

Optikai coherens tomográffal szerzett első tapasztalataink

Kaucsár Emese¹, Demea Sorina², Demea Horea², Kaucsár Tamás oh.³

¹„Iuliu Hațieganu” Orvosi és Gyógyszerészeti Egyetem, Kolozsvár, ²Szemészeti Klinika, ³Általános orvosi Kar, ²REVIEW Szemészeti Kivizsgálási Központ Kolozsvár

Primele experiențe cu tomograful în coerență optică

Tomografia în coerență optică (OCT) este o metodă nouă, non-invazivă de imagistică medicală care permite observația directă „in vivo” a țesuturilor vii la o rezoluție apropiată de cea histologică. Scopul lucrării: cu ocazia obținerii și prelucrării primelor rezultate cu aparatul Stratus OCT 3000, dorim să direcționăm atenția colegilor asupra unei noi viziuni despre patologia polului posterior. Material și metodă: în perioada 1 noiembrie 2006 - 31 martie 2007 am evaluat datele obținute de la 462 de pacienți scanați cu Stratus OCT 3000 și prelucrate după strategii diferite oferite de acest aparat. Rezultate: informațiile obținute corespund celor oferite de literatura de specialitate și au adus în plus elemente de diagnostic neașteptate. Concluzii: acest instrument diagnostic este foarte util în clarificarea patogeniei unor afecțiuni ale polului posterior cu etiologie neprecizată, precum și în diagnosticul și urmărirea afecțiunilor de pol posterior.

First experiences with optical coherence tomography

Optical coherence tomography (OCT) is a new, non-invasive high-technology, diagnostic imaging technique, providing histologic-like, high resolution transverse-section images of features of the posterior part of the eye. Aim: to direct our colleagues' attention to the possibility of a new approach of chorioretinal pathology using our first scan results, obtained and analysed with Stratus OCT 3000. Patients and methods: in the period of 1.11.2006-1.04.2007 we evaluated 462 patients for different retinal pathologies. Results: the obtained data correspond with those of the recent publications and they offered supplementary diagnostic elements. Conclusion: this diagnostic tool is very useful in the diagnosis and follow-up of pathologies of the fundus with uncertain nature and gives a new diagnostic approach for assessing intraretinal and subretinal lesions of the posterior pole of the eye.

Orvostudományi Értesítő, 2007, 80 (4): 277-280

www.emeogysz.ro

Az optikai koherens tomográfia (OCT) új diagnosztikai eljárás, amit 1997-ben vezettek be. J. G. Fujimoto (Massachusetts Institute of Technology) és Carmen A. Puliafito (Tuft University, Boston) 1991-ben végezték az első sikeres méréseket. Elméleti alapjait D. Huang és M.R. Hee matematikusok fektették le [5,16].

Gyakorlati felhasználása elsődlegesen a retinaspecialisták körében vált népszerűvé, de a tíz év alatt a felhalmozott tapasztalat és a technikai fejlesztéseknek köszönhetően, különösen az utolsó generációs készülékek esetében, egyértelműen az általános szemészeti gyakorlatban is egyre népszerűbbé válik [7,10,17].

Ez az új, non-invazív, képalkotó eljárás a vizsgált szövetek által visszavert alacsony koherenciájú sugárzás komplex elemzésén alapszik (interferometria). Lehetővé teszi a szövetek mikrostruktúrájának valós időbeni („real time”) szemléltetését, 10 μ -os felbontóképesség mellett (1. ábra).

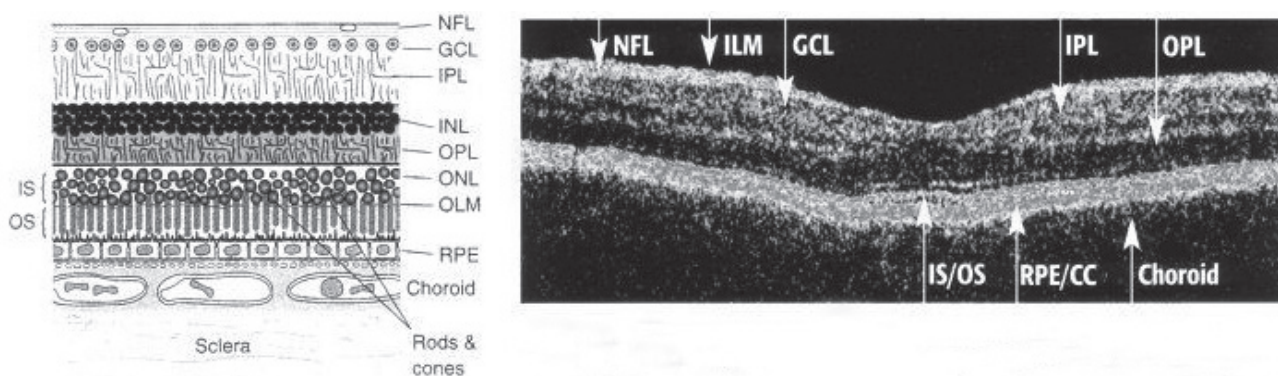
A néhány másodperc alatt, transzupillárisan nyert

tomogram könnyen reprodukálható, jó lokalizációs lehetőséget biztosít anélkül, hogy a szem felületét megérintené vagy kontrasztanyagot használna.

Az így nyert adatok feldolgozását számítógépes programok biztosítják, napjainkban már eléggé kiterjesztett adatbázishoz viszonyítva az eredményeket [5,16]. Ugyancsak a számítógépes memória biztosítja a különböző időszakokban mért eredmények összehasonlítását, lehetővé téve a változások követését [8,10,11,20].

Anyag és módszer

A 2006 november és 2007 március közötti időszakban 462 (279 férfi és 283 nő) páciens 647 szemén végeztünk OCT szkennelést, különböző vizsgálati stratégiák szerint, diagnózis felállítás, lokalizáció, stadializálás, vagy csak egyszerűen szűrés miatt. Ezek a betegek a szakorvos kollégák javaslata



1. ábra. Normális fovea tomogram (Stratus OCT3000 Carl Zeiss Meditec Inc.). BAL: a retina rétegeinek feltüntetésével (ILM – belső határhártya, NFL – idegrostréteg, GCL – ganglionáris sejtréteg, IPL – belső plexiform réteg, INL – belső nucleáris réteg, OPL – külső plexiform réteg, ONL – külső nucleáris réteg, OLM – külső határhártya, IS – belső szegmens, OS – külső szegmens, RPE – retina pigment epithel réteg, CC – choriocapillaris réteg); JOBB: szürke-skála megjelenítés, de színekódolt változatban használatos leginkább

tára jelentkeztek. Vizsgálatainkhoz a rendelkezésre álló STRATUS OCT 3000 típusú készüléket használtuk, 10 μ -os axiális- és 20 μ -os transzverzális felbontóképességgel, a 820 nm-es vizsgálati hullámhosszal, 2 mm-es mélységvastagsággal, amelyhez 1024 referencia pont tartozik, 19 szkennelési lehetőséggel, 18 elemzési protokollummal, Windows 2000 Service Pack 2 szoftverprogrammal [16].

Eredmények

A tomogramokat több szempontból is kiértékeljük. Elsősorban morfológiai elváltozásokat kerestünk, figyelembe véve, hogy a tomogram rétegei inkább az egyes struktúrák reflektivitásának mértéke szerint áll össze, és nem mindig fedi a szövettani rétegződést [9,13,15]. A retina szerkezeti megváltozása a reflektivitás csökkenését, ill. növekedését vonja maga után. Elemeztük a retina felszín-, az intraretinális és hátsó-, mély rétegek szerkezeti elváltozásait, igyekeztünk kimutatni és azonosítani a vizsgált terület irreguláris képződményeit, a szemfenéki kép, a rendelkezésünkre álló FLAG kép ismeretében azonosítani az esetleges „árnyék”effektusokat.

Számszerű kiértékelést a rendelkezésünkre álló 18 elemzési protokollum szerint végeztünk

Diagnosztikai többlet elérése érdekében végzett mérése-

ink a következőképpen rendszerezhetők: az elvégzett mérés-típusok szempontjából (1. táblázat) és a végezhető elemzések szempontjából (2. táblázat).

A képfeldolgozási lehetőségek csak az összes rendelkezésre álló mérés függvényében dolgoznak és statisztikai elrendezéseket és kimutatásokat tesznek lehetővé.

Megbeszélés

Legnagyobb arányban glaukóma gyanú- ill. követés alkalmából igényelt vizsgálatokat végeztünk. A papilla körül vezetett mérésvonallal rendkívül pontosan mérhető az idegrostréteg (IRR) vastagsága körkörös, vagy akár csak szektorialisan is. A legújabb irodalmi közlések szerint preperimetrikus glaukómában az IRR átlagvastagságának változásai a 9, 10, 11 órás szektorokban, szignifikáns eltéréseket mutatnak [1,4,19]. A rendelkezésünkre álló normál perimetriás leletek nem minden esetben egyeztek az IRR OCT-vel kimutatható disztribúciójával. Ilyenkor mérlegettük egy gyakori hibalehetőség fennállásának kockázatát, ugyanis az idegrostok hengeres felépítése könnyen befolyásolhatja a réteg reflektivitását az axiális szkennelés irányától, beállításától függően [4,9,15,18]. Ismerve a párhuzamos, hengeres szerkezetek reflektivitásának növekedését merőleges szkennelési irány mellett és figyelembe véve a papillakép nagy morfoló-

1. táblázat. Az elvégzett méréstípusok

	<i>Idegrostréteg vastagság</i>	<i>IRR térkép</i>	<i>Macula vastagság</i>	<i>Macula térkép</i>	<i>Egyéb</i>
Glaukóma gyanú	152	152	73	-	18
Glaukóma követés	156	156	6	-	-
Diabéteszes retinopátia	-	-	14	79	79
AMD	3	-	15	36	36
Maculalyuk	-	-	3	3	3
CRCS	-	-	5	5	5
Epiretinalis membrán	4	-	9	9	9
RPE leválás	3	-	7	7	5
Subretinalis NVM gyanú	-	-	15	10	15

2. táblázat. Képelemzési lehetőségek (stratégiák)

<i>Számszerű kiértékelési lehetőségek a stratégiák függvényében</i>	<i>Képfeldolgozási protokollumok</i>
Glaukóma esetén	Retinaelemzés
retinavastagság-, térfogat mérések,	retinavastagság mérése
retinavastagság-, térfogat táblázatok	retinavastagság feltérképezése
retinavastagsági-, térfogati változások	retinavastagság-, térfogat mérések
idegrostréteg vastagság mérése	retinavastagság-, térfogat táblázatok
idegrostréteg keresztmetszeti középértéke	retinavastagsági-, térfogati változások
idegrostréteg vastagság feltérképezése	
idegrostréteg vastagság változásai	
idegrostréteg vastagság sorozatelemzés	
látóidegfő kiértékelés	

giai változatosságát, az OCT vizsgálat a küszöbperimetria mellett, a korai glaukóma diagnózisában nagyon fontos tényezővé lépett elő [1,4,10,11]. Látótérdefektus esetén az idegrostvékonyodás-, ill. kiesés jól kimutatható volt, igazolva a peripapillaris látóidegrost OCT-vel mérhető strukturális változásait (ganglionsejtvesztés okozta funkciókárosodás). A papillát csillagvonalban, radiálisan keresztvező tomogramokkal a látóidegfő részletes topográfiai viszonyai ábrázolhatók és számszerűsíthetők. Rendkívül precíz C/D aránymeghatározás vált lehetővé [2], a papillaoedema mértéke 10 mikronos pontossággal mérhető. A függőleges és vízszintes papillaátmérő, az abszolút és relatív papillafelület precíz meghatározása, a neuroretinális rostréteg életkorhoz viszonyított vastagságának megállapítása az OCT-t a glaukómás kivizsgálás hasznos eszközévé tették [8,10,11].

Előfordulási sorrendben a következő leggyakoribb OCT vizsgálatot diabéteszes retinopátia esetén végeztünk. Ilyenkor főleg a maculaoedema elhelyezkedése, behatárolása, típusa, morfológiája és vastagságának számszerűsítése volt a cél. Radiális pásztázással pontos maculatérkép készülhet, a felbontás nagyságrendje a szkennelési vonalak hosszúságától függő. Természetesen itt is figyelembe kell venni az esetleges strukturális változásokat, abnormális képletek jelenlétét, amelyek a reflektivitás megváltoztatásával műképek létrejöttéhez vezetnek [9,15]. A maximálisan elérhető jelminőség a kiértékelendő kép minőségét is javítja. Mérsékelt töröközégi homályok esetén az értékelhető képek aránya jelentősen csökkent, a szoftverprogram nem engedi a félreértelmezhető képfeldolgozást [3,5,16]. A számítógépes feldolgozás után szinkódolt domborzati térképként megjelenő macula megvastagodása sok esetben magyarázta a látásélesség romlását relatív normális szemfenéki kép esetében is igazolva az angiofluorográfiás vizsgálat eredményeit [6,13,17].

Az OCT az időskori maculadegeneratio (AMD) elváltozásainak pontos meghatározására is igen jól felhasználható klinikai eszköz. Átmetszeti képben pontosan differenciálható a neuroszenzoros és pigmentepitel leválás, subretinális érújdonképződések. Olyan információkhoz juthatunk a szemfenéki folyamatok tisztázásában amilyeneket az eddigiekben semmilyen más módon in vivo nem érthetünk el. A pigmentepitel-réteg folytonossági hiánya megfelelt a FLAG vizsgálat által feltételezett repedés elhelyezkedésének, a száraz típusú maculadegenerációban kialakuló léziók (puha drusen, geografikus atrófia, pigmentzavarok) akár angiográfiás vizsgálat nélkül is megbízhatóan azonosíthatók [14]. Exudatív AMD esetén a serosus, drusenoid, ill. haemorrhagiás és fibrovascularis pigmentepitel leválás szintén nagy biztonsággal kimutatható [7,17]. A subretinális neovascularisatiós membránok tomogramjait elemezve, az angiográfián hasonló jellegű elváltozások OCT képe morfológiailag különbözőképpen jelent meg, vagy az eltérő angiográfiás léziók hasonló OCT képet mutattak. Ezek a szerkezeti variációk a terápiás kritériumok újragondolásának szükségességét vonják maguk után [6]. Célszerű lenne a CNV és a pigmentepitel viszonyának pontos meghatározása, de a két hasonló reflektivitású réteg elkülönítése gyak-

ran komoly nehézségekbe ütközik. Az OCT tehát a FLAG és ICG vizsgálatot nem helyettesítheti, de fontos kiegészítő a helyes diagnózis felállításában.

Valós vagy feltételezett maculalyuk esetén végzett méréseink minden esetben kimutatták a különböző fejlődési stádiumban jelentkező specifikus intraretinális elváltozásokat [5,7,13,16]: a fovea kontúrvonalának megszakadását, a belső- és külső nukleáris réteg közötti üregesedést szerkezeti disruptióval, normális pigmentepithellel és a retinaszél felemelkedésével („full thickness”), vagy kezdeti stádiumokban trakciós epiretinális membránt vagy hátsó határhártyaleválást („pseudo-hole”), vagy a fotoreceptorok megmaradása mellett a külső plexiform és a külső nukleáris réteg szétválását („partial thickness” v. „lamelláris” lyukképződés). A belső határhártya leválása vagy trakciója és epiretinális membránok jelenléte nagyon sokszor kimutatható volt egyéb esetekben is, akkor amikor a szemfenéki képen egyáltalán nem voltak megjeleníthetők, magyarázatlanul szolgálva a beteg által jelzett látásfunkciózavarokra.

„Interface” szindrómában OCT vizsgálatlal meg lehetett határozni a trakciók helyét, kiterjedését, pontos információt szolgáltatva a vitreoretinális műtét tervezéséhez [9,13,15].

A retina neuroepithel serosus leválásának és a pigmentepitel serosus vagy haemorrhagiás leválásának egyértelmű OCT képe van, amelyet pontosan lehet követni a rendelkezésre álló mérési technikákkal. Nem egyértelmű a pigmentepitel károsodásainak detektálása, amely a pásztázó vonalak elhelyezésének függvényében lehetséges de bizonyos gyakorlatot és ügyességét kíván meg a vizsgáló személy részéről [7]. Ugyanakkor figyelembe kell venni a heges vagy atrófiás szövetek reflektivitásának módosulásait is. Bizonyos perifériás zónák OCT-vel nem elérhetők [15].

A retina foltok esetében beteganyagunkban is megfigyelhettük az OCT által azonosított kétféle elváltozást [14]: dómszerű lerakódásokat a RPE belső felületén és kis lineáris göcöket a külső nukleáris réteg szintjén.

Következtetések

Az OCT olyan újszerű képalkotó diagnosztikai eszköz, amely lehetővé teszi az élő szövetek direkt, „real-time” megfigyelését szövettani felbontást közelítő nagyságrendben. Elsősorban a retinakutatás terén jelent betörést, tekintettel az új megfigyelések lehetőségére. Az általunk is tapasztalt szerkezeti variációk arra figyelmeztetnek – az irodalmi adatoknak megfelelően – hogy a korábban csak angiográfiás diagnózison alapuló ismereteinket érdemes újragondolni [12].

A betegek számára az eljárás nem fárasztó, rövid időtartamú és az infravörös megvilágításnak köszönhetően kisebb megterhelést jelent, mint a FLAG-vizsgálat, fundusfotó vagy a szemet érintő ultrahangos vizsgálat.

Az utóbbi időben kifejlesztett új szoftverprogramok az OCT sokoldalú felhasználását teszik lehetővé a mindennapos klinikai gyakorlatban is, biztosítván a diagnosztikai többletet és az elváltozások szoros követését. Mióta a képi

információkat kvantifikálni lehet, valóvá vált bizonyos betegségek valószínűségének előrejelzése, követése, és a terápiás beavatkozások eredményeinek felmérése.

Bár az OCT vizsgálat nagyszerű módszer a retinaárra vonatkozó specifikus információk begyűjtése szempontjából, figyelembe kell vennünk minden olyan körülményt, ami műtermékek megjelenését okozhatja (törőközegek homályai, megváltozott reflektivitású szövetek árnyékhatásai, ritka anatómiai körülmények, kevés adat hiányában téves szoftverelemzések stb.). Hogy megelőzzük, a diagnosztikai tévedések elkerülése érdekében, mindig elemezni kell minden klinikai adatot és azok figyelembevételével kell döntést hozni.

Irodalom

1. Bagga H., Greenfield D.S. - *Quantitative assessment of structural damage in eyes with localized visual field abnormalities*, Am.J Ophthalmol.2004, 137(5):797-805.
2. Barkana Y., Harizman N., Gerber Y. et al. - *Measurements of optic disc size with HRT II, Stratus OCT and funduscopy are not interchangeable*, Am. J Ophthalmol,2006,142(3):375-380.
3. Bíró Zs., Balla Zs., Kovács B. - *A foveális és perifoveális terület vastagságának mérése OCT-vel phacoemulsificatio és hátsó csarnoki műlencse beültetése után*. Szemészet, 2005,142:91-95.
4. Bohm A.G., Schmidt E., Muller-Holz M. et al. - *Measurement of peripapillary nerve fiber layer thickness at different distances from the optic nerve head with OCT*, Ophthalmologie, 2006,103(5):387-392.
5. Brancato R., Lumbroso B., - *Guide to optical coherence tomography*, INC, Roma, 2005.
6. Ecsedi M., Récsán Zs., Nemes J. et al. - *Az optikai koherencia tomográf és a fluoreszcéin angiográfia szerepe az időskori macula-degeneráció vizsgálatában*. Szemészet, 2004,141:55-60.
7. Győry J., Pados K., Salacz Gy. - *Optikai koherencia tomográfjal szerzett gyakorlati tapasztalataink a retina vizsgálatában*, Szemészet, 2002, 139:251-255.
8. Hougaard J.L., Heil A., Bengtsson B. - *Glaucoma detection using different Stratus OCT protocols*, Acta ophthalmol Scand, 2006.
9. Leung C.K., Chan W.M., Chong K.K. et al. - *Alignment artifacts in optical coherence tomography analyzed images*, Ophthalmology 2007, 114(2):263-270.
10. Mayoral F, Polo V, Ferreras A. et al. - *Diagnostic ability of stratus OCT in pre-perimetric glaucoma diagnosis*, Arch.soc. esp. Oftalmol, 2006,81(9):537-544.
11. Pache M., Funk J. - *High tech in the diagnosis of glaucoma*. Klin.Monatsbl Augenheilkd, 2006, 223(6):503-508.
12. Pareja-Esteban J., Perez-Rico C - *OCT: a new concept of diagnosis*, Arch.soc.esp.ofthalmol 2006,81:367-368.
13. Pons M.E., Garcia-Valenzuela E. - *Redefining the limit of the outer retina in OCT scans*, Ophthalmology,2005,112(6):1079-1085.
14. Querques G., Leveziel N., Benhamou N. et al. - *Analysis of retinal flecks in fundus flavimaculatus using OCT*, Br. J.Ophthalmol. 2006, 90(9):1157-1162.
15. Sadda S.R., Wu Z., Walsh A.C. et al. - *Errors in retinal thickness measurements obtained by OCT*, Ophthalmology, 2006, 113(2):285-293.
16. Schuman J.S., Puliafito C.A., Fujimoto J.G. - *Optical coherence tomography of ocular diseases*, Slack Inc. Thorofare, USA 2005.
17. Somfai G.M., Salacz Gy. - *A retina optikai biopsziája in vivo: az optikai koherencia tomográfjáról és annak szemészeti vonatkozásairól*, Orvosi hetilap 2005, 146(21):1157-1163.
18. Strauss R.W., Scholz F, Ulbig M.W. et al. - *Artifacts in OCT imaging of the retina*, Klin.Monatsbl.Augenheilkd. 2007, 224(1):47-51
19. Tóth Márta, Molnár Ágnes, Vargha P. et al. - *Az idegrostrétegvesztés és a funkciókárosodás összefüggésének vizsgálata glaucomában*, Szemészet, 2005,142:173-178
20. Wu Z., Vazeen M., Varma R. et al. - *Factors Associated with Variability in Retinal Nerve Fiber Layer Thickness Measurements Obtained by OCT*, Ophthalmology, 2007 nyomtatás alatt.