

◆ 中枢神经影像学

Conventional MRI and diffusion weighted imaging for differential diagnosis of benign and malignant peripheral nerve sheath tumors

SONG Xiao^{1,2}, LIU Wenjia², LI Xinxing^{2,3}, WANG Chao^{2,4}, LI Tao^{2*}

(1. Center of Medical Imaging, General Hospital, Hunan Medical College, Huaihua 418000, China; 2. Department of Radiology, the First Medical Center, Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China; 3. Department of Imaging, Xingan League People's Hospital, Ulan Hot 137400, China; 4. Department of Radiology, Raohe County People's Hospital, Shuangyashan 155799, China)

[Abstract] **Objective** To differentiate benign and malignant peripheral nerve sheath tumors (PNST) with conventional MRI and diffusion weighted imaging (DWI). **Methods** MRI data of 119 patients with PNST confirmed by pathology were retrospectively analyzed. Lesion's diameter, MRI features and the apparent diffusion coefficient (ADC) of the solid part of lesion showed on DWI were compared between malignant PNST (MPNST, $n=31$) and benign PNST (BPNST, $n=88$). The receiver operating characteristic curves were drawn for evaluating the value of ADC in the solid part of lesion for distinguishing benign and malignant PNST. **Results** The diameter of MPNST lesions were larger than that of BPNST, and the proportion of uneven signal on T1WI and T2WI, irregular shape, intratumoral bleeding and cystic changes, unclear margins, peritumoral edema and bone destruction in MPNST were all higher than those in BPNST (all $P<0.05$), whereas the proportion of fat division sign, fat ring sign, target sign and bone remodeling were all lower than that in BPNST (all $P<0.05$). ADC of the solid components of lesions were obtained in 12 MPNST and 27 BPNST, and both the minimum and the average ADC in MPNST were lower than those in BPNST (both $P<0.05$). Taken $1.27 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ and $1.38 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ as the cutoff value of the minimum ADC and the average ADC, respectively, the area under the curve (AUC) for distinguishing benign and malignant PNST was 0.765 and 0.755, respectively. **Conclusion** MRI and DWI manifestations of benign and malignant PNST were different to a certain extent. Lesion's diameter, shape, signal characteristics, ADC of the solid component, and perilesional alterations were helpful for differential diagnosis.

[Keywords] nerve sheath neoplasms; magnetic resonance imaging

DOI:10.13929/j.issn.1003-3289.2024.03.006

常规 MRI 与弥散加权成像鉴别诊断良、恶性周围神经鞘肿瘤

宋 晓^{1,2}, 刘文佳², 李新星^{2,3}, 王 超^{2,4}, 李 涛^{2*}

(1. 湖南医药学院总医院医学影像中心, 湖南 怀化 418000; 2. 中国人民解放军总医院第一医学中心放射诊断科, 北京 100853; 3. 兴安盟人民医院影像科, 内蒙古 乌兰浩特 137400; 4. 饶河县人民医院放射科, 黑龙江 双鸭山 155799)

[摘要] **目的** 采用常规 MRI 与弥散加权成像(DWI)鉴别诊断良、恶性周围神经鞘肿瘤(PNST)。 **方法** 回顾性分析

[第一作者] 宋晓(1982—),男,辽宁锦州人,本科,主治医师。研究方向:医学影像诊断与放射治疗。E-mail: 331532947@qq.com

[通信作者] 李涛,中国人民解放军总医院第一医学中心放射诊断科,100853。E-mail: litaofeivip@163.com

[收稿日期] 2023-09-22 **[修回日期]** 2023-11-19

119 例经病理证实的 PNST 患者 MRI 资料,比较恶性 PNST(MPNST, $n=31$)与良性 PNST(BPNST, $n=88$)病灶直径、MRI 表现及 DWI 所示实性部分表观弥散系数(ADC);绘制受试者工作特征曲线,评价以病灶实性部分 ADC 鉴别诊断良、恶性 PNST 的价值。**结果** MPNST 病灶直径大于 BPNST, T1WI、T2WI 信号不均、形状不规则、瘤内出血及囊变、边缘不清、瘤周水肿及骨破坏占比均高于 BPNST(P 均 <0.05),而脂肪分裂征、脂肪环征、靶征及骨重塑占比低于 BPNST(P 均 <0.05)。共于 12 例 MPNST 及 27 例 BPNST 测得病灶内实性部分 ADC, MPNST 最小 ADC 及平均 ADC 均低于 BPNST(P 均 <0.05)。以最小 ADC $1.27 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、平均 ADC $1.38 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 为阈值鉴别良、恶性 PNST 的曲线下面积分别为 0.765、0.755。**结论** 良、恶性 PNST 常规 MRI 及 DWI 表现存在差异;病灶直径、形状、信号、实性部分 ADC 及瘤周改变等有助于鉴别。

[关键词] 神经鞘肿瘤;磁共振成像

[中图分类号] R739.43; R445.2 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2024)03-0346-05

周围神经鞘肿瘤(peripheral nerve sheath tumor, PNST)可见于全身各部位。良性 PNST(benign PNST, BPNST)分为神经鞘瘤和神经纤维瘤等,在良性软组织肿瘤中的占比为 10%~12%;而恶性 PNST(malignant PNST, MPNST)为罕见软组织肉瘤^[1],具有高度恶性。神经纤维瘤病(neurofibromatosis, NF)患者罹患 MPNST 风险增加^[2]。鉴别良、恶性 PNST 并制定适当治疗方案,对改善预后、提高患者生活质量至关重要。本研究采用常规 MRI 及弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)鉴别诊断良、恶性 PNST。

1 资料与方法

1.1 研究对象 回顾性分析 2012 年 1 月—2023 年 6 月中国人民解放军总医院第一医学中心 119 例经病理学证实的 PNST 患者;包括 MPNST 31 例,男 19 例、女 12 例,年龄 13~65 岁、平均 (40.0 ± 15.6) 岁,10 例累及颌面及头颈部、2 例累及胸部、9 例累及腹盆部、10 例累及四肢,1 例为 1 型 NF;BPNST 88 例,男 38 例、女 50 例,年龄 8~81 岁、平均 (45.6 ± 14.2) 岁,其中 33 例累及颌面部及头颈部、11 例累及胸部、23 例累及腹盆部、21 例累及四肢,2 例为 1 型 NF。排除图像、病理资料不全者。本研究经院伦理委员会批准(快 KY-2024010802),检查前所有患者均知情同意。

1.2 仪器与方法 采用 Philips Ingenia/Siemens Syngo/GE Discovery MR750 3.0T MR 仪,根据肿瘤位置选择扫描体位及线圈、调整视野和矩阵,以频率选择反转恢复衰减(spectral attenuated inversion recovery, SPAIR)序列进行脂肪抑制;参数:轴位 T1WI, TR 776~1 750 ms, TE 20~24 ms, FOV 100~380 mm $\times$ 100~380 mm;轴位 T2WI, TR 950~2 747 ms, TE 62~100 ms, FOV 100~380 mm $\times$ 100~380 mm;冠状位/矢状位 T2WI, TR 950~8 528 ms, TE 42~162 ms, 冠状位 FOV 150~360 mm $\times$ 150~360 mm, 矢状位 FOV 160~350 mm $\times$ 160~350 mm;矩阵均为 232 $\times$ 166~288 $\times$

288,层厚均为 3~6 mm,层间距均为 0.3~1.5 mm;DWI 参数:TR 1 160~3 000 ms, TE minimum(最小值)~65 ms, FOV 100~380 mm $\times$ 100~380 mm, 矩阵 128 $\times$ 106~288 $\times$ 288,层厚 3~6 mm,层间距 0.3~1.5 mm,回声平面成像因子 53~150, b 值=1 000 s/mm²。经肘静脉注射 Gd-DTPA 对比剂(0.2 ml/kg 体质量或 0.1 mmol/kg 体质量)后采集轴位增强 T1WI,参数同前。

1.3 图像分析 由不知晓临床信息并分别具有 15、25 年工作经验的放射科医师各 1 名共同分析 MRI,记录病灶信号、形状、有无瘤内出血/囊变及边缘特征,观察有无脂肪分裂征(肿瘤上方三角形脂肪)、脂肪环征(肿瘤周边环形脂肪)、束征(肿瘤邻近增粗神经束)、靶征(T2WI 肿瘤中心 Antoni A 区低信号与周边 Antoni B 区高信号,增强扫描 Antoni A 区明显强化, Antoni B 区无或轻度强化)、瘤周水肿、神经偏位、邻近骨重塑、破坏及病灶有无强化,并经讨论达成一致;由另 1 名具有 10 年工作经验的放射科医师测量病灶轴位、冠状位及矢状位平面最大径并计算平均值,于呈高信号的实性部分、表观弥散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)图中弥散最受限区域手动勾画 ROI 并测量其 ADC(图 1)。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 25.0 统计分析软件。以 $\bar{x} \pm s$ 表示符合正态分布的计量资料,行 t 检验;以频数和百分率表示计数资料,行 χ^2 检验。绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线,计算曲线下面积(area under the curve, AUC),评价以病灶实性部分 ADC 鉴别良、恶性 PNST 的价值。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

MPNST 与 BPNST 患者性别及年龄差异均无统计学意义($\chi^2=3.012$, $P=0.083$; $t=-1.743$, $P=0.084$)。

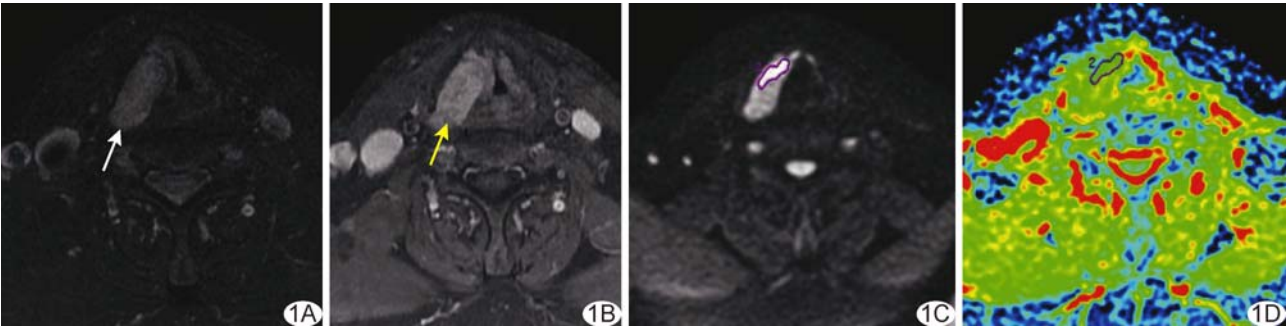


图 1 患者男,71 岁,喉部 BPNST A、B. 颈部轴位脂肪抑制 T2WI(A)及脂肪抑制增强 T1WI(B)示喉部右侧病灶呈稍高信号(白箭),增强后明显强化(黄箭); C、D. 轴位 DWI(C)示病灶局部呈高信号(紫色区域),其平均 ADC 为 $1.31 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ (D)

2.1 病灶直径 MPNST 病灶直径大于 BPNST(P 均 <0.001),见表 1。

2.2 MRI 表现 MPNST 病灶 T1WI、T2WI 信号不均、形状不规则、瘤内出血及囊变、边缘不清、瘤周水肿及骨破坏者占比均高于 BPNST(P 均 <0.05),而脂肪分裂征、脂肪环征、靶征及骨重塑者占比均低于 BPNST(P 均 <0.05),见表 2、图 2。

表 1 MPNST 与 BPNST 病灶直径比较(cm)

病灶性质	轴位	冠状位	矢状位	平均值
MPNST ($n=31$)	6.01 ± 3.62	5.67 ± 3.26	7.36 ± 4.16	6.35 ± 3.38
BPNST ($n=88$)	3.11 ± 1.76	3.21 ± 1.86	4.07 ± 2.16	3.46 ± 1.82
t 值	5.849	5.616	5.105	5.951
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表 2 MPNST 与 BPNST 病灶 MRI 表现比较[例(%)]

病灶性质	T1WI 信号		T2WI 信号		形状		出血	囊变
	均匀	不均匀	均匀	不均匀	圆形/卵圆形	不规则		
MPNST(<i>n</i> =31)	10(32.26)	21(67.74)	1(3.23)	30(96.77)	5(16.13)	26(83.87)	9(29.03)	25(80.65)
BPNST(<i>n</i> =88)	48(54.55)	40(45.45)	20(22.73)	68(67.27)	49(55.68)	39(44.32)	11(12.50)	37(42.05)
χ^2 值	4.558		5.999		12.170		4.481	13.687
P 值	0.033		0.014		<0.001		0.034	<0.001
病灶性质	边缘 [*]			脂肪分裂征	脂肪环征	束征	靶征	
	清晰	部分清晰	不清					
MPNST(<i>n</i> =31)	3(9.68)	9(29.03)	19(61.29)	0	1(3.23)	4(12.90)	2(6.45)	
BPNST(<i>n</i> =88)	80(90.91)	8(9.09)	0	20(22.73)	59(67.05)	11(12.50)	26(29.55)	
χ^2 值	85.289			8.469	85.324	0.003	6.795	
P 值	<0.001			0.004	<0.001	0.954	0.009	
病灶性质	强化程度 [#]			瘤周水肿	神经偏位	邻近骨改变		
	<10%	10%~50%	>50%			重塑	破坏	无
MPNST(<i>n</i> =31)	0	3(10.34)	26(89.66)	26(83.87)	1(3.23)	0	11(35.48)	20(64.52)
BPNST(<i>n</i> =88)	10(11.63)	10(11.63)	66(76.74)	7(7.95)	2(2.27)	8(9.09)	0	80(90.91)
χ^2 值	5.169			59.885	0.085	35.944		
P 值	0.160			<0.001	0.771	<0.001		

注：*：部分清晰为 $>70\%$ 边缘清晰、不清为 $\leq 70\%$ 边缘清晰；#：MPNST 组 $n=29$, BPNST 组 $n=86$

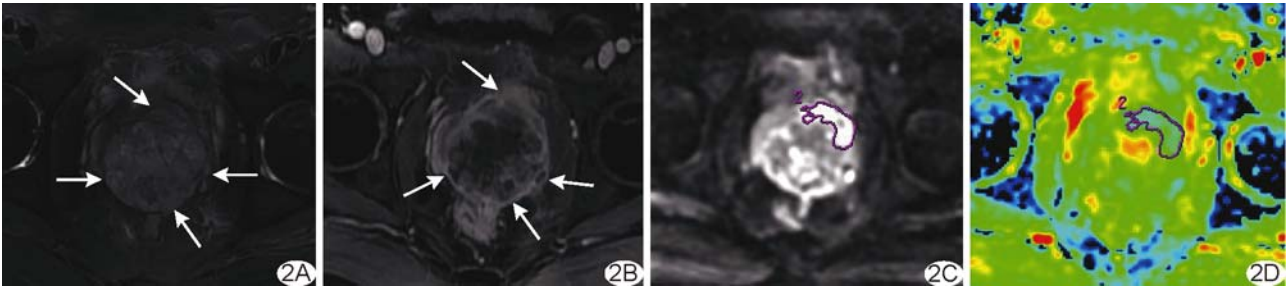


图 2 患者男,49 岁,前列腺 BPNST A、B. 腹部轴位脂肪抑制 MR T2WI(A)及脂肪抑制增强 T1WI(B)示前列腺病灶信号不均、周围脂肪环低信号不完整(箭); C、D. 轴位 DWI(C)示病灶局部呈高信号(紫色区域),其平均 ADC 为 $1.05 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ (D)

2.3 ADC 共于 12 例 MPNST 及 27 例 BPNST 病灶实性部分测得 ADC。MPNST 实性部分最小 ADC $[(1.07 \pm 0.45) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s} \text{ vs. } (1.44 \pm 0.51) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}]$ 及平均 ADC 均低于 BPNST $[(1.12 \pm 0.48) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s} \text{ vs. } (1.54 \pm 0.59) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}]$ ($t = -2.880, P = 0.008; t = -2.783, P = 0.010$)。以最小 ADC $1.27 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、平均 ADC $1.38 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 为阈值鉴别良、恶性 PNST 的曲线下面积分别为 0.765、0.755, 见图 3。

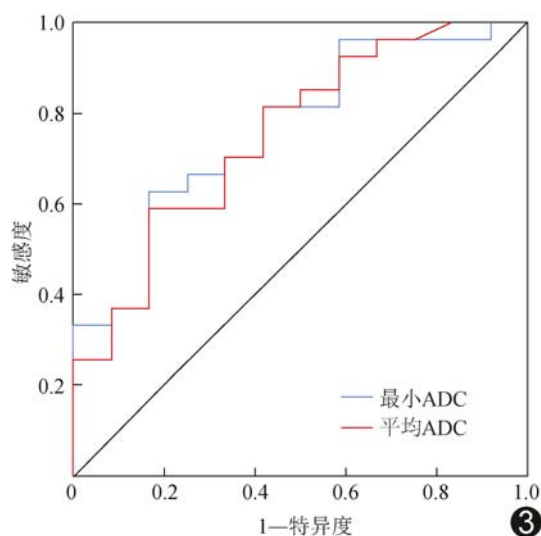


图3 病灶实性部分 ADC 鉴别良、恶性 PNST 的 ROC 曲线

3 讨论

组织病理学上,PNST 通常分为 Antoni A 区和 B 区,前者富于细胞,以长梭形细胞形成栅栏状结构;后者细胞分布松散,存在不同程度黏液样变性和透明变性^[2]。DWI 中,BPNST 病灶外周区 ADC 较高,可能因 Antoni B 区细胞松散,而细胞丰富的 Antoni A 区 ADC 较低。MR T2WI 中,神经纤维瘤和神经鞘瘤均可表现为中央低信号而周围高信号,即靶征,增强后通常表现为中央增强、周围强化程度低^[3];MPNST 则少见靶征,可能恶性细胞取代正常细胞分布导致细胞密度增加,使弥散率降低^[3-4]。

体积增大是软组织恶性肿瘤的重要特征^[5-7]。本研究中 BPNST 与 MPNST 病灶各方向径线均有显著差异,与 YUN 等^[5]的结果相符;MPNST 病灶中,T1WI、T2WI 信号不均、形状不规则、瘤内出血及囊变及骨破坏者占比均高于,而脂肪分裂征、脂肪环征、靶征及骨重塑占比均低于 BPNST,与既往研究^[5-6,8-10]基本一致。脂肪分裂征指 BPNST 增大、逐渐推压肌间

隙内脂肪并使之移位而形成的三角形脂肪皮^[5]。本研究发现该征象不能完全满足分析病灶周边脂肪情况所需,故尝试以脂肪环征加以描述,即病灶周边可见相对清晰的脂肪环绕,脂肪环不清晰提示肿瘤具有侵袭性^[3,11]。

BPNST 和 MPNST 生长模式均受病灶边缘及周围水肿影响^[12-13]。YUN 等^[5-6]报道,瘤周水肿只见于 MPNST,但本组 16.13% (5/31) MPNST 未见瘤周水肿而 7.95% (7/88) BPNST 可见瘤周水肿。尽管如此,瘤周水肿仍为诊断 MPNST 的重要依据。病灶周围骨质破坏是 MPNST 重要特征^[4,8]。本组 35.48% (11/31) MPNST 伴骨质破坏,其中 6 例为头颈部病灶,占比低于 KWOK 等^[4]报道,可能与本组病例涉及全身,病灶周围腔隙较大、与骨骼距离较远有关。

本组 MPNST 最小 ADC 及平均 ADC 均低于 BPNST,取诊断截断值分别为 $1.27 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、 $1.38 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$,均高于 YUN 等^[5,14]的数值,可能与样本个体差异有关。常规 MRI 难以判断良、恶性 PNST 时,DWI 有助于鉴别。未来可将弥散张量成像与纤维束造影相结合,直接描绘 MPNST 患者神经束运动轨迹、观察神经完整性,帮助临床制定精细手术方案^[10,15]。

综上所述,良、恶性 PNST 常规 MRI 及 DWI 表现存在差异,病灶直径、形状、信号、实性部分 ADC 及瘤周改变等有助于鉴别。但本研究为回顾性研究,样本量相对较小,且因检查部位较多而使用不同 MR 设备,可能影响 ADC 测值,有待后续进一步观察。

利益冲突:全体作者声明无利益冲突。

作者贡献:宋晓研究设计、图像分析、撰写及修改文章;刘文佳数据分析;李新星图像分析;王超研究实施;李涛研究设计、图像分析、数据分析、修改及审阅文章。

[参考文献]

- [1] 唐雷,唐晶,翟昭华. 子宫直肠陷凹恶性外周神经鞘瘤 1 例[J]. 中国医学影像技术, 2021, 37(3): 374.
- [2] LEE N J, HRUBAN R H, FISHMAN E K. Abdominal schwannomas: Review of imaging findings and pathology [J]. Abdom Radiol (NY), 2017, 42(7): 1864-1870.
- [3] CHEE D W, PEH W C, SHEK T W. Pictorial essay: Imaging of peripheral nerve sheath tumours [J]. Can Assoc Radiol J, 2011, 62(3): 176-182.
- [4] KWOK H, HAMEED M, HWANG S. Magnetic resonance

- imaging features and clinical course of malignant melanotic nerve sheath tumors: Single institution experience over two decades[J]. *Skeletal Radiol*, 2023, 52(2):205-214.
- [5] YUN J S, LEE M H, LEE S M, et al. Peripheral nerve sheath tumor: Differentiation of malignant from benign tumors with conventional and diffusion-weighted MRI[J]. *Eur Radiol*, 2021, 31(3):1548-1557.
- [6] WASA J, NISHIDA Y, TSUKUSHI S, et al. MRI features in the differentiation of malignant peripheral nerve sheath tumors and neurofibromas[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2010, 194(6):1568-1574.
- [7] DEMEHRI S, BELZBERG A, BLAKELEY J, et al. Conventional and functional MR imaging of peripheral nerve sheath tumors: Initial experience[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2014, 35(8):1615-1620.
- [8] 李林珍, 马孟杰, 黄家喜. 子宫颈恶性周围神经鞘瘤 1 例[J]. *中国医学影像技术*, 2020, 36(9):1424.
- [9] MAZAL A T, ASHIKYAN O, CHENG J, et al. Diffusion-weighted imaging and diffusion tensor imaging as adjuncts to conventional MRI for the diagnosis and management of peripheral nerve sheath tumors: Current perspectives and future directions[J]. *Eur Radiol*, 2019, 29(8):4123-4132.
- [10] YU Y H, WU J T, YE J, et al. Radiological findings of malignant peripheral nerve sheath tumor: Reports of six cases and review of literature[J]. *World J Surg Oncol*, 2016, 14:142.
- [11] KAKKAR C, SHETTY C M, KOTESHWARA P, et al. Telltale signs of peripheral neurogenic tumors on magnetic resonance imaging[J]. *Indian J Radiol Imaging*, 2015, 25(4):453-458.
- [12] ZHAO F, AHLAWAT S, FARAHANI S J, et al. Can MR imaging be used to predict tumor grade in soft-tissue sarcoma[J]. *Radiology*, 2014, 272(1):192-201.
- [13] CROMBÉ A, MARCELLIN P J, BUY X, et al. Soft-tissue sarcomas: Assessment of MRI features correlating with histologic grade and patient outcome[J]. *Radiology*, 2019, 291(3):710-721.
- [14] AHLAWAT S, BLAKELEY J O, RODRIGUEZ F J, et al. Imaging biomarkers for malignant peripheral nerve sheath tumors in neurofibromatosis type 1[J]. *Neurology*, 2019, 93(11):e1076-e1084.
- [15] 杨峰, 周静然, 赵传军, 等. CT 和 MRI 术前评估颞骨段面神经鞘瘤[J]. *中国介入影像与治疗学*, 2016, 13(2):98-101.

消 息

《中国医学影像技术》作者投稿请登录本刊网站(www. cjmit. com)主页, 点击左上角“作者登录”进入, 第一次投稿需完成作者注册; 专家审稿请点击“审稿登录”进入。

为了便于广大作者、读者查阅本刊文献, 本站提供从 1985 年创刊起所有期刊的全文检索。