

БИОХИМИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЕРЕДНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ГЛАЗА ПОСЛЕ ХИМИЧЕСКИХ ОЖОГОВ

Бахритдинова Ф. А.¹, Билалов Э. Н.², Миррахимова С. Ш.³, Нарзикулова К. И.⁴, Назирова С. Х.⁵, Оралов Б. А.⁶

1. Доктор медицинских наук, профессор кафедры офтальмологии Ташкентской медицинской академии, bakhritdinova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3255-9859>
2. Доктор медицинских наук, профессор. Заведующий кафедрой офтальмологии Ташкентской медицинской академии. dr.ben58@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3484-1225>
3. Доктор медицинских наук, доцент, проректор Ташкентской военно-медицинской академии, mirrakhimova@mail.ru, +998902850880, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0842-7028>
4. Доктор медицинских наук, доцент кафедры офтальмологии Ташкентской медицинской академии, kumri78@mail.ru, +998909614300, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-6395-0730>.
5. Кандидат медицинских наук, доцент кафедры офтальмологии Ташкентской медицинской академии, saodat.nazirova62@gmail.com, +998946045698, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4128-6864>
6. PhD, ассистент кафедры офтальмологии Ташкентской медицинской академии, ohangaro@gmail.com, +998901109665, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8548-5753>

Аннотация. Актуальность. Химические ожоги глаз являются значительной клинической проблемой, способной серьезно повлиять на зрение и качество жизни пациентов. Исследования указывают на необходимость разработки эффективных методов лечения и профилактики. В США ежегодно регистрируется около 15,865 новых случаев, подчеркивая важность этой проблемы. **Цель исследования.** Определить эффективность фотодинамической терапии (ФДТ) с использованием импульсного красного лазера и применения Висипина в лечении химических ожогов глаз различной этиологии и степени тяжести. **Материалы и методы.** В исследовании участвовали 60 пациентов (60 глаз) с I, II и III степенями тяжести ожогов, обследованных в период 2020–2023 гг. на базе Ташкентской Медицинской Академии. В зависимости от терапии, пациенты были разделены на три группы: контрольную, I основную (получавших ФДТ) и II основную (получавших ФДТ и Висипин). **Результаты и заключение.** Лечение привело к значительному снижению симптомов у всех пациентов. Во II основной группе длительность пребывания в стационаре сократилась до 7 дней, а в I основной до 8,5 дней. Биохимические изменения слезной жидкости показали снижение уровней оксида азота (NO) и малондиальдегида (МДА), что указывает на уменьшение окислительного стресса и воспаления. Добавление ФДТ и Висипина к традиционной терапии значительно улучшает исходы лечения химических ожогов глаз, сокращая длительность лечения и снижая риск осложнений. Результаты подтверждают необходимость дальнейшего изучения и внедрения данных методов в клиническую практику.

Ключевые слова: химические ожоги глаз, буферная система глаза, биохимические показатели слезной жидкости, перекисное окисление липидов.

Для цитирования:

Бахритдинова Ф. А., Билалов Э. Н., Миррахимова С. Ш., Нарзикулова К. И., Назирова С. Х., Оралов Б. А. Биохимические маркеры восстановления передней поверхности глаза после химических ожогов. Передовая офтальмология. 2024; 8(2):19-25.

BIOCHEMICAL MARKERS OF RESTORATION OF THE ANTERIOR SURFACE OF THE EYE AFTER CHEMICAL BURNS

Baxritdinova F. A.¹, Bilalov E. N.², Mirrakhimova S. Sh.³, Narzikulova K. I.⁴, Nazirova S. H.⁵, Oralov B. A.⁶

1. Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Ophthalmology of the Tashkent Medical Academy, bakhritdinova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3255-9859>
2. Doctor of Medical Sciences, Professor. Head of the Department of Ophthalmology, Tashkent Medical Academy. dr.ben58@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3484-1225>
3. Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, vice-rector of the Tashkent Military Medical Academy, mirrakhimova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0842-7028>
4. Doctor of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Ophthalmology of the Tashkent Medical Academy, kumri78@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6395-0730>.
5. PhD, Associate Professor, Department of Ophthalmology, Tashkent Medical Academy, saodat.nazirova62@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4128-6864>
6. PhD, Assistant, Department of Ophthalmology, Tashkent Medical Academy, ohangaro@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8548-5753>

Annotation. Relevance. Chemical burns to the eye are a significant clinical problem that can seriously affect patients' vision and quality of life. Research points to the need to develop effective treatment and prevention methods. In the United States, approximately 15,865 new cases are reported annually, highlighting the importance of this problem. **Purpose of the study.** To determine the effectiveness of photodynamic therapy (PDT) using a pulsed red laser and the use of Vixipin in the treatment of chemical eye burns of various etiologies and severity. **Materials and methods.** The study involved 60 patients (60 eyes) with I, II and III degrees of burn severity, examined in the period 2020–2023. on the basis of the Tashkent Medical Academy. Depending on the therapy, patients were divided into three groups: control group, main group I (who received PDT) and main group II (who received PDT and Vixipin). Results and conclusion. Treatment resulted in a significant reduction in symptoms in all patients. In the second main group, the duration of hospital stay was reduced to 7 days, and in the first main group to 8.5 days. Biochemical changes in tear fluid showed decreased levels of nitric oxide (NO) and malondialdehyde (MDA), indicating decreased oxidative stress and inflammation. The addition of PDT and Vixipin to traditional therapy significantly improves the outcome of treatment of chemical eye burns, reducing the duration of treatment and reducing the risk of complications. The results confirm the need for further study and implementation of these methods in clinical practice.

Key words: chemical burns of the eyes, buffer system of the eye, biochemical parameters of tear fluid, lipid peroxidation.

For citation:

Bakhritdinova F. A., Bilalov E. N., Mirrahimova S.Sh., Narzikulova K. I., Nazirova S.Kh., Oralov B. A. Biochemical markers of restoration of the anterior surface of the eye after chemical burns. *Advanced ophthalmology*. 2024; 8(2):19-25.

KIMYOVIY KUYISHDAN KEYIN KO'Z OLD YUZASINI TIKLANISHNING BIOKIMYOVIY MARKERLARI

Baxritdinova F. A.¹, Bilalov E. N.², Mirrahimova S. Sh.³, Narziqulova K. I.⁴,
Nazirova S. X.⁵, Oralov B. A.⁶

1. Tibbiyot fanlari doktori, Oftalmologiya kafedrası professori, Toshkent tibbiyot akademiyasi, bakhritdinova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3255-9859>
2. Tibbiyot fanlari doktori, professor, Oftalmologiya kafedrası mudiri, Toshkent tibbiyot akademiyasi, dr.ben58@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3484-1225>
3. Tibbiyot fanlari doktori, dosent, Toshkent harbiy tibbiyot akademiyasi prorektori, mirrahimova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0842-7028>
4. Tibbiyot fanlari doktori, Oftalmologiya kafedrası dosenti, Toshkent tibbiyot akademiyasi, kumri78@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6395-0730>
5. Tibbiyot fanlari nomzodi, Oftalmologiya kafedrası dosenti, Toshkent tibbiyot akademiyasi, saodat.nazirova62@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4128-6864>
6. PhD, Oftalmologiya kafedrası assistenti, Toshkent tibbiyot akademiyasi, ohangaro@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8548-5753>

Annotatsiya. Dolzarbligi. Ko'zning kimyoviy kuyishi bemorlarning ko'rish qobiliyatiga va hayot sifatiga jiddiy ta'sir ko'rsatadigan muhim klinik muammodir. **Tadqiqot maqsadi.** Samarali davolash va oldini olish usullarini ishlab chiqish zarurligini ko'rsatadi. AQSh da har yili taxminan 15 865 ta yangi holat qayd etiladi, bu esa ushbu muammoning muhimligini ta'kidlaydi. **Tadqiqot maqsadi.** Impulsli qizil lazer yordamida fotodinamik terapiya (FDT) samaradorligini aniqlash va turli xil etiologiyalar va zo'raonlikdagi kimyoviy ko'z kuyishlarini davolashda Viksipinni qo'llash. **Materiallar va usullar.** Tadqiqotda 2020–2023 yillar davomida tekshirilgan I, II va III darajali kuyish darajasiga ega 60 nafar bemor (60 ko'z) ishtirok etdi. Toshkent tibbiyot akademiyasi negizida. Terapiyaga qarab, bemorlar uchta guruhga bo'lingan: nazorat guruhi, asosiy guruh I (FDT olganlar) va asosiy guruh II (FDT va Viksipin olganlar). **Natijalar va xulosa.** Davolash barcha bemorlarda simptomlarning sezilarli darajada pasayishiga olib keldi. Ikkinchi asosiy guruhda kasalxonada qolish muddati 7 kungacha, birinchi asosiy guruhda esa 8,5 kungacha qisqartirildi. Ko'z yoshi suyuqligidagi biokimyoviy o'zgarishlar azot oksidi (NO) va malondialdegid (MDA) darajasining pasayishini ko'rsatdi, bu oksidlovchi stress va yallig'lanishning kamayganligini ko'rsatadi. FDT va Viksipinning an'anaviy terapiyaga qo'shilishi ko'zning kimyoviy kuyishini davolash natijasini sezilarli darajada yaxshilaydi, davolanish muddatini qisqartiradi va asoratlar xavfini kamaytiradi. Natijalar ushbu usullarni qo'shimcha o'rganish va klinik amaliyotga tatbiq etish zarurligini tasdiqlaydi.

Kalit so'zlar: ko'zning kimyoviy kuyishi, ko'zning bufer tizimi, ko'z yoshi suyuqligining biokimyoviy ko'rsatkichlari, lipid peroksidatsiyasi.

Iqtibos uchun:

Baxritdinova F. A., Bilalov E. N., Mirrahimova S.Sh., Narziqulova K. I., Nazirova S. X., Oralov B. A. Kimyoviy kuyishdan keyin ko'zning old yuzasini tiklanishning biokimyoviy markerlari. *Ilg'or oftalmologiya*. 2024; 8(2):19-25.

Актуальность. Химические ожоги глаз представляют собой значительную клиническую проблему, которая может привести к серьезным

последствиям для зрения и качества жизни пациентов. Исследования последних десятилетий, такие как работы Cestmir C., Vladimir H.

(2016), Бахритдинова Ф. А. (2019), подчеркивают сложность и многообразие клинических подходов к лечению химических ожогов глаз, а также необходимость адекватного реагирования на такие травмы [1,3]. По данным Schrage N. et al. (2011), ежегодно в Соединенных Штатах регистрируется в среднем 15,865 новых случаев химических ожогов глаз, что указывает на значительную распространенность данного вида травм [6].

Быстрая и адекватная оценка степени поражения, как указано в классификации Roper-Hall и Dua et al., является критически важной для определения стратегии лечения и прогнозирования исходов заболевания [2, 4]. Среди основных вызовов в лечении химических ожогов глаз выделяются немедленное промывание пораженной области, борьба с воспалением, стимулирование репарации поверхности глаза, а также реконструкция при наличии дефицита стволовых клеток лимба [5].

Современные подходы к лечению включают использование амниотической мембраны, культивированных эпителиальных клеток лимба, а также различные методы трансплантации стволовых клеток, которые демонстрируют обнадеживающие результаты в восстановлении функции глаза после химических ожогов [6, 7, 8]. Однако, несмотря на достижения в лечении, профилактика химических ожогов глаз и обучение первой помощи при таких травмах остаются первостепенными задачами общественного здравоохранения.

Материалы и методы. В период 2020–2023 гг. на базе многопрофильной клиники Ташкентской Медицинской Академии совместно с экстренным офтальмомикрохирургическим отделением Клинической Больницы Скорой Медицинской Помощи было обследовано 60 пациентов (60 глаз) с химическими ожогами глаз I, II и III степени тяжести кислотной и щелочной этиологии по Международному классификацию болезней 10 версии (МКБ-10): T26.5-T.26–9. Возраст пациентов варьировал от 18 до 60 лет и составил в среднем $49,2 \pm 28,5$ лет.

Критерием исключения из исследования послужила IV степень химического ожога глаз, наличие поражения других частей тела, кроме ожогов век, сопутствующие заболевания такие как назальный птеригиум II и III степени, возрастные деструктивные изменения стекловидного тела, гипертоническая ангиопатия, возрастная незрелая катаракта, сухая форма макулярной дегенерации.

В зависимости от проводимой терапии пациенты разделены на три однородные группы. В первой (контрольной) группе пациенты с ожогами получали традиционную терапию по офтальмологическим стандартам, включающую антибактериальную терапию, НПВС, мидриатики, анестетики и препараты, стимулирующие регенерацию, витаминотерапию.

Пациенты второй (I основная) группы на основе традиционной терапии получали ФДТ с использованием импульсного красного лазера в диапазоне 630 нм, с мощностью 5 Вт, в разработанных терапевтических дозах 300 мДж/см², на аппарате АЛТ «Восток» (Республика Узбекистан) в течение 3 минут один раз в день. При этом длительность импульса составила 220 нс, частота 1500 Гц. Длительность лечения составила 7–10 дней в зависимости от тяжести ожога. В качестве фотосенсибилизатора был использован суправитальный краситель – 1% водный раствор метиленового синего (Methylenum coeruleum), который закапывался непосредственно перед проведением лазерного облучения по 1 капле в конъюнктивальную полость.

Пациентам третьей (II основная) группы наряду с терапией I основной группы был добавлен препарат Висипин – глазные капли по 1 капле x 3 раза в день в пораженный глаз, в течение 10 дней. Висипин является комбинированным препаратом, в состав которого, наряду с основным действующим веществом – метилэтилпиридинол гидрохлоридом (являющимся антигипоксантом и антиоксидантом) входит еще и гиалуронат натрия и циклодекстрин (стимулируют репарацию эпителия бульбарной конъюнктивы и роговицы).

Пациентам проводились стандартные общие методы исследования переднего сегмента с помощью щелевой лампы и биохимические исследования антиоксидантной активности слезной жидкости. Степень химического ожога определялся в соответствии с классификациями В. А. Пучковской (2002 г.) и Roper-Hall – Dua. Разрешение Национального этического комитета МЗ РУз № 23/2 от 08.05.2014 г. Все пациенты подписали информированное согласие на лечение и обследование. Все процедуры выполнялись в соответствии с этическими нормами ответственного комитета по правам человека (Хельсинкская декларация 2000 год) [2]. Информированное согласие для сбора слезной жидкости и проведения ФДТ было получено от всех пациентов, включенных в исследование.

Все статистические анализы были выполнены с использованием программного пакета Statistica 10 (Statsoft, USA). Значения $P < 0,05$ считались статистически значимыми.

Результаты исследования. Гиперемия кожи век была замечена у 12 пациентов, а образование волдырей – в 4 случаях. Сосудистые патологии, приводящие к дистрофии пораженной ткани глаза, выявлялись при ожогах 2 и 3 степени. Ишемия области лимба и расширение, и искривление сосудов конъюнктивы были наиболее частыми изменениями переднего сегмента глаза. Некроз кожи век и поражение склеры не были замечены ни в одном случае. Частичный некроз конъюнктивы удалили у 4 пациентов с III степенью ожога.

Таблица 1. Биохимические показатели слезной жидкости пациентов до лечения по степени химического ожога (M±m)

Группы	Показатели					
	СОД (nmol/ml)	КТ (nmol/ml)	МДА (nmol/ml)	NO (nmol/ml)	ONOO- (nmol/ml)	pH
Контрольная группа (n=12)	6,79±0,26	0,17±0,01	1,49±0,09	3,53±0,14	0,037±0,003	7,18±0,04
Кислотный ожог (n=37)						
1 степень (n=9)	4,50±0,15	0,24±0,02*	3,35±0,14*	4,94±0,28	0,19±0,07	7,08±0,04
2 степень (n=17)	3,89±0,15	0,18±0,01	4,42±0,12*	6,47±0,14	0,24±0,08	6,97±0,03
3 степень (n=11)	3,24±0,18*	0,14±0,01	6,58±0,21**	7,44±0,19*	0,34±0,02**	6,91±0,04*
Щелочной ожог (n=23)						
1 степень (n=8)	3,49±0,16	0,17±0,01	4,31±0,21*	7,24±0,21*	0,29±0,03*	7,28±0,05
2 степень (n=8)	2,89±0,24*	0,13±0,02#	5,74±0,28*#	7,45±0,29*	0,34±0,02*	7,38±0,06*
3 степень (n=7)	2,52±0,17*#	0,11±0,01*#	7,86±0,29*#	8,60±0,27*#	0,43±0,02**	7,43±0,05*

Примечание: СОД = супероксиддисмутаза; КТ = каталаза; МДА = малондиальдегид; NO = оксид азота; ONOO- = пероксинитрит; pH = кислотность. * p<0,05 – контрольная группа; # p<0,05 – кислотные ожоги; ^ p<0,05 – 2 степени ожога

Гиперемия лимбальной зоны отмечалась в 63 случаях, а значимые мелкие эрозии роговицы или легкий отек поверхностных слоев были зафиксированы у 25 пациентов.

После лечения наблюдалось значительное снижение симптомов. Гиперемия кожи век и образование волдырей уменьшились до нуля. Сосудистые изменения, связанные с дистрофией, также испытали улучшение, особенно при ожогах 2 и 3 степеней. Некроз конъюнктивы после лечения не наблюдался. У большинства пациентов гиперемия лимбальной зоны и эрозии роговицы значительно уменьшились, что указывает на успех терапии. При ожогах I и II степени улучшение состояния было настолько заметным, что гиперемия конъюнктивы заметно уменьшилась уже на 5–6 сутки во II основной группе. Исчезновение перифокального отека роговицы и полное восстановление чувствительности лимбальной зоны произошли в среднем на 3–4 и 5–6 сутки соответственно. У пациентов с III степенью ожога эпителий полностью покрыл дефект роговицы к 6–7 суткам, а явления гиперемии конъюнктивы исчезли в течение 4–6 суток.

В результате лечения длительность пребывания пациентов в стационаре сократилась, в среднем, до 7 койко-дней во II основной группе и до 8,5 койко-дней в I основной группе. Это свидетельствует о высокой эффективности применяемой терапии и её способности ускорять регенерацию и восстановление поврежденных тканей глаза.

В контексте этих результатов становится особенно актуальным анализ биохимических показателей слезной жидкости, которые могут служить важными индикаторами в диагностике и мониторинге состояния пациентов с химическими ожогами глаз. Как показано в таблице 1, выявлено, что степень тяжести химического

ожога находится в прямой зависимости от уровня оксида азота (NO) и малондиальдегида (МДА) в слезной жидкости (СЖ) пациентов: по мере повышения содержания NO и МДА в 2–3 степенях кислотного ожога наблюдается прогрессирование процесса 1,83 и 2,10 раза чем контрольной группе, а в щелочном ожоге 2,11 и 2,44 раза соответственно.

Было определено что щелочные ожоги усиливают синтеза NO в роговице 1,24 раза сильнее чем кислотные. Эти наблюдения показывают, что при этих состояниях в глазном поверхностно накапливается побочные продукты перекисного окисления липидов. Было определено что пораженная глазная поверхность продуцируют локально NO.

Во 2 таблице можно увидеть уникальные закономерности распределения NO и MDA при ожогах. Чрезмерное количество как NO, так и MDA во всех группах с ожогом подтверждает гипотезу о том, что окислительное повреждение играет важную роль в этом заболевании.

Кроме того, хотя пациенты с кислотными и щелочными ожогами часто имеют схожие клинические симптомы, их образцы NO и MDA отличаются друг от друга, причем MDA коррелирует с слабо фиброзными изменениями при кислотных ожогах, а NO нет.

Было обнаружено что реактивный альдегид, то есть MDA, по-разному проявляется в пораженных глазах (кислотные и щелочных ожогах). Учитывая тот факт, что во всех группах до лечения показатели были сильно положительными в отношении MDA, в кислотных ожогах MDA было повышено 3,22 раза чем контрольной группы, а в щелочном ожоге 3,95 раза.

У всех пациентов наблюдается возрастание уровня MDA, на фоне снижения активности

Таблица 2. Биохимические показатели слезной жидкости пациентов с химическими ожогами глаз до лечения по группам учитывая этиологического фактора (M±m)

Группы		Показатели					
		СОД (nmol/ml)	КТ (nmol/ml)	МДА (nmol/ml)	NO (nmol/ml)	ONOO (nmol/ml)	pH
Контрольная группа практически здоровых (n=12)		6,79±0,26	0,17±0,01	1,49±0,09	3,53±0,14	0,04±0,003	7,18±0,04
Кислотный ожог (n=37)	Группа сравнения (n=13)	3,88±0,19*	0,18±0,01	4,69±0,41*	6,38±0,28*	0,26±0,02*	7,0±0,03
	I основная группа (n=12)	3,86±0,25*	0,19±0,02	4,76±0,40*	6,28±0,41*	0,25±0,02*	6,96±0,05
	II основная группа (n=12)	3,79±0,20*	0,18±0,02	4,96±0,38*^	6,51±0,29*^	0,26±0,02*	6,98±0,03
Щелочной ожог (n=23)	Группа сравнения (n=7)	2,89±0,22*	0,13±0,02*#^	5,92±0,58*#	7,91±0,34*#	0,37±0,03*	7,39±0,06*
	I основная группа (n=8)	3,25±0,21*	0,16±0,02	5,46±0,50*	7,39±0,29*	0,32±0,03*	7,34±0,06*
	II основная группа (n=8)	2,79±0,27*#	0,13±0,02*#^	6,28±0,70*#^	7,90±0,36*#^	0,37±0,03*	7,35±0,06*

Примечание: СОД = супероксиддисмутаза; КТ = каталаза; МДА = малондиальдегид; NO = оксид азота; ONOO- = пероксинитрит; pH = кислотность. * p<0,05 – контрольная группа; # p<0,05 – кислотные ожоги; ^ p<0,05 – I основная группа.

каталазы (КТ), супероксиддисмутаза (СОД) и дисбаланса в системе перекисного окисления липидов/антиоксидантной защиты крови. Во всех 3 группах при кислотном ожоге СОД в среднем 1,77 раза уменьшился, а в щелочном 2,29 раза. А КТ ощутимо снизился в среднем на 18% в щелочном ожоге.

Таким образом, повышенное производство NO имеет цитотоксические эффекты, и считается мощным окислителем. Наши данные отчетливо демонстрируют, что NO способствует окислительному стрессу, воспалению и неоваскуляризации роговицы после щелочных ожогов. Поэтому ингибирование активности NO является потенциальной стратегией предотвращения повреждения роговицы после химических ожогов.

Значения кислотности слезы рефлекторной продукции до лечения контрольной группе варьировали в диапазоне 7,05–7,30; в среднем кислотность составила 7,18±0,04 ед. pH. При этом в I основной группе – этот показатель был в диапазоне 6,97–7,06; в среднем кислотность составила 7,00±0,03 ед. pH.

Кислотность слезы в II основном группе варьировала от 6,80 до 7,05, в среднем 6,98±0,03 ед. pH. pH слезной жидкости во всех группах пациентов был ближе к pH нейтральной среды. Вариация этого показателя была практически неразличима в трех группах кислотного ожога.

У пациентов с щелочными ожогами до лечения, кислотность в среднем составляла 7,36 ± 0,06,

Таблица 3. Биохимические показатели слезной жидкости пациентов с химическими ожогами глаз после лечения по группам учитывая этиологического фактора (M±m)

Группы		Показатели					
		СОД (nmol/ml)	КТ (nmol/ml)	МДА (nmol/ml)	NO (nmol/ml)	ONOO (nmol/ml)	pH
Кислотный ожог (n=37)	Группа сравнения (n=13)	5,16±0,19*	0,14±0,01	2,61±0,41*	4,35±0,28*	0,12±0,02*	7,10±0,03
	I основная группа (n=12)	5,51±0,20	0,19±0,02	2,10±0,36	4,02±0,39	0,09±0,02	7,07±0,05
	II основная группа (n=12)	6,38±0,20^	0,21±0,02	1,55±0,34^	3,86±0,28	0,06±0,01	7,17±0,03
Щелочной ожог (n=23)	Группа сравнения (n=7)	4,31±0,22*#	0,15±0,02	3,25±0,57*#	5,62±0,34*	0,26±0,03*	7,29±0,05
	I основная группа (n=8)	4,65±0,21	0,16±0,02	2,90±0,49*	5,14±0,28#	0,19±0,03#	7,24±0,05
	II основная группа (n=8)	5,54±0,26^	0,19±0,02	2,29±0,58	4,38±0,33#^	0,16±0,03#	7,15±0,05

Примечание: СОД = супероксиддисмутаза; КТ = каталаза; МДА = малондиальдегид; NO = оксид азота; ONOO- = пероксинитрит; pH = кислотность. * p<0,05 – контрольная группа; # p<0,05 – кислотные ожоги; ^ p<0,05 – I основная группа.

Таблица 4. Биохимические показатели слезной жидкости пациентов с химическими ожогами глаз до лечения по группам (M±m)

Кислотные ожоги + Щелочные ожоги до лечения						
№	СОД	КТ	МДА	NO	ONOO	pH
Контрольная группа (n=12)	6,79±0,26	0,17±0,01	1,49±0,09	3,53±0,14	0,037±0,003	7,18±0,04
Группа сравнения (n=20)	3,53±0,18*	0,16±0,01	5,13±0,35*	6,91±0,27*	0,29±0,02*	7,14±0,05
I основная группа (n=20)	3,62±0,18*	0,18±0,01	5,04±0,31*	6,72±0,29*	0,28±0,02*	7,11±0,06
II основная группа (n=20)	3,39±0,19*	0,16±0,01	5,49±0,38*	7,06±0,27*	0,30±0,02*	7,13±0,05
Кислотные ожоги + Щелочные ожоги после лечения						
№	СОД	КТ	МДА	NO	ONOO	pH
Группа сравнения (n=20)	4,86±0,17*	0,14±0,01	2,83±0,33*	4,79±0,25*	0,17±0,02*	7,17±0,03
I основная группа (n=20)	5,17±0,17*	0,18±0,01	2,42±0,29	4,47±0,28	0,13±0,02	7,14±0,04
II основная группа (n=20)	6,04±0,18#	0,20±0,01	1,85±0,31#^	4,07±0,22	0,09±0,02#^	7,16±0,03

Примечание: СОД = супероксиддисмутаза; КТ = каталаза; МДА = малондальдегид; NO = оксид азота; ONOO- = пероксинитрит; pH = кислотность. * p<0,05 – контрольная группа; # p<0,05 – группа сравнения; ^ p<0,05 – I основная группа.

то есть слабощелочную среду и этот показатель составляя в среднем 5%, указывает на переход из обычной нейтральной среды в патологическую сторону.

В таблице 3 показано, что динамика метаболических параметров слезной жидкости под воздействием лечения свидетельствует об изменениях показателей стабильных метаболитов оксида азота. Так, их высокие значения снижались в 1,47 раза в группе сравнения, 1,56 раза в I и в 1,69 раза – во II основной группе при кислотных ожогах. Этот же показатель при щелочных ожогах имело место 1,41/1,44/1,80 раза соответственно.

В таблице 4, несмотря на такие положительные сдвиги, эти значения достоверно превышали показатели практически здоровых лиц в 1,36 и 1,26, а также 1,15 раза, соответственно в группах больных, леченных традиционным методом, фотодинамической терапией (ФДТ) и комбинированным применением ФДТ и Вискипина. Таким образом, низкая активность СОД в слезной жидкости при лечении ожога глаз ФДТ достоверно возросла в 1,43 раза (p<0,05), но при применении ее с вискипином – в 1,78 раза (p<0,05), и была выше значений группы сравнения в 1,24 раза.

Анализ активности каталазы на локальном уровне в процессе комплексного лечения ожога глаз показало самую выраженную тенденцию к ее активизации у больных II основной группы.

В обеих основных группах активность фермента КТ даже несколько превосходила показатели практически здоровых лиц. Такая активизация КТ в СЖ способствовала более выраженному обезвреживанию перекисных радикалов, что проявлялось снижением уровня МДА.

Уровень МДА в СЖ снизился в 2,09 и 2,97 раза относительно значений до лечения в основных группах. Несмотря на такие положительные сдвиги, значения уровня МДА все еще статистически достоверно превышали значения практически

здоровых лиц в 1,89, 1,62 и 1,24 раз, соответственно во всех трех группах, что свидетельствует о сохранении деструктивных процессов в глазу.

К 7 суткам лечения кислотность (pH) СЖ практически не изменилась в группах. Результаты были близки к показателям практически здоровых лиц.

Выводы. Исследование выявило, что добавление фотодинамической терапии (ФДТ) с использованием импульсного красного лазера и применение Вискипина к традиционной терапии значительно улучшает исходы лечения химических ожогов глаз. После лечения длительность пребывания пациентов в стационаре сократилась до 7 койко-дней во II основной группе и до 8,5 койко-дней в I основной группе, свидетельствуя о высокой эффективности этих методов.

Биохимические изменения слезной жидкости показали, что уровни оксида азота (NO) и малондальдегида (МДА) снижаются после лечения, что указывает на уменьшение окислительного стресса. В частности, перед лечением уровень МДА в слезной жидкости при кислотных ожогах был повышен в 3,22 раза по сравнению с контрольной группой, а после лечения этот показатель снизился до 1,54 раза, что свидетельствует о снижении липидного перекисидирования и улучшении антиоксидантной защиты.

Снижение уровня NO после лечения на 1,47 раза в группе сравнения, 1,56 раза в I основной группе и 1,69 раза во II основной группе при кислотных ожогах демонстрирует уменьшение воспалительного процесса и цитотоксического воздействия оксида азота на поврежденные ткани глаза.

Эти данные подтверждают, что комплексное применение ФДТ и Вискипина в сочетании с традиционным лечением способствует более быстрой регенерации и восстановлению функции глаза, уменьшает продолжительность лечения

и снижает риск осложнений, связанных с химическими ожогами глаз. Таким образом, результаты исследования обосновывают необходимость

дальнейшего изучения и внедрения данных методов в клиническую практику для улучшения исходов у пациентов с подобными травмами.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Bakhritdinova F.A., Mirrakhimova S.Sh., Narzikulova K. I., Oralov B. A. Dynamics of cytological parameters of the conjunctiva in the course of a complex treatment of eye burns using a low-intensity laser radiation. *The EYE Glaz*. 2019; 3: 7–11 (In Russian). <https://doi.org/10.33791/2222-4408-2019-3-7-11>
2. Bakhritdinova, F. A., et al. «The assessment of lacrimal film condition in patients with dry eye syndrome during therapy.» *Russian ophthalmological journal* 12.4 (2019): 13–18. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2019-12-4-13-18>
3. Bizrah M, Yusuf A, Ahmad S. An update on chemical eye burns. *Eye (Lond)*. 2019 Sep;33(9):1362–1377. <https://doi.org/10.1038/s41433-019-0456-5>
4. Cejková J, Stípek S, Crkovská J, Ardan T, Midelfart A. Reactive oxygen species (ROS)-generating oxidases in the normal rabbit cornea and their involvement in the corneal damage evoked by UVB rays. *Histol Histopathol*. 2001 Apr;16(2):523–33. <https://doi.org/10.14670/HH-16.523>
5. Friedstat J, Brown DA, Levi B. Chemical, Electrical, and Radiation Injuries. *Clin Plast Surg*. 2017 Jul;44(3):657–669. <https://doi.org/10.1016/j.cps.2017.02.021>
6. Narzikulova K.I., Bakhritdinova F. A., Mirrakhimova S. S., Oralov B. A. Development and evaluation of the effectiveness of photodynamic therapy in inflammatory diseases of the ocular surface // *Ophthalmology journal*. – 2020. – Vol. 13. – N. 3. – P. 55–65 (In Russian). <https://doi.org/10.17816/OV33828>
7. Soleimani M, Naderan M. Management Strategies of Ocular Chemical Burns: Current Perspectives. *Clin Ophthalmol*. 2020 Sep 15;14:2687–2699. <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S235873>
8. Xue-Jun G., Xian L., Ying-Ying CH., Yao Z., Man X., Xiao-Jian H. et al Involvement of NADPH oxidases in alkali burn-induced corneal injury / *International Journal of Molecular Medicine*. –2016. -№ 38. –P. 75–82. <https://doi.org/10.3892/ijmm.2016.2594>.