

1001
63
(3)

M.L.I. Pokorny
C.H.J. Opmeer
J.W. v.d. Hofstede
B.W. Hyndman
F.M. Kramer

VASTSTELLING VAN VROEGE GEZONDHEIDSEFFECTEN
VAN STRESS EN OPSPORING VAN RISICOGROEPEN
MET BEHULP VAN PROVOCATIETESTS

Rapportage over de eerste fase van het project

BIBLIOTHEEK NEDERLANDS INSTITUUT VOOR
PRAEVENTIEVE GEZONDHEIDSZORG TNO

19 MRT 1991

POSTBUS 124, 2300 AC LEIDEN

IBISSTAMBOEKNUMMER

7909 / 000

Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg/TNO

Leiden

april 1986

Nederlands Instituut voor
Praeventieve Gezondheidszorg TNO
Wassenaarseweg 56
Leiden

Postadres:
Postbus 124
2300 AC LEIDEN

Telefoon: 071-170441
M.i.v. 2-6-1986 071-1728888

© 1986 Nederlands Instituut voor Praeventieve Gezondheidszorg TNO
Publikatienummer 86008

Voor de rechten en verplichtingen van de opdrachtgever met betrekking tot de inhoud van dit rapport wordt verwezen naar de Algemene Voorwaarden van TNO.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, openbaar gemaakt en/of verspreid door middel van druk, fotocopie, microfilm of op welke wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het NIPG/TNO.

INHOUD

blz.

VOORWOORD	I
1. INLEIDING	1
2. THEORETISCHE ACHTERGROND	8
2.1 Concept en definitie van stress	8
2.1.1 Het concept stress. Conclusie	13
2.2 Stress en gezondheid	15
3. HET METEN VAN STRESS	18
3.1 Inleiding	18
3.2 Het meetinstrument	18
3.2.1 Conclusies	21
3.3 Standaard-stimuli en hun toepassing	24
3.3.1 Toestand en toestandsverandering	24
3.3.2 De aard van de toestandsverandering in het geval van stress	25
3.3.3 Het meten van een toestandsverandering	26
3.3.4 Standaard-stimuli	27
3.3.5 Korte termijn versus lange termijn toe- standsveranderingen	27
3.3.6 Toestandsverandering en gezondheid	29
3.4 Keuze van de parameters	30
4. HET STRESS-ONDERZOEK IN FASEN	32
5. HET EXPERIMENT	35
5.1 Doelstelling	35
5.2 Motivatie van de doelstelling	35
5.3 Vraagstelling	35

7.4	Resultaten met betrekking tot de onafhankelijke variabele HERHAALDE METING (I, II)	96
7.4.1	De instabiele regeltaak (IRT)	96
7.4.2	De geheugenzoektaak (GZT)	97
7.4.3	De handknijptaak (HAT)	98
7.4.4	De rekentaak (RET)	99
7.4.5	De geheugentaak (GET)	100
7.4.6	Samenvatting van de resultaten en conclu- sies met betrekking tot de variabele HER- HAALDE METINGEN	100
7.5	Resultaten met betrekking tot de onafhankelijke variabele PERSOONLIJKHEIDSTYPE (A/B-typologie) .	101
7.5.1	De instabiele regeltaak (IRT)	102
7.5.2	De geheugenzoektaak (GZT)	105
7.5.3	De handknijptaak (HAT)	108
7.5.4	De rekentaak (RET)	111
7.5.5	De geheugentaak (GET)	116
7.5.6	Samenvatting van de resultaten en conclu- sies met betrekking tot de variabele PER- SOONLIJKHEIDSTYPE	120
8.	DISCUSSIE EN ALGEMENE CONCLUSIES	122
	LITERATUUR	127
	BIJLAGEN	135

6.	MATERIAAL EN METHODEN	37
6.1	Proefpersonen	37
6.2	Vragenlijsten	38
6.2.1	Medische vragenlijsten	38
6.2.2	Psychologische vragenlijsten	38
6.3	Laboratorium en taakinstrumenten	39
6.3.1	Laboratorium	39
6.3.2	Taakinstrumenten	41
6.3.2.1	Mentaal perceptieve taken	41
6.3.2.2	Fysieke standaard-stimuli	43
6.4	Procedures	43
6.4.1	Indeling van een meetdag	43
6.4.2	Rustmeting	44
6.4.3	Uitleg en oefening van de taken	45
6.5	Design	47
6.6	Metingen	48
6.7	Registraties	49
6.8	Prestatiescores van diverse taken	49
6.9	Statistische analyses	50
7.	RESULTATEN	51
7.1	Inleiding	51
7.2	Reductie van het aantal scores	55
7.3	Resultaten met betrekking tot de onafhankelijke variabele LEEFTIJD	56
7.3.1	De instabiele regeltaak (IRT)	57
7.3.2	De geheugenzoektaak (GZT)	65
7.3.3	De handknijptaak (HAT)	75
7.3.4	De rekentaak (RET)	81
7.3.5	De geheugentaak (GET)	87
7.3.6	Samenvatting van de resultaten en conclu- sies met betrekking tot de variabele LEEFTIJD	91

VOORWOORD

In het kader van het onderzoeksprogramma Mens en Arbeid besteedt het NIPG/TNO al langere tijd aandacht aan de problematiek van psychosociale belasting en dysfunctioneren van werknemers (kortweg samen te vatten als "stress") in hun arbeidssituatie. Met behulp van vragenlijstinstrumenten zijn in tal van bedrijfssituaties belastende factoren en de reacties hierop van de betrokkenen in kaart gebracht. Op het NIPG ontwikkelde vragenlijsten als de Vragenlijst Over Ervaren Gezondheidstoestand (VOEG) en de Vragenlijst Persoonlijk Functioneren in de Arbeidssituatie (VPFA) worden hierbij gebruikt. Gegevensbestanden zijn opgebouwd die referentiewaarden leveren teneinde onderzoeksresultaten in specifieke arbeidssituaties beter te kunnen beoordelen.

Naast deze meetinstrumenten gebaseerd op subjectieve reacties van werknemers bestaat er ook behoefte om stress te kunnen meten aan de hand van lichamelijke reacties (hartslag, bloeddruk, ademhaling, hormonale reacties). Dit is enerzijds gewenst om beter te kunnen beoordelen in welke mate een bepaalde situatie belastend is, anderzijds kan zo ook beter het verband gelegd worden met somatische gezondheidseffecten op langere termijn.

Dit rapport is een eerste verslag van een onderzoek, dat erop gericht is een dergelijk meetinstrument te ontwikkelen. Het is uitgevoerd in nauwe samenwerking met het Instituut voor Zintuigfysiologie TNO in opdracht van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid. Op dit moment heeft het onderzoek vooral een onderbouwend karakter. In het vervolgonderzoek zal geleidelijk gewerkt worden aan het beschikbaar komen van een instrument dat niet alleen in laboratoriumsituaties, maar ook in praktijksituaties bruikbaar is.

Dr. C.L. Ekkers, onderdirecteur

1. INLEIDING

Deze rapportage heeft betrekking op de eerste fase van het door het Directoraat-Generaal van de Arbeid (DGA) van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SoZaWe) gesteunde project "Vaststelling van vroege gezondheidseffecten van stress en opsporing van risicogroepen met behulp van provocatietests".

Dit project sluit aan op de al in de Beleidsnota "Stress in de arbeidssituatie", die ten behoeve van het SoZaWe/DGA opgesteld werd (Ekkers & Sanders, 1985) gesignaleerde toenemende belangstelling voor het onderwerp stress. Als belangrijke reden hiervoor werd genoemd de bezorgdheid over negatieve gezondheidseffecten van allerlei belastende factoren van psychosociale aard.

Een belangrijke bron voor spanningen blijkt de werksituatie te zijn, naast uiteraard problemen in de relationele sfeer, huisvesting, werkloosheid, toekomstonzekerheid, en dergelijke. Veel genoemd hierbij zijn factoren als monotoon werk, mentale over- of onderbelasting, werk-rusttijden (ploegendiensten), onduidelijkheden en conflicten in de organisatie, dreigende bedrijfssluitingen en inkrimpingen, technologische en organisatorische veranderingen, en dergelijke. Dat het hier om een omvangrijk probleem gaat, blijkt onder andere uit een onderzoek van Dijkstra e.a. (1981), uitgevoerd bij meer dan 2.000 werknemers uit zowel de industrie als de dienstverlenende administratieve sector. De resultaten geven aan, dat meer dan 42% het werk geestelijk erg inspannend vindt, 37% vindt het werk vaak te vermoeiend en 28% vindt dat men het in het werk eigenlijk kalmer aan zou moeten doen. Er is sprake van bezorgdheid over mogelijke negatieve gevolgen voor de gezondheid van dit soort spanningen.

Velerlei mogelijke gevolgen worden genoemd: angst- en spanningsreacties, depressie, apathie, psychosomatische klachten (bijvoorbeeld slaap- en spijsverteringsstoornissen), terwijl er ook indicaties zijn van een verhoogd risico voor somatische aandoeningen

als ziekten van het maag-darm kanaal, hypertensie en andere hart- en vaatziekten en zelfs kanker.

Wat betreft de werksituatie is bekend, dat psychische en psychosomatische klachten frequent voorkomen. Het eerder genoemde onderzoek van Dijkstra e.a. (1981) laat zien, dat 28% van de ondervraagde werknemers gezondheidsklachten heeft, die aan het werk worden toegeschreven: hoofdpijn, gespannenheid, prikkelbaarheid, moedeloosheid en slaapklachten worden door de ondervraagden in 17 tot 32% van de gevallen vermeld.

Naast deze mogelijke gezondheidseffecten op individueel niveau zien we op macroniveau een toenemend beroep op allerlei hulpverlenende instanties, grote aantallen werknemers die voortijdig het arbeidsproces verlaten (WAO), vaak met psychische klachten, terwijl ook het nog steeds hoge ziekteverzuim hier vermeld kan worden.

Bovengenoemde overwegingen hebben geleid tot het formuleren van drie hoofdvragen, die in het verloop van het onderzoek naar stress beantwoord zullen moeten worden (Ekkers & Sanders, 1985):

1. Wat is stress? Hoe kan het meetbaar worden gemaakt, vooral in het kader van arbeid en arbeidsomstandigheden?
2. Wat zijn stress-verwekkende arbeidssituaties? Hoe is het mogelijk om tot verbetering van die situaties te komen?
3. Wat is het effect van stress op de gezondheid van de betrokkenen en is het mogelijk speciale risicogroepen te identificeren?

De rapportage, die in de hiernavolgende paragrafen zal volgen, is een eerste bijdrage aan het beantwoorden van deze vragen. Dat komt ook tot uitdrukking in het formuleren van het doel van deze studie, namelijk het leveren van een in de praktijk goed toepasbaar instrument voor het meetbaar maken van stress in de arbeidssituatie, het schatten van mogelijke gezondheidseffecten daarvan en het identificeren van risicogroepen in de populatie werkenden. Uitgegaan wordt van de gesignaleerde behoefte van BGD'en en andere in-

stanties curatief en vooral preventief op te treden.

Deze studie wordt uitgevoerd in samenwerking met het Instituut voor Zintuigfysiologie/TNO (IZF/TNO) en de Stichting Onderzoek Psychosociale Stress (SOPS)/LH Wageningen. Gezamenlijk met deze instellingen wordt gezocht naar in de praktijk goed hanteerbare en betrouwbare meetmethodieken en in nauwe samenhang hiermee ook naar indicatoren van effecten van blootstelling aan stress bij werknemers in het algemeen en risicogroepen daarbinnen in het bijzonder (Wientjes & Grossman, 1985).

De huidige mogelijkheden om deze problematiek aan te pakken zijn ontoereikend. Hoewel het begrip stress gemeengoed is in het dagelijks taalgebruik, wordt men in de literatuur geconfronteerd met een veelheid van concepten, die ook het onderzoek naar zijn eventuele effecten bemoeilijkt (Hinkle, 1973). In het hier gerapporteerde onderzoek wordt uitgegaan van de interactionele benadering van stress (§ 2.1). Stress wordt gedefinieerd als een toestand van disharmonie tussen door de (arbeids)situatie aan een individu gestelde eisen of opgelegde belasting enerzijds en mogelijkheden tot aanpassing hieraan anderzijds.

Hiernaast moet de in de literatuur zichtbare onvoldoende validiteit van de beschikbare meetinstrumenten signaleerd worden. Resultaten van onderzoek zijn slecht generaliseerbaar en geven weinig mogelijkheden tot het leggen van causale verbanden tussen de diverse verschijnselen, die bij individuen en/of groepen vastgesteld zijn en toegeschreven worden aan stress, kenmerken van de omgeving en het individu zelf.

Bij een inventarisatie van de beschikbare kennis bleek desalniettemin, dat er in principe tal van mogelijkheden zijn om effecten van stress op de mens kwantitatief weer te geven (Ekkers & Sanders, 1985; Hockey, 1983). Eerstgenoemde auteurs maken onderscheid tussen drie meetstrategieën, namelijk het meten van subjectieve, somatische en gedragsreacties.

Hoewel het meten van subjectieve reacties op blootstelling aan

stress (met name in de vorm van vragenlijsten) voordelen heeft, (relatief eenvoudig en snel uitvoerbaar), wordt deze aanpak beperkt door een aantal methodologische problemen. Antwoordenpatronen worden bijvoorbeeld niet alleen beïnvloed door gestelde eisen van de omgeving, maar ook in belangrijke mate door andere, persoons- en situatiegebonden factoren zoals bijvoorbeeld verschillen in interpretatie van de vragen.

Fysiologische metingen (bijvoorbeeld hartslag of bloeddruk) hebben in mindere mate dan subjectieve reacties het nadeel van de beïnvloedbaarheid door sociale en culturele factoren. Hier staat echter tegenover de grote gevoeligheid voor verstoringen door situationele factoren tijdens de meting.

Standaardisatie van de meting en de meetomstandigheden is een voorwaarde om fysiologische reacties te kunnen beschouwen als indicator voor een bepaald stress-niveau en om vergelijkingen tussen groepen te maken (§ 3.3).

Bij onderzoek (vooral laboratoriumonderzoek) van stress worden in een aantal gevallen gedragsmetingen toegepast om inzicht te krijgen in de stress-reactie. Het gaat hier om prestatiemetingen op experimentele taken (bijvoorbeeld reactietijden). Een vermindering van de prestatie (bij gelijke inspanning) of het gelijkblijven of verbeteren van de prestatie (bij verhoogde inspanning) kan geconstateerd worden onder invloed van stress of taakverzwarende factoren.

Bij het bepalen van de onderzoeksstrategieën van dit project werd met deze en andere factoren, die uitvoeriger behandeld worden in de volgende paragrafen, rekening gehouden. Op deze plaats is van belang te vermelden, dat er voor het toepassen van fysiologische en gedragsmetingen gekozen werd. Met het oog op de standaardisatie werd in afwijking van wat gangbaar is een keuze gemaakt voor het meten niet tijdens, maar buiten de arbeidssituatie. Uitgegaan werd daarbij van de veronderstelling, dat het uitvoeren van de arbeid en vooral het effect van de belastende, stress-volle componenten

daarvan effecten heeft op het individu, die ook na het werk voortduren.

Een ander aspect hierbij is het toepassen van gestandaardiseerde belasting. Effecten van deze belasting en het herstel van het organisme daarna zullen indicatief kunnen zijn voor de mate van blootstelling aan stress (in het verleden) en de cumulatieve effecten hiervan. Gekozen werd voor de toepassing van een aantal mentaal en fysiek belastende tests.

In het onderzoek wordt nagegaan welke mogelijkheden deze strategie biedt. Globaal kan een driedeling aangebracht worden, namelijk het meten van korte, middenlange en lange termijn effecten van blootstelling aan stress.

a. Korte termijn effecten

Bij deze benadering wordt in eerste instantie aandacht geschonken aan het opsporen van belastende factoren, die met de organisatorische en inhoudelijke elementen van de arbeidssituatie samenhangen. Gedacht wordt aan het kwantificeren van effecten van de arbeidsduur (gedurende één werkdag), het aangeven van verschillen tussen diverse arbeidstaken of effecten van verschillende taakinstrumenten (bijvoorbeeld beeldschermen, regelpanelen) etc. In tweede instantie moet het opsporen van risicogroepen genoemd worden. Het is mogelijk, dat binnen de werknemerspopulatie groepen bestaan die minder goed bestand zijn tegen bovengenoemde arbeidssituatiegebonden factoren. Als voorbeeld kan dienen het opsporen van werknemers die sterker dan anderen door het verrichten van nachtarbeid belast worden.

b. Middenlange termijn effecten

Naast de onder a. genoemde taakinhoudelijke elementen speelt bij deze benadering de taakorganisatie een cruciale rol. Vraagstellingen, die op deze plaats genoemd kunnen worden, hangen samen met de effecten van activiteiten op voorafgaande dagen of weken en het samenhangen daarvan met het effect

van de actuele arbeidssituatie. Bovengenoemde onderzoeksstrategie zal onder andere mogelijk antwoord kunnen geven op vragen met betrekking tot het optimaliseren van dienstschema's in continu of batch arbeidsprocessen (vier respectievelijk vijf ploegendiensten, volgorde van diensten, plaats van de vrije dagen binnen de schema's, etc.).

Ook bij deze benadering speelt het opsporen van risicogroepen een belangrijke rol. In dit geval zullen dat bijvoorbeeld individuen of groepen werknemers zijn, die door het werken in bepaalde (ploegen)dienstschema's meer belast worden en waarbij de kans op het ontstaan van gezondheidsschade groter is dan bij hun collega's. Tevens kunnen ook groepen, die überhaupt niet voor bijvoorbeeld het werken in ploegendienst geschikt zijn, opgespoord worden.

c. Lange termijn effecten

De toepassing van de eerder genoemde meetmethode biedt perspectieven voor het opsporen van verbanden tussen belastende werkomstandigheden en het optreden van gezondheidsschade. Gezien de veronderstelde cumulatieve aard van de belasting door blootstelling aan stress zal het onderzoek naar lange termijn effecten daarvan informatie kunnen verschaffen over de oorzakelijke factoren in de diverse arbeidssituaties, die tot een bepaalde gezondheidsschade leiden, en het identificeren van groepen binnen de werkende populatie, die door een chronische, langdurige belasting meer dan anderen gevaar voor een bepaalde gezondheidsschade lopen.

Het doel van deze aanpak is met andere woorden het opsporen van risicofactoren in de werksituatie en bij de werknemers en het identificeren van risicogroepen. De resultaten van dit onderzoek, dat overigens in een longitudinaal, epidemiologisch gericht verband uitgevoerd zal moeten worden, zullen tevens bijdragen tot een betere bruikbaarheid van de onder a. en b. vermelde toepassingen.

In de eerste fase van het onderzoek, waarover hier wordt gerapporteerd, wordt aandacht besteed aan een aantal problemen, die direct in verband staan met de eerder aangeduide problemen van conceptuele en methodologische aard bij het stress-onderzoek. In het vervolg zal een aantal daarvan kort behandeld worden (§ 2 en verder). Na deze meer theoretisch gerichte paragrafen wordt een globale visie op de toekomstige fasering van dit project geschetst. Daarna wordt de directe vraagstelling en de resultaten, die betrekking hebben op het op het NIPG/TNO uitgevoerde fase I experiment, gerapporteerd (§ 7).

2. THEORETISCHE ACHTERGROND

2.1 Concept en definitie van stress^{*}

In de eerste plaats wordt ingegaan op de betekenis van stress en zijn definitie.

In de oorspronkelijke opvattingen van Selye (1936) was stress een niet-specifieke reactie van het menselijk organisme op intoxicaties, die ontstaan zijn ten gevolge van een ziekte of een zware fysieke belasting. Er was sprake van een somatische, fysiologische respons op externe of interne stimulatie. De "systeem-stress", zoals deze respons genoemd werd, werd door Selye verder uitgewerkt, wat in een conceptuele verbreding resulteerde. Stress werd in zijn opvatting "a state manifested by a syndrome which consists of all the non-specifically induced changes in a biological system" (1956). Onderscheid werd gemaakt tussen de reacties van het organisme, die veroorzaakt zijn door specifieke eigenschappen van een stimulus (bijvoorbeeld hitte, kou), en een universele, altijd optredende respons, die bij alle stimulaties voorkomt (General Adaptation Syndrome/GAS). Deze reactie, een ééndimensionaal proces, verloopt in een aantal fasen, waarvan de eerste een alarm-reactie is, die het organisme in staat stelt te reageren. De volgende fase is de adaptatie aan de stimulus, en bij het uitblijven daarvan volgt een toestand van uitputting en tenslotte een collaps van het hele systeem. Belangrijk is om op te merken, dat, hoewel in Selye's visie alle stimuli een niet-specifieke, adaptieve reactie teweeg brengen, slechts dan sprake is van een schadelijke

* Gezien de uitgebreide aandacht, die aan de ontwikkeling van het stress-concept in de nota "Stress in de arbeidssituatie" geschonken werd, wordt op deze plaats voor een beperkte, op het onderzoek toegespitste beschouwing gekozen.

stress (disstress), als het organisme niet adequaat door aanpassing reageren kan. Dan kunnen "diseases of adaptation" ontstaan. Deze zijn door Selye slechts zeer globaal beschreven, maar geven toch een richting aan in het denken over multicausale verbanden tussen stress en zijn mogelijke gevolgen.

In de loop van de tijd werden, in eerste instantie op fysiologisch gebied, vraagtekens gezet achter de ééndimensionaliteit en uniformiteit van effecten van de interactie tussen levende organismen in het algemeen, de mens in het bijzonder en de fysieke en sociale omgeving. Bij herhaling bleek namelijk, dat zowel verschillende somatische indicatoren van het functioneren zoals bijvoorbeeld metabole en cardiovasculaire parameters en dergelijke als "gedrags"parameters geen uniforme reacties vertonen op de diverse stimuli en dat de reacties op identieke prikkels vaak inter- en intra-individueel verschillen (Lacey, 1950; 1967). Er is eerder sprake van een interactie tussen het organisme en zijn eigenschappen en de eigenschappen van de stimulus. Deze twee grootheden zijn bepalend voor de karakteristiek van de respons (Sharpless & Jasper, 1956; Sokolov, 1963; Graham & Clifton, 1967; Broadbent, 1971; Pribram & McGuinness, 1975). Dat betekent met andere woorden, dat (met uitzondering van extreme situaties, zoals bijvoorbeeld omstandigheden, die het bestaan van het individu bedreigen) geen stereotiepe antwoorden op de diverse mogelijke situaties verwacht kunnen worden. Eerder is er sprake van een grote diversiteit in deze reacties, die enerzijds bepaald wordt door "stabiele" eigenschappen en een actuele toestand van het individu en anderzijds door de soort, de intensiteit en de situationele context van de stimulus. (Zie voor een bespreking van het begrip toestand zoals dat hier wordt gebruikt § 3.3.1.)

Het laatste wijst in de richting van één van de belangrijkste conclusies, die aan deze ontwikkeling gekoppeld moet worden. De aard van de respons wordt bepaald door individu-afhankelijke, cognitieve eigenschappen van de stimuli. De betekenis, die aan een stimu-

lus door het individu wordt toegekend, is zeker ten dele verantwoordelijk voor het reactiepatroon (Hebb, 1955; Haider, 1969; Dykman et al., 1959; Schönflug, 1964; Frankenhauser et al., 1968).

Bovengenoemde ontwikkelingen hadden ongetwijfeld een grote invloed op de richting, waarin het stress-onderzoek en de theorievorming zich begeven heeft. Daar waar Selye slechts in somatische termen definieert, werd later steeds vaker de betekenis van dit concept verruimd.

In de jaren zestig werd stress vaak opgevat als een respons op bepaalde stimuli, reacties van het organisme zoals veranderingen in zijn fysiologisch functioneren, maar ook paniek, angst of agressie (Cofer & Appley, 1964). De zelfde auteurs (1964) definieerden stress als "de toestand van het organisme waar zijn integriteit en welbevinden zodanig wordt bedreigd, dat alle beschikbare energie voor defensieve doeleinden gebruikt moet worden" en later formuleerde bijvoorbeeld Lazarus (1966; 1976) en McGrath (1976), dat er sprake van stress is, als de eisen vanuit de omgeving door het individu geïnterpreteerd worden als boven zijn mogelijkheden gaande.

Het bovenstaande geeft aan, dat het stress-concept in toenemende mate betrokken werd bij de vele oorzaken en gevolgen van een niet optimaal verlopende interactie tussen het individu en zijn omgeving. Eigenschappen van de stimuli, het individu zelf en de voor ieder individu verschillende beoordeling van zijn omgeving en van de situatie waarin hij verkeert, kunnen leiden tot het ontstaan van stress. Sprake is van een complex interactief proces. Dit uitbreiden en "psychologiseren" van dit concept heeft ten minste twee belangrijke consequenties voor de aanpak van de stress-problematiek.

In eerste instantie wordt de noodzaak duidelijk de inhoudelijk ver van elkaar liggende oorzaken van stress als een subjectief bepaalde grootte kwantitatief weer te geven. Dat is moeilijker dan bij de relatief eenvoudig operationaliseerbare en meetbare concepten

van Selye. Immers de hoeveelheid fysieke arbeid, de mate van intoxicatie of het aantal graden van de omgevingstemperatuur aan de ene kant en de reacties hierop gemeten aan de (veranderingen van de) hartfrequentie, de bloeddruk of de ACTH-spiegel aan de andere kant zijn naar verhouding eenvoudiger hanteerbaar dan de subjectief bepaalde interpretaties van diverse kenmerken van de omgeving van het individu en gevolgen van dit proces, die zich in "tevredenheid", "werksatisfactie" of "vage klachten" uiten en mogelijk samenhangen met veranderingen in het functioneren van het organisme. Validiteit en betrouwbaarheid van beschikbare meetinstrumenten, dosis-effect relaties zijn met betrekking tot de tweede categorie nog onvoldoende bekend.

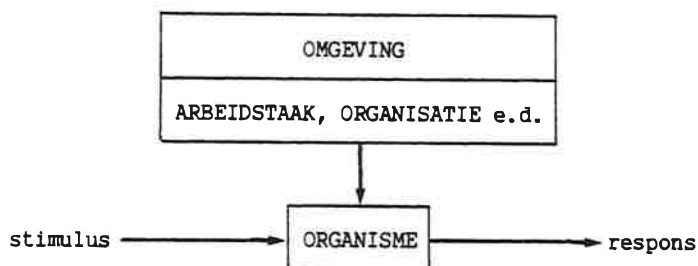
In tweede instantie vereist deze uitbreiding een model, dat de diverse, kwalitatief verschillende aspecten van de interactie tussen Stimulus, Organisme en Respons (S-O-R) goed representeert*.

Gezien het feit, dat uit de aard en de sterkte van een stimulus alleen (afgezien van extremen zoals bijvoorbeeld een levensgevaarlijke situatie) geen voorspelling mogelijk is of er stress zal ontstaan, is een zo goed mogelijke, gedifferentieerde psychologische en fysiologische beschrijving van de respons noodzakelijk. De respons is immers de enige, zichtbare en meetbare indicator van het ontstaan van stress. Dat neemt niet weg, dat een zorgvuldige beschrijving van de stimulatiebron, van de omgeving dus, een vereiste is. Vooruitlopend op de in paragraaf 3.3.1 en verder beschreven onderzoeksaanpak van deze studie kan op deze plaats opgemerkt worden, dat bovengenoemde S-O-R benadering daarin tot uitdrukking komt. Het menselijk organisme, in deze benadering als een regelsysteem beschouwd, wordt voor een relatief korte tijd belast door een standaard-stimulus (standaardtaak).

* Methodologische en design-technische consequenties worden nader toegelicht in bijlage 1.

De reactie van het organisme op deze standaardstimulus is dan indicatief voor zijn toestand en voor veranderingen daarin die onder invloed van onder andere ongunstige arbeidsomstandigheden ontstaan zijn (figuur A).

Figuur A. S-O-R benadering van het NIPG/TNO stress-onderzoek



In aansluiting hierop zal een ander aspect van dit model genoemd worden: de interpretatie van bepaalde situaties door het individu. In plaats van het poneren van een aanname, dat een omgevingsfactor stress-vol en dus mogelijk bedreigend is, moet bij een meer complexe benadering met de cognitief-emotionele en fysiologische bagage van een individu rekening gehouden worden. Zij is mede bepalend voor de respons en dus ook voor de vraag of er überhaupt sprake van stress is. Met andere woorden het omgaan van het individu met een situatie, vaak in de literatuur als "coping" aangeduid (McGrath, 1976; Kahn, 1970), is afhankelijk van zijn biologische en sociaal-culturele eigenschappen (stabiele factoren) en meer fluctuerende kenmerken zoals bijvoorbeeld circadiane veranderingen. Deze factoren spelen een cruciale rol bij de eigenschappen van de reactie en daardoor ook bij het categoriseren van een stimulus als stressor (Lazarus, 1967).

2.1.1 Het concept stress. Conclusie

Met betrekking tot deze studie is het volgende te concluderen: een werk-situatie leidt eerst dan tot stress als zij door een individu bewust of onbewust ervaren wordt.

De situationele context en de individuele, psychologische en somatische eigenschappen zijn bepalend voor de kwaliteit van de respons op deze werksituatie die dan eventueel onder de term stress gerangschikt kan worden. Dat is dan het geval, en zo komen wij tot de binnen dit project gehanteerde conceptuele definitie van stress, als er sprake is van een onevenwichtigheid tussen de eisen van de omgeving in het algemeen respectievelijk de werksituatie in het bijzonder enerzijds en de vaardigheden, mogelijkheden dan wel motivatie van een individu anderzijds (Bowers, 1973; McGrath, 1970; Cox & Mackay, 1978).

Gezien de grote verscheidenheid van mogelijke oorzaken van het ontstaan van stress werd er voor een operationele definiëring gekozen. Deze benadering veronderstelt, dat stress een multidimensioneel fenomeen is, dat tot uiting komt in diverse fysiologische, psychosociale en gedragsreacties van het individu. Dat betekent, dat in een werksituatie nagegaan moet worden of er sprake is van het ontstaan van stress bij individuen, die er aan blootgesteld zijn. Indicatief voor deze ontwikkeling zijn onder andere een verminderde kwaliteit van het functioneren van werknemers in arbeidsorganisaties (Dijkstra et al., 1981; 1983), hoog personeelsverloop (Mobley et al., 1979), ziekteverzuimgegevens (Smulders, 1984; De Winter, 1983) of incidentie van bedrijfsongevallen (Colquhoun, 1976; Hale & Hale, 1972; Pokorny et al., 1985). Indien mogelijk kan daarna nagegaan worden welke elementen binnen de arbeidssituatie of daarbuiten daarvoor verantwoordelijk zijn. Dat is echter slechts dan mogelijk, als de individuele reacties gemeten en in termen van stress geïnterpreteerd kunnen worden. Dat betekent, dat de operationele definitie van stress gerelateerd wordt aan een

metingsprocedure. De mogelijkheid om uitspraken te doen over het bestaan van stress is afhankelijk van de mogelijkheden om het verschijnsel te meten (Sharit & Salvendy, 1982). In concreto betekent dat, dat er sprake moet zijn van meetresultaten die het ontstaan van schade aan de gezondheid of het verminderen van welzijn signaleren.

Een succesvolle benadering van deze problematiek vereist een zorgvuldige analyse van de werksituatie, die betrekking heeft op haar werkinhoudelijke en ergonomische eigenschappen en de sociale context van het werk. Verder is een beschrijving van de individuen of groepen, die aan deze situatie blootgesteld zijn, van belang. Hun somatische en psychologische eigenschappen bepalen of er sprake is van stress. Zoals als boven vermeld, is dat in onze opvatting dan het geval als uit de reacties afgeleid kan worden, dat er een chronische verstoring van het evenwicht tussen de mens en zijn (werk)omgeving is ontstaan of dreigt te ontstaan en dat dit tot het optreden van een ziekte kan leiden dan wel een ernstige vermindering van welzijn en welbevinden van de werknemers veroorzaakt (Parker & De Cotiis, 1983). Op één van de aspecten hierbij, namelijk dat stress-indicatoren een voorspellende waarde voor het ontstaan van effecten op de gezondheid zullen hebben, komen wij later terug (§ 3.1 en verder). Op deze plaats dient opgemerkt te worden, dat binnen de in dit project gehanteerde stress-benadering uitgegaan wordt van de premisse, dat schadelijke effecten van de arbeidstaak en zijn organisatie van cumulatieve aard zijn. Herhaaldelijke, belastende effecten kunnen resulteren in een gezondheidsschade. Korte termijn veranderingen liggen ten grondslag aan effecten die op lange termijn optreden. Duidelijk is dat deze aanname consequenties heeft voor de opzet en uitvoering van deze studie. Deze worden meer gedetailleerd besproken in hoofdstuk 3 en 4.

2.2 Stress en gezondheid

De bovengeschetste benadering sluit aan bij ontwikkelingen die de laatste jaren met betrekking tot de relatie tussen stress en de voorgekomen ziekteverschijnselen in de literatuur vaak aan de orde zijn gekomen. Cohen (1979) onderscheidt drie visies op de relatie tussen stress en gezondheidsschade.

- a. Specificiteitsvisie, die een specifiek verband tussen een (psychosociale) variabele (persoonlijkheidsstructuur, sociale klasse en dergelijke) en één bepaalde ziekte (bijvoorbeeld hartinfarct) veronderstelt. Dit is vergelijkbaar met een verband tussen besmetting met een bepaald virus en het optreden van het daarbij behorende ziektebeeld.
- b. "General susceptibility view", die een algemeen, niet specifiek verband tussen psychosociale, werkgerelateerde of psychische factoren enerzijds en diverse ziektes anderzijds veronderstelt.
- c. Specificiteitsvisie "nieuwe stijl", die het ontstaan van één ziektebeeld in verband brengt met het effect van een aantal interacterende, specifieke factoren (persoonlijkheidsstructuur, (werk)omgeving, etc.).

De oudere specificiteitsvisie, nauw verbonden met de psychosomatische benadering van de etiologie van ziekten (Groen, 1971), veronderstelt een "één op één" relatie tussen de eigenschappen van het individu en het ontstaan van één bepaalde ziekte. Hoewel er in de modernere benadering van dit "virus-ziekte"beeld afgestapt wordt, bestaat er ook nu een groot aantal onderzoeken, die deze relatie impliciet veronderstellen (persoonlijkheidstype A - cardiovasculaire aandoeningen). Resultaten van onder andere Friedman en Rosenman (1974), Rosenman et al. (1975) en Verhagen et al. (1982) wijzen er op, dat deze benadering een waardevolle bijdrage tot de stress-problematiek kan leveren.

Bij de tweede benadering wordt er uitgegaan van het verhogen van

de algemene kwetsbaarheid van het individu door psychosociale, bedreigende factoren. Een "stressor" heeft, in tegenstelling tot bijvoorbeeld een virus, geen specifiek ziekmakend effect (Cassel, 1974). Eerder is er sprake van het breken van de zwakste schakel (Dirken, 1967). Deze visie, die aansluit bij de non-specifieke gedachte van Selye, schrijft de aard van een gezondheidsschade toe aan de somatische en psychologische eigenschappen van het individu, die door stress gecatalyseerd worden. Een grote verdienste van deze aanpak is het wijzen op de multidimensionaliteit van het proces stress-gezondheidsschade. Een nadeel is echter, dat niet verklaard kan worden, wat de "zwakste schakel" is en waarom er bij een "identieke" stressor één individu een hartinfarct krijgt en een ander depressief wordt, terwijl een derde gezondheidsschadelijk gedrag (roken, alcoholgebruik) begint te vertonen.

De derde benadering van dit probleem, de specificiteitsvisie "nieuwe stijl" is in feite een synthese tussen de voorafgaande gedachten over de verhoogde kwetsbaarheid, die onder invloed van stress bij een individu ontstaat of als een predispositie al voor de blootstelling aan stress bestond, en de onder a. vermelde specificiteit tussen de oorzaak en het gevolg van stress. Lazarus et al. (1980) stellen in dit verband, dat "what is needed are research designs in a variety of environmental contexts using enough types of somatic measures to construct patterns or profiles while simultaneously varying the key mediating processes in stress, emotion and illness, including appraisal, coping and the emotional quality". Uitgegaan wordt van de veronderstelling, dat somatische en psychologische eigenschappen van de mens als een intermediaire variabele gezien moeten worden tussen de specifieke eigenschappen van de stimuli en de respons die zich in sommige gevallen als een bepaalde ziekte kan manifesteren (Mason, 1975 a,b).

Het mag duidelijk zijn, dat deze laatste benadering goed aansluit aan het al eerder genoemde model over de interactie tussen het individu en zijn omgeving. Slechts door een multivariate benade-

ring zijn in de toekomst uitspraken mogelijk over stress-volle eigenschappen van de arbeidssituatie, het ontstaan van ziekten en het detecteren en beschrijven van individuen en groepen, die een hoger risico lopen slachtoffer van niet-optimale werkomstandigheden te zijn.

3. HET METEN VAN STRESS

3.1 Inleiding

In dit project wordt een aanzet gegeven tot het ontwerpen en ontwikkelen van een methodologie, die bij het opsporen van eventuele effecten van belastende (werk)omstandigheden toegepast zal kunnen worden. Zoals in de inleiding uiteengezet werd, is het uiteindelijke doel van het project het construeren van een in de praktijk goed hanteerbaar instrument, dat uiteindelijk bijvoorbeeld de bedrijfsarts in staat zal stellen effecten van deze werkomstandigheden op groepen of mogelijk zelfs individuele werknemers te kunnen kwantificeren.

Deze activiteit valt globaal in drie componenten uiteen, namelijk het bepalen van de meetstrategie, de keuze van kwantitatieve parameters en het aandacht schenken aan de diverse design-technische problemen.

De eerste twee componenten komen aan de orde in de hiernavolgende paragrafen, terwijl de derde in bijlage 1 nader wordt besproken.

3.2 Het meetinstrument

Bij het bepalen van de strategie van het onderzoek is er van uitgegaan, dat het effect van werkomstandigheden in het algemeen en van de stress in de arbeidssituatie in het bijzonder op het individu van cumulatieve aard is (Cameron, 1971; 1973). Aangenomen wordt, dat de lichamelijke en psychologische "conditie" van het individu onder invloed van deze omstandigheden verandert en dat deze verandering enige tijd aanhoudt en in principe meetbaar moet zijn (Grandjean & Kogi, 1971; Lehmann, 1958).

Verder was van belang, dat uit diverse publicaties blijkt, dat

sommige bekende indicatoren van veranderingen in de toestand in de zin van § 3.3.1 van het individu (fysiologisch, psychometrisch) bruikbaar zijn onder goed gecontroleerde laboratorium-condities of in niet werk-gerelateerde omstandigheden, maar dat hun indicator-waarde sterk daalt bij toepassingen in de veldsituatie (Johnson, 1970; Lacey, 1967; Fleming et al., 1984). Het invloedsspectrum, waaronder deze indicatoren kunnen veranderen, is zo breed, dat men vaak slecht in staat is het effect van de arbeidssituatie van andere invloeden te scheiden (McGrath, 1970; Cox, 1978). Op deze problematiek komen wij nog terug (§ 3.3). De conclusie op deze plaats is, dat op grond van bovenstaande overwegingen besloten is niet tijdens de taakuitvoering en in de arbeidssituatie te meten, maar deze metingen onder gecontroleerde condities uit te voeren. Op deze wijze, die overigens als een duidelijke innovatieve bijdrage tot het stress-onderzoek gezien kan worden, wordt het mogelijk fysiologische en psychometrische indicatoren van het effect van de belastende werkomstandigheden op de mens in de veldsituatie zodanig toe te passen, dat het effect van verstorende factoren uit de omgeving geminimaliseerd wordt.

Een vergelijking kan gemaakt worden met ontwikkelingen in de arbeidsfysiologie. Op dit gebied is men al in de jaren vijftig en zestig overgegaan tot het beoordelen van de belasting van de werker ten gevolge van fysieke arbeid niet slechts tijdens de arbeid zelf, maar ook na de arbeidstaakuitvoering (Brouha, 1960; Bauman et al., 1973; Kamon, 1964). Het bleek, dat de door het effect van de taak veranderde niveaus van (fysiologische) variabelen na kortere of langere tijd weer op hun uitgangspunt terugkwamen. Dit verschijnsel, recovery oftewel herstel genoemd, wordt samen met het directe effect tijdens de taakuitvoering in verband gebracht met de zwaarte van de taak en de eigenschappen van de werker. Vanaf de zestiger jaren werd, zij het sporadisch, ook bij arbeidstaken met een overwegend mentaal karakter het herstel-fenomeen geëxploreerd (Brod et al., 1959; Obrist et al., 1978; Hyndman, 1978;

Falkner et al., 1979; Meijman, 1983).

Bovengenoemd onderzoek had en heeft tot doel er op toe te zien, dat er een zodanige recuperatie naar de oorspronkelijke rustwaarde kan plaats vinden, dat bij opeenvolgende rust-werkcycli geen te grote cumulatie van effecten op het organisme optreedt. Door onvoldoende herstel in de tussenliggende rustperiodes kan zich namelijk een steeds groter effect van het werk opbouwen, dat tot een intens gevoel van vermoeidheid, achteruitgang in prestaties of somatische ziektes kan leiden (Brod, 1959; Obrist et al., 1978).

Bij het bepalen van de uitgangspunten van het NIPG/TNO stress-onderzoek werd op deze ontwikkelingen aangesloten. In het verlengde van het hanteren van de S-O-R benadering ligt zoals vermeld de premisse, dat de toestand en dus ook de respons van de intermedierende variabele, het organisme, beïnvloed wordt door zijn individuele eigenschappen. Verder verandert de toestand onder invloed van externe stimulatie, in dit geval door de arbeidssituatie en het uitvoeren van een arbeidstaak. Dat betekent, dat fasische reacties van het organisme op bepaalde gestandaardiseerde stimuli (bijvoorbeeld fysieke of psychometrische taken) gebruikt kunnen worden om informatie te verkrijgen over de chronische toestand van dit organisme respectievelijk over de veranderingen die daarin ontstaan zijn onder invloed van (bijvoorbeeld) het werken (Brod et al., 1959; Falkner et al., 1979; zie voor het hier gebruikte begrip toestand ook § 3.3.1).

Standaardisatie van de stimulus is hierbij noodzakelijk evenals standaardisatie van de omgeving (zie bijlage 1). Slechts dan kunnen verschillen in reacties op de stimulus op verschillende momenten geïnterpreteerd worden in termen van veranderingen in de toestand van het organisme.

Aandacht dient hierbij besteed te worden aan de grootte en de vorm van de respons en de snelheid waarmee het individu terugkeert op het niveau van functioneren zoals dit was voor het aanbieden van de stimulus. Indien de aanname van een cumulatief effect van de

arbeid respectievelijk ongunstige arbeidsomstandigheden op het organisme juist is, betekent dat, dat eigenschappen van de respons op een standaard-stimulus en het herstel hiervan indicatief kunnen zijn voor het effect van het werk en de werkcondities op de mens. Van belang is verder, dat interindividuele verschillen in deze reacties bij een voor iedereen vergelijkbare werksituatie specifieke informatie kunnen geven over de eigenschappen van het individu zelf.

3.2.1 Conclusies

Samenvattend kan gesteld worden, dat bovengenoemde overwegingen leiden tot de beslissing om ook tijdens veldonderzoek slechts buiten de eigenlijke arbeidssituatie en onder "experimentele", gestandaardiseerde omstandigheden te meten. Hierbij wordt beoogd om door het toedienen van gestandaardiseerde stimuli een reactie van het organisme te provoceren, die door zijn grootte en door de vorm en snelheid van het herstel informatie geeft over de toestand van het organisme en het effect daarop van het uitvoeren van een arbeidstaak en eventuele specifieke belastende factoren hierbinnen. De door het aanbieden van een gestandaardiseerde stimulus geprovoceerde reactie van het organisme en het herstel daarna staan dus bij deze benadering centraal. Dat heeft een aantal consequenties voor de intra- en inter-individuele vergelijkbaarheid van deze grootheden.

De stimuluswaarde, zijn sterkte, moet aangepast worden aan individuele eigenschappen van het onderzochte individu. Rekening moet gehouden worden met de in het verleden verworven vaardigheden, fysieke conditie etc. Dat wil zeggen, dat de eigenschappen van deze stimuli, zoals bijvoorbeeld de moeilijkheidsgraad van een psychometrische test, inter-individueel aangepast moet worden aan de persoonsgebonden eigenschappen van de individuen (bijvoorbeeld

sociaal-culturele achtergrond) en intra-individueel aan de in het verloop van het onderzoek opgetreden leereffecten. (Pokorny et al., 1981) Zonder deze "correcties" zullen de fysiologische reacties van het organisme niet slechts door belastende factoren binnen de arbeidssituatie beïnvloed worden, maar ook door in dit geval niet relevante invloeden van bovengenoemde persoonsgebonden eigenschappen. Een en ander leidt tot het introduceren van de standaard-stimulus respectievelijk de standaard-provocatietest in het stress-onderzoek.

De mogelijkheid tot standaardiseren was derhalve een belangrijk criterium bij de keuze van de provocatietests, die bij het onderzoek toegepast zouden worden. Een ander criterium was de stimuluswaarde van de test. Gezocht werd naar stimuli, die een duidelijk meetbaar effect op het individu hebben, zodat eventuele veranderingen, die in het systeem "mens" ontstaan zijn, ook daadwerkelijk opgespoord kunnen worden (Lykken et al., 1976; Kahnemann, 1973).

Ten aanzien van de te meten reacties is uitgegaan van zowel fysiologische gegevens als prestatiegegevens. Data over prestatieveranderingen zijn veelvuldig gebruikt bij het stress-onderzoek (Levi, 1972 a,b; Sanders, 1980). Aantallen goede en foutieve reacties op diverse taken, nauwkeurigheid van hand-oog coördinatie, reactiesnelheid, etc. werden gerelateerd aan effecten van belastende werkomstandigheden. Ofschoon deze gegevens nuttige informatie geven over effecten van bijvoorbeeld leeftijd, psychosociale achtergrond of vaardigheden (Welford, 1973; 1976; Stagner, 1975) zijn zij slechts beperkt geschikt bij het kwantificeren van stress-effecten (Singleton, 1971). Zwaga (1973), Cameron (1973) en vooral Kahneman (1973) wijzen er terecht op, dat data over menselijke prestaties vergezeld moeten gaan met informatie over (fysiologische) kosten, die voor het leveren van deze prestaties noodzakelijk zijn. Motivationale, compensatoire mechanismen maken het namelijk mogelijk, dat de mens ook onder de meest ongunstige omstan-

digheden een adequate prestatie kan leveren. De "effort", die voor het leveren van deze prestaties noodzakelijk is, verandert echter wel (Kahneman, 1973; Sanders, 1980) en kan gevolgen hebben voor het fysiologisch functioneren op korte en eventueel ook langere termijn.

Bij het toepassen van standaard-provocatietests zullen gegevens over prestaties vooral gebruikt worden als controle-variabelen voor het vaststellen van de correctheid van de uitvoering. Bij het uitvoeren van de onderzoeken spelen deze gegevens ook een cruciale rol bij het inter- en intra-individueel standaardiseren, bewaken van leereffecten, etc. (Pokorny et al, 1981).

Op grond van bovengenoemde overwegingen is aandacht besteed aan de selectie van een aantal mogelijke provocatietests en te meten reacties aan de hand van pilot-experimenten met op de achtergrond eerder op het NIPG/TNO uitgevoerd onderzoek bij buschauffeurs (Pokorny et al., 1985). Criteria voor deze keuze zijn, naast gebleken robuustheid van de (fysiologische) effecten, inter- en intra-individuele standaardiseerbaarheid etc., ook in de praktijk gebleken geschiktheid van deze taken om in een veldonderzoek toegepast te worden (Pokorny et al., in voorbereiding). Gekozen werd voor een viertal overwegend mentaal-perceptieve taken en twee overwegend fysieke standaard-stimuli (geheugenzoektaak, rekentaak, geheugentaak, instabiele regeltaak, respectievelijk handknijptaak en de valsalva-manoeuvre). Deze taken, wijze van aanbieden, standaardiseren en dergelijke wordt beschreven in § 6.

Met het oog op de praktische toepassing van de provocatietestbenadering moet in de uiteindelijke versie gedacht worden aan een beperking van het aantal tests. Het vaststellen van de validiteit en betrouwbaarheid, die als criterium bij deze reductie zal dienen, is één van de belangrijkste doelstellingen van het onderzoek. Eerst daarna kan tot, overigens noodzakelijke, reductie overgegaan worden.

3.3. Standaard-stimuli en hun toepassing

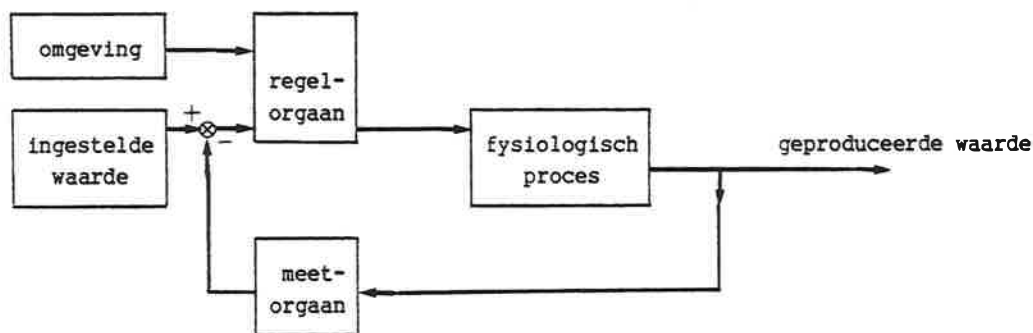
Uit het voorafgaande is duidelijk geworden, dat ervan wordt uitgegaan, dat er in het geval van stress sprake is van een toestandsverandering in het organisme.

Dit gegeven heeft belangrijke consequenties, niet alleen voor de mogelijk schadelijke gevolgen van stress, maar ook voor de mogelijkheid om stress te meten. Beide aspecten zullen hier aan de orde komen, nadat eerst de begrippen toestand en toestandsverandering nader zijn gedefinieerd. Op dit laatste aspect zal hier nader worden ingegaan.

3.3.1 Toestand en toestandsverandering

De normale toestand, waarin een levend organisme verkeert, wordt gekenmerkt door een grote mate van stabiliteit. Het grootste deel van de tijd is er sprake van een evenwichtstoestand. Toch kan dit evenwicht niet als een eenvoudige statische situatie worden beschouwd. Er is veeleer sprake van een complexe, dynamische koppeling van een groot aantal verschillende homeostatische regelsystemen. Eén afzonderlijk regelsysteem kan schematisch worden weergegeven als in figuur 1 (Cool, Schijff & Viersma, 1969).

Figuur 1. Schematische weergave van één afzonderlijke regelkring in een organisme.



Een verandering in de toestand zou, overeenkomstig figuur 1 tot stand kunnen komen door middel van

- een verandering in de ingestelde waarde;
- een verandering in het meetorgaan;
- een verandering in de invloed vanuit de omgeving.

Als omgeving geldt in dit verband zowel de situatie binnen het organisme met zijn invloed op het desbetreffende regelsysteem als de situatie buiten het organisme.

Het effect van de toestandsverandering zal zijn, dat er een verandering optreedt in de waarde van de geregelde grootheid. Deze grootheid kan in het geval van een biologisch regelsysteem zowel een fysiologische als een biochemische variabele zijn.

3.3.2 De aard van de toestandsverandering in het geval van stress

Omdat in het geval van stress de toestandsverandering zodanig is dat het de persoon mogelijk moet maken om beter te kunnen voldoen aan de eisen van de omgeving (zie inleiding) gaat deze verandering in een zodanige richting, dat er een betere prestatie geleverd kan worden. Dit betekent (in grote lijnen), dat er een verschuiving plaatsvindt in het evenwicht van het autonome zenuwstelsel in de richting van een sympathisch overwicht. Meer specifiek betekent dit, dat er aan de output-kant een verhoging van de hartfrequentie, een verhoogde bloeddruk, een verhoogde perifere en een verminderde musculaire vasoconstrictie, een verhoogde ademhalingsfrequentie en een hogere concentratie adrenaline en noradrenaline in het bloed (naast metabole veranderingen voor adequate energielevering: bijvoorbeeld veranderingen in de vetstofwisseling) tot stand komen. De feitelijke toestandsverandering heeft betrekking op de veranderingen in ingestelde waarde c.q. werking van het meetorgaan, die tot vornoemde veranderingen in de geproduceerde waarden

aanleiding geven.

3.3.3 Het meten van een toestandsverandering

Alvorens na te gaan hoe wij een verandering in toestand kunnen meten, moeten wij eerst vaststellen wat de kenmerken zijn van de toestand zoals die op een bepaald moment bestaat.

Het zal duidelijk zijn, dat de toestand van een levend organisme slechts voor een klein deel bepaald wordt door de actuele waarde, op enig moment van de geregelde grootheid. Veel belangrijker kenmerken van zijn toestand zijn de ingestelde waarde, de werking van het meetorgaan en de werking van het regelsysteem in zijn totaliteit.

Om een uitspraak over de bestaande toestand te kunnen doen dient er, overeenkomstig het model van figuur 1, vanuit de omgeving een nauwkeurig gespecificeerde en gedoseerde stimulus te worden aangeboden. Op deze wijze kunnen juist de meest relevante kenmerken van het systeem worden onderzocht.

De toestand, die er op een bepaald ogenblik bestaat, kan dan worden afgelezen uit het effect dat een standaard-stimulus heeft daarna te gaan:

1. in welke mate en op welke wijze een geregelde grootheid verandert onder invloed van deze stimulus: de respons;
2. in welke mate en hoe snel een geregelde grootheid weer terugkomt op zijn beginniveau van vóór de aanbieding van de stimulus: het herstel.

Door deze procedure op verschillende tijdstippen te herhalen kan worden vastgesteld of er, vergeleken met een vorige meting, een verandering in de toestand van het organisme heeft plaatsgevonden. Met het oogmerk om op deze wijze toestandsveranderingen te meten als gevolg van stress in de arbeidssituatie wordt in dit project gebruik gemaakt van standaard-stimuli.

3.3.4 Standaard-stimuli

Onder een standaard-stimulus verstaan we een mentale, fysieke of fysische stimulus, die zodanig gestandaardiseerd wordt aangeboden dat, indien de aanbieding herhaald wordt en de toestand van het organisme dezelfde is als bij de vorige aanbieding, de gemeten effecten gelijk zijn. De primaire eis die aan een standaard-stimulus voor het door ons beoogde doel gesteld dient te worden, is dat er een meetbare verandering in de te meten grootheden optreedt.

Er kunnen globaal twee soorten standaard-stimuli worden onderscheiden:

- Het ligt voor de hand om in eerste instantie een stressor als standaard-stimulus te kiezen, dat wil zeggen een stimulus, waarvan verwacht mag worden, dat hij tot die verandering in toestand leidt, die wij stress noemen. Het voordeel van een dergelijke stimulus is, dat hij waarschijnlijk precies op die plaats in het regelsysteem aangrijpt, waar dit in een "real life"-situatie ook het geval zou zijn.
- Om de toestand als zodanig te onderzoeken kan echter even goed gebruik gemaakt worden van een fysieke of fysische stimulus, wanneer deze eenduidig en in voldoende mate aanspreekt op het mechanisme dat verantwoordelijk is voor de stress-respons. Het voordeel van een dergelijke stimulus (bijvoorbeeld een isometrische fysieke taak) is, dat hij goed doseerbaar is, meestal een sterke respons teweeg brengt en makkelijk toepasbaar is. Een nadeel is, dat zijn werking slechts ten dele overeenkomt met die van een stressor.

3.3.5 Korte termijn versus lange termijn toestandsveranderingen

Na een eenmalige aanbieding van een standaard-stimulus kan, strikt genomen, alleen een verantwoorde uitspraak gedaan worden over de

toestand op het moment van deze aanbieding zelf. Voor een interpretatie van de gemeten effecten in termen van stress kan in dit geval eigenlijk alleen gebruik gemaakt worden van de gegevens met betrekking tot de terugkeer van de verschillende variabelen naar hun uitgangsniveau (het herstelfenomeen). Hoe trager dit herstel verloopt en vooral hoe onvollediger het is, hoe groter de stressgevoeligheid van de persoon in kwestie genoemd mag worden.

Door de mate van "stressfulness" van een als standaard-stimulus gehanteerde stressor binnen een kort tijdsbestek te variëren kan tevens de relatie onderzocht worden tussen de zwaarte van de stressor en het herstelgedrag van de persoon in kwestie. Dit kan een voorspellende waarde hebben voor de te verwachten effecten van stress op de werkplek op de onderzochte persoon.

Pas door een standaardstimulus op verschillende tijdstippen, en daarbij zo gestandaardiseerd mogelijk, aan te bieden kunnen uitspraken gedaan worden over het optreden van min of meer permanente toestandsveranderingen. Er kan bijvoorbeeld als gevolg van stress in de werksituatie in de loop van een werkdag een tijdelijke toestandsverandering opgebouwd worden, die vóór het begin van de volgende werkdag weer verdwenen is. Door metingen uit te voeren op verschillende tijdstippen tijdens een werkdag, maar buiten de eigenlijke werksituatie, kan een dergelijk tijdelijk, cumulatief effect worden aangetoond (Pokorny et al., 1983).

Van langere-termijn toestandsveranderingen kunnen wij spreken, wanneer de hierboven veronderstelde terugkeer naar de uitgangstoestand niet optreedt. Om dergelijke veranderingen te kunnen opsporen zou onderzoek gedaan moeten worden over langere perioden, waarbij zou kunnen blijken, dat (sommige) personen na langdurige blootstelling aan (sommige) arbeidssituaties permanent in een andere toestand zijn gaan verkeren blijkens hun reacties op een standaard-stimulus.

3.3.6 Toestandsverandering en gezondheid

Wat de algemene achtergrond van de relatie tussen stress en gezondheid betreft, wordt verwezen in de inleiding onder § 2.1.

Het zal duidelijk zijn, dat vooral de bovengenoemde meer langdurige effecten van stress voor de gezondheid van de werknemer belangrijke consequenties kunnen hebben. Hoewel het stress-mechanisme in principe een gezond (adaptief) mechanisme is, kunnen er ook negatieve gevolgen optreden. Die schadelijke effecten kunnen in principe 2 verschillende vormen aannemen:

1. een te sterke of niet adequate reactie op de door de omgeving gestelde eisen: hierbij is sprake van reactiviteit;
2. een te langdurige reactie, zodat de toestandsverandering nog geheel of ten dele bestaat, wanneer het, wat de eisen van de omgeving betreft, niet meer nodig is: hierbij is sprake van herstel.

Door gebruik te maken van standaard-stimuli kunnen juist die gegevens verkregen worden, die informatie geven over mogelijke schadelijke effecten voor de gezondheid van de onderzochte persoon: reactiviteit en herstel.

Wat de reactiviteit betreft, dient vooral gelet te worden op de relatie tussen de aard van de stimulus en het patroon van fysiologische en eventueel biochemische veranderingen. Zelfs een zeer sterke respons met de voor een bepaalde stimulus relevante parameter hoeft niet ongezond te zijn: bijvoorbeeld een flinke verhoging van de hartslagfrequentie tijdens het hardlopen.

Wat het zich voordoen van meer permanente, chronische toestandsveranderingen betreft, dient gewezen te worden op de schadelijke effecten voor het cardiovasculaire systeem in zijn geheel van een verhoogde bloeddruk en van de gevaarlijke consequenties speciaal voor het hart van een verschuiving van het evenwicht van het autonome zenuwstelsel in de richting van de sympathicus (Verrier et al., 1980). Ook indien er geen sprake is van meetbare somatische

schade kan iemand's welbevinden benadeeld worden door de begeleidende gevoelens van voortdurende spanning en gejaagdheid en de daarmee samenhangende problemen.

In sommige gevallen zal op de lange duur door bijvoorbeeld structurele veranderingen in het meetorgaan een niet-reversibele verandering in toestand kunnen optreden. Het toepassen van standaardstimuli kan er mogelijk door vroegtijdige signalering toe bijdragen, dat dergelijke niet-reversibele gezondheidsschade kan worden voorkomen.

3.4 Keuze van de parameters

In paragraaf 3.1 werd aangegeven, dat voor het vaststellen van effecten van de standaard-provocatietests informatie over het fysiologisch functioneren van de mens noodzakelijk is. Ofschoon er in het brede kader van het stress-onderzoek ook andere, meer subjectief gerichte meetmethoden gehanteerd worden (Van Dijkhuizen, 1980; Cooper & Payne, 1978;), zal dit onderzoek zich op dit moment beperken tot deze fysiologische indicatoren. Aangeknoopt wordt aan het gekozen stress-model, een lange traditie van onderzoekingen, die het effect van fysieke en mentale componenten van het werk op (psycho-)fysiologische wijze trachten te kwantificeren (Obrist, 1981; Frankenhauser, 1971; 1979; Mulder, 1980; Mulder & Mulder, 1981) en aan een epidemiologisch respectievelijk klinisch georiënteerde benadering, die deze parameters voor het diagnostiseren van ziektes of van het dreigen van gezondheidsschade toepassen (Stone et al., 1979).

Gezien het feit, dat cardiovasculaire parameters doorgaans gevoelig reageren op kortdurende stimulatie van het organisme (Lacey, 1967; Coles & Duncan-Johnson, 1975) werd in eerste instantie gekozen voor een aantal variabelen, die met de functie van het cardiovasculair systeem samenhangen.

Gekozen werd voor registratie van de hartslag-, bloeddruk-, plethysmogram- en ademhalingsparameters benevens orale en huidtemperatuur. Wijze van toepassing, berekende scores etc. worden uitvoeriger toegelicht in § 6 en bijlage 6.

4. HET STRESS-ONDERZOEK IN FASEN

In de voorafgaande paragrafen werd het doel van het project "Vaststelling van vroege gezondheidseffecten van stress en opsporing van risicogroepen met behulp van provocatietests" en de conceptueel-theoretische en onderzoekstechnische aspecten daarvan nader toegelicht. De ontwikkeling van de provocatietestbenadering tot een in de praktijk goed bruikbare meetmethode vereist het oplossen van tal van praktische problemen en de beantwoording van een groot aantal onderzoeksvraagstellingen. Een gefaseerde aanpak is hierbij de meest aangewezen werkwijze.

a. Fase I.

In deze door deze rapportage afgesloten fase werd in eerste instantie aandacht geschonken aan een aantal noodzakelijke voorbereidende werkzaamheden. Naast het belichten van een aantal conceptueel-theoretische en onderzoekstechnische vraagstellingen kan genoemd worden: het voor dit type onderzoek geschikt maken van het psychofysiologisch laboratorium van het NIPG/TNO, de selectie en ontwikkeling van diverse tests, het aanschaffen en operationeel maken van computerfaciliteiten, het aanpassen respectievelijk nieuw ontwikkelen van fysiologische meetapparatuur etc. In tweede instantie werd aandacht besteed aan de basisvraag van ieder meetmethode ontwikkelend onderzoek, namelijk de vraag naar betrouwbaarheid respectievelijk herhaalbaarheid van de meetresultaten. Verder werd tijdens het experimentele deel van deze fase (werkplan: BCS10) het effect van persoonsgebonden variabelen (leeftijd, persoonlijkheidstype A respectievelijk B) onderzocht.

Vooruitlopend op de gedetailleerde presentatie van de methode en de resultaten van het experiment (§ 5 e.v.) kan nu al gesteld worden, dat deze fase belangrijke informatie opleverde.

Het is gebleken, dat de gekozen meetstrategie herhaalbare resultaten oplevert en dat de fysiologische reacties op de toegediende standaard-provocatietests (zowel tijdens als na het aanbieden) verschillend zijn bij individuen van verschillende leeftijden en verschillende persoonlijkheidstypen. Dit betekent met andere woorden, dat de gekozen meetprocedure in staat is op herhaalbare wijze effecten van bovengenoemde persoonsgebonden variabelen op te sporen. Een voor de hand liggende consequentie is dat ook in toekomstig onderzoek met deze variabelen rekening gehouden moet worden. Een ander, minder goed zichtbaar resultaat van deze fase was het maken van keuzes met betrekking tot de te gebruiken scores die uit verschillende fysiologische signalen theoretisch berekend kunnen worden. Zoals uit de rapportage zal blijken werd tijdens het analyse-proces eerst een reductie van de te gebruiken scores uitgevoerd, wat met het oog op verdere werkzaamheden van het project en de uiteindelijke toepassing van het meetinstrument in de praktijk van groot belang is.

b. Fase II

Het trekken van bovengenoemde conclusies was van belang voor de voortgang van het stress-project. In deze tweede fase moet de validiteit van de gekozen meetstrategie onderzocht worden (Werkplan: BCS11). De vraag wordt gesteld of fysiologische reacties van de mens op het toedienen van standaard-provocatietests en -taken informatie oplevert over het effect van een kortdurende, gesimuleerde taakbelasting (gedurende één dag).

Na het afronden van deze fase en in samenhang met additionele gegevens (fase I; andere activiteiten binnen het stress-onderzoek, in casu onderzoeken van het NIPG/TNO, IZF/TNO en SOPS) moet worden besloten welke van de provocatietests en parameters het beste voldoen aan de betrouwbaarheids- en validiteitseisen. Men moet komen tot een zodanige reductie

van deze tests, dat er een, in de praktijk goed hanteerbare, meetbatterij ontstaat. Daarna kan overgegaan worden tot de beproeving van deze meetbatterij in de veldsituatie.

c. Fase III

Deze fase zal een tweetal doelen hebben. In eerste instantie zal nagegaan moeten worden hoe de ontworpen meetbatterij voldoet aan de eisen van de praktische toepasbaarheid. Dit zal betrekking hebben op het meten van de kortdurende belasting (één of meerdere dagen) en mogelijk ook van een middellange belasting (bijvoorbeeld één maand).

In tweede instantie zal een begin gemaakt worden met het onderzoek naar de relatie tussen provocatietestsgegevens, langdurige blootstelling aan stress en criteria voor gezondheid en welbevinden van de werknemers. Dat zal gebeuren door het incorporeren van provocatietestmetingen in epidemiologische onderzoek.

Evaluatie van de praktische toepasbaarheid van het meetinstrument, het uitvoeren van aanpassingen, etc. zullen de afsluiting van fase III en het begin van fase IV van dit project moeten zijn.

d. Fase IV

Deze laatste fase zal als doel hebben de daadwerkelijke invoering van de ontwikkelde meetmethode in de praktijk. Praktische consequenties, zoals bijvoorbeeld het op grotere schaal vervaardigen van meetapparatuur, het geven van trainingen en consultaties samen met de evaluatie van het gebruik zullen de inhoud van deze fase moeten zijn. Daarnaast zal het continueren van epidemiologische onderzoek gericht op het leggen van verbanden tussen belastende (factoren in de) werksituaties, provocatietestgegevens en criteria voor gezondheid en welbevinden als mede het identificeren van risicogroepen een doorlopende activiteit zijn.

5. HET EXPERIMENT

5.1 Doelstelling

Het onderzoeken van het effect van drie mogelijke bronnen van variabiliteit (leeftijd, A/B typologie en herhaalde aanbieding), die de resultaten van metingen door middel van toepassing van standaard-stimuli en -provocatietests in de praktijksituatie zouden kunnen beïnvloeden.

5.2 Motivatie van de doelstelling

De keuze van de leeftijd als onafhankelijke variabele stoelt op gegevens uit de literatuur (Åstrand & Rodahl, 1978; Caplan et al., 1975; Cobb & Rose, 1973; Kuorinka & Korhonen, 1981) en opgedane ervaring (Pokorny et al., 1981).

Aangezien de resultaten van diverse studies verschillen in reactiviteit tussen A- en B-typen vaststellen (Dembroski et al., 1978; Manuck et al., 1978; Frankenhauser et al., 1980; Friedman & Rosenman, 1974; Williams et al., 1982), is in deze opzet ook deze variabele opgenomen.

In een periode van ontwikkeling van een meetinstrument is één van de eerste vereisten de mate van betrouwbaarheid daarvan vast te stellen. Een onderzoeksopzet, waarin herhaalde metingen zijn opgenomen, is hiervoor bij uitstek geschikt.

5.3 Vraagstelling

1. Is er een verschil in fysiologische activiteit voor, tijdens en na het aanbieden van een standaard-provocatietest en in

een rustconditie:

- a. tussen verschillende leeftijdscategorieën;
 - b. tussen individuen met verschillende persoonlijkheidskenmerken?
2. Is er verschil in gevoeligheid voor bovengenoemde mogelijke bronnen van variabiliteit tussen verschillende standaardprovocatietests?
 3. Is er verschil in gevoeligheid tussen de 1e en 2e aanbieding van eenzelfde provocatietest (herhaalbaarheid)?

6. MATERIAAL EN METHODE

6.1 Proefpersonen

Aan het onderzoek werkten 30 gezonde mannelijke proefpersonen mee, die betaald werden voor hun participatie. Zij werden "gematched" op leeftijd in 3 groepen. Ten tijde van het onderzoek waren tien van hen jonger dan 31 jaar (gem. 22.1, sd 3.2), 10 waren tussen 31 en 40 jaar (gem. 34.1, sd 2.8) en 10 waren tussen 41 en 60 jaar (gem. 52.8, sd 2.5).

De jongere proefpersonen waren at random geselecteerd uit het NIPG-proefpersonenbestand, wat voornamelijk uit studenten van de Rijksuniversiteit Leiden is opgebouwd. Deze personen hadden zich vrijwillig als proefpersoon voor psychofysiologisch onderzoek aangemeld na een advertentie in het universiteitsblad "Mare". De twee oudere groepen waren samengesteld uit werknemers van de firma Sik-kens (Sassenheim) en bestonden voor het merendeel uit administratief en vergelijkbaar opgeleid personeel. Ook bij deze twee groepen berustte de deelname op vrijwilligheid.

Alvorens tot het onderzoek toegelaten te worden werden alle jongeren medisch gekeurd. Deze keuring bestond uit een algemene anamnese, fysisch diagnostisch onderzoek en urine-controle op glucose, eiwit en pH. De twee groepen ouderen waren op basis van goede gezondheid uit een bedrijf geselecteerd door de aan dat bedrijf verbonden arts. Bij de selectie werd speciaal gelet op cardiovasculair functioneren, metabole stoornissen en gebruik van medicijnen met effect op het cardiovasculair functioneren. Alle proefpersonen werden enige tijd voor hun deelname aan het experiment psychologisch gescreend (zie § 6.2.2). Van alle aan het experiment deelnemende proefpersonen was bekend welke score zij hadden behaald op een vragenlijst met betrekking tot het A respectievelijk B per-

soonlijkheidstype (de JAS; zie § 6.2.2). Op grond van deze scores werden de proefpersonen in twee groepen van elk 9 individuen verdeeld, die maximaal in score verschilden. De groep proefpersonen, waarvan de scores in het midden van de verdeling lagen (n=12) werd bij desbetreffende analyses buiten beschouwing gelaten.

De gemiddelde JAS score voor personen van type A was 153 (SD=2.2) voor personen van type B 74 (SD=1.8). Verder werd er zorg voor gedragen, dat de gemiddelde leeftijd van beide groepen ongeveer gelijk was. De gemiddelde leeftijd van de A-types was 34.4 jaar (SD: 13.3) en van de B-types 36.3 jaar (SD: 14.4).

In eerste instantie werden de jongeren gemeten (periode 21-2-1985 tot 18-3-1985), enige weken later (periode 26-3-1985 tot 8-5-1985) gerandomiseerd de twee oudere groepen.

6.2 Vragenlijsten

6.2.1 Medische vragenlijsten

De proefpersonen vulden een COPIH-lijst (Commissie Opsporing en Preventie van Ischaemische Hartziekten) in en een POV-lijst (Periodiek bedrijfsgeneeskundig onderzoek), waarvan de delen die reeds in de COPIH-lijst voorkwamen, verwijderd waren.

6.2.2 Psychologische vragenlijsten

De proefpersonen vulden ook een aantal psychologische vragenlijsten in, te weten:

1. De ZBV (Zelfbeoordelingsvragenlijst) is een Nederlandstalige bewerking van de Spielberger State-Trait Anxiety Inventory.
2. De JAS (Jenkins Activity Survey).

3. De ABV (Amsterdamse Biografische Vragenlijst).
4. De NVM (Nederlandse Verkorte MMPI) is een vragenlijst ontwikkeld op grond van de uitgebreide MMPI. Deze verkorte versie van 83 items geeft een beeld van het negativisme, de somatisering, de verlegenheid, de ernstige psychopathologie en de extraversie van de proefpersonen.
5. Een Nederlandse vragenlijst voor de selectie van ochtend- en avondmensen. Deze vragenlijst geeft een inzicht van de "morningness-eveningness" van de proefpersonen.
6. Een door het IZF/TNO ontwikkelde vragenlijst met betrekking tot hyperventilatie. Deze vragenlijst met 35 items werd gebruikt om de frequentie waarmee personen specifieke aan hyperventilatie gerelateerde symptomen in het dagelijks leven ervaren, vast te stellen.

6.3 Laboratorium en taakinstrumenten

6.3.1 Laboratorium

Alle metingen werden verricht in het psychofysiologisch laboratorium van het NIPG/TNO. Met uitzondering van de Fin-A-Pres, een recent door TNO ontwikkeld instrument voor het continu en onbloedig meten van de bloeddruk, is voor de metingen gebruik gemaakt van in het verleden op het NIPG/TNO zelf ontwikkelde apparatuur. Het laboratorium is uitgerust met twee gekoppelde microcomputers (een LSI 11/23 en een PDP 11/34). Computerprogrammatuur voor online digitaliseren (maximaal 16 verschillende kanalen) en gelijktijdige eventrecording (maximaal 32 kanalen) is eveneens op het NIPG/TNO ontwikkeld.

In het laboratorium bevindt zich een afgesloten meetruimte (4 bij 3 meter), waarbinnen de experimenten plaats vinden. Er zijn diver-

se voorzieningen getroffen voor goede luchtverversing en constant houden van de temperatuur. In de meetruimte, die indirect verlicht wordt, is een U-vormige tafel opgesteld waarop de verschillende provocatietests respectievelijk standaard-stimuli staan. De proefpersoon zit op een draaistoel tussen de poten van de U. De taken zijn zo neergezet, dat er slechts minimale bewegingen nodig zijn om van de ene taak achter een volgende taak te gaan zitten. Tijdens de experimenten bevond zich naast de proefpersoon ook één van de onderzoekers in de meetruimte. Hij was noodzakelijk voor het instrueren van de proefpersoon en voor het instellen van de registratie-apparatuur, die tevens in de meetruimte is opgesteld. In het navolgende zal deze persoon steeds als proefassistent worden aangeduid, dit in tegenstelling tot de proefleider, die buiten de meetruimte het gehele experiment leidde.

Communicatie tussen de proefpersoon en de proefassistent binnen de meetruimte en de proefleider daarbuiten geschiedt via koptelefoons. De koptelefoons kunnen zo geschakeld worden, dat de proefleider en de proefassistent met elkaar kunnen spreken zonder dat de proefpersoon dit hoort. Als de proefpersoon spreekt, wordt dit ten alle tijde door zowel de proefassistent als de proefleider gehoord. Naast de auditieve communicatie is de proefleider in staat de gebeurtenissen in de meetruimte te volgen via een gesloten videocircuit met drie camera's. Deze zijn zo opgesteld, dat vrijwel alle handelingen van de proefpersoon, door de juiste camera te kiezen, buiten de meetruimte op een monitor zichtbaar zijn.

6.3.2 Taakinstrumenten

6.3.2.1 Mentaal perceptieve taken

RET

Voor de RET (rekentaak) is een alphanumerieke plasma-display (Burroughs selfscan, nr. BG12205-2) gebouwd, waarop getallen, een minteken, een is-gelijk-teken en dergelijke kunnen oplichten. Hieraan gekoppeld zijn twee toetsen, de G(oed)-toets en de F(out)-toets, waarmee de proefpersoon met de vingers van zijn dominante hand moet aangeven of de aangeboden som goed of fout is. Zowel links, voor de linkshandigen, als rechts, voor de rechtshandigen, bevinden zich een G- en F-toets. De rekentaak bestaat uit cycli van vermenigvuldigingssommen, die volgens een vast tijdspatroon worden aangeboden.

GET

De GET (geheugentaak) wordt op hetzelfde plasma-display aangeboden als de RET. Naast de tweemaal twee toetsen, die voor de rekentaak gebruikt kunnen worden, zijn voor de geheugentaak centraal een reeks van zes knoppen aangebracht met daarvoor een steunpunt voor de te gebruiken vinger. Met één van de zes knoppen moet de proefpersoon aangeven welk getal is veranderd uit een eerdere aangeboden reeks van zes getallen. De geheugentaak bestaat uit cycli van reeksen van zes getallen. Tussen elke reeks wordt een aftreksom op het display aangeboden. Ook bij de geheugentaak worden de cycli na vaste tijdsintervallen aangeboden.

IRT

De IRT (instabiele rekentaak) kan omschreven worden als een ééndimensionale compensatoire trackingtaak. De display is een iets ach-

teroverhellende LED-bar, waarover een lichtje op en neer kan lopen. Het lichtje heeft de neiging om uit het midden weg te lopen, maar kan met behulp van een joystick bij het midden gehouden worden. Naarmate het lichtje verder van het midden is, is het moeilijker om het lichtje weer terug in het midden te krijgen. Komt het lichtje eenmaal buiten het beeld, dan komt het automatisch terug in het midden en begint na een seconde stilstaan weer weg te lopen. De snelheid, waarmee het lichtje uit het midden weg loopt, kan ingesteld worden.

GZT

De apparatuur, die voor de presentatie van de GZT (geheugenzoektaak) gebruikt wordt, bestaat uit een kleurenbeeldscherm (SANYO , CD3240HC), een paneel met twee knoppen en een 6809 microprocessor. Het beeldscherm staat voor de proefpersoon op tafel. Voor het beeldscherm bevindt zich het paneel met de twee knoppen. Op de ene knop staat "JA" en op de andere "NEE". Zowel de knoppen als het beeldscherm zijn aangesloten op de microprocessor.

Op het beeldscherm worden een aantal cycli van letters aangeboden. Bij aan- en afwezigheid van een van tevoren geleerde letterset van twee letters moet op de knoppen gedrukt worden. Het effect van het indrukken van de knoppen is zichtbaar aan een numerieke score. Zowel boven als onder in het scherm wordt de score ook visueel gemaakt met behulp van gekleurde staven. Een goede reactie geeft een positieve bijdrage, een foute reactie of omissie een negatieve bijdrage aan de score. De grootte van de bijdrage is afhankelijk van de snelheid van reageren. De volgende lettercombinatie verschijnt op het beeldscherm 200 msec. na de reactie van de proefpersoon. Deze combinatie wordt tevens door een volgende vervangen wanneer niet binnen één seconde op de "JA" of "NEE" knop wordt gedrukt.

6.3.2.2 Fysieke standaard-stimuli

HAT

De HAT (handknijptaak) bestaat uit een handgreep gemonteerd op een flexibele staaf, waarmee de handknijpkracht van een proefpersoon bepaald kan worden. Voor de handgreep bevindt zich een armsteun ter ondersteuning van de arm, waarmee geknepen wordt. De hoogte van de steun en de hoogte en breedte van de handgreep kunnen voor elke proefpersoon ingesteld worden. Achter de handgreep bevindt zich duidelijk zichtbaar voor de proefpersoon een LED-bar, waarvan het onderste gedeelte oplicht over een lengte, die evenredig is met de hoeveelheid geknepen kracht. De meetunit kan ook een ingestelde waarde doen oplichten op de LED-bar, zodat de streefwaarde met een lijntje aangegeven kan worden, afhankelijk van de maximale knijpkracht van de proefpersoon.

VM

Voor de VM (Valsalva-manoeuvre) wordt gebruik gemaakt van een kwikmanometer om de persdruk van de borstholte zichtbaar te maken. Aan de kwikmanometer is een slang bevestigd, waarop de proefpersoon met de mond moet persen. De slang is voorzien van een royaal lek, zodat het onmogelijk is om meer dan een seconde lang druk met de wangspieren te leveren. Aan de slang is een elektronische drukopnemer (Honeywell 142D) bevestigd voor registratie van de gepersede druk.

6.4 Procedures

6.4.1 Indeling van een meetdag

Een meetdag werd onderverdeeld in een ochtend- en een middagmeting

met er tussen een half uur lunchpauze. Voorafgaand aan de ochtendmeting vond uitleg plaats over het doel van het onderzoek. De functie van de verschillende opnemers werd ook duidelijk gemaakt aan de proefpersoon. Er werd met klem gewezen op het belang van het stilzitten voor, tijdens en direct na de taak: dit werd gedurende enkele minuten met de proefpersoon geoefend.

Na deze korte mondelinge informatie werd een schriftelijke goedkeuring (informed consent) van de proefpersoon gevraagd en werden de opnemers voor de registratie van de electrofysiologische signalen bevestigd. Gedurende de meetdag dronk de proefpersoon geen koffie of thee en rookte hij niet.

De meetochtend of -middag begon met een tien minuten durende rustperiode. Deze werd gevolgd door uitgebreide instructies en oefenen van de taken, die aansluitend in een meetblok aangeboden zouden worden. Een meetblok bestond uit een combinatie van 3 verschillende provocatietests en werd twee maal achter elkaar uitgevoerd. Meetblok I bestond respectievelijk uit RET, GET en HAT, en meetblok II uit IRT, GZT en VM.

Als regel duurde de uitleg van de drie taken van een meetblok en het oefenen ervan 25 minuten. Een meetblok zelf duurde 45 minuten, zodat een meetochtend of -middag dus telkens ongeveer 2,5 uur in beslag nam.

6.4.2 Rustmeting

Elke meetochtend of -middag begon met een 10 minuten durende rustperiode, waarvan de laatste 5 minuten werden geregistreerd. Tijdens de rustmetingen zat de proefpersoon ontspannen in een stoel, waarbij zo min mogelijk bewegingen mochten worden gemaakt.

6.4.3 Uitleg en oefening van de taken

Voor het uitleggen en oefenen van de diverse taken werden standaard-instructies voorgelezen. De taken werden uitgelegd en net zo lang geoefend, totdat de proefpersoon volledig begreep wat de bedoeling was en enige vaardigheid had ontwikkeld in die taak. Voor de meeste taken betekende dit, dat de proefpersoon de taak uitvoerde zoals geïnstrueerd, alleen voor de GZT werd als regel zo lang geoefend tot de proefpersoon gedurende een taakperiode van 30 seconden een positieve score behaalde.

Voorafgaand aan elke meting werd altijd nog eens in het kort de bij die meting horende instructie herhaald.

RET

Gedurende 7 seconden wordt op het display een vermenigvuldiging zonder antwoord afgebeeld (bijvoorbeeld $14 \times 34 = \dots$). Dan verschijnt er achter het is-gelijk-teken een antwoord (bijvoorbeeld $14 \times 34 = 476$). Dit antwoord is soms goed en soms fout. De proefpersoon moet binnen een bepaalde tijd na het verschijnen van het antwoord één van de toetsen indrukken. Het vereiste antwoord, tijdstip van reageren en gegeven antwoord worden on-line ingelezen.

Tijdens de meting bestond de taak uit 12 opgaven en duurde 2 minuten, voorafgegaan en gevolgd door een 5 minuten durende rustperiode. In de rustperiode mocht de proefpersoon zo min mogelijk bewegen.

GET

De proefpersoon krijgt gedurende 9 seconden een reeks van 6 cijfers te zien (bijvoorbeeld 984701). De reeks moet twee maal hardop door de proefpersoon worden voorgelezen. Daarna komt er gedurende 4 seconden een aftreksom in beeld (bijvoorbeeld $96 - 5 = \dots$). De uitkomst van die som (91) wordt hardop genoemd gevolgd door het

verschil van die uitkomst en het aftrekgetal (86). Hiervoor heeft de proefpersoon 4 seconden de tijd. Gedurende 5 seconden komt weer de eerste reeks cijfers terug in beeld, waarvan echter 1 cijfer is veranderd (bijvoorbeeld 924701). De proefpersoon dient dan de positie van de verandering aan te geven door de corresponderende knop in te drukken (in dit geval de knop in de tweede positie). Het vereiste antwoord, tijdstip van reageren en het gegeven antwoord worden on-line ingelezen.

Tijdens de meting kreeg de proefpersoon totaal 6 opgaven. De duur van de taak was hetzelfde als beschreven bij de RET.

IRT

Tijdens de meting moest de proefpersoon gedurende 2 minuten het lichtje zo goed mogelijk in het midden proberen te houden. De IRT werd ingesteld op 85% van de maximale prestatie, die tijdens het oefenen was behaald. Om deze prestatie te bepalen werd de IRT in een automatische stand gezet, waardoor de snelheid waarmee het lichtje uit het midden weg liep automatisch groter werd. Als de proefpersoon het lichtje uiteindelijk niet meer in beeld kon houden, was de stand van de uiteindelijk bereikte wegloopsnelheid door de proefassistent af te lezen. Van vier van zulke bepalingen werd de hoogste score genomen als maximum-prestatie. Voor en na aanbidding van de IRT was een 5 minuten durende rustperiode.

GZT

Op het beeldscherm werden op een vaste plaats in het centrum één, twee of vier letters gepresenteerd. In 50% van de presentaties was één van de letters een Q of een W. Op aan- of afwezigheid van de Q of de W moet worden gereageerd door het indrukken van één van de knoppen.

De proefpersoon kreeg de GZT gedurende 2 minuten aangeboden. Voor en na de aanbidding was er een 5 minuten durende rustperiode.

HAT

De proefpersoon moest tijdens de taak gedurende 10 seconden knijpen op 85% MVF (maximal voluntary force). Voor en na het knijpen was weer een 5 minuten durende rustperiode. De MVF werd tijdens de instructie bepaald door de proefpersoon drie maal kort maximaal in de handgreep te laten knijpen.

VM

De VM-periode van 10 minuten werd gevuld met drie persingen van 40 mm HG, elke gedurende 10 seconden. Elke persing werd voorafgegaan door 1 minuut stil klaarzitten om te gaan persen. Hierbij werd de slang aan de mond gehouden, zodat de proefpersoon zonder zich te bewegen aan de taak kon beginnen. Ook gedurende de 1 minuut durende narust bleven ze in deze houding zitten. Tussen de narust van de ene persing en de voorrust van de daarop volgende persing kon de proefpersoon gedurende ongeveer 1 minuut zijn hand op tafel leggen zonder daarbij veel te bewegen.

6.5 Design

Gekozen werd voor herhaalde metingen bij drie groepen proefpersonen (geselecteerd op leeftijd), zodat er zes groepen ($3 \text{ (leeftijdsgroepen)} * 2 \text{ (metingen)} = 6$) ontstonden voor statistische vergelijking.

Voor het volgorde-effect ('s ochtends meetblok I of meetblok II) is per leeftijdsgroep gerandomiseerd: de eerste helft van elke groep kreeg 's ochtends meetblok I en 's middags meetblok II, de tweede helft kreeg de meetblokken in omgekeerde volgorde. Voor wat betreft de persoonlijkheidstypen, die niet direct in het design opgenomen zijn, zal met behulp van correlationele technieken en/of variantie-analyses nagegaan worden of er sprake is van een effect op de gemeten afhankelijke variabelen.

6.6 Metingen

Van alle proefpersonen werden met betrekking tot de hartslag de R-toppen gedetecteerd uit een afleiding van 3 borstwand-electroden door middel van een ECG-unit.

De ademhalingsfrequentie en de duur van de in- en van de uitademing konden worden afgeleid uit het signaal van een in de neus bevestigde thermistor, door het detecteren van de omslagpunten. Voor het meten van de perifere doorbloeding werd aan de niet-dominante hand op de derde phalanx van de wijsvinger met een windsel van klitteband een opnemer (Hellige) van een reflectieplethysmograaf bevestigd. Proximaal hiervan werd een thermistor voor het meten van de vingertemperatuur aan de volaire zijde van de tweede phalanx bevestigd met leucopor. De bloeddruk werd continu onbloedig gemeten met de Fin-A-Pres met de standaard-cuff om de tweede phalanx van de wijsvinger. Pas half maart 1985 is de vernieuwde versie van de Fin-A-Pres aangeschaft, waardoor het mogelijk werd om bij de ouderen de bloeddruk continu en onbloedig te meten.

De microprocessor van de GET en RET gaf als output de opgave, de reactietijd, het antwoord en de waardering (goed of fout). Van de IRT werd de positie van het lichtpuntje bepaald. Van de HAT werd de druk opgenomen als maat voor de knijpkracht. Van de VM werd de persdruk bepaald.

Aan het einde van de meetdag werd de bloeddruk opgenomen met de Random-Zero sfygmomanometer (Hawksley & Sons Ltd.). Hierbij werd fase vijf (het verdwijnen van de vaattonen) aangenomen als het diastolische punt, tenzij er sprake was van spontane vaattonen dan werd fase vier aangehouden.

Op 6 tijdstippen van de dag te weten aan het begin en het eind van elk meetblok werden de orale temperatuur (Philips elektrische thermometer, type HP5310) en de kamertemperatuur afgelezen.

6.7 Registraties

De R-toppen, de marker en de signalen van de RET en de GET werden on-line in de vorm van "events" ingelezen in de microcomputer (LSI 11/23) met een precisie van 1 msec. De overige signalen (plethysmogram, respiratie, vingertemperatuur, bloeddruk en indien nodig de taaksignalen knijpkracht, regelprestatie of persdruk) werden on-line gedigitaliseerd en in digitale vorm vastgelegd.

Met een op het NIPG/TNO ontwikkeld programmatuurpakket "PSYMEN" kunnen analoge signalen en events worden ingelezen en kan ieder signaal van additionele informatie en instelparameters worden voorzien. Tevens is het met PSYMEN mogelijk om van analoge band te digitaliseren met behulp van tape-search. Met dit pakket is een grote mate van vrijheid in keuze gegeven van het opnemen van signalen. De aangemaakte files hebben allen een standaard indeling, zodat zij gemakkelijk voor andere verwerking te gebruiken zijn.

Zie voor de door PSYMEN berekende waarden bijlage 2.

6.8 Prestatiescores van diverse taken

Van alle taken werden de nodige scores berekend. In totaal zijn dit 32 scores, waarbij een score voor verschillende tijdsintervallen berekend kan worden. De berekende scores zijn over de RET, GET, HAT, IRT en GZT als volgt verdeeld: 6, 11, 6, 5 en 4 scores. Voor een precieze opgave van de scores zie bijlage 3.

Bij dit experiment zijn deze scores slechts gebruikt als een controlevariabele voor het correct uitvoeren van de tests door de proefpersonen. Dat was ook het geval in de overgrote meerderheid van de gevallen. Slechts in drie gevallen werd een niet correcte uitvoering van de IRT geconstateerd. Dat heeft geleid tot het verwijderen van desbetreffende fysiologische data uit het totale bestand.

6.9 Statistische analyses

Voor de statistische analyse van de diverse data werd gebruik gemaakt van correlatie-coëfficiënt rekening en multivariate variantie analyse (ANOVA) (Winer, 1962;). Met betrekking tot de variantie-analyses dient opgemerkt te worden, dat als hoofdeffecten de onafhankelijke variabelen van het onderzoek, namelijk leeftijd (jonger, midden, ouder), herhaalde aanbidding van verschillende tests (I, II), persoonlijkheidstype (A, B) en onderdelen van de meetperiode (bijvoorbeeld taak, naperiode) gehanteerd worden. De analyses zijn uitgevoerd hetzij met een hoofdeffect leeftijd hetzij met een hoofdeffect persoonlijkheidstype, steeds in combinatie met de factor herhaalde aanbidding en afzonderlijk voor de verschillende contrasten (tabel 1) binnen de meetperiode. Voor het bepalen van significantie werd de overschrijdingskans van tenminste 5% gehanteerd.

7. RESULTATEN

7.1 Inleiding

De in de hierna volgende paragrafen gepresenteerde resultaten hebben betrekking op de in de vraagstelling van het onderzoek (§ 5.3) geformuleerde vragen met betrekking tot de herhaalbaarheid respectievelijk betrouwbaarheid van als gevolg van het aanbieden van diverse standaardprovocatietests opgetreden fysiologische reacties van het organisme. Nagegaan wordt dus of de opgeroepen effecten als gevolg van het aanbieden van deze tests bij een meermalige (twee keer) aanbieding vergelijkbaar zijn. Verder wordt antwoord gegeven op de vraag of en in welke mate persoonsgebonden factoren van de proefpersonen, met name leeftijd en het behoren tot het persoonlijkheidstype A respectievelijk B (Friedman & Rosenman, 1974), effect hebben op deze reacties. Met andere woorden: nagegaan wordt of er sprake is van interactie tussen deze persoonsgebonden factoren en de respons op het aanbieden van standaardprovocatietests.

De gepresenteerde resultaten over de leeftijdseffecten hebben betrekking op metingen verricht bij proefpersonen van drie leeftijdscategorieën (zie ook § 6.1). Tien proefpersonen waren jonger dan 31 jaar (jongeren), tien waren tussen de 31 en 40 jaar (middelen) en tien tussen de 41 en 60 jaar (ouderen).

Voor het onderzoeken van effecten van persoonlijkheidstype werden op grond van de scores van de JAS-vragenlijst twee groepen proefpersonen samengesteld. Negen proefpersonen met de hoogste score (A typen) en negen proefpersonen met de laagste score (B typen). Proefpersonen die in het midden van de verdelingen zaten (n=12) zijn niet bij de analyses met betrekking tot het effect van persoonlijkheidstype A respectievelijk B betrokken. De gemiddelde leeftijd van beide groepen is ongeveer gelijk (± 35 jaar).

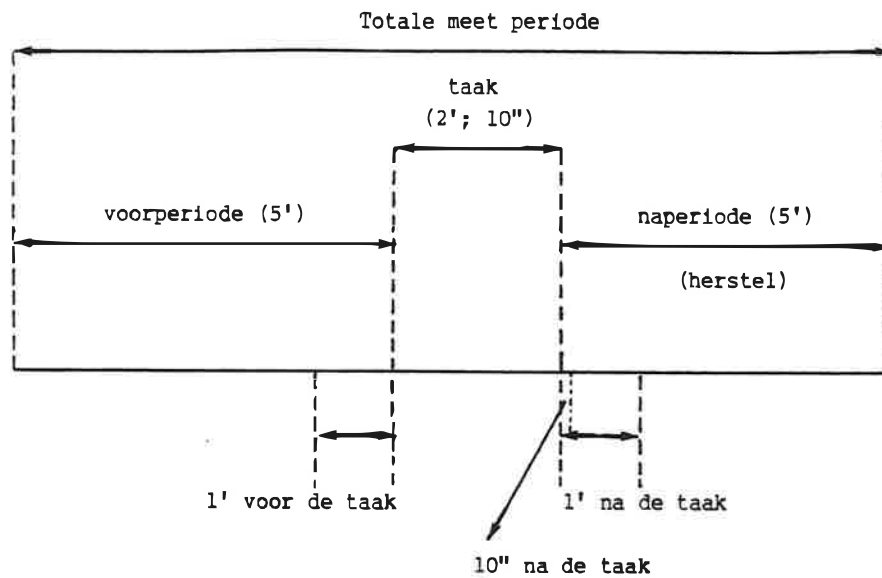
Deze rapportage is gebaseerd op analyses van resultaten in het tijdsdomein, dat wil zeggen analyses uitgevoerd op data, die voor diverse fysiologische parameters berekend zijn per tijdseenheid (bijvoorbeeld 1 minuut). Het is de bedoeling om deze resultaten nog aan te vullen met analyses in het frequentiedomein, waarbij waarden in de tijd worden omgezet in frequenties en bijbehorende amplitudo.

Gerapporteerd wordt over de effecten van het aanbieden van vier mentaal-perceptieve taken, namelijk de instabiele regeltaak, de geheugenzoektaak, de rekentaak, de geheugentaak en één fysieke standaardstimulus, namelijk de handknijptaak. Er ontbreekt de verslaglegging met betrekking tot de in het werkplan vermelde Val-salva manoeuvre. Dit werd veroorzaakt door het nog niet gereed zijn van de voor de analyses benodigde computerprogrammatuur. Over dit onderdeel wordt in de toekomst apart gerapporteerd.

Rapportage over alle standaardprovocatietests afzonderlijk heeft betrekking op drie meetperioden, namelijk voor, tijdens en na het aanbieden van ieder van deze tests. De periode voor het aanbieden ("voorperiode": duur 5 minuten) wordt beschouwd als een uitgangswaarde van de meting, waaraan de grootte van de respons en het verloop tijdens de periode na het aanbieden (herstel) gerelateerd worden. Het effect van het aanbieden van de tests wordt zichtbaar tijdens de uitvoering (handknijptaak: 10 seconden; overige taken 2 minuten) en gedurende de "naperiode" van 5 minuten.

Analyses met betrekking tot de effecten van de afzonderlijke taken, verschillen tussen de eerste en de tweede aanbieding van één en dezelfde taak en van effecten van persoonsgebonden variabelen zijn verricht volgens het hiervolgend schema (Figuur 2, tabel 1).

Figuur 2. Delen van de totale meetperiode (per taak), waarvan de data geanalyseerd zijn



Tabel 1. Analyse schema van de data gemeten tijdens diverse delen van de totale meetperiode (per taak)

- | | |
|----|--|
| 1. | totale meet periode (voorperiode - taak - naperiode) |
| 2. | voorperiode - taak |
| 3. | taak - naperiode |
| 4. | voorperiode - naperiode |
| 5. | 1' voor de taak - taak |
| 6. | taak - 1' na de taak |
| 7. | taak - 10" na de taak |
| 8. | 1' voor de taak - 1' na de taak |

De analyses zijn verricht op een gereduceerd aantal scores (zie § 7.2) die uit diverse afzonderlijke fysiologische signalen zijn berekend en op een tweetal gecombineerde scores (zie ook bijlage 5).

1. Uit het ECG signaal:
 - hartfrequentie (HF)
 - harts slagvariabiliteit (SDRR, SDDR)
2. Uit het ademhalingssignaal:
 - ademhalingsfrequentie (AF)
 - ratio van in- en uitademingstijden (AR)
3. Uit het vingerplethysmogramsignaal:
 - relatieve amplitudo (PLRA)
4. Vingertemperatuur (VT)^{*}
5. Gecombineerde scores:
 - de looptijd van de "pulse wave" van het bloed (PWTT)
 - de hartfrequentie gedeeld door de ademhalingsfrequentie (QRRES).

Deze scores (zie voor een verdere uitleg bijlage 5) zijn berekend als gemiddelden per minuut of bij een andere tijdsinterval tot deze grootte omgerekend. De resultaten met betrekking tot de variabele bloeddruk zullen in dit rapport niet gepresenteerd worden, vanwege de gerezen twijfels over de nauwkeurigheid van de gebruikte apparatuur.

De hiervolgende verslaglegging van de verkregen resultaten is als volgt opgebouwd. Eerst wordt de wijze van het toepassen van de aantallen-reductie van fysiologische scores kort toegelicht.

Vervolgens wordt per test het effect van de onafhankelijke variabele leeftijd op de meetresultaten weergegeven (§ 7.3).

Daarna worden, wederom per test, de analyses met betrekking tot de herhaalbaarheid van de verkregen resultaten gerapporteerd. Daarbij

^{*} Deze variabele werd ter controle van de betrouwbaarheid van het plethysmogramsignaal in de score-batterij opgenomen.

wordt de meting (eerste versus tweede) als een onafhankelijke variabele gehanteerd (§ 7.4). Op de derde plaats komen analyses die betrekking hebben op een mogelijk effect van het persoonlijkheidstype A respectievelijk B op de reacties op het toedienen van standaardprovocatietest aan de orde (§ 7.5). Terwijl per behandelde taak en aan het eind van ieder van deze paragrafen een korte samenvatting wordt gegeven, zullen aan het eind van de rapportage de verschillende resultaten in onderlinge samenhang besproken worden en de conclusies worden geformuleerd.

7.2 Reductie van het aantal scores

In bijlage 5 wordt het totale aantal scores, die uit diverse signalen berekend zijn, vermeld. Met uitzondering van het ECG-signaal geldt, dat de daar vermelde variabiliteitsscores als controlevariabelen gehanteerd werden. Bij de scores uit het ECG-signaal was het mogelijk een aantal variabiliteitsscores te berekenen (Opmeer, 1973), die als afhankelijke variabelen in verband staan met de vraagstelling van deze studie.

Een nadere correlationele analyse uitgevoerd op het materiaal verzameld tijdens het aanbieden van alle standaardprovocatietests had geleerd, dat een aantal van deze scores in hoge mate samenhangen. Dat wordt in tabel 2 geïllustreerd aan de hand van een dataset uit de geheugenzoektaak.

Tabel 2. Correlatie-coëfficiënten tussen de verschillende scores uit het ECG-sigitaal (geheugenzoektaak)

	RR	SDRR	RRR	SDDR	HF	VCRR	MODI
RR	-	.49	.50	.61	-.98	.43	.14
SDRR		-	.97	.88	-.48	.89	.89
RRR			-	.89	-.49	.89	.91
SDDR				-	-.58	.97	.71
HF					-	-.42	-.14
VCRR						-	.80

Een en ander resulteerde in de reductie van de in deze rapportage gebruikte scores:

- uit het ECG-sigitaal: HF, SDRR, SDDR
- uit het plethysmogramsigitaal: PLRA
- uit het ademhalingsigitaal: AF, AR
- gecombineerde scores: QRRES, PWTT

7.3 Resultaten met betrekking tot de onafhankelijke variabele LEEFTIJD

De vraagstelling met betrekking tot de variabele "leeftijd" luidde:

Is er een verschil in fysiologische activiteit vóór, tijdens en na het aanbieden van een standaard provocatietest tussen verschillende leeftijdscategorieën?

De achtergrond van deze vraagstelling was als volgt:

Bij toepassing van standaardstimuli voor het meten van stress in een praktijksituatie dient onderscheid te worden gemaakt tussen een bij een groep werknemers aangetroffen toestand c.q.

toestandsverandering als gevolg van stress (zie § 3.3) en een met leeftijd samenhangend verschil in fysiologische activiteit rondom een standaardstimulus. Uit de arbeidsfysiologie is bekend, dat bijvoorbeeld de fysieke conditie met het ouder worden verandert.

Teneinde te kunnen vaststellen in hoeverre de hierboven gestelde vragen beantwoord kunnen worden, zullen wij wat de gemeten fysiologische activiteit betreft steeds achtereenvolgens behandelen:

- het verschil voor de totale meetperiode:
voorperiode + taak + naperiode;
- de respons op de taak:
verschil tussen voorperiode en taak;
- het herstel na de taak:
verschil tussen taak en naperiode.

Omdat er met betrekking tot de eventuele verschillen per onderdeel van de meetperiode geen toetsing heeft plaatsgevonden kunnen wij daarover geen uitspraken doen. Wél kan een aanwijzing over de eventuele verschillen tussen leeftijdscategorieën of persoonlijkheidstypen voor bijvoorbeeld de uitgangswaarde (de voorperiode) worden ontleend aan de resultaten met betrekking tot de verschillen voor de totale meetperiode. Wat de gemiddelde waarden betreft kan voor de verschillende onderdelen van de totale meetperiode bovendien een goede indruk worden verkregen uit de gepresenteerde figuren.

Wij zullen de resultaten achtereenvolgens voor de verschillende taken behandelen in de volgorde, waarin ze aan de proefpersonen werden aangeboden.

7.3.1 De instabiele regeltaak (IRT)

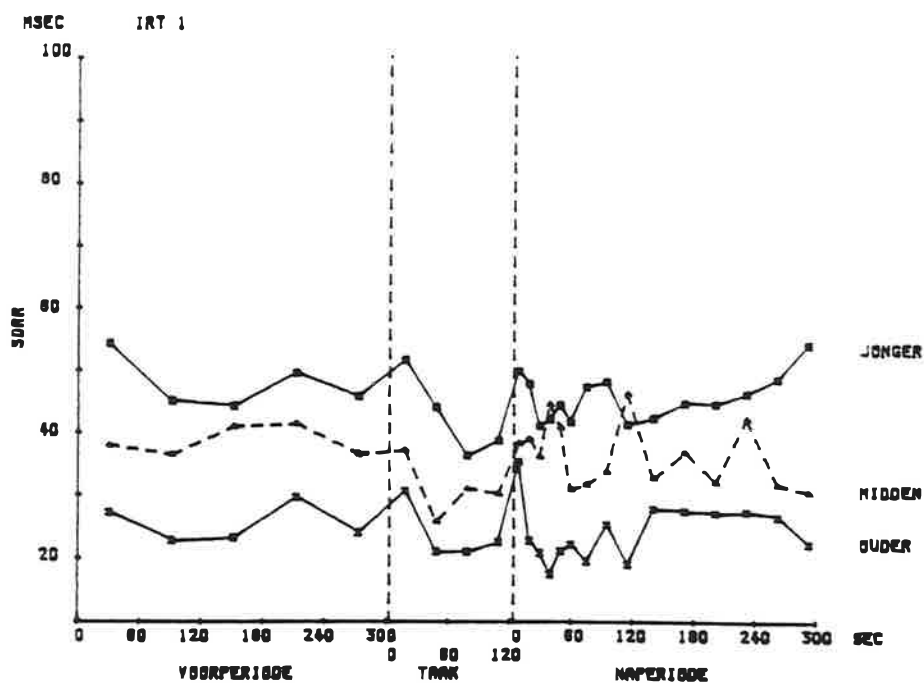
Wat de totale meetperiode betreft, werd een significant leeftijdsverschil gevonden voor de variabelen SDRR en SDDR. Het verschil is

zodanig, dat in het algemeen de jongeren de grootste variabiliteit in de hartslag vertonen, daarna de middengroep en vervolgens de ouderen. Een afname van de hartslagvariabiliteit met leeftijd is een uit de literatuur bekend verschijnsel (Kalsbeek, 1964).

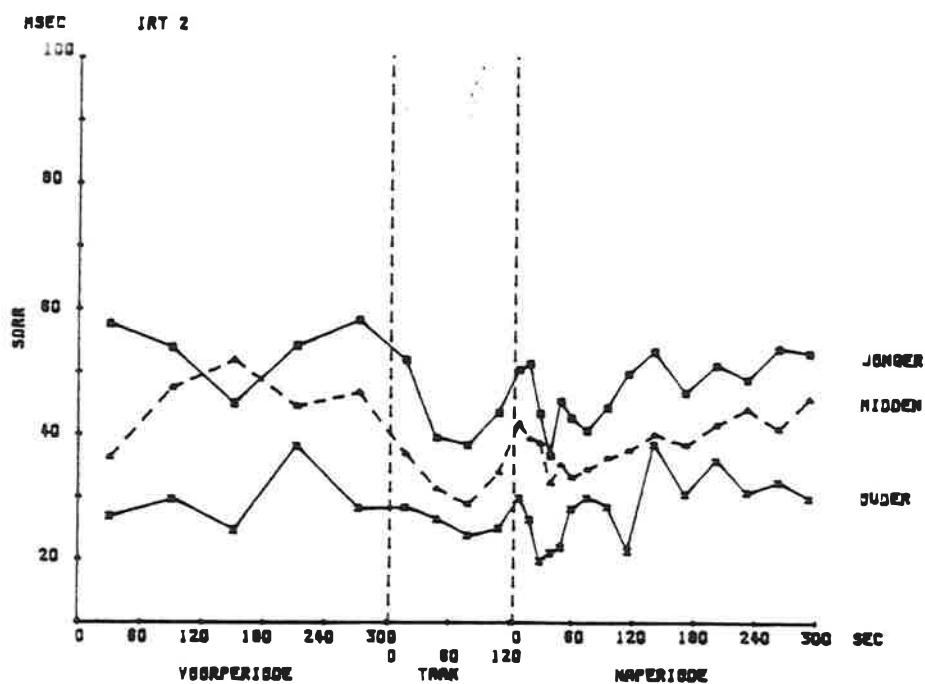
Wanneer wij de taakperiode buiten beschouwing laten, geeft ook de AR een significant verschil (op 5% niveau) te zien. Hier is het beeld wat minder duidelijk. Zowel in de eerste als in de tweede meting vertoont de middengroep de hoogste in/uit ratio en liggen zowel de jongere als de oudere categorie lager. Gemiddeld heeft de categorie ouderen de laagste waarde.

Wat het effect van de taak betreft, werd een significante interactie van leeftijd met de respons (voorperiode versus taakperiode) gevonden voor de variabelen SDDR, AR, PLRA en QRRES. Wij zullen deze variabelen één voor één behandelen. Zoals in de figuren 3a en 3b wordt getoond, is er een afname van de variabiliteit van de hartslag voor de variabele SDDR ($p < .05$), maar is deze afname ongeveer gelijk voor de drie leeftijdsgroepen. In de figuren 4a en 4b daarentegen blijkt er voor de SDDR er een verschil in respons in die zin, dat bij de jongere groep de variabiliteit tijdens de taak juist toeneemt, evenals, in mindere mate, bij de ouderen, terwijl alleen de middengroep een afname van de variabiliteit vertoont (voor de interactie geldt $p < .01$). Mogelijk hangt dit effect samen met de hogere hartfrequentie (Figuur 5b) van de middengroep, vergeleken met de twee andere groepen. Een hogere hartfrequentie gaat in het algemeen gepaard met een lagere hartslagvariabiliteit (Opmeer, 1973; Wientjes & Grossman, 1985). Voor de hartfrequentie is er echter geen verschil in de toename tijdens de taak ($p < .001$) voor de drie leeftijdscategorieën. Hetzelfde geldt voor de eveneens zeer uitgesproken respons ($p < .001$) van de ademhaling (Figuren 6a en 6b). Het significante effect van leeftijd voor de variabele AR ($p < .001$) blijkt uit figuur 7a en 7b, vooral het gevolg van de relatief sterke stijging van de in/uit ratio voor de groep ouderen. De andere twee groepen vertonen geen of een lichte stijging.

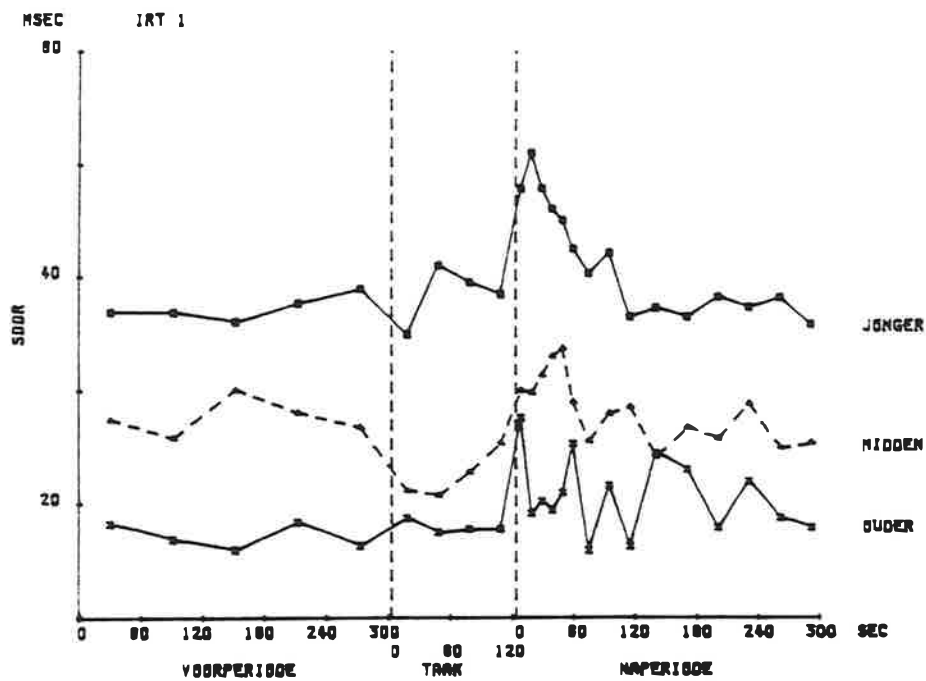
Figuur 3a. Hartslagvariabiliteit (SDRR) vóór, tijdens en na de instabiele regeltaak, per leeftijdscategorie tijdens de eerste meting



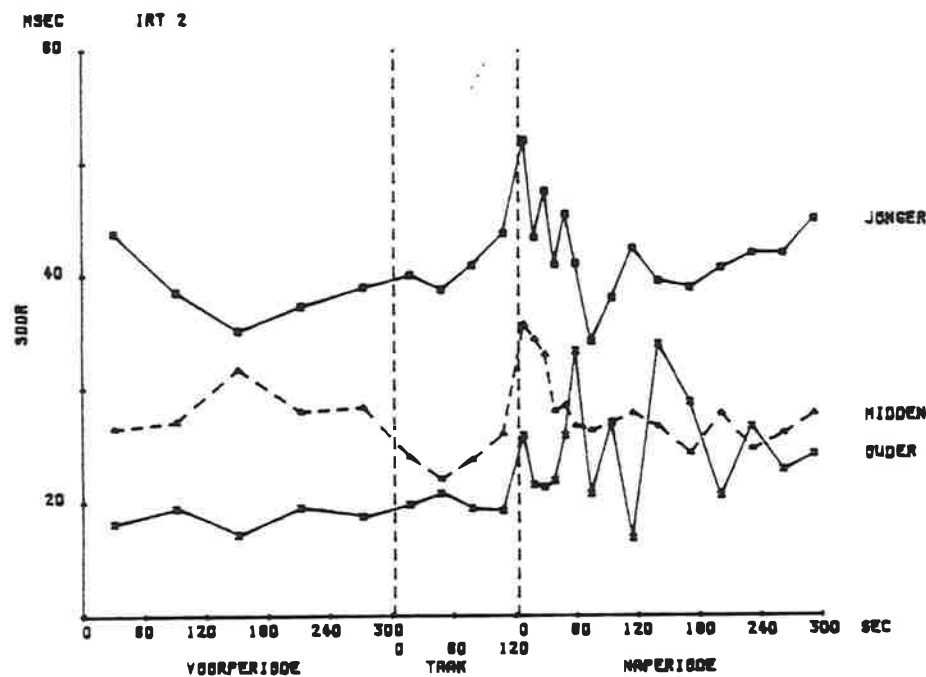
Figuur 3b. Hartslagvariabiliteit (SDRR) vóór, tijdens en na de instabiele regeltaak, per leeftijdscategorie, tijdens de tweede meting



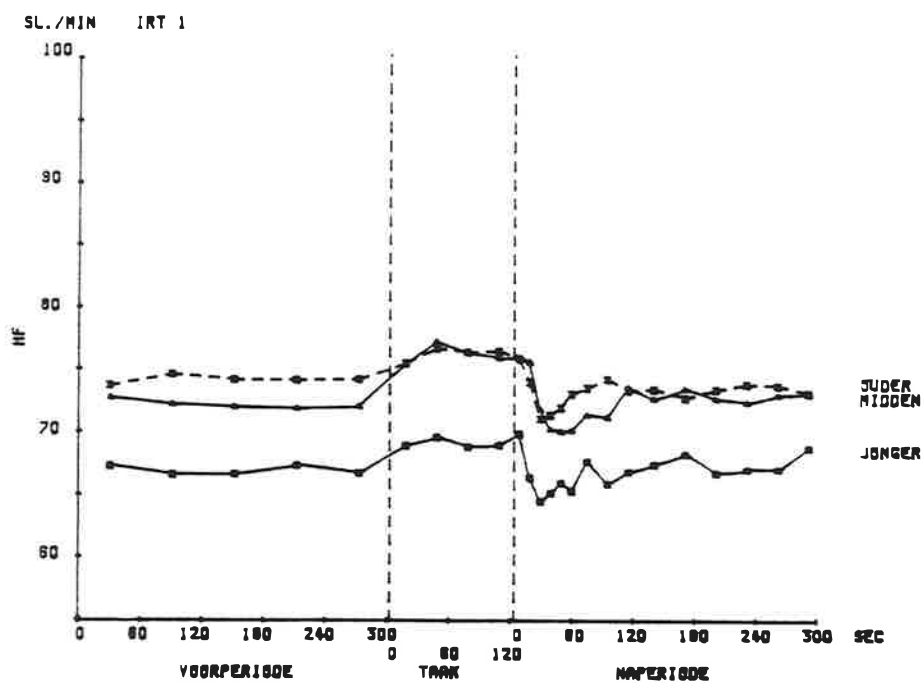
Figuur 4a. Hartslagvariabiliteit (SDDR) vóór, tijdens en na de instabiele regel-
taak, per leeftijdscategorie, tijdens de eerste meting



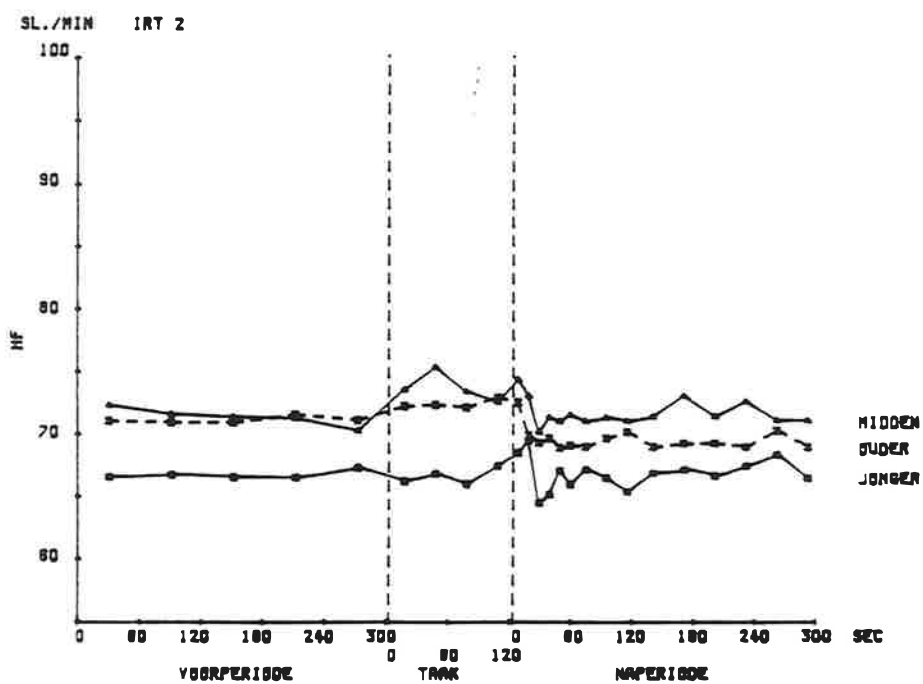
Figuur 4b. Hartslagvariabiliteit (SDDR) vóór, tijdens en na de instabiele regel-
taak, per leeftijdscategorie, tijdens de tweede meting



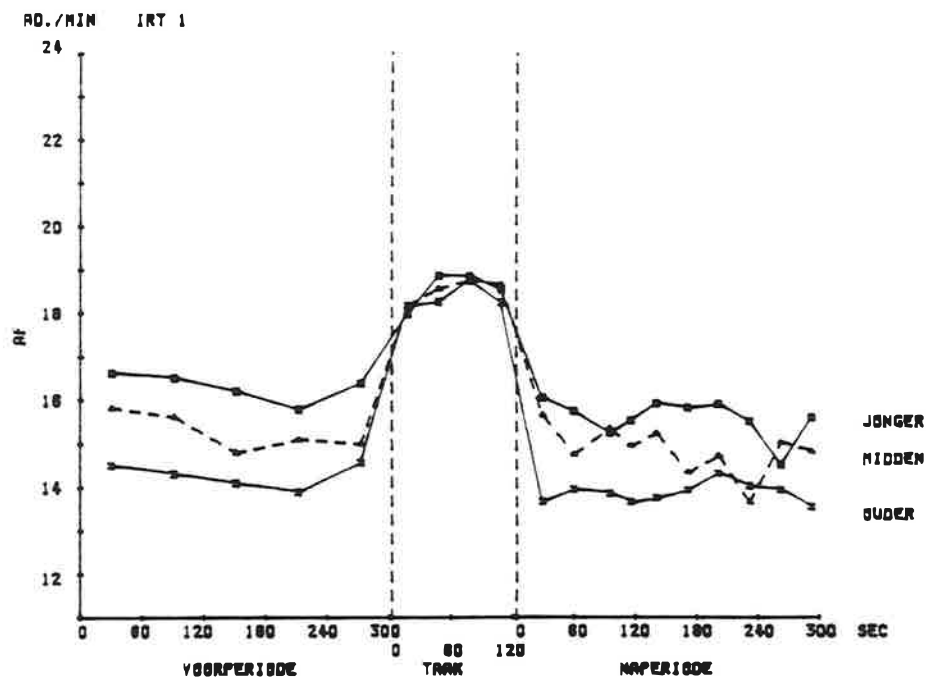
Figuur 5a. Hartfrequentie vóór, tijdens en ná de instabiele regeltaak, per leef-
tijds categorie, tijdens de eerste meting



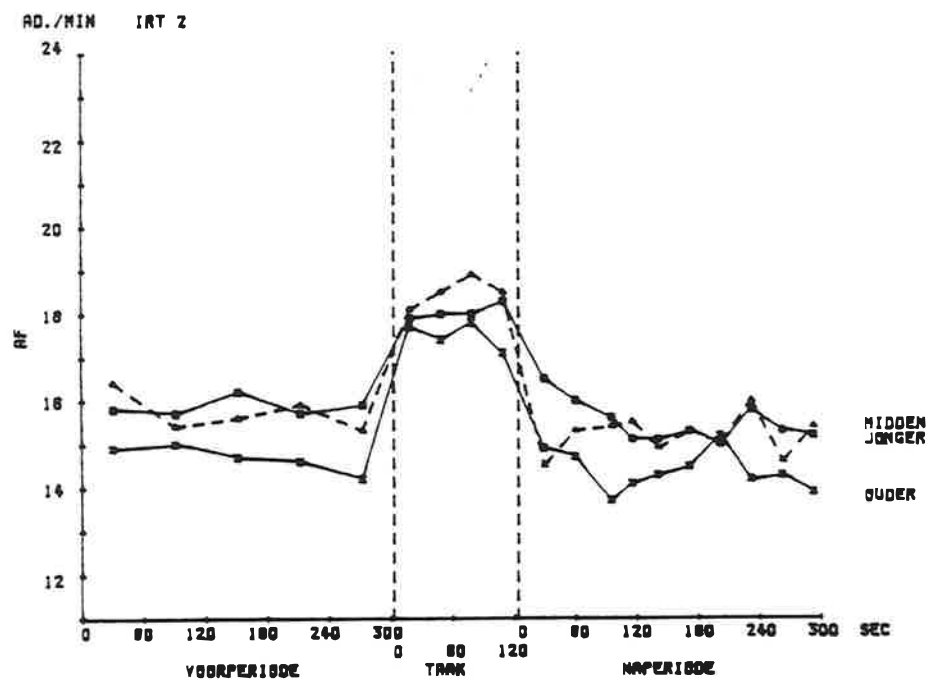
Figuur 5b. Hartfrequentie vóór, tijdens en ná de instabiele regeltaak, per leef-
tijds categorie, tijdens de tweede meting



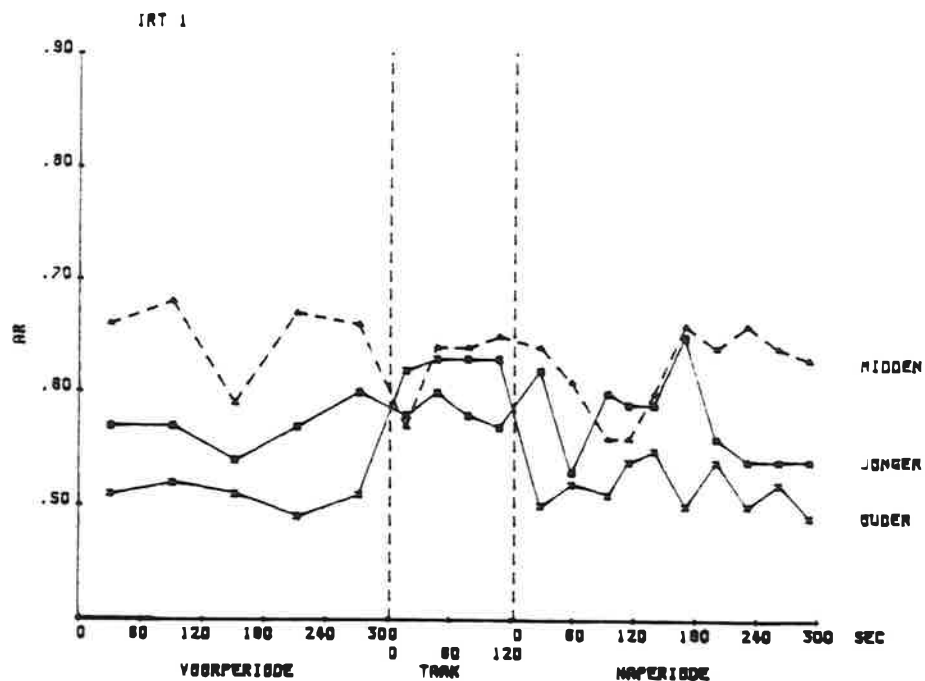
Figuur 6a. Ademhalingsfrequentie vóór, tijdens en ná de instabiele regeltaak, per leeftijdscategorie, tijdens de eerste meting



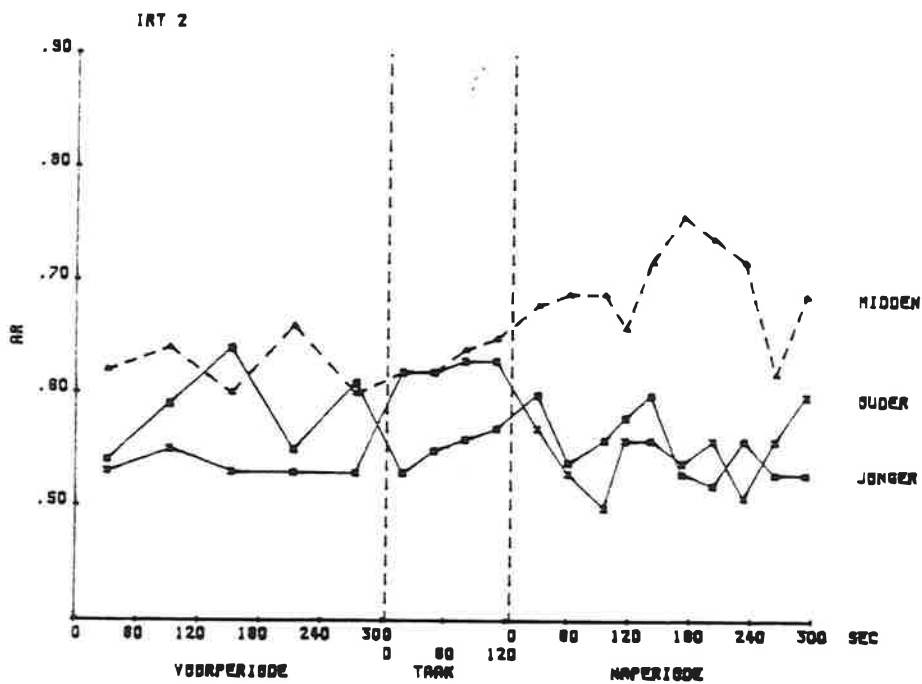
Figuur 6b. Ademhalingsfrequentie vóór, tijdens en ná de instabiele regeltaak, per leeftijdscategorie, tijdens de tweede meting



Figuur 7a. In/uit ratio van de ademhaling vóór, tijdens en ná de instabiele regel-
taak, per leeftijdscategorie, tijdens de eerste meting



Figuur 7b. In/uit ratio van de ademhaling vóór, tijdens en ná de instabiele regel-
taak, per leeftijdscategorie, tijdens de tweede meting



De amplitudo van het plethysmogram laat in figuur 8a en 8b zien, dat waar vooral de jongere groep een sterke daling vertoont onder invloed van de instabiele regeltaak de twee andere groepen dit in veel mindere mate doen. De interactie ($p < .01$) is zodanig, dat waar in de voorperiode de groep jongeren ver boven de ouderen ligt, tijdens de taak de amplitudo van ouderen en jongeren elkaar niet veel ontlopen. In dit geval is de middengroep de categorie met in alle perioden de laagste amplitudo. Tenslotte blijkt uit de significante interactie voor de ratio HF/AF ($p < .05$), dat vooral tijdens de eerste meting de oudere en de middengroep, die tijdens de voorperiode van elkaar verschillen, onder invloed van de taak op dezelfde waarde uitkomen. Zij vertonen ook beide een grotere respons dan de groep jongeren. De drie leeftijdsgroepen zijn, wat deze variabele betreft, tijdens de voorperiode duidelijk van elkaar onderscheiden (niet apart getoetst) door de gecombineerde invloed van de in de volgorde jongeren, midden, ouderen afnemende ademhalingsfrequentie bij een toenemende hartfrequentie.

Wat het herstel na de taak betreft, werd een significante interactie van leeftijd met het herstel (naperiode versus taakperiode) gevonden voor de variabelen AR en PLRA. Voor het effect, wat de in/uit ratio van de ademhaling betreft, verwijzen wij weer naar figuur 7a en 7b. De significante interactie blijkt vooral het gevolg van de vooral in de tweede meting optredende grote toename in de naperiode in de AR-waarde voor de middengroep. Deze waarde wordt tevens groter dan in de voorperiode en dit kan voor een groot deel het significante effect ($p < .05$) verklaren wat leeftijd betreft voor voorperiode en naperiode samen. De twee andere leeftijdsgroepen blijven op hetzelfde niveau of komen op een lagere AR-waarde uit. Het plethysmogram blijkt, zoals we in figuur 8a en 8b zien, in de naperiode een relatief sterkere toename te vertonen voor de jongeren en de ouderen samen dan voor de middengroep ($p < .01$). De jongeren komen aan het einde van de naperiode zelfs op een amplitudo uit, die hoger ligt dan ze in de voorperiode beza-

ten. De interactie met leeftijd wordt nog eens bevestigd door het effect voor voorperiode en naperiode samen, waarbij vooral de relatief grote stijging van het plethysmogram in de eerste minuut van de naperiode voor de ouderen een rol gespeeld zal hebben. Alleen voor de laatste minuut van de voorperiode en de eerste minuut van de naperiode is de interactie met leeftijd significant ($p < .01$).

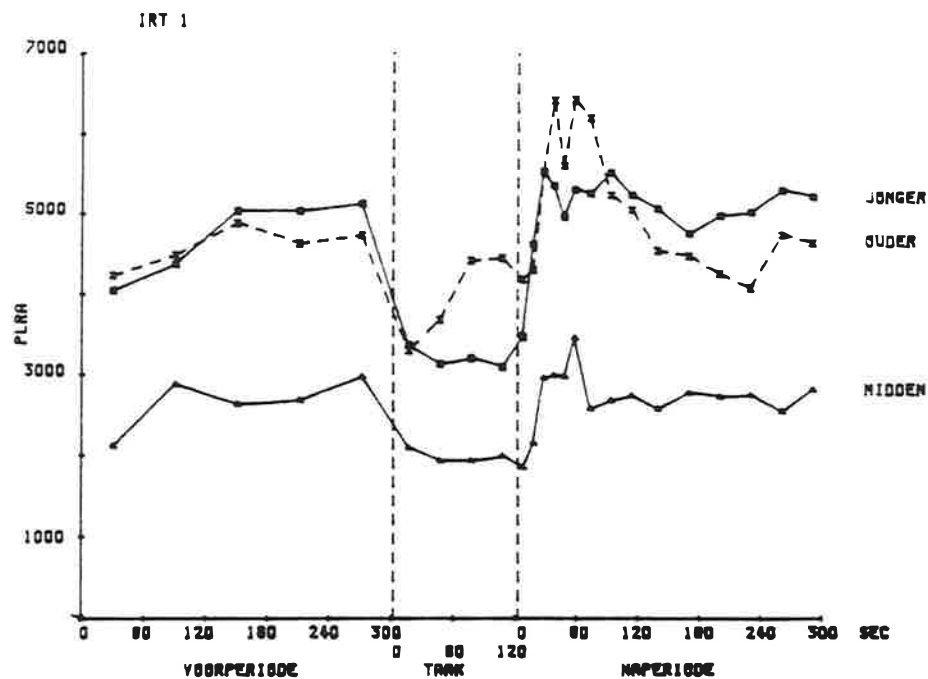
Samenvatting

Wat de spontane waarden van de verschillende variabelen betreft, blijkt er tussen de drie leeftijdsgroepen een verschil in hartslagvariabiliteit te bestaan in die zin, dat de variabiliteit afneemt met toenemende leeftijd. Het effect van de taak is, wat de hartslag betreft, niet zozeer een volgens de literatuur te verwachten afname, maar, vooral voor de jongeren, een toename in variabiliteit. Deze toename blijkt uit het verloop van de waarden in de gepresenteerde figuren het gevolg van een tijdens de taak en vooral na de taak sterk gestegen variabiliteit ook weer vooral bij de jongere proefpersonen. Verder vertoont de groep jongeren een sterkere afname en na de taak weer een sterker herstel van de amplitudo van het plethysmogram. De ratio HF/AF daarentegen blijkt voor de jongeren het meest stabiel en verandert sterker onder invloed van de taak naarmate de leeftijd stijgt. De middengroep onderscheidt zich van de twee andere groepen door zijn relatief hogere ratio van de inademingstijd ten opzichte van de uitademingstijd (figuur 9a en 9b).

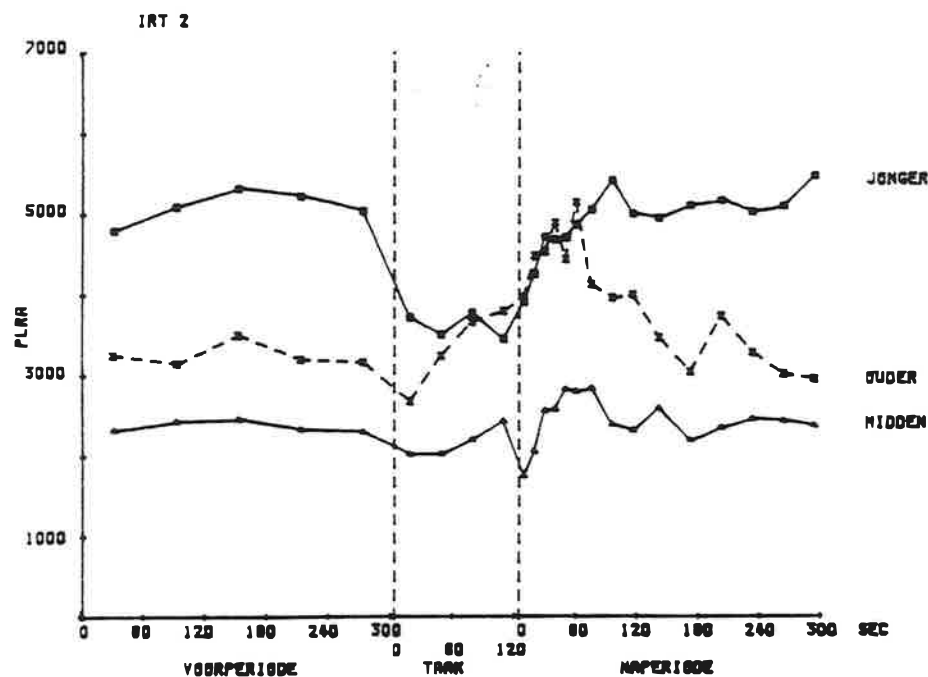
7.3.2 De geheugenzoektaak (GZT)

Wat de totale meetperiode betreft, werd een significant leeftijdsverschil gevonden voor de variabelen SDRR, SDDR en wat de taak samen met de eerste 10 seconden van de naperiode betreft voor de

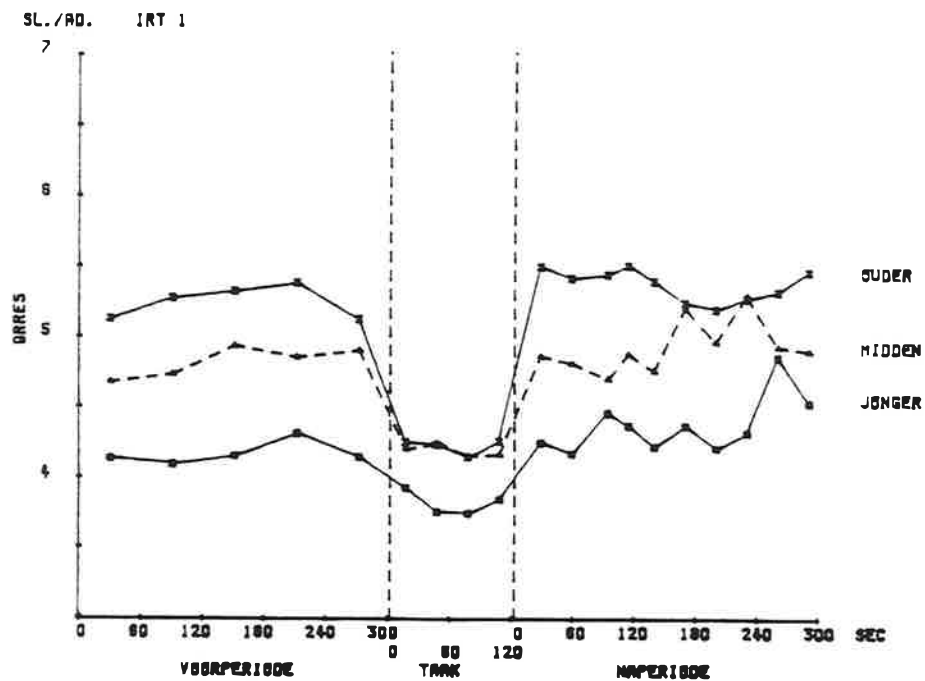
Figuur 8a. Plethysmogram amplitudo vóór, tijdens en nã de instabiele regeltaak, per leeftijdscategorie, tijdens de eerste meting



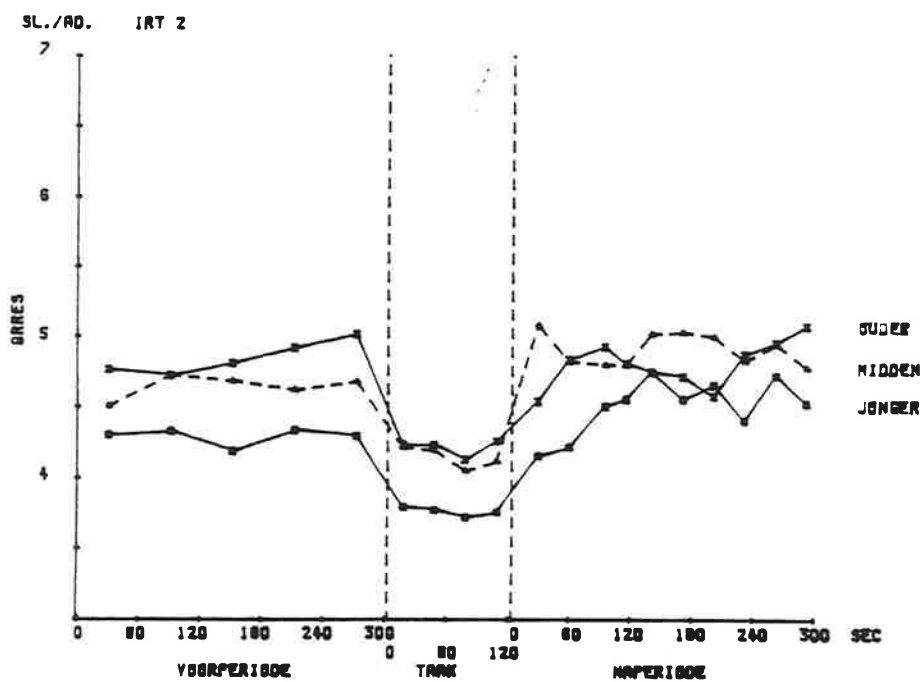
Figuur 8b. Plethysmogram amplitudo vóór, tijdens en nã de instabiele regeltaak, per leeftijdscategorie, tijdens de tweede meting



Figuur 9a. Hartfrequentie/ademhalingsfrequentie ratio vóór, tijdens en ná de instabiele regeltaak, per leeftijdscategorie, tijdens de eerste meting



Figuur 9b. Hartfrequentie/ademhalingsfrequentie ratio vóór, tijdens en ná de instabiele regeltaak, per leeftijdscategorie, tijdens de tweede meting



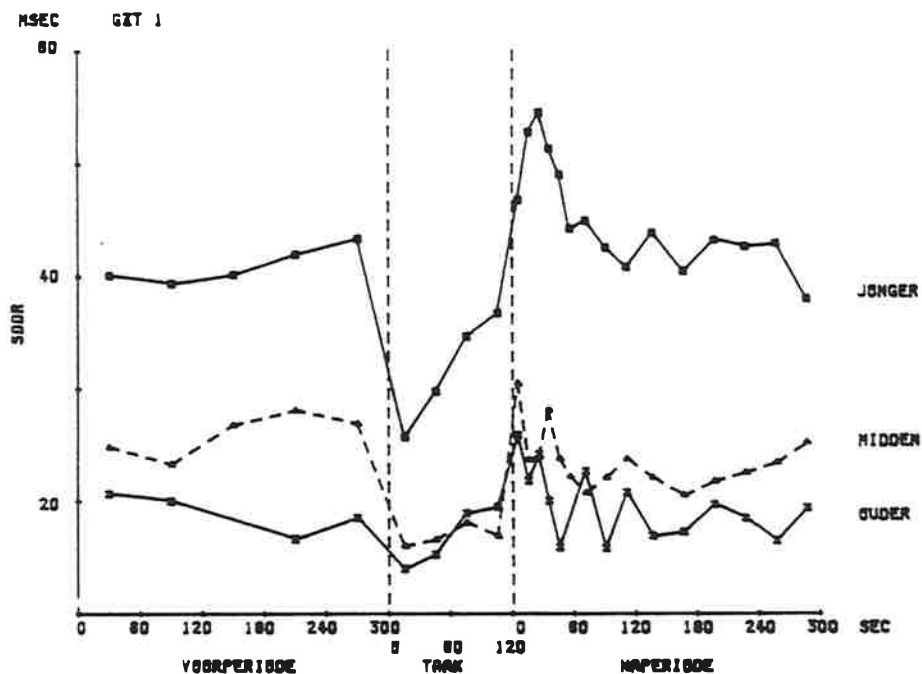
plethysmogram amplitudo PLRA.

Evenals bij de IRT neemt de variabiliteit van de hartslag weer af met toenemende leeftijd ($p < .001$ respectievelijk $p < .01$). Het relatief kleine verschil tussen de twee oudere leeftijdscategorieën komt goed overeen met de dichtbij elkaar liggende hartfrequentiewaarden voor deze categorieën (figuur 11a en 11b). Hoewel vooral in de tweede meetperiode de hartfrequentie van de middengroep gemiddeld hoger ligt dan van de anderen is de volgorde voor de variabele SDDR toch in de verwachte richting met een lagere variabiliteit voor de ouderen (figuur 10a en 10b). Het verschil voor het plethysmogram ($p < .05$) wordt kennelijk veroorzaakt door de lage amplitudo van de middengroep versus de twee andere leeftijdscategorieën (figuur 14a en 14b), waarbij in de tweede meetperiode het verschil tussen de categorieën jongeren en ouderen groter is dan in de eerste meetperiode.

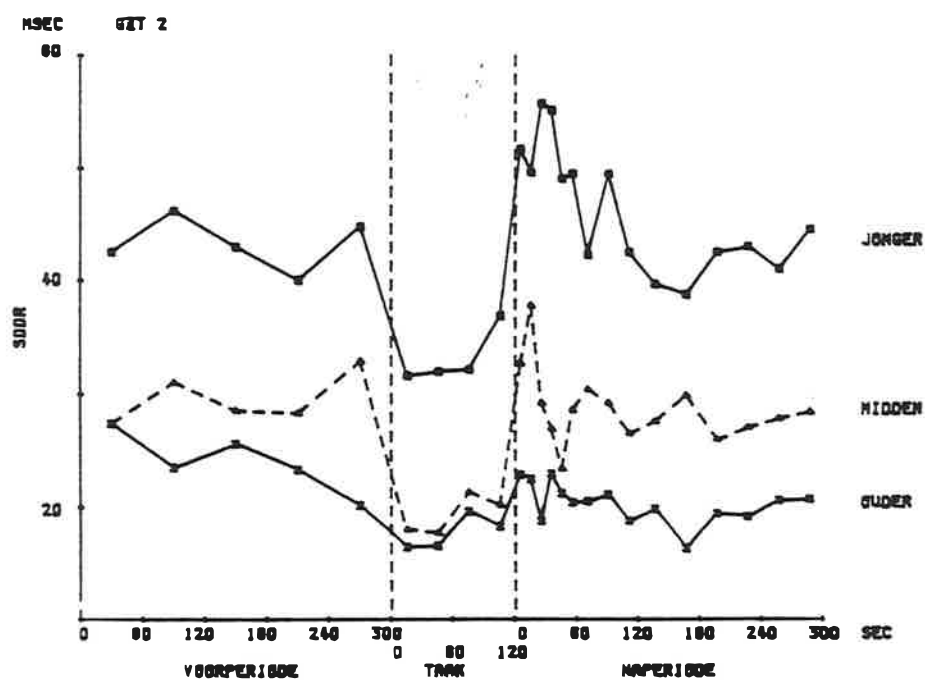
Wat het effect van de taak betreft, werd een significante interactie van leeftijd met de respons (voorperiode versus taakperiode) gevonden voor de variabelen SDDR, HF, AR, PLRA en QRRES.

Het effect voor de SDDR (figuur 10a en 10b) blijkt het gevolg van een steeds geringere afname van de variabiliteit van de jongeren via de middengroep naar de ouderen. De grote afname in variabiliteit van de jongeren gaat bovendien gepaard met een relatief grote variabiliteit in de voorperiode. Tijdens de tweede meting is alleen de afname voor de ouderen nog relatief klein. Bij de hartfrequentie wordt de interactie ($p < .01$) veroorzaakt door de relatief sterke stijging van de jongeren en middengroep versus de ouderen. Opvallend is dat in de voorperiode het verschil tussen de twee leeftijdscategorieën midden en ouder slechts heel gering is. Pas tijdens de taak komt het verschil in hartfrequentie tussen beide categorieën aan het licht. Bij de AR wordt het effect ($p < .001$) juist veroorzaakt door de relatief sterke respons van de ouderen versus de twee andere groepen (figuur 13a en 13b). Tijdens de tweede meetperiode is de respons voor de middencategorie het kleinste.

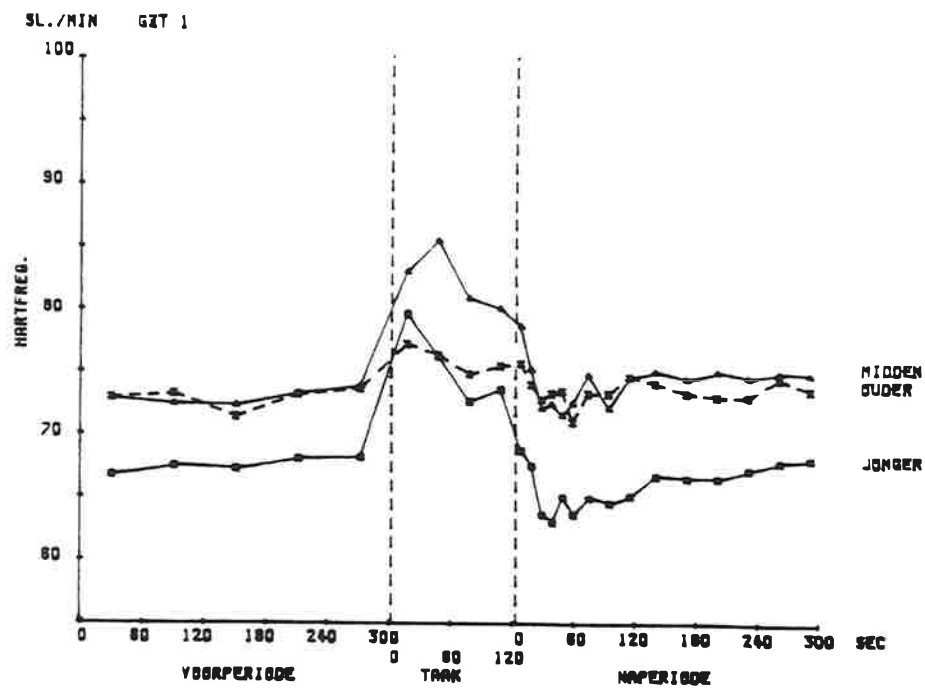
Figuur 10a. Hartslagvariabiliteit (SDDR) vóór, tijdens en ná de geheugenzoektaak, per leeftijdscategorie, tijdens de eerste meting



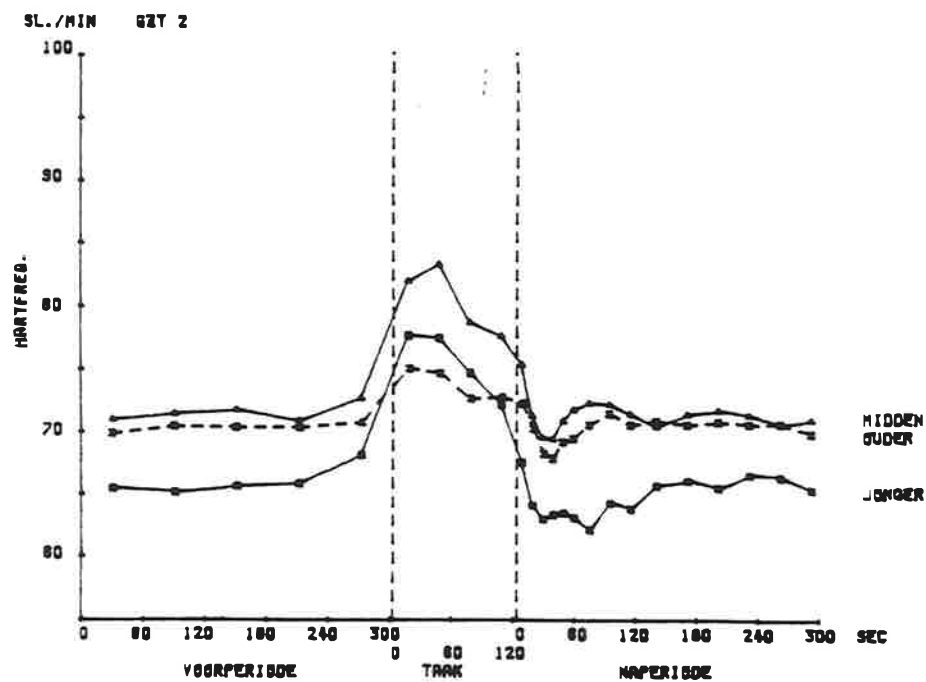
Figuur 10b. Hartslagvariabiliteit (SDDR) vóór, tijdens en ná de geheugenzoektaak, per leeftijdscategorie, tijdens de tweede meting



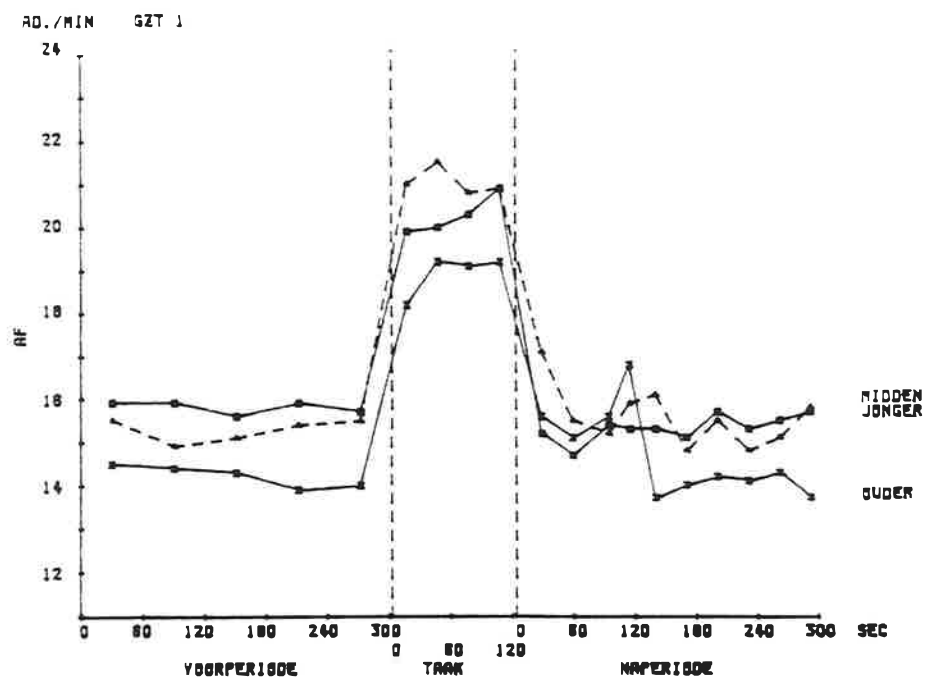
Figuur 11a. Hartfrequentie vóór, tijdens en ná de geheugenzoektaak, per leeftijdscategorie, tijdens de eerste meting



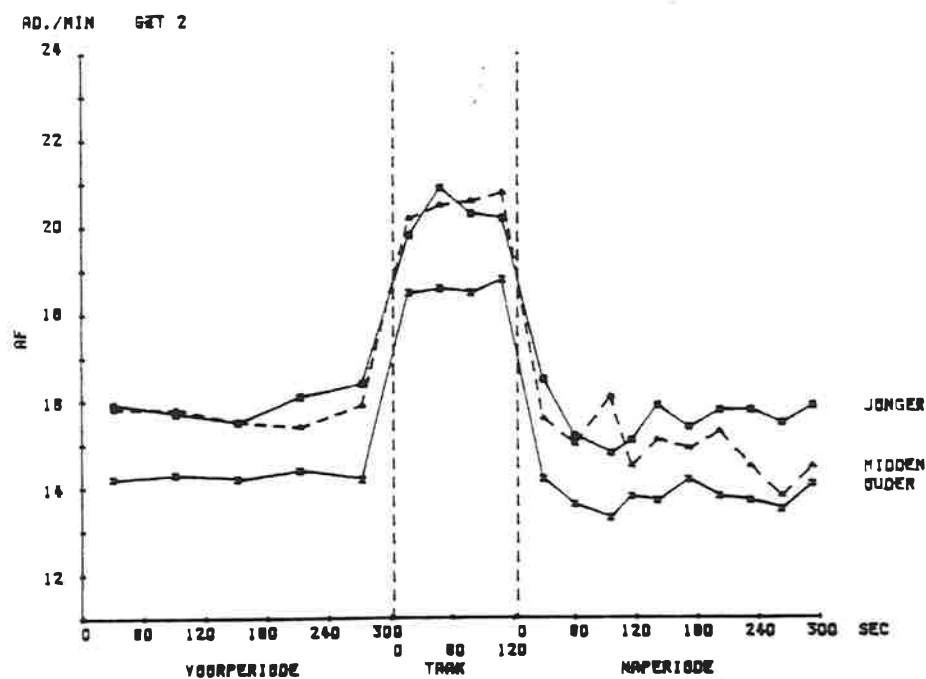
Figuur 11b. Hartfrequentie vóór, tijdens en ná de geheugenzoektaak, per leeftijdscategorie, tijdens de tweede meting



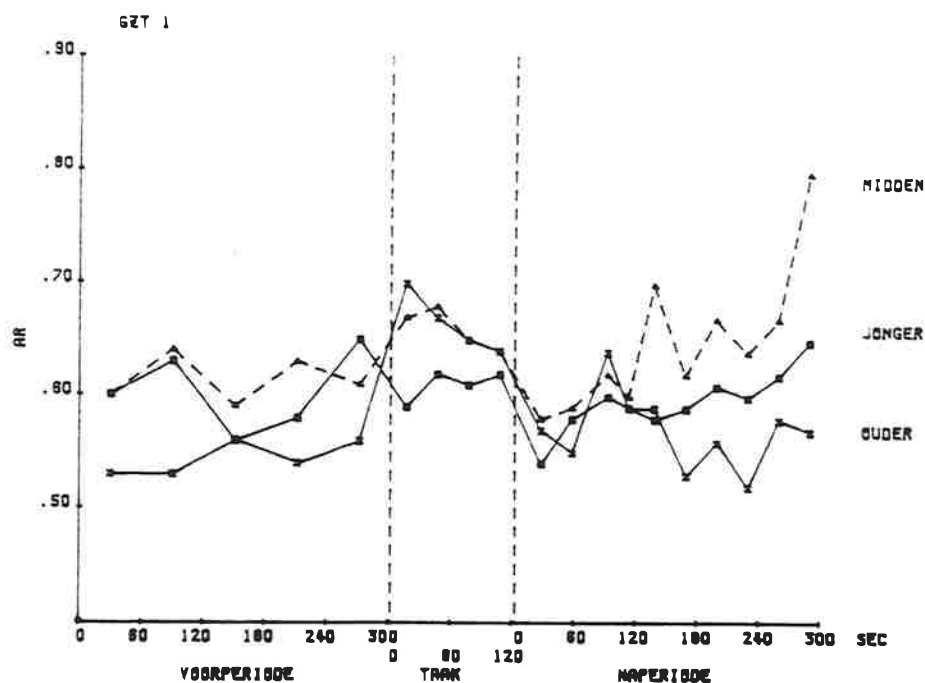
Figuur 12a. Ademhalingsfrequentie vóór, tijdens en ná de geheugenzoektaak, per leeftijdscategorie, tijdens de eerste meting



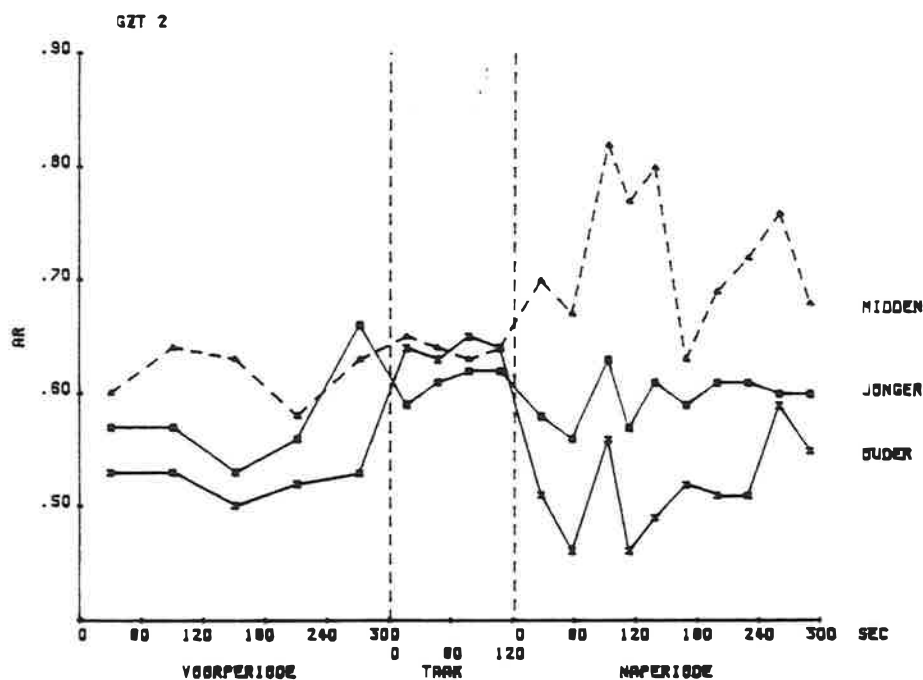
Figuur 12b. Ademhalingsfrequentie vóór, tijdens en ná de geheugenzoektaak, per leeftijdscategorie, tijdens de tweede meting



Figuur 13a. In/uit ratio van de ademhaling vóór, tijdens en na de geheugenzoek-
taak, per leeftijdscategorie, tijdens de eerste meting



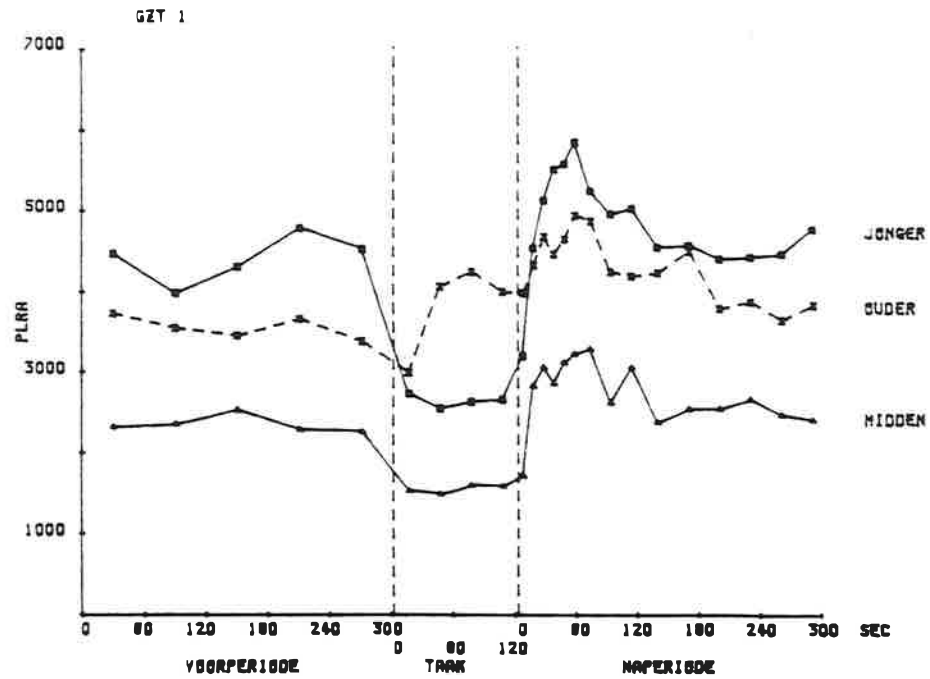
Figuur 13b. In/uit ratio van de ademhaling vóór, tijdens en na de geheugenzoek-
taak, per leeftijdscategorie, tijdens de tweede meting



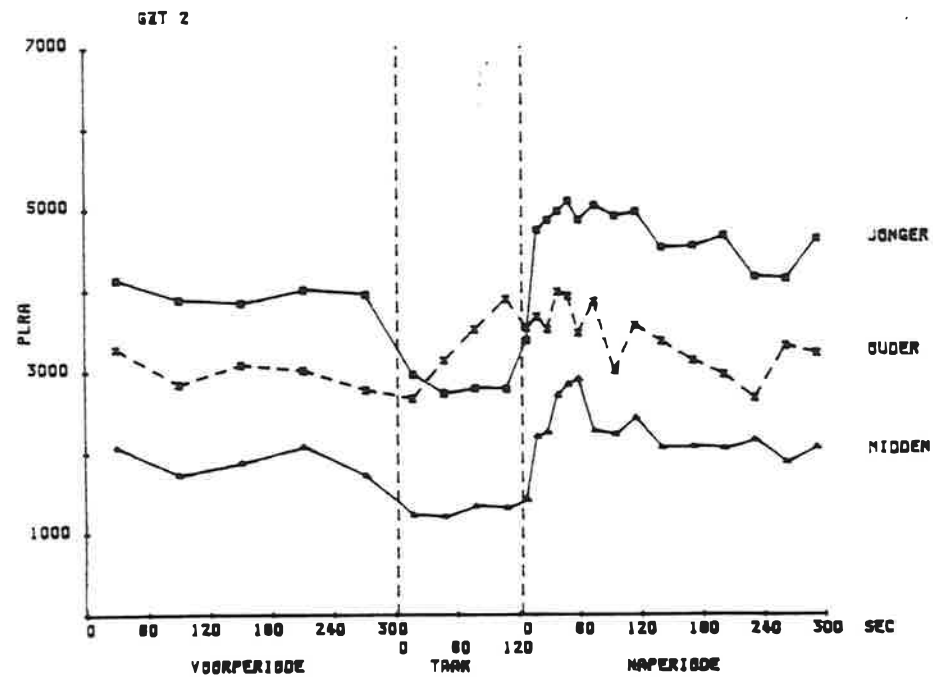
Het blijkt, dat de ademhalingsfrequentie geen interactie met leeftijd vertoont. Wij zien dan ook in figuur 12a en 12b, dat, hoewel er een duidelijk verschil in AF bestaat tussen de voorperiode en de taakperiode ($p < .001$), de drie leeftijdscategorieën een ongeveer even grote ademhalingsfrequentie toename vertonen. Voor het plethysmogram wordt de invloed van leeftijd op de respons ($p < .001$) veroorzaakt door een toename van de amplitudo voor de ouderen versus een afname bij de twee jongere categorieën, waarbij de midden-categorie een kleine en de jongeren een grote afname te zien geven (figuur 14a en 14b). Het effect voor de ratio HF/AF ($p < .05$) is waarschijnlijk het gevolg van de invloed van de hartfrequentie gepaard aan een gelijkblijvende respons voor de ademhalingsfrequentie.

Wat het herstel na de taak betreft, werd een significante interactie van leeftijd met het herstel (naperiode versus taakperiode) gevonden voor de variabelen SDDR, HF, AR en PLRA. Zoals uit figuur 10a en 10b blijkt, neemt de variabiliteit na de taak vooral voor de jongeren sterk toe ($p < .01$). Met name in de eerste meetperiode liggen de waarden voor de middencategorie en de ouderen tijdens de naperiode dicht bij elkaar. Hetzelfde beeld, maar dan in omgekeerde richting, vertoont de hartfrequentie (figuur 9a en 9b), waar het effect ($p < .05$) kennelijk veroorzaakt wordt door de relatief grote daling van de hartfrequentie voor de jongeren versus de twee oudere leeftijdscategorieën. Deze middengroep en ouderen verschillen bovendien wel in de grootte van het herstel, namelijk een sterker herstel bij de ouderen, maar niet in het uiteindelijke niveau van de hartfrequentie in de naperiode. Bij de AR (figuur 13a en 13b) blijkt de middencategorie weer een uitzonderingspositie in te nemen door in de naperiode een hogere waarde te vertonen dan tijdens de taak ($p < .01$), terwijl vooral de ouderen een daling vertonen. Bij de ademhalingsfrequentie (figuur 12a en 12b) is het herstel voor alle drie de leeftijdscategorieën daarentegen praktisch even groot. Men komt weer binnen enkele minuten op zijn uit-

Figuur 14a. Plethysmogram amplitudo vóór, tijdens en nà de geheugenzoektaak, per leeftijdscategorie, tijdens de eerste meting



Figuur 14b. Plethysmogram amplitudo vóór, tijdens en nà de geheugenzoektaak, per leeftijdscategorie, tijdens de tweede meting



gangswaarde voor de taak terug. De relatie met leeftijd voor het PLRA ($p < .001$) blijkt het gevolg van een afnemende toename van amplitudo na de taak in de volgorde jonger, midden, ouder (figuur 12a en 12b). In de meeste gevallen liggen de waarden na de taak op een hoger niveau dan voor de taak ($p < .01$).

Samenvatting

Een duidelijk effect van de leeftijd treedt op bij de hartfrequentie en de hartslagvariabiliteit, waarbij zowel de grootte van de respons als de grootte van het herstel kleiner worden naarmate de leeftijd van de groep proefpersonen stijgt.

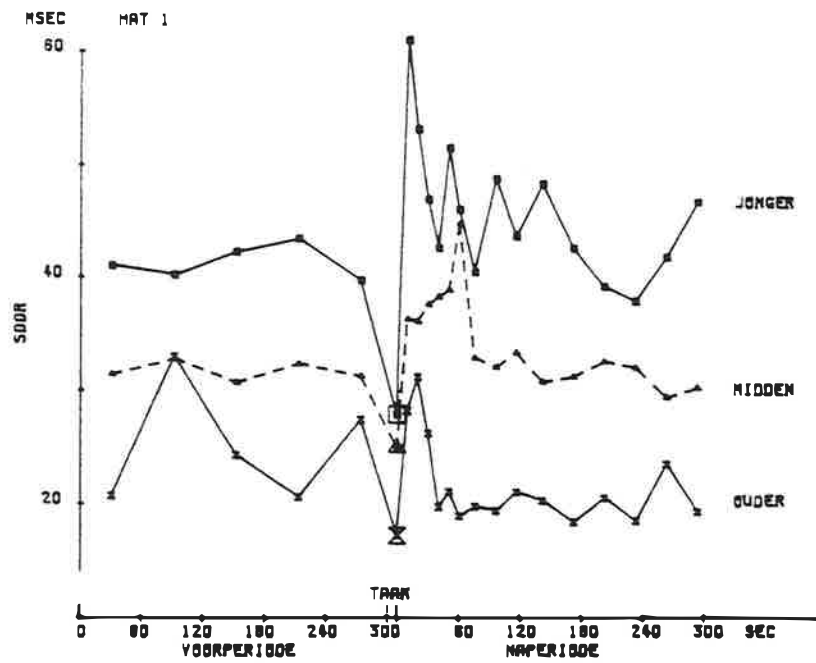
Ook is er weer geen lineair verband tussen leeftijd en het effect op de amplitudo van het plethysmogram. De effecten komen overeen met die bij de IRT. Het belang van de aanbidding van de taak komt duidelijk naar voren uit de differentiatie tussen de middengroep en de ouderen, die zich in hun uitgangswaarde, wat de hartfrequentie betreft, niet onderscheiden, maar wel in hun respons op en herstel na de taak. Er blijkt tussen deze twee leeftijdsgroepen dus wel degelijk een verschil in toestand in termen van het hier optredende regelmechanisme te bestaan. Bovendien wordt er een verschijnsel wat al bij de IRT zichtbaar was, onder invloed van deze taak nog duidelijker: er treedt direct na de taak een kortdurende daling van de hartfrequentie tot onder de uitgangswaarde op.

7.3.3 De handknijptaak (HAT)

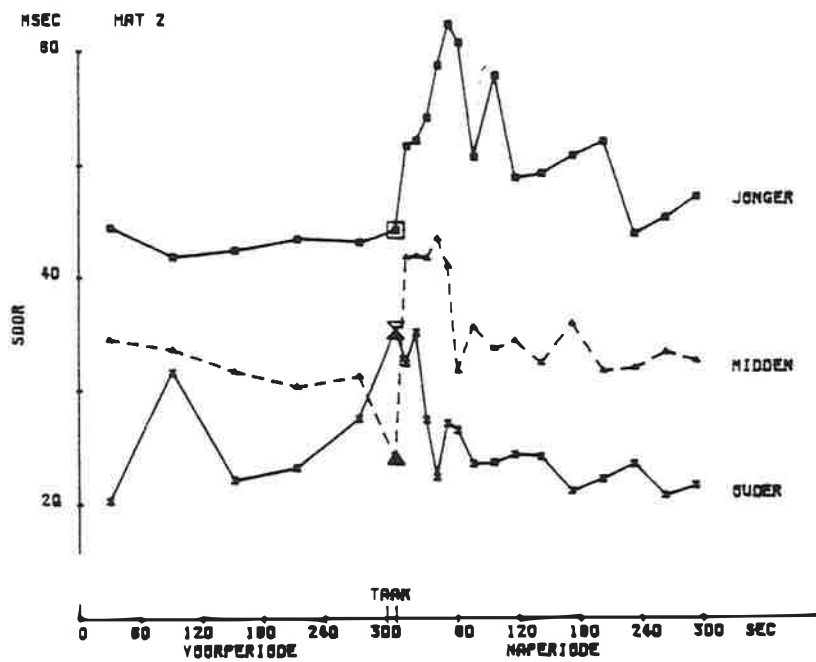
Wat de totale meetperiode betreft, werd een significant leeftijdsverschil gevonden voor de variabelen SDRR en SDDR. Ook in het geval van deze taak was het verschil in variabiliteit in hartslag tussen de drie leeftijdscategorieën ($p < .01$ respectievelijk $p < .05$) weer in de verwachte richting (figuur 15a en 15b).

Wat het effect van de taak betreft, dient in dit geval onderscheid

Figuur 15a. Hartslagvariabiliteit (SDDR) vóór, tijdens (nauwe grenzen) en ná de handknijptaak, per leeftijdscategorie, tijdens de eerste meting



Figuur 15b. Hartslagvariabiliteit (SDDR) vóór, tijdens (nauwe grenzen) en ná de handknijptaak, per leeftijdscategorie, tijdens de tweede meting



gemaakt te worden tussen de fysiologische activiteit over de volle 10 seconden van het knijpen ("ruime grenzen") en de activiteit tijdens een meer beperkte taakperiode van 1 seconde ná het begin van het knijpen tot 0.5 seconde vóór het beëindigen van het knijpen ("nauwe grenzen"). In dit laatste geval mag verwacht worden, dat het effect van het knijpen op de fysiologische variabelen zich in deze periode beter gestabiliseerd heeft. In het geval van de ruime grenzen werd een significante interactie van leeftijd met de respons (voorperiode versus taakperiode) alleen gevonden voor de variabele HF. Dit zeer significante effect ($p < .001$) was blijkbaar het gevolg van de steeds kleiner wordende respons met het stijgen van de leeftijd.

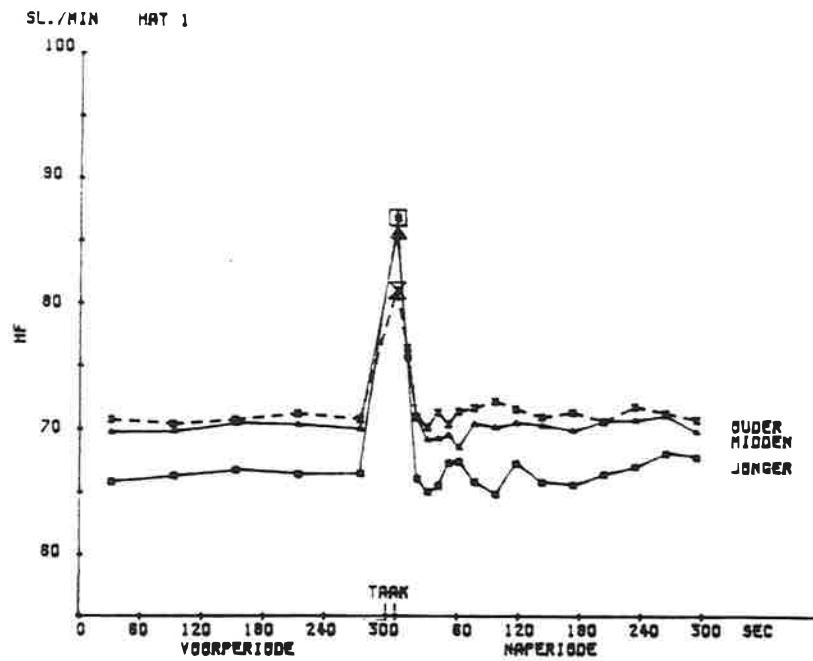
In het geval van de taakeffecten binnen de nauwe grenzen is dit effect wat de HF betreft (figuur 16a en 16b) nog steeds duidelijk aanwezig ($p < .001$), maar daar komt bovendien een significante interactie voor de SDDR bij ($p < .01$). Deze is het gevolg van een steeds kleinere afname van de variabiliteit in de hartslag onder invloed van de taak met het stijgen van de leeftijd (figuur 16a en 16b). Vooral voor de jongeren is de daling aanzienlijk.

Het verloop voor de ademhalingsfrequentie wordt getoond in figuur 18a en 18b.

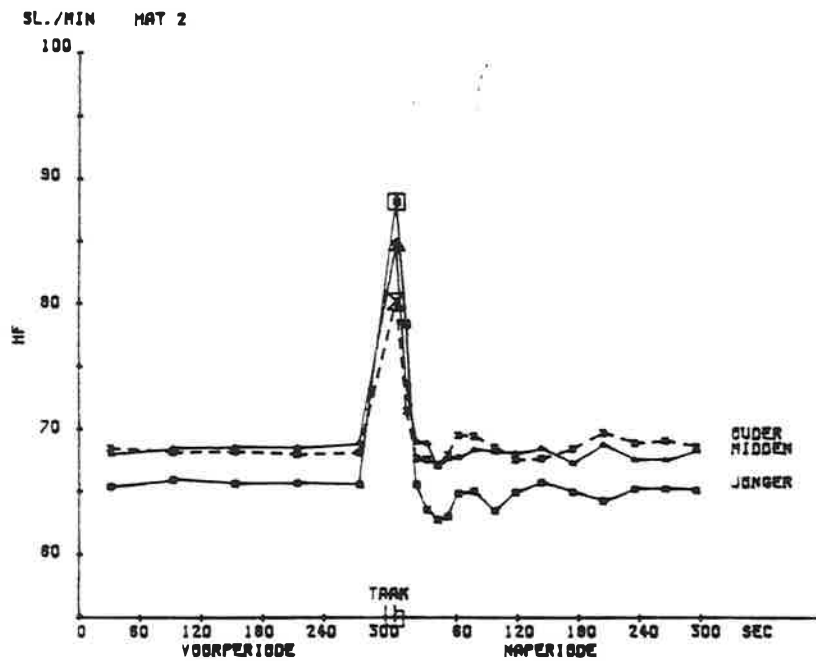
Wat het herstel na de taak betreft, werd voor de taak met ruime grenzen vooral een significante interactie van leeftijd met de naperiode gevonden voor de hartfrequentie ($p < .001$). De resultaten met betrekking tot de variabiliteitsmaten en de PWTT zullen buiten beschouwing worden gelaten vanwege de onbetrouwbaarheid van deze variabelen voor de knijptaak met ruime grenzen. Het gevonden effect voor de hartfrequentie (figuur 17a en 17b) is een spiegelbeeld van de verschillen in respons: de stijlheid van het herstel is het grootste voor de jongeren en neemt met toenemende leeftijd af. Alle drie de groepen komen gemiddeld weer op het niveau, dat ze voor de taak hadden.

Voor de meer stabiele resultaten van de taak met nauwe grenzen

Figuur 16a. Hartfrequentie vóór, tijdens (nauwe grenzen) en ná de handknijptaak, per leeftijdscategorie, tijdens de eerste meting



Figuur 16b. Hartfrequentie vóór, tijdens (nauwe grenzen) en ná de handknijptaak, per leeftijdscategorie, tijdens de tweede meting

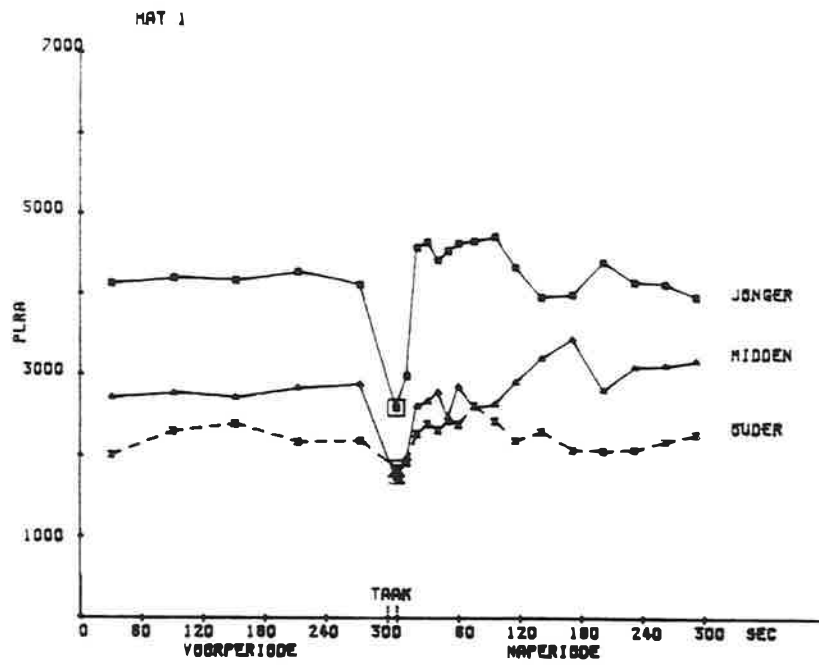


werd een significante interactie van leeftijd met het herstelfenomeen gevonden voor de variabelen SDRR, SDDR, HF, PLRA en PWTT. Voor beide variabiliteitsmaten is het effect (beide $p < .001$) het gevolg van een relatief sterk herstel van de variabiliteit voor de jongeren en een minder groot herstel naarmate de leeftijd stijgt. Wat de SDDR betreft, is dit eveneens weer een spiegelbeeld van wat er tijdens de respons gebeurt. Het verschil in herstel wat de hartfrequentie betreft ($p < .001$) vertoont hetzelfde beeld als bij de ruime taakgrenzen. Het herstel van de plethysmogram-amplitudo houdt een terugkeer na een daling tijdens de taak in naar de waarden in de voorperiode, waarbij de stijging voor de jongeren verreweg het sterkste is (figuur 17a en 17b). Het effect is alleen significant ten opzichte van de eerste minuut na de taak ($p < .05$). De significante interactie voor de PWTT die alleen significant is ten opzichte van de eerste 10 seconden na de taak ($p < .05$) wordt vooral veroorzaakt doordat na een daling van de looptijd tijdens de taak die het sterkste is voor de jongere proefpersonen de stijging van de looptijd na de taak ook weer het sterkste is voor de jongeren en slechts gering voor de oudere leeftijdscategorie. Het niveau van de waarden vóór de taak ten opzichte van het niveau ná de taak blijkt voor alle variabelen gelijk te zijn behalve voor de twee variabiliteitsmaten. De variabiliteit is na de taak hoger met voor de minuut vóór de taak versus de minuut na de taak een significantieniveau van $p < .001$, voor zowel de SDRR als de SDDR.

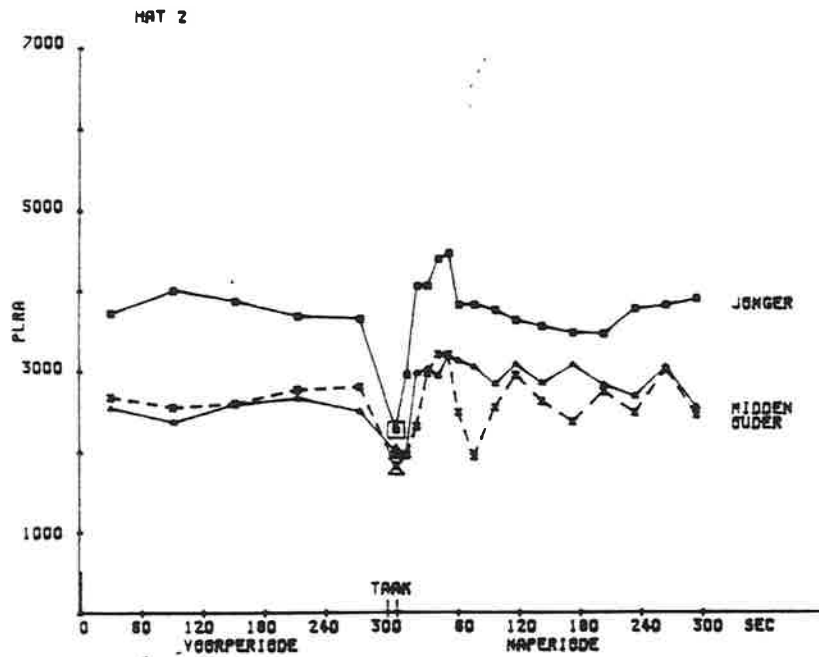
Samenvatting

Ook bij deze fysieke taak blijken de toename in hartfrequentie en de afname in hartslagvariabiliteit onder invloed van het knijpen evenals de grootte van het herstel sterker te zijn naarmate de gemiddelde leeftijd van de groep lager is. Ook het herstel na de taak van de amplitudo van het plethysmogram en van de looptijd van de polsgolf zijn het grootst voor de jongere groep.

Figuur 17a. Plethysmogram amplitudo vóór, tijdens (nauwe grenzen) en na de hand-knijptaak, per leeftijdscategorie, tijdens de eerste meting



Figuur 17b. Plethysmogram amplitudo vóór, tijdens (nauwe grenzen) en na de hand-knijptaak, per leeftijdscategorie, tijdens de tweede meting



7.3.4 De rekentaak (RET)

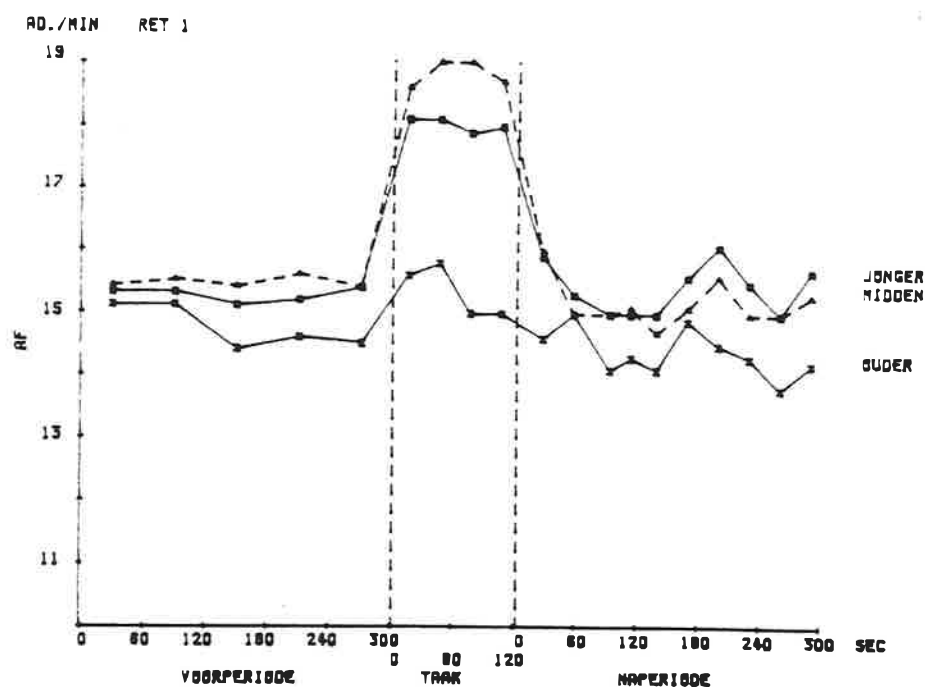
Wat de totale meetperiode betreft, werd uitsluitend een significant leeftijdsverschil gevonden voor de variabelen SDRR ($p < .01$) en SDDR ($p < .05$), waarbij de variabiliteit weer groter was naarmate de gemiddelde leeftijd lager was.

Wat het effect van de taak betreft, werd een significante interactie van leeftijd met de respons (voorperiode versus taakperiode) gevonden voor de variabelen AF, PLRA, QRRES en PWTT.

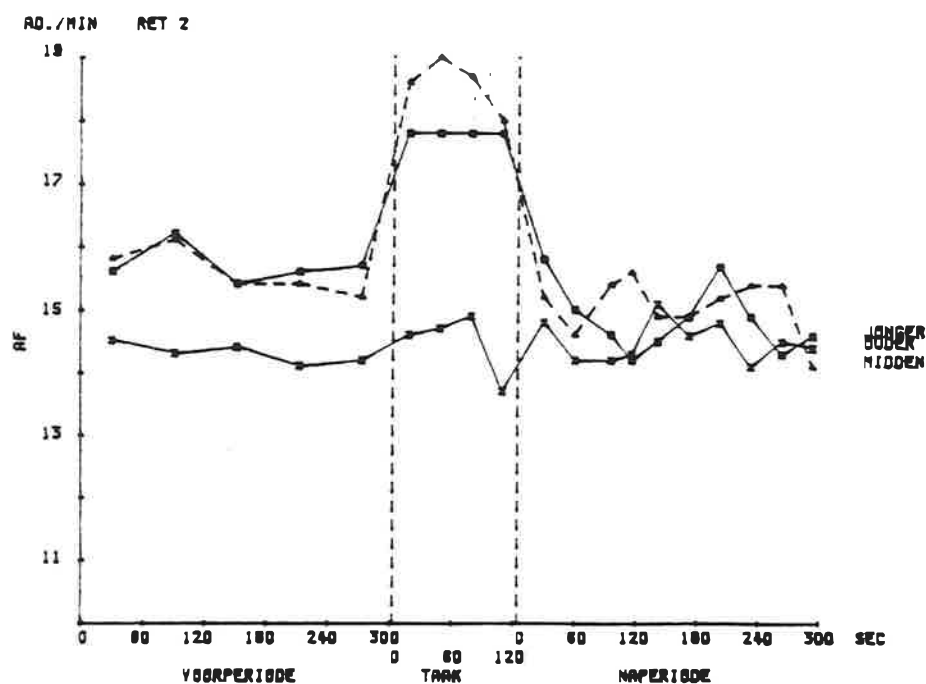
Wat de ademhalingsfrequentie betreft, blijkt uit figuur 18a en 18b, dat het effect ($p < .01$, wat de complete voorperiode van 5 minuten betreft en $p < .001$ ten opzichte van een voorperiode van 1 minuut) het gevolg is van een grotere respons in de vorm van een groter wordend aantal ademhalingen per minuut bij de jongere leeftijdscategorieën. Voor de jongeren is de respons nog sterker dan voor de middengroep en voor de ouderen is de respons in de tweede meting zelfs nagenoeg afwezig. Voor de amplitudo van het plethysmogram is de significante interactie ($p < .01$) blijkens figuur 19a en 19b het gevolg van een grotere afname van de amplitudo onder invloed van de rekentaak voor de jongere proefpersonen. De respons voor de middencategorie en de ouderen ontloopt elkaar niet veel. Het verloop voor de ratio HF/AF met een significantie $p < .01$ levert het beeld op van een afnemende ratio voor de jongeren en de middencategorie en een toenemende ratio voor de ouderen (figuur 20a en 20b). Deze sterke dissociatie tussen de oudste leeftijdscategorie en de twee groepen qua respons weinig van elkaar verschillende groepen is het gevolg van de relatief zwakke of niet stijgende ademhalingsfrequentie bij de groep ouderen, terwijl hun hartfrequentie even sterk stijgt als bij de andere leeftijdsgroepen (figuur 23a en 23b).

Het significantie effect voor de PWTT ($p < .05$) geldt alleen voor de laatste minuut voor de taak en lijkt het gevolg te zijn van een

Figuur 18a. Ademhalingsfrequentie vóór, tijdens en na de rekentaak, per leeftijdscategorie, tijdens de eerste meting



Figuur 18b. Ademhalingsfrequentie vóór, tijdens en na de rekentaak, per leeftijdscategorie, tijdens de tweede meting



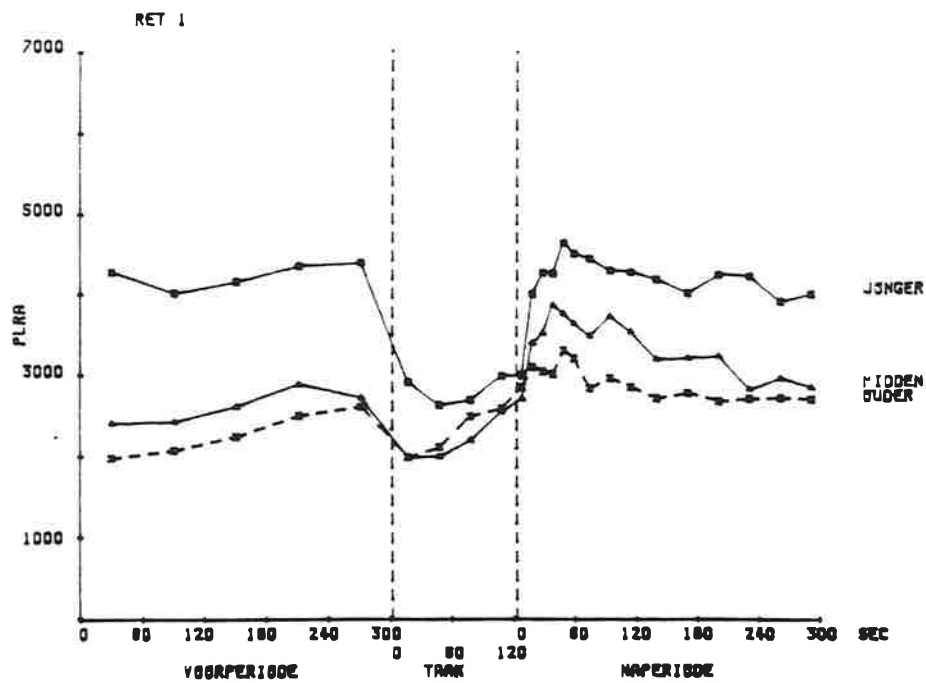
relatief sterkere afname van de PWTT bij de oudere en de middenleeftijdsgroep ten opzichte van de jongeren.

Wat het herstel na de taak betreft, werd een significante interactie van leeftijd met het herstel (naperiode versus taakperiode) gevonden voor de variabelen AF, AR, PLRA en QRRES.

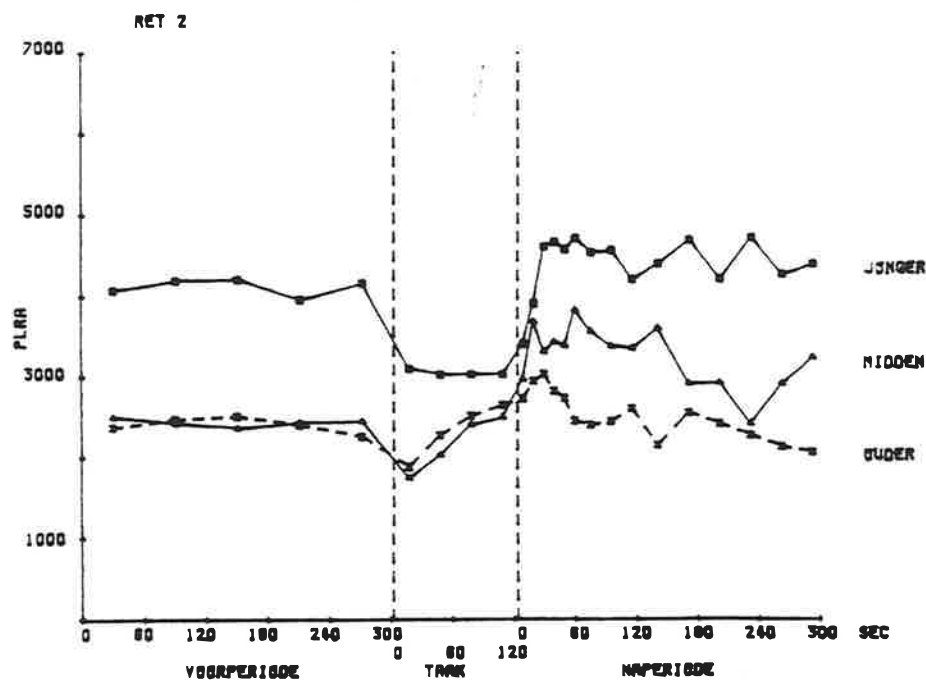
Voor de ademhalingsfrequentie ($p < .001$) is dit blijkens figuur 18a en 18b het gevolg van een zeer zwak of geen herstel van de oudere categorie ten opzichte van de twee andere leeftijdsgroepen. Vooral voor meting 2 is dit niet verwonderlijk, omdat er ook nauwelijks sprake was van een respons. Het effect voor de AR ($p < .05$) lijkt het gevolg van een relatief sterke stijging van de ratio voor de jongere proefpersonen ten opzichte van de twee andere groepen. Het effect voor de plethysmogram-amplitudo ($p < .05$) lijkt op grond van figuur 19a en 19b het gevolg van een relatief sterke stijging van de amplitudo voor de jongeren, zoals ze ook als respons een sterkere daling te zien hebben gegeven. De interactie voor de ratio HF/AF ($p < .01$) blijkt te bestaan uit een geringe stijging voor de groep ouderen tegenover een relatief sterke daling voor de twee andere leeftijdsgroepen (figuur 20a en 20b). Ook hier is het weer vooral de invloed van de ademhalingsfrequentie, die het effect veroorzaakt.

Alleen voor de variabelen AF en PLRA blijkt er een significant verschil te bestaan tussen de voorperiode en de naperiode, zowel over 5 minuten als gedurende een minuut direct voor en na de taak (voor beide geldt in beide gevallen $p < .05$). Bij de ademhalingsfrequentie is er sprake van een daling en bij de plethysmogram-amplitudo is er sprake van een stijging. Beide veranderingen wijzen op een meer uitgesproken rustconditie in de naperiode. Waar er voor de overige variabelen geen verschil bestaat, kan in alle gevallen van een volledig herstel van het taakeffect zelfs binnen een periode van 1 minuut na de taak worden gesproken.

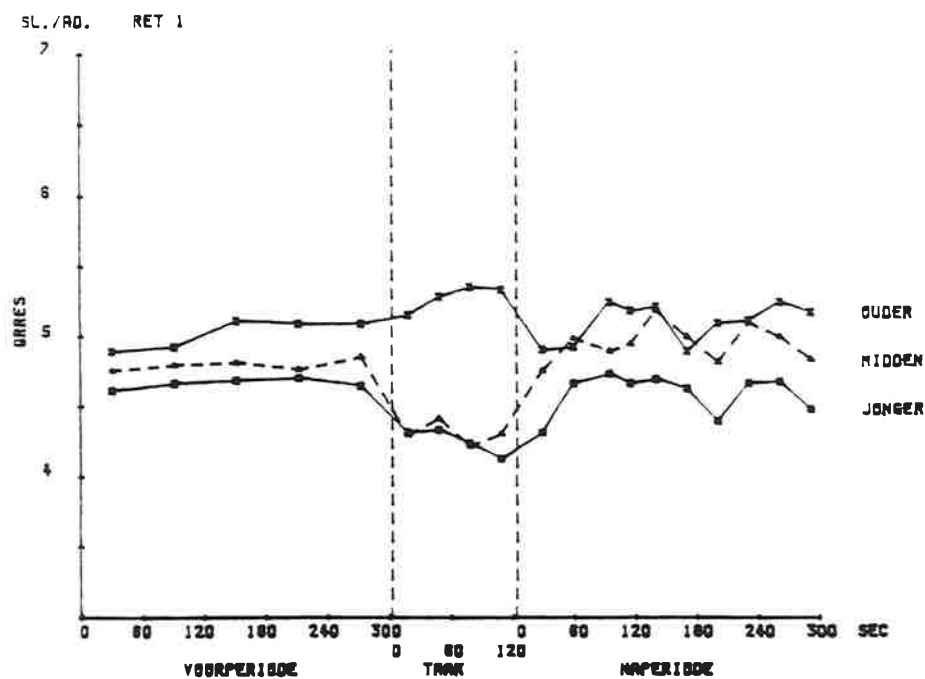
Figuur 19a. Plethysmogram amplitudo vóór, tijdens en ná de rekentaak, per leef-
tijdscategorie, tijdens de eerste meting



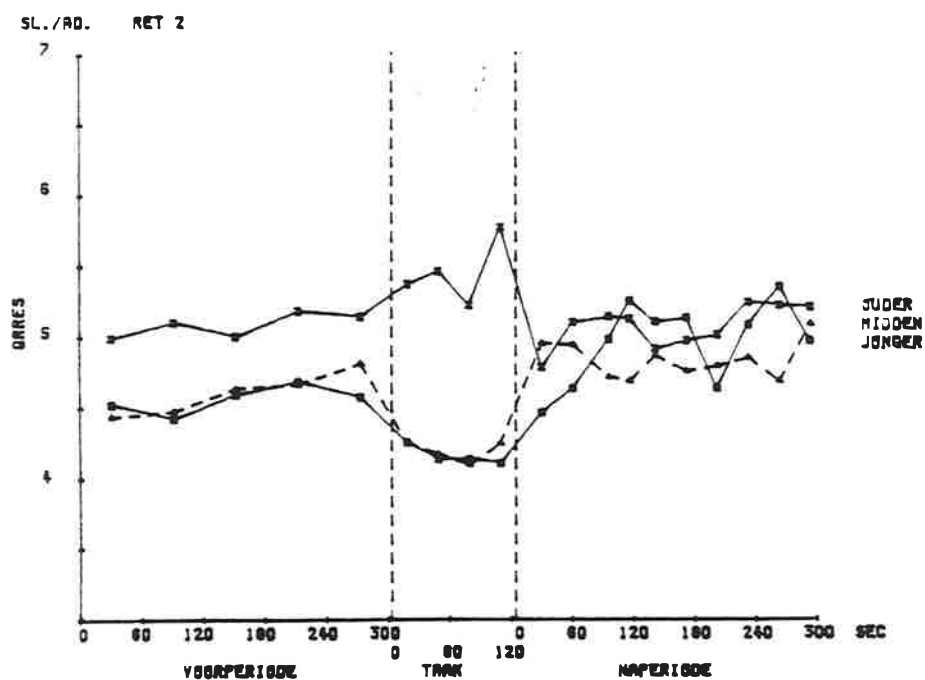
Figuur 19b. Plethysmogram amplitudo vóór, tijdens en ná de rekentaak, per leef-
tijdscategorie, tijdens de tweede meting



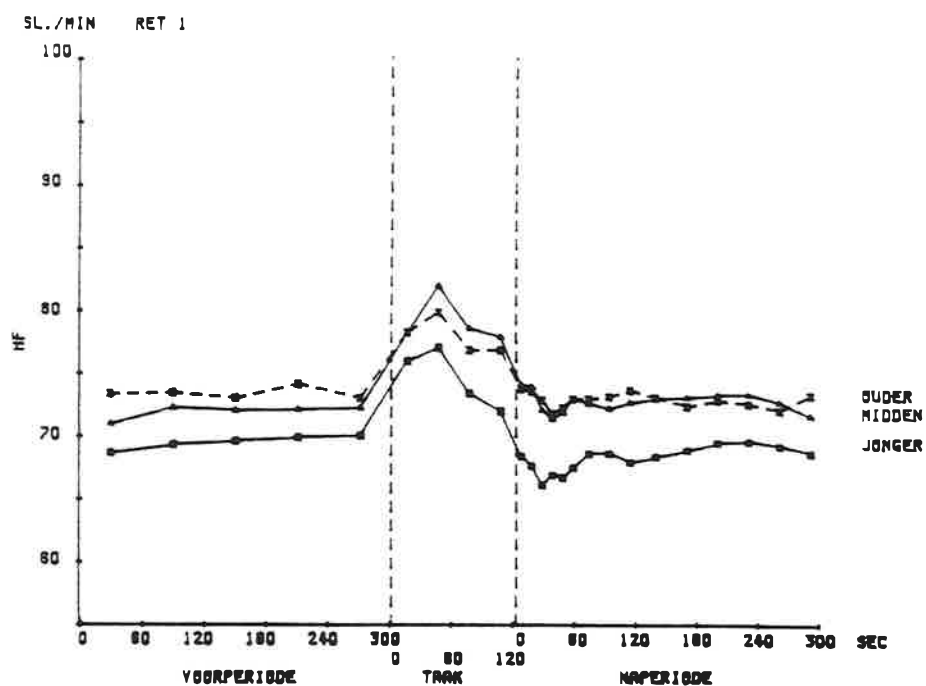
Figuur 20a. Hartfrequentie/ademhalingsfrequentie ratio vóór, tijdens en ná de re-
kentaak, per leeftijdscategorie, tijdens de eerste meting



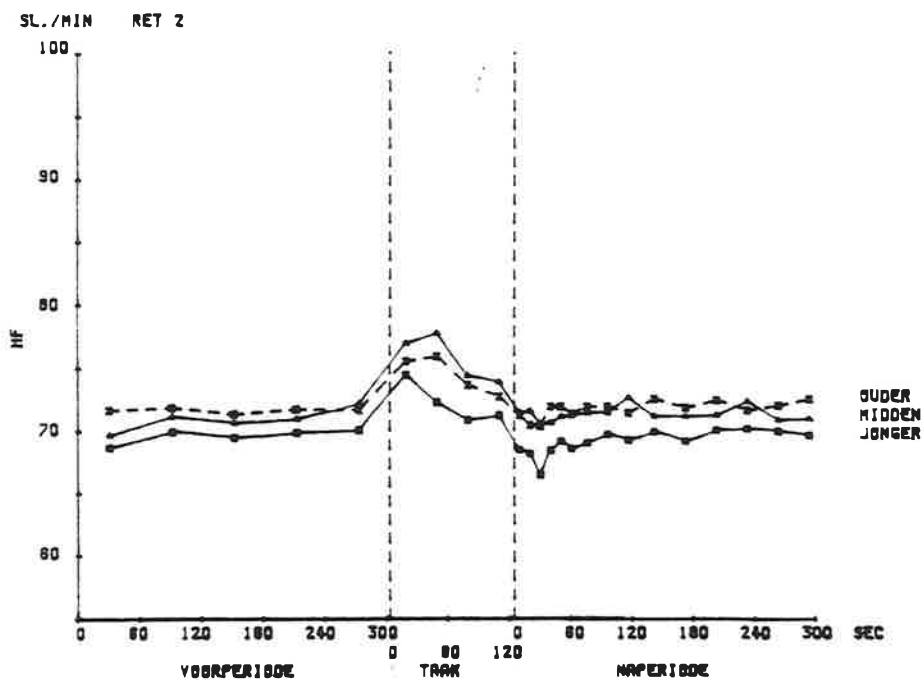
Figuur 20b. Hartfrequentie/ademhalingsfrequentie ratio vóór, tijdens en ná de re-
kentaak, per leeftijdscategorie, tijdens de tweede meting



Figuur 21a. Hartfrequentie vóór, tijdens en na de rekentaak, per leeftijdscategorie, tijdens de eerste meting



Figuur 21b. Hartfrequentie vóór, tijdens en na de rekentaak, per leeftijdscategorie, tijdens de tweede meting



Samenvatting

Het meest opvallende bij deze taak is de sterke dissociatie tussen de drie leeftijdsgroepen met betrekking tot de respons en het herstel voor de ademhalingsfrequentie. Terwijl de uitgangswaarde van de AF voor de verschillende leeftijden nauwelijks verschilt, blijkt er een omgekeerd lineair verband tussen de grootte van beide effecten en het stijgen van de leeftijd. De ouderen onderscheiden zich bovendien van de andere twee groepen door een toename in plaats van een afname van de ratio HF/AF.

Wat het plethysmogram betreft, vertonen nu ook de proefpersonen uit de middengroep na een aanvankelijke daling een stijging in amplitudo tegen het einde van de taak.

De looptijd van de polsgolf blijkt vooral bij de twee oudere leeftijdsgroepen onder invloed van de rekentaak te zijn afgenomen.

7.3.5 De geheugentaak (GET)

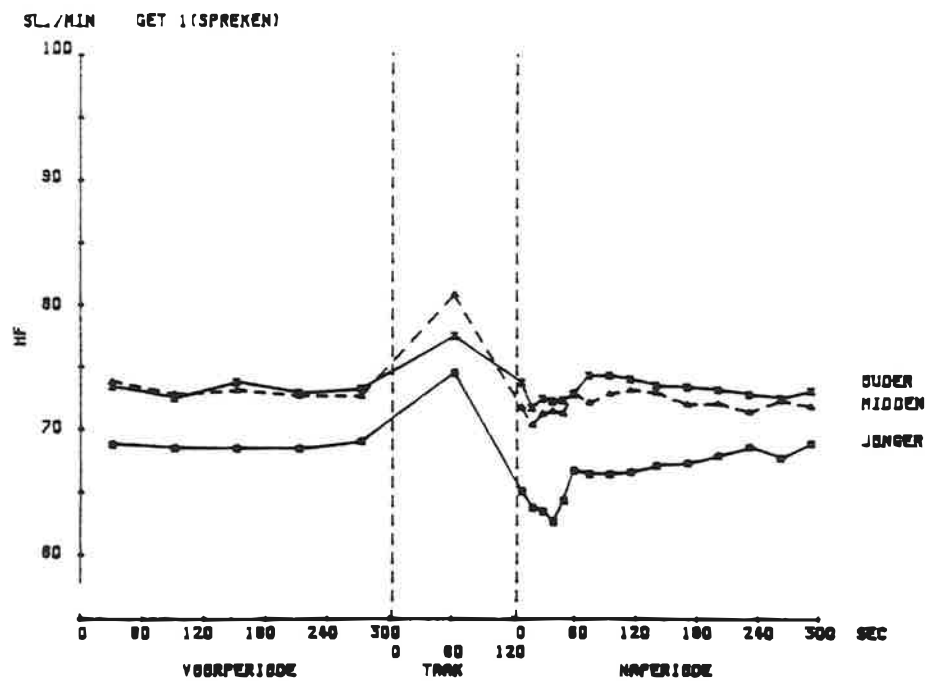
Wat de totale meetperiode betreft, werd een significant leeftijdsverschil gevonden voor de variabiliteitsscores van de hartslag, SDRR en SDDR. Het verschil ($p < .001$ respectievelijk $p < .05$) is weer het gevolg van een met toenemende leeftijd afnemende variabiliteit.

Wat het effect van de taak betreft, moet bij de geheugentaak onderscheid gemaakt worden tussen de taakperiode in zijn totaliteit, die gedeelten van de taakperiode, waarin de proefpersoon hardop het te leren materiaal en de interfererende taak moest uitspreken, en die gedeelten, waarin hij moest zwijgen. Dit onderscheid is niet alleen relevant voor de door het spreken rechtstreeks beïnvloede ademhalingscores, maar ook voor de, indirect beïnvloede, overige variabelen. Wanneer geen nadere aanduiding van de taakperiode wordt gegeven, betreft het de totale taak. Er werd een significante interactie van leeftijd met de respons gevonden voor de

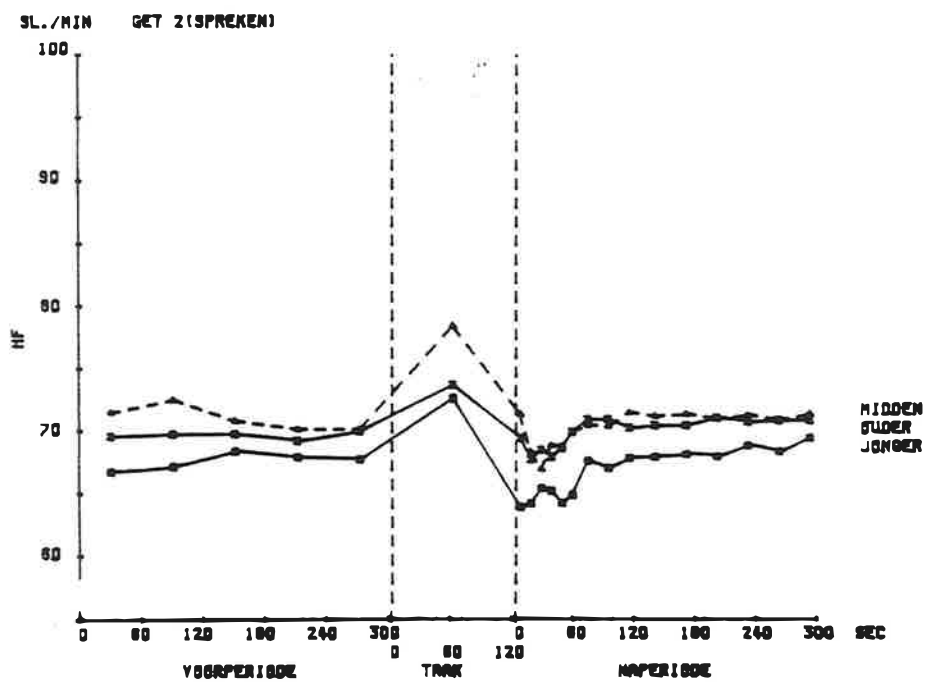
variabelen HF, AF, AR, PLRA, QRRES en PWTT. Voor de hartfrequentie tijdens het spreken was het effect ($p < .05$) uitsluiten significant voor de respons vanaf de laatste minuut voor de taak en werd veroorzaakt door een grotere respons voor de middencategorie en de jongeren ten opzichte van de ouderen (figuur 22a en 22b). Voor de AF ($p < .001$) was er in het algemeen sprake van een gedaalde ademhalingsfrequentie tijdens deze taak, waarbij de daling juist voor de ouderen het sterkst was. Ook voor de AR ($p < .05$) was er sprake van een daling, maar hier was de daling weer het minst sterk bij de middencategorie. Het effect voor de amplitudo van het plethysmogram ($p < .001$) werd veroorzaakt door een sterke daling tijdens de taak voor de jongeren en de middengroep, terwijl de ouderen zelfs een lichte stijging vertoonden (figuur 23a en 23b). Bij de ratio HF/AF is er sprake ($p < .001$) van een monotone afname van de grootte van de respons (een stijging) in de volgorde ouder, midden en jonger. Dit is kennelijk het gevolg van een relatief kleinere HF-stijging gepaard aan een relatief grotere AF-daling voor de oudere leeftijdsgroepen. Bij de PWTT is er weer sprake van een daling van de looptijd, waarbij de daling het sterkste is voor de jongeren, daarna voor de ouderen en het kleinste voor de middengroep ($p < .05$). De respons tijdens de onderdelen zwijgen respectievelijk spreken van de totale taakperiode vertonen geen hiervan afwijkend beeld.

Wat het herstel na de taak betreft, werd een significante interactie van leeftijd met herstel gevonden voor de variabelen SDDR, HF, AF, PLRA, QRRES en PWTT. Voor de variabiliteit van de hartslag ($p < .01$) gold het alleen voor de eerste 10 seconden na de taak. In het algemeen vertonen de effecten (allen $p < .001$ behalve HF met $p < .01$) hetzelfde beeld als de respons, maar dan in omgekeerde richting. Een uitzondering hierop vormt de middengroep voor de AF, die na de taak een doorgaande stijging van de ademhalingsfrequentie vertoont. Ook een afwijkend beeld vertonen de jongeren voor de PWTT in de zwijgperiode: zij geven eerst een stijging van de loop-

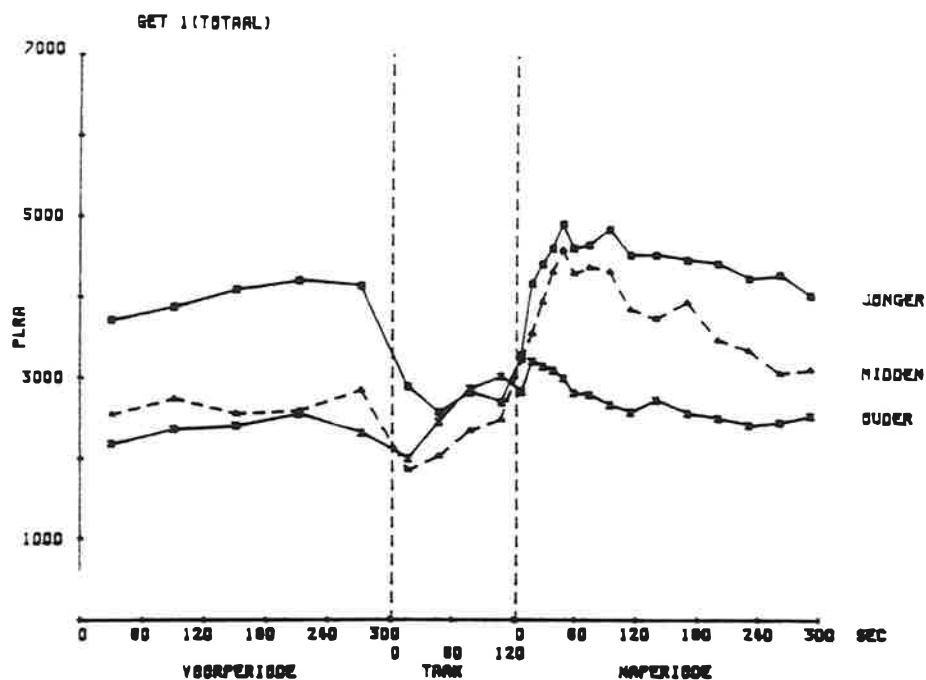
Figuur 22a. Hartfrequentie vóór, tijdens (gedurende het spreken) en ná de geheugen-
taak, per leeftijdscategorie, tijdens de eerste meting



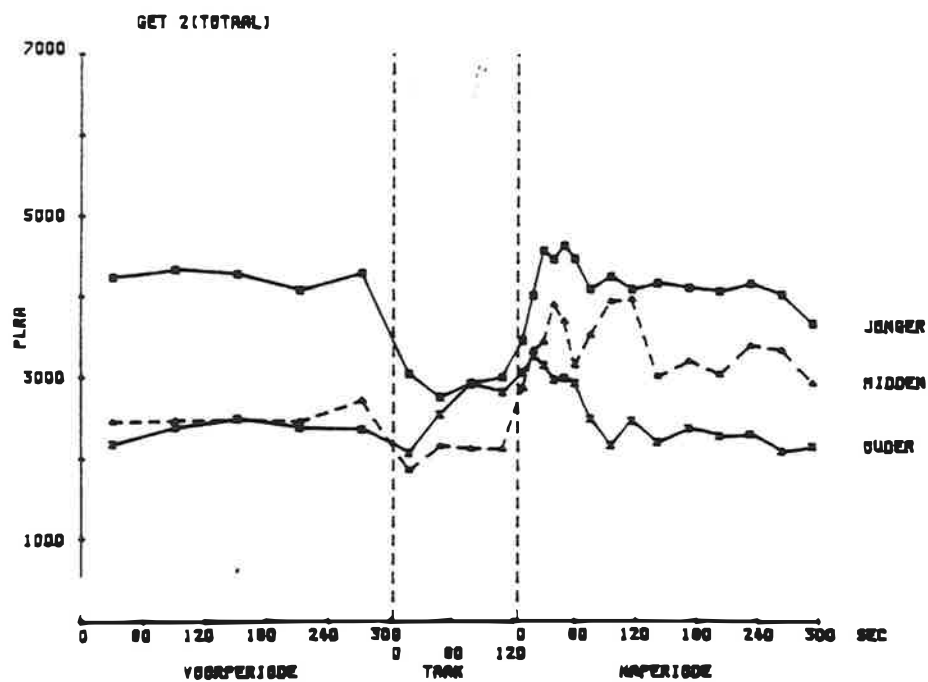
Figuur 22b. Hartfrequentie vóór, tijdens (gedurende het spreken) en ná de geheugen-
taak, per leeftijdscategorie, tijdens de tweede meting



Figuur 23a. Plethysmogram amplitudo vóór, tijdens (gedurende de hele taak) en na de geheugentaak, per leeftijdscategorie, tijdens de eerste meting



Figuur 23b. Plethysmogram amplitudo vóór, tijdens (gedurende de hele taak) en na de geheugentaak, per leeftijdscategorie, tijdens de tweede meting



snelheid te zien tijdens de taak en daarna een daling, terwijl de twee andere groepen precies het omgekeerde doen.

Samenvatting

Deze taak vertoonde een aantal effecten, die ook al bij de vorige taken zichtbaar waren. Opvallend voor deze taak waren de het sterkst bij de ouderen optredende daling van de ademhalingsfrequentie en de vooral bij de jongeren gevonden daling in de looptijd van de polsgolf.

7.3.6 Samenvatting van de resultaten en conclusies met betrekking tot de variabele LEEFTIJD

De in dit onderzoek gestelde vraag naar een mogelijke invloed van de factor leeftijd op de aard en de grootte van de fysiologische activiteit rondom een standaardprovocatietest moet op grond van de resultaten met ja beantwoord worden.

In die gevallen, waarin een met leeftijd samenhangend verschil gevonden werd, had dit verschil meestal betrekking op zowel de grootte van de respons als op de grootte van het daaropvolgende herstel na afloop van de taak. Verder was in het merendeel van de gevallen de aard van het verschil zodanig, dat de verandering in beide richtingen kleiner was naarmate de gemiddelde leeftijd van de groep hoger was.

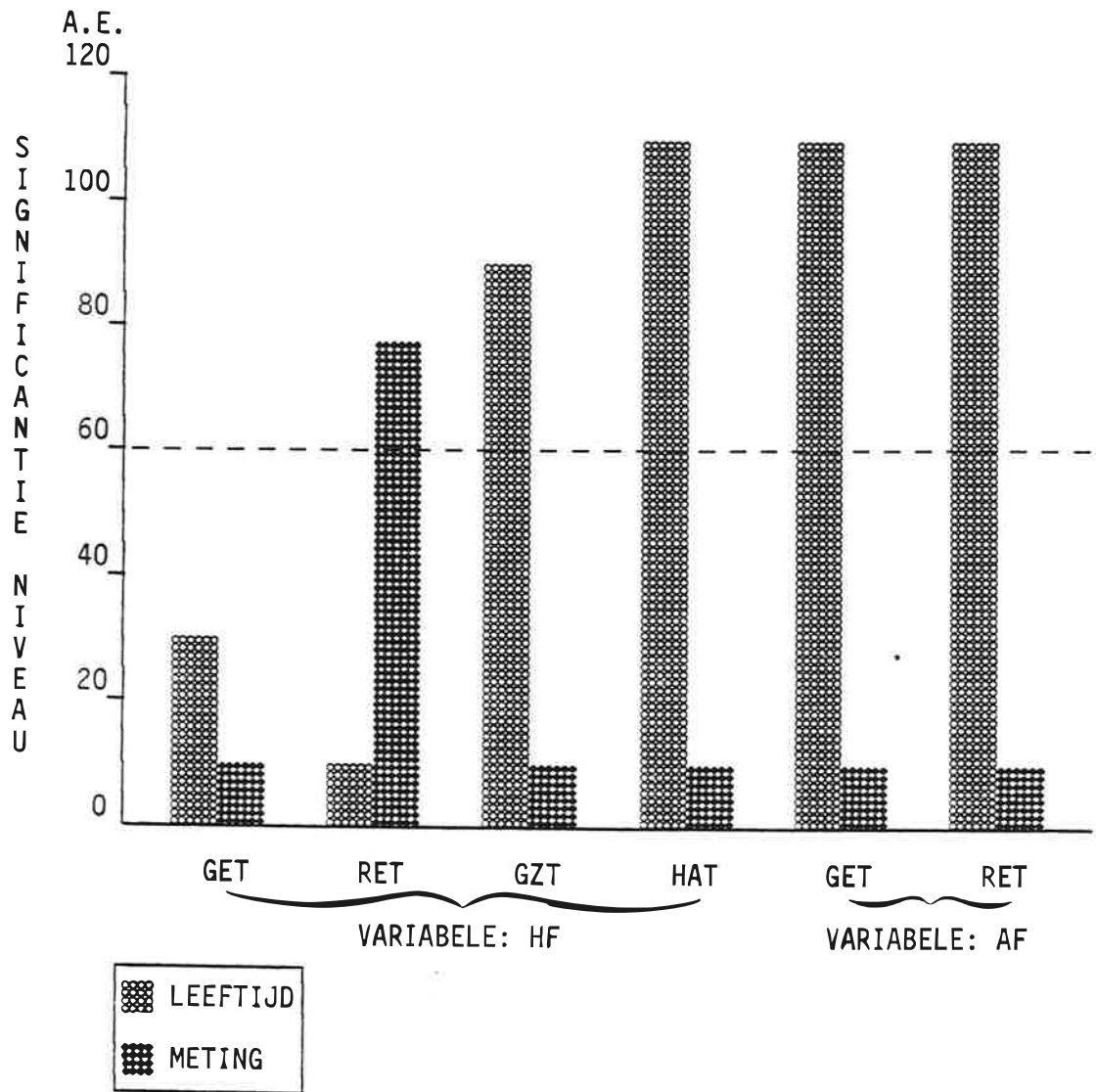
Hieruit mogen wij concluderen, dat er in het algemeen gesproken sprake was van een grotere reactiviteit gepaard aan een grotere herstelbaarheid naarmate de proefpersonen jonger waren.

Deze conclusie heeft belangrijke consequenties, niet alleen voor het werken in de praktijk met verschillende leeftijdsgroepen, maar ook voor het interpreteren van de gevonden fysiologische veranderingen onder invloed van een standaardstimulus, in termen van stressgevoeligheid.

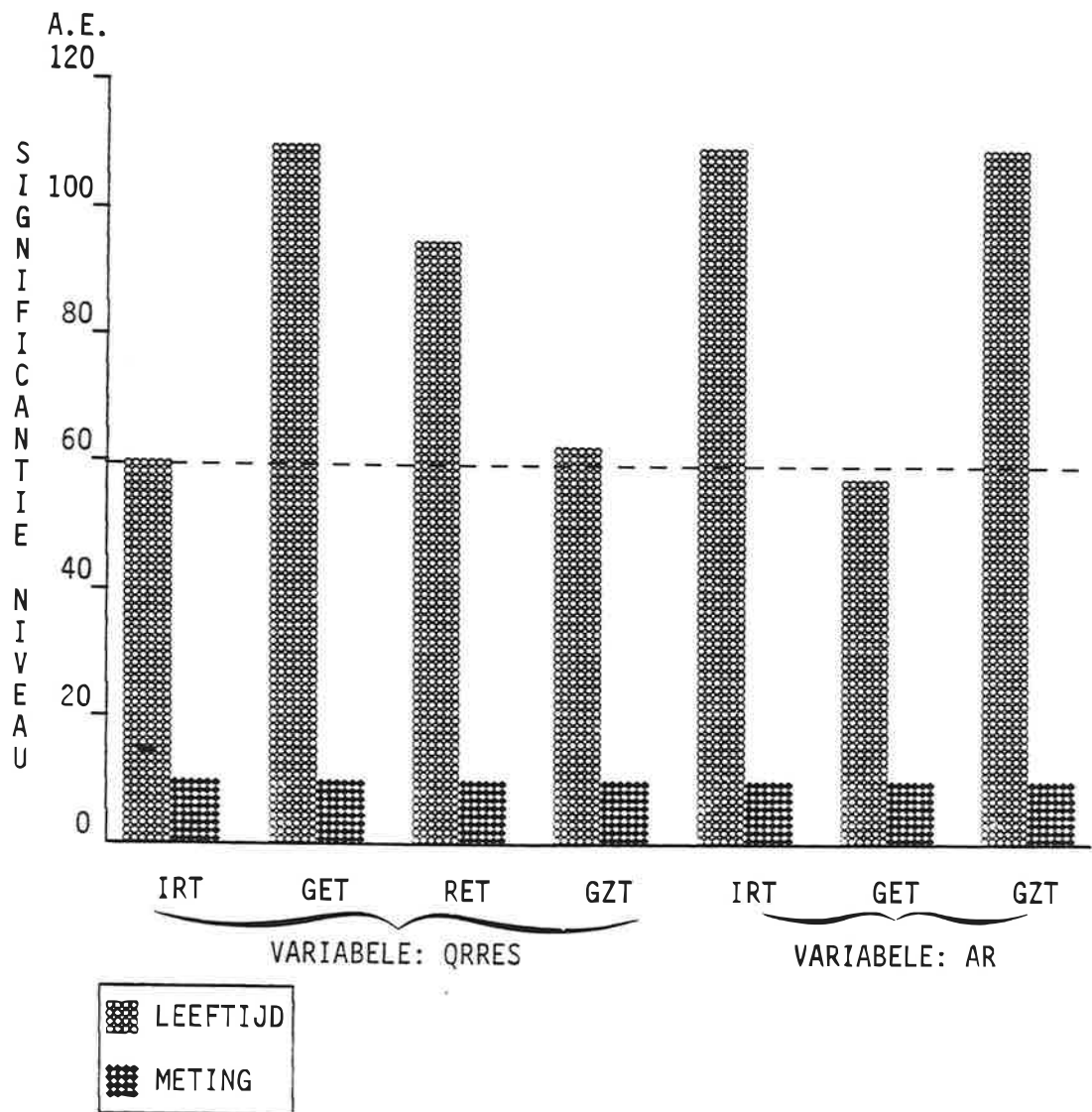
Wat het eerste betreft, zal er bij een onderzoek naar de aanwezigheid van verschillen in stress tussen groepen werknemers steeds met naar leeftijd gematchede groepen dienen te worden gewerkt.

Wat het tweede betreft, moeten wij concluderen, dat grote voorzichtigheid is geboden bij het interpreteren van een bij individuen of groepen gevonden grotere reactiviteit in termen van een grotere stressbaarheid of van het behoren tot een risicogroep. Uit de gepresenteerde resultaten blijkt immers, dat een grotere reactiviteit juist optreedt bij jongere en naar wij mogen aannemen meer weerbare proefpersonen. Een dergelijke interpretatie van grotere fysiologische reactiviteit in positieve zin vinden wij trouwens ook in de arbeidsfysiologie en sportfysiologie.

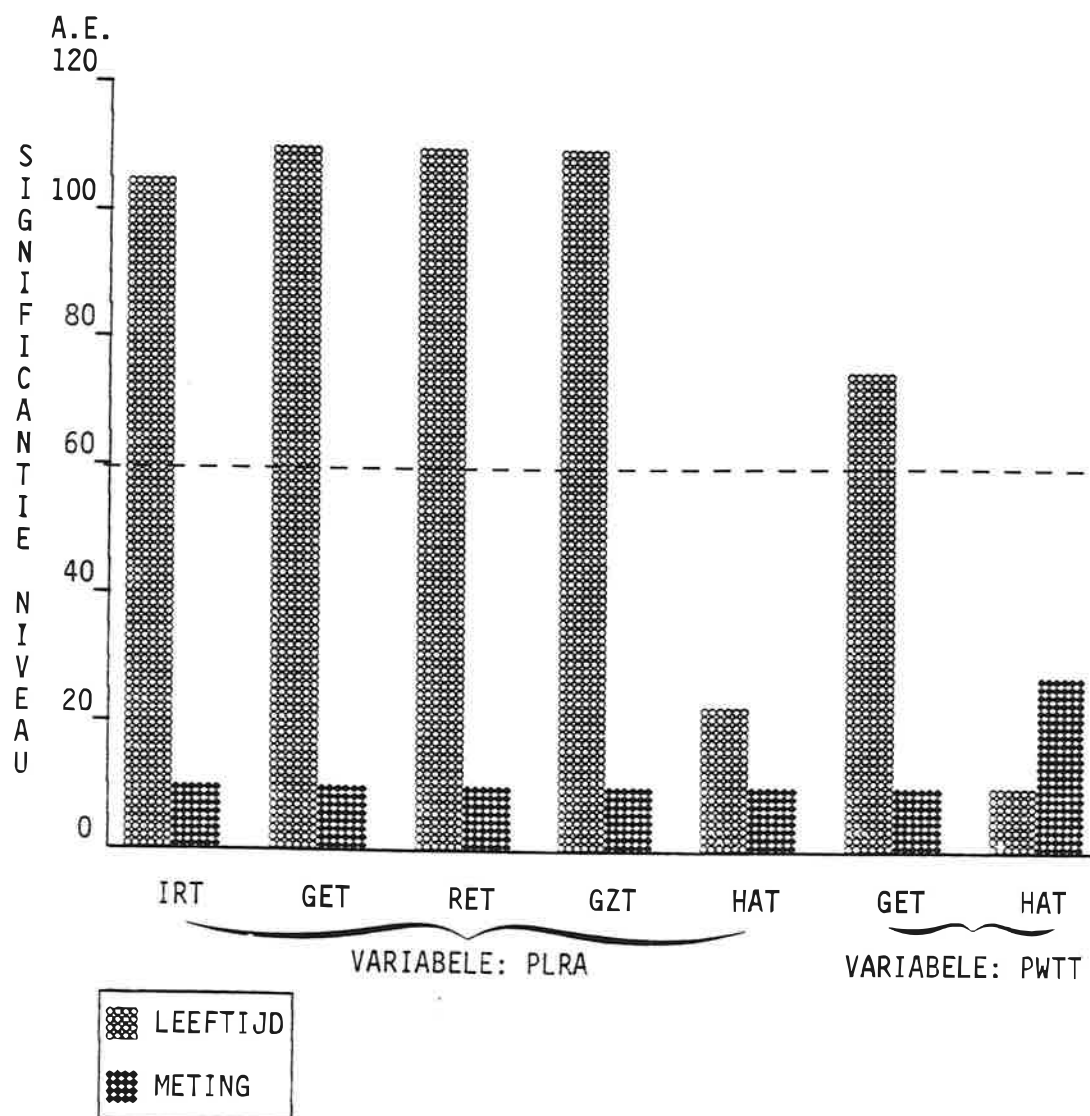
Wat de verschillen tussen de taken betreft, blijken een aantal variabelen door alle taken in ongeveer gelijke mate te worden beïnvloed. Zo blijkt bijvoorbeeld de grootte van de respons (gezien vanuit de voorperiode van 5 minuten) van de amplitudo van het plethysmogram voor alle taken behalve de HAT een zeer significante samenhang te vertonen met de factor leeftijd (figuur 26). Maar toch heeft iedere taak ook zijn specifieke effecten. Genoemd kunnen worden het opvallend sterke effect van de knijptaak op de hartfrequentie (figuur 24) en van de IRT op de hartslagvariabiliteit (SDDR). Verder blijken de GET en de RET als enige taken een invloed te hebben in dit verband op de ademhalingsfrequentie (figuur 24). Taken die een duidelijke invloed, in samenhang met leeftijd, hebben op de in/uit ratio van de ademhaling zijn de IRT en de GZT, terwijl vooral de GET en de RET veranderingen teweegbrengen in de ratio tussen hartfrequentie en ademhalingsfrequentie (figuur 25). De GET onderscheidt zich verder door als enige taak effecten in relatie met leeftijd te veroorzaken op de looptijd van de polsgolf (figuur 26). In de meeste gevallen vertoont ook wat de verschillen tussen de taken betreft het herstel na de taak ongeveer hetzelfde beeld als de respons.



Figuur 24. De relatie tussen de grootte van de fysiologische respons op een taak en de factoren leeftijd en meting, vergeleken voor verschillende taken, met betrekking tot de hartfrequentie (HF) en de ademhalingsfrequentie (AF). Aangegeven is het significantieniveau van de interactiecomponent op basis van een variantie-analyse, uitgedrukt in arbitraire eenheden. Het 5% niveau ligt bij 60, het niveau $p \geq .10$ ligt bij 10 en het niveau $p \leq .001$ ligt bij 110.



Figuur 25. De relatie tussen de grootte van de fysiologische respons op een taak en de factoren leeftijd en meting, vergeleken voor verschillende taken, met betrekking tot de hartfrequentie gedeeld door de ademhalingsfrequentie (QRRES) en de in/uit ratio van de ademhaling (AR). Aangegeven is het significantieniveau van de interactiecomponent op basis van een variantie-analyse, uitgedrukt in arbitraire eenheden. Het 5% niveau ligt bij 60, het niveau $p \geq .10$ ligt bij 10 en het niveau $p \leq .001$ ligt bij 110.



Figuur 26. De relatie tussen de grootte van de fysiologische respons op een taak en de factoren leeftijd en meting, vergeleken voor verschillende taken, met betrekking tot de amplitudo van het plethysmogram (PLRA) en de polsgolftransmissietijd (PWTT). Aangegeven is het significantieniveau van de interactiecomponent op basis van een variantie-analyse, uitgedrukt in arbitraire eenheden. Het 5% niveau ligt bij 60, het niveau $p \geq .10$ ligt bij 10 en het niveau $p \leq .001$ ligt bij 110.

7.4 Resultaten met betrekking tot de onafhankelijke variabele HERHAALDE METING (I, II)

De vraagstelling met betrekking tot de variabele "herhaalde meting" luidde:

Is er verschil in fysiologische activiteit vóór, tijdens en na het aanbieden van een standaardprovocatietest tussen de eerste en de tweede aanbieding van eenzelfde provocatietest?

De achtergrond van deze vraagstelling was enerzijds de noodzaak om de betrouwbaarheid van de gevolgde procedure te kunnen vaststellen en anderzijds de vraag of bij het meten van stress in een praktijksituatie de meting eerst enige malen moet worden herhaald om tot een verantwoorde uitspraak te kunnen komen.

Zoals in § 5.5 onder design werd uiteen gezet, werden alle metingen binnen een tijdsbestek van ± 45 minuten onder identieke omstandigheden herhaald. Wij zullen de consequenties van deze herhaalde meting voor de verschillende taken één voor één onderzoeken en daarbij dezelfde indeling aanhouden als bij de variabele leeftijd.

7.4.1 De instabiele regeltaakt (IRT)

Wat de totale meetperiode betreft, werd een significant verschil tussen de eerste en de tweede meting gevonden voor de variabelen SDRR, HF, PLRA, QRRES en PWTT.

De toename in variabiliteit van de hartslag ($p < .01$), de afname van de hartfrequentie ($p < .001$) en de toename van de looptijd ($p < .05$) kunnen geïnterpreteerd worden als een meer ontspannen situatie tijdens de tweede meting. Alleen de afname van de plethysmogram-amplitudo ($p < .01$) is hiermee in strijd. Ten dele wordt deze afname veroorzaakt door de relatief grote tijdelijke stijgingen van de amplitudo direct na de taak bij de eerste meting vooral bij de

ouderen (figuur 8a). In een meer stabiele situatie doet dit effect zich kennelijk niet meer zo sterk voor.

Wat het effect van de taak betreft, werd een significante interactie van meetvolgorde met de respons gevonden voor de variabelen SDRR en PLRA, maar alleen voor de laatste minuut van de voorperiode. Bij de variabiliteitsmaat wordt dit veroorzaakt door een relatief grotere afname in variabiliteit tijdens de tweede meting ($p < .05$) en bij het plethysmogram door een andere respons (gelijk-blijven respectievelijk toenemen van de amplitudo) bij de ouderen en de middengroep gedurende de tweede meting ($p < .05$). Wat deze groepen en wat deze variabele betreft, is het effect van de IRT dus duidelijk kleiner tijdens de tweede aanbieding.

Wat het herstel na de taak betreft, werd voor geen van de variabelen een significante interactie van meetvolgorde met herstel gevonden.

7.4.2 De geheugenzoektaak (GZT)

Wat de totale meetperiode betreft, werd een significant verschil tussen de eerste en de tweede meting gevonden voor de variabelen SDRR, SDDR, HF, PLRA en PWTT. De toename in variabiliteit van de hartslag (beide $p < .01$), de afname van de hartfrequentie ($p < .001$) en de toename van de looptijd van de polsgolf ($p < .01$) kunnen weer opgevat worden als een indicatie, dat de proefpersonen tijdens de tweede meting meer ontspannen waren. Ook nu weer wijst de gemiddelde afname van het plethysmogram juist in de andere richting. In tegenstelling met de instabiele regeltaak geven nu alle drie de leeftijdsgroepen in de voorperiode een daling van de plethysmogram-amplitudo tijdens de tweede meting te zien.

Wat het effect van de taak betreft, werd voor geen van de variabelen een interactie gevonden tussen meetvolgorde en respons.

Wat het herstel na de taak betreft, werd evenmin een interactie gevonden met meetvolgorde.

7.4.3 De handknijptaak (HAT)

Wat de totale meetperiode betreft, werd een significant verschil tussen de eerste en de tweede meting gevonden voor de variabelen SDRR, SDDR, HF en PWTT. Wat de variabiliteitsmaten van de hartslag betreft, is dit weer het gevolg van een toegenomen variabiliteit tijdens de voorperiode en de naperiode in de tweede meting ($p < .01$) en bij de hartfrequentie zien wij weer een daarmee corresponderende daling ($p < .001$). In het geval van de PWTT zien wij over de hele periode een toegenomen looptijd tijdens de tweede meting ($p < .001$). Alle drie de effecten wijzen op een verminderde spanning bij de proefpersonen tijdens de tweede meting.

Wat het effect van de taak betreft, werd een significante interactie van meetvolgorde met de respons gevonden, in het geval van de taak met de nauwe grenzen, voor de variabele SDRR. Dit effect ($p < .01$) wordt veroorzaakt, doordat, waar in de eerste meting de variabiliteit een lichte stijging te zien geeft van voorperiode naar taak, in de tweede meting een aanzienlijke reductie in variabiliteit van de hartslag optreedt. Aangezien bij de eveneens tijdens de taak optredende hartfrequentieverhoging een afname in variabiliteit fysiologisch als het meest normaal beschouwd moet worden, dient ook het effect tijdens de tweede meting als het meest normale te worden gezien. Wat de stijging in de eerste periode heeft veroorzaakt, dient nader te worden onderzocht.

Wat het herstel na de taak betreft, werd een significante interactie van meetvolgorde met het herstel gevonden, bij de taak met de nauwe grenzen, voor de variabelen SDRR en SDDR. Dit effect voor beide variabiliteitsmaten ($p < .01$ respectievelijk $p < .05$) wordt vooral veroorzaakt door de hierboven reeds vermelde relatief grote

variabiliteit tijdens de taak in de eerste meetperiode. Het wordt nog versterkt, doordat de variabiliteit van de hartslag in de naperiode tijdens de tweede meting, zoals al genoemd is, nog groter is dan tijdens de eerste meting.

7.4.4 De rekentaak (RET)

Wat de totale meetperiode betreft, werd een significant verschil tussen de eerste en de tweede meting gevonden voor de variabelen SDRR, HF, PWTT, systolische bloeddruk en AR. De toename in variabiliteit ($p < .05$), de afname in hartfrequentie ($p < .05$) en de toename in looptijd van de polsgolf ($p < .01$) kunnen weer worden opgevat als een bewijs voor een meer ontspannen zijn van de proefpersonen tijdens de tweede meetperiode. De in/uit ratio van de ademhaling vertoont een toename ($p < .01$) van de eerste meting naar de tweede meting, wat inhoudt dat de duur van inademing relatief langer wordt ten opzichte van de duur van de uitademing. Ook de betekenis van deze verandering in ademhalingspatroon verdient nader onderzoek.

Wat het effect van de taak betreft, werd alleen een significante interactie van meetvolgorde met de respons gevonden voor de variabele HF. Dit effect ($p < .05$) werd, zoals uit de figuren 21a en 21b blijkt, veroorzaakt door een voor alle leeftijdsgroepen relatief kleinere respons tijdens de tweede meting.

Wat het herstel na de taak betreft, werd een significante interactie van meetvolgorde met herstel gevonden voor eveneens de variabele HF. Dit effect ($p < .05$) werd veroorzaakt door een geringere daling van de hartfrequentie na de taak tijdens de tweede meting en kan dus worden toegeschreven aan de tevoren opgetreden kleinere respons.

Wat het verschil tussen de voorperiode en de naperiode betreft, blijkt er sprake te zijn van een lagere ($p < .05$) ademhalingsfre-

quentie en van een hogere ($p < .05$) plethysmogram-amplitudo gedurende de naperiode. Er is dus, wat deze variabelen betreft, een meer dan volledig herstel opgetreden. De hartfrequentie is alleen lager gedurende de eerste minuut na de taak ($p < .05$) en komt daarna weer op het niveau, dat het in de voorperiode had (figuur 21a en 21b).

7.4.5 De geheugentaak (GET)

Wat de totale meetperiode betreft, werd een significant verschil tussen de eerste en de tweede meting gevonden voor de variabelen SDRR, SDDR, HF en PWTT ten dele alleen voor de voorperiode, ten dele voor zowel voorperiode als naperiode. De verschillen, die vooral sterk waren ($p < .001$) voor de hartfrequentie en de looptijd van de polsgolf wijzen allen in de richting van een meer ontspannen situatie tijdens de tweede meetperiode.

Wat het effect van de taak betreft, werd voor geen van de variabelen een interactie van meetvolgorde met de respons gevonden.

Wat het herstel na de taak betreft, werd een significante interactie van meetvolgorde met herstel gevonden voor de HF, maar alleen voor de periodes zwijgen. Dit effect ($p < .05$) was het gevolg van een geringere daling van de hartfrequentie (na een eveneens geringere stijging) tijdens de tweede meting.

7.4.6 Samenvatting van de resultaten en conclusies met betrekking tot de variabele HERHAALDE METINGEN

Wij kunnen constateren, dat er wat het uitgangsniveau van de verschillende variabelen betreft, in het algemeen een neiging is om in de tweede meetperiode een niveau te vertonen wat wijst op een meer ontspannen zijn van de proefpersonen.

De respons en het herstel na de taak zijn in de tweede meetperiode

gelijk of iets kleiner dan bij de eerste meting.

De amplitudo van het plethysmogram die onder invloed van de taak zowel toe als af kan nemen, heeft de neiging om in de tweede meetperiode wat meer toe te nemen.

Een consequentie van de gevonden resultaten voor toepassing van de gevolgde methode in de praktijk is, dat het, indien mogelijk, de voorkeur verdient om de metingen tenminste één maal te herhalen om zo een stabielere en dus betrouwbaardere effect te krijgen. Maar als dit niet realiseerbaar is, blijken ook met eenmalige metingen voldoende betrouwbare resultaten te kunnen worden verkregen.

Wat de vergelijking tussen de taken betreft zien wij vooral een verschil in de grootte van de respons voor de variabele hartfrequentie bij de herhaalde uitvoering van de RET (figuur 24). Verder is er wat de interactie tussen herhaalde meting en leeftijd betreft alleen nog een significant effect voor hartslagvariabiliteit (SDRR) bij de HAT. Ook wat de interactie met persoonlijkheidstype betreft, is er een effect bij de HAT maar nu voor polsgolftransmissietijd (figuur 38).

7.5 Resultaten met betrekking tot de onafhankelijke variabele PERSOONLIJKHEIDSTYPE (A/B-typologie)

De vraagstelling met betrekking tot de variabele "persoonlijkheidstype" luidde:

Is er verschil in fysiologische activiteit vóór, tijdens en na het aanbieden van een standaardprovocatietest tussen individuen met verschillende persoonlijkheidskenmerken?

De achtergrond van deze vraagstelling was de op grond van de literatuur te verwachten verschillen in reactiviteit voor de twee persoonlijkheidstypen, waar men er bovendien meestal vanuit gaat, dat de type-A groep het meest kwetsbaar is en het meeste gevaar loopt op pathologische ontwikkelingen. Deze tweedeling bood ons daarmee

de mogelijkheid om de gevolgde procedure te relateren aan een variabele, waarvan reeds een zekere mate van samenhang met stress verondersteld wordt.

Zoals in § 6.1 werd uiteengezet was van alle aan het experiment deelnemende proefpersonen bekend, welke score zij hadden behaald op een vragenlijst met betrekking tot de A/B-typologie (de JAS). Op grond van deze scores werden de proefpersonen in twee groepen van elk 9 proefpersonen verdeeld, die maximaal in score verschilden. Hierbij werd er zorg voor gedragen, dat de gemiddelde leeftijd van beide groepen ongeveer gelijk was.

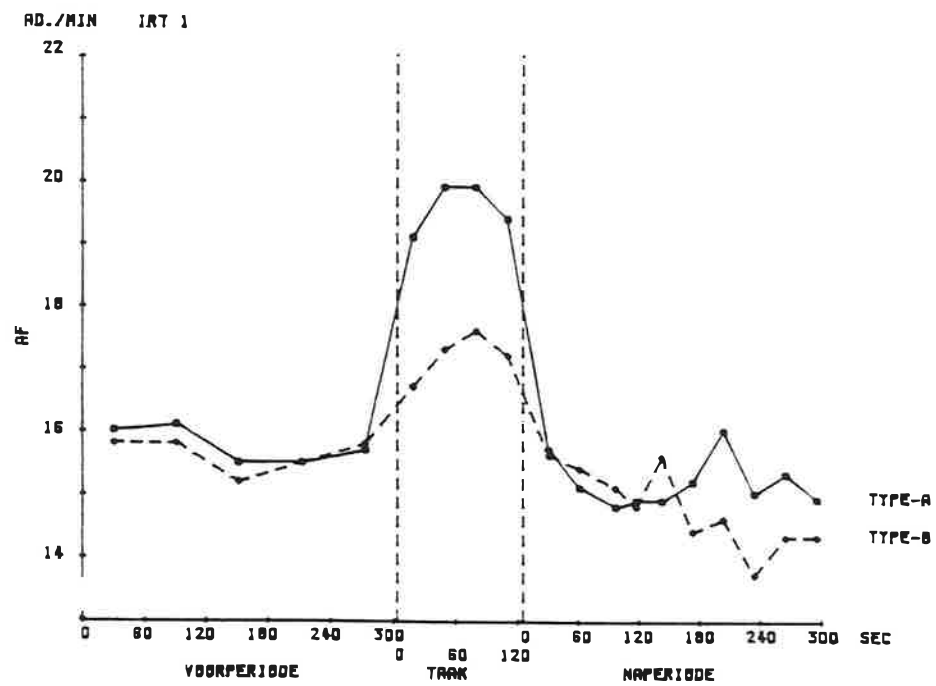
7.5.1 De instabiele regeltaak (IRT)

Wat de totale meetperiode betreft, werd slechts een significant effect gevonden voor de variabele SDRR en dan alleen voor het gedeelte taak en de daaropvolgende eerste minuut van de naperiode. Het effect ($p < .05$) bestond uit een grotere variabiliteit voor de type A-groep.

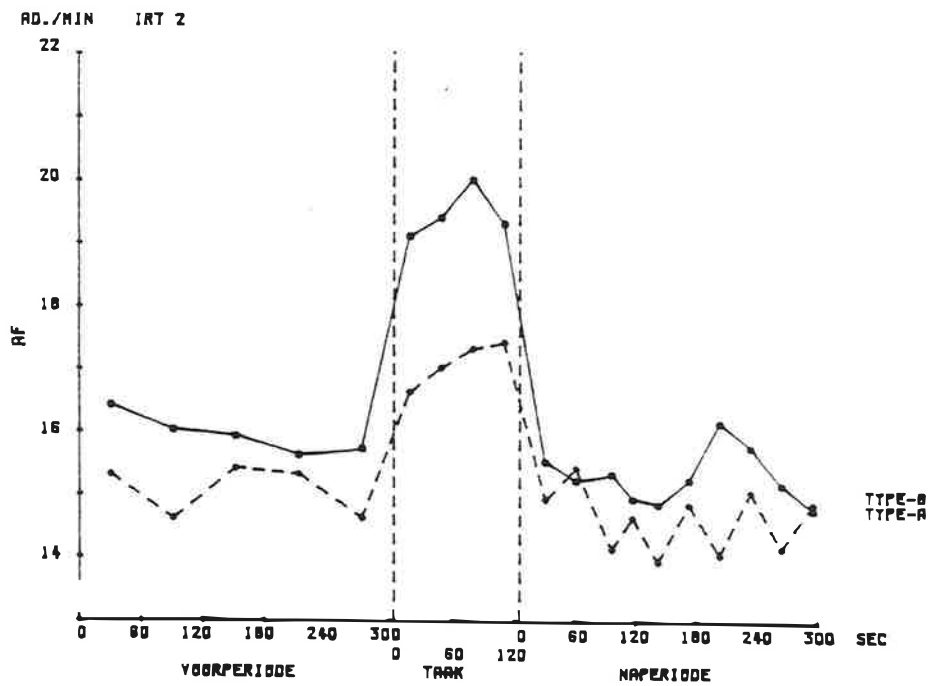
Wat het effect van de taak betreft, werd een significante interactie van persoonlijkheidstype met de respons gevonden voor de variabelen AF en QRRES. Zoals in figuur 27a en 27b wordt getoond, wordt dit effect in het geval van AF ($p < .01$) veroorzaakt door een sterkere toename van de ademhalingsfrequentie voor type A proefpersonen dan voor de type B proefpersonen. In het geval van de ratio HF/AF ($p < .05$) is er sprake van een sterkere daling van deze ratio voor de type A-groep dan voor de type B-groep (figuur 28a 28b). Dit kan verklaard worden door de hiervoor genoemde sterkere stijging van de ademhalingsfrequentie voor het A-type in combinatie met een voor beide groepen ongeveer even sterke stijging van de hartfrequentie.

Wat het herstel na de taak betreft, werd een significante interactie van persoonlijkheidstype met herstel gevonden voor opnieuw de

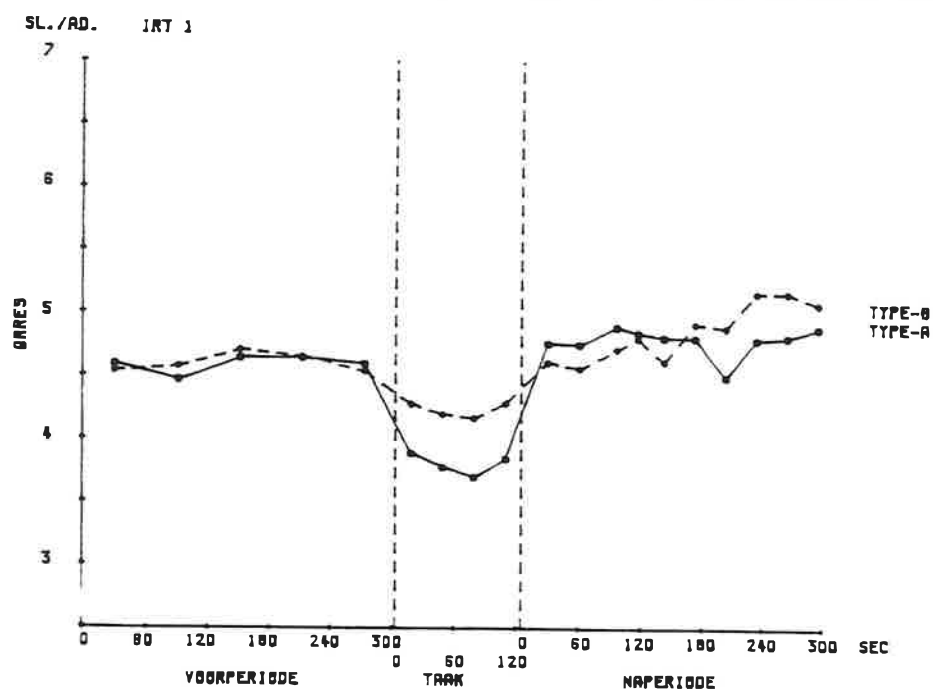
Figuur 27a. Ademhalingsfrequentie vóór, tijdens en nà de instabiele regeltaak, per persoonlijkheidstype, tijdens de eerste meting



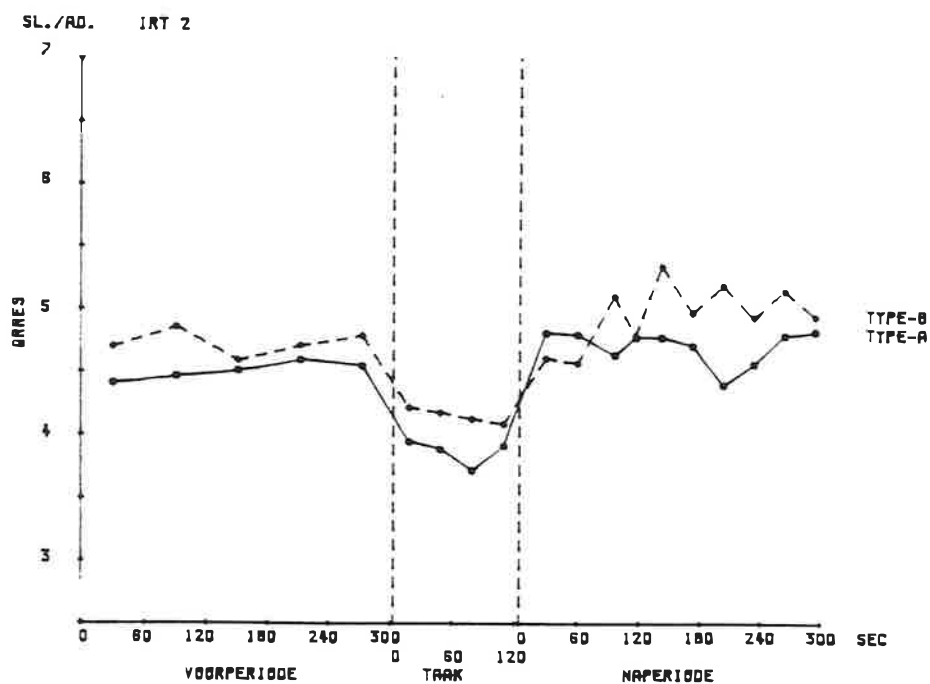
Figuur 27b. Ademhalingsfrequentie vóór, tijdens en nà de instabiele regeltaak, per persoonlijkheidstype, tijdens de tweede meting



Figuur 28a. Hartfrequentie/ademhalingsfrequentie ratio vóór, tijdens en nà de instabiele regeltaak, per persoonlijkheidstype, tijdens de eerste meting



Figuur 28b. Hartfrequentie/ademhalingsfrequentie ratio vóór, tijdens en nà de instabiele regeltaak, per persoonlijkheidstype, tijdens de tweede meting



variabelen AF en QRRS. Deze effecten zijn het sterkst ten opzichte van de eerste minuut na de taak ($p < .001$) en blijken het gevolg te zijn van een sterkere daling van de ademhalingsfrequentie na de taak bij de type A proefpersonen.

Samenvatting

De beide persoonlijkheidstypen blijken zowel in hun respons als in hun herstel te verschillen, wat de ademhalingsfrequentie betreft. Waarbij de toename respectievelijk de afname in AF het grootste was voor de type-A proefpersonen.

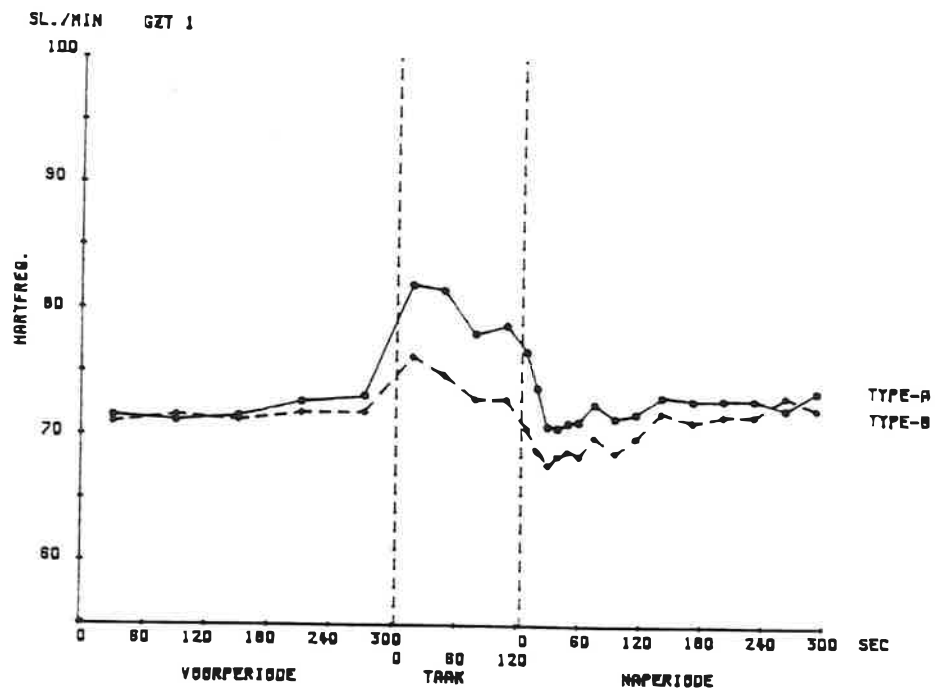
7.5.2 De geheugenzoektaak (GZT)

Wat de totale meetperiode betreft, werd slechts een significant effect gevonden voor de variabele AR en wel voor het gedeelte voorperiode en taakperiode. Dit verschil ($p < .05$) wordt veroorzaakt door de relatief langere inademingstijd ten opzichte van de uitaademingstijd gedurende deze periode voor het type B.

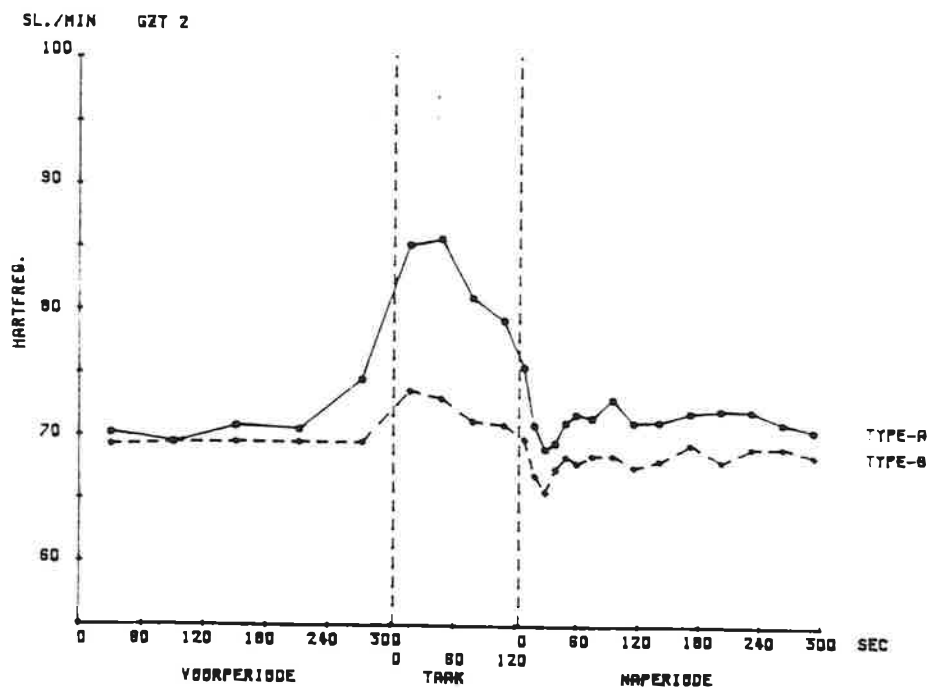
Wat het effect van de taak betreft, werd een significante interactie van persoonlijkheidstype met de respons gevonden voor de variabelen SDDR, HF en PWTT. Het effect voor de variabiliteitsmaat ($p < .05$) werd veroorzaakt door een sterkere afname van de hartslagvariabiliteit volgens deze score onder invloed van de taak voor de type A proefpersonen. Het effect voor de hartfrequentie ($p < .01$) was, zoals te zien is in figuur 29a en 29b, het gevolg van een sterkere verhoging van de hartfrequentie voor de type A-groep. Het effect voor de polsgolf-transmissietijd werd, zoals blijkt uit figuur 30a en 30b, veroorzaakt door een sterkere daling van deze looptijd, wat correspondeert met een hogere spanning van de vaatwanden, voor de type A-proefpersonen.

Wat het herstel na de taak betreft, werd een significante interactie van persoonlijkheidstype met herstel gevonden voor eveneens de

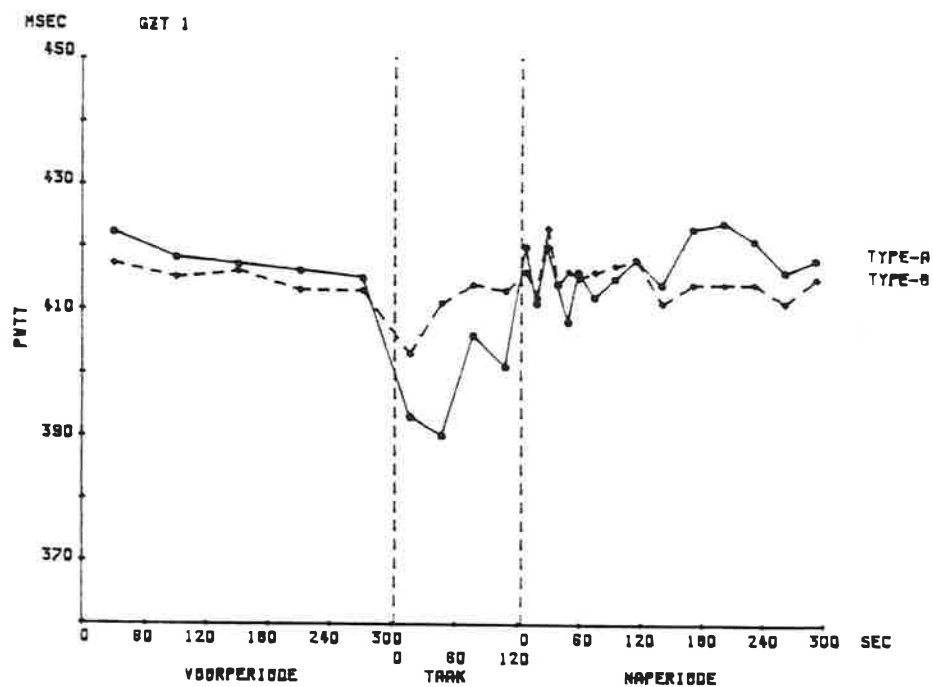
Figuur 29a. Hartfrequentie vóór, tijdens en na de geheugenzoektaak, per persoonlijkheidstype, tijdens de eerste meting



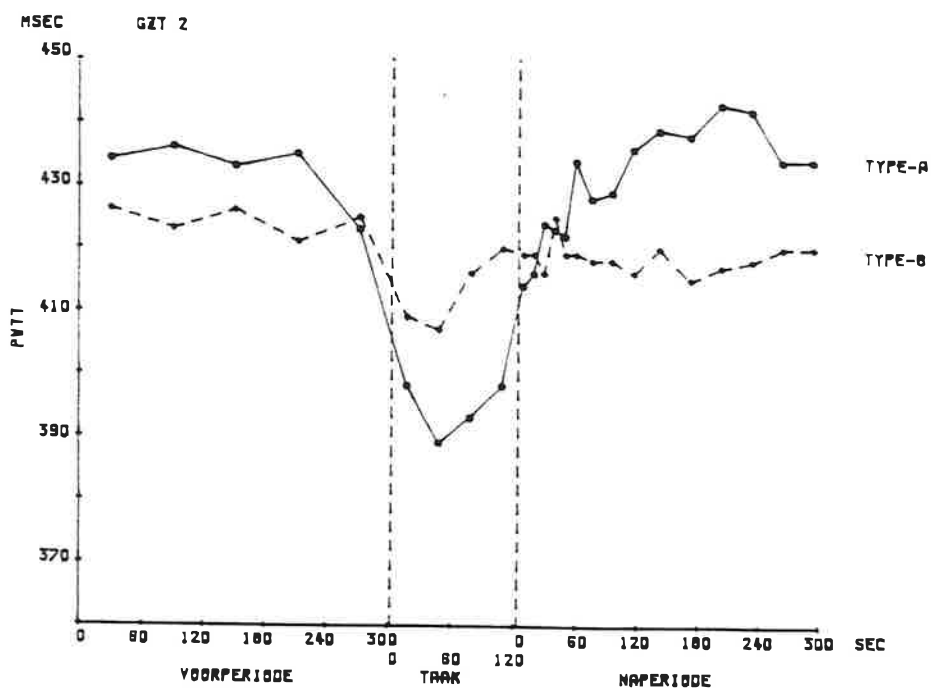
Figuur 29b. Hartfrequentie vóór, tijdens en na de geheugenzoektaak, per persoonlijkheidstype, tijdens de tweede meting



Figuur 30a. Polsgolftransmissietijd vóór, tijdens en na de geheugenzoektaak, per persoonlijkheidstype, tijdens de eerste meting



Figuur 30b. Polsgolftransmissietijd vóór, tijdens en na de geheugenzoektaak, per persoonlijkheidstype, tijdens de tweede meting



variabelen SDDR, HF en PWTT. Deze interactie was voor de variabiliteitsmaat alleen significant ten opzichte van de eerste minuut van de naperiode ($p < .05$) en werd veroorzaakt door een relatief sterkere stijging van de variabiliteit voor de categorie type A. Voor de HF werd het effect ($p < .05$) veroorzaakt door een sterkere daling van het aantal slagen per minuut na de taak voor de type A-proefpersonen (figuur 29a en 29b). Bij de PWTT was de reden van de interactie ($p < .01$) de vooral in de tweede meetperiode sterkere stijging van de looptijd na afloop van de taak voor de proefpersonen met een meer uitgesproken persoonlijkheidstype A (figuur 30a en 30b).

Samenvatting

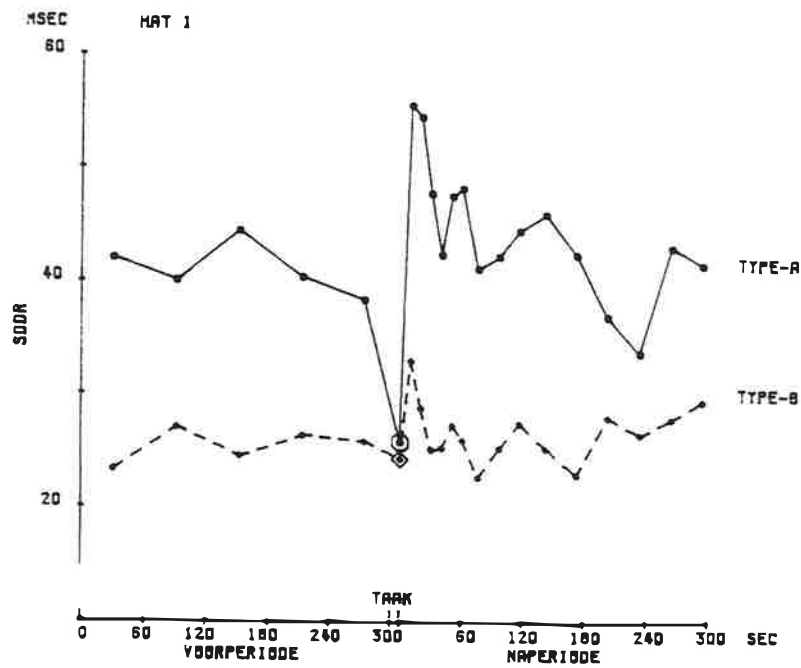
Weer zowel in hun respons op de taak als in het herstel daarna vertonen de type-A proefpersonen het sterkste effect voor hartslagvariabiliteit, hartfrequentie en polsgolftransmissietijd.

7.5.3 De handknijptaak (HAT)

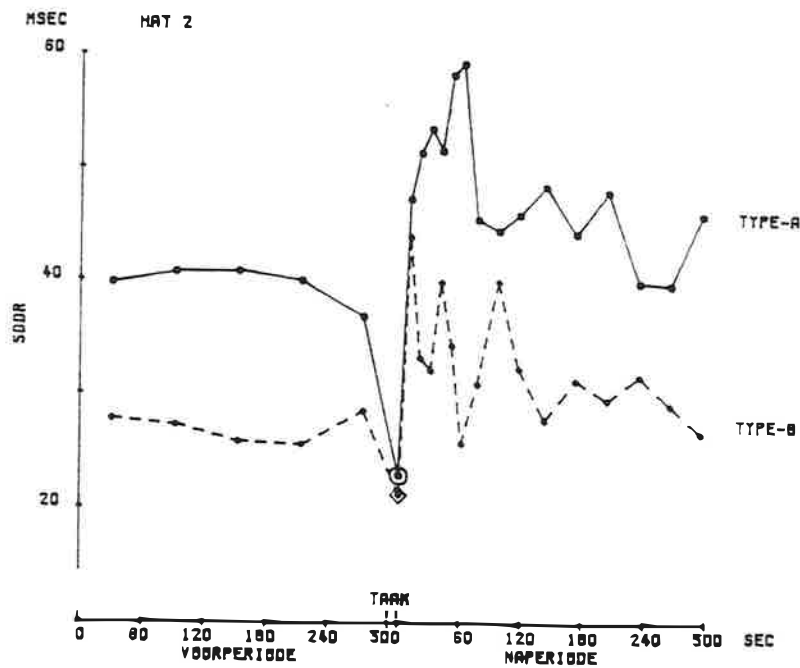
Wat de totale meetperiode betreft, werd slechts een significant verschil tussen de twee persoonlijkheidstypes gevonden voor de variabele SDDR en alleen voor de periode van 1 minuut vóór de taak tot en met 1 minuut na de taak. Dit verschil ($p < .05$) is het gevolg van een grotere hartslagvariabiliteit rondom deze taak voor proefpersonen van het type A. Dit is in overeenstemming met de aanwijzing voor een wat lagere gemiddelde hartfrequentie (niet-significant) voor de type A-proefpersonen, zoals wordt getoond in figuur 32a en 32b.

Wat het effect van de taak betreft, werd een significante interactie van persoonlijkheidstype met de respons gevonden, wat de taak met de nauwe grenzen betreft, voor de variabelen SDDR en HF. Het effect voor de hartslagvariabiliteit ($p < .05$) is het gevolg van een

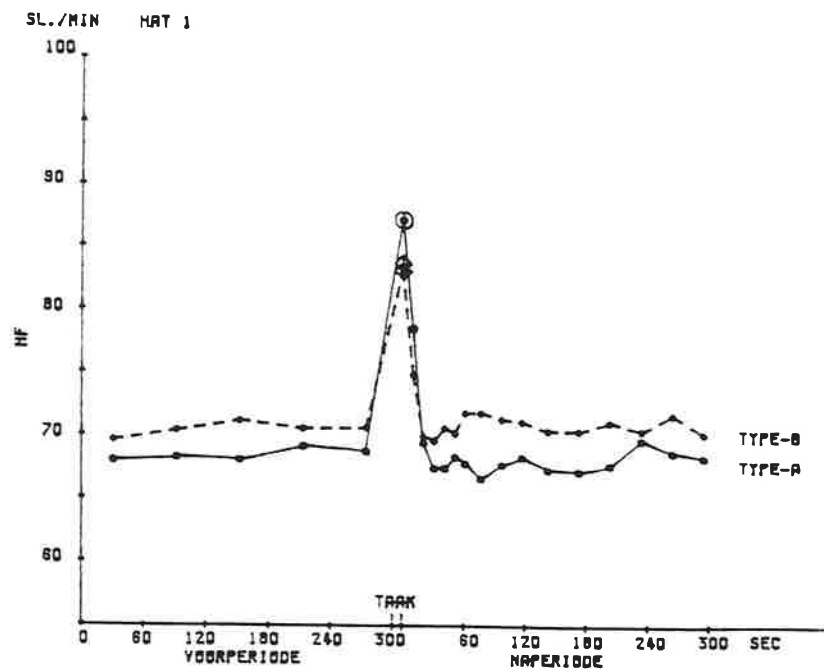
Figuur 31a. Hartslagvariabiliteit (SDDR) vóór, tijdens (nauwe grenzen) en nà de handknijptaak, per persoonlijkheidstype, tijdens de eerste meting



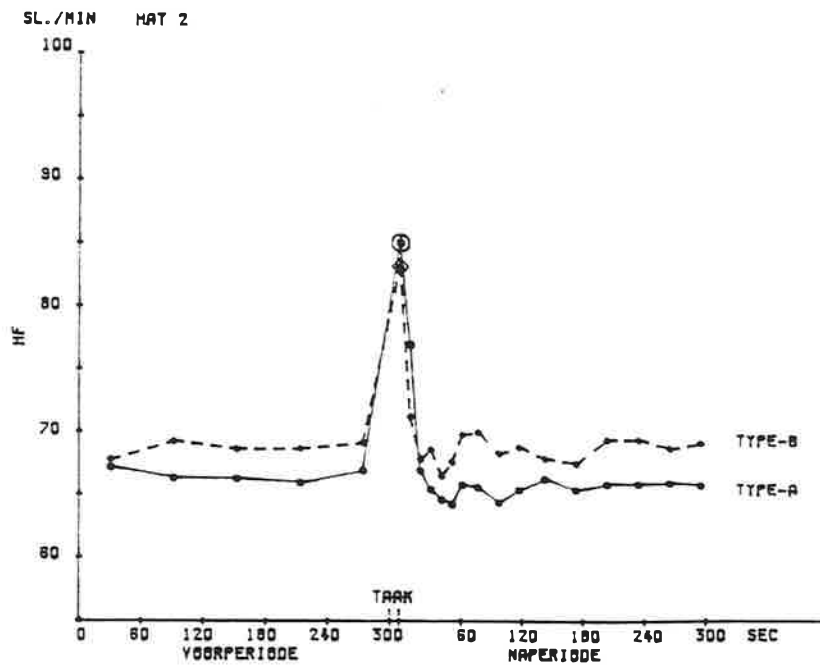
Figuur 31b. Hartslagvariabiliteit (SDDR) vóór, tijdens (nauwe grenzen) en nà de handknijptaak, per persoonlijkheidstype, tijdens de tweede meting



Figuur 32a. Hartfrequentie vóór, tijdens (nauwe grenzen) en nà de handknijptaak, per persoonlijkheidstype, tijdens de eerste meting



Figuur 32b. Hartfrequentie vóór, tijdens (nauwe grenzen) en nà de handknijptaak, per persoonlijkheidstype, tijdens de tweede meting



sterkere afname van de variabiliteit onder invloed van de taak voor de type A-proefpersonen vergeleken met de type B-proefpersonen (zie figuur 31a en 31b). De significante interactie voor de hartfrequentie ($p < .05$) is, zoals uit figuur 32a en 32b blijkt, het gevolg van de sterkere stijging van de hartfrequentie voor de type A-proefpersonen.

Wat het herstel na de taak betreft, werd een significante interactie van persoonlijkheidstype met herstel gevonden voor eveneens de variabelen SDDR en HF. De hartslagvariabiliteitstoename na de taak ($p < .05$) vertoont weer het spiegelbeeld van de afname tijdens de taak en vertoont de sterkste stijging voor de type A-proefpersonen. Ook de grotere afname van het aantal hartslagen per minuut na de taak ($p < .01$) voor de type A-proefpersonen is weer het spiegelbeeld van de grotere toename in hartfrequentie die deze proefpersonen te zien hebben gegeven tijdens de respons (figuur 32a en 32b).

De hartfrequentie tijdens de naperiode is gelijk aan die tijdens de voorperiode. Voor de variabele SDRR geldt echter, dat de variabiliteit in de periode na de taak groter is dan in de periode ervoor ($p < .001$).

Samenvatting

De type-A proefpersonen vertonen een sterkere respons en een sterker herstel voor de variabelen hartslagvariabiliteit en hartfrequentie.

7.5.4 De rekentaak (RET)

Wat de totale meetperiode betreft, werd voor geen enkele variabele een verschil tussen de type A- en de type B-proefpersonen gevonden.

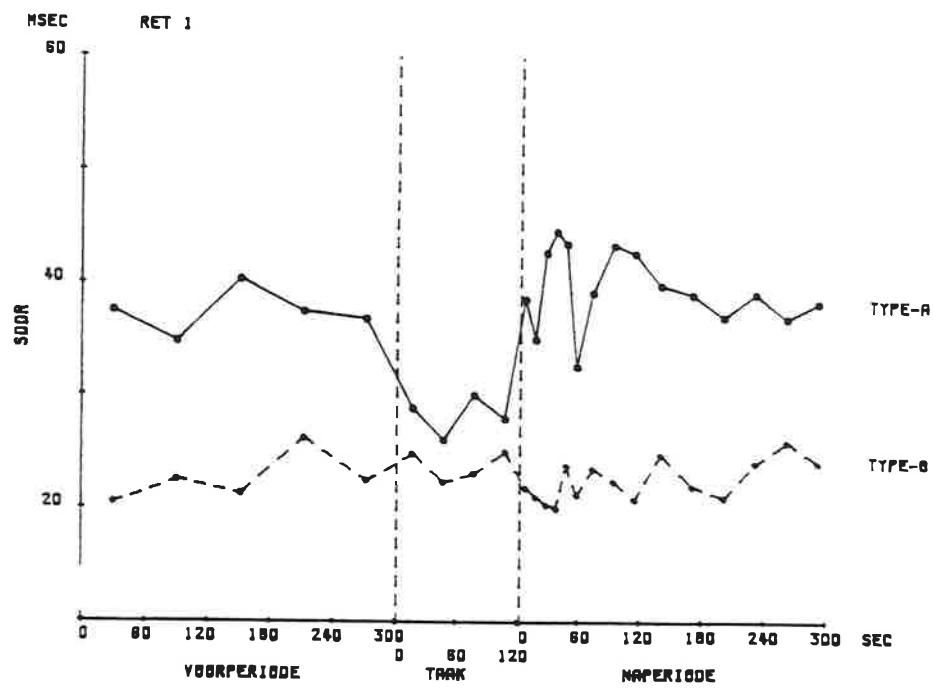
Wat het effect van de taak betreft, werd een significante interac-

tie van persoonlijkheidstype met de respons op de taak gevonden voor de variabelen SDDR en AF. Wat de hartslagvariabiliteit betreft, is het effect ($p < .05$) het gevolg van een geringe stijging van de variabiliteit tijdens de taak voor de B-type groep en een volgens verwachting optredende afname in variabiliteit voor de A-type groep (figuur 33a en 33b). Voor de ademhalingsfrequentie is de gevonden interactie ($p < .05$ ten opzichte van de complete voorperiode en $p < .01$ ten opzichte van de laatste minuut voor de taak), zoals getoond wordt in figuur 34a en 34b, het gevolg van een sterkere stijging in het aantal ademhalingen per minuut tijdens de taak voor de type A-proefpersonen.

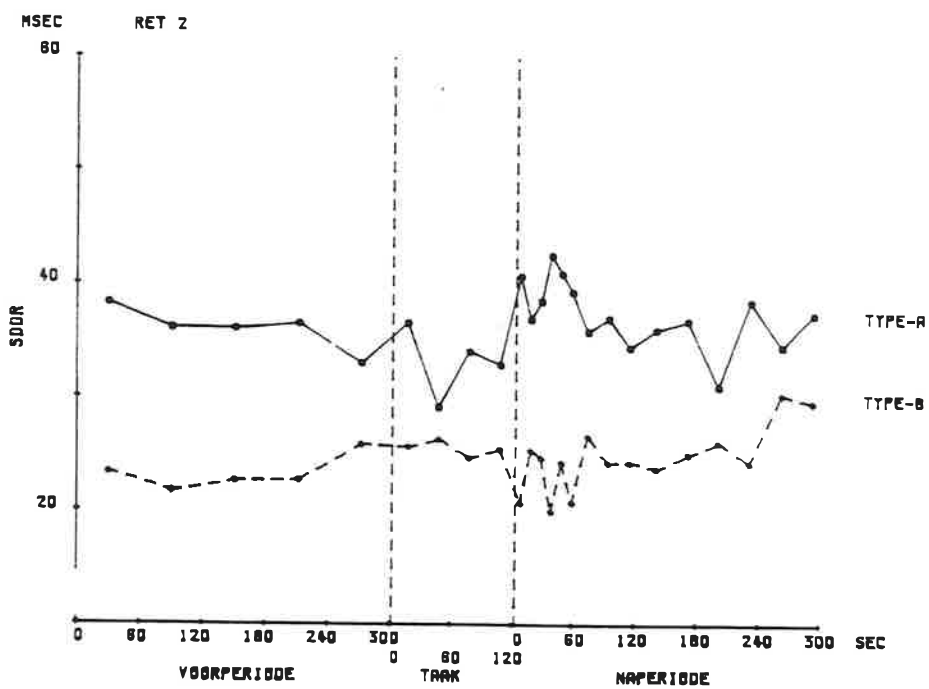
Wat het herstel na de taak betreft, werd een significante interactie van persoonlijkheidstype met herstel gevonden voor eveneens de variabelen SDDR en AF en ten opzichte van de eerst 10 seconden na de taak tevens voor de PWTT. Voor de hartslagvariabiliteit en voor de ademhalingsfrequentie vertoonde het herstel weer het spiegelbeeld van de respons met een grotere toegenomen variabiliteit van de hartslag ($p < .05$) en een sterkere daling van de ademhalingsfrequentie ($p < .05$ naar de totale naperiode en $p < .01$ naar de eerste minuut na de taak) voor de type A-proefpersonen. Zoals uit figuur 35 blijkt, wordt het effect voor de PWTT ($p < .05$ voor de eerste minuut van de taak) veroorzaakt, doordat de type B-groep naar de eerste minuut zelfs een lichte daling vertoont en pas later in de naperiode gaat stijgen, terwijl de type A-groep een sterke stijging van de PWTT te zien geeft. Het lijkt erop, alsof voor deze laatste groep proefpersonen het effect van de taak op de spanningstoestand van de vaatwand zich eerst manifesteert, nadat de taak zelf al voorbij is.

Wat het verschil tussen de voorperiode en de naperiode betreft, is er alleen een verschil in hartfrequentie ($p < .05$) in het geval laatste minuut voor de taak versus eerste minuut na de taak. Dit verschil wordt veroorzaakt door een lagere hartfrequentie in de eerste minuut na de taak.

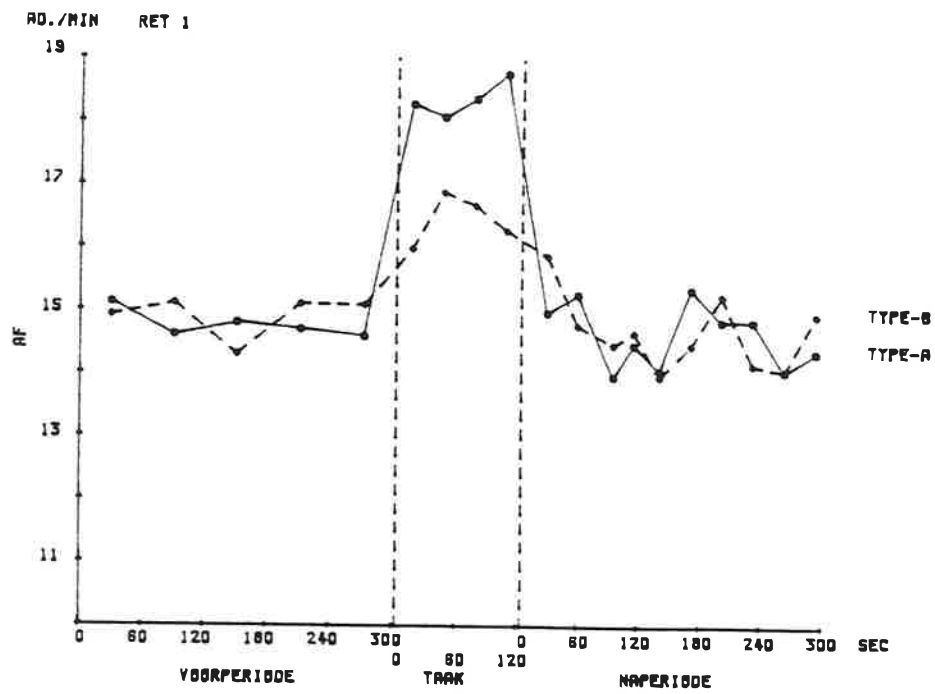
Figuur 33a. Hartslagvariabiliteit (SDDR) vóór, tijdens en na de rekentaak, per persoonlijkheidstype, tijdens de eerste meting



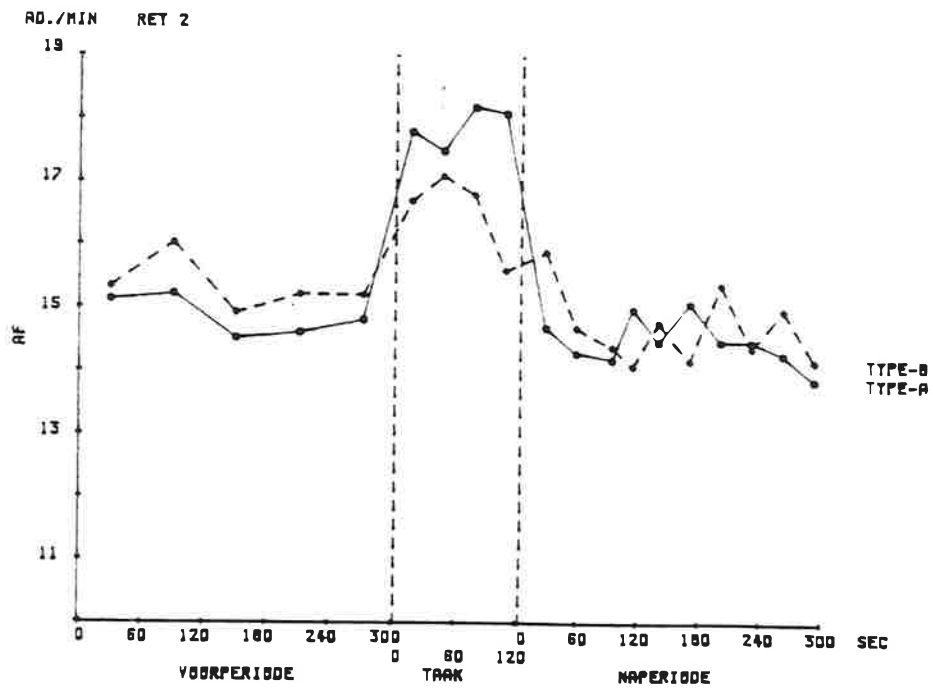
Figuur 33b. Hartslagvariabiliteit (SDDR) vóór, tijdens en na de rekentaak, per persoonlijkheidstype, tijdens de tweede meting



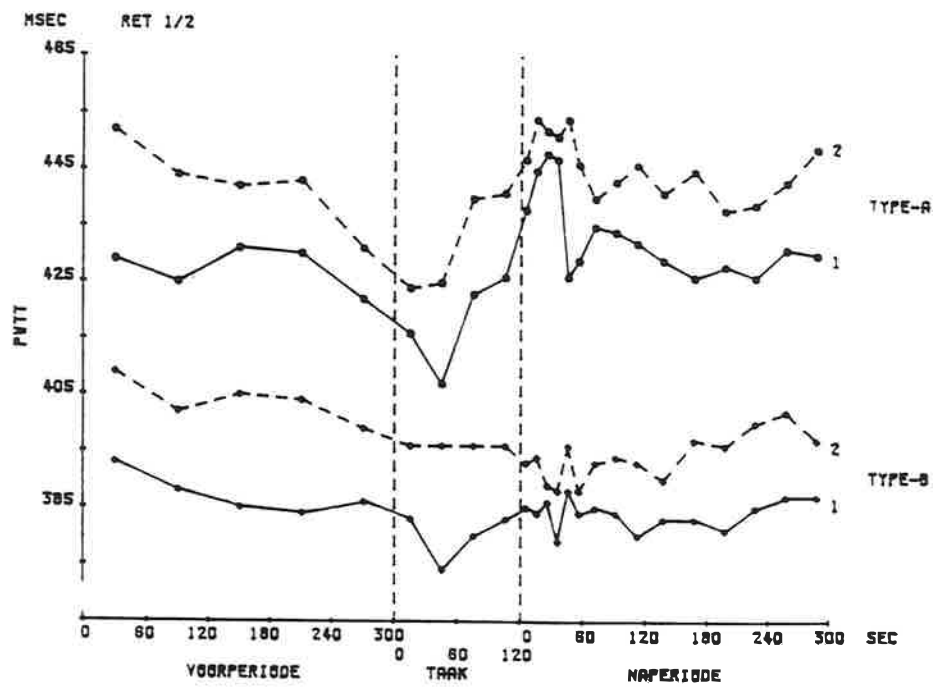
Figuur 34a. Ademhalingsfrequentie vóór, tijdens en na de rekentaak, per persoonlijkheidstype, tijdens de eerste meting



Figuur 34b. Ademhalingsfrequentie vóór, tijdens en na de rekentaak, per persoonlijkheidstype, tijdens de tweede meting



Figuur 35. Polsgolftransmissietijd vóór, tijdens en na de rekentaak, per persoonlijkheidstype, tijdens de eerste en de tweede meting



Samenvatting

De veranderingen in ademhalingsfrequentie en hartslagvariabiliteit zijn weer het grootste voor de type-A proefpersonen. Alleen wat de sterkte van het herstel betreft, is er bovendien voor de type-A proefpersonen een groter effect voor de PWTT.

7.5.5 De geheugentaak (GET)

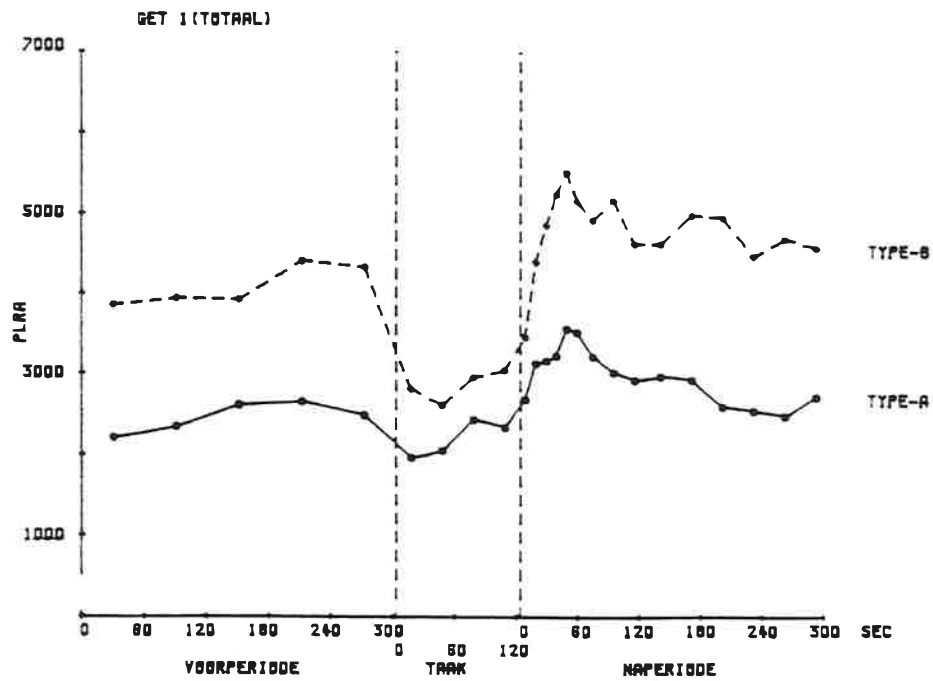
Wat de totale meetperiode betreft, werd weer alleen een verschil tussen de twee persoonlijkheidstypen gevonden voor de SDRR en wel voor het gedeelte taak en naperiode. Het verschil ($p < .05$) bestond uit een grotere variabiliteit in de hartslag voor de type-A proefpersonen.

Wat het effect na de taak betreft, werd slechts een significante interactie van persoonlijkheidstype met de respons gevonden voor de amplitudo van het plethysmogram. Dit effect, dat zich bij alle drie de taakcondities voordeed ($p < .05$) was het gevolg van een sterkere daling van de plethysmogram-amplitudo voor de type-B proefpersonen (figuur 36a en 36b).

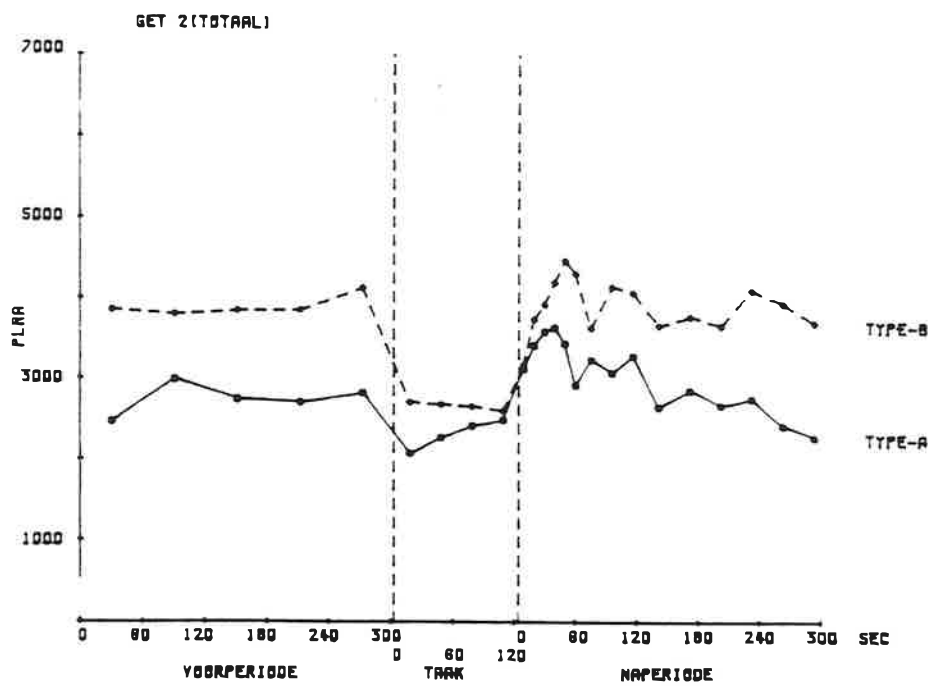
Wat het herstel na de taak betreft, werd een significante interactie van persoonlijkheidstype met herstel gevonden voor de variabelen SDRR, SDDR en PLRA. Voor de beide variabiliteitsmaten ($p < .05$) was dit het gevolg van een sterkere stijging van de variabiliteit van de hartslag na de taak voor de type-A proefpersonen. Voor het plethysmogram was het effect ($p < .05$) het spiegelbeeld van de respons en gaven de B-type proefpersonen een sterkere stijging na de taak te zien in amplitudo dan de type-A proefpersonen (figuur 36a en 36b).

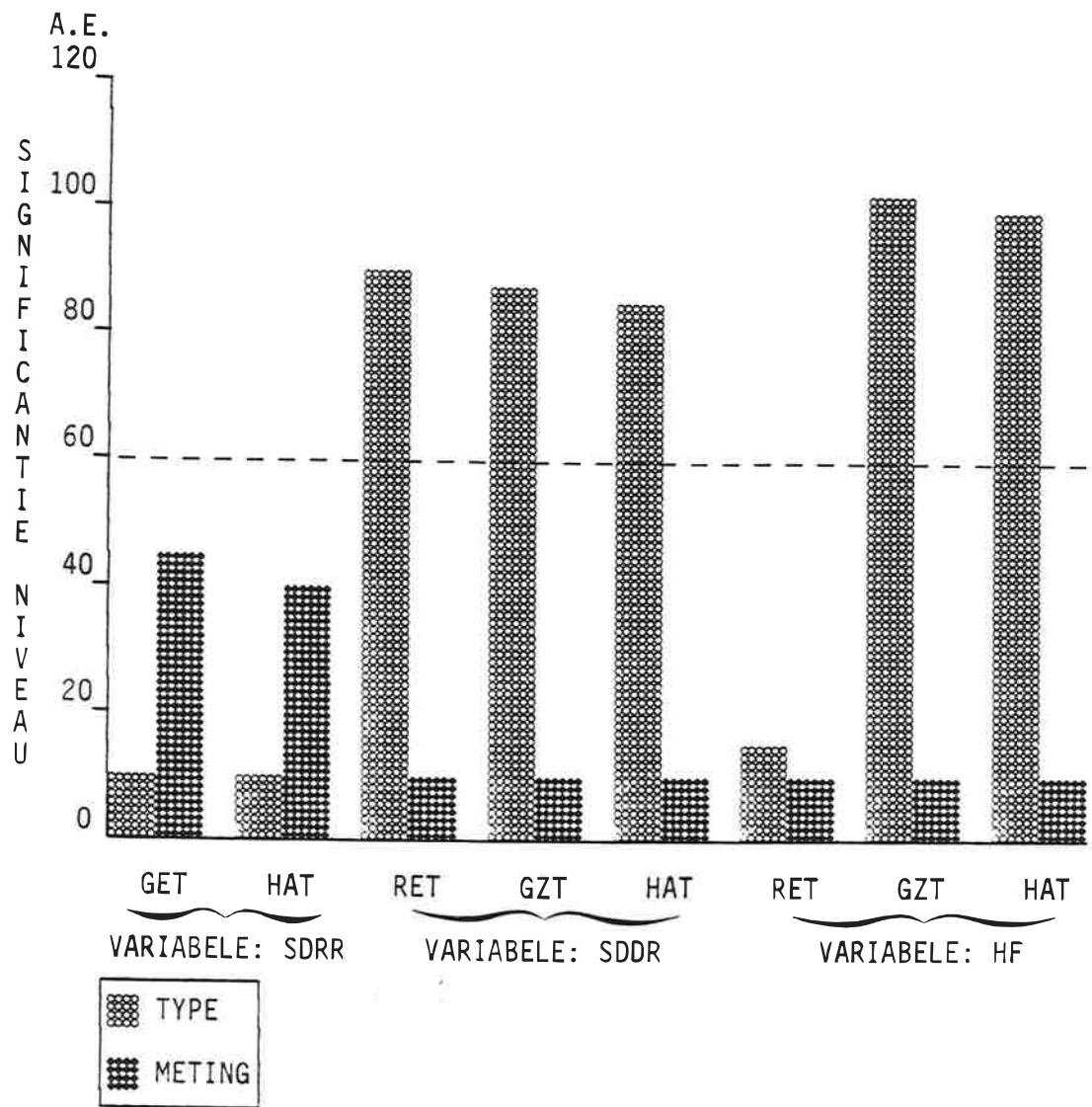
Wat het verschil tussen voorperiode en naperiode betreft, was er alleen van de laatste minuut vóór naar de eerste minuut na de taak een duidelijke ($p < .001$) daling van de hartfrequentie.

Figuur 36a. Plethysmogram amplitudo vóór, tijdens (gedurende de hele taak) en na de geheugentaak, per persoonlijkheidstype, tijdens de eerste meting

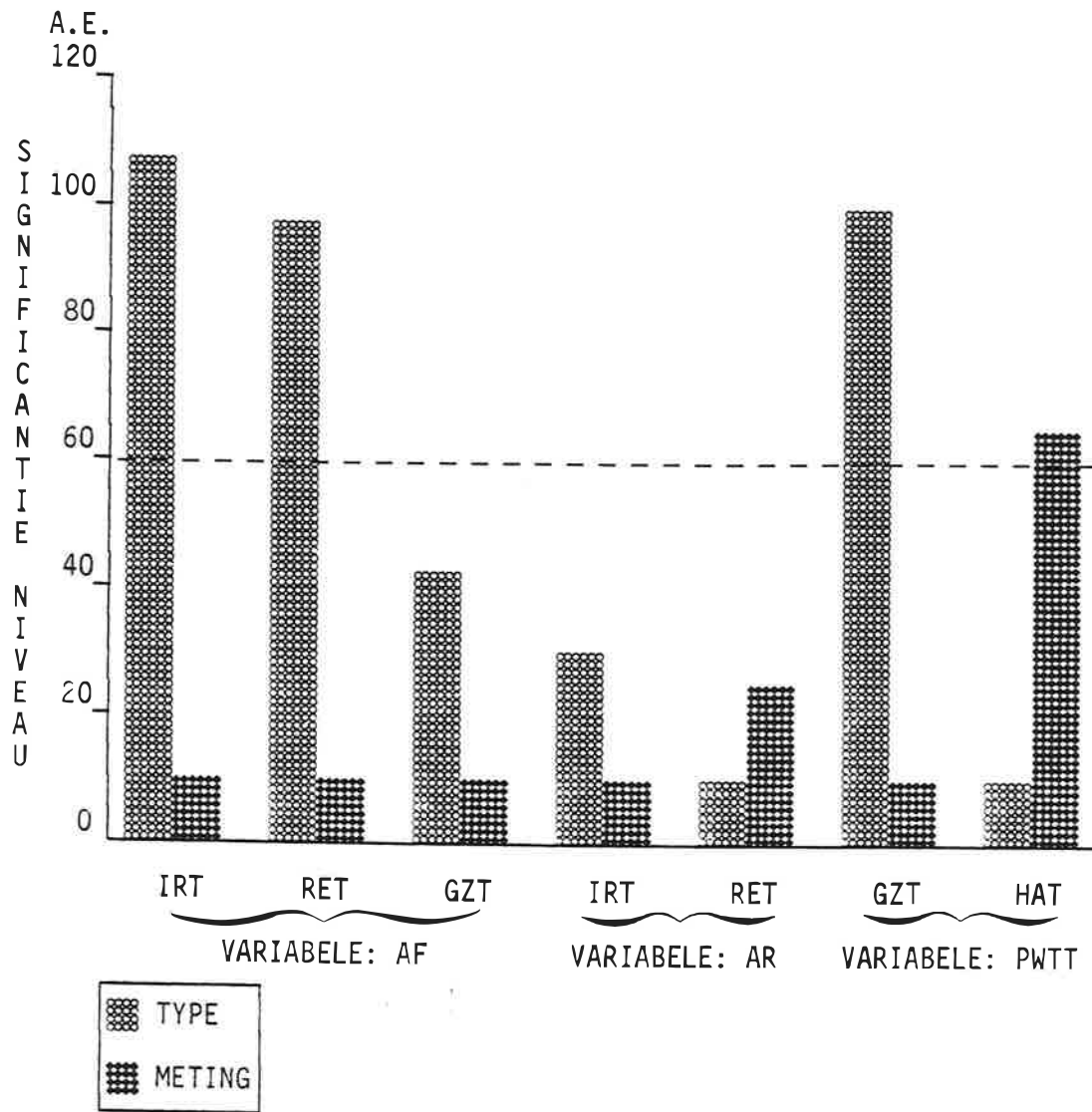


Figuur 36b. Plethysmogram amplitudo vóór, tijdens (gedurende de hele taak) en na de geheugentaak, per persoonlijkheidstype, tijdens de tweede meting





Figuur 37. De relatie tussen de grootte van de fysiologische respons op een taak en de factoren persoonlijkheidstype (A/B) en meting, vergeleken voor verschillende taken, met betrekking tot de hartslagvariabiliteit (SDDR en SDDR) en de hartfrequentie (HF). Aangegeven is het significantieniveau van de interactiecomponent op basis van een variantie-analyse, uitgedrukt in arbitraire eenheden. Het 5% niveau ligt bij 60, het niveau $p \geq .10$ ligt bij 10 en het niveau $p \leq .001$ ligt bij 110.



Figuur 38. De relatie tussen de grootte van de fysiologische respons op een taak en de factoren persoonlijkheidstype (A/B) en meting, vergeleken voor verschillende taken, met betrekking tot de ademhalingsfrequentie (AF), de in/uit ratio van de ademhaling (AR) en de polsgolftransmissietijd (PWTT). Aangegeven is het significantieniveau van de interactiecomponent op basis van een variantie-analyse, uitgedrukt in arbitraire eenheden. Het 5% niveau ligt bij 60, het niveau $p \geq .10$ ligt bij 10 en het niveau $p \leq .001$ ligt bij 110.

Samenvatting

De hartslagvariabiliteit vertoont in beide richtingen het grootste effect voor de type-A proefpersonen. Uitsluitend voor de amplitudo van het plethysmogram zien wij, in dit geval, dat zowel de respons als het herstel het sterkst zijn voor de type-B proefpersonen.

7.5.6 Samenvatting van de resultaten en conclusies met betrekking tot de variabele PERSOONLIJKHEIDSTYPE

Wij moeten constateren, dat de variabele persoonlijkheidstype inderdaad invloed heeft op de grootte van de respons en de mate van het herstel. Dit verschil hield in, dat bij alle taken voor nageenough alle fysiologische variabelen de reactiviteit en de herstelbaarheid het grootst was bij de type-A proefpersonen. Wanneer wij dit resultaat in verband brengen met de eveneens gevonden grotere reactiviteit bij de jongere proefpersonen, dan komen wij tot een belangrijke conclusie:

Weliswaar hebben wij in dit onderzoek het reeds uit de literatuur bekende verschijnsel kunnen bevestigen, dat type-A proefpersonen een grotere reactiviteit bezitten, maar wij kunnen er niet de consequentie aan verbinden, dat dit ook betekent, dat type-A proefpersonen een risicogroep vormen met betrekking tot de invloed van stress.

Immers dat zou in strijd zijn met het door ons gevonden verband met leeftijd. Het lijkt in dit verband interessant om eens na te gaan hoe sterk de aanwijzingen uit de literatuur nu eigenlijk zijn voor het verband tussen A-type en het optreden van pathologie. Daarbij dient zeker ook recente publicaties te worden betrokken (Ruberman, Weinblatt e.a., 1984; Wadden, Anderton e.a., 1983; Case, Heller e.a., 1983), waarin geen verband werd gevonden tussen A/B-typologie en de kans op het krijgen van een hartinfarct noch op de ontwikkeling van psychopathologie.

Wat de vergelijking tussen de taken betreft, zien wij weer dat dit per taak en per fysiologische variabele tot een ander resultaat kan leiden. De HAT en de GZT vertonen beide een sterk effect wat de respons betreft zowel bij de hartfrequentie als bij de hartslagvariabiliteit volgens de score SDDR (figuur 37). Bij variabiliteit gemeten als standaarddeviatie (SDRR) is daarentegen geen sprake van een effect. Dit wijst op een belangrijke rol van de grootte van de verschillen tussen opeenvolgende RR-intervallen. Ook de RET toont een duidelijk verschil bij de SDDR (figuur 37) evenals bij de ademhalingsfrequentie (figuur 38). De IRT echter geeft alleen bij de ademhalingsfrequentie een (sterk) effect te zien (figuur 38). Tenslotte blijkt de GZT de enige van de onderzochte taken waarvan de respons wordt beïnvloed door de interactie met persoonlijkheidstype bij de polsgolftransmissietijd (figuur 38).

8. DISCUSSIE EN ALGEMENE CONCLUSIES

Wij kunnen constateren, dat alle taken een effect te zien hebben gegeven op tenminste één van de gehanteerde fysiologische parameters. Van de andere kant zijn alle in dit onderzoek gebruikte fysiologische variabelen op significante wijze beïnvloed door tenminste één van de taken. Deze uitspraken gelden niet alleen voor het rechtstreekse effect van de taak op de fysiologische variabelen, maar ook voor de interactie van dit effect met de factor leeftijd. In een groot aantal gevallen is er ook een significante interactie gevonden met de factor herhaalde meting en met persoonlijkheidstype.

Wij kunnen ons nu afvragen in hoeverre de in dit onderzoek gevonden resultaten in overeenstemming zijn met het in § 3 gepresenteerde stress-model in samenhang met het gebruik van een standaardstimulus.

Allereerst blijkt het soms mogelijk om ook zonder taak vast te stellen, dat er sprake is van een verschil in toestand tussen verschillende categorieën proefpersonen, omdat de uitgangswaarde van de fysiologische variabele (de door het regelsysteem geproduceerde waarde) al lijkt te verschillen. Maar veel vaker zien wij, dat daar waar geen verschil in uitgangswaarde bestond er wél een significant verschil zichtbaar wordt in de grootte of de richting van de respons en van het herstel. Hieruit blijkt, dat er dus wel degelijk verschillen bestaan tussen de onderzochte categorieën proefpersonen, wat de toestand van het organisme betreft. In die zin, dat zij mogelijk verschillen in het "set-point" van hun regelsysteem of in de werking van de desbetreffende meetorganen (bijvoorbeeld baro-receptoren, CO_2 -sensors en dergelijke). Juist deze verschillen zijn natuurlijk van groot belang enerzijds als indicatie van de wijze, waarop proefpersonen trachten te voldoen aan de eisen van de omgeving, anderzijds vanwege de mogelijke nadelige gevolgen van die inspanning op langere termijn.

Een andere aanwijzing vanuit dit onderzoek voor door de taakaanbieding geprovoceerde veranderingen in het regelmechanisme vormt het vooral bij de hartfrequentie en de polsgolftransmissietijd gevonden "overshoot" effect in de richting van een extreem "ontspannen" waarde direct na de taak. Dit kan immers waarschijnlijk het beste verklaard worden als een na de abrupte beëindiging van de taak nog korte tijd doorgaan van bestaande dempende invloeden, terwijl de door de taak opgeroepen activerende invloeden al zijn weggevallen. Kennelijk duurt het enige tijd, voordat een nieuw evenwicht is gevonden tussen de exciterende en de inhibiërende processen in het regelsysteem. Het verdient aanbeveling om na te gaan in hoeverre de aard en de mate van deze "overshoot" van belang kunnen zijn voor individuele verschillen in reageren op stress.

Een ander aspect wat een nadere analyse verdient is de regelmatig gevonden verandering in het ademhalingspatroon, zoals naar voren komt uit verschillen tussen verschillende categorieën proefpersonen in de verhouding tussen de inademingstijd en de uitademingstijd. Hierbij wordt vooral gedacht aan een mogelijke relatie met de door de onderzoekers van het IZF/SOPS gevonden resultaten met betrekking tot hyperventilatie.

Wat de vraagstellingen van dit onderzoek betreft, kunnen wij concluderen, dat er verschillen bestaan tussen de onderscheiden leeftijdscategorieën in de mate, waarin zij een respons en een herstel vertonen onder invloed van een taak. Het verschil is zodanig, dat zowel de respons als het herstel groter zijn naarmate de gemiddelde leeftijd lager is. Kort samengevat kunnen wij concluderen:

Jongere proefpersonen zijn reactiever.

Verder is er een algemene tendens naar een meer ontspannen fysiologische toestand en soms naar een kleinere reactiviteit tijdens de tweede meetperiode. De aard van de verandering heeft bovendien de neiging om wat stabielere te worden.

Wat het onderscheid in persoonlijkheidstype betreft, vinden wij in

bijna alle gevallen een grotere respons en een eveneens groter herstel voor de type-A proefpersonen. Wij kunnen dus kort samenvat concluderen:

Type-A proefpersonen zijn reactiever.

Wanneer wij nu onze resultaten met betrekking tot leeftijd en met betrekking tot persoonlijkheidstype met elkaar in verband brengen, dan blijkt, dat deze weliswaar een bevestiging vormen van de ook door andere onderzoekers gevonden grotere reactiviteit van mensen met een uitgesproken type-A persoonlijkheid, maar dat dit gezien vanuit onze resultaten geenszins geïnterpreteerd mag worden in termen van een gezondheidsrisico voor dit persoonlijkheidstype. Eerder lijkt het tegendeel het geval. Temeer daar ook de type-A proefpersonen een volledig herstel vertoonden.

De resultaten van dit onderzoek maken het noodzakelijk om bij het meten van stress in een, al of niet gesimuleerde, stressvolle werksituatie goed rekening te houden, zowel met verschillen in leeftijd als met verschillen in persoonlijkheidstype.

Verder verdient het aanbeveling om de eigenlijke stress-meting tenminste één maal te herhalen. Wat de aard van de in een praktijksituatie te verwachten verschillen voor de drie genoemde factoren betreft, kan echter op basis van de resultaten van dit onderzoek nog geen verantwoorde uitspraak worden gedaan. Daarvoor dient eerst te worden vastgesteld, welk interactie er optreedt tussen de factoren leeftijd, herhaalde meting en persoonlijkheidstype enerzijds en een stress-volle werksituatie anderzijds. Ook wat een eventuele keuze uit de in dit onderzoek toegepaste taken betreft kan op grond van de nu verkregen resultaten nog geen conclusie worden getrokken. Hoewel gebleken is dat de taken sterk kunnen verschillen in de mate en de aard van de teweeggebrachte fysiologische effecten ontbreekt immers het voor een keuze noodzakelijke criterium: Welke taak is het beste in staat om, gebruikt als standaardstimulus, te differentiëren tussen individuen of groepen waarbij al of niet sprake is van (beroepsmatige) stress?

Wat de consequenties voor het onderzoek in fase II betreft:

Allereerst zal met vrucht gebruik gemaakt kunnen worden van de in de loop van fase I uitgevoerde aanpassingen van de apparatuur die het mogelijk maken om 'on line' de benodigde taakgegevens en fysiologische gegevens digitaal vast te leggen en voor te bereiden voor computerverwerking.

Dit geldt ook voor de in fase I ontwikkelde software waarin data-acquisitie, artefactenbehandeling, datareductie, scoring en statistische analyse een zodanige vorm hebben gekregen dat dit pakket, met waarschijnlijk slechts geringe aanpassingen, ook op het in fase II geplande onderzoek kan worden toegepast.

In het fase II onderzoek wordt de vraag gesteld "of de fysiologische respons en het herstel na toediening van een standaard-stimulus informatie oplevert over het effect van een gesimuleerde werkdag" (§ 4). Hier zal dus onderzocht worden hoe valide de ontwikkelde methode is, waarbij het te verwachten belastende effect van één werkdag als criterium gehanteerd wordt.

In het licht van de discussie aan het begin van deze paragraaf is het nu een belangrijke vraag of wij een toename of een afname in reactiviteit kunnen verwachten als gevolg van gesimuleerde werkdagstress. Uit de analyse van de resultaten met betrekking tot de in het gerapporteerde onderzoek voorkomende factor leeftijd is gebleken, dat bij de richting van deze eventuele verandering de leeftijd een belangrijke rol speelt. Er zal dus met proefpersonen in meerdere leeftijdsgroepen gewerkt dienen te worden, waarbij, indien mogelijk, een continuum wat betreft de factor leeftijd zou moeten worden nagestreefd.

Ook zou er, gezien de resultaten uit deze fase I, in een valideringsonderzoek, weer een herhaling van de metingen (in dit geval op een tweede dag) moeten plaatsvinden.

Wat de factor A/B-typologie betreft, zou er naar gestreefd moeten worden om zoveel als mogelijk is de leeftijdsgroepen samen te stellen na ge"matched" te zijn voor persoonlijkheidstype.

Het lijkt ons niet verantwoord om op grond van de hier gepresenteerde resultaten al gerichte hypothesen naar voren te brengen met betrekking tot het fase II onderzoek. Een belangrijk onopgelost probleem is immers nog in hoeverre interactie zal optreden tussen de nu onderzochte factoren (leeftijd, herhaalde metingen en persoonlijkheidstype) en het optreden van (kortdurende) stress.

Wel kunnen we vaststellen, dat het zeer gewenst lijkt om samen met de onderzoekers van het IZF/TNO en de SOPS op basis van het nu door beide groepen afgeronde en gerapporteerde onderzoek, al in de loop van fase II een begin te maken met het zoeken naar een mogelijkheid om verschillen in reactiviteit en "herstelbaarheid" tussen proefpersonen te relateren aan eventuele verschillen in gezondheid of in kansen op schadelijke effecten ten gevolge van stress. Anders geformuleerd:

Welke door een standaard-stimulus geprovoceerde veranderingen vormen een aanwijzing voor het behoren tot een risicogroep?

Bij een dergelijk onderzoek kan een belangrijke rol gespeeld worden door die variabelen die betrekking hebben op bloeddruk en bloeddrukregulatie, op ademhalingspatronen en hyperventilatie en op de toestand van de vaatwand.

LITERATUUR

- ASTRAND, J. & K. RODAHL. Textbook of work physiology. New York, McGraw-Hill, 1978.
- BAUMANN, R., H. ZIPRIAN, W. GODICKE et al. The influence of acute psychic stress situation on biochemical and vegetative parameters of essential hypertensives at the early stage of the disease. *Psychother.Psychosom.* 22 (1973) 131-40.
- BOWERS, K. Situationism in psychology; an analysis and critique. *Psychol.Rev.* 80 (1973) 307-36.
- BROADBENT, D.E. Decision and stress. London/New York, Academic Press, 1971.
- BROD, J., V. FENCL, A. HIGL & J. KIRKA. Circulatory change underlying blood pressure elevation during acute emotional (mental arithmetic) stress in normotensive and hypertensive subjects. *Clinic.Sci.* 18 (1959) 269-78.
- BROUHA, L. Physiology in Industry. Oxford, Pergamon Press, 1960.
- CAMERON, C. Fatigue problems in modern industry. *Ergonomics* 14 (1971) 713-20.
- CAMERON, C. A theory of fatigue. *Ergonomics* 16 (1973) 633-48.
- CAPLAN, R.D., S. COBB, J.R.P. FRENCH et al. Job demands and worker health. Washington D.C., NIOSH Res.Rep., 1975.
- CASE, R.B., S.S. HELLER, E. SHAMAI et al. Type A behavior and survival after myocardial infarction. *Circulation* 68 (1983) suppl. 3. (abstract)
- CASSEL, J. Social science in epidemiology; psychosocial processes and 'stress': Theoretical formulation. *Int.J.Hlth Serv.* 4 (1974) 537-49.
- CHAPANIS, A. The relevance of laboratory studies to practical situations. *Ergonomics* 5 (1967) 557-77.
- CHRISTIE, M.J. & J.L. TODD. Experimenter-subject-situational interactions. In: P.H. Venables & M.J. Christie (eds). *Research in psychophysiology*. London, Wiley, 1976.
- COBB, S. & R. ROSE. Hypertension, peptic ulcer and diabetes in air traffic controllers. *J.Amer.Med.Ass.* 224 (1973) 489-92.

- COFER, C.N. & M.H. APPLEY. Motivation: Theory and research. New York, Wiley, 1964.
- COHEN, F. Personality, stress, and the development of physical illness. In: G.C. Stone, F. Cohen & N.E. Adler (eds). Health Psychology; a handbook. San Francisco, Jossey-Bass, 1979. Pp 77-111.
- COLES, M.G.H. & C.C DUNCAN-JOHNSON. Cardiac activity and information processing: the effects of stimulus significance and detection and response requirements. J.exper.Psychol. 1 (1975) 418-28.
- COLQUHOUN, W.P. Accidents, injuries and shift work. In: Shift work and health. US.Govt.Printing Office, HEW publ.no. (NIOSH) 76, (1976) 203-31.
- COOL, J.C. , T.J. SCHIJFF & T.J. VIERSMA. Regeltechniek. Amsterdam, Agon Elsevier, 1969.
- COOPER, C.L. & R. PAYNE (eds). Stress at work. Chichester etc., Wiley, 1978.
- COX, T. Stress. London, McMillan Press, 1978.
- COX, T. & C. MACKAY. Introductory remarks: Occupational stress and the quality of working life. In: C. Mackay & T. Cox (eds). Response to stress. Guildford, Surrey, IPC sci.technol.press, 1979. Pp 1255.
- DEMBROSKI, T.M., J.M. McDOUGALL, J.M. SHIELDS et al. Components of the type A coronary-prone behavior pattern and cardiovascular responses to psychomotor performance challenge. J.Behav.Med. 1 (1978) 159-76.
- DIRKEN, J.M. Arbeid en stress; het vaststellen van aanpassingsproblemen in werksituaties. Groningen, Wolters, 1967.
- DIJKHUIZEN, N. VAN. From stressors to strains; research into their interrelationships. Lisse, Swets & Zeitlinger, 1980.
- DIJKMAN, R.A., W.G. REESE, C.R. GALBRECHT & P.J. THOMASSON. Psychophysiological reactions to novel stimuli: Measurement, adaptation and relationship of psychological and physiological variables in normal human. Ann.New York Acad.Sci. 79 (1959) 43-107.
- DIJKSTRA, A., M. V.D. GRINTEN, M. SCHLATMANN & R. DE WINTER. Functioneren in de arbeidssituatie. Leiden, NIPG/TNO, 1981.

- DIJKSTRA, A., M. VAN DER GRINTEN, M.J.Th. SCHLATMANN & C.R. DE WINTER. Maatwerk: over werknemers en hun werksituatie. Utrecht/Antwerpen, Het Spectrum, 1983.
- EKKERS, C.L. & A.F. SANDERS. Stress in de arbeidssituatie. Leiden, NIPG/TNO, 1985.
- FALKNER, B., G. ONESTI, E.T. ANGELAKOS et al. Cardiovascular response to mental stress in normal adolescents with hypertensive parents. Hypertension 1 (1979) 23-30.
- FLEMING, R., A. BAUM & J.E. SINGER. Toward an integrative approach to the study of stress. J.Personal.soc.Psychol. 46 (1984) 939-49.
- FRANKENHAEUSER, M., B. POST, B. NORDHEDEN & H. SJOBERG. Physiological and subjective reactions to different physical workloads. Stockholm, Psychol.Lab.Univ., 1968 (Rep.nr. 254).
- FRANKENHAEUSER, M. Experimental approaches to the study of human behavior as related to neuro-endocrine functions. In: L. Levi (ed.). Society, stress and disease; London, Univ.Press, 1971. Pp 22-35.
- FRANKENHAEUSER, M. Psychoneuroendocrine approaches to the study of emotion as related to stress and coping. In: H.E. Howe & R.A. Dienstbier (eds). Nebraska symposium of motivation 1978. Lincoln, Univ.Nebraska Press, 1979. Pp 123-61.
- FRANKENHAEUSER, M., U. LUNDBERG & L. FORSMAN. Dissociation between sympathetic-adrenal and pituitary-adrenal responses to an achievement situation characterized by high controllability: comparison between type A and type B male and females. Biol. Psych. 10 (1980) 79-91.
- FRIEDMAN, M. & R.H. ROSENMAN. Type A behavior and your heart. Greenwich, Conn., Fawcett, 1974.
- GRAHAM, F.K. & R.K. CLIFFON. Heart-rate changes as a component of the orienting response. Psychol.Bull. 65 (1965) 305-20.
- GRANDJEAN, E. & K. KOGI. Introductory remarks. In: K. Hashimoto, K. Kogi & E. Grandjean (eds). Methodology in human fatigue assessment. London, Taylor & Francis, 1971. Pp 3-9.
- GROEN, J.J. Psychosocial influences in bronchial asthma. In: L. Levi (ed.). Society, stress and disease; vol.1. London, Univ. Press, 1971. Pp 352-61.

- HAIDER, M. Elektrophysiologische Indikatoren der Aktiviertheit. In: W. Schönplüg (ed.). Methoden der Aktivierungsforschung. Bern, Hans Huber, 1969. Pp 125-51.
- HALE, A.R. & M. HALE. A review of the industrial accident research literature. London: HMSO; Committee on Safety and Health at Work, 1972.
- HEBB, D.O. Drives and the CNS (conceptual nervous system). Psychol.Rev. 62 (1955) 243-5.
- HINKLE, L.E. The concept of "stress" in the biological and social sciences. Sci.Med.Man 1 (1973) 31-48.
- HINKLE, L.E. The concept of "stress" in the biological and social sciences. Int.J.Psychiat.Med. 5 (1974) 335-57.
- HOCKEY, R. (ed.). Stress and fatigue in human performance. Chichester etc., Wiley, 1983.
- HYNDMAN, B.W. Spectral analysis of the cardiac event sequence following mental loading. Automedica 2 (1978) 171-86.
- JOHNSON, L.C. A psychophysiology for all states. Psychophysiol. 6 (1970) 501-16.
- KAHN, L. Some propositions toward a researchable conceptualization of stress. In: J.E. McGrath (ed.). Social and psychological factors of stress. New York, Holt, Rinehart & Winston, 1970. Pp 97-104.
- KAHNEMAN, D. Attention and effort. Englewood Cliffs N.J., Prentice-Hall, 1973.
- KALSBECK, J.W.H. Mentale belasting; theoretische en experimentele exploratie ter ontwikkeling van meetmethoden. Amsterdam, 1967.
- KAMON, E. Physiological basis for the design of work and rest. In: G. Salvendy (ed.). Handbook of industrial engineering. New York, Wiley, 1982. Pp 168-93.
- KASL, S.V. Epidemiological contributions to the study of work stress. In: C.L. Cooper & R.L. Payne (eds). Stress and work. New York, Wiley, 1978. Pp 3-48.
- KUORINKA, I. & O. KORHONEN. Firefighters' reaction to alarm, a ECG and heart rate study. J.Occup.Med. 23 (1981) 762-6.

- LACEY, J.I. Individual differences in somatic response patterns. *J.compar.physiol.Psychol.* 43 (1950) 338-50.
- LACEY, J. Somatic response patterning and stress; some revisions of activation theory. In: M.H. Appley & R. Trumbull (eds). *Psychological stress: issues in research*. New York, Appleton-Century-Crofts, 1967. Pp 14-42.
- LAZARUS, R.S. *Psychological Stress and the coping process*. New York, McGraw Hill, 1966.
- LAZARUS, R.S. *Patterns of adjustment*; 3rd ed. New York, McGraw-Hill, 1976.
- LAZARUS, R.S., J.B. COHEN, S. FOLKMAN et al. Psychological stress and adaptation; some unresolved issues. In: H. Selye (ed.). *Selye's guide to stress research; vol.1*. New York, Van Nostrand Reinhold, 1980. Pp. 90-117.
- LEHMANN, G. Physiological measurements as a basis of work organization in industry. *Ergonomics* 1 (1958) 328-44.
- LEVI, L. Methodological considerations in psychoendocrine research. *Acta med.Scand.* 191 (1972) Suppl. 528; 28-54.
- LEVI, L. Introduction: Psychosocial stimuli, psychophysiological reactions and disease. *Acta med.Scand.* 191 (1972) Suppl. 528; 11-27.
- LEVI, L. Psychological and physiological reactions to a psychomotor performance during prolonged and complex stressor exposure. *Acta med.Scand.* 191 (1972) Suppl. 528; 119-42.
- LYKKEN, D.T. The role of individual differences in psychophysiological research. In: P.H. Venables & M.J. Christie (eds). *Research in psychophysiology*. London, Wiley, 1976. Pp. 164-97.
- MANUCK, S.B., S.A. CRAFT & K.J. GOLD. Coronary-prone behavior pattern, task incentive, and cardiovascular response. *Psychophys.* 15 (1978) 403-11.
- MASON, J.W. A historical view of the stress field. *J.hum.Stress* 1 (1975a) 6-12; 22-36.
- MASON, J.W. Emotion as reflected in patterns of endocrine integration. In: L. Levi (ed.). *Emotions; their parameters and measurement*. New York, Raven Press, 1975(b).

- MCGRATH, J.E. (ed.). Social and psychological factors in stress. New York, Holt, Rinehart & Winston, 1970.
- MCGRATH, J.E. Stress and behavior in organizations. In: M.D. Dunnette (ed.). Handbook of industrial and organizational psychology. Chicago, Rand McNally, 1976. Pp. 1351-96.
- MEIJMAN, T., H. MULDER, F. BOSKER et al. Belastingseffecten en belastbaarheid: een onderzoek naar differentiële psychofysiologische reactiviteit. Gedrag 12 (1984) 60-80.
- MOBLEY, W.H., R.W. GRIFFETH, H.H. HAND & B.M. MEGLINO. Review and conceptual analysis of the employee turnover process. Psychol.Bull. 3 (1979) 493-522.
- MULDER, G. The heart of mental effort: Studies in the cardiovascular psychophysiology of mental work. Diss.RU Groningen, 1980.
- MULDER, G. & L.J.M. MULDER. Information processing and cardiovascular control. Psychophysiol. 18 (1981) 392-402.
- OBRIST, P.A. Cardiovascular psychophysiology; a perspective. New York, Plenum Press, 1981.
- OBRIST, P.A., C.J. GAEFELEIN, E. SHANKS-TELLER et al. The relationship among heart rate, carotid dp/dt and blood pressure in humans as a function of the type of stress. Psychophysiol. 15 (1978) 421-35.
- OPMEER, C.H.J.M. The information content of successive RR-interval times in the ECG; preliminary results using factor analysis and frequency analysis. Ergonomics 16 (1973) 105-12.
- PARKER, D.F & T.A. DECOTIIS. Organizational determinants of job stress. Organ.Behav.hum.Perf. 32 (1983) 160-77.
- POKORNY, M.L.I., C.H.J.M OPMEER & D.H.J. BLOM. Effect of learning, age and type of shift on the performance of a critical instability tracking task (CIT) by busdrivers before their work. In: Proceedings of the first European annual conference on human decision making and manual control. Delft, Univ. Technol., 1981. Pp. 35-44.
- POKORNY, M.L.I., D.H.J. BLOM, P. V. LEEUWEN & C.H.J.M. OPMEER. Ongevallen bij buschauffeurs; een epidemiologische studie. Leiden, NIPG/TNO, 1985.

- PRIBRAM, K.H. & D. MCGUINNESS. Arousal, activation and effort in the control of attention. *Psychol.Rev.* 82 (1975) 116-49.
- ROSENMAN, R.H., R.J. BRAND, C.D. JENKINS et al. Coronary heart disease in the Western Collaborative Group Study; final follow-up experience of 8½ years. *J.Amer.Med.Ass.* 233 (1975) 872-7.
- RUBERMAN, W., E. WEINBLATT, J.D. GOLDBERG & B.S. CHAUDHARY. Psychosocial influences on mortality after myocardial infarction. *N.Engl.J.Med.* 311 (1984) 552-9.
- SANDERS, A.F. Stress, activatie en verrichtingen. *Ned.T.Psychol.* 35 (1980) 185-99.
- SCHONPFLUG, W. Retention und Aktivierung bei zusätzlicher Beanspruchung durch körperliche Tätigkeit. *Z.exp.angew. Psychol.* 11 (1964) 130-54.
- SELYE, H. A syndrome produced by diverse noxious agents. *Nature* 138 (1936) 32.
- SELYE, H. The stress of life. New York, McGraw-Hill, 1956.
- SHARIT, J. & G. SALVENDY. Occupational stress; review and reappraisal. *Hum.Factors* 24 (1982) 129-62.
- SHARPLESS, S. & H. JASPER. Habituation of the arousal reaction. *Brain* 79 (1956) 655-80.
- SINGLETON, W.T. The measurement of man at work with particular reference to arousal. In: W.T. Singleton, J.G. Fox & D. Whitfield (eds). *Measurement of man at work*. London, Taylor & Francis, 1971. Pp. 161-93.
- SMULDERS, P.G.W. Balans van 30 jaar ziekteverzuimonderzoek; de resultaten van 318 studies samengevat. Leiden, NIPG/TNO, 1984.
- SOKOLOV, E.N. Perception and the conditioned reflex. Oxford, Pergamon Press, 1963.
- STAGNER, R. Boredom on the assembly line; age and personality variables. *Industr.Gerontol.* 2 (1975) 23-44.
- STONE, G.C., F. COHEN & N.E. ADLER (eds). *Health Psychology: A Handbook*. Washington DC, Jossey-Bass, 1979.

- VERHAGEN, F.H., C.H.TH. NASS & J.A.M. WINNUBST. Hart en stress; een psychosociale benadering. Deventer, Van Loghum Slaterus, 1982.
- VERRIER, R.L. & B. LOWN. Vagal tone and ventricular vulnerability during psychological stress. Circulation 62 (1980) 176.
- WADDEN, T.A., C.H. ANDERTON, G.D. FOSTER & W. LOVE. The Jenkins Activity Survey; does it measure psychopathology? J.Psycho-som.Res. 27 (1983) 321-5.
- WELFORD, A.T. Stress and performance. Ergonomics 16 (1973) 567-80.
- WELFORD, A.T. Thirty Years of psychological research on age and work. J.occup.Psychol. 49 (1976) 129-38.
- WIJNTJES, C.J.E. & P. GROSSMANN. Stress in de arbeidssituatie; deelproject stress en ademhaling. Soesterberg/Wageningen, IZF/TNO, SOPS, 1985.
- WILLIAMS, R.B., J.D. LANE, C.M. KUHN et al. Type A behavior and elevated physiological and neuroendocrine responses to cognitive tasks. Sci. 218 (1982) 483-5.
- WINER, B.J. Statistical principles in experimental design. New York, McGraw-Hill, 1962.
- WINTER, C.R. DE. Verzuim, uitspraken van werknemers en latere arbeidsongeschiktheid. Leiden, NIPG/TNO, 1983.
- ZWAGA, H.J.G. Psychophysiological reactions to mental tasks; effort or stress. Ergonomics 16 (1973) 61-7.

Bijlage 1. Methodologische en design-technische overwegingen

Een kritische beschouwing van studies, die een kwantitatieve benadering van de "stress"-problematiek als doelstelling hebben, leert, dat er een inconsistentie in de resultaten bestaat (Kasl, 1978). Dat is onder andere terug te voeren op het feit, dat bij het opzetten en uitvoeren van deze projecten onvoldoende rekening gehouden werd met methodologische en design-technische aspecten en eisen van het ("stress"-)onderzoek.

Uitgaande van het S-O-R model betekent dat, dat bij het "stress"-onderzoek aandacht geschonken moet worden aan de nauwkeurige beschrijving van de omgeving respectievelijk de arbeidstaak en taakcondities, rekening houdend met psychologische, sociaal-culturele en somatische eigenschappen van de onderzochte individuen en groepen, en aan het zorgvuldig controleren van de gekozen procedures tijdens het onderzoek en aan het vastleggen en verwerken van de resultaten.

Op de omgeving en het individu betrekking hebbende factoren kunnen globaal in drie categorieën onderverdeeld worden (Pokorny et al., 1984):

1. constante, dan wel gedurende een lange periode relatief weinig veranderlijke factoren. Hierbij kan men denken aan bijvoorbeeld geslacht, genetische en andere fysieke eigenschappen van het individu, zijn persoonlijkheidsstructuur etc. Verder zijn dat bijvoorbeeld ergonomische kwaliteiten van de taak, maatschappelijk-culturele context van het individu en dergelijke;
2. veranderlijke (onstabiele) factoren. Voor het individu zijn van belang bijvoorbeeld leeftijd, algemene gezondheidstoestand en fysieke conditie. Voor de omgeving kunnen factoren als seculaire factoren, (jaren, maanden), circadiane effecten, samenstelling van dieet genoemd worden samen met mogelijke technologische ontwikkelingen en organisatievormen van

het werk;

3. snel en/of onregelmatig veranderende factoren zoals gedrag van anderen, intercurente ziekte, motivatie, weersomstandigheden etc.

Deze onderverdeling kan ook voor de (onderhavige) onderzoekssetting toegepast worden. Men kan constateren, dat van categorie 1 naar categorie 3 gesproken kan worden van een afnemende constantheid van de betreffende factoren en daarmee ook een afnemende mogelijkheid om deze factoren te controleren, respectievelijk als onafhankelijke variabele in een onderzoek te hanteren. Een consequentie hiervan is, dat de betreffende factoren in toenemende mate, onder andere afhankelijk van de lengte van de onderzochte periode, de samenstelling van de onderzochte populatie en de vraagstelling van een studie, een oncontroleerbare variabiliteitsbron zullen vormen.

Vast staat, en dat geldt voor zowel voor de arbeidssituatie als voor het inrichten en uitvoeren van het onderzoek, dat goed rekening gehouden moet worden met deze factoren. Slechts zo is het namelijk mogelijk de responsen van een individu te interpreteren in termen van blootstelling aan bepaalde, mogelijk belastende invloeden van het werk en de werkomgeving enerzijds en als respons op het aanbieden van de standaard-provocatietest anderzijds.

Aan de kant van het individu kunnen de factoren van de eerste en in mindere mate van de tweede categorie opgevat worden als eigenschappen, gedefinieerd als: "persoonlijke hoedanigheden, abstracte onderscheidende kenmerken, onafscheidelijk aan de persoon gebonden". De factoren van de 3e categorie daarentegen zouden aangeduid kunnen worden met de term "attributie", waaronder verstaan wordt: "een karakteristiek of kenmerk, die op een bepaald moment aan een persoon wordt toegekend, dat wel door de situatie opgelegd".

In termen van het interactief "stress"-model betekent dat, dat eventuele chronische effecten van stress onder de tweede categorie

vallen. De meer fasische, kortdurende reacties op een test zijn in de derde categorie onder te brengen. Als men deze, afhankelijke, variabelen van het onderzoek aan het interactief proces tussen het individu en zijn omgeving wil toeschrijven, is een zo nauwkeurig mogelijke beschrijving van individu-gebonden factoren van de eerste en tweede categorie van factoren noodzakelijk. Bij het inrichten van het onderzoek moet het optreden van ongewenste, storende factoren van de derde categorie tegengegaan worden.

Evident is, dat het opsporen van kwetsbare groepen in de werkende populatie slechts door inachtneming van bovengenoemde procedures mogelijk is.

In tegenstelling tot de factoren, die betrekking hebben op individu-gebonden of contextuele variabelen, zijn procedurele factoren meer onderzoeks- en design-technisch georiënteerd. De aantallen metingen per individu, de volgorde en de eigenschappen van aangeboden stimuli of de dieetvoorschriften tijdens de experimenten zijn voorbeelden daarvan. Het voorkomen van mogelijke volgorde-effecten, die als gevolg van een niet zorgvuldig gekozen design van de testprocedures kunnen optreden, het rekening houden met de intra-individuele leereffecten bij het uitvoeren van diverse experimentele taken of de interindividuele effecten van instructies vormen een belangrijke bron van variabiliteit, die de kwaliteit van de resultaten kan beïnvloeden.

Een nadere beschouwing met betrekking tot het onderzoek naar de effecten van "stress" in het algemeen en van de studies, die in een veldsituatie zijn verricht in het bijzonder, leert verder, dat er globaal drie typen design toegepast worden.

1. Cross-sectionele veldstudies, die het effect van diverse situationele en werkgerelateerde kenmerken op het individu onderzoeken.
2. Experimenten, die het effect van belastende versus niet-belastende condities over een relatief kort tijdsbestek in de kaart brengen.

3. Longitudinale studies, die de reacties van de mens op veranderingen in de (arbeids)situatie over een periode van maanden of jaren toeschrijven.

Ieder van deze designs heeft een aantal eigenschappen, die eventueel tot een verlaging van vooral de betrouwbaarheid van de onderzoeksresultaten kan leiden.

Cross-sectionele aanpak bijvoorbeeld lijdt frekwent onder de eenmaligheid van de metingen gezien de grote kans op een foutieve meting van één of meerder variabelen. Dit design is verder gevoelig voor intra- en vooral interindividuele verschillen, die op alle drie eerder genoemde categorieën betrekking hebben. Tevens zijn storende invloeden van niet-onderzoeksrelevante grootheden op de resultaten van belang.

Bij de andere designs, tenminste op het eerste gezicht, spelen deze problemen een minder ernstige rol. Een groter aantal metingen, de mogelijkheid van randomisatie en de "matching" en dergelijke zijn bij deze aanpak, die in de meeste gevallen bij laboratoriumstudies toegepast wordt, goed mogelijk. Hier zijn dat procedurele problemen en onvoldoende kennis over individuele eigenschappen en achtergrondinformaties over de arbeidstaken, die de betrouwbaarheid en de validiteit van de resultaten negatief beïnvloeden.

De laatste twee onderzoeksopzetten hebben bovendien nog te kampen met het generaliseerbaarheidsprobleem. Het is zeer de vraag of metingen van de fysische effecten van aparte stimuli of van werksimulatie experimenten een voorspellende waarde hebben voor effecten van belastende factoren in de arbeidssituatie (Levi, 1972c; Christie & Todd, 1976; Chapanis, 1976). De al genoemde emotionele en motivationele aspecten van de interactie tussen de mens en zijn omgeving zullen daar een cruciale rol kunnen spelen.

Uit het voorgaande kan geconcludeerd worden, dat het verwaarlozen van methodologische en design-technische aspecten van het onderzoek tot verlaging van de kwaliteit van de resultaten leidt. Di-

verse "confounders" aan zowel de individuele, situationele als de procedurele kant van het onderzoek leiden tot verlaging van de betrouwbaarheid, de validiteit en de generaliseerbaarheid van de resultaten. Voor het NIPG/TNO "stress"-onderzoek betekent dat, dat

- a. de arbeidssituatie en arbeidstaken, die als belastend in aanmerking komen, systematisch beschreven moeten worden;
- b. de fysieke en psychologische eigenschappen en de sociaal-culturele achtergrond van de onderzochte populatie op individueel niveau in kaart gebracht moeten worden;
- c. het design zodanig gekozen moet worden, dat een kans op systematische fouten en het introduceren van "confounders" klein gehouden wordt;
- d. procedureel naar inter- en intra-individuele standaardisatie gestreefd wordt;
- e. gestreefd moet worden naar een zodanige meetprocedure, die deze standaardisatie mogelijk maakt, maar ook in een "echte" arbeidssituatie toegepast kan worden.

Met het oog op de vergelijkbaarheid en de repliceerbaarheid van de resultaten is een, zo mogelijk, nauwkeurige beschrijving van de instrumentatie en de procedures van het onderzoek en van de data-verwerking een noodzaak.

Bijlage 2. De door PSYMEN berekende waarden

Na het inlezen van de signalen worden via andere modules van PSY-MEN berekend:

1. tijdstippen van optreden van R-toppen;
2. tijdstippen van optreden en amplitudes van toppen en dalen van het plethysmogram;
3. tijdstippen van optreden van de omslagpunten van het ademhalingssignaal;
4. tijdstippen van optreden en drukwaarden van systolische en diastolische momenten van het bloeddruksignaal;
5. scores van de RET en de GET;
6. maten voor knijpkracht, regelprestatie en persdruk.

Bijlage 3. Psychometrische scores

IRT

Voor de scoring van de IRT wordt gedurende de taakperiode de regelprestatie vastgelegd door de gemiddelde afwijking en standaarddeviatie daarvan te meten en het aantal nuldoorgangen te tellen.

1. (Absolute) signaal van de taak geïntegreerd, waarbij de tijd gecorrigeerd wordt voor de secondes van de resets.
2. Aantal resets.
3. Aantal nuldoorgangen.
4. Standaarddeviatie van de positieve afwijkingen van het nulpunt.
5. Standaarddeviatie van de negatieve afwijkingen van het nulpunt.

RET

1. Van de twaalf opgaven wordt bepaald of
 - a. het antwoord op het plasma-display correct was of niet;
 - b. het gegeven antwoord goed of fout was of niet gegeven werd;
 - c. de responstijd;Het aantal goede, bijna goede en foute responsen en het aantal omissies wordt geteld met eventueel bijbehorende responstijd;
2. Aantal correcte responsen.
3. Aantal responsen die één positie verschilden met de goede respons.
4. Aantal foute responsen plus het aantal omissies.
5. Aantal omissies plus responsen die niet één in positie verschilden met de goede respons.
6. Aantal foute antwoorden.
7. Aantal responsen die niet één positie verschilden met de goede respons.

8. Gemiddelde responstijd.
9. Gemiddelde responstijd bij het geven van een correcte respons.
10. Gemiddelde responstijd bij het geven van een respons, die één in positie verschilt van de correcte respons.
11. Gemiddelde responstijd van de foute antwoorden.
12. Gemiddelde responstijd van antwoorden, die niet één in positie verschilden van het correcte antwoord.

GET

1. Van 6 opgaven worden bepaald:
 - a. de positie van de gegenereerde fout (1 uit 6);
 - b. de positie van de ingedrukte knop (1 uit 6);
 - c. het goed, fout of niet gegeven zijn van de respons;
 - d. de responstijd.Verder als bij de RET.

GZT

Als uitslag van de GZT werden genoteerd:

- a. het aantal goede responsen;
- b. het aantal foute responsen;
- c. het aantal omissies;
- d. de totaalscore, waarin de reactiesnelheid in verwerkt was.

Bijlage 4. Artefacten-controle

Allereerst gelden er harde criteria.

RR-intervallen: moeten altijd tussen de 400 en 2000 msec. liggen.

Plethysmogram: top-top tijd moet altijd tussen 400 en 2000 msec. liggen;

verschil aantal gevonden toppen met aantal R-toppen mag maximaal 3 zijn.

Ademhaling: top-top tijd moet altijd tussen 1.5 en 12.5 seconden liggen.

Vervolgens worden via de Doornbos-test (De Jonge, H. Med. Statistiek (1960) dl. II, 378-80) uitbijters opgespoord. Indien meer dan 25% van de gegevens als uitbijter gekenmerkt is, wordt dat gedeelte verworpen en de desbetreffende variabelen als ontbrekend beschouwd.

Als een periode wél bruikbaar is voor het berekenen van variabelen, worden de als artefact aangemerkte intervallen niet betrokken bij de berekening. Hierbij wordt rekening gehouden met een verminderde hoeveelheid tijd voor de berekening van de gemiddelden.

Bijlage 5. De uit de fysiologische signalen berekende scores

Deze signalen zijn geregistreerd vóór, tijdens en na de verschillende taken. De scores worden steeds per tijdseenheid berekend. Dit kan zijn een deel van een minuut, een hele minuut of een aantal minuten.

I. De scores per fysiologisch signaal:

1. Uit het ECG:

- a. de gemiddelde RR-intervaltijd: RR
- b. de hartfrequentie: HF
- c. de standaarddeviatie van de RR-intervallen: SDRR
- d. het verschil tussen het langste en het kortste interval, i.e. de range: RRR
- e. het quotiënt van de range en de gemiddelde RR-intervaltijd, i.e. de modulatie-index: MODI
- f. het quotiënt van de standaarddeviatie en de gemiddelde RR-intervaltijd, i.e. de variatie-coëfficiënt: VCRR
- g. De wortel uit de kwadratensom gedeeld door het aantal van de verschillen tussen opeenvolgende RR-intervaltijden: SDDR

2. Uit de ademhaling:

- a. de ademhalingsfrequentie: AF
- b. de standaarddeviatie van de tijden van een complete ademhalingscyclus: SDAA
- c. de gemiddelde ratio tussen de inademingstijd en de uitademingstijd: AR
- d. de standaarddeviatie van deze ratio's: SDAR

3. Uit het plethysmogram:
 - a. de gemiddelde amplitudo van het plethysmogram: PLRA
 - b. de standaarddeviatie van de amplitudo's: SDPLRA
4. Uit de bloeddruk:
 - a. de gemiddelde systolische druk: BPS
 - b. de standaarddeviatie van de systolische druk: SDBPS
 - c. de gemiddelde diastolische druk: BPD
 - d. de standaarddeviatie van de diastolische druk: SDBPD
 - e. de over-all gemiddelde bloeddruk: BP
 - f. de standaarddeviatie van de over-all gemiddelde druk:
SDBP
5. Uit het temperatuursignaal:
 - a. de gemiddelde temperatuur: TEMP
6. Gecombineerde scores:
 - a. het quotiënt van de hartfrequentie en de ademhalingsfrequentie: QRRES
 - b. de gemiddelde tijd tussen de R-top van het ECG en de top van het vingerplethysmogram, i.e. de polsgolflooptijd: PWTT
 - c. de standaarddeviatie van de polsgolflooptijd: SDPWTT

II De berekeningen per taak:

1. De geheugenzoektaak, GZT (totale duur: 12 minuten)
 - a. voorperiode (5 minuten):
berekeningen per minuut en over de totale periode van 5 minuten
 - b. taakperiode (2 minuten):
berekeningen per 30 seconden, per minuut en over de totale 2 minuten
 - c. naperiode* (5 minuten):
 - over de 1e minuut: berekeningen per segment van 10 seconden, van 30 seconden en over de hele minuut
 - over de 2e minuut: berekeningen per segment van 20 seconden, van 30 seconden en over de hele minuut
 - over de 3e, 4e en 5e minuut: berekeningen per segment van 30 seconden en over de hele minuten
 - berekeningen over de totale periode van 5 minuten
2. De instabiele rekentaak, IRT (totale duur 12 minuten):
identiek aan GZT
3. De rekentaak, RET (totale duur 12 minuten):
identiek aan GZT
4. De geheugentaak, GET (totale duur 12 minuten):
 - a. indentiek aan GZT
 - b. afzonderlijke verwerking wat de taakperiode betreft van gedeelten met spreken en zonder spreken

*
De ademhalingsparameters worden niet berekend over segmenten die korter zijn dan 30 seconden.

5. De knijptaak, HAT (totale duur 10 minuten en 10 seconden):
- a. voorperiode en naperiode identiek aan GZT
 - b. taakperiode* (circa 10 seconden):
 - berekeningen over het interval tussen de tijdstippen waarop de knijpkracht een waarde van 50N heeft
 - berekeningen over het interval dat begint 1 seconde na de eerste 50N grens en eindigt 0.5 seconde vóór de laatste 50N grens

* De ademhalingsparameters worden niet berekend over segmenten die korter zijn dan 30 seconden.

