

Огляд літератури

Сучасний військовий балістичний захист очей: проблеми та перспективи

Храмов І. І., лікар-офтальмолог

Національний військовий медичний клінічний центр «Головний військовий клінічний госпіталь», Київ (Україна)

Problems and prospects for modern military ballistic eye protection

Khramov I. I.

National Military Medical Clinical Center "Main Military Clinical Hospital", Kyiv (Ukraine)

Резюме

У роботі розглянуто еволюцію та особливості застосування військових засобів балістичного захисту очей — від появи перших зразків до сучасних технічних і безпекових стандартів, вивчено ефективність інтеграції в загальну систему захисту військовослужбовців у сучасних війнах і збройних конфліктах. Бойова травма ока залишається серйозною медико-соціальною проблемою, оскільки вона суттєво знижує боєздатність, призводить до тривалої втрати працездатності та може стати причиною інвалідності. Помітне зростання кількості випадків бойових травм органа зору та частки тяжких ушкоджень за останні 70–80 років стимулювали розробку нових матеріалів та конструктивних рішень. У дослідженні проаналізовано основні причини збільшення частки уражень органа зору, узагальнено досвід упровадження та використання відповідних засобів у збройних силах провідних держав, а також вивчено чинники не-

гативного комплаєнсу щодо їх застосування військовослужбовцями. Досвід реалізації програми Military Combat Eye Protection (МСЕР) в армії США засвідчив, що для досягнення високого рівня використання захисту очей військовослужбовцями знадобився перехід від суто нормативних вимог і політики обов'язкового носіння штатних зразків до розширення переліку сертифікованих моделей з урахуванням ергономічних потреб військових та проведення цілеспрямованих інформаційно-роз'яснювальних кампаній щодо ефективності відповідного захисного спорядження. Ці заходи дозволили підвищити рівень використання засобів захисту особовим складом до 95% при розгортанні підрозділів у зоні бойових дій. Проведено аналіз чинних технічних вимог до зразків та реальної практики застосування балістичного захисту під час повномасштабної війни в Україні з опрацюванням даних щодо їхнього впливу на динаміку та структуру очних поранень. Обґрунтовано необхідність запровадження жорсткіших нормативних вимог, а також подальшого розширення й інтенсифікації інформаційно-роз'яснювальної роботи щодо застосування засобів захисту особовим складом.

Ключові слова: бойова травма ока, діоптрійні вставки, засоби балістичного захисту, полікарбонатні лінзи, тактичні окуляри, STANAG 4296.

Abstract

This paper discusses the evolution and use of military ballistic eye protection, from its first prototypes to that complying with current technical and safety standards, and the efficacy of its integration into the general service-member protection system in contemporary warfare and armed conflicts. Combat eye injury remains a serious medical and social concern since

DOI: <https://doi.org/10.31288/Ukr.j.ophthalmol.202649096>

UDC: 617.7-089:614.876:355.415(048.8)

Corresponding author: Igor I. Khramov, Magister, Ophthalmology Clinic, National Military Medical Clinical Center "Main Military Clinical Hospital", 18, Hospitalna Street, Kyiv, Ukraine.
E-mail: khramovgo@gmail.com

Received 2025-06-22

Accepted 2026-07-30

Cite this article as: Khramov I. I. Problems and prospects for modern military ballistic eye protection. Ukr. j. ophthalmol. 2026;4:90-96.



This is an open access article under the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license

© Khramov I. I., 2026

it substantially affects fighting efficiency, results in long-term loss of capacity to work, and can lead to legal visual disability. Over the past seven to eight decades, there have been increases in the incidence of combat eye injury and the share of severe injuries, which stimulated the development of new materials and protective eyewear designs. Additionally, this paper reviews major causes of the increase in the share of eye injuries, generalizes the experience in the implementation and use of proper means of protection in the armed forces of leading nations, and considers the reasons for eye protection non-compliance by service members. The experience of implementing the Military Combat Eye Protection (MCEP) program in the US Army has demonstrated that the achievement of high eye protection compliance rates required a transition from prescriptive requirements and mandatory standard-issue protection wearing to an increased list of certified eye protection models taking into account the ergonomic requirements

of service members and conducting targeted information and awareness campaigns on the effectiveness of the appropriate protective equipment. These measures allowed increasing the rates of eye protection compliance among service members during a deployment in a combat zone to 95%. Current technical requirements to prototype validation and actual ballistic eye protection use practice during the full-scale war in Ukraine were analyzed and the data on their impact on eye injury rates and pattern were reviewed. Moreover, this paper justifies the necessity of introducing stricter regulatory requirements and further expansion of awareness on the use of eye protection among military personnel..

Keywords: *combat eye injury, diopter inserts, means of ballistic protection, polycarbonate protective lenses, tactical goggles, STANAG 4296.*

Вступ

Упродовж останніх 150 років спостерігається стійка тенденція до зростання частки очних поранень у структурі бойових травм. Ця динаміка зумовлена швидким та значним прогресом у розробці та виробництві озброєння, що докорінно змінило парадигму сучасного бою. Сьогодні бойові дії характеризуються застосуванням зброї із великим радіусом дії та переважно осколковим характером ураження, де вражаючі елементи мають надзвичайно високу кінетичну енергію. Крім того, останнім часом акцент змістився в бік використання високоточної зброї, зокрема безпілотних літальних апаратів різних типів. За час повномасштабної війни поранення органа зору, отримані від використання FPV-дронів, склали до 85–90% в загальній статистиці.

Метою цієї роботи є вивчення історичних аспектів розвитку засобів захисту, аналіз еволюції технічних і безпекових характеристик, вивчення досвіду армій провідних країн світу щодо впровадження балістичного захисту органа зору з визначенням основних напрямків подальшої роботи стосовно підвищення показників носіння засобів захисту очей військовослужбовцями Сил оборони України.

Основна частина

Хоча загальна площа очей становить лише близько 0,2% від загальної поверхні тіла, вони є однією з найвразливіших анатомічних зон. У сучасних війнах на поранення органа зору припадає близько 13% усіх бойових поранень, хоча ще у Другу світову війну цей показник був на рівні 3% [1,2,3,4,5]. Навіть найдрібніші осколки, які не становлять критичної загрози для інших частин тіла, здатні спричинити катастрофічні наслідки, аж до повного руйнування очного яблука. Незалежно від характеру бойового ураження, будь-який тип травми може призвести до незворотної втрати зорових функцій або сліпоти. Такі поранення не лише унеможливають продовження військової служ-

би у великій кількості випадків, а й суттєво знижують якість життя ветеранів після звільнення. Отже, забезпечення ефективного захисту очей як найважливішого сенсорного органа воїна є критично важливим завданням [1,6].

Історичні аспекти розвитку військового балістичного захисту очей

Історія захисту очей військових починається в античні часи з використання спеціальних шоломів та масок з прорізами та отворами для очей. У середньовіччі з'явилися рухливі забрала. Звичайно, що така технологія захисту сильно обмежувала поле зору бійця та, як наслідок, його мобільність [1,6].

Проте, треба сказати, що ця стародавня технологія виявилася дуже стійкою. Під час Першої світової війни екіпажі танків потребували захисту від мілких осколків металу, що відлітали від внутрішніх поверхонь кабіни під час влучань снарядів. Були розроблені спеціальні металеві маски для екіпажів з прорізами для очей, як «Splatter Mask». Також розроблялися схожі засоби для кулеметників, як «Casque Polack», які захищали від мілких фрагментів, що утворювалися під час вибухів гранат та снарядів. Протягом 1910–1914 років французький хімік Е. Бенедіктус отримав патент на промислове виробництво багатошарового безпечного скла – триплексу. Целулоїдний прошарок між скляними пластинами утримував осколки під час удару, не даючи їм розлітатися. Під час Першої світової війни ламіноване скло почали активно використовувати для виготовлення лінз у протигазах, а також для скління у військових автомобілях та літаках [6, 7]. Варто також зазначити, що в періоди Першої та Другої світових війн захист очей не був стандартним елементом загальнової військового екіпірування для піхоти, хоча спеціалізовані захисні окуляри вже отримували водії та пілоти [1].

У 1953 році у Німеччині Г. Шнелл та у США Д. Фокс винайшли одночасно надміцний прозорий тер-

мопласт. Гіганти хімічної промисловості Bayer та General Electric уклали угоду про спільне ліцензування. Так народився полікарбонат, відомий під брендами Makrolon та Lexan [8].

А з 1962 року в США розпочалися випробування балістичних характеристик нових полімерних матеріалів та скла для створення прогресивних засобів захисту очей. Стимулом для пошуку нових матеріалів став також аналіз бойових травм, отриманих американськими військовими під час війни у В'єтнамі, де ураження очей були надзвичайно поширеними [9,10]. Дрібні осколки мін та снарядів легко пробивали окуляри, а уламки самого скла додатково травмували очі. Довгий час в американських військових окулярах М-1944 використовувався крихкий ацетат або триплекс, які не забезпечували належного рівня безпеки. Масштабні науково-дослідні програми 1980-х років дозволили створити балістичні окуляри з високим ступенем захисту. У 1983 році в армії США була проведена модернізація захисних окулярів М-1944 Sun, Wind and Dust, в яких замість ацетатних лінз почали використовувати полікарбонатні. В 1990 році також був доданий захист від лазерних променів. Згодом на озброєння було прийнято систему балістичного та лазерного захисту органів зору BLPS (Ballistic and Laser Protective Spectacles) з можливістю встановлення діоптрійних вставок. Ці перші зразки були громіздкими та незручними, проте вже достатньо ефективно виконували свою функцію [9].

Масове впровадження захисних окулярів як обов'язкового елементу стандартного бойового спорядження розпочалося у 1990-х роках під час війни в Перській затоці. У 2006 році С. Хартлі розробив універсальну систему балістичного та світлового захисту, яка суттєво спростила взаємозамінність лінз між різними типами засобів – тактичними окулярами, масками та захисними щитками для обличчя [11].

Захисні окуляри перетворилися на обов'язковий елемент бойової екіпіровки на початку 2000-х років під час воєнних кампаній в Іраку (Operation Iraqi Freedom – OIF) та Афганістані (Operation Enduring Freedom – OEF). Тоді військові офтальмологи зіткнулися з суттєвим зростанням тяжких поранень очей, спричинених дією саморобних вибухових пристроїв (СВП). Аналіз статистики бойових травм за період 2001–2011 років засвідчив, що частота проникаючих поранень з внутрішньоочними сторонніми тілами сягала 18,6%. Клінічні наслідки таких поранень виявилися вкрай несприятливими – близько 30% пацієнтів залишалися юридично сліпими на поранене око навіть після проведення спеціалізованого хірургічного лікування [12]. Ця статистика демонструвала критичну небезпеку, що виникала через нехтування бійцями вимог щодо використання сертифікованих засобів захисту, а також через застосування цивільних моделей сонцезахисних або спортивних окулярів, які не мали балістичної стійкості та при ударі розліталися на уламки, додатко-

во травмуючи очі. Використання цивільних моделей було зумовлене низькою ергономічністю та застарілим дизайном штатних засобів захисту, які не відповідали сучасним вимогам щодо зручності та, що цікаво, естетичного вигляду. Щоб виправити ситуацію, армія США у 2006 році створила єдиний сертифікаційний список – Authorized Protective Eyewear List (APEL) [9,13]. Відтоді солдатам офіційно дозволили використовувати засоби різних виробників але лише ті моделі, які пройшли балістичні тести за стандартами міцності. Також сформувався поділ на два типи захисту: легкі відкриті окуляри для щоденного патрулювання (Spectacles) та масивні закриті маски на ремінці (Goggles), які щільно прилягали до обличчя. На ринку виділилися компанії ESS, Revision, Oakley та Wiley X, чії назви сьогодні відомі військовим у всьому світі [13,14].

Паралельно відбувався серйозний прорив у ергономіці. Стандартом стали комплекти, де в одну оправу можна було за лічені секунди встановити різні лінзи: прозору, затемнену для яскравого сонця або жовту для підвищення контрасту в тумані. Крім того, нарешті була вирішена проблема використання засобів захисту військовими з порушеннями рефракції – були розроблені зручні внутрішні діоптрійні вставки (Rx inserts) [1,9,13]. Завдяки цьому зникла потреба підганяти власні окуляри під засоби захисту. Самі лінзи почали обробляти хімічними покриттями: проти подряпин від піску (технології типу Tough Zone або Scratch-Resistant) та шаром антивідблиску та антизапотівання (Anti-Fog). В цей час повністю сформувалися ті стандарти балістичного захисту очей, які ми використовуємо сьогодні [13].

Європейські країни на початку 2000-х років приймали активну участь у міжнародних миротворчих місіях. Це вимагало створення сучасної екіпіровки. Європейські інженери почали проектувати екіпіровку як єдине ціле. Яскравими прикладами стали французька система FELIN та німецька IdZ. У цих концепціях балістичні окуляри чи маски розроблялися так, щоб ідеально стикуватися з новими шоломами, не тиснути на елементи навушників і не заважати роботі з нашоломними прицілами чи приладами нічного бачення [15,16].

Застосування засобів балістичного захисту в бойових умовах

Аналіз ефективності засобів захисту органів зору на прикладі Ліванської війни у 1982 році підтверджує критичну важливість використання балістичних окулярів та масок – під час конфлікту не було зафіксовано жодного випадку поранення очей у військових, які використовували відповідне захисне спорядження. [17].

Однак данні американських лікарів на початку 2000-х років свідчили про недостатньо високий рівень комплаєнсу щодо використання балістичного захисту військовослужбовцями різних країн, що чітко простежується на прикладі бойових дій у різних локаціях. Зокрема, при аналізі кількості та структури поранень вій-

ськовослужбовців армії США під час операції в Іраку (OIF) та Афганістані (OEF) з 2003 по 2006 рік, частка поранень зросла до 13%, з них майже 46% склали проникаючі поранення. Таке стрімке зростання кількості поранень очей було викликане великою кількістю застосування СВП та технічними досягненнями у виробництві засобів індивідуального захисту тулуба та голови [1,5,18]. При цьому серед тих, хто отримали поранення очей, задокументоване використання захисних окулярів було тільки у 24%, задокументоване невикористання захисних окулярів у 34%, та відсутність даних у 41% випадків. [5].

Британські колеги приводять дані бойових уражень очей у військовослужбовців Сполученого Королівства з 2004 по 2008 рік під час тих же операцій в Іраку та Афганістані (TELIC та HERRICK). Ураження очей становили 10%. Відкрита травма ока складала 36%. Проникаючі поранення разом з руйнаціями очного яблука склали майже 48%. Усі військовослужбовці були забезпечені захисними окулярами за військовим стандартом США. Лише 11% з них задокументовано користувались окулярами [3]. В результаті іншого дослідження, проведеного британськими лікарями у 2011 році, яке базувалося на схематичному моделюванні поранень обличчя, були отримані дані, що використання балістичних окулярів могло б запобігти 7 летальним випадкам, а застосування візорів ще 19 [19]. Також у 2013 році у Сполученому Королівстві оцінили рівень очного травматизму серед військових та Афганських національних сил безпеки та виявили суттєву різницю: серед 40 поранених солдат Міжнародних сил сприяння безпеці, які використовували захист, та 1, дані про захист по якому відсутні, було зафіксовано 3 поранення очей, тоді як серед 53 поранених Афганських національних сил безпеки, які не мали відповідного екіпірування, кількість таких поранень становила 24 [20].

Але зусилля американського командування та військових офтальмологів, що були направлені на підвищення рівня застосування сертифікованих захисних окулярів та масок, принесли свої результати. Нормативні вимоги та інформаційні кампанії серед військових із можливістю обирати найбільш зручні моделі зі списку APEL суттєво підвищили показники носіння захисних тактичних окулярів серед американських військових. Опитування, проведене серед 4900 американських військових у 2008 році, показало, що 78% солдатів вважали носіння захисних окулярів обов'язковим під час розгортання сил в зоні бойових дій. Серед учасників 86% носили окуляри за межами баз. Під час тренувань показник становив 67%, при те-хобслуговуванні 35%, і навіть вдома 20%. Результати опитувань 2010 та 2011 років показали зростання рівня дотримання правил носіння під час розгортання сил в зоні бойових дій до 84% та 95% відповідно [9].

Однак, аналізуючи відповідні показники в інших країнах в той же час, бачимо, що ситуація абсолютно інакша. Індійські автори приводять дані про уражен-

ня очей у військовослужбовців та службовців служби безпеки під час протиповстанських операцій у період 2016–2019 років. Проникаючі поранення очей склали 50,4%. Вказується на те, що військовослужбовці не забезпечуються захисними балістичними окулярами. Автори вважають, що більшості випадків очних травм могло було запобігти, використовуючи захисні окуляри [4].

За даними від 2016 року про ураження очей у військовослужбовців Туреччини під час антитерористичних міських військових операцій відсоток проникаючих поранень оцінено на 81,6%. Незважаючи на те, що усі військовослужбовці були забезпечені захисними окулярами задокументовано використання окулярів їх 16,5%. Дані по 56,7% використання відсутні [2].

Т. І. Вонг та Б. Сіт у своєму дослідженні ще у 1997 році пояснювали ігнорування засобів захисту через класичні поведінкові теорії, виділяючи кілька ключових чинників. По-перше, величезну роль відіграє ергономіка: незручні, важкі окуляри, які пітніють, обмежують зір, викликали у бійців несприйняття, що згодом змусило армію перейти на ергономічні моделі. По-друге, критичне значення має командна культура та приклад керівництва – якщо командири нехтують захистом, підлеглі наслідують їхній приклад. Нарешті, на поведінку впливає рівень усвідомлення загрози: у безпечнішому тилу правила часто ігнорують, тоді як у бойових умовах пильність військовослужбовців різко зростає. Автори вказували, що розв'язання проблеми лежить не лише в площині забезпечення окулярами, а в розумінні психологічних та соціальних чинників поведінки військовослужбовців, що дозволяє розробляти ефективніші програми навчання та змінювати армійську культуру [10].

Сучасні стандарти військового балістичного захисту

Визначальною рисою сучасних нормативних вимог є проведення випробувань балістичних окулярів як єдиної цілісної системи в екстремальних умовах. Очевидно, що для розуміння основ та особливостей сучасного ефективного балістичного захисту необхідно проаналізувати чинні міжнародні стандарти та вимоги до таких засобів, вказаних у таблиці 1.

Сучасним американським військовим стандартом для захисту очей є MIL-PRF-32432(A) 2018 року [14].

Балістичні характеристики:

- для відкритих окулярів (Class 1): уламок калібру .15 (маса 0,37 грама) вистрілюється зі швидкістю 213–221 м/с. Лінза не повинна бути пробита або вибита з оправи, а оправа не має розлетітися [14];
- для закритих масок (Class 2): уламок калібру .22 (маса 1,10 грама) вистрілюється зі швидкістю 177–180 м/с [14].

Критерій відповідності надзвичайно жорсткий: жоден фрагмент лінзи чи оправи не повинен відколотися з внутрішньої сторони. Крім того, лінза під час удару не має торкнутися ока манекена [14].

Таблиця 1. Характеристики стандартів відкритих захисних окулярів

Стандарт окулярів	Витримка удару	Захист від уламків	Вимоги до комфорту при носінні
STANAG 4296 (2920)	До 175 м/с	Високий	Забезпечує високий комфорт та ергономіку
MIL-PRF-31013A	До 221 м/с	Високий	Забезпечує високий комфорт та ергономіку
CE EN 166	До 45 м/с	Низький	Умови для тривалого носіння

Примітка: STANAG — Standardization Agreement; MIL-PRF — Military Performance Specification; CE EN — Conformité Européenne European Norm; м/с — метрів за секунду.

У європейських країнах-членах НАТО діє балістичний стандарт для захисту очей STANAG 4296 (Standardization Agreement) разом з базовим стандартом випробувань STANAG 2920. На відміну від американців європейці створили універсальні критерії випробувань відкритих окулярів та масок. Європейський стандарт базується на показнику V50. Під час серії пострілів по окулярах зі зміною швидкості снаряда визначають швидкість, за якої полікарбонатна лінза пробивається рівно у 50% випадків. Мінімальний поріг швидкості V50 за стандартом STANAG 4296 має становити щонайменше 170–175 м/с. Багато європейських армій піднімають цю планку вище – до 210–215 м/с [21,22].

Балістичні випробування в американському та європейському стандарті проводяться імітаторами уламків (Fragment Simulating Projectile, FSP), що мають форму циліндра з двома скошеними гранями на одному кінці та пласку основу. Отже уламок має гостру поверхню, що в десятки разів підвищує його пробивну спроможність. Стандарт також враховує комфорт носіння і посадку окулярів, щоб вони не впливали на здатність військового вести бойові дії або взаємодіяти з іншими приладами [14,21,22].

Для порівняння, хоча цивільний європейський стандарт EN 166 є суворим та надійним індустріальним стандартом, його найвищий рівень захисту для відкритих окулярів від сталевої кульки 6 мм (0,86 г) на швидкості 45 м/с є абсолютно недостатнім для бойових умов, де основну загрозу становлять високошвидкісні уламки при підривах СВІП чи застосуванні FPV-дронів. Вищі рівні захисту цього стандарту використовуються у закритих окулярах – до 120 м/с та щитків до 190 м/с [23].

Окремі питання використання військового балістичного захисту в Україні

Під час повномасштабної агресії росії проти України поранення органа зору склали близько 13–14%. Проникаючі поранення майже 50% від загальної кількості травм ока, при цьому частка ушкоджень із наявністю внутрішньоочних сторонніх тіл досягає 55%. Окремої уваги заслуговує зростання показника двобічних поранень до 37–41% (для порівняння, у 2022 році – 29,8%) [24]. Наведені дані чітко вказують на тенденцію до зростання тяжкості бойових травм органа зору та підкреслюють важливість питання балістичного захисту очей наших військовослужбовців.

На сьогодні в Україні балістичні окуляри включені до бойових комплектів військовослужбовців. Вимоги до показників захисту балістичних окулярів згідно з актуальними вітчизняними технічними специфікаціями TC A01XJ.32012-188:2019(01) (на окуляри-маску закритого типу, Ballistic Protective Goggles-Mask) та TC A01XJ.24266-187:2019(01) (на окуляри захисні балістичні відкритого, стрілецького типу, Protective Ballistic Goggles) відповідають вимогам стандарту НАТО STANAG 4296 (2920) [25, 26].

Водночас наразі відсутні чіткі обов'язкові нормативно-правові вимоги чи рекомендації щодо постійного носіння захисних окулярів у зоні бойових дій, а випадки їх використання належним чином не документуються. Проте, як зазначалося вище, з проблемою фіксації факту використання засобів захисту під час поранення стикаються в усіх арміях, що ведуть бойові дії. На відміну від бронежилетів і шоломів, окуляри можуть бути втрачені під час вибуху або при падінні [2, 5, 9, 12].

З початку повномасштабної війни були проведені різні інформаційні кампанії з підвищення комплаєнсу щодо використання військовослужбовцями засобів захисту органа зору. Однак, під час опитування бійців, які надходять на лікування з пораненнями очей, часто зазначають, що не використовували окуляри в момент ураження. Ця інформація є критично важливою, адже відсутні дані про кількість військовослужбовців, які уникнули поранень органа зору завдяки використанню захисних окулярів, що унеможливило повноцінний статистичний аналіз їхньої ефективності в сучасних бойових умовах [9, 10].

Літературні дані та власний хірургічний досвід у лікуванні проникаючих поранень очей свідчать, що понад 80% осколків, які потрапили в око та не зруйнували його при збереженні шансів на відновлення зору, мають розмір від 0,5 до 4 мм. У переважній більшості випадків якісні захисні окуляри здатні затримати фрагменти такого розміру [1, 12].

Безумовно, важливою є здатність окулярів захищати від лазерного випромінювання. У сучасних моделях таких засобів захисту використовуються штатні або змінні лінзи, що блокують небезпечні лазерні промені. На сьогодні, з урахуванням парадигми позиційного бою та постійного повітряного візуального контролю, відстань до супротивника збільшилася, що у більшості випадків унеможливило використання військових

лазерних пристроїв. Однак під час антитерористичної операції та операції об'єднаних сил (АТО/ООС) зафіксовано неодноразове застосування таких пристроїв проти українських військових, що спричинило ураження сітківки різного ступеня тяжкості [27].

Найчастіші причини, через які військовослужбовці не використовують захисні окуляри, це незручність у носінні, запотівання та раптова неочікувана зміна бойової обстановки. Отже, ми бачимо ті самі причини нехтування захистом, що існували майже 50 років тому. Носіння тактичних окулярів створює певний дискомфорт, проте він компенсується надійним захистом очей від поранень. Великі компанії-виробники окулярів постійно працюють над покращенням надійності та ергономіки моделей, поєднуючи максимально зручний уніфікований дизайн та регульовані елементи корпусу.

П. Гюнтер та М. Ріддл у 2008 році довели, що тактичні окуляри майже не впливають на зір, окрім мінімальних порушень від діоптрійних вставок, тоді як балістичні маски суттєво порушують лише периферичний огляд при збереженні центрального. Для компенсації цього ефекту військовим рекомендовано активно використовувати рухи головою для додаткового сканування простору [28].

Варто зазначити, що, за результатами наших спостережень, частка військовослужбовців із аномаліями рефракції на сьогодні сягає близько 33%. При цьому більше половини з них потребує різного ступеня корекції зору вдалину. З огляду на це, існує необхідність визначати потребу в оптичних вставках засобів захисту для забезпечення відповідної потреби.

Таким чином, зростання кількості бойових травм ока з початку повномасштабної війни вимагає прийняття важливих організаційних рішень для зниження рівня поранень очей. Використання виробниками сучасних матеріалів та інноваційних конструктивних рішень у виробництві засобів військового балістичного захисту надають можливість запобігти великій кількості ушкоджень. Необхідною є розробка та впровадження нормативно-правової бази використання балістичного захисту очей. Належний контроль стану спорядження та навчання особового складу належному застосуванню дозволять суттєво зменшити кількість і тяжкість бойових травм. У перспективі це призведе до підвищення боєготовності, зменшить терміни лікування та мінімізує незворотну втрату зорових функцій. Досвід зарубіжних армій підтверджує високу ефективність такого підходу для збереження зору військовослужбовців.

Авторський внесок

Автор підтверджує одноосібну відповідальність за концепцію та дизайн дослідження, збір даних, аналіз та інтерпретацію результатів, підготовку рукопису.

Фінансування

Автор заявляє, що під час підготовки цього рукопису не отримував жодних коштів, грантів чи іншої підтримки.

Відмова від відповідальності

Висловлені в представлений статті думки є власними, а неофіційними позиціями установи.

Конфлікти інтересів

Автор не має жодного дійсного чи потенційного конфлікту інтересів, який міг би вплинути на думку щодо предмета чи матеріалів, викладених та обговорених у цьому рукописі.

Заява про доступність даних

Всі дані, отримані або проаналізовані під час цього дослідження, включені в цю опубліковану статтю.

Список скорочень

APEL — Authorized Protective Eyewear List, BLPS — Ballistic and Laser Protective Spectacles, FSP — Fragment Simulating Projectile, MCEP — Military Combat Eye Protection, OEF — Operation Enduring Freedom, OIF — Operation Iraqi Freedom, СВП — саморобний вибуховий пристрій.

Література

1. La Piana FG, Ward TP. The development of eye armor for the American infantryman. In: Thach AB, editor. *Ophthalmic Care of the Combat Casualty*. Falls Church (VA): Borden Institute; 2003. Chapter 26.
2. Akıncioğlu D, Küçükevcilioğlu M, Durukan AH. Combat-related ocular trauma and visual outcomes during counterterrorism urban warfare operations in Turkey. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*. 2022 May;28(5):648-653. doi: 10.14744/tjtes.2021.25822.
3. Blanch RJ, Bindra MS, Jacks AS, Scott RA. Ophthalmic injuries in British Armed Forces in Iraq and Afghanistan. *Eye (Lond)*. 2011 Feb;25(2):218-23. doi: 10.1038/eye.2010.190.
4. Rana V, Patra VK, Bandopadhyay S, Raj B, Sharma VK, Gupta A, Mishra SK, Kumar P. Combat ocular trauma in counterinsurgency operations. *Indian J Ophthalmol*. 2023 Dec 1;71(12):3615-3619. doi: 10.4103/IJO.IJO_609_23.
5. Weichel ED, Colyer MH, Ludlow SE, Bower KS, Eiseman AS. Combat ocular trauma visual outcomes during operations iraqi and enduring freedom. *Ophthalmology*. 2008 Dec;115(12):2235-45. doi: 10.1016/j.ophtha.2008.08.033.
6. Hoskin AK, Mackey DA, Keay L, Agrawal R, Watson S. Eye Injuries across history and the evolution of eye protection. *Acta Ophthalmol*. 2019 Sep;97(6):637-643. doi: 10.1111/aos.14086.
7. Rasmussen SC. Art and Inspiration: Edouard Benedictus and the Invention of Laminated Safety Glass. *Chempluschem*. 2025 Jan;90(1):e202400572. doi: 10.1002/cplu.202400572.
8. Polycarbonates. In: Mark HF, editor. *Encyclopedia of Polymer Science and Technology*. Online ed. New York: John Wiley & Sons; 2001.
9. Auvil JR. Evolution of Military Combat Eye Protection. *US Army Med Dep J*. 2016 Apr-Sep;(2-16):135-9.
10. Wong TY, Seet B. A behavioral analysis of eye protection use by soldiers. *Mil Med*. 1997 Nov;162(11):744-8.
11. Hartley IC, inventor; [власник патенту]. Eyewear for ballistic and light protection. United States patent US 7,008,056. 2006 Feb 28.

12. Justin GA, Baker KM, Brooks DI, Ryan DS, Weichel ED, Colyer MH. Intraocular Foreign Body Trauma in Operation Iraqi Freedom and Operation Enduring Freedom: 2001 to 2011. *Ophthalmology*. 2018 Nov;125(11):1675-1682. doi: 10.1016/j.ophtha.2018.06.006.
13. U.S. Army Program Executive Office Soldier. Authorized Protective Eyewear List (APEL) - Approved Eyewear QPL [Internet]. Fort Belvoir (VA): U.S. Army, PEO Soldier; [cited 2026 Jul 25]. Available from: <https://cpeground.army.mil/Equipment/Approved-Eyewear-QPL/>
14. Department of Defense (US). Performance specification: Eyewear, ballistic fragmentation, military (MIL-PRF-32432A). Washington, DC: Department of Defense; 2018.
15. Rheinmetall Defence. Infanterist der Zukunft (IdZ) [Internet]. Düsseldorf: Rheinmetall AG; [archived 2012 Mar 15; cited 2026 Jul 25]. Available from: <https://web.archive.org/web/20120315170620/http://www.rheinmetall-detec.de/index.php?fid=4679&qid=&qpage=0&lang=3&query=idz>
16. FÉLIN – Future Infantry Soldier System [Internet]. Defense Update: International Online Defense Magazine; 2004 [archived 2005 Mar 12; cited 2026 Jul 25]. Available from: <https://web.archive.org/web/20050312091109/http://www.defense-update.com/products/fefelin.htm>
17. Belkin M, Treister G, Dotan S. Eye injuries and ocular protection in the Lebanon War, 1982. *Isr J Med Sci*. 1984 Apr;20(4):333-8. P
18. Thomas R, McManus JG, Johnson A, Mayer P, Wade C, Holcomb JB. Ocular injury reduction from ocular protection use in current combat operations. *J Trauma*. 2009 Apr;66(4 Suppl):S99-103. doi: 10.1097/TA.0b013e31819d8695.
19. Breeze J, Allanson-Bailey LS, Hunt NC, Midwinter MJ, Hepper AE, Monaghan A, Gibbons AJ. Surface wound mapping of battlefield occulo-facial injury. *Injury*. 2012 Nov;43(11):1856-60. doi: 10.1016/j.injury.2011.07.001.
20. Parker P, Mossadegh S, McCrory C. A comparison of the IED-related eye injury rate in ANSF and ISAF forces at the UK R3 Hospital, Camp Bastion, 2013. *J R Army Med Corps*. 2014 Mar;160(1):73-4. doi: 10.1136/jramc-2013-000164.
21. NATO. Ballistic test method for personal body armour and combat clothing (STANAG 2920, Ed. 3). Brussels: NATO Standardization Office; 2015
22. NATO. Eye protection for the individual soldier (STANAG 4296, Ed. 2). Brussels: NATO Standardization Office; 2021
23. EN 166:2001. Personal eye-protection – Specifications. Brussels: European Committee for Standardization; 2001. 40 p.
24. Zhupan B, Lurin I, Medvedovska N, Khramov I. Experience of providing eye care to the wounded at the NMMCC “Main Military Clinical Hospital” during the defense of Kyiv in February-April 2022. *Ukr. j. ophthalmol*. 2023 Feb. 28; (1):68-74. doi.org/10.31288/oftalmolzh202316873
25. Ministry of Defence of Ukraine. (2019). Okyuliary zakhysni balistychni: TS A01XJ.24266-187:2019(01) [Ballistic protective glasses: Specification A01XJ.24266-187: 2019 (01)]. Kyiv.
26. Ministry of Defence of Ukraine. (2019). Okyuliary-maski zakhysni balistychni: TS A01XJ.32012-188:2019(01) [Ballistic protective goggle-mask: Specification A01XJ.32012-188:2019(01)]. Kyiv.
27. Badiuk M, Zhupan B, Khramov I, Mykyta O. Medical and social features of laser eye injuries in military personnel of the Defense forces of Ukraine. *CMB*. 2023 Aug. 30;19(85):25-30. doi.org/10.26724/2079-8334-2023-3-85-25-30
28. Gunther PJ, Riddle MS. Effect of combat eye protection on field of view among active-duty U.S. military personnel. *Optometry*. 2008 Nov;79(11):663-9. doi: 10.1016/j.optm.2008.01.023.