

· 标准与规范 ·

甲状腺眼病眼眶 MRI 检查与诊断
专家共识(2026 版)

中华医学会眼科学分会眼整形眼眶病学组 中华医学会放射学分会头颈学组

通信作者:范先群,上海交通大学医学院附属第九人民医院眼科 视觉健康全国重点实验室,上海 200011,Email:fanxq@sjtu.edu.cn;王振常,首都医科大学附属北京友谊医院放射科专用 CT/MR 精细成像设备创新与转化北京市重点实验室,北京 100050,Email:cjr.wzhch@vip.163.com

【摘要】 甲状腺眼病(TED)是成年人发病率最高的眼眶疾病,对患者的外观、视觉功能及生活质量均造成显著影响。MRI 在显示眼眶软组织结构改变特征方面具有明确优势,是评估受累部位和判断病变性质的主要影像工具之一,在 TED 鉴别诊断、疾病分型及活动性评估中展现出重要价值。然而,目前 TED 的眼眶 MRI 检查在操作流程、扫描参数、序列选择和影像解读方面仍缺乏统一规范。为解决这一问题,中华医学会眼科学分会眼整形眼眶病学组与中华医学会放射学分会头颈学组牵头制订该专家共识,围绕 TED 眼眶 MRI 检查与诊断的几大核心问题,提出规范化的检查流程、推荐序列和影像分析原则,并总结典型影像学征象及常见鉴别诊断要点,最终形成 7 条推荐意见,旨在为临床医师及研究人员提供清晰、可靠的影像技术指导。

【关键词】 Graves 眼病; 甲状腺眼病; 眼眶影像; 磁共振成像; 扫描序列; 诊断

基金项目:国家自然科学基金(82388101);上海交通大学医学院附属第九人民医院牵头标准、共识、指南(CSG)培育项目(CSG202401)

实践指南注册:国际实践指南注册与透明化平台(PREPARE-2025CN2005)

Expert consensus on orbital MRI examination and diagnostic evaluation in thyroid eye disease (2026 edition)

Oculoplastic and Orbital Disease Group of Chinese Ophthalmological Society of Chinese Medical Association; Head and Neck Group of Chinese Society of Radiology of Chinese Medical Association

Corresponding authors: Fan Xianqun, Department of Ophthalmology, Shanghai Ninth People's Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University School of Medicine; State Key Laboratory of Eye Health, Shanghai 200011, China, Email: fanxq@sjtu.edu.cn; Wang Zhenchang, Department of Radiology, Beijing Friendship Hospital, Capital Medical University & Precision and Intelligence Medical Imaging Lab, Beijing Friendship Hospital, Capital Medical University, Beijing 100050, China, Email: cjr.wzhch@vip.163.com

【Abstract】 Thyroid eye disease (TED) is the most common orbital disease in adults, with substantial impacts on patients' appearance, visual function, and quality of life. Magnetic resonance imaging (MRI) demonstrates distinct advantages in depicting characteristic changes in orbital soft tissue structures and serves as one of the primary imaging tools for evaluating disease extent and characterizing pathological features, playing an important role in differential diagnosis, disease classification, and activity assessment of TED. However, current orbital MRI examination protocols for TED lack unified standardization in operational procedures, scanning parameters, sequence selection, and image interpretation. To address this issue, the Oculoplastic and Orbital Disease Group

DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20260318-00735

收稿日期 2026-03-18 本文编辑 郭瑞

引用本文:中华医学会眼科学分会眼整形眼眶病学组,中华医学会放射学分会头颈学组. 甲状腺眼病眼眶 MRI 检查与诊断专家共识(2026 版)[J]. 中华医学杂志, 2026, 106(26): 2711-2722. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20260318-00735.



中华医学杂志社
Chinese Medical Association Publishing House

版权所有 违者必究



of Chinese Ophthalmological Society of Chinese Medical Association and the Head and Neck Group of Chinese Society of Radiology Chinese Medical Association have jointly developed this expert consensus. Focusing on the core issues in orbital MRI examination and diagnosis of TED, this consensus proposes standardized examination protocols, presents recommended sequences, and establishes principles of image analysis. Furthermore, it summarizes typical imaging features and key differential diagnostic points, ultimately formulating seven recommendations aimed at providing clear and reliable imaging technical guidance for clinicians and researchers.

【Key words】 Graves ophthalmopathy; Thyroid eye disease; Orbital imaging; Magnetic resonance imaging; Imaging sequences; Diagnosis

Fund program: National Natural Science Foundation of China (82388101); Shanghai Jiao Tong University School of Medicine Affiliated Ninth People's Hospital Leading Standard, Consensus, and Guideline (CSG) Cultivation Project (CSG202401)

Practice guideline registration: Practice Guideline Registration for Transparency (PREPARE-2025CN2005)

甲状腺眼病 (thyroid eye disease, TED) 又称 Graves 眼病, 是与甲状腺疾病密切相关, 以眼眶软组织受累为特征的自身免疫性疾病, 是成人最常见的眼眶疾病^[1-4]。其发病主要由自身免疫异常介导, 引起眼外肌、眶内脂肪、泪腺等眼眶组织发生慢性炎症与重塑^[5-7]。TED 可导致眼球突出、眼睑退缩、斜视、复视等一系列临床表现, 严重情况下可进展为导致视力下降的甲状腺功能障碍性视神经病变 (dysthyroid optic neuropathy, DON), 严重影响患者视功能、外观及生活质量^[8]。MRI 以其无辐射、高软组织分辨率和多参数成像能力, 在 TED 的诊断、活动性评估、鉴别诊断及随访中发挥关键作用^[9-13]。

然而, 目前 TED 眼眶 MRI 检查与诊断仍缺乏执行标准, 包括规范的扫描流程、明确的序列选择、严谨的图像质控以及一致的判读原则。这些问题不仅导致重复检查增多, 降低了跨机构结果的互认性, 也可能影响诊断的准确性, 进而干扰临床诊疗决策^[13-15]。在此背景下, 临床医师在鉴别诊断、判断疾病活动性、评估 DON 风险时面临更多不确定性, 影像信息对临床决策的支撑作用难以充分发挥。为解决这一问题, 中华医学会眼科学分会眼整形眼眶病学组联合中华医学会放射学分会头颈学组牵头成立共识专家组, 在系统复习既往指南共识及相关文献的基础上, 结合专家会议评议与多学科临床医师意见, 制订了《甲状腺眼病眼眶 MRI 检查与诊断专家共识》(以下简称“本共识”), 最终凝练出拟解决的 7 个核心临床问题。

一、共识形成方法

本共识由中华医学会眼科学分会眼整形眼眶病学组与中华医学会放射学分会头颈学组联合发起, 组建了涵盖眼科、放射科及循证医学方法学等

相关专业领域的多学科专家工作组, 所有成员均已完成利益冲突声明并经规范处理。工作组围绕 TED 眼眶 MRI 检查与诊断中的核心环节, 系统梳理国内外研究证据, 经多轮专家评估, 逐步凝练形成共识推荐意见。

本共识旨在为 TED 眼眶 MRI 检查与诊断提供规范化的操作依据与影像学评估框架, 以期提升相关临床实践的同质性与诊疗质量。本共识的目标使用者为从事 TED 临床诊疗与影像评估的眼科、放射科及内科医师等相关专业技术与研究人员, 应用的目标人群为临床确诊或疑诊 TED, 需接受眼眶 MRI 检查与影像学评估的患者。本共识不具备强制性, 不作为医疗事故鉴定和医学责任认定依据。

证据检索于 2025 年 10 月 15 日实施, 时间范围涵盖 1989 年 1 月 1 日至 2025 年 10 月 15 日, 语种包括中文与英文, 检索数据库包括万方数据库、中国知网、中国生物医学文献数据库、PubMed、Web of Science、Embase 等。检索主题词涉及“甲状腺眼病”(thyroid eye disease, TED)、“甲状腺相关眼病”(thyroid-associated ophthalmopathy, TAO)、“格雷夫斯眼病”(Graves ophthalmopathy)、MRI 及相关检查规范、影像质量控制与诊断标准等, 并辅以眼眶解剖与病理、MRI 技术序列及影像质量与诊断评估等相关自由词进行扩展检索。纳入标准: 以人为研究对象, 与 TED 诊疗相关且涉及磁共振检查与诊断的临床研究、专家共识/指南、系统评价或 meta 分析, 排除专题笔谈、讲座及读者来信。

证据质量评价采用牛津大学循证医学中心 (Oxford Centre for Evidence-Based Medicine, OCEBM) 2011 版证据分级标准^[16], 证据等级 I ~ V 代表研究质量由高到低 (表 1)。专家推荐程度参



表1 牛津大学循证医学中心 2011 证据质量的描述

证据等级	说明
I	基于横断面研究设计的诊断试验(与公认的金标准进行独立盲法的比较)的系统评价或 meta 分析
II	单个的横断面研究设计的诊断试验(与公认的金标准进行独立盲法的比较)
III	单个横断面研究设计的诊断试验(未与公认的金标准进行独立盲法的比较)或非连续性研究
IV	病例对照研究
V	基于机制的推理或专家经验及共识

考相关学科的实践经验^[17],在证据评价的基础上,以专家共识度作为重要判定依据。

推荐意见的形成遵循改良 Delphi 法,通过文献总结与专家访谈围绕 7 个关键临床问题逐步凝练而成。针对部分证据相对有限或尚未形成统一结论的议题,进一步参考了相关领域已发布的指南与专家共识,并结合临床可操作性、检查可及性及数据获取成本等因素,形成初步推荐意见。在此基础上,进行了三轮专家评估,包括两次线上问卷调查和一次专家圆桌会议。针对每一条推荐意见,由眼科、放射科及共识方法学等相关专科专家采用李克特(Likert)5 级量表独立评分:5 分表示非常认同,4 分表示认同,3 分表示一般,2 分表示不认同,1 分表示非常不认同。本共识设定评分 ≥ 4 分的专家比例超过 70% 为达成共识;专家推荐程度以“共识度”标注,共识度=评分 ≥ 4 分的专家人数/总参评专家人数 $\times 100\%$ 。

二、临床问题与推荐意见

临床问题 1: 如何规范执行 TED 眼眶 MRI 的设备选择、患者准备与体位摆放,以最大限度减少运动伪影、保证图像质量与检查安全?

1. 设备选择:推荐使用 1.5T 及以上场强 MRI 设备,并优先采用头部相控阵线圈(≥ 8 通道)或眼部专用线圈,以兼顾信噪比与眼眶结构的细节显示^[18-19]。

2. 患者准备:检查前应系统筛查 MRI 禁忌证,重点关注是否植入 MRI 设备不兼容的心脏起搏器、神经刺激器等电子装置及体内金属异物;同时移除所有可摘除的金属或高伪影物品,包括隐形眼镜、假睫毛、活动义齿及眼部装饰物等^[20]。检查前应向患者进行简要说明与配合训练,重点叮嘱患者在扫描过程中保持身体与头部静止不动,以降低整体及局部运动伪影风险^[18-19]。

3. 体位摆放:患者取仰卧位、头先进,身体与扫描床纵轴对齐,双手置于体侧。头部应使用海绵等软性材料固定,并使眼眶区域尽量靠近主磁场与线圈中心,以优化信号均匀性并抑制运动伪影^[18-19]。

4. 眼球运动控制:扫描前可以指导患者闭目或注视固定方向,避免随意转动眼球;扫描过程中避免非必要干扰,并通过佩戴耳塞等方式减轻扫描噪声引起的不适,以减少运动伪影^[21]。对于存在明显异物感、干涩或眼部不适的患者,可在检查前适当使用人工泪液,以减轻刺激导致的反射性眨眼和自主眼球运动。对于儿童或依从性较差的患者,在严格遵循 MRI 安全规范的前提下,可考虑短时镇静辅助,以降低运动伪影并保障检查顺利完成^[22]。

推荐意见 1: 在 TED 眼眶 MRI 检查中,应规范设备与线圈选择,检查前系统完成 MRI 禁忌证筛查与患者宣教,并在扫描过程中合理进行体位摆放与头部固定。通过标准化患者准备流程和扫描实施要点,可有效减少运动相关伪影,提高图像质量与检查的安全性和稳定性。(证据等级:V;共识度:100%)

临床问题 2: 如何规范实施 TED 眼眶 MRI 的扫描范围、定位及质量控制流程,以确保影像信息全面、结构显示清晰,并满足诊断与随访的一致性要求?

1. 扫描范围:扫描范围原则上按照常规眼眶 MRI 扫描习惯进行设置。从解剖覆盖的角度,应确保眼眶及其周围结构在各个方向上得到充分显示。前后方向上,前缘应覆盖完整角膜,后缘应延伸至视交叉;左右方向上,应显示眼眶内壁与外壁,并包括颞区及颧区的肌肉和脂肪组织;上下方向上,上界应至少覆盖至额窦底部或眶上缘水平,下界应覆盖至上颌窦顶部或眶下缘水平,以完整显示眶内容物及其邻近结构。整体而言,扫描应包含完整眼眶结构,包括眼球、眼外肌、泪腺、眼眶脂肪、视神经等,以保证解剖信息的完整性和临床评估的可行性^[23-24]。

2. 扫描定位:扫描定位时,横断位扫描层面应与矢状面的视神经眶内段走行方向平行;冠状位扫描层面应与矢状面上视神经眶内段的方向垂直;如需进行斜矢状位扫描,其扫描平面宜沿横断位的视神经眶内段走行方向设置(图 1)。



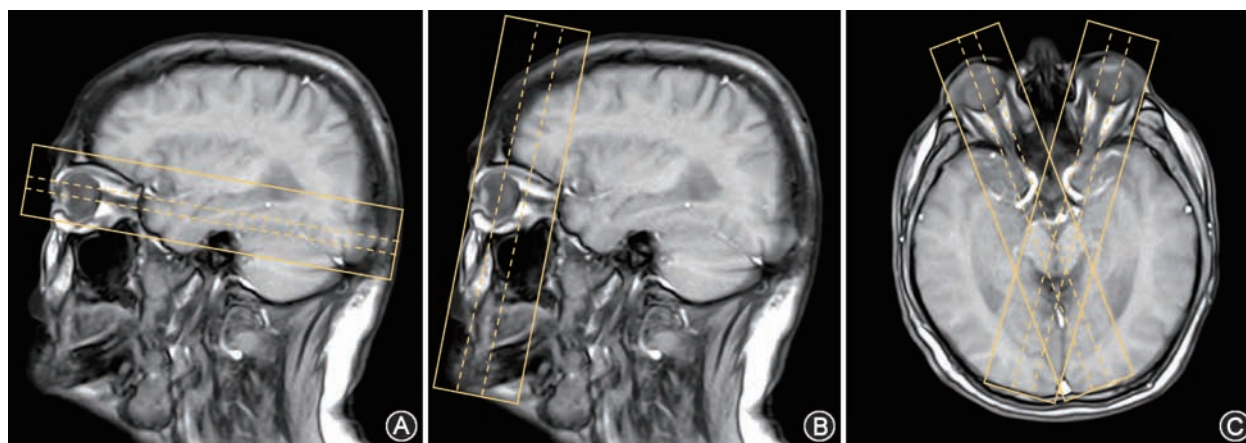


图1 眼眶MRI扫描定位图示 A:横断位层面扫描定位,扫描平面应与矢状面的视神经眶内段走行方向平行;B:冠状位层面扫描定位,扫描平面应与矢状面的视神经眶内段垂直;C:斜矢状位扫描定位,扫描平面宜沿横断位的视神经眶内段走行方向设置;黄色实线方框示整体扫描范围;黄色虚线示中心扫描层面

3. 质量控制:图像质量控制应贯穿TED眼眶MRI检查的全过程,包括以下4个环节:(1)扫描一致性控制:应基于临床诊断目标制定标准化的扫描方案,明确各序列的成像重点。尤其在纵向随访中,须保持扫描参数(层厚、层间距、视野、矩阵等)、体位和定位方式的一致性,以保证不同时点影像的可比性。(2)客观图像质量评价:图像质量应基于信噪比(signal-to-noise ratio, SNR)、对比噪声比(contrast-to-noise ratio, CNR)、空间分辨率和图像均匀度等客观指标进行评估,并通过合理设置扫描参数(如视野、层厚、矩阵等)优化这些指标。(3)系统化伪影控制:针对运动伪影、磁敏感伪影和化学位移伪影等常见干扰,应采取多层次干预措施,包括患者体位固定、呼吸与眼球运动训练、序列参数优化以及采用抗伪影技术序列^[21]。(4)规范化质量复核:扫描完成后需由影像科技师和医师共同进行系统复核,评估范围覆盖情况、信号均匀性、结构清晰度和伪影影响程度。对不符合质量要求的影像应及时启动重扫或参数优化流程,确保影像满足诊断需求。

推荐意见 2:推荐在TED眼眶MRI检查中,规范扫描范围与扫描定位,并建立系统化质量控制流程,以确保影像信息的完整性、结构清晰度与随访可比性,为临床决策提供可靠依据。(证据等级:V;

共识度:100%)

临床问题 3:临床TED眼眶MRI检查中主要应采用哪些MRI序列完成TED基本临床诊疗?

1. 主要采用序列:横断位 T_1 加权成像(T_1 weighted image, T_1WI)、横断位 T_2 加权成像(T_2 weighted image, T_2WI)及冠状位 T_2WI 。建议可采用水脂分离技术的 T_2WI 序列,可在一次采集过程中同时获得脂肪抑制与非脂肪抑制图像^[25-26]。

2. 增强MRI的考量:有研究提示增强MRI对TED的鉴别诊断和活性判断具有一定意义,但有待深入研究,临床医师及研究者可根据患者临床特点及研究目的选择是否开展增强扫描^[26-28]。增强扫描包括横断位与冠状位脂肪抑制 T_1WI ,必要时可加做斜矢状位等方位有利于与其他眼眶炎性疾病、肿瘤性病变进行鉴别。

3. 序列参数的设置:各常规扫描序列具体参数可参考表2,具体可结合各中心设备型号与性能进行适当调试与优化。

推荐意见 3:在TED眼眶MRI检查中,推荐常规采用横断位 T_1WI 、横断位及冠状位 T_2WI 作为基本平扫序列,可优先选用水脂分离 T_2WI 技术,根据患者临床特点及研究目的选择是否开展增强扫描及斜矢状位等方位检查。(证据等级:II;共识度:

表2 眼眶MRI常规扫描序列参数

成像序列	扫描技术	脂肪抑制	TR(ms)	TE(ms)	层厚(mm)	层间距(mm)	FOV(mm×mm)
横断位 T_1WI	TSE/FSE	无	500	10	3	0.3	180×180
横断位 T_2WI	TSE/FSE	有+无	2 800	80	3	0.3	180×180
冠状位 T_2WI	TSE/FSE	有+无	3 000	90	3	0.3	160×180

注: T_1WI 为 T_1 加权成像; T_2WI 为 T_2 加权成像;TSE/FSE为快速自旋回波;TR为重复时间;TE为回波时间;FOV为视野;表格中参数仅供参考,各中心可根据设备实际情况进行适应性优化



95.35%)

临床问题 4: 临床中针对 TED 鉴别诊断、活动性评估、DON 判定与治疗随访该如何选用 MRI 序列组合以保证能够达到目的?

1. TED 鉴别诊断的推荐序列: 根据需鉴别疾病特点, 结合多序列、多方位 MRI, 全面观察眼眶内结构变化。判读标准: 见临床问题 7。

2. TED 活动性评估的推荐序列: 推荐采用脂肪抑制 T_2 WI 或非脂肪抑制 T_2 WI 作为 TED 活动性评估的基础序列, 以反映眶内软组织水肿与炎症改变。判读时通常以冠状位 T_2 WI 为主, 综合观察眼眶内多种组织的信号特征, 包括眼外肌、泪腺等^[25, 29-31]。判读标准: 在活动期, 常表现为 1 条或多条眼外肌在 T_2 WI 上信号强度明显升高, 同时可伴随眶内脂肪或泪腺信号增高, 提示炎性水肿成分增加; 且信号升高范围或程度越明显, 往往提示活动性越高。相反, 若在 T_2 WI 上, 眼外肌、眶内脂肪以及泪腺信号未见明显升高, 则多提示 TED 活动性较低或处于相对静止期。需要强调的是, TED 活动期与静止期的最终判定应结合临床症状、体征及实验室指标进行综合评估, 影像学表现仅作为重要参考依据之一(图 2)。

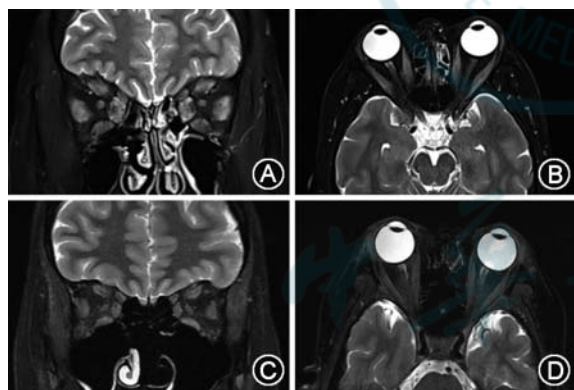


图 2 活动期与静止期甲状腺眼病(TED)MRI 结果对比示意图 A~B: 活动期 TED; 冠状位脂肪抑制 T_2 加权成像(T_2 WI)(A)、横断位 T_2 WI(B)均显示双侧眼眶眼外肌肌腹明显增粗, 信号增高, 呈“可乐瓶”征; C~D: 静止期 TED; 冠状位脂肪抑制 T_2 WI(C)、横断位 T_2 WI(D)均显示双侧眼眶眼外肌肌腹增粗不明显, 呈等信号

3. DON 判定的推荐序列: 主要采用横断位 T_1 WI 以及横断位与冠状位 T_2 WI, 重点评估眶尖区视神经走行、形态及其与周围结构的关系^[32-34]。判读标准: 眶尖部显示脂肪间隙变窄、消失, 眼外肌后部明显增粗, 使眶尖间隙明显变窄, 视神经及其鞘管可能出现受压迫性变形等改变。

4. 治疗后随访的推荐序列: 通常选择冠状位 T_2 WI 以及横断位 T_1 WI 或 T_2 WI 影像。须注意治疗前后序列及扫描参数应保持一致^[35-36]。判读标准: 与治疗前相比, 在 T_2 WI 上观察到眼外肌为主的软组织信号强度降低, 提示活动性降低; 观察到同层面眼外肌面积、长短径、眼眶脂肪体积减少等征象, 或横断位上观察到眼球突出度减小, 提示治疗有效。相反若上述指标不变或增加, 则提示治疗无效或疾病进展。

推荐意见 4: 推荐根据不同的临床目的合理选择 MRI 序列组合以满足临床需求。(证据等级: II; 共识度: 90.70%)

临床问题 5: 在 TED 的影像评估中, 有哪些具有临床转化潜力的 MRI 探索性序列可用于更精准评估 TED 疾病状态?

研究显示, 部分 MRI 技术展现出一定的临床转化潜力, 未来可能成为 TED 影像评估的常用手段。基于文献检索结果提供几种序列供参考, 具体扫描参数如表 3 所示。

1. 扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI): 是通过检测水分子扩散运动来反映组织微观结构的功能性 MRI 技术。为减少眼眶与颅底的磁敏感伪影, 可采用低畸变的多段平面回波成像(echo-planar imaging, EPI)扩散技术^[37-38]。DWI 及其生成的表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)可作为 TED 疾病活动性评估与疗效监测的有效参考^[39-41]。

2. T_2 mapping: 是一种通过像素级拟合计算组织 T_2 弛豫时间的定量 MRI 技术, 能较为客观地反映组织水含量和炎症程度。该技术可应用于 TED 的活动性评估、治疗随访^[35, 42-43]。

3. 动态对比增强 MRI (dynamic contrast-enhanced MRI, DCE-MRI): 是一种通过追踪对比剂动态过程定量分析组织灌注与血管通透性的技术。在活动期 TED 中常表现为快速强化, 可作为评估疾病活动性与疗效监测的功能影像学指标^[27, 44-45]。

4. 磁化转移成像(magnetization transfer imaging, MTI): 是一种能检测组织中与大分子(如胶原蛋白)结合水含量的先进 MRI 技术, 通过磁化转移率(magnetization transfer ratio, MTR)进行量化。MTI 可作为 TED 疾病活动性评估的有效参考^[46]。

5. 扩散张量成像(diffusion tensor imaging,



DTI):是在DWI基础上施加多方向扩散梯度,以量化水分子方向性扩散的磁共振技术。DTI有助于TED活动性评估及DON的早期诊断^[47-49]。

6. 薄层三维高分辨成像技术:是一种能实现无间隔连续薄层扫描的三维梯度回波成像技术,如三维平衡稳态自由进动序列(three-dimensional balanced steady-state free precession, 3D bSSFP)等。该技术能清晰显示眶内软组织结构的细节,并可对眼外肌、视神经等眼眶组织进行长径、短径、体积等参数的精确测量^[50-51]。

7. 合成磁共振技术:是一种能够快速同步获取多种对比度及定量参数的技术,如基于多延迟多回波(multi-delay multi-echo, MDME)采集策略的MRI集合(MAGnetic resonance image Compilation, MAGiC)序列等。该技术可在一次扫描中同步获取多组不同对比度信号,并通过模型拟合同时生成 T_1 、 T_2 及质子密度等多种定量参数图像。MAGiC序列为疾病活动性判断及纵向随访中的客观比较提供高效而稳定的影像学工具^[52]。

推荐意见 5:一些具有一定临床价值的探索性研究序列,如DWI、 T_2 mapping、DCE-MRI、MTI、DTI、3D bSSFP、MAGiC序列,可辅助用于TED的临床影像检查,协助临床医师对疾病的活动性、疗效等方面进行更完善的评价。(证据等级:II;共识度:86.05%)

临床问题 6:在TED的评估中,眼眶MRI应重点关注哪些典型且必要的影像学征象?

以下影像学表现为TED眼眶MRI中具有代表性的征象,建议在影像学报告中进行系统描述,以更好地辅助疾病诊断、活动性及严重度评估及治疗

决策制定。相关内容可参见附件1和附件2(请扫描本文首页二维码查看)所提供的TED患者眼眶MRI结构化诊断报告示例,临床医师及研究者可根据临床诊疗或研究需求进行个性化调整。

1. 眼外肌异常:为TED最具特征性的表现。眼外肌肌腹呈梭形增厚而肌腱通常不受累,横断位呈“可乐瓶”征;在 T_2 WI上信号呈弥漫性或局灶性信号增高,在脂肪抑制 T_2 WI上此特征更为显著,提示肌肉处于炎症活动期。眼外肌受累以下直肌最为常见,其余依次为内直肌、上直肌(上直肌-提上睑肌复合体)及外直肌(图3)^[27, 53-55]。

2. 眼球突出:在横断位图像上,选择眼球与视神经的最大显示层面进行评估,如两者层面不一致,可优先选取眼球最大显示层面进行观察。征象表现为与正常参考位置相比,眼球相对于颧弓前缘的前移,同时球后间隙明显延长,提示眼眶内容物体积增加,是TED中最常见的影像学表现之一(图3)^[56]。

3. 眶内脂肪增多:联合冠状位及横断位图像,对眼球后方区域进行连续层面评估。其征象表现为眶内脂肪容积增加、眶内侧脂肪厚度增大、眼球受压突出、眶内侧壁塌陷等,提示眶内脂肪组织增多(图3)^[51, 57]。

4. 泪腺受累:联合横断位及冠状位图像,选择泪腺最大显示层面进行评估,可见泪腺增大或疝出,提示眼眶内容物挤压所致;信号特征改变常表现为 T_2 WI序列上的信号增高,强度高于肌肉、略低于水。上述影像学改变提示泪腺炎性水肿或血管通透性增加(图3)^[58-60]。

表3 眼眶MRI探索性序列参数

成像序列	扫描技术	脂肪抑制	TR(ms)	TE(ms)	层厚(mm)	层间距(mm)	FOV(mm×mm)
冠状位DWI	Multi-shot EPI*	无	4 500	最低值	3	0.3	180×90
冠状位 T_2 mapping	TSE/FSE	有	1 440	13.8、27.8、41.4、55.2、69.0	3	0.3	180×180
冠状位DCE-MRI	GRE	无	10	1.9	3	0.3	200×230
冠状位MTI	GRE	无	27	3.63	3	0.3	160×180
横断位DTI	EPI	无	7 800	60	2	0	256×256
冠状位3D bSSFP	GRE	无	4.0~6.8	1.8~3.4	1	0	180×180
冠状位MAGiC	MDME	无	4 506	14、92	3	0.3	240×192

注:DWI为扩散加权成像; T_2 mapping为 T_2 弛豫时间定量成像;DCE-MRI为动态对比增强MRI;MTI为磁化传递成像;DTI为扩散张量成像;3D bSSFP为三维平衡稳态自由进动序列;MAGiC序列为基于多延迟多回波(MDME)采集策略的MRI集合序列;Multi-shot EPI为多次激发平面回波成像;TSE/FSE为快速自旋回波;GRE为梯度回波;EPI为平面回波成像;TR为重复时间;TE为回波时间;FOV为视野;表中参数仅供参考,各中心可根据设备实际情况进行适应性优化;Multi-shot EPI*例如, Siemens的RESOLVE DWI序列, GE的PROPELLER DWI序列, Philips的TSE DWI序列



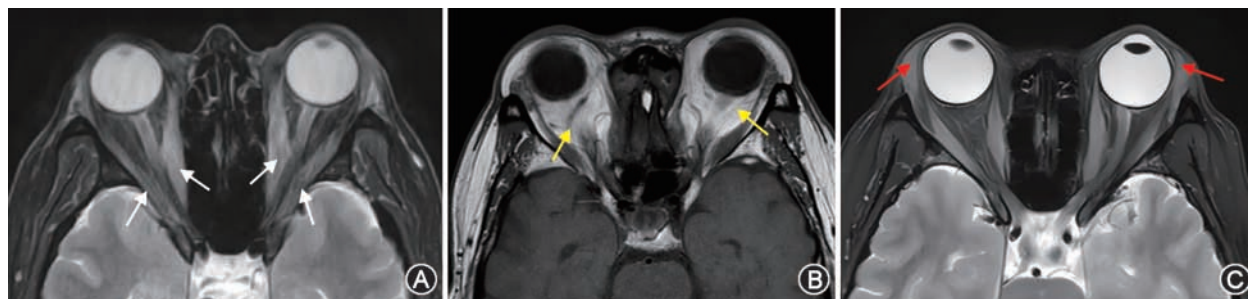


图3 甲状腺眼病眼眶内结构受累 MRI 表现 A: 横断位脂肪抑制 T_2 加权成像 (T_2WI), 显示双侧眼球突出、内外直肌肌腹均增粗 (白箭), 呈高信号; B: 横断位 T_1 加权成像 (T_1WI), 显示双侧眼眶内脂肪组织明显增多 (黄箭); C: 横断位脂肪抑制 T_2WI , 见双侧泪腺肿胀疝出 (红箭), 呈高信号

5. 眶尖拥挤与视神经受压: 联合横断位、冠状位图像, 于眶尖区域进行重点评估。眶尖指眼眶后部最狭窄的区域, 位于视神经管入口前, 对应 MRI 冠状位上眼外肌围绕视神经形成肌锥起始部的层面。征象表现为眼外肌后部增粗并在眶尖部形成拥挤, 导致视神经周围脂肪间隙变窄、消失, 提示视神经受压风险升高, 为判断 DON 的重要影像学指标 (图 4)^[34, 61]。

推荐意见 6: TED 眼眶 MRI 的典型征象包括眼外肌肌腹梭形增厚及 T_2WI 信号改变、眼球突出、眶内脂肪增多、泪腺增大或疝出及眶尖拥挤与视神经受压等多个方面, 其中眶尖拥挤与视神经受压是判断 DON 的重要影像学征象。(证据等级: II; 共识度: 93.02%)

临床问题 7: 在眼眶 MRI 阅片时, 哪些影像学特征对 TED 与其他眼眶疾病 (如其他眼眶炎症、眼眶肿瘤、颈内动脉海绵窦瘘等) 进行鉴别诊断最具临床价值?

根据不同眼眶病的 MRI 的影像学特征差异^[18, 62-64], 现将 TED 与其他眼眶疾病、其他表现为眼外肌增粗的疾病的鉴别诊断要点汇总于表 4、5。相关疾病的鉴别诊断考虑如下:

1. 眼眶蜂窝织炎: MRI 上表现为眶内软组织弥漫性肿胀及强化, 脂肪间隙信号紊乱, T_2WI 上呈显

著高信号, 增强后呈不规则或弥漫性强化, 可见眶脂肪浸润、脓肿形成或眶骨骨膜下积液; 眼外肌增厚多呈弥漫性, 外周强化, 肌腱亦可受累。此外, 眼眶蜂窝织炎累及视神经可引起视神经增粗, 边缘毛糙^[65-66]。

2. 特发性眼眶炎症: 通常为急性或亚急性起病, 单侧发病更常见, 可根据累及部位与病理特征分为: (1) 局灶型: 病变累及单一眼眶结构, 主要包括以下几种表现: 泪腺炎型、肌炎型、神经周围炎型、巩膜周围炎型等, 其共性表现为眶内不规则软组织影, 在 T_1WI 上多等低信号, T_2WI 信号与炎症活动性和纤维化程度有关, 常呈等低信号或低信号; 纤维化成分越多, T_2WI 信号越低, 而急性水肿性炎症可呈相对高信号或混杂信号, 增强后中度至明显强化。其中, 眼外肌受累时肌腹和肌腱同时增粗为其与 TED 所致眼外肌增粗的鉴别要点。(2) 多灶型: 病变同时累及多个部位, 例如眶尖/后部型主要累及眶尖深部, 可沿眶上裂或视神经管向颅内扩展。(3) 弥漫型: 表现为眶内广泛炎性浸润, 同时累及眶脂肪与眼外肌形成“铸型征”。慢性纤维化为主的硬化型亦属此范畴, T_2WI 呈显著等或偏低信号 (图 5)^[67-68]。

3. IgG4 相关性眼病: MRI 上表现为病灶边界清晰、 T_2WI 信号相对均匀、增强后显著强化, 且常呈

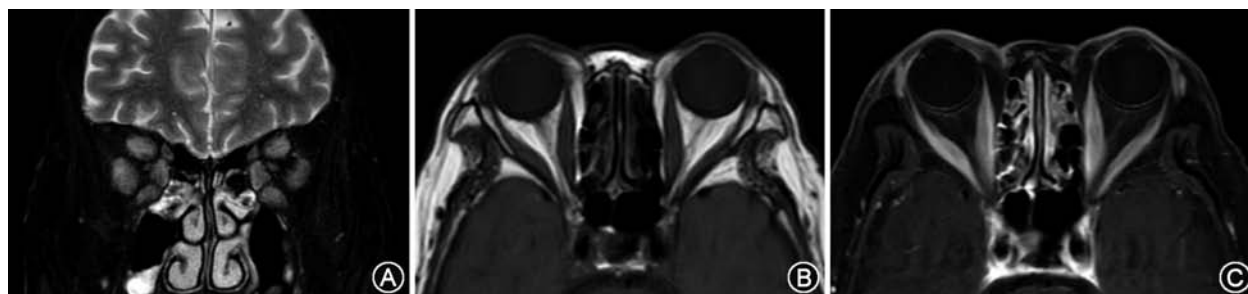


图4 甲状腺功能性障碍性视神经疾病患者 MRI 表现 A: 冠状位脂肪抑制 T_2 加权成像 (T_2WI); B: 横断位 T_1 加权成像 (T_1WI); C: 横断位增强 T_2WI ; A、B 示眶尖脂肪间隙变窄、消失, 眼外肌压迫视神经; C 可见眼外肌明显强化, 眶尖处视神经受压

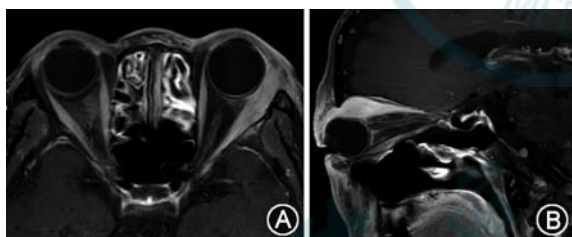
表4 甲状腺眼病与其他眼眶疾病的鉴别诊断要点

疾病名称	典型影像特征	与甲状腺眼病最关键的鉴别点
眼眶蜂窝织炎	弥漫肿胀,脂肪间隙模糊,易形成脓肿;眼肌增厚,肌腱常受累	病程急,伴全身症状,常与鼻窦炎或外伤相关
特发性眼眶炎症	眼外肌及眶脂弥漫增厚, T_2WI 信号不均,强化不均匀	肌腱常受累,可累及巩膜及眶隔,多为单侧
IgG4 相关眼病	病变边界清, T_2WI 信号相对均匀	最常累及泪腺,可弥漫浸润软组织,肌腱可受累,眶下神经可增粗,伴神经孔扩大
眼眶结节病	眶软组织均匀增厚, T_2WI 呈等信号并均匀强化	常呈单侧发病并累及肌腱,可合并眶壁骨膜受累
眼眶淋巴瘤	信号及强化均匀,可累及肌腱	呈多形性、浸润性生长,大肿块可铸型包绕眼球,不侵犯眼球内结构
神经鞘瘤	边界清晰的梭形肿块, T_2WI 呈高信号,强化不均匀	眶尖好发的孤立性肿块,易发生囊变
横纹肌肉瘤	边界不清的不规则肿块,明显不均匀强化,伴骨质破坏	进展迅速的恶性肿瘤,好发于儿童,破坏骨质
眼外肌转移瘤	眼外肌结节状增粗	有原发肿瘤病史
颈内动脉海绵窦瘘	眼外肌水肿、增粗	眼上静脉迂曲增粗及海绵窦充盈增强

注: T_2WI 为 T_2 加权成像

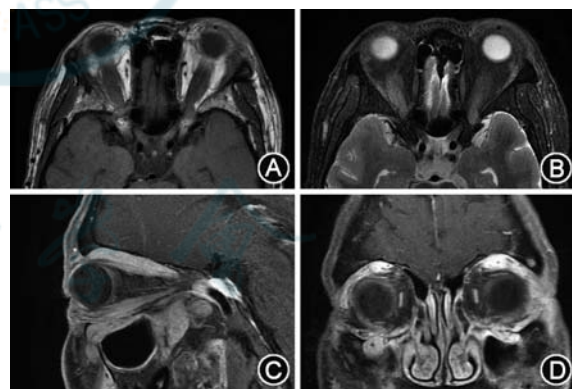
表5 甲状腺眼病与其他表现为眼外肌增粗的疾病影像学鉴别诊断要点

疾病名称	眼外肌受累特点	肌腱受累	受累眼别	其他影像特征
甲状腺眼病	眼外肌肌腹增粗	不受累	多为双侧	眶脂肪增多、眼球突出
特发性眼眶炎症	单条或多条眼外肌梭形肿大	受累	单侧或双侧	伴眶脂肪炎性浸润
IgG4 相关性眼病	眼外肌增粗,外直肌最常受累;可累及肌腹及肌腱	受累	可双侧	常伴泪腺增大、三叉神经眶段增粗、视神经受累
颈内动脉海绵窦瘘	眼外肌因充血性改变弥漫增粗	不典型	多为单侧	眼上静脉增粗、球结膜水肿、搏动性杂音
眼外肌转移瘤	眼外肌结节状或局灶性增粗	可受累	多为单侧	肿块常呈结节状,可伴眶脂浸润

图5 特发性眼眶炎症 MRI 表现 A:横断位脂肪抑制增强 T_1 加权成像(T_1WI),示左眶外直肌肌腹肌腱均增粗;B:矢状位脂肪抑制增强 T_1WI ,示上直肌肌腹肌腱均增粗

弥漫性或片状浸润,肌腱区可受累。累及眼外肌可引起眼外肌增粗,外直肌最常受累,累及肌腱、肌腹,可累及视神经,可伴眶下神经增粗(图6)^[69]。部分IgG4相关性眼病与TED的MRI表现存在一定相似性,仅依赖影像可能难以区分,因此需结合病史与症状、体格检查、实验室检查及病理结果进行综合判断。

4. 眼眶结节病:眼眶结节病为多系统肉芽肿性疾病,可累及泪腺、眶脂及眼外肌。眼眶结节病常呈单侧或不对称受累,肌肉增厚伴肌腱侵犯, T_2WI 信号中等偏低,增强后呈均匀或轻度不均匀强化,

图6 IgG4 相关性眼病 MRI 表现 A:横断位 T_1 加权成像(T_1WI);B:横断位脂肪抑制 T_2 加权成像(T_2WI);C:斜矢状位脂肪抑制增强 T_1WI ;D:冠状位脂肪抑制增强 T_1WI ;平扫图像显示双侧上直肌明显增粗, T_1WI 呈低信号,脂肪抑制 T_2WI 呈高信号;增强图像显示双侧眼外肌明显强化,上下直肌腹及前缘肌腱局部明显增粗,眶下神经增粗及泪腺肿大

可合并泪腺肿大及眶壁骨膜受累^[70]。

5. 眼眶淋巴瘤:眼眶淋巴瘤多表现为边界清晰的软组织肿块,信号均匀, T_1WI 呈等或稍低信号, T_2WI 呈中等至略高信号,增强后呈中度均匀强化,常累及泪腺、眶脂或眼外肌表面,肌腱区亦可受累,



病灶可呈多形性、塑形性、浸润性生长,较大肿块呈铸型生长包绕眼球,不侵犯眼球内结构。此外淋巴瘤在 DWI 上呈明显高信号,ADC 明显减低^[71]。

6. 神经鞘瘤:神经鞘瘤为良性神经源性肿瘤,常呈单侧孤立性椭圆或梭形肿块,边界清晰,可沿眶神经走行分布。MRI 上 T₁WI 多呈等或低信号, T₂WI 多呈高信号,内部常因囊变、液化改变而信号不均;增强后实性成分不均匀强化囊变/液化区域多不强化,可见壁样或分隔样强化。病灶常位于眶尖或沿眶神经走行分布,较大时可引起视神经管或眶上裂扩大,并可跨颅内外生长^[71]。

7. 横纹肌肉瘤:横纹肌肉瘤多呈单侧发病,表现为边界不清的不规则软组织肿块, T₁WI 呈低或等信号, T₂WI 呈高信号,增强后呈明显不均匀强化,可伴眶骨破坏、眶隔侵犯及邻近结构受累^[71-72]。

8. 眼外肌转移瘤:通常表现为眼外肌结节状增粗,有原发肿瘤病史。在 T₁WI 上,转移瘤通常表现为等信号或稍低信号,与正常眼外肌信号相近,但边界可能模糊。T₂WI 病变区域信号可呈等信号或高信号,部分病例因肿瘤内出血或含铁血黄素沉积,可能出现低信号区域。增强扫描时,转移瘤多呈明显均匀强化,与正常眼外肌的强化程度不同,有助于区分病变范围^[71, 73]。

9. 颈内动脉海绵窦瘘:颈内动脉海绵窦瘘是由颅内海绵窦段的颈内动脉本身或其在海绵窦段内的分支破裂,与海绵窦之间形成异常的动、静脉沟通,导致海绵窦内压力增高,发生逆流,致眼上静脉回流受阻及增粗,引起一系列眼部改变,包括引起眼外肌水肿、增粗^[74]。

推荐意见 7: TED 眼眶 MRI 的鉴别诊断应结合病变侧别、眼外肌受累特点尤其肌腱受累情况、伴随影像征象,并参考患者病史,进行综合判断。TED 多表现为双侧眼外肌肌腹梭形增粗,可不对称,肌腱往往不受累;若表现为单侧肿块、肌腱受累、骨质破坏或血管扩张,应考虑其他眼眶疾病可能。(证据等级:IV;共识度:100%)

本共识围绕 TED 眼眶 MRI 检查与诊断中的关键临床问题,系统回顾了国内外相关研究证据,综合考虑循证医学原则与临床实用性形成了 7 条推荐意见。这些建议主要涵盖 MRI 检查的规范化流程、推荐序列方案、影像分析原则及诊断和鉴别诊断标准等核心内容。通过建立更加统一的检查和判读标准,本共识旨在提升 TED 影像评估的规范性与一致性,为眼科、影像科和内科医师提供清晰、可

靠的技术指导,进而优化临床诊疗决策。

本共识基于当前眼眶 MRI 技术水平及现有临床研究证据形成,仍不可避免地存在一定局限性。对于部分特殊人群或特殊临床场景,相关证据尚不充分。未来,随着影像技术的持续发展及多中心、高质量研究证据的不断积累,有望进一步丰富和优化本共识内容,为 TED 的精准影像评估与规范化诊断提供更加坚实的依据。

参与本共识编写和讨论的成员名单

执笔者:周慧芳(上海交通大学医学院附属第九人民医院眼科视觉健康全国重点实验室);朱凌(上海交通大学医学院附属第九人民医院放射科);吕晗(首都医科大学附属北京友谊医院放射科 首都医科大学医学技术学院健康数据科学学系)

撰写秘书组:张海扬(上海交通大学医学院附属第九人民医院眼科视觉健康全国重点实验室);姜梦达、赵洪波、王思怡(上海交通大学医学院附属第九人民医院放射科)

证据评价组:俞章盛、高静(上海交通大学医学院临床医学研究院);许晓泉(南京医科大学第一附属医院放射科);孙静、李寅炜(上海交通大学医学院附属第九人民医院眼科视觉健康全国重点实验室)

共识专家组成员(按姓氏汉语拼音排序):曹代荣(福建医科大学附属第一医院医学影像科);丁忠祥(西湖大学医学院附属杭州市第一人民医院放射科);董素贞(上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心放射科);范先群(上海交通大学医学院附属第九人民医院眼科视觉健康全国重点实验室);韩丹(昆明医科大学第一附属医院医学影像科);何为民(四川大学华西医院眼科);李光宇(吉林大学白求恩第二医院眼科);李养军(空军军医大学唐都医院眼科);廖洪斐(南昌大学附属眼科医院眼眶眼肿瘤眼外伤科);林明(上海交通大学医学院附属第九人民医院眼科视觉健康全国重点实验室);刘小伟(北京协和医院眼科);卢蓉(中山大学中山眼科中心眼眶病与眼肿瘤科);卢苇(大连医科大学附属第二医院眼科);吕晗(首都医科大学附属北京友谊医院放射科 首都医科大学医学技术学院健康数据科学学系);罗德红(中国医学科学院肿瘤医院深圳医院放射诊断科);潘叶(天津市眼科医院眼眶眼整形科);邱士军(广州中医药大学第一附属医院影像科);沙炎(复旦大学附属眼耳鼻喉科医院放射科);孙丰源(爱尔眼科四川眼科医院眼眶病与眼整形科);谭佳(中南大学湘雅医院眼科中心);陶晓峰(上海交通大学医学院附属第九人民医院放射科);田彦杰(北京大学第三医院眼科);王振常(首都医科大学附属北京友谊医院放射科 专用 CT/MR 精细成像设备创新与转化北京市重点实验室);魏锐利(海军军医大学第二附属医院眼科);吴斌(复旦大学附属肿瘤医院放射诊断科);吴飞云(南京医科大学第一附属医院放射科);吴文灿(温州医科大学附属眼视光医院眼鼻相关/眼眶眼整形微创



中心);席芊(复旦大学附属眼耳鼻喉科医院放射科);鲜军舫(首都医科大学附属北京同仁医院放射科);萧毅(海军军医大学第二附属医院放射科);熊炜(中南大学湘雅三医院眼科);薛尚才(甘肃省第二人民医院眼科);杨军乐(西北大学附属医院 西安市第三医院放射科);杨新吉(中国人民解放军总医院第三医学中心眼科);叶娟(浙江大学医学院附属第二医院眼科中心);袁洪峰(重庆爱尔眼科医院眼眶病眼整形科);张积(苏州大学附属第二医院眼科);张菁(华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科);张黎(河南省人民医院 河南省立眼科医院眼整形眼眶泪道病中心);张水兴(暨南大学附属第一医院放射科);周慧芳(上海交通大学医学院附属第九人民医院眼科 视觉健康全国重点实验室);朱凌(上海交通大学医学院附属第九人民医院放射科);朱豫(郑州大学第一附属医院眼科医学部)

专家组职责:通信作者负责本共识的总体策划与统筹实施,主导共识的立项、制订流程设计及最终文本的审定;执笔者承担共识文件的具体撰写、内容整合与修订工作,并负责组织和协调各阶段讨论与沟通;撰写秘书组负责围绕共识相关的核心问题制定系统化的文献检索策略,开展证据收集与整理工作,协助内容撰写、整合与修订;证据评价组由循证医学方法学专家以及具有相关经验的临床专家组成,负责对纳入证据的质量、可靠性及适用性进行规范化评价;共识专家组成员基于临床实践与专业经验,提出关键临床问题,参与证据解读与讨论,并在充分交流的基础上形成共识意见

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- 中华医学会眼科学分会眼整形眼眶病学组,中华医学会内分泌学分会甲状腺学组.中国甲状腺相关眼病诊断和治疗指南(2022 年)[J].中华眼科杂志,2022,58(9):646-668. DOI: 10.3760/cma.j.cn112142-20220421-00201.
- Bartalena L, Kahaly GJ, Baldeschi L, et al. The 2021 European Group on Graves' Orbitopathy (EUGOGO) clinical practice guidelines for the medical management of Graves' orbitopathy[J]. Eur J Endocrinol, 2021, 185(4): G43-G67. DOI: 10.1530/EJE-21-0479.
- Burch HB, Perros P, Bednarczuk T, et al. Management of thyroid eye disease: a consensus statement by the American Thyroid Association and the European Thyroid Association[J]. Thyroid, 2022, 32(12): 1439-1470. DOI: 10.1089/thy.2022.0251.
- Bahn RS. Graves' ophthalmopathy[J]. N Engl J Med, 2010, 362(8):726-738. DOI: 10.1056/NEJMra0905750.
- Bartalena L, Tanda ML. Current concepts regarding Graves' orbitopathy[J]. J Intern Med, 2022, 292(5): 692-716. DOI: 10.1111/joim.13524.
- Smith TJ, Janssen J. Insulin-like growth factor-I receptor and thyroid-associated ophthalmopathy[J]. Endocr Rev, 2019, 40(1):236-267. DOI: 10.1210/er.2018-00066.
- Taylor PN, Zhang L, Lee R, et al. New insights into the pathogenesis and nonsurgical management of Graves orbitopathy[J]. Nat Rev Endocrinol, 2020, 16(2):104-116. DOI: 10.1038/s41574-019-0305-4.
- Wiersinga WM, Eckstein AK, Žarković M. Thyroid eye disease (Graves' orbitopathy): clinical presentation, epidemiology, pathogenesis, and management[J]. Lancet Diabetes Endocrinol, 2025, 13(7):600-614. DOI: 10.1016/S2213-8587(25)00066-X.
- Tanenbaum RE, Lobo R, Kahana A, et al. Advances in magnetic resonance imaging of orbital disease[J]. Can J Ophthalmol, 2022, 57(4): 217-227. DOI: 10.1016/j.jco.2021.04.025.
- Zhang H, Lu T, Liu Y, et al. Application of quantitative MRI in thyroid eye disease: imaging techniques and clinical practices[J]. J Magn Reson Imaging, 2024, 60(3):827-847. DOI: 10.1002/jmri.29114.
- 林晨怡,周慧芳,姜梦达,等.核磁共振成像在甲状腺相关眼病分级分期中的应用进展[J].临床眼科杂志,2020,28(3): 279-283. DOI: 10.3969/j.issn.1006-8422.2020.03.025.
- Zhang H, Wu S, Hu S, et al. Prediction models of intravenous glucocorticoids therapy response in thyroid eye disease[J]. Eur Thyroid J, 2024, 13(4):e240122. DOI: 10.1530/ETJ-24-0122.
- Vaishnav YJ, Mawn LA. Magnetic resonance imaging in the management of thyroid eye disease: a systematic review [J]. Ophthalmic Plast Reconstr Surg, 2023, 39(6S): S81-S91. DOI: 10.1097/IOP.0000000000002511.
- Siakallis LC, Uddin JM, Mischke KA. Imaging investigation of thyroid eye disease[J]. Ophthalmic Plast Reconstr Surg, 2018, 34(4S Suppl 1): S41-S51. DOI: 10.1097/IOP.0000000000001139.
- 夏多金,张海扬,宋雪霏,等.甲状腺眼病的眼外肌影像定量参数研究与应用进展[J].数字医学与健康,2024,2(4): 263-269. DOI: 10.3760/cma.j.cn101909-20240514-00104.
- OCEBM Levels of Evidence Working Group. The Oxford 2011 levels of evidence[EB/OL]. (2011) [2026-03-01]. <https://www.cebm.ox.ac.uk/resources/levels-of-evidence/ocebml-levels-of-evidence>.
- 中华医学会神经外科学分会,中华医学会眼科学分会眼整形眼眶病学组.中国成人颅眶重建修复材料及应用专家共识(2023 版)[J].中华医学杂志,2023,103(2):101-110. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20220929-02051.
- 王振常,鲜军舫.头颈部影像学:眼科卷[M].北京:人民卫生出版社,2014.
- 中华医学会放射学分会头颈学组.眼部 CT 和 MRI 检查及诊断专家共识[J].中华放射学杂志,2017,51(9):648-653. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2017.09.004.
- Pedrosa I, Altman DA, Dillman JR, et al. American College of Radiology Manual on MR Safety: 2024 update and revisions[J]. Radiology, 2025, 315(1): e241405. DOI: 10.1148/radiol.241405.
- Herrick RC, Hayman LA, Taber KH, et al. Artifacts and pitfalls in MR imaging of the orbit: a clinical review[J]. Radiographics, 1997, 17(3): 707-724. DOI: 10.1148/radiographics.17.3.9153707.
- Copeland A, Silver E, Korja R, et al. Infant and child MRI: a review of scanning procedures[J]. Front Neurosci, 2021, 15:666020. DOI: 10.3389/fnins.2021.666020.
- 杨正汉,冯逢,王霄英.磁共振成像技术指南[M].北京:人民军医出版社,2010.
- Nagesh CP, Rao R, Hiremath SB, et al. Magnetic resonance imaging of the orbit, Part 1: basic principles and



- radiological approach[J]. *Indian J Ophthalmol*, 2021, 69(10):2574-2584. DOI: 10.4103/ijo.IJO_3141_20.
- [25] Ollitrault A, Charbonneau F, Herdan ML, et al. Dixon-T2WI magnetic resonance imaging at 3 tesla outperforms conventional imaging for thyroid eye disease[J]. *Eur Radiol*, 2021, 31(7): 5198-5205. DOI: 10.1007/s00330-020-07540-y.
- [26] Politi LS, Godi C, Cammarata G, et al. Magnetic resonance imaging with diffusion-weighted imaging in the evaluation of thyroid-associated orbitopathy: getting below the tip of the iceberg[J]. *Eur Radiol*, 2014, 24(5): 1118-1126. DOI: 10.1007/s00330-014-3103-3.
- [27] Xia D, Chew SP, Zhang H, et al. Contrast-enhanced orbital MRI for activity assessment and treatment response prediction in thyroid eye disease[J]. *Eur J Radiol*, 2025, 188:112136. DOI: 10.1016/j.ejrad.2025.112136.
- [28] Ott M, Breiter N, Albrecht CF, et al. Can contrast enhanced MRI predict the response of Graves' ophthalmopathy to orbital radiotherapy? [J]. *Br J Radiol*, 2002, 75(894): 514-517. DOI: 10.1259/bjr.75.894.750514.
- [29] Jiang M, Song X, Zhang H, et al. The combination of T2-mapping value of lacrimal gland and clinical indicators can improve the stage prediction of Graves' ophthalmopathy compared to clinical activity scores[J]. *Endocrine*, 2022, 78(2): 321-328. DOI: 10.1007/s12020-022-03167-9.
- [30] Ge Q, Zhang X, Wang L, et al. Quantitative evaluation of activity of thyroid-associated ophthalmopathy using short-tau inversion recovery (STIR) sequence[J]. *BMC Endocr Disord*, 2021, 21(1): 226. DOI: 10.1186/s12902-021-00895-3.
- [31] 章姚丽, 李新宇, 张菁, 等. 临床活动评分与眼眶核磁共振 T2 评估甲状腺相关眼病炎症活动[J]. *临床眼科杂志*, 2020, 28(3): 264-267. DOI: 10.3969/j. issn. 1006-8422.2020. 03.019.
- [32] Zhang H, Liu Y, Jiang M, et al. Optic nerve compression associated with visual cortex functional alteration in dysthyroid optic neuropathy: a combined orbital and brain imaging study[J]. *CNS Neurosci Ther*, 2024, 30(7): e14820. DOI: 10.1111/cns.14820.
- [33] Song C, Luo Y, Huang W, et al. Extraocular muscle volume index at the orbital apex with optic neuritis: a combined parameter for diagnosis of dysthyroid optic neuropathy [J]. *Eur Radiol*, 2023, 33(12): 9203-9212. DOI: 10.1007/s00330-023-09848-x.
- [34] Li R, Li J, Wang Z. Quantitative assessment of the intraorbital segment of the optic nerve in patients with thyroid orbitopathy using diffusion tensor imaging[J]. *Acta Radiol*, 2023, 64(2): 725-731. DOI: 10.1177/02841851221082419.
- [35] Zhai L, Li F, Luo B, et al. Fat-suppression T2 relaxation time and water fraction predict response to intravenous glucocorticoid therapy for thyroid-associated ophthalmopathy[J]. *Eur Radiol*, 2025, 35(2): 957-967. DOI: 10.1007/s00330-024-10868-4.
- [36] Higashiyama T, Nishida Y, Morino K, et al. Use of MRI signal intensity of extraocular muscles to evaluate methylprednisolone pulse therapy in thyroid-associated ophthalmopathy[J]. *Jpn J Ophthalmol*, 2015, 59(2): 124-130. DOI: 10.1007/s10384-014-0365-x.
- [37] Chen L, Gao S, Yuan Q, et al. FOCUS-MUSE DWI outperforms MUSE and FOCUS DWIs in orbital imaging quality and staging thyroid-associated ophthalmopathy [J]. *Insights Imaging*, 2025, 16(1): 246. DOI: 10.1186/s13244-025-02129-9.
- [38] Fu Q, Liu D, Ma H, et al. Turbo gradient and spin-echo BLADE-DWI for extraocular muscles in thyroid-associated ophthalmopathy[J]. *J Clin Med*, 2023, 12(1):344. DOI: 10.3390/jcm12010344.
- [39] Wang Y, Cui Y, Dai J, et al. Prospective comparison of FOCUS MUSE and single-shot echo-planar imaging for diffusion-weighted imaging in evaluating thyroid-associated ophthalmopathy[J]. *Korean J Radiol*, 2024, 25(10):913-923. DOI: 10.3348/kjr.2024.0177.
- [40] Feeney C, Lingam RK, Lee V, et al. Non-EPI-DWI for detection, disease monitoring, and clinical decision-making in thyroid eye disease[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2020, 41(8):1466-1472. DOI: 10.3174/ajnr.A6664.
- [41] 刘俊, 许晓泉, 吴飞云. RS-EPI 与 SS-EPI 序列在眼眶弥散加权成像中的对照研究[J]. *中国医学影像技术*, 2017, 33(6): 872-875. DOI: 10.13929/j.1003-3289.201609023.
- [42] Wu D, Zhu H, Hong S, et al. Utility of multi-parametric quantitative magnetic resonance imaging of the lacrimal gland for diagnosing and staging Graves' ophthalmopathy [J]. *Eur J Radiol*, 2021, 141: 109815. DOI: 10.1016/j.ejrad.2021.109815.
- [43] Das T, Roos J, Patterson AJ, et al. T2-relaxation mapping and fat fraction assessment to objectively quantify clinical activity in thyroid eye disease: an initial feasibility study [J]. *Eye (Lond)*, 2019, 33(2): 235-243. DOI: 10.1038/s41433-018-0304-z.
- [44] Hu H, Pu XY, Zhou J, et al. Determining disease activity and glucocorticoid response in thyroid-associated ophthalmopathy: preliminary study using dynamic contrast-enhanced MRI[J]. *Korean J Radiol*, 2024, 25(12): 1070-1082. DOI: 10.3348/kjr.2024.0335.
- [45] Jiang H, Wang Z, Xian J, et al. Evaluation of rectus extraocular muscles using dynamic contrast-enhanced MR imaging in patients with Graves' ophthalmopathy for assessment of disease activity[J]. *Acta Radiol*, 2012, 53(1): 87-94. DOI: 10.1258/ar.2011.110431.
- [46] Zhou J, Yuan Q, Pu XY, et al. Multiparametric MRI for diagnosing dysthyroid optic neuropathy: added value of magnetization transfer imaging[J]. *Korean J Radiol*, 2025, 26(7):704-715. DOI: 10.3348/kjr.2024.1188.
- [47] Liu P, Luo B, Zhai LH, et al. Multi-parametric diffusion tensor imaging of the optic nerve for detection of dysthyroid optic neuropathy in patients with thyroid-associated ophthalmopathy[J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2022, 13: 851143. DOI: 10.3389/fendo.2022.851143.
- [48] Han JS, Seo HS, Lee YH, et al. Fractional anisotropy and diffusivity changes in thyroid-associated orbitopathy[J]. *Neuroradiology*, 2016, 58(12):1189-1196. DOI: 10.1007/s00234-016-1764-0.
- [49] Chen HH, Hu H, Chen W, et al. Thyroid-associated orbitopathy: evaluating microstructural changes of extraocular muscles and optic nerves using readout-segmented echo-planar imaging-based diffusion tensor imaging[J]. *Korean J Radiol*, 2020, 21(3):332-340. DOI: 10.3348/kjr.2019.0053.



- [50] Jain AP, Gellada N, Ugradar S, et al. Teprotumumab reduces extraocular muscle and orbital fat volume in thyroid eye disease[J]. *Br J Ophthalmol*, 2022, 106(2): 165-171. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2020-317806.
- [51] Shen J, Jiang W, Luo Y, et al. Establishment of magnetic resonance imaging 3D reconstruction technology of orbital soft tissue and its preliminary application in patients with thyroid-associated ophthalmopathy[J]. *Clin Endocrinol (Oxf)*, 2018, 88(5): 637-644. DOI: 10.1111/cen.13564.
- [52] Wang Y, Cui Y, Cheng Y, et al. Rapid multiparametric quantitative MRI for predicting the activity of thyroid-associated ophthalmopathy: combination with clinical characteristics[J]. *Eur Radiol*, 2025, 35(12): 7752-7764. DOI: 10.1007/s00330-025-11691-1.
- [53] Nugent RA, Belkin RI, Neigel JM, et al. Graves orbitopathy: correlation of CT and clinical findings[J]. *Radiology*, 1990, 177(3):675-682. DOI: 10.1148/radiology.177.3.2243967.
- [54] 杨梅, 杜白雪, 王钰娇, 等. 2170 例眼外肌受累甲状腺相关眼病的临床分析[J]. *四川大学学报(医学版)*, 2021, 52(3): 510-515. DOI: 10.12182/20210560507.
- [55] Chang CH, Lai CC. Coca-Cola bottle sign in thyroid-associated ophthalmopathy[J]. *QJM*, 2025, 118(8): 607. DOI: 10.1093/qjmed/hcaf046.
- [56] 许祖星, 薛哲, 边祥兵, 等. 基于 MRI 的成人突眼度参考范围的建立及在甲状腺眼病患者中 MRI 与 Hertel 法测定突眼度的一致性评价[J]. *中华医学杂志*, 2025, 105(13): 1017-1022. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20241118-02579.
- [57] Xu L, Li L, Xie C, et al. Thickness of extraocular muscle and orbital fat in MRI predicts response to glucocorticoid therapy in Graves' ophthalmopathy[J]. *Int J Endocrinol*, 2017, 2017:3196059. DOI: 10.1155/2017/3196059.
- [58] 陈露, 胡昊, 陈文, 等. 常规 MRI 泪腺结构定量测量在甲状腺相关眼病激素治疗疗效预测中的价值[J]. *放射学实践*, 2021, 36(6): 728-732. DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2021.06.007.
- [59] Gagliardo C, Radellini S, Morreale B, et al. Lacrimal gland herniation in Graves ophthalmopathy: a simple and useful MRI biomarker of disease activity[J]. *Eur Radiol*, 2020, 30(4): 2138-2141. DOI: 10.1007/s00330-019-06570-5.
- [60] Wong N, Yuen K, Aljufairi F, et al. Magnetic resonance imaging parameters on lacrimal gland in thyroid eye disease: a systematic review and meta-analysis[J]. *BMC Ophthalmol*, 2023, 23(1): 347. DOI: 10.1186/s12886-023-03008-x.
- [61] Rana K, Garg D, Patel S, et al. Imaging of dysthyroid optic neuropathy[J]. *Eur J Ophthalmol*, 2024, 34(5):1346-1354. DOI: 10.1177/11206721231199367.
- [62] Lee MJ, Verma R, Hamilton BE, et al. The utility of orbital imaging in the evaluation of orbital disease[J]. *PLoS One*, 2024, 19(8): e0308528. DOI: 10.1371/journal.pone.0308528.
- [63] Lee MJ, Hamilton BE, Pettersson D, et al. Radiologic imaging shows variable accuracy in diagnosing orbital inflammatory disease and assessing its activity[J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1):21875. DOI: 10.1038/s41598-020-78830-0.
- [64] De Wyngaert R, Casteels I, Demaerel P. Orbital and anterior visual pathway infection and inflammation[J]. *Neuroradiology*, 2009, 51(6): 385-396. DOI: 10.1007/s00234-009-0505-z.
- [65] Ang T, Tong JY, Patel S, et al. Differentiation of bacterial orbital cellulitis and diffuse non-specific orbital inflammation on magnetic resonance imaging[J]. *Eur J Ophthalmol*, 2025, 35(2): 727-733. DOI: 10.1177/11206721241272227.
- [66] 王振常, 鲜军舫. 中华影像医学·头颈部卷(第3版)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2019.
- [67] Lee MJ, Planck SR, Choi D, et al. Non-specific orbital inflammation: current understanding and unmet needs[J]. *Prog Retin Eye Res*, 2021, 81:100885. DOI: 10.1016/j.preteyeres.2020.100885.
- [68] Wu KY, Kulbay M, Daigle P, et al. Nonspecific orbital inflammation (NSOI): unraveling the molecular pathogenesis, diagnostic modalities, and therapeutic interventions[J]. *Int J Mol Sci*, 2024, 25(3): 1553. DOI: 10.3390/ijms25031553.
- [69] 中华医学会眼科学分会眼整形眼眶病学组, 中华医学会风湿病学分会. IgG4 相关眼病诊治专家共识(2024 版)[J]. *中华医学杂志*, 2024, 104(40):3726-3735. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20240814-01870.
- [70] Mafee MF, Dorodi S, Pai E. Sarcoidosis of the eye, orbit, and central nervous system. Role of MR imaging[J]. *Radiol Clin North Am*, 1999, 37(1): 73-87, x. DOI: 10.1016/s0033-8389(5)70079-8.
- [71] 首都医科大学眼部肿瘤临床诊疗与研究中心, 中华医学会放射学分会头颈学组. 眼眶肿瘤和肿瘤样病变 3.0 T MR 检查与诊断专家共识[J]. *中华放射学杂志*, 2021, 55(10): 1008-1023. DOI: 10.3760/cma.j.cn112149-20210609-00548.
- [72] Inarejos Clemente EJ, Navallas M, Barber Martínez de la Torre I, et al. MRI of rhabdomyosarcoma and other soft-tissue sarcomas in children[J]. *Radiographics*, 2020, 40(3):791-814. DOI: 10.1148/rg.2020190119.
- [73] Togashi K, Nishitsuka K, Hayashi S, et al. Metastatic orbital tumor from breast ductal carcinoma with neuroendocrine differentiation initially presenting as ocular symptoms: a case report and literature review[J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2021, 12: 625663. DOI: 10.3389/fendo.2021.625663.
- [74] Chen CC, Chang PC, Shy CG, et al. CT angiography and MR angiography in the evaluation of carotid cavernous sinus fistula prior to embolization: a comparison of techniques[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2005, 26(9):2349-2356.

