

HET NACHTZIENONDERZOEK EN ZIJN PRACTISCHE BETEKENIS

door **Dr M. A. Bouman,**

Leider Werkgroep Waarneming, Rijksverdedigingsorganisatie TNO.

Inleiding.

In de laatste decennia wordt van het meten van verscheidene visuele functies onder scotopische omstandigheden steeds veelvuldiger gebruik gemaakt, zowel ten behoeve van de klinische toepassing als voor de selectie van personeel, dat een belangrijk deel van zijn taak bij zeer lage omgevingshelderheden moet verrichten.

Voor zover dit geschiedt ten behoeve van de strijdkrachten vindt dit gedeeltelijk zijn oorzaak in de toenemende mate, waarin nieuwe technische hulpmiddelen het voeren van acties onder nachtelijke omstandigheden mogelijk maken. De hieruit voortvloeiende specialisatie van het personeel gaat zover, dat de taken van sommigen zijn gereduceerd tot slechts enkele handelingen of waarnemingen, die zij zo snel en zo goed mogelijk bij nacht moeten verrichten.

Bij burgerlijke diensten zijn er eveneens een toenemend aantal werkzaamheden, die ook bij lage helderheden moeten worden uitgevoerd, bijvoorbeeld het autorijden. Daarom werd in verschillende landen een onderzoek ingesteld naar het gezichtsvermogen bij nacht van chauffeurs, ten behoeve van de verkeersveiligheid en als gevolg van de relatief hoge frequentie van nachtelijke ongevallen.

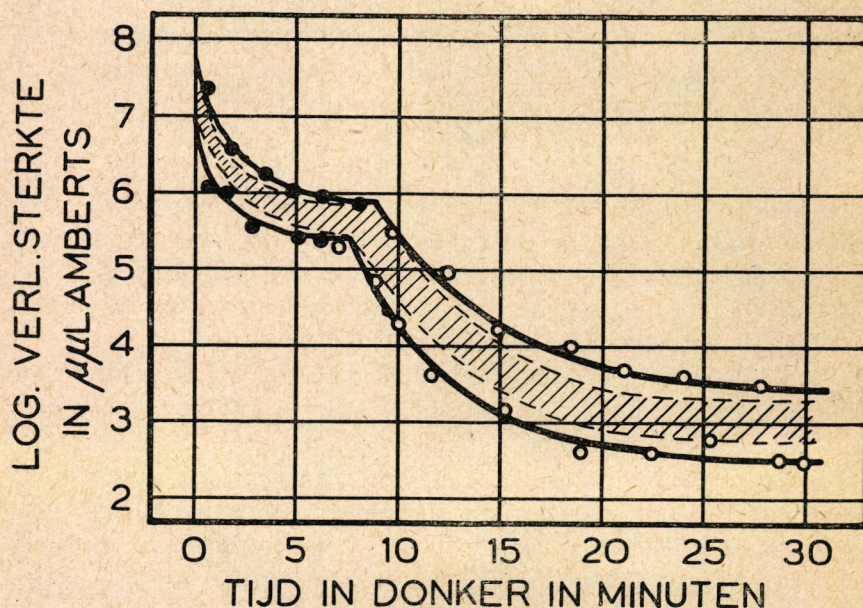
Uit de ervaring, opgedaan bij selectiemethoden voor nachtzien en bij meer fundamenteel onderzoek, blijkt, dat de onderzochte visuele functies, behalve hun afhankelijkheid van de gebruikte onderzoek-procedure, tevens afhankelijk zijn van een groot aantal factoren, samenhangende met de conditie van de proefpersoon. Het is juist deze afhankelijkheid, waaraan het onderzoek van het zien bij nacht zijn grote belang ontleent, zowel voor de klinische als voor de selectie-toepassing.

Adaptatie

Wanneer het oog enige tijd aan een bepaalde belichting blootgesteld is geweest, zijn de waarnemingsmogelijkheden in deze omstandigheid o.m. gekarakteriseerd door de gezichtsscherpte, de juist waarneembare helderheidsverschillen e.d.

Bij wijziging van de gemiddelde helderheid van de omgeving duurt het enige tijd, voordat de bij de nieuwe omstandigheden behorende optimale waarnemingsmogelijkheden weer bereikt zijn. Zowel bij verlaging als bij verhoging van het belichtingsniveau zijn zij aanvankelijk slechter, terwijl in het algemeen bij verhoging het herstel sneller is voltooid. De snelheid en grootte ervan kan gedurende de adaptatie worden nagegaan door periodieke meting van de gezichtscherpte, het helderheidonderscheidingsvermogen, e.d.

Het adaptatieonderzoek geschiedt bij klinische toepassingen meestal door het opnemen van de zgn. donkeradaptatie-kromme: nadat het oog 2 à 10 minuten in een zo groot mogelijk deel van het gezichtsveld aan een helderheid van ongeveer 3000 lux, afkomstig van gloeilampen, blootgesteld is geweest, wordt 30 tot 45 minuten lang — gedurende welke tijd het overigens geheel donker is — met regelmatige tussen-



De logarithme van de drempelwaarden in micromicrolamberts als functie van de donkeradaptatietijd na een voorafgaande adaptatie gedurende 5 minuten aan 3000 lux op wit. Gemeten met de HECHT-SHLAER-adaptometer voor 110 proefpersonen. De getrokken krommen geven de uitersten aan voor een nog als normaal te beschouwen adaptatieverloop. Binnen het gearceerde gebied liggen de krommen van 80% van de gehele groep.

(HECHT en MANDELBAUM 1939; J. A.M.A. 112, 1910).

pozen de helderheid bepaald, die één of ander testobject moet hebben om juist waargenomen te kunnen worden. De meetresultaten worden grafisch verwerkt tot de adaptatiekromme, welke de gemeten helderheden als functie van de tijd weergeeft. Deze kromme is dan onder meer afhankelijk van de intensiteit en de duur van de voorafgaande belichting, de localisatie van het testobject op het netvlies, de grootte en kleur van het testobject, de pupilgrootte en de duur van de teststimulus.

Kleur, helderheid en duur van de voorafgaande belichting beïnvloeden niet de eindwaarde zelf, welke na 30 à 45 minuten wordt bereikt, doch wel de wijze waarop deze eindwaarde wordt bereikt. De genoemde eigenschappen van de teststimulus beïnvloeden de gehele kromme.

De individuele verschillen in de vorm van de kromme, zoals deze in figuur 1 tot uitdrukking komt, zijn klein in vergelijking met de spreiding in de onderlinge ligging. Het gebied van helderheden, waarbinnen de adaptatiekrommen van 80% van een normale groep proefpersonen ligt, omvat ongeveer een verhouding 1 op 5.

Bij herhaalde metingen op één dag bij hetzelfde individu is de variatie ongeveer een factor 2, en bij tussenpozen van weken is deze niet veel groter.

In verband met het feit, dat de vorm van de kromme bij normale proefpersonen vrijwel constant is, kan voor het vaststellen van het adaptatiegedrag veelal volstaan worden met de maximaal bereikbare eindgevoeligheid, gemeten na 30—45 minuten donkeradaptatie.

Ook de gestandaardiseerde voorafgaande belichting kan dan achterwege blijven.

Een pathologische afwijking in de adaptatie of hereditaire hemeralopie wordt ook vrijwel zonder uitzondering ontdekt bij een enkele meting na 30 à 45 minuten donkeradaptatie. Zij uit zich in een gevoeligheid, die slechter is dan uit de normale spreiding is te verwachten.

De algemene factoren, die de individuele resultaten beïnvloeden zijn:

1. de leeftijd. De verminderde gevoeligheid bij groepen van toenemende leeftijd is vrijwel geheel het gevolg van niet fundamentele oorzaken, en wel de kleinere pupilgrootte en de grotere absorptie van de oogmedia.
2. de voeding.
3. het ademshalingsrythme en de samenstelling van de ingeademde lucht.
4. vermoeidheid, verrichte spierarbeid, etc.

Daarom wordt adaptatieonderzoek veelvuldig gebruikt als indicatiemethode voor meer algemene problemen, voortvloeiend uit de genoemde factoren. Zo is bijvoorbeeld vitamine-A-deficiëntie in een zeer vroeg stadium reeds in de adaptatie kenbaar. Vele pharmaca en toxines werden in hun werking op het adaptatieverloop onderzocht.

Overigens willen wij ons nu verder beperken tot de selectiemethoden voor het zien bij nacht en wat hiermede samenhangt.

Nachtzienselectie

De vaardigheid voor het uitvoeren van een taak bij nacht zal slechts in meerdere of mindere mate van het gezichtsvermogen bij nacht afhangen, voor zover de visuele waarneming bij die taak invloed uitoefent. Bij de selectie van personeel voor zulke taken zal derhalve de betekenis van de visuele waarneming en de aard er van zo mogelijk moeten worden vastgesteld, waarna met behulp van deze gegevens een geschikte test voor het zien bij nacht gekozen of ontwikkeld kan worden. Of de gekozen test bruikbaar is voor het gestelde doel, zal men daarna kunnen nagaan door een vergelijkend onderzoek van de gebleken praktische kwaliteiten van een door de test aangewezen superieure groep ten opzichte van een groep met minder goede testresultaten. In het bijzonder zal dit het geval moeten zijn, indien een dergelijke selectieproef gebruikt wordt om personeel voor een bepaalde functie aan te wijzen, waarvoor de betekenis van het nachtzien niet scherp geanalyseerd werd of kon worden. Met name is dit bij chauffeurs het geval. Voor de selectie van chauffeurs, die vaak ook bij nacht zullen moeten rijden, kan men in principe twee wegen volgen. De ene is de boven aangegeven gang van zaken: het ad hoc kiezen van een test voor het zien bij nacht, gekoppeld aan een onderzoek naar de bruikbaarheid van de test achteraf. De andere weg is het gebruiken van een zoveel mogelijk aan de werkelijkheid aangepaste proef. De bezwaren tegen de laatste methode zijn ook van praktische aard. Immers de beste proef is de praktijk zelf en hiervoor moet het personeel eerst in opleiding genomen worden. Een geschematiseerde proef zal de praktijk slechts gedeeltelijk benaderen. Voor enkele functies zijn vrij goede nabootsingen in gebruik, waarbij reacties van de proefpersoon geregistreerd worden bv. bij het vertonen van een film, die de geteste de illusie geeft, dat hij zelf deel aan de handeling heeft. Dit is natuurlijk slechts voor enkele functies mogelijk, en hiertoe zal slechts worden overgegaan, indien selectie er voor zeer frequent nodig is.

Bij het kiezen van een test voor het zien bij nacht, die bij een alge-

mene selectie voor verscheidene functies gebruikt moet worden, verdient het aanbeveling te streven naar een methode van onderzoek, waarvan het resultaat in zo groot mogelijke mate uitsluitend door de physiologische gevoeligheid van het oog wordt bepaald. Uiteraard zal men zich met een compromis tevreden moeten stellen, daar invloeden van intelligentie, van reactievermogen, van het al of niet hebben van ervaring van het zien bij nacht e.d., op het resultaat nooit volledig uitgesloten kunnen worden. De physiologische gevoeligheid is immers in ieder geval een parameter, die bij alle werk met nachtzien van belang zal zijn; een methode tot het bepalen daarvan heeft dan ook een grotere universaliteit dan methoden, waarbij bewust of onbewust andere kwaliteiten medebepalend zijn.

Deze zijn wat het nachtzien betreft samen te vatten in hetgeen visuele begaafdheid genoemd zou kunnen worden: de vaardigheid voor het waarnemen en herkennen van zichtbare objecten naar hun aard. Bij nacht zullen de markante bijzonderheden, die essentieel zijn voor de herkenning, veelal andere zijn dan bij dag. Daar een groot deel van de bevolking het zien bij nacht ontwend is tengevolge van het toenemende gebruik van kunstverlichting, zullen bij onderzoeksmethoden, waarbij de visuele begaafdheid een belangrijke invloed heeft, de testresultaten sterk worden beïnvloed door de ervaring, waarover de proefpersoon ten aanzien van de bij de proef gebruikte waarnemingsopdracht reeds beschikt. Het is mogelijk, dat voor een zeer speciale functie, waarbij een eenzijdige visuele taak bij nacht moet worden uitgevoerd, de voorkeur wordt gegeven aan het invoeren van een test, waarbij deze begaafdheid een groot aandeel heeft. Hierbij is echter een zeer aantrekkelijk alternatief het selecteren van mensen op hun physiologische gevoeligheid, gevolgd door een geschikte training, die juist voor een eenzijdige taak zeer effectief kan zijn voor het verkrijgen van ervaring. In het algemeen lijkt dit dan ook de meest aan te bevelen procedure voor selectie en opleiding van personeel met een taak bij nacht. Bij de training zullen, naast instructie over de waarnemingstaken die zullen voorkomen, in ruime mate aanwijzingen gegeven moeten worden over de wijze, waarop volgens physiologische gegevens een maximaal resultaat te bereiken is.

Wij willen ook nog wijzen op de zgn. nachtmyopie. Uit beschikbaar gekomen recente gegevens blijkt wel, dat deze wordt veroorzaakt door de verwijde pupil bij lage omgevingshelderheden. De dioptriesterkte van de ooglens is aan de rand groter dan in de centrale delen en vaak op een zodanige wijze, dat ook astigmatisme optreedt. Dientengevolge zal de oculairstand van kijkers bij nacht enigszins negatiever moeten

zijn dan de instelling bij dag. De nachtmyopie is sterk afhankelijk van het individu; de trainingstijd kan gebruikt worden om deze met behulp van kijkers of anderszins te bepalen. Natuurlijk speelt ook bij het zien zonder kijkers, zoals bij chaufferen, de nachtmyopie een rol. Overwogen kan worden, in hoeverre een brilcorrectie bij nachtelijk zien voor dit soort beroepen aan te bevelen is.

Adaptometers

In de geallieerde legers werden vooral in de laatste jaren van de oorlog '40—'45 nachtzienselectie en training op ruime schaal toegepast. Eenheid in de gebruikte methoden was er geenszins. Zo werden in Canada voor leger, luchtmacht en marine drie verschillende tests ontwikkeld.

Bij de marine werkte men met een modificatie van de in de U.S.A. vrij algemeen gebruikte HECHT-SHLAER-adaptometer. Met dit apparaat wordt de bepaling uitsluitend van de physiologische gevoeligheid van het oog het dichtst benaderd. Met violette testflitsen van 0,2 seconde en van instelbare helderheid, die 7° onder de fovea op het netvlies geprojecteerd worden, kan voor het aan het donker geadapteerde oog de helderheid van de juist waarneembare flits worden gemeten. Het testobject is rond en heeft een gezichtshoek van 3° .

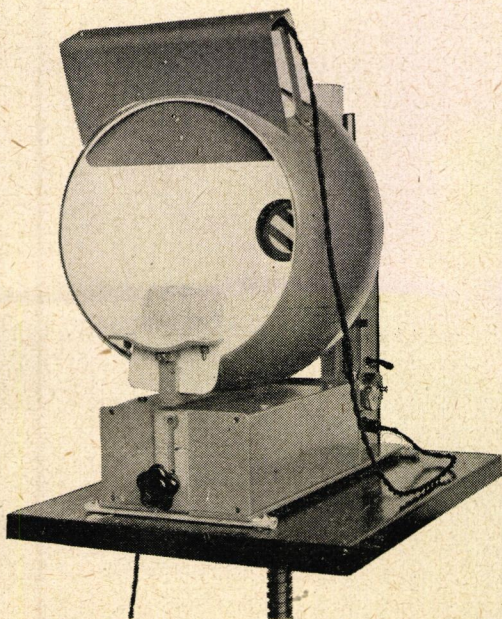
Bij deze proef gaat het alleen om het nog net waarnemen van een hoeveelheid licht, waarvan de ruimtelijke constellatie door de proefpersoon niet hoeft te worden herkend. Bij vele andere bekende testmethoden wordt om praktische redenen een te herkennen object ingevoerd. Onder meer worden hiervoor vaak gebruikt een draaibare Landoltse ring, een Snellense haak of een E. De proefpersoon wordt dan verzocht aan te geven, bij welke helderheid hij de oriëntatie van de gebruikte figuur nog juist kan zien. Uiteraard is bij een dergelijke proef ook de vormperceptie van invloed en deze wordt, indien de figuur niet groot genoeg is, aanzienlijk beïnvloed door de gezichtscherpte en mogelijk ook door het helderheids-onderscheidingsvermogen, die beide nog door de grootte van de nachtmyopie bepaald worden. Daarom is het gewenst, de afmetingen van de naar haar oriëntatie te herkennen figuur zo groot te kiezen, dat deze moeilijkheden zich niet voordoen.

Leger en luchtmacht van Canada gebruiken daarom methoden, waarbij zeer grote silhouetten van bolletjes e.d. op verschillende helderheden van de achtergrond in een zaal worden geprojecteerd. Zowel voor de training als voor de selectie wordt dit toegepast. Voor de eerste maakt men bij de Canadese marine ook gebruik van zee-

panorama's e.d., daar de HECHT-SHLAER-adaptometer zich minder voor training leent.

Een vooral in Engeland veel gebruikte test is de „Rotating Hexagon” volgens LIVINGSTONE, waarbij een groot aantal objecten zoals letters, een schip, een vliegtuig, herkend moeten worden. De afmetingen van deze objecten zijn onder de omstandigheden, waarbij de proef gedaan wordt, klein genoeg om gezichtsscherpte e.d. voor de herkenning hierin te betrekken. Ook blijkt, bij het enkele malen herhalen van de test, dat de resultaten van de proefpersoon in grotere mate verbeteren dan bij herhaalde metingen met methoden, zoals in Canada bij de verschillende onderdelen van de strijdkrachten in gebruik zijn. Bovendien is de bereikte verbetering voor de letters verschillend van die voor de vormen (schip, vliegtuig, kruis e.d.).

De hierboven gegeven overwegingen hebben er toe geleid, dat de Werkgroep Waarneming van de Rijksverdedigingsorganisatie TNO een adaptometer heeft ontwikkeld, waarvan de essentiële kenmerken op ons verzoek verwezenlijkt werden in het instrument, door de firma HAAG-STREIT te Bern als GOLDMANN-WEEKERS-adaptometer in de handel gebracht. Er wordt gebruik gemaakt van een groot testobject met gezichtshoek van ongeveer 10° , waarover twee grote zwarte evenwijdige banden zijn aangebracht. De richting van deze banden kan door proefpersoon en onderzoeker worden ingesteld.



Een contrôle, of de proefpersoon, als hij dit aangeeft, het testobject inderdaad goed waarneemt, kan verkregen worden door hem de banden in een bepaalde richting te doen instellen.

De afmetingen van de banden zijn zodanig gekozen, dat gezichtscherpte e.d. niet bepalend zijn voor de zichtbaarheid van het object. De gezichtshoek van de banden is in de breedte ca $2,5^\circ$. Bovendien is deze figuur vrijwel de eenvoudigste, waaraan een oriëntatieaanduiding kan worden ontleend, zodat de vormperceptie vrijwel geen invloed heeft.

Om de proefpersoon een oriëntatiepunt te geven, is een rood fixeerlichtje onder het testobject aangebracht. Indien hij dit fixeert, wordt het testobject ca 15° excentrisch waargenomen.

Voor het meten van het gehele adaptatieverloop is met het apparaat een gestandaardiseerde vooradaptatie mogelijk aan 3000 lux op wit. De helderheden, door de proefpersoon aangegeven, kunnen geregistreerd worden.

Zowel voor de selectie van personeel voor de landmacht als voor de studie van verschillende invloeden, die voeding, vermoeidheid e.d. op de adaptatie hebben, werd deze adaptometer door de Werkgroep gebruikt en hij bleek voor de gestelde doeleinden goed te voldoen.