

核磁共振在中枢神经系统疾病中的应用研究进展

王丰华

湖北省京山市人民医院放射科, 湖北 京山

收稿日期: 2025年4月23日; 录用日期: 2025年5月16日; 发布日期: 2025年5月26日

摘要

核磁共振成像(MRI)技术凭借其无创性、高分辨率及多参数成像优势,已成为中枢神经系统疾病诊断、治疗和研究的有力工具。本文论述了MRI技术在中枢神经系统疾病中的临床应用研究进展,分析了结构MRI、功能MRI (fMRI)、弥散张量成像(DTI)及磁共振波谱等技术在脑血管疾病、神经退行性疾病、脱髓鞘疾病及脑肿瘤中的诊断价值。研究表明,多模态MRI联合应用可显著提高脑卒中病灶定位精度,DTI技术对白质纤维束损伤评估具有独特优势,fMRI在阿尔茨海默病早期认知功能评估中展现出重要临床意义。同时,本文探讨了MRI在癫痫灶定位、多发性硬化斑块检测及脑胶质瘤分级中的应用策略。未来随着7T超高场强MRI的临床应用及人工智能辅助诊断技术的发展,MRI技术将在中枢神经系统疾病的精准诊疗和预后评估中发挥更重要的作用。

关键词

核磁共振, 中枢神经系统, 诊断, 治疗

Research Progress on the Application of Nuclear Magnetic Resonance in Central Nervous System Diseases

Fenghua Wang

Department of Radiology, Jingshan People's Hospital of Hubei Province, Jingshan Hubei

Received: Apr. 23rd, 2025; accepted: May 16th, 2025; published: May 26th, 2025

Abstract

Magnetic resonance imaging (MRI) has become a powerful tool in the diagnosis, treatment and

文章引用: 王丰华. 核磁共振在中枢神经系统疾病中的应用研究进展[J]. 临床医学进展, 2025, 15(5): 1729-1736.

DOI: 10.12677/acm.2025.1551550

research of central nervous system diseases due to its non-invasive, high-resolution and multi-parameter imaging advantages. This paper reviewed the clinical application of MRI in central nervous system diseases, and analyzed the diagnostic value of structural MRI, functional MRI (fMRI), diffusion tensor imaging (DTI) and magnetic resonance spectroscopy in cerebrovascular diseases, neurodegenerative diseases, demyelinating diseases and brain tumors. Studies have shown that the combined application of multimodal MRI can significantly improve the localization accuracy of stroke lesions, DTI technology has a unique advantage in the assessment of white matter fiber bundle injury, and fMRI has shown important clinical significance in the early cognitive function assessment of Alzheimer's disease. At the same time, the application strategies of MRI in epileptic focus localization, multiple sclerosis plaque detection and glioma grading were discussed. In the future, with the clinical application of 7T ultra-high field intensity MRI and the development of artificial intelligence assisted diagnosis technology, MRI technology will play a more important role in the accurate diagnosis and treatment and prognosis assessment of central nervous system diseases.

Keywords

Nuclear Magnetic Resonance, Central Nervous System, Diagnosis, Heal

Copyright © 2025 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

中枢神经系统由脑和脊髓组成，是人体神经系统的核心部分，具有极其重要的作用，主要体现在以下几个方面：主导机体活动，维持内环境稳定，主管高级神经活动。一旦中枢神经系统发生疾病，将会影响神经系统的正常功能，对患者的健康和生活质量造成严重影响。常见的中枢神经系统疾病有以下几种情况：患者的认知和精神发生错误，比如可能出现记忆力减退、注意力不集中、思维混乱、情绪波动、抑郁、焦虑、幻觉、妄想等症状；运动障碍，例如可表现为肢体无力、动作协调性差、瘫痪、不自主运动；感觉异常，例如包括疼痛、麻木、感觉减退或过敏等[1]-[3]。因此，准确诊断和治疗中枢神经系统疾病对于患者个体、患者家庭、国家和社会都有重要的意义[2] [3]。

核磁共振成像是一种无创性成像技术，在医疗系统中发挥着越来越重要的作用。利用该技术在中枢神经系统疾病的诊断和治疗等方面发挥着重要作用，具体而言可以应用在以下方面：清晰成像，精准定位病变；早期病变敏感检测；鉴别不同性质病变；诊断特殊类型疾病。

2. 中枢神经系统疾病的常见类型

2.1. 脑血管疾病

脑血管疾病包含脑梗死、脑出血。脑梗死是由于脑部血管堵塞，导致局部脑组织缺血、缺氧，进而坏死；脑出血则是脑血管破裂出血，血液在脑内积聚，压迫周围脑组织。

2.2. 感染性疾病

感染性疾病包含脑炎、脑膜炎。脑炎多由病毒、细菌等病原体感染脑实质引起；脑膜炎则是软脑膜的弥漫性炎症，同样可由多种病原体感染所致。

2.3 神经退行性疾病

神经退行性疾病包含阿尔茨海默病、帕金森病。阿尔茨海默病主要表现为进行性的认知功能障碍和行为损害；帕金森病则以静止性震颤、肌强直、运动迟缓等运动症状为主要特征。

2.4. 脑部肿瘤

脑部肿瘤分为良性肿瘤和恶性肿瘤，如胶质瘤、脑膜瘤等。肿瘤会在颅内生长，压迫周围脑组织，导致颅内压升高，引发一系列症状。

2.5. 脊髓疾病

脊髓疾病包含脊髓损伤、脊髓炎。脊髓损伤常因外伤引起，导致受损平面以下的肢体感觉、运动功能障碍；脊髓炎则是脊髓的炎症性病变，可由感染、自身免疫等因素引发。

3. 临床诊断应用研究

3.1. MRI 的诊断特点

MRI 具有高软组织分辨能力，能够多平面(轴位、冠状位、矢状位等)成像，可清晰显示中枢神经系统的细微结构。对于肿瘤、梗死、出血、炎症等病变的部位、大小、形态及与周围组织的关系能准确呈现。尤其对中枢神经系统疾病的早期病变具有较高的敏感性。许多疾病在早期症状可能不明显，但 MRI 能够发现细微的病理改变，也能够初步判断病变的性质，如区分肿瘤的良恶性、判断脑血管畸形的类型等。对于一些中枢神经系统的特殊疾病，如脱髓鞘疾病(多发性硬化等)、脑白质病、先天性脑发育畸形等，MRI 具有独特的诊断价值。以多发性硬化为例，MRI 能清晰显示脑内多发的脱髓鞘斑块，其特征性的影像学表现结合临床症状和体征，有助于明确诊断。

3.2. MRI 在中枢神经系统疾病中的应用研究

采用 MRI 和 MRS 对 49 例癫痫患者分别进行脑部扫描和海马检查，并进行数据统计分析。根据 MRI 扫描结果行脑部解剖结构分析，根据海马 MRS 扫描结果统计各药物代谢物 N-乙酰天门冬氨酸(NAA)、肌酸(Cr)、胆碱复合物(Cho)的浓度。结果发现，MRI 可以作为手术前评估的有效手段，MRS 比 MRI 更方便有效诊断海马硬化[4]。

针对 30 例脑室内肿瘤患者开展脑室 MRI 检查，定性分析图像数据表明，该技术可以提供多方位成像，能够准确对脑部肿瘤开展定位分析，不但对肿瘤的定位诊断准确率达 96.32%，而且还能区别判断肿瘤的类型，例如：星型胶质细胞瘤、中枢神经细胞瘤、脑膜瘤等[5]。

采用 MRI 和 CT 对 80 例脑肿瘤患者开展桥小脑角的肿瘤成像诊断，图像分析表明，MRI 技术和 CT 技术均能检出膜脑瘤、胆脂瘤、听神经瘤和三叉神经瘤，但是前者的检出率明显高于 CT 结果，但两者无统计学意义[6]。

针对 38 例椎基底动脉延长扩张症患者开展脑部 MRI 检查，结合患者长期临床病历资料开展研究，发现 MRI 图片能够很好揭示椎基底动脉延长扩张引发颅底神经的病变，说明 MRI 对于病情确诊有很大的帮助[7]。

采用 MRI 和 CT 对 240 例头痛患者开展脑部影像检查确诊其病因，结果发现：以 MRI 技术为主辅助 CT，确诊继发性头痛患者 49 例，原发性头痛患者 167 例，分别占比为 20.4%和 69.2%。研究还发现两种技术各有优势和不足，但二者结合应用的效果良好[8]。

针对阿尔兹海默症患者，采用支持向量机模型构建了可以识别和诊断该病情的分类器模型，并结合

梯度筛选算法使该模型优化获得三种模态下的诊断筛查方法：扩散峰度成像法、扩散张量成像法、功能磁共振成像法。研究表明，扩散峰度成像法的诊断正确性最高，准确率可达 91.8%，其余两种方法无显著增加[9]。

采用 MRI 和 CT 对 94 例高度疑似脑膜瘤患者开展诊断治疗，以病理诊断结果为标准，研究发现：MRI 具有很高的空间成像分辨率，能够方便定位脑膜瘤，以及对脑膜瘤的包膜、水肿能够清晰成像。进一步发现，单一 MRI 技术的诊断准确率为 79.5%，MRI 结合 CT 的确诊率为 90.9%，说明两者结合的诊断准确率很高，可以在临床获得推广应用[10]。具体情况见下表 1 和表 2。

Table 1. Diagnostic results of MRI

表 1. MRI 诊断结果

MRI	病理诊断		合计
	阳性	阴性	
阳性	70	2	72
阴性	18	4	22
合计	88	6	94

Table 2. Diagnostic results of MRI combined with CT

表 2. MRI 结合 CT 诊断结果

MRI + CT	病理诊断		合计
	阳性	阴性	
阳性	80	1	81
阴性	8	5	13
合计	88	6	94

针对 50 例原发性中枢神经系统淋巴瘤患者分别开展 MRI 和 CT 联合检查，单纯采用 CT 诊断可靠性为 90.0%，单纯采用 MRI 诊断可靠性为 94.0%，两种方式的诊出率无显著差异，但两者联合诊断的可靠性更高。CT 诊断结果表明，原发性中枢神经系统淋巴瘤主要分布在人体额叶以及基底节区，而 MRI 诊断结果表明不同患者的颅内病变情况不同而导致中枢神经系统淋巴瘤呈现低信号影像[11]。

特发性中枢性早熟(ICPP)可导致儿童生长发育异常、身材矮小，脑垂体增生能诱发该疾病。采用 MRI 技术对 214 例儿童 ICPP 开展脑垂体成像诊断分析，结果表明：与正常儿童脑垂体的高度及垂体功能正常相比较，ICPP 儿童的脑垂体更高，垂体的内分泌功能活跃，表明脑垂体过度生长是导致 ICPP 疾病的主要原因，MRI 技术可辅助诊断 ICPP 疾病[12]。

中枢神经系统感染性病变是指病原微生物侵犯中枢神经系统引起的急性或慢性炎症性疾病，常见类型有：脑炎、脑膜炎、脊髓炎、脑脊膜炎、脑膜脑炎。针对 50 例中枢神经系统感染性病变患者分别开展 MRI 和 CT 检查，结果表明：与 CT 造影成像技术相比，MRI 对于血管等软组织的成像分辨率更清晰，对于提高诊断准确率更有帮助，本文中的实际诊出率高达 98.0%，值得推广[13]。

采用 MRI 技术和彩色多普勒超声检查 100 例疑似畸形中枢神经系统胎儿的孕妇，比较两种方法的优缺点，结果表明：超声检查诊断小头畸形符合率显著较高，而 MRI 诊断小儿脑发育不良和第四脑室孔闭塞综合征准确性较高；MRI 单项诊断的准确性和灵敏度高于超声法，且 MRI 成像的图形清晰度更高。建议临床诊断时候联合应用这两种技术，以便实现快速准确进行诊断和治疗[14]。

脑部多发性硬化症(MS)是一种常见的中枢神经系统疾病,采用 MRI 影像技术手动构建硬化病灶对于确诊和治疗具有积极意义,但是费时耗力。该研究针对 2D MRI 图像开发一种基于最大类间方差的快速寻优方法自动提取病灶组织的 MRI 图像;同时针对 3D MRI 图像开发一种卷积神经网络算法自动提取病灶组织的 MRI 图像。两种方法结合起来有助于医生快速诊断病情,临床上具有很好的效果[15]。

神经胶质瘤是一种常见的原发性中枢神经系统肿瘤,起源于神经胶质细胞和神经前体细胞的病变,是最常见的颅内原发恶性肿瘤,约占所有脑肿瘤和中枢神经系统肿瘤的 50%。针对 52 例神经胶质瘤患者开展 MRI 常规影像成像,发现大量弥漫性斑片状病变,诊断准确率为 96.15%,诊断效果良好[16]。

胎儿中枢神经系统先天发育异常通常会导致死亡,临床诊断具有积极意义。针对 96 例中枢神经系统先天异常胎儿开展超声(US)和核磁共振(MRI)检查,结果发现:超声检出准确率为 91.67%(88 例),而 MRI 检出准确率高达 97.92%(94 例),MRI 检出率超过超声技术[17]。具体情况见下表 3 和表 4。

Table 3. Diagnostic results of MRI and US

表 3. MRI 和 US 的检查结果

疾病类型	MRI	US
脑积水	60	12
视隔发育不良	10	4
小脑延髓池扩张	7	6
胼胝体发育不良	8	2
蛛网膜囊肿	4	4
硬脊膜下积液	3	0

Table 4. Diagnostic results of MRI and US

表 4. MRI 和 US 的诊断结果

检查方法	数量	随访结果		
		符合	部分符合	不符合
MRI	96	95 (99.0)	0 (0)	1 (1.0)
US	96	38 (39.6)	31 (32.3)	27 (28.1)

多发性硬化(MS)是一种中枢神经系统的慢性疾病,主要损害大脑、视神经和脊髓。大多数患者可以通过积极治疗缓解病症,提高生活质量。针对 35 例多发性硬化患者开展 MRI 诊治,结果表明:所获 MRI 影像主要是圆形、卵圆形图像;增强扫描时冠状位、矢状位均存在多发性硬化“垂直脱髓鞘症”,说明 MRI 诊治技术对于该疾病的确诊非常有效,病灶大小及数量清晰可见,具有临床价值[18]。

脑胶质瘤(BG)是起源于脑神经胶质细胞的肿瘤,对人体健康危害显著,目前以手术摘除为主,辅之化疗。针对 68 例 BG 患者,采用其中 32 例经超声显微手术治疗的患者作为对照组,而采用 MRI 联合超声显微手术的 36 患者作为观察组,详细比较两组的治疗及康复情况,结果表明:术后两年,观察组的复发率和病死率均低于对照组,癫痫控制情况同样优于对照组[19]。

原发性中枢神经系统淋巴瘤是一种罕见的结外非霍奇金淋巴瘤(PCNSL),主要发生在大脑和/或脊髓中,95%以上患者的病理类型为弥漫大 B 细胞淋巴瘤,但发病机制尚不明确。以 60 例胶质瘤患者作为对照组,以 60 例 PCNSL 患者作为观察组,对两组患者均开展 MRI 联合 18F-FDG PET 检测分析,结果表明:观察组患者的肿瘤病变大小低于对照组,但是 SUV max 高于对照组;观察组的 MRI 信号强度明显

高于对照组,该信号可以作为临床诊断的主要依据[20]。

脑胶质瘤对人体危害大,严重时致死率很高,临床诊断和治疗常常借助 MRI 技术,尤其需要把脑胶质瘤这一特定肿瘤区域分割出来以供诊断及治疗。针对脑胶质瘤影像照片的分割问题,基于像素强度与特征点提出了一种多模态 MR 数据联合配准算法,解决了分割图像的偏移问题,可以实现对影像图形的高精度分割,且结果具有很高的可靠性[21]。

采用核磁平扫 T1 和 T2 技术对脑膜瘤患者开展术前造影成像,再使用软件进行多序列影像调整配准,手动切割影像以便获得最佳影像特征,并开展诊断筛选。研究了 846 例符合要求的病患,其中低级别和高级别脑膜瘤病患分别为 763 和 83 例。诊断筛选结果表明,采用自行建立的核磁影像诊断技术对病患的预测能力要优于传统使用单一序列提取影像特征的预测模型[22]。

采用核磁 MRI 技术对神经系统发育异常的胎儿开展临床诊断研究,利用 MRI 具有高度空间分辨率特性,通过开展核磁影像造影将患儿颅脑内部结构与神经发育情况清晰显示,大幅提高了诊断的准确性和可靠性,值得临床推广[23]。

阿尔兹海默症(Alzheimer's disease, AD)由中枢神经系统退化引起,是常见的老年痴呆症,导致患者记忆力、行为等持续下降,极大地增加了患者的痛苦。采用 3 T 磁场强度对 AD 病患的脑部开展矢状位 T1 加权扫描和矢状位三维液体衰减脉冲扫描成像。对于初步采集的影像进一步开展图像重新定位,分割,标准化、平滑等处理,再结合生成对抗网络得到脑组织 β -淀粉样蛋白沉积特征分布图,可以揭示 AD 患者在分子水平的病理机制,从而有助于早期诊断 AD 患者病情[24]。

胶质瘤发生恶性的几率很大,严重威胁着患者的生命,临床诊断具有积极意义。采用核磁 MRI 技术对胶质瘤患者开展脑部核磁共振成像,再分割得到胶质瘤病灶区。发展了一种基于卷积神经网络方法从脑部 MRI 图像中自动筛选分类的肿瘤影像技术,可以成功地将患者分为脑膜瘤、脑胶质瘤和其他类型脑瘤,诊断准确性很高,值得临床推广应用[25]。

中枢神经系统感染会引发多种疾病,包括病毒性脑膜炎和结核性脑膜炎等。为了提高诊断的准确性,采用核磁 MRI 技术结合脑脊液生化检测指标及特种蛋白检测开展诊断。以 56 例中枢神经系统感染者为观察组,30 例非中枢神经系统感染者为对照组。结果发现,该联合诊断技术大大提高了诊断的准确性,研究组的阳性确诊率高达 94.64%,可为早期临床诊断提供参考价值[26]。

病毒性脑炎(VE)作为儿童中枢神经系统疾病很常见,炎症易入侵脑膜、脑实质等,对儿童健康危害极大,因此临床诊断具有重要意义。采用脑电图、核磁 MRI 技术、脑干听觉诱发电位、多层螺旋 CT 技术分别诊断儿童病毒性脑炎患者。对 59 例儿童病毒性脑炎患者开展诊断筛查发现,脑电图、脑干听觉诱发电位和核磁 MRI 技术的诊断率分别为 94.92%、86.44%、86.44%,而多层螺旋 CT 技术的诊断率仅为 71.19% [27]。

中枢神经系统脱髓鞘性假瘤是一种中枢神经系统的特殊类型脱髓鞘疾病,发病部位主要在于大脑半球,偶尔可见于脊髓。主要症状表现为头痛、语言能力下降、四肢无力,以及伴随记忆力减退、反应迟钝、视觉障碍。采用磁共振 MRI 技术获得病人脑部 MRI 平扫增强型影像,参考病理诊断结果,建立了 MRI 确诊方法。采用该方法针对 120 例病患的诊断结果发现多达 162 个病灶,其中单发患者有 101 例,诊断准确性很高,具有临床推广价值[28]。

胎儿中枢神经系统异常是胎儿常见疾病,病情凶险,具有很高的致死性和致残性。目前采用超声检查确诊该疾病是临床首先方法,但是结合核磁 MRI 技术提高该疾病的诊疗准确性值得开展研究。肖国胜[29]采用超声技术结合核磁 MRI 技术对 178 例疑似患儿开展诊断,研究结果发现:在小头畸形疾病方面,超声技术优于 MRI 技术;在第四脑室孔闭塞综合征方面, MRI 更有优势。两种技术联合应用可以提高诊断的准确性和可靠性。荣玉静[30]针对 100 例高度疑似患儿开展超声检查和核磁 MRI 造影,研究核磁技

术在临床诊断该疾病的价值。研究结果发现：超声检查和核磁共振技术均可有效诊断该疾病，但 MRI 技术在诊断的准确率、效率、敏感度等方面优于超声技术；核磁技术可以从图像角度清晰观察到脑组织发育的异常。

4. 小结及展望

中枢神经系统疾病病灶多样，发病原因复杂，表现症状多样。该疾病主要影响患者的大脑和脊髓神经，对病患的危害极大。准确快速高效地确诊该疾病在临床上意义重大。由于核磁共振 MRI 技术具有成像清晰、观察直观、诊断迅速等特点，因此其在中枢神经系统疾病中的诊断应用方面具有多方面价值：

(1) 诊断价值：早期发现病变、准确判断病变性质、评估病变范围等；

(2) 治疗价值：为治疗提供重要的指导信息，如肿瘤切除、放疗和化疗定位，以及脑血管疾病的介入治疗等；在治疗过程中对病变进行动态监测，评估并及时调整治疗方案；为患者的治疗和康复提供参考；

(3) 研究价值：用于研究中枢神经系统疾病的发病机制；作为新药研发的重要工具，用于评估药物的疗效和安全性，为新药的研发提供依据；为个性化医疗提供支持，应用 MRI 图像，为患者制定个性化的治疗方案。

总之，与 CT 技术相比，MRI 在中枢神经系统疾病的诊断、治疗和研究中具有重要的价值，是中枢神经系统疾病诊断和治疗的重要手段之一。在可预见的将来，改进的 MRI 技术或者 MRI 结合其它医疗技术在疾病的诊断、治疗方面将会发挥更大的作用。例如超高场 7T MRI 的微观结构成像、基于深度学习的多模态影像组学分析，以及靶向分子探针的磁共振分子影像技术，将进一步推动 CNS 疾病从形态学诊断向分子病理机制解析的跨越，为个体化精准医疗提供新范式。

参考文献

- [1] 张婉婉, 董晓, 于尔澜, 等. 人工智能在脑血管病诊疗中的应用[J]. 首都医科大学学报, 2025, 46(1): 6-10.
- [2] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 脑血管病防治指南(2024 年版) [J]. 磁共振成像, 2025, 16(1): 1-8.
- [3] 程柳杨, 樊哲廷, 夏健. 氧化脂质在脑血管病中的研究进展[J]. 中国卒中杂志, 2024, 19(12): 1409-1418.
- [4] 周光勇. 颞叶癫痫手术治疗中 VEEG、MRI、MRS 定位价值研究[D]: [硕士学位论文]. 蚌埠: 蚌埠医学院, 2018.
- [5] 郭永顺. 30 例脑室内肿瘤的 MRI 诊断回顾性分析[J]. 影像研究与医学应用, 2018, 2(1): 142-144.
- [6] 张敏, 张海青. MRI 在桥小脑角区肿瘤患者病情诊断中的应用及其临床价值分析[J]. 中国医学创新, 2018, 15(34): 25-29.
- [7] 陈敏明. MRI 诊断椎基底动脉延长扩张症引发颅底神经改变的观察[J]. 中国实用医药, 2018, 13(13): 33-34.
- [8] 李美. CT 及 MRI 在神经内科门诊头痛患者的流行病学研究中的应用价值[J]. 影像研究与医学应用, 2019, 3(6): 72-74.
- [9] 张雄. 基于多模态 MRI 特征分析的阿尔兹海默病分类研究[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津大学, 2018.
- [10] 谢灵争. CT 联合 MRI 检查在脑膜瘤诊断中的临床价值分析[J]. 影像研究与医学应用, 2019, 3(23): 174-175.
- [11] 敬丹涛, 李丹. CT 联合 MRI 在原发性中枢神经系统淋巴瘤中的诊断效能及影像学特点研究[J]. 贵州医药, 2019, 43(9): 1469-1471.
- [12] 唐琼梅, 曹阳, 曹郴宁. MRI 垂体高度对特发性生长激素缺乏症及中枢性性早熟的诊断价值[J]. 湘南学院学报(医学版), 2019, 21(1): 23-25.
- [13] 宋曼. MRI 对中枢神经系统感染性病变的诊断价值研究[J]. 现代医用影像学, 2019, 28(7): 1601-1602.
- [14] 韩蕾, 项莉亚, 黄萍, 等. 彩色多普勒超声、MRI 检查对胎儿中枢神经系统畸形的诊断效能对比[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2019, 17(6): 32-34, 55.
- [15] 王硕. 脑部 MRI 图像多发性硬化症病灶分割方法研究[D]: [硕士学位论文]. 昆明: 昆明理工大学, 2019.
- [16] 陈永汉, 李宗豪, 田耀辉, 等. 神经胶质瘤 MSCT、MRI 图像表现及诊断价值分析[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2019,

- 17(11): 16-18, 89.
- [17] 徐建国, 张文, 刘彦. B 超与 MRI 对胎儿中枢神经系统先天发育异常的诊断价值对比[J]. 现代医用影像学, 2019, 28(7): 1543-1545.
- [18] 陆泳梁. MRI 在多发硬化诊断和病情演变中应用体会[J]. 影像研究与医学应用, 2020, 4(8): 207-208.
- [19] 刘公洪, 宋志富, 黄小林, 等. 多模态 MRI 联合超声显微手术治疗脑胶质瘤临床疗效及预后分析[J]. 解放军医药杂志, 2020, 32(7): 43-46.
- [20] 冶生寿. PCNSL 患者 18F-FDG PET/CT 联合 MRI 的影像学特征及临床病理特征分析[J]. 湖南师范大学学报(医学版), 2020, 17(6): 194-197.
- [21] 杜江宇. 基于 MR 影像的脑胶质瘤自动分割关键技术研究[D]: [硕士学位论文]. 郑州: 郑州大学, 2020.
- [22] 郭止戈. 基于术前 MRI 影像的影像组学分析在原发性中枢神经系统肿瘤中的应用[D]: [博士学位论文]. 杭州: 浙江大学, 2021.
- [23] 方志辉. 研究核磁共振成像(MRI)对胎儿神经系统发育异常的诊断价值[J]. 影像研究与医学应用, 2021, 5(1): 131-132.
- [24] 李茜. 基于结构 MRI 合成的 PET AV45 图像对阿尔兹海默病的诊断价值研究[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津医科大学, 2021.
- [25] 徐晗. 基于磁共振影像的脑胶质瘤自动诊断及分割方法研究[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 东北大学, 2021.
- [26] 高明霞, 郭翔, 郑志君, 等. MRI 联合脑脊液生化指标及特种蛋白检测对中枢神经系统感染的诊断及预后价值[J]. 健康研究, 2021, 41(2): 197-200.
- [27] 沈丛萍, 宁金环, 刘赞华, 等. BAEP、EEG、MRI、MSCT 检查诊断重症病毒性脑炎患儿的价值[J]. 现代医用影像学, 2021, 30(12): 2280-2282.
- [28] 杨娴. MRI 诊断中枢神经系统脱髓鞘性假瘤的价值分析[J]. 现代仪器与医疗, 2022, 28(5): 22-25.
- [29] 肖国胜, 曾晓华, 笪宏, 等. 胎儿中枢神经系统(CNS)畸形临床诊断采用 MRI 结合超声诊断的价值研究[J]. 罕见疾病杂志, 2022, 29(8): 21-22.
- [30] 荣玉静, 韦德华. 在超声基础上进行 MRI 对胎儿中枢神经系统异常的产前诊断价值[J]. 医药卫生, 2022(6): 3-5.