logaritmi-sche schaal) van de acht proefpersonen (stippellijnen) en van het gemiddelde van de acht proefpersonen (doorgetrokken)



In tabel 3.3 staan de significanties, getoetst met de toets van FRIEDMAN, voor het verloop van het totaal spectraal vermogen binnen de werkuren en over de dag van de vier variabelen.

Tabel 3.3 Significanties voor het verloop van het totaal spectraal vermogen van de VICOM-variabelen getoetst met de toets van FRIEDMAN

	1	2	3	4	5	6	dag
Th1-RS freq	.0526	.1396	.7523	.7675	.1761	.0948	.4895
Th9-SL	.4282	.2825	.7540	.9114	.9128	.3339	.0241
Th1-Th9, z	.4746	.2291	.3948	.6222	.1561	.2074	.1562
Oog-Oor, z	.1132	.1031	.2756	.4615	.1106	.5166	.4021

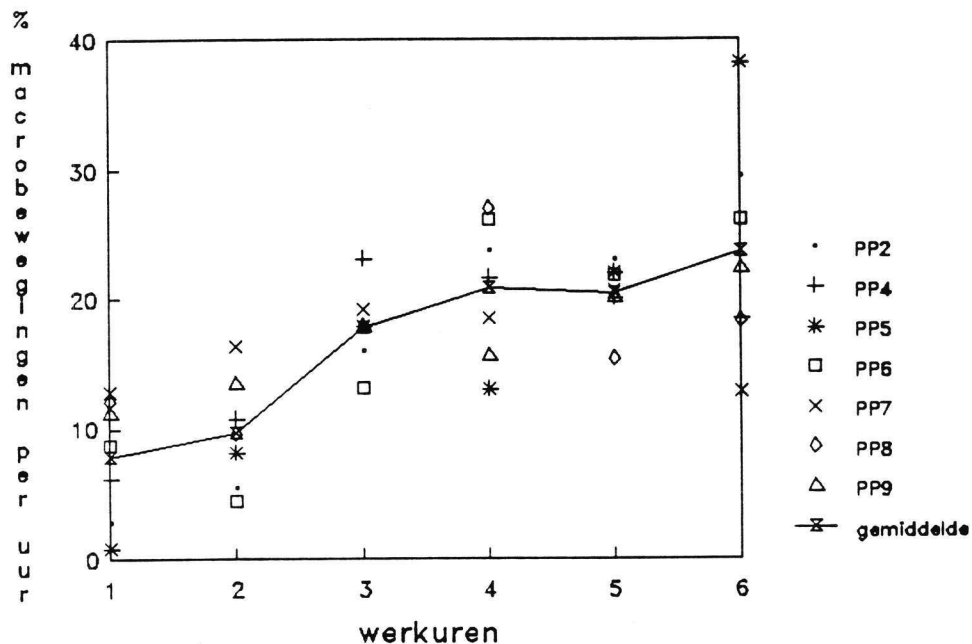
Het totaal spectraal vermogen van Th9-SL neemt significant toe over de dag. De andere variabelen vertonen geen verloop over de dag. Geen van de variabelen vertoont een verloop binnen de uren.

In bijlage 1 tabel 1.3 staan de PEARSON-correlatiecoëfficiënten voor het totaal spectraal vermogen van de variabelen. De variabele Oog-Oor,z correleert significant met Th1-RS en Th1-Th9,z correleert significant met Th9-SL.

3.3 Macrobewegingen

In figuur 3.20 is het aantal macrobewegingen per uur als percentage van het totaal aantal macrobewegingen per persoon weergegeven inclusief het gemiddelde van de acht personen. In de figuur staat het percentage macrobewegingen voor ieder uur ten opzichte van het totale aantal macrobewegingen van de dag van de betreffende persoon uitgezet omdat de aantallen van de personen onderling veel verschil vertonen (zie tabel 3.4).

Figuur 3.20 Het verloop van het aantal macrobewegingen over de dag van de acht proefpersonen en van het gemiddelde van de acht proefpersonen



Figuur 3.20 vertoont een duidelijke stijgende lijn, wat ook tot uiting komt bij de statistische analyse. De toets van FRIEDMAN geeft een significantie van $p=.0005$.

De toets is toegepast op alle gegevens behalve die van proefpersoon 1 daar de gegevens van de macrobewegingen van deze persoon niet volledig waren.

Tabel 3.4 Aantal macrobewegingen per uur per persoon

persoon	uur 1	uur 2	uur 3	uur 4	uur 5	uur 6	totaal
1	2	9	8		20		
2	8	16	47	70	58	87	296
4	4	7	15	14	13	12	65
5	1	10	22	16	27	47	123
6	2	1	3	6	5	6	23
7	18	23	27	26	29	18	141
8	57	45	84	127	72	86	471
9	5	6	8	7	9	10	45

3.4 Lokaal Ervaren Ongemak

In figuren 3.21 t/m 3.30 zijn de scores voor de verschillende variabelen van de vragenlijst weergegeven. De variabelen zijn als volgt:

Totaal : alle regio's bij elkaar opgeteld

RS : rechter schouder-bovenarm

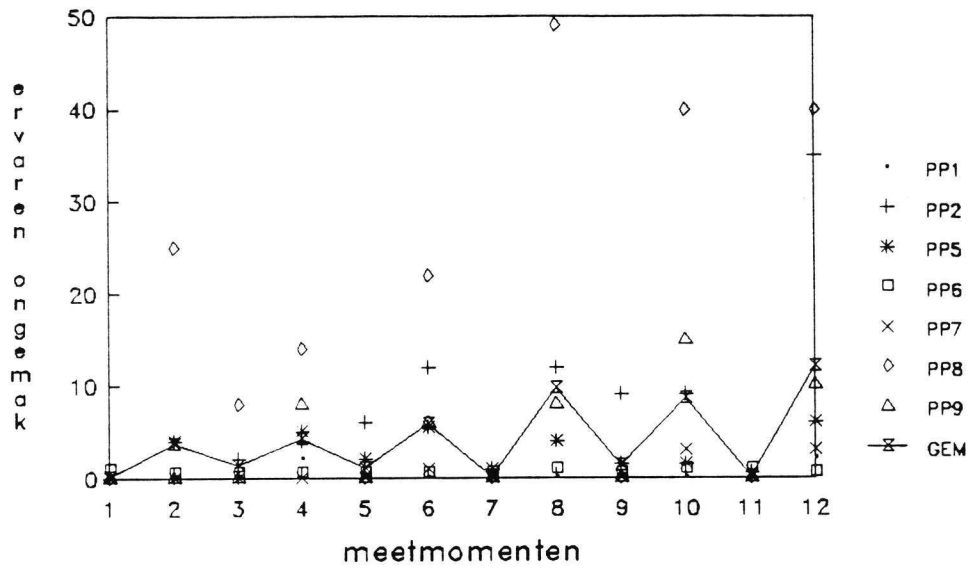
LS : linker schouder-bovenarm

Rug : de hele rug

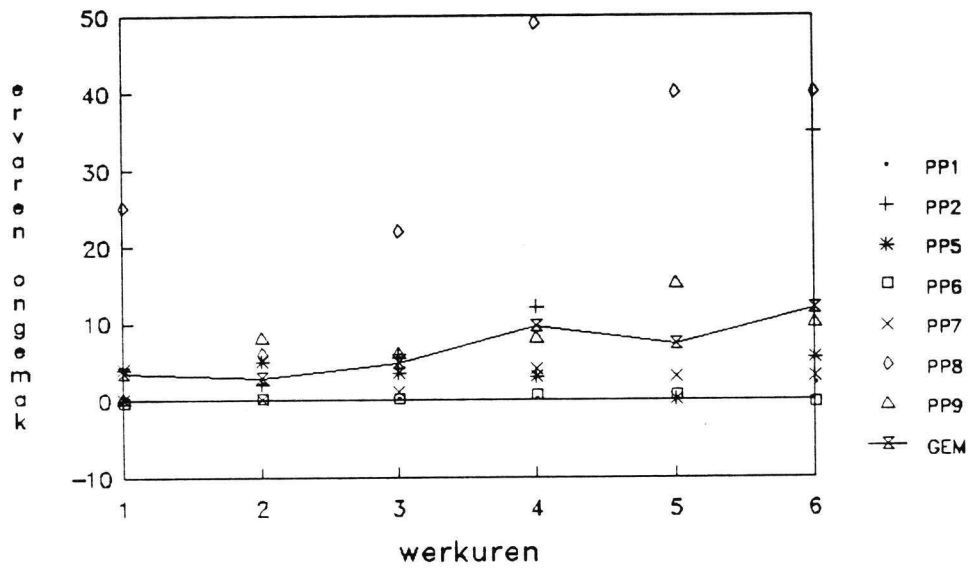
Nek : de nek

Voor iedere variabele zijn de eind- en beginscores van ieder werkuur, en de verschil-scores (de eind-score min de beginscore van een werkuur) weergegeven. In de grafieken staan de afzonderlijke proefpersonen met punten aangegeven. De gemiddelden van de proefpersonen zijn met een lijn verbonden. Proefpersoon vier staat niet in de figuren daar deze persoon bij alle meetpunten geen ongemak (nul) heeft gescoord.

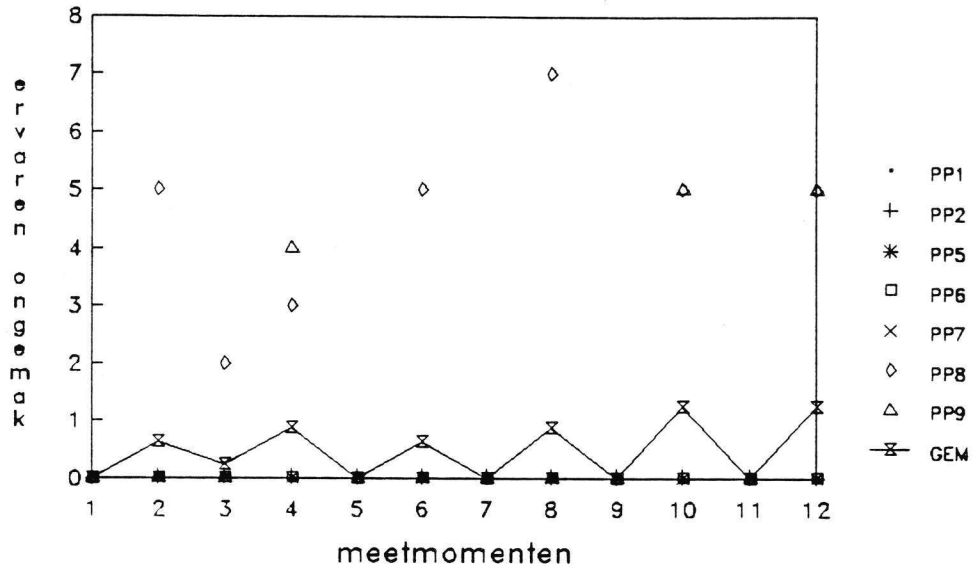
Figuur 3.21 De begin- en eindscores voor het totaal gescoorde ongemak van de acht proefpersonen en het gemiddelde van de acht proefpersonen



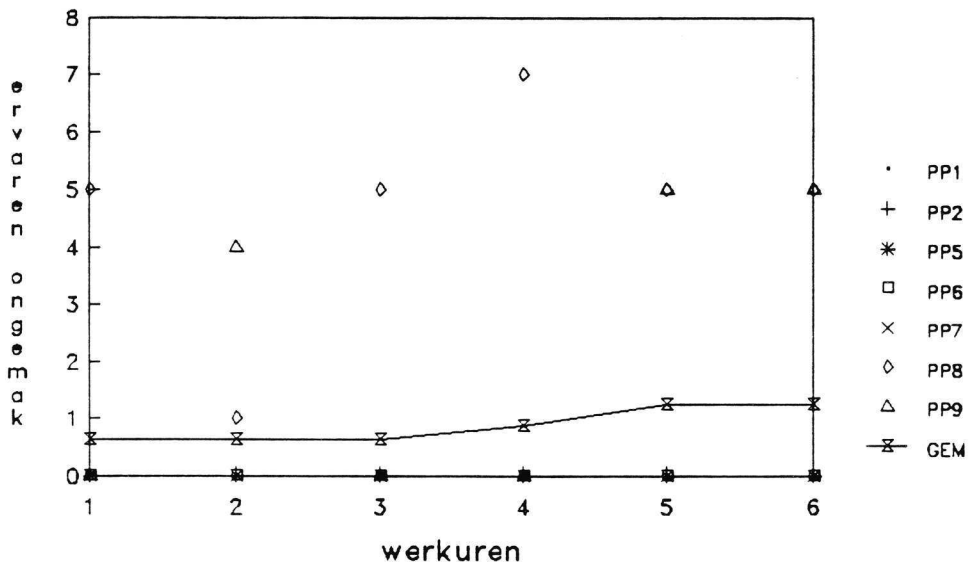
Figuur 3.22 De verschilscores voor het totaal gescoorde ongemak van de acht proefpersonen en het gemiddelde van de acht proefpersonen



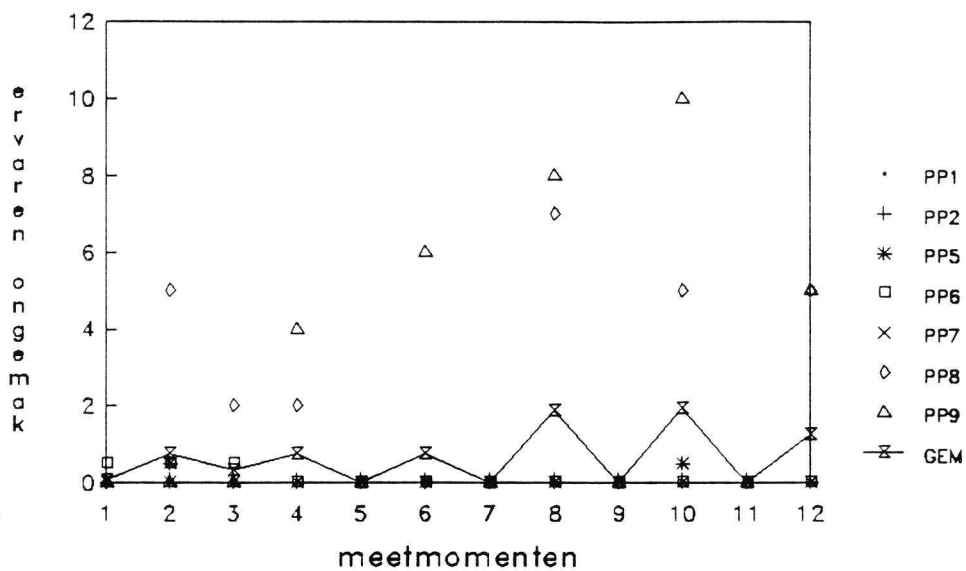
Figuur 3.23 De begin- en eindscores voor het gescoorde ongemak in de rechterschouder en bovenarm van de acht proefpersonen en het gemiddelde van de acht proefpersonen



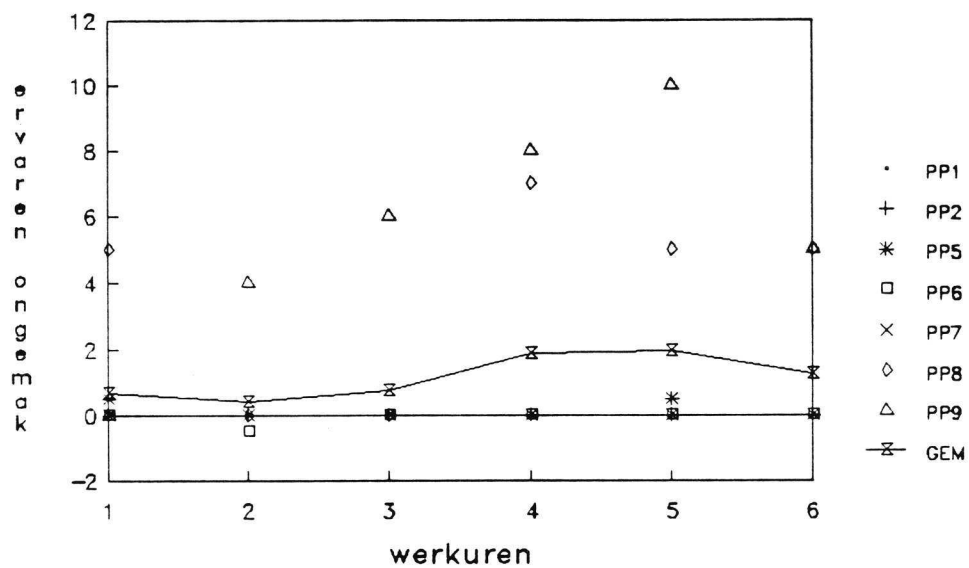
Figuur 3.24 De verschilscores voor het gescoorde ongemak in de rechterschouder en bovenarm van de acht proefpersonen en het gemiddelde van de acht proefpersonen



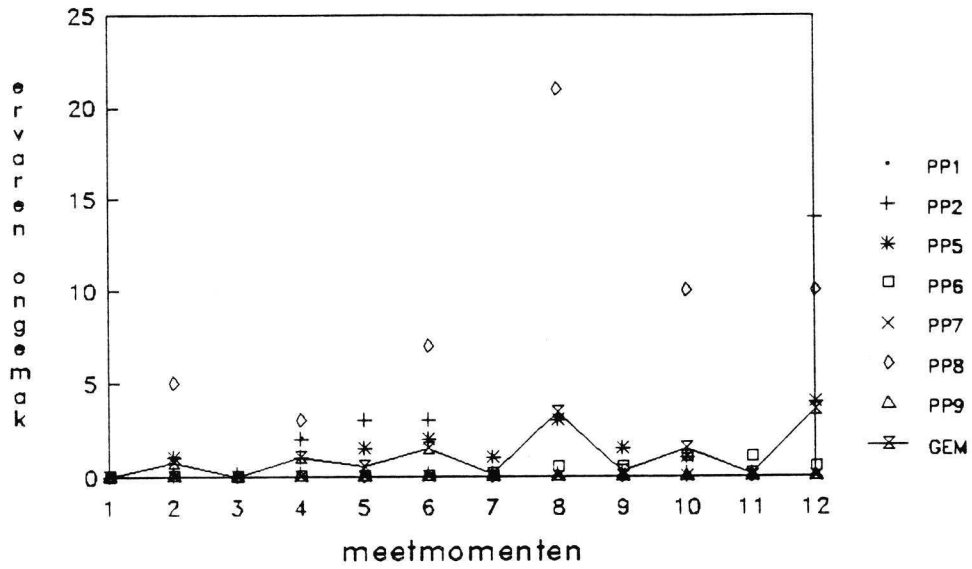
Figuur 3.25 De begin- en eindscores voor het gescoorde ongemak in de linkerschouder en bovenarm van de acht proefpersonen en het gemiddelde van de acht proefpersonen



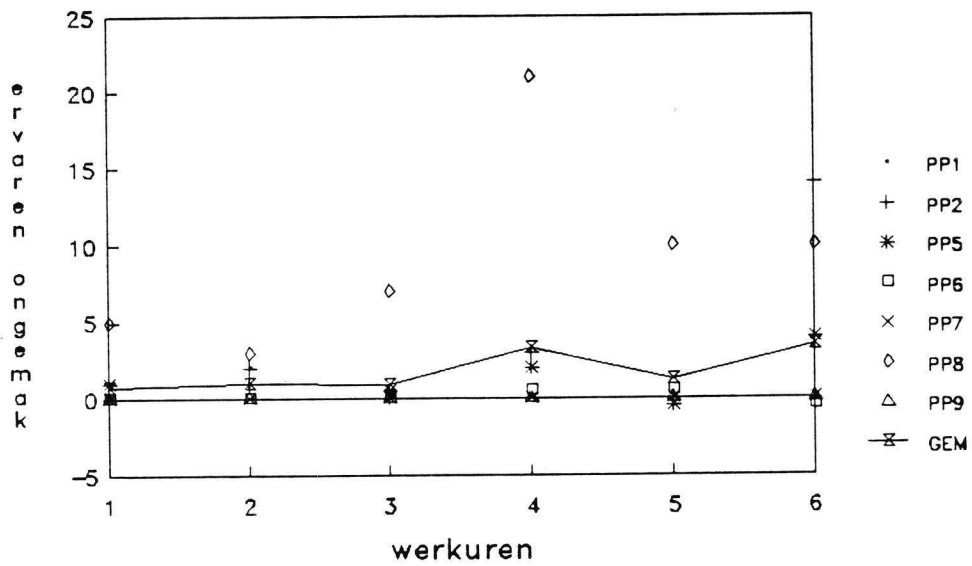
Figuur 3.26 De verschillscores voor het gescoorde ongemak in de linkerschouder en bovenarm van de acht proefpersonen en het gemiddelde van de acht proefpersonen



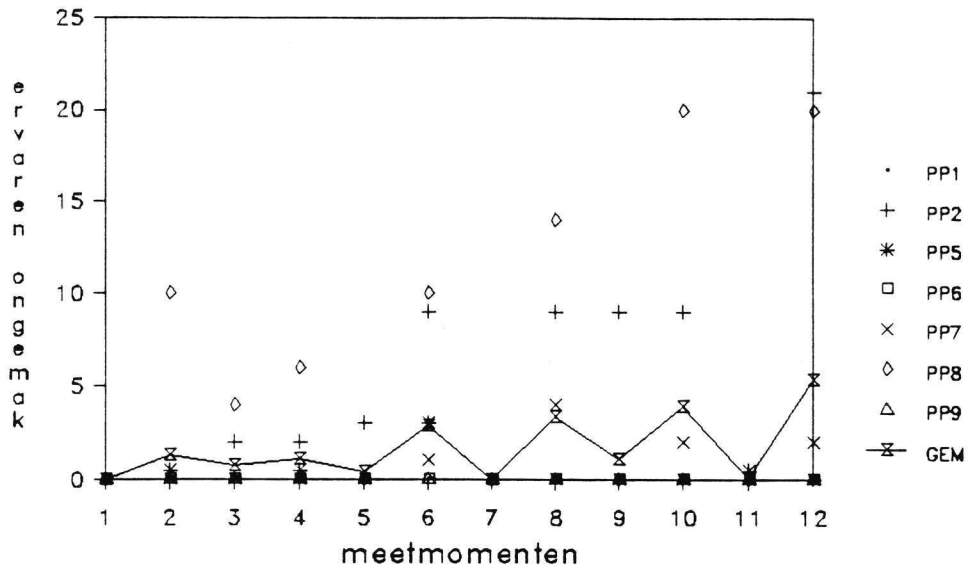
Figuur 3.27 De begin- en eindscores voor het gescoorde ongemak in de rug van de acht proefpersonen en het gemiddelde van de acht proefpersonen



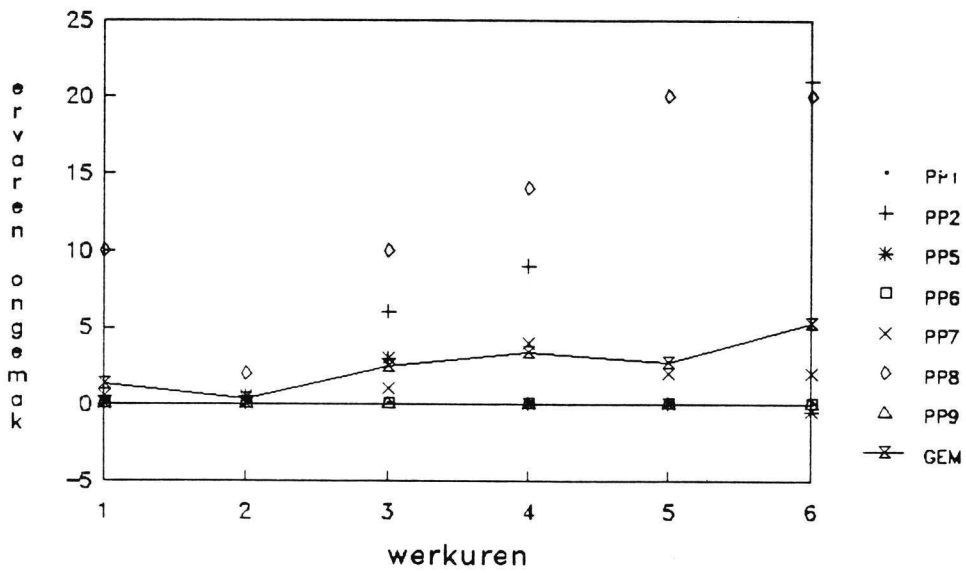
Figuur 3.28 De verschillscores voor het gescoorde ongemak in de rug van de acht proefpersonen en het gemiddelde van de acht proefpersonen



Figuur 3.29 De begin- en eindscores voor het gescoorde ongemak in de nek van de acht proefpersonen en het gemiddelde van de acht proefpersonen



Figuur 3.30 De verschillen voor het gescoorde ongemak in de nek van de acht proefpersonen en het gemiddelde van de acht proefpersonen



Met behulp van de toets van FRIEDMAN zijn de variabelen getoetst op verloop. In tabel 3.5 staan de significanties.

Tabel 3.5 FRIEDMAN-significanties voor de variabelen van de vragenlijst Lokaal Ervaren Ongemak

variabele	eindscores	verschilscores
totaal	.0837	.1602
RS	.9868	.9868
LS	.7899	.6342
Rug	.4381	.6315
Nek	.7684	.8239

Geen van de variabelen vertoont een significant verloop.

De correlaties tussen de variabelen is met behulp van de PEARSON-correlatiecoëfficiënten bepaald. In bijlage 1 tabel 1.4 is een overzicht van deze coëfficiënten met significanties gegeven. De correlaties tussen alle variabelen, behalve tussen LS en RS, zijn voor de eind- en verschilscores bijna gelijk. De correlatie tussen LS en RS is bij verschil-scores wel significant en bij eind-scores niet. De variabele totaal correleert met alle andere variabelen behalve LS.

3.5 Vergelijking van de vier verschillende meetmethoden

3.5.1 Houdingsverval versus lokaal ervaren ongemak en macrobewegingen

In bijlage 1 tabel 1.5 zijn de PEARSON-correlatiecoëfficiënten voor de relaties tussen de houdingsvariabelen enerzijds en de LEO-variabelen en macrobewegingen anderzijds weergegeven.

Behalve Th1-RS en Oog-Oor,z correleren alle houdingsvariabelen met de macrobewegingen. Opvallend is dat voornamelijk de LEO-variabele Nek-eind significant correleert met de houdingsvariabelen. En dat de LEO-variabele Rug met geen van de houdingsvariabelen correleert.

3.5.2 Microbewegingen (standaard deviatie) versus lokaal ervaren ongemak en macrobewegingen

In bijlage 1 tabel 1.6 zijn de PEARSON-correlatiecoëfficiënten voor de relaties tussen de standaard deviaties van de VICON-variabelen enerzijds en de LEO-variabelen en macrobewegingen anderzijds weergegeven.

Behalve Th1-Heup correleren alle variabelen met de macrobewegingen. Ook voor de standaard deviatie geldt dat veel variabelen correleren met de LEO-variabele Nek.

3.5.3 Microbewegingen (frequentie) versus lokaal ervaren ongemak en macrobewegingen

In bijlage 1 tabel 1.7 zijn de PEARSON-correlatiecoëfficiënten voor de relaties tussen de spectrale vermogens van de VICON-variabelen enerzijds en de LEO-variabelen en de macro-bewegingen anderzijds weergegeven.

Alleen de variabelen Th9-SL en Th1-Th9,z geven significante correlaties met macrobewegingen en LEO-variabelen.

3.5.4 Vragenlijst Lokaal Ervaren Ongemak versus macrobewegingen

In bijlage 1 tabel 1.8 zijn de PEARSON-correlatiecoëfficiënten voor de relaties tussen de LEO-variabelen en de macrobewegingen weergegeven.

Behalve RS-eind en LS-eind correleren alle LEO-variabelen met de macrobewegingen.

3.5.5 Houding versus microbewegingen (standaard deviatie en frequentie)

In bijlage 1 tabel 1.9 zijn de PEARSON-correlatiecoëfficiënten voor de relaties tussen de houdingsvariabelen en de variabelen voor microbewegingen (standaard deviatie) weergegeven.

Opvallend is dat behalve voor de houdingsvariabelen Th1-RS, SL-Heup en Oog-Oor,z bijna alle correlaties significant zijn.

In bijlage 1 tabel 1.10 zijn de PEARSON-correlatiecoëfficiënten voor de relaties tussen de houdingsvariabelen en de variabelen voor microbewegingen (frequentie) weergegeven.

Alleen het totaal spectraal vermogen van de variabele Th1-RS correleert significant met de houdingsvariabelen. Tussen de houdings- en frequentie-variabele Oog-Oor,z bestaat ook een significante correlatie.

3.5.6 Standaard deviatie versus totaal spectraal vermogen

In bijlage 1 tabel 1.11 zijn de PEARSON-correlatiecoëfficiënten voor de relaties tussen de standaard deviaties en het totaal spectraal vermogen van de variabelen weergegeven.

4. DISCUSSIE

In dit hoofdstuk worden de resultaten besproken en wordt nagegaan of de onderzochte methoden geschikt zouden kunnen zijn voor het vroegtijdig meten van effecten van spierversmoedigheid.

4.1 Houdingsverval

Het niet vloeiende verloop van de houdingsvariabelen wordt veroorzaakt door verzittingen. Alle pieken en dalen zijn terug te brengen tot geregistreerde macrobewegingen. Aangezien het aantal macrobewegingen toe neemt in de dag, neemt ook de variatie in de houdingsvariabelen toe. Dit verklaart het feit dat tijdens het laatste werkuur geen van de houdingsvariabelen een significante daling of stijging vertoont en het feit dat in de ochtenduren vaker een verloop van de houdingsvariabelen optreedt dan in de middaguren.

Alle houdingsvariabelen met betrekking tot de rug vertonen een significant verloop over de dag. Evenals in het onderzoek van Miltenburg (1989) nemen de afstanden Th1-SL en Th9-SL en de hoek Th1-Th9,z af. Dit duidt op het onderuitzakken van het lichaam en het meer leunen tegen de stoelleuning. De verticale afstand Th1-Heup die in het hiervoor genoemde onderzoek niet is onderzocht neemt ook af. Deze laatste afstand laat zien dat het lichaam ook inzakt, minder rechtop zit. Het feit dat al in het eerste uur drie van deze vier houdingsvariabelen significant dalen wijst erop dat het fenomeen al in een vroeg stadium optreedt.

De variabele Th9-SL geeft in vijf van de zes werkuren een significant verloop, dit laat zien dat het een goede, gevoelige variabele is. Th9-SL geeft een duidelijker verloop dan Th1-SL aangezien de marker Th1 gevoeliger is voor macrobewegingen. Dit verklaart ook waarom de afstand Th1-Heup en de hoek Th1-Th9,z in minder uren een significant verloop vertonen.

De verticale afstand tussen de eerste thoracale wervel en de linkerschouder vertoont wel een significante afname over de dag terwijl de verticale afstand tussen de eerste thoracale wervel en de rechterschouder geen afname vertoont. Ook in

de figuren is dit goed te zien. In het onderzoek van Miltenburg (1989) was dit precies omgekeerd maar in dat onderzoek bestond de taak voor de rechterarm uit typen en voor de linkerarm uit bladeren waardoor de armen niet gelijkwaardig belast werden. Miltenburg verklaarde het optrekken van de rechterschouder als een compensatie voor het onderuitzakken van het lichaam. Wanneer het lichaam onderuitzakt moeten de armen opgetrokken worden om toch op dezelfde hoogte te kunnen blijven werken. Wanneer het lichaam onderuitzakt moeten de armen opgetrokken worden om toch op dezelfde hoogte te kunnen blijven werken. Tevens is het mogelijk dat de verticale afstand afneemt door het achteroverleunen van de proefpersoon. De verwachting was dat in het huidige onderzoek waarbij de taak voor rechts en links gelijkwaardig was, de afstand tussen Th1 en de schouder links en rechts evenveel afneemt wanneer het lichaam onderuitzakt. Dat de afstand Th1-RS niet afneemt, is waarschijnlijk het gevolg van de tafel met armsteunen. Door de armsteunen worden de armen op de juiste hoogte gehouden. De verwachting is echter dat ook de afstand Th1-LS dan niet afneemt en dat is niet het geval.

Datotypisten zijn meer gewend met rechts te typen aangezien veel datatypewerk alleen het typen van cijfers betreft. Tevens was het gedeelte van het toetsenbord met de letters, voor de linkerhand, voor de datatypisten nieuw. Doordat de linkerschouder minder getraind is kan het zijn dat de linkerschouder meer gespannen wordt waardoor de afstand Th1-LS wel een daling vertoont terwijl de afstand Th1-RS niet afneemt.

De afstand tussen de eerste thoracale wervel en de schouder is doordat deze te veel afhankelijk is van de taak geen geschikte maat voor het meten van spiervermoeidheid.

Tussen de verschillende houdingsvariabelen treden hoge correlaties op. De variabelen vertonen een zelfde trend. Van de houdingsvariabelen die geen significant verloop laten zien correleren SL-Heup en Th1-RS toch met de andere houdingsvariabelen. Dit wijst erop dat deze variabelen ondanks dat het verloop niet significant is toch een zelfde trend als de andere houdingsvariabelen vertonen. Waarschijnlijk is de taak niet zwaar genoeg geweest om voldoende verloop in deze twee houdingsvariabelen te laten optreden. De houdingsvariabele Oog-Oor, z correleert slechts met twee houdingsvariabelen wat er op wijst dat deze variabele

een andere trend vertoont dan de meeste houdingsvariabelen en waarschijnlijk niet hetzelfde fenomeen meet.

Correlaties tussen houdingsvariabelen en LEO-variabelen zijn slechts voor een deel duidelijk aanwezig. De houdingsvariabele Th1-SL geeft de duidelijkste correlaties met het gescoorde ongemak. Voor de afzonderlijke lichaamsdelen treden geen significante correlaties op tussen de houdingsvariabele en de LEO-variabele voor dat lichaamsdeel. Dit zou kunnen betekenen dat, wanneer er vanuit gegaan wordt dat ongemak een indicator voor spiervermoeidheid is, houdingsverval geen indicator van spiervermoeidheid zou zijn. Anderzijds sluit het niet uit dat houdingsverval een voorloper van spiervermoeidheid is.

4.2 Microbewegingen

De standaard deviatie en het totaal spectraal vermogen boven de 1,8 Hz vertonen geen vloeiend verloop. De pieken zijn het gevolg van macrobewegingen binnen de tien seconden van de opname. Ook hier lijkt het erop dat de pieken in aantal toenemen naarmate de dag vordert.

4.2.1 Standaard deviatie

De significante toename van de standaard deviatie van de variabele SL-Heup lijkt meer een gevolg te zijn van de pieken en dus van de macrobewegingen (met name verzingingen), dan dat er sprake is van een toename van de microbewegingen.

De variabele Th9-SL die bij het onderzoek van Miltenburg (1989) een significante toename van de standaard deviatie liet zien, geeft in het huidige onderzoek alleen in het tweede uur een significante stijging. Er treedt geen significante toename op over de dag voor deze variabele. Wellicht is de taak niet zwaar genoeg geweest om microbewegingen te laten optreden.

Het verloop van de standaard deviatie van de variabele Oog-Oor,z in de ochtend is niet het gevolg van pieken. Of het verloop het gevolg is van een toename van de microbewegingen is echter ook niet duidelijk. Tijdens het werk zijn de ogen afwisselend gericht op het scherm en het toetsenbord. Microbewegingen zijn in deze variabele moeilijk aan te tonen door deze taakgebonden bewegingen.

Tussen de variabelen treden hoge correlaties op wat het gevolg is van het feit dat voor bijna geen van de variabelen een verloop optreedt. De variabele SL-Heup, die wel een verloop vertoont heeft lagere correlaties.

4.2.2 Totaal spectraal vermogen

Het totaal spectraal vermogen boven de 1,8 Hz van de variabele Th9-SL neemt significant over de dag toe, wat er op wijst dat er meer kleine bewegingen, microbewegingen in de variabele optreden.

De andere variabelen vertonen geen toename. Echter het feit dat de variabele Th1-Th9,z significant correleert met de variabele Th9-SL wijst erop dat de variabelen eenzelfde trend vertonen en zou kunnen betekenen dat er ook voor de variabele Th1-Th9,z een toename van microbewegingen optreedt. Deze toename is echter niet significant.

4.2.3 Vergelijking standaard deviatie en totaal spectraal vermogen

Het feit dat de variabele Th9-SL met behulp van de standaard deviatie geen en met behulp van het totaal spectraal vermogen boven de 1,8 Hz wel een toename van de microbewegingen laat zien, wijst erop dat het totaal spectraal vermogen wellicht een betere methode is om microbewegingen aan te tonen. Meer onderzoek is echter nodig om de methode verder uit te werken en te verbeteren. Misschien moet een hogere grensfrequentie gekozen worden om de invloed van macrobewegingen nog meer te onderdrukken.

Dat alleen bij de variabele Th9-SL microbewegingen zijn aangetoond is het gevolg van de waarschijnlijk te lichte taak.

De hoge correlaties tussen het totaal spectraal vermogen van de variabelen Th9-SL en Th1-Th9,z en de LEO-variabelen Totaal, Rug en Nek duiden erop dat microbewegingen een indicator van spiervermoeidheid zou kunnen zijn. Het effect treedt echter niet veel vroeger dan ervaren ongemak op en is doordat de meting van microbewegingen minder eenvoudig is dan de meting van ervaren ongemak minder geschikt als indicator van spiervermoeidheid.

4.3 Macrobewegingen

De resultaten laten zien dat er ondanks de grote verschillen in aantal macrobewegingen van de personen, een duidelijke significante toename van het aantal macrobewegingen over de dag plaatsvindt. De registratie van het aantal macrobewegingen lijkt een goede maat voor vermoeidheid. Doordat het echter een globale meetmethode is, is het mogelijk dat de methode niet alleen effecten van spiervermoeidheid meet maar bijvoorbeeld ook van visuele vermoeidheid, zitvlakongemak of verveling. Het feit dat veel van de andere variabelen, met name de LEO-variabelen, hoog correleren met de macrobewegingen lijkt er echter op te wijzen dat het hier weldegelijk om vermoeidheidseffecten gaat.

Macrobewegingen kunnen anderzijds gezien worden als een middel tegen vermoeidheid. Een verzitting betekent een verandering van de belaste spiergroep en zal dus verlichtend voor de spieren zijn.

4.4 Vragenlijst Lokaal Ervaren Ongemak

Bij de variabelen van de vragenlijst Lokaal Ervaren Ongemak is weinig verloop gevonden. Er is echter ook maar weinig ongemak gescoord waardoor het moeilijker wordt een verloop aan te tonen. Waarschijnlijk is de taak niet zwaar genoeg geweest om ongemak te laten optreden.

De variabele Totaal geeft de beste resultaten. Dat de clusters minder resultaat geven is weer het gevolg van de lage scores. Of de eind-scores of de verschil-scores een beter resultaat geven is uit dit onderzoek niet op te maken. Ook dit is het gevolg van de lage scores.

4.5 Vergelijking proefpersonen

Het tweede deel van de vraagstelling bestond uit de vraag of verschillende personen vergelijkbare resultaten geven wat betreft het optreden van vermoeidheids-effecten bij statische houdingen.

Tussen de verschillende personen treden verschillen op, onder andere het aantal macrobewegingen op een dag verschilt zeer per persoon. Niet alle personen vertonen altijd een trend echter de personen die wel een verloop van een bepaalde variabele laten zien vertonen dezelfde trend. In het algemeen is individueel vaker een verloop te zien dan statistisch is aan te tonen. Dit is wederom gedeeltelijk het gevolg van de macrobewegingen.

5. CONCLUSIES

1. Uit het onderzoek is gebleken dat houdingsverval optreedt en goed te meten is met het opto-elektronisch meetsysteem. Vijf van de acht variabelen vertoonden een significant verloop over de dag. Vooral de variabele Th9-SL geeft een goed resultaat.
2. Doordat houdingsvariabelen en LEO-variabelen niet duidelijk correleren met elkaar wordt het minder waarschijnlijk dat houdingsverval een indicator van spiervermoeidheid is. Het is echter niet uitgesloten dat houdingsverval een voorloper van spiervermoeidheid is.
3. Microbewegingen zijn moeilijker aan te tonen. Het totaal spectraal vermogen boven de 1,8 Hz lijkt een beter resultaat te geven dan de standaard deviatie. Deze methode moet echter nog verder ontwikkeld worden.
4. Door de significante correlaties tussen microbewegingen en ervaren ongemak lijkt het erop dat de toename van microbewegingen inderdaad een indicator van spiervermoeidheid is. Het verschijnsel treedt echter niet veel vroeger op dan ongemak.
5. Het aantal macrobewegingen neemt gedurende de dag toe. De registratie van de macrobewegingen lijkt een goede methode om vroegtijdig vermoeidheidseffecten te meten bij statische houdingen. Of de toename zuiver een vermoeidheidseffect is, is niet geheel duidelijk. Hoewel de hoge correlaties met de LEO-variabelen wel in die richting wijzen.
6. De vragenlijst Lokaal Ervaren Ongemak geeft niet zoveel resultaat. Dit komt waarschijnlijk doordat de taak niet zwaar genoeg is.
7. Van de onderzochte methoden is de registratie van macrobewegingen de eenvoudigste methode met duidelijke resultaten.
8. De verschillende personen geven wel verschillen maar de trend die de diverse variabelen vertonen is in het algemeen gelijk.

6. AANBEVELINGEN

Voor de voortgang van het onderzoek naar eenvoudige meetmethoden voor het meten van effecten van vermoeidheid bij statische werkhoudingen zijn de volgende punten van belang:

1. Secundaire analyses van de gegevens.
 - Om een beeld te krijgen van het optreden van macrobewegingen binnen een uur kunnen de gegevens over de macrobewegingen per kwartier geanalyseerd worden.
 - Bij de huidige analyse is met behulp van de gemiddeldes van de acht proefpersonen gezocht naar correlaties tussen de variabelen. Wellicht komen er duidelijker correlaties naar voren wanneer de correlaties tussen de variabelen voor iedere proefpersoon apart berekend worden.
 - In bijlage 2 is het verloop van de prestatie gedurende de dag weergegeven.
 - Correlaties met de prestatie kunnen berekend worden om een beeld te krijgen van de relatie tussen de prestatie en de vermoeidheid.

2. Een vervolgonderzoek naar het optreden van macrobewegingen tijdens statische werkzaamheden is nodig om de vraag op te lossen of het optreden van macrobewegingen inderdaad als maat voor spierversmoeidheid kan fungeren.
 - Een onderzoek zou gedaan kunnen worden naar het optreden van macrobewegingen bij een zwaardere taak zodat de relatie met ervaren ongemak beter gelegd kan worden.
 - Door proefpersonen in dezelfde werkhouding verschillende taken te laten uitvoeren is het aspect verveling te onderzoeken.

3. De praktische mogelijkheden en beperkingen van meten van macrobewegingen met behulp van videoregistraties in de praktijk moeten worden onderzocht.

4. Aanbevolen wordt het onderzoek naar het meetbaar maken van microbewegingen voorlopig niet voort te zetten aangezien het aantonen van microbe-

wegingen tot nu toe weinig resultaat heeft gehad en het verschijnsel moeilijker te meten is dan de andere 'vermoeidheidseffecten'.

5. Modelvorming naar de samenhang tussen macrobewegingen, microbewegingen, ervaren ongemak, houdingsverval en de fysiologische veranderingen in de spier is wenselijk.

LITERATUUR

GRINTEN, M.P. VAN DER. Inventarisatie en beoordeling van in het veld bruikbare methoden voor het registreren van 'electrische spieractiviteit' (EMG) en van 'ervaren belasting'. Voorburg, Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Directoraat-Generaal van de Arbied, 1990.

MILTENBURG, M.S. & J. DUL. Drie verschillende methoden om effecten van vermoeidheid vast te stellen bij statische werkhoudingen: pilotstudie ten behoeve van de ontwikkeling van ergonomische richtlijnen met betrekking tot de toegestane duur van bepaalde statische werkhoudingen. Leiden, NIPG-TNO, 1989. (Vertrouwelijk)

SMITT, P. Microbewegingen en FFT. Leiden, NIPG-TNO, 1990. (Interne notitie)

WYMENGA, D.J. & J. DUL. Het ontwikkelen van een meetmethode voor het meten van statische belasting. Leiden, NIPG-TNO, 1989.

BIJLAGEN

	pagina
BIJLAGE 1 PEARSON-correlatiecoëfficiënten voor de relaties tussen de verschillende variabelen	51
BIJLAGE 2 Prestatie	59

BIJLAGE 1

**PEARSON-correlatiecoëfficiënten voor de relaties
tussen de verschillende variabelen**

Tabel 1.1 PEARSON-correlatiecoëfficiënten tussen de VICON-houdingsvariabelen met significanties

	Th1-RS hou	Th1-SL	TH9-SL	TH1-TH9,z	TH1-Heup	SL-Heup	Oog-Oor,z
Th1-LS hou	.7756 p=.035	.9853 p=.000	.9947 p=.000	.9465 p=.002	.9661 p=.001	-.7613 p=.039	.6324 p=.089
Th1-RS		.8206 p=.023	.7966 p=.029	.7842 p=.032	.8112 p=.025	-.9092 p=.006	.6700 p=.073
Th1-SL			.9712 p=.001	.9180 p=.005	.9824 p=.000	-.8350 p=.019	.6647 p=.075
Th9-SL				.9507 p=.002	.9630 p=.001	-.7652 p=.038	.6570 p=.078
Th1-TH9,z					.8588 p=.014	-.6689 p=.073	.4299 p=.197
Th1-Heup						-.8761 p=.011	.7945 p=.029
SL-Heup							.8317 p=.020

Tabel 1.2 PEARSON-correlatiecoëfficiënten voor de relaties tussen de standaard deviaties van de VICON-variabelen voor microbewegingen met significanties

	Th1-RS sd	Th1-SL	TH9-SL	TH1-TH9,z	TH1-Heup	SL-Heup	Oog-Oor,z
Th1-LS sd	.7812 p=.033	.9512 p=.002	.8698 p=.012	.8509 p=.016	.9652 p=.001	.7325 p=.049	.9047 p=.007
Th1-RS		.8849 p=.010	.9604 p=.001	.9738 p=.001	.6775 p=.070	.7907 p=.031	.9416 p=.003
Th1-SL			.9715 p=.001	.9178 p=.005	.8701 p=.012	.7672 p=.038	.9870 p=.000
Th9-SL				.9547 p=.002	.7596 p=.040	.8012 p=.028	.9966 p=.000
Th1-TH9,z					.7979 p=.029	.7057 p=.059	.9463 p=.002
Th1-Heup						.5479 p=.130	.8004 p=.028
SL-Heup							.8081 p=.026

Tabel 1.3 PEARSON-correlatiecoëfficiënten van de VICON-variabelen voor microbewegingen (totaal spectraal vermogen) met significanties

	Th9-SL	Th1-Th9,z	Oog-Oor,z
Th1-RS	.0907 p=.432	.0629 p=.453	.7915 p=.030
Th9-SL		.9371 p=.003	.0707 p=.447
Th1-Th9,z			-.0726 p=.446

Tabel 1.4a PEARSON-correlatiecoëfficiënten voor de verschillende LEO-eindscore-variabelen met significanties

	RS-E	LS-E	Rug-E	Nek-E
totaal-E	.7578 p=.040	.6970 p=.062	.9107 p=.006	.9107 p=.006
RS-E		.6464 p=.083	.4893 p=.162	.7348 p=.048
LS-E			.5513 p=.128	.5885 p=.110
Rug-E				.7937 p=.030

Tabel 1.4b PEARSON-correlatiecoëfficiënten voor de verschillende LEO-verschilscore-variabelen met significanties

	RS-V	LS-V	Rug-V	Nek-V
totaal-V	.8041 p=.027	.7047 p=.059	.9222 p=.004	.9549 p=.002
RS-V		.7435 p=.045	.5695 p=.119	.7543 p=.042
LS-V			.5607 p=.124	.5843 p=.112
Rug-V				.8190 p=.023

Tabel 1.5 PEARSON-correlatiecoëfficiënten tussen de houdingsvariabelen en de LEO-variabelen en de macrobewegingen

	Th1-LS ho	Th1-RS	Th1-SL	Th9-SL	Th1-Th9,z	Th1-Heup	SL-Heup	Oog-oor,z
totaal eind	-.7019 p=.060	-.4320 p=.196	-.7571 p=.041	-.6488 p=.082	-.6326 p=.089	-.7303 p=.050	.6388 p=.086	-.4105 p=.209
RS eind	-.5363 p=.136	-.4521 p=.133	-.6132 p=.098	-.4857 p=.164	-.6423 p=.085	-.4811 p=.167	.5341 p=.138	-.0153 p=.489
LS eind	-.6324 p=.089	-.5895 p=.109	-.7390 p=.047	-.5675 p=.120	-.4883 p=.163	-.6898 p=.065	.7460 p=.044	-.4735 p=.171
Rug eind	-.5101 p=.151	-.2801 p=.295	-.5741 p=.117	-.4692 p=.174	-.3693 p=.236	-.6250 p=.092	.5960 p=.106	-.5480 p=.130
Nek eind	-.7759 p=.035	-.3930 p=.220	-.7852 p=.032	-.7293 p=.050	-.7489 p=.043	-.7351 p=.048	.5192 p=.146	-.3008 p=.281
totaal verschil	-.6065 p=.101	-.2946 p=.285	-.6631 p=.076	-.5468 p=.131	-.5135 p=.149	-.6476 p=.082	.5486 p=.130	-.3671 p=.237
RS verschil	-.6405 p=.085	-.4425 p=.190	-.6967 p=.062	-.5742 p=.117	-.6810 p=.068	-.5695 p=.119	.4898 p=.162	-.0491 p=.463
LS verschil	-.6807 p=.068	-.5258 p=.141	-.7677 p=.037	-.6124 p=.089	-.5194 p=.146	-.7217 p=.053	.6973 p=.062	-.4704 p=.173
Rug verschil	-.3861 p=.225	-.2110 p=.344	-.4698 p=.174	-.3381 p=.256	-.2543 p=.313	-.5130 p=.149	.5450 p=.132	-.4621 p=.178
Nek verschil	-.6435 p=.084	-.1928 p=.357	-.6500 p=.087	-.5931 p=.107	-.5716 p=.118	-.6337 p=.088	.4016 p=.215	-.2911 p=.288
Macro	-.8970 p=.008	-.5909 p=.108	-.9143 p=.005	-.8652 p=.013	-.8156 p=.024	-.9040 p=.007	.7283 p=.050	-.5752 p=.116

Tabel 1.6 PEARSON-correlatiecoëfficiënten tussen de standaard deviatie van de VICON-variabelen en de LEO-variabelen en de macrobewegingen

	Th1-LS sd	Th1-RS	Th1-SL	Th9-SL	Th1-Th9,z	Th1-Heup	SL-Heup	Oog-oor,z
totaal eind	.6023 p=.103	.8098 p=.025	.7243 p=.052	.8093 p=.026	.7041 p=.059	.3945 p=.219	.9451 p=.002	.7067 p=.029
RS eind	.4439 p=.189	.3340 p=.259	.4079 p=.211	.3890 p=.223	.2589 p=.310	.2734 p=.300	.8102 p=.025	.4173 p=.205
LS eind	.4430 p=.189	.5515 p=.128	.4835 p=.166	.5260 p=.142	.5609 p=.123	.3718 p=.234	.5901 p=.109	.5231 p=.143
Rug eind	.3711 p=.234	.7608 p=.040	.5998 p=.104	.7449 p=.045	.6255 p=.092	.1521 p=.387	.7511 p=.043	.7056 p=.059
Nek eind	.7759 p=.039	.8613 p=.014	.8193 p=.023	.8655 p=.013	.7813 p=.033	.5817 p=.113	.9914 p=.000	.8663 p=.013
totaal verschil	.5154 p=.148	.8158 p=.024	.6597 p=.077	.7780 p=.034	.6894 p=.065	.3029 p=.280	.9118 p=.006	.7534 p=.042
RS verschil	.5905 p=.108	.5758 p=.116	.5574 p=.125	.5697 p=.119	.5074 p=.152	.4345 p=.195	.9160 p=.005	.5871 p=.110
LS verschil	.5272 p=.141	.6662 p=.074	-.5664 p=.121	.6187 p=.095	.6759 p=.070	.4596 p=.180	.6470 p=.082	.6123 p=.098
Rug verschil	.2301 p=.330	.6594 p=.077	.4639 p=.177	.6260 p=.092	.5025 p=.155	.0006 p=.500	.7024 p=.060	.5819 p=.113
Nek verschil	.6389 p=.086	.8931 p=.009	.7507 p=.043	.8507 p=.016	.7801 p=.034	.4475 p=.187	.9339 p=.003	.8311 p=.020
Macro	.8233 p=.022	.8991 p=.007	.9160 p=.005	.9466 p=.002	.8617 p=.014	.6674 p=.074	.9199 p=.005	.9485 p=.002

Tabel 1.7 PEARSON-correlatiecoëfficiënten tussen het spectraal vermogen van de VICON-variabelen en de LEO-variabelen en de macrobewegingen

	Th1-RS fr	Th9-SL	Th1-Th9,z	Oog-Oor,z
totaal eind	.2094 p=.345	.9802 p=.000	.8663 p=.013	.2111 p=.344
RS eind	.2597 p=.455	.8271 p=.051	.6378 p=.086	-.1926 p=.357
LS eind	.3837 p=.226	.5512 p=.128	.2566 p=.312	.4778 p=.169
Rug eind	.0342 p=.474	.9916 p=.006	.8001 p=.028	.2688 p=.303
Nek eind	.3526 p=.246	.9509 p=.002	.9013 p=.007	.1950 p=.356
<hr/>				
totaal verschil	.1176 p=.412	.9822 p=.000	.8604 p=.014	.1800 p=.366
RS verschil	.2103 p=.345	.8167 p=.024	.6971 p=.062	-.0307 p=.477
LS verschil	.4526 p=.184	.5977 p=.105	.3141 p=.272	.5279 p=.141
Rug verschil	-.1180 p=.412	.8895 p=.009	.7605 p=.040	.1537 p=.386
Nek verschil	.2242 p=.335	.9627 p=.001	.9145 p=.005	.1823 p=.365
<hr/>				
Macro	.5238 p=.143	.8887 p=.009	.8067 p=.026	.4543 p=.183

Tabel 1.8 PEARSON-correlatiecoëfficiënten tussende LEO-variabelen en de macrobewegingen met significanties

variabele	eindscores	verschilscores
totaal	.9370 p=.003	.8922 p=.008
RS	.6543 p=.079	.7778 p=.034
LS	.6814 p=.068	.7382 p=.047
Rug	.8179 p=.023	.7342 p=.048
Nek	.9498 p=.002	.8970 p=.008

Tabel 1.9 PEARSON-correlatiecoëfficiënten tussen de VICON-houdingsvariabelen en de standaard deviatie variabelen met significanties

	Th1-LS ho	Th1-RS	Th1-SL	Th9-SL	Th1-Th9,z	Th1-Heup	SL-Heup	Oog-oor,z
Th1-LS st dev	-.9503 p=.002	-.5997 p=.104	-.8890 p=.009	-.9486 p=.002	-.9372 p=.003	-.8521 p=.016	.5308 p=.139	-.4373 p=.193
Th1-RS	-.7821 p=.033	-.2805 p=.295	-.7620 p=.039	-.7451 p=.045	-.6204 p=.094	-.7859 p=.032	.4791 p=.168	-.5289 p=.140
Th1-SL	-.9569 p=.001	-.6070 p=.101	-.9153 p=.005	-.9555 p=.001	-.8827 p=.010	-.9282 p=.004	.6482 p=.082	-.6293 p=.090
Th9-SL	-.8933 p=.008	-.4900 p=.162	-.8682 p=.012	-.8778 p=.011	-.7713 p=.036	-.8988 p=.007	.6265 p=.092	-.6459 p=.083
Th1-Th9,z	-.8443 p=.017	-.3656 p=.238	-.8104 p=.025	-.8173 p=.024	-.6766 p=.070	-.8346 p=.019	.5085 p=.152	-.5836 p=.112
Th1-Heup	-.8878 p=.009	-.5547 p=.127	-.8084 p=.026	-.8945 p=.008	-.8671 p=.013	-.7725 p=.036	.4313 p=.197	-.3961 p=.218
SL-Heup	-.7472 p=.044	-.4057 p=.212	-.7636 p=.039	-.6981 p=.061	-.7545 p=.041	-.6917 p=.064	.5029 p=.155	-.2186 p=.339
Oog-oor,z	-.9225 p=.004	-.5346 p=.137	-.8932 p=.008	-.9103 p=.006	-.8197 p=.023	-.9142 p=.005	.6389 p=.086	-.6337 p=.088

Tabel 1.10 PEARSON-correlatiecoëfficiënten tussen de VICON-houdingsvariabelen en het totaal spectraal vermogen van de variabelen met significanties

	Th1-LS ho	Th1-RS	Th1-SL	Th9-SL	Th1-Th9,z	Th1-Heup	SL-Heup	Oog-oor,z
Th1-RS freq	-.8235 p=.022	-.6017 p=.103	-.7730 p=.036	-.8362 p=.019	-.7354 p=.048	-.7534 p=.042	.7244 p=.052	-.5467 p=.131
Th9-SL	-.6019 p=.103	-.2998 p=.282	-.6332 p=.089	-.5581 p=.125	-.5689 p=.119	-.6239 p=.093	.7226 p=.052	-.2999 p=.282
Th1-Th9,z	-.5521 p=.128	-.2314 p=.330	-.5449 p=.132	-.5302 p=.140	-.5914 p=.108	-.5296 p=.140	.6256 p=.092	-.1911 p=.358
Oog-Oor,z	-.6282 p=.091	-.4880 p=.163	-.6309 p=.090	-.6352 p=.088	-.3785 p=.230	-.7151 p=.055	.5907 p=.108	-.8426 p=.018

Tabel 1.11 PEARSON-correlatiecoëfficiënten tussen de standaard deviatie en het totaal spectraal vermogen van de VICON-variabelen met significanties

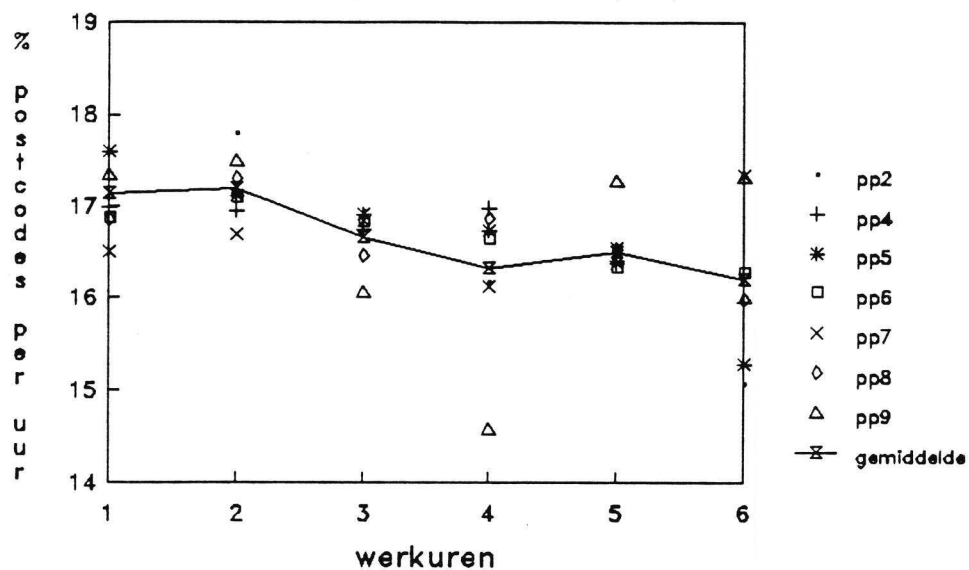
	Th1-LS sd	Th1-RS	Th1-SL	Th9-SL	Th1-Th9,z	Th1-Heup	SL-Heup	Oog-oor,z
Th1-RS freq	.8472 p=.017	.5672 p=.120	.7711 p=.036	.6558 p=.079	.7348 p=.048	.9399 p=.003	.3003 p=.282	.6918 p=.064
Th9-SL	.5445 p=.132	.7774 p=.034	.6723 p=.072	.7686 p=.037	.6423 p=.084	.3177 p=.270	.9445 p=.002	.7526 p=.042
Th1-Th9,z	.5629 p=.122	.6946 p=.063	.6684 p=.073	.7287 p=.050	.5568 p=.126	.3367 p=.257	.8983 p=.007	.7235 p=.052
Oog-Oor,z	.5272 p=.141	.5786 p=.114	.6159 p=.096	.6125 p=.098	.7082 p=.058	.5998 p=.104	.0971 p=.427	.6039 p=.102

BIJLAGE 2

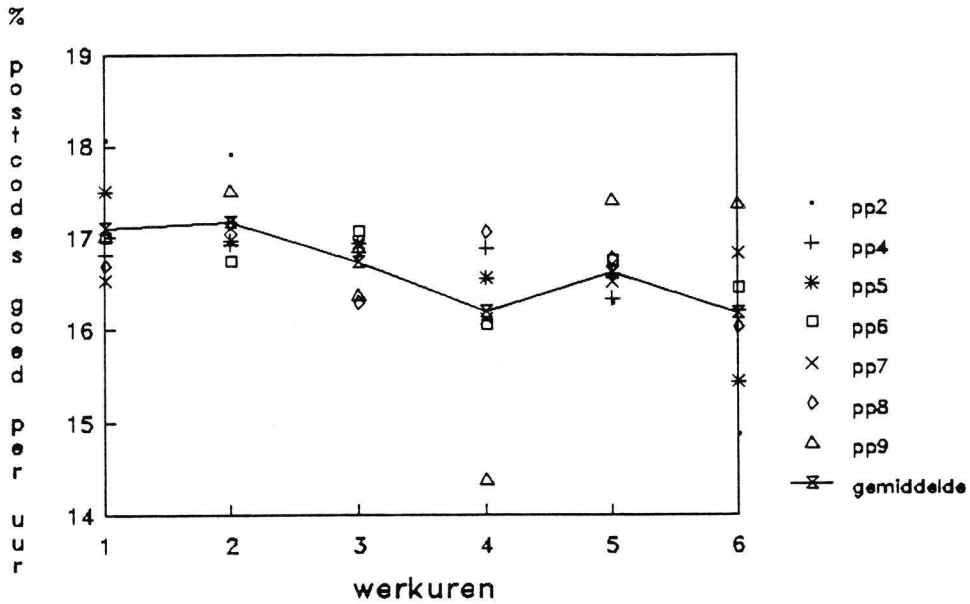
Prestatie

In deze bijlage wordt kort ingegaan op de prestatie die de proefpersonen gedurende de dag geleverd hebben. Hierbij wordt gekeken naar het totaal aantal postcodes, het aantal goede postcodes en het aantal foute postcodes die getypt werden. In figuur 2.1 t/m 2.3 staan deze variabelen uitgezet in percentages van het totaal van de dag.

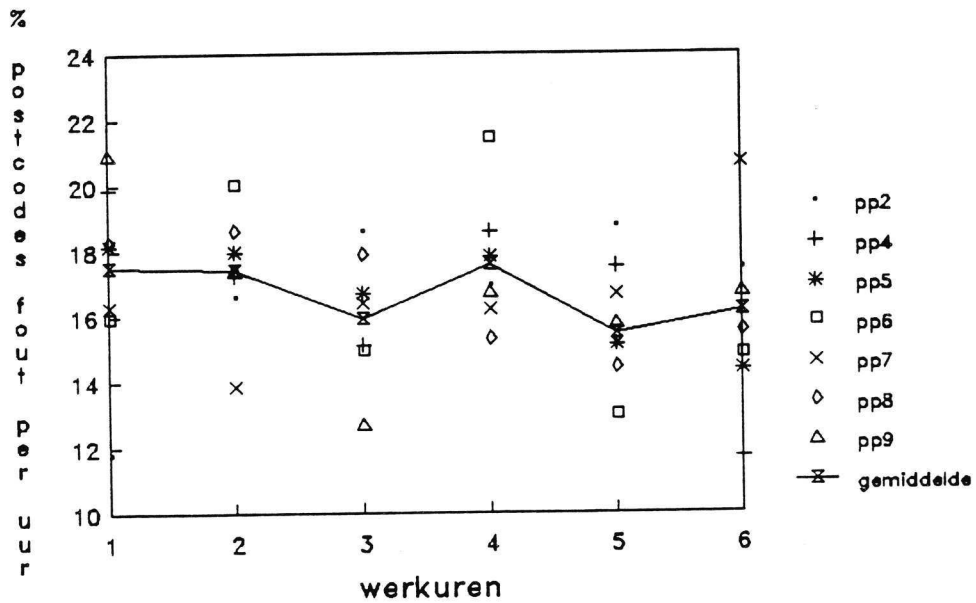
Figuur 2.1 Het verloop van het totale aantal postcodes over de dag van de acht proefpersonen en van het gemiddelde van de acht proefpersonen



Figuur 2.2 Het verloop van het aantal goede postcodes over de dag van de acht proefpersonen en van het gemiddelde van de acht proefpersonen



Figuur 2.3 Het verloop van het aantal foute postcodes over de dag van de acht proefpersonen en van het gemiddelde van de acht proefpersonen



Met behulp van de toets van FRIEDMAN is getest of er een significant verloop is opgetreden in de prestatievariabelen. Voor het totaal aantal postcodes en voor het aantal goede postcodes geeft de toets van FRIEDMAN een significant ver-

loop (respectievelijk $p=.0018$ en $p=.0033$). De prestatie neemt in de loop van de dag af. Voor het aantal foute postcodes geeft de toets van FRIEDMAN geen significant verloop ($p=.3882$).

1

