



<https://doi.org/10.34883/PI.2026.16.1.016>
УДК 616.716.78/3-001-06-079.1-08]-616.8



Агзамова С.С. ✉, Янгиева С.А., Мирбабаева Ф.А.

Ташкентский государственный медицинский университет, Ташкент, Узбекистан

Сравнительный анализ результатов ультразвукового исследования регионарного глазного кровотока у пациентов с закрытой травмой органа зрения

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: все авторы внесли существенный вклад в написание статьи.

Подана: 19.01.2026

Принята: 09.02.2026

Контакты: dyly@mail.ru

Резюме

Введение. При повреждениях зрительного нерва, а также при тяжелых, осложненных повреждениях органа зрения у пациентов с травмами средней зоны лица (СЗЛ) развитие травматической оптической нейропатии (ТОН) в 50% случаев может явиться причиной слепоты и слабовидения.

Цель. Изучить состояние регионарной гемодинамики сетчатки и зрительного нерва при закрытых травмах органа зрения в раннем и позднем посттравматическом периоде для определения тяжести постконтузионных изменений.

Материалы и методы. Под наблюдением находились 110 пациентов с наличием офтальмологических осложнений при травмах СЗЛ. По срокам полученной травмы пациенты разделены на 2 группы: I группа – 75 пациентов, обратившихся в раннем периоде (до недели), II группа – 35 пациентов, обратившихся в поздний срок (более недели – до 2 лет). В контрольную группу вошли 38 лиц без травм глаз и сопутствующей офтальмопатологии.

Результаты и заключение. Выявленное уменьшение скорости кровотока в центральной артерии сетчатки и задних коротких цилиарных артериях констатирует дефицит кровотока в ретинальных и хориоидальных сосудах уже в первые сутки после травмы, что негативно влияет на нейроны сетчатки и зрительный нерв. Рост скорости гемодинамики в глазничной артерии, скорее всего, имеет компенсаторный характер замедления гемодинамики в более мелких сосудах.

Ключевые слова: гемодинамика, травматическая оптическая нейропатия, травма органа зрения

Agzamova S.✉, Yangieva S., Mirbabaeva F.
Tashkent State Medical University, Tashkent, Uzbekistan

Comparative Analysis of the Results of Ultrasonic Study of Regional Ocular Blood Flow in Patients with Closed Eye Trauma

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: all authors made a significant contribution to writing the article.

Submitted: 19.01.2026

Accepted: 09.02.2026

Contacts: dyly@mail.ru

Abstract

Introduction. In case of damage to the optic nerve, as well as in case of severe, complicated damage to the visual organ in patients with midface injuries (MFI), the development of traumatic optic neuropathy (TON) in 50% of cases can cause blindness and low vision.

Purpose. To study the state of regional hemodynamics of the retina and optic nerve in closed injuries of the organ of vision in the early and late post-traumatic period to determine the severity of post-concussion changes.

Materials and methods. 110 patients with ophthalmological complications in MZF injuries were observed. According to the time of injury, patients were divided into 2 groups: group I – 75 patients who applied in the early period (up to a week), group II – 35 patients who applied in the late period (more than a week to 2 years). The control group included 38 individuals without eye injuries and concomitant ophthalmopathy.

Results and conclusion. The revealed decrease in blood flow velocity in the CRA and PSCA indicates a deficiency of blood flow in the retinal and choroidal vessels already in the first day after injury, which negatively affects the retinal neurons and the optic nerve. The increase in hemodynamic velocity in the OA most likely has a compensatory nature to the slowdown in hemodynamics in smaller vessels.

Keywords: hemodynamics, traumatic optic neuropathy, eye injury

■ ВВЕДЕНИЕ

По данным статистического отдела Министерства здравоохранения Республики Узбекистан и авторов из Узбекистана, в структуре первичной инвалидности, слепоты и слабовидения повреждения органа зрения находятся на третьем месте (16–18%) после глаукомы и дегенеративных изменений глаза [2, 4, 5, 10, 13]. Из всех травм челюстно-лицевого скелета, сопряженных с травмами органа зрения и его придаточного аппарата, травма орбиты составляет 13–36% случаев [8, 12].

Среди травм средней зоны лица (СЗЛ) 40% составляют переломы орбиты, причем половина из них – нижней стенки [10]. Наиболее высокий процент встречаемости переломов стенок орбиты – до 64% – наблюдается при травмах скулоорбитального



комплекса (СОК), которые в 48% случаев сопровождаются травмами глазного яблока (ранения, контузии) [1, 6, 7, 9].

При повреждениях зрительного нерва, а также при тяжелых, осложненных повреждениях органа зрения у пациентов с травмами средней зоны лица (СЗЛ) развитие травматической оптической нейропатии (ТОН) в 50% случаев может явиться причиной слепоты и слабовидения [1, 5, 7, 13]. Для травматических атрофий зрительного нерва характерно прогрессирующее течение – 80% случаев [1].

Основную роль в снижении зрения и посттравматической атрофии зрительного нерва играют нарушения гемодинамики зрительного нерва и сетчатки [5]. Травмы зрительного нерва при ЧМТ достигают 5%, при травмах СЗЛ – 11,2% [1, 3, 11].

Во всем мире проводится ряд научных исследований, направленных на повышение эффективности хирургического лечения пациентов с сочетанными травмами органа зрения и предотвращение возникающей в результате ТОН. В связи с этим весьма актуален и оправдан поиск новых исследований, направленных на раннее выявление, разработку алгоритмов диагностики и лечения сочетанных скулоорбитальных повреждений, профилактику осложнений, предупреждение наступления инвалидности и полной утраты зрения, эффективную реабилитацию совместно с челюстно-лицевыми хирургами и другими смежными специалистами.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучить состояние регионарной гемодинамики сетчатки и зрительного нерва при закрытых травмах органа зрения в раннем и позднем посттравматическом периоде для определения тяжести постконтузионных изменений.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Под наблюдением находились 110 пациентов (110 глаз) с наличием офтальмологических осложнений при травмах СЗЛ. Критериями включения пациентов в исследование являлись травматическая оптическая нейропатия и травматические повреждения стенок орбиты с различным сроком давности травмы.

По срокам полученной травмы пациенты были разделены на 2 группы: в I группу включены 75 пациентов (75 глаз) – 74,8%, обратившихся в раннем периоде (до недели), во II группу – 35 пациентов (35 глаз) – 25,2%, обратившихся в поздний срок (более недели – 2 лет). В контрольную группу вошли 38 лиц (76 глаз) без травм глаз и сопутствующей соматической офтальмопатологии. Возраст пациентов составил 18–45 лет, средний возраст – $31,2 \pm 7,6$ года.

Пациентам проведена ультразвуковая офтальмо-доплерография (УЗОДГ) сосудов глаза на ультразвуковой системе экспертного класса Philips HD11XE в стандартном положении пациента лежа с использованием линейного датчика, при частоте излучения 4 и 8 МГц в непрерывном (или импульсном) режиме.

Гемодинамические характеристики определяли в глазничной артерии (ГА), в центральной артерии сетчатки (ЦАС), в задних коротких цилиарных артериях (ЗКЦА).

Среднестатистические показатели скорости кровотока в ГА в норме составляют: V_{syst} – от 32,7 см/с до 37,3 см/с, V_{diast} – от 8,3 см/с до 9,2 см/с.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследование кровотока в первые сутки после травмы в I группе выявило статистически достоверное увеличение Vsyst в ГА ($39,32 \pm 1,7$ см/с) в сравнении с контрольной группой ($33,4 \pm 1,55$ см/с) и со вторым глазом ($31,7 \pm 1,8$ см/с), у пациентов II группы Vsyst в ГА – $41,59 \pm 1,9$ см/с (табл. 1). Достоверных изменений Vdiast и RI в ГА не констатировано ни в одной группе.

Изучение гемодинамики в ЦАС в 1–3-и сутки после госпитализации показало статистически достоверное уменьшение Vsyst и Vdiast во II группе в сравнении с контрольной группой. Vsyst и Vdiast в ЦАС в I группе были недостоверно меньше в сравнении с контрольной группой (табл. 1). Изменений RI и гемодинамики в ЦАС второго глаза в группах не выявлено.

Констатировано достоверное уменьшение Vsyst в ЗКЦА поврежденного глаза во II группе в сравнении с контрольной группой и со вторым глазом. В I группе также отмечена тенденция к снижению скорости кровотока в сравнении с контрольной группой ($p > 0,05$) (табл. 1).

Через 7–9 суток после травмы Vsyst в ГА травмированного глаза в I группе ($36,24 \pm 1,9$ см/с) зафиксирована большей в сравнении с контрольной группой ($32,3 \pm 1,76$ см/с) и со вторым глазом ($31,5 \pm 1,3$ см/с) (табл. 2). Статистически достоверное повышение Vsyst в ГА в сравнении с контрольной группой и вторым глазом осталось во II группе ($37,53 \pm 1,61$ см/с) ($p < 0,05$).

В ЦАС в этом периоде в обеих группах выявлены невысокие значения Vsyst ($10,1 \pm 1,68$ см/с – I группа; $8,74 \pm 1,55$ см/с – II группа) и Vdiast ($2,49 \pm 0,53$ см/с – I группа; $2,7 \pm 0,38$ см/с – II группа) в сравнении с контрольной группой ($10,12 \pm 1,02$ см/с).

Таблица 1
Средние показатели гемодинамики в сосудах глаза у пациентов через 1–3 суток после травмы СОК
Table 1
Average ocular hemodynamic parameters in patients 1-3 days after injury to associated orbital bone structures

Параметры кровотока	I группа (n=150)		II группа (n=70)		Контрольная группа (n=76)
	Травмированный глаз (n=75)	Парный глаз (n=75)	Травмированный глаз (n=35)	Парный глаз (n=35)	
ГА					
Vsyst, см/с	39,32±1,7*	31,7±1,8	41,59±1,9*	34,9±1,9	33,4±1,55
Vdiast, см/с	12,89±1,09	9,9±1,6	12,89±1,78	11,03±1,9	11,03±2,0
RI	0,68±0,05	0,67±0,04	0,64±0,03	0,69±0,02	0,70±0,05
ЦАС					
Vsyst, см/с	9,01±1,10	11,1±1,25	7,88±1,33*	9,87±1,63	11,31±0,9
Vdiast, см/с	2,33±0,5	2,7±0,35	2,2±0,41*	2,9±0,5	3,0±0,29
RI	0,71±0,03	0,74±0,05	0,75±0,06	0,76±0,05	0,76±0,05
ЗКЦА					
Vsyst, см/с	11,9±1,44	14,7±0,48	12,1±0,87*	12,5±0,57	15,03±1,3
Vdiast, см/с	4,01±05	4,28±0,8	3,55±0,63	4,2±0,31	4,11±1,4
RI	0,68±0,05	0,72±0,01	0,66±0,05	0,69±0,06	0,68±0,05

Примечания: n – число глаз; * $p < 0,05$ – достоверность относительно показателей контрольной группы.



Таблица 2
Средние показатели гемодинамики в сосудах глаза у пациентов через 7–9 суток после обращения
Table 2
Average ocular hemodynamic parameters in patients 7–9 days after presentation

Параметры кровотока	I группа (n=150)		II группа (n=70)		Контрольная группа (n=76)
	Травмированный глаз (n=75)	Парный глаз (n=75)	Травмированный глаз (n=35)	Парный глаз (n=35)	
ГА					
Vsyst, см/с	36,24±1,9*	31,5±1,3	37,53±1,61*	32,3±1,76	33,4±1,55
Vdiast, см/с	11,59±0,99	9,3±1,9	11,79±1,98	11,04±1,73	11,03±2,0
RI	0,69±0,05	0,67±0,04	0,66±0,03	0,68±0,02	0,70±0,05
ЦАС					
Vsyst, см/с	10,1±1,68	11,7±1,2	8,74±1,55*	10,12±1,02	11,31±0,9
Vdiast, см/с	2,49±0,53	2,7±0,38	2,39±0,41*	3,5±0,5	3,0±0,29
RI	0,71±0,06	0,75±0,05	0,75±0,06	0,71±0,05	0,76±0,05
ЗКЦА					
Vsyst, см/с	12,1±1,44	14,1±0,4	11,8±0,83*	11,8±0,61	15,03±1,3
Vdiast, см/с	4,01±0,5	4,1±0,63	3,68±0,61	4,0±0,44	4,11±1,4
RI	0,68±0,05	0,70±0,01	0,68±0,05	0,69±0,06	0,68±0,05

Примечания: n – число глаз; * p<0,05 – достоверность относительно показателей контрольной группы.

Vsyst и Vdiast в ЦАС травмированного глаза достоверно меньше в сравнении со вторым глазом (Vsyst – 10,12±1,02 см/с, Vdiast – 3,5±0,5 см/с) (табл. 2). Гемодинамика в ЗКЦА констатировала нормализацию Vsyst в обеих группах (12,1±1,44 см/с – I группа, 11,8±0,83 см/с – II группа).

Таблица 3
Показатели гемодинамики в сосудах глаза у пациентов с переломами СОК через 14 суток после обращения
Table 3
Ocular hemodynamic parameters in patients with orbital fractures 14 days after presentation

Параметры кровотока	I группа (n=150)		II группа (n=70)		Контрольная группа (n=76)
	Травмированный глаз (n=75)	Парный глаз (n=75)	Травмированный глаз (n=35)	Парный глаз (n=35)	
ГА					
Vsyst, см/с	33,71±1,8*	31,1±1,93	34,26±1,81*	31,3±1,5	33,4±1,55
Vdiast, см/с	10,4±1,55	9,85±1,73	11,24±2,0	11,01±1,61	11,03±2,0
RI	0,70±0,02	0,67±0,04	0,68±0,03	0,68±0,02	0,70±0,05
ЦАС					
Vsyst, см/с	11,3±1,79	11,4±1,7	9,71±1,83*	10,1±1,02	11,31±0,9
Vdiast, см/с	2,68±0,13	2,53±0,36	2,11±0,41*	3,72±0,6	3,0±0,29
RI	0,71±0,05	0,73±0,06	0,75±0,06	0,72±0,06	0,76±0,05
ЗКЦА					
Vsyst, см/с	13,91±1,4	14,8±0,35	12,81±0,95*	13,9±0,92	15,03±1,3
Vdiast, см/с	4,58±0,6	4,35±0,66	3,75±0,6	4,7±0,5	4,11±1,4
RI	0,68±0,06	0,70±0,01	0,68±0,04	0,68±0,04	0,68±0,05

Примечания: n – число глаз; * p<0,05 – достоверность относительно показателей контрольной группы.

Таблица 4
Показатели гемодинамики в сосудах глаза у пациентов с переломами СОК через 1 месяц после обращения
Table 4
Ocular hemodynamic parameters in patients with orbital fractures 1 month after presentation

Параметры кровотока	I группа (n=150)		II группа (n=70)		Контрольная группа (n=76)
	Травмированный глаз (n=75)	Парный глаз (n=75)	Травмированный глаз (n=35)	Парный глаз (n=35)	
ГА					
Vsyst, см/с	31,51±1,7*	31,9±2,1	34,11±1,61*	32,7±1,91	33,4±1,55
Vdiast, см/с	9,41±1,97	9,75±1,98	10,83±1,56	10,74±1,82	11,03±2,0
RI	0,70±0,02	0,68±0,05	0,68±0,04	0,70±0,04	0,70±0,05
ЦАС					
Vsyst, см/с	11,33±1,55	11,6±1,4	9,85±1,87*	10,1±1,02	11,31±0,9
Vdiast, см/с	2,74±0,25	2,31±0,21	2,07±0,51*	3,64±0,6	3,0±0,29
RI	0,70±0,06	0,74±0,05	0,75±0,06	0,73±0,06	0,76±0,05
ЗКЦА					
Vsyst, см/с	13,51±1,33	14,8±0,98	12,77±0,97*	13,9±0,97	15,03±1,3
Vdiast, см/с	4,08±0,58	4,55±0,73	3,87±0,6	4,8±0,8	4,11±1,4
RI	0,68±0,05	0,70±0,04	0,67±0,04	0,69±0,05	0,68±0,05

Примечания: n – число глаз; * p<0,05 – достоверность относительно показателей контрольной группы.

Через 2 недели констатировали восстановление гемодинамики до нормы в ГА и ЦАС в I группе, во II группе Vsyst в ГА (34,26±1,81 см/с) оставалась выше второго глаза (31,3±1,5 см/с) и в сравнении с контрольной группой (33,4±1,55 см/с) (табл. 3).

Показатели гемодинамики в ЦАС II группы и в ЗКЦА обеих групп достоверно не отличались от результатов второго глаза и контрольной группы.

Через 1 месяц констатировали восстановление гемодинамики до норм во всех сосудах (табл. 4).

Уменьшение ЛСК в ЦАС (9,01±1,10; 7,88±1,33) и ЗКЦА (11,9±1,44; 12,1±0,87) констатирует дефицит кровотока в ретинальных и хориоидальных сосудах в первые сутки после травмы в зависимости от тяжести контузии глаза, что негативно влияет на нейроны сетчатки и зрительный нерв. Рост скорости гемодинамики в ГА (39,32±1,7; 41,59±1,9), скорее всего, имеет компенсаторный характер замедления гемодинамики более мелких сосудов.

УЗИ гемодинамики сосудов глаза в виде дуплексного сканирования и импульсной доплерографии – высокоинформативный метод диагностики нарушений гемодинамики сосудов глаза при переломах СОК.

■ **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Актуальна ранняя диагностика ТОН доплерографией ЗКЦА и ЦАС, кровоснабжающих зрительный нерв. Региональный кровоток в ГА, ЦАС, ЗКЦА при травмах СОК выявил посттравматические нарушения гемодинамики глаза различной степени выраженности, что требует полной коррекции этих изменений.

Выявленное уменьшение скорости кровотока в ЦАС и ЗКЦА констатирует дефицит кровотока в ретинальных и хориоидальных сосудах уже в первые сутки после



травмы, что негативно влияет на нейроны сетчатки и зрительный нерв. Рост скорости гемодинамики в ГА, скорее всего, имеет компенсаторный характер замедления гемодинамики в более мелких сосудах.

Интенсивность хориоретинальной микроциркуляции снижалась в ГА на 13,2%, в ЦАС на 17,4% и в ЗКЦА на 16,8%. Это подтверждалось увеличением RI в ГА на 5,4%, в ЦАС на 4,1% и в ЗКЦА на 4,2% и снижением КИ на 2,5% от исходного уровня, что указывает на прогрессирование хориоретинального ишемического процесса и дальнейшего прогрессирования ТОН.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Agzamova S.S. Improving the diagnosis and treatment of ophthalmological complications in zygomatico-orbital injuries. *Ophthalmology. Eastern Europe*. 2021;11(3):311–320.
2. Amosov V.I., Speranskaya A.A., Lukina O.V. Use of multispiral computed tomography (MSCT) in ophthalmology. *Oftalmologicheskie vedomosti*. 2008;1(3):54–59.
3. Ashmarin M.P. Restoration of the inferior orbital wall through access through the maxillary sinus. *Bulletin of Otolaryngology*. 2000;6:32.
4. Balashova P.M., Gololobov V.T., Kozina E.V. et al. Posttraumatic enucleation of the eyeball among the adult population of the Krasnoyarsk Territory. *Pacific Medical Journal*. 2016;61(3):36–39.
5. Bedretinov A.N. *Changes in regional hemodynamics, functional state of the retina and optic nerve in the early stages of closed eye injury* (PhD thesis). Moscow, 2018; 28 p.
6. Kotelin I.V. *Injuries to the eye, orbit and optic nerve, combined with traumatic brain injury: Clinical presentation, MRI diagnostics, treatment* (PhD thesis). Moscow, 2014; 25 p.
7. Kutrovskaya N.Yu. *Ophthalmological diagnostics and treatment tactics of cranio-orbital injuries in the acute period of traumatic brain injury* (PhD thesis). Moscow, 2011; 23 p.
8. Lutsevich E.E., Alkhumidi K. Modern aspects of diagnostics and treatment of orbital fractures. *Bulletin of ophthalmology*. 2013;129(6):89–95.
9. Nikolaenko V.P. On the variety of injuries to the inferior orbital wall. *Ophthalmological news*. 2012;1:98–109.
10. Agzamova S.S., Yangieva N.R., Tuychibaeva D.M., Abbaskhanova N.Kh. The state and dynamics of disability due to closed eye injuries among the adult population of the Republic of Uzbekistan. *Ophthalmology. Eastern Europe*. 2025;15(1):53–59. <https://doi.org/10.34883/Pl.2025.15.1.017>
11. Rizaev J.A., Agzamova S.S., Yuldashov S.A. Improvement of Surgical Treatment with Combined Sculoorbital Injuries. *Global Journal of Medical Research: J Dentistry & Otolaryngology*. 2020;20(1):13–16. <http://doi.org/10.34257/GJMRJVOL20I51PG13>
12. Taylor H. The global issue of vision loss and what we can do about it. *Asia Pac. J. Ophthalmol (Phila.)*. 2016;5(2):95–96.
13. Tuychibaeva D.M. Main Characteristics of the Dynamics of Disability Due to Glaucoma in Uzbekistan. *Ophthalmology. Eastern Europe*, 2022;12.2:195–204. (in Russian). <https://doi.org/10.34883/Pl.2022.12.2.027>
14. Emanuelli E. et al. Post-traumatic optic neuropathy: our surgical and medical protocol. *Eur. Arch. Otorhinolaryngol*. 2015;272(11):3301–3309.