

EVALUATIE VAN HARDE BIFOCAL CONTACTLENZEN VOOR DE KRIJGSMACHT

Inleiding

Presbyopie is de visuele conditie die op latere leeftijd ontstaat als resultaat van de progressieve vermindering van het accommodatievermogen. Presbyopie kan met een bifocale bril worden gecorrigeerd.

Vooraf voor mensen die gewend zijn contactlenzen te dragen vormen bifocale harde contactlenzen door de voortgaande techniek een steeds aantrekkelijker alternatief. Een goede gezichtsscherpte is essentieel voor een groot aantal functies binnen de krijgsmacht. Hoewel veel militaire functies mogen worden vervuld door personen die een bril dragen (zoals o.a. de functie van vlieger), zijn diverse voordelen verbonden aan het gebruik van contactlenzen boven het gebruik van een bril. Het gebruik van een bril kan bijvoorbeeld leiden tot beslaan van de glazen en tot ongemak bij hevig transpireren, of tot trillingen van het beeld. In combinatie met andere optische hulpmiddelen zoals verrekijkers, nachtzichtapparatuur, richtapparatuur of "helmet mounted displays" (HMD's) kan een bril leiden tot verstoring van het beeld of additionele problemen door gebrek aan ruimte. Verder treedt bij gebruik van een bril in het gasmasker meestal een gaslek op¹; dit laatste kan worden voorkomen door in het gasmasker geslepen glazen aan te brengen, wat extra kosten meebrengt. De tekortkomingen van een bril bij presbyope vliegers zijn door Punt e.a.² geëvalueerd; uit hun studie blijkt dat 17% klachten heeft als gevolg van het montuur, leessegment en beeldsprong.

In het algemeen kan worden verwacht dat voor de krijgsmacht, en voor vliegers in het bijzonder, bij het gebruik van brillen de volgende problemen zullen optreden:

- het montuur is vaak moeilijk te integreren met operationele en beschermende voorzieningen, zoals oogkap, zuurstofmasker, nucleaire-, biologische- en chemische protectie, en nachtoezichtapparatuur;
- de meeste monturen verplaatsen aanzienlijk gedurende (+G_z)-versnellingen;
- gedurende het optreden bij nacht en bij instrumentvluchten kan de reflectie in

door Drs. M. Holewijn^a,
Drs. F. Kooi^b en kolonel-arts
Dr. H. Punt^a

het brillenglas van optische richtmiddelen, lampjes en andere (vlieg-)instrumenten het gevaar van desoriëntatie inhouden, ook al bezit de bril een antireflectie-coating³;
- temperatuurwisselingen in de luchtcirculatie kunnen aanleiding geven tot het beslaan van het brillenglas door condensatie van waterdamp.

Naar aanleiding van eerdere onderzoeksresultaten kan worden verwacht dat voor verschillende functies binnen de krijgsmacht, contactlenzen voordelen kunnen bieden boven het gebruik van de bril. Het gedrag van laag waterhoudende zachte contactlenzen onder G-belasting en lage relatieve vochtigheid bleek bij verschillende studies succesvol^{4,5,6,7}. Onderzoek naar het gedrag van harde lenzen onder G-belasting toonde aan dat lenzen goed voldoen onder hoge Gz-belasting⁸. Lage relatieve vochtigheid en snelle decompressie bleken evenmin een contra-indicatie te zijn voor het dragen van harde contactlenzen⁹. Naast de genoemde voordelen hebben contactlenzen natuurlijk ook nadelen zoals mogelijke comfortklachten, de prijs, het onderhoud en corneapathologie. Voor functies bij de Koninklijke Landmacht bleken zowel harde als zachte contactlenzen goed te voldoen, mits goed aangepast en gebruikmakend van materiaal dat dag en nacht dragen van lenzen gedurende enkele dagen achtereen mogelijk maakt^{8,10}.

In 1985 werd het verbod om contactlenzen te dragen bij de Koninklijke Luchtmacht opgeheven door het opstellen van regelgeving¹¹ waarbij het dragen van harde en zachte contactlenzen, die tijdens de slaap ingehouden kunnen worden, onder bepaalde condities werd toegestaan.

Met het oog op nieuwe technische ontwikkelingen op het gebied van harde contactlenzen is door de Directie Militair Geneeskundig Beleid een

onderzoeksopdracht verleend aan het NLRGC en TNO-TM, om te onderzoeken in hoeverre harde bifocale contactlenzen de problemen oplossen die ontstaan bij het dragen van een bifocale bril door defensiepersoneel.

Bifocale contactlenzen zijn gebaseerd op een drietal principes: monovisie, "simultaneous vision" en diffractie. In een literatuurstudie hebben Szanto en Van Norren¹² laten zien dat ieder principe specifieke voor- en nadelen heeft, afhankelijk van de persoon, het gebruik en de omgeving. Het doel van deze studie was om de visusprestaties met de drie verschillende type bifocale lenzen te vergelijken voor verschillende taken en omgevingsfactoren. De keuze van deze factoren was toegesneden op de werkomgeving, waarin op verschillende afstanden visuele informatie werd aangeboden. Deze proefopstelling simuleerde de omgeving waarin de visuele taken in een cockpit, op de brug van een schip of in de commandocentrale onder goede en slechte lichtomstandigheden werden uitgevoerd.

In dit artikel zal een samenvatting worden gegeven van de experimentele resultaten met betrekking tot het kijk- en het draagcomfort, de klinische resultaten en de prestaties op de optometrische en werkplektests. De resultaten en methoden van deze studie zijn in uitgebreide rapportages beschikbaar^{13,14,15}.

Methode en materialen

Proefpersonen

Als reactie op een oproep in een militair tijdschrift meldden zich meer dan 100 personen, die alle werden ontboden op de afdeling Oogheelkunde van het Centraal Militair Hospitaal. Na selectie op basis van anamnestiche en oogheelkundige inclusie- en exclusie criteria¹⁵ bleven 45 proefpersonen over (44 mannen en 1 vrouw); tabel 1 geeft een overzicht van de redenen voor uitsluiting van deelname.

a: Stichting Nationaal Lucht- en Ruimtevaart Geneeskundig Centrum, Soesterberg.
b: TNO Technische Menskunde (TNO-TM), Soesterberg.

Artikel ontvangen september 1996.

Oorzaken	%
Leesadditie < 1D	60
Discomfort	25
High riding	10
Vlakke/steile cornea	5

Tabel 1. Reden voor uitsluiting van de proefpersonen.

De proefpersonen werden willekeurig verdeeld over drie groepen van 15 personen. Een aantal algemene kenmerken van de proefpersonen in de drie groepen is vermeld in tabel 2. Als referentiegroep voor het vergelijken van de prestatie op de werkpleksimulatie tests werden 11 bifocale bril dragers genomen.

Contactlens aanpassing

De contactlenspassing werd op het Centraal Militair Hospitaal (CMH) te Utrecht verricht. De aanmeting geschiedde volgens een vast protocol¹³. De proefpersonen werden op de hoogte gebracht van het type contactlens en de eventueel te verwachten problemen. De passing van de lens werd bij het ophalen van de nieuwe lenzen beoordeeld. Eventuele aanpassingen in sterkte of vorm konden zo worden aangebracht.

Contactlenzen

Alle lenzen waren harde lenzen. Twee groepen kregen bifocale contactlenzen, respectievelijk van het type Diffrax en Presbycon. De derde groep (Monovision) kreeg in het dominante oog een lens met verte-correctie en in het niet dominante oog, meestal het linker oog, een lees-correctie. Het principe van simultane visie berust op zowel een leescorrectie als een vertecorrectie in een lens. Het monovisie principe berust op een vertecorrectie in een lens voor het dominante oog en in de andere lens alleen een leescorrectie. Bifocale lenzen op basis van het diffractie principe werken t.g.v. interferentie van de verschillende golflengtes. Voor een verdere beschrijving van de proefpersonen en de gebruikte lenzen wordt verwezen naar het rapport over de klinische evaluatie van de lenzen. De lenzen dienden een minimaal aantal uren (>6) overdag te worden gedragen. Tijdens de slaap mochten de lenzen niet worden gedragen.

Groepnummer	1	2	3
Aantal	15	15	15
Leeftijd (x ± sd)	49.4 ± 3.0	47.6 ± 2.9	48.9 ± 1.7
Draagtijd lenzen (jaren)	15.6 ± 8.2	11.5 ± 7.4	15.3 ± 8.8
Sferische correctie OD (x ± sd)	-1.0 ± 2.7	-2.1 ± 1.7	-2.2 ± 2.7
OS	-0.8 ± 2.6	-2.0 ± 1.7	-1.7 ± 2.7
Cilindrische correctie OD (x ± sd)	-1.2 ± 1.7	-1.0 ± 0.5	-0.5 ± 0.2
OS	-0.7 ± 0.2	-0.7 ± 0.3	-0.8 ± 0.3
Leesadditie (x ± sd)	1.7 ± 0.4	1.3 ± 0.3	1.8 ± 0.3
Lensnaam	Presbycon	ECR	Diffrax
Bifocaal principe	simultane visie	monovisie	diffractie

Tabel 2. Kenmerken van de proefpersonen en van de drie gebruikte principes van bifocale harde contactlenzen per experimentele groep.

Standaard optometrische tests

De volgende optometrische tests werden afgenomen:

- het stereoscopisch dieptezienvermogen, bepaald met de TNO-stereotest;
- de gezichtsscherpte voor nabij, gemeten met de TNO-priegeltest (een test met uiterst kleine tekens);
- het contrast-onderscheidingsvermogen, gemeten met de Pelli-Robson kaart;
- de mate van lichtverstrooiing in oog en lens, gemeten met een strooielichtmeter¹⁴;
- de vertevisus, gemeten op 5 meter afstand met de TNO-visuskaart.

Tests voor het visueel functioneren in de werkplekomgeving

Voor het evalueren van de contactlenzen in de werkplekomgeving werd d.m.v. computer gegenereerde testbeelden het visuele "scenario" van een werkplek gesimuleerd. Deze simulatie onderscheidt zich op drie punten van de standaard optometrische tests. Ten eerste wordt met deze tests niet statisch maar dynamisch getest op nauwkeurigheid en snelheid van het lezen. Dit is belangrijk omdat de drager van bifocale contactlenzen met name problemen heeft met snelle veranderingen tussen nabij en veraf. Ten

tweede worden de tests niet alleen laag maar ook hoog in het gezichtsveld aangeboden.

Bij de werkplektests werd de visuele informatie op één of twee van de vier monitoren gepresenteerd. De vier monitoren werden geplaatst *recht vooruit op 5,2 meter afstand* (voor het simuleren van het buitenbeeld), *recht vooruit op 60 cm afstand en laag* (20 cm onder het horizontale blikveld, voor het simuleren van een instrumentenpaneel), *rechtsboven* (op 70 cm afstand en 40 cm boven het horizontale blikveld, voor het simuleren van een hooggesitueerd instrumentenpaneel) en *rechts beneden* (voor het simuleren van de visuele werkzaamheden op bijvoorbeeld een kaart op een middenconsole).

Vier verschillende visuele zoek- en vergelijkingstesten werden ontwikkeld, namelijk de woord-, de letter-, de kaartlees- en de puntdetectietest. De letter- en woordtests meten het vermogen om snel en accuraat zowel binnen als buiten de werkplek details (resp. letters en woorden) waar te nemen. De kaartleestest meet het priegelvermogen onder tijdsdruk, en de puntdetectietest meet het vermogen om in het buitenbeeld objecten van laag contrast waar te nemen.

De tests werden afgenomen met symbolen

die werden gepresenteerd in zowel hoog als laag contrast. In de hoog contrast-conditie werden de letters aangeboden met een helderheid van 45 cd/m², tegen een nagenoeg zwarte achtergrond; in de laag contrast-conditie bedroegen de luminanties van letters en achtergrond respectievelijk 14 cd/m² en 8,6 cd/m² (contrast = 38%, contrast op de kaartlees-monitor is lager vanwege de beperkte beeldscherm kwaliteit). De lettergrootte kwam overeen met 8,3 boogminuten op de verte-monitor, 4,1 boogminuten op de nabij-monitors, en 1,1 mm op de kaartleesmonitor. Deze laatste lettergrootte is equivalent aan een score van 4,5 op de TNO-priegeltest en correspondeert qua lettergrootte met de letters op de vliegkaart. Het begin van de stimulus werd aangekondigd met een pieptoon.

Bij de *woordtest* wordt de spelling van een woord uit een checklist op de verte-monitor vergeleken met de spelling van hetzelfde woord getoond op één van de drie nabij-monitors. In de helft van de gevallen waren de twee woorden identiek gespeld. Bij deze taak werden de proefpersonen dus gedwongen om zo snel mogelijk hun blik tussen de twee monitoren te wisselen.

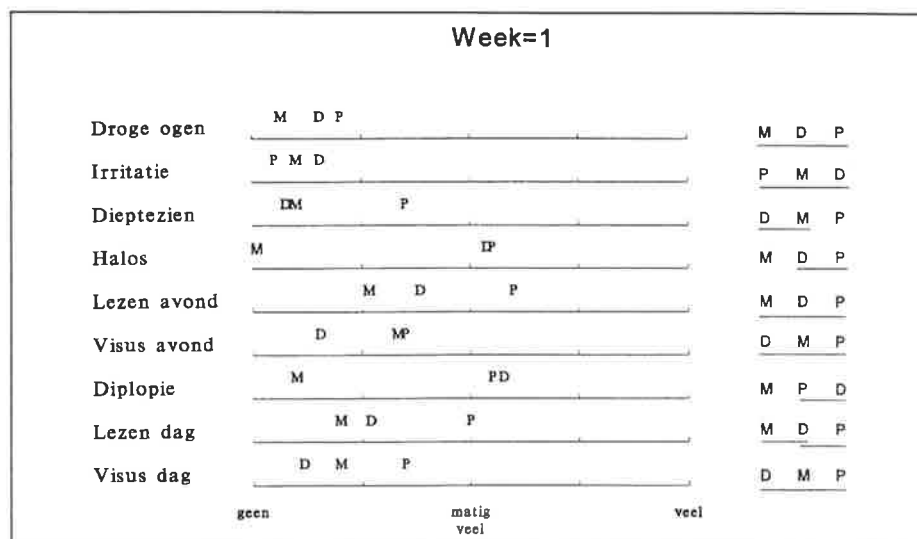
Bij de *kaartleestest* werd een woord op de kleine monitor opgezocht in een rij woorden waarin hetzelfde woord voorkwam. In de helft van de gevallen waren de twee woorden identiek gespeld. In deze test werden de woorden alleen op de kaartlees-monitor getoond en behoeft de proefpersoon dus niet van kijkafstand te wisselen.

Bij de *lettertest* werd een letter (hoofdletter L, T, M, I, E of F), omgeven door vier distractoren (X), op twee van de vier monitoren getoond. De monitor-combinatie werd van trial tot trial willekeurig (random) gekozen. In de helft van de gevallen waren de twee letters gelijk.

De *puntdetectietest* is een detectietaak waarbij het vermogen om kleine lichtpuntjes op afstand waar te kunnen nemen wordt gemeten. De test simuleert het zicht bij duisternis en bij dichte mist. Men kan daarbij denken aan het belang van optimaal zicht bij het landen in mist of het waarnemen bij nacht. Voor een beschrijving van de testopstelling en de tests word verwezen naar Kooi e.a.¹¹.

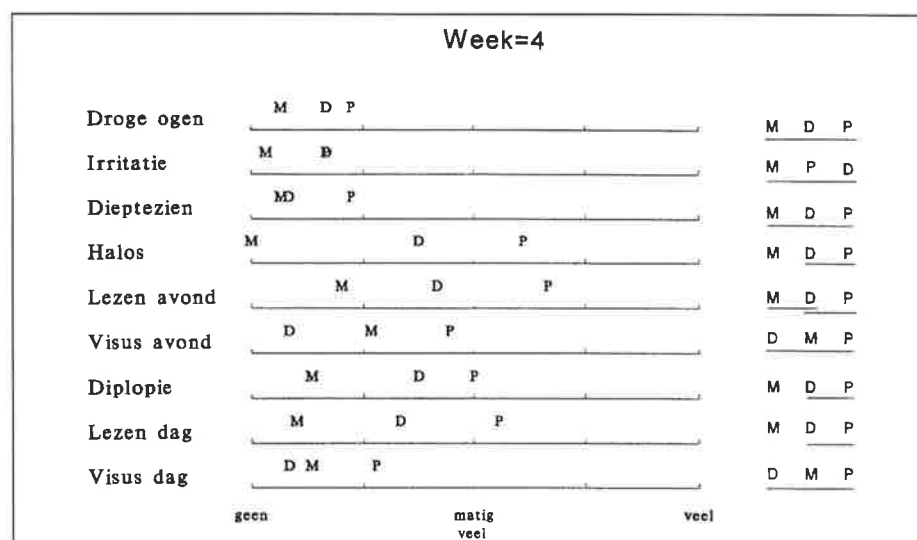
Statistische analyse

De enquêtegegevens werden in het CMH



Figuur 1. Kijk- en comfortklachten van de drie typen harde contactlenzen na 1 week dragen. In de rechter kolom zijn de statistische analyseresultaten weergegeven. Lenzen die niet verschillen op een aspect zijn met een lijn verbonden.

D: Diffrax lens, M: Monovision lens, P: Presbycon lens.



2. Kijk- en comfortklachten van de drie typen harde contactlenzen na 4 weken dragen. In de rechter kolom zijn de statistische analyseresultaten weergegeven. Lenzen die niet verschillen

op een aspect zijn met een lijn verbonden. D: Diffrax lens, M: Monovision lens, P: Presbycon lens

ingevoerd in een database (DataPerfect, WP Corporation, USA). Voor de bepaling van de invloed van het type lens en de draagtijd op de visuele aspecten en de comfortaspecten werden de gegevens met het statistisch software pakket Systat, versie 5.03 (Systat Inc, USA) geanalyseerd met de non-parametrische rangsommetoets van Wilcoxon-Mann-Whitney. Een significantieniveau van $p < 0.05$ werd voor alle toetsen aangehouden. Voor de bepaling van de invloed van het type lens en de draagtijd op de prestatie op de werpleksimulatietests en de

optometrische tests werd gebruik gemaakt van Excel en het statistisch software pakket Systat versie 5.03. De statistiek van de optometrische tests werd als gebruikelijk berekend op logaritmische basis. Een correctie voor meervoudige vergelijkingen werd toegepast waar nodig (Bonferroni correctie, Systat 5.0).

Waar mogelijk werd ook de analyse met "repeated design" uitgevoerd (vergelijking tussen week 1 en week 4; oude versus nieuwe lenzen voor de standaard optometrische tests).

Protocol

Na aanmelding van de proefpersoon op de Afdeling Oogheelkunde van het Centraal Militair Hospitaal (CMH) te Utrecht, werd een aantal standaard optometrische tests afgenomen. De proefpersonen droegen daarbij nog de eigen lenzen. Indien werd voldaan aan de oogheelkundige criteria voor deelname, werden de proefpersonen random verdeeld over de drie subgroepen. Tevens werd een enquête afgenomen voor de subjectieve beoordeling van respectievelijk de eigen lenzen (met alleen vertecorrectie) en van de nieuwe bifocale harde contactlenzen voor wat betreft het kijk- en draagcomfort. De enquête wordt verder besproken in het deelrapport van Holewijn, Kooi en Punt (1994). De optometrische tests, het klinisch onderzoek en de afname van de enquête werden herhaald na 1 en na 4 weken dragen van de lenzen. Tevens werden op het NLRGC na 1 en na 4 weken dragen vier werkpleksimulatietests afgenomen, die specifiek waren afgestemd op het visueel functioneren in de werkomgeving.

Subjectieve beoordeling kijk/leeskwiteit en comfort

Eigen harde lenzen

Uit de enquêteresultaten blijkt dat er weinig klachten zijn m.b.t. de gezichtsscherpte en draagcomfort aspecten van de eigen lenzen (met alleen een vertecorrectie). Er zijn praktisch geen klachten over de kijkeigenschappen vertevisus, diepteziën, halo's (kleur- en/of schaduwingen) en diplopie (= dubbelzien) en over het draagcomfort (droge ogen en irritatie). Alle drie de groepen geven aan dat lezen met de lenzen tot matig veel klachten leidt. Deze leesklachten nemen 's avonds niet toe in vergelijking met overdag. Op geen van de aspecten is er een statistisch significant verschil tussen de drie groepen voor wat betreft de ervaren kijk- en draageigenschappen van hun eigen lenzen.

Harde bifocale lenzen

Na één week dragen van de harde bifocale contactlenzen bleken op de aspecten diepteziën, lichtringen (halo's), dubbelzien (diplopie) en lezen overdag statistisch significante verschillen te bestaan in het klachtenpatroon (figuur 1). De Presbycon lenzen bleken meer klachten te geven m.b.t. het lezen overdag in vergelijking met de Monovision lens. Het klachtenniveau van de DiffraX lens lag daar tussen in. Zowel voor de Presbycon

als de DiffraX lens lag het klachtenniveau over diplopie en halo's met het oordeel "matig" significant hoger dan dat van de Monovision groep. Het klachtenniveau over diepteziën was met de Presbycon lens significant hoger dan dat met de Monovision en de DiffraX lenzen.

Comfort- en kijkklachten na 4 weken dragen van harde bifocale contactlenzen

Na 4 weken dragen van de lenzen blijkt het klachtenpatroon op de meeste aspecten niet te zijn veranderd (figuur 2). Over het algemeen geldt ook hier dat de Presbycon groep de meeste en de Monovision groep de minste klachten heeft.

De klachten over de Presbycon en de DiffraX lens over het lezen overdag blijkt significant hoger te liggen dan dat van de Monovision groep. Een identiek klachtenniveau van "matig veel" klachten wordt ervaren over diplopie, over 's avonds lezen en over halo's met de Presbycon lens. Het klachtenniveau van de Monovision groep ligt voor beide aspecten significant lager. Het klachtenniveau met de DiffraX ligt tussen de twee andere lenzen in.

Draagcomfort en schoonmaken van harde bifocale contactlenzen

Het oordeel over het draagcomfort en schoonmaken ligt voor alle drie de lenzen in de categorie "goed" tot "zeer goed". Tussen de drie lenzen zijn er wat deze twee aspecten betreft geen significante verschillen.

Vergelijking tussen nieuwe bifocale lenzen en eigen harde lenzen

Op een aantal aspecten blijkt het klachtenniveau te zijn veranderd in vergelijking met de eigen lenzen (tabel 3). Het klachtenniveau op de aspecten diplopie en halo's is toegenomen voor de Presbycon en de DiffraX lensdragers. Het lezen overdag en 's avonds blijkt minder klachten op te leveren met de Monovision lenzen in vergelijking met hun eigen lenzen.

Beoordeling van harde bifocale contactlenzen in vergelijking met de eigen lenzen

De gemiddelde eindbeoordeling voor de Monovision lens ligt tussen "even goed" en "beter" in. De gemiddelde beoordeling voor de Presbycon en de DiffraX lens ligt tussen "even goed" en "slechter" in. Deze verschillen zijn echter statistisch niet van belang.

Standaard optometrische tests

De test scores met de bifocale lenzen (week 1 en week 4 gemiddeld) ten opzichte van de scores met de oude lenzen zijn in figuur 3 uitgezet. Een getal groter dan 1 betekent dat de nieuwe bifocale lens beter voldoet dan de oude lens met leesbril, een getal lager dan 1 dat de nieuwe lens slechter scoort dan de oude (met leesbril). Bij de meeste standaard optometrische tests waren er geen statistische verschillen tussen de drie typen bifocale lenzen. Slechts de DiffraX verschilt significant t.o.v. Monovision en de Presbycon wat betreft het stereoscopisch zien.

De gevoeligheid van het stereoscopisch zien is praktisch onveranderd met de DiffraX en verslechterd met de Presbycon en met Monovision ten opzichte van de oude situatie. De score met de nieuwe lenzen op de priegelttest is voor alle drie types lager dan met de oude lenzen gecombineerd met de eigen leesbril. Echter, de teruggang is alleen statistisch significant met de Presbycon. Deze algemene teruggang laat zien dat de presbyopie niet geheel gecorrigeerd wordt door de bifocale contactlenzen. De contrastgevoeligheid laat geen duidelijke verschillen zien tussen de drie groepen en ten opzichte van de situatie met de oude lenzen.

De gemeten hoeveelheid strooilicht is met de nieuwe lenzen *minder* dan met de oude. Er is dus geen aanwijzing dat deze lenzen bijdroegen aan het strooilicht in het oog. Verschillen in gezichtsscherpte tussen de drie bifocale lenstypen en de oude lenzen zijn minimaal en niet statistisch significant. Alleen de visus van het linkeroog van de Monovision groep is, zoals verwacht, iets lager dan de visus met de oude lenzen. Dit oog was voor de meeste proefpersonen in de Monovisie groep voor nabij gecorrigeerd.

Aspect	Lens	Klachten
Diplopie	Presbycon	meer
Diplopie	DiffraX	meer
Lezen overdag	Monovision	minder
Lezen 's avonds	Monovision	minder
Halo's	Presbycon	meer
Halo's	DiffraX	meer

Tabel 3. De significante veranderingen in klachtenaspecten van de nieuwe lenzen in vergelijking met de eigen lenzen.

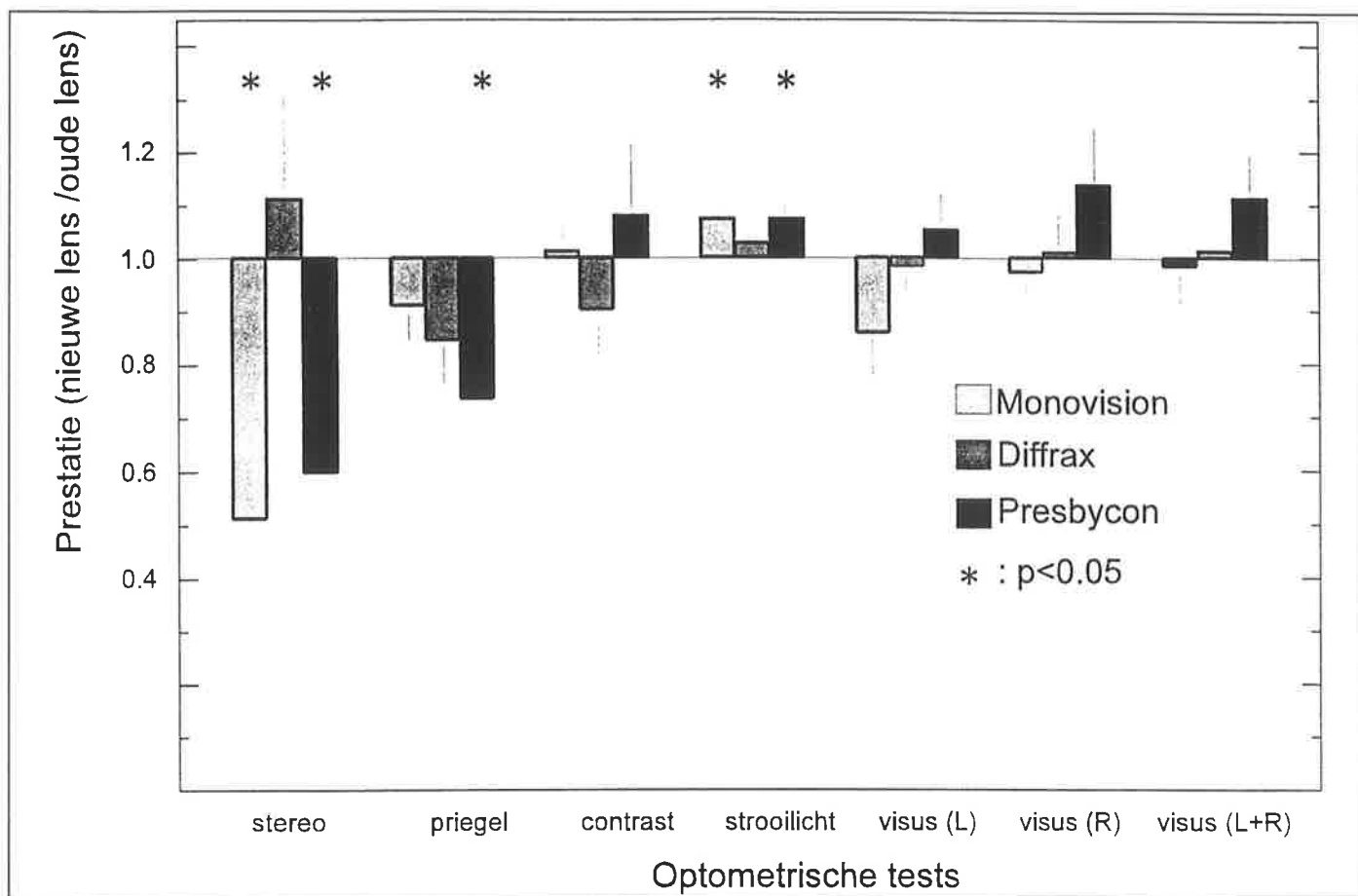


Fig. 3. Resultaten van de standaard optometrische tests.

De ratio van de score die werd verkregen met respectievelijk de nieuwe en oude lenzen is verticaal uitgezet voor respectievelijk de stereotest, priegelscore, contrastgevoeligheid, strooilicht, gezichtsscherpte linker oog (L), rechteroog (R), en beide ogen (R+L). Significante verschillen t.o.v. de brildragende referentiegroep zijn aangegeven met * ($P < 0.05$).

Werkplektests

Alle vier de werkplektests laten vergelijkbare verschillen zien tussen de drie lenstypes (figuur 4). Duidelijk zichtbaar is dat in het algemeen de prestatie op de laag-contrast letters in vergelijking met de hoog-contrast letters slechter worden.

Bij de Diffrax treedt dit effect het sterkst op. Monovision scoort goed (het snelst en meest nauwkeurig) op elke test en is voor zowel hoog- als laag-contrast vrijwel gelijk aan de referentie groep. De Diffrax scoort goed bij hoog-contrast maar zeer slecht bij laag-contrast. Bij de Presbycon treedt de grootste vermindering op in nauwkeurigheid en snelheid. Deze lens scoort bij zowel hoog- als laag-contrast zeer slecht.

Vergelijking drie typen bifocale lenzen onderling

De Presbycon lensdragers hebben in vergelijking met de andere twee lenzen meestal de slechtste prestatie in vergelijking met de andere twee lenzen

(tabel 4). Op de woordtest heeft de Presbycon groep een significant langere reactietijd in vergelijking met de Diffrax en de Monovision groep. De reactietijden van de laatste twee groepen verschillen niet statistisch.

Vergelijking prestatie bifocale lens groepen versus controle groep met bifocale bril

Op de woordleestest leidt de Presbycon en de Diffrax lens, in de laag contrast

conditie, tot een statistisch significant langere reactietijd en een hoger foutpercentage in vergelijking met de referentie groep met een bifocale bril. Op de kaartleestest heeft de groep met de Presbycon lens in de laag contrast conditie een significant langere reactietijd en een hoger foutpercentage. In de letterleestest heeft de Presbycon lens zowel in de hoog- als de laag contrast conditie een significant langere reactietijd.

Test	Contrast	Reactietijd
Woordlees	Hoog	Monovision & Diffrax < Presbycon
	Laag	Monovision < Presbycon & Diffrax
Kaartlees	Hoog	Monovision & Diffrax < Presbycon
	Laag	Monovision < Diffrax
Letterlees	Hoog	Monovision & Diffrax < Presbycon
	Laag	Monovision < Presbycon

Tabel 4. Significante verschillen in de prestatie (reactietijden) van de drie typen harde bifocale contactlenzen op de werkpleksimulatietests.

Puntdetectietest. De helderheidsdrempel voor het detecteren van de visuele informatie is met de Presbycon lens (1.7 x hoger) en de Diffrax lens (1.4 keer hoger) statistisch significant hoger in vergelijking met de Monovision groep.

Klinische resultaten

Uitval tijdens experiment

Gedurende het experiment vielen in totaal 19 personen af. Tijdens het aanpassen vielen vier personen af vanwege slechte lenspassing, bij de eerste controle vielen vier personen af en na de tweede controle wilden 11 personen niet doorgaan met de draagproef (tabel 5), hoewel het grootste deel hiervan een goede visus had.

In één geval was er sprake van een objectief verminderde visus wegens "high riding" (het verschuiven van de lens in opwaartse richting).

Het uiteindelijke resultaat was dat 26 personen de gehele testperiode de lenzen droegen, voor de Monovision 13, voor de Diffrax lens 8 en voor de Presbycon lens 5 proefpersonen. In de Presbycon groep waren dus 67% afvallers en van de Diffrax dragers viel ca. 47% af. De Monovision lens werd duidelijk beter verdragen, slechts twee personen (13%) konden niet wennen.

Spleetlamppathologie

Een totaal overzicht van alle bepaalde gegevens wordt gegeven in tabel 6. Op geen van de beoordeelde aspecten bleken significante verschillen te bestaan tussen de afvallers en de succesvolle dragers. Tussen de drie typen lenzen onderling waren ook geen significante verschillen.

Contactlensgedrag

Een overzicht van de beoordeling van het lensgedrag wordt gegeven in tabel 7. In het algemeen blijkt dat bij afvallers gemiddeld vaker een slechtere passing, concentratie en riding optreedt. De Diffrax en Presbycon succesvolle groep blijkt bij eerste en tweede controle een prima passing te

Oorzaak	Uitval
High riding + visusdaling objectief	8
Discomfort	3
Visusdaling subjectief	8
Totaal	19

Tabel 5. De redenen van het afvallen gedurende het experiment.

	Presbycon		Monovision		Diffrax	
	succes	afval	succes	afval	succes	afval
Oedeem						
ja	0	0	4	0	0	0
nee	100	100	96	100	100	100
Neovascularisatie						
nee	90	100	89	100	94	100
licht	10	0	11	0	6	0
Staining cornea						
geen	90	100	77	100	97	88
spoor	10	0	19	0	3	4
gering	0	0	4	0	0	8
Punctata						
ja	20	21	25	0	19	33
nee	80	79	75	100	81	67
Staining 3-9 uur						
nee	65	83	30	100	25	25
licht	35	17	55	0	60	25
graadI	10	0	15	0	15	25
graadII	0	0	0	0	0	25
Vaatinjectie						
geen	90	100	100	100	94	92
spoor	0	0	0	0	6	0
gering	10	0	0	0	0	8
Verontreinigde traanfilm						
ja	0	14	25	0	13	25
nee	100	86	75	100	87	75
Verontreinigde lens						
ja	0	7	9	0	0	11
nee	100	93	91	100	100	89

Tabel 6. Klinische gegevens (spleetlamppathologie) van de succesgroep en de afvallers van de drie lenstypen (Presbycon, Monovision, Diffrax). Het betreft de gemiddelden over de eerste en tweede controle en van linker- en rechteroog.

hebben. De Monovision groep scoort in het merendeel goed, slecht 14% heeft een matige passing. Duidelijk is zichtbaar dat in de groep van de afvallers de lenspassing in alle drie de lenstypen minder goed wordt. Van de Presbycon, de Monovision en de Diffrax afvallers blijkt slechts de helft een goede passing te hebben. De concentratie is goed bij ongeveer de helft van de succesvolle dragers van harde contactlenzen. Bij de afvallers blijkt een goede passing nog maar bij maximaal een derde van de deelnemers op te treden. De afvallers met de Presbycon vertonen maar bij 7% een goede passing. Op het aspect "riding" en "beweging" zijn de verschillen minder groot tussen de drie lenzen en

tussen de afvallers en de succesgroep.

Discussie

Draagcomfort en visuele klachten

Uit de enquêteresultaten blijkt dat alleen met de Monovision lens het leesprobleem van de presbyope militair adequaat wordt opgelost. De gerapporteerde klachten met de Diffrax en de Presbycon bifocale harde contactlens geven aan dat de leeskwiteit met deze lenzen als "onvoldoende" wordt ervaren. Daarnaast rapporteert men juist met deze lenzen meer klachten over dubbelzien en over schaduw/lichtringen dan met de eigen (verte) contactlens. Het dragen van de Monovision lens leidt niet tot deze klachten.

	Presbycon		Monovision		DiffraX	
	succes	afval	succes	afval	succes	afval
Passing						
goed	100	57	86	50	100	50
matig	0	43	14	25	0	50
slecht	0	0	0	25	0	0
Centratie						
goed	60	7	50	25	72	33
slecht	40	93	50	75	28	67
Riding						
goed	70	21	58	50	59	25
slecht	30	79	42	50	41	75
Beweging						
mm	1.4	1.3	1.5	1.5	1.7	1.3

Visuele prestaties

Standaard optometrische tests

De drie bifocale contactlenzen blijken niet te verschillen op het merendeel van de standaard optometrische tests. Alleen het stereoscopisch zien met de DiffraX blijkt beter te zijn dan met de andere twee type lenzen. De oorzaak van deze verslechtering bij Monovision is dat onscherpte in één oog een goede samenwerking van de ogen in de weg staat^{17,18}. De visus met de drie typen contactlenzen blijkt op een beperkt aantal aspecten minder te zijn dan de visus in de vroegere situatie (lens+leesbril). Het priegilvermogen met de Presbycon en het stereoscopisch zien met de Presbycon en de Monovision blijkt in vergelijking met de vroegere situatie (lens + leesbril) te zijn afgenomen. De gezichtsscherpte voor afstand, de contrastgevoeligheid en het strooiligheid is met ieder type lens statistisch onveranderd. Dit betekent waarschijnlijk niet dat het vermogen om kleine contrasten waar te nemen niet verminderd is, omdat de letters van de gebruikte (vlieger) kaarten relatief groot waren (30 boogminuten). Het retinale contrast voor zeer kleine objecten zal wel slechter zijn voor de diffractie en simultane lenzen, omdat namelijk twee afbeeldingen worden gemaakt waarvan één altijd onscherp zal zijn¹⁹. Voor grote objecten heeft de onscherpte weinig invloed. De slechte resultaten met de puntdetectie-test en de laag-contrast leestests voor DiffraX en Presbycon zijn in overeenstemming met een verlaagd retinaal contrast van kleine objecten.

Werkplek simulatietests

Het is bekend dat 's nachts en in mist niet

op oneindig wordt geaccommodeerd, maar op een meer nabij gelegen punt (nacht-myopie). De aanwezigheid van structuur zoals een vuile of bekraste ruit versterkt deze tendens²⁰. In de puntdetectie-test worden deze omstandigheden enigszins gesimuleerd. Terwijl de hoog-contrast condities nog redelijk goed te lezen zijn, worden met de laag-contrast letters véél fouten gemaakt door de DiffraX en Presbycon groepen (figuur 4). Het lezen van een kaart en het aflezen van instrumenten onder tijdsdruk zal voor dragers van deze twee soorten lenzen serieuze problemen kunnen opleveren. De resultaten van de puntdetectietest impliceren dat deze twee lenstypen ook significant verslechterd zoekgedrag zullen vertonen. De DiffraX en de Presbycon dragers zullen een uit de mist opdoemende object (landingsbaan, voertuig of vaartuig) bij nacht significant later detecteren dan de bril- of Monovisie-drager.

De optometrische tests zijn uitgevoerd bij een hoog lichtniveau en een corresponderende kleine pupil (ca. 3 mm) terwijl de werkplek tests zijn uitgevoerd bij een laag lichtniveau en een corresponderende grotere pupil (ca. 6 mm). Met name voor de Presbycon kan pupilgrootte van invloed zijn. Bij hoog lichtniveau is de gezichtsscherpte uitstekend en het priegilvermogen mager. Bij laag lichtniveau is het priegilvermogen gemeten met de kaartleestest ook slecht. De Presbycon voldoet dus bij géén van beide lichtniveaus wat betreft leesvermogen, het belangrijkste probleem bij de oudere dragers van harde lenzen. De gezichtsscherpte voor veraf is niet gemeten bij het lage lichtniveau maar het

Tabel 7. De beoordeling van het contactlensgedrag van de succesgroep en de afvallers van de drie lenstypen (Presbycon, Monovision, DiffraX). Het betreft de gemiddelde percentages over de 1e en 2e controle en over het linker en rechter oog.

ligt niet in de lijn van de verwachting dat de lenzen op dit punt sterk onderling zullen verschillen.

Klinische evaluatie en uitval

De resultaten van de spleetlampopathologie toonden geen grote verschillen gevonden tussen de afvallers en de succesvolle dragers van de drie lenzen. Tevens waren er geen verschillen tussen de drie typen contactlenzen. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de corneopathologie geen primaire reden van afvallen is geweest. Er bleken wel verschillen te zijn tussen de afvallers en de succesvolle dragers v.w.b. het lensgedrag. Bij de afvallers komt meer slechte passing, centratie en riding van de lens voor. Bij 93% van de afvallers van de Presbycon groep en bij 67% van de DiffraX bleek een slechte centratie op te treden. Opvallend is echter dat bij de succesvolle dragers een aanzienlijk percentage nog een slechte passing heeft. De riding van de contactlens was bij 79% van de afvallers van de Presbycongroep en bij 75% van de DiffraX afvallers slecht. Bij de Monovision dragers blijken de verschillen in riding tussen de afvallers en de succesvolle dragers veel minder te zijn. Verwacht kan worden dat deze "high-" of "low riding" en decentratie een rol kunnen spelen in het optreden van slechte visusresultaten. Deze zullen vooral optreden bij oogbewegingen en veel minder bij de statische optometrische visustests. De belangrijkste door de proefpersoon genoemde reden om met de proef te stoppen bleek een subjectief ervaren visusdaling te zijn (84%). Discomfort was in 16% de oorzaak tot staken van de proef. Uit nadere analyse van de oorzaken blijkt echter dat bij de helft van degenen die de verminderde visus als reden van stoppen opgaven, deze visusvermindering niet in de standaard visustests (nabij of verte) teruggevonden kon worden.

Acceptatie van contactlenzen

Van de Monovision groep blijkt 86% van proefpersonen de lenzen te willen behouden terwijl dit percentage voor de

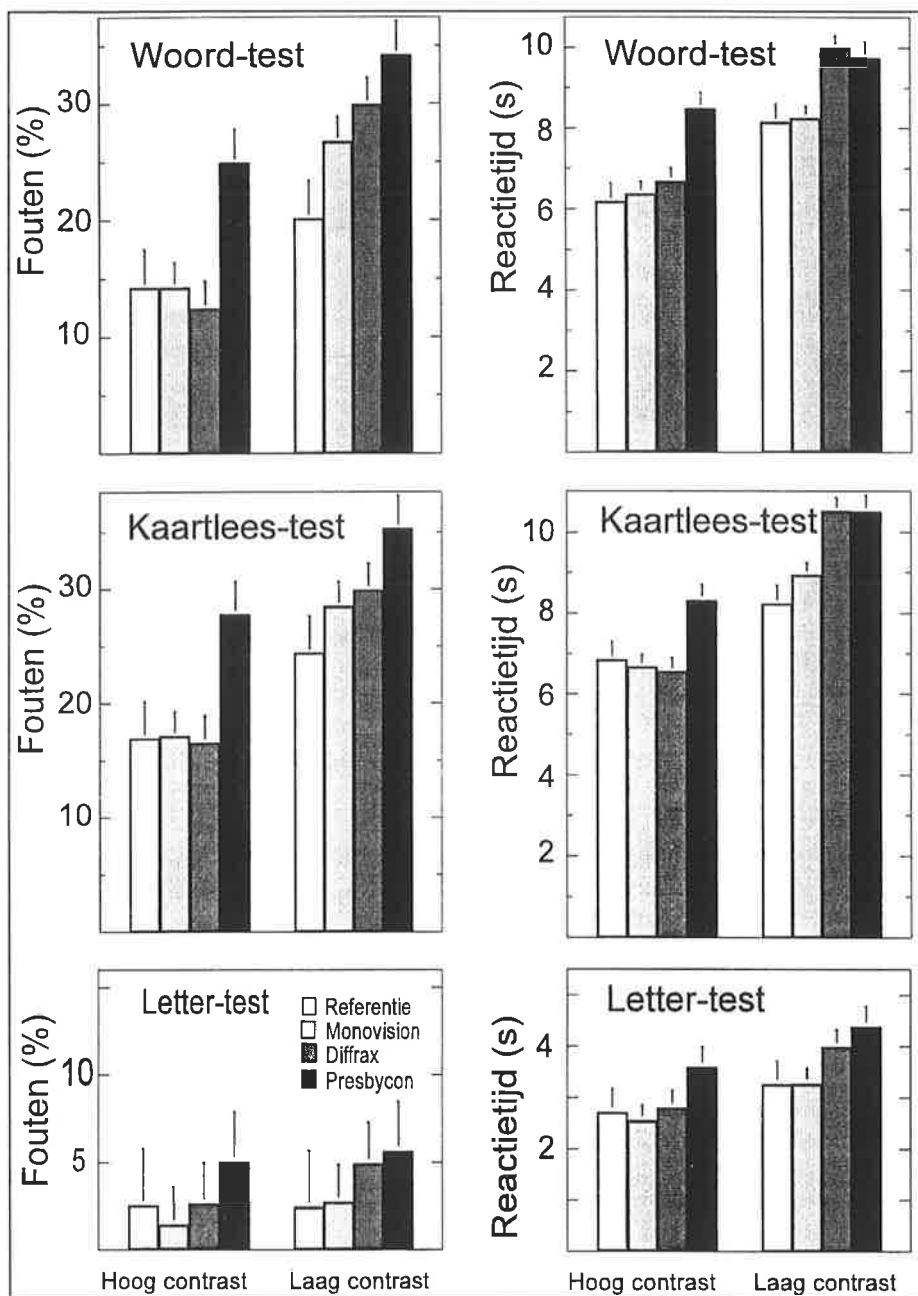


Fig. 4. Vergelijking van de drie type contactlenzen met de referentiegroep voor drie werkplektests: de woord- (boven), kaart-lees (midden), en letter-tests (onder). Het foutenpercentage ($\pm$ SE) is links uitgezet en de reactietijd (s. $\pm$ SE) rechts. Binnen elk kader staan de vier lensgroepen naast elkaar gegroepeerd, de hoog-contrast condities links en de laag-contrast condities rechts.

Diffrax en de Presbycon groep respectievelijk 53 en 33% bedraagt (tabel 8). De acceptatie van de harde contactlenzen blijkt goed overeen te komen met resultaten uit de literatuur. Verwacht wordt dat de acceptatie van de lens voor een groot deel bepaald is door de subjectief ervaren kijk/lees- en comforteigenschappen met de bifocale contactlenzen. Uit de enquêteresultaten van deze studie blijkt dat vooral de lees kwaliteit met de Diffrax en de Presbycon bifocale harde contactlens

onvoldoende wordt gevonden. Daarnaast rapporteert men met deze lenzen meer klachten over dubbelzien en over schaduw/lichtringen. Het dragen van de Monovision lens leidt niet tot deze klachten en laat tevens een vermindering zien van het aantal klachten over de leesvisus in vergelijking met de oude situatie met leesbril en lens. Deze subjectief ervaren kijkeigenschappen blijken maar voor een klein deel gekoppeld aan de prestaties op de standaard optometrische tests (verte-

nabijvisus, contrastgevoeligheid en verblindingsgevoeligheid). De gezichtsscherpte voor afstand, de contrastgevoeligheid, en het strooilicht is met ieder type lens onveranderd tot beter. Alleen met de Presbycon lens wordt een vermindering van de prestatie gevonden op de priegelttest en van de stereopsis. De Monovision lens leidt tot een (verwachte) afname van het stereoscopisch zien. Mogelijk dat de kleinere leesadditie die de Monovision dragers nodig hadden het positieve beeld van deze lens vertekenen. Verwacht kan worden dat bij hogere leesaddities mogelijk de klachten toenemen.

Veel duidelijker blijken de verschillen in het oordeel over de lens en het succesvol dragen overeen te komen met de resultaten op de werkpleksimulatie tests. De dynamische visuele prestatie met de Diffrax en de Presbycon lenzen is verslechterd, bij de Presbycon voor beide hoog- en laag-contrast letters en bij de Diffrax alleen voor laag-contrast letters. De prestaties met de Monovision lens blijkt onder alle testcondities overeen te komen met die van de referentiegroep (met bifocale brillen).

Geconcludeerd kan worden dat het uiteindelijke oordeel van de proefpersoon aangeeft dat de Monovision lens als enige van de geteste lenzen in aanmerking komt als alternatief voor een bifocale bril. Dit oordeel blijkt goed te correleren met de prestaties op de dynamische visuele tests en veel minder met standaard optometrische tests.

Een resultaat van deze studie is tevens dat in het vervolg het aantal tests voor het evalueren van contactlenzen en brillen drastisch kan worden gereduceerd. In de besproken studie zijn de werkpleksimulatie tests ontwikkeld en werd een groot aantal tests afgenomen omdat van te voren niet duidelijk was welke soort test het best goede van slechte lenzen zou kunnen onderscheiden. Een deel van de tests liet geen verschil zien tussen lenstypes, terwijl andere tests goed discrimineerden, met name de werkpleksimulatie tests, de stereotest en de priegelttest. Met deze laatste beperkte testset is het mogelijk om in korte tijd een goed onderscheid te kunnen maken tussen zowel lenzen als brillen.

Conclusies

Uitgaande van het draagcomfort, de optometrische en de werkpleksimulatie tests en klinische resultaten is

alleen het op monovisie gebaseerde lenstype acceptabel. Het enige nadeel van dit type lens is de beperkte stereopsis. Het dragen van bifocale lenzen op basis van het principe van simultane visie en diffractie leidt ertoe dat de dynamische visus, het leesvermogen en het vermogen om kleine objecten in de verte te detecteren onvoldoende is. Aangezien nog geen gegevens bekend zijn of de Monovision lens een alternatief is bij andere doelgroepen, wordt aanbevolen om dit type Monovision lens verder te evalueren bij beginnende presbyope niet-lensdragers en bij hogere leesaddities. De resultaten van dit onderzoek zullen informatie op moeten leveren of dit type lens voor de militair een algemeen alternatief is voor een leesbril. Tevens zal onderzoek gedaan moeten worden naar de compatibiliteit van het Monovision principe bij richt- en kijkapparatuur. Gebleken is dat het aantal tests voor het evalueren van contactlenzen en brillen drastisch kan worden gereduceerd.

Samenvatting

In een experiment werden door drie groepen van 15 personen, gedurende vier weken harde bifocale contactlenzen gedragen. Alle 45 personen droegen al meer dan vijf jaar harde lenzen voor vertecorrectie. Gedurende het experiment droegen de drie groepen een van de drie typen bifocale harde contactlenzen die waren gebaseerd op het principe van monovisie (Monovision lens), simultane visie (Presbycon lens) en diffractie (Diffra lens). Uit de resultaten van de enquête, de optometrische tests, de werkplek-simulatietests voor de bepaling van dynamische visus en de klinische evaluatie blijkt dat alleen het op monovisie gebaseerde lenstype een alternatief is voor het oplossen van het leesprobleem van een presbyope militair. Aanbevolen wordt om de Monovision lens verder te evalueren bij beginnende presbyope niet-lensdragers als alternatief voor een eerste leesbril. In dit vervolgonderzoek kan gebruik worden gemaakt van een beperkte testset, bestaande uit de ontwikkelde werkplek-simulatietests, de stereotest en de priegeltest.

Lenstype	acceptatie (%)	populatie (n)	onderzoek
Monovisie	67	200	Back e.a. ²¹
	86	15	deze studie
Diffractie	75	200	Churns e.a. ²²
	55	20	Phillips ²¹
Simultane visie	53	15	deze studie
	42	200	Back e.a. ²¹
	33	15	deze studie

Tabel 8. Acceptatie van contactlenzen (% deelnemers) afhankelijk van het type lens.

Summary EVALUATION OF RIGID BIFOCAL CONTACT LENSES FOR THE DEFENSE FORCES

To determine the effectiveness of rigid bifocal contact lenses for military personnel, three groups of 15 subjects each participated in an experiment consisting of a four week trial period. Subjects were assigned without preselection to wear one of the three types of contactlenses:

- monovision lens (single vision distance lens + single vision near lens),
- simultaneous vision lens (concentric bifocal combination),
- diffractive lens.

After initial fitting of the lenses, the subjects were seen after 1 and 4 weeks of daily lens wear. At each visit the subjects were clinically examined. In addition, several psycho-physiological tests were conducted in order to determine static and dynamic visual performance. Also, a questionnaire was used to quantify and to qualify subjective complaints.

After a 4 week wear period only the group with the monovision lenses showed a significant reduction of complaints concerning near vision. The groups with the simultaneous and diffractive lenses showed an increase of complaints concerning blur and ghosting.

On basis of the optometric and psycho-physiological workplace tests it is concluded that the Diffra and the Presbycon lenses do not suffice for visual demanding tasks. The Monovision lenses are a possible alternative for correcting presbyopia as long as the tasks do not require accurate stereoacuity. The clinical evaluation showed that all three lens types resulted in none to minor cornea pathologies. The success rates of the three lenses were 86% for the monovision group, 53% for the diffractive lenses, and 33% for the simultaneous lenses. This success rate

correlated with the performance on the workplace tests and lens fitting parameters. The authors concluded that the hard bifocal contact lens of the monovision type is an alternative for correcting presbyopia of military personnel. Further research should focus on the success rate of this type of contact lens for correcting presbyopia in non-contactlens wearers.

Literatuur:

1. Van 't Veer P.: Onderzoek naar een bril-/gasmaskercombinatie met geringe lekkage. Centrum voor Polymere Materialen TNO. Rapport 1990 nr. 94.
2. Punt H., Valk P.J.L., Drijfholt D., Raven-Faessen G.J.H.M.: De vliegerbril bij presbyope vliegers van Koninklijke Luchtmacht en Koninklijke Marine. Rapport nr. 00 /NLRG/1989-1.
3. Punt H., Rouwen A.J.P., Van den Biggelaar H.H.M., Hoekstra G.J.T.: Dynamisch gedrag van sferische en asferische contactlenzen onder invloed van Gz versnellingskrachten en snelle decompressie. Ned Mil Geneesk T 1986 (39) 106-112.
4. AGARD: Operational use of contact lenses by military aircrews. AGARDograph 334. AMP Working Group 16. 1992.
5. Cloherty J.K.: Contactlenses for pilots and aircrew in the services. In Visual Protection and Enhancement. AGARD, proceedings 1985 no. 379. 15.1-15.13.
6. Tinning S.: Soft contactlens wear and aviation. AGARD. Ocular hazards in flight and remedial measures. London, 1990.
7. Punt H., Van den Heuvel A.C.H., Van den Biggelaar H.H.: Dynamic behaviour of spherical and aspherical contactlenses exposed to +G2 acceleration forces in visual protection and enhancement. AGARD. Proceedings 1985 no. 379 16.1 - 16.5.
8. Punt H., Holeywijn M.: Pilotstudie naar het gedrag van zachte en harde lenzen onder G-belasting. Rapport NLRG 1992-K1.
9. Rouwen A.J.P., Pinckers A.J.L.G., van 't Pad Bosch A.A.I., Punt H.: Visual acuity, spectacle blur and split-lamp biomicroscopy on asymptomatic contactlens-wearing recruits. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 1983 (221) 73-77.
10. Inspectie Geneeskundige Dienst Kon. Luchtmacht: Mededeling IGDKLu nr. B-87/01, Hoofdstuk B/540, 1985.
11. Van Norren D.: (1984). Contactlenses in the military services. Am J Optom Physiol Optics 1984 (61) 441-447.
12. Szanto G., van Norren D.: Comparative literature study of bifocal and multifocal contactlenses. Technical report. Institute of Perception TNO IZF-1990-A-21.
13. Holeywijn M., Kooi F., Punt H.: Evaluatie van harde bifocale contactlenzen voor de krijgsmacht: subjectieve draagcomfort. Rapport NLRG 1995-K6.