

DOI: <https://doi.org/10.46296/gt.v9i18.0407>

TUMORES OCULARES PEDIÁTRICOS RETINIANOS Y NO RETINIANOS: AVANCES EN EL DIAGNÓSTICO CLÍNICO Y LA CARACTERIZACIÓN POR IMÁGENES

PEDIATRIC RETINAL AND NON-RETINAL OCULAR TUMORS: ADVANCES IN CLINICAL DIAGNOSIS AND IMAGING CHARACTERIZATION

Medrano-Trujillo Maria Camila ¹; Builes-Iglesias Angela Maria ²; Certuche-Sierra Ana María ³; Calderon-Gonzalez Fabiana ⁴; Díaz-Lobo Verónica de Jesús ⁵; Rico-Orjuela Luz Stella ⁶; Montenegro-Villalobos Erika Natalia ⁷; Mora-Fuentes María Camila ⁸

¹ Universidad del Sinú Elías Bechara Zainum. Cartagena, Colombia.

Correo: trujilloc321@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2887-9905>

² Pontificia Universidad Javeriana de Cali. Cali, Colombia.

Correo: angela.builes@outlook.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-0361-8116>

³ Universidad Surcolombiana. Neiva, Colombia.

Correo: anitacertu@hotmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-0247-3469>

⁴ Universidad del Norte. Barranquilla, Colombia.

Correo: calderonfabiana100@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-4513-6230>

⁵ Universidad del Sinú Elías Bechara Zainum. Montería, Colombia.

Correo: veronicadiaz.md@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-1359-2646>

⁶ Universidad El Bosque. Bogotá, Colombia.

Correo: stellaricoo97@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-5307-6465>

⁷ Universidad Cooperativa Colombia. Villavicencio, Colombia. Correo:

erikanataliamontenegroapunt@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-4624-094X>

⁸ Universidad Cooperativa Colombia. Villavicencio, Colombia.

Correo: camilamora0216@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-8371-1475>

Resumen

Los tumores oculares pediátricos comprenden neoplasias retinianas, uveales y del segmento anterior, cuyo diagnóstico exige diferenciarlas de lesiones simuladoras. Esta revisión de alcance sintetizó los avances en diagnóstico clínico e imagen para la caracterización, estadificación y seguimiento de estas entidades. Se consultaron PubMed, Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud y Scientific Electronic Library Online para el periodo comprendido entre enero de 2000 y el 2 de agosto de 2026. De 2.048 registros iniciales se eliminaron 197 duplicados; 1.851 registros únicos se sometieron al proceso de selección, se evaluaron 112 publicaciones y se incluyeron 62. El retinoblastoma concentró la mayor parte de la evidencia. El examen del fondo de ojo constituye la referencia clínica; la ecografía permite identificar masas y calcificaciones; la tomografía de coherencia óptica portátil contribuye a caracterizar lesiones pequeñas y orientar el seguimiento; y la resonancia magnética de alta resolución resulta esencial para evaluar el nervio óptico y la extensión ocular, orbitaria e intracraneal, aunque un estudio negativo no excluye invasión microscópica. La biomicroscopia ultrasónica es especialmente útil en el medulloepitelioma. La enfermedad de Coats, la persistencia de la vasculatura fetal y la toxocariasis requieren interpretación clínica y multimodal. La inteligencia artificial y la radiómica muestran resultados prometedores en estudios retrospectivos, con validación externa insuficiente. El diagnóstico debe integrar anatomía, contexto clínico y modalidades complementarias. La tomografía computarizada no se recomienda de rutina cuando se dispone

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 14 de julio de 2026.

Fecha de aceptación: 10 de septiembre de 2026.

Fecha de publicación: 28 de octubre de 2026.



de ecografía y resonancia magnética. Se necesitan protocolos multicéntricos, validación externa y mayor representación de entornos con recursos limitados.

Palabras claves: retinoblastoma; neoplasias oculares; niño; ultrasonografía; tomografía de coherencia óptica; resonancia magnética; pseudoretinoblastoma.

Abstract

Pediatric ocular tumors comprise retinal, uveal, and anterior segment neoplasms that must be distinguished from mimicking lesions. This scoping review synthesized advances in clinical diagnosis and imaging for lesion characterization, staging, and follow-up. PubMed, Latin American and Caribbean Health Sciences Literature, and Scientific Electronic Library Online were searched for publications from January 2000 through August 2, 2026. Of 2,048 initial records, 197 duplicates were removed; 1,851 unique records underwent selection, 112 reports were assessed, and 62 were included. Retinoblastoma accounted for most of the evidence. Fundus examination remains the clinical reference; ultrasonography identifies masses and calcification; handheld optical coherence tomography supports the characterization of small lesions and follow-up decisions; and high-resolution magnetic resonance imaging is essential for evaluating the optic nerve and ocular, orbital, and intracranial extension, although a negative study does not exclude microscopic invasion. Ultrasound biomicroscopy is particularly useful for medulloepithelioma. Coats disease, persistent fetal vasculature, and ocular toxocariasis require clinical and multimodal interpretation. Artificial intelligence and radiomics show promising results in retrospective studies but lack sufficient external validation. Diagnosis should integrate anatomy, clinical context, and complementary imaging modalities. Computed tomography is not recommended routinely when ultrasonography and magnetic resonance imaging are available. Multicenter protocols, external validation, and greater representation of resource-limited settings are needed.

Keywords: retinoblastoma; ocular neoplasms; child; ultrasonography; optical coherence tomography; magnetic resonance imaging; pseudoretinoblastoma.

1. Introducción

La leucocoria pediátrica es una urgencia diagnóstica: puede representar retinoblastoma curable, pero también enfermedad de Coats, persistencia de la vasculatura fetal (PFV), toxocariasis, catarata o vitreorretinopatía hereditaria. La anatomía ocular pequeña, la opacidad de medios, el movimiento y la necesidad de anestesia reducen el rendimiento de una prueba aislada. El retinoblastoma (RB) aparece casi siempre antes de los 5 años y combina riesgo visual, vital y

genético [7–9]. En 4.064 niños de 149 países, la enfermedad extraocular, correspondiente al estadio clínico cT4, representó el 0,8% en países de ingresos altos y 42,9% en países de ingresos bajos; la supervivencia a tres años fue 99,5% y 57,3%, respectivamente [10].

La imagen cumple funciones distintas: detectar y documentar el tumor, localizarlo por compartimento, caracterizar calcio, pigmento, quistes, vascularidad y desprendimiento de retina (DR), y

estimar extensión macroscópica. El error más peligroso es convertir un signo frecuente en patognomónico o interpretar una resonancia magnética (RM) negativa como ausencia de invasión microscópica.

Objetivo

Identificar, clasificar y sintetizar la evidencia sobre avances recientes en diagnóstico clínico y caracterización por imágenes de tumores oculares retinianos y no retinianos en pacientes de 0–18 años —hasta 21 años en entidades ultrarraras con datos pediátricos separables—, incluidos diagnóstico diferencial, estadificación, seguimiento y tecnologías emergentes.

2. Metodología

Diseño y marco

Se realizó una revisión de alcance que tomó como marco de referencia las recomendaciones del Instituto Joanna Briggs (JBI) y las extensiones para revisiones de alcance y búsquedas bibliográficas de los elementos preferidos de información para revisiones

sistemáticas y metanálisis (PRISMA-ScR y PRISMA-S, respectivamente) [1–3]. El marco población, concepto y contexto (PCC) comprendió pacientes pediátricos con tumor ocular sospechado o confirmado; detección, caracterización, extensión, estadificación y seguimiento; y cualquier nivel asistencial o país. Se incluyeron cohortes, estudios de exactitud diagnóstica, series, reportes de caso, revisiones sistemáticas y guías. Se excluyeron estudios de adultos sin datos pediátricos separables, investigaciones exclusivamente terapéuticas sin información diagnóstica y tumores orbitarios primarios sin relación directa con el globo ocular.

Fuentes y búsqueda

La búsqueda se realizó el 2 de agosto de 2026 y comprendió publicaciones del 1 de enero de 2000 al 2 de agosto de 2026. Se consultaron PubMed, Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud (LILACS), mediante la Biblioteca Virtual en Salud (BVS), y Scientific Electronic Library Online (SciELO). PubMed aportó tres conjuntos de resultados;

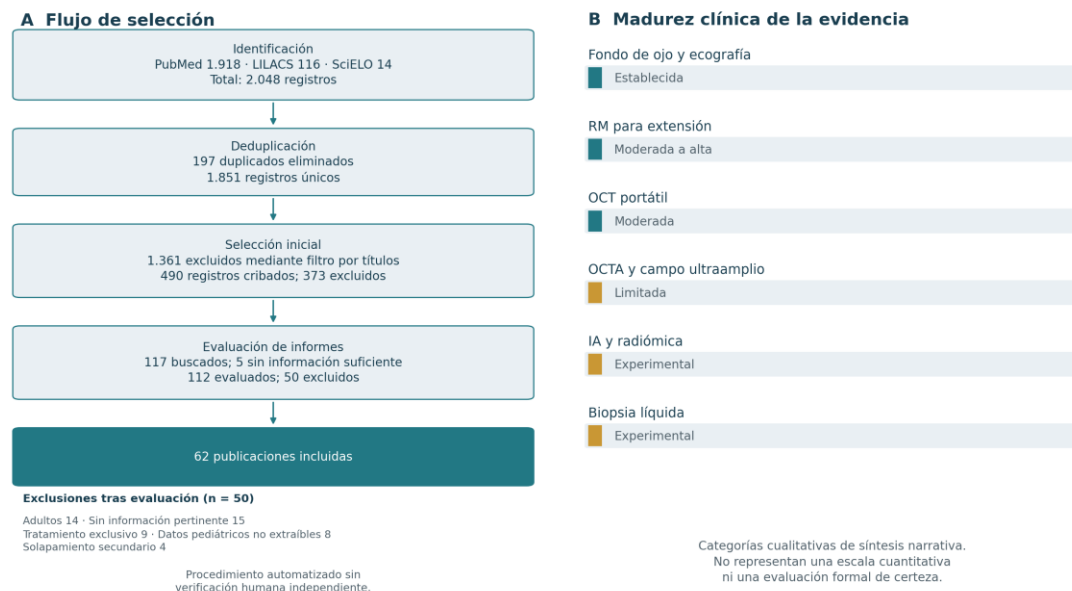
LILACS y SciELO ampliaron la representación latinoamericana. Los 578 resultados de Europe PMC se utilizaron para comprobación bibliográfica complementaria y no se añadieron al flujo de selección.

Selección, extracción y calidad

Los tres conjuntos de PubMed aportaron 1.918 registros; con LILACS (116) y SciELO (14), el total inicial fue de 2.048. Se eliminaron 169 duplicados entre consultas de PubMed y 28 entre fuentes mediante similitud de títulos, con un índice de Jaccard $\geq 0,78$. De los 1.851 registros únicos, un filtro determinista basado en títulos excluyó 1.361 por no corresponder al marco PCC. De los 490 registros restantes, 373 se excluyeron durante el cribado y se intentó recuperar 117 informes. Cinco no pudieron evaluarse con información suficiente y 112 se examinaron para determinar su elegibilidad. Se excluyeron 50 por población adulta (14), ausencia de información clínica o de imagen pertinente (15), contenido exclusivamente terapéutico (9), datos pediátricos no extraíbles (8) y solapamiento secundario (4). Se incluyeron 62 publicaciones. La

selección y la extracción se realizaron mediante un único procedimiento automatizado, sin verificación humana independiente. Los registros dudosos se conservaron para evaluación de texto completo. Se extrajeron diseño, población, lesión, modalidad, referencia diagnóstica, hallazgos, rendimiento, impacto y limitaciones. Se efectuó una valoración narrativa de las limitaciones metodológicas, orientada por los dominios de la herramienta de evaluación de la calidad de estudios de exactitud diagnóstica, segunda versión (QUADAS-2), sin evaluación formal completa, puntuación global ni exclusión por calidad [4] (Figura 1).

Figura 1. Flujo de selección y madurez de la evidencia. A, registros identificados, seleccionados y excluidos. B, valoración cualitativa de la madurez clínica; no representa un metanálisis ni una puntuación formal de calidad. Esquema elaborado para esta revisión. OCT: tomografía de coherencia óptica; OCTA: angiografía por tomografía de coherencia óptica; IA: inteligencia artificial.



3. Resultados y discusión

Las 62 publicaciones incluidas abarcaron guías, consensos, revisiones sistemáticas, cohortes, estudios de exactitud diagnóstica, series y reportes de caso. Predominaron los estudios retrospectivos de centros terciarios y de ojos con enfermedad avanzada sometidos a enucleación. La Tabla 1 presenta 24 fuentes cuantitativas o

diagnósticas seleccionadas; las publicaciones restantes se integran en la síntesis narrativa y la bibliografía. Las fuentes con poblaciones mixtas o predominantemente adultas se interpretan como contexto y sus estimaciones globales no se extrapolan directamente a niños. NR significa información no recuperada y NA, no aplicable.

Tabla 1. Características de 24 fuentes seleccionadas para la síntesis descriptiva

Autor/año	País	Diseño	Población	Tumor	n	Modalidad	Referencia	Hallazgo principal	Limitación
Global RB Study Group, 2022 [10]	149 países	Cohorte mundial	Niños con RB	RB	4.064	Clínica/estadio	Registro clínico	Gradiente de estadio y supervivencia por ingreso	Datos agregados; acceso desigual
Cardoen et al., 2026 [5]	Multipaís	Consenso/guía	RB pediátrico	RB	NA	RM	Consenso ERIC/ERBG	Protocolo de RM 2025 estandarizado	Evidencia heterogénea

Autor/año	País	Diseño	Población	Tumor	n	Modalidad	Referencia	Hallazgo principal	Limitación
de Graaf et al., 2012 [6]	Multipaís	Guía	RB pediátrico	RB	NA	RM	Consenso de expertos	Principios de imagen y RM normalizada	Previo a técnicas actuales
de Jong et al., 2014 [11]	Multipaís	RS/metanálisis	Ojos con RB avanzado	RB	591 ojos	RM/TC	Histopatología	RM: IPNO 59/94%; esclera 88/99%	Heterogeneidad y sesgo de espectro
Cho et al., 2021 [52]	Corea/multipaís	RS/metanálisis	RB enucleado	RB	1.255 globos	RM	Histopatología	IPNO: sensibilidad 61%; especificidad 88%	Pocos protocolos 3 T homogéneos
de Bloeme et al., 2024 [53]	Europa	Multicéntrico retrospectivo	Ojos con RB	RB	231 ojos	RM alta resolución	Histopatología	Nervio $\geq 2,215$ mm: 84/83%	Necesita validación prospectiva
Sirin et al., 2015 [54]	Alemania	Retrospectivo	Niños con RB	RB	143 niños	RM/bobinas	Histopatología	Bobinas de superficie mejoran detalle	Centro experto; ojos avanzados
Jansen et al., 2020 [12]	Europa	Ciego multicéntrico	RB vs simuladores	RB/Coats/PFV	66 ojos	RM	Diagnóstico experto	Combinaciones de signos con alta especificidad	Muestra seleccionada
de Jong et al., 2015 [14]	Multipaís	Metanálisis	RB hereditario	RB trilateral	NR	RM cerebral	Seguimiento clínico	Incidencia ajustada $\approx 3,5-3,8\%$	Protocolos de vigilancia variables
Soliman et al., 2017 [13]	Canadá	Serie retrospectiva	Ojos con RB	RB	339 sesiones	OCT portátil	EUA/decisión clínica	>90% informativas; 15% cambió plan	Dependencia de medios y localización
Nadiarmykh et al., 2020 [61]	Europa	Serie clínica	RB/retinoma	RB	20 pacientes	OCT	Actividad clínica	Arquitectura útil; actividad no siempre separable	Muestra pequeña
Kim et al., 2014 [63]	EE. UU.	Serie retrospectiva	RB D/E	RB	100 ojos	AF campo amplio	EUA	Vasos/fuga y NVI caracterizados	No estadifica profundidad
Shields et al., 2013 [15]	EE. UU.	Serie de referencia	Leucocoria	Pseudoretinoblastomas	2.775 casos	Multimodal	Diagnóstico final	22% simuladores; Coats y PFV predominan	Sesgo de centro terciario
Shields et al., 2001 [17]	EE. UU.	Serie retrospectiva	Población mixta; mediana 5 años	Coats	150 casos	Fondo/AF/US	Diagnóstico clínico	76% varones; 95% unilateral	Clasificación histórica
Chen et al., 2019 [18]	China	Revisión clínica	Niños con PFV	PFV	NA	Ecografía/OCT/RM	Diagnóstico clínico	Fenotipos anterior, posterior y combinado	Evidencia observacional
Pichi et al., 2016 [22]	Multipaís	Serie multimodal	Hamartoma retiniano	HAR	NR	OCT/FAF	Clínica genética	Cavidades ópticamente vacías y sombra	Serie pequeña
Singh et al., 2001 [24]	EE. UU.	Cohorte	VHL	Hemangioblastoma	NR	Fondo/AF	Clínica/genética	Arquitectura vascular orienta a VHL	Técnicas previas a OCTA
Shields et al., 2013 [26]	EE. UU.	Serie retrospectiva	Tumor vascular	TVR	334 casos	Multimodal	Diagnóstico clínico	Exudación y vasos; fenotipo periférico	Población adulta predominante
Shields et al., 2008 [27]	EE. UU.	Serie retrospectiva	Hamartoma combinado	HCR-EPR	77 pacientes	Fondo/OCT	Diagnóstico clínico	Tracción y distorsión retiniana	Sin estándar histológico universal
Kaliki et al., 2013 [29]	India/EE. UU.	Serie retrospectiva	Niños	Meduloeptelioma	41 casos	UBM/US/clínica	Histopatología	Quistes 61%; extensión extraocular 10%	Centro de referencia
Shields et al., 2013 [33]	EE. UU.	Cohorte retrospectiva	≤ 20 años	Melanoma uveal	122 casos	US/fondo	Histopatología/clínica	Metástasis 5/10/20 años: 9/9/20%	Extiende edad pediátrica
Yeşiltaş et al., 2024 [35]	EE. UU./Australia	Cohorte	Niños/adolescentes	Nevo coroideo	68 casos	Fondo/OCT/US	Seguimiento	75% estable; sin transformación infantil	Seguimiento variable
Johnson et al., 2024 [41]	EE. UU.	Serie retrospectiva	Leucemia pediátrica	Neuropatía leucémica	11 casos	RM/LCR	Clínica oncológica	Realce/engrosamiento en 8/11; LCR + 36%	Muestra pequeña
Lima et al., 2025 [68]	Multipaís	RS/metanálisis	Imágenes de fondo	RB	9.902 imágenes	IA/fondo	Etiquetas expertas	Sens 98,2%; esp 98,5%; AUC 0,986	Sin validación clínica externa suficiente

Abreviaturas de la tabla: RB, retinoblastoma; RM, resonancia magnética; TC, tomografía computarizada; RS, revisión sistemática; IPNO, invasión poslamina del nervio óptico; OCT, tomografía de coherencia óptica; OCTA, angiografía por OCT; EUA, examen bajo anestesia; AF, angiografía fluoresceínica; FAF, autofluorescencia del fondo; UBM, biomicroscopia ultrasónica; US, ecografía; NVI, neovascularización del iris; HAR, hamartoma astrocítico retiniano; TVR, tumor vasoproliferativo retiniano; HCR-EPR, hamartoma combinado de retina y epitelio pigmentario; VHL, enfermedad de von Hippel-Lindau; LCR, líquido cefalorraquídeo; IA, inteligencia artificial; AUC, área bajo la curva; T, tesla. ERIC/ERBG: colaboración europea de imagen y grupo europeo de retinoblastoma.

Clasificación anatómica

El compartimento de origen reduce el diagnóstico diferencial antes de comparar señales. La retina y el epitelio pigmentario de la retina (EPR) concentran retinoblastoma y

hamartomas; cuerpo ciliar, meduloepitelioma; úvea, lesiones melanocíticas y vasculares; papila/nervio, melanocitoma, infiltración o extensión (Figura 2; Tabla 2).

Figura 2. Compartimentos anatómicos y familias tumorales. A, corte sagital del globo ocular. B, ampliaciones de retina/EPR, segmento anterior y cuerpo ciliar, coroides/úvea, papila/nervio y extensión extraocular/sistema nervioso central (SNC). La localización anatómica orienta el diagnóstico diferencial y la modalidad de mayor rendimiento. Ilustración médica digital de aspecto realista elaborada para esta revisión; no corresponde a imágenes clínicas de pacientes.

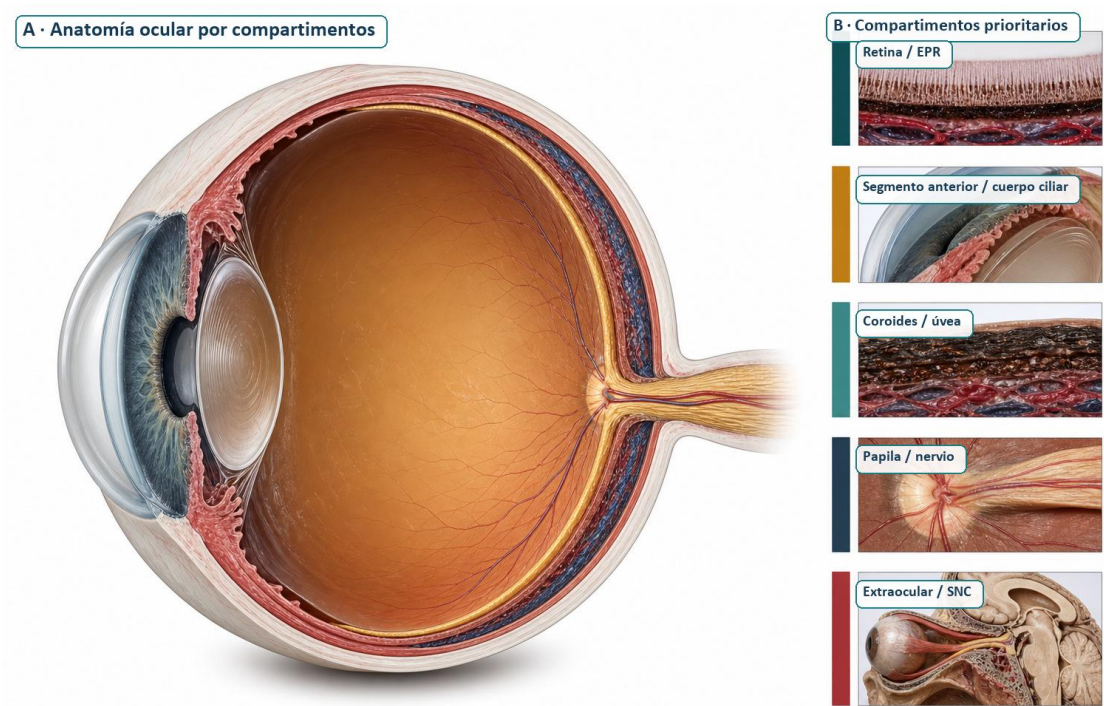


Tabla 2. Clasificación anatómica de tumores oculares pediátricos

Compartimento	Tumor	Edad	Naturaleza	Presentación	Hallazgo predominante	Diferenciales
Retina/EPR	Retinoblastoma	<5 a (pico <2)	Maligno	Leucocoria/estrabismo	Masa blanquecina calcificada	Coats, PFV, toxocariasis
Retina	Hamartoma astrocítico	Infancia	Benigno	Incidental/TSC	Nódulo RNFL ± calcio	RB pequeño, drusas
Retina	Hemangioblastoma capilar	Niñez-adolescencia	Benigno	Exudación/VHL	Vasos aferente-eferente	TVR, Coats
Retina/EPR	TVR; hamartoma combinado	Variable	Benigno	Distorsión/exudación	Masa vascular o tracción	Inflamación, membrana epirretiniana
Cuerpo ciliar	Meduloepitelioma	2–10 a	Maligno potencial	Catarata/glaucoma	Masa quística ciliar	PFV, RB anterior

Compartimento	Tumor	Edad	Naturaleza	Presentación	Hallazgo predominante	Diferenciales
Iris/coroides	Nevo; melanoma uveal	Adolescencia	Benigno/maligno	Masa pigmentada	Domo/champiñón ± DR	Melanocitoma, hemangioma
Coroides	Hemangioma/osteoma	Niñez-adolescencia	Benigno	Baja visión/DR	Vascular o placa ósea	Melanoma, metástasis
Disco óptico	Melanocitoma	Excepcional	Benigno	Lesión incidental	Pigmentación papilar	Melanoma, infiltración
Úvea/retina/nervio	Leucemia/linfoma	Según neoplasia	Maligno	Baja visión/dolor	Infiltración difusa	Uveítis, neuritis
Nervio/órbita/SNC	Extensión de RB; trilateral	Lactante/niño	Maligno	Proptosis/neurología	Extensión contigua; en el trilateral, tumor pineal/supraselar independiente	Glioma óptico, inflamación

EPR: epitelio pigmentario de la retina; PFV: persistencia de la vasculatura fetal; TSC: complejo de esclerosis tuberosa; VHL: enfermedad de von Hippel–Lindau; RNFL: capa de fibras nerviosas de la retina; TVR: tumor vasoproliferativo retiniano; SNC: sistema nervioso central.

Tumores retinianos

- **Retinoblastoma**

Definición, epidemiología y presentación

Neoplasia embrionaria de retina en desarrollo: ≈60% unilateral (edad media 24 meses) y ≈40% bilateral (15 meses); dos tercios se diagnostican antes de dos años y 95% antes de cinco [7–9]. Bilateralidad, multifocalidad, historia familiar, retinoma o tumor pineal/supraselar elevan la probabilidad de variante germinal RB1. Leucocoria y estrabismo dominan; glaucoma, hipema, pseudohipopión, dolor o proptosis sugieren estadio avanzado. El crecimiento endofítico favorece siembra vítrea; el exofítico, fluido y siembra subretiniana; la forma difusa

infiltrante puede carecer de calcio y simular uveítis.

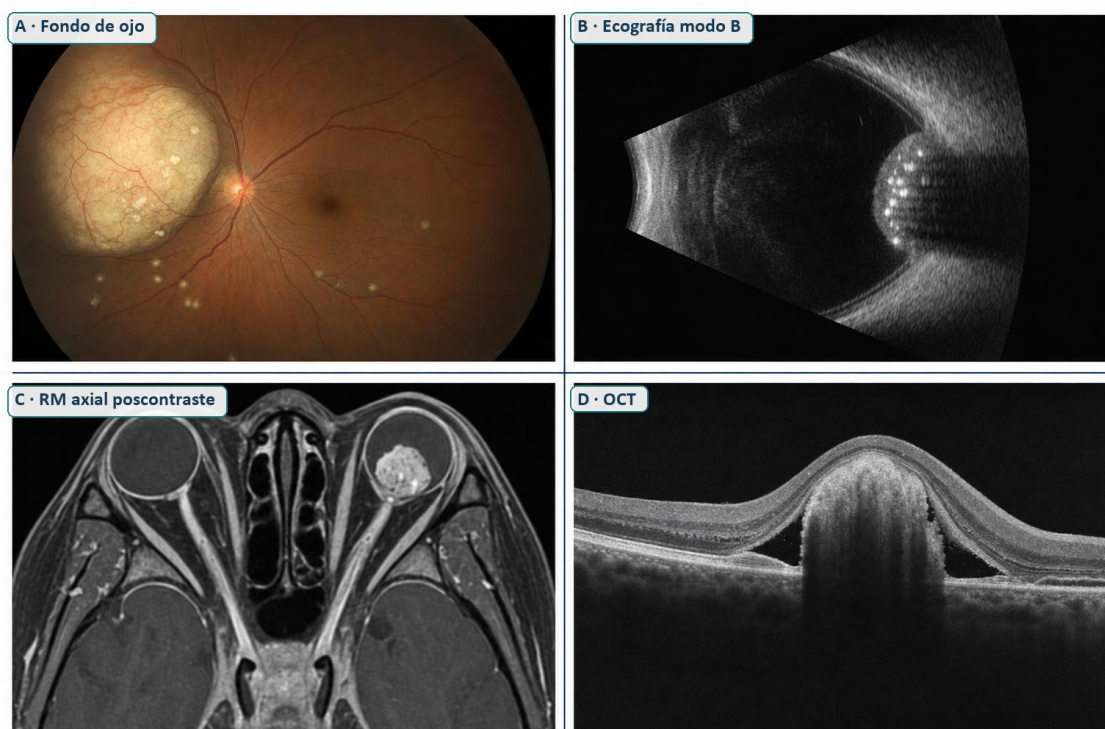
Evaluación ocular multimodal

Oftalmoscopia indirecta dilatada, fotografía de campo amplio y examen bajo anestesia (EUA, por sus siglas en inglés) documentan número, localización por meridianos horarios, relación con fóvea y papila, siembras y DR; la biopsia intraocular se evita salvo escenarios excepcionales en centros expertos. La ecografía B muestra masa hiperecogénica con focos calcificados y sombra, mide tumor y DR, pero no excluye microinvasión. La biomicroscopia ultrasónica (UBM) delimita pars plana, cuerpo ciliar y cámara anterior: en una correlación clinicopatológica, sensibilidad/especificidad para invasión de cámara posterior fueron 81%/100% [59,60]. La tomografía de

coherencia óptica (OCT) portátil, de dominio espectral (SD) o fuente de barrido (SS), localiza focos submilimétricos, fluido y cicatriz: 92% de 339 sesiones fueron informativas y 15% cambió el plan previo [13]. La angiografía por OCT

(OCTA), la angiografía fluoresceínica (AF) y la autofluorescencia del fondo de ojo (FAF) caracterizan vascularidad, fuga y calcio residual, con evidencia limitada [61–64] (Figura 3).

Figura 3. Retinoblastoma: integración multimodal. A, retinografía con masa retiniana blanquecina, calcificaciones y siembras. B, ecografía modo B con masa ecogénica, focos cálcicos y sombra acústica posterior. C, RM axial poscontraste para valorar tumor, nervio óptico y órbita. D, OCT con masa continua con la retina, sombra posterior y fluido subretiniano. Los patrones son probabilísticos y requieren correlación multimodal. Ilustración médica digital de aspecto realista elaborada para esta revisión; no corresponde a imágenes clínicas de pacientes.



Resonancia, estadio y extensión

La RM de órbitas y encéfalo con contraste, alta resolución y planos oblicuos al nervio es la modalidad de estadificación. El tumor suele ser T2 bajo, T1 intermedio-alto respecto al

vítreo, realzante y con difusión restringida. Deben examinarse lámina cribosa, nervio poslaminar, coroides, esclera, segmento anterior, órbita, quiasma, meninges, pineal y región supraselar [5,6,51]. En metanálisis, la RM mostró para

invasión poslaminar del nervio óptico (IPNO) 59%/94% y 61%/88% de sensibilidad/especificidad; para coroides 74%/72% y para esclera 88%/99% [11,52]. Por ello, una RM negativa no excluye invasión microscópica. Un diámetro axial del nervio $\geq 2,215$ mm alcanzó 84%/83% y un modelo combinado 88%/92%, aún por validar [53].

La Clasificación Internacional del Retinoblastoma Intraocular (ICRB), con grupos A–E, orienta el pronóstico de conservación ocular. La octava edición del American Joint Committee on Cancer (AJCC) describe tumor, ganglios, metástasis y predisposición hereditaria (cTNMH en la evaluación clínica; pTNM en la anatomopatológica). El Sistema Internacional de Estadificación del Retinoblastoma (IRSS) integra tratamiento ocular, enfermedad residual y extensión regional o metastásica. No son intercambiables. La histología tras enucleación define alto riesgo microscópico: IPNO, invasión coroidea masiva, escleral o extraescleral, y compromiso del segmento anterior, cuya interpretación pronóstica depende

del contexto histológico. La incidencia ajustada de retinoblastoma trilateral fue $\approx 3,5\%$ en enfermedad hereditaria y 3,8% en bilateral; la RM cerebral basal es esencial, mientras que la periodicidad posterior debe individualizarse [14,65] (Figura 4; Tabla 3).

Figura 4. Extensión del retinoblastoma y sistemas de clasificación. A, corte anatómico con siembra vítrea/subretiniana e invasión de coroides/esclera, nervio óptico poslaminar y tejidos extraoculares. B1, ICRB A-E para salvamento ocular; B2, AJCC cTNM/pTNM para extensión anatómica; B3, IRSS 0-IV según tratamiento ocular, enfermedad residual y diseminación; B4, factores histológicos de alto riesgo. La imagen evalúa enfermedad macroscópica y la histopatología conserva la referencia para microinvasión. Ilustración médica digital de aspecto realista elaborada para esta revisión; no corresponde a imágenes clínicas de pacientes.

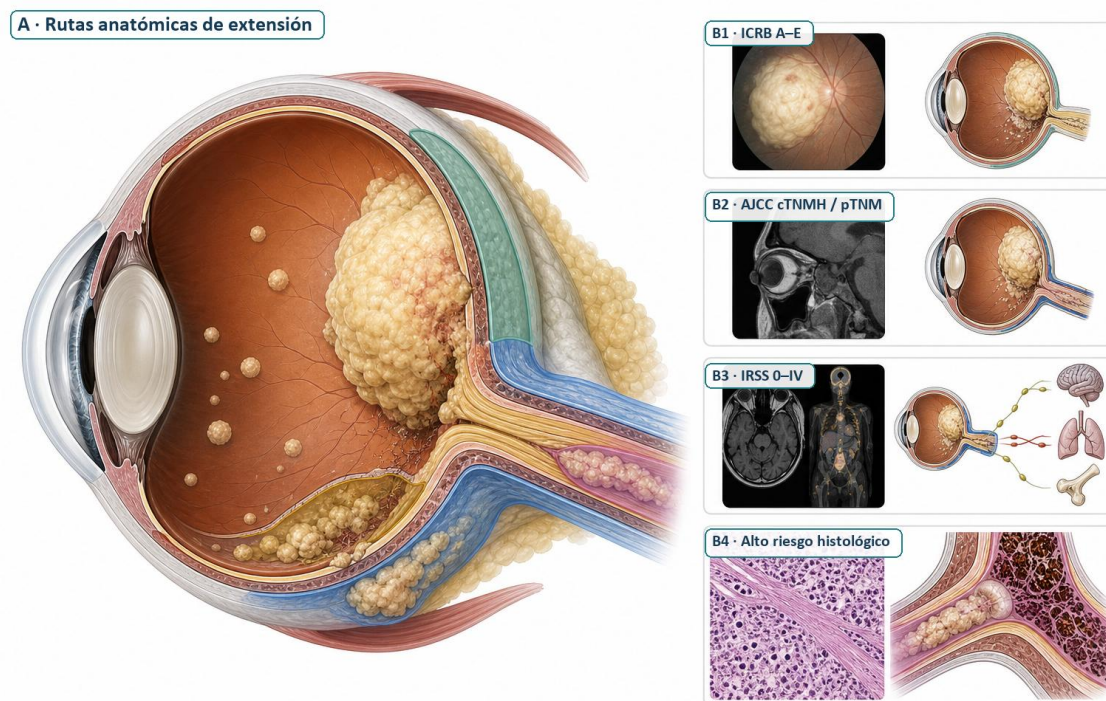


Tabla 3. Factores de alto riesgo y extensión tumoral

Estructura	Modalidad más útil	Hallazgo sugerente	Limitación/interpretación
Nervio óptico poslaminar	RM	Engrosamiento, T2 anómala y/o realce retrobulbar; continuidad tumoral	Sensibilidad 59–61%; especificidad 88–94%; histología define microinvasión
Coroides	RM + histopatología	Pérdida/defecto focal del realce coroideo en ≥2 planos	RM 74/72%; invasión masiva: >3 mm, focos que suman >3 mm o espesor completo; definición histológica
Esclera	RM	Interrupción del anillo escleral; tejido realzante transescleral	RM 88/99%; deformación sin discontinuidad no equivale a invasión
Cámara anterior/cuerpo ciliar	Biomicroscopia/UBM/RM	Tumor contiguo, realce focal, pseudohipopión o NVI	Inflamación e hiperemia causan falsos positivos
Órbita	RM	Tejido realzante más allá del globo hacia grasa/músculos	Macroscópico = cT4a; evaluar ganglios
Intracraneal/leptomeningea	RM encéfalo ± raquis	Continuidad por nervio/quiasma o realce leptomeningeo	Completar neuraxis antes de punción lumbar si sospecha
Retinoblastoma trilateral	RM cerebral	Masa pineal/supraselar; quiste con pared irregular >2 mm, crecimiento o DWI	Incidencia ajustada ≈3,5–3,8% en hereditario/bilateral; quistes atípicos requieren control

Cifras de rendimiento de [11,52,53]. IPNO: invasión poslaminar del nervio óptico. La ausencia del signo no equivale a exclusión histológica.

Otros tumores retinianos

El hamartoma astrocítico retiniano (HAR), asociado sobre todo con TSC, varía de placa translúcida a nódulo calcificado ‘en mora’. En OCT nace de capa de fibras nerviosas/retina interna, con cavidades ópticamente vacías y sombra; la FAF aumenta con calcificación [22,23,48]. Estabilidad, superficialidad, ausencia de semillas y contexto sindrómico favorecen HAR. El hemangioblastoma retiniano muestra nódulo rojo-anaranjado, arteria aferente y vena eferente dilatadas, llenado precoz y fuga tardía; multiplicidad/bilateralidad o edad temprana justifican evaluación VHL [24,25,50]. El tumor vasoproliferativo retiniano (TVR) suele ser gliosis reactiva amarillorosa inferotemporal con exudación y vasos menos prominentes; los datos pediátricos son escasos [26]. El hamartoma combinado retina–EPR es una placa pigmentada con vasos ‘en sacacorchos’, membrana epirretiniana y tracción; OCT define pliegues y desorganización interna [27,28].

Tumores intraoculares no retinianos

Meduloepitelioma del cuerpo ciliar

Se presenta en la primera década (mediana 5 años en 41 casos) como masa ciliar unilateral. Los quistes intratumorales (61%), membrana ciclítica (51%), neovascularización del iris (51%), catarata (46%), glaucoma (44%) y subluxación (27%) son señales de alarma; 10% tuvo extensión extraocular [29–31,69]. UBM demuestra origen ciliar, quistes, zónula/cristalino y ángulo; la RM muestra componente sólido realzante, señal baja en T2 respecto al vítreo, y extensión. La calcificación es variable: no confirma ni excluye. Frente a RB/PFV favorecen origen anterior, quistes, catarata y ectropión uveal. El ácido desoxirribonucleico (ADN) libre de humor acuoso se ha descrito en un caso y es experimental [32].

Melanoma uveal y lesiones pigmentadas

El melanoma uveal pediátrico es excepcional y se concentra en adolescentes. En 122 pacientes de hasta 20 años, la edad media fue 15 años; 67% fueron coroideos, 25%

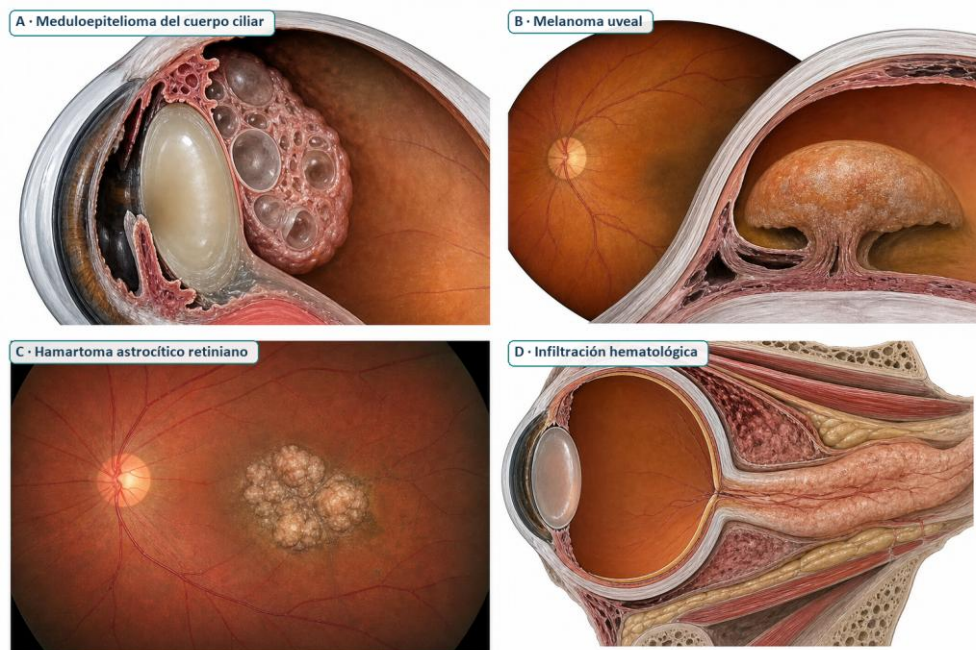
del iris, 84% pigmentados y 54% con fluido subretiniano; las estimaciones metastásicas a 5/10/20 años fueron 9/9/20% [33,34]. Ecografía A/B evalúa espesor y reflectividad baja-media; OCT/FAF identifica fluido y lipofusina. El patrón T1 alto/T2 bajo de la melanina depende de concentración, hemorragia, secuencia y campo: un melanoma amelanótico puede no mostrarlo. Los nevos coroideos infantiles suelen ser pequeños; en 68 niños, 75% permanecieron estables, 16% crecieron lentamente y ninguno se transformó durante la infancia [35]. Melanocitoma papilar, hemangioma y osteoma requieren correlación multimodal; la historia natural del melanocitoma procede sobre todo de adultos [36].

Tumores vasculares, infiltración y metástasis

Hemangioma coroideo difuso sugiere Sturge–Weber y produce engrosamiento y DR exudativo; la ecografía muestra alta reflectividad y RM realza intensamente [38]. El osteoma es una placa yuxtapapilar con foco ecogénico y sombra; la OCT con imagen de profundidad mejorada (EDI-OCT) muestra

arquitectura lamelar/esponjosa; TC puede demostrar hueso, sin justificar uso rutinario [39]. Leucemia puede infiltrar iris, coroides, retina o nervio y simular uveítis/pseudohipopión: en 11 neuropatías ópticas pediátricas, RM fue anormal en 8 y líquido cefalorraquídeo (LCR) positivo en 36%, de modo que resultados negativos no excluyen infiltración [40–42]. Linfoma y metástasis intraoculares infantiles se sostienen casi exclusivamente en reportes; deben interpretarse como enfermedad sistémica hasta demostrar lo contrario [43–45]; la referencia [43], de 1987, se utiliza como antecedente histórico fuera del periodo de búsqueda (Figura 5).

Figura 5. Firmas anatómicas de tumores no retinianos y hamartoma retiniano. A, medulloepitelioma quístico originado en el cuerpo ciliar. B, melanoma uveal en domo/champiñón dependiente de la coroides. C, hamartoma astrocítico retiniano superficial con aspecto en mora y calcificación. D, infiltración hematológica difusa de coroides, papila y nervio óptico. Los paneles representan patrones anatómicos orientativos. Ilustración médica digital de aspecto realista elaborada para esta revisión; no corresponde a imágenes clínicas de pacientes.



Pseudotumores y diagnóstico diferencial

En 2.775 remisiones por posible RB, 604 (22%) fueron simuladores: Coats 40%, PFV 28%, hemorragia vítrea 5%, toxocariasis 4%, FEVR 3%, DR regmatógeno 3%, coloboma 3%, HAR 2%, hamartoma combinado 2% y endoftalmitis 2% [15]; otra cohorte terciaria halló 28,4% [16]. En una serie de Coats de edades mixtas (mediana 5 años; rango de 1 mes a 63 años), el 76% eran varones, el 95% tenía enfermedad unilateral y el 47% presentaba DR total; AF muestra

telangiectasias y fuga, sin masa calcificada [17]. PFV combina microftalmia, tallo disco-cristalino y DR en Y [18]. Toxocariasis produce granuloma, vitritis y bandas; serología apoya, no confirma [19]. La retinopatía del prematuro (ROP), la vitreorretinopatía exudativa familiar (FEVR) y la enfermedad de Norrie se reconocen por bilateralidad, prematuridad o herencia y retina periférica avascular/pliegues [20,21]. En una comparación ciega de 33 RB y 33 simuladores, globo grande, siembra y DR en V aguda fueron 93–97% específicos para RB; globo pequeño, deformidad ciliar/lenticular,

atrofia óptica, tallo central, DR en Y y ausencia de calcio fueron 91–100% específicos para simuladores [12]. Ningún signo aislado es patognomónico (Figura 6; Tabla 4).

Figura 6. Pseudoretinoblastomas prioritarios. A, enfermedad de Coats con telangiectasias periféricas y exudación lipídica. B, persistencia de la vasculatura fetal con microftalmia y tallo fibrovascular retrolental. C, toxocariasis ocular con granuloma, vitritis y tracción. D, ROP/FEVR/enfermedad de Norrie con retina periférica avascular, cresta fibrovascular y pliegue o desprendimiento. Ilustración médica digital de aspecto realista elaborada para esta revisión; no corresponde a imágenes clínicas de pacientes.

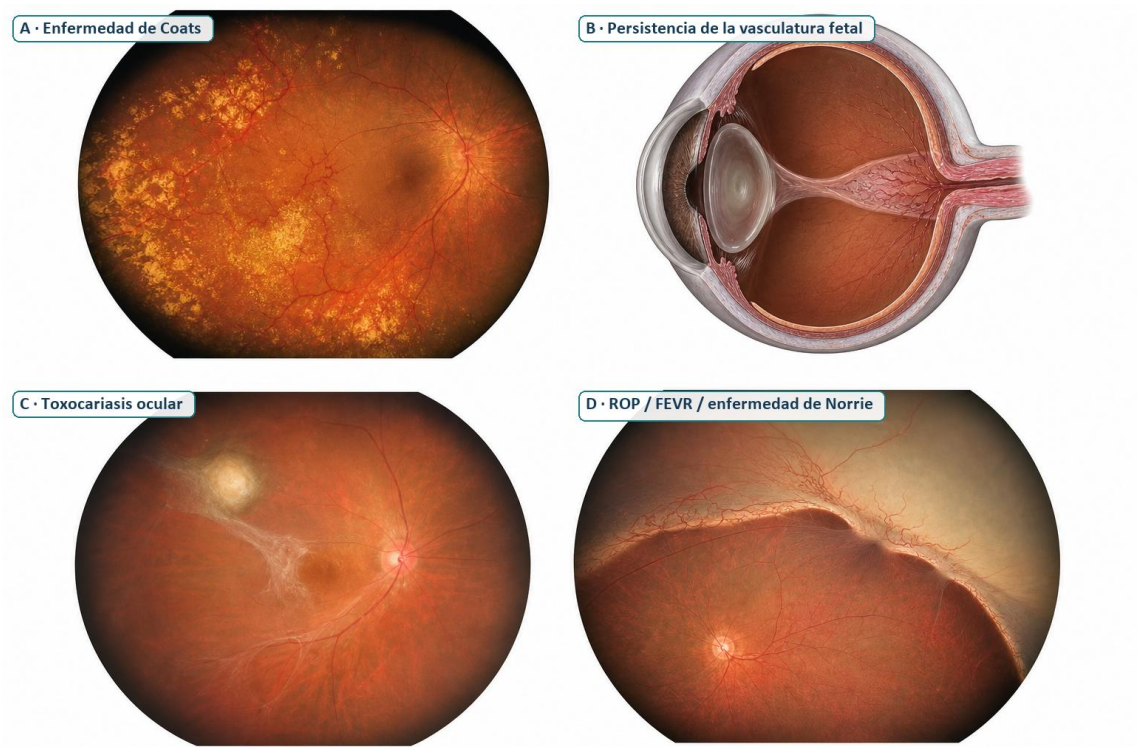


Tabla 4. Diferenciación del retinoblastoma y sus pseudotumores

Entidad	Edad	Lateralidad	Calcio	Masa sólida	DR	Ecografía	RM	Clave diferencial	Limitación
Retinoblastoma	<5 a	Uni o bilateral	Frecuente	Sí	Exudativo/siembrera	Masa con focos y sombra	Globo normal/grande; realce/siembrass	Masa + calcio; genética	Calcio puede faltar en tumor pequeño/difuso
Coats	2–10 a	Unilateral	No	No verdadera	Exudativo	Exudado/DR sin calcio	DR; sin masa sólida típica	Telangiectasias y fuga en AF	Exudado puede simular masa
PFV	Nacimiento	Usual unilateral	No	Tallo	Traccional en Y	Microftalmia/tallo	Globo pequeño, tallo central	Proceso ciliar al cristalino	Formas posteriores sutiles
Toxocariasis	Escolar	Unilateral	No	Granuloma	Traccional/exudativo	Membranas; sin calcio	Granuloma/tractos, inflamación	Vitritis + exposición; serología apoya	Serología no confirma sola
FEVR/Norrie	Infancia	A menudo bilateral	No	No	Traccional	Pliegue/DR	Desarrollo vitreoretiniano anómalo	Historia familiar; periferia avascular	Expresividad variable
ROP avanzada	Prematuro	Bilateral	No	No	Traccional	Embudo/tractos	Globo pequeño; DR	Historia neonatal	Historia puede ser incompleta

Entidad	Edad	Lateralidad	Calcio	Masa sólida	DR	Ecografía	RM	Clave diferencial	Limitación
Hemorragia vítrea	Variable	Variable	No	No	Puede coexistir	Ecos móviles	Señal hemática evolutiva	Sin tumor al seguimiento	Ocultar retina; repetir examen
Endoftalmitis	Variable	Usual unilateral	No	Pseudomasa	Exudativo	Detritos vítreos	Realce inflamatorio	Dolor/inflamación/infección	Puede enmascarar tumor
Coloboma/displasia	Congénito	Variable	No	No	Asociado	Defecto estructural	Morfología congénita	Hallazgo anatómico estable	Casos complejos
Catarata congénita	Nacimiento	Uni/bilateral	No	No	No	Cristalino opaco	Cristalino alterado; retina sin masa	Opacidad lenticular	Impide fondo de ojo
Hamartoma astrocítico	Infancia	Uni/bilateral	Sí posible	Sí	Raro	Nódulo superficial con sombra	Generalmente sin extensión	RNFL + TSC	Puede ser indistinguible de RB pequeño
Medulopitelioma	2–10 a	Unilateral	Variable	Sí, anterior	Posible	UBM quístico ciliar	Masa anterior realzante	Catarata/subluxación/glaucoma	Origen puede ocultarse

DR: desprendimiento de retina; FEVR: vitreorretinopatía exudativa familiar; PFV: persistencia de vasculatura fetal; ROP: retinopatía del prematuro. Los hallazgos expresan probabilidad, no certeza.

Modalidades de imagen

Tabla 5. Hallazgos por modalidad de imagen

Tumor	Fondo	Ecografía	OCT	Angiografía/FAF	RM	TC	Limitación principal
Retinoblastoma	Masa crema, vasos, siembras	Masa + calcio/sombra	Capas, focos, fluido	AF: vasos/fuga; FAF: calcio	T2 bajo, realce, DWI, extensión	Calcio, uso excepcional	Opacidad/periferia; RM no excluye microinvasión
Hamartoma astrocítico	Nódulo 'mora'	Eco + si calcificado	RNFL hiperreflectiva, cavidades	FAF alta si calcio	Señal variable; rara vez necesaria	Calcio	Series pequeñas
Hemangioblastoma/TVR	Vasos dilatados/exudados	Masa vascular	Edema/exudado	AF fuga; OCTA red	Extensión atípica	Escaso papel	OCTA sin fuga y artefactos
Medulopitelioma	Masa ciliar; catarata	UBM: quistes/origen	Polo posterior secundario	Vascularidad variable	T2 bajo, sólido realzante	Calcio variable	Difícil con cristalino opaco
Melanoma uveal	Pigmento/domo	Baja-media reflectividad	Subretina/EPR	FA/ICG vascularidad	T1 alto/T2 bajo si melanina	No rutinaria	Señal depende de melanina/hemorragia
Nevo/melanocitoma	Plano/pigmentado	Espesor	EPR/fluido/lipofuscin	FAF/ICG complementan	Solo si extensión incierta	No rutinaria	Crecimiento lento no implica malignidad
Leucemia/linfoma	Infiltrados/hemorragia	Engrosamiento difuso	Infiltración/fluido	Fuga inespecífica	Úvea, nervio, órbita, SNC	Excepcional	RM y LCR negativos no excluyen
Coats/PFV/toxocariasis	Exudado/tallo/granuloma	Sin masa calcificada típica	Fluido, tracción, granuloma	AF define telangiectasia/fuga	Morfología del globo y DR	Evitar si US/RM resuelven	Superposición; diagnóstico combinado

AF: angiografía fluoresceínica; DR: desprendimiento de retina; EPR: epitelio pigmentario; FAF: autofluorescencia; UBM: biomicroscopia ultrasónica; ICG: angiografía con verde de indocianina; FA: angiografía fluoresceínica; DWI: imagen ponderada en difusión; RNFL: capa de fibras nerviosas de la retina.

Tabla 6. Ventajas y limitaciones comparativas de cada modalidad

Modalidad	Resolución	Calcificación	Extraocular	Nervio	Coroides	Sedación	Radiación	Disponibilidad	Aplicación
Fondo/EUA	Muy alta superficial	Indirecta	No	No	No	Frecuente en pequeños	No	Alta en centros	Detección, siembras, respuesta
US B/A/Doppler	Media	Excelente	Limitada	No	Limitada	A veces	No	Amplia	Masa, calcio, DR, medidas
UBM	Muy alta anterior	Variable	No	No	Cuerpo ciliar	Frecuente	No	Moderada	Segmento anterior/quistes

Modalidad	Resolución	Calcificación	Extraocular	Nervio	Coroides	Sedación	Radiación	Disponibilidad	Aplicación
OCT SD/SS	Micrométrica	Sombra, no confirma	No	No	No	A menudo/EUA	No	Variable	Capas, focos, fluido, cicatriz
OCTA	Capilar	No	No	No	No	Movimiento limita	No	Baja	Vascularidad; experimental
AF/ICG	Alta 2D	No	No	No	No	IV/EUA frecuente	No	Moderada	Perfusión, fuga, Coats/vasculars
FAF	Alta 2D	Sugiere calcio/lipofuscin	No	No	No	Variable	No	Moderada	EPR, cicatriz, pigmento
RM	Alta tisular; sub-mm	Baja para microcalcio	Sí	Mejor técnica	Sugiere	Frecuente	No	Limitada	Estadio local, órbita y SNC
TC	Alta espacial	Excelente	Sí, pero inferior a RM	Limitada	Limitada	A veces	Sí	Variable	Excepcional si US/RM no disponibles

La tomografía computarizada (TC) no se recomienda de rutina para RB cuando ecografía y RM están disponibles. La anestesia depende de edad, cooperación, duración y protocolo local

Resonancia magnética: protocolo técnico sugerido

La guía de 2025 de la Colaboración Europea de Imagen del Retinoblastoma (ERIC) y del Grupo Europeo de Retinoblastoma (ERBG) recomienda RM de órbitas y encéfalo antes del tratamiento, idealmente dentro de dos semanas,

preferentemente en 3 T con bobina multicanal o 1,5 T con bobinas de superficie bilaterales. La anestesia general es apropiada cuando el movimiento impide resolución diagnóstica. Los planos oblicuos deben centrarse exactamente en el trayecto retrobulbar de cada nervio [5,52–56] (Figura 7; Tabla 7).

Figura 7. Adquisición y control técnico de RM pediátrica. Secuencias mínimas y controles derivados de ERIC/ERBG 2025. Los valores son objetivos técnicos de guía y deben adaptarse al equipo sin degradar la evaluación del nervio. Esquema multipanel original elaborado para esta revisión; no es una imagen clínica ni contiene datos de pacientes.

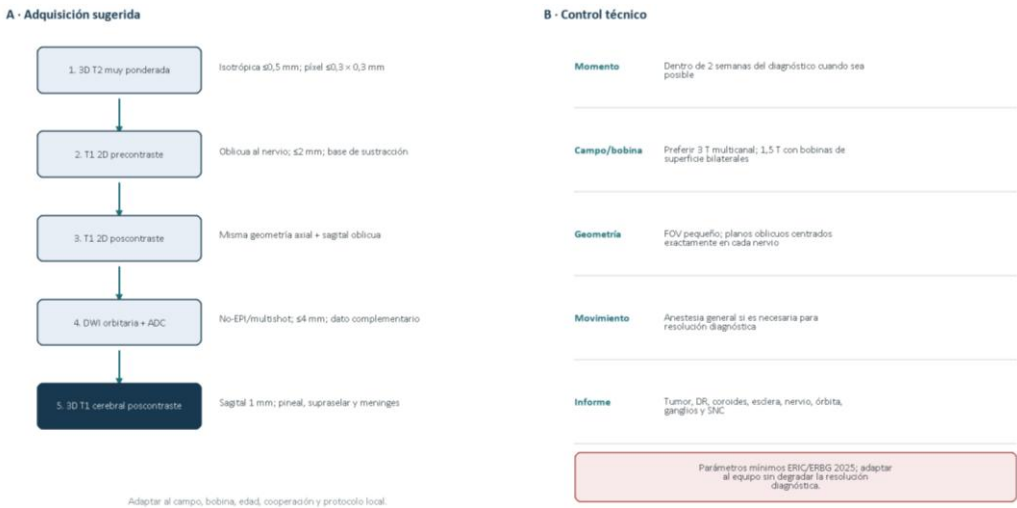


Tabla 7. Protocolo sugerido de RM pediátrica de órbitas y cerebro

Prioridad	Secuencia/plano	Resolución	Propósito
Obligatoria	3D muy ponderada en T2, axial	$\leq 0,5$ mm; píxel $\leq 0,3 \times 0,3$ mm	Tumor, DR, siembras visibles, nervio; reconstrucciones
Obligatoria	T1 2D/Dixon pre, axial oblicua	≤ 2 mm; $\leq 0,3 \times 0,3$ mm	Hemorragia/proteína; base para sustracción
Obligatoria	T1 2D/Dixon pos, axial oblicua	≤ 2 mm; geometría idéntica	Coroides, esclera, nervio y órbita; $\pm$ supresión grasa
Obligatoria	T1 pos, sagital oblicua	≤ 2 mm; $\leq 0,3 \times 0,3$ mm	Confirmación multiplanar y longitud de IPNO
Obligatoria	DWI orbitaria no-EPI/multishot + ADC	≤ 4 mm	Viabilidad/restricción; nunca criterio aislado
Obligatoria	3D T1 cerebral pos, sagital	1 mm	Pineal/supraselar, cerebro, meninges y ganglios
Condicional	T1 pos de todo el raquis	≤ 3 mm	IPNO extensa/vaina, tumor embrionario de la línea media o sospecha leptomenígea
Opcional	T2 orbitario; SWI/T2*; TOF	Según equipo	Microcalcio, parénquima/vasos; no sustituye US

Basado en la guía ERIC/ERBG de 2025 [5]. El campo de visión (FOV) debe ser pequeño y estar centrado. El uso de gadolinio se ajusta a la función renal y al balance entre riesgo y beneficio. DWI: imagen ponderada en difusión; ADC: coeficiente de difusión aparente; EPI: adquisición ecoplanar; SWI: imagen ponderada en susceptibilidad; TOF: tiempo de vuelo; 2D/3D: bidimensional/tridimensional; IPNO: invasión poslamina del nervio óptico.

La susceptibilidad/SWI puede sugerir microcalcificación, pero no sustituye ecografía. ADC bajo se asocia con tumor viable y factores adversos, aunque no existe umbral universal y los artefactos orbitarios son importantes [56,57]. La TC fue históricamente sensible para calcio, pero añade radiación y menor caracterización tisular; debe reservarse a situaciones excepcionales en las que ecografía/RM no estén disponibles o no resuelvan una decisión urgente [58,70].

Estadificación, respuesta y seguimiento

La imagen cambia conducta cuando define extensión macroscópica, no cuando intenta reemplazar la

histología. En seguimiento, examen/fotografía seriados registran regresión, semillas y recurrencia; OCT detecta fluido y focos pequeños. Crecimiento nodular, nueva vascularidad, nuevo fluido o nuevas semillas sugieren actividad; una masa calcificada estable no equivale por sí sola a tumor viable. Los criterios de evaluación de respuesta del retinoblastoma (RB-RECIST) proponen criterios estandarizados para respuesta intraocular, pero requieren correlación con EUA y tratamiento previo [66]. RM se reserva para extensión, SNC o sospecha clínica; no sustituye el examen ocular (Figura 8; Tabla 8).

Algoritmo diagnóstico e informe radiológico

Figura 8. Algoritmo multimodal ante leucocoria o masa intraocular. A, secuencia clínica desde reflejo rojo y fondo dilatado hasta ecografía, OCT cuando sea posible y RM de extensión. B, lectura por funciones: detectar, localizar, caracterizar, estadificar y seguir. TC solo en circunstancias excepcionales. El algoritmo no sustituye valoración especializada. Esquema multipanel original elaborado para esta revisión; no es una imagen clínica ni contiene datos de pacientes.

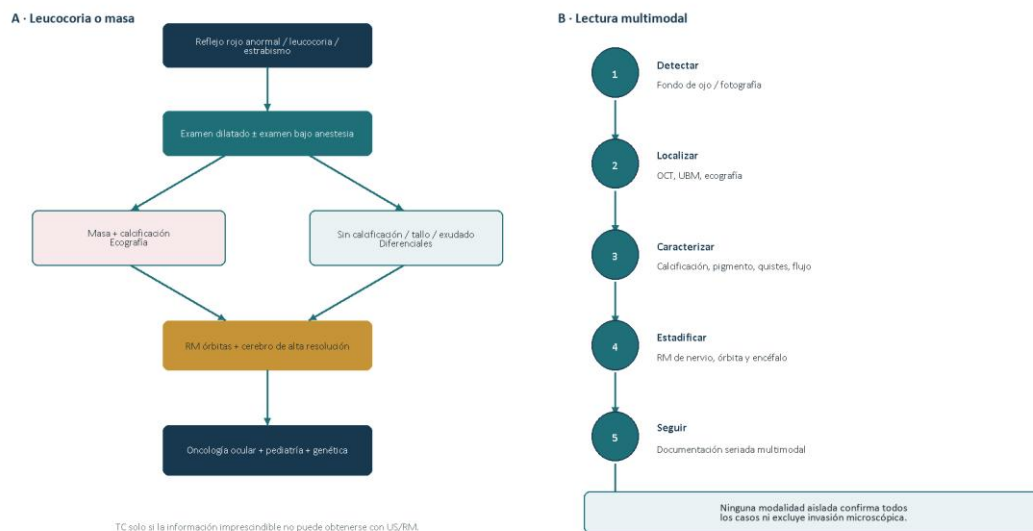


Tabla 8. Recomendaciones prácticas para el informe radiológico

Dominio	Contenido mínimo	Cómo expresarlo
Identificación	Lateralidad; número y localización por reloj/cuadrante	Separar cada globo y cada lesión
Medidas	Tres ejes; distancia a papila/fóvea; DR	Indicar plano y secuencia
Señal	T1/T2, hemorragia/proteína, susceptibilidad	Comparar con vítreo y músculo
Difusión	Restricción y ADC con calidad técnica	No usar umbral universal
Realce	Patrón y sustracción si disponible	Distinguir tumor, inflamación y vasos
Retina/vítreo	Siembra visible y DR	Oftalmoscopia es superior para microsiembras
Nervio óptico	Diámetro, señal, realce y longitud poslamina	Sin signos: «Sin invasión macroscópica; no excluye microinvación»
Coroides	Defecto/engrosamiento en ≥2 planos	La invasión masiva es histológica
Esclera/órbita	Continuidad del anillo y extensión extraescleral	Diferenciar deformación de invasión
Segmento anterior	Cuerpo ciliar, iris, ángulo y cámara	Correlacionar con UBM/biomecánica
SNC	Pineal, supraselar, quiasma y leptomeninges	Comparar con estudios previos
Ganglios/metástasis	Preauriculares, submandibulares, cervicales; raquis si indicado	Recomendar extensión solo si cambia manejo
Calidad	Movimiento, bobina, FOV, espesor, contraste	Declarar qué estructura no fue evaluable
Impresión	Probabilidad diagnóstica + extensión + diferenciales	Evitar 'descarta' ante sensibilidad limitada
Comunicación	Hallazgo urgente y limitación crítica	Contacto directo con equipo tratante

El informe debe separar evidencia observada, probabilidad e incertidumbre técnica; evitar 'descarta invasión' cuando la sensibilidad es limitada.

Técnicas emergentes

OCTA visualiza flujo intratumoral y cambios postratamiento sin contraste, pero el movimiento, la segmentación, la ausencia de información de fuga y el campo periférico limitan su uso [62]. IA aplicada a fondo alcanzó sensibilidad 98,2%, especificidad 98,5% y área bajo la curva (AUC) de 0,986 en seis estudios/9.902 imágenes; son resultados por imagen, con escasa validación externa prospectiva, calibración o evaluación por paciente [68]. Una radiómica de RM para IPNO obtuvo AUC 0,841, sensibilidad 82,4% y especificidad 76,5% en validación temporal n=34 [67]. Ninguna debe incorporarse como estándar sin cohortes externas, representatividad geográfica, auditoría de sesgo, explicabilidad, privacidad, regulación y análisis de deriva. Segmentación 3D, imagen cuantitativa y biopsia líquida del humor acuoso son complementos de investigación, no sustitutos de la evaluación clínica [32,46].

Genética y diagnóstico molecular

RB bilateral, multifocal, temprano, familiar o con retinoma/trilateral

requiere prueba germinal RB1, asesoramiento y vigilancia familiar; unilateralidad no excluye mosaicismo [8,46,47]. HAR múltiple/bilateral orienta a TSC1/TSC2; hemangioblastomas múltiples o tempranos a VHL; anomalías compatibles con neurofibromatosis tipo 1 (NF1) se evalúan con criterios revisados, sin atribuir melanoma uveal a NF1 [48–50]. DICER1 puede asociarse a meduloepitelioma, especialmente con blastoma pleuropulmonar u otros tumores del síndrome, pero no es universal [31]. Minimizar radiación es prudente en susceptibilidad germinal.

Discusión

Hallazgo principal

La seguridad proviene de asignar a cada modalidad una pregunta: fondo/EUA para detectar y mapear; ecografía para masa, calcio y DR; UBM para segmento anterior; OCT para capas, focos y respuesta; angiografía/FAF para flujo, fuga y EPR; RM para extensión, nervio, órbita y SNC. La TC conserva un nicho excepcional. Esta arquitectura evita dos errores: retrasar un RB por confiar en la ausencia de calcio y

sobreestadiar inflamación o deformación como invasión (Tablas 5–6).

Certeza de la evidencia

La evidencia es más sólida para examen, US y RM de RB; moderada para OCT portátil; limitada para tumores raros y OCTA; experimental para IA, radiómica y ADN libre. Los estudios de RM se concentran en ojos avanzados enucleados, con sesgo de espectro y heterogeneidad de campo, bobina, espesor, contraste y definición histológica. Para tumores no retinianos predominan series pequeñas y casos; no procede agrupar exactitud. La correlación radiológico-histológica sigue siendo crítica.

Pediatría y equidad

Movimiento, globo pequeño, sedación/anestesia, acceso venoso y disponibilidad de equipos dedicados modifican la calidad del test. La anestesia debe balancearse con urgencia, duración y recursos; una exploración insuficiente puede ser más perjudicial que una anestesia bien indicada. En entornos de recursos limitados, la

combinación de reflejo rojo, examen experto y ecografía constituye una ruta de alto valor, con derivación rápida para RM y oncología ocular; la desigualdad observada en estadio y supervivencia exige redes, teleconsulta y protocolos de referencia [10].

Implicaciones clínicas

Oftalmología: reconocer leucocoria/estrabismo, documentar cada lesión bajo dilatación/EUA, usar OCT cuando sea técnicamente posible y reevaluar simuladores ante discordancia.

Radiología: aplicar FOV pequeño, alta resolución y planos del nervio; informar extensión con probabilidades y limitaciones; evitar TC rutinaria.

Oncología pediátrica: integrar AJCC/IRSS, histología y enfermedad sistémica; no equiparar regresión morfológica con esterilización tumoral.

Genética: priorizar RB1 en fenotipo heredable y evaluar TSC/VHL/NF1/DICER1 según lesión y antecedentes; coordinar familiares.

Vacíos de conocimiento

Se requieren cohortes prospectivas multicéntricas con protocolos de RM/OCT armonizados; criterios por paciente y no por imagen; validación externa de IA/radiómica; resultados sobre sedación, contraste, costo y conducta; datos pediátricos específicos para melanoma, nevus, hemangioma, osteoma, leucemia/linfoma y metástasis; y representación de países de ingresos medios/bajos. Deben publicarse conjuntos anonimizados, estándares de referencia y curvas de calibración.

4. Conclusiones

Los tumores oculares pediátricos requieren integración clínica, anatómica y multimodal. El examen del fondo de ojo, con anestesia cuando es necesaria, permite detectar y documentar lesiones; la ecografía caracteriza masas y calcificaciones; la OCT evalúa lesiones pequeñas y respuesta; y la RM es esencial para valorar el nervio óptico y la extensión extraocular e intracraneal. La TC debe reservarse para situaciones excepcionales. Ningún hallazgo aislado excluye

invasión microscópica. Diferenciar el retinoblastoma de la enfermedad de Coats, la persistencia de la vasculatura fetal, la toxocariasis y las vitreorretinopatías es decisivo para orientar la conducta. La inteligencia artificial y la radiómica son prometedoras, pero todavía requieren validación clínica externa. El informe debe comunicar extensión, probabilidad diagnóstica y limitaciones técnicas.

Bibliografía

1. Tricco AC, Lillie E, Zarin W, O'Brien KK, Colquhoun H, Levac D, et al. PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): checklist and explanation. *Ann Intern Med.* 2018;169(7):467-473. doi:10.7326/M18-0850. PMID:30178033.
2. Peters MDJ, Marnie C, Tricco AC, Pollock D, Munn Z, Alexander L, et al. Updated methodological guidance for the conduct of scoping reviews. *JBIM Evid Synth.* 2020;18(10):2119-2126. doi:10.11124/JBIES-20-00167. PMID:33038124.
3. Rethlefsen ML, Kirtley S, Waffenschmidt S, Ayala AP, Moher D, Page MJ, et al. PRISMA-S: an extension to the PRISMA statement for

- reporting literature searches in systematic reviews. *Syst Rev.* 2021;10(1):39. doi:10.1186/s13643-020-01542-z. PMID:33499930.
4. Whiting PF, Rutjes AWS, Westwood ME, Mallett S, Deeks JJ, Reitsma JB, et al. QUADAS-2: a revised tool for the quality assessment of diagnostic accuracy studies. *Ann Intern Med.* 2011;155(8):529-536. doi:10.7326/0003-4819-155-8-201110180-00009. PMID:22007046.
5. Cardoen L, Sirin S, Galluzzi P, de Jong MC, Koob M, Göricke S, et al. Practical guidelines on imaging of retinoblastoma: a 2025 update on behalf of the European Retinoblastoma Imaging Collaboration and the European Retinoblastoma Group. *Eur Radiol.* 2026;36(2):1215-1228. doi:10.1007/s00330-025-11853-1. PMID:40770140. Correction: doi:10.1007/s00330-025-12005-1. PMID:40932489.
6. de Graaf P, Göricke S, Rodjan F, Galluzzi P, Maeder P, Castelijns JA, et al. Guidelines for imaging retinoblastoma: imaging principles and MRI standardization. *Pediatr Radiol.* 2012;42(1):2-14. doi:10.1007/s00247-011-2201-5. PMID:21850471.
7. Dimaras H, Kimani K, Dimba EA, Gronsdahl P, White A, Chan HS, et al. Retinoblastoma. *Lancet.* 2012;379(9824):1436-1446. doi:10.1016/S0140-6736(11)61137-9. PMID:22414599.
8. Lohmann DR, Gallie BL. Retinoblastoma. 2000 Jul 18 [updated 2023 Sep 21]. In: Adam MP, Bick S, Mirzaa GM, et al., editors. *GeneReviews®* [Internet]. Seattle (WA): University of Washington, Seattle; 1993-2026. PMID:20301625.
9. Rodriguez-Galindo C, Orbach DB, VanderVeen D. Retinoblastoma. *Pediatr Clin North Am.* 2015;62(1):201-223. doi:10.1016/j.pcl.2014.09.014 . PMID:25435120.
10. Global Retinoblastoma Study Group. The Global Retinoblastoma Outcome Study: a prospective, cluster-based analysis of 4064 patients from 149 countries. *Lancet Glob Health.* 2022;10(8):e1128-e1140. doi:10.1016/S2214-109X(22)00250-9. PMID:35839812.
11. de Jong MC, de Graaf P, Noij DP, Göricke S, Maeder P, Galluzzi P, et al. Diagnostic performance of magnetic resonance imaging and

- computed tomography for advanced retinoblastoma: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology*. 2014;121(5):1109-1118. doi:10.1016/j.ophtha.2013.11.021. PMID:24589388.
12. Jansen RW, de Bloeme CM, Brisse HJ, Galluzzi P, Cardoen L, Göricke S, et al. MR imaging features to differentiate retinoblastoma from Coats' disease and persistent fetal vasculature. *Cancers (Basel)*. 2020;12(12):3592. doi:10.3390/cancers12123592. PMID:33266342.
 13. Soliman SE, VandenHoven C, MacKeen LD, Héon E, Gallie BL. Optical coherence tomography-guided decisions in retinoblastoma management. *Ophthalmology*. 2017;124(6):859-872. doi:10.1016/j.ophtha.2017.01.052. PMID:28318638.
 14. de Jong MC, Kors WA, de Graaf P, Castelijns JA, Moll AC, Kivelä T. The incidence of trilateral retinoblastoma: a systematic review and meta-analysis. *Am J Ophthalmol*. 2015;160(6):1116-1126.e5. doi:10.1016/j.ajo.2015.09.009. PMID:26374932.
 15. Shields CL, Schoenberg E, Kocher K, Shukla SY, Kaliki S, Shields JA. Lesions simulating retinoblastoma (pseudoretinoblastoma) in 604 cases: results based on age at presentation. *Ophthalmology*. 2013;120(2):311-316. doi:10.1016/j.ophtha.2012.07.067. PMID:23107579.
 16. Mirzayev I, Gündüz AK, Biçer Ö, Tarlan B. The final diagnosis: retinoblastoma or pseudoretinoblastoma. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2021;58(3):161-167. doi:10.3928/01913913-20210108-01. PMID:34039153.
 17. Shields JA, Shields CL, Honavar SG, Demirci H. Clinical variations and complications of Coats disease in 150 cases: the 2000 Sanford Gifford Memorial Lecture. *Am J Ophthalmol*. 2001;131(5):561-571. doi:10.1016/S0002-9394(00)00883-7. PMID:11336930.
 18. Chen C, Xiao H, Ding X. Persistent fetal vasculature. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*. 2019;8(1):86-95. doi:10.22608/APO.201854. PMID:30375202.
 19. Arevalo JF, Espinoza JV, Arevalo FA. Ocular toxocariasis. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2013;50(2):76-86. doi:10.3928/01913913-20120821-01. PMID:22938514.

20. Sızmaz S, Yonekawa Y, Trese MT. Familial exudative vitreoretinopathy. *Turk J Ophthalmol.* 2015;45(4):164-168. doi:10.4274/tjo.67699. PMID:27800225.
21. Scruggs BA, Reding MQ, Schimmenti LA. NDP-related retinopathies. 1999 Jul 30 [updated 2023 Mar 23]. In: Adam MP, Bick S, Mirzaa GM, et al., editors. *GeneReviews®* [Internet]. Seattle (WA): University of Washington, Seattle; 1993-2026. PMID:20301506.
22. Pichi F, Massaro D, Serafino M, Carrai P, Giuliani GP, Shields CL, et al. Retinal astrocytic hamartoma: optical coherence tomography classification and correlation with tuberous sclerosis complex. *Retina.* 2016;36(6):1199-1208. doi:10.1097/IAE.0000000000000829. PMID:26618803.
23. Stacey AW, Pefkianaki M, Ilginis T, Michaelides M, Hykin P, Webster A, et al. Clinical features and multi-modality imaging of isolated retinal astrocytic hamartoma. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina.* 2019;50(2):e1-e9. doi:10.3928/23258160-20190129-12. PMID:30768223.
24. Singh AD, Nouri M, Shields CL, Shields JA, Smith AF. Retinal capillary hemangioma: a comparison of sporadic cases and cases associated with von Hippel-Lindau disease. *Ophthalmology.* 2001;108(10):1907-1911. doi:10.1016/S0161-6420(01)00758-8. PMID:11581072.
25. Karimi S, Arabi A, Shahraki T, Safi S. Von Hippel-Lindau disease and the eye. *J Ophthalmic Vis Res.* 2020;15(1):78-94. doi:10.18502/jovr.v15i1.5950. PMID:32095212.
26. Shields CL, Kaliki S, Al-Dahmash S, Rojanaporn D, Shukla SY, Reilly B, et al. Retinal vasoproliferative tumors: comparative clinical features of primary vs secondary tumors in 334 cases. *JAMA Ophthalmol.* 2013;131(3):328-334. doi:10.1001/2013.jamaophthamol.524. PMID:23494037.
27. Shields CL, Thangappan A, Hartzell K, Valente P, Pirondini C, Shields JA. Combined hamartoma of the retina and retinal pigment epithelium in 77 consecutive patients: visual outcome based on macular versus extramacular tumor location. *Ophthalmology.* 2008;115(12):2246-2252.e3.

- doi:10.1016/j.optha.2008.08.008. PMID:18995912.
28. Chawla R, Kumar V, Tripathy K, Kumar A, Venkatesh P, Shaikh F, et al. Combined hamartoma of the retina and retinal pigment epithelium: an optical coherence tomography-based reappraisal. *Am J Ophthalmol.* 2017;181:88-96. doi:10.1016/j.ajo.2017.06.020 . PMID:28669779.
 29. Kaliki S, Shields CL, Eagle RC Jr, Vemuganti GK, Almeida A, Manjandavida FP, et al. Ciliary body medulloepithelioma: analysis of 41 cases. *Ophthalmology.* 2013;120(12):2552-2559. doi:10.1016/j.optha.2013.05.015. PMID:23796765.
 30. Vajaranant TS, Mafee MF, Kapur R, Rapoport M, Edward DP. Medulloepithelioma of the ciliary body and optic nerve: clinicopathologic, CT, and MR imaging features. *Neuroimaging Clin N Am.* 2005;15(1):69-83. doi:10.1016/j.nic.2005.02.008 . PMID:15927861.
 31. Tadepalli SH, Shields CL, Shields JA, Honavar SG. Intraocular medulloepithelioma—A review of clinical features, DICER1 mutation, and management. *Indian J Ophthalmol.* 2019;67(6):755-762.
 32. Pike S, Iyengar R, Peng CC, Chevez-Barrios P, Brown B, Shah R, et al. Malignant teratoid intraocular ciliary body medulloepithelioma in a 5-year-old male with corresponding somatic copy number alteration profile of aqueous humor cell-free DNA. *Ophthalmic Genet.* 2022;43(6):855-861. doi:10.1080/13816810.2022.2138457. PMID:36314385.
 33. Shields CL, Kaliki S, Arepalli S, Atalay HT, Manjandavida FP, Pieretti G, et al. Uveal melanoma in children and teenagers. *Saudi J Ophthalmol.* 2013;27(3):197-201. doi:10.1016/j.sjopt.2013.06.013. PMID:24227986.
 34. Masoomian B, Dalvin LA, Riazi-Esfahani H, Ghassemi F, Azizkhani M, Mirghorbani M, et al. Pediatric ocular melanoma: a collaborative multicenter study and meta-analysis. *J AAPOS.* 2023;27(6):316-324. doi:10.1016/j.jaapos.2023.08.021. PMID:37949393.
 35. Yeşiltaş YS, Singh N, Oakey Z, Wrenn J, Singh AD. Choroidal nevi in children: size, growth, and topographic distribution. *Am J Ophthalmol.* 2024;266:102-109.

- doi:10.1016/j.ajo.2024.05.021 . PMID:38762092.
36. Shields JA, Demirci H, Mashayekhi A, Shields CL. Melanocytoma of optic disc in 115 cases: the 2004 Samuel Johnson Memorial Lecture, part 1. *Ophthalmology*. 2004;111(9):1739-1746. doi:10.1016/j.ophtha.2004.02.016. PMID:15350331.
37. Wang KY, Xu TT, White LJ, Hodge DO, Dalvin LA. Incidence and clinical characteristics of pediatric ocular tumors in a Midwestern US population. *J AAPOS*. 2023;27(4):189.e1-189.e5. doi:10.1016/j.jaapos.2023.05.007. PMID:37453664.
38. Franco JJ, Liu KX, Ioakeim-Ioannidou M, Davila JR, Chen YL, Kim IK, et al. Low-dose proton radiotherapy for pediatric choroidal hemangioma: a case series. *Pediatr Blood Cancer*. 2022;69(12):e29925. doi:10.1002/pbc.29925. PMID:35989464.
39. Efendic A, Postolache L, Postelmans L. Peculiar presentation of bilateral choroidal osteoma in a child. *J Fr Ophtalmol*. 2021;44(9):1358-1361. doi:10.1016/j.jfo.2021.02.024. PMID:34454772.
40. de Queiroz Mendonca C, Freire MV, Viana SS, Silva Tavares MKG, Almeida Silva WM, Cipolotti R. Ocular manifestations in acute lymphoblastic leukemia: a five-year cohort study of pediatric patients. *Leuk Res*. 2019;76:24-28. doi:10.1016/j.leukres.2018.11.017. PMID:30513404.
41. Johnson GM, Rossen JL, Simon SS, Weinstein JL, Ralay Ranaivo H, Yoon HH. Leukemic optic neuropathy in pediatric patients: a case series. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2024;61(1):67-72. doi:10.3928/01913913-20230331-03. PMID:37227013.
42. Yu AM, Chan SC, Iordanous Y, Padmore RF, O'Connor MD. Anterior segment infiltration of acute lymphoblastic leukemia: case report and systematic review. *Can J Ophthalmol*. 2019;54(1):20-26. doi:10.1016/j.jcjo.2018.02.016. PMID:30851770.
43. Wysenbeek YS, Nissenkorn I, Cohen S, Ben-Sira I, Stark B, Zaizov R. Intraocular involvement of Burkitt's lymphoma in a Bedouin child. *Pediatr Hematol Oncol*. 1987;4(4):309-314. doi:10.3109/08880018709141283. PMID:3152936.

44. Crespo MA, Villegas VM, Echevarria ME, Gurrea CM, Murray TG, Chevere CM. Adolescent plaque brachytherapy for large choroidal metastasis from lung carcinoid tumor. *Case Rep Oncol*. 2021;14(3):1483-1489. doi:10.1159/000519045. PMID:34899240.
45. Sun N, Shao Y, Zheng Y, Zhang X. Uveal infiltration in an acute myeloid leukemia case. *Ocul Immunol Inflamm*. 2022;30(2):338-341. doi:10.1080/09273948.2020.1802487. PMID:32965139.
46. Soliman SE, Racher H, Zhang C, MacDonald H, Gallie BL. Genetics and molecular diagnostics in retinoblastoma—An update. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*. 2017;6(2):197-207. doi:10.22608/APO.201711. PMID:28399338.
47. Kamihara J, Bourdeaut F, Foulkes WD, Molenaar JJ, Mossé YP, Nakagawara A, et al. Retinoblastoma and neuroblastoma predisposition and surveillance. *Clin Cancer Res*. 2017;23(13):e98-e106. doi:10.1158/1078-0432.CCR-17-0652. PMID:28674118.
48. Northrup H, Aronow ME, Bebin EM, Bissler J, Darling TN, de Vries PJ, et al. Updated International Tuberous Sclerosis Complex diagnostic criteria and surveillance and management recommendations. *Pediatr Neurol*. 2021;123:50-66. doi:10.1016/j.pediatrneurol.2021.07.011. PMID:34399110.
49. Legius E, Messiaen L, Wolkenstein P, Pancza P, Avery RA, Berman Y, et al. Revised diagnostic criteria for neurofibromatosis type 1 and Legius syndrome: an international consensus recommendation. *Genet Med*. 2021;23(8):1506-1513. doi:10.1038/s41436-021-01170-5. PMID:34012067.
50. Daniels AB, Chang EY, Chew EY, Gombos DS, Gorin MB, Shields CL, et al. Consensus guidelines for ocular surveillance of von Hippel-Lindau disease. *Ophthalmology*. 2024;131(5):622-633. doi:10.1016/j.ophttha.2023.12.014. PMID:38092079.
51. Pai V, Muthusami P, Ertl-Wagner B, Shroff MM, Parra-Fariñas C, Sainani K, et al. Diagnostic imaging for retinoblastoma cancer staging: guide for providing essential insights for ophthalmologists and oncologists. *Radiographics*. 2024;44(4):e230125. doi:10.1148/rg.230125. PMID:38451848. Erratum: doi:10.1148/rg.249003. PMID:38547035.

52. Cho SJ, Kim JH, Baik SH, Sunwoo L, Bae YJ, Choi BS. Diagnostic performance of MRI of post-laminar optic nerve invasion detection in retinoblastoma: a systematic review and meta-analysis. *Neuroradiology*. 2021;63(4):499-509. doi:10.1007/s00234-020-02538-1. PMID:32865636.
53. de Bloeme CM, Jansen RW, Göricke S, Grauwels STL, van Elst S, Ketteler P, et al. Optic nerve thickening on high-spatial-resolution MRI predicts early-stage postlaminar optic nerve invasion in retinoblastoma. *Eur Radiol*. 2024;34(7):4638-4648. doi:10.1007/s00330-023-10471-z. PMID:38087063.
54. Sirin S, Schlamann M, Metz KA, Bornfeld N, Schweiger B, Holdt M, et al. High-resolution MRI using orbit surface coils for the evaluation of metastatic risk factors in 143 children with retinoblastoma: Part 2: new vs. old imaging concept. *Neuroradiology*. 2015;57(8):815-824. doi:10.1007/s00234-015-1538-0. PMID:25964026.
55. Chawla B, Sharma S, Sen S, Azad R, Bajaj MS, Kashyap S, et al. Correlation between clinical features, magnetic resonance imaging, and histopathologic findings in retinoblastoma: a prospective study. *Ophthalmology*. 2012;119(4):850-856. doi:10.1016/j.ophtha.2011.09.037. PMID:22218144.
56. Cui Y, Luo R, Wang R, Liu H, Zhang C, Zhang Z, et al. Correlation between conventional MR imaging combined with diffusion-weighted imaging and histopathologic findings in eyes primarily enucleated for advanced retinoblastoma: a retrospective study. *Eur Radiol*. 2018;28(2):620-629. doi:10.1007/s00330-017-4993-7. PMID:28786011.
57. Rodjan F, de Graaf P, van der Valk P, Hadjistilianou T, Cerase A, Toti P, et al. Detection of calcifications in retinoblastoma using gradient-echo MR imaging sequences: comparative study between in vivo MR imaging and ex vivo high-resolution CT. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2015;36(2):355-360. doi:10.3174/ajnr.A4163. PMID:25523593.
58. Galluzzi P, Hadjistilianou T, Cerase A, De Francesco S, Toti P, Venturi C. Is CT still useful in the study protocol of retinoblastoma? *AJNR Am J Neuroradiol*. 2009;30(9):1760-1765.

- doi:10.3174/ajnr.A1716.
PMID:19617447.
59. Roth DB, Scott IU, Murray TG, Kaiser PK, Feuer WJ, Hughes JR, et al. Echography of retinoblastoma: histopathologic correlation and serial evaluation after globe-conserving radiotherapy or chemotherapy. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2001;38(3):136-143. doi:10.3928/0191-3913-20010501-06. PMID:11386645.
 60. Moulin AP, Gaillard MC, Balmer A, Munier FL. Ultrasound biomicroscopy evaluation of anterior extension in retinoblastoma: a clinicopathological study. *Br J Ophthalmol*. 2012;96(3):337-340. doi:10.1136/bjophthalmol-2011-300051. PMID:21606465.
 61. Nadiarnykh O, McNeill-Badalova NA, Gaillard MC, Bosscha MI, Fabius AWM, Verbraak FD, et al. Optical coherence tomography (OCT) to image active and inactive retinoblastomas as well as retinomas. *Acta Ophthalmol*. 2020;98(2):158-165. doi:10.1111/aos.14214. PMID:31448879.
 62. Fernandez JP, Haider AA, Vajzovic L, Ponugoti A, Kelly MP, Materin MA. Optical coherence tomography angiography microvascular variations in pre- and posttreatment of retinoblastoma tumors. *Ocul Oncol Pathol*. 2021;7(5):330-339. doi:10.1159/000515142. PMID:34722489.
 63. Kim JW, Ngai LK, Sadda S, Murakami Y, Lee DK, Murphree AL. Retcam fluorescein angiography findings in eyes with advanced retinoblastoma. *Br J Ophthalmol*. 2014;98(12):1666-1671. doi:10.1136/bjophthalmol-2014-305180. PMID:25053763.
 64. Ramasubramanian A, Shields CL, Mellen PL, Haji S, Harmon SA, Vemuganti GK, et al. Autofluorescence of treated retinoblastoma. *J AAPOS*. 2011;15(2):167-172. doi:10.1016/j.jaapos.2010.12.011. PMID:21596295.
 65. de Jong MC, Kors WA, Moll AC, de Graaf P, Castelijns JA, Jansen RW, et al. Screening for pineal trilateral retinoblastoma revisited: a meta-analysis. *Ophthalmology*. 2020;127(5):601-607. doi:10.1016/j.ophtha.2019.10.040. PMID:32061409.
 66. Berry JL, Munier FL, Gallie BL, Polski A, Shah S, Shields CL, et al. Response criteria for intraocular retinoblastoma:

- RB-RECIST. *Pediatr Blood Cancer*. 2021;68(5):e28964. doi:10.1002/pbc.28964. PMID:33624399.
67. Li Z, Guo J, Xu X, Wei W, Xian J. MRI-based radiomics model can improve the predictive performance of postlaminar optic nerve invasion in retinoblastoma. *Br J Radiol*. 2022;95(1130):20211027. doi:10.1259/bjr.20211027. PMID:34826253.
68. Lima RV, Arruda MP, Muniz MCR, Feitosa Filho HN, Ferrerira DMR, Pereira SM. Artificial intelligence methods in diagnosis of retinoblastoma based on fundus imaging: a systematic review and meta-analysis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2025;263(2):547-553. doi:10.1007/s00417-024-06643-2. PMID:39289309.
69. Sansgiri RK, Wilson M, McCarville MB, Helton KJ. Imaging features of medulloepithelioma: report of four cases and review of the literature. *Pediatr Radiol*. 2013;43(10):1344-1356. doi:10.1007/s00247-013-2718-x. PMID:23989751.
70. Pearce MS, Salotti JA, Little MP, McHugh K, Lee C, Kim KP, et al. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. *Lancet*. 2012;380(9840):499-505. doi:10.1016/S0140-6736(12)60815-0. PMID:22681860.