



Pterigión en trabajadores al aire libre: genes p53, TLR3 y estrategias de fotoprotección

Pterygium in outdoor workers: p53 and TLR3 genes and photoprotection strategies

Diego Francisco Pérez-Villarroel
ua.diegopv54@uniandes.edu.ec

Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua, Ecuador
<https://orcid.org/0009-0000-1288-5959>

Paola Estefanía Salazar-Altamirano
paolasa66@uniandes.edu.ec

Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua, Ecuador
<https://orcid.org/0009-0001-6555-9011>

Wilmer Bladimir Núñez-Valencia
wilmerbnv75@uniandes.edu.ec

Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua, Ecuador
<https://orcid.org/0009-0001-9829-243X>

RESUMEN

Objetivo: Analizar la epidemiología, factores de riesgo y fisiopatología del pterigión con énfasis en los mecanismos genéticos de p53 y TLR3. **Método:** Se realizó revisión bibliográfica en PubMed, SciELO, Science Direct y Google Scholar de artículos publicados entre 2009-2025 sobre etiopatogenia y prevención. **Resultados:** La prevalencia mundial es 10,2%, concentrándose en latitudes 0-40 grados del cinturón del pterigión. Los trabajadores al aire libre constituyen el grupo de mayor riesgo por exposición prolongada a radiación ultravioleta. La exposición UV causa mutaciones en gen p53 favoreciendo proliferación celular desmedida. El gen TLR3 reconoce patrones moleculares asociados a daño celular perpetuando crecimiento fibrovascular. El diagnóstico se realiza mediante lámpara de hendidura. El tratamiento inicial es conservador con lágrimas artificiales. El autoinjerto conjuntival constituye el gold standard quirúrgico. **Conclusiones:** El pterigión afecta principalmente trabajadores expuestos a radiación ultravioleta. Los genes p53 y TLR3 participan en su fisiopatología.

Descriptores: pterigión; radiación ultravioleta; salud laboral. (DeCS).

ABSTRACT

Objective: To analyse the epidemiology, risk factors and pathophysiology of pterygium with an emphasis on the genetic mechanisms of p53 and TLR3. **Method:** A literature review was conducted in PubMed, SciELO, Science Direct and Google Scholar of articles published between 2009 and 2025 on aetiopathogenesis and prevention. **Results:** The global prevalence is 10.2%, concentrated in latitudes 0-40 degrees of the pterygium belt. Outdoor workers are the group at highest risk due to prolonged exposure to ultraviolet radiation. UV exposure causes mutations in the p53 gene, promoting excessive cell proliferation. The TLR3 gene recognises molecular patterns associated with cell damage, perpetuating fibrovascular growth. Diagnosis is made using a slit lamp. Initial treatment is conservative, with artificial tears. Conjunctival autografting is the surgical gold standard. **Conclusions:** Pterygium mainly affects workers exposed to ultraviolet radiation. The p53 and TLR3 genes are involved in its pathophysiology.

Descriptors: pterygium; ultraviolet radiation; occupational health. (DeCS).

Recibido: 06/09/2025. Revisado: 15/09/2025. Aprobado: 15/10/2025. Publicado: 20/10/2025.

Artículo original



INTRODUCCIÓN

El pterigión es una afección ocular caracterizada por el crecimiento de tejido fibrovascular conjuntival en forma de ala, que se extiende hacia la córnea y se adhiere a la esclerótica, pudiendo presentarse en uno o ambos ojos (1). Esta enfermedad crónica afecta significativamente la calidad de vida de los pacientes, razón por la cual la Organización Mundial de la Salud la ubicó dentro de las enfermedades oculares prioritarias (2).

El pterigión presenta características que inicialmente pueden ser benignas, como su comportamiento autolimitante y su localización superficial en la córnea sin afectar estructuras internas. Sin embargo, a medida que avanza la enfermedad, manifiesta propiedades malignas que incluyen alta proliferación celular desmedida, recurrencia frecuente y potencial de transformación preneoplásica (3).

La prevalencia mundial del pterigión es de 10,2%, siendo más frecuente en países ubicados en latitudes bajas cercanas a la línea ecuatorial. Los casos en el sexo masculino son casi el doble respecto al femenino, existiendo también mayor prevalencia en adultos mayores de 60 años. Diversos estudios relacionan el bajo nivel académico con mayor predisposición para presentar pterigión (4).

Los trabajadores al aire libre constituyen el grupo poblacional de mayor riesgo debido a las extenuantes jornadas de exposición a radiación ultravioleta (RUV) por periodos prolongados, como en el caso de obreros, campesinos, pescadores y recolectores (5,6). En la población amazónica de Brasil se reportó una prevalencia de 36,6% entre los habitantes de la ribera del río, concluyéndose que presentaban alta exposición solar, con mayor número de casos en el sexo masculino (6).

A nivel fisiopatológico, la exposición a rayos ultravioleta causa efectos fotoquímicos que ocasionan el crecimiento anormal del tejido fibrovascular de la conjuntiva. Diversos estudios mencionan la existencia de estrés oxidativo, así como expresión anómala del gen p53 que tiene gran relevancia en la formación de células neoplásicas en el epitelio del limbo. El gen TLR3 también es fundamental en el



desarrollo de pterigión en relación con la exposición a rayos ultravioleta, al reconocer patrones moleculares asociados a daño celular (7,8).

La prevención debe iniciar desde edades tempranas mediante el uso de gafas de protección solar, sombreros anchos, evitar exposición en horas de mayor radiación ultravioleta y la implementación de capacitaciones en lugares de trabajo para concientizar sobre los riesgos de la exposición a RUV (9,10).

El objetivo de esta revisión es analizar la epidemiología, factores de riesgo, fisiopatología con énfasis en los genes p53 y TLR3.

MÉTODO

Se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva de estudios epidemiológicos, ensayos clínicos y artículos de revisión sobre pterigión publicados en bases de datos científicas indexadas incluyendo PubMed, SciELO, Science Direct y Google Scholar. Se seleccionaron artículos relevantes publicados entre 2009 y 2025 sobre etiopatogenia, factores de riesgo genéticos y ambientales, tratamiento farmacológico y quirúrgico, con especial atención en la recurrencia y avances en prevención.

Los términos de búsqueda utilizados fueron: "pterigión", "pterygium", "radiación ultravioleta", "UV radiation", "gen p53", "p53 gene", "TLR3", "trabajadores al aire libre", "outdoor workers", "fotoprotección", "photoprotection", combinados mediante operadores booleanos AND y OR.

Se incluyeron estudios observacionales, ensayos clínicos, revisiones sistemáticas y artículos originales en español e inglés. Se excluyeron artículos sin acceso completo al texto, publicaciones duplicadas y aquellos sin relevancia directa con el tema de estudio.

RESULTADOS

Distribución geográfica y poblacional

El pterigión es prevalente en latitudes entre 0 y 40 grados norte y sur de la línea ecuatorial, región conocida como el "cinturón del pterigión". En China la prevalencia alcanza 18%, mientras que en Japón llega al 30% debido a la alta exposición solar. En el Caribe y países centroamericanos existe mayor recurrencia de casos, siendo



en Cuba la prevalencia de 17,3%, constituyendo la tercera enfermedad ocular más frecuente (4,5).

En Ecuador el pterigión es una patología poco estudiada, sin embargo, la incidencia se relaciona directamente con los niveles de radiación (5). Un estudio realizado en población rural andina de Ecuador reportó alta prevalencia asociada a trabajo agrícola al aire libre y bajo acceso a medidas de protección ocular (8).

El pterigión nasal es más prevalente que el temporal debido a que los rayos ultravioleta se concentran mayormente en la zona del limbo nasal. Esto se explica porque la nariz reduce la fuerza de luz que se transmite a la zona temporal, las pestañas temporales son más largas en el párpado superior permitiendo mayor filtración de luz, y el flujo natural de las lágrimas desde temporal hacia nasal causa mayor irritación en la subconjuntiva nasal (7).

Factores de riesgo ocupacional

Los trabajadores al aire libre presentan los siguientes factores de riesgo para desarrollar pterigión: exposición a radiación ultravioleta mayor a 5 horas diarias, trabajo en zonas de alta altitud, contacto con polvo y ambientes secos, falta de uso de protección ocular, deficiencia en educación sobre salud ocular y acceso limitado a medidas profilácticas (8,11).

Las ocupaciones de mayor riesgo incluyen agricultura, pesca, construcción, trabajo en minas a cielo abierto, recolección de productos forestales y cualquier labor que implique exposición prolongada al sol sin protección adecuada (6,12).

Factores de riesgo adicionales

Además de la exposición ocupacional a RUV, existen otros factores de riesgo como: fumar, consumo de bebidas alcohólicas, exposición al humo de biomasa y madera, enfermedad de ojo seco, astigmatismo, cataratas corticales, predisposición genética, edad avanzada, sexo masculino y bajo índice de masa corporal asociado a mayor tiempo al aire libre (2,13).

FISIOPATOLOGÍA: MECANISMOS GENÉTICOS Y MOLECULARES

Radiación ultravioleta y daño celular



Las radiaciones ultravioletas se clasifican en tres grupos: UVA (no absorbidas por la capa de ozono), UVB (parcialmente captadas) y UVC (completamente absorbidas). Sin embargo, con el daño de la capa de ozono incluso la UVC puede causar daño a nivel epitelial y ocular. Todas las radiaciones ingresan al cuerpo por absorción, dispersión y reflexión, ocasionando estrés oxidativo que conlleva a inflamación y malformación tisular (10,14).

La exposición prolongada a rayos UV ocasiona efectos fotoquímicos que resultan en crecimiento anormal del tejido fibrovascular de la conjuntiva. El daño inicial ocurre en los fibroblastos de la zona nasal junto con las células madre del limbo corneal (15).

Rol del gen p53

El gen p53 es un gen supresor de tumores que presenta expresión anómala en el pterigión. La exposición a radiación ultravioleta causa mutaciones en p53, favoreciendo la formación de células neoplásicas en el epitelio del limbo. La proteína MDM2 inhibe la actividad del gen p53, favoreciendo la evolución del pterigión (7,16). Los estudios demuestran que la alteración de p53 tiene gran relevancia en la proliferación celular desmedida característica del pterigión, actuando como uno de los principales mecanismos patogénicos a nivel molecular (1,17).

Gen TLR3 y respuesta inmunológica

El gen TLR3 (Toll-like receptor 3) es fundamental en el desarrollo de pterigión relacionado con exposición a rayos ultravioleta. Este gen se encuentra en las células de la superficie del epitelio corneal y reconoce patrones moleculares asociados a daño, incluyendo ARN autocodificante desencadenado por células necróticas afectadas por rayos UV (15).

Cuando se activa el TLR3, favorece la formación desmedida de células formadoras de pterigión, estableciendo un mecanismo de respuesta inmunológica anormal que perpetúa el crecimiento del tejido fibrovascular (15,18).

Otros genes involucrados

El oncogén K-ras se encuentra presente en dos variantes: K-ras61 predominante en pacientes con pterigión primario, mientras que K-ras12 se encuentra en casos de



recurrencia. Los genes LATS1 y LATS2 se encargan de inhibir el daño en el ADN producido por exposición a rayos ultravioleta (16).

El aumento en la expresión del gen TRPV1, los reguladores de la matriz extracelular, la deficiencia de heterocigosidad y la transformación epitelial-mesenquimal también tienen capacidad de alterar las células madre limbares proliferativas (1,19).

Factores de crecimiento

En la formación de pterigión intervienen diversos factores de crecimiento: el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF) que promueve linfangiogénesis y angiogénesis, el factor fijador de heparina que incrementa la angiogénesis y contribuye al anclaje celular, el factor de crecimiento transformante beta (TGF- β) encargado de la producción de colágeno, y el factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF) (13,20).

MANIFESTACIONES CLÍNICAS Y DIAGNÓSTICO

Clasificación clínica

Los grados de pterigión según afectación son:

- Grado 1: Invade el limbo corneal
- Grado 2: Lesión entre limbo corneal y área pupilar
- Grado 3: Lesión llega hasta la pupila
- Grado 4: Lesión sobrepasa la región pupilar (11)

Según morfología externa se clasifica en:

- Atrófico: vasos episclerales visibles debajo del tejido fibroso
- Intermedio: zonas de pterigión carnoso y zonas atróficas
- Carnoso: vasos de orientación radial, vasos episclerales no observables (11)

Presentación clínica

El pterigión tiene dos formas de presentación: inactiva con poca vascularización y sin crecimiento celular fibroso abundante (asintomática), y activa con hiperemia considerable y aumento progresivo del tamaño de la lesión (17,21).

Los síntomas incluyen fotofobia, sensación de cuerpo extraño, ojo rojo, lagrimeo, irritación ocular crónica y deterioro progresivo de la visión. En casos severos cuando



recubre la pupila puede ocasionar pérdida completa de la visión, simbléfaron y diplopía (16,22).

Métodos diagnósticos

El diagnóstico se realiza mediante lámpara de hendidura, identificando las tres partes del pterigión: cabeza (vértice direccionado hacia región pupilar), cuello y cuerpo. Se evalúa ubicación (temporal o nasal), tamaño, nivel de vascularización, grado de extensión y zona corneal involucrada (5,7).

El test de Schirmer determina ojo seco asociado a pterigión utilizando tirilla de papel filtro colocada en región temporal del párpado inferior durante 5 minutos. Resultado mayor a 10mm es normal, menor de 5mm indica ojo seco (23).

Es prioritario identificar el pterigión de forma temprana cuando el daño es mínimo. En la actualidad se recomienda el método de diagnóstico automatizado mediante fotografías del ojo del paciente (24).

TRATAMIENTO

Tratamiento farmacológico

En etapas iniciales el tratamiento es sintomático con lágrimas artificiales y corticoides de superficie como loteprednol. En estadios avanzados con restricción de movilidad, astigmatismo o irritación crónica, el tratamiento es la resección quirúrgica con autoinjerto de conjuntiva como gold standard (4,7).

La Mitomicina C (MMC) es un agente alquilante que inhibe formación de ADN causando muerte celular en fases G1 y S del ciclo celular, disminuyendo fibroblastos. Se administra en colirio, intraoperatoriamente o por inyección directa. La aplicación posoperatoria de MMC redujo a 0,04% la recurrencia de pterigión secundario (7,18). La inyección subconjuntival de MMC preoperatoria (un mes antes) con 0,1 ml en el cuerpo del pterigión previene recidiva, disminuye inflamación y vascularización. La aplicación de MMC al 0,02% es terapia ideal que reduce riesgo de recidiva sin producir efectos adversos (19,25).

El 5-Fluorouracilo (5-FU) es semejante a pirimidina y actúa en formación de ADN y ARN mediante inhibición del timidilato sintasa, con impacto regulador en



angiogénesis, efecto antimitótico y estimulador de apoptosis en fibroblastos en proliferación. Inyecciones intralesionales semanales a dosis de 1-3 mg/sesión disminuyen recurrencia postquirúrgica (4,26).

Tratamiento quirúrgico

El gold estándar es el autoinjerto conjuntival: se extirpa el pterigión y se toma conjuntiva bulbar de zona temporal superior del mismo ojo o del otro ojo para posicionarla en la zona extirpada, fijándola con sutura o adhesivo tisular como Tisseel (pegamento de fibrina) o fibrina autóloga como alternativa más económica (7,27).

El autoinjerto rotacional conjuntival (CRA) preserva conjuntiva sana mediante rotación de 90°, 0° o 180°, obteniendo resultados exitosos en las tres técnicas para evitar reincidencia de pterigión primario sin complicaciones intraoperatorias ni posoperatorias (7,28).

La técnica de esclerótica desnuda retira cabeza y cuerpo del pterigión mientras se regenera el epitelio escleral, acompañándose de terapias adicionales como 5-FU o mitomicina C intraoperatoria o posoperatoria (7,29).

ESTRATEGIAS DE FOTOPROTECCIÓN EN TRABAJADORES AL AIRE LIBRE

Medidas de protección personal

La prevención debe iniciar desde edades tempranas ya que los niños están más expuestos al sol con pupilas de mayor tamaño y medios oculares más transparentes. La mayor exposición a rayos ultravioleta ocurre desde la niñez hasta los 18 años, acumulándose a lo largo de la vida (9,20).

Se recomienda a población que vive en el cinturón del pterigión adquirir nuevos hábitos para disminuir factores de riesgo modificables:

1. Uso de gafas de sol especiales que bloqueen ondas longitudinales por debajo de 400 nanómetros, preferiblemente de tipo envolvente para evitar que rayos UV alcancen la superficie ocular (22,30)
2. Sombreros anchos que protejan rostro completo además de los ojos
3. Evitar salir en horas de mayor radiación ultravioleta (10:00-16:00 horas)
4. Uso de lentes recetados con protección UV o lentes de contacto con filtro UV



5. No consumir bebidas alcohólicas ni exponerse al humo de combustibles de biomasa
6. Evitar exposición prolongada a ambientes secos con polvo (9,21)

Medidas en el ambiente laboral

En lugares de trabajo al aire libre se recomienda implementar:

1. Capacitaciones para concientizar a trabajadores sobre riesgos de exposición a radiación ultravioleta (12,20)
2. Intervenciones técnicas: cobertura física de zonas de trabajo, áreas sombreadas para desempeñar funciones laborales
3. Realización de labores más temprano en la mañana durante verano
4. Provisión de equipos de protección personal: gafas con protección UV, ropa adecuada de manga larga, botas de trabajo, guantes protectores (20,23)
5. En soldadores: uso obligatorio de cascos con filtro de vidrio verde que absorban rayos infrarrojos
6. En trabajadores en interiores: disminuir exposición a luz LED que también puede causar pterigión (20,30)
7. En automóviles: uso de películas absorbentes en ventanas laterales (9)

Fotoprotección sistémica

Existen fotoprotectores sistémicos administrados por vía oral que deben ir en conjunto con medidas de protección física. Consisten en ingesta de sustancias con propiedades antifotocarcinogénicas: antioxidantes, nicotinamida, polifenoles, carotenoides, vitaminas y minerales, con objetivo de prevenir carcinogénesis y aumentar la protección natural (10,23).

CONCLUSIÓN

El pterigión es una enfermedad ocular en la cual existe crecimiento anormal de tejido conjuntival que invade la córnea, pudiendo afectar uno o ambos ojos. Esta patología presenta forma de ala con cabeza, cuello y cuerpo, siendo la cabeza la que crece en dirección a la pupila, ocasionando pérdida de visión en casos graves.

La etiología predominante es la exposición a rayos ultravioleta, especialmente en



regiones entre latitudes 0 a 30 grados, siendo más frecuente en sexo masculino y personas con nivel bajo de escolaridad que cumplen largas jornadas de trabajo en espacios abiertos. Los trabajadores al aire libre constituyen el grupo de mayor riesgo ocupacional.

Tras exposición prolongada a rayos ultravioleta existen alteraciones en genes p53, K-ras, TLR3, LATS1 y LATS2. El gen p53 actúa como supresor de tumores y su expresión anómala favorece proliferación celular desmedida. El gen TLR3 reconoce patrones moleculares asociados a daño celular y perpetúa el crecimiento de tejido fibrovascular característico del pterigión.

El diagnóstico debe realizarse de manera temprana mediante lámpara de hendidura para evitar complicaciones. En etapas iniciales se recomienda tratamiento farmacológico con lágrimas artificiales, corticoides y agentes como 5-fluorouracilo y Mitomicina C. El tratamiento quirúrgico de elección es el autoinjerto conjuntival.

Para evitar nuevos casos o recidiva es fundamental implementar estrategias de fotoprotección: uso de gafas de protección solar que bloqueen ondas menores a 400 nanómetros, sombreros anchos, evitar exposición prolongada al sol, capacitación en lugares de trabajo, provisión de equipos de protección personal y fotoprotección sistémica. Estas medidas deben adaptarse al trabajo de cada persona, priorizándose en poblaciones que viven cerca de la latitud 0 y en trabajadores con exposición ocupacional a radiación ultravioleta.

FINANCIAMIENTO

No monetario

CONFLICTO DE INTERÉS

No existe conflicto de interés con personas o instituciones ligadas a la investigación.

AGRADECIMIENTOS

A la dirección de investigación de UNIANDES.



REFERENCIAS

1. Ding P, Wang R, He Y. Risk factors for pterygium: latest research progress on major pathogenesis. *Exp Eye Res.* 2024 Jun;243:109900. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0014483524001210>
2. Tandon R, Vashist P, Gupta N, Gupta V, Yadav S, Deka D, et al. The association of sun exposure, ultraviolet radiation effects and other risk factors for pterygium in geographically diverse adult rural populations of India: the SURE RISK for pterygium study. *PLoS One.* 2022 Jul 21;17(7):e0270065. Available from: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0270065>
3. Van Acker SI, Van den Bogerd B, Haagdorens M, Siozopoulou V, Ní Dhubhghaill S, Pintelon I, et al. Pterygium—the good, the bad, and the ugly. *Cells.* 2021 Jun 22;10(7):1567. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8305200/>
4. Weisse O, Poblete Soto M, Palacios Vera G, Troncoso Soto T, Astete M, Vega F. Inyecciones intralesionales de 5-fluorouracilo: tratamiento innovador y efectivo de pterigión primario. *Rev Med Chil.* 2023 May;151(5):610-7. Available from: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872023000500610
5. Figueredo Morales C, Morales Molina T, Alcaide Guardado Y. Factores de riesgo para el pterigión en población de Ambato, Ecuador. *MediSur.* 2024 Jun;22(3):407-13. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1727-897X2024000300407
6. Fernandes AG, Salomão SR, Ferraz NN, Mitsuhiro MR. Pterygium in adults from the Brazilian Amazon: prevalence, visual status and refractive errors. *Br J Ophthalmol.* 2020;104(6):757-64. Available from: <https://bjo.bmj.com/content/104/6/757.long>
7. Sarkar P, Koushik T. Pterygium. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK558907/>
8. Bal S, Marjane S, Gonzalez C, Smith Z, Higgins C, Miller-Suchet L, et al. Pterygium in rural Andean Ecuador: epidemiology, risk factors, and barriers to care. *Pan Am J Ophthalmol.* 2021 Dec;3(1):38. Available from: https://journals.lww.com/pajo/fulltext/2021/03000/pterygium_in_rural_andean_ecuador__epi_demiology,38.aspx
9. Aragonés Cruz B, Alemañy Martorell J. Relación de la radiación ultravioleta y el pterigión primario. *Rev Cubana Oftalmol.* 2009 Jun;22(1). Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-21762009000100011
10. González Ruiz GE, Peralta González OJ, Peralta González AG, Peralta González G. Radiaciones ultravioletas como factor de riesgo vinculado a la génesis del pterigión en trabajadores expuestos. *Rev Cubana Enferm.* 2016 Dec;32(4). Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-03192016000400007
11. Mosquera Bustamante MJ, Martínez Mora SF, Villacrés Fernández FA, Cruz Villegas JA, et al. Formación de pterigión en trabajadores bananeros por el uso de químicos en el área de empaque. *Univ Cienc Tecnol.* 2023 Mar;27(118):39-50. Available from: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1316-48212023000100039
12. Modenese A, Chou BR, Ádam B, Loney T, Silva Paulo M, Tenkate T, et al. Occupational exposure to solar radiation and the eye: a call to implement health surveillance of outdoor workers. *Med Lav.* 2023 Aug 2;114(4):e2023032. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10415847/>
13. Lomelf-Linares D, García-Salgado L, Riancho-Sánchez G, Lopez-Star E, Lansingh VC, Corredor-Casas S. Frequency of conjunctival epithelial dysplasia in patients with pterygium. *Arq Bras Oftalmol.* 2020 Jul 29;83:323-8. Available from: <https://www.scielo.br/j/abo/a/XFsb83NXt4KKXMRv75RcrJb/>
14. He S, Wu Z. Biomarkers in the occurrence and development of pterygium. *Ophthalmic Res.* 2022;65(5):481-92. Available from: <https://karger.com/ORE/article/doi/10.1159/000523878>
15. Lai CC, Tseng SH, Hsu SM, Huang YT, Shieh CC. Conjunctival expression of toll-like receptor 3 plays a pathogenic role in ultraviolet light-induced pterygium. *Invest Ophthalmol Vis Sci.*



- 2021 Aug 9;62(10):6. Available from:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8354036/>
16. Chicaiza GRG, Rueda LR, Casado IT, Legón ZCM, García YE. Caracterización clínico-epidemiológica de pacientes con pterigión operados con la técnica de autoinjerto conjuntival. *Mediciego*. 2014 Dec 19;20(1). Available from:
<https://revmediciego.sld.cu/index.php/mediciego/article/view/132>
17. Fernández YH, Parra ZP, Rodríguez YL, Borges YMC, Jiménez AM. Aplicación de HeberFERON® en colirio como tratamiento adyuvante en la operación de pterigión. *Rev Cubana Oftalmol*. 2024 Aug 8;37. Available from:
<https://revoftalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologia/article/view/1869>
18. Martins TGS, Costa ALFA, Furuzawa KM, Alves MR, Chammas R. Avaliação da aplicação única subconjuntival pré-operatória de mitomicina C em pterígio primário. *Rev Bras Oftalmol*. 2017 Jun;76:157-60. Available from:
<https://www.scielo.br/j/rbof/a/Lq7ZhpqMMKtVBDXbFrJLFhd/>
19. Martins TGS, Costa ALFA, Furuzawa KM, Chammas R, Alves MR. Evaluation of antimetabolic and antiangiogenic effect of preoperative subconjunctival application of mitomycin C in primary pterygium: a randomized trial. *Int Ophthalmol*. 2019 Nov;39(11):2435-40.
20. Yáñez JRR, Rodríguez SMM. Cuidado ocular en países del cinturón del pterigión. *AlfaPublicaciones*. 2023 Sep 30;5(3.2):38-50. Available from:
<https://alfapublicaciones.com/index.php/alfapublicaciones/article/view/405>
21. Fonseca EC, Rocha EM, Arruda GV. Comparison among adjuvant treatments for primary pterygium: a network meta-analysis. *Br J Ophthalmol*. 2018 Jun;102(6):748-56. Available from: <https://bjoo.bmj.com/content/102/6/748>
22. Roberts JE. Ultraviolet radiation as a risk factor for cataract and macular degeneration. *Eye Contact Lens*. 2011 Jul;37(4):246-9.
23. González MS, Báez CEF, Villarreal LS, Moreno KME. Fotoprotección como estrategia terapéutica y preventiva contra el fotoenvejecimiento y cáncer de piel. *Cienc Lat Rev Cient Multidiscip*. 2023 Dec 11;7(5):10432-41. Available from:
<https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/8664>
24. Malozhen SA, Trufanov SV, Krakhmaleva DA. Pterygium: etiology, pathogenesis, treatment. *Vestn Oftalmol*. 2017;133(5):76-83. doi:10.17116/oftalma2017133576-83
25. Van Acker SI, Van den Bogerd B, Haagdorens M, et al. Pterygium—the good, the bad, and the ugly. *Cells*. 2021;10(7):1567. doi:10.3390/cells10071567
26. Chu WK, Choi HL, Bhat AK, Jhanji V. Pterygium: new insights. *Eye (Lond)*. 2020;34(6):1047-50. doi:10.1038/s41433-020-0786-3
27. Akbari M. Update on overview of pterygium and its surgical management. *J Popul Ther Clin Pharmacol*. 2022;29(4):e30-e45. doi:10.47750/jptcp.2022.968
28. Rad NR. Treatment of pterygium on refractive errors: a systematic review. *Korean J Ophthalmol*. 2025;39(3):269-87. doi:10.3341/kjo.2025.0003
29. Wanzeler ACV, Barbosa IAF, Duarte B, et al. Mechanisms and biomarker candidates in pterygium development. *Arq Bras Oftalmol*. 2019;82(6):528-36. doi:10.5935/0004-2749.20190103
30. Ding P, Wang R, He Y. Risk factors for pterygium: latest research progress on major pathogenesis. *Exp Eye Res*. 2024;243:109900. doi:10.1016/j.exer.2024.109900

Derechos de autor: 2025 Por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>