

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2026-19-3-55-61>



Влияние бандажирующей склеропластики на гемодинамику заднего отдела глаза у пациентов с врожденной и приобретенной миопией

Е.П. Тарутта, Г.А. Маркосян, С.В. Милаш, В.Н. Папян✉

ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

Основным хирургическим методом замедления прогрессирования миопии высокой степени, стабилизации рефракции и предотвращения потенциальных осложнений со стороны глазного дна, в том числе развития задних стафилом склеры (ЗС), является укрепление заднего полюса глаза. **Цель работы** — провести сравнительный анализ изменений офтальмогемодинамики в области макулы и диска зрительного нерва (ДЗН) после бандажирующей склеропластики (БСП) у пациентов с врожденной и приобретенной миопией. **Материал и методы.** Обследовано 42 пациента (42 глаза) в возрасте $13,0 \pm 1,8$ года с прогрессирующей миопией высокой степени, разделенных на две группы: 1-я группа: 16 детей с врожденной миопией — $13,5 \pm 3,0$ дптр и длиной переднезадней оси глаза (ПЗО) $28,9 \pm 1,8$ мм; 2-я группа: 26 детей с приобретенной миопией — $8,5 \pm 1,5$ дптр и длиной ПЗО $26,8 \pm 0,8$ мм. Всем пациентам проведена БСП по модифицированной методике Снайдера — Томпсона. Толщину хориоидеи (ТХ) измеряли на мультимодальной платформе SLO/OCT Mirante (Nidek, Япония), оценку кровотока (показатель MBR — mean blur rate) проводили с помощью лазерной спекл-флоуграфии LSFG-RetFlow (Nidek, Япония) в макулярной области и в области ДЗН до операции и через 1, 6, 12 мес после нее. **Результаты.** Выявлено достоверное ($p \leq 0,05$) снижение ТХ в 1,4 раза у пациентов с врожденной высокой миопией по сравнению с пациентами с приобретенной миопией, при отсутствии различий в скорости кровотока (MBR). У пациентов с врожденной миопией и задней стафилемой отмечается достоверное ($p \leq 0,05$) снижение кровенаполнения сосудов хориоидеи и кровотока в макулярной области. После проведения БСП у пациентов без стафилемы положительная динамика показателей ТХ и MBR в отдаленные сроки наблюдения сохранялась более длительно, чем у пациентов со стафилемой. **Заключение.** БСП у пациентов с врожденной и приобретенной миопией оказывает выраженное влияние на кровоток заднего полюса глаза и незначительно стимулирует гемодинамику ДЗН только в группе с врожденной миопией.

Ключевые слова: близорукость; бандажирующая склеропластика; гемодинамика; толщина хориоидеи; показатель средней скорости размытости изображения (MBR); задняя стафилома склеры; оптическая когерентная томография; лазерная спекл-флоуграфия

Конфликт интересов: отсутствует.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования: Тарутта Е.П., Маркосян Г.А., Милаш С.В., Папян В.Н. Влияние бандажирующей склеропластики на гемодинамику заднего отдела глаза у пациентов с врожденной и приобретенной миопией. Российский офтальмологический журнал. 2026; 19 (3): 55-61. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2026-19-3-55-61>

The effect of bandage scleroplasty on the hemodynamics of the posterior segment of the eye in patients with congenital and acquired myopia

Elena P. Tarutta, Gayane A. Markosyan, Sergey V. Milash, Violetta N. Papyan ✉

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia
violettapapyan@gmail.com

*The primary surgical method for slowing the progression of high myopia, stabilizing refraction, and preventing potential fundus complications, including the development of posterior scleral staphyloma, is reinforcement of the posterior pole of the eye. **Purpose.** To conduct a comparative analysis of changes in ocular hemodynamics following scleral reinforcement surgery in patients with congenital and acquired myopia in the macular and optic nerve head (ONH) areas. **Materials and methods.** The study included 42 patients (42 eyes) aged 13.0 ± 1.8 years with progressive high myopia, divided into two groups: Group 1 — congenital myopia with a spherical equivalent of -13.5 ± 3.0 D and an axial length of 28.9 ± 1.8 mm ($n = 16$); Group 2 — acquired myopia with a spherical equivalent of -8.5 ± 1.5 D and an axial length of 26.8 ± 0.8 mm ($n = 26$). All patients underwent scleral reinforcement surgery using a modified Snyder — Thompson technique. Choroidal thickness (CT) was measured using the multimodal SLO/OCT Mirante platform (Nidek, Japan). Blood flow assessment via the mean blur rate (MBR) parameter was performed using laser speckle flowgraphy (LSFG-RetFlow, Nidek, Japan) in the macular area and ONH region preoperatively and at 1, 6, and 12 months postoperatively. **Results.** A significant ($p \leq 0.05$) 1.4-fold reduction in choroidal thickness (CT) was revealed in patients with high congenital myopia compared to those with acquired myopia, with no differences in blood flow velocity (MBR). Patients with congenital myopia and posterior staphyloma demonstrated a significant ($p \leq 0.05$) decrease in choroidal blood filling and macular blood flow. Following surgery, the positive dynamics of CT and MBR parameters were maintained longer during long-term follow-up in patients without staphyloma compared to those with staphyloma. **Conclusion.** Scleral reinforcement surgery had a pronounced effect on blood flow in the posterior pole of the eye in patients with congenital and acquired myopia and stimulated ONH hemodynamics only marginally and exclusively in the congenital myopia group.*

Keywords: myopia; scleral reinforcement surgery; hemodynamics; choroidal thickness; mean blur rate (MBR); posterior staphyloma; optical coherence tomography; laser speckle flowgraphy

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

Financial disclosure: no author has a financial interest in any material or methods mentioned.

For citation: Tarutta E.P., Markosyan G.A., Milash S.V., Papyan V.N. The effect of bandage scleroplasty on the hemodynamics of the posterior segment of the eye in patients with congenital and acquired myopia. Russian ophthalmological journal. 2026; 19 (3): 55-61 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2026-19-3-55-61>

Заболееваемость близорукостью растет с каждым годом, при этом наблюдается тенденция к более раннему ее началу и более тяжелому течению [1]. У пациентов с близорукостью высокой степени увеличение осевой длины глазного яблока приводит к растяжению сетчатки и сосудистой оболочки, что существенно повышает риск их патологических изменений. В настоящее время не существует методов лечения, способных полностью остановить или надежно замедлить прогрессирование миопии и предотвратить развитие ее осложнений. Основным хирургическим вмешательством, направленным на стабилизацию рефракции и профилактику патологических изменений при высокой миопии, является укрепление заднего полюса глаза [2–4]. С этой целью используют бандажирующую склеропластику (БСП) по методике Снайтера — Томпсона в различных модификациях [5–7], которая также используется для хирургического лечения задней стафиломы склеры (ЗС) [8]. Последняя является основным фактором риска развития и прогрессирования миопической макулопатии [9], ведущей к значительному и необратимому снижению остроты зрения [10]. Специфические патогенетические механизмы ЗС до сих пор не выяснены. Долгое время склера считалась первичной тканью, вовлеченной в процесс развития ЗС,

однако в последнее время важная роль в развитии ЗС отводится хориоиде.

В настоящее время накапливается все больше данных, позволяющих предположить, что ключевым звеном в патогенезе ЗС является гипоксия склеры. К. Ohno-Matsui и J. Jonas [11] считают, что, возможно, сосудистая оболочка первой вовлекается в механизм развития ЗС, и это связано с ее истончением и снижением хориоидальной перфузии [12]. Однако из-за высокой чувствительности хориоиде к воздействию как внешних, так и внутренних факторов нельзя опираться исключительно на один параметр для оценки ее изменений. В связи с этим для повышения точности диагностики целесообразно изучение как кровенаполнения, так и кровотока в сосудистой оболочке глаза.

ЦЕЛЬ работы — сравнительный анализ изменений офтальмогемодинамики после БСП у пациентов с врожденной и приобретенной миопией в области макулы и диска зрительного нерва (ДЗН).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследовано 42 пациента (42 глаза) в возрасте $13,0 \pm 1,8$ года с прогрессирующей близорукостью высокой степени, которая в среднем по сферэквиваленту (СЭ) со-

ставила $10,4 \pm 3,3$ дптр, и длиной переднезадней оси (ПЗО) $27,6 \pm 1,6$ мм. Для оценки толщины хориоидеи (ТХ) и показателя средней скорости размытости изображения (МБР) были сформированы две группы пациентов с различным генезом миопии: 1-ю группу составили 16 глаз с врожденной миопией, 2-ю группу — 26 глаз с приобретенной. Значения рефракции и длины ПЗО глаза в 1-й группе составили $13,5 \pm 3,0$ дптр и $28,7 \pm 1,8$ мм соответственно, во 2-й группе — $8,5 \pm 1,5$ дптр и $26,8 \pm 0,8$ мм соответственно. Всем пациентам проводилась БСП по видеоизмененной методике Снайдера — Томпсона. Проводили круговой разрез конъюнктивы и теноновой капсулы по лимбальному краю. В отличие от стандартной методики Снайдера — Томпсона, трансплантат сначала проводили под нижнюю косую мышцу сверху вниз и его нижний конец подводили под нижнюю прямую мышцу, затем верхний конец трансплантата проводили под наружной и верхней прямыми мышцами, не фиксируя к склере пациента. После этого хирург двумя пинцетами удерживал оба конца трансплантата, подтягивая их в носовую сторону так, чтобы трансплантат расположился на заднем полюсе. Излишки длины трансплантата отсекали и его концы с небольшим натяжением фиксировали к склере пациента нерассасывающимся шовным материалом.

Пациентов обследовали до операции и в разные сроки (1, 6, 12 мес) после нее. Помимо рутинного обследования оценивали гемодинамику глазного яблока: определяли толщину ТХ и показатели кровотока макулярной области и ДЗН.

ТХ измеряли на мультимодальной платформе SLO/OCT Mirante (Nidek, Япония) с применением программного обеспечения Navis-EX 1.12.0 (рис. 1).

Изображения хориоидеи в макулярной области получали за счет использования протоколов сканирования Macula radial в режиме Choroidal 6 радиальных сканов длиной 12 мм, центрированных в фовеа. Каждое радиальное ОКТ-изображение представляло собой среднее значение из 30 сканов с настройками Fine. Для каждого полученного радиального изображения опытный оператор вручную определял границы хориосклерального интерфейса. Внутренняя граница сосудистой оболочки и пигментного эпителия сетчатки (ПЭС) (граница между ПЭС и мембра-

ной Бруха) определялась автоматически программным обеспечением прибора. ТХ определялась как расстояние от границы ПЭС/мембрана Бруха до хориосклерального интерфейса с получением карты диаметром 6 мм в соответствии с Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS). Анализируемая область была разделена на три concentрические окружности с диаметром 1, 3 и 6 мм: центральная зона фовеа, внутренняя зона макулы и внешняя зона макулы соответственно. Далее зоны делились на 9 участков (inner-superior (SI), outer-superior (SO), inner-nasal (NI), outer-nasal (NO), inner-inferior (II), outer-inferior (IO), inner-temporal (TI), outer-temporal (TO) и central foveal zone (F) с указанием среднего значения ТХ по 6 радиальным сканам в каждом. Повторные измерения были проведены с использованием режима Follow app, за эталон было принято первое исследование.

Оценку кровотока проводили с помощью лазерной спекл-флоуграфии на приборе LSFG-RetFlow (Nidek, Япония), в области макулы и ДЗН (рис. 2).

Средняя интенсивность сигнала визуализировалась в виде составной карты, отображающей распределение кровотока в течение одного сердечного цикла. На полученных изображениях выделяли область интереса в виде стандартной сетки ETDRS диаметром 3 мм с центром в фовеа. Анализ параметров кровотока проводился для всей площади ДЗН, внешней границей диска являлась контурная линия, проводимая исследователем вручную по склеральному кольцу. Параметры кровотока анализировали в пределах выделенных зон макулярной зоны (МЗ) и ДЗН. Основным показателем, определяемым с помощью LSFG, носит название «средняя скорость размытости изображения» (Mean Blur Rate — МБР). МБР является мерой относительной скорости кровотока и выражается в относительных единицах. Специализированное программное обеспечение LSFG Analyzer вычисляет МБР на основе интенсивности спекл-рисунка для каждой конкретной точки в конкретный момент.

Стандартную статистическую обработку осуществляли при помощи программы Excel Microsoft, в качестве основных показателей использовали среднее значение и стандартное отклонение ($M \pm \sigma$).

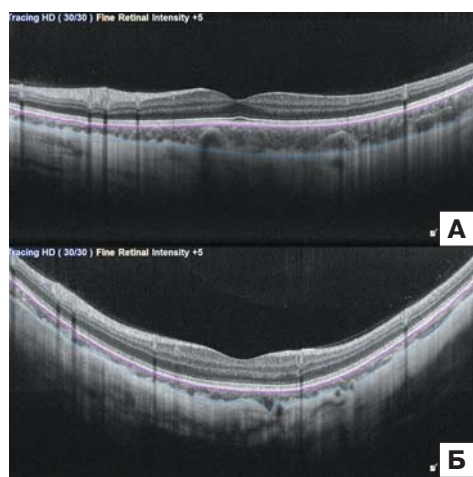


Рис. 1. Толщина сосудистой оболочки: А — у пациента с приобретенной (248 мкм), Б — с врожденной миопией (87 мкм)

Fig. 1. Choroidal thickness: А — in a patient with acquired (248 mm), Б — congenital myopia (87 mm)

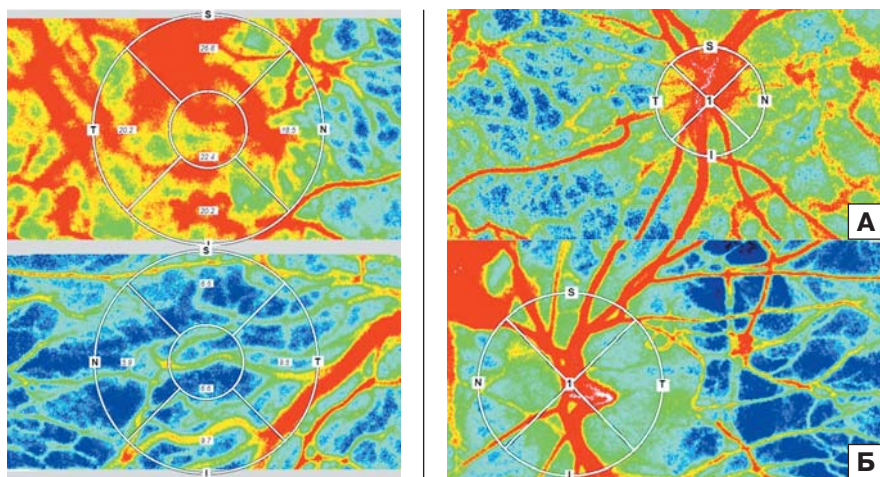


Рис. 2. Карты кровотока, полученные методом лазерной спекл-флоуграфии в области макулы и ДЗН у пациентов с приобретенной (А) и врожденной миопией с наличием задней стафиломы (Б). Цветовая шкала отражает интенсивность кровотока

Fig. 2. The images present blood flow maps obtained by laser speckle flowgraphy in the macular and optic disc areas of patients with acquired myopia (А) and congenital myopia and posterior staphyloma (Б). The color scale reflects blood flow intensity

Таблица 1. Толщина сосудистой оболочки (мкм) до и после БСП в группе с врожденной миопией (группа 1) ($M \pm \sigma$)
Table 1. Choroidal thickness (μm) before and after scleral reinforcement surgery using the Snyder — Thompson technique in patients with congenital myopia (group 1) (Mean $\pm$ SD)

Срок обследования Examination time	n	Central foveal zone (F)	Inner-superior (SI)	Outer-superior (SO)	Inner-nasal (NI)	Outer-nasal (NO)	Inner-inferior (II)	Outer-inferior (IO)	Inner-temporal (TI)	Outer-temporal (TO)
До Before	16	152,8 $\pm$ 66,3	160,5 $\pm$ 65,4	160,4 $\pm$ 73,5	127,6 $\pm$ 60,9	101,4 $\pm$ 49,8	157,7 $\pm$ 71,9	151,3 $\pm$ 79,9	179,8 $\pm$ 65,2	191,3 $\pm$ 78,5
Через 1 мес After 1 month	16	187,9 $\pm$ 80,5	190,1 $\pm$ 79,7	184,0 $\pm$ 79,9	158,7 $\pm$ 76,4	131,3 $\pm$ 64,7	175,6 $\pm$ 68,4	160,6 $\pm$ 75,1	205,8 $\pm$ 76,7	208,3 $\pm$ 79,7
Через 6 мес After 6 months	16	174,9 $\pm$ 88,2	180,2 $\pm$ 81,6	178,1 $\pm$ 77,5	149,1 $\pm$ 76,9	116,1 $\pm$ 64,2	168,3 $\pm$ 78,4	151,0 $\pm$ 80,1	192,1 $\pm$ 79,7	205,1 $\pm$ 76,9
Через 12 мес After 12 months	16	166,1 $\pm$ 83,0	172,4 $\pm$ 81,2	173,3 $\pm$ 77,5	140,4 $\pm$ 59,4	113,6 $\pm$ 59,4	161,8 $\pm$ 73,5	147,7 $\pm$ 74,7	187,7 $\pm$ 80,3	194,6 $\pm$ 68,7

Таблица 2. Толщина сосудистой оболочки (мкм) до и после БСП в группе с приобретенной миопией (группа 2) ($M \pm \sigma$)
Table 2. Choroidal Thickness (μm) before and after scleral reinforcement surgery using the Snyder — Thompson technique in patients with acquired myopia (group 2) (Mean $\pm$ SD)

Срок обследования Examination time	n	Central foveal zone (F)	Inner-superior (SI)	Outer-superior (SO)	Inner-nasal (NI)	Outer-nasal (NO)	Inner-inferior (II)	Outer-inferior (IO)	Inner-temporal (TI)	Outer-temporal (TO)
До Before	26	218,3 $\pm$ 56,9*	228,2 $\pm$ 57,3*	232,6 $\pm$ 56,4	189,1 $\pm$ 61,8*	149,9 $\pm$ 70,2	214,2 $\pm$ 60,6	211,7 $\pm$ 50,5	234,1 $\pm$ 56,4	238,8 $\pm$ 43,1
Через 1 мес After 1 month	26	252,7 $\pm$ 67,3*	261,7 $\pm$ 63,7*	256,1 $\pm$ 55,9	226,5 $\pm$ 70,2*	180,9 $\pm$ 64,8	242,3 $\pm$ 69,3	230,4 $\pm$ 58,7	259,1 $\pm$ 55,4	264,3 $\pm$ 61,9
Через 6 мес After 6 months	26	235,6 $\pm$ 73,1	246,8 $\pm$ 71,3	245,1 $\pm$ 65,1	200,7 $\pm$ 67,6	161,2 $\pm$ 62,7	221,1 $\pm$ 66,2	219,9 $\pm$ 59,8	246,8 $\pm$ 71,6	251,9 $\pm$ 63,0
Через 12 мес After 12 months	26	229,3 $\pm$ 61,4	245,3 $\pm$ 65,3	244,7 $\pm$ 61,2	207,4 $\pm$ 70,3	162,0 $\pm$ 67,4	219,4 $\pm$ 67,2	218,8 $\pm$ 61,0	242,7 $\pm$ 61,4	247,9 $\pm$ 55,7

Примечание. * — различия по сравнению с исходным уровнем статистически значимы ($p < 0,05$).

Note. * — differences compared to baseline are statistically significant ($p < 0.05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ

У пациентов 1-й группы (с врожденной миопией) ТХ и значения показателя MBR в макулярной области до операции составили 152,8 $\pm$ 66,3 мкм (от 43 до 248 мкм) и 28,5 $\pm$ 9,6 у.е. (от 12,6 до 43,7 у.е.), а во 2-й группе (с приобретенной миопией) — 218,3 $\pm$ 56,9 мкм (от 134 до 350 мкм) и 28,5 $\pm$ 8,2 у.е. (от 14,8 до 51 у.е.) соответственно (табл. 1, 2, рис. 3). ТХ у пациентов с врожденной миопией, имеющих более высокие значения рефракции и ПЗО, была ниже в 1,4 раза, чем с приобретенной, при этом среднее значение показателя MBR оказалось одинаковым в обеих группах.

Оценка ТХ до склеропластики по стандартной карте ETDRS диаметром 6 мм в группах 1 и 2 показала следующие результаты: максимальная ТХ определялась в височных сегментах TI, TO (179,8 $\pm$ 65,2 и 191,3 $\pm$ 78,5 мкм; 234,1 $\pm$ 56,4 и 238,8 $\pm$ 43,1 мкм соответственно), а минимальные значения выявлены в носовых сегментах NI и NO (127,6 $\pm$ 60,9 и 101,4 $\pm$ 49,8 мкм; 189,1 $\pm$ 61,8 и 149,9 $\pm$ 70,2 мкм соответственно) (см. табл. 1, 2). Подобное распределение ТХ по секторам совпадает с соответствующими данными литературы, относящимися к детям и взрослым с миопией и эметропией [13], но отличается меньшими значениями. Это связано с нарастающим изменением (уменьшением) калибра крупных и средних сосудов хориоидеи при увеличении длины ПЗО глаза у пациентов с близорукостью, что было отмечено ранее по данным ОКТ [14–16].

Через 1 мес после БСП отмечается увеличение значений ТХ и показателя MBR в макулярной области, которые составили в 1-й группе 187,9 мкм (от 71 до 292 мкм) и 33,5 у.е. (от 8,9 до 51 у.е.), а во 2-й группе — 252,7 мкм (от 154 до 386 мкм)

и 30,7 у.е. (от 15,2 до 48,8 у.е.) соответственно. Таким образом, ТХ увеличилась на 23 % от исходной в 1-й группе и на 16 % во 2-й, MBR — на 17,5 и 8 % соответственно. Через 6 мес после операции ТХ и значения показателя MBR в макулярной области несколько снизились в 1-й группе и составили 174,9 мкм (от 38 до 279 мкм) и 34,6 у.е. (от 10,8 до 56,9 у.е.), а во 2-й группе — 235,6 мкм (от 149 до 417 мкм) и 33,7 у.е. (от 16 до 56,6 у.е.) соответственно. В 1-й группе через 12 мес после БСП ТХ и значения показателя MBR в макулярной области составили 166,1 мкм (от 45 до 264 мкм) и 35,3 у.е. (от 9,7 до 57,4 у.е.),

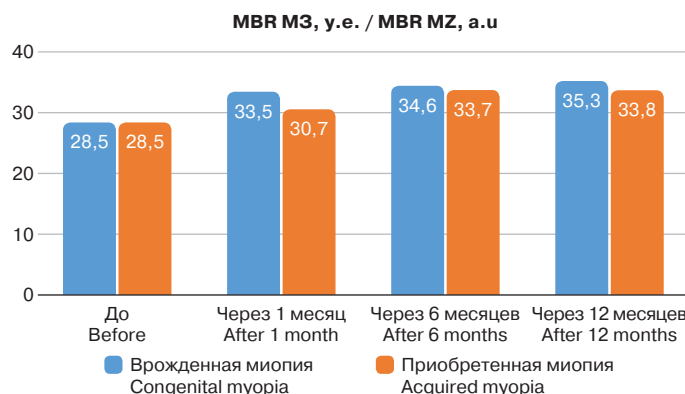


Рис. 3. Показатель кровотока (MBR, у.е.) в макулярной зоне (МЗ) до и после БСП в группах с врожденной и приобретенной миопией
Fig. 3. Blood flow parameter (MBR, a.u.) in the macular zone (MZ) before and after scleral reinforcement surgery in groups with congenital and acquired myopia

а во 2-й группе — 229,3 мкм (от 145 до 393 мкм) и 33,8 у.е. (от 13,9 до 59,3 у.е.) соответственно. Таким образом, через 1, 6, 12 мес после БСП увеличение ТХ и MBR от исходных значений в 1-й и 2-й группах составило: 23 %, 17,5 % и 15,7 %, 8 %; 14,5 %, 21,4 % и 8 %, 18,2 %; 8,7 %, 23,8 % и 5 %, 18,6 % соответственно (см. табл. 1, 2, рис. 3).

Выявлены очевидные различия между группами в интенсивности ответа гемодинамики на склероукрепляющее лечение, в особенности через 1 мес после БСП. Так, в группе с врожденной миопией усиление показателя MBR было в 2,3 раза выше, чем при приобретенной миопии. Это можно объяснить большими изменениями склерального матрикса и соответственно выраженными биомеханическими нарушениями склеральной оболочки, которая при проведении БСП в большей степени поддается уплощению, а также более выраженному укорочению ПЗО глаза (на 0,25 мм — в 1-й группе; на 0,1 мм — во 2-й группе). Полученный эффект уменьшения ПЗО глаза сохраняется и через 6 мес после операции. Обращает на себя внимание практически равное усиление кровотока у пациентов 1-й и 2-й группы к концу срока наблюдения — в 1,24 и 1,2 раза соответственно. Однако в группе с приобретенной миопией отмечается более выраженное (в 1,7 раза), чем при врожденной миопии, усиление показателя MBR через 12 мес относительно результатов через 1 мес. Можно выдвинуть гипотезу о том, что большее истончение ТХ при врожденной миопии вызывает нарушение буферного эффекта по отношению к внутриглазному давлению, в результате, внутриглазное содержимое оказывает более сильное и прямое давление на стенки глазного яблока. Очевидно, ослабление напряжения в оболочках глаза после БСП способствует быстрому и интенсивному заполнению кровеносных сосудов в хориоидее, т. е. восстановлению гемоперфузии [17].

Представляет интерес оценка гемодинамики ДЗН у пациентов с врожденной и приобретенной миопией до БСП и через 1, 6, 12 мес после нее. Выявлено, что значения показателя кровотока (MBR) ДЗН у пациентов 1-й и 2-й группы до операции составили 23,2 и 27,4 у.е. соответственно. В разные сроки после операции отмечалось усиление скорости кровотока в ДЗН в группе с врожденной миопией: на 2,3 у.е. через 1 мес после БСП, с дальнейшим снижением к 6-му и 12-му месяцам наблюдения до исходных значений. В группе с приобретенной миопией динамика MBR имела волнообразные колебания со снижением через 1 мес на 1,3 у.е. и последующим подъемом до исходных значений, т. е. выраженного положительного влияния БСП на кровоток ДЗН не отмечалось. Таким образом, БСП оказывала выраженное влияние на хориоидальный кровоток в обеих исследуемых группах и незначительное — только в группе пациентов с врожденной миопией — на гемодинамику ДЗН (рис. 4).

В настоящее время отмечается увеличение количества пациентов с ЗС, которые чаще всего формируются при врожденной миопии в период ее прогрессирования. По данным F. Liu и соавт. [18], в связи с быстрым ростом заболеваемости миопией ожидается резкое увеличение пациентов с ЗС в будущем. Кроме того, многочисленные исследования показали, что возникновение ЗС тесно связано с морфологическими изменениями глазного дна, сопровождающимися снижением кровотока [19, 20]. В связи с этим особую актуальность приобретает углубленное изучение гемодинамики центральной зоны сетчатки (ТХ, MBR) у пациентов с ЗС. Для этого группу с врожденной миопией мы разделили на две подгруппы: 1а — пациенты с ЗС, 1б — пациенты без ЗС. Несмотря на общий генез близорукости, у пациентов группы 1 при наличии стафилом (1а) отмечались экстремально

высокие значения рефракции (в среднем $15,0 \pm 3,8$ дптр) и ПЗО ($29,4 \pm 1,9$ мм) в отличие от подгруппы без ЗС (1б) — $12,6 \pm 2,0$ и $28,2 \pm 1,5$ мм соответственно. Отмечались также более низкие параметры ТХ в субфовеолярной зоне сетчатки ($108 \pm 65,1$ и $188,6 \pm 44,9$ мкм соответственно), а также MBR ($20,1 \pm 6,0$ и $35,2 \pm 5,8$ у.е. соответственно) (рис. 5, 6).

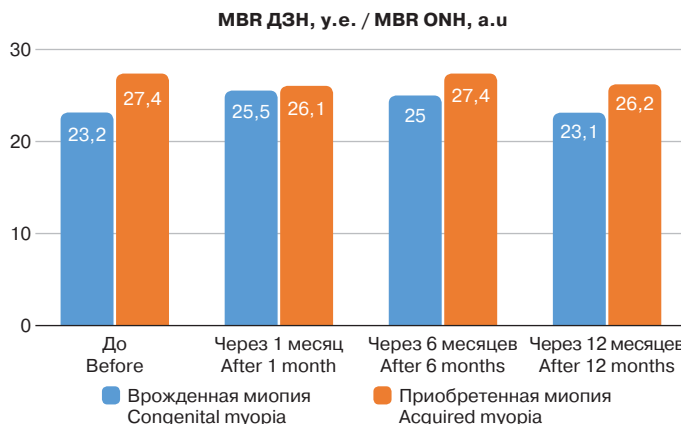


Рис. 4. Динамика показателя кровотока (MBR, у.е.) в ДЗН до и после БСП в группах с врожденной и приобретенной миопией

Fig. 4. Dynamics of blood flow parameter (MBR, a.u.) in the optic disc before (ONH) and after scleral reinforcement surgery in groups with congenital and acquired myopia

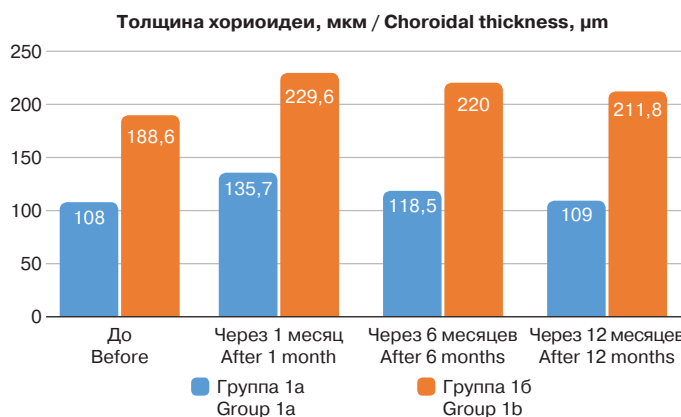


Рис. 5. ТХ в группе пациентов с врожденной миопией с наличием ЗС (1а) и без нее (1б)

Fig. 5. Choroidal thickness in the congenital myopia group with posterior staphyloma (1a) and without it (1b)

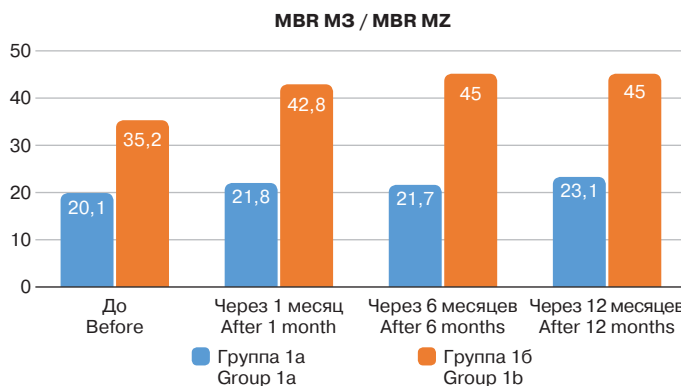


Рис. 6. MBR в макулярной зоне в группе с врожденной миопией с наличием ЗС (1а) и без нее (1б) до и после БСП

Fig. 6. MBR in the macular zone in the congenital myopia group with (1a) and without (1b) posterior staphyloma before and after scleral reinforcement surgery

Кроме того, обращает на себя внимание меньший диапазон значений TX и MBR в подгруппе 1а: от 43 до 198 мкм и от 12,6 до 27,3 у.е. соответственно. В подгруппе 1б эти значения колебались от 125 до 248 мкм и от 30,3 до 43,7 у.е. соответственно. Таким образом, исходные значения кровенаполнения сосудов хориоидеи (TX) и состояния кровотока (MBR) в макулярной зоне в подгруппе 1а были снижены по сравнению с подгруппой 1б в 1,7 и 1,8 раза соответственно, что необходимо учитывать при оценке изменений данных показателей после БСП. Более выраженные изменения параметров гемодинамики у пациентов с ЗС, вероятно, играют ключевую роль в патогенезе данной патологии. Полученные данные согласуются с концепцией, согласно которой снижение хориоидального кровотока приводит к гипоксии и нарушению трофики склеральной ткани. Это, в свою очередь, запускает каскад патологических процессов, включающий трансформацию фибробластов, усиленную деградацию внеклеточного матрикса и нарушение синтеза коллагена. Указанные изменения приводят к прогрессирующему ухудшению биомеханических свойств склеры, создавая патогенетическую основу для эктазии заднего полюса и осевого удлинения глазного яблока [18].

При измерении TX и MBR до и после операции через 1, 6 и 12 мес у пациентов с врожденной миопией в подгруппах 1а и 1б были получены следующие результаты: увеличение исследуемых показателей в подгруппе 1а составило 27,7, 10,5, 1 мкм и 1,7, 1,6, 3,0 у.е., а в подгруппе 1б — 41, 31,4, 23,2 мкм и 7,6, 9,8, 9,8 у.е. соответственно, т. е. у пациентов с врожденной миопией без ЗС в отдаленные сроки наблюдения выявлено более длительно сохраняющееся улучшение показателей TX и MBR, чем в группе с ЗС (см. рис. 5, 6).

Оценка гемодинамики ДЗН при врожденной и приобретенной миопии не выявила положительного влияния БСП на кровоток. Изучение показателя MBR для ДЗН в подгруппах группы 1 показало, что при врожденной миопии со стафиломами усиление кровотока было незначительным — в среднем на 0,7 у.е. во все сроки после операции. В подгруппе без ЗС усиление кровотока отмечалось через 1 и 6 мес после БСП на 3,6 и 2,5 у.е. соответственно, с последующим снижением значений MBR ниже исходных к концу срока наблюдения.

ВЫВОДЫ

1. Измерение TX и MBR у пациентов с врожденной миопией, имеющих более высокие значения рефракции ($13,5 \pm 3,0$ дптр) и длины ПЗО ($28,9 \pm 1,8$ мм), показало достоверное ($p < 0,05$) уменьшение (в 1,4 раза) TX по сравнению с приобретенной, при этом показатель MBR был одинаковым в обеих группах.

2. В группе с приобретенной миопией, в которой среднее значение TX до операции превышало данный показатель у пациентов с врожденной миопией, отмечено наибольшее суммарное увеличение TX после БСП по всем сегментам (в 1,4 раза).

3. У пациентов с врожденной миопией и ЗС отмечается наиболее выраженное снижение кровенаполнения сосудов хориоидеи и кровотока в макулярной области. У пациентов с врожденной миопией без ЗС в отдаленные сроки после БСП отмечено более длительно сохраняющееся улучшение показателей TX и MBR.

4. БСП оказывает выраженное влияние на кровоток центральной зоны сетчатки в обеих исследуемых группах и незначительно стимулирует гемодинамику ДЗН только в группе с врожденной миопией.

Литература/References

- Ng DSC, Lai TYY. Insights into the global epidemic of high myopia and its implications. *JAMA Ophthalmol.* 2022; 140 (2): 123–4. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2021.5347
- Тарутта Е.П. Патогенетически обоснованная система диагностики, прогнозирования, профилактики и склерореконструктивного лечения патологической миопии. *Российская педиатрическая офтальмология.* 2008; (1): 25–7. [Tarutta E.P. Pathogenetically based system of diagnosis, prognosis, prevention and sclero-reconstructive treatment of pathological myopia. *Russian pediatric ophthalmology.* 2008; (1): 25–7 (In Russ.)].
- Li Y, Zhou Y, Wang C, et al. Advances in OCT imaging in myopia and pathologic myopia. *Diagnostics (Basel).* 2022; 12 (6): 1418. doi: 10.3390/diagnostics12061418
- Liu W, Liu Y, Min Y. A comparative analysis of the impact of posterior scleral reinforcement on fundus morphological changes in high myopia. *Asian J Surg.* 2024. doi: 10.1016/j.asjsur.2024.11.079
- Snyder AA, Thompson FB. A simplified technique for surgical treatment of degenerative myopia. *Am J Ophthalmol.* 1972; 74 (2): 273–7. doi: 10.1016/0002-9394(72)90544-2
- Тарутта Е.П., Иомдина Е.Н., Кружкова Г.В., Маркосян Г.А. Отдаленные результаты склерореконструктивного лечения прогрессирующей миопии. *Российский офтальмологический журнал.* 2011; 4 (1): 71–5. [Tarutta E.P., Iomdina E.N., Kruzhkova G.V., Markosyan G.A. Long-term results of sclero-reconstructive treatment of progressive myopia. *Russian ophthalmological journal.* 2011; 4 (1): 71–5 (In Russ.)].
- Тарутта Е.П. Хирургическая профилактика прогрессирования миопии. Показания и методы. *Рефракционная хирургия и офтальмология.* 2002; (3): 29–32. [Tarutta E.P. Surgical prevention of myopia progression. Indications and methods. *Refraktsionnaya khirurgiya i oftal'mologiya.* 2002; (3): 29–32 (In Russ.)].
- Moriyama M, Ohno-Matsui K, Hayashi K, et al. Topographic analyses of shape of eyes with pathologic myopia by high-resolution three-dimensional magnetic resonance imaging. *Ophthalmology.* 2011; 118 (8): 1626–37. doi: 10.1016/j.ophtha.2011.01.018
- Yan YN, Wang YX, Yang Y, et al. Ten-year progression of myopic maculopathy: the Beijing Eye Study 2001–2011. *Ophthalmology.* 2018; 125 (8): 1253–63. doi: 10.1016/j.ophtha.2018.02.007
- Guo X, Xiao O, Chen Y, et al. Three-dimensional eye shape, myopic maculopathy, and visual acuity: the Zhongshan Ophthalmic Center–Brien Holden Vision Institute High Myopia Cohort Study. *Ophthalmology.* 2017; 124 (5): 679–87. doi: 10.1016/j.ophtha.2016.12.038
- Ohno-Matsui K, Jonas JB. Posterior staphyloma in pathologic myopia. *Prog Retin Eye Res.* 2019; 70: 99–109. doi: 10.1016/j.preteyeres.2018.11.002
- Nie F, Ouyang J, Tang W, et al. Posterior staphyloma is associated with the microvasculature and microstructure of myopic eyes. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2021; 259 (8): 2119–30. doi: 10.1007/s00417-021-05131-1
- Jiang Z, Lin T, Lin A, et al. Coefficient of spatial variance of choroidal thickness on swept-source optical coherence tomography in healthy eyes. *Int Ophthalmol.* 2024; 44 (1): 318. doi: 10.1007/s10792-024-03218-2
- Астахов Ю.С., Белехова С.Г. Толщина хориоидеи при миопии различной степени. *Офтальмологические ведомости.* 2013; 6 (4): 34–8. [Astrakhov Yu.S., Belekova S.G. Choroidal thickness in myopia of varying degrees. *Oftal'mologicheskie vedomosti.* 2013; 6 (4): 34–8 (In Russ.)].
- Аветисов С.Э., Будзинская М.В., Жабина О.А. и др. Анализ изменений центральной зоны глазного дна при миопии по данным флюоресцентной ангиографии и оптической когерентной томографии. *Вестник офтальмологии.* 2015; 131 (4): 38–48. [Avetisov S.E., Budzinskaya M.V., Zhabina O.A., et al. Analysis of changes in the central fundus zone in myopia according to fluorescein angiography and optical coherence tomography. *Vestnik oftal'mologii.* 2015; 131 (4): 38–48 (In Russ.)].
- Егоров Е.А., Эскина Э.Н., Гветадзе А.А. и др. Морфометрические особенности глазного яблока у пациентов с близорукостью и их влияние на зрительные функции. *РМЖ. Клиническая офтальмология.* 2015; 15 (4): 186–90. [Egorov E.A., Eskina E.N., Gvetadze A.A., et al. Morphometric features of the eyeball in patients with myopia and their impact on visual functions. *RMJ. Clinical ophthalmology.* 2015; 15 (4): 186–90 (In Russ.)].
- Barteselli G, Lee SN, El-Emam S, et al. Macular choroidal volume variations in highly myopic eyes with myopic traction maculopathy and choroidal neovascularization. *Retina.* 2014; 34 (5): 880–9. doi: 10.1097/IAE.000000000000015
- Liu F, Wang Y, Niu L, et al. Characteristics of retina, choroid, and retrobulbar blood flow in myopes with posterior staphyloma using ultra-widefield OCTA and CDI. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2025; 66 (3): 21. doi: 10.1167/iovs.66.3.21
- Maruko I, Iida T, Sugano Y, et al. Morphologic analysis in pathologic myopia using high-penetration optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2012; 53 (7): 3834–8. doi: 10.1167/iovs.11-8457
- Zhou LX, Shao L, Xu L, et al. The relationship between scleral staphyloma and choroidal thinning in highly myopic eyes: the Beijing Eye Study. *Sci Rep.* 2017; 7 (1): 9825. doi: 10.1038/s41598-017-10129-z

Вклад авторов в работу: Е.П. Тарутта, Г.А. Маркосян — разработка концепции и дизайна исследования, написание статьи; С.В. Милаш — сбор и анализ данных; В.Н. Папян — сбор и анализ данных, написание статьи.

Authors' contribution: E.P. Tarutta, G.A. Markosyan — development of the concept and design of the study, writing of the article; S.V. Milash — data collection and analysis; V.N. Papyan — data collection and analysis, writing of the article.

Поступила: 17.12.2025. Переработана: 19.12.2025. Принята к печати: 19.12.2025

Originally received: 17.12.2025. Final revision: 19.12.2025. Accepted: 19.12.2025

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

Елена Петровна Тарутта — д-р мед. наук, профессор, начальник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргномики, ORCID 0000-0002-8864-4518

Гаянэ Айказовна Маркосян — д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргномики, ORCID 0000-0002-2841-6396

Сергей Викторович Милаш — канд. мед. наук, старший научный сотрудник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргномики, ORCID 0000-0002-3553-9896

Виолетта Николаевна Папян — аспирант отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргномики, ORCID 0009-0008-8646-7141

Для контактов: Виолетта Николаевна Папян,
violettapapyan@gmail.com

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia

Elena P. Tarutta — Dr. of Med. Sci., professor, head of the department of refractive pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics, ORCID 0000-0002-8864-4518

Gayane A. Markosyan — Dr. of Med. Sci., leading researcher of the department of refractive pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics, ORCID 0000-0002-2841-6396

Sergey V. Milash — Cand. of Med. Sci., senior researcher of the department of refractive pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics, ORCID 000-0002-3553-9896

Violetta N. Papyan — PhD student of the department of refractive pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics, ORCID 0009-0008-8646-7141

For contacts: Violetta N. Papyan,
violettapapyan@gmail.com