

ЗНАЧЕНИЕ ОЦЕНКИ КОМПЛЕКСА GCIPL В ДИАГНОСТИКЕ ГЛАУКОМЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Орипов О.И.,¹ Билалов Б.Э.,² Одилов Ш.Н.³

¹PhD, ассистент кафедры Офтальмологии Ташкентской медицинской академии, okil.oripov@mail.ru, +998908089536; <https://orcid.org/0000-0002-8705-3740>

²PhD, доцент кафедры Офтальмологии Ташкентской медицинской академии tmaglaz@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2255-2880>

³Студент магистратуры 2 года обучения кафедры Офтальмологии Ташкентской медицинской академии

Аннотация. Представленный обзор литературы посвящен аспектам визуализационных техник, применяемых в офтальмологии для диагностики глаукомы, главным образом исследованию изменений в области макулы с помощью метода оптической когерентной томографии (ОКТ). Основным предметом анализа при исследовании макулы на ОКТ при глаукоме является слой ганглионарных клеток сетчатки. В настоящее время одним из наиболее чувствительных параметров для выявления и мониторинга прогрессирования патологического процесса при глаукоме является комплекс GCIPL - толщина слоя ганглиозных клеток и внутреннего плексиформного слоя. Результаты анализа литературы показывают, что данный показатель обладает высокой степенью диагностической эффективности при оценке течения глаукоматозного процесса.

Ключевые слова: глаукома; оптическая когерентная томография; ганглионарные клетки сетчатки; комплекс GCIPL.

Для цитирования:

Орипов О.И., Билалов Б.Э., Одилов Ш.Н. Значение оценки комплекса gcipl в диагностике глаукомы (обзор литературы). Передовая Офтальмология. 2024;11(5):118-121.

THE IMPORTANCE OF GCIPL COMPLEX EVALUATION IN GLAUCOMA DIAGNOSIS (LITERATURE REVIEW)

Oripov O.I.,¹ Bilalov B.E.,² Odilov Sh.N.³

¹PhD, assistant of the Department of Ophthalmology, Tashkent Medical Academy okil.oripov@mail.ru; +998908089536; <https://orcid.org/0000-0002-8705-3740>

²PhD, associate Professor of the Department of Ophthalmology of the Tashkent Medical Academy, tmaglaz@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2255-2880>

³2nd year Master's student of the Ophthalmology Department of the Tashkent Medical Academy

Abstract. This literature review addresses the aspects of visualization techniques used in ophthalmology for glaucoma diagnosis, primarily focusing on macular changes through optical coherence tomography (OCT). The main subject of analysis in macular OCT studies of glaucoma is the retinal ganglion cell layer. Currently, one of the most sensitive parameters for detecting and monitoring the progression of the pathological process in glaucoma is the GCIPL complex—the thickness of the ganglion cell layer and the inner plexiform layer. The literature analysis demonstrates that this parameter shows a high degree of diagnostic efficacy in evaluating the progression of the glaucomatous process.

Key words: glaucoma; optical coherence tomography; retinal ganglion cells; GCIPL complex.

For citation:

Oripov O.I., Bilalov B.E., Odilov Sh.N. The importance of GCIPL complex evaluation in glaucoma diagnosis (literature review). Advanced ophthalmology. 2024;11(5):118-121.

GLAUKOMA DIAGNOZIDA GCIPL KOMPLEKSINI BAHOLASHNING AHAMIYATI (ADABABIYOT SHARHI)

Oripov O.I.,¹ Bilalov B.E.,² Odilov Sh.N.³

¹PhD, Toshkent tibbiyot akademiyasi Oftalmologiya kafedrasini assistenti, okil.oripov@mail.ru, +998908089536; <https://orcid.org/0000-0002-8705-3740>

²PhD, Toshkent tibbiyot akademiyasi oftalmologiya kafedrasini dotsenti, tmaglaz@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2255-2880>

³Toshkent tibbiyot akademiyasi oftalmologiya kafedrasining 2 yil magistratura talabasi

Annotatsiya. Taqdim etilgan adabiyotlarni ko'rib chiqish oftalmologiyada glaukoma tashxisi uchun qo'llaniladigan tasvirlash usullari, asosan optik kogerent tomografiya (OCT) yordamida makuladagi o'zgarishlarni o'rganishga bag'ishlangan. Glaukoma uchun OKTda makulani o'rganishda asosiy tahlil mavzusi retinal ganglion hujayralari qatlamidir. Hozirgi vaqtda glaukomada patologik jarayonning rivojlanishini aniqlash va kuzatish uchun eng sezgir parametrlardan biri GCIPL kompleksi - ganglion hujayra qatlamining qalinligi va ichki pleksiform qatlamdir. Adabiyotlarni tahlil qilish natijalari shuni ko'rsatadiki, bu ko'rsatkich glaukomatoz jarayonning borishini baholashda yuqori darajadagi diagnostika samaradorligiga ega.

Kalit so'zlar: glaucoma; optik kogerent tomografiya; tor parda ganglionar xujayralari; GCIPL kompleksi.

Iqtibos uchun:

Oripov O.I., Bilalov B.E., Odilov Sh.N. Glaukoma diagnozida GCIPL kompleksini baholashning ahamiyati (adababiyot sharhi). *Ilg'or Oftalmologiya.* 2024;11(5):118-121.

Глаукома характеризуется прогрессирующей утратой ганглиозных клеток сетчатки с типичными изменениями в области диска зрительного нерва, что приводит к прогрессирующим дефектам поля зрения в соответствующей зоне. Уже давно хорошо задокументировано, что раннее глаукомное поражение может затрагивать макулу. Однако клиницисты уделяли меньше внимания макуле до тех пор, пока не стали возможны точные измерения каждого из слоев сетчатки макулы *in vivo* [2,3,7]. В последнее время несколько коммерчески доступных устройств ОКТ (оптической когерентной томографии) предлагают различные модули оценки параметров макулы. Два основных модуля оценки параметров макулы – это комбинации измерений слоев RNFL (слой нервных волокон сетчатки), GCL (слой ганглиозных клеток) и IPL (внутренний плексиформный слой): толщина слоя ганглиозных клеток и внутреннего плексиформного слоя (GCIPL) – это сумма толщин GCL и IPL; толщина комплекса ганглиозных клеток (GCC) – это сумма толщин RNFL, GCL и IPL. Эти два параметра наиболее часто используются в модулях ОКТ и являются важнейшими

для ранней диагностики и мониторинга глаукомы [10,12,16].

На рисунке 1 представлена структура макулы, отображенная на гистологической картине и снимке ОКТ.

Аксоны ганглиозных клеток сетчатки располагаются в RNFL пучками и входят в диск зрительного нерва. У каждого пучка RNFL есть свой путь к ДЗН. Нервные волокна сетчатки на височной стороне фовеа направляются к диску зрительного нерва по дуге, огибающей фовеа. Аксоны RGC не пересекают горизонтальный меридиан, поэтому в височной области образуется своеобразный «шов», участок с относительно небольшим количеством аксонов, или «temporal raphe». Согласно этой анатомии, большинство изменений макулы при глаукоме проявляется в дугообразной или полулунной форме и расположено в основном в височных макулярных областях вдоль горизонтального шва. Изменения макулы также, как правило, находятся в пределах той же половины на континууме соответствующего дефекта RNFL и повреждения ДЗН [1,2].

На рисунке 2 представлен случай 40-летнего

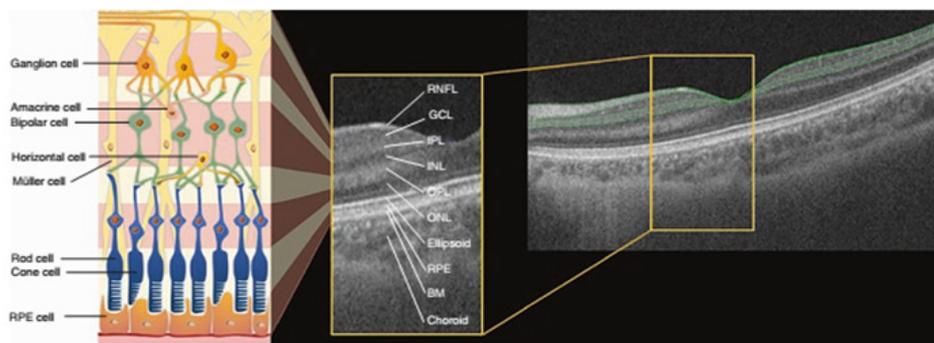


Рисунок 1. Структура макулы. Слой сетчатки (слева) и характерная структура макулы человека, полученная с помощью оптической когерентной томографии (SS-OCT) (в центре и справа). Слой нервных волокон сетчатки (RNFL), слой ганглиозных клеток (GCL) и внутренний плексиформный слой (IPL) обозначены зелеными сплошными линиями. Структура фовеа на желтой вставке увеличена, и каждый слой сетчатки аннотирован. RNFL – слой нервных волокон сетчатки; GCL – слой ганглиозных клеток; IPL – внутренний плексиформный слой; INL – внутренний ядерный слой; OPL – внешний плексиформный слой; ONL – внешний ядерный слой; RPE – пигментный эпителий сетчатки; BM – мембрана Бруха. (K.H. Park and Y.W. Kim).

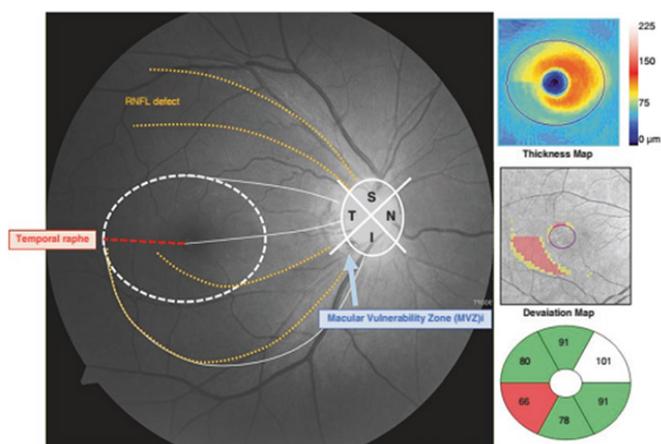


Рисунок 2. Повреждение макулы при глаукоме.

мужчины с первичной открытоугольной глаукомой правого глаза. Обратите внимание на нижневисочные и верхневисочные дефекты нервных волокон сетчатки на фотографии RNFL без красного света. Представлены карты толщины и отклонений для слоя ганглиозных клеток-внутреннего сплетения (GCIPL), полученные с помощью Cirrus HD-OCT. Повреждение макулы проявляется в нижневисочной области макулы (толщина нижневисочной части GCIPL = 66 мкм), в дугообразной форме, которая не пересекает «temporal raphe». Верхний дефект нервных волокон сетчатки не проникает в верхнюю макулярную область, в результате чего верхняя часть макулы остается неповрежденной.

Широко известно, что глаукоматозные дефекты наиболее распространены в нижневисочных и верхневисочных областях ДЗН. Открытие зрительного канала связано с вертикальной областью глазного яблока. Это означает, что центр ДЗН располагается примерно на 6° выше горизонтальной средней линии, проходящей через центр фовеа. Поэтому аксоны ганглиозных клеток сетчатки в верхней части макулы входят через височную границу ДЗН, в то время как аксоны в нижней части макулы входят через нижневисочную границу ДЗН. Эта топографическая взаимосвязь между макулой и диском зрительного нерва приводит к перекрытию нижней макулярной области с нижневисочной областью диска зрительного нерва, где преобладают глаукоматозные дефекты. Ученные обозначили эту область как «зону уязвимости макулы (macular vulnerability zone)» в области ДЗН (синяя стрелка). Большинство ганглиозных клеток сетчатки в нижней макулярной области проецируются в этой зоне, которая является наиболее часто затрагиваемой областью при глаукоме [4,6,9,11].

Авторы [12,13,17] дополнительно исследовали топографическую взаимосвязь между локализованным дефектом RNFL вокруг ДЗН и дефектом GCIPL в макуле. Они использовали программу MATLAB для построения «карты частоты отклонений GCIPL» на основе 140 глаз 140 пациентов с открытоугольной глаукомой, у которых наблюдался локализованный дефект RNFL в одной половине. Карта частоты отклонений GCIPL была построена путем наложения дефектов GCIPL на карту отклонений, соответствующую дефектам

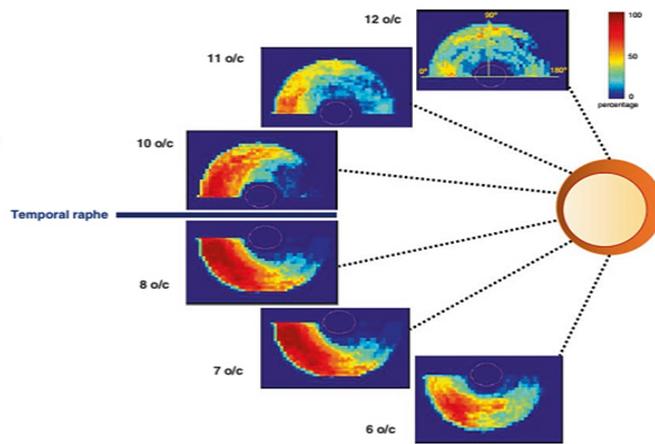


Рисунок 3. Топографическая взаимосвязь между локализованными дефектами RNFL вокруг ДЗН и дефектами GCIPL в макуле (Kim et al. 2014a).

перипапиллярного слоя нервных волокон сетчатки (RNFL) в различных точках (от 6 до 12 часов). Цветовая шкала показывает частоту дефектов GCIPL: красная область указывает на наивысшую частоту дефектов GCIPL, в то время как синяя область близка к нулю. Дефекты GCIPL имели дугообразную форму, которая проявлялась как продолжение дефекта RNFL в том же полушарии. Височная макулярная область была наиболее часто поврежденным местом в любой из половин и была больше в нижнем секторе, чем в верхнем. Согласно анализу шести различных точек дефекта RNFL, дефекты GCIPL имели дугообразную форму, которая проявлялась как продолжение дефекта RNFL в том же полушарии. Височная макулярная область была наиболее часто поврежденным местом в любой из половин и была больше в нижнем секторе, чем в верхнем (рис. 3).

В то время как в 2Б-основной группе параметры перифовальных сосудов глубокого сплетения Perifovea DCP увеличились в 1,2 раза от $43,85 \pm 0,44$ до $53,7 \pm 0,55$ на 28 глазах (45,1%), что на 1,8 раза больше, чем при традиционном лечении и на 1,2 раза больше, чем во 2 А-основной группе

Известно, что макулярные параметры обладают высокой диагностической значимостью для периметрической глаукомы, сопоставимой с параметрами толщины перипапиллярного RNFL или параметрами ДЗН. В одном из исследований [6] минимальное значение (определяемое как толщина GCIPL на меридиане с наименьшим средним значением) и нижневисочная часть GCIPL показали наибольшую чувствительность (94,8%) среди параметров GCIPL, с сопоставимой специфичностью (87,9% и 85,8% соответственно). В другом исследовании комплекс клеток ганглиозного слоя также показал высокую диагностическую значимость для глаукомы, сопоставимую с толщиной перипапиллярного RNFL, где объем глобальной потери (процент глобальной потери GCC по всей карте GCC) оказался лучшим параметром.

Признак «temporal raphe» (или тест полушария GCIPL) определяется как положительный у лиц, у которых прямая линия на горизонтальном шве превышает половину длины между внутренним и внешним кольцом в височной эллиптической области карты цветовой толщины GCIPL. Известно, что этот признак более эффективен, чем другие

макулярные параметры, в различении ранних глакоматозных изменений (AUROC 0,967 при препериметрической глаукоме и 0,962 при периметрической глаукоме). Этот метод легко применять в клинической практике, и он полезен для различения глакоматозных изменений у пациентов с высокой миопией, у которых наблюдается депигментированный фон и где дефекты RNFL трудно обнаружить. Положительность признака «temporal raphe» на базовом уровне ассоциируется с более быстрым переходом к глаукоме у пожилых людей с большим соотношением чаши к диску [2,4,6].

Мониторинг макулярных параметров облегчает обнаружение структурной прогрессии в глакоматозных глазах и предсказание последующих дефектов полей зрения. Скорость истончения GCIPL, как сообщается, значительно быстрее в глакоматозных глазах с прогрессией. Средняя скорость истончения GCIPL была значительно выше даже при псевдоэксфолиативной глаукоме, чем при открытоугольной глаукоме или в нормальных глазах [3,7,9].

Анализ динамики (>5 лет) макулярного GCIPL и перипапиллярного RNFL у 163 пациентов с

первичной открытоугольной глаукомой показал, что истончение макулярного GCIPL и перипапиллярного RNFL имеет прогностическую ценность и указывает на прогрессирование дефектов полей зрения. В другом ретроспективном когортном исследовании из Кореи также было продемонстрировано, что глаза с прогрессивным истончением GCIPL и RNFL имели значительно более высокий риск развития дефектов полей зрения [11,13,14].

Анализ динамики GCIPL также полезен для выявления прогрессирования в глазах с развитой глаукомой. Перипапиллярный RNFL, вероятно, достигает предела измерений в глазах с развитой глаукомой, что делает его менее ценным для обнаружения прогрессирования в этих глазах. Однако недавние исследования [10,18,19,20] сообщили о значительных темпах изменений для макулярного GCIPL, но не выявили значительных изменений для перипапиллярного или маргинального RNFL в глазах с развитой глаукомой. Это предполагает, что повреждение, затрагивающее макулярный комплекс GCIPL, происходит с другой скоростью, чем в случае перипапиллярного RNFL.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Choi YJ, Jeoung JW, Park KH, Kim DM. Glaucoma detection ability of ganglion cell-inner plexiform layer thickness by spectral-domain optical coherence tomography in high myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2013;54(3):2296–304. <https://doi.org/10.1167/iovs.12-10530>
- Ha A, Kim YK, Kim JS, Jeoung JW, Park KH. Temporal raphe sign in elderly patients with large optic disc cupping: its evaluation as a predictive factor for glaucoma conversion. *Am J Ophthalmol.* 2020;219:205–14. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2020.07.001>
- Hood DC. Improving our understanding, and detection, of glaucomatous damage: An approach based upon optical coherence tomography (OCT). *Prog Retin Eye Res.* 2017;57:46–75. <https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2016.12.002>
- Hood DC, Raza AS, de Moraes CG, Liebmann JM, Ritch R. Glaucomatous damage of the macula. *Prog Retin Eye Res.* 2013;32:1–21. <https://doi.org/10.1167/tvst.1.1.3>
- Hou HW, Lin C, Leung CK. Integrating macular ganglion cell inner plexiform layer and parapapillary retinal nerve fiber layer measurements to detect glaucoma progression. *Ophthalmology.* 2018;125(6):822–31. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2017.12.027>
- Hwang YH, Jeong YC, Kim HK, Sohn YH. Macular ganglion cell analysis for early detection of glaucoma. *Ophthalmology.* 2014;121(8):1508–15. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.02.019>
- Jeong JH, Choi YJ, Park KH, Kim DM, Jeoung JW. Macular ganglion cell imaging study: covariate effects on the spectral domain optical coherence tomography for glaucoma diagnosis. *PLoS One.* 2016;11(8):e0160448. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160448>
- Kim KE, Park KH, Yoo BW, Jeoung JW, Kim DM, Kim HC. Topographic localization of macular retinal ganglion cell loss associated with localized peripapillary retinal nerve fiber layer defect. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2014a;55(6):3501–8. <https://doi.org/10.1167/iovs.14-13925>
- Kim MJ, Jeoung JW, Park KH, Choi YJ, Kim DM. Topographic profiles of retinal nerve fiber layer defects affect the diagnostic performance of macular scans in preperimetric glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2014b;55(4):2079–87. <https://doi.org/10.1167/iovs.13-13506>
- Kim MJ, Park KH, Yoo BW, Jeoung JW, Kim HC, Kim DM. Comparison of macular GCIPL and peripapillary RNFL deviation maps for detection of glaucomatous eye with localized RNFL defect. *Acta Ophthalmol.* 2015a;93(1):e22–8. <https://doi.org/10.1111/aos.12485>
- Kim KE, Jeoung JW, Park KH, Kim DM, Kim SH. Diagnostic classification of macular ganglion cell and retinal nerve fiber layer analysis: differentiation of false-positives from glaucoma. *Ophthalmology.* 2015b;122(3):502–10. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.09.031>
- Kim YK, Yoo BW, Kim HC, Park KH. Automated detection of hemifield difference across horizontal raphe on ganglion cell–inner plexiform layer thickness map. *Ophthalmology.* 2015c;122(11):2252–60. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2015.07.013>
- Kim YK, Yoo BW, Jeoung JW, Kim HC, Kim HJ, Park KH. Glaucoma-diagnostic ability of ganglion cell-inner plexiform layer thickness difference across temporal raphe in highly myopic eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2016;57(14):5856–63. <https://doi.org/10.1167/iovs.16-20116>
- Kim YK, Jeoung JW, Park KH. Inferior macular damage in glaucoma: its relationship to retinal nerve fiber layer defect in macular vulnerability zone. *J Glaucoma.* 2017a;26(2):126–32. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000576>
- Kim YK, Ha A, Na KI, Kim HJ, Jeoung JW, Park KH. Temporal relation between macular ganglion cell-inner plexiform layer loss and peripapillary retinal nerve fiber layer loss in glaucoma. *Ophthalmology.* 2017b;124(7):1056–64. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2017.03.014>
- Kim YW, Lee J, Kim JS, Park KH. Diagnostic accuracy of wide-field map from swept-source optical coherence tomography for primary open-angle glaucoma in myopic eyes. *Am J Ophthalmol.* 2020;218:182–91. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2020.05.032>
- Lavinsky F, Wu M, Schuman JS, Lucy KA, Liu M, Song Y, et al. Can macula and optic nerve head parameters detect glaucoma progression in eyes with advanced circumpapillary retinal nerve fiber layer damage? *Ophthalmology.* 2018;125(12):1907–12. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2018.05.02>
- Lee WJ, Na KI, Kim YK, Jeoung JW, Park KH. Diagnostic ability of wide-field retinal nerve fiber layer maps using swept-source optical coherence tomography for detection of preperimetric and early perimetric glaucoma. *J Glaucoma.* 2017a;26(6):577–85. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000662>
- Lee WJ, Kim YK, Park KH, Jeoung JW. Evaluation of ganglion cell-inner plexiform layer thinning in eyes with optic disc hemorrhage: a trend-based progression analysis. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2017b;58(14):6449–56. <https://doi.org/10.1167/iovs.17-22547>
- Lee WJ, Kim YK, Park KH, Jeoung JW. Trend-based analysis of ganglion cell-inner plexiform layer thickness changes on optical coherence tomography in glaucoma progression. *Ophthalmology.* 2017c;124(9):1383–91. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2017.03.013>