



UV ile İndüklenen Fotokeratitis Üzerine miR-330-3p Uygulamasının Rolü: Pilot Çalışma

The Role of miR-330-3p in UV-induced Photokeratitis: A Pilot Experimental Study

✉ Hüseyin Avni EROĞLU¹, ✉ Başak YAVUZ², ✉ Cemre AYDEĞER¹, ✉ Hakika ERDOĞAN³, ✉ Damla AYKORA¹

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Çanakkale, Türkiye

²İzmir Demokrasi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

³Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göz Hastalıkları Anabilim Dalı, Çanakkale, Türkiye

ÖZ

Amaç: Ultraviyole (UV) radyasyon ile indüklenen oküler hastalıklar büyüyen bir halk sağlığı sorunudur. Son yıllarda yapılan çalışmalar miRNA-tabanlı tedavilerin önemini artırmaktadır. miRNA'lardan biri olan miR-330-3p anti-karsinogenik, anti-enflamatuvar ve anti-apoptotik etkileri mevcuttur. Bu bilgiler ışığında çalışmamızın amacı UV radyasyonu sonucundaki fotokeratitise karşı miR-330-3p'nin etkilerini incelemektir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmada 18 adet erkek Wistar Albino rat kontrol, UV ve UV+göz damlası olmak üzere üç farklı gruba ayrılmıştır. Otuz gün süresince günde 2 saat kronik UV radyasyonuna maruz bırakılmıştır. Bunu takiben 7 gün süresince UV+göz damlası grubuna 1 µL miR-330-3p içeren göz damlası uygulaması yapılmıştır. Son uygulamadan 24 saat sonra hayvanlar sakrifiye edilerek histopatolojik incelemeler için uygun koşullarda saklanmıştır.

Bulgular: Yapılan mikroskopik incelemeler sonucunda enflamasyon, neovaskülarizasyon, epitel proliferasyonu ve kolajen densitesi parametrelerinde gruplar arasında istatistiksel olarak bir farklılık belirlenmedi. Bununla birlikte istatistiksel olarak farklılık olmamasında rağmen kolajen densitesinin UV grubunda Kontrol grubuna göre yükseldiği ve göz damlası uygulamasının bunu düzenlediği görüldü. Ödem parametresi UV grubunda hem kontrol hem de UV+göz damlası grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek olduğu ortaya koyuldu (her iki p-değeri p<0,001).

Sonuç: Çalışmamızda miR-330-3p'nin fotokeratit üzerine etkileri ortaya koyulmuştur. miR-330-3p, fotokeratitten kaynaklanan umut verici bir tedavi seçeneği olarak görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ultraviyole ışınlar, göz hastalıkları, miRNA, oftalmik solüsyon, göz damlası

ABSTRACT

Aim: Ultraviolet (UV) radiation-induced ocular diseases pose a growing challenge to public health. In recent years, miRNA-based therapeutics have gained attention in the treatment of ocular diseases. miR-330-3p has anticarcinogenic, anti-inflammatory, and anti-apoptotic effects. This study aimed to investigate the effects of miR-330-3p against photokeratitis following UV radiation.

Materials and Methods: Eighteen Wistar albino male rats were randomly divided into three groups (n=6): Control, UV, and UV+eye drop. Chronic exposure to UV radiation was conducted for 30 days, 2 hours a day. One µL of miR-330-3p-based eye drops was applied to the UV+eye drop group once daily for 7 days. Following the treatments, eye tissues were harvested and evaluated microscopically.

Results: There was no statistically significant difference between groups in inflammation, neovascularization, epithelial proliferation, and collagen density parameters. However, the edema levels in the UV group increased compared to the control and UV+eye drop groups (all p<0.001). The collagen density, however, increased in the UV group and decreased in the UV+eye drop group, but the results did not indicate a significant difference (p>0.05).

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Dr. Hüseyin Avni EROĞLU, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Çanakkale, Türkiye

E-posta: haeroglu@comu.edu.tr **ORCID ID:** orcid.org/0000-0002-1040-3255

Geliş Tarihi/Received: 16.06.2025 **Kabul Tarihi/Accepted:** 18.09.2025 **Yayınlanma Tarihi/Publication Date:** 19.12.2025

Atıf/Cite this article as: Eroğlu HA, Yavuz B, Aydeğer C, Erdoğan H, Aykora D. The role of miR-330-3p in UV-induced photokeratitis: a pilot experimental study. Nam Kem Med J. 2025;13(4):378-383



Conclusion: miR-330-3p presents a promising treatment option for corneal damage arising from photokeratitis. Our study is the first to explore the alleviating effects of miR-330-3p in photokeratitis, yielding encouraging results.

Keywords: Ultraviolet rays, eye diseases, miRNA, ophthalmic solutions, eye drops

GİRİŞ

Ultraviyole (UV) radyasyonun insan vücudu üzerinde hem faydalı hem de zararlı etkileri dahil olmak üzere birçok etkisi vardır. Gözler, özellikle anterior bölgeler, UV radyasyonundan en çok etkilenen ve vücudun en UV-duyarlı kısmı olanlardır¹. Çoklu koruma yöntemleri nedeniyle, kornea, retina ve epitelyal kompartmanlar makro ve mikro hasara maruz kalır. Korneal veya retinal hasarı hafifletmek için çeşitli farmakolojik yönler eksik olup, daha fazla çalışma hala esastır². Artan kanıtlar, UV maruziyetinin korneal hasar ve görsel bozukluk riskini gösterdiği üzere, ortaya çıkan bir sağlık sorunu haline gelmiştir. Oküler UV maruziyeti, görme kaybı da dahil olmak üzere çeşitli zararlı etkilere neden olabilir. Korneal dokuların UV ışığının neredeyse %80'ini doğrudan emdiği bildirilmiştir. Yaşla ilgili farklılıklara bağlı olarak, hayatın geç evrelerinde emilim seviyeleri artar ve kornea ve oküler katmanlar üzerinde zararlı etkilere sahip olur. İnsanlar uzun süreli UV maruziyetinin farkında olmalı ve koruyucu araçlar kullanmalıdır. UV radyasyonunun indüklediği patofizyolojik kaskad, fotokeratit, oksidatif stres, ödem ve epitelyal hücrelerin apoptozunu içerir³. Oküler sıvı ve katmanlar, kornea ve çevre oküler dokuları koruyabilecek birden fazla antioksidan madde içerir. Yüksek UV radyasyon maruziyeti, korneal sıvı seviyesinin artışı ve foto emilim yoluyla oküler dokular ve sıvı üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Fotokeratit, ağrılı bir durumdur ve çoğunlukla uzun süreli UV maruziyetini takiben korneal hasara atfedilir. Korneanın yüzeyel katmanlarında epitelyal hücrelerin kaybı, ödem ve görme bozukluğunu tetikler⁴. Ödem başlangıçta UV maruziyetinden adaptasyon ve korunma olarak tanımlanır; ancak, maruziyet seviyesi korneal hasarın ana belirleyicisidir⁵. Farmakolojik dışı tedavi seçenekleri çoğunlukla buz uygulaması veya karanlık bir yerde dinlenmeyi içerir. Ancak, ciddi olgularda, UV maruziyetinin indüklediği korneal hasara karşı ödem ve enflamatuvar yanıtı azaltmak için farmakolojik tedaviler esansiyel olabilir. Son üç on yılda, gen bazlı tedaviler çoğu patolojik durumda dikkat çekmiştir. MikroRNA'lar küçük non-kodlayıcı RNA'lardır ve doku-spesifik RNA transkripsiyonunu düzenler, bu da çoğunlukla ifade edilen proteinlerin degradasyonuna bağlıdır^{6,7}. miRNA'lar, hücre döngüsü, enflamasyon ve apoptoz gibi çeşitli hücrel yanıtlara karışmıştır. İnsan vücudunda iki binden fazla miRNA'nın ifade edildiği bildirilmiştir ve bunların çoğu henüz fonksiyonallikleri hakkında tanımlanmamıştır. miRNA fonksiyonlarının aydınlatılması, birden fazla bozukluk için umut verici adjuvan tedaviler sağlama potansiyeline sahiptir. Son çalışmalar, korneal hasarın önlenmesi için kritik öneme sahip miRNA'lar olduğunu beyan etmiştir⁸⁻¹⁰. Bu öneriler

çoğunlukla deneysel diyabet çalışmalarından kaynaklanmış ve belirgin hale gelmiştir. miR-330-3p, çoğunlukla anti-aging, anti-apoptotik ve anti-karsinojenik etkilerle ilişkili bir miRNA kümesidir. miR-330-3p, romatoid artrit, osteosarkom ve melanom dahil çeşitli çalışmalarda çeşitli tiplerde kullanılmış olup, umut verici hafifletici etkilere sahiptir¹¹⁻¹³. Bu nedenle, bu çalışmada, miRNA bazlı göz damlalarının (miR-330-3p) UV maruziyetinin indüklediği korneal hasar üzerindeki etkilerini araştırmayı amaçladık.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

miR-330-3p Bazlı Göz Damlasının Hazırlanması

Göz damlasının hazırlanması için, miR-330-3p mimik (Med Chem Express Cat No: HY-R03031, Lot no: 326920) satın alındı ve lipofectamine 2000TM ile kapsüllendi. Kapsülleme için, lipofectamine ve miR-330-3p, üreticinin protokolüne göre on beş dakika inkübe edildi. Göz damlaları, UV+miR-330-3p grubuna bilateral olarak 30 günlük UV radyasyonundan sonra 7 gün boyunca günde bir kez 1 µL uygulandı^{14,15}.

Hayvanlar

Mevcut çalışma, Çanakkale Üniversitesi Deneysel Araştırma Uygulama ve Araştırma Merkezi'nden satın alınan on sekiz Wistar albino erkek sıçan (7-8 aylık; G*Power: $n \geq 18$) içermektedir, Çanakkale Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Komitesi'nden etik onay alınmıştır (karar numarası: 2024/04-02, tarih: 18.04.2024). Sıçanlar, standart nem ve sıcaklıkta ((%45-%50 nem ve 22 ± 2 °C) bireysel olarak barındırıldı, 12 saatlik karanlık/ışık döngüsü ile ve standart pelet ve su ad libitum ile beslendi.

Deneysel Gruplar ve Prosedür

Satın alınan sıçanlar, rastgele üç gruba ($n=6$) ayrıldı: kontrol, UV ve UV+göz damlası. Kontrol grubu UV radyasyonuna maruz bırakılmadı ve herhangi bir tedavi almadı. UV ve UV+göz damlası grupları, 30 gün boyunca günlük 2 saat UV radyasyonuna UV-A 12.5 J/cm² ve UV-B 0.22 J/cm² dozunda maruz bırakıldı^{16,17}. Otuz günün sonunda, UV+göz damlası grubu miR-330-3p bazlı göz damlası ile yönetildi. UV grubu tedavi almadı.

Doku Hasadı

Yedi günlük tedavinin sonunda, tüm sıçanlar genel anestezi (ketamin-ksilazin) altına alındı ve sakrifiye edildi. Servikal dislokasyon ile ötenazi sonrasında, tüm göz dokusu ve optik

sinirler hemen hasat edildi ve histopatolojik analiz için %10 formaldehitte saklandı. Histopatolojik analiz göz örnekleri, histopatolojik değerlendirme için hematoxilen-eozin (H-E) ve masson trikromu (M-T) boyama analizi için kullanıldı. İlk olarak, tüm örnekler sabitlendi ve boyama değerlendirmeleri için işlendi. Tüm dokular parafine gömüldükten sonra, 4-µm kesitler kesildi ve H-E ve M-T ile boyandı¹⁸⁻²⁰. H-E boyalı kesitler, ödem, enflamasyon, neovaskülarizasyon ve epitelyal proliferasyonu değerlendirmek için kullanıldı; ve M-T boyalı kesitler, kollajen yoğunluğu ve yapısını değerlendirmek için kullanıldı.

İstatistiksel Analiz

Veriler, SPSS programı sürüm 27.0 (SPSS, sürüm 27, IBM of Armonk, New York, U.S.) ile analiz edildi. Farklılıkları belirlemek için tek yönlü ANOVA testi kullanıldı. Post-hoc belirlemeler, grupları karşılaştırmak için Tukey HSD testi ile gerçekleştirildi. Veriler, ortalamalar ve standart hatalar olarak sunuldu. $P < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

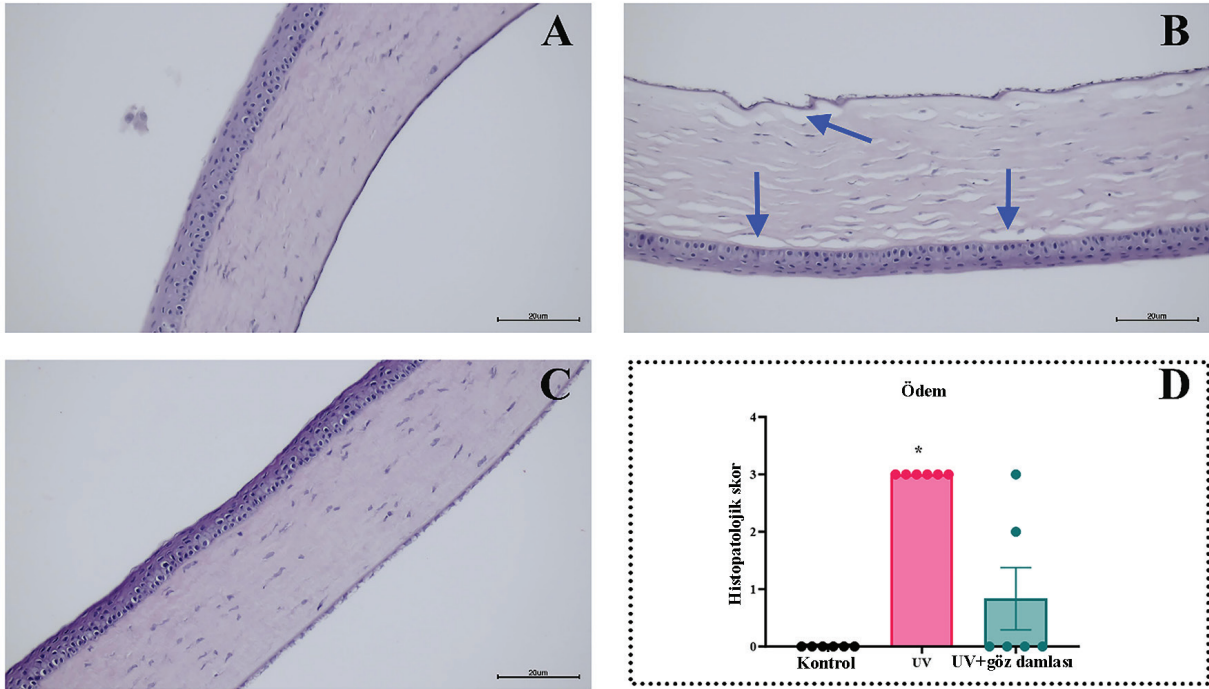
BULGULAR

Histopatolojik analiz, H-E sonuçlarına göre enflamasyon, neovaskülarizasyon ve epitelyal proliferasyonda ve M-T sonuçlarına göre kollajen yoğunluğunda önemli değişiklikler olmadığını gösterdi. Ancak, UV grubundaki ödem seviyeleri,

Şekil 1'de gösterildiği üzere Kontrol grubuna kıyasla önemli ölçüde arttı ($0,00 \pm 0,00$; $p < 0,001$). Ayrıca, Şekil 2'de gösterildiği üzere Kontrol grubu ve UV+göz damlası grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($0,83 \pm 0,54$; $p = 0,178$). Ayrıca, UV+göz damlası grubunda, ödem seviyeleri UV grubuna kıyasla önemli ölçüde azaldı ($p < 0,001$). Ancak, kollajen yoğunluğu UV grubunda arttı ($0,50 \pm 0,22$) ve UV+göz damlası grubunda azaldı ($0,16 \pm 0,16$), ancak sonuçlar anlamlı bir fark göstermedi ($p > 0,05$; Şekil 2).

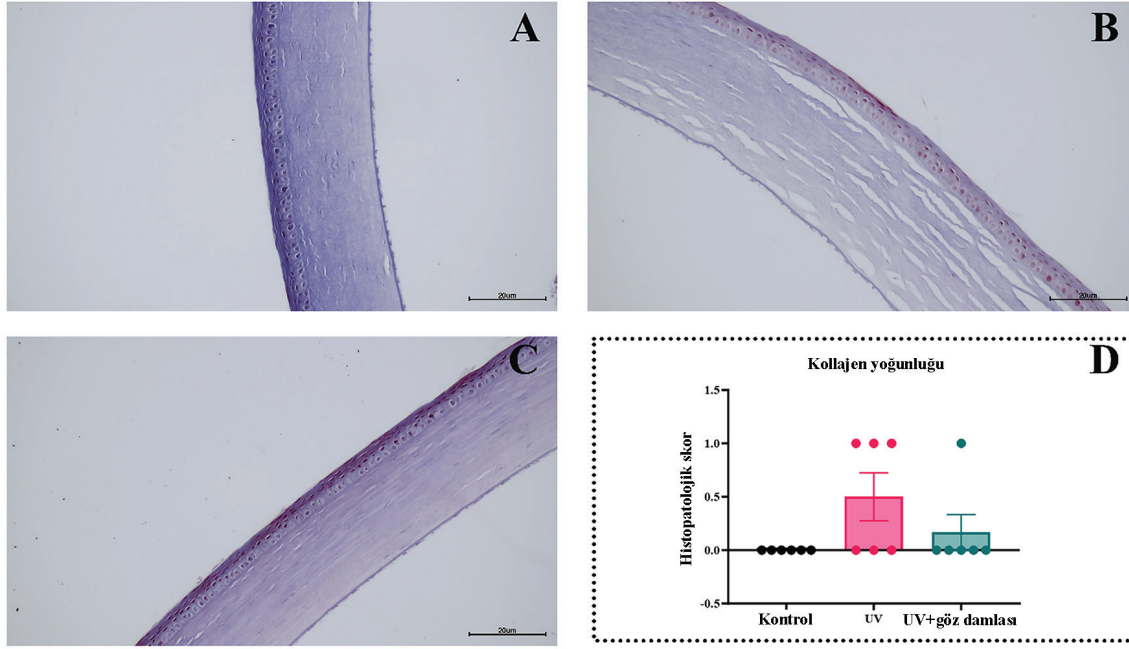
TARTIŞMA

Mevcut çalışma, esas olarak kronik UV radyasyon maruziyetinde bir miRNA bazlı göz damlasının etkilerini değerlendirmeyi amaçladı. Sonuçlarımız, literatürle uyumlu olarak, UV maruziyetinin UV maruziyet grubunda ödem seviyelerini Kontrol grubuna kıyasla önemli ölçüde artırdığını gösterdi. miR-330-3p bazlı göz damlası, ödem seviyelerini UV grubuna kıyasla önemli ölçüde azalttı. Ancak, enflamasyon, neovaskülarizasyon ve epitelyal proliferasyon önemli bir değişiklik göstermedi. Ayrıca, kollajen yoğunluğu UV+göz damlası grubunda azaldı, ancak sonuçlar anlamlı değildi. UV ışığı, göz doku katmanlarına nüfuz ederek göz kanseri, enflamasyon ve görsel bozukluk riskini artırır²¹. Genel göz dokuları, günlük hayatta düşük UV radyasyon maruziyetine bir adaptasyonu temsil eder. Ancak, koruma olmadan uzun süreli maruziyet, görsel bozukluklar,



Şekil 1. (A) Kontrol, (B) UV, (C) UV+göz damlası grubunun H-E boyalı kesitleri ve (D) Tüm gruplarda ödem için histopatolojik skorlar (* $p < 0,05$ kontrol ve UV+göz damlası gruplarına kıyasla)

H-E: Hematoxilen-eozin, UV: Ultraviyole



Şekil 2. (A) Kontrol, (B) UV, (C) UV+göz damlası grubunun M-T boyalı kesitleri ve (D) Tüm gruplarda kollajen yoğunluğu için histopatolojik skorlar

UV: Ultraviyole, M-T: Masson trikromu

ağrı veya kaşıntılı gözleri tetikleyebilir²². Fotokeratit, gözlere uzun süreli UV maruziyetinin önemli zararlı sonuçlarından biridir. Korneal epitelyal hasar, görüşü değiştirebilecek ve bulutlar ve pusla sonuçlanabilecek bir ödem içerir²³. Bir çalışmada, sıçanların gözleri 5 ardışık gün boyunca günlük 6,5 J/cm² UV dozuna lokal olarak maruz bırakıldı. Histopatolojik sonuçlar, interstisyel ödemde önemli bir artış ve kollajen yapısında bozulma olduğunu gösterdi²⁴. Karşılaştırmalı bir çalışma, 0,08 ve 0,225 J/cm² UV radyasyonunun akut etkilerini göz dokusu üzerinde değerlendirmek için kuruldu. 0,08 J/cm² UV maruziyetinin hafif ödem ve sinir hasarı sergilediği, oysa 0,225 J/cm²'nin epitelyal sinirleri yok ettiği iddia edildi²⁵. Çalışmamızda, 30 gün boyunca günlük 2 saatlik UV-A 12,5 J/cm² ve UV-B 0,22 J/cm² maruziyeti epitelyal ödem seviyelerini önemli ölçüde artırdı. Lokal veya akut maruziyeti dikkate alarak, günlük UV radyasyon maruziyetinin epitelyal bozuklukları da tetikleyebileceği önerilir. Nükleik asit bazlı terapötikler, kanser, nörodejeneratif bozukluklar, enflamatuvar durumlar ve apoptozla ilgili hastalıklar dahil çeşitli bozukluklar için kullanıldığında umut verici sonuçlar sağlar¹⁹. Şu anda, nükleik asit bazlı terapötiklerin faz II çalışmalarını tamamladığı geniş bir bozukluk yelpazesi vardır²⁰. İlk miRNA'nın 1993'te keşfinden beri, miRNA bazlı uygulamalar, transkripsiyon faktörleri üzerindeki düzenleyici etkileri nedeniyle son on yılda dikkat çekmiştir²⁰. Çoğu oküler hastalığa ek olarak, fotokeratit miRNA bazlı terapötikler için bir hedef haline

gelmiştir. Önceki bir çalışmada, anti-miR-328'in etkileri ve tolere edilebilirliği değerlendirildi ve sonuçlar umut verici olup, faz II ve faz III denemeleri için uygunluğunu gösterdi²¹. UV maruziyetli fotokeratitte miR-127-5p'nin etkileri, *in vitro* bir çalışmada anti-apoptotik ve antioksidan etkiler gösterdi²². Akut UV maruziyet göz hasarı üzerine bir hayvan çalışmasında, miR-129-5p göz damlaları korneal epitelyal hasarı azalttı ve fotokeratit indüklediği görsel kaybı azalttı²³. miR-330-3p, esas olarak anti-karsinojenik bir miRNA olarak tanımlanmış olup, anti-enflamatuvar, anti-apoptotik ve antioksidan etkiler sergiler²⁴. Bugüne kadar, miR-330-3p'nin oküler hastalıklar üzerindeki etkilerini araştıran hiçbir çalışma yoktur. Mevcut çalışmada, kronik UV radyasyon maruziyetini takiben, miR-330-3p bazlı göz damlası sıçanların gözlerine 7 gün boyunca uygulandı. Kronik uygulamaya bağlı olarak, enflamasyon, neovaskülarizasyon ve epitelyal proliferasyonda istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler yoktu. Ancak, fotokeratitin gelişimi için en önemli sinyal olan ödem, tedavi edilmemiş UV maruziyet grubunda önemli ölçüde arttı. miR-330-3p uygulaması, ödemli seviyeleri önemli ölçüde azalttı ve fotokeratit bazlı görme kaybı ve pusu hafifletti. miR-330-3p'nin, kronik UV maruziyetini takiben fotokeratit bazlı korneal hasarı azaltmak için iyi bir aday olabileceği önerilir. Ancak, miR-330-3p göz damlalarının ana moleküler ve etki mekanizmalarını aydınlatmak için akut UV ışığı maruziyeti ile daha fazla çalışma kurulmalıdır.

Çalışma Kısıtlılıkları

Çalışmanın bazı sınırlılıkları aşağıda verilmiştir:

- Çalışmamız bir pilot çalışmadır, bu yüzden daha düşük hayvan sayıları kullanıldı. Kronik ve akut UV radyasyon maruziyetinin fotokeratit üzerindeki etkilerini aydınlatmak için daha fazla çalışma zaten kurulmuştur.
- Ayrıca, modelimiz önceki çalışmalardan farklıdır çünkü UV ışığı maruziyeti, günlük hayattaki gerçek maruziyeti temsil ederek tüm vücuda kurulmuştur, gözlere lokal olarak değil.

SONUÇ

Gelecek Yönelimler

Oküler hastalıklar, sınırlı tedavi seçenekleri ve korneal dokuların kimyasallara duyarlılığı nedeniyle zorluklar sunar. Yine de, görme kaybı halk sağlığı için ciddi etkilere sahip olabilir. UV maruziyeti faydalarına sahip olsa da, göz dokularına önemli riskler de poz verebilir. Akut ve kronik maruziyet, göz sağlığı üzerinde farklı zararlı etkilere sahiptir. Koruyucu önlemler esansiyel olsa da, açık hava işçileri için kronik UV radyasyon maruziyeti fotokeratit gibi görsel bozukluklara yol açabilir. Bu nedenle, UV maruziyetine bağlı oküler hastalıkları ele almak için ortaya çıkan tedavilere acil ihtiyaç vardır. miRNA bazlı terapötikler, neredeyse tüm hastalıklarda başarılı sonuçlar vererek umut aşılamaktadır. Transkripsiyonel yol etkilerine bağlı olarak, bu tedaviler gelecek farmakoterapi için yol açabilir. Anti-enflamatuvar ve anti-apoptotik özellikleriyle bilinen miR-330-3p, fotokeratitten kaynaklanan korneal hasar için umut verici bir tedavi seçeneği sunar. Çalışmamız, fotokeratitte miR-330-3p'nin hafifletici etkilerini araştıran ilk çalışmadır ve teşvik edici sonuçlar vermektedir. Gelecek çalışmalar, oküler dejeneratif bozukluklarda akut ve kronik yüksek UV radyasyon maruziyetindeki altta yatan mekanizmaları tam olarak anlamak için önerilir.

Etik

Etik Kurul Onayı: Çanakkale Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Komitesi'nden etik onay alınmıştır (karar numarası: 2024/04-02, tarih: 18.04.2024).

Hasta Onayı: Bu bir hayvan deneyi çalışmasıdır.

Dipnot

Yazarlık Katkıları

Cerrahi ve Medikal Uygulama: H.A.E., C.A., D.A., Konsept: H.A.E., H.E., Dizayn: H.A.E., H.E., Veri Toplama veya İşleme: C.A., D.A., Analiz veya Yorumlama: B.B., Yazan: H.A.E., H.E., C.A.

Çıkar Çatışması: Yazarlar bu makale ile ilgili olarak herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Çalışmamız için hiçbir kurum ya da kişiden finansal destek alınmamıştır.

KAYNAKLAR

1. van Kuijk FJ. Effects of ultraviolet light on the eye: role of protective glasses. *Environ Health Perspect.* 1991;96:177-84.
2. Coroneo M. Ultraviolet radiation and the anterior eye. *Eye Contact Lens.* 2011;37:214-24.
3. Hamba N, Gerbi A, Tesfaye S. Histopathological effects of ultraviolet radiation exposure on the ocular structures in animal studies –literature review. *Translational Research in Anatomy.* 2021;22:100086.
4. Delic NC, Lyons JG, Di Girolamo N, Halliday GM. Damaging effects of ultraviolet radiation on the cornea. *Photochem Photobiol.* 2017;93:920-9.
5. SIMPSON GV. Corneal edema. *Trans Am Ophthalmol Soc.* 1949;47:692-737.
6. Liu CH, Huang S, Britton WR, Chen J. MicroRNAs in vascular eye diseases. *Int J Mol Sci.* 2020;21:649.
7. Ho PTB, Clark IM, Le LTT. MicroRNA-based diagnosis and therapy. *Int J Mol Sci.* 2022;23:7167.
8. Chen L, Li S, Fu Y. MicroRNAs in corneal diseases: emerging roles as biomarkers, regulators, and therapeutics. *Ocul Surf.* 2025;38:14-30.
9. Xu S, Hazlett LD. MicroRNAs in ocular infection. *Microorganisms.* 2019;7:359.
10. Raghunath A, Perumal E. Micro-RNAs and their roles in eye disorders. *Ophthalmic Res.* 2015;53:169-86.
11. Wang H, Liu G, Li T, Wang N, Wu J, Zhi H. MiR-330-3p functions as a tumor suppressor that regulates glioma cell proliferation and migration by targeting CELF1. *Arch Med Sci.* 2020;16:1166-75.
12. Liu X, Shi H, Liu B, Li J, Liu Y, Yu B. miR-330-3p controls cell proliferation by targeting early growth response 2 in non-small-cell lung cancer. *Acta Biochim Biophys Sin (Shanghai).* 2015;47:431-40.
13. Zhang M, Wang M, Jiang Z, Fu Z, Ma J, Gao S. Candidate oligo therapeutic target, miR-330-3p, induces tamoxifen resistance in estrogen receptor-positive breast cancer cells via HDAC4. *Breast J.* 2023;2023:2875972.
14. Liang CL, Chen KC, Hsi E, Lin JY, Chen CY, Tseng JK, et al. miR-328-3p Affects axial length via multiple routes and anti-miR-328-3p possesses a potential to control myopia progression. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2022;63:11.
15. Han R, Gao J, Wang L, Hao P, Chen X, Wang Y, et al. MicroRNA-146a negatively regulates inflammation via the IRAK1/TRAF6/NF-κB signaling pathway in dry eye. *Sci Rep.* 2023;13:11192.
16. Gorgisen G, Ozkol H, Tuluze Y, Arslan A, Ecer Y, Keskin S, et al. Silibinin and ellagic acid increase the expression of insulin receptor substrate 1 protein in ultraviolet irradiated rat skin. *Biotech Histochem.* 2020;95:641-6.
17. Keskin S, Acikgoz E, Ertürk FY, Ragbetli MC, Ozkol H. Histopathological changes in liver and heart tissue associated with experimental ultraviolet radiation A and B exposure on wistar albino rats. *Photochem Photobiol.* 2023;99:132-6.
18. Lennikov A, Kitaichi N, Fukase R, Murata M, Noda K, Ando R, et al. Amelioration of ultraviolet-induced photokeratitis in mice treated with astaxanthin eye drops. *Mol Vis.* 2012;18:455-64.
19. Tokuc EO, Yuksel N, Rencber SF, Ozturk A, Duruksu G, Yazir Y, et al. Protective effects of citicoline-containing eye drops against UVB-Induced corneal oxidative damage in a rat model. *Exp Eye Res.* 2021;208:108612.
20. Abd M, Maksoud E, El A, Higazy F, Khaled C, Selim M, et al. Histopathological changes of the anterior surface structures of rabbit eye after subconjunctival injection of different doses of mitomycin C. *Al-Azhar International Medical Journal.* 2020;1:87-96.
21. Yam JC, Kwok AK. Ultraviolet light and ocular diseases. *Int Ophthalmol.* 2014;34:383-400.
22. Begaj T, Schaal S. Sunlight and ultraviolet radiation-pertinent retinal implications and current management. *Surv Ophthalmol.* 2018;63:174-92.

23. Majdi M, Milani BY, Movahedan A, Wasielewski L, Djalilian AR. The role of ultraviolet radiation in the ocular system of mammals. *Photonics*. 2014;1:347-68.
24. Golu A, Gheorghisor I, Bălăsoiu AT, Baltă F, Osiac E, Mogoantă L, et al. The effect of ultraviolet radiation on the cornea - experimental study. *Rom J Morphol Embryol*. 2013;54:1115-20.
25. Yen YL, Lin HL, Lin HJ, Chen PC, Chen CR, Chang GH, et al. Photokeratoconjunctivitis caused by different light sources. *Am J Emerg Med*. 2004;22:511-5.