

DOI: <https://doi.org/10.17816/rpoj701924>

EDN: HUDQHE



# Исследование влияния хирургического вмешательства на прямых глазодвигательных мышцах на параметры толщины сосудистой оболочки глаза

Е.П. Тарутта, Р.Р. Стальмахова, А.В. Апаев, Т.З. Хведелидзе, С.В. Милаш, В.Н. Папян

Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней имени Гельмгольца, Москва, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Кровоснабжение хориоидеи имеет связь с передними цилиарными артериями, которые проходят внутри прямых глазодвигательных мышц и неизбежно пересекаются во время хирургических вмешательств, что может отражаться на кровоснабжении заднего полюса глаза.

**Цель исследования.** Изучить влияние хирургического вмешательства на прямых глазодвигательных мышцах на толщину сосудистой оболочки в центральной области, а также в кольцах 3 и 6 мм с наблюдением до 1 мес.

**Методы.** В исследование включены 38 пациентов в возрасте от 5 до 60 лет (в среднем 22,5±18,2 года). Исследовали оперированные глаза пациентов с глазодвигательной патологией (40 глаз), парные глаза служили группой контроля (36 глаз). Толщину хориоидеи определяли при помощи спектрального оптического когерентного томографа RS-3000 Advance 2 (Nidek, Япония). Уровень достоверности различий определяли по стандартному t-критерию Стьюдента.

**Результаты.** В оперированных глазах выявлена некоторая тенденция к увеличению толщины хориоидеи после операции во всех кольцах и сегментах, но разница не достигла статистической значимости ( $p=0,2$ ). При обследовании парных глаз не обнаружено изменений толщины хориоидеи после операции. Выявлена разница динамики толщины сосудистой оболочки в зависимости от объёма хирургического вмешательства ( $\Delta$ ): в подгруппе с операцией на двух глазных мышцах выявлена наибольшая положительная  $\Delta$ . Через 1 мес. после операции толщина хориоидеи была ниже во всех кольцах и сегментах по сравнению с ранним послеоперационным периодом, но всё ещё не вернулась к дооперационным значениям.

**Заключение.** Проведённое исследование продемонстрировало, что хирургия косоглазия сопровождается транзиторным увеличением толщины хориоидеи в раннем послеоперационном периоде, наиболее выраженным при вмешательствах на двух прямых глазодвигательных мышцах. Транзиторный характер изменений и отсутствие изменений в парных глазах подтверждают безопасность современных методик хирургии косоглазия. Через 1 мес. после операции толщина сосудистой оболочки снижается, но не достигает исходных значений, что указывает на продолжающиеся восстановительные процессы.

**Ключевые слова:** оптическая когерентная томография; хориоидея; хирургическое исправление косоглазия.

## Как цитировать:

Тарутта Е.П., Стальмахова Р.Р., Апаев А.В., Хведелидзе Т.З., Милаш С.В., Папян В.Н. Исследование влияния хирургического вмешательства на прямых глазодвигательных мышцах на параметры толщины сосудистой оболочки глаза // Российская педиатрическая офтальмология. 2026. Т. 21. № 1. С. 36–43. DOI: <https://doi.org/10.17816/rpoj701924> EDN: HUDQHE

DOI: <https://doi.org/10.17816/rpoj701924>

EDN: HUDQHE

# Effect of Rectus Extraocular Muscle Surgery on Choroidal Thickness

Elena P. Tarutta, Regina R. Stalmakhova, Alexander V. Apaev, Tebrone Z. Khvedelidze, Sergey V. Milash, Violetta N. Papyan

National Medical Research Center of Eye Diseases named after Helmholtz, Moscow, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** The blood supply to the choroid involves the anterior ciliary arteries running along the rectus extraocular muscles; during surgery, they are inevitably cut, which may affect the blood supply to the posterior pole.

**AIM:** This study aimed to assess the effect of rectus extraocular muscle surgery on choroidal thickness in the center and 3 mm and 6 mm from the fovea, with follow-up of up to 1 month.

**METHODS:** The study enrolled 38 patients aged 5 to 60 years (mean age:  $22.5 \pm 18.2$  years). The operated eyes with oculomotor disorders (40 eyes) were examined, fellow eyes were controls (36 eyes). Choroidal thickness was measured using the RS-3000 Advance 2 spectral domain OCT system (Nidek, Japan). Significance of differences was determined using the standard Student t test.

**RESULTS:** Choroidal thickness of the operated eyes tended to increase after surgery in all circles and segments, but the difference failed to reach statistical significance ( $p = 0.2$ ). Examination of the fellow eyes revealed no changes in the choroidal thickness after surgery. The delta ( $\Delta$ ) choroidal thickness was found to depend on the surgery, with the greatest positive  $\Delta$  revealed in the subgroup of patients with two operated muscles. One month postoperatively, choroidal thickness was lower in all circles and segments compared with the early postoperative period, but did not returned to the preoperative values.

**CONCLUSION:** The performed study demonstrated that strabismus surgery is associated with a transient increase in choroidal thickness in the early postoperative period, which is the greatest when two rectus extraocular muscles are operated. Transient and no changes in the fellow eyes confirm the safety of state-of-the-art strabismus surgery techniques. Choroidal thickness decreases 1 month postoperatively, but does not reach the baseline values, which suggests ongoing recovery.

**Keywords:** optical coherence tomography; choroid; strabismus surgery.

### To cite this article:

Tarutta EP, Stalmakhova RR, Apaev AV, Khvedelidze TZ, Milash SV, Papyan VN. Effect of Rectus Extraocular Muscle Surgery on Choroidal Thickness. *Russian Pediatric Ophthalmology*. 2026;21(1):36–43. DOI: <https://doi.org/10.17816/rpoj701924> EDN: HUDQHE

## ОБОСНОВАНИЕ

Хирургия косоглазия — одна из частых офтальмохирургических операций, основной принцип которой заключается в изменении положения или силы глазодвигательных мышц [1, 2]. Традиционно основное внимание уделялось анатомическим и функциональным аспектам — достижению ортофории, восстановлению бинокулярного зрения и стереопсиса [1, 2]. Однако современные исследования фокусируются также на сосудистых рисках операции, где одну из ключевых ролей играет состояние кровотока в хориоидее [3, 4].

Хориоидея — это часть увеального тракта, мощная сосудистая подушка, отвечающая за питание наружных слоёв сетчатки (в первую очередь, фоторецепторов), терморегуляцию и аккомодацию глазного яблока. Её кровоснабжение напрямую связано с передними цилиарными артериями, которые проходят внутри прямых глазодвигательных мышц и неизбежно пересекаются во время хирургических вмешательств [5]. Толщина хориоидеи является важным биомаркером её состояния, чувствительна к множеству сторонних факторов: внутриглазному давлению, кровенаполнению, аккомодационной нагрузке и биомеханическому стрессу [6]. Возможно, перераспределение кровообращения в переднем сегменте в сторону коллатерального может влиять и на транзиторные изменения в заднем полюсе. В настоящее время этот вопрос остаётся дискуссионным.

Имеются публикации, авторы которых пытались оценить потенциальные гемодинамические изменения с помощью различных подходов — например, ангиографии с индоцианином зелёным, цветной фотографии глазного дна и цветной доплеровской ультрасонографии [7–11]. Однако ввиду противоречивых выводов, сделанных в опубликованных исследованиях, остаётся неясным, значительно ли изменяется глазной кровоток в заднем полюсе глаза после операции по поводу косоглазия.

## ЦЕЛЬ

Изучить влияние хирургического вмешательства на прямых глазодвигательных мышцах на толщину сосудистой оболочки в центральной области, а также в кольцах 3 и 6 мм с наблюдением до 1 мес.

## МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Проведено одноцентровое когортное открытое клиническое исследование.

### Условия проведения исследования

Исследование выполнено на базе отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргономики

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней имени Гельмгольца» (Москва, Россия) в период с 2025 по 2026 год.

## Критерии соответствия

Критерии включения:

- дети и взрослые от 5 до 60 лет с глазодвигательной патологией.

Критерии исключения:

- наличие операций на глазодвигательных мышцах в анамнезе.

## Описание вмешательства

Всем пациентам было проведено исследование толщины хориоидеи до операции на глазодвигательных мышцах, на следующий день после операции и через 1 мес. Исследование проводили мануально, одним и тем же исследователем.

## Исход исследования

Была проведена оценка толщины хориоидеи как анатомического маркера гемодинамических изменений заднего полюса глаза при хирургии на глазодвигательных мышцах.

## Методы регистрации исходов

Толщину хориоидеи измеряли мануально, на спектральном оптическом когерентном томографе RS-3000 Advance 2 (Nidek, Япония) с получением карты диаметром 6 мм в соответствии с протоколом «The Early Treatment Diabetic Retinopathy Study» (ETDRS). Количественные измерения проводились с помощью используемого по умолчанию программного обеспечения Navis-EX 1.8.0 (Nidek). Данное программное обеспечение позволяет скорректировать эффект увеличения глаза, связанный с длиной передне-задней оси, с помощью модифицированной формулы [12]. Анализируемая область условно была разделена на три концентрические окружности с диаметром 1, 3 и 6 мм: центральная зона — фовеа (the central foveal zone), внутренняя зона макулы (the inner macula zone) и внешняя зона макулы (the outer macula zone) соответственно. Далее зоны делились на 9 участков: inner-superior (SI), inner-nasal (NI), inner-inferior (II), inner-temporal (TI), outer-superior (SO), outer-nasal (NO), outer-inferior (IO), outer-temporal (TO), с указанием среднего значения толщины в каждом.

## Статистический анализ

### Запланированный размер выборки

Размер выборки предварительно не рассчитывали.

### Статистические методы

Статистическую обработку данных выполняли с использованием программы Microsoft Excel® 2021 (Microsoft

Corporation, США). Проверку распределения количественных переменных проводили с применением критерия Шапиро–Уилка. Данные представлены в виде  $M \pm SD$ , где  $M$  — среднее значение, а  $SD$  — стандартное отклонение. Для сравнения количественных показателей между группами использовали критерий Стьюдента. Для внутригруппового анализа применяли парный  $t$ -критерий Стьюдента. Для оценки динамики показателей рассчитывали  $\Delta$  изменений. Статистическую значимость различий определяли при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Характеристики выборки

В исследование были включены 38 пациентов в возрасте от 5 до 60 лет (в среднем  $22,5 \pm 18,2$  года). Исследовали оперированные глаза пациентов с глазодвигательной патологией (40 глаз) с максимальной корригированной остротой зрения (МКОЗ)  $0,8 \pm 1,97$  и рефракцией (R)  $0,52 \pm 4,02$  дптр; парные глаза пациентов служили группой контроля (36 глаз), МКОЗ  $0,95 \pm 1,06$ , R  $0,11 \pm 3,48$  дптр.

### Основные результаты исследования

В оперированных глазах выявлена некоторая тенденция к увеличению толщины хориоидеи после операции во всех кольцах и сегментах (в среднем на  $12,8$  мкм, т. е.  $3,9\%$ ), но разница не достигла статистической значимости ( $p=0,2$ , табл. 1). Наибольшие цифры увеличения толщины сосудистой оболочки получены в центральной области и в кольце  $3$  мм, разница составила более  $10$  мкм (см. табл. 1).

В парных глазах не выявлено изменений толщины хориоидеи после операции во всех кольцах и сегментах

(табл. 2). Полученная разница составляла не более  $5$  мкм, что можно считать погрешностью измерений.

Для детальной оценки полученных результатов оперированные глаза были разделены на дополнительные подгруппы: с учётом рефракции и объёма операции, посчитана разница (дельта ( $\Delta$ ) — изменение или разница между двумя значениями) толщины сосудистой оболочки до и после операции. В оперированных глазах эта разница составила  $10,1 \pm 22,8$  мкм. Выявлено, что у пациентов с близорукостью  $\Delta$  толщины хориоидеи до и после операции всегда была положительной ( $13,3 \pm 10,3$  мкм), тогда как у пациентов с гиперметропией  $\Delta$  имела большой численный разброс: была как положительная (максимально  $54$  мкм), так и отрицательная (максимально  $15$  мкм). Кроме того, выявлена разница в показаниях дельты в зависимости от объёма хирургического вмешательства: в группе с операцией на двух глазодвигательных мышцах выявлена наибольшая положительная  $\Delta$  (максимально  $58$  мкм), тогда как в группе с хирургией на одной прямой глазной мышце  $\Delta$  составила не более  $10$  мкм.

12 пациентов (24 глаза) прошли динамическое обследование через 1 мес. после хирургического вмешательства. Как было выявлено ранее, толщина хориоидеи имела некоторую тенденцию к увеличению сразу после хирургического вмешательства ( $p=0,18$ , табл. 3). Однако через 1 мес. после операции толщина хориоидеи была ниже во всех кольцах и сегментах по сравнению с результатами послеоперационного этапа, но всё ещё не вернулась к дооперационным значениям, превышая их, в среднем, на  $\pm 8,2$  мкм (см. табл. 3).

### Нежелательные явления

Нежелательные явления отсутствовали.

**Таблица 1.** Параметры толщины хориоидеи оперированных глаз до и после хирургии косоглазия

**Table 1.** Choroidal thickness of the operated eyes before and after strabismus surgery

	Centre		SI		SO		TI		TO	
	До операции / Preoperatively	После операции / Postoperatively	До операции / Preoperatively	После операции / Postoperatively	До операции / Preoperatively	После операции / Postoperatively	До операции / Preoperatively	После операции / Postoperatively	До операции / Preoperatively	После операции / Postoperatively
Толщина хориоидеи (мкм) / Choroidal thickness, $\mu\text{m}$	$346,5 \pm 94,4$	$357,1 \pm 97,5$	$344,0 \pm 90,3$	$356,8 \pm 99,4$	$311,2 \pm 86,2$	$320,5 \pm 95,3$	$335,3 \pm 97,6$	$346,1 \pm 96,1$	$309,7 \pm 88,9$	$315 \pm 95,5$
			II		IO		NI		NO	
			До операции / Preoperatively	После операции / Postoperatively	До операции / Preoperatively	После операции / Postoperatively	До операции / Preoperatively	После операции / Postoperatively	До операции / Preoperatively	После операции / Postoperatively
			$332,8 \pm 93,1$	$348,7 \pm 103,3$	$293,5 \pm 84,8$	$306,9 \pm 96,5$	$320,0 \pm 94,7$	$331,3 \pm 94,2$	$251,6 \pm 90,4$	$260,2 \pm 90,3$

**Примечание.** Centre — центр; SI — inner-superior, верхневнутренний участок; SO — outer-superior, верхненааружный; TI — inner-temporal, височно-внутренний; TO — outer-temporal, височнонааружный; II — inner-inferior, нижневнутренний; IO — outer-inferior, нижненааружный; NI — inner-nasal, назально-внутренний; NO — outer-nasal, назальнонааружный. Внутренние располагаются в зоне от  $1$  до  $3$  мм, наружные — в зоне от  $3$  до  $6$  мм.

**Note:** IS: inner superior; OS: outer superior; IT: inner temporal; OT: outer temporal; II: inner inferior; OI: outer inferior; IN: inner nasal; ON: outer nasal. The inner and outer circles are  $1$ – $3$  mm and  $3$ – $6$  mm from the fovea, respectively.

**Таблица 2.** Параметры толщины хориоидеи парных глаз до и после хирургии косоглазия**Table 2.** Choroidal thickness of the fellow eyes before and after strabismus surgery

Толщина хориоидеи (мкм) / Choroidal thickness, $\mu\text{m}$	Centre			SI			SO			TI			TO		
	До операции / Preoperatively	После операции / Postoperatively		До операции / Preoperatively	После операции / Postoperatively		До операции / Preoperatively	После операции / Postoperatively		До операции / Preoperatively	После операции / Postoperatively		До операции / Preoperatively	После операции / Postoperatively	
				II			IO			NI			NO		
	351,9 $\pm$ 89,2	352,3 $\pm$ 87,6		350,3 $\pm$ 86,5	348,7 $\pm$ 83		316,4 $\pm$ 84,2	313 $\pm$ 83,1		339,8 $\pm$ 86,9	338,6 $\pm$ 87,1		313 $\pm$ 84,9	312,7 $\pm$ 88,9	
				343,1 $\pm$ 94,3	342,3 $\pm$ 93,2		301,9 $\pm$ 93,1	301,3 $\pm$ 94		323 $\pm$ 89,9	328,9 $\pm$ 88,6		256 $\pm$ 88	256,9 $\pm$ 88,1	

**Примечание.** Centre — центр; SI — inner-superior, верхневнутренний участок; SO — outer-superior, верхненааружный; TI — inner-temporal, височновнутренний; TO — outer-temporal, височнонааружный; II — inner-inferior, нижневнутренний; IO — outer-inferior, нижненааружный; NI — inner-nasal, назально-внутренний; NO — outer-nasal, назальнонааружный. Внутренние располагаются в зоне от 1 до 3 мм, наружные — в зоне от 3 до 6 мм.

**Note:** IS: inner superior; OS: outer superior; IT: inner temporal; OT: outer temporal; II: inner inferior; OI: outer inferior; IN: inner nasal; ON: outer nasal. The inner and outer circles are 1–3 mm and 3–6 mm from the fovea, respectively.

**Таблица 3.** Параметры толщины хориоидеи оперированных глаз до, после и через 1 месяц после хирургии на глазодвигательных мышцах (24 глаза)**Table 3.** Choroidal thickness of the operated eyes pre- and postoperatively and 1 month after extraocular muscle surgery (24 eyes)

Толщина хориоидеи (мкм) / Choroidal thickness, $\mu\text{m}$	Centre			SI			SO			TI			TO		
	До операции / Preoperatively	После операции / Postoperatively	Через 1 месяц / Month 1	До операции / Preoperatively	После операции / Postoperatively	Через 1 месяц / Month 1	До операции / Preoperatively	После операции / Postoperatively	Через 1 месяц / Month 1	До операции / Preoperatively	После операции / Postoperatively	Через 1 месяц / Month 1	До операции / Preoperatively	После операции / Postoperatively	Через 1 месяц / Month 1
				II			IO			NI			NO		
	303,8 $\pm$ 149,5	325,8 $\pm$ 150,1	310,7 $\pm$ 146,7	290,2 $\pm$ 138,4	315,2 $\pm$ 139,2	301,8 $\pm$ 137,6	259,7 $\pm$ 117,4	276,1 $\pm$ 129,2	263 $\pm$ 123,3	297,8 $\pm$ 145,4	322,1 $\pm$ 141,3	310,8 $\pm$ 142	262,5 $\pm$ 111,3	287,1 $\pm$ 122,4	270,8 $\pm$ 113,9
				299,4 $\pm$ 143,2	319,2 $\pm$ 163,4	302 $\pm$ 144,1	270 $\pm$ 126,6	293,7 $\pm$ 156,8	281,8 $\pm$ 131,7	292,2 $\pm$ 142,6	308,1 $\pm$ 144,4	303 $\pm$ 141,3	240,1 $\pm$ 130,3	251 $\pm$ 135,6	246 $\pm$ 131,4

**Примечание.** Centre — центр; SI — inner-superior, верхневнутренний участок; SO — outer-superior, верхненааружный; TI — inner-temporal, височновнутренний; TO — outer-temporal, височнонааружный; II — inner-inferior, нижневнутренний; IO — outer-inferior, нижненааружный; NI — inner-nasal, назально-внутренний; NO — outer-nasal, назальнонааружный. Внутренние располагаются в зоне от 1 до 3 мм, наружные — в зоне от 3 до 6 мм.

**Note:** IS: inner superior; OS: outer superior; IT: inner temporal; OT: outer temporal; II: inner inferior; OI: outer inferior; IN: inner nasal; ON: outer nasal. The inner and outer circles are 1–3 mm and 3–6 mm from the fovea, respectively.

## ОБСУЖДЕНИЕ

### Резюме результатов исследования

В оперированных глазах выявлена некоторая тенденция к увеличению толщины хориоидеи после операции

во всех кольцах и сегментах, но разница не достигла статистической значимости ( $p=0,2$ ). В результате обследования парных глаз не обнаружено изменений толщины хориоидеи после операции. Выявлена разница в показаниях дельты толщины сосудистой оболочки ( $\Delta$ ) в зависимости от объема хирургического вмешательства:

в подгруппе с операцией на двух глазных мышцах выявлена наибольшая положительная  $\Delta$ . Через 1 мес. после операции толщина хориоидеи была ниже во всех кольцах и сегментах по сравнению с ранним послеоперационным периодом, но всё ещё не вернулась к дооперационным значениям.

### Интерпретация результатов исследования

В ходе нашей работы было выявлено, что толщина хориоидеи сразу после хирургического вмешательства на глазодвигательных мышцах несколько увеличивается, хотя данные и не достигли статистической значимости. Полученные результаты можно объяснить большой вариабельностью толщины хориоидеи, связанной с изначально разной рефракцией у пациентов. Как известно, толщина и калибр сосудов хориоидеи напрямую зависят от длины передне-задней оси глаза [13]. Возможно, ответ на хирургическое вмешательство связан с изначальной толщиной, а значит, и с калибром сосудов хориоидеи, что требует дальнейшего изучения. Кроме того, было выявлено, что на степень послеоперационных изменений толщины сосудистой оболочки влияет объём хирургического вмешательства: дельта была гораздо выше у пациентов с операцией на двух прямых глазных мышцах, чем на одной.

Литературные данные по изучаемой проблеме очень противоречивы. В ряде исследований установлено, что хирургическое исправление косоглазия приводит к достоверному увеличению толщины хориоидеи в центральной области в послеоперационном периоде [14–20]. Высказывалось несколько причин полученных изменений: механическая, связанная с натяжением мышцы во время хирургического вмешательства; обструкция венозного кровотока, вызванная пересечением мышцы, что, в свою очередь, может привести к нарушению кровообращения в сосудистой оболочке и её утолщению; воспаление, а именно — высвобождение провоспалительных цитокинов и простагландинов во внутриглазную жидкость, которые затем через стекловидное тело достигают сетчатки и повреждают внутренний и внешний гематоретинальный барьер.

В то же время ряд исследователей выявили противоположные изменения [21–24]. А.А. Yetkin и соавт. [21–23] изучали различные хирургические подходы и разный объём операций. Практически во всех группах наблюдалось уменьшение толщины сосудистой оболочки глаза, за исключением метода хирургического лечения косоглазия «с сохранением цилиарных сосудов», при котором не обнаружено достоверных различий в параметрах толщины хориоидеи на дооперационном, послеоперационном и динамическом этапах наблюдения. К. Inan и соавт. [24] получили схожие результаты — уменьшение толщины хориоидеи при хирургии на одной прямой глазодвигательной мышце. Авторы объясняют это тем, что операция приводит к компенсаторному сужению

сосудов хориоидеи, вызывая ишемию, но не усиливает воспаление.

Данные о влиянии объёма хирургического вмешательства на показатели толщины сосудистой оболочки также противоречивы. M. Guler Alis и соавт. [16] не выявили различий между группами, где была операция на одной или двух глазодвигательных мышцах. Однако Z. Huseyinhan и соавт. [17], D. Xiao и соавт. [18] такую корреляцию продемонстрировали: более значимое увеличение толщины хориоидеи было в группе, где операция проводилась на двух мышцах одновременно, что согласуется с результатами нашей работы.

Несмотря на большую вариабельность результатов исследования, все авторы сходятся в одном мнении: полученные изменения носят транзиторный характер и по истечении периода наблюдения (у всех он был разный, от 1 нед. до 6 мес.) возвращаются к дооперационным значениям, что подтверждает безопасность глазодвигательной хирургии для гемодинамики заднего полюса глаза.

### Ограничения исследования

При планировании и проведении исследования размер выборки для достижения требуемой статистической мощности результатов не рассчитывали. В связи с этим изученную выборку нельзя считать в достаточной степени репрезентативной, что не позволяет экстраполировать полученные результаты и их интерпретацию на генеральную совокупность аналогичных пациентов за пределами исследования.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённое исследование продемонстрировало, что хирургия косоглазия сопровождается транзиторным увеличением толщины хориоидеи в раннем послеоперационном периоде, наиболее выраженным при вмешательствах на двух прямых глазодвигательных мышцах. Транзиторный характер изменений и их отсутствие в парных глазах подтверждают безопасность современных методик хирургии косоглазия. Через 1 мес. после операции толщина сосудистой оболочки снижается, но не достигает исходных значений, что указывает на продолжающиеся восстановительные процессы. Полученные данные обосновывают целесообразность предоперационной оценки состояния хориоидеи у пациентов из группы риска (сосудистые нарушения в анамнезе, тонкая хориоидея при близорукости) для прогнозирования сосудистого ответа и оптимизации объёма хирургического вмешательства.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** Е.П. Тарутта — разработка концепции и дизайна исследования, финальная подготовка статьи к публикации; Р.Р. Стальмахова — разработка концепции и дизайна исследования, сбор, статистическая обработка данных и их интерпретация, написание текста статьи;

А.В. Апаев — разработка концепции и дизайна исследования, статистическая обработка данных и их интерпретация; Т.З. Хведелидзе — разработка концепции и дизайна исследования, сбор и интерпретация результатов; С.В. Милаш — разработка концепции и дизайна исследования, сбор и интерпретация результатов; В.Н. Папаян — сбор и интерпретация результатов.

**Этическая экспертиза.** Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ ГБ им. Гельмгольца» Минздрава России (протокол № 54/3 от 13.05.2021). Законные представители всех участников исследования до включения в исследование подписали форму информированного согласия, утверждённую в составе протокола исследования этическим комитетом.

**Источники финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при подготовке статьи.

**Раскрытие интересов.** Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

**Оригинальность.** При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные). Доступ к данным. Авторы сообщают, что все данные представлены в статье и/или приложениях к ней.

**Генеративный искусственный интеллект.** При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовались.

**Рассмотрение и рецензирование.** Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали два внешних рецензента, член редакционной коллегии и научный редактор издания.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Author contributions:** E.P. Tarutta: conceptualization, writing—review & editing; R.R. Stalmakhova: conceptualization, investigation, formal analysis, data curation, writing—original draft; A.V. Apaev: conceptualization, formal analysis, data curation; T.Z. Khvedelidze: conceptualization, investigation, data curation; S.V. Milash: conceptualization, investigation, data curation; V.N. Papyan: investigation, data curation.

**Ethics approval.** The study was approved by the local Ethics Committee of the Helmholtz National Medical Research Center for Eye Diseases, Ministry of Health of Russia (Minutes No. 54/3, dated May 13, 2021). The legal guardians of all participants signed an informed consent form approved by the Ethics Committee as part of the study protocol before enrollment.

**Funding sources:** The authors declare no external funding was received for the article.

**Disclosure of interests:** The authors have no relationships, activities, or interests for the last three years related to for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.

**Statement of originality:** No previously obtained or published material (text, images, or data) was used in this article.

**Data availability statement:** The authors declare that all data are available in the article and its supplementary material.

**Generative AI:** No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this article.

**Provenance and peer-review:** This paper was submitted unsolicited and reviewed following the standard procedure. The peer-review process involved two external reviewers, a member of the Editorial Board, and the in-house science editor.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Аветисов Э.С. Содружественное косоглазие. М.: Медицина. 1977. 312 с. | Avetisov ES. *Sodruzhestvennoe kosoglazie [Concomitant Strabismus]*. Moscow: Medicina; 1977. 312 p. (In Russ.)
2. Аветисов Э.С., Ковалевский Е.И., Хватова А.В. Руководство по детской офтальмологии. М.: Медицина. 1987. 496 с. | Avetisov ES, Kovalevsky EI, Khvatova AV. *Rukovodstvo po detskoj oftalmologii [A Guide to Pediatric Ophthalmology]*. Moscow: Medicina, 1987. 496 p. (In Russ.)
3. Saunders RA, Bluemstein EC, Edward Wilson M, Berland JE. Anterior segment ischemia after strabismus surgery. *Surv Ophthalmol*. 1994;38(5):456-466. doi: 10.1016/0039-6257(94)90175-9
4. McKeown CA, Lambert HM, Shore JW. Preservation of the anterior ciliary vessels during extraocular muscle surgery. *Ophthalmology*. 1989;96(4):498-506. doi: 10.1016/s0161-6420(89)32867-3
5. Nickla DL, Wallman J. The multifunctional choroid. *Prog Retin Eye Res*. 2010;29(2):144-168. doi: 10.1016/j.preteyeres.2009.12.002
6. Feczko EJ, Bliss-Moreau E, Walum H, et al. The Macaque Social Responsiveness Scale (mSRS): A Rapid Screening Tool for Assessing Variability in the Social Responsiveness of Rhesus Monkeys (*Macaca mulatta*). *PLoS One*. 2016;11(1):e0145956. doi: 10.1371/journal.pone.0145956
7. Velez FG, Davila JP, Diaz A, et al. Association of Change in Iris Vessel Density in Optical Coherence Tomography Angiography with Anterior Segment Ischemia After Strabismus Surgery. *JAMA Ophthalmol*. 2018;136(9):1041-1045 doi: 10.1001/jamaophthalmol.2018.2766
8. Pineles SL, Chang MY, Oltra EL, et al. Anterior segment ischemia: etiology, assessment, and management. *Eye (Lond)*. 2018;32(2):173-178. doi: 10.1038/eye.2017.248
9. Akyüz Unsal AI, Unsal A, Özkan SB, Karaman CZ. The effect of strabismus surgery on retrobulbar hemodynamics. *J AAPOS*. 2007;11(3):277-281. doi:10.1016/j.jaaapos.2006.12.059
10. Pelit A, Barutçu O, Oto S, Aydin P. Investigation of hemodynamic changes after strabismus surgery using color Doppler imaging. *J AAPOS*. 2002;6(4):224-227. doi: 10.1067/mpa.2002.124901
11. Zhou JQ, Fu J, Li JP, et al. Retinal vascular diameter changes assessed with a computer-assisted software after strabismus surgery. *Int J Ophthalmol*. 2020;13(4):620-624. doi: 10.18240/ijo.2020.04.14 EDN: VEEIAZ
12. Chen HS, Liu CH, Lu DW. Comparison of glaucoma diagnostic accuracy of macular ganglion cell complex thickness based on nonhighly myopic and highly myopic normative database. *Taiwan J Ophthalmol*. 2016;6(1):15-20. doi: 10.1016/j.tjo.2016.01.001
13. Flores-Moreno I, Lugo F, Duker JS, Ruiz-Moreno JM. The relationship between axial length and choroidal thickness in eyes with high myopia. *Am J Ophthalmol*. 2013;155(2):314-319.e1. doi: 10.1016/j.ajo.2012.07.015
14. Mintz HR, Waisbourd M, Kessner R, et al. Macular Thickness Following Strabismus Surgery as Determined by Optical Coherence Tomography. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2016;53(1):11-15. doi: 10.3928/01913913-20160113-07
15. Atalay HT, Arıbaş YK, Üçgöl AY, Özmen MC. Subfoveal choroidal thickness change following strabismus surgery. *Kocatepe Tıp Dergisi*. 2019;20(1):183-187. doi: 10.18229/kocatepetip.575058
16. Guler Alis M, Aliş A. Influence of one or two horizontal muscle surgeries on OCT findings. *Strabismus*. 2021;29(3):182-188. doi: 10.1080/09273972.2021.1948075 EDN: FUMQCW

- 17.** Huseyinhan Z., Ozcaliskan S., Gurez C., Artunay O. Retinal and choroidal microvasculature is altered after strabismus surgery. *Eur J Ophthalmol.* 2023;33(2):774-778. doi: 10.1177/11206721221137156 EDN: TVOWDI
- 18.** Xiao D, Cao T, Meng Y, et al. Changes in retinal and choroidal blood flow after one or two horizontal rectus muscle surgeries by optical coherence tomography angiography. *Ann Med.* 2023;55(2):2261494. doi: 10.1080/07853890.2023.2261494 EDN: ADUEVZ
- 19.** Meng Y, Xu Y, Xiao D., et al. Assessment of retinal and choroidal microcirculation after unilateral recession-resection surgery for horizontal strabismus by swept-source optical coherence tomography angiography. *Sci Rep.* 2023;13(1):19247. doi: 110.1038/s41598-023-46670-3 EDN: GGPVAY
- 20.** Yasuda S, Takai Y, Yasuda Y, et al. Quantitative Evaluation of Changes in Retinal and Choroidal Blood Flow Following Strabismus Surgery. *Transl Vis Sci Technol.* 2025;14(3):12. doi: 10.1167/tvst.14.3.12 EDN: JUFAWB
- 21.** Yetkin AA, Simsek A. Evaluation of choroidal thickness before and after strabismus surgery in paediatric patients by spectral-domain optical coherence tomography. *Niger J Clin Pract.* 2020;23(9):1243-1247. doi: 10.4103/njcp.njcp\_500\_19 EDN: SFZZLY
- 22.** Yetkin AA. Effect of inferior oblique muscle myomectomy on choroidal and macular thicknesses in strabismus. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2023;41:103283. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2023.103283> EDN: ZRTCQQ
- 23.** Yetkin AA, Şimşek A. The effect of strabismus surgery performed by preserving the anterior ciliary vessels on the choroid in pediatric patients. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2023;42:103597. doi: 10.1016/j.pdpdt.2023.103597 EDN: XLNVFG
- 24.** Inan K, Niyaz L. The effect of strabismus surgery on choroidal thickness. *Eur J Ophthalmol.* 2018;28(3):268-271. doi: 10.5301/ejo.5001025

## ОБ АВТОРАХ

\* **Тарутта Елена Петровна**, д-р мед. наук, профессор;  
адрес: Россия, 105062, Москва, ул. Садовая-Черногрязская,  
д.14/19;  
ORCID: 0000-0002-8864-4518;  
eLibrary SPIN: 8828-5150;  
e-mail: elenatarutta@mail.ru

**Стальмахова Регина Расуловна**, канд. мед. наук;  
ORCID: 0000-0002-8383-0127;  
eLibrary SPIN: 1032-8283;  
e-mail: reginahubieva@mail.ru

**Апаев Александр Вячеславович**, канд. мед. наук;  
ORCID: 0000-0001-7669-1256;  
eLibrary SPIN: 1640-0173;  
e-mail: doc229@mail.ru

**Хведелидзе Тебронэ Зауриевна**, канд. мед. наук;  
eLibrary SPIN: 3300-9959;  
e-mail: tebro2011@yandex.ru

**Милаш Сергей Викторович**, канд. мед. наук;  
ORCID: 0000-0002-3553-9896;  
eLibrary SPIN: 5224-4319;  
e-mail: sergey\_milash@yahoo.com

**Папян Виолетта Николаевна**;  
ORCID: 0009-0008-8646-7141;  
eLibrary SPIN: 3396-2888;  
e-mail: violettapapyan@gmail.com

## AUTHORS' INFO

\* **Elena P. Tarutta**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;  
address: 14/19 Sadovaya-Chernogryazskaya st, Moscow,  
Russia, 105062;  
ORCID: 0000-0002-8864-4518;  
eLibrary SPIN: 8828-5150;  
e-mail: elenatarutta@mail.ru

**Regina R. Stalmakhova**, MD, Cand. Sci. (Medicine);  
ORCID: 0000-0002-8383-0127;  
eLibrary SPIN: 1032-8283;  
e-mail: reginahubieva@mail.ru

**Alexander V. Apaev**, MD, Cand. Sci. (Medicine);  
ORCID: 0000-0001-7669-1256;  
eLibrary SPIN: 1640-0173;  
e-mail: doc229@mail.ru

**Tebrone Z. Khvedelidze**, MD, Cand. Sci. (Medicine);  
eLibrary SPIN: 3300-9959;  
e-mail: tebro2011@yandex.ru

**Sergey V. Milash**, MD, Cand. Sci. (Medicine);  
ORCID: 0000-0002-3553-9896;  
eLibrary SPIN: 5224-4319;  
e-mail: sergey\_milash@yahoo.com

**Violetta N. Papyan**;  
ORCID: 0009-0008-8646-7141;  
eLibrary SPIN: 3396-2888;  
e-mail: violettapapyan@gmail.com

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author