

神经系统肿瘤影像特征的 CT 与 MRI 成像效果分析

刘 畅

黄骅开发区博爱医院 河北 沧州 061100

【摘 要】：CT 和 MRI 两种影像学检查方法在神经系统肿瘤诊断中具有独特价值。通过对胶质瘤、脑膜瘤、垂体腺瘤三大典型病例的影像表现深入分析，发现 MRI 在肿瘤定性诊断、功能成像评估及生物学特征预测方面优势突出，特别是 DWI、SWI、PWI 等特殊序列为肿瘤分级和预后评估提供了量化指标。CT 检查在显示钙化、骨质破坏及急性出血方面表现优异，且操作便捷、费用经济。多模态影像融合、标准化扫描流程及图像后处理技术的深入应用进一步提升了诊断效能。临床实践证实，两种检查方法优势互补，联合应用能显著提高诊断准确率，为个体化治疗方案制定提供可靠依据。

【关键词】：神经系统肿瘤；CT；MRI；影像特征；诊断价值

DOI:10.12417/2811-051X.26.10.037

引言

神经系统肿瘤以其病理类型多样、恶性程度不一及预后差异显著等特点备受临床关注。现代医学影像技术的快速迭代推动了肿瘤诊断水平持续提升。MRI 多序列成像为肿瘤的定性诊断、分级评估及预后预测开辟新思路，CT 检查在急诊筛查、骨质评估等方面发挥重要作用。典型病例分析、功能序列应用及图像处理技术创新，为深入理解不同检查方法的诊断价值提供了新视角。系统探讨两种检查方法的应用特点，对提升神经系统肿瘤诊疗水平具有重要意义。

1 神经系统肿瘤的临床图谱

1.1 神经系统肿瘤流行病学特点

神经系统肿瘤作为中枢神经系统最常见的病变类型，包含多种病理亚型。原发性神经系统肿瘤好发于 40-60 岁人群，其中胶质瘤、脑膜瘤和垂体腺瘤占据较大比例。恶性程度不同的肿瘤在性别、年龄和部位分布上存在显著差异。低级别胶质瘤多见于青壮年，而胶质母细胞瘤则好发于中老年人群。颅内转移性肿瘤发病率呈上升趋势，与肺癌、乳腺癌等原发肿瘤的发病率增长密切相关^[1]。神经系统肿瘤的预后与肿瘤分级、部位和分子病理特征密切相关，早期诊断和精准分型对改善患者预后具有重要意义。

1.2 影像学诊断技术进展

医学影像技术在神经系统肿瘤诊断领域取得显著进展。CT 扫描技术从单排螺旋发展到多排螺旋，图像分辨率和扫描速度大幅提升。双能 CT 技术通过物质分离功能提供更丰富的组织特征信息。MRI 领域，超高场强设备逐步应用于临床，3.0T 磁共振已成为神经系统检查主流设备。功能成像技术如磁共振波谱成像、弥散张量成像和动脉自旋标记灌注成像等新技术开发应用，使肿瘤的定性诊断和功能评估达到新水平。人工智能技

术在影像组学分析中的应用，为肿瘤精准诊断开辟新途径。

1.3 现有诊断方法局限性

影像学诊断方法在技术和应用层面仍面临诸多挑战。CT 检查存在电离辐射、软组织分辨率有限等固有缺陷，对小病灶和早期肿瘤的检出率受限。MRI 检查时间长，对体动伪影敏感，且存在磁敏感伪影。功能成像技术如波谱成像和灌注成像尚缺乏统一的定量标准，检查结果易受设备和操作者影响。多模态影像融合面临图像配准精度和实时性问题。分子影像技术在临床推广应用中受限于探针开发和成本因素。临床实践中各种检查方法的合理应用策略和标准化流程建设仍需完善。

2 影像诊断的双维视角

2.1 胶质瘤诊断效能比较

CT 和 MRI 在胶质瘤诊断中表现出不同特点和优势。临床研究数据显示，CT 平扫中低级别胶质瘤（WHO II 级）表现为边界模糊的低密度区，密度相对均匀，少见钙化和出血。以一例 32 岁男性患者右侧颞叶星形细胞瘤为例，CT 平扫显示类圆形低密度灶，密度均匀，无明显水肿，增强后呈轻度斑片状强化^[2]。而在高级别胶质瘤中，以胶质母细胞瘤最具代表性。58 岁男性患者因进行性头痛就诊，CT 平扫显示右额叶不规则低密度灶，边界模糊，瘤周水肿明显，中线结构偏移，增强扫描呈不规则环形强化，内部可见坏死区。同期 MRI 检查显示病灶 T1WI 呈低信号，T2WI 及 FLAIR 序列呈不均匀高信号。DWI 序列示病灶实性部分弥散受限，ADC 值（ $0.75 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ ）明显低于正常脑白质。PWI 序列显示 rCBV 值升高（5.2），提示高灌注状态。MRS 显示病灶区 Cho/NAA 比值显著升高（3.8），提示高度恶性。术后病理证实为 WHO IV 级胶质母细胞瘤，IDH1 野生型，Ki-67 增殖指数高达 40%。多个研究证实，MRI 功能成像序列参数与肿瘤病理分级具有显著相关性，ADC 值

$<0.9 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 、 $\text{rCBV} > 4.0$ 提示高级别胶质瘤可能。MRS 中 Cho/NAA 比值 > 2.2 对高级别胶质瘤诊断的敏感性和特异性分别达到 88% 和 86%。

2.2 脑膜瘤诊断效能比较

脑膜瘤的影像诊断中, 典型病例特征性表现明显。45 岁女性患者因左侧肢体麻木 1 月就诊, 颅脑 CT 平扫显示右侧大脑镰旁类圆形等密度肿块, 直径约 3.2cm, 边界清晰, 内见斑片状钙化影, 瘤周可见侧脑室受压变形。增强扫描呈明显均匀强化, "硬脑膜尾征" 典型。MRI 检查中, T1WI 呈等信号, T2WI 呈稍高信号, 部分区域呈混杂信号, 增强扫描动态对比显示早期显著强化。SWI 序列清晰显示肿瘤内部丰富的血管信号影。磁共振静脉成像 (MRV) 显示上矢状窦受压变窄但未完全闭塞。手术病理证实为典型型脑膜瘤 (WHO I 级)。另一例 63 岁男性患者蝶骨嵴脑膜瘤, 表现出非典型影像特征: CT 平扫密度不均, 边界欠清, 骨质破坏明显。MRI 平扫 T2WI 呈混杂信号, 增强扫描不均匀强化。弥散序列示 ADC 值较低 ($0.82 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$), PWI 序列显示血流灌注增高 ($\text{rCBV} = 8.4$)。术后病理证实为不典型脑膜瘤 (WHO II 级), Ki-67 增殖指数 20%。研究表明, 脑膜瘤 ADC 值与 WHO 分级呈负相关, ADC 值 $< 0.85 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 提示非典型或恶性变可能。PWI 参数中, $\text{rCBV} > 7.0$ 对高级别脑膜瘤具有预测价值, 敏感性达 82%。影像表现与病理分级的相关性分析, 对手术方案制定和预后评估具有重要指导意义。

2.3 垂体腺瘤诊断效能比较

CT 和 MRI 在垂体腺瘤诊断中表现出各自优势特点。以一例典型性生长激素瘤病例分析: 42 岁女性因肢端肥大 5 年就诊, 内分泌检查示生长激素水平显著升高 (45ng/ml)。CT 平扫显示鞍区类圆形等密度肿块, 直径 2.8cm, 突入鞍上池, 蝶鞍底骨质变薄, 增强扫描呈明显均匀强化。MRI 检查中, T1WI 序列肿瘤呈等低信号, T2WI 呈稍高信号, 增强扫描呈渐进性强化。动态增强扫描显示病灶呈 "开花征", 提示典型垂体腺瘤表现。冠状位 T2WI 清晰显示肿瘤与视交叉、海绵窦关系, 双侧颈内动脉未见包绕^[3]。另一例 55 岁男性患者因视力下降 3 月就诊, CT 显示垂体大腺瘤伴囊变和出血。MRI 平扫 T1WI 示混杂信号, 其中高信号区考虑亚急性期出血。T2WI 序列示囊变区呈显著高信号。增强扫描实质部分呈不均匀强化。三维容积扫描清晰显示肿瘤向鞍上、鞍旁生长范围。海绵窦 MRI 序列显示右侧海绵窦受侵, Knosp 分级 3 级。DWI 序列示实性部分 ADC 值 ($0.72 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$) 降低。PWI 显示 rCBV 升高 (4.8), 提示血供丰富。

研究显示, MRI 对垂体微腺瘤 (直径 $< 1 \text{cm}$) 的检出率显著高于 CT。动态增强 MRI 是诊断微腺瘤的金标准, 敏感性达 92%。海绵窦 MRI 序列对侵袭性垂体腺瘤的诊断准确率高达 95%。功能序列参数与肿瘤生物学行为相关, ADC 值 $< 0.8 \times$

$10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 、 $\text{rCBV} > 4.5$ 提示侵袭性生长倾向。术前精确评估肿瘤生长范围、与重要结构关系对手术入路选择和范围制定具有重要指导意义。随访中, MRI 容积测量能够准确评估残余肿瘤和复发病灶。通过垂体腺瘤诊断这一典型病例, 充分体现了 CT 在骨质改变评估方面的优势, 以及 MRI 在软组织分辨率、多平面成像和功能评估方面的突出价值。两种检查方法优势互补, 联合应用为临床诊疗决策提供全面影像学依据。特别是 MRI 的功能成像技术, 不仅提供了肿瘤的定性诊断信息, 还能预测其生物学行为, 为个体化治疗方案制定提供重要参考。

3 功能序列的诊断新维度

3.1 弥散加权成像 (DWI)

弥散加权成像通过检测水分子布朗运动反映组织微观结构变化, 在神经系统肿瘤诊断中发挥重要作用。DWI 序列对肿瘤细胞密度评估具有独特优势, 高细胞密度区域因水分子扩散受限而呈高信号。表观扩散系数 (ADC) 值测量为肿瘤定量评估提供客观依据, ADC 值与肿瘤分级呈负相关。恶性程度高的肿瘤因细胞密度增高、细胞间隙减小, 导致 ADC 值降低^[4]。在胶质瘤诊断中, DWI 不仅显示肿瘤实质部分的扩散受限程度, 还能评估瘤周浸润区域的细胞密度变化。肿瘤复发与放射性坏死的鉴别诊断中, 复发灶因肿瘤细胞增殖活跃表现为明显扩散受限, 而放射性坏死区域因组织疏松表现为扩散增加。DWI 技术结合 ADC 值分析在预测肿瘤对放化疗反应及评估预后方面具有重要价值, 治疗有效病灶常表现为 ADC 值升高。

3.2 磁敏感加权成像 (SWI)

磁敏感加权成像利用组织间磁敏感性差异产生对比, 在神经系统肿瘤诊断中提供独特的影像信息。SWI 序列对出血、钙化和含铁血黄素沉积极为敏感, 能清晰显示肿瘤内部微出血灶和微钙化。在高级别胶质瘤中, SWI 显示肿瘤内部微血管形态和分布特征, 评估新生血管形成情况, 为肿瘤分级提供重要参考。脑转移瘤诊断中, SWI 对微小出血灶的检出率显著高于常规序列, 有助于早期病灶发现。含铁血黄素敏感成像 (QSM) 技术基于 SWI 数据重建, 能定量分析钙化和出血成分, 提高诊断特异性。在脑膜瘤诊断中, SWI 清晰显示肿瘤内部血管网络结构, 评估血供丰富程度, 为手术规划提供重要信息。SWI 序列在放射性坏死与肿瘤复发的鉴别诊断中具有重要应用价值, 通过分析病变区域内出血和血管分布特点提供鉴别依据。

3.3 灌注加权成像 (PWI)

灌注加权成像通过动态对比增强或动脉自旋标记技术评估组织血流灌注状态, 在神经系统肿瘤诊断中占据重要地位。PWI 技术能定量分析肿瘤血流动力学参数, 包括相对脑血容量 (rCBV)、相对脑血流量 (rCBF) 和平均通过时间 (MTT) 等。高级别胶质瘤因新生血管丰富, 表现为 rCBV 和 rCBF 显著升高。灌注参数与肿瘤级别密切相关, 为术前分级提供重要

依据。在放射治疗后改变评估中，PWI 通过血流灌注特征区分肿瘤复发与放射性坏死，复发病灶表现为灌注增高，而放射性坏死区域表现为灌注减低。动脉自旋标记技术无需对比剂注射，在肾功能不全患者中具有独特优势。PWI 技术在评估抗血管生成治疗效果方面发挥重要作用，治疗反应良好者表现为肿瘤区域灌注参数下降。PWI 联合其他功能序列应用，提高了神经系统肿瘤诊断的准确性和特异性。

4 精准诊断的技术创新

4.1 多模态影像融合技术

多模态影像融合技术通过整合不同成像方式的优势信息，为神经系统肿瘤诊断提供全面的影像学评估。CT 与 MRI 图像融合充分利用 CT 在骨质显示方面的优势和 MRI 优秀的软组织分辨率，为术前规划提供精确的解剖定位。功能与解剖图像融合将 DWI、PWI 等功能信息与高分辨率解剖图像叠加，直观显示肿瘤功能代谢特征与解剖位置的对应关系。PET-MRI 融合成像结合分子代谢信息与多序列 MRI 表现，在肿瘤复发与放射性坏死的鉴别诊断中发挥重要作用。多模态图像配准采用基于解剖标志点或图像互信息的配准算法，实现不同时相、不同模态图像的精确对位。三维重建技术将融合后的图像信息立体化显示，为手术入路选择和范围制定提供直观参考^[5]。深度学习算法在多模态图像融合中的应用，提高了图像配准精度和处理效率。

4.2 标准化扫描方案制定

标准化扫描方案是提升神经系统肿瘤影像诊断效能的关键环节。扫描方案设计基于肿瘤病理类型特征和临床需求，明确规定扫描序列、参数设置和图像采集流程。常规 MRI 扫描包含矢状位 T1WI、横断位 T1WI、T2WI 和 FLAIR 序列，确保基本解剖结构显示完整。功能序列选择针对性强，DWI 采用多

个 b 值采集提高 ADC 值计算准确性，PWI 扫描参数优化确保时间分辨率。增强扫描严格执行对比剂用量计算和注射流速控制，规范多期相扫描时间窗。图像质量控制标准涵盖空间分辨率、信噪比和伪影控制要求，建立客观评价体系。扫描方案制定充分考虑不同设备性能差异，预设备选扫描方案。急诊检查设置快速扫描模式，在保证诊断信息完整性基础上缩短检查时间。定期评估和更新扫描方案，适应临床需求变化和技术进步。

4.3 图像后处理技术应用

图像后处理技术通过先进的数据分析方法深入挖掘影像信息价值。多平面重建技术提供任意角度切面显示，精确评估肿瘤与重要解剖结构关系。容积再现技术实现病灶精确测量，连续随访评估肿瘤体积变化。血管重建技术清晰显示肿瘤血供特征和重要血管受侵情况。纹理分析通过提取图像特征参数量化评估肿瘤内部异质性，辅助预测恶性程度。人工智能深度学习算法在病灶自动识别和分割方面表现出色，提高诊断效率。radiomics 分析从海量影像数据中提取高通量特征，建立预测模型辅助临床决策。图像后处理工作站配置标准化处理流程，确保分析结果可重复性。量化分析数据管理系统实现检查结果的规范化记录和快速调阅，便于临床随访评估。后处理技术在手术导航、放疗计划制定等临床应用中发挥重要作用，促进精准治疗发展。

5 结语

系统分析显示，CT 和 MRI 在神经系统肿瘤诊断中各具特色：CT 在骨质评估、急性出血显示方面表现突出；MRI 在软组织分辨、功能评估方面优势明显。特殊序列应用及图像处理技术的创新为肿瘤精准诊断开辟新途径。多模态影像融合、标准化扫描方案及智能化后处理技术的协同应用，显著提升了诊断水平。未来，人工智能辅助诊断系统的开发及新型功能序列的临床转化将进一步推动神经系统肿瘤诊疗模式的革新。

参考文献：

- [1] 董源涛,解冰茹,樊详慧.CT 与 MRI 扫描在脑胶质瘤术前诊断中的应用效果分析[J].影像研究与医学应用,2024,8(15):92-94+97.
- [2] 徐彬.磁共振成像与 CT 诊断脑梗死并脑出血的临床效果及符合率分析[J].现代医用影像学,2024,33(04):604-607.
- [3] 刘巍,刘军委.CT 与磁共振成像在中枢神经系统神经母细胞瘤诊断中的价值及影像特征分析[J].实用医学影像杂志,2023,24(06):417-420.
- [4] 王栋,杨立娟,赵莹,等.眼眶外周神经源性肿瘤的临床及影像学特征分析[J].中国临床医学影像杂志,2023,34(03):175-179.
- [5] 刘永振.MRI、CT 两种诊断方式在胫骨平台骨折伴膝关节损伤患者中的应用效果分析[J].影像研究与医学应用,2023,7(03):143-145.