

DOI: <https://doi.org/10.51922/2074-5044.2023.4.127>А. Р. Сидорович¹, Т. А. Имшенецкая², В. В. Рубис¹

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ФАКТОРАХ, АССОЦИИРОВАННЫХ С НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ РЕЗУЛЬТАТОМ У ПАЦИЕНТОВ С ПРОНИКАЮЩИМ РАНЕНИЕМ ГЛАЗНОГО ЯБЛОКА И НАЛИЧИЕМ ВНУТРИГЛАЗНОГО ИНОРОДНОГО ТЕЛА

УЗ «10-я городская клиническая больница»¹

Государственное учреждение образования

«Белорусская медицинская академия последипломного образования»²

Представлен аналитический обзор современной литературы, посвященной изучению факторов, ассоциированных с неблагоприятным функциональным результатом у пациентов с проникающим ранением глазного яблока и наличием внутриглазного инородного тела. В большинстве исследований у пациентов с проникающим ранением и наличием внутриглазного инородного тела была установлена статистически значимая связь конечной низкой максимально корригируемой остроты зрения и таких ключевых факторов, как отслойка сетчатки, эндофтальмит, гемофтальм, относительный афферентный зрачковый дефект. Данные об ассоциации с функциональным исходом таких факторов, как длина и локализация раневого отверстия внутриглазного инородного тела, его конечная локализация, объем, масса и скорость попадания в глазное яблоко были противоречивы, что указывает на необходимость проведения дополнительных комплексных исследований с учетом гетерогенности патогенетических механизмов травматического повреждения глазного яблока. Своевременное установление вероятности неблагоприятного исхода позволит усовершенствовать тактику персонализированного лечения пациентов с проникающим ранением глазного яблока.

Ключевые слова: травма глазного яблока, проникающее ранение глазного яблока, внутриглазное инородное тело, неблагоприятный функциональный результат.

A. Sidarovich, T. Imshenetskaya, V. Rubis

CURRENT CONCEPTS ON FACTORS ASSOCIATED WITH POOR VISUAL OUTCOME IN THE PATIENTS WITH PENETRATING OCULAR INJURIES WITH A RETAINED INTRAOCULAR FOREIGN BODY

An analytical review of modern literature on the problem of penetrating ocular injuries with a retained intraocular foreign body is presented. The statistically significant relationship between the final low visual acuity and such key factors as retinal detachment, endophthalmitis, hemophthalmus and relative afferent pupillary defect in most studies was established. The association between the functional outcome of a penetrating injury of the eyeball and such factors as the length and localization of the wound of the intraocular foreign body, its final localization, volume, mass and speed of entry into the eyeball was contradictory. This indicates the need for additional comprehensive studies, taking into account heterogeneity, pathogenetic mechanisms of traumatic damage to the eyeball. Timely determination of the probability of an unfavorable outcome will make it possible to identify a risk group and improve the tactics of personalized treatment of patients with penetrating wounds of the eyeball.

Key words: ocular trauma, penetrating ocular injure, retained intraocular foreign body, poor visual outcome.

Актуальность проблемы диагностики и лечения пациентов с открытой травмой глазного яблока (ГЯ) определяется преимущественным поражением лиц молодого трудоспособного возраста и высоким риском развития первичной инвалидности [5, 12]. Согласно данным различных источников около 14–20% монокулярной слепоты связано с травмой ГЯ [5]. Количество энуклеаций ГЯ вследствие посттравматических осложнений остается достаточно высоким и проводится с частотой от 1–2% до 18% [40]. В современных военных конфликтах частота повреждений органа зрения по данным различных авторов достигает 4,8–10% и сопровождается наличием внутриглазного инородного тела (ВГИТ) в 59,8% случаев [2].

В 2002 и 2008 г Kuhn F. и Schimdt G.W. предложили две независимые модели для определения вероятной конечной максимально корригируемой остроты зрения (МКОЗ) у пациентов с открытой травмой ГЯ, однако у пациентов с ВГИТ их прогностическая значимость не установлена [42, 45]. Проводилось изучение некоторых отдельных факторов и обстоятельств травмы, ассоциированных с послеоперационным функцио-

Материал и методы

Осуществлен поиск литературных источников, включая опубликованные в рецензируемых журналах, индексируемых в pubmed, scopus, РИНЦ. Проведен анализ 48 статей, посвященных проблемам травматического повреждения ГЯ с наличием ВГИТ.

Результаты и обсуждение

Одной из наиболее часто используемых моделей для оценки вероятности сохранения зрения для закрытых и открытых травм ГЯ является шкала оценки травмы глаза (Ocular trauma score – OTS), предложенная в 2002 году Kuhn F. и соавт. [42]. По данной шкале оцениваются в баллах такие факторы, как исходная МКОЗ, наличие разрыва ГЯ (–23 балла), проникающего повреждения ГЯ (–14 баллов), эндофтальмита (–17 баллов), отслойки сетчатки (–11 баллов), а также относительного аферентного зрачкового дефекта (–10 баллов). Согласно полученной сумме баллов устанавливалась категория OTS и, соответственно, определялась вероятность МКОЗ через 6 месяцев (таблица 1).

Таблица 1. Установление категории OTS и функционального результата через 6 месяцев после травматического повреждения согласно модели [42]

| Сумма баллов | OTS категория | Функциональный результат | | | | |
|--------------|---------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------|---------------|---------|
| | | МКОЗ | | | | |
| | | Отсутствие светоощущения | Светоощущение/ движение руки у лица | 1/200-19/200 | 20/200-19/200 | > 20/40 |
| 0–44 | 1 | 73% | 17% | 7% | 2% | 1% |
| 45–65 | 2 | 28% | 26% | 18% | 13% | 15% |
| 66–80 | 3 | 2% | 11% | 15% | 28% | 44% |
| 81–91 | 4 | 1% | 2% | 2% | 21% | 74% |
| 92–100 | 5 | 0% | 1% | 2% | 5% | 92% |

нальным результатом у пациентов с ВГИТ, однако результаты различных авторов были противоречивы [7, 11, 17–20, 23, 24, 32, 33, 46].

Целью настоящей работы является анализ современных представлений о факторах, ассоциированных с неблагоприятным функциональным результатом у пациентов с проникающим ранением ГЯ и наличием ВГИТ.

У пациентов с открытыми травмами ГЯ, связанными с боевыми действиями, модель OTS предсказала наличие у пациентов светоощущения при выписке с чувствительностью 94,8%, а отсутствие светочувствительности – со специфичностью 100% [36]. Однако в современных исследованиях все чаще упоминается о несоответствии реаль-

ных и прогнозируемых функциональных результатов по шкале OTS. У пациентов с низкими баллами по шкале OTS (категории 1, 2) реальные результаты восстановления зрения были лучше, чем прогнозируемые, что может быть связано с усовершенствованием тактики ведения данных групп [26, 27]. По данным исследовательского многопараметрического анализа 2023 года наблюдалось снижение доли пациентов с отсутствием светоощущения для глаз с категориями OTS 1 (41,8% в сравнении с 74%) и 2 (12,5% в сравнении с 27%) [30]. Некоторые авторы указывают на статистически значимую разницу в прогнозируемой и конечной МКОЗ практически во всех категориях OTS [43].

В 2008 Schimdt G.W. и соавт. была предложена новая модель оценки риска неблагоприятного исхода у пациентов с травмой ГЯ с помощью построения дерева решений для прогнозирования функционального результата – CART (classification and regression tree), в которую вошли относительный афферентный зрачковый дефект, начальная МКОЗ, а также наличие разрыва века и заднее расположение раневого отверстия [45]. При сравнительном исследовании двух моделей (OTS [42] и CART [45]) чувствительность для прогнозирования благоприятного функционального результата составила 97,4% для OTS и 93,5% для CART. Специфичность для прогнозирования неблагоприятного функционального результата (отсутствие светоощущения или энуклеация) составила 100% для OTS и 73,9% для CART [48].

В то же время модели OTS и CART были разработаны для оценки результатов у пациентов с открытой травмой ГЯ в целом, не учитывали особенности травматического повреждения ГЯ с ВГИТ, в том числе отсроченные осложнения. Так, данные об информативности модели OTS для прогнозирования функционального результата у пациентов с проникающим ранением ГЯ с ВГИТ противоречивы. В то время, как

в ряде исследований авторы указывают на отсутствие статистически значимых различий прогнозируемой по OTS и конечной МКОЗ при выписке [39, 44], в исследовании 2017 г модель OTS была информативна для прогнозирования функционального результата в 60% случаев [33], в исследовании 2020 г данная шкала не была информативна [15]. В настоящее время возникает необходимость разработки эффективной модели прогнозирования неблагоприятного исхода травмы ГЯ с ВГИТ, которая бы учитывала многие факторы патогенеза и развития осложнений.

Поиск факторов и обстоятельств травмы, предрасполагающих к неблагоприятным функциональным результатам, активно продолжается в настоящее время. В то время, как наличие у пациента низкой МКОЗ при поступлении [13, 17-20, 30, 32, 46, 47], отслойки сетчатки [32, 46, 19, 20, 41], гемофтальма [7, 24, 32] относительного афферентного зрачкового дефекта [18, 23, 30] большинством современных авторов признаются ключевыми факторами неблагоприятного прогноза, влияние других факторов остается дискуссионным. Так, дополнительно отмечена роль пролиферативной витреоретинопатии, а также вхождения ВГИТ в ГЯ в зоне «З» (склера) как отрицательных предикторов неблагоприятного функционального результата [13]. Porapaktham T. и соавт. (2023 г.) помимо указанных выше ключевых признаков описывали такой фактор, как протяженность раневого отверстия ≥ 10 мм [30]. Jabłoński M и соавт (2022 г.) к неблагоприятным факторам отнесли локализацию ВГИТ в заднем сегменте и длительную тампонаду силиконовым маслом [31].

Приводим анализ результатов основных исследований отдельных факторов, ассоциированных с неблагоприятным функциональным результатом у пациентов с проникающим ранением ГЯ и наличием ВГИТ (таблица 2). Необходимо отметить, что до последнего времени отсутствует

Таблица 2. Основные данные исследований, посвященных анализу факторов, связанных с неблагоприятным функциональным результатом у пациентов с проникающим ранением глаза с наличием ВГИТ (с учетом максимально корригируемой остроты зрения (МКОЗ) согласно литературным источникам)

| Показатель | Данные опубликованных исследований | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| | 1 ^{[24]*} | 2 ^[20] | 3 ^[23] | 4 ^[17] | 5 ^[41] | 6 ^[11] | 7 ^[33] | 8 ^[18] | 9 ^[19] | 10 ^[7] | 11 ^[46] | 12 ^[32] |
| Исследование | 64 | 130 | 96 | 1421 | 97 | 21 | 31 | 59 | 57 | 56 | 80 | 56 |
| Количество пациентов | 2014 | 2000 | 2008 | 2011 | 2008 | 2016 | 2017 | 2000 | 2011 | 2019 | 2011 | 2022 |
| Год публикации | 13 лет | 8 лет | 11 лет, 5 месяцев | 5 лет | 1 год | 13,5 лет | 10 лет | 9 лет, 4 месяца | 3 года | 2 года | 5 лет | 10 лет |
| Исследуемый период | Швейцария | Германия | США | КНР | Великобритания | КНР | США | США | Франция | КНР | КНР | Румыния |
| Средний возраст, лет | 33,4 | ** | 33 | 31 | 39 | 42 | 36 | 34 | 35,39 | 40,5 | 36,48 | 36,1 |
| Мужской пол, % | 100 | - | 94 | 93 | 100 | 90 | 90 | 98 | 98 | 96,4 | 93,75 | 98,2 |
| МКОЗ, определяемая как неблагоприятный результат | < 0,1 | - | < 0,1 | < 0,05 | < 0,1 | < 0,5 | - | < 0,1 | - | < 0,1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Эндофтальмит, % | 0,0 | 5,38 | 4 | 16,7 | 9 | 0,0 | 1 | 0,0 | 2 | 21,42 | 8,3 | 30,4 |
| Энуклеация, % | 0,0 | 2 | 8 | 7,53 | 1 | 3,22 | 0,0 | 0,0 | - | - | - | - |
| Поражение макулы | p = 0,001*** | - | - | - | - | - | - | - | - | p = 0,006 | - | - |
| Низкая МКОЗ при поступлении | p < 0,05 | p < 0,001 | p = 0,001 | p < 0,005 | p ≥ 0,01 | p = 0,058 | r ² = 0,01 | p < 0,05 | p < 0,0001 | p = 0,349 | p = 0,000 | p = 0,018 |
| Темофтальм | p < 0,05 | - | - | - | - | p > 0,05 | p = 0,79 | p < 0,05 | - | p = 0,051 | p = 0,302 | - |
| Размер ВГИТ | p < 0,05 | p = 0,002 | p > 0,05 | 0,0115 | p > 0,05 | p > 0,05 | r ² = 0,01 | p > 0,05 | p > 0,05 | - | p = 0,010 | p = 0,10 |
| Входное отверстие ВГИТ в ГЯ в склере | p < 0,05 | - | - | p = 0,001 | p > 0,1 | p > 0,05 | - | p > 0,05 | p > 0,05 | 0,195 | p > 0,05 | p = 0,932 |
| Расположение ВГИТ в заднем отрезке | - | - | p = 0,001 | p < 0,001 | p = 0,65 | p = 0,035 | - | p > 0,05 | p > 0,05 | - | p = 0,010 | p = 0,046 |
| Пролапс сосудистой оболочки | - | - | p = 0,001 | - | p > 0,05 | p > 0,05 | - | p > 0,05 | - | - | - | - |
| Длина раны | - | - | p = 0,006 | p < 0,001 | - | p > 0,05 | - | p > 0,05 | - | - | - | - |
| Травматическая катаракта | p = 0,266 | p > 0,05 | p > 0,05 | - | - | p > 0,05 | p = 0,92 | - | - | p = 0,080 | p = 0,335 | p = 0,97 |
| Вторичная глаукома | p = 0,693 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | p = 0,510 | - |
| Отслойка сетчатки | p = 0,003 | p = 0,005 | - | - | p ≥ 0,01 | p > 0,05 | p = 0,10 | p > 0,05 | p = 0,03 | p = 0,058 | p = 0,011 | p = 0,010 |
| Время с момента травмы до оперативного вмешательства | - | p > 0,05 | p > 0,05 | p = 0,059 | p = 0,83 | p > 0,05 | - | - | p = 0,009 | - | p > 0,05 | p = 0,208 |
| Возраст пациента | p = 0,909 | p > 0,05 | p = 0,002 | - | - | - | - | p > 0,05 | - | p = 0,748 | p > 0,05 | p = 0,270 |
| Эндофтальмит | - | - | - | p = 0,001 | p = 0,01 | p > 0,05 | - | - | - | p = 0,658 | p = 0,355 | p = 0,040 |
| Афферентный зрачковый рефлекс | - | - | p = 0,03 | - | p = 0,76 | p > 0,05 | - | p < 0,05 | - | - | - | - |
| Химический состав ВГИТ | - | p > 0,05 | - | - | - | p > 0,05 | - | p > 0,05 | p > 0,05 | - | p = 0,445 | p = 0,660 |

Р и м е ч а н и е: * – номер литературного источника в списке литературы

** – данные не предоставлены авторами исследования

*** – достоверность различия частоты фактора в группе пациентов в группах с неблагоприятным и благоприятным функциональными результатами.

стандартизированный подход к оценке неблагоприятного функционального результата травмы. Ряд авторов принимали за неблагоприятный функциональный результат конечную МКОЗ менее 0,1, другие – МКОЗ менее 0,5; а некоторые – менее 0,05. Несмотря на это, прослеживаются определенные общие тенденции в отношении влияния отдельных факторов травматического повреждения ГЯ с ВГИТ на функциональный результат (таблица 2).

Возраст, пол пациентов, время с момента травмы. В большинстве исследований пациенты с проникающим ранением с ВГИТ – это группа мужчин трудоспособного возраста, в связи с чем статистически значимой связи между возрастом, полом и конечной МКОЗ установлено не было [7, 20, 30, 32, 46]. Обращаемость пациентов в первые 48 часов варьирует от 70 до 84%, однако сроки обращения не влияют на конечную МКОЗ во многих исследованиях [20, 32, 41, 46]. Необходимо отметить, что удаление ВГИТ в течение первых 24 часов после травмы, может снизить риск металлоза, отслойки сетчатки или пролиферативной витреоретинопатии [14, 17]. Отсутствие связи между временем до удаления ВГИТ и развитием эндофтальмита при боевых травмах связывают с самостерилизацией высокоскоростных ВГИТ снарядного происхождения, быстрого введения антибиотиков широкого спектра действия и немедленной герметизацией ГЯ [10].

Локализации входного отверстия ВГИТ в ГЯ. Локализация входного отверстия приходилась на зону лимба и склеры от 30 до 44% случаев, чаще приводила к поражению макулярной области и статистически чаще ассоциировалась с низкой МКОЗ при выписке по сравнению с таковой в роговице [24, 46, 47]. Следует учитывать отдаленность зоны вхождения ВГИТ в ГЯ от оптического центра роговицы, «внутризонные вариации» в зоне «1» [19, 38, 46].

В некоторых исследованиях авторы учитывали не только локализацию раны, но и ее длину [17, 23]. Zhang Y и соавт. установили размер раны более 3 мм как статистически значимо связанный с неблагоприятным результатом ($p < 0,05$) [17]. По мнению других авторов связь функционального результата с размером раны не всегда линейна, и ВГИТ, которые оставляют рану меньшего размера, с более высокой вероятностью окажутся в заднем отрезке ГЯ, т.к. при проникновении будут испытывать меньшее сопротивление [28].

Конечная локализация ВГИТ. В 59–88% случаев ВГИТ локализовались в заднем сегменте ГЯ и были связаны с низкой МКОЗ в исходе проникающего ранения ГЯ [11, 17, 23, 29, 32, 46]. Интратетинальные ВГИТ были связаны с повышенной частотой развития эпиретинальной мембраны (в 29% – 36% случаев) и пролиферативной витреоретинопатии (в 50% случаев), которые приводили к отслойке сетчатки в 79% случаев [25]. ВГИТ, расположенные интратетинально в области макулы, статистически значимо чаще ассоциировались с неблагоприятным функциональным результатом в сравнении с интратетинальными ВГИТ на периферии [24].

Природа ВГИТ. У пациентов с неметаллическим ВГИТ, в особенности органической природы, такими как шерсть животных, части насекомых, колючки и растительные остатки, отмечено более частое развитие увеита, эндофтальмита [18, 20, 23]; однако по результатам ряда других авторов такой связи не было отмечено [32, 46, 47].

Размер и объем ВГИТ. В последнее время объем ВГИТ стали рассматривать как более информативный показатель механического воздействия ВГИТ на ГЯ по сравнению с одномерными размерами ВГИТ [8]. Во многих исследованиях подтверждена статистически значимая связь между большим объемом ВГИТ и неблагоприятным функциональным результатом [11, 20, 34, 47], так как прохождение

такого инородного тела по раневому каналу в значительной степени нарушает анатомическую целостность ГЯ. Эти данные согласуются с результатами других исследований, в которых ВГИТ большого объема чаще приводили к гемофтальму, повреждению заднего сегмента, поражению сетчатки, низкой ОЗ как при поступлении, так и при выписке, увеличению числа осложнений, развитию отслойки сетчатки и в ряде случаев требовали первичной пластики ГЯ перед удалением ВГИТ [8, 21, 34].

Однако рядом авторов отмечено отсутствие какой-либо статистически значимой связи между объемом ВГИТ и конечной низкой МКОЗ [7, 32, 33, 41]. В исследовании 2021 г. установлено, что ВГИТ объемом $\geq 6 \text{ мм}^3$ связаны с плохой начальной МКОЗ ($p = 0,005$); но не с конечной МКОЗ. Улучшение зрения у пациентов с объемом ВГИТ $\geq 6 \text{ мм}^3$ при выписке авторы связывают с успешным лечением гемофтальма, который статистически значимо чаще был диагностирован в данной группе пациентов [8].

Стоит отметить, что количественное значения объема ВГИТ, который может быть ассоциирован с дальнейшим прогнозом не определено. Так Valmaggia С и соавт. отмечают объем ИТ 8 мм^3 и более как ассоциированный с неблагоприятным прогнозом [24]. Другие авторы указали размер ВГИТ $< 5 \text{ мм}^3$ как предиктор благоприятного функционального результата ($p = 0,048$) [11].

Согласно данным литературных источников форма и масса ВГИТ также могут быть рассмотрены как предикторы функционального результата. По мнению Купн F. (2002) острые ВГИТ наносят меньше повреждений, чем ВГИТ с тупыми краями того же размера; ВГИТ, генерируемые на высокой скорости, обычно остаются в заднем сегменте глазного яблока [28, 35].

Развитие эндофтальмита отмечается в 7–13% случаев проникающего ранения

с ВГИТ и признано одним из наиболее неблагоприятных факторов для функционального прогноза [17, 32, 41]. В модели OTS наличию данного осложнения было присвоено наибольшее количество баллов (-17). Установлено повышение уровня интерлейкина IL-6, IL-17A и гранулоцитарно-колониестимулирующего фактора в стекловидном теле при бактериальном эндофтальмите [4]. При уровне таких маркеров системного воспаления, как hsCRP выше 4,1 мг/мл в сыворотке крови, лейкоцитов выше $10,0 \times 10^9 \text{ Ед/л}$, СОЭ выше 22 мм/час риск развития инфекционных осложнений со стороны структур глаза превышал 90 % [3].

В последнее время уделяется внимание изучению роли локального и системного воспаления в патогенезе травмы ГЯ. Имеются клинические исследования по изучению экспрессии различных цитокинов в передней камере и стекловидном теле глазного яблока при открытой травме. Повышенная экспрессия IL-1 β , IL-6, IL-17 и MIP-3 α и сниженная экспрессия IL-2, IL-5, IL-21 и TGF- β в передней камере и стекловидном теле свидетельствовала о провоспалительном профиле цитокинов у данной группы пациентов [16]. Во многих исследованиях IL-1 (IL-1 β), IL-6 и TNF α описаны как важные медиаторы воспаления при открытом повреждении ГЯ, некоторые авторы также отметили неоптерин, хемокин CXCL1 как наиболее статистически значимые связанные с неблагоприятным функциональным результатом [1, 9].

Данные о лабораторных маркерах, которые отражают выраженность иммунной дисфункции у пациентов с ВГИТ, немногочисленны и противоречивы. В исследовании 2021 г. развитие ранних осложнений у пациентов с ВГИТ авторы связывали со слабой активацией клеточного врожденного иммунитета, снижением IL-1 β , TNF- α (концентрация во влаге передней камеры ниже 2,2 пг/мл), недостаточностью антивирусной активности INF- α (концентрация

во влаге передней камеры ниже 2,1 пг/мл) и гиперактивацией гуморального врожденного иммунитета [3].

Изучение роли воспаления имеет важное значение для получения новых знаний о патогенетических механизмах проникающего ранения с наличием ВГИТ, установления маркеров системных и локальных иммунных воспалительных реакций в качестве предикторов неблагоприятного функционального результата.

Заключение

В большинстве исследований у пациентов с проникающим ранением и наличием ВГИТ была установлена статистически значимая связь конечной низкой МКОЗ и таких ключевых факторов, как низкая МКОЗ при поступлении, наличие отслойки сетчатки и эндофтальмита. Проводится изучение патогенетических аспектов развития данных состояний, большое внимание уделяется роли иммунного воспаления.

Противоречивость данных о роли таких факторов, как локализация входного отверстия ВГИТ, длина раны, конечная локализация ВГИТ, его объем, масса и скорость попадания в ГЯ указывает на необходимость проведения дополнительных комплексных исследований с учетом гетерогенности патогенетических механизмов травматического повреждения ГЯ.

Необходимы дальнейшие исследования для установления предикторов неблагоприятного функционального результата у пациентов с травматическим повреждением ГЯ с ВГИТ и разработка эффективных моделей прогнозирования конечной МКОЗ на основе большой выборки пациентов, стандартизированного подхода к оценке неблагоприятного результата травмы и использования современных методов обследования пациентов.

Со списком использованной литературы можно ознакомиться в редакции.

Поступила 28.06.2023 г.