UDK: 617.7-007.681-073.7

OPTIK KOGERENT TOMOGRAFIYA YORDAMIDA RETINAL NERV TOLALARI QATLAMI TAHLILINING GLAUKOMA DIAGNOSTIKASIDAGI O‘RNI (ADABIYOTLAR SHARHI)

Xolmatov Axrorjon Rahbarjon o‘g‘li
Central Asian Medical University
xalqaro tibbiyot universiteti
oftalmologiya yo‘nalish klinik ordinatori
E-mail: akhror_sn@mail.ru
Jumanboyev Diyorbek Shukurjon o‘g‘li
Central Asian Medical University
xalqaro tibbiyot universiteti
oftalmologiya yo‘nalish klinik ordinatori
E-mail: diyorbekj7117@icloud.com
Ilmiy rahbar: **Nazirdjonov Muradil Abdusaidovich**
https://doi.org/10.5281/zenodo.22996756

Annotatsiya. Maqolada zamonaviy ilmiy adabiyotlar asosida optik kogerent tomografiya (OKT) yordamida retinal nerv tolalari qatlami (RNFL) qalinligini o‘lchashning glaukoma diagnostikasi va monitoringidagi ahamiyati tahlil qilingan. OKT texnologiyasining rivojlanishi, peripapillyar RNFL tahlili protokoli, diagnostik aniqligi, progressiyani baholash imkoniyatlari, makulyar ganglioz hujayralar kompleksi va BMO-MRW kabi qo‘shimcha parametrlar, shuningdek, usulning cheklovlari va artefaktlari yoritilgan.
Kalit so‘zlar: glaukoma, optik kogerent tomografiya, retinal nerv tolalari qatlami, RNFL, ganglioz hujayralar kompleksi, BMO-MRW, progressiya tahlili, artefaktlar.

Аннотация. В статье на основе современной научной литературы проанализировано значение измерения толщины слоя нервных волокон сетчатки (RNFL) методом оптической когерентной томографии (ОКТ) в диагностике и мониторинге глаукомы. Освещены развитие технологии ОКТ, протокол перипапиллярного анализа RNFL, диагностическая точность, возможности оценки прогрессирования, дополнительные параметры — комплекс ганглиозных клеток макулы и BMO-MRW, а также ограничения и артефакты метода.
Ключевые слова: глаукома, оптическая когерентная томография, слой нервных волокон сетчатки, RNFL, комплекс ганглиозных клеток, BMO-MRW, анализ прогрессирования, артефакты.

Abstract. Based on current scientific literature, this article reviews the role of retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness measurement by optical coherence tomography (OCT) in glaucoma diagnosis and monitoring. The evolution of OCT technology, the peripapillary RNFL protocol, diagnostic accuracy, progression analysis, additional parameters such as the macular ganglion cell complex and BMO-MRW, and the limitations and artifacts of the method are discussed.

Keywords: glaucoma, optical coherence tomography, retinal nerve fiber layer, RNFL, ganglion cell complex, BMO-MRW, progression analysis, artifacts.

Kirish

Glaukoma retinal ganglioz hujayralar (RGH) va ularning aksonlarining progressiv yo‘qolishi bilan tavsiflanadigan surunkali optik neyropatiya bo‘lib, qaytarib bo‘lmaydigan ko‘rlikning yetakchi sababi hisoblanadi [1]. Kerrigan-Baumrind va hammualliflari standart avtomatlashtirilgan perimetriyada o‘zgarishlar aniqlanishi uchun RGHning taxminan 25–35% nobud bo‘lishi zarurligini ko‘rsatgan [2]. Demak, faqat funksional tekshiruvlarga tayanish glaukomaning erta bosqichini o‘tkazib yuborish xavfini tug‘diradi. RGH aksonlari retinal nerv tolalari qatlamini (RNFL) hosil qilgani sababli, uning qalinligini obyektiv o‘lchash glaukomatoz shikastlanishni erta aniqlashning muhim vositasi hisoblanadi. Hozirgi vaqtda optik kogerent tomografiya (OKT) ushbu maqsadda eng keng qo‘llaniladigan usuldir [3, 4].

Tadqiqot maqsadi

Zamonaviy ilmiy adabiyotlar tahlili asosida OKT yordamida RNFL tahlilining glaukoma diagnostikasi va monitoringidagi imkoniyatlari va cheklovlari haqidagi ma’lumotlarni tizimlashtirish.

Material va usullar

PubMed, Google Scholar, Cochrane Library va eLibrary ma’lumotlar bazalarida chop etilgan klinik tadqiqotlar, sharh maqolalar, Amerika oftalmologiya akademiyasi hisobotlari va Yevropa glaukoma jamiyatining klinik tavsiyalari tahlil qilindi. Qidiruv "optical coherence tomography glaucoma", "RNFL thickness", "ganglion cell complex", "BMO-MRW", "OCT artifacts", "glaucoma progression OCT" kalit so‘zlari bo‘yicha olib borildi.

Natijalar va muhokama

1. OKT printsipi va texnologiyaning rivojlanishi. OKT past kogerentli interferometriya printsipiga asoslangan kontaktsiz, invaziv bo‘lmagan tekshiruv usuli bo‘lib, to‘qimalardan qaytgan yorug‘likni tahlil qilish orqali ularning kesma tasvirini mikron aniqligida olish imkonini beradi. Usul birinchi marta Huang va hammualliflari tomonidan 1991-yilda tavsiflangan [5]. Dastlabki vaqt-domenli (TD-OCT) qurilmalar nisbatan past tezlik va aksial ruxsatga ega edi. Spektral-domenli (SD-OCT) texnologiyaning joriy etilishi skanerlash tezligini bir necha barobar oshirdi, aksial ruxsatni yaxshiladi va harakat artefaktlarini kamaytirdi. Keyinchalik yaratilgan svept-manbali (SS-OCT) qurilmalar uzunroq to‘lqin uzunligidagi yorug‘likdan foydalanib, chuqurroq tuzilmalarni, jumladan lamina cribrosani vizualizatsiya qilish imkoniyatini kengaytirdi [3]. Leung va hammualliflari SD-OCT bilan RNFL qalinligini o‘lchash yuqori takrorlanuvchanlik va yaxshi diagnostik ko‘rsatkichlarga ega ekanligini ko‘rsatgan [6].

2. Peripapillyar RNFL tahlili protokoli. Standart protokolda RNFL qalinligi ko‘rish nervi diski markazi atrofida taxminan 3,4–3,5 mm diametrli aylana bo‘ylab o‘lchanadi. Natijalar o‘rtacha (global) qalinlik, to‘rtta kvadrant (yuqori, pastki, burun va chakka) va 12 ta soat sektori bo‘yicha taqdim etiladi. Olingan qiymatlar qurilmaning yosh bo‘yicha normativ bazasi bilan taqqoslanib, rangli kodlash shaklida beriladi: yashil — normal chegarada, sariq

— chegaraviy (normativ taqsimotning 1–5% persentili), qizil — normadan tashqarida (1% persentildan past) [3]. Bundan tashqari, RNFL profilining TSNIT grafigi (chakka–yuqori–burun–pastki–chakka) va qalinlik xaritasi fokal (xanjarsimon) defektlarni aniqlashda qo‘shimcha ma’lumot beradi.

3. Diagnostik aniqligi. Amerika oftalmologiya akademiyasining hisobotida SD-OCT yordamida RNFL tahlili glaukomani sog‘lom ko‘zlardan ajratishda yuqori diagnostik aniqlikka ega ekanligi, eng informativ parametrlar esa o‘rtacha qalinlik hamda pastki va yuqori kvadrant qalinliklari ekanligi qayd etilgan [3]. Bu glaukomada shikastlanishning dastlab ko‘rish nervi diskining pastki va yuqori qutblarida rivojlanishi bilan mos keladi. Shu bilan birga, diagnostik aniqlik kasallik bosqichiga bog‘liq: rivojlangan glaukomada u juda yuqori bo‘lsa, erta glaukoma va glaukomaga shubha holatlarida pastroq bo‘ladi [3, 4].

4. Progressiyani baholash. OKT nafaqat tashxis qo‘yish, balki kasallik progressiyasini kuzatishda ham muhim ahamiyatga ega. Zamonaviy qurilmalarda voqealarga asoslangan (event-based) va tendensiyaga asoslangan (trend-based) progressiya tahlili dasturlari mavjud bo‘lib, ular RNFL qalinligining dastlabki tekshiruvlarga nisbatan o‘zgarishini va yupqalanish tezligini (mkm/yil) hisoblaydi. Leung va hammualliflari OKT yordamida boshqariladigan progressiya tahlili RNFL progressiyasini aniqlashda samarali ekanligini ko‘rsatgan [7]. Progressiyani baholashda RNFLning yoshga bog‘liq fiziologik yupqalanishi ham hisobga olinishi kerak; Leung va hammualliflari sog‘lom shaxslarda ham RNFL qalinligi yosh bilan asta-sekin kamayishini prospektiv tadqiqotda tasdiqlagan [8].

5. Makulyar ganglioz hujayralar kompleksi tahlili. RGH tanalarining taxminan yarmi makula sohasida joylashgani sababli makulyar ganglioz hujayralar kompleksi (GCC) yoki ganglioz hujayralar va ichki pleksiform qatlam (GCIPL) qalinligini o‘lchash glaukoma diagnostikasida qo‘shimcha ahamiyatga ega. Mwanza va hammualliflari GCIPL parametrlarining diagnostik aniqligi RNFL va ko‘rish nervi diski parametrlari bilan taqqoslanadigan darajada ekanligini ko‘rsatgan [9]. Hood va hammualliflari makulaning pastki-chakka sohasi glaukomatoz shikastlanishga ayniqsa moyil ekanligini va bu shikastlanish 24-2 perimetriya dasturida kam nuqtalar bilan qamrab olingani sababli aniqlanmay qolishi mumkinligini isbotlagan [10]. Makulyar tahlil, ayniqsa, yuqori miopiya va ko‘rish nervi diski anomaliyalarida, peripapillyar RNFL tahlili qiyin bo‘lgan hollarda foydalidir.

6. BMO-MRW parametri. An’anaviy ko‘rish nervi diski parametrlari disk chegarasini klinik jihatdan aniqlashga asoslangan bo‘lib, bu chegara har doim ham anatomik jihatdan aniq emas. Chauhan va hammualliflari Brux membranasi teshigidan ichki cheklovchi membranagacha bo‘lgan eng qisqa masofa sifatida o‘lchanadigan minimal hoshiya kengligi (BMO-MRW) neyroretinal hoshiyaning anatomik jihatdan aniqroq parametri ekanligini va glaukomani aniqlashni yaxshilashini ko‘rsatgan [11].

7. "Pol" (floor) effekti. RNFL tahlilining muhim cheklovlaridan biri kasallikning kechki bosqichlarida namoyon bo‘ladi. Aksonlar deyarli to‘liq yo‘qolganda ham OKT o‘lchaydigan qatlam qalinligi glial to‘qima va qon tomirlar hisobiga ma’lum minimal darajada saqlanib qoladi. Mwanza va hammualliflari turli OKT platformalarida bu qoldiq qalinlik taxminan 50 mkm atrofida ekanligini aniqlagan [12]. Bu darajaga yetgach RNFL qalinligi keyingi progressiyani aks ettirmaydi, shu sababli kechki bosqichda makulyar tahlil va perimetriya monitoringning asosiy usullari hisoblanadi [10, 12]. Bu holat RNFL qalinligi

va ko‘rish maydoni ko‘rsatkichlari o‘rtasidagi bog‘liqlikning chiziqli emasligini tushuntiruvchi omillardan biridir.

8. Artefaktlar va soxta natijalar. OKT natijalarini to‘g‘ri talqin qilish uchun uning artefaktlarini bilish zarur. Chong va Lee "qizil kasallik" (red disease — glaukoma bo‘lmasa-da natijaning normativ bazadan chetga chiqishi sababli soxta musbat natija) va "yashil kasallik" (green disease — glaukoma mavjud bo‘lsa-da natijaning normal ko‘rinishi) tushunchalarini tavsiflagan [13]. Asrani va hammualliflari glaukoma bilan og‘rigan bemorlarda SD-OCT skanlarining sezilarli qismida artefaktlar uchrashini, ularning asosiy turlari segmentatsiya xatolari, skanning markazlashmaganligi, past signal sifati, harakat artefaktlari va epiretinal membranalar ekanligini ko‘rsatgan [14]. Leung va hammualliflari miopiyada ko‘z olmasi uzunligi ortishi bilan RNFL qalinligining o‘lchangan qiymati kamayishini va uning taqsimoti o‘zgarishini aniqlagan, bu esa miopik ko‘zlarda soxta musbat natijalarga olib kelishi mumkin [15]. Bundan tashqari, normativ bazalar asosan muayyan etnik guruhlar ma’lumotlari asosida tuzilgani natijalarni talqin qilishda hisobga olinishi kerak.

1-jadval. OKTda RNFL tahlilining asosiy artefaktlari va ularning sabablari

Artefakt / holat	Sababi	Natijaga ta’siri
Segmentatsiya xatosi	Past signal, patologik o‘zgarishlar, epiretinal membrana	RNFL qalinligining noto‘g‘ri o‘lchanishi
Skanning markazlashmaganligi	Diskka nisbatan aylana noto‘g‘ri joylashuvi	Sektoral qiymatlarning noto‘g‘ri bo‘lishi
Past signal sifati	Katarakta, quruq ko‘z, kichik qorachiq	RNFL qalinligining past baholanishi
Yuqori miopiya	Ko‘z olmasi uzunligi, disk qiyshayishi	"Qizil kasallik" — soxta musbat natija
Epiretinal membrana, shish	Qatlam qalinligining patologik ortishi	"Yashil kasallik" — soxta manfiy natija

Manba: [13–15] ma’lumotlari asosida mualliflar tomonidan tuzilgan.

9. Klinik tavsiyalar. Yevropa glaukoma jamiyati tavsiyalarida OKT glaukoma tashxisi va monitoringining muhim qo‘shimcha usuli sifatida ko‘rsatilgan, biroq tashxis faqat OKT natijalariga asoslanmasligi, klinik ko‘rik, ko‘rish nervi diskini baholash va perimetriya natijalari bilan birgalikda talqin qilinishi lozimligi ta’kidlangan [16]. Har bir skanning sifati va segmentatsiyasini tekshirish, natijalarni avvalgi tekshiruvlar bilan bir xil qurilmada taqqoslash tavsiya etiladi.

Xulosa

1. OKT yordamida peripapillyar RNFL tahlili glaukomatoz shikastlanishni obyektiv, takrorlanuvchan va miqdoriy baholash imkonini beruvchi, glaukomani erta aniqlashda yuqori informativ usul hisoblanadi.

2. RNFLning eng informativ parametrlari o‘rtacha qalinlik hamda pastki va yuqori kvadrant qalinliklari bo‘lib, bu glaukomatoz shikastlanishning xarakterli topografiyasiga mos keladi.

3. Makulyar GCC/GCIPL va BMO-MRW tahlili OKTning diagnostik imkoniyatlarini kengaytiradi, ayniqsa miopiya va kechki bosqichdagi glaukomada.

4. "Pol" effekti, artefaktlar va normativ bazalarning cheklovlari sababli OKT natijalari perimetriya va klinik ma’lumotlar bilan birgalikda talqin qilinishi zarur. Bu RNFL qalinligi va ko‘rish maydoni ko‘rsatkichlari o‘rtasidagi bog‘liqlikni turli bosqichlarda o‘rganishning dolzarbligini tasdiqlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Weinreb R.N., Aung T., Medeiros F.A. The pathophysiology and treatment of glaucoma: a review // JAMA. – 2014. – Vol. 311, №18. – P. 1901–1911.
2. Kerrigan-Baumrind L.A., Quigley H.A., Pease M.E., Kerrigan D.F., Mitchell R.S. Number of ganglion cells in glaucoma eyes compared with threshold visual field tests in the same persons // Investigative Ophthalmology & Visual Science. – 2000. – Vol. 41, №3. – P. 741–748.
3. Chen T.C., Hoguet A., Junk A.K. et al. Spectral-domain OCT: helping the clinician diagnose glaucoma: a report by the American Academy of Ophthalmology // Ophthalmology. – 2018. – Vol. 125, №11. – P. 1817–1827.
4. Medeiros F.A., Zangwill L.M., Bowd C., Mansouri K., Weinreb R.N. The structure and function relationship in glaucoma: implications for detection of progression and measurement of rates of change // Investigative Ophthalmology & Visual Science. – 2012. – Vol. 53, №11. – P. 6939–6946.
5. Huang D., Swanson E.A., Lin C.P. et al. Optical coherence tomography // Science. – 1991. – Vol. 254, №5035. – P. 1178–1181.
6. Leung C.K., Cheung C.Y., Weinreb R.N. et al. Retinal nerve fiber layer imaging with spectral-domain optical coherence tomography: a variability and diagnostic performance study // Ophthalmology. – 2009. – Vol. 116, №7. – P. 1257–1263.
7. Leung C.K., Cheung C.Y., Weinreb R.N. et al. Evaluation of retinal nerve fiber layer progression in glaucoma: a study on optical coherence tomography guided progression analysis // Investigative Ophthalmology & Visual Science. – 2010. – Vol. 51, №1. – P. 217–222.
8. Leung C.K., Yu M., Weinreb R.N. et al. Retinal nerve fiber layer imaging with spectral-domain optical coherence tomography: a prospective analysis of age-related loss // Ophthalmology. – 2012. – Vol. 119, №4. – P. 731–737.
9. Mwanza J.C., Durbin M.K., Budenz D.L. et al. Glaucoma diagnostic accuracy of ganglion cell-inner plexiform layer thickness: comparison with nerve fiber layer and optic nerve head // Ophthalmology. – 2012. – Vol. 119, №6. – P. 1151–1158.
10. Hood D.C., Raza A.S., de Moraes C.G., Liebmann J.M., Ritch R. Glaucomatous damage of the macula // Progress in Retinal and Eye Research. – 2013. – Vol. 32. – P. 1–21.
11. Chauhan B.C., O'Leary N., AlMobarak F.A. et al. Enhanced detection of open-angle glaucoma with an anatomically accurate optical coherence tomography-derived neuroretinal rim parameter // Ophthalmology. – 2013. – Vol. 120, №3. – P. 535–543.
12. Mwanza J.C., Kim H.Y., Budenz D.L. et al. Residual and dynamic range of retinal nerve fiber layer thickness in glaucoma: comparison of three OCT platforms // Investigative Ophthalmology & Visual Science. – 2015. – Vol. 56, №11. – P. 6344–6351.

13. Chong G.T., Lee R.K. Glaucoma versus red disease: imaging and glaucoma diagnosis // Current Opinion in Ophthalmology. – 2012. – Vol. 23, №2. – P. 79–88.
14. Asrani S., Essaid L., Alder B.D., Santiago-Turla C. Artifacts in spectral-domain optical coherence tomography measurements in glaucoma // JAMA Ophthalmology. – 2014. – Vol. 132, №4. – P. 396–402.
15. Leung C.K., Mohamed S., Leung K.S. et al. Retinal nerve fiber layer measurements in myopia: an optical coherence tomography study // Investigative Ophthalmology & Visual Science. – 2006. – Vol. 47, №12. – P. 5171–5176.
16. European Glaucoma Society Terminology and Guidelines for Glaucoma, 5th Edition // British Journal of Ophthalmology. – 2021. – Vol. 105, Suppl. 1. – P. 1–169.