



Birgit Sander,  
humanbiolog, Ph.D  
Rigshospitalet - Glostrup



Javier Cabrerizo,  
øjelæge  
Rigshospitalet - Glostrup

# OCT – nu også til angiografi

Angio-OCT eller OCTA er en spændende nyudvikling af optisk koherænstomografi. Indtil nu har OCT været én ting, angiografi noget helt andet. Der har været forsøg på at fremstille flow i de retinale kar med Doppler-OCT, men de har ikke været særligt vellykkede. Med OCT-angiografi anvendes en ny teknik, der udnytter informationen i OCT-signalet på en ny måde.

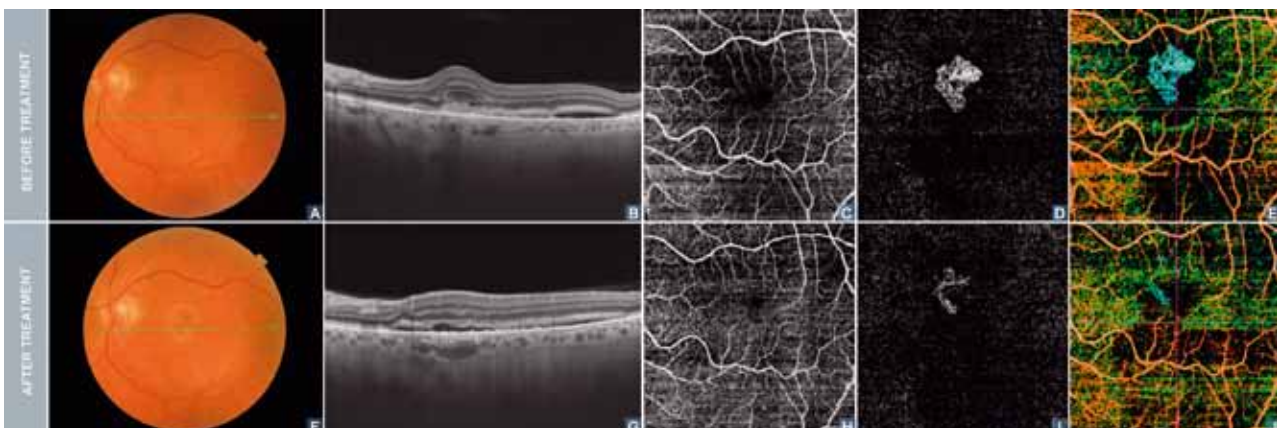


Fig 1. Foto og OCT fra 68-årig mand med nydiagnosticeret eksudativ AMD. Billedeksemplerne er fra baseline, umiddelbart før anti-VEGF behandling, og 1 uge efter. Øverste panel viser baseline, det nederste panel follow-up efter 1 uge. Fra venstre mod højre vises fundus-foto og højopløsnings OCT tværsnit (12 mm scan med ca. 100 billeder sammenlagt) svarende til den grønne linie, der er vist på fundusbilledet. Bemærk, at linien ligger lidt anderledes på follow-up og derfor ikke viser eksakt det samme sted. Efterfølgende vises 3 billeder taget med angio-OCT på samme maskine. Der scannes over 6\*6 mm, og algoritmen afbilder her kun punkter, der er i bevægelse mellem hurtigt efterfølgende tværsnit scan (B-scan). Softwaren segmenterer herefter de retinale lag, f.eks indre lag, ydre lag (fotoreceptorlaget) og choriocapillaris. Fig 1c viser de indre retinale lag, hvor man tydeligt ser karrene. I den valgte opsætning inkluderes både det underste og yderste plexus. Fig 1d viser photoreceptorlaget alene. Det fremtræder hos raske helt mørkt, men i dette eksempel ser man tydeligt den klassiske membran, og hvordan den aftager i størrelse fra baseline (øverste panel) til follow-up (nederste panel). Billedet yderst til højre er farvekodet og viser 3 lag på én gang: de indre retinale lag (orange), de mellemste plexiforme og nuclære lag (grøn) og fotoreceptorlaget (lys blå).

**H**vordan kan det lade sig gøre? Helt enkelt tager man scan lige efter hinanden og viser kun et signal, hvor der har været bevægelse mellem de to scan. Da næsten al bevægelse kommer fra erythrocytter, kan man på denne måde afbilde kar med en kvalitet, der ligner fluoresceinangiografi. Da OCT også indeholder dybdeinformation, kan man isolere forskellige dybder og f.eks. ved eksudativ makuladegeneration (vAMD) søge efter karyndannelsen. Vi har på Glostrup øjenafdeling en angio-OCT opstillet (Topcon: DRI OCT

Triton). Maskinen er baseret på en swept source lyskilde, der har en lidt længere center bølgelængde end de fleste OCT'er og derfor giver en god gennemtrængningsdybde og dermed god visualisering af choroidea.

*Patienteksempel:* I figur 1 ses eksempler på en patient med eksudativ AMD før og efter behandling med anti-VEGF. Fundusbilledet og et højopløsnings OCT-tværsnit (fig 1A og B) viser en central membran, og på en fluorescein angiografi kan man tydeligt se en velafgrænset klassisk membran. De tre billeder til højre i figur 1 er taget med angio-OCT programmet. På 1C vises angio-OCT fra de indre retinale lag, hvor man tydeligt ser de retinale kar, billedet illustrerer den høje kvalitet, der kan fås i visualiseringen af de perifoveale kar. På figur 1D afbildes angio-OCT fra det ydre nucleære lag, der er segmenteret som et lag på 70 µm. Den klassiske karydannelse træder tydeligt frem i det ellers mørke fotoreceptorlag. Det sidste billede er et farvekodet opsummeringsbillede, hvor orange svarer til det inderste retinale lag med tydelige blodkar, og karydannelsen ses lyseblåt (fig 1E).

Én uge efter behandling med anti-VEGF er den totale nethindetykkelse i centrum faldet fra 448 til 375 µm. Højopløsnings OCT tværsnit (fig 1G) viser en forbedret morfologi sammenlignet med før behandling, men pga fikurationsproblemer rammer det scannet lidt anderledes, så man kan ikke sammenligne direkte. På angio-OCT ses uændrede retinale kar (fig 1H). I det ydre nucleære lag er neovaskularisationen skrumpet til under det halve (fig 1I).

*Angio-OCT eller fluoresceinangiografi?* Det er to forskellige metoder. Angio-OCT kan vise de kar, hvor der er flow, men kan ikke vise lækage eller staining, som vi kender det fra fluorescein-angiografi. Det giver derfor heller ikke mening at sam-

menligne med sen-fase billeder, hvor fluorescein viser lækage med samtidig nedsættelse af billedkvalitet pga. udsivningen og generelt aftagende kontrast. Angio-OCT viser det aktuelle flow i karrene i området ca. 0.5 til 2 mm/sek, men er begrænset mht. lave hastigheder, dvs der kan være kar, der ikke kan ses pga. manglende sensitivitet for lavt flow, og ved høje flowhastigheder mættes signalet. Kvantitering af flow i de retinale kar er derfor vanskelig og dækker for øjeblikket kun et begrænset område. I dybden er angio-OCT også begrænset pga. absorptions og spredning i de overliggende lag.

*Tekniske detaljer:* For at dette giver anvendelige billeder, skal man scanne meget hurtigt og anvende en særlig algoritme, derfor skal der kunne scannes med mindst 70.000 A-scan pr. sekund og gerne meget mere. Nogle systemer er bygget med en swept-source laser, som er meget hurtig og har en stor båndbredde, men andre laserkilder er også anvendelige. I angio-OCT optræder særlige artefakter, f.eks. projiceres de retinale kar ned på pigmentepitelet. Derfor viser en segmentering i pigmentepitelet ofte de normale retinale kar, der selvfølgelig ikke findes i denne del af nethinden. Der er flere typer af artefakter og nogle kan fjernes med software, men det er vigtigt at have kendskab til detaljerne.

*Konklusion:* Angio-OCT er en fantastisk teknik til non-invasiv visualisering af kar i nethinden. Som illustreret i figur 1 er det muligt at vise forandringer over kort tid uden risiko for patienten. Tolkningen af billederne er ikke altid ligetil og kræver, at man kender de forskellige artefakter, og adskillelsen af lagene med segmenterings-algoritmen i systemet er kritisk. Men der er stadig udvikling i både hardware og software, der utvivlsomt vil give store forbedringer.

Referencer: [www.oftalmolog.com](http://www.oftalmolog.com) ■

## Referencer

- Jia Y, Bailey ST, Wilson DJ et.al. Quantitative optical coherence tomography angiography of choroidal neovascularization in age related macular degeneration. *Ophthalmology* 2014;121:1435-1444
- Jia Y, Baily S, Hwang T. Quantitative optical coherence tomography angiography of vascular abnormalities in the living human eye. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2015 May 5;112(18):E2395-402. doi: 10.1073/pnas.1500185112
- Spaide RF, Fujimoto JG, Waheed NK. Image artefacts in optical coherence tomography. *Retina* 35:2163-2180.2015.
- Yali Jia,1 Ou Tan,1 Jason Tokayer,2 Benjamin Potsaid et.al.. Split-spectrum amplitude-decorrelation angiography with optical coherence tomography. *Opt Express*. 2012 Feb 13;20(4):4710-25. doi: 10.1364/OE.20.004710.
- Wang X, Jia Y, Spain R, et.al. Optical coherence tomography angiography of optic nerve head and parafovea in multiple sclerosis.Br J Ophthalmol. 2014 Oct;98(10):1368-73. doi: 10.1136/bjophthalmol-2013-304547.