



NYT FRA FORSKNINGSFRONTEN

Måling af pupilreaktionen for farvet lys har potentiale til diagnose af sygdom i nethinden og synsnerven



KRISTINA HERBST

LÆGE,
PH.D.-STUDERENDE
ØJENAFDELINGEN,
GLOSTRUP
UNIVERSITETSHOSPITAL

ILLUSTRATIONER:
MEDIAFARM

Pupilreaktionen for lys (pupilrefleksen) har interesseret forskere og klinikker i lang tid, fordi den er en af de objektive markører for nervesignaler fra nethinden. Derfor bruges pupilrefleksen i klinisk praksis for at vurdere funktionen af synsnervebaner i øjet.

Når lys rammer nethinden, bliver det omdannet til nervesignaler, som sendes via synsnerven til hjernen, hvor pupilrefleksens center ligger.

Informationerne analyseres og sendes tilbage til øjet til pupillens muskler, som styrer pupillens størrelse (Fig. 1), dvs. at når der kommer

meget lys ind mod øjet, så signalerer hjernen til pupillens muskler, at de skal trække sig sammen, hvorved pupillen bliver lille.

Når lyspåvirkningen ophører, udvides pupillen atter (Fig. 2). Hvis pupillen ikke reagerer ved lyspåvirkning, betyder det, at der er synsnervebaner, som er beskadigede.

Uforklarlige pupilreaktioner

Mange har forsket i pupillens fysiologi, og i dag ved man, at fotoreceptorerne styrer pupillens størrelse via forbindelse med pupilrefleksens center. Men der var nogle ting, som forskerne ikke kunne forklare. Hidtil var det uklart, hvorfor pupillen hos

blinde med beskadigede fotoreceptorer kunne trække sig sammen ved påvirkning med hvidt lys, da man ved, at det er dem og kun dem, der omdanner lys til nervesignaler, som sendes videre til hjernen og styrer pupilstørrelsen. En anden ting, som man ikke kunne forklare var, at nogle blinde havde intakt pupilsammen-
trækning og normale døgnrytmer, mens andre blinde ikke havde det.

Farvet lys og pupilrefleks

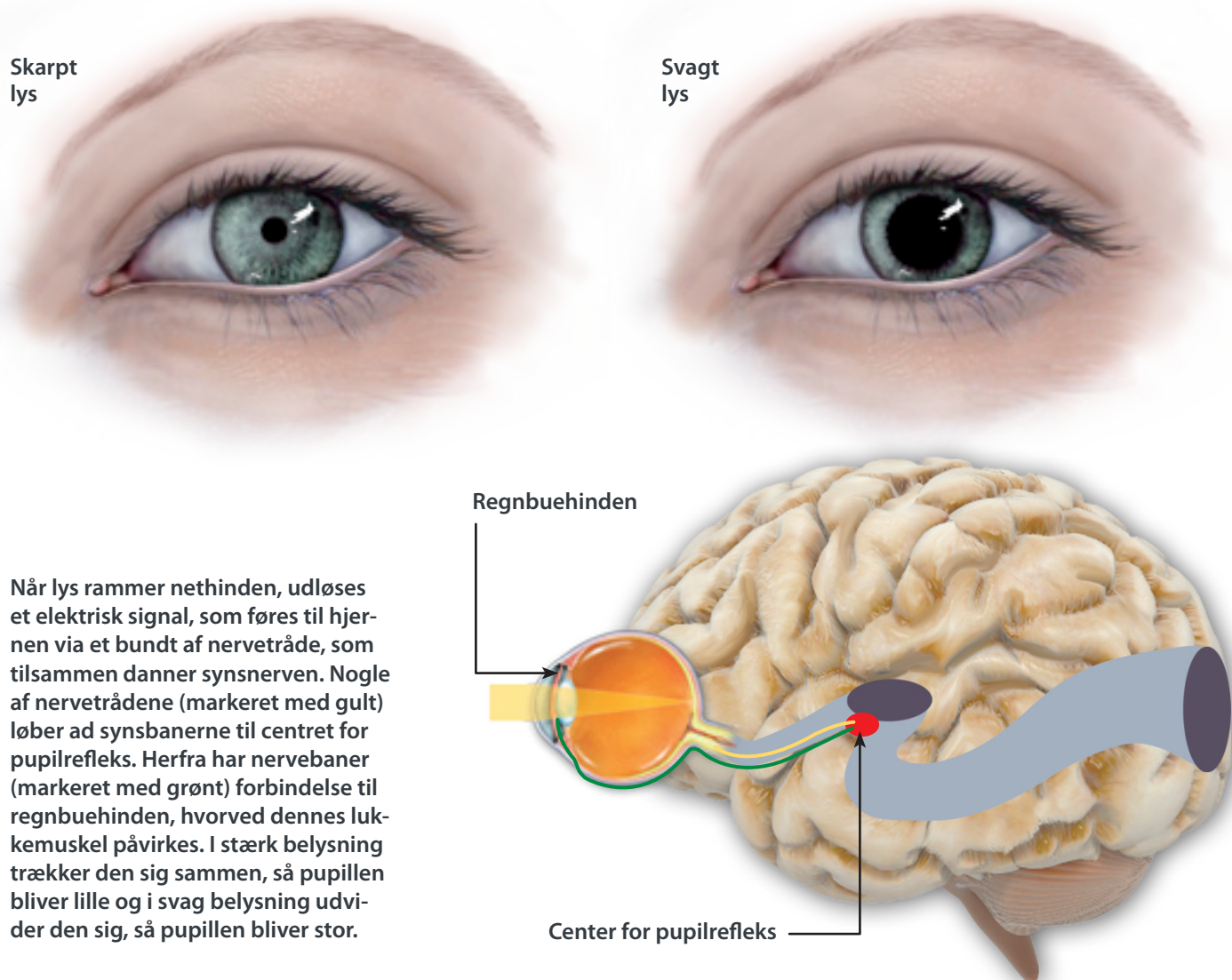
Man ved i dag, at nethindens fotore-

ceptorer (tappe og stave) har forskellig følsomhed for farvet lys. Der er 3 typer tappe i menneskets nethinde, som er følsomme for henholdsvis kraftigt mørkeblåt/lilla, grønt og orange/rødt lys, mens stave er mest følsomme for svagt blått lys. I de seneste år har man endvidere påvist en ny undertype af gangliaceller, som er meget følsom overfor kraftigt lyseblåt lys (Fig. 3).

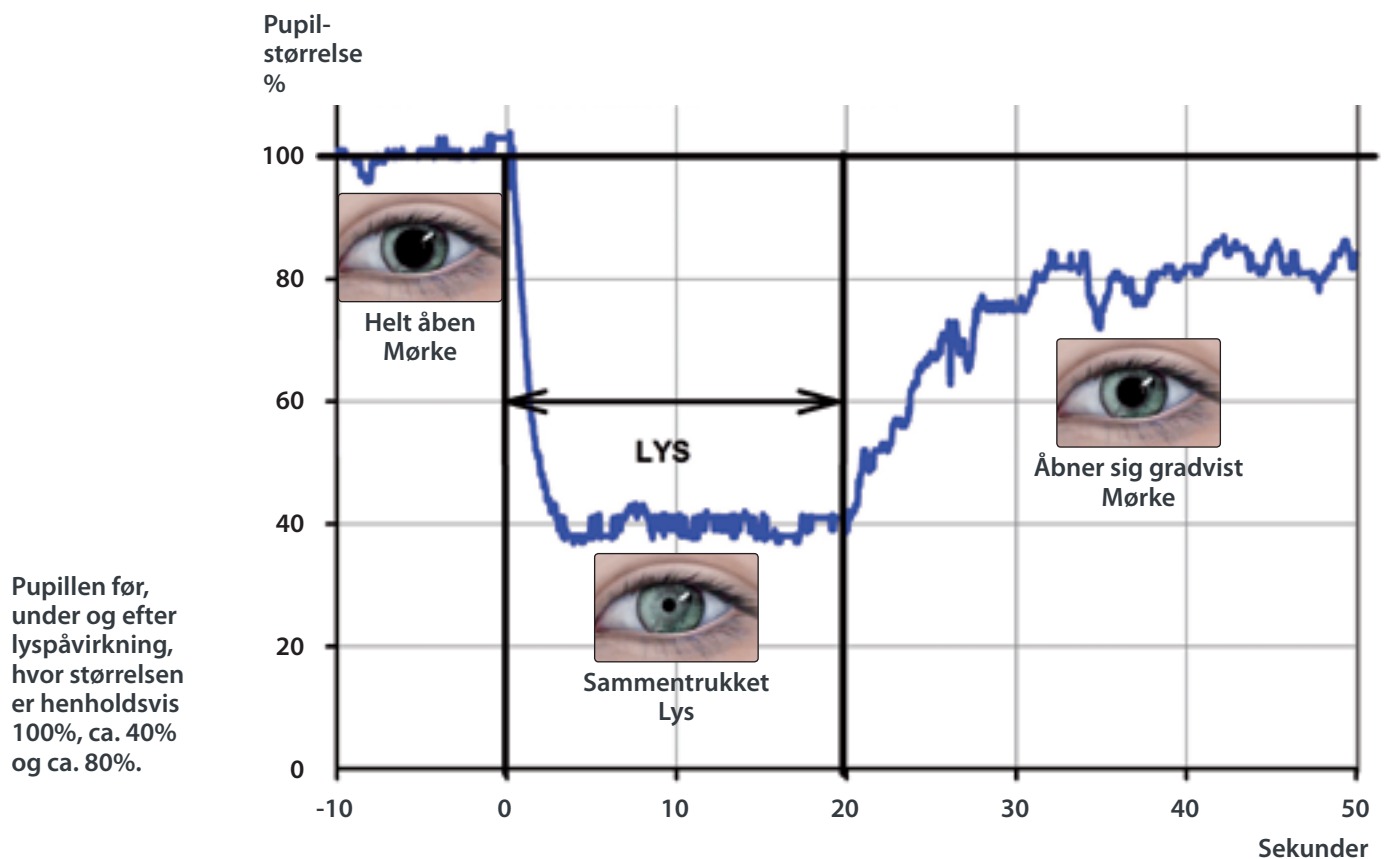
Med udgangspunkt i denne viden har man siden gennemført flere studier, som har vist, at raske pupiller



Figur 1



Når lys rammer nethinden, udløses et elektrisk signal, som føres til hjernen via et bundt af nervetråde, som tilsammen danner synsnerven. Nogle af nervetrådene (markeret med gult) løber ad synsbanerne til centret for pupilrefleks. Herfra har nervebaner (markeret med grønt) forbindelse til regnbuehinden, hvorved dennes lukkemuskel påvirkes. I stærk belysning trækker den sig sammen, så pupillen bliver lille og i svag belysning udvider den sig, så pupillen bliver stor.



Figur 2

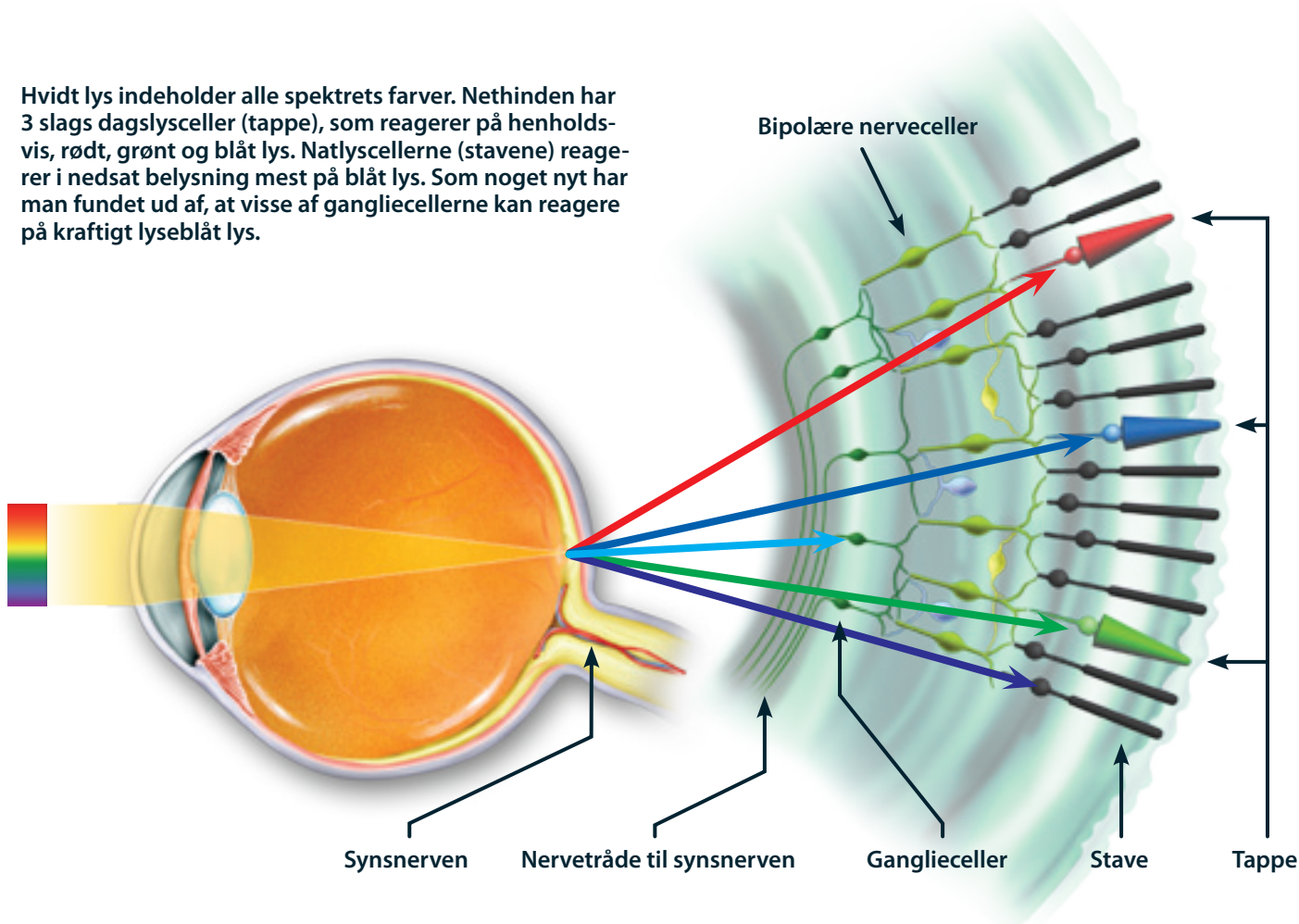
trækker sig kraftigere sammen ved påvirkning med blåt lys (stimulerer både fotoreceptorer og gangliaceller), end ved rødt lys (stimulerer kun fotoreceptorerne). Man har også observeret, at øjne med beskadigede tappe og stave ikke har nogen pupilreaktion for rødt lys, men bevarer reaktionen for blåt lys.

Denne viden har vakt stor interesse i forskningsverdenen, og derfor har en gruppe forskere fra Øjenafdelingen på Glostrup Hospital opstartet et projekt med det formål, at undersøge pupilreaktionen ved hhv. rødt og blåt lys hos raske og patienter med sygdomme i øjets nethinde eller i synsnerven.

Kromatisk pupillometer

Pupillens reaktion er meget hurtig og er derfor ikke mulig at måle manuelt, så til denne opgave er der blevet konstrueret et kromatisk pupillometer. Udstyret er en sammensætning af et infrarødt videokamera, en lyskilde med blå og røde lysdioder til pupilstimulering og et kredsløb, der konverterer pupilbevægelser til tal, som derefter sendes til en computer med en specialudviklet software, der analyserer tallene og viser ændringerne i grafiske billeder (Fig. 2). Denne proces er baseret på optagelser af 20 billeder pr. sekund.

Hvidt lys indeholder alle spektrets farver. Nethinden har 3 slags dagslysceller (tappe), som reagerer på henholdsvis, rødt, grønt og blått lys. Natlyscellerne (stavene) reagerer i nedsat belysning mest på blått lys. Som noget nyt har man fundet ud af, at visse af gangliecellerne kan reagere på kraftigt lyseblåt lys.



Figur 3

Måling af pupilreaktionen ved farvet lys

Projektet er inddelt i 3 studier. Første delstudie (pilotprojekt) involverede 10 raske forsøgspartagere, som skulle gennemgå evaluering af pupilreaktionen med hhv. kraftigt blått og rødt lys. Studiets formål var at undersøge, om der er udsving ved gentagne målinger, og om der er forskel på pupilreaktionen ved brug af blått versus rødt lys hos samme person samt at fastlægge stabiliteten ved målingerne.

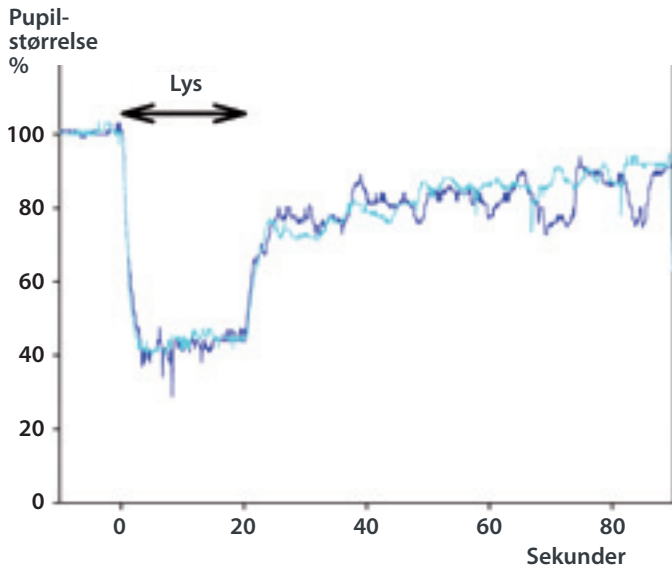
Dette delstudie er afsluttet, og resultaterne var positivt overraskende: Alle 10 forsøgspartagere reagerede ens, der var ingen forskel mellem to

ens målinger af pupilreaktionen (Fig. 4), og blått lys fremkaldte kraftigere pupilsammentrækning end rødt lys (Fig. 5).

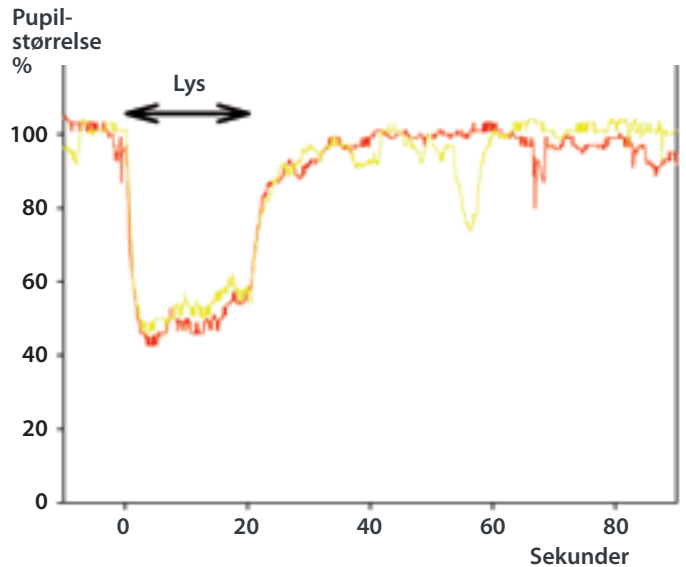
Gentagelse af den samme pupilundersøgelse hos en rask forsøgsperson

Undersøgelse med det blå lys (Fig. 4 A) og med det røde lys (Fig. 4 B): Der var ingen signifikant forskel mellem den første undersøgelse (mørk kurve) og den anden pupilundersøgelse (lys kurve).

Andet delstudie involverer 50 raske forsøgspartagere i forskellige aldersgrupper for at undersøge, om der er sammenhæng mellem alder



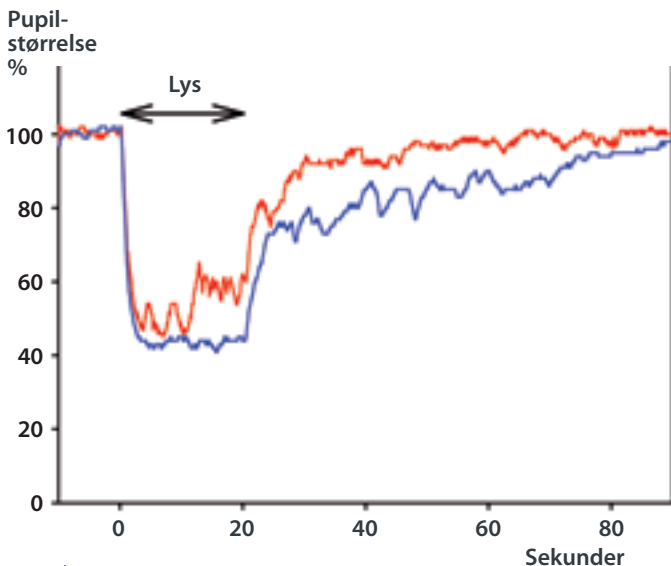
Figur 4 A



Figur 4 B

Gentagelse af den samme pupilundersøgelse hos en rask forsøgsperson

Undersøgelse med det blå lys (Fig. 4 A) og med det røde lys (Fig. 4 B): Der var ingen signifikant forskel mellem den første undersøgelse (mørk kurve) og den anden pupilundersøgelse (lys kurve).



Figur 5

Pupilreaktionen for blåt versus rødt lys hos raske forsøgspersoner

Pupilsammentrækning for blåt lys er større end for rødt lys pga. de blåfølsomme ganglieceller.

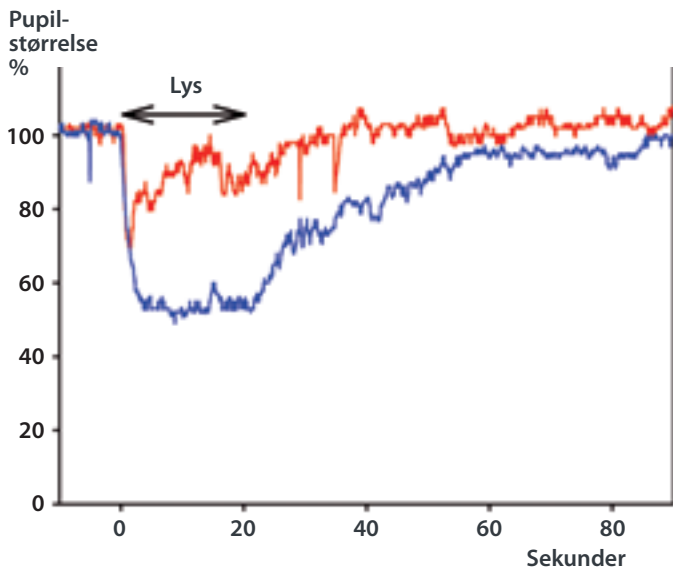


og pupilreaktion.

Studiet er ikke helt afsluttet, så resultaterne kan endnu ikke offentliggøres.

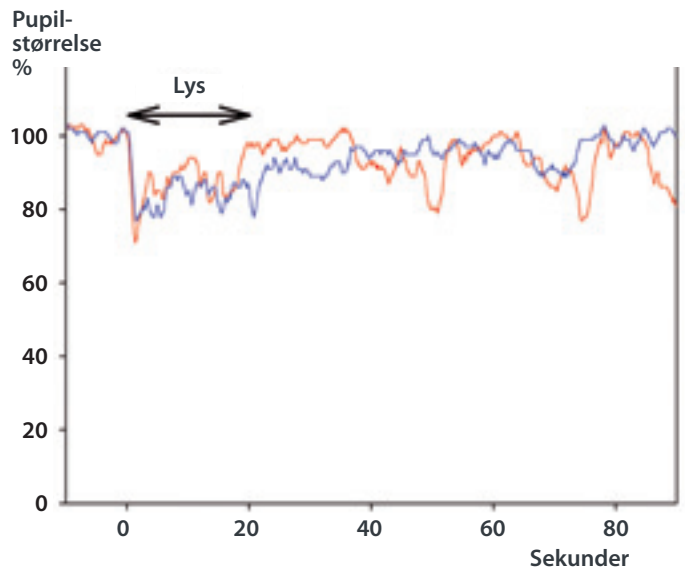
Tredje delstudie omfatter undersøgelse af pupilreaktionen hos patienter med nethinde- og synsnerve sygdomme. Ud fra den viden man har fået ved at studere dyr, virker det som om, at det vil være muligt at evaluere nethindens og synsnervens funktion ved brug af farvet lys. Studiet er stadig i gang, så resultater er endnu ikke tilgængelige, men som eksempel har to individuelle patienter med henholdsvis nethinde- og synsnervelidelser vist, at pupillometri-metoden kunne være behjælpelig til at vurdere nethindens status i øjet.

Patienten med nethindesydom



Figur 6 A

En patient med nethindesygd (tappe-sygdom). Pupilsammentrækning for rødt lys er meget mindre end i et rask øje, mens pupilreaktion for blåt lys er normal.



Figur 6 B

En patient med beskadiget synsnerve. Pupilreaktionen for begge farver er mindre end i et rask øje.

(beskadiget tappe-funktion) har en mindre pupilreaktion for rødt lys, men har en normal reaktion over for blåt lys (Fig. 6 A). Det sidste skyldes, at de blåfølsomme ganglieceller (Fig. 3) stadig fungerer normalt. Den anden patient, med synsnervesygdom (beskadiget synsnerve), har vist en mindre pupilreaktion for begge farver (Fig. 6 B). Dette skyldes, at signalet til hjernens pupilreflekscenter fra såvel fotoreceptorer som ganglieceller er svækket.

Resumé

- Man kan konkludere, at pupilreaktionen hos raske forsøgspersoner er større for blåt lys end for rødt lys, sandsynligvis pga. medvirkning fra de nyopdagede blåfølsomme ganglieceller.
- De undersøgte øjenpatienter havde en markant forskel i pupilreaktionen sammenlignet med raske.
- Ved nethindesygd er der påvist mindre eller næsten ingen pupilsammentrækning, når øjet påvirkes med rødt lys, hvorimod der er normalreaktion, når der skiftes til blåt lys.
- Ved synsnervesygdom er der påvist mindre eller næsten ingen pupilsammentrækning ved lyspåvirkning, og dette gælder ved både rødt og blåt lys.
- Potentielt vil fremtiden vise, om det vil være muligt at bruge kromatisk pupillometri i klinisk praksis til undersøgelse af visse øjensygdomme med hurtig diagnostik til følge. □