



Atle Einar Østern

Hva øyebevegelsene kan avsløre om oss

Måling av visus forteller ikke alt om synsfunksjonen. Hvordan vi visuelt oppfatter verden rundt oss er også avhengig av hvor fokus rettes. Vi beveger øynene konstant. I denne artikkelen skal vi se nærmere på hva ny fascinerende forskning om dette kan avdekke om hvem vi er som individer og som art.

ATLE EINAR ØSTERN, OVERLEGE PH.D, ØYEAVDELINGEN,
OSLO UNIVERSITETSSYKEHUS, HF (ULLEVÅL), 0407 OSLO

Med frie, bevegelige øyne kan visuell informasjon innhentes om et større spekter av omgivelsene. Denne egenskapen er viktig i utfordrende situasjoner, enten det er i kaotisk rushtrafikk i våre dager eller det var i steinalderen i møte med rovdyr.

Ikke alle høyerestående virveldyr har den evnen. Noen har fastlåste bulbi. Ugler er et eksempel. For å følge et byttedyr må de vri på hele hodet. Det kan de gjøre inntil utrolige 270 grader

hver vei uten å skade vitale strukturer. Spøkelsesaper (tarsier) er et annet eksempel (figur 1). De er gremlins-liknende, nattaktive primater som kan snu kraniet 180 grader. Deres enorme øyne har rekorden for alle pattedyr i forhold til kroppsstørrelsen.



Figur 1: Tarsier er særegne kjøtt- og insektetende halvaper med uvanlig godt mørkesyn. Tegning: Atle Østern

Hjernen styrer øyemotilitet

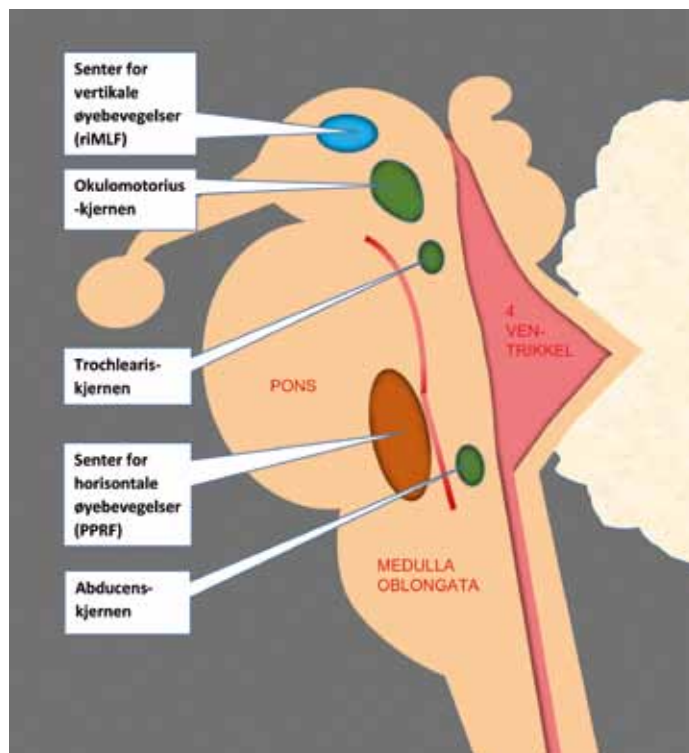
Mennesker derimot kan dreie øynene fritt i alle retninger, men maksimalt omkring 30 grader. Utover dette må også mennesker snu seg rundt. Korresponderende rotasjoner av øyne og hodet må styres presist. Hensikten med hjernens kontrollsystem for øyemotilitet er å sikre at bildet faller på makula, enten blikket flyttes til et nytt objekt eller vi fokuserer på noe som er i relativ bevegelse i forhold til oss.

Før en øyebevegelse kan starte må visuelle sanseinntrykk bearbejdes. Persepsjonsprosessen foregår på to integrerte måter som er motsatt rettet:

1. «Nedenfra og opp» (engelsk «bottom-up») er den strøm av data som hjernen automatisk mottar fra sanseapparatet om karakteristiske trekk ved eksterne stimuli, som for eksempel objekters kontrast, orientering, farger og størrelser.
2. «Ovenfra og ned» (engelsk «top-down») betyr at erfaringer og forventninger brukes til å gjenkjenne og fortolke utvalgt sensorisk informasjon.

Når denne prosessen resulterer i en viljestyrt øyebevegelse formidles først signaler via nevralt nettverk

Figur 3: Nevrongrupper i hjernestammen regulerer øyebevegelser. Illustrasjon: Atle Østern



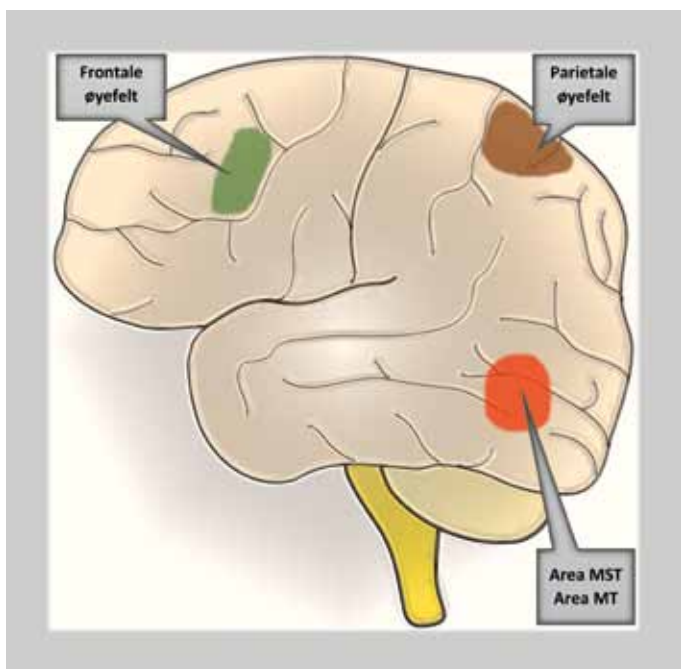
som forbinder høyere hjerneområder i frontallappen, parietallappen og et område ved overgangen mellom temporal- og oksipitalappen (figur 2).

Det er ingen direkte forbindelser mellom hjernebarken og øyemuskelkjernene. Fra nevnte områder i korteks

er det imidlertid videre synaptiske tilknytninger til premotoriske nevrongrupper i hjernestammen. Samordning av signaler som sikrer koordinert øyemotilitet skjer på hjernestammenivå (figur 3).

Motilitetstyper kan litt forenklet klassifiseres som følger:

- **Sakkadebevegelser** er raske og konjugerte. De benyttes når det skiftes mellom fikseringspunkter.
- **Følgebevegelser** holder et objekt med gradvis posisjonsendring sentralt på retina.
- **Optokinetiske refleksbevegelser** utløses når hele synsfeltet forflytter seg. Eksempler er når man ser ut av et togvindu. Det veksles da mellom en langsom følgefase og hurtig innhentende sakkade (optokinetisk nystagmus).
- **Vestibulo-okulære refleksbevegelser** sikrer at vi ser skarpt ved at øynene kompensatorisk beveger seg i motsatt retning av hodets.
- **Konvergensbevegelser** sørger for at bildet treffer korresponderende retinale punkter når objekter bringes nærmere.



Figur 2: Kortikale regioner som aktiveres og samvirker ved modulering av øyebevegelser. Illustrasjon: Atle Østern

Fortsattes side 6

Behandling af Glaucom

TAPTIQOM[®] (tafluprost 15µg/ml + timolol 5mg/ml)

FAST KOMBINATION UDEN KONSERVERING I EN DRÅBE

- IOP sænkning på op til 40%¹
- Lav hyperæmi frekvens²
- En gang daglig³

**TAPTIQOM[®] - når der er brug
for yderligere sænkning af IOP**

References: 1) Holló G et al. Adv Ther 2014;31:932-944. 2) Hollo et al. Expert Opin. Drug Saf. 2015;14(4):609-17. 3) SPC Taptiqom.

Santen Danmark
Repræsentationskontor af SantenPharma AB
Strandvejen 343 · 2930 Klampenborg · Tlf. 39 90 84 90 · info.dk@santen.com · www.santen.dk

 Santen



Figur 4: Gibbon er en menneskeape som utover å svinge seg med de lange armene kan bevege seg tobeint både på bakken og store greiner. Foto: Atle Østern

Cerebellum spiller en viktig rolle for både sakkader og følgebevegelser. Øynene er det meste av døgnnet

i konstant uro, men som ikke nødvendigvis erkjennes bevisst. Retina kan for eksempel bare reagere på

lysforandringer. For å kunne se er vi da avhengig av inntil 40 umerkelige miniatyrsakkader hvert eneste sekund. Disse mikrosakkader forklarer hvorfor illusjoner med konsentrisk mønstre gir inntrykk av bevegelse.

Om natten gjennomgår vi søvnsykluser som avsluttes med REM (Rapid Eye Movements). Øynene foretar hurtige bevegelser. Det er i dette stadiet vi gjerne drømmer. REM skaper potensielt friksjon mellom øyets overflate og innsiden av øyelokk som kan føre til smertefulle korneale erosjoner hos disponerte pasienter.

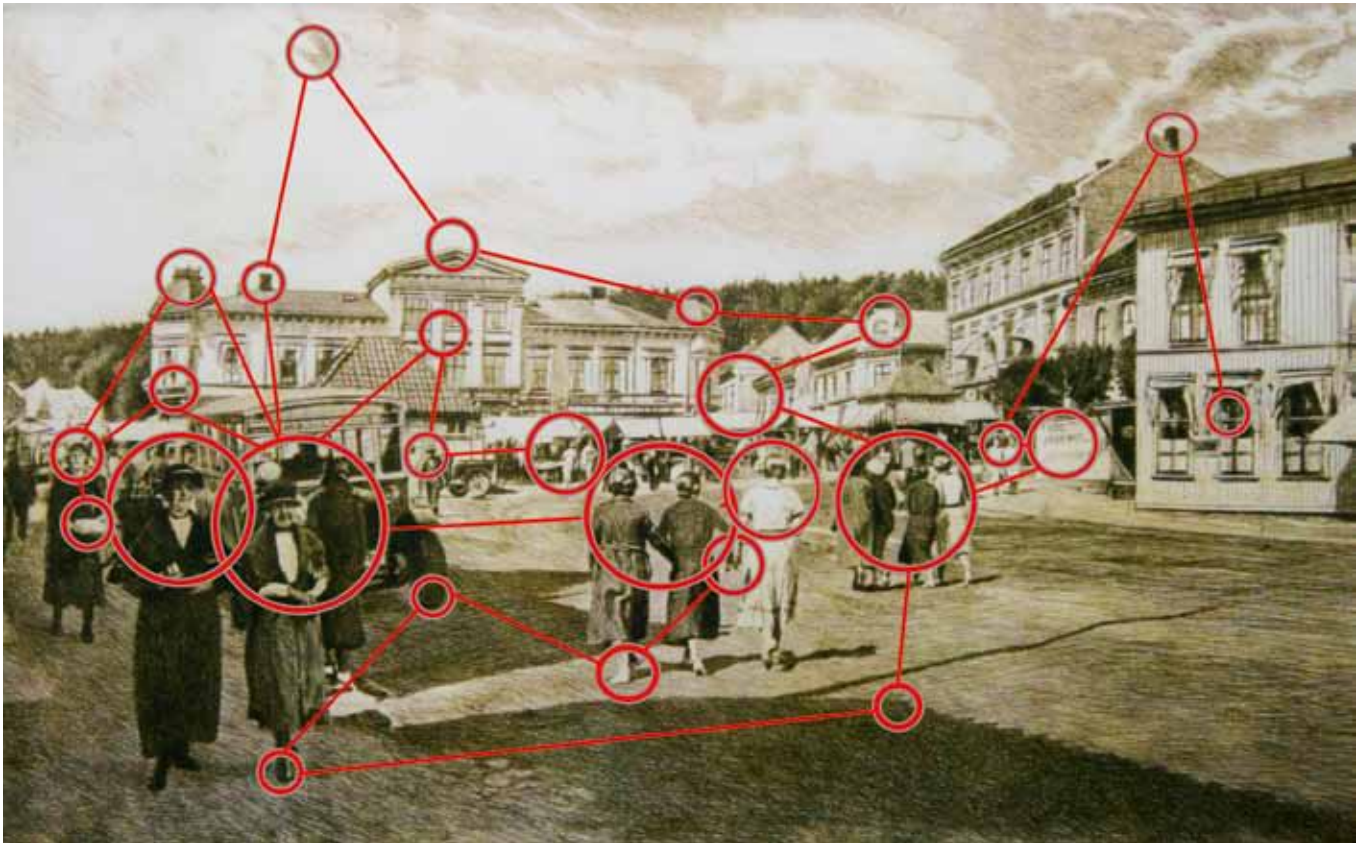
Øyebevegelser og kroppen vår

Øyebevegelser spiller en vital rolle for normal aktivitet. Vi fikserer systematisk på relevante områder på kritiske tidspunkt under utførelsen av en handling. Sakkader og følgebevegelser planlegges og koordineres 0,5-1 sekund i forkant av endringer av hodet og kroppen. Kontroll og tilpasning av



TAP-1702-07DK

Taptiqom (tafluprost 15 mikrogram + timolol, som maleat, 5 mg). Øjendråber, oppløsning, i enkelttdosisbeholder. Indikationer: Reduksjon av intraokulært tryk (IOP) hos voksne pasienter med åbenvinklet glaukom eller okulær hypertensjon, som ikke responderer tilstrekkelig på topisk monoterapi med betablokkere eller prostaglandinanaloger og har brug for en kombinationsbehandling, og som vil have gagn av øjendråber uten konserveringsmidler. Dosering og indgivelsesmåte: En øjendråbe i konjunktivalsækken i det/de syge øjne en gang daglig. Dosen må ikke overskride en dråbe i det/de syge øjne daglig. Taptiqom er en steril oppløsning uten konserveringsmidler i en enkelttdosisbeholder. Kun til engangsbrug. En beholder er tilstrekkelig til behandling av begge øyne. Hvis der anvendes mere end et topikalt oftalmisk lægemiddel, skal de enkelte lægemidler administreres med minst 5 minutters mellomrum. Kontaktlinser skal fjernes inden instillering av øjendråberne og kan settes i igen efter 15 minutter. Taptiqoms sikkerhet og virkning hos børn under 18 år er endnu ikke klarlagt. Kontraindikationer: Overfølsomhet over for de aktive stoffer eller over for et eller flere af hjelpestofferne. Reaktiv luftvejs sykdom herunder astma bronchiale eller astma bronchiale i anamnesen, svær kronisk obstruktiv lungesykdom. Sinusbradykardi, syg sinussyndrom, sinoatrialt blok, atrioventrikulært blok av anden eller tredje grad, der ikke kontrolleres med pacemaker. Åbenlyst hjertesvigt, kardiogent shock. Særlige advarsler og forsigtighedsregler vedrørende bruken: På grund af det beta-adrenerge indholdsstof timolol kan der forekomme de samme typer kardiovaskulære, pulmonale og andre bivirkninger, som ses ved systemiske betablokkere. Hos pasienter med kardiovaskulære sykdomme (f.eks. koronar hjertesykdom, Prinzmetals angina og hjerteinsufficiens) og hypotensjon bør behandling med betablokkere vurderes meget nøye, og behandling med andre aktive stoffer bør overvejes. Pasienter med kardiovaskulære lidelser bør monitoreres for tegn på forverring af disse sykdomme og bivirkninger. På grund af deres negative effekt på ledningstiden bør betablokkere kun gaves med forsigtighet til pasienter med hjerteblok av første grad. Pasienter med svære perifere kredslobsforstyrrelser/lidelser (dvs. alvorlige former for Raynauds sykdom eller Raynauds syndrom) bør behandles med forsigtighet. Respiratoriske reaktioner, herunder dødsfald på grund af bronkospasmer hos pasienter med astma, er blevet rapporteret efter administration av nogle oftalmiske betablokkere. Taptiqom bør anvendes med forsigtighet hos pasienter med mild/moderat kronisk obstruktiv lungesykdom (KOL), og kun hvis den potensielle fordel opvejer den potensielle risiko. Betablokkere bør anvendes med forsigtighet hos pasienter med spontan hypoglykæmi eller til pasienter med labil diabetes, idet betablokkere kan maskere tegn og symptomer på akut hypoglykæmi. Oftalmiske β-blokkere kan fremkalde tørhed i øjnene. Pasienter med korneale sykdomme bør behandles med forsigtighet. Effekten på det intraokulære tryk eller de kendte virkninger ved systemisk betablokkade kan blive forsterket, når timolol (et af indholdsstofferne i Taptiqom) gives til pasienter, der allerede behandles med en systemisk betablokker. Reaktionen hos disse pasienter bør observeres nøye. Før behandlingen påbegyndes, skal patienterne informeres om risikoen for vækst av øjenvipperne, mørkfarvning av huden på øjenlåget og forøget pigmentering av iris. Nogle af disse ændringer kan være permanente og føre til forskelle i udseendet på øjnene, når kun det ene øje behandles. Det anbefales at udvise forsigtighet ved brug av tafl uprost hos afakiske pasienter, pseudofakiske pasienter med bristet bagerste linsekapsel eller forkammerlinser eller hos pasienter med kendte risikofaktorer for cystoidt makulært ødem eller iritis/uveitis. Interaktion med andre lægemidler og andre former for interaktion: Der er ikke udført interaktionsstudier. Effekterne er potentielt additive med risiko for hypotensjon og/eller udtalt bradykardi ved samtidig administration av oftalmisk betablokkeroppløsning med orale calciumkanal-blokkere, beta-adrenerge blokkere, antiarytmika (herunder amiodaron), digitalisglycosider, parasymptomimetika, guanethidin. Orale beta-adrenerge blokkere kan forværrer rebound-hypertensjon, som kan opstå ved seponering av clonidin. Forsterket systemisk betablokkade (f.eks. nedsat hjertefrekvens, depression) er blevet rapporteret ved samtidig behandling med CYP2D6-hæmmere (f.eks. quinidin, fluoxetin, paroxetin) og timolol. Fertilitet, graviditet og amning: Der findes ingen data om Taptiqoms virkning på human fertilitet. Der er ingen eller utilstrekkelige data fra anvendelse av Taptiqom til gravide kvinder. Kvinder i den fertile alder skal anvende sikker kontraseption under Taptiqom-behandlingen. Taptiqom bør ikke anvendes under graviditeten, med mindre det er klart nødvendigt. Det er ukendt, om tafl uprost og/eller dets metabolitter udskilles i human mælk. Hvis behandling med Taptiqom er påkrævet, må amning frarådes. Bivirkninger: Bivirkningerne, som blev rapporteret i de kliniske forsøg med Taptiqom, var begrænset til dem, som tidligere er rapporteret for et af eller begge de to aktive stoffer: tafluprost eller timolol. Der blev ikke observeret nye bivirkninger, der er specifikke for Taptiqom, i de kliniske forsøg. De fleste bivirkninger, som blev rapporteret, var okulære, milde eller moderate i sværhedsgrad, og ingen av dem var alvorlige. Følgende bivirkninger med Taptiqom blev rapporteret under kliniske forsøg (opstillet efter faldende hyppighet inden for hver hyppighedsgruppe). Nervesystemet, Ikke almindelig (≥1/1.000 til <1/100): Hovedpine. Øjne: Almindelig (≥1/100 til <1/10): Konjunktival/okulær hyperæmi, øjenkløe, øjensmerte, ændringer i øjenvipper (forøget længde, tykkelse og antal vipper), misfarvning av øjenvipper, øjenirritation, fornemmelse av fremmedlegeme i øjnene, sløret syn, fotofobi. Ikke almindelig (≥1/1.000 til <1/100): Unormal følelse i øjet, tørre øjne, ubehag i øjnene, konjunktivitis, erytem på øjenlåget, øjenallergi, øjenlågssødem, overfladisk punktførmig keratitt, øget tåreflåd, infammation i det forreste kammer, astenopi, blefaritt. Overdosering: Det er usandsynlig, at der vil forekomme en topisk overdosering med tafl uprost, og at den ville være forbundet med toksicitet. Udlevering: B. Tilskud: Ja. Opbevaringstid: Efter anbrud av folieposen: 28 dage. Særlige opbevaringsforhold: Opbevares i køleskab (2 °C til 8 °C). Opbevar enkelttdosisbeholderne i den originale foliepose for at beskytte mod lys, må ikke opbevares ved temperaturer over 25 °C. Bortskaf en åbnet enkelttdosisbeholder med eventuel overskydende oppløsning umiddelbart efter brug. Pakninger og priser ekskl. rec. gebyr: enkelttdosisbeholder 30 x 0,3 ml og 90 x 0,3 ml. Priser se www.medicinpriser.dk. Innehaver av markedsføringstilladelsen: Santen Oy, Niityhaankatu 20, 33720 Tampere, Finland. Dato for første markedsføringstilladelse: 7. november 2014. Produktinformasjonen er forkortet i forhold til det av Lægemiddelstyrelsens godkendte produktresumé. Produktresumet kan vederlagsfrit rekvireres fra Santen Danmark.



Figur 5: Nå vi betrakter en scene flytter vi fokus fra detalj til detalj i et intrikat mønster. Sirklenes diameter tilsvarer hvor lenge blikket hviler på hvert objekt. Illustrasjon: Atle Østern basert på radering av Harald Storm («Torvet - Larvik»)

sakkaden varierer da avhengig av oppgaven. Dette kan innebære å gripe etter en gjenstand. Bevegelser av øyne og hender er nøye nevralt samstemte. Når vi går, særlig i ulendt terreng, viser forskning at vi har blikket rettet mot bakken to skritt foran oss. Hensikten er å oppdage tidsnok hindringer til at det motoriske system kan justere kroppsholdning og ekstremiteter slik at balansen beholdes.

Vår mobile synsfunksjon kan overraskende nok være med på å forme menneskelig gange på flere måter.

Ved aktive øyebvegelser undersøkes kontinuerlig omverdenen. Dette er en av de første måter spebarn interagerer med omgivelsene. Alt i synsfeltet gir dem et incentiv til å eksplorere videre. Forskning viser at det leder til at barn strekker seg etter, krabber mot, reiser seg opp og til slutt tar de første nølende skritt mot synlige mål eller objekter.

I en evolusjonær sammenheng er vår vertikale oppreiste lokosjon unik. Det antas at den oppstod for 5-7 millioner år siden hos en ukjent gruppe

menneskeaper (figur 4). Hvorfor skjedde det? Det er lansert mange hypoteser slik som frigjøring av armer til bæring, kryssing av elver, som ledd i aggressiv adferd etc. Kan målrettet bruk av den mobile synssansen ha vært en viktigere og mer sannsynlig forklaring? Klimaet endret seg på den tiden. Skogen ble mer åpen i det østlige Afrika. Matkildene ble færre. Vi kan forestille oss at ved å stå og forflytte seg på bakbeina kunne apene rekke opp til og visuelt søke etter bær og frukter som hang lenger oppe mellom greiner. Disse kan ha vært utilgjengelige for konkurrentene. Dermed økte overlevelsesmulighetene. Deres fjerne etterkommere er oss som nå er blitt «obligatorisk bipedale», med høyt plasserte øyne og godt overblikk over periferien.

Vi ser verden fragmentert og unikt

Når vi ser et bilde tror vi gjerne at alt inntas samtidig. Det stemmer ikke. Vår hjerne overveldes av data fra det visuelle sanseapparatet. Derfor må hjernen filtrere hva som er relevant.

I praksis vurderer vi få detaljer av gangen. Alt annet i synsfeltet forblir uklart. Dels skyldes det at oppløsningen er mye dårligere for bilder som treffer netthinnen utenom makula. En annen faktor er at vi absorberer bare det som vekker vår oppmerksomhet. Oppmerksomheten kan generelt kategoriseres som selektert, vedvarende, delt eller alternerende. Andre elementer i omgivelsene ignoreres. Mengden av neurotransmitteren GABA i hjernens visuelle områder kan påvirke konsentrasjonens varighet. Selv når vi opplever intenst fokus gjennomgår hjernen konstante sykluser med rytmisk svekkelse av oppmerksomheten og økning av persepsjon av omgivelsene. Dette skjer 4 ganger per sekund! Sidesynet kan da fange opp alternative stimuli som leder til en rask voluntær eller automatisk sakkade i en ny retning. Det kan være noe som virker interessant eller som distraherer oss.

Særlig tiltrekkes blikket av andre mennesker og deres mimikk. Dette scannes gjentatte ganger (figur 5).

Mønsteret er ikke nødvendigvis likt hos alle. I en ny større tvilling-studie hos 11 år gamle barn ble det demonstrert at genetiske faktorer bidrar sterkt. Det omfattet visuell spatiotemporal utforskning (i tid og rom) av dynamiske, komplekse bilder, enten de hadde sosialt innhold eller ikke. Forskerne kunne til og med bestemme hvilke tvillingpar som hørte sammen ut fra registrerte data om deltakernes øybevegelser. Ofte vet vi ikke da hva vi egentlig stirrer på. Det kan være diskrepans mellom hva personer sa de observerte og hvor øynene faktisk var rettet når dette ble evaluert.

Hjernens begrensede kapasitet gjør at selv åpenbare visuelle endringer i synsfeltet kan bli oversett. Et aspekt av dette er problemer med å skille mellom to nesten identiske illustrasjoner («finn fem feil»). For oftalmologer kan det ha implikasjoner når fotos sammenliknes. Dette kalles forandringsblindhet (engelsk «change blindness»). En beslektet tilstand er uoppmerksomhetsblindhet («inattentional blindness») når uventete objekter i synsfeltet ikke blir registrert. En klassisk studie illustrerer godt effekten. Forsøkspersoner ble vist en video. De skulle telle antall ganger en basketball ble sendt mellom spillere på de to lagene. 40% oppdaget ikke en godt synlig person kledd i svart, absurd gorilladrakt som løp tvers over banen. Eksempler på viktige praktiske konsekvenser er risiko ved mobilbruk under bilkjøring og spørsmål om troverdigheten til vitnebeskrivelser.

Under større voluntære sakkader vil synsinntrykk til hjernen bli undertrykt. Da ser vi ikke, men vet det ikke! Tomrommet fylles i stedet kognitivt med et tilbakedatert bilde fra det nye fikseringspunktet. Samlet utgjør sakkade-indusert supprimering omkring 90 minutter med blindhet hver dag i våken tilstand!

Den forbløffende konklusjonen er at mennesker har divergerende synsopplevelser. Vi ser funksjonelt ikke det samme til enhver tid selv når visus er normalt.

Figur 6: Menneskers bleke sklera med tydelig kontrast til iris og eksterna har en viktig funksjon i det sosiale samspillet.
Foto: Atle Østern



Sjelens speil

Et kjent uttrykk er at øynene er et vindu inn til sjelen. Observasjon av øyeregionen er særdeles viktig for kommunikasjon. Vi kan forstå, forutsi og forklare adferd og følelsesmessig tilstand hos andre ut fra hvordan deres øyne beveger seg.

I motsetning til aper har mennesker hvite sklera (figur 6). Dette kan ha oppstått for å gjøre det tydelig hvor vi retter blikket i en kompleks sosial kontekst der emosjonelt ladete signaler skal sendes og mottas. Mennesker er sensitive for hvor andre ser. Nærmest automatisk vil vi rette blikket dit andre stirrer, spesielt når vi kan gjøre det i skjul. Øyekontakt bidrar til å etablere sosiale relasjoner. Særlig fokuserer vi på andre når vi lytter. Vi unngår derimot blikkontakt når det genererer ubehag eller kan bli oppfattet som konfronterende eller oppussende.

Nysgjerrige barn har best sosiale læringsmuligheter. Hvordan synet brukes er ikke likegyldig. Hvis barna på mikro-nivå har for vane å observere visse ansiktsdeler fremfor andre, kan det få konsekvenser for kognitiv, emosjonell og adferdsmessig utvikling.

Resultatet av en studie publisert i 2018 var at kunstig intelligens kunne predikere på basis av øybevegelser under ordinære gjøremål forsøkspersonenes personlighet. Forskning viser at optimister bruker mindre tid på å undersøke negative emosjonelle stimuli. Personer med høy åpenhetsfaktor fikserer i lenger

tid på lokaliserte detaljer ved abstrakte animasjoner. Nyfikne mennesker studerer grundig ulike partier ved en naturalistisk scene.

Mental status påvirker øybevegelser. Når vi henter frem lagret informasjon fra hukommelsen har vi tendens til å se til siden, uten at det er helt klarlagt hvorfor. Raske øybevegelser indikerer impulsiv tankevirksomhet og sakte oppmerksomhetssvikt. Ved å måle øynenes vertikale og horisontale posisjon var det mulig i en studie å predikere størrelsen på det neste sifferet en forsøksperson forestilte seg i en tallrekke – før de sa det! Forskning har demonstrert at ved å synkronisere visuell informasjon med øybevegelser er det til og med mulig å influere på moralske beslutninger. Det kan åpne for nye subtile og kanskje skremmende markedsføringsteknikker.

Øybevegelsenes betydning

President George W. Bush uttalte i 2001 at han fikk et positivt inntrykk av Vladimir Putins sjel ved å se inn i hans øyne. Sannsynligvis bør ikke statsledere la slike analyser legge grunnlaget for storpolitiske avgjørelser og strategier. Likevel illustrerer denne sanne historien noe grunnleggende ved oss mennesker: Øynenes bevegelser reflekterer hvem vi er, hvordan vi føler og hva vi gjør. Nyere forskning kan nå endelig bekrefte dette.

Kilder: www.oftalmolog.com ■