

• 中枢神经影像学 •

基于 ADC 灰度直方图分析鉴别颅内孤立性纤维瘤/血管外皮瘤和血管型脑膜瘤

王佳, 胡春洪, 王希明

【摘要】 目的:分析颅内孤立性纤维瘤(SFT)/血管外皮瘤(HPC)与血管型脑膜瘤(AM)的 ADC 灰度直方图参数的差异,探讨灰度直方图分析法对两者的鉴别诊断价值。**方法:**回顾性分析我院经病理确诊的 18 例 SFT/HPC 和 21 例 AM 患者的临床资料及术前影像学资料。所有患者均在术前行 MRI 扫描。参考 T_2 WI 和 T_1 增强图像,在 ADC 图上利用 Image J 软件勾画感兴趣区(ROI),提取灰度直方图参数,采用 Mann-Whitney U 检验比较两组参数间的差异。利用受试者工作特征(ROC)曲线评价各参数的鉴别诊断效能。**结果:**SFT/HPC 组的第 90 百分位数(ADC 90%)和峰度分别为 58.80(31.80, 90.08)和 3.49(2.28, 6.46),AM 组分别为 17.00(11.00, 30.20)和 9.35(6.49, 14.56),两组间差异均具有统计学意义(P 均 < 0.05)。ROC 曲线分析显示峰度鉴别 SFT/HPC 和 AM 的曲线下面积(AUC)为 0.88,敏感度 72.2%,特异度 100.0%;ADC 90%的 AUC 为 0.87,敏感度 94.4%,特异度 68.4%。**结论:**基于肿瘤 ADC 灰度直方图分析可为 SFT/HPC 和 AM 的鉴别提供帮助。

【关键词】 孤立性纤维瘤; 血管型脑膜瘤; 灰度直方图分析; 磁共振成像

【中图分类号】 R739.41; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2020)02-0154-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2020.02.006

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



ADC-based gray histogram analysis for differentiating between solitary fibrous tumor/hemangiopericytoma and hemangioma meningioma WANG Jia, HU Chun-hong, WANG Xi-ming. Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Soochow University, Jiangsu 215006, China

【Abstract】 Objective: To analyze the difference of parameters in ADC gray histogram between solitary fibrous tumor (SFT)/hemangiopericytoma (HPC) and angiomatous meningioma (AM), and to explore the value of gray histogram analysis for differential diagnosis. **Methods:** The clinical data and preoperative imaging data of 18 patients with SFT/HPC and 21 patients with AM confirmed by pathology were retrospectively analyzed. All patients underwent T_1 WI, T_2 WI, DWI and T_1 enhanced MRI scans before surgery. Referring to the T_2 WI and T_1 -enhanced images, the Image J software was used to delineate the region of interest (ROI) on the ADC map, then the gray histogram parameters were obtained and the comparison between groups was performed by Mann-Whitney U test. The receiver operating characteristic (ROC) curve was used to evaluate the differential diagnostic performance of the parameters. **Results:** The ADC 90% and kurtosis of SFT/HPC were 58.80 (31.80, 90.08) and 3.49 (2.28, 6.46), respectively; Those of AM were 17.00 (11.00, 30.20) and 9.35 (6.49, 14.56), separately, and the difference among groups was statistically significant ($P < 0.05$). The ROC analysis revealed that the area under the curve (AUC) of kurtosis and ADC 90% were 0.88 (sensitivity 72.2%, specificity 100.0%) and 0.87 (sensitivity 94.4%, specificity 68.4%) to distinguish SFT/HPC from AM, respectively. **Conclusion:** Gray histogram analysis based on the tumor ADC could help to identify SFT/HPC and AM.

【Key words】 Solitary fibrous tumors; Angiomatous meningioma; Gray histogram analysis; Magnetic resonance imaging

作者单位: 215006 江苏, 苏州大学附属第一医院放射科
作者简介: 王佳(1993-), 男, 江苏淮安人, 硕士研究生, 主要从事神经系统疾病的影像诊断工作。
通讯作者: 王希明, E-mail: wangximing1998@163.com
基金项目: 江苏省卫生计生委面上科研课题(H201621)

孤立性纤维性肿瘤(solitary fibrous tumor, SFT)/血管外皮细胞瘤(hemangiopericytoma, HPC)是一类脑膜间叶组织来源肿瘤, 中枢神经系统少见^[1],

而血管型脑膜瘤(angiomatous meningioma, AM)是脑膜瘤的一种组织学亚型,二者在生物学行为、治疗方法及预后上存在很大差异。SFT/HPC 具有恶性的生物学行为,表现为高颅内复发和颅外转移倾向,手术切除加术后放疗为主要治疗手段^[2]。相比之下,AM 恶性程度低,仅手术切除即可获得良好预后。因此,术前准确鉴别 SFT/HPC 和 AM 在临床工作中至关重要。

已有研究报道传统 MRI(T₁WI, T₂WI 和 T₁ 增强等)术前诊断 SFT/HPC 和 AM 的价值^[3],但这些图像特征的解释依赖于阅片者的主观经验。Clarencon 等^[4]探讨磁共振波谱(MRS)、扩散加权成像(DWI)和灌注加权成像(PWI)对 SFT/HPC 和 AM 的鉴别诊断价值,但未获得一致性结论,可能与研究方法有关,因为用肿瘤代表性区域的平均参数值来评估肿瘤,并不能反映肿瘤组织学特征的空间异质性,可能会忽略二者之间的细微差异。

灰度直方图分析是一种客观且可靠的研究方法,可提供肿瘤组织特征的定量信息,该方法已被证明在鉴别肿瘤类型、预测肿瘤分级和预后方面具有重要价值^[5-7]。本研究旨在探讨肿瘤 ADC 灰度直方图分析对 SFT/HPC 与 AM 的鉴别诊断价值。

材料与方法

1. 研究对象

收集 2017—2019 年苏州大学附属第一医院收治并经病理证实的 18 例 SFT/HPC 和 21 例 AM 患者。纳入标准:①初诊且未经任何治疗;②均接受术前 MRI 检查且无图像伪影;③经手术切除且有确切的组织病理学检查结果。

2. 图像采集

采用 Siemens Skyra 3.0T MRI 扫描仪,头颈联合八通道线圈。取仰卧位,头先进,调整人脑的正中矢状面与线圈的纵轴一致。常规 MRI 平扫参数如下:横轴面 T₁WI:TR 1800 ms, TE 9 ms,层厚 5.0 mm,层间距 1.0 mm,视野 220 mm×220 mm,矩阵 224×320,激励次数 1;横轴面 T₂WI:TR 4000 ms, TE 94 ms,层厚 5.0 mm,层间距 1.0 mm,视野 220 mm×220 mm,矩阵 224×320,激励次数 1;DWI:TR 4400 ms, TE 61 ms,层厚 5 mm,层间距 1.0 mm,视野 220 mm×220 mm, b 值=0, 1000 s/mm²,矩阵 126×126,激励次数 1。MRI 平扫完成后行增强扫描,对比剂为 Gd-DTPA。经肘静脉注射 Gd-DTPA (0.2 mL/kg),注射流率 3 mL/s,扫描参数同 T₁WI 平扫。

3. 图像分析

常规 MRI 特征包括形状(类圆形/分叶形/不规则形)、DWI 信号、T₁ 增强特征(均匀或异质)、基底附着

(广/窄基底)、有无跨线/跨叶生长、硬脑膜尾征、血管流空征、坏死/囊变和骨质破坏征象。在病理结果未知的情况下,由两名具有丰富经验的放射科医生独立阅片并评估以上特征,结论不一致时通过协商达成一致意见。

ADC 灰度直方图分析:将数据导入 Siemens Syngo 后处理工作站自动计算 ADC 图。以 T₂WI 和 T₁ 增强图像为参考,在获得的 ADC 图上,由一名放射科医生使用 Image J 软件选取肿瘤最大层面手动勾画 ROI,避免瘤周血管和水肿,并略小于肿瘤边界,以减少部分容积效应。提取每个肿瘤的 ADC 灰度直方图参数:平均 ADC、中位 ADC、偏度、峰度、第 10 百分位数(ADC 10%)、第 25 百分位数(ADC 25%)、第 75 百分位数(ADC 75%)和第 90 百分位数(ADC 90%)。由同一名医生在一个月后对所有病例进行再次测量,取两次测量结果的平均值。

4. 病理检查

所有患者均行肿瘤全切除手术,手术标本经 HE 染色和免疫组化染色。由一名病理科医生依据 2016 年 WHO 中枢神经系统肿瘤分类标准确定病理结果。

5. 统计学分析

所有统计分析均使用 SPSS 22.0 软件。使用独立样本 *t* 检验比较 SFT/HPC 和 AM 组患者的年龄差异,采用 Fisher 精确检验比较两组间的性别、常规 MRI 特征差异。两组间 ADC 灰度直方图参数的差异使用 Mann-Whitney U 检验。使用受试者工作特征曲线(ROC)评估灰度直方图参数的诊断效能,并计算 ROC 曲线下面积(AUC)、截断值、敏感性和特异性。*P* < 0.05 为差异具有统计学意义。

结 果

1. 临床和常规 MRI 特征结果

SFT/HPC 出现脑膜尾征较 AM 少见,而血管流空征、坏死/囊变及骨质侵犯较 AM 多见(*P* 均 < 0.05)。两组的年龄(*t* = 1.638)、性别、肿瘤形态、DWI 信号和 T₁ 增强特征等均无统计学差异(*P* 均 > 0.05, 表 1)。

2. ADC 灰度直方图分析结果

SFT/HPC 和 AM 患者的 ADC 灰度直方图参数值见表 2。SFT/HPC 组的 ADC 90% 明显高于 AM 组(*P* < 0.001),峰度明显低于 AM 组(*P* = 0.026)。两者间 ADC 10%、ADC 25%、ADC 75%、平均 ADC、中位 ADC 及偏度均无统计学差异(*P* 均 > 0.05)。ROC 曲线分析结果如图 1。峰度和 ADC 90% 区分 SFT/HPC 和 AM 的 AUC 分别为 0.88(敏感度 72.2%, 特异度 100.0%)和 0.87(敏感度 94.4%, 特异度 68.4%),

最佳截断值分别为 4.76 和 22.75。典型病例如图 2、3 所示。

表 1 SFT/HPC 和 AM 患者的临床和常规 MRI 特征比较

	SFT/HPC (n=18)	AM (n=21)	P 值
年龄(岁)*	52.11±14.90	59.86±10.29	0.112
性别			0.497
男	4	7	
女	14	14	
形状			0.527
类圆形	8	12	
不规则/分叶形	10	9	
DWI 信号			0.751
等/低	8	11	
高	10	10	
T ₁ 增强特征			0.201
均匀	6	12	
异质	12	9	
基底附着			0.682
窄基底	4	3	
宽基底	14	18	
跨线/跨叶生长			0.343
是	10	8	
否	8	13	
脑膜尾征			0.006 [#]
有	10	20	
无	8	1	
血管流空征			0.011 [#]
有	12	5	
无	6	16	
坏死/囊变			0.008 [#]
有	16	10	
无	2	11	
骨质侵犯			0.006 [#]
有	6	0	
无	12	21	

注：* 为数据符合正态分布，以均数±标准差表示，使用独立样本 *t* 检验，余数据均使用 Fisher 精确检验；[#] 为差异具有统计学意义。

表 2 SFT/HPC 和 AM 患者的灰度直方图参数值比较

	SFT/HPC	AM	P 值
平均 ADC	11.07(6.67,21.52)	7.05(5.48,10.64)	0.149
中位 ADC	1.00(0.00,2.46)	0.00(0.00,0.00)	0.331
偏度	2.10(1.82,3.04)	2.90(2.53,3.58)	0.066
峰度	3.49(2.28,6.46)	9.35(6.49,14.56)	0.026 [#]
ADC 10%	0.00(0.00,0.00)	0.00(0.00,0.00)	1.000
ADC 25%	0.00(0.00,0.00)	0.00(0.00,0.00)	0.578
ADC 75%	8.38(3.50,18.81)	3.00(2.00,6.00)	0.105
ADC 90%	58.80(31.80,90.08)	17.00(11.00,30.20)	<0.001 [#]

注：数据均呈非正态性分布，以中位数(四分位数)表示，使用 Mann-Whitney U 比较，[#] 为差异具有统计学意义。

讨 论

SFT/HPC 发病率低，位于中枢神经系统更为罕见，国内外未见大宗病例总结报道；且肿瘤发病部位及病理级别不同，其影像学表现各异，因此放射科医师对该病的影像学特点认识尚不充分，发生于颅内时常误诊为脑膜瘤。

1. 常规 MRI 特征

常规 MRI 是评估颅内肿瘤的首要方式，但受限于

阅片者的主观性，不同研究往往得出不同结论^[8-10]。本研究中，SFT/HPC 和 AM 在脑膜尾征、血管流空征、坏死/囊变以及骨质侵犯方面存在统计学差异，而性别、年龄、形态、T₁ 增强特征等均无明显差异。

2. ADC 值频数特征

ADC 值与肿瘤细胞密度、细胞核浆比有关；高细胞密度和核浆比限制细胞内外水分子的自由运动，导致 ADC 值下降^[11]。目前已有学者报道最小 ADC 值或平均 ADC 值在 SFT/HPC 和 AM 中的鉴别诊断价值^[12,13]。灰度直方图通过提取病灶图像像素值的灰度分布情况进行统计分析，可获得大量与疾病组织学特征相关的参数，为进一步评估肿瘤提供优化分类方法，已成为一种重要的肿瘤评价方法^[14]。既往研究多采用常规 MRI 序列进行纹理分析^[3]，而 ADC 图作为功能成像方法，可能含有更丰富的纹理信息，有望提供比平均 ADC 值更敏感的诊断信息。本研究结果显示，SFT/HPC 组 ADC 90% 明显高于 AM 组，符合 SFT/HPC 多呈 DWI 等/低信号的特点，也与既往文献报道 SFT/HPC 的 ADC 值高于 AM 的结论一致^[15]。原因可能在于 SFT/HPC 血管组织较丰富，水分子扩散受限程度降低，此外病灶中无法察觉的微囊变区也可能影响 SFT/HPC 的 ADC 值。本研究中，其他所有的百分位数以及平均 ADC、中位 ADC 值在 SFT/HPC 和 AM 组间均无统计学差异。Liu 等^[16]报道 HPC 的平均 ADC 值显著高于间变性脑膜瘤，而 HPC 和 AM 的平均 ADC 值无显著差异，因此笔者认为平均 ADC 值仅能区分分化程度相差较大的肿瘤类型，对 HPC 和 AM 的鉴别诊断价值有限。

3. ADC 值分布特征

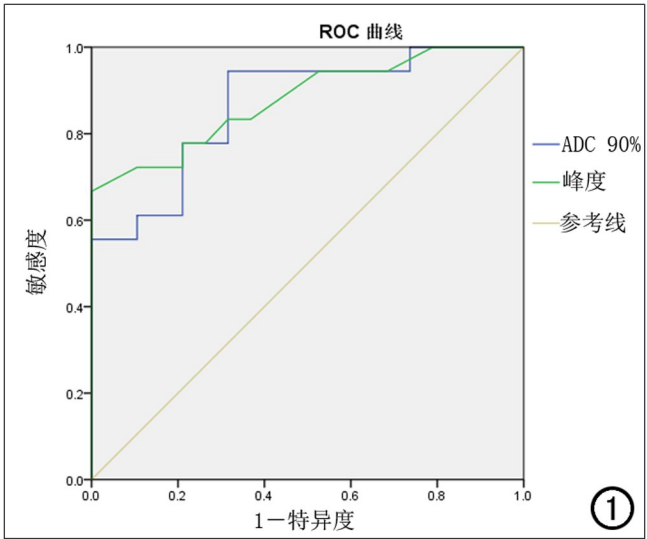


图 1 峰度和 ADC 90% 鉴别 SFT/HPC 和 AM 的 ROC 曲线(AUC 分别为 0.88 和 0.87)。

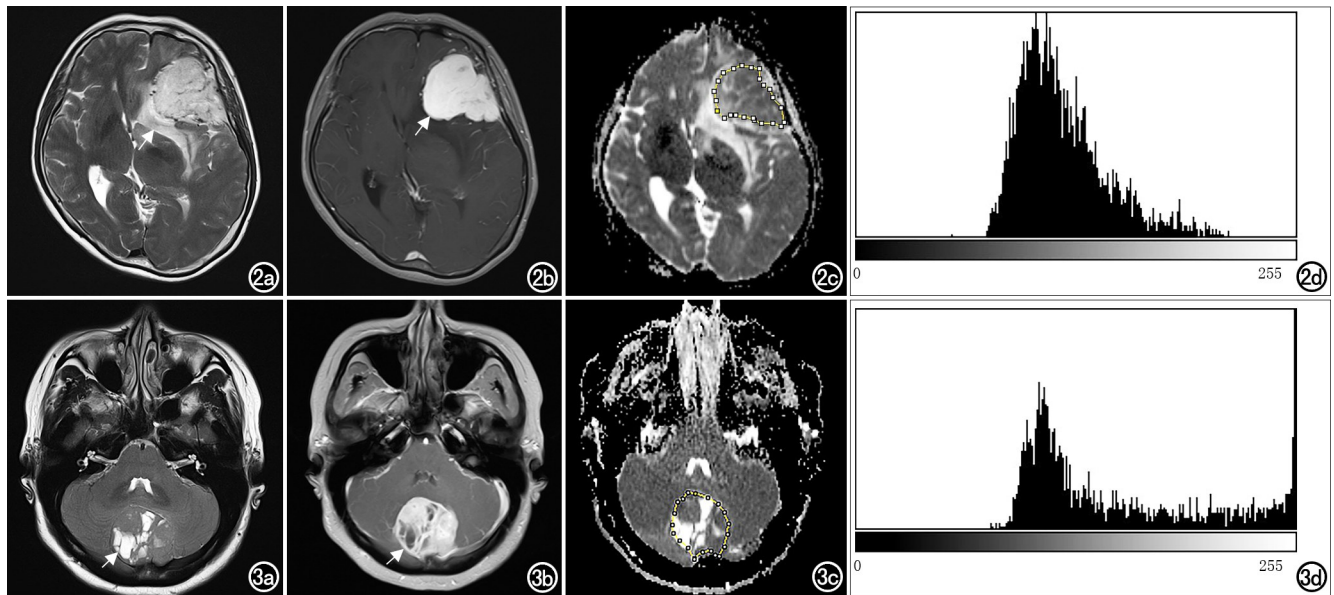


图2 患者,女,56岁,病理诊断为AM。a)横轴面 T_2 WI示左额部颅板下分叶形肿块,呈宽基底生长,周围明显水肿(箭);b) T_1 增强图像示肿块明显均匀强化(箭);c)ADC图:沿肿瘤边界手动勾画ROI(黄色曲线);d)灰度直方图示相对较高的、较集中的ADC灰度值,有明显尖峰。图3 患者,女,31岁,病理诊断为SFT/HPC。a)横轴面 T_2 WI示枕部颅板下类圆形肿块,内见明显囊变/坏死(箭);b) T_1 增强图像示肿块明显不均匀强化,囊变/坏死区未见强化(箭);c)ADC图:沿肿瘤边界手动勾画ROI(黄色曲线);d)灰度直方图示相对较低的、较分散的ADC灰度值,峰值变平。

ADC直方图可以通过可视化图形的不对称性和平坦度来评估参数值的空间分布。峰度和偏度是评价组织空间异质性的指标。峰度是峰值高度的位置,反映分布的峰值,即ADC值的最大频率。本研究中,SFT/HPC组峰度明显小于AM组,表明AM图像的灰度分布更集中于平均值附近。笔者认为这主要是由于AM内瘤细胞分布更均匀,结构更致密,而SFT/HPC内细胞成分混杂,坏死和囊变较多所致^[3]。ADC偏度在鉴别病变类型和良恶性中也具有重要价值^[17]。偏度反映平均值周围分布的不对称性,正偏斜表明病灶内多数ADC值低于平均值,曲线向右倾斜。然而,本研究没有发现偏度有助于区分SFT/HPC和AM的结果。

本研究存在一定局限性。首先这是一项回顾性研究,样本量相对较小;此外,手动勾画ROI不可避免地会产生偏差,未来图像自动分割和提取技术将提供更为客观的研究方法。

综上所述,基于ADC的灰度直方图分析可有效地反映SFT/HPC和AM之间细微的组织病理学差异,其中峰度和ADC 90%具有较高的诊断效能,可为治疗方案的制定和预后评估提供帮助。

参考文献:

[1] Louis DN, Perry A, Reifenberger G, et al. The 2016 World Health Organization Classification of Tumors of the Central Nervous System: a summary[J]. Acta Neuropathol, 2016, 131(6): 803-820.

[2] 理东丽, 许乙凯, 郝鹏, 等. 颅内孤立性纤维性肿瘤/血管周细胞瘤的MRI表现[J]. 放射学实践, 2018, 33(12): 1234-1240.

[3] 董俊伊, 苗延巍, 刘双, 等. 基于常规MRI图像的纹理分析鉴别: 血管周细胞瘤/孤立性纤维瘤与血管瘤型脑膜瘤[J]. 磁共振成像, 2018, 9(4): 258-264.

[4] Clarencon F, Bonneville F, Rousseau A, et al. Intracranial solitary fibrous tumor: imaging findings[J]. Eur J Radiol, 2011, 80(2): 387-394.

[5] Umanodan T, Fukukura Y, Kumagai Y, et al. ADC histogram analysis for adrenal tumor histogram analysis of apparent diffusion coefficient in differentiating adrenal adenoma from pheochromocytoma[J]. J Magn Reson Imaging, 2017, 45(4): 1195-1203.

[6] Rodriguez GD, Awwad A, Meijer L, et al. Metrics and textural features of MRI diffusion to improve classification of pediatric posterior fossa tumors[J]. AJNR, 2014, 35(5): 1009-1015.

[7] Kim JH, Ko ES, Lim Y, et al. Breast cancer heterogeneity: MR imaging texture analysis and survival outcomes[J]. Radiology, 2017, 282(3): 665-675.

[8] Meng Y, Chao W, Yi L, et al. Preoperative radiologic characters to predict hemangiopericytoma from angiomatous meningioma[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2015, 138: 78-82. DOI: 10.1016/j.clineuro.2015.08.005.

[9] 白亮彩, 周俊林, 徐瑞, 等. 颅内间变性血管周细胞瘤的MR特征[J]. 实用放射学杂志, 2012, 28(8): 1186-1188.

[10] 汪春荣, 安杰, 冷西, 等. 颅内血管周细胞瘤的磁共振影像学征象和病理学特点[J]. 中华神经外科杂志, 2016, 32(9): 904-908.

[11] Yamashita Y, Kumabe T, Higano S, et al. Minimum apparent diffusion coefficient is significantly correlated with cellularity in

- medulloblastomas[J].Neurol Res,2009,31(9):940-946.
- [12] 梁小红,周青,赵志勇,等.DWI联合最小ADC值对鉴别诊断颅内孤立性纤维性肿瘤/血管外皮细胞瘤与脑膜瘤的价值[J].磁共振成像,2019,10(01):8-13.
- [13] Lu Z,You Z,Xie D,et al.Apparent diffusion coefficient values in differential diagnosis and prognostic prediction of solitary of fibrous tumor/hemangiopericytoma (WHOII) and atypical meningioma[J].Technol Health Care,2019,27(2):137-147.
- [14] Lin X,Lee M,Buck O,et al.Diagnostic accuracy of T₁-weighted dynamic contrast-enhanced-MRI and DWI-ADC for differentiation of glioblastoma and primary CNS lymphoma[J].AJNR,2017,38(3):485-491.
- [15] 陈晨,任翠萍,赵瑞琛,等.ADC及DCE-MRI对鉴别诊断血管瘤型脑膜瘤与血管周细胞瘤的价值[J].临床放射学杂志,2018,37(10):1603-1607.
- [16] Liu L,Yin B,Geng DY,et al.Comparison of ADC values of intracranial hemangiopericytomas and angiomatous and anaplastic meningiomas[J].J Neuroradiol,2014,41(3):188-194.
- [17] Nakajo M,Fukukura Y,Hakamada H,et al.Whole-tumor apparent diffusion coefficient (ADC) histogram analysis to differentiate benign peripheral neurogenic tumors from soft tissue sarcomas[J].J Magn Reson Imaging,2018,48:680-686.DOI:10.1002/jmri.25987.

(收稿日期:2019-05-30 修回日期:2019-10-10)

本刊网站及远程稿件处理系统投入使用

本刊网站与远程稿件处理系统已开发测试完毕,已于2008年3月1号正式开通投入使用。

作者进行网上投稿及查稿具体步骤如下:请登录《放射学实践》网站(<http://www.fsxsj.net>)点击进入首页→点击“作者投稿”→按提示注册(请务必按系统提示正确填写个人信息,同时记住用户名和密码,以便查询稿件处理进度)→用新注册的用户名和密码登录→点击“作者投稿”进入稿件管理页面→点击“我要投稿”→浏览文件→上传文件(浏览文件后请点击后面的“上传”按钮,只有系统提示“稿件上传成功”方可进行下一步录入操作,文章须以WORD格式上传,图表粘贴在文章中)→录入稿件标题、关键词等→最后点击“确定”即可完成投稿。投稿后请速寄审稿费(100元/篇)以使稿件迅速进入审稿处理。

作者自投稿之日起可不定期登录本刊网站查看稿件处理进度,不必打电话或发邮件查询,具体步骤如下:用注册过的用户名和密码登录→点击“作者查稿”进入稿件管理页面→点击左侧导航栏“我的稿件库”→“稿件状态”显示稿件处理进度→点击“查看”→选择“当前信息”或“全部信息”查看稿件处理过程中的具体信息。稿件退修和催审稿费(版面费)的信息作者亦可在注册时填写的邮箱中看到,作者在邮箱看到相关信息后须进入本系统进行相应处理。

作者如从邮箱和邮局投稿(或网上投稿成功后又从邮箱或邮局再次投稿),本刊须花费大量精力将稿件录入系统中,部分稿件重复多次处理,这给我们的稿件统计及处理工作带来巨大困难。本刊作者需登录本刊网站投稿,如果通过邮箱或邮局投稿,本刊会通知您通过网上投稿。

由于准备时间仓促及经验不足,网站及远程稿件处理系统必然会存在一些缺点和不足之处,希望各位影像同仁不吝赐教,多提宝贵意见,予以指正。

如果您在投稿中遇到什么问题,或者对本系统及网站有好的意见和建议,请及时联系我们。

联系人:石鹤 明桥 联系电话:027-69378385 15926283035