

## Основні аспекти травматичних пошкоджень очей в умовах війн та військових конфліктів

**Резюме.** Представлені в огляді дані літератури свідчать про те, що в зв'язку із застосуванням у сучасних війнах та військових конфліктах високоруйнівних видів зброї частота і тяжкість пошкоджень очей в історичному аспекті постійно зростає. Однією з найчастіших причин травматичного пошкодження мозку та очей, що порівняно з органами грудної та черевної порожнини, зазвичай, менш захищені, є вибухова хвиля. Для травматичних пошкоджень очей властивий мінно-вибуховий двосторонній характер пошкоджень одночасно кількох структур ока, наявність внутрішньоочних сторонніх тіл, комбінованих та супутніх пошкоджень порівняно з монокулярним ураженням окремих структур ока без супутніх та вітреоретинальних втручання. Постраждалих при медичному сортуванні слід направляти безпосередньо в лікувальні заклади, оснащені відповідним обладнанням і кадрами, які володіють методиками оперативних втручання на передньому і задньому сегментах ока. Запорукою успішних результатів лікування травматичних пошкоджень очей, отриманих у бойових умовах, є своєчасне проведення первинної хірургічної обробки та вітреоретинального втручання, плідне співробітництво військових і цивільних медиків.

**Ключові слова:** травматичні пошкодження ока; війна; військові конфлікти; огляд

### Вступ

Сучасні війни та військові конфлікти характеризуються застосуванням високоруйнівних видів зброї, що викликає очні пошкодження, частота і тяжкість яких останніми роками значно зросла. За даними літератури, травматичні пошкодження очей становлять 13–16 % всіх бойових травм і є четвертою найчастішою їх причиною. Згідно з даними Інтернаціонального товариства очної травми, протягом останніх декад під час військових операцій відзначається експоненціальне зростання її частоти. В сучасних війнах та військових конфліктах порівняно з I та II світовими війнами спостерігається 6-кратне збільшення пошкоджень зорового апарату. Зростання питомої ваги травматичних пошкоджень ока, зокрема відкритої травми у війнах і військових конфліктах, сприяла викристалізація з вій-

ськово-польової хірургії військово-польової офтальмології, стисле викладення основ якої належить нашому співвітчизнику М.І. Пирогову.

Сучасні вдосконалені засоби захисту військових під час бойових дій захищають їх від смертельних травм життєво важливих органів грудної клітки та черевної порожнини, залишаючи, зазвичай, менш захищеними очі. Нині під час бойових дій серед військових вибухова хвиля (ВХ) є однією з найчастіших причин травматичного пошкодження мозку (ТПМ) та очей, до якої вони особливо чутливі. Питання профілактики пошкодження очей під час війн і військових конфліктів для сучасної офтальмотравматології є надзвичайно важливим.

Незважаючи на те, що очі становлять лише 0,1 % всієї площини поверхні тіла, 0,27 % передньої площини-

ни поверхні тіла та 4 % площини поверхні обличчя, питома вага та ступінь тяжкості травматичних пошкоджень очей під час війн і локальних військових конфліктів в історичному аспекті постійно зростає. Базуючись на відношенні площини очей до площини поверхні обличчя та площини всього тіла, очікувана частота пошкоджень очей повинна була б бути менше 1 %. До ХХ ст. під час війн та військових конфліктів частота пошкоджень очей була в 4 рази меншою від тієї, що розрахована на основі співвідношення площини очей до площини всієї поверхні тіла [79].

Серед величезного матеріалу військово-польової хірургії, накопиченого М.І. Пироговим, пошкодження органа зору за період героїчної оборони Севастополя реєструвались в 0,65 % випадків. Перші сторінки праці М.І. Пирогова «Начала общей военно-полевой хирургии» (1865), присвячені питанням надання офтальмохірургічної допомоги, в якій він звернув увагу на особливості пошкоджень шкіри обличчя, повік та оболонок ока при мінно-вибухових пошкодженнях, вказують на тяжкі наслідки контузії та поранень ока, особливо кульових. З іменем М.І. Пирогова пов'язано також введення в офтальмологію поняття «співчутливе (симпатичне) запалення ока».

Значне збільшення частки очних поранень як головного пошкодження від 0,5 % в ХІХ ст. до 2 % під час Великої Вітчизняної війни (ВВВ), збільшення частоти відкритої травми у структурі пошкоджень ока до 2/3 (в основному внаслідок уламкових поранень від артилерійського вогню), суттєве (до 30 %) збільшення поранень ока з внутрішньоочними сторонніми тілами (ВОСТ) під час Першої світової війни сприяли викристалізації з військово-польової хірургії військово-польової офтальмології [4].

М.І. Пироговим уперше були сформульовані найважливіші положення військово-польової хірургії, які не втратили своєї актуальності і понині, що підтвердив досвід ВВВ та інших збройних конфліктів. З огляду на положення про те, що війна — це травматична епідемія, і медична допомога на війні повинна бути такою ж організованою, як і раціональні протиепідемічні заходи, М.І. Пирогов уперше обґрунтував доцільність та важливість діяльності військово-медичної адміністрації. «Я переконаний з досвіду, що до досягнення благих результатів у військово-польових госпіталах необхідна не стільки наукова хірургія і лікарське мистецтво, скільки ділова і добре заснована адміністрація. Без розпорядчої та правильної адміністрації немає користі і від великого числа лікарів», — ці слова М.І. Пирогова актуальні й досі [10].

М.І. Пирогов уперше в світі з метою зменшення страждань поранених при наданні хірургічної допомоги в польових умовах використав ефір та вперше в історії військової медицини в 1854 році застосував гіпсову пов'язку на кінцівки як засіб для транспортної і лікувальної іммобілізації. М.І. Пирогов у період Кримської війни (1854–1855) вперше запропонував і використав систему сортування поранених, яка зразу ж була прийнята в усіх арміях Європи. Знаменитий хірург С.С. Юдин писав: «Пирогов был самым

выдающимся хирургом Европы, а как военно-полевой хирург не имел себе равных в любой стране и среди всех народов» [16].

## Травматичні пошкодження очей в умовах війн та військових конфліктів в історичному аспекті

Згідно з поданими за останні 60 років даними літератури, 13 % усіх бойових травм стосуються пошкодження очей, які є четвертою причиною серед усіх пошкоджень, отриманих під час військових дій [77]. В історичному аспекті методи та результати лікування пошкоджень очей в умовах військових дій залежали від існуючих на той період технологій хірургічного та медикаментозного лікування. М.І. Шимкін у докторській дисертації «Вогнепальні пошкодження органа зору в сучасній війні» (1940), узагальнивши власні спостереження в госпіталах головного евакопункту та тилових госпіталах у 1914–1915 роках, показав, що в 55 % травмовані очі були видалені, в 15 % пацієнти залишались сліпими і лише в 30 % випадків зберігався предметний зір. Двобічна сліпота спостерігалась в 11 % випадків. За наявності ВОСТ око майже завжди було приречене на первинну або вторинну енуклеацію [65].

Під час I світової війни серед оперативних втручань превалювали методи пластичної хірургії, зокрема із застосуванням «філатовського стебла», вперше у світовій практиці запропонованого В.П. Філатовим. Що стосується методики видалення ВОСТ, то незалежно від його локалізації використовували передній підхід, що переважно закінчувалось енуклеацією [2].

У роки ВВВ частота вогнепальних поранень ока становила 2,6 % від числа всіх санітарних втрат через збільшення числа поранень уламками мін, артилерійських снарядів, гранат, авіабомб, питома вага яких сягала 73–85 %. Кількісна перевага ушкоджень уламками призвела до збільшення множинних і поєднаних поранень ока та інших органів до 70 %. Під час ВВВ 43 % військових із проникними пораненнями ока та наявністю ВОСТ мали пошкодження рук, тулуба, обличчя [68]. В 23,4 % реєструвались бінокулярні поранення, в 1/3 випадків — поранення з ВОСТ, які в 14–20 % були множинні. В 76 % випадків проникні поранення ока закінчувались сліпотою, залишковий зір зберігався в 13 % і тільки в 11 % випадків гострота зору була 0,05 або вищою [4, 12]. Через такі ускладнення, як ендотальміт, металоз, «організація» гемофтальму, обширні тракційні відшарування сітківки (ВС) тощо, наслідки проникних поранень ока в більшості випадків були незадовільними [1, 12, 15].

Суттєве вдосконалення надання спеціалізованої офтальмологічної допомоги, зокрема офтальмологами Інституту ім. В.П. Філатова, відзначається в роки ВВВ. Цьому сприяло впровадження в практику методу рентген-локалізації за Комбергом — Балтінім, застосування ручних магнітів, перехід від переднього до діасклерального шляху видалення ВОСТ [2, 6, 7, 13].

В усіх локальних військових конфліктах після ВВВ частка вогнепальних поранень ока неухильно зростала [3, 5, 46]. За даними літератури, 20 % відкритих бойо-

вих вогнепальних поранень ока, отриманих у сучасних умовах, вважають несумісними з його збереженням як органа [3]. Із часів I світової війни до Шестиденної війни (1967) частота пошкоджень очей в 20–50 разів перевищувала ту, яка була розрахована на основі співвідношення площини поверхні очей до площини всього тіла [67, 75]. У подальшому частота пошкоджень очей у військових умовах збільшувалась до цифр, які викликають занепокоєння.

В Афганській кампанії (1979–1989) частота поранень органа зору сягала 5,6 % (в 3,5 % пошкодження очей були провідними). Здебільшого (89 %) відкрита травма ока супроводжувалась контузією вибуховою хвилею. За результатами найбільшого за об'ємом (5320 випадків) дослідження бойових травм очей в Ірано-Іракській війні (1980–1988), особливу увагу привертають пошкодження заднього сегмента ока (59 %), зокрема з наявністю ВОСТ (17 %), при яких сучасні методи діагностики і хірургічного втручання значно покращили б результати лікування [54].

Як вже йшлося вище, сучасні удосконалені засоби захисту військових під час бойових дій захищають їх від смертельних травм життєво важливих органів грудної та черевної порожнин, залишаючи очі, зазвичай, менш захищеними. Під час бойових дій у сучасних умовах ВХ є однією з основних причин травматичного пошкодження мозку та особливо чутливих до неї очей. Згідно з даними літератури, 13–16 % всіх військових пошкоджень стосуються очей, з яких близько 80 % є наслідком дії ВХ, у більшості з яких відзначається комбінація травм переднього і заднього сегментів ока [28, 45, 64].

З метою вивчення механізму дії ВХ на зорову систему, який залишається остаточно не з'ясованим, проводяться численні експериментальні дослідження, комп'ютерне моделювання [21, 32, 38, 72, 73, 80, 83]. J.M. Petras et al. (1997) в експерименті на щурах показали, що тиск 83 kilopascals (kPa) не викликає патології в зоровій системі контрольного та експериментального ока. У щурів, які виживали після дії ВХ потужністю 104–110 kPa та 129–173 kPa, спостерігались неврологічні ураження в зоровій системі мозку. Після дії ВХ на все тіло з надмірним тиском 129–173 kPa у 83 % в центральних провідних зорових шляхах виникла аксональна дегенерація [63]. В експерименті на щурах показано, що ВХ  $120 \pm 7$  kPa поряд з ураженням легень, мозку, кишечника викликає оптичну нейропатію та ретинальні пошкодження у вигляді апоптозу в сітківці та зоровому нерві [51].

В експериментальних дослідженнях на гризунах на моделі вибухової травми показано, що послідовна дія ВХ протягом трьох днів із тиском 300 kPa (43,5 psi) викликає довготривалі зміни в сітківці, активацію мюллерівської глії, явища запалення, втрату фоторецепторів та інші зміни в нейронах сітківки, які виявляються навіть через 30 днів після її дії. Встановлено також стоншення зовнішнього ядерного шару сітківки на 28,5 % на боці впливу ВХ, що свідчить про загибель фоторецепторних клітин через 30 днів після її дії. З урахуванням отриманих даних було запропоновано вважати сітківку більш уразливим відділом ЦНС, чут-

ливим та ефективним індикатором її пошкодження ВХ низького рівня [46, 55].

Daniel F. Shedd et al. (2018), аналізуючи дані оптико-кінетичного ністагму, оптичної когерентної томографії, внутрішньоочного тиску, вмісту вітреального протеїну та результати гістологічних досліджень протягом восьми тижнів після дії ВХ, дійшли висновку, що дисфункція зорової системи і біохімічні зміни в ній спостерігаються відразу після дії ВХ, у той час як структурні зміни розвиваються згодом. Аналогічні, але більш тривалі дослідження на щурах були проведені R.S. Allen et al. (2018), які вивчали вплив первинної ВХ на структуру сітківки і порушення функцій ока через 2, 4, 6 і 8 місяців після її дії. Оцінювались ретинальна, зорова і оптомоторна функції, а також товщина та імуногістохімічні зміни гліального волокнистого протеїну сітківки. Через 8 місяців після дії ВХ по всіх показниках спостерігались зміни, що були схожі на зорові порушення, які виникають у людини внаслідок дії ВХ. При нетяжких травмах ока, викликаних ВХ, певний час може не спостерігатись погіршення зору, але мікроструктурні пошкодження, що при цьому виникають в оці, здатні через місяці призвести до дисфункції зорової системи [19].

Проведені експериментальні дослідження на кролях показали, що первинна ВХ у клінічних і військових умовах викликає пошкодження очей з можливими функціональними наслідками. Протягом 48 годин після дії первинної ВХ спостерігались значні зміни товщини рогівки, які свідчать про порушення її ендотеліальної функції [53].

Літературний огляд 244 статей, присвячених дії ВХ, за останні 60 років свідчить, що серед тих, хто вижив, пошкодження очей спостерігається в більше ніж 28 %, що в 20–50 разів перевищує частоту, розраховану як співвідношення площини очей до площини поверхні всього тіла [60, 64]. Між ТПМ і пошкодженнями очей унаслідок дії ВХ існує тісний зв'язок. В 2/3 випадків усіх бойових травм ока спостерігається ТПМ, при якому здебільшого діагностується очна травма та розлади зорових функцій [77].

За даними низки авторів, розлади зорових функцій спостерігаються в більше ніж 80–90 % пацієнтів із ТПМ середньої тяжкості [34, 35, 52, 64]. У дослідженні G.C. Cockerham et al. (2011) серед 46 обстежених пацієнтів із встановленим діагнозом ТПМ у 43 % була закрита травма ока [36]. В багатьох випадках у військових із ТПМ може зберігатись нормальна гострота зору, в зв'язку з чим нерідко залишаються непоміченими порушення з боку поля зору. У тих, хто зазнав впливу ВХ, спостерігається хронічне прогресування очних симптомів, а з часом — нейродегенеративні зміни, які аналогічні тим, що виникають у людини після контузії ока, отриманої в побуті [78]. Приблизно у 3/4 пацієнтів із ТПМ відзначається очна симптоматика у вигляді порушення акомодатції, конвергенції, затуманення зору, світлобоязні, двоїння, утруднення при читанні, головного болю, стомлюваності. В 20 % випадків очні пошкодження проявляються в терміни від 2 тижнів до 7 років після дії ВХ [36].

Особлива схильність очей військових до пошкодження під час бойових дій обумовлена низкою факторів. Очі порівняно з органами грудної та черевної порожнин під час військових дій, зазвичай, частіше залишаються менш захищеними [64]. Травмі очей також сприяє необхідність військових під час бойових дій через спеціальні отвори пильно стежити за ціллю. Слід відзначити, що дрібні сторонні тіла при зануренні їх у шкіру здебільшого не викликають подразнення та запалення і можуть залишатись непоміченими. Водночас при попаданні всередину ока вони здатні викликати пошкодження, які можуть призвести до тяжких ускладнень та навіть сліпоти.

Вибух генерує надто підвищений тиск, який, перемішуючись через повітря з надзвуковою швидкістю, в зв'язку зі змінами атмосферного тиску може викликати первинне пошкодження через дію самої ВХ. Причиною потенційних вторинних пошкоджень можуть бути інші об'єкти, рух яких пришвидшується внаслідок дії ВХ. Тяжкість пошкодження залежить від розміру, природи вибухової речовини, відстані між вибуховим пристроєм і жертвою, наявності захисного бар'єра тощо [69]. ВХ може викликати також опіки, отруєння тощо через дію третинного ефекту, обумовленого рухом жертви. Специфічна структура ока обумовлює схильність до пошкодження його заднього сегмента, що може викликати серйозні пошкодження сітківки, які в подальшому ведуть до серйозних порушень зору та навіть сліпоти [66, 82].

Питання про можливість первинного пошкодження очей ВХ, вперше описаного John G. Bellows (1947), досі залишається дискусійним [23, 33, 73]. Діагностика та оцінка ізольованого впливу ВХ на око унеможливується тим, що військові знаходяться не в стерильному середовищі і дія ВХ може супроводжуватись зануренням сторонніх тіл в око та орбіту [17]. Первинна ВХ частіше за все уражає вуха та шлунково-кишковий тракт. Що стосується очей, то значні пошкодження ока серед тих, хто вижив, спостерігаються у більше ніж 10 % [70].

Незважаючи на об'єктивно існуючі труднощі діагностики первинного пошкодження ока ВХ, окремі такі випадки були описані. Так, наслідком первинного множинного пошкодження ока ВХ 43-річного солдата стали розрив правої барабанної перетинки, перелом нижньої стінки правої орбіти, травматичний мідріаз, крововилив у скловидне тіло, гематома верхньої щелепи, контузія кінцівок. Гострота зору в пацієнта знизилась до рахунку пальців перед обличчям. При офтальмоскопії було діагностовано розрив сітківки у верхньотемпоральному квадранті, частковий гемофтальм, розриви сітківки у мембрані Бруха в ділянці макули [33]. Зафіксовано також первинні пошкодження ока ВХ у вигляді ерозії рогівки, гіфеми, катаракти, рецесії кута передньої камери, крововиливу, розривів сітківки та судинної оболонки, ВС, дірки макули, контузії сітківки, оптичної нейропатії [24, 26, 30]. Експериментальні дослідження на гризунах, тулуб яких був захищений від дії ВХ, свідчать, що характер пошкоджень очей унаслідок дії ВХ анало-

гічний тому, який спостерігається через контузії ока у людини [36, 49, 50]. Однак з огляду на описані симптоми низка авторів вважають, що остаточних доказів первинної дії ВХ немає [18].

Слід також навести відсутні в оглядах літератури дані, присвячені впливу ВХ на вроджену патологію ока. Розвиток макулопатії, зокрема з утворенням травматичної дірки макули, а також симптоматичної ямки диска зорового нерва, зафіксований після незначної травми ока [25, 57, 59]. Висока частота й тяжкість травматичних пошкоджень очей військових обумовлюють актуальність і необхідність постійної уваги до теми вдосконалення, розробки та застосування засобів їх захисту під час бойових дій [37, 44, 71].

### **Порівняльна характеристика травматичного пошкодження мозку та очей під час військових дій і в мирних умовах**

Причини, клініка, симптоматика ТПМ і пошкодження очей серед військових та цивільного населення суттєво відрізняються. ТПМ у військових більш складні та дифузні порівняно з локальним пошкодженням у цивільного населення. ТПМ, спричинені ВХ у бойових умовах, викликають більш виражені зміни як зорових функцій, так і якості життя проти ТПМ, які спостерігаються в мирних умовах [41, 58].

Очні пошкодження під час військових дій в 15–25 % випадків є двосторонніми на відміну від травм мирного часу, які, зазвичай, односторонні [22, 47]. Про суттєву різницю характеру очних травм у військових умовах порівняно з мирним часом переконливо свідчать дані ретроспективного аналізу, проведеного у великих медичних центрах під час Ліванської громадянської війни (1980–1996) [56].

ТПМ у військових виникають унаслідок бойових дій, у той час як серед цивільного населення — через дорожньо-транспортні пригоди і падіння. Очні травми під час військових дій порівняно з отриманими в мирний час частіше спостерігаються серед чоловіків (84,7 проти 75,1 %), дорослих (72,7 проти 39,1 %); серед них частіше трапляються супутні системні (43,7 проти 10,1 %) та двосторонні травми (19,3 проти 4,4 %). Для травм під час військових дій характерні значно нижча кінцева гострота зору, наявність ВОСТ (42,9 проти 11 %) та значно менший відсоток покращення (28,6 проти 44,8 %) після лікування. Серед військових травм частіше спостерігаються склеральні поранення в 5 мм за лімбом (25,2 проти 11,6 %), вторинне ВС (10,3 проти 4,8 %), гемофтальм (36,6 проти 17,1 %), первинна евісцерація (24 проти 7,7 %) [42, 74].

Певним показником рівня офтальмотравматології в період військових дій є кількість проведених енуклецій та евісцерацій. Під час ВВВ енуклеація та евісцерація проводились в 40–60 % проникних поранень ока, в Ірано-Іракській війні — в 40,6 %, в Афганській кампанії частота її зменшилась до 25 %, під час бойових дій на Північному Кавказі — до 10 % [4].

При бойовій травмі в сучасних умовах енуклеція та евісцерація проводились в 15–24 % випадків [31]. Аналіз результатів лікування 265 очей 239 пацієнтів із гостротою зору нижче 20/200, травмованих в Ірано-Іракській війні, показав, що причиною більшості травм (64,2 %) були вибухові пристрої, а причиною сліпоти в 81,6 % випадків — відкрита травма ока в III зоні [76].

При одночасному пошкодженні переднього і заднього сегментів ока в зв'язку з вимушеними в багатьох випадках пізніми, тривалими, повторними та великими за об'ємом оптико-реконструктивними і вітреоретинальними втручаннями (ВРВ) нерідко спостерігається травматична нейроретинопатія. Навіть після радикального одномоментного та вичерпного хірургічного втручання при вогнепальних пораненнях ока в 25 % випадків виникала необхідність у повторних хірургічних втручаннях, зокрема ВРВ. Суттєву роль в незадовільних результатах відіграє також синдром взаємного обтяження [4].

Під час військових конфліктів попередніх років зареєстровано високі показники симпатичної офтальмії (СО). Під час Американської громадянської війни (1861–1865) СО діагностувалась в 16 %; у Франко-Пруській війні (1870–1871) — в 50–55,5 % усіх проникних поранень ока. Випадки СО реєструвались дуже рідко під час I та II світових війн [39].

Слід зауважити, що діагностика СО в більш ранній літературі нерідко змішувалась з іншими формами увеїтів. З огляду на це, а також на досягнення в лікуванні травматичних пошкоджень, під час сучасних військових конфліктів відбувається значне зниження частоти СО [43].

Вирішальну роль в досягненні позитивних результатів відіграють своєчасно проведені первинна хірургічна обробка (ПХО) і ВРВ. В. Vajaj et al. (2006), проаналізувавши результати 57 випадків ВРВ, серед яких в 96 % була відкрита травма ока з ВОСТ, підвищення та стабілізацію гостроти зору спостерігали в 84 % і лише в 15 % — відсутність світловідчуття. Прогноз значно погіршувався за наявності ВС, наскрізного поранення, енд офтальміту. Високі оптичні результати можна пояснити перш за все своєчасно проведеними ПХО та ВРВ, при яких середній інтервал між ПХО і травмою був один день і 10 діб — між ПХО і ВРВ [20].

Нині для вітчизняної офтальмотравматології серйозним викликом є військові дії на сході України. Інститут ім. В.П. Філатова, за узагальненими даними НАМН України, посідає одне з перших місць серед академічних інститутів за кількістю проконсультованих постраждалих із зони АТО. Результати проведеної в цьому напрямку роботи неодноразово висвітлювались у матеріалах конференцій, методичних рекомендаціях, виступах на міжнародних медичних форумах, присвячених питанням військової медицини [8, 9, 11, 14]. Особлива увага приділяється поглибленому вивченню механізму дії ВХ на розвиток ТПМ і порушень зорових функцій, що виникають при цьому [78].

За даними Ying-Ying Zou et al. (2013), патологічні зміни в сітківці, викликані ВХ, які зразу ж піс-

ля її дії супроводжувались підвищеною експресією протеїнів, задіяних у процесі запалення, набряку й апоптозу, зберігались протягом двох тижнів. Найочевиднішими вони були в астроцитах і мюллерівських клітинах, що свідчить про їх важливу роль у патофізіологічних процесах, які відбуваються в сітківці внаслідок дії ВХ [81].

Дотепер в зв'язку з відсутністю чіткої уяви про механізми, які лежать в основі пошкодження сітківки внаслідок дії ВХ і чітко встановлених біомаркерів її пошкодження, в діагностиці та оцінці прогресування змін зорового апарату покладаються на клінічні спостереження [40].

## Профілактика та можливості лікування пошкоджень очей внаслідок вибухової хвилі

З удосконаленням засобів захисту тіла під час військових дій відзначається зменшення смертельних випадків. Однак у тих, хто залишився в живих, спостерігається збільшення випадків травматичних пошкоджень очей [48]. За даними літератури, лише 10–25 % військових із пошкодженнями очей через дії ВХ користувались захисними окулярами. Поряд із цим 24 % військових з наслідками вибухової травми мали документацію про застосування захисних окулярів, що свідчить про те, що деякі вибухи були такими потужними, що захисні окуляри були недостатніми, щоб попередити травму очей [26, 64, 71, 78].

Наведені дані свідчать про необхідність обов'язкового офтальмологічного і нейроофтальмологічного обстеження осіб, які зазнали впливу ВХ, з метою своєчасного виявлення змін внутрішніх структур ока, що в подальшому можуть призвести до серйозних ускладнень. Надзвичайно важливою є необхідність розробки методів профілактики та лікування змін сітківки, що виникають внаслідок дії ВХ. Крім удосконалення та обов'язкового застосування під час військових дій захисних окулярів, необхідно проводити дослідження щодо розробки та застосування медикаментозної терапії з метою профілактики апоптозу нейронів сітківки.

Результати досліджень впливу ТПМ на гангліозні клітини сітківки лягли в основу розробки ранніх діагностичних тестів для ідентифікації пацієнтів, які мають ризик розвитку хронічного ураження ЦНС і зорової системи, та розробки препаратів для їх лікування. Проведені в цьому напрямку електрофізіологічні та гістологічні дослідження дають підбадьорюючі результати. В експерименті застосування препарату Р7С3 безпосередньо після травми і в період одужання сприяє попередженню розвитку хронічної дисфункції зорової системи. Препарат посилює нейрогенез шляхом підвищення швидкості виживання незрілих нейронів, має сприятливі фармакокінетичні властивості, добру біодоступність та не має токсичних властивостей. Доклінічні дослідження показали, що застосування нейропротекторного засобу Р7С3 при ТПМ може анулювати пагубні зміни в клітинах і покращити функціональні результати [27].

З метою профілактики рубцювання тканин, травмованих внаслідок дії ВХ, і стабілізації функції уражених сітківки та зорового нерва запропоновано застосування у вигляді парабульбарних ін'єкцій препарату екстрацелюлярного матриксу [40]. На сьогодні є також повідомлення про можливість захисту сітківки при застосуванні еритропоєтину в ранні терміни після дії ВХ [29].

**Конфлікт інтересів.** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів та власної фінансової зацікавленості при підготовці даної статті.

## Список літератури

1. Браунштейн Н.Е. Генез и роль воспалительного процесса в патологии огнестрельной травмы глаза. *Вестник офтальмологии*. 1948. Т. 27. Вып. 52. С. 17-21.
2. Волков В.В., Бойко Э.В., Трояновский Р.Л. и др. Макула — 2014. Об эволюции офтальмохирургической помощи в Российской армии в войнах XX столетия. Ростов-на Дону, 2014. С. 41-52.
3. Волков В.В. Об эволюции боевых огнестрельных травм глаза на протяжении XX века. *Огнестрельная травма органа зрения*. Л., 1989. С. 7-9.
4. Волков В.В., Куликов А.Н., Рейтузов И.А., Чурашов С.В. *Офтальмотравматология в вооруженных силах (к 200-летию кафедры офтальмологии Военно-медицинской академии)*. Известия Российской Военно-медицинской академии. 2018. № 2. С. 4-11.
5. Волков В.В. Травмы глаза в современных локальных войнах и организация специализированной помощи пострадавшим. *Материалы IX Всероссийского съезда офтальмологов*. М., 2010. С. 382-384.
6. Еришкович И.Г. Пересадка роговицы при осложненных бельмах после военной травмы. *Офтальмологический журнал*. 1946. № 2. С. 18-25.
7. Збарский Ш.Ю. Боевые травмы глаза в Отечественной войне и организация специализированной помощи в армейском районе. *Офтальмологический журнал*. 1946. № 3. С. 26-40.
8. Красновид Т.А., Сидак-Петрецька О.С., Грубник Н.П. и др. Особенности структуры и характер глазных повреждений в зоне АТО на востоке Украины. *Офтальмология. Восточная Европа*. 2017. № 1. С. 60-64.
9. Красновид Т.А., Сидак-Петрецька О.С., Ісько К.Д., Мирненко В.В., Грубник Н.П., Тичина Н.П. Особливості надання медичної допомоги при травматичних пошкодженнях ока в умовах проведення антитерористичної операції (методичні рекомендації). Київ, 2014. Одеса: Плутон.
10. Лоскутов О.Є. Посібник до практичних занять з військово-польової хірургії. Тернопіль, 2003. 218 с.
11. Малачкова Н.В., Радега К.М. Исследование зрительных функций у пациентов, пострадавших вследствие минно-взрывной травмы, полученной в военных условиях. *Філатовські читання*, 2017.
12. Поляк Б.Л. *Военно-полевая офтальмология: боевые повреждения органа зрения*. Изд. 2-е, доп. Л.: Медиз, 1957. 304 с.
13. Пучковская Н. Электромагнитные операции при боевых травмах глаза. *Офтальмологический журнал*. 1946. № 4. С. 26-30.
14. Сердюк В.Н., Головкин В.В., Семенко В.В., Магдыч К.В., Гетман Ю.В. Эффективность оптико-реконструктивных вмешательств с одномоментной первичной хирургической обработкой у больных с проникающими ранениями глаза. *Днепропетровская областная клиническая офтальмологическая больница (Днепр, Украина)*.
15. Тихомиров П.Е. Характеристика внутриглазных осколков в современной войне и тактика офтальмохирурга. *Вестник офтальмологии*. 1944. Т. 23. Вып. 2. С. 10-13.
16. Юдин С.С. *Образы прошлого и силуэты некоторых военно-полевых хирургов*. М.: Медгиз, 1944. С. 33.
17. Abbots R., Harrison S.E., Cooper G.L. Primary blast injuries to the eye: a review of the evidence. *Journal of the Royal Army Medical Corps*. 2007. Vol. 153. P. 124-5.
18. Abbots R., Harrison S.E., Cooper G.L. Primary Blast Injuries to the Eye: a Review of the Evidence. *Jr. Army Med. Corps*. 2007. Vol. 153(2). P. 119-123.
19. Allen R.S., Motz C.T., Feola A. et al. Long-Term Functional and Structural Consequence of Primary Blast Overpressure to the Eye. *J. Neurotrauma*. 2018. Sep 1. Vol. 35(17). P. 2104-2116.
20. Bajaire B. et al. Vitreoretinal surgery of the posterior segment for explosive trauma in terrorist warfare. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol*. 2006. Vol. 244(8). P. 991-5. Epub 2006, Jan 27.
21. Bass C.R., Panzer M.B., Rafaels K.A., Wood G., Shridharani J., Capehart B. Brain injuries from blast. *Ann. Biomed. Eng*. 2012 Jan. Vol. 40(1). P. 185-202. Epub 2011, Oct 20.
22. Belkin M. Ocular War Injuries in the Yom Kippur war. *J. Ocul. Ther. Surg*. 1983. Vol. 2. P. 40.
23. Bellows John G. Observation on 300 consecutive cases of ocular war. *Injuries American Journal of Ophthalmology*. 1947. Vol. 30(3). P. 309-323.
24. Betran I., Miller B. Pure Ocular. Blast. Injuries *Am. J. Ophthalmol*. 1992. Vol. 114. P. 504-505.
25. Billi B., Lesnoni G., Giuliano M. et al. Post-traumatic macular break associated to congenital associated optic disc pit and preexisting sensory macular detachment. *Int. Ophthalmol*. 1996. Vol. 20. P. 269-272.
26. Blanch R.J., Scott R.A.H. Military Ocular Injury: Presentation, Assessment and Management. *J. Army Med. Corps*. 2009. Vol. 155(4). P. 279-84.
27. Blaya M.O., Wasserman J.M., Pieper A.A. et al. 2019 Neurotherapeutic capacity of P7C3 agents for the treatment of Traumatic Brain Injury. *Neuropharmacology*. 2019 Feb. Vol. 145(Pt B). P. 268-282.
28. Brahm K.D., Wigenburg H.M., Kirby J. et al. Visual impairment and dysfunction in combat — injury service members with traumatic brain injury. *Optom. Vis. Sci*. 2009, Jul. Vol. 86(7). P. 817-25.
29. Bricker-Anthony C. et al. Erythropoietin either prevents or exacerbates retinal damage from eye trauma depending on treatment timing. *Optom. Vis. Sci*. 2017 Jan. Vol. 94(1). P. 20-32.
30. Bricker-Anthony C., Rex T.S. Neurodegeneration and Vision Loss after Mild Blunt Trauma in the C57Bl/6 and DBA/2J Mouse. *PLoS One*. 2016. Vol. 11(10). P. e0165872.
31. Bryan Stevens et al. ENUCLEATION AND EVISCERATION FOR COMBAT OCULAR TRAUMA PERFORMED DURING OPERATIONS IRAQI AND ENDURING FREEDOM: 2001 TO 2011. *J. of Craniofacial Surgery. Publish Ahead of Print Feb 2019/02/01*.
32. Cernak Ibolia. Understanding blast-induced neurotrauma: how far have we come. *Concussionh*. 2017 Nov. Vol. 2(3). CNC42.

33. Chalioulias K., Sim K.T., Scott R. *Retinal Sequelae of Primary Ocular Blast Injuries. J. Army Med. Corps.* 2007. Vol. 153. P. 124-5.
34. Cho R.I., Bakken H.E., Reynolds M.E. et al. *Comcomitant cranial and ocular combat injuries during Operation Iraqi Freedom. J. Trauma.* 2009. Vol. 67(3). P. 519-20.
35. Ciuffreda K.J., Kappor N., Rutner D. et al. *Occurrence of oculomotor dysfunctions in acquired brain injury: a retrospective analysis. Optometry.* 2007. Vol. 78. P. 155-161.
36. Cockerham G.C. et al. *Closed-eye ocular injuries in the Iraq and Afghanistan wars. N. Engl. J. Med.* 2011. Vol. 364(22). P. 2172-2173.
37. Cruise R.R. *Protection of the Eye in Warfare. The British Journal of Ophthalmology.* 1917. P. 489-492.
38. DeMar James, Sharrow Keith, Hill Miya et al. *Effects of Primary Blast Overpressure on Retina and Optic Tract in Rats Front. Neurol.* 2016. Vol. 7. P. 59.
39. Duke-Elder S., Perkins E.S. *Diseases of the Uveal Tract. System of Ophthalmology.* London, England: Henry Kimpton, 1966. Vol. 9. P. 558-559.
40. Dutca Laura M., Stasheff Steven F., Hedberg-Buenz Adam, Rudd Danielle S., Batra Nikhil, Blodi Frederick R., Yorek Matthew S., Yin Terry, Shankar Malini, Herlein Judith A., Naidoo Jacinth, Morlock Lorraine, Williams Noelle, Kardon Randy H., Anderson Michael G., Pieper Andrew A., and Harper Matthew M. *Neroprotecting and Repairing Injured Retina and Early Detection of Subclinical Visual Damage after Blast-Mediated TBI Enables Prevention of Chronic Visual Deficit by Treatment With. P7C3-S2432015.*
41. Evans L.P., Newell E.A., Mahajan M. et al. *Acute vitreo-retinal trauma and inflammation after brain injury in mice. Ann. Clin. Transl. Neurol.* 2018. Vol. 26. № 5(3). P. 2140-251.
42. *Eye injuries from falls increasing as population ages, but are often preventable. Written by Celia Wimont. AAO, 2018, Dec. 21.*
43. Freidlich Julie et al. *Sympatetic ophthalmia afer injury in the Iraq war Pub Med 2006-01-01. Ophthalmic Plast. Reconstr. Surg.* 2006. Vol. 22(2). P. 133-4.
44. Gendler S., Nadler R., Erich T. *Eye injury in the Israeli Defence Force: an ounce of prevention is worth a pound of cure. Injury.* 2015. Vol. 46(7). P. 1241-4.
45. Giannou C., Baldan M., Molde A. *War Surgery. 2013, 634 p. Зарубежное военное обозрение. 2014. Вып. 14.*
46. Glenn C. Cocerman, Gregory L. Goodrich, Eric D. Weichel et al. *Eye and Visual function Journal of Rehabilitation Research and Development Eye and Visual function in traumatic brain injury. 2009. Vol. 46. № 6. P. 811-818.*
47. Gombos G.M. *Ocular War Injuries in Jerusalem. Am. Ophthalmol.* 1969. Vol. 68. P. 474-8.
48. Heier J.S. et al. *Ocular Injuries and diseases at a combat support hospital in 795 support of operation Desert Shield and Desert Storm. Arch. Ophthalmol.* 1993. Vol. 111.
49. Hilber D.J. *Eye Injuries, active component. U.S. Armed Forces, 2000–2010. MSMR.* 2011. Vol. 18. P. 2-7.
50. Hiness-Beard Jessica et al. *A mose model of ocular blast Injuriy that induces closed globe anterior and posterior pole damage. Exp. Eye Res.* 2012 Jun. Vol. 99. P. 63-70.
51. Huey-Ching Hetty Wang et al. *Pathophysiology of blast-induced Ocular Trauma with Apoptosis in the Retina and Optic Nerve. Military Medicine.* 2014. Vol. 179. № 8. P. 34.
52. Hunt A.W., Mah K., Reed N. et al. *Oculomotor-based vision assessment in mild traumatic brain injury: a systematic review. J. Head Trauma Rehabil.* 2016. Vol. 31. P. 252-261.
53. Kristin Jones, Jae-Hyek Choi, William E. Sponsel et al. *Low-Level Primary Blast Causes Acute Ocular Trauma in Rabbits. Journal of Neurotrauma.* 2016. Vol. 33. № 13. P. 1198-1201.
54. Lashkari K., Lashkari M.H., Kim A.J. et al. *Combat-related eye trauma: a review of 5320 cases. Int. Ophthalmol. Clin.* 1995. Vol. 35. P. 193-203.
55. Mammadova N., Ghailsas S., Zenitsky G. et al. *Lasting Retinal Injury in a Mouse Model of Blast-Induced Trauma. American J. Pathol.* 2017. Vol. 187(7). P. 1459-1472.
56. Mansour A.M. et al. *Comparison of Domestic and War Ocular Injuries during the Lebanese Civil War. Ophthalmologica.* 2009. Vol. 223. P. 36-40.
57. Marcus H. Colyer, Eric D. Weichel and Thomas P. Ward *Blast Injuries-associated with optic disc pit maculopathy. Am. J. Ophthalmol.* 2007, Apr. Vol. 91(4). P. 558.
58. Margone M. Teresa, Cockerhaam Glenn C. *US Ophthalmic Review.* 2013. Vol. 6(1). P. 48-51.
59. Meyer C.H., Rodriques E.B. *Optic disc pit maculopathy after blunt ocular trauma. Eur. J. Ophthalmol.* 2004. P. 1471-73.
60. Morley M.G., Nguyen J.K., Heier J.S. et al. *Blast eye injuries: a review for first responders Disaster. Med. Public. Health. Prep.* 2010. Vol. 4(2). P. 154-60.
61. Murray et al. *Spectrum of care provided at an echelon II Medical Unit during Operation Iraqi Freedom. Mil. Med.* 2005. Vol. 170(6). P. 516-20.
62. *Optic Nerve with ECM By: The Mc Gowan Institute For Regenerative Medicine Tissue Engineering Vision February 26.*
63. Petras J.M., Bauman R.A., Elsayed N.M. *Visual system degeneration induced by blast overpressure. Toxicology.* 1997. Vol. 25. № 121(1). P. 41-9.
64. Sherwood Daniel et al. *Anatomical Manifestations of Primary Blast Ocular Trauma observed in a postmortem Porcine Model Investigative Ophthalmology and visual science.* 2014. Vol. 55(2). P. 1124-1132.
65. Shimkin N.I. *Ophthalmic injuries in war. Br. J. Ophthalmol.* 1940. Vol. 24. P. 265-85.
66. Sikić Jakov, Kutusic Damir. *Surgical Treatment of War Lesions to the Posterior Segment of the Eye. Military Medicine.* 2000. Vol. 165. № 2. P. 093.
67. Sobacci G. et al. *Deadly weapon — related open globe injuries: outcome, assessment by the ocular trauma classification system. Am. J. Ophthalmol.* 2000. Vol. 129. P. 47-63.
68. Stallard H.B. *War surgery of the Eye: an analysis of the 102 cases. Br. J. Ophthalmol.* 1944. Vol. 28. P. 105-34.
69. Stapeczynski J.S. *Blast Injuries Ann. Emerg. Med.* 1982. Vol. 11(12). P. 687-94.
70. Stewent Charles. *Blast Injuries the Weapons of Mass Des-fusion.* 2008. P. 79.
71. Thomas R., McManus J.G., Johnson A., Mayer P., Wade C., Holcomb J.B. *Ocular injury reduction from ocular protection use in current combat operations. J. Trauma.* 2009 Apr. Vol. 66 (4 Suppl). S99-103.
72. Tommaso Rossi et al. *Primary Blast Injury to the Eye and Orbit: Finite Element Modelihg Investigative Ophthalmology and Visual Science.* 2012 December. Vol. 53. P. 8057-8066.
73. Tonia S. Rex, Matthew A. Reilly and William Eric Sponsel. *Elucidating the effects of primary blast on the eye. Clin. Exp. Ophthalmol.* 2015. Vol. 43(3). P. 197-199.

74. *Traumatic Brain Injury Vision Loss Severely Impacts Veterans*. AAO. 2013 Nov. 11.
75. Treister B. *Ocular casualties in the six Day War*. Am. J. Ophthalmol. 1969. Vol. 68. P. 669-73.
76. Vlasov Anton, Denise S. Ryan, Spencer Ludlow, Eric D. Weichel, Marcus H. Colyer. *Causes of combat ocular trauma — related blindness from Operation Iraqi Freedom and Enduring Freedom*. Journal of Trauma and Acute Care Surgery. Vol. 79(4). S210-S215. Oct 2015.
77. Weichel E.D., Colyer M.H., Bautista C. et al. *Traumatic brain injury associated with combat ocular trauma*. J. Head Trauma. 2009. Vol. 24(1). P. 41-50.
78. Weichel E.D., Colyer M.H., Ludlow S.E. et al. *Combat ocular trauma visual outcomes during operation Iragi and enduring freedom*. Ophthalmology. 2008. Vol. 115. P. 2235-2245.
79. Wong T.Y., Seet B., Ang C.L. *Eye injuries in twentieth century warfare: a historical perspective*. Surv. Ophthalmol. 1997 May-Jun. Vol. 41(6). P. 433-59.
80. Yan Zhao, Zheng-Guo Wang. *Blast-induced traumatic brain injury: a new trend of blast injury research Chinese*. Journal of Traumatology. 2015 August. Vol. 18. Iss. 4. P. 201-203.
81. Ying-Ying Zou, Enci Mary Kan, Jia Lu et al. *Primary blast injury-induced lesions in the retina of adult rats*. Journal of Neuroinflammation. 2013. Vol. 10. P. 849.
82. Zhang J., Zhou Y.G. *The past and present of Blast injury in China Chinese*. J. of Traumatology. 2015. Vol. 18(4). P. 194-200.
83. Zhou Y., Wen L.L., Wang H.D., Zhou X.M., Fang J., Zhu J.H., Ding K. *Blast-Induced Traumatic Brain Injury Triggered by Moderate Intensity Shock Wave Using a Modified Experimental Model of Injury in Mic. Chin. Med. J. (Engl)*. 2018 Oct 20. Vol. 131(20). P. 2447-2460.

Отримано/Received 16.01.2020

Рецензовано/Revised 31.01.2020

Прийнято до друку/Accepted 06.02.2020 ■

Красновид Т.А., Асланова В.С., Бондар Н.И.  
 ГУ «Институт глазных болезней и тканевой терапии им. В.П. Филатова НАМН», г. Одесса, Украина

### Основные аспекты травматических поражений глаз в условиях войн и военных конфликтов

**Резюме.** Представленные в обзоре данные литературы свидетельствуют о том, что в связи с применением в современных войнах и военных конфликтах высокоразрушительных видов оружия частота и тяжесть повреждений глаз в историческом аспекте постоянно растет. Одной из самых частых причин травматического повреждения мозга и глаз, которые по сравнению с органами грудной и брюшной полостей обычно менее защищены, является взрывная волна. Травматическим повреждениям глаз присущи минно-взрывной двусторонний характер поражения одновременно нескольких структур глаза, наличие внутриглазных инородных тел, комбинированных и сопутствующих повреждений по сравнению с монокулярным поражением отдельных структур глаза без сопутствующих и комбинированных повреждений

в мирное время. Среди оперативных вмешательств большой удельный вес составляют витреоретинальные вмешательства. Пострадавших при медицинской сортировке следует направлять непосредственно в лечебные учреждения, оснащенные соответствующим оборудованием и кадрами, владеющими методиками оперативных вмешательств на переднем и заднем сегментах глаза. Залогом успешных результатов лечения травматических повреждений глаз, полученных в боевых условиях, является своевременное проведение первичной хирургической обработки и витреоретинального вмешательства, плодотворное сотрудничество военных и гражданских медиков.

**Ключевые слова:** травматические повреждения глаза; война; военные конфликты; обзор

T.A. Krasnovid, V.S. Aslanova, N.I. Bondar  
 State Institution "The Filatov Institute of Eye Diseases and Tissue Therapy of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Odesa, Ukraine

### Main aspects of traumatic eye injuries during wars and military conflicts

**Abstract.** The literature review shows that due to the use of highly destructive weapons in modern wars and military conflicts, the incidence and severity of eye damage has been increasing historically. One of the most common causes of traumatic damage of the brain and eyes, which are generally less protected than the chest and abdominal organs, is the blast wave. Traumatic injuries of the eyes are characterized by a mine-explosive bilateral damage of several eye structures simultaneously, the presence of intraocular foreign bodies, combined and concomitant lesions in comparison with the monocular damage of the individual structures of the eye

without concomitant and combined injuries in peacetime. Among surgeries, vitreoretinal interventions are of great importance. Such victims during triage should be sent directly to medical institutions with appropriate equipment and personnel, who can perform surgeries on the anterior and posterior segments of the eye. The key to successful results of the treatment for traumatic eye injuries occurred in combat conditions is the timely conduction of primary surgical treatment and vitreoretinal intervention and the effective cooperation of military and civilian doctors.

**Keywords:** traumatic eye injuries; war; military conflicts; review