



ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ РОЛЬ ТОЛЩИНЫ ХОРИОИДЕИ ПРИ АУТОИММУННОЙ ОФТАЛЬМОПАТИИ ПО ДАННЫМ ОПТИЧЕСКОЙ КОГЕРЕНТНОЙ ТОМОГРАФИИ МАКУЛЫ

Ж. М. Кринец

Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь

Введение. При аутоиммунной офтальмопатии (АИО) в патологический процесс вовлекается хориоидея, что может привести к изменению ее толщины, нарушению кровоснабжения и последующему ухудшению зрительных функций. Оптическая когерентная томография (ОКТ) позволяет неинвазивно оценить состояние сосудистой оболочки глаза и количественно определить толщину хориоидеи.

Цель исследования. Оценка толщины хориоидеи у пациентов с аутоиммунной офтальмопатией с использованием ОКТ макулы и определение ее диагностической значимости как возможного маркера воспалительной активности.

Материал и методы. В исследование были включены пациенты с подтвержденной АИО и лица контрольной группы. Толщина хориоидеи измерялась в субфовеальной и сегментарных зонах с использованием ОКТ. Проводился статистический анализ различий между группами и оценка диагностических характеристик метода.

Результаты. У пациентов с АИО выявлено статистически значимое увеличение толщины хориоидеи по сравнению с контрольной группой во всех исследуемых зонах. Измерения продемонстрировали высокую чувствительность и специфичность, что подтверждает диагностическую ценность данного параметра.

Выводы. ОКТ макулы обеспечивает стандартизированный и количественный анализ толщины хориоидеи, включая субфовеальную и сегментарную области, что делает метод эффективным для динамического наблюдения за состоянием сосудистой оболочки у пациентов с АИО. Показатели толщины хориоидеи могут рассматриваться как потенциальные маркеры воспалительной активности.

Ключевые слова: аутоиммунная офтальмопатия, оптическая когерентная компьютерная томография макулы, хориоидея

Для цитирования: Кринец, Ж. М. Диагностическая роль толщины хориоидеи при аутоиммунной офтальмопатии по данным оптической когерентной томографии макулы / Ж. М. Кринец // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2025. Т. 23, № 5. С. 430-434. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2025-23-5-430-434>

Введение

Аутоиммунная офтальмопатия (АИО) представляет собой тяжелое иммуновоспалительное заболевание, характеризующееся прогрессирующим поражением периорбитальных тканей и мягких тканей орбиты [1, 2]. Своевременная и точная оценка активности патологического процесса имеет принципиальное значение для выбора рациональной тактики терапии, определения прогноза и оценки риска осложнений, включая развитие оптической нейропатии. Однако применяемые на сегодняшний день методы клинической верификации активности АИО, в частности шкала клинической активности CAS, обладают ограниченной объективностью и высокой степенью вариабельности интерпретации. В связи с этим возрастает интерес к поиску дополнительных инструментов, способных обеспечить воспроизводимую и количественную оценку активности воспаления в орбите.

Одним из перспективных направлений представляется исследование состояния сосудистой оболочки глаза, в частности ее толщины, с использованием оптической когерентной томографии (ОКТ). Ряд авторов указывают на связь между увеличением толщины хориоидеи и активной фазой АИО [3, 4]. Толщина хориоидеи в субфовеальной зоне у пациентов с активной формой АИО значительно превышает аналогичный показатель в контрольной группе. Полученные результаты позволяют рассматривать дан-

ный параметр в качестве потенциального маркера воспалительной активности заболевания.

Увеличение толщины хориоидеи при АИО может быть обусловлено сочетанным воздействием воспалительных и гемодинамических факторов. Среди них – гиперемия, венозный застой вследствие компрессии ретробульбарных сосудов увеличенными экстраокулярными мышцами и орбитальным жиром, а также сосудистая экссудация, индуцируемая медиаторами воспаления [5]. Кроме того, нарушения перфузии, выявляемые при доплеровском исследовании глазничных сосудов, находят отражение в изменениях параметров хориоидеи, что дополнительно подчеркивает ее диагностическую значимость.

Цель исследования. Оценка толщины хориоидеи у пациентов с аутоиммунной офтальмопатией с использованием ОКТ макулы и определение ее диагностической значимости как возможного маркера воспалительной активности.

Материал и методы

Исследование выполнено на базе отделения микрохирургии глаза УЗ «Гродненская университетская клиника» в период с мая 2023 по апрель 2025 года. В исследование включены 40 пациентов, из которых 20 (40 глаз) составили основную группу с впервые диагностированной активной АИО (CAS \geq 3), и 20 (40 глаз) – контрольную группу.

Критерии включения: наличие клинически верифицированного диагноза АИО, возраст

старше 30 лет, рефракционная разница не более $\pm 1,0$ д, согласие на участие в исследовании. Критерии исключения: наличие сопутствующей офтальмопатологии, влияющей на толщину хориоидеи (воспалительные, сосудистые или дистрофические заболевания сетчатки), а также системных заболеваний, способных влиять на сосудистый статус (артериальная гипертензия, сахарный диабет и др.).

Всем пациентам проводилось комплексное офтальмологическое обследование, включающее визометрию, офтальмоскопию, тонометрию, экзофтальмометрию и биомикроскопию.

Основным методом оценки толщины сосудистой оболочки являлась ОКТ макулярной зоны с использованием SOCT Cornepicus.

Оценка субфовеальной толщины хориоидеи проводилась в горизонтальном и вертикальном направлениях. Измерения выполнялись в центре фовеа и на расстоянии 1002 мкм в носовом и височном направлениях. Толщина хориоидеи определялась как расстояние между гиперрефлективной линией сигнала от пигментного эпителия до внутренней поверхности склеры. Для повышения точности использовался режим усиления сигнала Chorioretinal, сканирование выполнялось в условиях максимальной фиксации взгляда. Цвет изображения устанавливался в черно-белой гамме для обеспечения лучшего контраста. Субфовеальная толщина хориоидеи пациентов контрольной и основной групп представлена показателями ОКТ1 – толщина хориоидеи на расстоянии 1002 мкм в носовом направлении от фовеа; ОКТ2 – толщина хориоидеи в центре фовеа и ОКТ3 – толщина хориоидеи на расстоянии 1002 мкм в височном направлении от фовеа.

Оценку активности АИО проводили по шкале клинической активности (Clinical Activity Score – CAS) по семи параметрам: спонтанная ретробульбарная боль, боль при попытке выполнить глазные движения (вверх, из стороны в сторону или вниз), инъекция конъюнктивы, отек век, хемоз конъюнктивы, отек слезного мясца и полулунной складки, покраснение слезного мясца и полулунной складки. АИО считали активной при наличии трех и более баллов.

Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием пакета программ STATISTICA Advanced 10 for Windows Ru (серийный номер AXAR207F394425FA-Q). Описательные статистики метрических величин представлены в виде минимумов и максимумов, среднего и стандартного отклонения ($M \pm m$), медианы 1-го и 3-го квартилей ($Me (Q1; Q3)$). Проверка на нормальность распределения выполнялась с помощью критерия Шапиро-Уилка. При сравнении групп применялся непараметрический критерий Манна-Уитни, также вычислялся рангово-бисериальный коэффициент корреляции (r_{rb}). Корреляционный анализ метрических величин проводился с определением коэффициента Спирмена. Статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. Среди включенных в исследование пациентов контрольной

и основной групп преобладали женщины (35 человек, 87,5%), мужчин было 5 (12,5%). Возраст пациентов контрольной группы варьировал от 33 до 68 лет, медиана составила 47 (38; 62) лет, основной – от 32 до 70 лет, медиана – 54 (41; 62) года. Средний возраст был несколько выше в основной группе ($52,4 \pm 5,3$) по сравнению с контрольной ($49,9 \pm 5,2$).

Толщина хориоидеи у пациентов исследуемых групп определялась на расстоянии 1002 мкм в носовом направлении от фовеа (ОКТ1), в центре фовеа (ОКТ2) и на расстоянии 1002 мкм в височном направлении от фовеа (ОКТ3) (рис. 1, 2).

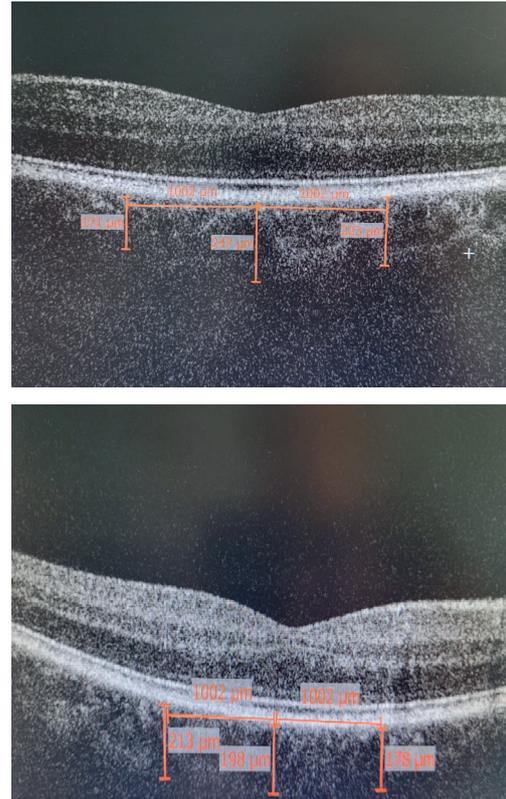


Рисунок 1 – Толщина хориоидеи у пациентов контрольной группы

Figure 1 – Choroidal thickness in patients of the control group

Анализ показателей толщины хориоидеи в контрольной группе представлен в таблице 1.

Проведенный анализ показателей толщины хориоидеи в основной группе отображен в таблице 2.

В основной группе толщина хориоидеи варьировала в пределах от 198 до 446 мкм. Средние значения на ОКТ1–ОКТ3 колебались от 315 до 329 мкм. Наибольшее среднее значение отмечено на ОКТ2 – $329,4 \pm 44,4$ мкм, тогда как ОКТ1 и ОКТ3 показатели были схожими ($316,8 \pm 50,9$ мкм и $315 \pm 45,2$ мкм соответственно). Отмечается умеренная вариабельность толщины хориоидеи (стандартное отклонение в пределах 44–51 мкм). Доверительные интервалы для среднего значения составляют примерно ± 20 мкм, что указывает на удовлетворительную степень точности оценок. Доверительные интервалы для медианы также остаются относительно

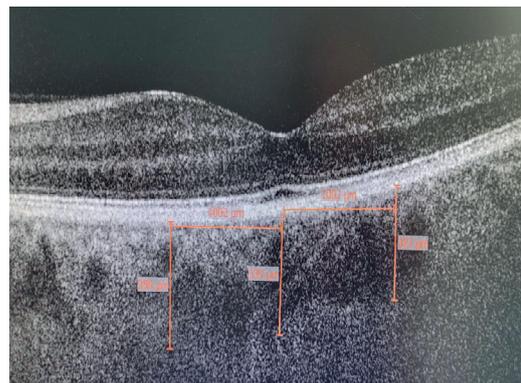
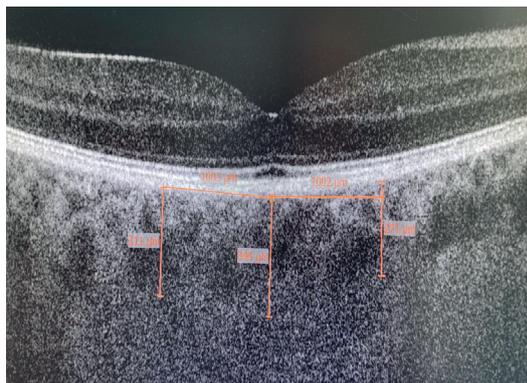


Рисунок 2 – Толщина хориоидеи у пациентов основной группы
Figure 2 – Choroidal thickness in patients of the main group

Таблица 1 – Показатели толщины хориоидеи у пациентов контрольной группы
Table 1. – Choroidal thickness indices in patients of the control group

Контрольная группа, n=20	Min	Max	M±SD	Me (Q1; Q3)
ОКТ1	124	255,5	201,3±33,8	195,5 (188,5; 215)
ОКТ2	150,5	268,5	210,8±33,2	207 (192; 236)
ОКТ3	120	257	210,7±33,1	203 (195,5; 232)

Таблица 2 – Показатели толщины хориоидеи у пациентов основной группы
Table 2 – Choroidal thickness indicators in patients of the main group

Основная группа, n=20	Min	Max	M±SD	Me (Q1; Q3)
ОКТ1	198	446	316,8±50,9	317,5 (277,5; 336)
ОКТ2	223	425	329,4±44,4	330,5 (306; 343,5)
ОКТ3	232	421,5	315±45,2	316 (287,5; 328)

узкими, подтверждая стабильность измерений в пределах исследуемой выборки.

В контрольной группе толщина хориоидеи ОКТ1, ОКТ2, ОКТ3 находилась в схожем диапазоне, со средними значениями около 201–211 мкм и стандартным отклонением порядка 33 мкм. Таким образом, по сравнению с контрольной группой у пациентов основной группы наблюдается значительно большая толщина хориоидеи при всех измерениях. Это может свидетельствовать о наличии патологических изменений сосудистого слоя у данной категории пациентов.

Определена связь между различными зонами в группе контроля (ОКТ1 ↔ ОКТ2, ОКТ1 ↔ ОКТ3, ОКТ2 ↔ ОКТ3) и представлена в таблице 3.

Все рассмотренные пары зон демонстрируют высокую положительную корреляцию по Спирмену (от $\rho=0,783$ до $\rho=0,833$), что свидетельствует о сильной связи между измерениями в разных зонах. Полученные данные указывают

Таблица 3 – Коэффициенты корреляции ρ -Спирмена для пар переменных ОКТ1 ↔ ОКТ2, ОКТ1 ↔ ОКТ3, ОКТ2 ↔ ОКТ3
Table 3 – ρ -Spearman’s correlation coefficients for pairs of variables ОКТ1 ↔ ОКТ2, ОКТ1 ↔ ОКТ3, ОКТ2 ↔ ОКТ3

Показатель 1	Показатель 2	Коэффициент Спирмена
ОКТ2	ОКТ1	$\rho=0,833$ (0,569; 0,941)***
ОКТ3	ОКТ1	$\rho=0,783$ (0,47; 0,921)***
ОКТ2	ОКТ3	$\rho=0,825$ (0,553; 0,938)***

Примечание – *** – $p < 0,001$.

на высокую степень согласованности между измерениями толщины хориоидеи в различных анатомических зонах у здоровых пациентов. Это подтверждает стабильность метода и однородность распределения толщины хориоидеи в контрольной группе.

Определена связь между различными зонами в основной группе (ОКТ1 ↔ ОКТ2, ОКТ1 ↔ ОКТ3, ОКТ2 ↔ ОКТ3) (табл. 4).

Параметры ОКТ1, ОКТ2 и ОКТ3 статистически значимо связаны между собой. Наличие этой связи при попарном сравнении установлено с помощью коэффициента корреляции Спирмена. Так, ОКТ2 и ОКТ1 имеют тесную корреляционную связь: $\rho=0,675$ (заметная), соответственно ОКТ3 и ОКТ1 – $\rho=0,749$ (умеренная) и ОКТ3 и ОКТ2 – $\rho=0,833$ (высокая).

Таблица 4 – Коэффициенты корреляции ρ -Спирмена для пар переменных ОКТ1 ↔ ОКТ2, ОКТ1 ↔ ОКТ3, ОКТ2 ↔ ОКТ3
Table 4 – ρ -Spearman’s correlation coefficients for pairs of variables ОКТ1 ↔ ОКТ2, ОКТ1 ↔ ОКТ3, ОКТ2 ↔ ОКТ3

Показатель 1	Показатель 2	Коэффициент Спирмена
ОКТ2	ОКТ1	$\rho=0,675$ (0,285; 0,873)**
ОКТ3	ОКТ1	$\rho=0,749$ (0,407; 0,907)***
ОКТ3	ОКТ2	$\rho=0,833$ (0,568; 0,941)***

Примечания – ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

Проведенная статистическая обработка показателей толщины хориоидеи в зонах ОКТ1 (на 1002 мкм в носовом направлении от фовеа), ОКТ2 (в центре фовеа) и ОКТ3 (на 1002 мкм в височном направлении от фовеа) выявила достоверные различия между контрольной и основной группами. Результаты сравнения отображены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты сравнения групп по показателям ОКТ1, ОКТ2, ОКТ3

Table 5 – Results of comparison of groups according to ОКТ1, ОКТ2, ОКТ3 indicators

Группа	Min	Max	M±SD	Me (Q1; Q3)	Статистика теста
ОКТ1 (контрольная группа)	124	255,5	201,3±33,8	195,5 (188,5; 215)	U=10,0; p=0,000; г. rb=-0,95
ОКТ1 (основная группа)	198	446	316,8±50,9	317,5 (277,5; 336)	
ОКТ2 (контрольная группа)	150,5	268,5	210,8±33,2	207 (192; 236)	U=7,0; p=0,000; г. rb=-0,965
ОКТ2 (основная группа)	223	425	329,4±44,4	330,5 (306; 343,5)	
ОКТ3 (контрольная группа)	120	257	210,7±33,1	203 (195,5; 232)	U=5,5; p=0,000; г. rb=-0,973
ОКТ3 (основная группа)	232	421,5	315±45,2	316 (287,5; 328)	

На основании статистического критерия Манна-Уитни можно при сравнении контрольной и основной групп пациентов по показателям ОКТ1, ОКТ2 и ОКТ3 сделать вывод, что группы различаются статистически значимо по толщине хориоидеи на уровне значимости $p < 0,05$ по показателю ОКТ1 ($U=10,0$), по показателю ОКТ2 на том же уровне значимости ($U=7,0$), по показателю ОКТ3 на том же уровне значимости ($U=5,5$). У пациентов в основной группе толщина хориоидеи значимо выше по сравнению с контрольной группой (во всех трех точках). Различия во всех измерениях статистически значимы – пациенты с АИО имеют достоверно большую толщину хориоидеи по сравнению с контрольной группой.

Размеры эффектов при сопоставлении групп указывают на наличие тесной ассоциативной связи между группой и исследуемыми показателями. Для показателя ОКТ1 рангово-бисериальный коэффициент составил $г. rb = -0,95$; ОКТ2 – $г. rb = -0,965$; ОКТ3 – $г. rb = -0,973$.

Результаты исследований позволяют проводить прогнозирование выявления АИО с помощью модели бинарной логистической регрессии с изученными показателями в качестве независимых переменных. Были построены и проанализированы три модели с одной независимой переменной (АИО~ОКТ1, АИО~ОКТ2, АИО~ОКТ3). Из них наилучшими характеристиками обладает модель, связывающая АИО и ОКТ3: она имеет

наименьшее значение информационного критерия Акаике (16,3) и наибольшую площадь под ROC-кривой ($AUC=0,986$ (95% ДИ: 0,958–1,000)). В таблице 6 приведены характеристики оценок регрессионных коэффициентов данной модели.

Таблица 6 – Оценки коэффициентов регрессионной модели

Table 6. – Estimates of the coefficients of the regression model

Переменная	N	Оценка коэффициента	Стандартная ошибка	p	ОШ	95% ДИ для ОШ
b_0	40	-27,221	11,548	0,018	-	-
ОКТ3, мм		0,107	0,046	0,02	1,11	1,05–1,28

Вероятность выявления АИО для данной модели определяется по формуле:

$$P = 1 / (1 + \exp(-z)), \quad (1)$$

где $z = -27,221 + 0,107 \cdot \text{ОКТ3}$,
 $\exp(z)$ – экспоненциальная функция для аргумента z .

Если вычисленная вероятность превышает пороговое значение $P_0 = 0,542$, то пациента относят к группе с АИО. Данный порог отсечения получен по результатам ROC-анализа; ROC-кривая модели приведена на рисунке 3.

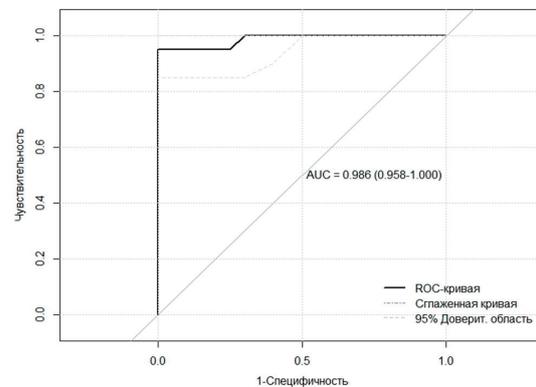


Рисунок 3 – ROC-кривая модели

Figure 3. – ROC curve of the model

При заданном пороге отсечения разность между чувствительностью (Se) и специфичностью (Sp) наименьшая. Приведем характеристики качества классификации моделью: $Se=95\%$, $Sp=95\%$, точность – $Acc=95\%$, прогностические значимости: положительная – $PPV=95\%$, отрицательная – $NPV=95\%$.

Выводы

ОКТ обеспечивает стандартизированный и количественный анализ толщины хориоидеи, включая субфовеальную и сегментарную области, что делает метод эффективным для динамического наблюдения за состоянием сосудистой оболочки у пациентов с АИО. Измерение толщины хориоидеи с использованием ОКТ позволяет достоверно дифференцировать пациен-

тов с АИО от здоровых лиц благодаря высокой чувствительности и специфичности, зафиксированной во всех исследуемых зонах. Полученные данные выявили устойчивое увеличение толщины хориоидеи в основной группе по сравнению

с контрольной. Показатели толщины хориоидеи могут быть включены в комплексную систему диагностики и мониторинга воспалительной активности при АИО и обладать потенциальной прогностической ценностью в клинической практике.

Литература

1. Эндокринология : национальное руководство / под ред. И. И. Дедова, Г. А. Мельниченко. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 1064 с.
2. Бровкина, А. Ф. Эндокринная офтальмопатия / А. Ф. Бровкина. – Москва : ГЭОТАР-МЕД, 2004. – 176 с.
3. Çalışkan, S. Choroidal thickness in patients with Graves' ophthalmopathy / S. Çalışkan, M. Acar, C. Gürdal // *Curr Eye Res.* – 2017. – Vol. 42, № 3. – P. 484-490. – doi: 10.1080/02713683.2016.1198488.
4. Changes in choroidal thickness and choroidal vascularity index in thyroid eye disease: a systematic review / L. Chien, C. C. Go, L. G. M. Lahaie, C. A. Briceño // *Orbit.* – 2024. – Vol. 43, № 3. – P. 399-407. – doi: 10.1080/01676830.2022.2146726.
5. Гемодинамические нарушения в магистральных сосудах глаза в прогрессировании оптической нейропатии и изменении офтальмотонуса при эндокринной офтальмопатии / В. Г. Лихванцева, С. И. Харлап, Е. В. Коростелева [и др.] // *Вестник офтальмологии.* – 2015. – Т. 131, № 4. – С. 32-37. – edn: UGRMTZ.

References

1. Dedov II, Melnichenko GA, editor. *Jendokrinologija.* Moskva: GJeOTAR-Media; 2013. 1064 p. (Russian).
2. Brovkina AF. *Jendokrinnaia oftal'mopatiia.* Moskva: GJeOTAR-MED; 2004. 176 p. (Russian).
3. Çalışkan, S, Acar M, Gürdal C. Choroidal thickness in patients with Graves' ophthalmopathy. *Curr Eye Res.* 2017;42(3):484-490. doi: 10.1080/02713683.2016.1198488.
4. Chien L, Go CC, Lahaie LGM, Briceño CA. Changes in choroidal thickness and choroidal vascularity index in thyroid eye disease: a systematic review. *Orbit.* 2024;43(3):399-407. doi: 10.1080/01676830.2022.2146726.
5. Likhvantseva VG, Kharlap SI, Korosteleva EV, Solomatina MV, Melnikova MV, Budanova SV, Regeb AB, Vygodin VA. Contribution of hemodynamic disturbances in magistral vessels to optic neuropathy progression and ocular tension changes in endocrine ophthalmopathy. *Russian Annals of Ophthalmology.* 2015;131(4):32-37. edn: UGRMTZ. (Russian).

DIAGNOSTIC ROLE OF CHOROIDAL THICKNESS IN AUTOIMMUNE OPHTHALMOPATHY ACCORDING TO MACULA OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY DATA

Zh. M. Krinets

Grodno State Medical University, Grodno, Belarus

Background. In autoimmune ophthalmopathy (AIO), the choroid is involved in the pathological process, which can lead to changes in its thickness, disruption of blood supply and subsequent deterioration of visual function. Optical coherence tomography (OCT) allows for non-invasive assessment of the choroid and quantitative assessment of the choroidal thickness.

Objective. To assess choroidal thickness in patients with autoimmune ophthalmopathy using macula OCT and to determine its diagnostic value as a possible marker of inflammatory activity.

Material and methods. The study included patients with confirmed AIO and controls. Choroidal thickness was measured in the subfoveal and parafoveal segments using OCT. Statistical analysis was conducted to evaluate intergroup differences and assess the diagnostic performance of the method.

Results. Patients with AIO showed a statistically significant increase in choroidal thickness in all studied areas compared to the control group. The measurements demonstrated high sensitivity and specificity, which confirms the diagnostic value of this parameter.

Conclusions. Macula OCT provides standardized and quantitative analysis of choroidal thickness, including subfoveal and parafoveal segments, which makes the method effective for dynamic monitoring of the choroidal state in patients with AIO. Choroidal thickness indices can be considered as potential markers of inflammatory activity.

Keywords: autoimmune ophthalmopathy, optical coherence computed tomography of the macula, choroid.

For citation: Kolotsei VN. To the anniversary of professor of the 2nd Department of surgical diseases, doctor of medical sciences Sergey Mikhailovich Smotrin. *Journal of the Grodno State Medical University.* 2025;23(5):430-434. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2025-23-5-430-434>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

Соответствие принципам этики. Исследование одобрено локальным этическим комитетом.

Conformity with the principles of ethics. The study was approved by the local ethics committee.

Об авторе / About the author

Кринец Жанна Михайловна / Krinets Zhanna, e-mail: ghannamix@mail.ru, ORCID: 0009-0002-1577-7659

Поступила / Received: 10.06.2025

Принята к публикации / Accepted for publication: 17.09.2025