



<https://doi.org/10.34883/PI.2026.16.2.033>
УДК 617.7-073.756.8:[616.833.115:616.43]



Садовская О.П. ✉, Дравица Л.В., Альхадж Хусейн А., Ларионова О.В.
Гомельский государственный медицинский университет, Гомель, Беларусь

Оптическая когерентная томография в диагностике компрессионно-ишемической оптиконейропатии при эндокринной офтальмопатии

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: концепция и дизайн исследования, редактирование, сбор материала, обработка, написание текста – Садовская О.П.; концепция и дизайн исследования, редактирование – Дравица Л.В.; обработка материала – Альхадж Хусейн А., Ларионова О.В.

Подана: 20.03.2026

Принята: 11.05.2026

Контакты: dr.olgasadovskaya@gmail.com

Резюме

Введение. Компрессионно-ишемическая оптиконейропатия (КОН) – одно из тяжелых осложнений эндокринной офтальмопатии (ЭОП). ЭОП является наиболее распространенной аутоиммунной патологией орбиты, в основе которой лежит иммуноопосредованное воспаление экстраокулярных мышц и орбитальной клетчатки. КОН – многофакторная патология, диагностика которой на латентной стадии сложна, учитывая полиморфизм клинических симптомов у пациентов с активным течением аутоиммунного процесса в орбите.

Цель. Провести анализ параметров диска зрительного нерва (ДЗН) у пациентов с различными формами и активным течением ЭОП по данным оптической когерентной томографии (ОКТ). Определить направленность изменений и установить диагностические маркеры развития КОН у пациентов с активным течением процесса по данным ОКТ.

Материалы и методы. Проведена оценка параметров диска зрительного нерва и толщины слоя нервных волокон сетчатки перипапиллярной зоны по данным ОКТ, показателей остроты зрения, внутриглазного давления (ВГД) и активности аутоиммунного процесса по шкале клинической активности CAS (Clinical Activity Score) у 140 пациентов (280 глаз и орбит) с различными формами и активным течением ЭОП.

Результаты. Диагноз КОН выставлен у 36 пациентов (50 глаз и орбит), что составило 36% случаев. При анализе частоты встречаемости КОН в исследуемых подгруппах установлено, что у пациентов со смешанным вариантом отечной формы оптиконейропатии диагностирована в 42% случаев, у пациентов с миогенным вариантом в 14% случаев. При однофакторном логистическом регрессионном анализе у пациентов с активным течением процесса установлено, что увеличение средней толщины слоя нервных волокон сетчатки (СНВС) перипапиллярной зоны ($p < 0,001$), толщины СНВС в назальном секторе ($p < 0,001$) является диагностическим маркером развития КОН.

Заключение. По данным ROC-анализа, критериями развития КОН у пациентов с активным течением процесса являются: значение средней толщины перипапиллярной зоны ≥ 98 мкм (чувствительность (Se) и специфичность (Sp) модели составили 71%

и 68% соответственно), толщины СНВС в назальном секторе ≥ 72 мкм (чувствительность (Se) и специфичность (Sp) модели составили 71% и 61% соответственно).

Ключевые слова: компрессионно-ишемическая оптиконейропатия, эндокринная офтальмопатия, оптическая когерентная томография

Sadovskaya O. ✉, Dravitsa L., Alhaj Hussein A., Larionova O.
Gomel State Medical University, Gomel, Belarus

Optical Coherence Tomography in Diagnostic Dysthyroid Optic Neuropathy in Graves Orbithopathy

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: the concept and design of research, editing, collecting material, processing, writing text – Sadovskaya O.; the concept and design of research, editing, processing – Dravitsa L.; processing material – Alhaj Hussein A., Larionova O.

Submitted: 20.03.2026

Accepted: 11.05.2026

Contacts: dr.olgasadovskaya@gmail.com

Abstract

Introduction. Dysthyroid optic neuropathy (DON) is a severe complication of Graves orbithopathy (GO). GO is the most common autoimmune orbital disorder caused by thyroid disease. DON is a multifactorial disorder, and diagnosis in latent stage is difficult because GO given the polymorphism of clinical symptoms in patients with active stage.

Purpose. To analyze parameters optic nerve head (ONH) in patients with various clinical forms and activity GO using optical coherence tomography (OCT) data. To determine the direction of changes and find diagnostic markers for the development of DON in patients with active GO using OCT data.

Materials and methods. We examined 140 patients (280 eyes and orbits) with different forms and activity of Graves orbithopathy. The parameters of the optic nerve and the thickness of the nerve fiber layer (RNFL) were determined with OCT. In all patients defined visual acuity, intraocular pressure and activity by clinical activity score (CAS).

Results. DON was diagnosed in 36 patients (50 eyes and orbits), 36% of cases in the group of patients with active stage of the autoimmune process. DON was diagnosed in 42% of cases in group with mixed variant of edematous form, and in patients with a myogenic variant of edematous form in 14% of cases. Logistic regression analysis determined markers of DON of the ONH in optical coherence tomography: the average retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness ($p < 0.001$), the RNFL thickness in nasal sector ($p < 0.001$).

Conclusion. According to the ROC analysis, the diagnostic criteria DON in patients with active process are: the average RNFL ≥ 98 μm (the sensitivity (Se) and specificity (Sp) of the model 71% and 68%, respectively), the RNFL thickness in nasal sector ≥ 72 μm (the sensitivity (Se) and specificity (Sp) of the model 71% and 61%, respectively).

Keywords: dysthyroid optic neuropathy, Graves orbithopathy, optical coherence tomography



■ ВВЕДЕНИЕ

Компрессионно-ишемическая оптиконеуропатия (КОН) (дистиреоидная оптическая нейропатия) – одно из тяжелых осложнений эндокринной офтальмопатии (ЭОП). В основе развития патологического процесса при КОН лежит сдавление зрительного нерва увеличенными в объеме экстраокулярными мышцами (ЭОМ), приводящее к ишемии и гипоксии нервных волокон с ослаблением антиоксидантной активности, которым могут предшествовать нарушение кровообращения, компрессия нервных волокон зрительного нерва, блокада аксонального транспорта, интоксикация, активизация перекисных процессов и нейротоксических реакций [1, 2]. Наиболее уязвимая зона для компрессии зрительного нерва (ЗН) увеличенными ЭОМ находится в области верхушки орбиты. Характерно развитие «апикального» синдрома, или синдрома верхушки орбиты, что подтверждается рентгенологическими данными (компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ) орбит) [3–5]. Радиологическая оценка с использованием КТ и МРТ играет важную роль в диагностике КОН. Визуализация может выявить один или несколько предикторов КОН: «апикальный» синдром, определение размера и плотности глазодвигательных мышц (в частности, размер медиальной прямой мышцы, которая лежит близко к зрительному нерву), определение диаметра верхней глазничной вены [4, 12].

Одним из возможных механизмов в развитии КОН является растяжение и натяжение зрительного нерва при повышении внутриорбитального давления и развитии экзофтальма [6]. Однако данные о натяжении зрительного нерва на фоне увеличенных ЭОМ и экзофтальма не нашли своего подтверждения [2, 13].

Важным звеном в формировании КОН также является затруднение оттока венозной крови по системе верхнеглазничной вены в области верхушки орбиты [7, 8]. Венозный застой приводит к затруднению оттока по ретинальным венам, гипоксии сетчатки, пропотеванию жидкости в перипапиллярную сетчатку и диск зрительного нерва. Необходимо учитывать, что нарушение венозного оттока также является причиной повышения внутриглазного давления и формирования симптоматической офтальмогипертензии [9], которая будет зависеть от клинической формы и степени тяжести ЭОП, что усугубляет течение КОН.

Компрессия зрительного нерва приводит к быстрой потере зрения с возможной полной утратой зрительных функций при длительном и прогрессирующем патологическом процессе в орбите. Однако при своевременной постановке диагноза и назначении соответствующего лечения имеет обратимый характер.

По данным зарубежной литературы, частота компрессионно-ишемической оптиконеуропатии составляет 5–8% случаев от всех пациентов с ЭОП [10]. У молодых пациентов вероятность развития КОН ниже, чем у пациентов старших возрастных групп. Установлено, что с каждым 10-летним увеличением начала офтальмопатии риск развития оптической нейропатии увеличивается примерно на 60% [11].

Клинически КОН может включать снижение центрального зрения, цветовосприятия, появление афферентного дефекта зрачка и/или отека диска зрительного нерва [15]. Офтальмоскопия, компьютерная периметрия и оптическая когерентная томография (ОКТ) помогают подтвердить диагноз [14, 16].

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Провести анализ параметров диска зрительного нерва у пациентов с различными формами и активностью ЭОП по данным ОКТ. Определить направленность изменений и выявить диагностические маркеры развития КОН у пациентов с активным течением процесса.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведена оценка параметров диска зрительного нерва (ДЗН) и толщины слоя нервных волокон сетчатки (СНВС) по данным ОКТ у 140 пациентов (280 глаз и орбит) с различными формами и активным течением ЭОП.

Особое внимание уделяли признакам активности аутоиммунного процесса, которую определяли с помощью шкалы клинической активности CAS (Clinical Activity Score, Mourits et al. в редакции 1997 г.) в баллах для каждой орбиты отдельно.

Полное диагностическое обследование включало: визометрию, определение характера зрения, определение объема монокулярных дукций на дуге Ферстера, экзофтальмометрию по Гертелю, тонометрию по Маклакову, гониоскопию трехзеркальной линзой Гольдмана, биомикроскопию, офтальмоскопию, ультразвуковое исследование глаза и ретробульбарного пространства (OTI-scan US-3300 (Канада)), оптическую когерентную томографию макулярной зоны и ДЗН (Cirrus HD-OCT (Carl Zeiss, USA), статическую периметрию (Humphrey Zeiss HFA II 740i (Германия)), использовалась пороговая программа SITA-Standart тест 30-2. Для уточнения формы ЭОП, степени тяжести, размера глазодвигательных мышц всем пациентам проведена МРТ орбит (GE Signa HDe 1.5T).

С учетом полученных функциональных, морфометрических, рентгенологических показателей глаз и орбит пациенты с ЭОП после обследования были разделены на 4 подгруппы в соответствии с классификацией А.Ф. Бровкиной (2006): подгруппа Ia – тиреотоксический экзофтальм, 52 глаза (26 пациентов); Ib – липогенный вариант отечной формы, 36 глаз (18 пациентов); Ic – смешанный вариант отечной формы, 118 глаз (59 пациентов), Id – миогенный вариант, 74 глаза (37 пациентов). В подгруппах пациенты сопоставимы по возрасту, полу и длительности течения ЭОП с момента дебюта клинических признаков до постановки диагноза по данным анамнеза.

В качестве группы контроля (группа II) в исследование включены 30 человек (60 глаз и орбит), сопоставимых по возрасту, полу и рефракции с основной группой без клинических признаков ЭОП, с нормальным уровнем ВГД, отсутствием в анамнезе глаукомы и патологических изменений со стороны ДЗН и макулярной зоны сетчатки по данным ОКТ.

Характеристика групп представлена в табл. 1.

Возраст пациентов, протрузия глазных яблок по данным экзофтальмометрии, средняя длительность течения ЭОП с момента дебюта симптомов до постановки диагноза по данным анамнеза, активность процесса и уровень ВГД представлены в табл. 2.

В подгруппу Ia включены 26 пациентов (52 глаза и орбиты) с тиреотоксическим экзофтальмом. Средний возраст составил 49 ± 11 лет (от 28 до 70 лет). Пациентов женского пола 22 (82%), мужского пола – 4 (18%). Некорригированная острота зрения составила $Me\ 0,7\ [0,5; 1,0]$, острота зрения с коррекцией – $Me\ 1,0\ [0,9; 1,0]$. Выстояние глазных яблок по данным экзофтальмометрии по Гертелю – $Me\ 19\ [18; 19]$ мм.



Таблица 1
Характеристика групп пациентов
Table 1
Characteristics of patients

Исследуемая группа		Характеристика группы	Количество глаз/пациентов
I	a	Тиреотоксический экзофтальм	52/26
I	b	Липогенный вариант отечной формы	36/18
I	c	Смешанный вариант отечной формы	118/59
I	d	Миогенный вариант отечной формы	74/37
II		Группа контроля	60/30

При оценке средней длительности течения симптомов ЭОП по данным анамнеза установлено, что диагноз установлен спустя Ме 5 [4; 6] мес. с момента дебюта заболевания до постановки диагноза. При этом активность процесса по шкале CAS составила Ме 3 [2; 3] балла, что соответствует слабой амплитуде воспаления в орбите. По данным тонометрии по Маклакову уровень ВГД составил Ме 20 [19; 22] мм рт. ст. При анализе тяжести течения процесса установлено, что все пациенты с тиреотоксическим экзофтальмом имели легкое течение ЭОП.

В подгруппу Ib включены 18 пациентов (36 глаз и орбит), это пациенты с подтвержденным диагнозом липогенного варианта отечной формы. Средний возраст составил 50 ± 12 лет (от 25 до 68 лет). По гендерному признаку пациенты распределились следующим образом: женщин 17 (94,5%), мужчин – 1 (5,5%). Некорректированная острота зрения составила Ме 0,6 [0,5; 1,0], острота зрения с коррекцией – Ме 1,0 [0,9; 1,0]. По данным экзофтальмометрии по Гертелю выстояние глазных яблок – Ме 22 [20; 24] мм. По данным анамнеза средняя длительность течения ЭОП с момента дебюта клинической симптоматики до постановки диагноза составила Ме 6,5 [5; 8]

Таблица 2
Характеристика исследуемых групп
Table 2
Group characteristics

Исследуемый показатель	Ia N=52	Ib N=36	Ic N=118	Id N=74	II N=60
Возраст, лет, М±SD	49±11	50±12	47±11	52±12	50±11
Средняя длительность течения ЭОП, мес., Ме [25; 75]	5 [4; 6]	6,5 [5; 8]	6 [5; 8]	6 [5; 9]	–
Активность процесса по шкале CAS, баллы	3* [2; 3]	4* [3; 5]	6* [6; 7]	5* [4; 6]	0 [0; 0]
Экзофтальм, мм, Ме [25; 75]	19* [18; 19]	22* [20; 24]	25* [22; 26]	21* [20; 23]	15 [14; 16]
Острота зрения, Ме [25; 75]	0,7 [0,5; 1,0]	0,6 [0,5; 1,0]	0,5 [0,3; 0,7]	0,65 [0,5; 0,9]	0,6 [0,5; 0,9]
Острота зрения с корр., Ме [25; 75]	1,0 [0,9; 1,0]	1,0 [0,9; 1,0]	0,6* [0,3; 0,8]	0,9 [0,85; 1,0]	1,0 [0,9; 1,0]
ВГД, мм рт. ст., Ме [25; 75]	20* [19; 22]	23* [21; 24]	29* [25; 31]	22* [21; 24]	19 [18; 20]

Примечание: * p – статистическая значимость различий между контрольной и исследуемой группой.

мес. Активность процесса по шкале CAS оценена в 4 [3; 5] балла, что соответствует умеренной амплитуде воспаления. По данным тонометрии по Маклакову уровень ВГД составил Ме 23 [21; 24] мм рт. ст.

В подгруппу Ic включены 59 пациентов (118 глаз и орбит) со смешанным вариантом отечной формы ЭОП. Средний возраст пациентов 47 ± 11 лет (от 18 до 74 лет). Из них лиц женского пола 45 (76%), мужского пола – 14 (24%). Некорригированная острота зрения составила Ме 0,5 [0,3; 0,7], острота зрения с коррекцией – Ме 0,6 [0,3; 0,8]. Показатель протрузии глазных яблок по данным экзофтальмометрии по Гертелю – Ме 25 [22; 26] мм. Средняя длительность течения ЭОП с момента дебюта клинической симптоматики до постановки диагноза составила Ме 6 [5; 8] мес. При оценке активности процесса по шкале CAS установлено, что амплитуда воспаления соответствовала высокоактивному течению процесса Ме 6 [6; 7] баллов. Уровень ВГД по данным тонометрии по Маклакову – Ме 29 [25; 31] мм рт. ст.

В подгруппу Id включили 37 пациентов (74 глаза и орбиты) с миогенным вариантом, из них женщин 29 (78%), мужчин – 8 (22%). Средний возраст пациентов составил 52 ± 12 (от 27 до 72 лет). Некорригированная острота зрения – Ме 0,65 [0,5; 0,9], острота зрения с коррекцией – Ме 0,9 [0,85; 1,0]. Протрузия глазных яблок по данным экзофтальмометрии по Гертелю – Ме 21 [20; 23] мм. Средняя длительность течения с момента дебюта клинических признаков ЭОП до постановки диагноза составила 6 [5; 9] мес. Медиана активности процесса по шкале CAS 5 [4; 6] баллов. Показатель уровня ВГД по данным тонометрии по Маклакову составил Ме 22 [21; 24] мм рт. ст.

Все пациенты консультированы эндокринологом. Диагноз патологии щитовидной железы установлен на основании данных осмотра и показателей уровня гормонов щитовидной железы и ультразвукового исследования.

Статистическая обработка данных производилась с использованием программного обеспечения: Microsoft Excel, пакета Statistica 12 (StatSoft, Inc., USA), MedCalc 12.6.1.0 (MedCalc, Mariakerke, Belgium). Количественные данные в группах проверялись на нормальность распределения с помощью теста Шапиро – Уилка (Shapiro – Wilk's W test). Количественные показатели, имеющие нормальное распределение, описывались с помощью среднего значения (M), стандартного отклонения (SD). В случае, если количественный признак имел распределение, отличное от нормального, данные описывались с помощью медианы (Me) и первого (Q1) и третьего квартилей (Q3) (25-го и 75-го процентилей). Для тестирования различий между несколькими независимыми выборками использовали Н-критерий Краскелла – Уоллиса с последующим апостериорным сравнением и поправкой на множественные сравнения. Для сравнения двух независимых групп был применен непараметрический U-критерий Манна – Уитни. Прогностическая модель, характеризующая зависимость количественной переменной от факторов, представленных количественными показателями, разрабатывалась с помощью однофакторного регрессионного анализа. Для оценки диагностической значимости количественных признаков при прогнозировании исхода применялся метод анализа ROC-кривых. Разделяющее пороговое значение количественного признака определялось с помощью индекса Юдена. Рассчитывались чувствительность и специфичность теста, площадь под ROC-кривой (AUC). Критический уровень значимости принят равным $p < 0,05$.



■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Данные ОКТ ДЗН и слоя нервных волокон перипапиллярной зоны сетчатки представлены в табл. 3 в виде медианы с интерквартильным размахом (Me [Q25; Q75]).

Из табл. 3 видно, что в группе пациентов с активным течением ЭОП – смешанный вариант отечной формы (Ic) – статистически (и клинически) значимо увеличивалась средняя толщина СНВС – Me 95 [90; 101] ($U=2223$, $p<0,001$); толщина СНВС в верхнем секторе – Me 117 [109; 127] мкм ($U=2130$, $p<0,001$); толщина СНВС в назальном секторе – Me 72 [65; 78] мкм ($U=2256$, $p<0,001$); толщина СНВС нижнем секторе – Me 125 [118; 124] мкм ($U=1759$, $p<0,001$); толщина СНВС темпоральном секторе – Me 66 [59; 74] мкм ($U=2825$, $p<0,03$). Полученные данные свидетельствуют об изменении параметров ДЗН на пике воспаления в орбите.

Учитывая полученные данные ОКТ ДЗН, анатомо-топографические изменения тканей орбиты по данным МРТ, данные офтальмоскопии, диагноз «компрессионно-ишемическая оптиконеуропатия» выставлен у 36 пациентов (50 глаз и орбит), что составило 36% случаев в группе пациентов с активным течением аутоиммунного процесса (группа I). При анализе распределения компрессионно-ишемической оптиконеуропатии в исследуемых подгруппах (Ia–Id) установлено, что у пациентов Ia и Ib подгруппы (тиреотоксический экзофтальм и липогенный вариант отечной формы) компрессионно-ишемическая оптиконеуропатия не установлена, среди пациентов Ic подгруппы (смешанный вариант) в 42% случаев, у пациентов Id подгруппы (миогенный вариант) в 14% случаев (рис. 1).

Клиническая характеристика пациентов с компрессионно-ишемической оптиконеуропатией представлена в табл. 4.

Таблица 3

Данные оптической когерентной томографии диска зрительного нерва и слоя нервных волокон перипапиллярной сетчатки в исследуемых группах

Table 3

Optical coherence tomography measurements in study groups

Исследуемый показатель	Ia N=52	Ib N=36	Ic N=118	Id N=74	II N=60
Средняя толщина СНВС, мкм, Me [25; 75]	90 [87; 97]	90 [84; 98]	95* [90; 101]	91 [91; 100]	92 [89; 95]
Площадь НРП, мм ² , Me [25; 75]	1,4* [1,3; 1,6]	1,5 [1,3; 1,6]	1,6 [1,5; 1,9]	1,5 [1,3; 1,6]	1,5 [1,4; 1,8]
Среднее соотношение диаметра экскавации и диаметра ДЗН, Me [25; 75]	0,4* [0,3; 0,5]	0,4* [0,3; 0,6]	0,3 [0,2; 0,4]	0,4* [0,3; 0,5]	0,3 [0,2; 0,4]
Толщина СНВС в верхнем секторе, мкм, Me [25; 75]	113 [100; 119]	113 [102; 124]	117* [109; 127]	109 [103; 119]	110 [101; 116]
Толщина СНВС в нижнем секторе, мкм, Me [25; 75]	115 [105; 124]	116 [104; 125]	125* [118; 124]	119* [105; 130]	116 [104; 121]
Толщина СНВС в назальном секторе, мкм, Me [25; 75]	70* [58; 80]	68 [62; 71]	72* [65; 78]	68 [61; 74]	66 [62; 70]
Толщина СНВС в темпоральном секторе, мкм, Me [25; 75]	63 [57; 68]	64 [59; 68]	66* [59; 74]	59* [55; 66]	62 [59; 67]

Примечание: * p – статистическая значимость различий между контрольной и исследуемой группой.

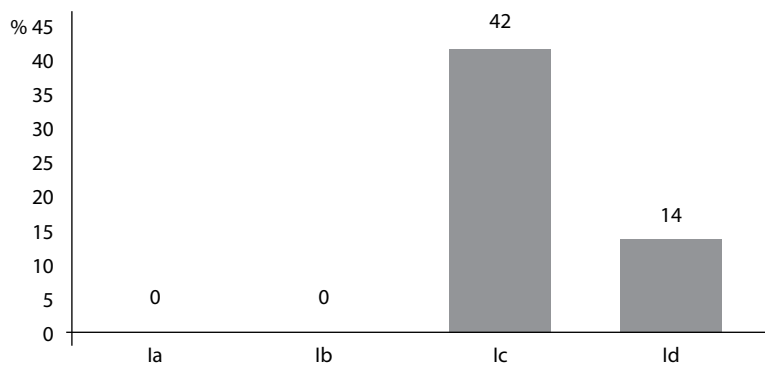


Рис. 1. Диаграмма частоты встречаемости компрессионно-ишемической оптиконеуропатии среди пациентов с активным течением процесса
Fig. 1. Distribution of dysthyroid optic neuropathy in patient with active stage

При анализе данных ОКТ ДЗН в группе пациентов с КОН (табл. 5) установлено: статистически значимое утолщение СНВС перипапиллярной зоны – Ме 101 [98; 107] мкм ($U=181, p=0,00$); толщина СНВС в верхнем секторе – Ме 120 [109; 128] мкм ($U=692, p<0,01$); толщина СНВС в нижнем секторе – Ме 126 [120; 134] мкм ($U=483, p<0,001$); толщина СНВС в назальном секторе – Ме 73 [65; 80] мкм ($U=705, p=0,05$).

Учитывая выявленные изменения морфометрических параметров ДЗН у пациентов исследуемой группы, с целью определения их прогностической ценности в развитии компрессионно-ишемической оптиконеуропатии выполнен однофакторный логистический регрессионный анализ (табл. 6).

Из данных, представленных в таблице, можно сделать вывод, что в развитии КОН статистически значимы следующие предикторы: средняя толщина СНВС перипапиллярной зоны (коэффициент $\beta -0,133; p<0,001$) и толщина СНВС в назальном секторе (коэффициент $\beta -0,008; p<0,001$).

Анализ диагностической ценности средней толщины СНВС перипапиллярной зоны в прогнозировании развития КОН представлен на рис. 2.

Площадь под ROC-кривой составила $0,76\pm0,05$ с 95% ДИ: $0,7-0,8$ ($p<0,001$). Пороговое значение средней толщины СНВС перипапиллярной зоны в точке cut-off согласно

Таблица 4
Клиническая характеристика пациентов с компрессионно-ишемической оптиконеуропатией
Table 4
Clinical characteristics of patients with dysthyroid optic neuropathy

Группа пациентов	Возраст, лет, M±SD	Экзофтальм, мм, Me [25; 75]	Средняя длительность течения ЭОП, мес., Me [25; 75]	Активность процесса по шкале CAS, баллы, Me [25; 75]	ВГД, мм рт. ст., Me [25; 75]
Компрессионно-ишемическая оптиконеуропатия	51±8	25 [24; 26]	6 [5; 8]	6 [6; 7]	28 [24; 29]

**Таблица 5****Данные оптической когерентной томографии диска зрительного нерва и слоя нервных волокон перипапиллярной сетчатки в группе пациентов с КОН****Table 5****Optical coherence tomography measurements in patients with DON**

Исследуемый показатель	II N=60	КОН N=72	U-статистика
Средняя толщина СНВС, мкм, Me [25; 75]	92 [89; 95]	101* [98; 107]	U=181, p=0,00
Площадь НРП, мм ² , Me [25; 75]	1,5 [1,4; 1,8]	1,5 [1,4; 1,9]	U=1217, p=0,98
Среднее соотношение диаметра экскавации и диаметра ДЗН, Me [25; 75]	0,3 [0,2; 0,4]	0,3 [0,2; 0,4]	U=1103, p=0,4
Толщина СНВС в верхнем секторе, мкм, Me [25; 75]	110 [101; 116]	120* [109; 128]	U=692, p<0,01
Толщина СНВС в нижнем секторе, мкм, Me [25; 75]	116 [104; 121]	126* [120; 134]	U=483, p<0,001
Толщина СНВС в назальном секторе, мкм, Me [25; 75]	66 [62; 70]	73* [65; 80]	U=705, p<0,01
Толщина СНВС в темпоральном секторе, мкм, Me [25; 75]	62 [59; 67]	66 [62; 75]	U=939, p=0,05

Примечание: * p – статистическая значимость различий между контрольной и исследуемой группой.

индексу Юдена составило 98 мкм. Прогностическим маркером КОН у пациентов с активным течением процесса является средняя толщина СНВС перипапиллярной зоны ≥ 98 мкм. Чувствительность (Se) и специфичность (Sp) модели 71% и 68%.

Диагностическая точность оценки толщины СНВС в назальном секторе представлена на рис. 3 и составила $0,71 \pm 0,05$ с 95% ДИ: 0,6–0,8 ($p < 0,001$). Полученная модель была статистически значимой ($p = 0,0001$).

Пороговое значение толщины СНВС перипапиллярной зоны в назальном секторе в точке cut-off согласно индексу Юдена составило 72 мкм. Прогностическим маркером КОН является показатель толщины СНВС в назальном секторе ≥ 72 мкм. Чувствительность (Se) и специфичность (Sp) модели составили 71% и 61% соответственно.

Таблица 6**Данные однофакторного логистического регрессионного анализа риска развития КОН у пациентов с активным течением ЭОП****Table 6****Univariate logistic regression analysis the risk of developing DON in patients with active GO**

Предикторы	B	p	Стандартная ошибка
Средняя толщина СНВС, мкм	-0,133	<0,001*	0,036
Площадь НРП, мм ²	1,286	0,063	0,686
Среднее соотношение диаметра экскавации и диаметра ДЗН	3,305	0,036	1,523
Толщина СНВС в верхнем секторе, мкм	-0,002	0,157	0,015
Толщина СНВС в нижнем секторе, мкм	0,016	0,47	0,016
Толщина СНВС в назальном секторе, мкм	-0,008	<0,001*	0,023
Толщина СНВС в темпоральном секторе, мкм	0,007	0,567	1,108

Примечание: * p – статистическая значимость различий между контрольной и исследуемой группой.

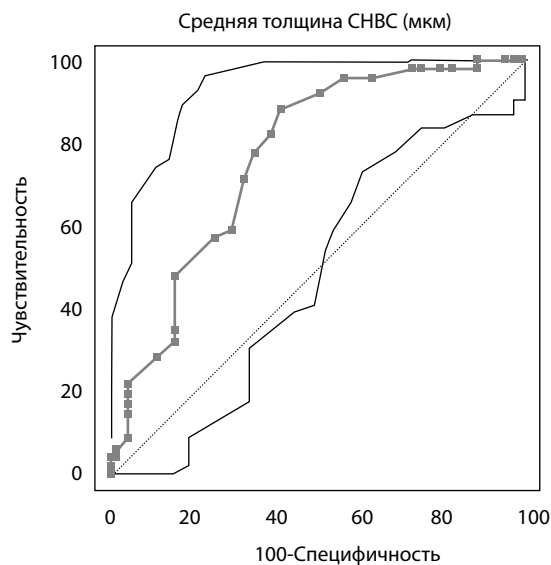


Рис. 2. ROC-кривая для показателя толщины СНВС перипапиллярной зоны у пациентов с компрессионно-ишемической оптиконеуропатией
Fig. 2. ROC curve for the peripapillary retinal nerve fiber layer thickness in patients with dysthyroid optic neuropathy

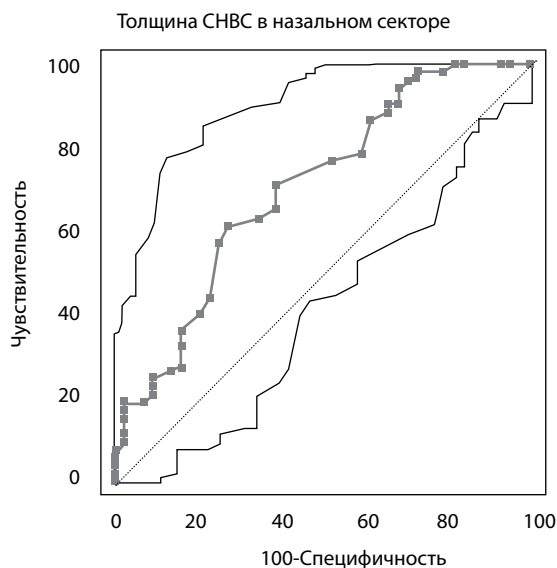


Рис. 3. ROC-кривая для показателя толщины СНВС в назальном секторе у пациентов с компрессионно-ишемической оптиконеуропатией
Fig. 3. ROC curve for the retinal nerve fiber layer thickness in nasal sector in patients with dysthyroid optic neuropathy



■ ВЫВОДЫ

1. В ходе проведенного исследования установлено, что частота встречаемости компрессионно-ишемической оптиконеуропатии среди пациентов с активным течением аутоиммунного процесса составила 36%. При анализе распределения компрессионно-ишемической оптиконеуропатии в исследуемых подгруппах (Ia–Id) установлено, что среди пациентов Ic подгруппы (смешанный вариант) КОН выявлена в 42% случаев, у пациентов Id подгруппы (миогенный вариант) в 14% случаев.
2. На пике активного аутоиммунного воспалительного процесса в орбите Ме 6 [6; 7] у пациентов с компрессионно-ишемической оптиконеуропатией происходит статистически значимое увеличение средней толщины СНВС перипапиллярной зоны сетчатки Ме 101 [98; 107] мкм ($p=0,00$), а также утолщение СНВС в нижнем – Ме 126 [120; 134] мкм ($p<0,001$), назальном – Ме 73 [65; 80] мкм ($p<0,001$) и верхнем секторе – Ме 120 [109; 128] мкм ($p<0,01$).
3. Критериями развития компрессионно-ишемической оптиконеуропатии у пациентов с активным течением процесса по данным ОКТ являются значения: средней толщины СНВС перипапиллярной зоны ≥ 98 мкм (чувствительность (Se) и специфичность (Sp) модели составили 71% и 68% соответственно), толщины СНВС в назальном секторе ≥ 72 мкм (чувствительность (Se) и специфичность (Sp) модели составили 71% и 61% соответственно).
4. Полученные данные свидетельствуют о необходимости оценки морфометрических данных ДЗН методом ОКТ в динамике у пациентов в активной стадии процесса для своевременной диагностики и мониторинга течения компрессионно-ишемической оптиконеуропатии.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Brovkina A., Shchuko G. On differentiated diagnostics of some types of optical neuropathy. *Klin. oftalmologiya*. 2008;1:30–36. (in Russian)
2. Brovkina A. Optic neuropathy and exophthalmos edematous: symptom or complication? *Ophthalmology Reports*. 2020;13(1):71–76. doi: 10.17816/OV25334 (in Russian)
3. Yatsenko O., Tyurin I. X-ray semiotics of endocrine ophthalmopathy. Part 1. Extraocular muscles and orbital cellular tissue. *Journal of radiology and nuclear medicine*. 2016;97(3):133–142. Available at: <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2016-97-3-133-142> (in Russian)
4. Yatsenko O. Volumetric, topographic and structural changes of orbital apex soft tissues in optic neuropathy caused by edematous exophthalmos. *Ophthalmology in Russia*. 2014;11(2):48–54. Available at: <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2014-2-48-54> (in Russian)
5. Rana K., Garg D., Patel S., Selva D. Imaging of dysthyroid optic neuropathy. *Eur J Ophthalmol*. 2024;34(5):1346–1354. doi: 10.1177/11206721231199367
6. Dolman PJ. Dysthyroid optic neuropathy: evaluation and management. *J Endocrinol Invest*. 2021;44(3):421–429. doi: 10.1007/s40618-020-01361-y
7. Hudson H.L., Levin L., Feldon S.E. Graves exophthalmos unrelated to extraocular muscle enlargement. Superior rectus muscle inflammation may induce venous obstruction. *Ophthalmology*. 1991;98(10):1495–1499. doi: 10.1016/s0161-6420(91)32099-2
8. Wei R., Cai J., Ma X., et al. Imaging diagnosis of enlarged superior ophthalmic vein. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi*. 2002;38(7):402–404.
9. Sadovskaya O. *Diagnosis and treatment of symptomatic ophthalmohypertension and secondary glaucoma in patients with Graves ophthalmopathy* (PhD Thesis), Minsk, 141 p.
10. Dolman PJ. Dysthyroid optic neuropathy: evaluation and management. *J Endocrinol Invest*. 2021;44(3):421–429. doi: 10.1007/s40618-020-01361-y
11. Khong J.J., Finch S., De Silva C., et al. Risk Factors for Graves' Orbitopathy; the Australian Thyroid-Associated Orbitopathy Research (ATOR) Study. *J Clin Endocrinol Metab*. 2016;101(7):2711–2720. doi: 10.1210/jc.2015-4294
12. Wu F., Huang J., Wang M., Qian Z., et al. Extraocular muscle index as a novel indicator of inflammatory condition in graves' ophthalmopathy patients. *Front. Endocrinol*. 2025;16:1594828. doi: 10.3389/fendo.2025.1594828
13. Soni C.R., Johnson L.N. Visual neuropraxia and progressive vision loss from thyroid-associated stretch optic neuropathy. *Eur J Ophthalmol*. 2010;20(2):429–436. doi: 10.1177/112067211002000226
14. Tagami M., Honda S., Azumi A. Insights into Current Management Strategies for Dysthyroid Optic Neuropathy: A Review. *Clin Ophthalmol*. 2022;16:841–850. Available at: <https://doi.org/10.2147/OPTH.S284609>
15. Currò N., Guastella C., Piroli G., et al. Clinical and Visual Outcomes of Dysthyroid Optic Neuropathy After Surgical Orbital Decompression. *Thyroid*. 2023;33(6):743–751. doi: 10.1089/thy.2022.0564
16. Sio S.W.C., Chan B.K.T., Aljufairi F.M.A.A., et al. Diagnostic methods for dysthyroid optic neuropathy: A systematic review and analysis. *Surv Ophthalmol*. 2024;69(3):403–410. doi: 10.1016/j.survophthal.2023.11.009