



Актуальність створення нового комбінованого офтальмологічного лікарського препарату протизапальної, антибактеріальної дії

Л. І. Кучеренко ^{A,D,E,F}, Д. В. Окользін ^{A,B,C,D}

Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, Україна

A – концепція та дизайн дослідження; B – збір даних; C – аналіз та інтерпретація даних; D – написання статті; E – редагування статті; F – остаточне затвердження статті

В умовах повномасштабного вторгнення росії в Україну значно зросла кількість травм та опіків ока, що є однією з найскладніших проблем сучасної цивільної та військової медицини. Поверхня ока, становлячи лише 0,3 % від загальної поверхні тіла, є надзвичайно чутливою, і на неї припадає понад 13 % усіх ушкоджень під час бойових дій. Значну загрозу становлять і професійні ураження очей у працівників сільськогосподарського та металургійного секторів, які часто мають складні наслідки, аж до втрати зору або значного його зниження. Тому актуальним є створення нових комбінованих офтальмологічних препаратів для лікування травм та опіків органів зору. Необхідно розробити засоби з протизапальними, антибактеріальними і протигрибковими властивостями, оскільки інфекції та запалення, що виникають після травм, є одними з основних ускладнень, що можуть суттєво погіршити прогноз лікування і призвести до втрати зору.

Мета роботи – обґрунтування необхідності розробки нового комбінованого лікарського препарату для офтальмології, що чинить протизапальну, антибактеріальну та протигрибкову дії.

Матеріали і методи. Як об'єкт дослідження використано дані з джерел фахової літератури, включених до міжнародних бібліографічних баз (Web of Science, Scopus, PubMed, Chemical Abstracts). Застосували методи системного аналізу, інформаційного пошуку. У процесі роботи використовували бібліосемантичний підхід для аналізу зв'язку між ключовими темами та напрямками досліджень, а також методи описового й узагальненого аналізу.

Результати. Проаналізовано сучасний стан фармацевтичного ринку офтальмологічних засобів, зокрема антибактеріальних, протигрибкових і противірусних. Детально розглянуто механізм дії та особливості застосування основних груп препаратів: антибіотиків (хлорамфенікол, ципрофлоксацин, ломефлоксацин, офлоксацин, тетрациклін, гентаміцин, тобраміцин, еритроміцин, моксифлоксацин), сульфаніламідів (сульфатамід), антисептиків (мірамістин) і протизапальних лікарських засобів (глюкокортикоїди та нестероїдні протизапальні лікарські засоби).

Висновки. Незважаючи на широкий асортимент препаратів, їхній лікувальний ефект часто залишається недостатнім при складних травмах ока, особливо отриманих під час бойових дій. Більшість засобів орієнтовані на лікування стандартних запальних процесів або окремих типів інфекцій, а комплексні бойові травми потребують більшої фармакологічної дії та різнопланової терапії. Обґрунтовано необхідність розроблення нового комбінованого лікарського засобу з одночасною протизапальною, антибактеріальною та протигрибковою діями. Такий препарат має забезпечити вплив на кілька патогенетичних механізмів, що сприятиме скороченню тривалості загоєння тканин ока, знизить ризик інфекційних ускладнень і розвитку інвалідності у постраждалих внаслідок військових дій і нещасних випадків.

Ключові слова: офтальмологія, комбіновані лікарські засоби, бойові травми ока, антибактеріальні препарати, протизапальні лікарські засоби, протигрибкові препарати, очні краплі, антибіотики, сульфаніламіди, стандартизація лікарських засобів, фармацевтична розробка, лікування очей, травми органа зору.

Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики. 2025. Т. 18, № 2(48). С. 215-222

The relevance of creating a new combined ophthalmic drug with anti-inflammatory and antibacterial effects

L. I. Kucherenko, D. V. Okolzin

In the conditions of the full-scale invasion of the Russian Federation into Ukraine, the number of eye injuries and burns has significantly increased, which is the biggest problem of modern civilian and military medicine. The surface of the eye, constituting only 0.3 % of the total body surface, is extremely sensitive, and it accounts for more than 13 % of all injuries during hostilities. Occupational eye injuries in workers in the agricultural and metallurgical sectors also pose a significant threat. These injuries often lead to serious consequences, including loss of vision or a significant decrease in its functions. In addition, due to hostilities, the number of such injuries and burns has

ARTICLE INFO



UDC 615.31:615.457:615.276:615.281]-043.83

DOI: [10.14739/2409-2932.2025.2.325216](https://doi.org/10.14739/2409-2932.2025.2.325216)

Current issues in pharmacy and medicine: science and practice. 2025;18(2):215-222

Keywords: ophthalmology, combined drugs, combat eye injuries, antibacterial drugs, anti-inflammatory drugs, antifungal drugs, eye drops, antibiotics, sulfonamides, drug standardization, pharmaceutical development, eye treatment, eye injuries.

Received: 21.03.2025 // Revised: 02.05.2025 // Accepted: 08.05.2025

© The Author(s) 2025. This is an open access article under the [Creative Commons CC BY 4.0 license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

significantly increased, and the medical system is facing new challenges in the treatment of eye injuries. In such difficult circumstances, there is an urgent need to create new combined ophthalmic drugs for the treatment of injuries and burns of the organs of vision. Therefore, it is necessary to develop drugs with anti-inflammatory, antibacterial and antifungal properties, since infections and inflammation that occur after injuries are one of the main complications that can significantly worsen the prognosis of treatment and lead to vision loss.

Aim. Substantiation of the need to develop a new combined drug for ophthalmology that causes anti-inflammatory, antibacterial and antifungal effects.

Materials and methods. Data from sources of professional literature presented in international bibliographic databases (Web of Science, Scopus, PubMed, Chemical Abstracts) were used as the object of research. Methods of systematic analysis and information search were used. In the process of work, a bibliosemantic approach was used to analyze the relationship between key topics and areas of research, as well as methods of descriptive and generalized analysis.

Results. The article analyzes the current state of the pharmaceutical market of ophthalmic drugs, antibacterial, antifungal and antiviral agents. The mechanism of action and features of the use of the main groups of drugs are considered in detail: antibiotics (chloramphenicol, ciprofloxacin, lomefloxacin, ofloxacin, tetracycline, gentamicin, tobramycin, erythromycin, moxifloxacin), sulfonamides (sulfatamide), antiseptics (miramistin) and anti-inflammatory drugs (glucocorticoids and non-steroidal anti-inflammatory drugs).

Conclusions. It was found that with a wide range of available drugs, their therapeutic effect often remains insufficient in complex eye injuries, especially those received during combat operations. Most of available drugs are aimed at treating standard inflammatory processes or certain types of infections, while complex combat injuries require greater pharmacological action and diverse therapy. The need to develop a new combined drug with simultaneous anti-inflammatory, antibacterial and antifungal effects is substantiated. Such drug should provide an effect on several pathogenetic mechanisms, which will reduce the healing of eye tissues, reduce the risk of infectious complications and disability in victims of military operations and accidents in workers in the agricultural and metallurgical sectors.

Keywords: ophthalmology, combined drugs, combat eye injuries, antibacterial drugs, anti-inflammatory drugs, antifungal drugs, eye drops, antibiotics, sulfonamides, drug standardization, pharmaceutical development, eye treatment, eye injuries.

Current issues in pharmacy and medicine: science and practice. 2025;18(2):215-222

Під час бойових дій, спричинених повномасштабним вторгненням росії в Україну, кількість травм та опіків ока значно зросла, і це стало однією з нагальних проблем сучасної цивільної та військової медицини [1,2]. Очі – один із найбільш вразливих органів, часто зазнають ушкоджень від уламків, вибухової хвилі та інших небезпечних факторів [3,4]. Поверхня ока, хоча й становить лише 0,3 % від загальної поверхні тіла людини, є надзвичайно чутливою, тому понад 13 % усіх ушкоджень під час бойових дій припадають саме на орган зору [1,5,6]. Однак не лише військові дії становлять загрозу для очей. Фахівці сільськогосподарського сектора та робітники металургійної промисловості щодня зазнають шкідливого впливу пилу, бруду тощо, які, постійно потрапляючи в очі, спричиняють різні офтальмологічні захворювання та підвищують ризик ускладнень. Такі ушкодження часто призводять до тяжких наслідків, аж до втрати зору або значного його погіршення.

Унаслідок бойових дій кількість травм та опіків органа зору значно збільшилася, й перед фахівцями постають нові, складніші клінічні випадки офтальмологічних ушкоджень [7,8,9].

Саме цими складними умовами обґрунтована актуальність розроблення нових комбінованих ефективних офтальмологічних засобів для лікування травм та опіків органів зору. Доцільно розробити препарати з протизапальною, антибактеріальною та протигрибковою діями, оскільки інфекція та запалення, що виникають після травм, є одними з основних ускладнень, які можуть значно погіршити прогноз лікування та призвести до інвалідності через втрату зору.

При різноманітних офтальмологічних захворюваннях, зокрема інфекційно-запального характеру, складно

дібрати препарат, який одночасно має протизапальну, антибактеріальну, протигрибкову, ранозагоювальну, імуномодулювальну й мембраностабілізуювальну дії [10].

Мета роботи

Обґрунтування необхідності розробки нового комбінованого лікарського препарату для офтальмології, що чинить протизапальну, антибактеріальну та протигрибкову дії.

Матеріали і методи дослідження

Як об'єкт дослідження використано дані з джерел фахової літератури, включених до міжнародних бібліографічних баз (Web of Science, Scopus, PubMed, Chemical Abstracts). Застосовували методи системного аналізу, інформаційного пошуку. У процесі роботи використовували бібліосемантичний підхід для аналізу зв'язку між ключовими темами та напрямками досліджень, а також методи описового й узагальненого аналізу для формування висновків.

Результати

Понад 50 років тому з'явилися перші офтальмологічні препарати з антибактеріальною та протизапальною активністю. Сучасний етап розвитку офтальмології характеризується значним прогресом у розробленні комбінованих засобів для лікування пацієнтів із захворюваннями органа зору.

Асортимент лікарських засобів, які використовують під час лікування пацієнтів з офтальмологічними захворюваннями, досить широкий [11]. Проте з-поміж такого різноманіття препаратів вирізняють порівняно невелику групу засобів, дія яких спрямована на ефективне лікування бактеріальних і грибових інфекцій, зменшення

запалення і прискорення регенерації тканин. Аби лікарі-практики вважали новий офтальмологічний препарат оптимальним, він має відповідати таким вимогам: високо ефективний проти широкого спектра бактеріальних і грибкових збудників; не подразнює тканини ока; може швидко зменшувати запалення; не токсичний; стабільність і сумісність компонентів; простота використання для пацієнта [12].

На жаль, жоден із сучасних препаратів не відповідає цим вимогам повною мірою. Більшість сучасних засобів ефективно впливають лише на окремі патогени або мають обмежений спектр дії. Окремі препарати, як-от антибактеріальні, ефективні проти бактеріальних інфекцій, але малоефективні проти грибкових або вірусних збудників. Противірусні та протигрибкові препарати можуть впливати лише на вузьке коло патогенів і не мають належної протизапальної активності.

Хоча сучасні комбіновані засоби містять кілька активних компонентів, проблема їхньої сумісності залишається актуальною, оскільки це може знижувати ефективність і підвищувати ризик побічних реакцій [13]. Крім того, деякі комбіновані препарати можуть подразнювати чутливі тканини ока, і це обмежує використання цих засобів, наприклад, у дітей або пацієнтів із хронічними очними захворюваннями. Саме тому продовження досліджень у цьому напрямі є важливим для розробки нового покоління комбінованих офтальмологічних препаратів, здатних задовольнити всі вимоги до безпеки, ефективності й універсальності дії.

Отже, створення нового комбінованого офтальмологічного лікарського засобу, який матиме протизапальну, антибактеріальну і протигрибкову дії, є актуальним завданням для сучасної фармації та медицини.

Розрізняють такі групи офтальмологічних лікарських засобів, що найчастіше застосовують при травмах і запальних процесах ока: протимікробні, протигрибкові, протизапальні (глюкокортикостероїди, нестероїдні протизапальні засоби).

З-поміж протимікробних засобів, що використовують в офтальмології, залежно від типу збудника, проти якого вони спрямовані, та механізму дії розрізняють такі препарати: антибактеріальні, антибіотики, сулфаніламідні [14].

Антибактеріальні засоби. Під час бактеріальних інфекцій очей найчастіше призначають антибактеріальні засоби місцевої дії, зазвичай у формі очних крапель і мазей. У разі середньотяжких і тяжких внутрішньоочних інфекцій можливі альтернативні методи введення лікарських засобів, як-от підкон'юнктивальні, парабульбарні, ретробульбарні, інтравітреальні та парентеральні ін'єкції. Об'єм препарату при такому способі введення зазвичай не перевищує 0,5–1,0 мл. Завдяки ін'єкційному методу введення досягають значно вищої концентрації препарату в тканинах ока порівняно з інстиляціями. Підкон'юнктивальні та парабульбарні ін'єкції застосовують під час лікування патологій переднього відділу ока: склериту, кератиту, іридоцикліту та периферичного увеїту. Ретробульбарні ін'єкції призначають при захворюваннях за-

днього відділу ока, зокрема сітківки, судинної оболонки, зорового нерва або склоподібного тіла [15].

Антибіотики відіграють важливу роль у сучасній офтальмології, сприяючи ефективному лікуванню бактеріальних інфекцій очей та їхніх придатків. Завдяки здатності швидко нейтралізувати патогенні мікроорганізми або пригнічувати їх ріст, ці препарати зменшують запалення, запобігають ускладненням і сприяють відновленню нормальних функцій органа зору.

Клас антибіотиків включає різні препарати, що відрізняються за механізмом дії, спектром антимікробної активності та хімічною структурою. Їх використання ґрунтується на принципах раціональної антибіотикотерапії, яка враховує природу збудника, тяжкість інфекції й індивідуальні характеристики пацієнта. В офтальмології антибіотики застосовують переважно як місцеві лікарські форми, як-от очні краплі та мазі. Це дає змогу досягти високих концентрацій препарату у місці ураження та мінімізувати системні побічні ефекти. У разі тяжких інфекцій можливе використання системних або ін'єкційних форм, що мають максимальну ефективність під час лікування пацієнтів із внутрішньоочними інфекціями. Вибір антибіотика в офтальмології обґрунтований чутливістю мікроорганізмів до препарату, характером інфекції та локалізацією ураження. Такий підхід сприяє оптимальним терапевтичним результатам і зменшенню ризику виникнення антибіотикорезистентності [16].

Хлорамфенікол (Левоміцетин) є препаратом вибору для лікування поверхневих інфекцій очей завдяки широкому спектру антибактеріальної активності, у разі місцевого застосування не спричиняє токсичних ефектів, і пацієнти зазвичай добре його переносять. Левоміцетин високоефективний проти багатьох грампозитивних і грамнегативних бактерій, рикетсій, спірохет, а також збудників трахоми та ситакозу. Механізм дії хлорамфеніколу полягає в порушенні синтезу білків у клітинах мікроорганізмів, що забезпечує його бактериостатичний ефект. Зазвичай його застосовують як очні краплі, по 1 краплі тричі на день протягом 5–15 днів. Незважаючи на те, що препарат пацієнти зазвичай переносять добре, можливі побічні реакції: місцеві алергічні прояви, головний біль або запаморочення. Найчастіше в медичній практиці використовують 0,25 % розчин очних крапель у флаконі [17].

Інший важливий препарат – ципрофлоксацин, що належить до групи фторхінолонів. Його бактерицидна дія зумовлена інгібуванням ДНК-гірази, що порушує реплікацію ДНК у бактерій та спричиняє їхню загибель. Ципрофлоксацин ефективний проти широкого спектра грамнегативних бактерій, включаючи *Pseudomonas aeruginosa*, а також аеробних грампозитивних організмів, як-от *Staphylococcus aureus*. Препарат застосовують при виразках рогівки та поверхневих інфекціях очей. Стандартна схема лікування передбачає інтенсивне закрапування у перші дні терапії з поступовим зменшенням частоти введення. Найчастіше в медичній практиці використовують 0,3 % розчин очних крапель у флаконі [18].

Ломефлоксацин – також один із найширше застосовуваних засобів в офтальмології. Препарат має бактерицидну активність завдяки інгібуванню ДНК-гірази (топоізомерази II), що порушує процес поділу бактеріальних клітин. Ломефлоксацин ефективний проти широкого спектра грампозитивних (*Staphylococcus epidermidis*, *S. aureus*) і грамнегативних бактерій (*Haemophilus influenzae*, *Klebsiella*, *Pseudomonas aeruginosa*). Він також активний щодо анаеробних бактерій, як-от *Propionibacterium acnes*. Однак до препарату резистентні *Clostridium difficile*, мікобактерії та гриби. Ломефлоксацин застосовують під час лікування пацієнтів із бактеріальними інфекціями переднього сегмента ока, включаючи кон'юнктивіт, блефарит і блефарокон'юнктивіт, що спричинені чутливими до нього збудниками. У перший день терапії рекомендовано інтенсивне закрапування: 5 крапель з інтервалом 5 хвилин протягом 20 хвилин або по 1 краплі щогодини протягом 6–10 годин. З другого дня препарат застосовують 2–3 рази на добу. Тривалість лікування становить 7–9 днів [19].

Ломефлоксацин випускають у формі очних крапель із концентрацією активної речовини 0,3 %. Один із комерційних препаратів – «Окацин» (Франція). Препарат випускають у флаконах, зручних для дозування, що забезпечує точність введення та мінімізацію втрат під час застосування.

Офлоксацин є представником фторхінолонів із широким спектром протимікробної активності, зокрема щодо облігатних анаеробів, факультативних анаеробів та аеробів. Його механізм дії полягає в інгібуванні ДНК-гірази, що призводить до порушення реплікації ДНК бактерій і їхньої загибелі. Препарат застосовують для лікування пацієнтів з інфекціями переднього сегмента ока (кон'юнктивіт, кератит, блефарит, дакриоцистит, ячмінь, хламідійні інфекції), а також виразок рогівки, що спричинені чутливими до офлоксацину збудниками. Очні краплі закрапують у кон'юнктивальний мішок ураженого ока по 1 краплі 4 рази на день. Тривалість терапії – не більше ніж 2 тижні. У формі мазі препарат наносять смужкою завдовжки 1 см тричі на день, а при хламідійних інфекціях – до 5 разів на добу. При застосуванні можливі відчуття печіння, почервоніння кон'юнктиви та реакції гіперчутливості. Препарат не застосовують у разі підвищеної чутливості до компонентів, під час вагітності та лактації, не призначають дітям віком менше ніж 1 рік [20].

Тетрациклін – бактериостатичний антибіотик, що пригнічує синтез білків у клітинах мікроорганізмів. Він ефективний проти багатьох грампозитивних (стафілококи, стрептококи) і грамнегативних бактерій (ешерихії, сальмонели, шигели), а також проти збудників трахоми. Тетрациклін використовують під час лікування пацієнтів із бактеріальними кон'юнктивітами, кератитами, блефаритами і трахомами, що спричинені чутливими до препарату збудниками. Можливі алергічні реакції – почервоніння, біль чи набряки, що виникають при індивідуальній чутливості до препарату. Тетрациклін протипоказаний дітям віком до 8 років через ризик впливу на формування зубів і кісток.

Тетрацикліни не мають ефекту проти збудників, які продукують бета-лактамази, зокрема гонококів і синьогнійної палички.

Сучасними препаратами для лікування бактеріальних інфекцій є аміноглікозиди (гентаміцин, тобраміцин) та фторхінолони (ципрофлоксацин, офлоксацин), що характеризуються високою ефективністю, зокрема й щодо лікування інфекцій, спричинених синьогнійною паличкою [21].

Серед широкого вибору антибіотиків особливе місце посідають гентаміцин, тобраміцин, еритроміцин і моксифлоксацин. Їх застосування обґрунтоване специфічним механізмом дії та широким спектром антимікробної активності. Це дає змогу ефективно лікувати пацієнтів з інфекціями переднього сегмента ока та прилеглих тканин.

Гентаміцин – представник групи аміноглікозидів – діє бактерицидно, порушуючи синтез білка в бактеріальних клітинах шляхом зв'язування з 30S-субодиницею рибосом. Препарат має високу активність проти грамнегативних бактерій (*E. coli*, *Klebsiella* spp., *Pseudomonas aeruginosa*) та окремих грампозитивних коків (як-от *Staphylococcus* spp.). Його використовують під час лікування пацієнтів із бактеріальними кон'юнктивітами, кератитами, а також для профілактики інфекцій після хірургічних втручань. Зазвичай гентаміцин застосовують у формі крапель, закрапують по 1–2 краплі 3–4 рази на день; тривалість лікування – не більше ніж 2 тижні [22].

Тобраміцин також належить до групи аміноглікозидів. Механізм його дії схожий до гентаміцину, проте спектр активності включає широкий перелік грамнегативних і грампозитивних бактерій: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae* та *Acinetobacter* spp. Тобраміцин ефективний під час лікування пацієнтів із поверхневими інфекціями ока. У разі легкого перебігу препарат закрапують кожні 4 години, а при тяжких інфекціях – кожну годину з поступовим зменшенням частоти застосування [23].

Еритроміцин – представник макролідів, що діє бактериостатично, порушуючи синтез білка в мікроорганізмах. Його перевагою є ефективність проти збудників, стійких до інших груп антибіотиків, – *Streptococcus* spp., *Staphylococcus* spp., *Neisseria gonorrhoeae*. Еритроміцин широко застосовують у формі очної мазі для лікування кон'юнктивітів, трахоми та бактеріальних кератитів. Мазь закладають за нижню або верхню повіку 3–5 разів на день, при трахомі – до 5 разів на день протягом тривалого часу [24].

Моксифлоксацин – не менш важливий представник четвертого покоління фторхінолонів. Завдяки здатності інгібувати ДНК-гіразу та топоізомеразу IV, він діє бактерицидно проти широкого спектра грампозитивних і грамнегативних бактерій. Моксифлоксацин зазвичай використовують для лікування пацієнтів із бактеріальним кон'юнктивітом, що спричинений чутливими штамми мікроорганізмів. Його застосовують по 1 краплі тричі на

день протягом 4 днів. У такий спосіб досягають швидкого терапевтичного ефекту [25].

Усі ці препарати мають свої переваги та обмеження, і їх вибір залежить від характеру інфекції, чутливості збудника та стану пацієнта. Застосування антибактеріальних засобів в офтальмології потребує дотримання схем лікування для запобігання розвитку резистентності мікроорганізмів [26].

Найвідоміший протимікробний сульфаніламідний препарат – сульфацил натрію. Його застосовують і в монотерапії, і в комбінації з антибіотиками для лікування інфекційних захворювань допоміжного апарату та переднього відділу ока.

Сульфаніламідні використовують, коли є протипоказання до антибіотиків або якщо виявлено резистентну мікробну флору. Хоча їхня активність менша, ніж в антибіотиків, ці засоби ефективні щодо грампозитивних і грамнегативних коків, кишкової палички, шигел, клостридій, окремих простіших мікроорганізмів тощо. Антибактеріальна активність сульфаніламідів значно знижується, коли є параамінобензойна кислота у великих концентраціях, що часто визначають у разі рясних гнійних виділень [27].

Сульфациламід належить до фармакотерапевтичної групи S01AB04 (засоби, що застосовують в офтальмології, сульфаніламідні). Його основна фармакотерапевтична дія полягає в бактеріостатичному ефекті, що спрямований на грампозитивні та грамнегативні бактерії, зокрема стрептококи, пневмококи, гонококи, кишкову паличку, хламідії та актиноміцети. Механізм дії препарату зумовлений конкурентним антагонізмом із параамінобензойною кислотою та інгібуванням дигідрофолієвої кислоти. Це порушує синтез пуринових і піримідинових основ, що є критично важливими для формування ДНК і РНК бактеріальних клітин, гальмує їх розмноження.

Показаннями для застосування препарату є інфекційно-запальні захворювання очей, спричинені чутливими до його дії бактеріями. Серед них – кон'юнктивіт, блефарит, гнійні виразки рогівки, кератит, гонорейні ураження очей у дорослих і новонароджених, а також профілактика бленорей у новонароджених. Дозування препарату визначене віком пацієнта. Так, для дорослих рекомендовано крапати 2–3 краплі в уражене око 5–6 разів на добу з інтервалом 4–5 годин. Для дітей використовують розчин концентрацією 200 мг/мл у дозі 1–2 краплі 4–5 разів на добу. У профілактиці бленорей у новонароджених одразу після народження крапають по 2 краплі розчину концентрацією 300 мг/мл у кожне око, через 2 години процедуру повторюють. Як побічні ефекти препарату визначено подразнення тканин ока, що виявляється почервонінням, свербежем і набряком повік. Протипоказаннями до застосування є гіперчутливість до компонентів препарату або інших сульфаніламідів в анамнезі [28].

Для лікування інфекцій і запалення очей використовують і інші засоби. Наприклад, лікарські препарати на

основі мірамістину, зокрема препарат «Окомістин®», належать до сучасних антисептичних засобів із широким спектром фармакологічної дії. Ці препарати широко застосовують в офтальмології завдяки їхнім унікальним властивостям. Так, їх призначають під час лікування та профілактики інфекційно-запальних захворювань очей, спричинених бактеріальними, вірусними та грибковими збудниками. Висока ефективність, локальна дія та низька токсичність роблять препарати на основі мірамістину важливим компонентом терапії пацієнтів і з гострими, і з хронічними захворюваннями органів зору.

Мірамістин – катіонна поверхнево активна речовина з вираженими антисептичними властивостями. Ця сполука ефективна проти широкого спектра мікроорганізмів, включаючи грампозитивні та грамнегативні бактерії, аеробні й анаеробні форми, спороутворювальні й аспорогенні бактерії, навіть госпітальні штами з множинною стійкістю до антибіотиків. Засіб також активний щодо збудників статевих інфекцій (гонококи, трихомонади, хламідії, бліда трепонема), вірусів (включаючи герпес і ВІЛ), а також грибів (дріжджові, дерматофіти, аскоміцети) та інших патогенних мікроорганізмів.

Крім антимікробної дії, препарат має протизапальний ефект, сприяє активації регенераторних процесів, місцевих захисних реакцій і підтримує механізми неспецифічного імунного захисту через модуляцію клітинної та гуморальної імунної відповіді. Відомо, що під впливом мірамістину знижується резистентність мікроорганізмів до антибіотиків. Препарат діє локально, не потрапляючи в системний кровотік.

Мірамістин використовують для лікування гострих хвороб і кон'юнктивітів, блефарокон'юнктивітів бактеріального, грибкового, хламідійного чи вірусного походження. Також ефективний при інфекційних ураженнях слизової тканини ока, травмах, хімічних та термічних опіках. Його застосовують для профілактики та лікування гнійно-запальних ускладнень у перед- та післяопераційному періоді, а також для запобігання гонококовим і хламідійним кон'юнктивітам у новонароджених.

Під час лікування травм, запальних процесів чи кон'юнктивітів дорослим крапають по 2–3 краплі, дітям до 12 років – по 1–2 краплі в кон'юнктивальний мішок 4–6 разів на день. Тривалість терапії – до 2 тижнів. У разі опіків ока після промивання водою роблять часті інстиляції кожні 5–10 хвилин протягом 1–2 годин, далі переходять на стандартну схему лікування. Для профілактики інфекційних ускладнень за день до операції крапають по 2–3 краплі тричі на день, після хірургічного втручання лікування продовжують протягом 3–5 днів.

Для профілактики інфекцій у новонароджених одразу після народження проводять обробку ока змоченим у дезінфекційному розчині ватним тампоном, а потім крапають по 1 краплі в кожне око з інтервалом 2–3 хвилини (тричі).

Іноді може виникнути короткочасне відчуття печіння, яке минає самостійно через 15–20 секунд і не потребує припинення лікування. Протипоказанням до застосу-

вання є підвищена чутливість до компонентів препарату. Лікарська форма – краплі очні / вушні у флаконах, концентрація – 0,01 %.

Противіробкові засоби. Грибкові інфекції рогівки доволі рідкісні, їх виявляють зазвичай після травм, отриманих під час сільськогосподарських робіт, особливо в умовах теплої і вологої клімату. Мікози з ураженням орбіти можуть виникнути внаслідок поширення інфекції з навколоносних пазух. Факторами, що асоційовані з розвитком захворювання, є похилий вік, ослаблення імунної системи, імуносупресивні стани, тривале застосування антибіотиків і гормональних препаратів. В окремих випадках гематогенний шлях зараження може спричинити розвиток метастатичного ендоефтальміту [29].

Противіробні препарати. Крім антибактеріальних лікарських засобів, у фармакотерапії запальних процесів різної етіології застосовують і противіробні лікарські засоби, що сприяють зменшенню больового синдрому, набряку та порушень мікроциркуляції. Ці засоби класифікують на кілька основних груп залежно від механізму дії та сфери застосування.

Глюкокортикостероїди (ГКС) широко застосовують в офтальмології місцево та системно. Вони ефективні під час лікування пацієнтів зі склеритом, увеїтом, захворюваннями очного дна, а також сприяють зменшенню запальних реакцій після хірургічних втручань.

Використання місцевих ГКС потребує особливої обережності, коли діагноз остаточно не встановлено, зокрема при неспецифічному почервоначіні ока. Це зумовлено ризиком розвитку тяжких ускладнень. Наприклад, почервоначініня може бути спричинене вірусом простого герпесу, який може зумовлювати герпетичний кератит із дефектом рогівки. У таких ситуаціях застосування ГКС може значно погіршити стан пацієнта та спричинити погіршення зору. Крім того, тривале (більше ніж кілька тижнів) застосування ГКС у формі очних крапель може призвести до розвитку стероїдної глаукоми, яка є однією з форм первинної відкритокутової глаукоми. До найпоширеніших побічних реакцій також належать інші прояви сповільненого типу, а в деяких випадках можливе витончення рогівки та склери, що асоційоване з ризиком перфорації [30].

Застосування комбінованих препаратів, які містять ГКС та антибактеріальні компоненти, доцільне у післяопераційному періоді, наприклад після екстракції кришталика, антиглаукомних операцій чи травм ока. Такі засоби можуть бути ефективними і під час лікування окремих неінфекційних форм кон'юнктивіту. Однак є захворювання, під час яких застосування таких комбінованих препаратів не доцільне.

У разі системного призначення ГКС ризик розвитку глаукоми невисокий, однак визначають високу ймовірність (до 75 %) виникнення стероїдної катаракти при тривалому накопиченні преднізолону в дозі ≥ 15 мг на добу або еквівалентних дозах інших ГКС протягом кількох місяців.

В Україні в офтальмологічній практиці серед нестероїдних противіробних засобів (НПЗЗ) переважно застосо-

вують диклофенак, який визначають як альтернативний глюкокортикостероїдам препарат. Основна його перевага – відсутність характерних для кортикостероїдів побічних ефектів, що робить його безпечнішим для пацієнтів із дефектами поверхні рогівки, спричиненими травмами, чи перенесеним кератитом.

Диклофенак натрію чинить противіробну, знеболювальну і міотичну дію. Механізм його дії полягає в інгібуванні циклооксигенази та пригніченні синтезу простагландинів, що є основними медіаторами запалення. Препарат сприяє полегшенню запалення та зменшенню больового синдрому після оперативних втручань, пошкодження рогівки, а також ефективно запобігає інтраопераційному міозу під час хірургічного лікування катаракти. Препарат застосовують місцево у формі очних крапель. Перед операцією диклофенак закрапають по 1 краплі 5 разів протягом 3 годин, після чого продовжують лікування в післяопераційному періоді за схемою 3–5 разів на добу залежно від індивідуальної реакції пацієнта. Під час лікування болу, фотофобії та посттравматичних запальних процесів препарат закрапають по 1 краплі кожні 4–6 годин. У разі хірургічного втручання для корекції зору рекомендовано введення 1–2 крапель безпосередньо перед операцією, одразу після її завершення, а також кожні 4–6 годин упродовж наступних 3 днів [31].

Обговорення

Отже, встановлено, що на фармацевтичному ринку України представлений широкий асортимент очних крапель для лікування травм, опіків і запалень органа зору.

До таких засобів належать препарати, що містять різні активні речовини: тетразоліну гідрохлорид, параамінобензойну кислоту, тіотріазолін, декаметоксин, борну кислоту, натрію тетраборат, хлоргексидину бороглюконат, сульфацил натрію, диклофенак натрію, цинку сульфат, мірамістин тощо. Ці лікарські засоби спрямовані на зменшення симптомів запалення, лікування інфекційних захворювань і загоєння пошкоджень очей.

Втім, незважаючи на наявність значної кількості таких препаратів, їхній лікувальний ефект часто залишається недостатнім у разі тяжких або комбінованих травм ока, особливо тих, що виникають під час бойових дій, а також промислових травм, отриманих у мирний час. Більшість із цих засобів призначені для лікування найпоширеніших запальних процесів або бактеріальних інфекцій. Комплексний підхід до пошкоджень, отриманих в умовах мирного часу, та бойових травм потребує більш ефективної терапії, що може сприяти запобіганню ускладненням, зокрема інфекціям, рубцюванню тканин і втраті зору.

У зв'язку з цим виникає необхідність створення нового комбінованого лікарського засобу з противіробною, антибактеріальною та противіробною діями. Такий препарат має забезпечувати одночасний вплив на кілька патогенетичних механізмів, що дасть змогу покращити загоєння тканин ока, знизити ризик інфекційних ускладнень і запобігти розвитку інвалідності через втрату

зору. Тому розробка та валідація методів стандартизації нового комбінованого лікарського засобу є актуальним завданням сучасної фармації й офтальмології, особливо в умовах значної кількості травм ока під час війни.

Нині відбувається експоненціальне посилення актуальності комбінованих лікарських засобів. Це зумовлено кількома факторами, що обґрунтовані сучасними потребами медицини й особливостями лікування очних захворювань.

Перш за все, око має складну структуру й унікальні фізіологічні особливості. Під час розвитку патологічних процесів часто виникає не один симптом, а цілий комплекс. Наприклад, при травмі ока одночасно можуть виникати різні ураження, що асоційовані з ризиком інфекції та порушенням регенерації тканин. Використання комбінованого препарату в такому випадку дає змогу одночасно впливати на всі ці процеси, що значно підвищує ефективність лікування.

Другий аспект – зручність застосування для пацієнта. Якщо хворому необхідно закрапувати кілька різних препаратів, це потребує певної дисципліни у зв'язку з необхідністю дотримання інтервалів між введеннями. Комбіновані засоби призначені для вирішення цієї проблеми, адже дають змогу одночасно вводити різні діючі речовини. Це особливо важливо для людей похилого віку або тих, хто має обмежені можливості самообслуговування.

Економічні чинники також підтверджують доцільність використання комбінованих препаратів. Хоча такі ліки можуть коштувати дорожче, ніж монопрепарати, загальна вартість лікування часто виявляється нижчою. Це пов'язано з тим, що немає необхідності купувати кілька різних ліків, а також знижується ризик розвитку ускладнень, які потребували б додаткового лікування.

З фармакологічного погляду сучасні комбіновані препарати створені з урахуванням потенційних взаємодій між компонентами. Це дає змогу досягти синергетичного ефекту, коли дія одного компонента лікарської форми посилює або доповнює дію іншого. Зауважимо, що розробка комбінованих препаратів – це складний процес, який потребує вивчення взаємодії компонентів, їхньої стабільності та безпеки [32].

Отже, актуальність комбінованих лікарських засобів в офтальмології обґрунтована тим, що вони можуть мати комплексний терапевтичний ефект, зручні для застосування, економічні та відповідають сучасним вимогам медицини, особливо в умовах збільшення кількості травм ока під час війни. Продовження досліджень у цьому напрямі залишається актуальним, сприятиме підвищенню ефективності лікування офтальмологічних захворювань у майбутньому.

Розробка комбінованого офтальмологічного препарату на основі диклофенаку натрію та параамінобензойної кислоти може бути перспективною через синергетичний терапевтичний ефект цих двох сполук. Комбінований офтальмологічний лікарський засіб на основі диклофенаку натрію та параамінобензойної кислоти може бути

оптимальним під час лікування запальних та інфекційно-запальних захворювань очей.

Диклофенак натрію як препарат із групи НПЗЗ сприяє зменшенню запалення завдяки інгібуванню циклооксигенази та зниженню синтезу простагландинів, а отже призначений для зменшення набряку, болю та гіперемії. Його застосування в офтальмології доцільне в разі розвитку післяопераційних запальних ускладнень, посттравматичних станів, для профілактики цистоїдного макулярного набряку та лікування больового синдрому, спричиненого ушкодженням рогівки.

Комбінація з параамінобензойною кислотою розширює спектр терапевтичних можливостей нового комбінованого лікарського засобу внаслідок імуномодулювальних, антиоксидантних і противірусних властивостей. Ця кислота – індуктор інтерферону, що сприяє активації противірусного імунітету та посилює регенерацію рогівки. Завдяки цим властивостям вона є ефективним компонентом для лікування вірусних кон'юнктивітів, кератокон'юнктивітів, кератоувеїтів, а також посттравматичних і післяопераційних ушкоджень рогівки. Крім того, поєднання амінобензойної кислоти з диклофенаком може сприяти швидшому відновленню структур ока після хірургічних втручань і травм, прискорюючи загоєння та зменшуючи ризик інфекційних ускладнень.

Комбіноване застосування диклофенаку натрію та параамінобензойної кислоти патогенетично обґрунтоване, оскільки дає змогу одночасно впливати на запальні, імунні та регенеративні процеси. Враховуючи їхню синергічну дію, така комбінація може стати ефективним засобом для лікування та профілактики запальних і вірусних уражень переднього сегмента ока. Додатковою перевагою є можливість знизити потребу в застосуванні кортикостероїдів та антибіотиків, що мінімізує ризик побічних ефектів і підвищує безпеку терапії.

Отже, створення офтальмологічного препарату, що поєднує диклофенак натрію та параамінобензойну кислоту, є актуальним у фармацевтичній галузі та має значний потенціал для оптимізації лікування пацієнтів із запальними, травматичними та вірусними ураженнями очей.

Висновки

1. Проаналізували й схарактеризували різні офтальмологічні лікарські засоби, що найчастіше використовують у разі травм і запальних процесів ока.

2. Розглянуто позитивні властивості запропонованої комбінації диклофенаку натрію та параамінобензойної кислоти, зокрема поєднання вираженої протизапальної, знеболювальної та антибактеріальної дій, можливість зниження потреби в антибіотикотерапії, зменшення ризику розвитку резистентності бактерій і підвищення ефективності лікування інфекційно-запальних офтальмологічних захворювань.

3. Доцільно продовжувати вивчення технологічних, фізико-хімічних і фармакологічних властивостей комбінованого лікарського засобу для оптимізації його складу й лікарської форми.

Фінансування

Дослідження здійснено без фінансової підтримки.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Conflicts of interest: authors have no conflict of interest to declare.

Відомості про авторів:

Кучеренко Л. І., д-р фарм. наук, професор, зав. каф. фармацевтичної, органічної та біоорганічної хімії, Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, Україна.

ORCID ID: [0000-0003-2229-0232](https://orcid.org/0000-0003-2229-0232)

Окользін Д. В., аспірант каф. фармацевтичної, органічної та біоорганічної хімії, Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, Україна.

ORCID ID: [0009-0009-4864-1468](https://orcid.org/0009-0009-4864-1468)

Information about the authors:

Kucherenko L. I., PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Pharmaceutical, Organic and Bioorganic Chemistry, Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, Ukraine.

Okolzin D. V., PhD student, Department of Pharmaceutical, Organic and Bioorganic Chemistry, Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, Ukraine.



Людмила Кучеренко (Liudmyla Kucherenko)
farm_chem@bigmir.net

References

- Zhang Y, Kang X, Wu Q, Zheng Z, Ying J, Zhang MN. Explosive eye injuries: characteristics, traumatic mechanisms, and prognostic factors for poor visual outcomes. *Mil Med Res.* 2023;10(1):3. doi: [10.1186/s40779-022-00438-4](https://doi.org/10.1186/s40779-022-00438-4)
- Wang X, Du J, Zhuang Z, Wang ZG, Jiang JX, Yang C. Incidence, casualties and risk characteristics of civilian explosion blast injury in China: 2000-2017 data from the state Administration of Work Safety. *Mil Med Res.* 2020;7(1):29. doi: [10.1186/s40779-020-00257-5](https://doi.org/10.1186/s40779-020-00257-5)
- Verma S, Waikar S, Sharma V, Bhatkoti B, Chauhan R. Ocular trauma in counter insurgency and proxy war environment: Epidemiological study, 1992-2004. *Med J Armed Forces India.* 2021;77(4):390-6. doi: [10.1016/j.mjafi.2020.02.001](https://doi.org/10.1016/j.mjafi.2020.02.001)
- Hamzeh A, Ayoub R, Issa S, Alhalabi N, Sawaf B, Mohsen F, et al. War-related ocular injuries in Damascus during the Syrian Crisis. *Injury.* 2021;52(2):299-304. doi: [10.1016/j.injury.2020.11.069](https://doi.org/10.1016/j.injury.2020.11.069)
- Sukkarieh G, Lahoud C, Ghorayeb R, Abi Karam M, Succarieh Y, Saleh M, et al. Characteristics of open eye injuries in the Beirut Port explosion. *Injury.* 2021;52(9):2601-5. doi: [10.1016/j.injury.2021.07.031](https://doi.org/10.1016/j.injury.2021.07.031)
- Gensheimer WG, Kerber MT, Blanch RJ. The epidemiology and outcomes of combat ocular trauma among local nationals managed at a deployed military hospital in Afghanistan. *Eye (Lond).* 2021;35(8):2155-63. doi: [10.1038/s41433-020-01316-w](https://doi.org/10.1038/s41433-020-01316-w)
- Colyer MH, Mazzoli RA. Complex ocular trauma outcomes and system capabilities: lessons from a combat zone and implications for national eye trauma care. *Eye (Lond).* 2021 Aug;35(8):2069-2070. doi: [10.1038/s41433-020-01319-7](https://doi.org/10.1038/s41433-020-01319-7)
- Karimi A, Razaghi R, Girkin CA, Downs JC. Ocular biomechanics due to ground blast reinforcement. *Comput Methods Programs Biomed.* 2021;211:106425. doi: [10.1016/j.cmpb.2021.106425](https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2021.106425)
- Lee I, Davis B, Purt B, DesRosiers T. Ocular Trauma and Traumatic Brain Injury on the Battlefield: A Systematic Review After 20 Years of Fighting the Global War on Terror. *Mil Med.* 2023;188(9-10):2916-23. doi: [10.1093/milmed/usac226](https://doi.org/10.1093/milmed/usac226)
- Wróblewska KB, Jadach B, Muszalska-Kolos I. Progress in drug formulation design and delivery of medicinal substances used in ophthalmology. *Int J Pharm.* 2021;607:121012. doi: [10.1016/j.ijpharm.2021.121012](https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2021.121012)
- Contarato JL, Barbalho GN, Cunha-Filho M, Gelfuso GM, Gratieri T. Applying Different Conditions in the OphthalMimic Device Using Polymeric and Hydrogel-Based Hybrid Membranes to Evaluate Gels and Nanostructured Ophthalmic Formulations. *Gels.* 2024;10(8):538. doi: [10.3390/gels10080538](https://doi.org/10.3390/gels10080538)
- Novack GD, Robin AL. Ocular Pharmacology. *J Clin Pharmacol.* 2024;64(9):1068-82. doi: [10.1002/jcph.2451](https://doi.org/10.1002/jcph.2451)
- Plana D, Palmer AC, Sorger PK. Independent Drug Action in Combination Therapy: Implications for Precision Oncology. *Cancer Discov.* 2022;12(3):606-24. doi: [10.1158/2159-8290.CD-21-0212](https://doi.org/10.1158/2159-8290.CD-21-0212)
- Lobiuc A, Pavał NE, Mangalagiu II, Gheorghită R, Teliban GC, Amăriucăi-Mantu D, et al. Future Antimicrobials: Natural and Functionalized Phenolics. *Molecules.* 2023;28(3):1114. doi: [10.3390/molecules28031114](https://doi.org/10.3390/molecules28031114)
- Cabrera-Aguas M, Khoo P, Watson SL. Infectious keratitis: A review. *Clin Exp Ophthalmol.* 2022;50(5):543-62. doi: [10.1111/ceo.14113](https://doi.org/10.1111/ceo.14113)
- Kalogeropoulou D, Sakkas H, Mohammed B, Vartholomatos G, Malamos K, Sreekantam S, et al. Ocular toxoplasmosis: a review of the current diagnostic and therapeutic approaches. *Int Ophthalmol.* 2022;42(1):295-321. doi: [10.1007/s10792-021-01994-9](https://doi.org/10.1007/s10792-021-01994-9)
- Algarni AM, Guyatt GH, Turner A, Alamri S. Antibiotic prophylaxis for corneal abrasion. *Cochrane Database Syst Rev.* 2022;5(5):CD014617. doi: [10.1002/14651858.CD014617.pub2](https://doi.org/10.1002/14651858.CD014617.pub2)
- Shariati A, Arshadi M, Khosrojerd MA, Abedinzadeh M, Ganjalishahi M, Maleki A, et al. The resistance mechanisms of bacteria against ciprofloxacin and new approaches for enhancing the efficacy of this antibiotic. *Front Public Health.* 2022;10:1025633. doi: [10.3389/fpubh.2022.1025633](https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1025633)
- Adly ME, Gedawy EM, El-Malah AA, Khalil OM. Design, synthesis and in vitro anticancer activity of some new lomefloxacin derivatives. *Sci Rep.* 2024;14(1):6175. doi: [10.1038/s41598-024-56313-w](https://doi.org/10.1038/s41598-024-56313-w)
- Di Zazzo A, Antonini M, Fernandes M, Varacalli G, Sgrulletta R, Coassin M. A global perspective of pediatric non-viral keratitis: literature review. *Int Ophthalmol.* 2020;40(10):2771-2788. doi: [10.1007/s10792-020-01451-z](https://doi.org/10.1007/s10792-020-01451-z)
- Li J, Qin Y, Zhao C, Zhang Z, Zhou Z. Tetracycline antibiotics: Potential anticancer drugs. *Eur J Pharmacol.* 2023;956:175949. doi: [10.1016/j.ejphar.2023.175949](https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2023.175949)
- Dean L, Kane M. Gentamicin Therapy and MT-RNR1 Genotype. 2015 Apr 29 [updated 2022 Sep 22]. In: Pratt VM, Scott SA, Pirmohamed M, Esquivel B, Kattman BL, Malheiro AJ, editors. *Medical Genetics Summaries* [Internet]. Bethesda (MD): National Center for Biotechnology Information (US); 2012.
- Schwarz C, Taccetti G, Burgel PR, Mulrennan S. Tobramycin safety and efficacy review article. *Respir Med.* 2022;195:106778. doi: [10.1016/j.rmed.2022.106778](https://doi.org/10.1016/j.rmed.2022.106778)
- Platon VM, Dragoi B, Marin L. Erythromycin Formulations-A Journey to Advanced Drug Delivery. *Pharmaceutics.* 2022;14(10):2180. doi: [10.3390/pharmaceutics14102180](https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14102180)
- Chen F, Dong Q, Hong W, Zhao J, Li Y. Moxifloxacin monotherapy for treatment of uncomplicated pelvic inflammatory disease: A systematic review and meta-analysis with trial sequential analysis of randomized controlled trials. *Pharmacoeconom Drug Saf.* 2023;32(11):1189-99. doi: [10.1002/pds.5677](https://doi.org/10.1002/pds.5677)
- Chan VF, Yong AC, Azuara-Blanco A, Gordon I, Safi S, Lingham G, et al. A Systematic review of clinical practice guidelines for infectious and non-infectious conjunctivitis. *Ophthalmic Epidemiol.* 2022;29(5):473-82. doi: [10.1080/09286586.2021.1971262](https://doi.org/10.1080/09286586.2021.1971262)
- Daniel D, Bacchi S, Casson R, Chan W. Sulfonamides in ophthalmology: adverse reactions : Evidence-based use of sulfa drugs in ophthalmology. *Int Ophthalmol.* 2024;44(1):214. doi: [10.1007/s10792-024-03045-5](https://doi.org/10.1007/s10792-024-03045-5)
- Avdieieva L, Balko O, Balko OI, Bakaievych K, Bakaievych Y, Biliaieva O, et al. [Education and science in the period of global crises and conflicts in the 21st century]. Sherman Oaks, California: GS Publishing Services; 2023. 331 p. Available from: [10.51587/9798-9895-14601-2023-016](https://doi.org/10.51587/9798-9895-14601-2023-016)
- Rabaan AA, Sulaiman T, Al-Ahmed SH, Buhaliqah ZA, Buhaliqah AA, AlYuosof B, et al. Potential Strategies to Control the Risk of Antifungal Resistance in Humans: A Comprehensive Review. *Antibiotics (Basel).* 2023;12(3):608. doi: [10.3390/antibiotics12030608](https://doi.org/10.3390/antibiotics12030608)
- Gaballa SA, Kompella UB, Elgarhy O, Alqahtani AM, Pierscionek B, Alany RG, et al. Corticosteroids in ophthalmology: drug delivery innovations, pharmacology, clinical applications, and future perspectives. *Drug Deliv Transl Res.* 2021;11(3):866-93. doi: [10.1007/s13346-020-00843-z](https://doi.org/10.1007/s13346-020-00843-z)
- Dang DH, Riaz KM, Karamichos D. Treatment of non-infectious corneal injury: review of diagnostic agents, therapeutic medications, and future targets. *Drugs.* 2022;82(2):145-67. doi: [10.1007/s40265-021-01660-5](https://doi.org/10.1007/s40265-021-01660-5)
- Arora S, Surakiatchanukul T, Arora T, Errera MH, Agrawal H, Lupidi M, et al. Retinal toxicities of systemic anticancer drugs. *Surv Ophthalmol.* 2022;67(1):97-148. doi: [10.1016/j.survophthal.2021.05.007](https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2021.05.007)