

Bayramova H.O., Qasimov E.M.

GÖRMƏ ORQANI TRAVMALARI ZAMANI İNFEKSİON AĞIRLAŞMALARIN PROQNOZLAŞDIRILMASINDA RİYAZİ MODELİN TƏTBİQİ

Akademik Zərifə Əliyeva adına Milli Oftalmologiya Mərkəzi, Bakı, Azərbaycan

E-mail: dr.humaybayramova@gmail.com

<https://www.doi.org/>

Giriş

Görmə orqanının zədədən sonrakı infeksiyon ağırlaşmaları problemi ən mürəkkəb və klinik əhəmiyyətli problemlərdən biri olaraq qalır [1, 2]. Qeyri-qənaətbəxş nəticələrin yüksək faizi, yara infeksiyasının proqnozlaşdırılması, profilaktikası və müalicəsi ilə bağlı bir çox həll edilməmiş məsələlər bu problemin aktuallığını müəyyən edir [3]. Görmə orqanı travmalarının diaqnostikası hazırda xüsusi çətinlik yaratmır, posttravmatik dövrün iltihabi ağırlaşmalarının proqnozlaşdırılması isə çox aktual məsələdir [4, 5]. Travmanın gedişatına birbaşa təsir göstərən əhəmiyyətli risk faktorlarının müəyyən edilməsi düzgün proqnoz və aparılan müalicənin uğurunu təmin edir [6, 7]. Hazırda bir çox tədqiqatçılar bu və ya digər xəstəliyin proqnozunu təxmin etmək üçün riyazi modellərə müraciət edir, çünki onlar cəmiyyətdə baş verən müəyyən proseslərin dəyişikliklərini ən düzgün və dəqiq şəkildə öyrənməyə kömək edir [8, 9, 10].

Məqsəd – Akademik Zərifə Əliyeva adına Milli Oftalmologiya Mərkəzinə müraciət əsasında görmə orqanı zədələri nəticəsində baş verə biləcək infeksiyaların risk faktorlarının qiymətləndirilməsi əsasında işlənilib hazırlanmış logistik reqressiyaya əsaslanan proqnostik riyazi modelini tətbiq etmək.

Material və metodlar

Tədqiqatın obyektini Akademik Zərifə Əliyeva adına Milli Oftalmologiya Mərkəzinə “görmə orqanı travması” diaqnozu ilə müraciət etmiş xəstələrin №f-003/u uçot forması «Stasionar xəstənin tibbi kartları» olmuşdur – 2167 xəstə (2225 göz). Klinik-epidemioloji amillər və infeksiyon ağırlaşmaların inkişaf riski arasındakı əlaqənin kəmiyyət qiymətləndirilməsi üçün şanslar nisbəti göstəricisindən (Odds Ratio, OR) istifadə edilmişdir [10]. Eyni qayda ilə infeksiyon ağırlaşmaların törədicilərinə görə də hesablamalar aparılmışdır və nəticələr aşağıdakı müstəqil dəyişənlərlə müqayisə edilmişdir: travmanın tipi, oftalmoloji yardım üçün müraciətin vaxtı, xəstənin yaşı və gözdə yad cismin mövcudluğu. Statistik əhəmiyyəti qiymətləndirmək üçün OR-a 95% etibarlılıq intervalları (95% Eİ) hesablanmış və Xi-kvadrat (χ^2) meyarı istifadə edilmişdir.

Nəticələr və müzakirə

Berminqham terminologiya sistemine (BETT) əsaslanaraq [11], müəyyən edilmişdir ki, öyrənilmiş bütün oftalmotravmalar arasında ən böyük faizi gözün

açıq zədələri təşkil etmişdir – 1389 hal (62,5%, $p < 0,05$). Gözün qapalı zədələri 662 hal (29,7%) təşkil etmiş, gözün əlavə aparatının zədələrinə isə cəmi 174 hal (7,8%) düşmüşdür.

Tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, gözün qapalı və açıq zədələri zamanı yaranan zədədən sonrakı fəsadlar içərisində keratitlər, buynuz qişanın xoraları, buynuz qişa absesləri, endoftalmitlər və panoftalmitlər kimi infeksiyon ağırlaşmalar əhəmiyyətli paya malikdir (21,2%). Gözün açıq və qapalı zədələri zamanı infeksiyon ağırlaşmaların pay bölgüsü **qrafik 1**-də göstərilmişdir.

Zədədən sonrakı infeksiyon ağırlaşmaların inkişafının aşağıdakı parametrlərdən çoxfaktorlu asılılığı müəyyən edilmişdir: “travmanın tipi” (RR = 6,21; 95% Eİ 5,04 – 7,66, $p < 0,001$), “müraciətin vaxtı” (RR = 2,974; 95% Eİ 2,490 – 3,553, $p < 0,001$), “xəstənin yaşı” (RR = 2,650; 95% Eİ 2,224 – 3,157, $p < 0,001$), həmçinin “gözdə yad cismin mövcudluğu” (RR = 1,450; 95% Eİ 1,195 – 1,760, $p < 0,001$). Beləliklə, risk faktorlarının bütün təhlil edilən göstəriciləri göz zədələnmələrindən sonra infeksiyon ağırlaşmaların inkişafında χ^2 etibarlılığının yüksək göstəriciləri və p -dəyərlərinin 0,001-dən kiçik olması ilə yüksək statistik əhəmiyyət dərəcəsini nümayiş etdirmişdir. Bir sıra tədqiqatlarda da oxşar kombinasiyaların – xüsusilə qapalı zədələr və gec müraciət – infeksiyon ağırlaşmaların inkişaf ehtimalını əhəmiyyətli dərəcədə artırdığı göstərilmişdir [1, 4, 12].

İnfeksion ağırlaşmaların inkişaf riskinin formalaşmasında hər bir klinik-epidemioloji əlamətin töhfəsi çoxfaktorlu logistik reqressiya vasitəsilə qiymətləndirilmişdir. İşlənib hazırlanmış logistik reqressiya riyazi modeli əsas asılı dəyişənin ikili (binar) xarakteri – yəni “infeksiyon ağırlaşmanın mövcudluğu və ya olmaması” ilə xarakterizə olunurdu. Təklif etdiyimiz düstur əsasında hesablanmış β əmsalları hər bir risk amilinin infeksiyon ağırlaşmanın inkişaf ehtimalındakı müxtəlif iştirak dərəcəsini aydın göstərmişdir. Bu metodun yüksək spesifikliyi (86,2%) və həssaslığını (91,4%) göstərmişdir. İşlənib hazırlanmış riyazi modelə əsasən, zədədən sonrakı infeksiyon ağırlaşmaların yaranma riskinin aşağıdakı səviyyələri müəyyən edilmişdir: aşağı, orta, yüksək və çox yüksək. Belə ki, nümunə olaraq, xəstənin dəyişən göstəricilərinin (qapalı zədə, xəstənin çox gec müraciət etməsi, xəstənin yuxarı yaşı və gözdə yad cismin mövcudluğu) kodlaşdırılmış göstəriciləri hazırlanmış düstura daxil edilmişdir və hesablanma aparılıb. Nəticədə infeksiyon ağırlaşmanın ehtimalı (p) tapılıb ($p = 0,843$ və ya 84,3%). Bu da o deməkdir ki, “qapalı göz zədəsi zamanı, yaşlı xəstə çox gec müraciət etdikdə və gözdə yad cisim olduqda zədədən sonra infeksiyon ağırlaşma riski 84,3%-ə bərabərdir”. Başqa sözlə, belə bir hal infeksiyon ağırlaşmaların inkişafı üçün çox yüksək risk kateqoriyasına aiddir ($> 80\%$).

Yaşlı xəstə gözdə yad cisim olmadan qapalı göz zədənmələri ilə çox gec müraciət etdikdə, bu hadisə yüksək risk kateqoriyasına ($60\% < p < 80\%$) aid edilə bilər, çünki ehtimal $p = 0,788$ və ya 78,8%-dir. Orta risk nümunəsi olaraq ($30\% < p < 60\%$) “gözdə yad cismin olmadığı, vaxtında müraciət edən yuxarı yaş qrupundan olan xəstənin qapalı göz zədəsi” hadisəsi hesab edilir. Bu zaman ehtimal $p = 0,555$ və ya 55,5%-dir.

Zədədən sonra infeksiyon ağırlaşmaların inkişafında aşağı risk nümunəsi olaraq (<30%) 50 yaşdan kiçik xəstənin çox gec müraciət edildikdə gözdə yad cismin mövcud olduğu açıq göz zədəsi hadisəsini göstərmək olar, bu zaman ehtimal $p = 0,247$ və ya 24,7%-dir. Buna uyğun olaraq, adekvat klinik taktikanın seçilməsi üçün risk səviyyəsindən asılı olaraq diferensiasiya cədvəlindən istifadə etmək məqsədəuyğundur.

Yekun

1. Açıq və qapalı göz zədələrindən sonra infeksiyon ağırlaşmalar posttravmatik vəziyyətlərin əhəmiyyətli hissəsini təşkil edir (21,2%) və əsasən keratitlər, buynuz qişanın xoraları və absesləri, eləcə də endoftalmit və panoftalmitlərə təmsil olunur. Açıq zədələrin daha tez rast gəlməsinə baxmayaraq, qapalı göz zədələri infeksiyon ağırlaşmaların inkişafı baxımdan daha yüksək risklə xarakterizə olunur.
2. Çoxfaktorlu logistik reqressiya analizi göstərmişdir ki, zədənin növü, oftalmoloji yardıma müraciətin vaxtı, xəstənin yaşı və gözdə yad cismin mövcudluğu infeksiyon ağırlaşmaların inkişafında müstəqil və statistik cəhətdən əhəmiyyətli risk amilləridir ($p < 0.001$).
3. İşlənib hazırlanmış proqnostik riyazi model yüksək diaqnostik effektivliyə malik olub posttravmatik infeksiyon ağırlaşmaların inkişaf riskinə görə stratifikasiyasına imkan verir ki, bu da fərqləndirilmiş klinik taktikanın seçilməsi üçün praktik əhəmiyyət daşıyır.

Aşar sözlər: görmə orqanı travmaları, infeksiyon ağırlaşmaların riski, riyazi model

Bayramova H.O., Gasimov E.M.

APPLICATION OF A MATHEMATICAL MODEL IN PREDICTING INFECTIOUS COMPLICATIONS IN OCULAR TRAUMA

National Ophthalmology Centre named after Academician Zarifa Aliyeva, Baku, Azerbaijan

E-mail: dr.humaybayramova@gmail.com

<https://www.doi.org/>

Introduction

The problem of post-traumatic infectious complications of the organ of vision remains one of the most complex and clinically significant problems [1, 2]. The high percentage of unsatisfactory outcomes and many unresolved issues related to the prediction, prevention, and treatment of wound infection determine the relevance of this problem [3]. The diagnosis of organ of vision injuries does not currently present a particular challenge; however, predicting inflammatory

complications in the post-traumatic period is a highly relevant issue, as it is one of the few pathological conditions where timely prognosis allows for the selection of the best treatment plan and significantly influences the course of the disease [4, 5]. Identifying significant risk factors that directly influence the course of the wound process ensures high-quality prognosis, adequate prevention, and the success of the treatment provided [6, 7]. Currently, an increasing number of researchers are turning to mathematical models to develop a prognosis for various diseases, as these models help to study the changes in specific processes occurring in society in the most correct and accurate manner [8, 9, 10].

Purpose—to apply a prognostic mathematical model based on logistic regression, developed through the evaluation of risk factors for potential infections resulting from organ of vision injuries, based on admissions to the National Ophthalmology Centre named after Academician Zarifa Aliyeva.

Material and Methods

The object of the study consisted of 2167 patients (2225 eyes) who visited the National Ophthalmology Centre named after Academician Zarifa Aliyeva with a diagnosis of ‘trauma of the organ of vision’, based on the medical record form №f-003/u ‘Medical records of an inpatient’. The Odds Ratio (OR) was used for the quantitative assessment of the relationship between clinical-epidemiological factors and the risk of developing infectious complications [10]. Calculations were performed in the same manner according to the causative agents of infectious complications, and the results were compared with the following independent variables: type of trauma, time of presentation for ophthalmological care, patient age, and the presence of an intraocular foreign body. To assess statistical significance, 95% confidence intervals (95% CI) for the OR were calculated, and the Chi-square (χ^2) test was used.

Results and Discussion

Based on the Birmingham Eye Trauma Terminology (BETT) system [11], it was determined that open eye injuries accounted for the largest percentage among all studied ophthalmic traumas, with 1,389 cases (62.5%, $p < 0.05$). Closed eye injuries comprised 662 cases (29.7%), while injuries to the adnexal apparatus of the eye accounted for only 174 cases (7.8%).

As a result of the research, it was determined that among post-traumatic complications arising from closed and open eye injuries, infectious complications such as keratitis, corneal ulcers, corneal abscesses, endophthalmitis, and panophthalmitis hold a significant share (21.2%). The distribution of infectious complications during open and closed eye injuries is shown in **Chart 1**.

A multivariate dependence of the development of post-traumatic infectious complications was established on the following parameters: ‘type of injury’ (RR = 6.21; 95% CI 5.04 - 7.66, $p < 0.001$), ‘timeliness of seeking medical care’ (RR = 2.974; 95% CI 2.490 - 3.553, $p < 0.001$), ‘patient’s age’ (RR = 2.650; 95% CI 2.224 - 3.157, $p < 0.001$), as well as ‘presence of a foreign body in the eye’ (RR

= 1.450; 95% CI 1.195 - 1.760, $p < 0.001$). Thus, all analysed indicators of risk factors demonstrated a high degree of statistical significance in the development of infectious complications after eye injuries, with high χ^2 reliability indicators and p -values less than 0.001. A number of studies have shown that similar combinations – especially closed injuries and late presentation – significantly increase the likelihood of developing infectious complications [1, 4, 12]. The contribution of each clinical-epidemiological feature to the formation of the risk of developing infectious complications was evaluated using multivariate logistic regression. The developed logistic regression mathematical model was characterized by the binary nature of the main dependent variable – that is, the “presence or absence of infectious complications”. The β coefficients calculated based on our proposed formula clearly demonstrated the varying degrees of contribution of each risk factor to the probability of developing infectious complications. This method showed high specificity (86.2%) and sensitivity (91.4%).

Based on the developed mathematical model, the following risk levels for the occurrence of post-traumatic infectious complications were established: low, moderate, high, and very high. Thus, as an example, the encoded values of the patient’s variable indicators (closed injury, very late presentation, advanced age of the patient, and the presence of a foreign body in the eye) were entered into the developed formula, and the calculation was performed. As a result, the probability (p) of infectious complication was found ($p = 0.843$ or 84.3%). This indicates that in the case of a closed eye injury, when an elderly patient presents very late and a foreign body is present in the eye, the risk of post-traumatic infectious complication is equal to 84.3%. In other words, this condition falls into a very high-risk category (>80%) for the development of infectious complications.

When an elderly patient presents very late with a closed eye injury without a foreign body in the eye, this case can be classified into the high-risk category (60%< p <80%), as the probability is $p = 0.788$ or 78.8%. A case of “closed eye injury in an elderly patient who sought medical attention on time and has no foreign body in the eye” is considered an example of moderate risk (30%< p <60%). In this case, the probability is $p = 0.555$ or 55.5%.

As an example of a low risk (<30%) for developing post-traumatic infectious complications, one can cite a case of an open eye injury in a patient under 50 years of age with the presence of a foreign body in the eye and very late presentation, where the probability is $p=0.247$ or 24.7%. Accordingly, it is expedient to use the differentiation table based on risk levels to select an adequate clinical approach.

Conclusion

1. Infectious complications after open and closed eye injuries account for a significant portion of post-traumatic conditions (21.2%) and are mainly represented by keratitis, corneal ulcers and abscesses, as well as endophthalmitis and panophthalmitis. Although open injuries occur more frequently, closed eye injuries are characterized by a higher risk regarding the development of infectious complications.

2. Multivariate logistic regression analysis showed that the type of injury, the timeliness of seeking ophthalmological care, the patient's age, and the presence of a foreign body in the eye are independent and statistically significant risk factors for the development of infectious complications ($p < 0.001$).
3. The developed prognostic mathematical model possesses high diagnostic efficiency and enables stratification according to the risk of developing post-traumatic infectious complications, which is of practical importance for selecting a differentiated clinical approach.

Keywords: *ocular trauma, risk of infectious complications, mathematical model*

Qrafik 1. Akademik Zərifə Əliyeva adına Milli Oftalmologiya Mərkəzinə 2019-2023-cü illərdə hospitalizasiya edilmiş xəstələr arasında gözün açıq və qapalı zədələri zamanı infeksiyon ağırlaşmaların pay bölgüsü.

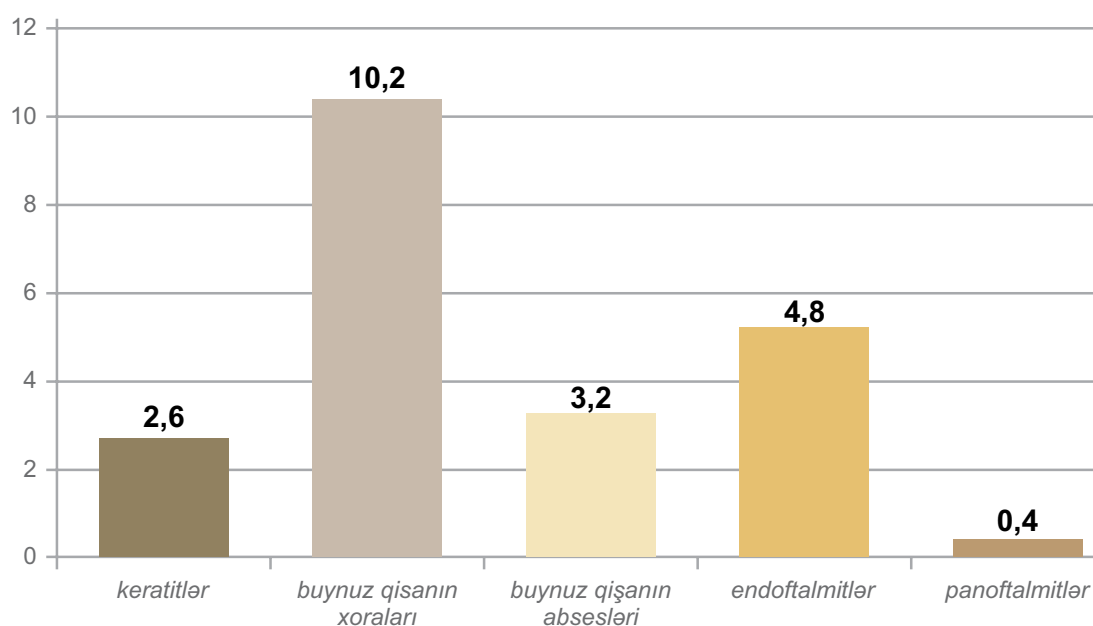


Chart 1. Distribution of infectious complications during open and closed eye injuries among patients hospitalized at the National Ophthalmology Centre named after Academician Zarifa Aliyeva in 2019-2023.

ƏDƏBİYYAT | REFERENCES

1. Jha, K.N. *Clinical profile and risk factors of ocular trauma: a hospital-based study from Pondicherry, India* / K.N.Jha, A.R.Rajalakshmi, S.Biswas [et al.] // *Expert Rev. Ophthalmol.*, – 2019. 14(6), – p. 309-313. <https://doi.org/10.1080/17469899.2019.1698949>
2. GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. *Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019* / GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators // *Lancet*, – 2020. 396(10258), – p. 1204-1222. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30925-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30925-9)
3. Al Mahmoud, T. *Epidemiology of eye injuries in a high-income developing country: An observational study* / T.Al Mahmoud, S.Al Hadhrami, M.Elhanan [et al.] // *Medicine*, – 2019. 98(26), – p. e16083. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000016083>
4. Batchelor, A. *Predictors of long-term ophthalmic complications after closed globe injuries using the IRIS® registry (Intelligent research in sight)* / A.Batchelor, M.Lacy, M.Hunt [et al.] // *Ophthalmol. Sci.*, – 2023. 3(1), – p. 100237. <https://doi.org/10.1016/j.xops.2022.100237>
5. Mayer, C. *Posttraumatic endophthalmitis: Complication following severe eye injury* / C.Mayer, D.Loos // *Ophthalmologe*, – 2016. 113, – p. 478-483. <https://doi.org/10.1007/s00347-015-0190-8>
6. Агаева, Р.Б. *Особенности распространенности травм органа зрения среди населения Азербайджанской Республики* / Р.Б.Агаева // *Вестн. Офтальмол.*, – 2015. 5, – p. 54-60. <https://doi.org/10.17116/oftalma2015131554-60>
7. Абакаров, С.А. *Современная комплексная оценка тяжести травматического повреждения глаза и прогнозирования исходов* / С.А.Абакаров, И.А.Лоскутов // *Эффектив. Фармакотер.*, – 2021. 17(37), – p. 46-48. <https://doi.org/10.33978/2307-3586-2021-17-37-46-48>
8. Мезенцева, Л.В. *Математическое моделирование в биомедицине* / Л.В.Мезенцева, С.С.Перцов // *Вестн. Нов. Мед. Технол.*, – 2013. 20(1), – p. 11.
9. Yanchevskaya, E.Ya. *Mathematical Modelling and Prediction in Infectious Disease Epidemiology* / E.Ya.Yanchevskaya, O.A.Mesnyankina // *RUDN J. Med.*, – 2019. 23(3), – p. 328-334. <https://doi.org/10.22363/2313-0245-2019-23-3-328-334>
10. Hosmer, D.W. *Applied Logistic Regression* / D.W.Hosmer, S.Lemeshow, R.X.Sturdivant // – 3rd ed. – John Wiley & Sons, – 2013. <https://doi.org/10.1002/9781118548387>
11. Kuhn, F. *Birmingham Eye Trauma Terminology (BETT): terminology and classification of mechanical eye injuries* / F.Kuhn, R.Morris, C.D.Witherspoon // *Ophthalmol. Clin. North Am.*, – 2002. 15(2), – p. 139-143. [https://doi.org/10.1016/S0896-1549\(02\)00004-4](https://doi.org/10.1016/S0896-1549(02)00004-4)
12. Исмаилов, Г.М. *Распространённость глазного травматизма в городе Баку* / Г.М.Исмаилов, А.Д.Рзаева // *Казан. Мед. Ж.*, – 2017. 98(2), – p. 248-250. <https://doi.org/10.17750/KMJ2017-248>