proLékaře.cz | 22.11.2026

Angio OCT – nová neinvazívna zobrazovacia vyšetrovacia metóda diagnostiky a monitoringu diabetickej retinopatie

Angio OCT – a new non-invasive imaging examination method of diagnosing and monitoring of diabetic retinopathy

Mária Molnárová[1,2], Miroslava Zelníková[1,2]

[1] Očná klinika JLF UK, Martin
[2] VIKOM s.r.o. – 1. žilinské očné centrum

✉ **MUDr. Mária Molnárová, PhD.** | molnarova.maria.sk@gmail.com | www.vikom.cz

Kľúčové slová
angio OCT (optická koherentná tomografická angiografia)
sietnice a terča zrakového nervu
diabetická retinopatia
fluoresceínová angiografia
glaukóm
oklúzie sietnicových ciev
vekom podmienená degenerácia sietnice

Key words
angio OCT (optical coherence tomography angiography)
diabetic retinopathy
fluorescein angiography
glaucoma
retinal vessels occlusions
age related macular degeneration

Doručené do redakcie/
Received 1. 2. 2017
Prijaté po recenzii/
Accepted 11. 3. 2017

Abstrakt
Angio OCT je principiálne nová neinvazívna zobrazovacia vyšetrovacia metóda, v praxi sa začala používať len od roku 2015. Angiografické informácie získava súčasne zo sietnicového i chorioidálneho cievneho riečišťa bez použitia farbiva. Ako kontrast využíva pohyb krvných elementov a využíva dekorelačný signál medzi následnými OCT b-skenmi vytvorenými v rovnakom priereze (podobne ako prúd vody z vodovodného kohútika). Umožňuje zobrazenie povrchového a hlbokého plexu vnútorných vrstiev sietnice pochádzajúcich z arteria centralis retinae, vonkajšej vrstvy sietnice – pigmentový epitel sietnice a fotoreceptory a choriokapilaris súčasne.

Abstract
Optical coherence tomography (OCT) angiography is principally new non-invasive imaging examination method introduced to common practice in 2015. OCT angiography uses motion contrast imaging, and takes advantage of blood flow to visualize superficial and deep plexus of the inner retinal layers which are branches of the central retinal artery, the outer retinal layers – retinal pigment epithelium plus photoreceptors and choriocapillaris simultaneously.

Úvod

Optická koherentná tomografia (optical coherence tomography – OCT) je prvá neinvazívna zobrazovacia vyšetrovacia metóda sietnice v reze a ako prvá umožňuje vyšetrenie jednotlivých vrstiev sietnice, čo zodpovedá vyšetreniu a zobrazeniu jej histologickej stavby in vivo. V praxi sa táto technológia začala používať v roku 1991 (obr. 1).

V posledných rokoch funkčná a štrukturálna technológia OCT zaznamenala revolučný vývoj nových vyšetrovacích možností sietnice. Najdôležitejšou sa ukazuje práve optická koherentná tomografická angiografia (angio OCT) [2].

Angio OCT okrem zobrazenia jednotlivých vrstiev sietnice umožňuje vizualizáciu sietnicovej a chorioidálnej vaskulatúry a cirkulácie, a to bez použitia kontrastu (farbiva). Ako kontrast využíva pohyb krvných elementov v cievach a využíva dekorelačný signál medzi následnými OCT b-skenmi vytvorenými v rovnakom priereze (podobne ako prúd vody z vodovodného kohútika).

Angio OCT umožňuje kontrastné zobrazenie objemového krvného toku sietnicových ciev a chorioidey

proLékaře.cz | 22.11.2026

s vysokým rozlíšením. Angiografické obrazy generuje v priebehu niekoľkých sekúnd [1]. Je to trojdimenzionálne vyšetrenie. Ponúka statické zobrazenie ciev v jednotlivých vrstvách sietnice v danom momente. Detailne zobrazuje cievy vnútorného a hlbokého sietnicového cievneho plexu pochádzajúceho z arteria centralis retinae, vrstvu pigmentového epitelu sietnice a choriokapilaris. Pre tieto vlastnosti a možnosti je táto principiálne nová neinvazívna zobrazovacia vyšetrovacia metóda využívaná denne na diagnostiku a monitoring cievnych a metabolických ochorení sietnice, predovšetkým makuly, medzi ktoré patrí diabetická retinopatia, vekom podmienená degenerácia makuly, kmeňové i vetvové oklúzie venae centralis retinae a arteriae centralis retinae a cievne abnormality, napríklad teleangiektázie.

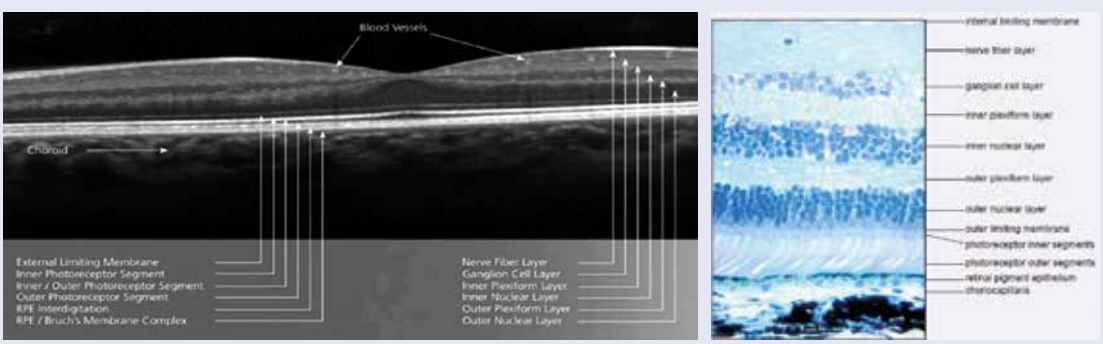
Porovnanie klasickej invazívnej fluoresceínovej angiografie (FAG) a angio OCT

Fluoresceínová angiografia (FAG) a indocyanínová angiografia (ICGA)

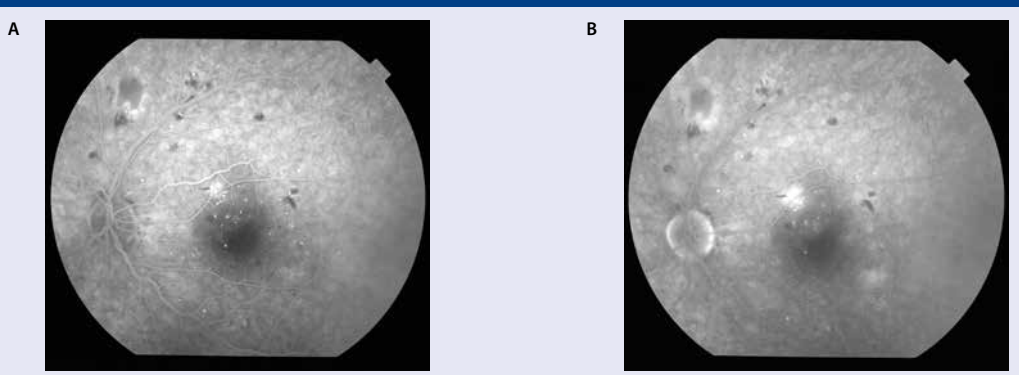
Od roku 1961 až do roku 2015, do éry angio OCT, sa na zobrazenie cievneho systému sietnice používali výhradne invazívne zobrazovacie vyšetrovacie metódy fluoresceínová angiografia (FAG) a na zobrazenie choriokapilaris indocyanínová angiografia (ICGA). Obe vyžadujú intravenózne podanie farbiva, kontrastu. Vyšetrenie trvá 10–30 minút [3,4,5,6]. FAG aj ICGA poskytujú dvojrozmerný obraz, ktorý umožňuje dynamickú vizualizáciu cievneho systému sietnice cez arteriálnu, arterio-venóznu, včasnú a neskorú venóznu fázu a reperfúzne neskoré fázy a perfúziu sietnice (obr. 2). Okrem náplne ciev sa hodnotí správanie sa fluorescencie s vývojom angiografie pri zmene hematoretinálnych bariér (endotel sietncových ciev a pigmentový epitel sietnice), pričom sa hodnotí fyziologická fluorescencia a patologická hyper či hypofluorescencia. Patologická hypofluorescencia pri diabetickej retinopatii môže byť buď z blokovania intraretinálnymi hemorágiami alebo z nenaplnenia pri mikrooklúzii kapilár, čo sa zobrazuje ako tzv. non perfúzne zóny. Miesta s poruchou tzv. hematoretinálnej bariéry sa zobrazujú ako tzv. hyperfluorescencia z presakovania, pri diabetickej retinopatii ju vidno z presakujúcich mikroaneuryziem alebo neovaskularizácií. Patologická hyperfluorescenciua môže byť aj z prifarbovania napr. súčasne prítomných drúz v makule, alebo jazvovitého tkaniva pri proliferatívnej diabetickej retinopatii (DR).

Pri hromadení sa kontrastu v patologickej dutine pri ablácii pigmentového epitelu sietnice či ablácie neuroretiny (zmyslového epiteku tyčiniek a čapíkov) sa popisuje

Obr. 1. Fyziologické OCT sietnice odpovedajúce jej histológii



Obr. 2. FAG závažnej NPDR s hyperfluorescenciou z presakovania z mikroaneuryziem v makule. A arterio-venózna fáza, B neskorá reperfúzna fáza



proLékaře.cz | 22.11.2026

hyperfluorescencia z plnenia [7]. Pomocou FAG sa nedá zobraziť choriokapilaris, pretože pigmentový epitel sietnice (vonkajšia hematoretinálna bariéra) predstavuje optickú prekážku pre zobrazenie jej kapilár. Na zobrazenie choriokapilaris slúžila a slúži indocyanínová angiografia (ICGA). Nevýhodou FAG je sumácia fluorescencie z celej hrúbky sietnice (zo všetkých desiatich vrstiev) do dvojrozmerného obrazu. Naviac patológia sietnicových ciev môže byť pri DR prekrytá intraretinálnymi a preretinálnymi hemorágiami, opacitami sklovca, či presakujúcim kontrastom [7]. Preto nie je možné na klasickej FAG rozlíšiť, v ktorých vrstvách sietnice je lokalizácia patológie. Nie je napríklad možné na FAG rozlíšenie chorioidálnych neovaskularizácií 1. typu a 2. typu [5]. Tu sa ako kontrast musí použiť indocyanínová zeleň.

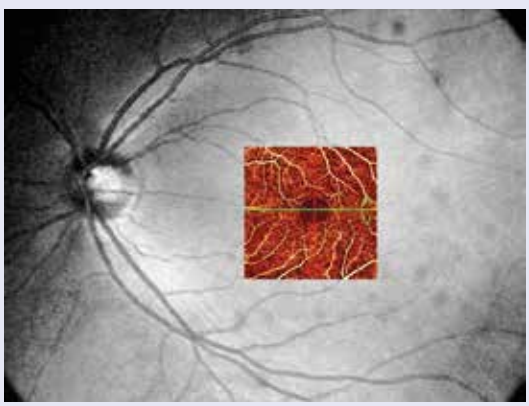
Obe FAG aj ICGA majú svoje závažné nevýhody. Jedná sa o invazívne vyšetrovacie metódy vyžadujúce intravenóznu injekciu farbiva (kontrastu), sú finančne i časovo náročné a môžu mať závažné nežiadúce účinky: nauzea, zvracanie, alergické reakcie, v ojedinelých prípadoch bola popísaná aj anafylaktická reakcia. FAG i ICG sú kontraindikované v gravidite a pri ochoreniach obličiek [8,9,10].

Napriek tomu FAG zatiaľ zostáva zlatým štandardom pre detekciu retinálnych neovaskularizácií (NVE) i neovaskularizácií disku (NVD) [11] pri diabetickej retinopatii a spolu s ICGA chorioidálnych neovaskularizácií pri vlhkej forme vekom podmienenej degenerácii makuly.

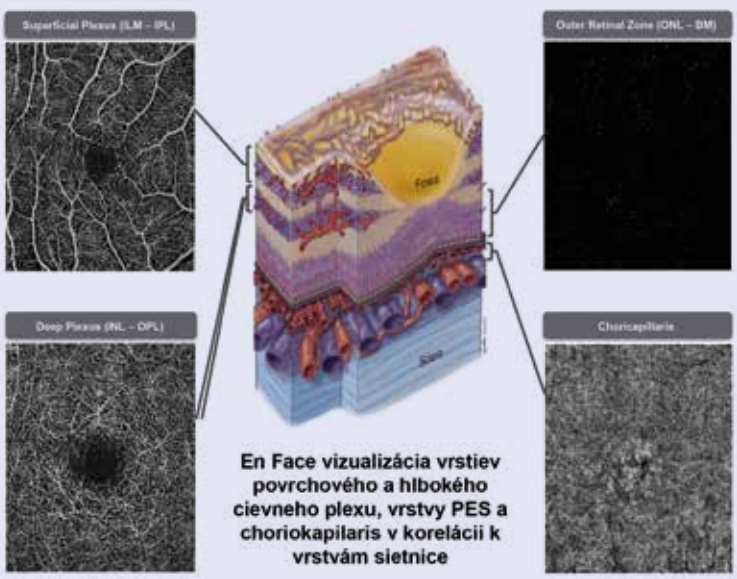
Optická koherentná tomografická angiografia (angio OCT)

Angio OCT je principiálne nová neinvazívna zobrazovacia vyšetrovacia metóda. V praxi sa začala používať len od roku 2015. Angiografické informácie získava súčasne zo sietnicového i chorioidálneho cievneho riečišťa bez použitia farbiva. Ako kontrast využíva pohyb krvných elementov a využíva dekorelačný signál medzi následnými OCT b-skenmi vytvorenými v rovnakom priereze (podobne ako prúd vody z vodovodného kohútika). Umožňuje kontrastné zobrazenie s vysokým rozlíšením objemového krvného toku. Angiografické obrazy generuje v priebehu niekoľkých sekúnd. En-face zobrazenie (OCT angiogram) sa môže posúvať v priereze sietnice smerom od vnútornej limitujúcej membrány (membrana limitans interna – MLI) k choroidkapilaris, a týmto spôsobom sa dajú vizualizovať jednotlivé cievne plexy vnútorných vrstiev sietnice, vonkajšie vrstvy sietnice (vrstva pigmentového epitelu sietnice a fotoreceptory), choriocapillaris alebo iná záujmovú oblasť retiny (obr. 3).

Obr. 4. En Face akvizačná oblasť 3 × 3 mm



Obr. 3. OCT angiogramy. En-face vizualizácia vrstiev povrchového a hlbokého cievneho plexu, vrstvy PES a choriokapilaris v korelácii k vrstvám sietnice



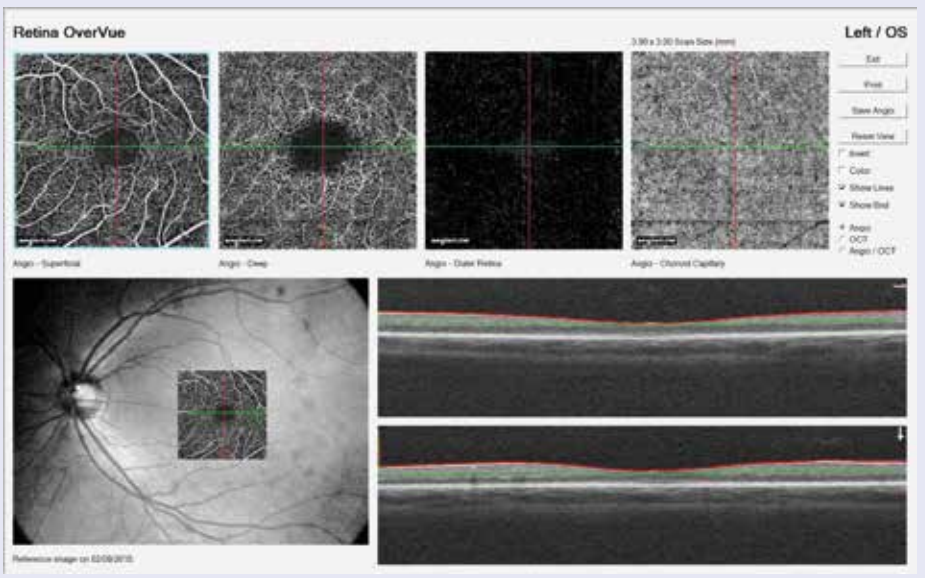
proLékaře.cz | 22.11.2026

En-face akvizačné oblasti sa v súčasnosti pohybujú od rozmerov 2 × 2 mm do rozmeru 12 × 12 mm (obr. 4). Kvalita skenovania sa znižuje s rozšírením zobrazovaného poľa, pretože rovnaký počet OCT b-skenov sa používa pre všetky skenovacie plochy. Skeny sietnice o ploche 3 × 3 mm na angio OCT majú vyššie rozlíšenie ako aktuálne dostupné FAG/ICGA obrazy [10].

Optická koherentná tomografická angiografia poskytuje súčasne štrukturálne i funkčné informácie o prietoku krvi sietnicou aj choriokapilaris. Korešpondujúce OCT

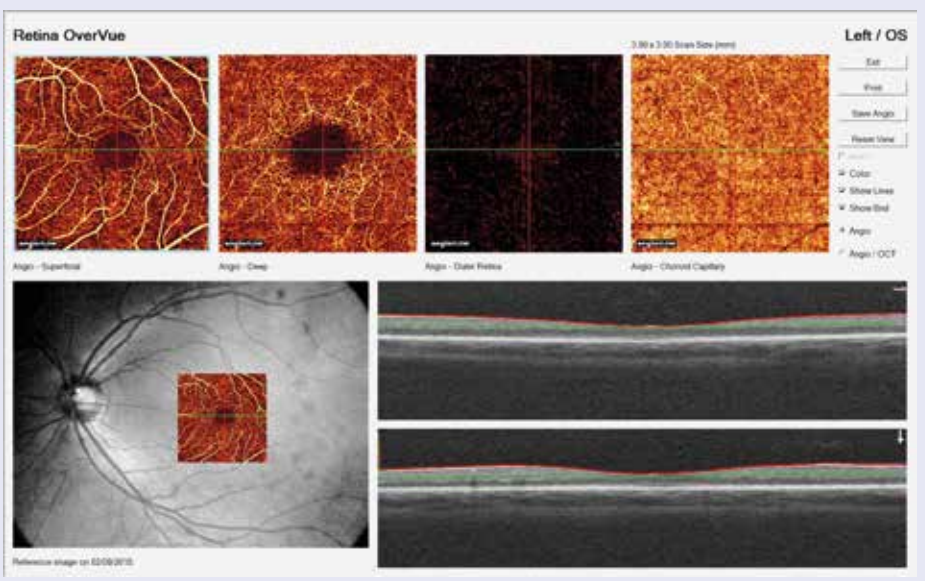
Obr. 5a. Normálne angio OCT v čiernobielom prevedení

A zobrazenie je z povrchového cievneho plexu sietnice vo vrstve nervových vlákien a gangliových buniek sietnice, **B** z hlbokého cievneho plexu sietnice medzi vnútornou a vonkajšou plexiformnou vrstvou vrátane vnútornej jadrovej vrstvy, **C** zobrazenie z vonkajších vrstiev sietnice – pigmentový epitel sietnice a fotoreceptory a **D** zobrazenie z choriokapilaris



Obr. 5b. Normálne angio OCT

A zobrazenie je z povrchového cievneho plexu sietnice vo vrstve nervových vlákien a gangliových buniek sietnice, **B** z hlbokého cievneho plexu sietnice medzi vnútornou a vonkajšou plexiformnou vrstvou vrátane vnútornej jadrovej vrstvy, **C** zobrazenie z vonkajších vrstiev sietnice – pigmentový epitel sietnice a fotoreceptory a **D** zobrazenie z choriokapilaris (sofwarovo dofarbené zobrazenie)

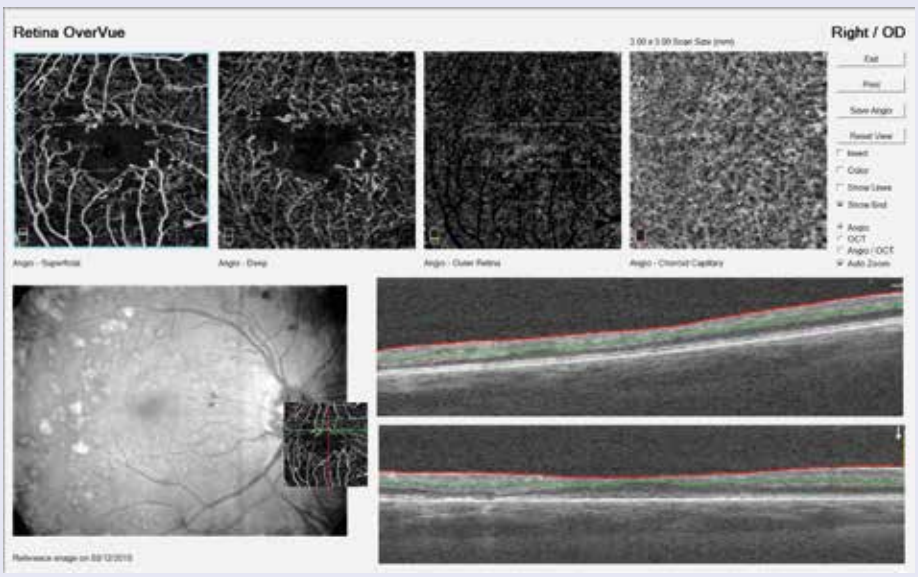


proLékaře.cz | 22.11.2026

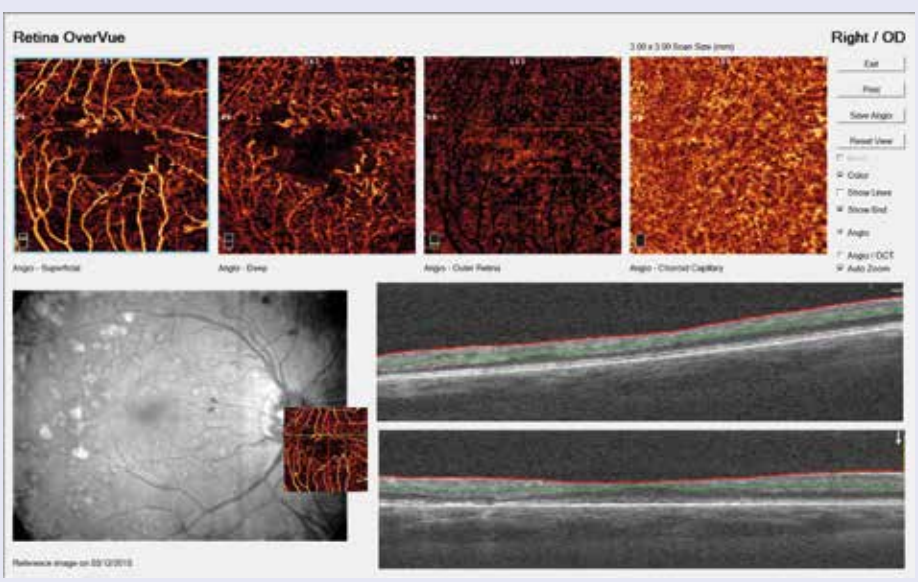
b-skeny môžu byť súčasne registrované so simultánnym OCT angiogramom (OCTA), takže vyšetrujúci môže plynule a kontinuálne prechádzať OCT angiogramom. Výsledkom je detailné rozlíšenie patolgickej lézie a presné vyhodnotenie jej lokalizácie v jednotlivých vrstvách sietnice na príslušných OCT b-skenoch a jej veľkosti [2].

Pri súčasnej technológii angio OCT sa môžu vyskytnúť artefakty častejšie než pri FAG alebo ICGA. Väčšie cievy sietnice môžu spôsobiť „duchov", tzv. tieňový artefakt v hlbších vonkajších vrstvách sietnice. Pri pohyboch očí počas vyšetrenia niektoré non-vaskulárne štruktúry môže spôsobiť dekorelačný signál, čo sa na

Obr. 6a. NPDR s patologickým rozšírením fyziologickej avaskulárnej zóny, preriednutím kapilár, intraretinálnymi mikrovaskulárnymi abnormalitami, mikroaneuryzmami a nonperfúznymi zónami v čiernobielom zobrazení



Obr. 6b. NPDR s patologickým rozšírením fyziologickej avaskulárnej zóny, preriednutím kapilár, intraretinálnymi mikrovaskulárnymi abnormalitami, mikroaneuryzmami a nonperfúznymi zónami v softvérom prifarbenom zobrazení



proLékaře.cz | 22.11.2026

OCTA môže objaviť ako biely šumový artefakt [2]. Lézie, v ktorých je prietok pomalší ako pod najpomalší detekovateľný tok, sa preto nemusia vizualizovať pomocou tejto zobrazovacej techniky. Preto na angio OCT môžu chýbať oblasti s pomalým prietokom krvi, ako sú niektoré microaneurymy alebo fibrotické neovaskularizácie. Naopak, na angio OCT sa zobrazujú veľmi malé suboftalmoskopické mikroaneuryzmy, ktoré nie sú detekovateľné pomocou FAG, nakoľko majú pomerne rýchly porietok krvi dostatočný na vytvorenie dekorelačného signálu.

V niekoľkých publikáciách je kvalitatívne porovnávanie angio OCT a FAG. Spaide et al popísali peripapilárne retinálne cievne plexy u 12 normálnych očí a na angio OCT zistil lepšiu vizualizáciu všetkých cievnych vrstiev, vrátane radiálnych peripapilárnych ciev i hlbokej kapilárnej siete, ktoré na FAG neboli dobre rozlíšiteľné [14]. Matsunaga et al referovali, že angio OCT zobrazovanie perifoveálnej oblasti je precízne a minimálne ekvivalentné zobrazeniu pomocou FAG [10].

Nálezy

Fyziologický OCT angiogram

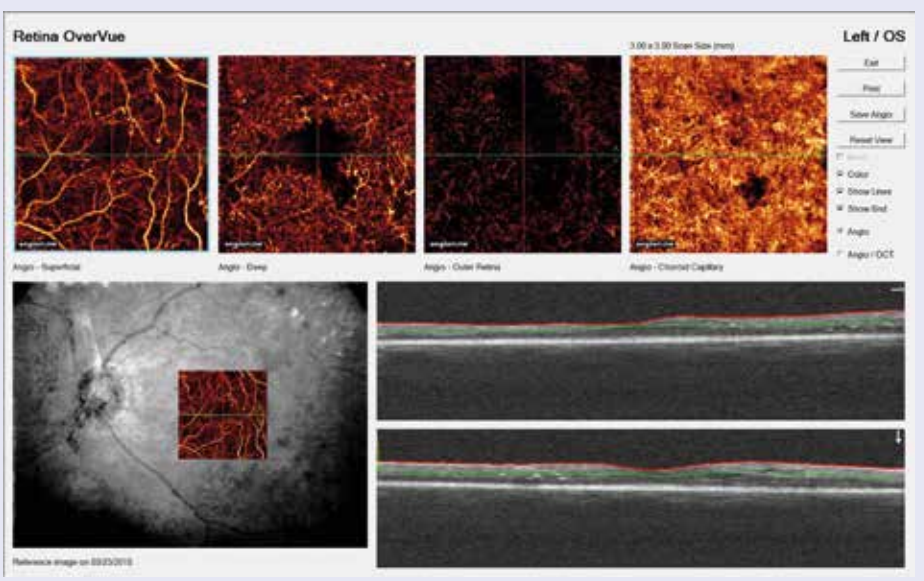
Na našom pracovisku angio OCT vyšetrenie robíme so systémom AngioVue softvér na RTVue XR Avanti spektrálnej-domain OCT (SD-OCT) (Optovue, Inc., Fremont, CA), ktorý používa algoritmus split-spektrum amplitúde dekorelacion angiography (SSADA). Tento prístroj získava objemové skeny 304 × 304 A-skenov s rýchlosťou 70 000 A-skenov za sekundu približne za 3,0 sekundy. Softvér ponúka možnosť OCT angiogramov vyšetrovanej plochy 3 × 3 mm, 6 x 6 mm a 12 x 12 mm.

OCT angiogram ponúka OCT segmentáciu povrchovej vnútornej cievnej pletene vo vrstve nervových vlákien (RNFL) a vrstve gangliových buniek (GCL), hlbokého cievneho plexu medzi vnútornou a vonkajšou plexiformnou vrstvou sietnice vrátane vnútornej jadrovej vrstvy, vrstvu pigmentového epitelu sietnice a choriokapilaris (obr 5a, 5b).

OCT a diabetická retinopatia

Od roku 2015 (začiatok používania novej zobrazovacej neinvazívnej metódy) v praxi existuje len veľmi málo publikovaných prác na tému angio OCT a diabetická retinopatia. Nepublikované dáta [15] preukázali, že angio OCT diabetických očí s PDR v porovnaní s očami bez retinopatie preukázali abnormality v choriocapillaris alebo mikrovaskulárne abnormality sietnicovej vaskulatúry, ako sú mikroaneuryzmy, remodelácia ciev v blízkosti fyziologickej foveálnej avaskulárnej zóny (FAZ), rozšírenie FAZ, rozšírenie interkapilárnych priestorov, kapilárna tortuozita a dilatácia (intraretinálne mikrovaskulárne abnormality). Údaje Salz et al podporili užitočnosť angio OCT pri hodnotení FAZ a perifoveanej interkapilárnych áreí, ktoré sa postupne rozširujú v jednotlivých fázach diabetickej retinopatie (od nnormálnych očí k PDR). Na angioOCT sa nemusia zobraziť všetky mikroaneuryzmy, ktoré sa zobrazia pomocou FAG, pretože tok krvi v mikroaneuryzmách môže byť pomalší ako detekovateľný tok. Naopak angio OCT môže zobraziť mikroaneuryzmy, ktoré neboli detekovateľné pomocou FAG. Angio OCT úspešne zobrazuje iné abnormality sietnicových ciev, ako sú nonperfúzme zóny, zníženie hustoty kapilár makulárnej krajiny

Obr. 7. NPDR s patologickým rozšírením fyziologickej avaskulárnej zóny, preriednutím kapilár, intraretinálnymi mikrovaskulárnymi abnormalitami, nikroaneuryzmami, nonperfúznymi zónami a zmenami v choriokapilaris v softwérom prifarbenom zobrazení



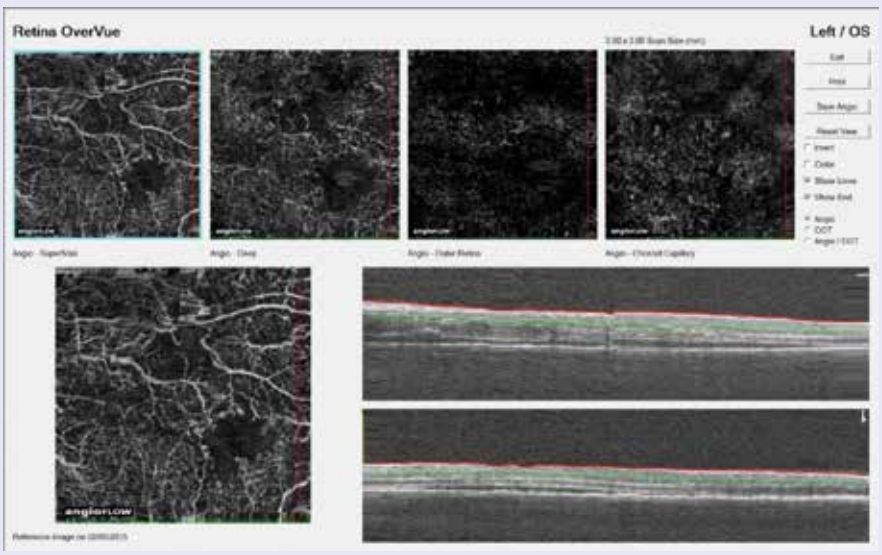
proLékaře.cz | 22.11.2026

aj periférie (čo nepriamo svedčí o sietnicovej hypoxii) a zvýšenú tortuozitu kapilár. De Carlo et al popísali výrazné zmeny pri novo sa vyvíjajúcej proliferatívnej diabetickej retinopatii, potvrdili výbornú vizualizáciu rozšírenej FAZ, rozšírenie perifoveálneho interkapilárneho priestoru, viac mikroaneuryziem, incipientné novovznikajúce NVE a pomocou angio OCT sa dajú zobraziť tie oblasti kapilárnej nonperfúzie, ktoré sú príliš malé pre vizualizáciu na FAG [2]. Naše 2-ročné skúsenosti sú v súlade s uvedenými referenciami (obr. 6a, 6b, 7, 8a, 8b, 9).

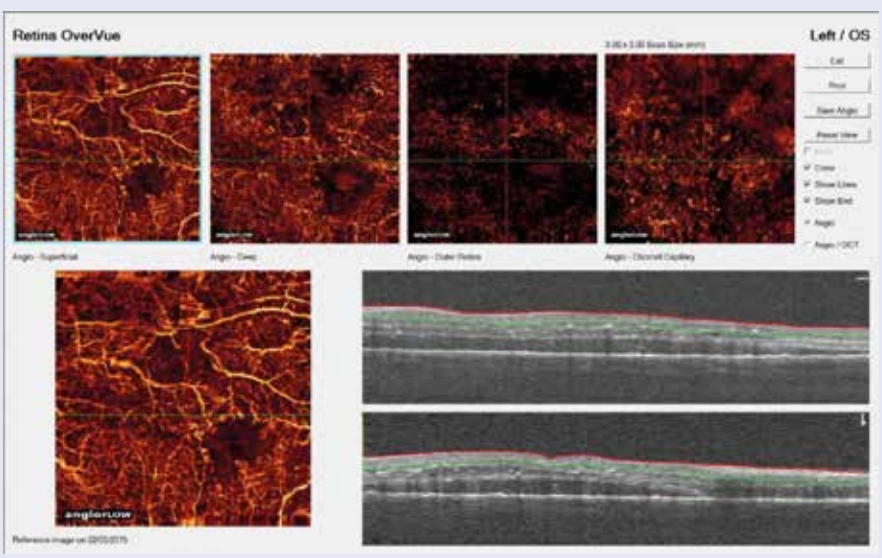
Súhrn

Angio OCT je principiálne nová technológia, ktorá má veľký potenciál pre využitie v klinickej praxi. V porovnaní s FAG a ICGA, ktoré sú v súčasnosti považované za zlatý štandard angiografického vyšetrenia sietnice, má

Obr. 8a. Diabetický edém makuly s patologickým rozšírením fyziologickej avaskulárnej zóny, preriednutím kapilár, intraretinálnymi mikrovaskulárnymi abnormalitami, nikroaneuryzmami a nonperfúznymi zónami v čiernobielom zobrazení



Obr. 8b. Diabetický edém makuly s patologickým rozšírením fyziologickej avaskulárnej zóny, preriednutím kapilár, intraretinálnymi mikrovaskulárnymi abnormalitami, nikroaneuryzmami a nonperfúznymi zónami v softwérom prifarbenom zobrazení



proLékaře.cz | 22.11.2026

angio OCT nesporné výhody. Je to neinvazívna vyšetrovacia zobrazovacia metóda, ktorá umožňuje vyšetrenie povrchového a hlbokého cievneho plexu sietnice, vrstvu pigmentového epitelu sietnice a súčasne aj choriokapilaris bez intravenózne podanej kontrastnej látky. Miesto kontrastu sa na zobrazenie využíva pohyb krvných elementov. Vyšetrenie trvá niekoľko sekúnd. Zobrazenie v jednotlivých vrstvách sietnice poskytuje presné informácie o veľkosti a lokalizácii patologickej lézie v jednotlivých vrstvách sietnice a vizualizuje ako sietnicovú tak aj chorioidálnu cievnu sieť. Súčasne ukazuje štrukturálne a funkčné informácie o krvnom toku a perfúzii sietnice. Medzi nevýhody angio OCT patria obmedzené pole vyšetrenia, skutočnosť, že súčasný softwér neumožňuje zobraziť presakovanie (dá sa to nepriamo nahradiť spoluvyhodnotením OCT a angio OCT), neschopnosť detekovať lézie s nižším tokom, ako je detekovateľný tok krvi a možné artefakty.

Angio OCT je prekazateľne veľmi užitočná neinvazívna zobrazovacia vyšetrovacia metóda pre hodnotenie bežných očných ochorení, ako sú diabetická retinopatia, VPDM, oklúzie venae a arteriae centralis retinae. Angio OCT často odhalí lézie, ktoré nie sú detekované alebo detekovateľné pomocou FAG/ICGA. Nespornými výhodami je bezpečnosť vyšetrovacej metódy a možnosť opakovania vyšetrenia podľa potreby, aj denne. Cennou výhodou hlavne u detí a dospievajúcich je odbúranie strachu či rešpektu z intravenóznej injekcie kontrastu.

Literatúra

1. Toth CA, Wadsworth JAC. History of Intraoperative OCT. Interviews and discussion with ophatmology's top innovators. [August 2016]. Dostupné z WWW: <http://ois.net/history-of-intraoperative-oct/>.

2. de Carlo TE, Romano A, Waheed NK et al. A review of optical coherence tomography angiography (OCTA). Int J Retina Vitreous 2015; 5; 1:5. Dostupné z DOI: <http://doi/10.1186/s40942–015–0005–8>.

3. Novotny HR, Alvis DL. A method of photographing fluorescence in circulating blood in the human retina. Circulation 1961; 24: 82–86. Dostupné z DOI: <https://doi.org/10.1161/01.CIR.24.1.82>.

4. Novotny HR, Alvis D. A method of photographing fluorescence in circulating blood of the human eye. Tech Doc Rep SAMTDR USAF Sch Aerosp Med 1960; 60–82: 1–4. Dostupné z WWW: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13729801>.

5. Yannuzzi LA, Slakter JS, Sorenson JA et al. Digital indocyanine green videoangiography and choroidal neovascularization. Retina 1992; 12(3): 191–223. Dostupné z WWW: <http://journals.lww.com/retinajournal/Abstract/1992/12030/Digital_Indocyanine_Green_Videoangiography_and.3.aspx>.

6. Staurenghi G, Bottoni F, Giani A. Clinical Applications of Diagnostic Indocyanine Green Angiography. In: Ryan SJ, Sadda SR, Hinton DR et al (eds). Retina. 5th ed. Elsevier Saunders: London 2013: 51–81. ISBN 978–1-4557–0737–9. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/B978–1-4557–0737–9.00002–3>

7. Johnson RN, Fu AD, McDonald HR et al. Fluorescein Angiography: Basic Principles and Interpretation. In: Ryan SJ, Sadda SR, Hinton DR et al (eds). Retina. 5th ed. Elsevier Saunders: London 2013: 2–50. ISBN 978–1-4557–0737–9. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/B978–1-4557–0737–9.00001–1View>.

8. Kwiterovich KA, Maquire MG, Murphy RP et al. Frequency of adverse systemic reactions after fluorescein angiography. Results of a prospective study. Ophthalmology 1991; 98(7): 1139–1142. <Dostupné z DOI: http://dx.doi.org/10.1016/S0161–6420(91)32165–1>.

9. Lopez-Saez MP, Ordoqui E, Tornero P et al. Fluorescein-Induced Allergic Reaction. Ann Allergy Asthma Immunol 1998; 81(5): 428–430. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/S1081–1206(10)63140–7>.

10. Matsunaga D, Puliafito CA, Kashani AH et al. OCT Angiography in Healthy Human Subjects. Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina 2014; 45(6): 510–515. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.3928/23258160–20141118–04>.

11. Kotsolis AI, Killian FA, Ladas ID et al. Fluorescein Angiography and Optical Coherence Tomography Concordance for Choroidal Neovascularization in Multifocal Choroiditis. Br J Ophthalmol 2010; 94(11): 1506–1508. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/bjo.2009.159913>.

12. Chalam KV, Sambhav K. Optical Coherence Tomography Angiography in Retinal Diseases. J Ophthalmic Vis Res 2016; 11(1): 84–92. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.4103/2008–322X.180709>.

13. Spaide RF, Klancnik JM, Cooney MJ. Retinal Vascular Layers Imaged by Fluorescein Angiography and Optical Coherence Tomography Angiography. JAMA Ophthalmol 2015; 133(1): 45–50. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2014.3616>.

14. Choi W, Mohler KJ, Potsaid B et al. Choriocapillaris and Choroidal Microvasculature Imaging with Ultrahigh Speed OCT Angiography. Plos One 2013; 8(12): e81499. Dostupné z DOI: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0081499>.

Obr. 9. Preriednutie kapilár perifoválne, vpravo softwérové zvýraznenie nonperfúznych zón a mikroaneuryzmy

