



**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**САИДОВА НИГОРА ФАРХОД КИЗИ
ОДИЛОВА ГУЛЖАМОЛ РУСТАМОВНА
ЯНЧЕНКО СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ**

**МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ
МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
СТРУКТУР ГЛАЗНОГО ДНА У ДЕТЕЙ С
АНЕМИЕЙ**

Методические рекомендации

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
БУХАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор Бухарского



государственного медицинского
института д.м.н., профессор
Ш.Ж.Тешаев
28.08.2025г.

САИДОВА НИГОРА ФАРХОД КИЗИ
ОДИЛОВА ГУЛЖАМОЛ РУСТАМОВНА
ЯНЧЕНКО СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ

МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ
ПАРАМЕТРОВ СТРУКТУР ГЛАЗНОГО ДНА У ДЕТЕЙ С АНЕМИЕЙ

(Методические рекомендации)



Бухара – 2025

БУХАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ

Н.Ф.Саидова, Г.Р.Одилова, С.В.Янченко

Методика количественной оценки морфометрических параметров структур глазного дна у детей с анемией. 2025, 28 стр.

В методической рекомендации изложены научно-практические основы раннего выявления и мониторинга морфометрических изменений глазного дна у детей с анемией. Проанализированы диагностические возможности методов оптической когерентной томографии (ОКТ) и оптической когерентной томографической ангиографии (ОКТА) в выявлении изменений структур сетчатки и зрительного нерва. На основании результатов исследования усовершенствованы алгоритмы оценки, диагностики и динамического наблюдения за микроциркуляцией сетчатки и ранними стадиями нейродегенеративных процессов у детей с анемией.

Сфера деятельности: медицина, офтальмология, гематология

BUXORO DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI

N.F.Saidova, G.R.Odilova, S.V.Yanchenko

Anemiya bilan kasallangan bolalarda ko'z tubi morfometrik o'zgarishlarini aniqlashning diagnostik ahamiyati. 2025 yil, 28 bet.

Ushbu uslubiy tavsiyanomada anemiya bilan kasallangan bolalarda ko'z tubi morfometrik o'zgarishlarini erta aniqlash va monitoring qilishning ilmiy-amaliy asoslari yoritilgan. Ko'z to'r pardasi va ko'ruv nervi tuzilmalari o'zgarishlarini aniqlashda optik koherens tomografiya (OCT) va optik koherens tomografik angiografiya (OCTA) usullarining diagnostik imkoniyatlari tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari asosida anemik bolalarda ko'z to'r parda mikrotsirkulyatsiyasi va neyrodegenerativ jarayonlarning erta bosqichini baholash, diagnostika va dinamik kuzatuv algoritmlari takomillashtirilgan.

Faoliyat sohasi: tibbiyot, oftalmologiya, gemotologiya.

BUKHARA STATE MEDICAL INSTITUTE

N.F.Saidova, G.R.Odilova, S.V.Yanchenko

Diagnostic Significance of Detecting Morphometric Changes in the Fundus of Children with Anemia 2025. 28 pages.

This methodological recommendation covers the scientific and practical foundations of early detection and monitoring of morphometric changes in the fundus of the eye in children with anemia. The diagnostic capabilities of optical coherence tomography (OCT) and optical coherence tomographic angiography (OCTA) methods in detecting changes in the structures of the retina and optic nerve are analyzed. Based on the results of the study, algorithms for assessing, diagnosing and dynamic monitoring of retinal microcirculation and early stages of neurodegenerative processes in anemic children have been improved. The methodological recommendation is intended for ophthalmologists, pediatricians, hematologists, general practitioners, as well as teachers of medical universities, clinical residents, and scientific researchers.

Field of activity: medicine, ophthalmology, hematology.

© "Durdona" nashriyoti, 2025 yil

Обоснование актуальности и востребованности

Актуальность проблемы анемии, или малокровия, обусловлена широкой распространенностью этого состояния, особенно среди определенных групп населения, и его серьезными последствиями для здоровья [1,2]. Анемия – это состояние, при котором в крови снижено количество эритроцитов или гемоглобина, что приводит к недостаточному снабжению тканей кислородом [1-4]. Анемия является серьезной проблемой в области общественного здравоохранения, затрагивающей, в основном, детей раннего возраста, беременных женщин и женщин в послеродовой период, а также менструирующих девочек подросткового возраста и женщин [1,2,6-14,16]. Наибольшее бремя анемии несут страны с низким уровнем дохода или уровнем дохода ниже среднего, особенно группы населения, проживающие в сельской местности, в более бедных домохозяйствах и не получившие официального образования [2]. По оценкам, в глобальных масштабах от анемии страдают 40% всех детей в возрасте 6–59 месяцев, 37% беременных женщин и 30% женщин в возрасте 15–49 лет [1-5]. Основными причинами анемии были дефицит железа в рационе питания, талассемия и гемоглобинопатии, а также малярия [1-5,7-16].

Особое значение в последние годы приобретает концепция качества жизни пациентов с анемией, как комплексного показателя, отражающего физическое, психологическое и социальное состояние человека в условиях хронического офтальмологического заболевания. Анемия, несмотря на свой медленно прогрессирующий характер, оказывает выраженное негативное влияние на жизнедеятельность пациента: развитие тревожных и депрессивных состояний [1,3,5]. Все эти аспекты делают необходимым переход от сутобо офтальмологических подходов к более целостной, пациент-ориентированной медицине.

Анемия считается существенным фактором, способствующим развитию ретинопатий и/или оптических нейропатий из-за её воздействия на микроциркуляцию и нервную ткань [3-16]. Сетчатка и сосудистая оболочка глазного яблока, являясь тканями с высоким уровнем метаболизма, нуждаются в значительном количестве кислорода для реализации и поддержания зрительных функций [2-4].

В связи с этим, их анатомическая структура представлена разветвлённой, высококонцентрированной и сложной системой сосудов [2-5]. При анемиях, в независимости от их этиологии, многочисленные патогенетические механизмы могут приводить к развитию микроциркуляторных нарушений (повышение сосудистой проницаемости, венозный стаз, ангиоспазм, нарушения гемореологии) и гипоксии, в следствие чего происходит гибель нейронов и их аксонов (нейродегенерация) [1,3,7-15].

В связи с этим, особую научно-практическую значимость приобретает оптимизация своевременного выявления так называемой доклинической РП, состояния когда у пациентов с анемиями активные жалобы на ухудшение зрения и офтальмоскопические признаки патологии отсутствуют. В настоящее время актуальным подходом является поиск диагностических и прогностических биомаркеров доклинических ретинопатий при различных системных заболеваниях [6]. Успешное решение этой задачи позволит проводить раннее выявление офтальмологической патологии и проводить длительный мониторинг в группах риска, что даст возможность избежать клинической манифестации РП, связанного с ней снижения зрительных функций и ухудшения «качества жизни» пациентов, а также минимизировать расходы системы здравоохранения на дорогостоящую терапию и социальное обеспечение пациентов со слабовидением [6,7-16].

Необходимо отметить, что в доступной научной литературе нами не были выявлены источники, включающие данные по комплексной сравнительной количественной оценке ОКТА и ОКТ морфометрических параметров глазного дна при различных формах анемий у пациентов детского возраста в условиях отсутствия клинических признаков ретинопатии.

Цель: разработать методику количественной оценки морфометрических параметров структур глазного дна у детей с анемией с использованием технологии оптической когерентной томографии (ОКТ) и ОКТ с функцией ангиографии (ОКТА).

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Материалы и методы

Были обследованы 90 детей (180 глаз) в возрасте от 7 до 18 лет (36 мальчиков, 54 девочки), из них: 30 детей (60 глаз) без гематологической

и офтальмологической патологии и 60 пациентов (120 глаз) с анемиями. Исследования проводились на клинической базе кафедры офтальмологии БГМИ им. Абу Али ибн Сино (БФ РСНПЦ «Микрохирургия глаза») и в отделении детской гематологии БОМПДЦ в 2023-2025 гг. Дизайн: проспективное наблюдательное одномоментное исследование «случай-контроль». Для сравнительной количественной оценки морфометрических параметров структур глазного дна у детей в условиях нормы и при анемиях были сформированы 3 группы наблюдения.

В 1-группу (контроль) вошли 30 детей (60 глаз) без признаков гематологической и офтальмологической патологии. Во 2-группу включили 30 детей (60 глаз) с железодефицитной анемией (ЖДА), а в 3-группу – 30 детей (60 глаз) с β талассемией. Критерии включения: возраст 7-18 лет; отсутствие жалоб на снижение зрительных функций; максимальная коррегированная острота зрения (МКОЗ) не менее 0,8; для 2-группы – подтверждённый диагноз ЖДА (уровень Hb менее 90 г/л); для 3-группы – подтверждённый диагноз *thalassemia major* (гемотрансфузионная терапия не менее 1 раза в месяц, хелаторная терапии для выведения избыточного железа). Критерии исключения: клинические (офтальмоскопические) признаки ретинопатии или нейропатии; аномалии рефракции со сферическим и/или цилиндрическим компонентами более 3,0 диоптрий; аксиальная длина глазного яблока более 25 мм; непрозрачность оптических сред; офтальмогипертензия и/или глаукома.

Демографические (возрастные и гендерные) характеристики групп сравнения представлены в табл. 1. Как показано в табл. 1, демографические показатели пациентов в группах сравнения не имели статистически значимых различий, что позволяет говорить о их однородности и сопоставимости.

Таблица 1

Демографическая характеристика участников исследования

Группы сравнения	Участники (n, %)			Возраст (M $\pm$ SD)		
	мужской пол	женский пол	всего	мужской пол	женский пол	всего
1-группа / контроль	13 (43,3%)	17 (56,7%)	30 (100%)	14,23 $\pm$ 2,2	13,06 $\pm$ 2,8	13,4 $\pm$ 1,9

2-группа / ЖДА	11 (36,7%)	19 (63,3%)	30 (100%)	13,1±3,2	13,84±2,2	13,1±2,7
3-группа / β талассемия	12 (40%)	18 (60%)	30 (100%)	13,1±3,2	12,1±1,9	13,56±2,5
Примечание: ЖДА – железодефицитная анемия Статистические различия по полу и возрасту не достоверны						

Гематологические параметры пациентов, включённых в исследование, представлены в табл. 2. Как показано в табл. 2, у пациентов 2-группы (ЖДА) определялся гипохромный тип анемии с выраженным и достоверным снижением уровня гемоглобина (Hb), умеренным достоверным снижением среднего корпускулярного объёма эритроцитов (MCV), лёгким клинически не значимым, но статистически достоверным снижением количества эритроцитов и выраженным и достоверным снижением уровня ферритина. У больных 3-группы (β талассемия) картина крови свидетельствовала о гипохромном характере анемии с выраженным и значимым снижением уровня Hb, лёгким клинически не значимым, но статистически достоверным снижением показателя MCV, выраженным и достоверным снижением количества эритроцитов и крайне выраженным и достоверным повышением уровня ферритина, свидетельствующем о «перегрузке» железом. Различия между всеми гематологическими показателями между пациентами с ЖДА и β талассемией имели высокую статистическую значимость (табл. 2). Все гематологические исследования выполнялись в лаборатории БОМПДЦ.

Таблица 2

Гематологические параметры у детей в условиях нормы и при анемиях

Гематологические параметры	1-группа / контроль (M±SD)	2-группа / ЖДА (M±SD)	3-группа / β талассемия (M±SD)
Hb, г/л	122,03±5,01	78,23±12,3 $p_1 < 0,001$ $p_3 < 0,001$	67,97±6,56 $p_2 < 0,001$
MCV, fL	89,15±5,53	74,01±2,8 $p_1 < 0,001$ $p_3 < 0,001$	86,06±5,85 $p_2 = 0,03$
Эритроциты, $n \times 10^{12}/л$	4,73±0,22	4,5±0,23 $p_1 < 0,05$	2,89±0,35 $p_2 < 0,001$

		$p_3 < 0,001$	
Ферритин, мкг/л	55,02±8,53	23,6±4,45 $p_1 < 0,001$ $p_3 < 0,001$	2646,37±538,05 $p_2 < 0,001$
Примечание: ЖДА – железодефицитная анемия, Hb – гемоглобин, MCV – средний корпускулярный объём эритроцитов Статистическая достоверность отличий: p_1 – отличие между контролем и ЖДА, p_2 – отличие между контролем и β талассемией, p_3 – отличие между второй и третьей группами (U критерий Манна Уитни)			

Как показано в табл. 2, у пациентов 2-группы (ЖДА) определялся гипохромный тип анемии с выраженным и достоверным снижением уровня гемоглобина (Hb), умеренным достоверным снижением среднего корпускулярного объёма эритроцитов (MCV), лёгким клинически не значимым, но статистически достоверным снижением количества эритроцитов и выраженным и достоверным снижением уровня ферритина.

У больных 3-группы (β талассемия) картина крови свидетельствовала о гипохромном характере анемии с выраженным и значимым снижением уровня Hb, лёгким клинически не значимым, но статистически достоверным снижением показателя MCV, выраженным и достоверным снижением количества эритроцитов и крайне выраженным и достоверным повышением уровня ферритина, свидетельствующем о «перегрузке» железом. Различия между всеми гематологическими показателями между пациентами с ЖДА и β талассемией имели высокую статистическую значимость (табл. 2). Все гематологические исследования выполнялись в лаборатории БОМПДЦ.

Морфометрические офтальмологические методы включали: оптическую когерентную томографию (ОКТ) и ОКТ с функцией ангиографии (ОКТА), которые проводили при помощи спектрального доменного томографа «Optopol Revo FC».

Оптическая когерентная томография (ОКТ) – это бесконтактный и безболезненный объективный метод диагностики, который создает детальные изображения тканей глаза, позволяя врачу оценить их структурные морфометрические параметры на микроскопическом уровне с точностью до 5 мкм. Процедура использует инфракрасный свет для получения поперечных срезов структур, таких как сетчатка, и зрительный нерв, что помогает

выявлять заболевания на ранних и доклинических стадиях. При помощи ОКТ оценивали следующие **структурные морфометрические параметры** глазного дна.

• **Толщина сетчатки в макулярной области** (мкм) от внутренней пограничной мембраны (ILM) до ретинального пигментного эпителия (RPE) с автоматизированной сегментацией фовеальной, парафовеальной и перифовеальной зон с выделением верхнего, нижнего, назального и височного секторов по методике ETDRS. Истончение центральных отделов сетчатки в соответствии с современными представлениями рассматривали в качестве визуализируемого объективного биомаркера ранних проявлений ишемии и нейродегенерации.

• **Толщина комплекса ганглиозных клеток сетчатки** (КГК / Ganglion Cell Complex / GCC, мкм), включая слой нервных волокон сетчатки + слой ганглиозных клеток сетчатки + внутренний плексиформный слой макулярной области (NFL + GCL + IPL). Истончение КГК может быть ранним и субклиническим признаком ишемической и нейродегенеративной патологии различной этиологии.

• **Толщина слоя нервных волокон** сетчатки (СНВ) в перипапиллярной области (СНВ / NFL, мкм). Истончение СНВ считают визуализируемым биомаркером ишемических и нейродегенеративных заболеваний.

Оптическая когерентная томография с функцией ангиографии (ОКТА) – современный прецизионный бесконтактный и безболезненный метод визуализации кровотока в сетчатке и диске зрительного нерва без внутривенного введения контрастных красителей. Метод основан на регистрации сигналов, отражённых от движущихся эритроцитов. Сравнивая последовательные сканы томограф визуализирует кровотоки в различных слоях сетчатки, включая поверхностное капиллярное сплетение (КПС / superficial capillary plexus / SCP), глубокое капиллярное сплетение (ГКС / deep capillary plexus / DCP), радиальное перипапиллярное сплетение (radial peripapillary plexus), а также в хориокапиллярисе. Это позволяет оценить микроциркуляторные морфометрические параметры фовеальной аваскулярной зоны сетчатки (ФАЗ / foveal avascular zone / FAZ), сосудистую плотность капиллярных сплетений (СП / vascular

density / VD), наличие патологических новообразованных сосудов и микроаневризм. В ходе исследования мы оценивали следующие *морфометрические микроциркуляторные* ОКТА-параметры глазного дна:

• **Параметры фовеальной аваскулярной зоны (ФАЗ):** площадь (мм^2), периметр (мм), индекс циркулярности (ИЦ, в долях единицы). *Увеличение площади и периметра ФАЗ* за счёт облитерации и ремодификации капилляров может быть маркером микроциркуляторных ишемических изменений центрального отдела сетчатки, в том числе при отсутствии клинических признаков ретинопатии, что было описано у пациентов с доклинической, непролиферативной, предпролиферативной и пролиферативной диабетической ретинопатией, глаукомой и при болезни Бехчета. Вместе с тем, в единичных исследованиях у беременных женщин и лиц зрелого возраста, страдающих железодефицитной анемией, сравнительно со здоровыми добровольцами было зафиксировано снижение площади и периметра ФАЗ, что рассматривается как механизм компенсации гипоксии.

• **Индекс циркулярности ФАЗ (ИЦ ФАЗ)** характеризует отклонение формы ФАЗ от идеального круга и рассчитывается как кратное периметра идеального круга к периметру ФАЗ конкретного пациента с такой же площадью. В идеальных условиях ИЦ близок к единице, а в условиях реальной клинической практики у офтальмологически здоровых добровольцев при использовании различных моделей томографов и применении разных подходов к анализу ИЦ (автоматизированная или мануальная оценка) он колеблется от 0,9 до 0,6. Чем больше отклонение ФАЗ от циркулярной формы, тем ниже ИЦ, показывая снижение в условиях диабетической ретинопатии до уровня 0,4-0,3. Считается, что снижение циркулярности ФАЗ может быть связано с окклюзией мелких капилляров и появлением микрозон ишемии, что приводит к иррегулярности (фестончатости) контура ФАЗ.

• **Сосудистая плотность в капиллярных сплетениях** измеряется в процентах и представляет собой отношение количества пикселей, отражающих сосудистую сеть к общему количеству пикселей оцениваемого изображения, переведённого в бинарную (чёрно-белую)

форму. Снижение сосудистой плотности (СП) поверхностного (ПКС) и/или глубокого (ГКС) капиллярных сплетений может быть ранним признаком микроциркуляторных ишемических нарушений сетчатки, что было показано у пациентов с диабетической ретинопатией, глаукомой и болезнью Альцгеймера. Площадь сканирования составляла 3х3 мм, с центрацией на фовеальную область. В автоматизированном режиме

Стандартные офтальмологические методы включали: определение максимальной коррегированной остроты зрения (МКОЗ; фороптер «Huvitz», оптометры Ландольта); рефрактометрию и пневмотонометрию («Huvitz»); офтальмоскопию («Haine»); фоторегистрацию состояния глазного дна («Optapol»); статическую автоматизированную периметрию (САП; («TOMEY») с оценкой средней потери светочувствительности (индекс MD, dB) и отклонения паттерна.

Гематологическое обследование включало оценку уровня гемоглобина (Hb, г/л), среднего корпускулярного объёма эритроцитов (MCV, fL), количества эритроцитов ($n \times 10^{12} / л$), уровня ферритина (мкг/л).

Статистические методы: расчёт среднего (M) и его стандартного отклонения (SD); оценка достоверности различий между двумя независимыми группами сравнения (U-критерий Мана Уитни); оценка достоверности различий между тремя группами сравнения (критерий Краскелла Уолеса); оценка достоверности различий между показателями, выраженными в долях (угловой критерий Фишера - φ^*); расчёт коэффициента корреляции Пирсона; бинарная логистическая регрессия с построением ROC-кривых (для определения наиболее целесообразных диагностических биомаркеров). Различия считали достоверными при величине $p < 0,05$. Для проведения статистической обработки и построения диаграмм – приложение SPSS on-line – DATAtab (2025).

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Морфометрические микроциркуляторные ОКТА параметры глазного дна при анемиях у детей

Результаты сравнительной количественной оценки морфометрических микроциркуляторных параметров структур глазного дна у детей с железодефицитной анемией (ЖДА), β

талассемией и детей без признаков патологии представлены в табл. 3 и на рис. 1-3.

Как следует из данных, приведенных в табл. 3, у детей с железодефицитной анемией была отмечена тенденция к меньшим значениям *площади ФАЗ* ($0,24 \pm 0,07$) и *периметра ФАЗ* ($2,31 \pm 0,6$), сравнительно со здоровыми детьми ($0,27 \pm 0,05$ и $2,35 \pm 0,44$, соответственно). Указанные изменения могли быть обусловлены активацией компенсаторных механизмов в условиях анемии (Wu Y. et al., 2024) [16]. Однако, в нашем исследовании эти различия оказались статистически незначимыми, что было связано с высокой вариабельностью площади и периметра ФАЗ у детей как в условиях нормы, так и при ЖДА.

В табл. 3 и на рис. 7 показано, что у детей с ЖДА величина индекса циркулярности ФАЗ (*ИЦ ФАЗ*) составила $0,5 \pm 0,05$, что было достоверно меньше чем у здоровых детей ($0,63 \pm 0,05$; $p < 0,001$). Снижение ИЦ ФАЗ при ЖДА было обусловлено изменениями формы ФАЗ за счёт большей извитости её контура. Считается, что изменение формы ФАЗ может быть связано с окклюзией и ремоделированием мелких капилляров (Петрачков Д.В. и соавт., 2022) [6]. Между величиной ИЦ ФАЗ и уровнем гемоглобина была выявлена статистически значимая положительная корреляция (r коэффициент Пирсона $0,54$, $p = 0,002$). Достоверное снижение ИЦ ФАЗ у детей с ЖДА позволяет рассматривать указанный показатель в качестве ОКТА биомаркера ранних микроциркуляторных изменений сетчатки.

Таблица 3

Морфометрические микроциркуляторные ОКТА параметры структур глазного дна у детей в условиях нормы и при анемиях

Параметры ФАЗ	1-группа / контроль (M±SD)	2-группа / ЖДА (M±SD)	3-группа β талассемия (M±SD)
Площадь ФАЗ, мм ²	0,27±0,05	0,24±0,07 $p_1 = 0,12$ $p_3 < 0,001$	0,34±0,09 $p_2 = 0,001$ $p_4 = 0,002$
Периметр ФАЗ, мм	2,35±0,44	2,31±0,6 $p_1 = 0,18$ $p_3 < 0,001$	2,7±0,48 $p_2 = 0,001$ $p_4 = 0,002$
ИЦ ФАЗ	0,63±0,05	0,5±0,05 $p_1 = < 0,001$	0,45±0,06 $p_2 < 0,001$

		$p_3 < 0,001$	$p_4 < 0,001$
СП-ПКС Total (%)	38,5±1,1	37,3±0,95 $p_1 = 0,001$ $p_3 = 0,032$	36,15±1,69 $p_2 < 0,001$ $p_4 = 0,001$
СП-ГКС Total (%)	41,29±1,87	40,12±3,21 $p_1 = 0,07$ $p_3 = 0,036$	39,03±2,61 $p_2 = 0,003$ $p_4 = 0,002$
Примечание: ЖДА – железодефицитная анемия, ФАЗ – фовеальная аваскулярная зона, ИЦ – индекс циркулярности, СП – сосудистая плотность, ПКС – поверхностное капиллярное сплетение, ГКС – глубокое капиллярное сплетение, цветом выделены достоверные отличия групп сравнения от контроля (наиболее значимые различия выделены более тёмным цветом) Статистическая достоверность отличий: p_1 – отличие между контролем и ЖДА, p_2 – отличие между контролем и β талассемией, p_3 – отличие между второй и третьей группами (p_{1-3} – U критерий Манна Уитни), p_4 – отличие между всеми группами сравнения (критерий Краскала Уоллиса), цветом выделены достоверные отличия от контроля (наиболее значимые отличия выделены более тёмным цветом)			

Как представлено в табл. 3, у детей с ЖДА сосудистая плотность в капиллярном поверхностном сплетении (СП-КПС) составила $37,3 \pm 0,95\%$, что было достоверно меньше, чем у здоровых детей ($38,5 \pm 1,1\%$; $p = 0,001$). Слабая положительная корреляция между снижением СП-КПС и снижением уровня гемоглобина оказалась статистически не значимой. Известно, что снижение СП может свидетельствовать о присутствии микроциркуляторных ишемических изменений сетчатки (Korkmaz M.F. et al., 2020) [10]. Достоверное снижение СП-ПКС у детей с ЖДА даёт основание использовать этот показатель как биомаркер ранних микроциркуляторных изменений сетчатки.

Что же касается тенденции к снижению сосудистой плотности в глубоком капиллярном сплетении (СП-ГКС) у детей с ЖДА до уровня $40,12 \pm 3,21\%$, относительно показателей здоровых детей ($41,29 \pm 1,87\%$), то в нашем исследовании оно оказалось статистически не значимым (табл. 3).

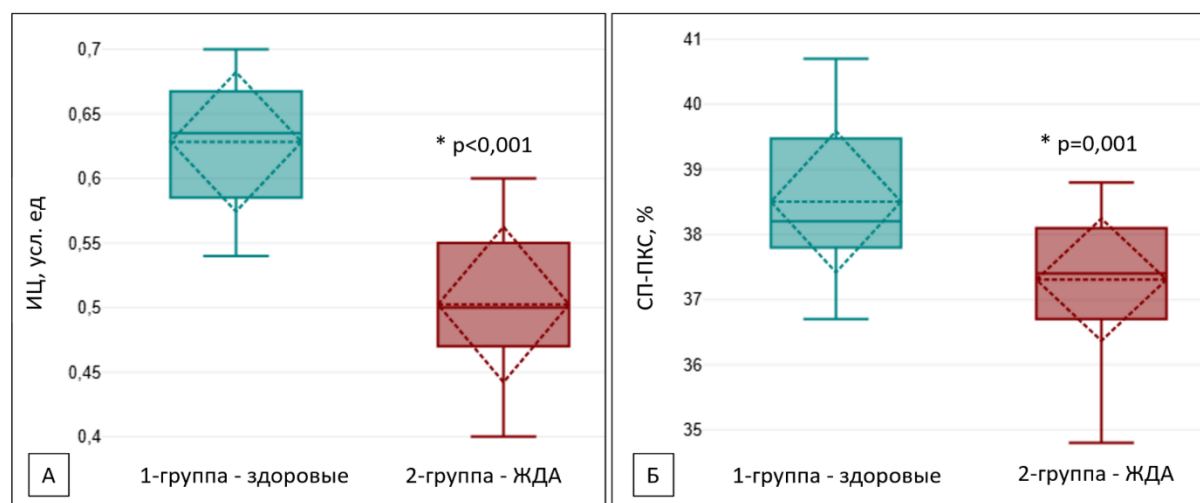


Рисунок 1

Значимые изменения морфометрических микроциркуляторных ОКТ параметров у детей с ЖДА: А – снижение индекса циркулярности (ИЦ); В – снижение сосудистой плотности в поверхностном капиллярном сплетении (СП-ПКС); сплошная горизонтальная линия в прямоугольнике показывает медиану (Me), прерывистая – среднее (M)

В табл. 3 и на рис. 1 показано, что статистически значимыми у детей с ЖДА оказались изменения следующих морфометрических микроциркуляторных ОКТА параметров глазного дна, сравнительно с состоянием возрастной нормы: 1) снижение ИЦ ФАЗ (до уровня $0,5 \pm 0,05$, $p < 0,001$); 2) снижение СП-ПКС (до уровня $37,3 \pm 0,95\%$; $p = 0,001$). Таким образом, эти показатели могут рассматриваться в качестве визуализируемых ОКТА биомаркеров ранних микроциркуляторных ишемических изменений сетчатки у детей с ЖДА без офтальмоскопических признаков ретинопатии.

Как показано в табл. 3, у детей с β талассемией были выявлены статистически значимые изменения всех параметров ФАЗ: увеличение площади ФАЗ (до $0,34 \pm 0,09$ мм²), увеличение периметра ФАЗ (до $2,7 \pm 0,48$ мм), снижение индекса циркулярности ФАЗ (до $0,45 \pm 0,06$), сравнительно с аналогичными параметрами здоровых детей ($0,27 \pm 0,05$ мм², $p = 0,001$; $2,35 \pm 0,44$, $p = 0,001$; $0,63 \pm 0,05$, $p < 0,001$, соответственно).

Также у детей с β талассемией было зафиксировано достоверное снижение сосудистой плотности в поверхностном капиллярном сплетении (СП-ПКС) и сосудистой плотности в глубоком капиллярном сплетении (СП-ГКС): СП-ПКС до уровня $35,19 \pm 1,78\%$, СП-ГКС до уровня $39,03 \pm 2,61\%$, сравнительно с показателями здоровых

детей ($38,5 \pm 1,1\%$, $p < 0,001$; $41,29 \pm 1,87\%$, $p < 0,003$, соответственно). Снижение ИЦ ФАЗ и СП-ПКС показало положительную корреляцию со снижением уровня гемоглобина (r коэффициент Пирсона $> 0,55$, $p < 0,05$) и отрицательную корреляцию с повышением уровня ферритина (r коэффициент Пирсона $> -0,5$, $p < 0,05$).

Выявленные изменения свидетельствуют о присутствии морфометрических микроциркуляторных ишемических изменений сетчатки у детей с β талассемией без офтальмоскопических признаков ретинопатии. Наиболее значимым было снижение **ИЦ ФАЗ** и **СП-ПКС**, что даёт основание рекомендовать использование эти показатели в качестве ОКТА биомаркеров ранних микроциркуляторных и ишемических изменений сетчатки у детей с β талассемией (табл. 3, рис. 2).

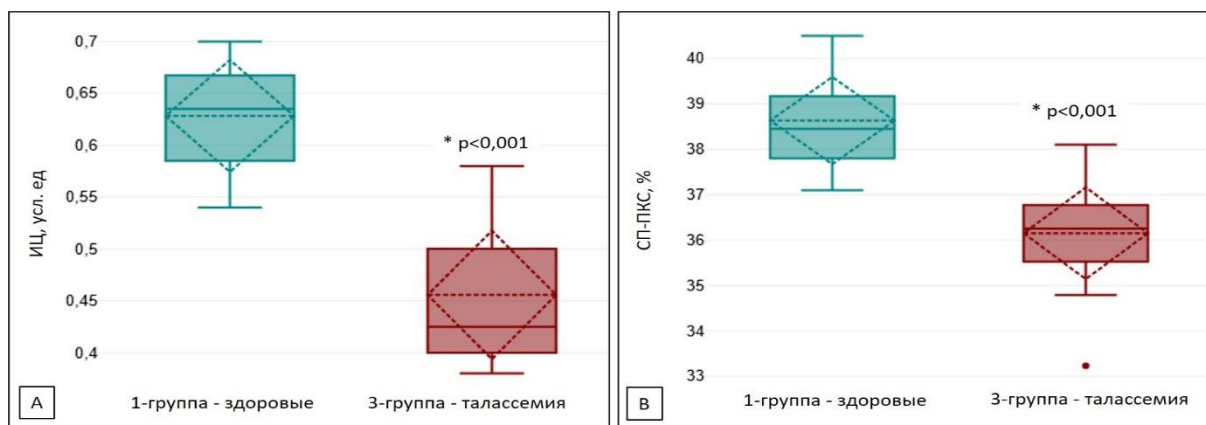


Рисунок 2

Изменения морфометрических микроциркуляторных ОКТА параметров, оказавшиеся наиболее значимыми у детей с β талассемией: А – снижение индекса циркулярности (ИЦ) ФАЗ; В – снижение сосудистой плотности в поверхностном капиллярном сплетении (СП-ПКС)

Как показано в табл. 3 и на рис. 3, изменения морфометрических микроциркуляторных ОКТА параметров структур глазного дна были более выраженными у детей с β талассемией, сравнительно с изменениями аналогичных параметров у детей с ЖДА. По-видимому, это было связано с достоверно более значимым снижением уровня Hb у детей с β талассемией, сравнительно со здоровыми детьми и пациентами с ЖДА (таб. 2). Помимо этого, более выраженные изменения морфометрических ОКТА параметров у детей с β талассемией могли быть обусловлены и значительным повышением у

них уровня ферритина, сравнительно с детьми с ЖДА и состоянием возрастной нормы (влияние инфузионной терапии), а также воздействием хелаторов железа (таб. 2).

Оценка статистической значимости морфометрических микроциркуляторных ОКТА параметров показала, что потенциальными визуализируемыми биомаркерами ранних доклинических изменений структур глазного дна могут быть: при ЖДА – снижение ИЦ ФАЗ и снижение СП-КПС; при β талассмении – увеличение площади и периметра ФАЗ, снижение ИЦ ФАЗ, снижение СП-ПКС и СП-ГКС.

Сравнительная количественная оценка морфометрических микроциркуляторных ОКТА параметров структур глазного дна у детей в условиях нормы и при анемиях представлена на рис. 3.

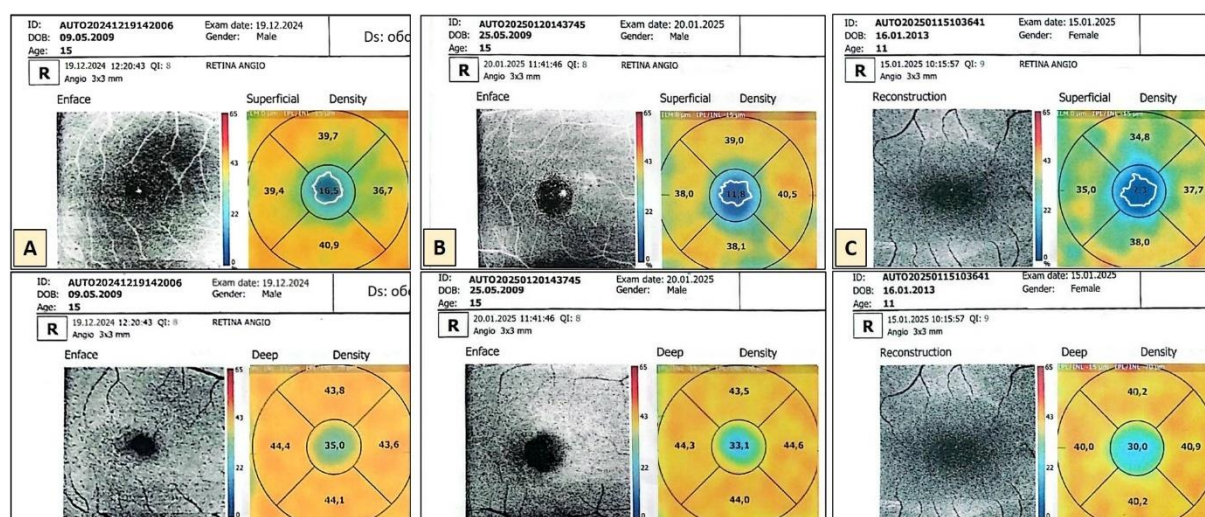


Рисунок 3

Сравнительная оценка морфометрических микроциркуляторных ОКТА параметров структур глазного дна у детей в условиях нормы (А) и при анемиях (В, С): показаны сосудистая плотность (СП) в поверхностном капиллярном сплетении (СП-ПКС; верхний ряд сканов) и сосудистая плотность в глубоком капиллярном сплетении (СП-ГКС; нижний ряд сканов), участки с более высокой сосудистой плотностью показаны оранжевым цветом, с меньшей – синим цветом; форма фовеальной аваскулярной зоны (ФАЗ) показана на верхнем ряде сканов белой линией

- **А** – ОКТА томограмма ОД здорового мальчика 15 лет: площадь ФАЗ 0,21 мм²; периметр ФАЗ 2,03 мм; индекс циркулярности ФАЗ (ИЦ ФАЗ) 0,63; СП-КПС (total) 37,9%; СП-ГКС (total) 42,6%

• В – ОКТА томограмма ОД мальчика 15 лет с железодефицитной анемией: площадь ФАЗ 0,19 мм²; периметр ФАЗ 1,9 мм; ИЦ ФАЗ 0,55 (снижение циркулярности ФАЗ за счёт извитости её контура); СП-КПС (total) 36,8% (в парафовеа визуализируется «синие» участки со снижением СП); СП-ГКС (total) 41,4%

• С – ОКТА томограмма ОД девочки 11 лет с β талассемией: площадь ФАЗ 0,35 мм²; периметр ФАЗ 2,94 мм; ИЦ ФАЗ 0,49 (нарушение формы за счёт извитости контура); СП-КПС (total) 34,9% (в парафовеа визуализируются «синие» участки со снижением СП); СП-ГКС (total) 38,3% (визуализируются «жёлтые» участки со снижением СП)

2. Морфометрические ОКТ параметры структур глазного дна при анемиях у детей

Результаты сравнительной количественной оценки морфометрических ОКТ параметров глазного дна у детей с железодефицитной анемией (ЖДА), β талассемией и детей без признаков патологии представлены в табл. 4.

Таблица 4

Морфометрические ОКТ параметры структур глазного дна у детей в условиях нормы и при анемиях

Параметры	1-группа / контроль (M $\pm$ SD)	2-группа / ЖДА (M $\pm$ SD)	3-группа / β талассемия (M $\pm$ SD)
ТСФЗ Average, мкм	233,37 $\pm$ 12,74	225,8 $\pm$ 17,65 $p_1 = 0,052$ $p_3 = 0,994$	217,5 $\pm$ 16,26 $p_2 < 0,001$ $p_4 < 0,001$
КГК (GCC) Average, мкм	106,87 $\pm$ 8,3	103,73 $\pm$ 8,64 $p_1 = 0,12$ $p_3 = 0,029$	100,6 $\pm$ 8,4 $p_2 = 0,006$ $p_4 = 0,001$
СНВ (NFL), Average, мкм	113,5 $\pm$ 14,42	109,37 $\pm$ 8,21 $p_1 = 0,43$ $p_3 = 0,032$	102,7 $\pm$ 9,16 $p_2 = 0,003$ $p_4 < 0,001$

Примечание: ЖДА – железодефицитная анемия, ТСФЗ – толщина сетчатки в фовеальной зоне, КГК – комплекс ганглиозных клеток, СНВ – слой нервных волокон

Статистическая достоверность отличий: p_1 – отличие между контролем и ЖДА, p_2 – отличие между контролем и β талассемией, p_3 – отличие между второй и третьей группами (p_{1-3} – U критерий Манна Уитни), p_4 – отличие между тремя группами (критерий Краскела Уолиса), цветом выделены достоверные отличия от контроля (наиболее значимые отличия выделены более тёмным цветом)

Как следует из данных приведенных в табл. 4, у детей с железодефицитной анемией была отмечена тенденция к снижению средней толщины сетчатки в фовеальной зоне (ТСФЗ), средней толщины комплекса ганглиозных клеток сетчатки (КГК), и средней толщины перипапиллярного слоя нервных волокон сетчатки (СНВ), что может указывать на начальные проявления нейродегенерации [6]. Однако, в нашем исследовании указанные изменения оказались статистически не достоверными. Таким образом, у детей с ЖДА значимые изменения микроциркуляции сетчатки (снижение ИЦ ФАЗ и СП-ПКС) не привели к изменениям сетчатки нейродегенеративного характера. Вместе с тем, учитывая «пограничную» значимость снижения ТСФЗ, оценка данного ОКТ параметра может быть целесообразна при проведении длительного мониторинга у детей с ЖДА.

Как показано в табл. 4 и на рис. 4, у детей с β талассемией было зафиксировано значимое снижение толщины сетчатки в фовеальной области (ТСФЗ) до $217,5 \pm 16,26$ мкм, сравнительно с контролем ($233,37 \pm 12,74$ мкм, $p < 0,001$). Помимо снижения толщины сетчатки в фовеа у большинства пациентов 3-группы отмечалось снижение толщины сетчатки в верхнем и темпоральном секторах пара-фовеа (рис. 5).

Также у детей с β талассемией было выявлено снижение средней толщины комплекса ганглиозных клеток сетчатки (КГК) до $100,6 \pm 8,4$ мкм и средней толщины перипапиллярного слоя нервных волокон сетчатки (СНВ) до $102,7 \pm 9,16$ мкм, сравнительно с состоянием возрастной нормы ($106,87 \pm 8,3$ мкм, $p = 0,006$; $102,7 \pm 9,16$, $p = 0,003$, соответственно). Снижение толщины СНВ в большинстве наблюдений происходило в темпоральном и верхне-темпоральном секторах (рис. 11).

Таким образом, у детей с β талассемией без офтальмоскопических признаков ретинопатии значимое ухудшение микроциркуляторных ОКТ показателей (площади ФАЗ, периметра ФАЗ, ИЦ ФАЗ, СП-ПКС и СП-ГКС; см табл. 3) сопровождалось достоверными изменениями структурных ОКТ параметров (ТСФЗ, КГК и СНВ), что говорит о присутствии у них начальных проявлений нейродегенерации.

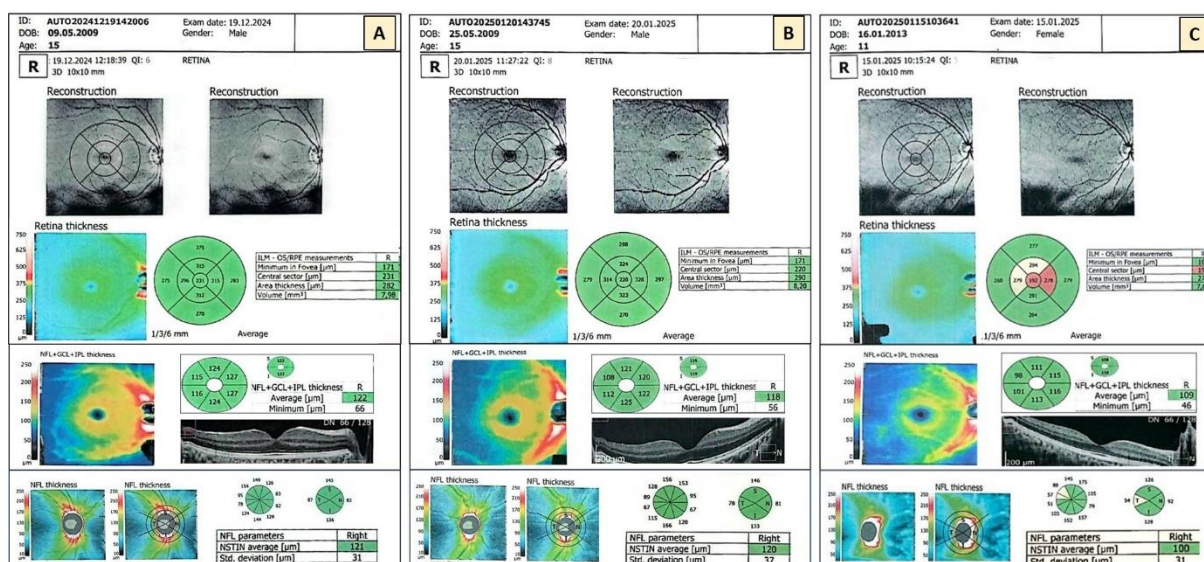


Рисунок 4

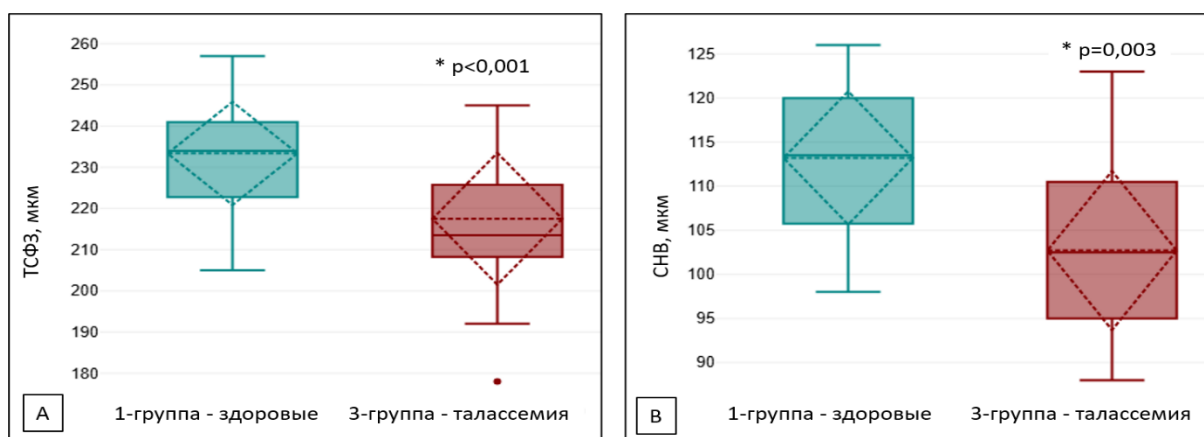


Рисунок 5

Изменения морфометрических ОКТ параметров, оказавшиеся наиболее значимыми у детей с β талассемией: А – снижение толщины сетчатки в фовеальной зоне (ТСФЗ); В – снижение средней толщины перипапиллярного слоя нервных волокон сетчатки (СНВ)

Снижение ТСФЗ и СНВ у детей с β талассемией показало положительную корреляцию со снижением уровня гемоглобина (r коэффициент Пирсона $> 0,6$, $p < 0,05$) и отрицательную корреляцию с повышением уровня ферритина (r коэффициент Пирсона $> -0,55$, $p < 0,05$).

Как показано в табл. 4 и на рис. 5, изменения морфометрических структурных ОКТ параметров сетчатки были более выраженными у детей с β талассемией, сравнительно с изменениями аналогичных параметров у детей с ЖДА. Вероятно, это было обусловлено

достоверно более выраженным снижением уровня Нв и достоверно более выраженным повышением уровня ферритина (вследствие регулярных гемотрансфузий) у детей с β талассемией, сравнительно с пациентами с ЖДА (таб. 2). По-видимому, более выраженные изменения морфометрических ОКТ параметров у детей с β талассемией могли быть связаны и с влиянием хелаторной терапии, направленной на выведение избыточного железа.

Сравнительная оценка морфометрических ОКТ параметров сетчатки у детей в условиях нормы (А) и при анемиях (В, С):

- ***А – ОКТ ОД здорового мальчика 15 лет:*** ТСФЗ 231 мкм; средняя толщина КГК 122 мкм; средняя толщина СНВ 121 мкм
- ***В – ОКТ ОД мальчика 15 лет с ЖДА:*** ТСФЗ 220 мкм; средняя толщина КГК 118 мкм; средняя толщина СНВ 120 мкм
- ***С – ОКТА ОД девочки 11 лет с β талассемией:*** ТСФЗ 192 мкм, истончение сетчатки также отмечается в верхнем и височном секторах пара-фовеа; средняя толщина КГК 109 мкм, СНВ 100 мкм (за счёт темпорального и верхне-темпорального квадрантов)

Приведенные данные показывают, что у детей с ЖДА применение структурных ОКТ показателей (ТСФЗ, КГК, СНВ) в качестве диагностических биомаркеров доклинической ретинопатии является нецелесообразным. Для проведения длительного мониторинга возможно проведение динамической оценки **ТСФЗ**.

У детей с β талассемией потенциальными морфометрическими ОКТ биомаркерами могут быть все вышеперечисленные показатели. С учётом статистической значимости, наиболее перспективными ОКТ биомаркерами начальных проявлений нейродегенерации у детей с β талассемией являются **ТСФЗ** и **СНВ**.

3. Методика количественной оценки морфометрических параметров структур глазного дна

Для разработки **метода количественной оценки морфометрических параметров структур глазного дна у детей с анемиями** проводили анализ данных о статистически значимых изменениях ОКТА и ОКТ показателей при ЖДА и β талассемии. При ЖДА значимым было снижение ИЦ ФАЗ и СП-ПКС. При β талассемии наиболее значимым было снижение ИЦ ФАЗ, СП-ПКС, ТСФЗ и СНВ. Для проведения анализа использовали метод бинарной

логистической регрессии с построением ROC кривых (англ. *Receiver operating characteristic*).

Указанный подход позволил определить целесообразность применения отдельных морфометрических ОКТА и ОКТ параметров в качестве **диагностических биомаркеров** для проведения **скрининга** у детей с анемиями. Направлением скрининга является выявление группы риска – пациентов с ранними микроциркуляторными ишемическими и/или нейродегенеративными изменениями сетчатки при отсутствии клинических признаков ретинопатии (т.е. у детей с анемиями без снижения зрительных функций и без офтальмоскопических визуальных признаков патологии). Указанное состояние может быть обозначено как **доклиническая ретинопатия**. Реализация этого подхода, путём своевременного выявления группы риска и проведения длительного мониторинга позволит избежать клинической манифестации ретинопатии со снижением зрительных функций и необходимостью проведения стационарного лечения в соответствии со стандартами оказания медицинской помощи.

Результаты анализа представлены на рис. 6, где показаны: точность (чувствительность), специфичность, общая диагностическая точность теста и пороговое значение для каждого из рассматриваемых ОКТА и ОКТ показателей как визуализируемых биомаркеров доклинической ретинопатии у детей с анемиями. Учитывая приведенные данные наиболее целесообразным является оценка следующих показателей.

- **при ЖДА:** оценка **ИЦ ФАЗ** при проведении ОКТА для выявления доклинических ишемических изменений сетчатки (точность теста 73,33%, пороговое значение 0,55 усл. ед);

- **при β талассемии:**

- оценка **СП-ПКС** в ходе ОКТА для диагностики доклинических ишемических изменений сетчатки (точность теста 76,67%, пороговое значение СП-ПКС 37,5%);

- оценка **ТСФЗ** при ОКТ для выявления доклинических нейродегенеративных изменений сетчатки (точность теста 73,33%, пороговое значение ТСФЗ 222 мкм).

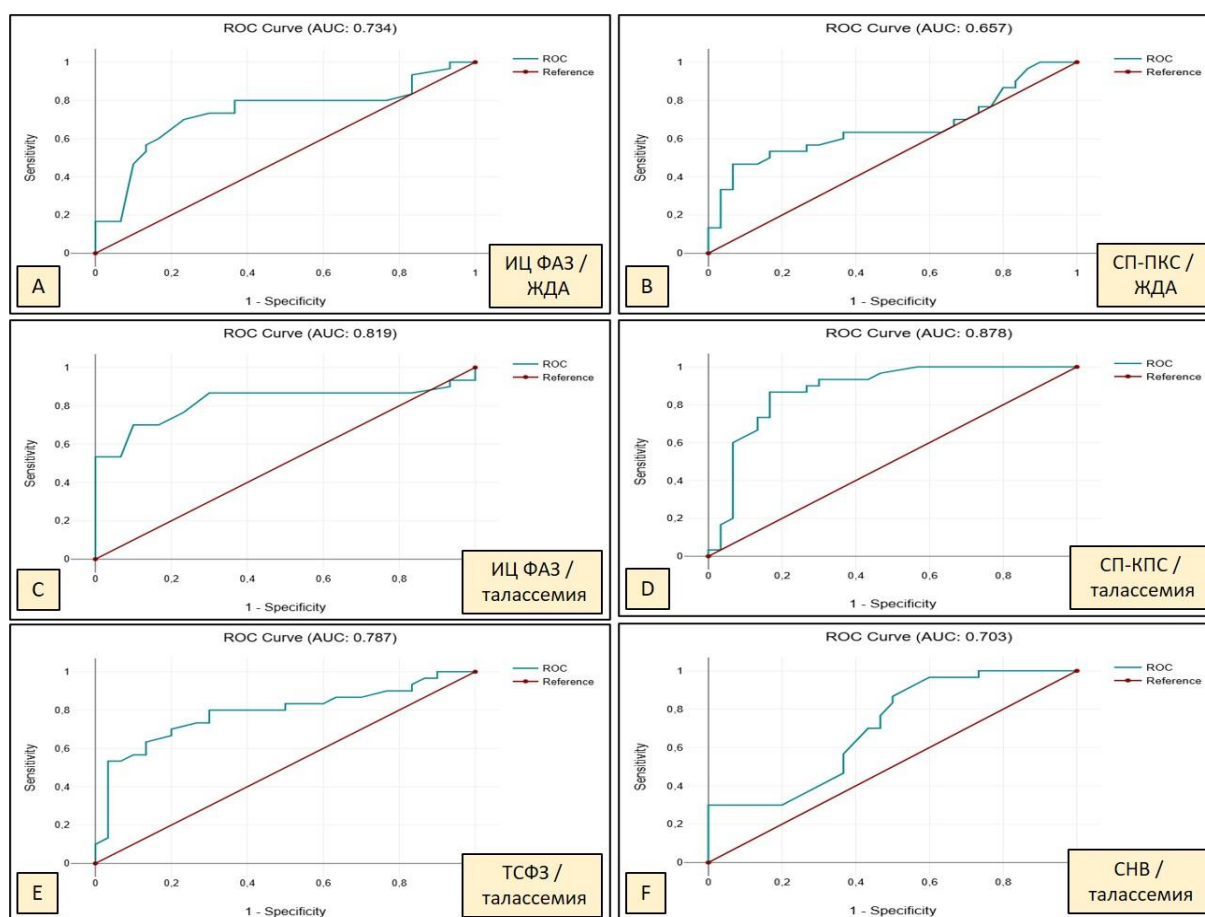


Рисунок 6

ROC кривые для ОКТА и ОКТ морфометрических показателей структур глазного дна: А-В – ИЦ ФАЗ и СП-ПКС как биомаркеров доклинической ретинопатии при ЖДА; С-Е – ИЦ ФАЗ, СП-КПС, ТСФЗ и СНВ как биомаркеров доклинической ретинопатии при β талассемии

- **А - ИЦ ФАЗ при ЖДА:** точность (чувствительность) теста – 73,33%, специфичность – 70%, общая диагностическая точность – 71,67%, порог отсечения (граница нормы показателя) ИЦ ФАЗ 0,55
- **В – СП-ПКС при ЖДА:** точность (чувствительность) теста – 56,67%, специфичность – 70%, общая диагностическая точность – 63,33%, порог отсечения – 37,5%
- **С – ИЦ ФАЗ при β талассемии:** точность (чувствительность) – 70%, специфичность – 83%, общая диагностическая точность метода – 76,67%, порог отсечения – ИЦ ФАЗ 0,55
- **Д – СП-КПС при β талассемии:** точность (чувствительность) – 76,67%, специфичность – 83,3% , общая диагностическая точность метода – 80%, порог отсечения СП-КПС 37,5%

- ***Е – ТСФЗ при β талассемии:*** точность (чувствительность) – 73,33%, специфичность – 70%, общая диагностическая точность метода – 71,67%, порог отсечения – ТСФЗ 222 мкм

- ***Г – СНВ при β талассемии:*** точность (чувствительность) – 70,0%, специфичность – 53,33%, общая диагностическая точность – 61,67%, порог отсечения – толщина СНВ 110 мкм

МЕДИЦИНСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Разработанная методика количественной оценки морфометрических параметров структур глазного дна у детей с анемиями позволяет:

- выявлять ранние микроциркуляторные изменения сетчатки у детей с железодефицитной анемией без клинических признаков ретинопатии путём оценки ИЦ ФАЗ (точность теста 73,33%, пороговое значение показателя 0,55 усл. ед)

- диагностировать ранние микроциркуляторные изменения сетчатки у детей с β талассемией без визуальных признаков ретинопатии путём оценки: СП-КПС (точность 76,67%, пороговое значение СП-КПС 37,5%)

- выявлять ранние нейродегенеративные изменения сетчатки у детей с β талассемией без клинических признаков ретинопатии путём оценки ТСФЗ (точность теста 73,33%, пороговое значение показателя 222 мкм)

- проводить своевременную диагностику (скрининг) доклинических микроциркуляторных и нейродегенеративных изменений сетчатки у детей с анемиями, что даёт возможность проводить целенаправленный мониторинг и минимизировать риск манифестации ретинопатии со снижением зрительных функций

СОЦИАЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Внедрение методики количественной оценки морфометрических параметров структур глазного дна у детей с анемиями позволит оптимизировать клиническую практику офтальмолога, гематолога и терапевта, поскольку даст возможность проводить своевременное выявление (скрининг) групп риска – пациентов с доклиническими микроциркуляторными и нейродегенеративными изменениями сетчатки с дальнейшим проведением мониторинга. Реализация данного профилактического подхода позволит снизить риски клинической манифестации ретинопатии у детей с анемиями, а

значит минимизировать риск снижения зрительных функций и потери «качества жизни» пациентов.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Не менее, чем у 30% пациентов с ЖДА и у 41-80% пациентов с β талассемиями могут отмечаться осложнения со стороны органа зрения, что сопровождается офтальмоскопическими изменениями глазного дна, включающими ретинопатию и снижение зрительных функций [1,2,3]. Указанное осложнение в соответствии со стандартами оказания медицинской помощи требуют стационарного лечения, включающего оплату койко-дней, диагностических и лечебных процедур.

Расчёт экономической Эффективности Внедрения Разработки (ЭВР) проводили по формуле

$$\text{ЭВР} = (M_1 - M_2) \times N$$

где: M_1 – стоимость стационарного лечения при развитии осложнения анемии: ретинопатии и/или нейропатии, M_2 – стоимость внедрения разработки, позволяющей проводить раннее выявление доклинической ретинопатии при анемиях и минимизировать риски клинической манифестации осложнений анемии и потери зрения, N – число пациентов.

При развитии ретинопатии (код МКБ X – H31.9) продолжительность стационарного лечения составляет 10 койко-дней, а общая сумма затрат на одного пациента – 2 000 000 сум (M_1). Стоимость внедрения разработки (M_2) составляет: стоимость стандартного обследования (235 000 сум) + стоимость ОКТА и ОКТ (240 000 сум) = 475 000 сум.

- Таким образом, ЭВР на одного пациента составила: 1 525 000 сум.
- При обследовании 30 пациентов с ЖДА со средним риском развития ретинопатии 30% (9 пациентов) ЭВР составила 13 725 000 сум.
- При обследовании 30 пациентов с β талассемией с риском развития осложнений 41% (12 пациентов) ЭВР составила 18 300 000 сум.

ВЫВОДЫ

1. У детей с ЖДА были выявлены значимые изменения морфометрических микроциркуляторных ОКТА параметров: снижение **ИЦ ФАЗ** (до $0,5 \pm 0,05$ усл.ед.; $p < 0,001$) и снижение **СП-ПКС** (до $37,3 \pm 0,95\%$; $p = 0,001$), сравнительно с возрастной нормой ($0,63 \pm 0,05$ усл.ед.; $38,5 \pm 1,1\%$), что свидетельствует о присутствии у них ранних ишемических изменений сетчатки при отсутствии клиники ретинопатии.

2. У детей с β талассемией были выявлены достоверные изменения морфометрических микроциркуляторных ОКТА параметров: увеличение **площади ФАЗ** (до $0,34 \pm 0,09$ мм²; $p < 0,001$) и **периметра ФАЗ** (до $2,7 \pm 0,48$ мм; $p = 0,001$); снижение **ИЦ ФАЗ** (до $0,45 \pm 0,06$ усл.ед.; $p = 0,001$), **СП-ПКС** (до $36,15 \pm 1,69\%$; $p < 0,001$) и **СП-ГКС** (до $39,03 \pm 2,61\%$; $p = 0,003$), сравнительно с показателями здоровых детей ($0,27 \pm 0,05$ мм²; $2,35 \pm 0,44$ мм; $0,63 \pm 0,05$ усл.ед.; $38,5 \pm 1,1\%$; $41,29 \pm 1,87\%$), что говорит о наличии у них более выраженных, чем при ЖДА ишемических изменений сетчатки при отсутствии клинических симптомов и признаков ретинопатии.

3. У детей с β талассемией были выявлены значимые изменения морфометрических структурных ОКТ параметров: снижение **ТСФЗ** (до $217,5 \pm 16,26$ мкм; $p < 0,001$), средней толщина **КТК** (до $100,6 \pm 8,4$ мкм; $p = 0,006$) и **СНВ** (до $102,7 \pm 9,16$ мкм), сравнительно с возрастной нормой ($233,37 \pm 12,74$ мкм; $106,87 \pm 8,3$ мкм; $113,5 \pm 14,2$ мкм), что демонстрирует наличие у них ранних проявлений нейродегенерации при отсутствии офтальмоскопических признаков ретинопатии.

4. Разработанная методика количественной оценки морфометрических параметров структур глазного дна направлена на выявление (скрининг) групп риска с доклиническими ишемическими и нейродегенеративными изменениями сетчатки у детей с анемиями и включает: при ЖДА оценку **ИЦ ФАЗ** (точность теста 73,33%, пороговое значение 0,55 усл. ед.); при β талассемии – оценку **СП-КПС** (точность теста 76,67%, пороговое значение – 37,5%) и **ТСФЗ** (точность теста 73,33%, пороговое значение – 222 мкм).

5. Применение разработанной методики позволяет осуществлять раннее выявление (скрининг) доклинических ишемических и нейродегенеративных изменений сетчатки у детей с железодефицитной анемией и β талассемией для дальнейшего

проведения мониторинга, направленного на минимизацию рисков манифестации ретинопатии, потери зрительных функций и снижение «качества жизни».

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ВНЕДРЕНИЮ В ПРАКТИКУ

1. В соответствии с разработанной методикой оценки морфометрических параметров структур глазного дна у детей с ЖДА для выявления ранних микроциркуляторных ишемических изменений сетчатки рекомендуется определять **ИЦ ФАЗ**: диагностическое значение имеет снижение ИЦ ФАЗ $< 0,55$ усл. ед. (точность теста 73,33%, специфичность 70%).

2. У детей с β талассемией для диагностики доклинических микроциркуляторных ишемических изменений сетчатки необходимо оценить **СП-ПКС**: значимым является снижение СП-ПКС $< 37,5\%$ (точность теста 76,67%, специфичность 83,3%).

3. У детей с β талассемией для выявления ранних проявлений нейродегенерации рекомендуется проводить оценку **ТСФЗ**: диагностическое значение имеет снижение показателя < 222 мкм (точность теста 73,33%, специфичность 70%).

ЛИТЕРАТУРА

1. Арзикулова Д. и соавт. Распространённость железодефицитных состояний среди взрослых и детей, значение дефицита железа для роста и развития детей в Республике Узбекистан. Международный журнал научной педиатрии. 2022; 1(4): 05-15. <https://doi.org/10.56121/2181-2926-2022-4-05-15>
2. Gardner W.M. et al. Prevalence, years lived with disability, and trends in anaemia burden by severity and cause, 1990–2021: findings from the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet Haematol* [Internet]. 2023; 10(9): e71334.
3. Kaur C. Hypoxia-ischemia and retinal ganglion cell damage. *Clin Ophthalmol* [Internet]. 2008; 879. <http://www.dovepress.com/hypoxia-ischemia-and-retinal-ganglion-cell-damage-peer-reviewed-article-OPTH>
4. Kumar A. et al. Iron deficiency anaemia: pathophysiology, assessment, practical management. *BMJ Open Gastroenterol*. 2022; 9(1): e000759. doi: 10.1136/bmjgast-2021-000759. PMID: 34996762; PMCID: PMC8744124.
5. Westwood J. Retinal Vascular Changes in Response to Hypoxia: A High-Altitude Expedition Study. *High Alt Med Biol* [Internet]. 2024; 25(1): 49–59. <https://www.liebertpub.com/doi>
6. Петрачков Д.В. и соавт. Биомаркеры диабетической ретинопатии, полученные при помощи оптической когерентной томографии в режиме ангиографии. *Вестник офтальмологии*. 2020; 136(4): 344–353. <https://doi.org/10.17116/oftalma2020136042344>
7. Cennamo G. et al. Retinal and Choriocapillaris Vascular Changes in Patients Affected by Different Clinical Phenotypes of β -Thalassemia: An Optical Coherence Tomography Angiography Study. *Biology (Basel)*. 2021; 10(4): 276. doi: 10.3390/biology10040276.
8. Firdous M. et al. Optical coherence tomography findings in beta-thalassemia major: a systematic review and Meta-analysis. *Int J Ophthalmol*. 2025; 18(6): 1113-1122. doi: 10.18240/ijo.2025.06.19.
9. Ghasemi M. et al. Characteristics of optical coherence tomography in patients with iron deficiency anemia : a systematic review and meta-analysis. *BMC Ophthalmol*. 2024; 24(1): 483. doi: 10.1186/s12886-024-03751-9.
10. Korkmaz M.F. et al. Effects of iron deficiency anemia on peripapillary and macular vessel density determined using optical

coherence tomography angiography on children. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2020; 258(9): 2059-2068. doi: 10.1007/s00417-020-04633-8.

11. Koca S. et al. Evaluation of macular and optic disc radial peripapillary vessel density with optical coherence tomography angiography in iron deficiency anemia. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2022; 38: 102744. doi: 10.1016/j.pdpdt.2022.102744.

12. Liaska A. et al. β -Thalassemia and ocular implications: a systematic review. *BMC Ophthalmol.* 2016; 16: 102. doi: 10.1186/s12886-016-0285-2.

13. Safiri S. et al. Burden of anemia and its underlying causes in 204 countries and territories, 1990–2019: results from the Global Burden of Disease Study 2019. *J Hematol Oncol [Internet].* 2021; 14(1): 185.

14. Taneja R. et al. Multiple transfused thalassemia major: ocular manifestations in a hospital-based population. *Indian J Ophthalmol.* 2010; 58(2): 125-30. doi: 10.4103/0301-4738.60083.

15. Türkyilmaz K. et al. Peripapillary retinal nerve fiber layer thickness in children with iron deficiency anemia. *Eur J Ophthalmol.* 2013; 23(2): 217-22. doi: 10.5301/ejo.5000206. PMID: 23112037.

16. Wu Y. et al. Optical coherence tomography angiography for the characterisation of retinal microvasculature alterations in pregnant patients with anaemia: a nested case–control study. *Br J Ophthalmol.* 2023; 108(1): 117-123. doi: 10.1136/bjo-2022-321781.

*Саидова Нигора Фарход кизи
Одилова Гулжамол Рустамовна
Янченко Сергей Владимирович*

МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СТРУКТУР ГЛАЗНОГО ДНА У ДЕТЕЙ С АНЕМИЕЙ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Редактор:

А. Каландаров

Технический редактор:

Г. Самиева

Корректор:

З. Эльмуротова

Дизайнер:

М. Арслонов



Лицензия на публикацию АИ № 178 от 08.12.2010.
Оригинал-кликнуть по макету разрешено от 13.01.2026.
Размер: 60/84 1/16 «Palatino Linotype» Офсетная печать.
На бумаге для офсетной печати. Усл.печ.лист: 1.75
Заказ № 12. Тираж 20. Цена договорная.



Отпечатано в типографии ООО “Шарк-Бухоро”.
г.Бухара, ул.Узбекистан Мустакиллиги, 70/2.
Тел. (0365) 222-46-46