

颅内环形强化病变的影像诊断及鉴别诊断思路

柳海斌^{1,2}, 薛路^{1,2}, 柳霖^{1,2*}

¹包头市中心医院影像科, 内蒙古 包头

²内蒙古医科大学临床学院, 内蒙古 包头

收稿日期: 2026年4月13日; 录用日期: 2026年5月7日; 发布日期: 2026年5月15日

摘要

临床诊断常常遇到颅内环形强化病变, 早期准确诊断、临床及时治疗对患者的预后及生活至关重要, 本文总结颅内环形强化病变的影像特征诊断及鉴别诊断, 以期进一步提高医生对该病的认识。

关键词

颅内病变, 环形强化, 鉴别诊断

Imaging Diagnosis and Differential Diagnosis Approach of Intracranial Ring-Enhancing Lesions

Haibin Liu^{1,2}, Lu Xue^{1,2}, Lin Liu^{1,2*}

¹Imaging Department of Baotou Central Hospital, Baotou Inner Mongolia

²Clinical School, Inner Mongolia Medical University, Baotou Inner Mongolia

Received: April 13, 2026; accepted: May 7, 2026; published: May 15, 2026

Abstract

Clinical diagnosis often encounters intracranial ring-enhancing lesions. Early accurate diagnosis and timely clinical treatment are crucial to the prognosis and life of patients. This article

*通讯作者。

summarizes the imaging features, diagnosis, and differential diagnosis of intracranial ring-enhancing lesions, aiming to further improve doctors' understanding of this disease.

Keywords

Intracranial Lesions, Ring Enhancement, Differential Diagnosis

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

颅内环形强化病变病因复杂, 涵盖肿瘤、感染、血管、脱髓鞘、术后改变等, 影像表现相似但治疗与预后差异极大, 精准鉴别具有重要临床价值。

2. 颅内病变环形强化的病理生理基础

颅内病变强化的核心机制包括三方面: 一是病变区域富血供, 局部血流量与血容量增加; 二是血脑屏障(BBB)破坏或先天性缺失, 对比剂外渗; 三是病灶中心为乏血管区、囊变、坏死、出血或感染成分, 无强化, 而病灶边缘因血管增生与血脑屏障破坏呈环形强化。

3. 常见颅内环形强化病变分类

3.1. 肿瘤性病变

恶性星形细胞瘤、胶质母细胞瘤、转移瘤、听神经瘤、颅咽管瘤、囊性脑膜瘤、室管膜瘤等。

3.2. 感染性病变

脑脓肿、脑结核瘤、真菌/寄生虫感染、HIV 相关颅内病变。

3.3. 血管性病变

脑出血吸收期。

3.4. 脱髓鞘病变

多发性硬化、急性播散性脑脊髓炎。

3.5. 术后及放射性损伤

肿瘤术后改变、放射性脑损伤。

4. 常见的环形强化病变影像特征

4.1. 恶性胶质瘤

【病理生理】肿瘤细胞呈浸润性生长, 无完整纤维包膜, 囊壁由杂乱肿瘤组织构成, 因此环壁不规则、厚薄不均、无张力[1]。

影像: 形态不规则、边界不清、浸润生长, 伴明显水肿及囊变坏死。增强呈不规则环形强化, 壁厚薄不均, 可见壁结节(见图 1)。

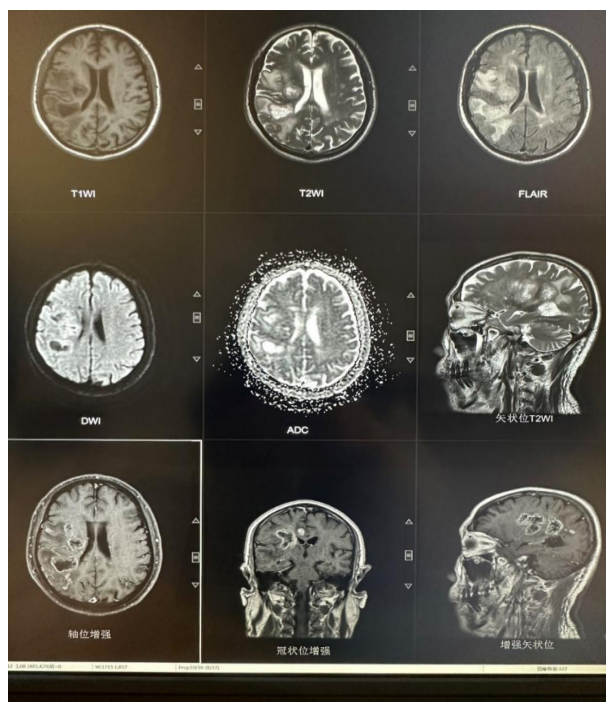


Figure 1. MRI manifestations of malignant glioma
图 1. 恶性胶质瘤影像表现

4.2. 间变性星形细胞瘤

T1WI 呈等低混杂信号，低信号为囊变坏死，等信号为肿瘤实质，占位效应明显，周围见水肿带，FLAIR 呈混杂信号，DWI 呈混杂稍低信号，ADC 呈混杂稍高信号；增强扫描肿瘤实质部分显著强化，呈不规则环状[2] (见图 2)。

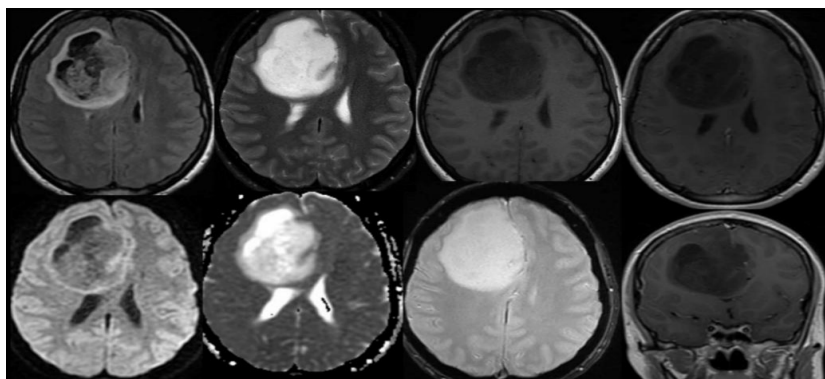


Figure 2. MRI features of anaplastic astrocytoma
图 2. 间变性星形细胞瘤 MRI 表现

4.3. 胶质母细胞瘤

MR 平扫 T1WI 示右颞叶肿瘤呈不均质低信号，肿瘤内坏死和周围水肿呈低信号，FLAIR 肿瘤实质部分呈稍高信号，周围水肿呈高信号，DWI 及 ADC 呈环状混杂信号；MR 增强扫描横断位和矢状位肿瘤实质呈环形强化，环壁较薄，但不规则(见图 3)。

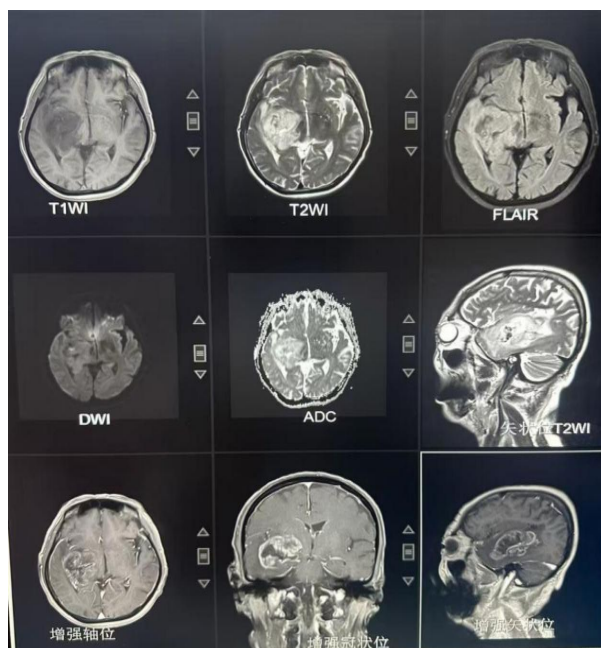


Figure 3. MRI appearance of glioblastoma
图 3. 胶质母细胞瘤 MRI 表现

4.4. 转移瘤

【病理生理】转移瘤多为膨胀性生长，中心快速缺血坏死，边缘由肿瘤细胞与增生血管构成，故环壁较规则、外缘光滑。无感染症状，多以颅高压为首发症状，有原发性恶性肿瘤病史；增强扫描时呈环形强化(见图 4)。

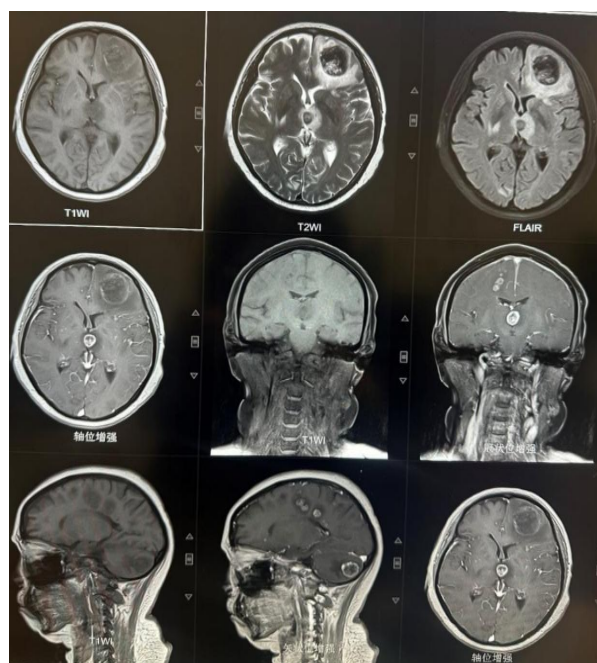


Figure 4. MRI features of brain metastases
图 4. 脑转移瘤 MRI 表现

4.5. 脑脓肿

【病理生理】成熟脓肿形成完整、均匀的纤维包膜，胶原排列规整，因此环壁薄、均匀、光滑、张力高。

脑脓肿包膜形成后，增强扫描均可呈环形强化，典型者环形强化的特点为环壁薄且均匀一致环内外壁均较光整且有张力。不典型脑脓肿的环形强化，环壁也可厚薄不均，不规则或伴有结节状强化，脓肿治疗后，脓腔逐渐缩小，强化的环壁增厚[3] (见图 5)。

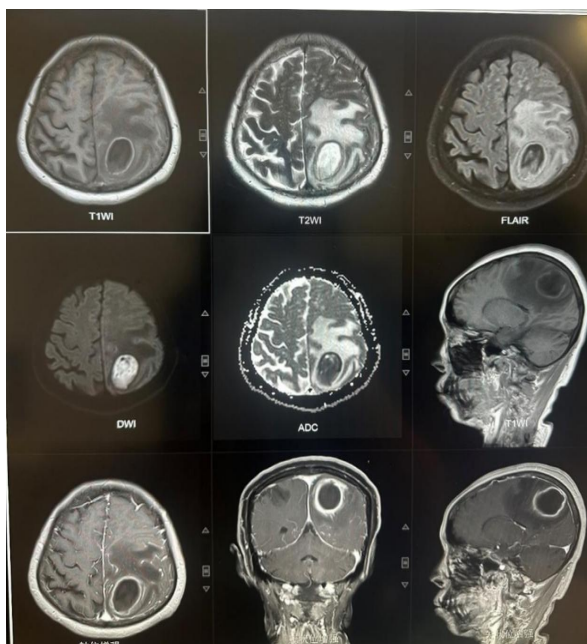


Figure 5. MRI manifestations of brain abscess
图 5. 脑脓肿 MRI 表现

如图为脑脓肿 MR 平扫：T1WI 脓肿内部呈均质低信号，脓肿壁呈双环内环呈等信号，外环低信号，FLAIR 脓肿内部呈稍低信号，外环和周围水肿呈高信号，DWI 脓肿内部呈高信号，ADC 呈低信号；MR 增强扫描呈环形强化，环壁较规则。

4.6. 脑结核瘤

【病理生理】中心干酪样坏死，周围形成肉芽肿性包膜，伴钙化倾向，出现特征性“靶样征”。

脑结核瘤中心出现干酪样坏死时，增强扫描时亦表现为环形强化，与脑脓肿一样，环壁通常厚薄均匀，边界光滑，两者有时难以区别，但结核瘤的环状强化，其中心密度常较脑脓肿高，呈脑组织密度，环内容物有时出现点状钙化或强化，即“靶样征”，是结核瘤的特征性表现[4] (见图 6)。

MR 平扫 T2WI 呈低信号；增强扫描病灶呈环形强化，CT 可见砂砾样钙化。

4.7. 真菌及寄生虫感染

脑内隐球菌感染、念珠菌感染、烟曲霉菌感染、放线菌感染均可在脑内形成脓肿，CT 和 MRI 增强扫描时呈环形强化，此种环形强化与脑脓肿表现相似，常难以区别。

念珠菌性脓肿 CT 增强扫描时脓肿内密度较高，常等于或低于周围脑实质，有助于与细菌性脑脓肿鉴别(见图 7)。

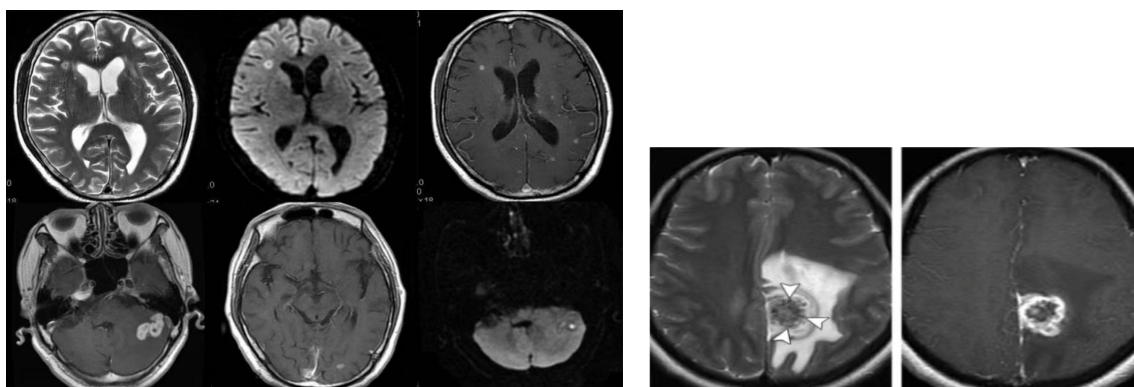


Figure 6. MRI and CT manifestations of brain tuberculoma
图 6. 脑结核瘤 MRI 及 CT 表现

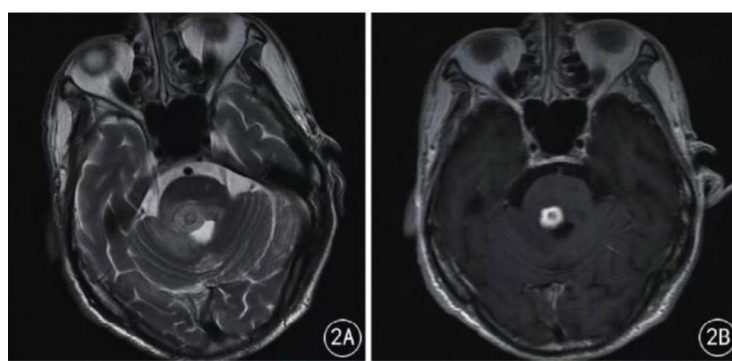


Figure 7. CT manifestations of candidal abscess
图 7. 念珠菌性脓肿 CT 表现

核磁示：脑干可见 T2WI 稍低信号，中心低信号环，增强扫描不规则环形强化。

烟曲霉菌性脑脓肿 环形强化之环壁常较厚且不规则，脑肺吸虫病也可在脑内形成脓肿，增强扫描时呈环形强化。环壁厚薄与脓肿大小有关，脓肿大者环壁厚，脓肿小者环壁厚，典型者常表现为聚集在一处的多环样强化[5] (见图 8)。

核磁增强扫描环形强化，脓肿内可见含梗死脑组织及真菌菌体、菌丝成分，增强扫描不强化。

脑泡型包虫病 可有不规则环形强化，其内部可见强化浅淡细小的分隔影，类似于有“厚沿的筛子” (见图 9)。

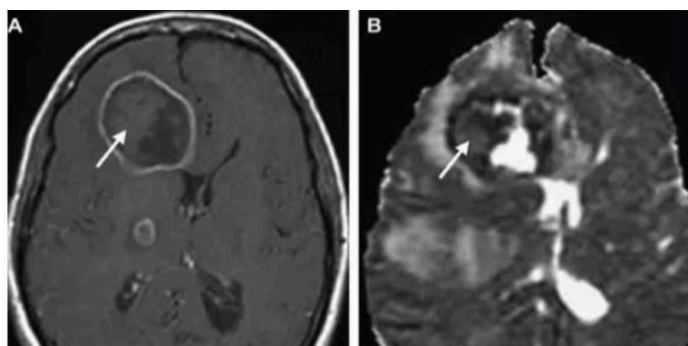


Figure 8. MRI manifestations of brain abscess due to *Aspergillus fumigatus*
图 8. 烟曲霉菌性脑脓肿 MRI 表现

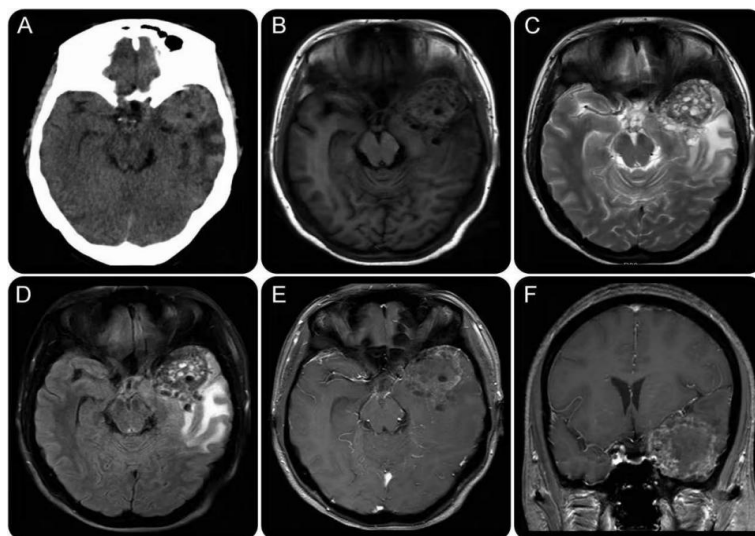


Figure 9. CT and MRI findings of cerebral hydatid disease
图 9. 脑泡型包虫病 CT 及 MRI 表现

CT 不均匀稍高密度，T1WI 稍高信号，中心低信号，T2WI 及 FLAIR 低信号，中心高信号，“筛状”强化。

放线菌性脑脓肿 CT 增强扫描示右侧枕叶环形强化病灶，环壁薄，张力高，环内为均匀低密度，周围水肿呈片状低密度[6]。

脑肺吸虫病 T1WI 呈左侧大脑半球大片不均匀低信号区，期其内见多发等信号环，T2WI 见多发等低信号环，周围见大片高信号水肿区，DWI 环内为高信号，MR 增强见环形强化，环壁较规则。

脑囊虫病 MR 平扫 T1WI 病灶呈低信号，其内头节呈等信号，T2WI 病灶呈高信号，其内头节呈低信号，DWI 病灶呈低信号；MR 增强示该病灶为环形强化，环壁菲薄(见图 10)。

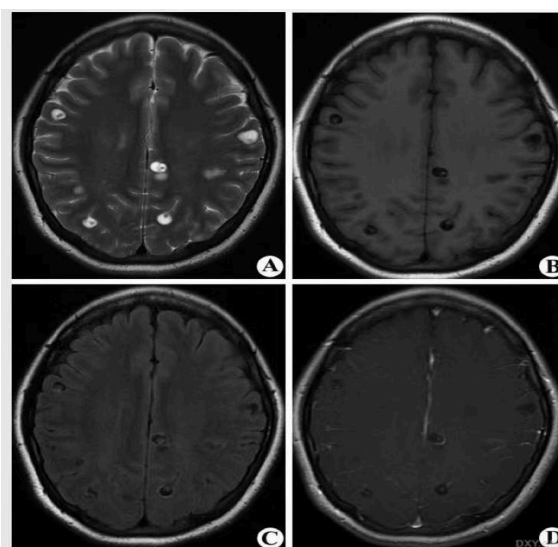


Figure 10. MRI manifestations of cerebral cysticercosis
图 10. 脑囊虫病 MRI 表现

核磁示脑实质内多发囊性病灶，内可见点状头节(囊 + 偏心点征)。

4.8. 脑出血吸收期

【病理生理】出血 1 周后血肿周边肉芽组织增生，新生毛细血管血脑屏障不完善，出现轻中度环形强化，无张力。形态不规则或环不完整，环中心在 CT 扫描时仍为稍高密度或高密度，在核磁 T1W1 上均为高信号[7] (见图 11)。

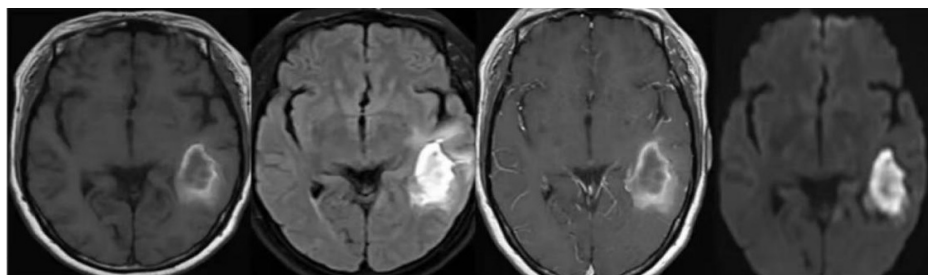


Figure 11. MRI manifestations of cerebral hemorrhage in absorption stage
图 11. 脑出血吸收期 MRI 表现

4.9. 脱髓鞘病变

【病理生理】病灶中心坏死，边缘炎性脱髓鞘与血管增生，形成“开环”：白质侧完整、灰质侧不完整。

多发性硬化、急性播散性脑脊髓炎等脑白质病灶较大时，因病灶内发生坏死，CT 和 MRI 增强扫描也可呈环形强化，但较少见，且脑白质内同时有多发病灶存在。病毒性脑炎和脑梗死偶尔也可呈类环样强化，但 CT 和 MRI 平扫表现与上述其他环形强化病变完全不同[8] (见图 12)。

• 开环状强化

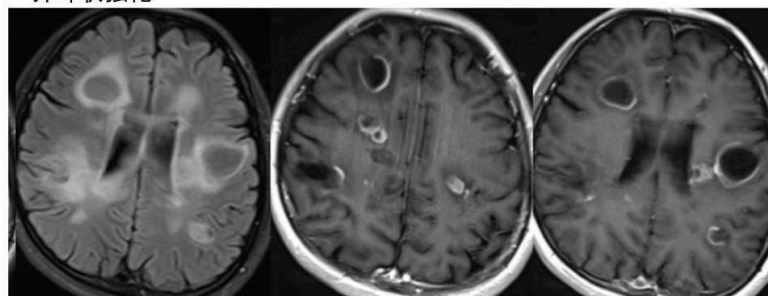


Figure 12. MRI manifestations of open-ring enhancement in multiple sclerosis
图 12. 多发性硬化开环状强化 MRI 表现

多发性硬化(MS)，增强示病灶开环状强化：靠近白质侧环完整，灰质侧不完整。

4.10. 肿瘤术后及放疗后改变

有明确肿瘤术后病史，排除复发(MRS)。环形强化病理：肉芽肿形成、胶质增生或脑膜强化。有明确脑肿瘤放疗病史，环形强化病理：脑组织液化、坏死肉芽肿形成及胶质增生[9] (见图 13)。

核磁可见术区以外位置环形强化病灶。

4.11. 其他囊变肿瘤

颅内肿瘤中心发生囊变坏死时，增强扫描均可表现为环形强化或类环形强化。如囊性脑膜瘤、听神

经瘤囊变、神经母细胞瘤、室管膜瘤、鞍上颅咽管瘤等。

听神经瘤囊变 MRI 示左侧桥小脑角区低信号肿块影，增强扫描可见囊性病变周围薄环样强化(见图 14)。

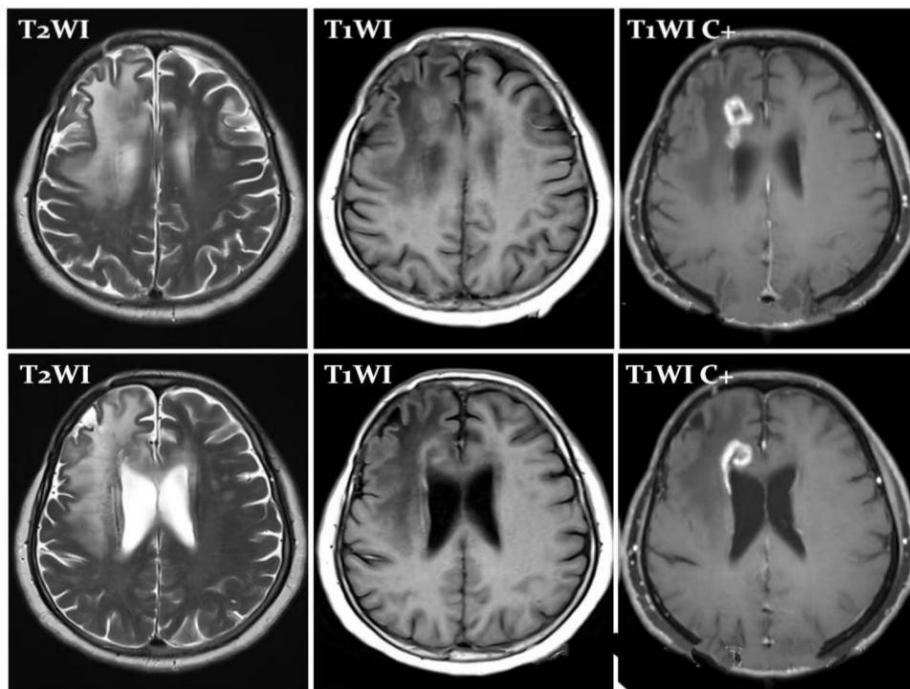


Figure 13. MRI manifestations of changes after brain tumor surgery
图 13. 脑肿瘤术后改变 MRI 表现

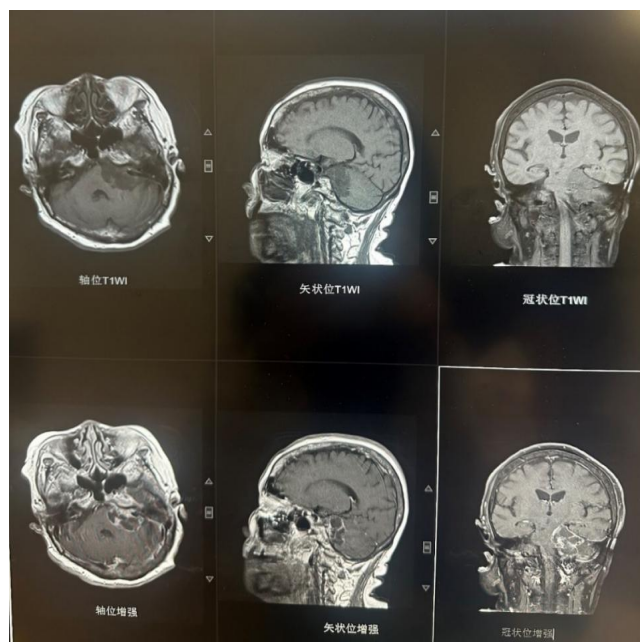


Figure 14. MRI manifestations of cystic vestibular schwannoma
图 14. 听神经瘤囊变 MRI 表现

室管膜瘤囊变 核磁示左侧侧脑室内稍长 T1 长 T2 信号结节，增强扫描轻度强化[10] (见图 15)。

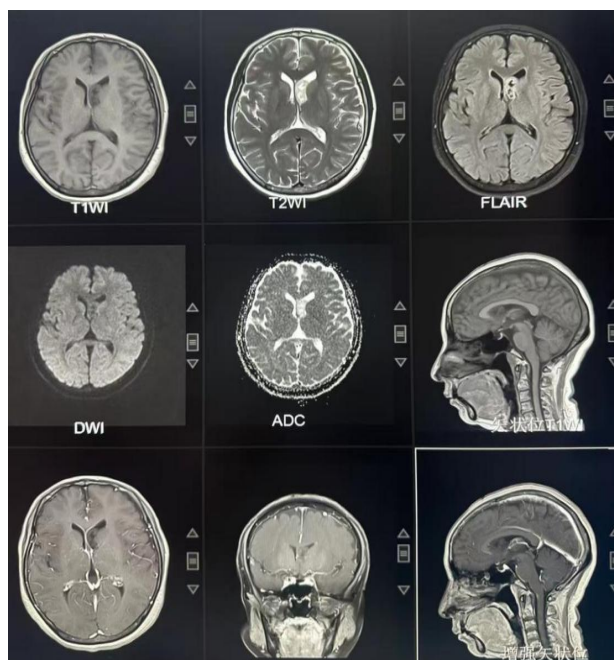


Figure 15. MRI manifestations of cystic ependymoma
图 15. 室管膜瘤囊变 MRI 表现

颅咽管瘤核磁示鞍上囊实性占位，以囊性病灶为主，增强扫描实性部分及囊壁强化(见图 16)。

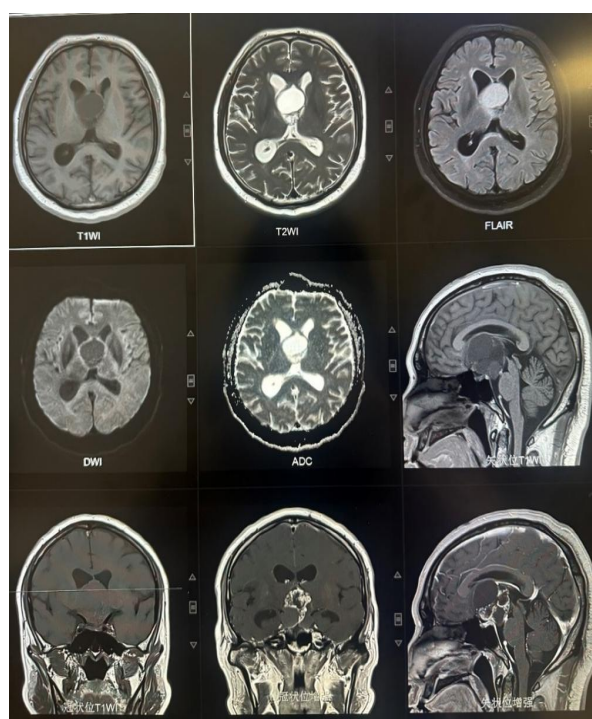


Figure 16. MRI manifestations of craniopharyngioma
图 16. 颅咽管瘤 MRI 表现

囊性脑膜瘤核磁示肿块明显强化，边缘囊性病变无强化，可见“脑膜尾征” [11] (见图 17)。

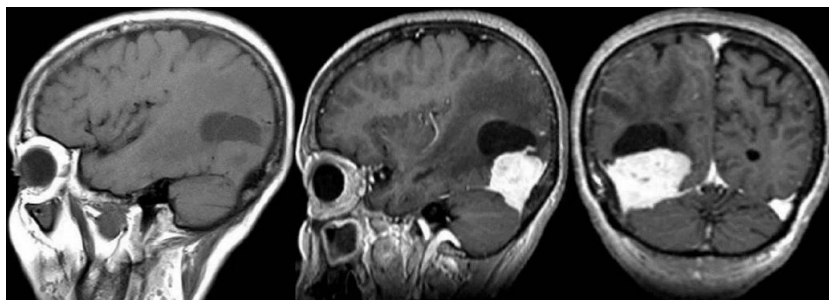


Figure 17. MRI manifestations of cystic meningioma

图 17. 性脑膜瘤 MRI 表现

5. 颅内环形强化病变鉴别诊断

5.1. 脑脓肿 vs. 恶性胶质瘤

胶质瘤：DWI 低信号、ADC 高信号；

脑脓肿：DWI 高信号、ADC 低信号；

环壁较规则的胶质瘤与环形强化的转移瘤鉴别比较困难；一般来说转移瘤周水肿常较胶质瘤显著。有原发肿瘤病史也能提供一定借鉴(见图 18)。

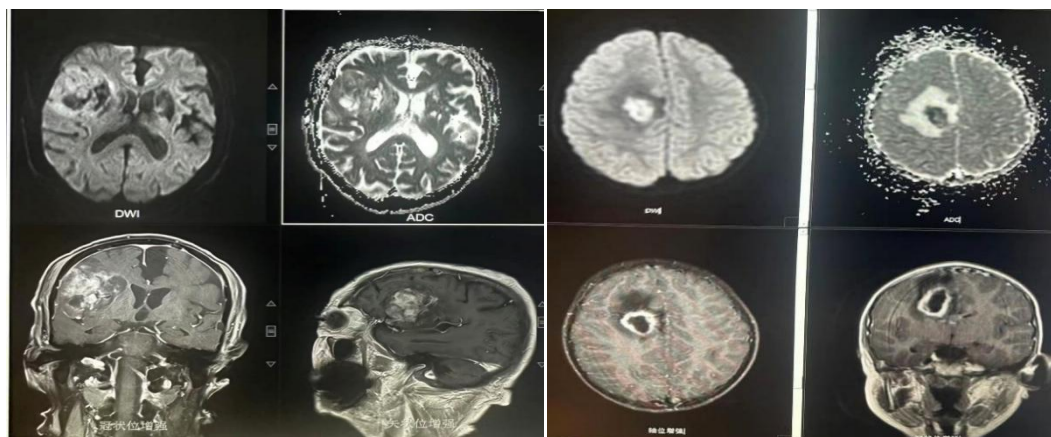


Figure 18. Differential diagnosis of brain abscess and malignant glioma

图 18. 脑脓肿与恶性胶质瘤的鉴别诊断

5.2. 脑脓肿 vs. 转移瘤

转移瘤：DWI 低信号，环规则、水肿重，有肿瘤病史，尤其是有无肺癌和乳腺癌存在。

脑脓肿：伴感染征象，DWI 高信号。

MR 增强扫描横断位及矢状位呈环形强化，环壁不规则(见图 19)。

5.3. 脑脓肿 vs. 原发恶性星形细胞瘤及胶质母细胞等中心有坏死的肿瘤

DWI 仍是鉴别最有效的方法，脑脓肿在 DWI 上呈高信号，肿瘤坏死在 DWI 上呈低信号，T1WI 脓肿内部呈均质低信号脓肿壁呈双环，内环呈等信号，外环低信号，FLAIR 脓肿内部呈低信号，脓肿壁内

环呈等信号环，外环和周围水肿呈高信号，DWI 脓肿内部呈高信号，ADC 呈低信号；MR 增强扫描横断位及矢状位呈环形强化，环壁稍不规则。

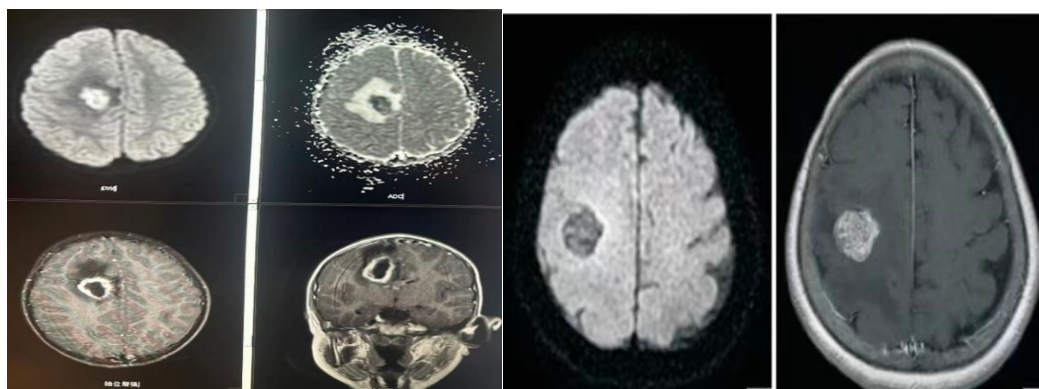


Figure 19. Differential diagnosis of brain abscess and metastatic tumor

图 19. 脑脓肿与转移瘤的鉴别诊断

5.4. 核心鉴别总结

1) 肿瘤性病变:

① 恶性星型细胞瘤；胶质母细胞瘤：环壁多不规则，厚薄不均，无张力；② 转移瘤：中心常坏死、囊变，环圆而规则，小病灶大水腫；③ 听神经瘤、颅咽管瘤：病变位置。

2) 脱髓鞘病变：开环强化

3) 血管源性：慢性血肿

4) 感染性病变:

① 脑脓肿：包膜强化，环壁薄且均匀一致；② 脑结核瘤：靶样征；③ 真菌感染：感染真菌不同强化不同；④ 寄生虫感染：囊虫可见头节；⑤ HIV 感染：淋巴瘤和弓形体病

6. 结论

颅内环形强化病变需结合病理生理机制、影像征象、DWI 特征、临床病史综合判断。DWI 是脓肿与肿瘤坏死鉴别关键，疑难病例可联合 MRS、灌注成像提高诊断准确性。

参考文献

- [1] Nakamoto, T., Takahashi, W., Haga, A., Takahashi, S., Kiryu, S., Nawa, K., *et al.* (2019) Prediction of Malignant Glioma Grades Using Contrast-Enhanced T1-Weighted and T2-Weighted Magnetic Resonance Images Based on a Radiomic Analysis. *Scientific Reports*, **9**, Article No. 19411. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-55922-0>
- [2] She, D., Liu, J., Xing, Z., Zhang, Y., Cao, D. and Zhang, Z. (2018) Pleomorphic Xanthoastrocytoma Mimicking High-Grade Astrocytoma. *American Journal of Neuroradiology*, **39**, 1446-1452.
- [3] Bodilsen, J., Eriksen, E.M., Nielsen, M.D., Duerlund, L.S., Mariager, T., Nielsen, H., *et al.* (2025) Clinical Features and Outcome of Brain Abscess after Introduction of CT and MRI: A Meta-Analysis. *Journal of Infection*, **90**, Article ID: 106394. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2024.106394>
- [4] Leonard, J.M. (2017) Central Nervous System Tuberculosis. *Microbiology Spectrum*, **5**, e0044-2017. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.tnmi7-0044-2017>
- [5] Yassin, Z., Farid, A., Ahmadi, S., Emamikhah, M., Motamedi, O., Jafari, M., *et al.* (2023) *Journal of Medical Case Reports*, **17**, Article No. 520. <https://doi.org/10.1186/s13256-023-04206-3>
- [6] Zhang, Y., Ye, Z., Miao, Q., Xu, H. and Pang, W. (2023) *Actinomyces meyeri*-Induced Brain Abscess in Pregnancy: A Case Report. *BMC Neurology*, **23**, Article No. 401. <https://doi.org/10.1186/s12883-023-03453-7>
- [7] Chen, X., Li, Y., Guo, S., Han, X., Liu, R., Tian, C., *et al.* (2022) Diffusion-Weighted Imaging Hyperintensities during

- the Chronic Stage of Intracerebral Hemorrhage with Surgery: A New Clinical Situation or Post-Surgery Artifact? *Frontiers in Neurology*, **13**, Article 948828. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.948828>
- [8] Tillema, J. (2023) Imaging of Central Nervous System Demyelinating Disorders. *Continuum*, **29**, 292-323. <https://doi.org/10.1212/con.0000000000001246>
- [9] Zoto Mustafayev, T., Turna, M., Bolukbasi, Y., Tezcanli, E., Guney, Y., Dincbas, F.O., *et al.* (2024) Clinical and Radiological Effects of Bevacizumab for the Treatment of Radionecrosis after Stereotactic Brain Radiotherapy. *BMC Cancer*, **24**, Article No. 918. <https://doi.org/10.1186/s12885-024-12643-6>
- [10] Ng, S., Aghakhani, N. and Bauchet, L. (2021) Clinical Image of a Spinal Ependymoma Discovered 8 Years after Initial Misdiagnosis as an Idiopathic Syringomyelia. *World Neurosurgery*, **145**, 338-339. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.09.162>
- [11] Amin, O.S.M., Shwani, S.S. and Khalifa, F. (2015) Cystic Meningioma. *BMJ Case Reports*, **2015**, bcr2014207690. <https://doi.org/10.1136/bcr-2014-207690>