

## MRI 灰度直方图分析在儿童后颅窝常见肿瘤中的鉴别诊断价值

朱晨迪, 张勇, 程敬亮, 董安珂, 汪卫建, 郑瑞平

**【摘要】 目的:**探讨 MRI 灰度直方图分析对三种常见儿童后颅窝肿瘤(毛细胞型星形细胞瘤、髓母细胞瘤、室管膜瘤)的鉴别诊断价值。**方法:**回顾性分析本院 83 例经手术病理证实的儿童后颅窝肿瘤,其中毛细胞型星形细胞瘤 27 例,髓母细胞瘤 25 例,室管膜细胞瘤 31 例,选取三组肿瘤 MR 增强矢状面图像最大层面,采用 Mazda 软件勾画兴趣区并进行灰度直方图分析,对三组肿瘤直方图参数特征进行统计学分析。**结果:**采用灰度直方图分析提取的 9 个参数特征中,其中变异度(Variance)、偏度(Skewness)、均值(Mean)、第 10 百分位数(Perc. 10%)及第 50 百分位数(Perc. 50%)在三组中的差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。峰度(Kurtosis)、第 1 百分位数(Perc. 01%)、第 90 百分位数(Perc. 90%)及第 99 百分位数(Perc. 99%)在三组中差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。**结论:**MRI 灰度直方图分析可提供更多量化信息参数特征,为儿童后颅窝常见肿瘤鉴别诊断提供了新的思路和方法。

**【关键词】** 脑肿瘤; 鉴别诊断; 儿童; 直方图分析; 磁共振成像

**【中图分类号】** R445.2; R739.41 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2018)03-0285-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2018.03.012

**Value of MRI histogram analysis in differential diagnosis of pediatric posteriorfossa tumor** ZHU Chen-di, ZHANG Yong, CHENG Jing-liang, et al. Department of MRI, the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China

**【Abstract】 Objective:** To study the value of MRI histogram in the differential diagnosis of three common types of posterior fossa tumor in children. **Methods:** 83 pediatric patients with pathology proven posterior fossa tumor including pilocytic astrocytoma (27 cases), medulloblastoma (25 cases) and ependymoma (31 cases) were analyzed retrospectively. Region of interest (ROI) was chosen at sagittal MR images with maximum enhancement of lesion and histogram analysis were performed using Mazda software. The histogram parameters were analyzed statistically in these three groups. **Results:** In the 9 parameters extracted from histogram analysis among the three groups, Variance, Skewness, Mean, Perc. 10% and Perc. 50% had statistical differences ( $P < 0.05$ ), but the differences of Kurtosis, Perc. 01%, Perc. 90%, Perc. 99% were not significant ( $P > 0.05$ ). **Conclusion:** Quantitative information could be obtained by MRI histogram analysis, which provides new idea and approach in the differential diagnosis of posterior fossa tumor in children.

**【Key words】** Brain neoplasms; Child; Differential diagnosis; Histogram analysis; Magnetic resonance imaging

儿童神经系统肿瘤仅次于淋巴造血系统肿瘤,为儿童第二好发肿瘤,居于儿童实体肿瘤首位<sup>[1]</sup>,多位于后颅窝,其中毛细胞型星形细胞瘤、髓母细胞瘤、室管膜瘤发生率较高,其恶性程度不同,治疗方式及预后亦有明显差异,故术前正确诊断具有重要的临床意义。常规 MRI 能较好的显示肿瘤的部位、范围及与周围组

织的关系,但对肿瘤的组织类型及分级的作用较小。近年来,灰度直方图分析作为新兴技术在疾病诊断中的应用越来越多<sup>[2]</sup>,可为疾病诊断提供更多定量信息,且经济、简便、易行,国外曾有文献报道将灰度直方图分析用于此三种肿瘤的鉴别<sup>[3]</sup>。本研究通过对 83 例经手术病理证实的三种儿童常见后颅窝肿瘤的 MRI 图像进行分析,研究此三种肿瘤的 MRI 灰度直方图的参数差异,旨在探讨灰度直方图分析对此三种儿童后颅窝肿瘤的鉴别诊断价值。

**作者单位:** 450052 郑州,郑州大学第一附属医院磁共振科

**作者简介:** 朱晨迪(1990-),女,河南汝州人,硕士研究生,主要从事中枢神经系统影像诊断工作。

**通讯作者:** 张勇, E-mail: zuzhangyong2013@163.com

**基金项目:** 2016 年河南省医学科技攻关项目(201602030)

## 材料与方法

### 1. 一般资料

回顾性分析本院 2009 年 6 月—2016 年 5 月经手术病理证实的 83 例儿童后肿瘤患者的病例资料,其中毛细胞型星形细胞瘤 27 例(男 14 例,女 13 例),髓母细胞瘤 25 例(男 14 例,女 11 例),室管膜细胞瘤 31 例(男 10 例,女 21 例;WHO II 级 20 例,WHO III 级 11 例),年龄 1~15 岁。临床表现主要为头痛、头晕、呕吐、站立不稳等。纳入标准如下:①通过手术病理证实为星形细胞瘤、髓母细胞瘤、室管膜瘤中的一种;②术前在本院行 MR 平扫及增强检查,具有完善的影像资料,包括横轴面 T<sub>1</sub>WI、T<sub>2</sub>WI、FLAIR、DWI 和增强 T<sub>1</sub>WI;③MRI 图像质量良好。

### 2. 检查方法

采用 Siemens Skyra 3.0T MR 仪,标准头颅线圈。平扫行矢状面及横轴面 T<sub>1</sub>WI、T<sub>2</sub>WI、液体衰减反转恢复(FLAIR)序列及 DWI。扫描参数:T<sub>1</sub>WI (TR 260.0 ms, TE 2.46 ms);T<sub>2</sub>WI (TR 3800 ms, TE 93.0 ms);FLAIR (TR 4500 ms, TE 93.0 ms);DWI 扫描采用 SE-EPI 序列, b 值为 0 及 1000 s/mm<sup>2</sup>, TR 3500 ms, TE 119 ms;视野 23 cm×23 cm,层厚 5 mm,层间距 0.3 mm,层数 20。增强扫描行矢状面、横轴面及冠状面 T<sub>1</sub>WI,增强扫描对比剂采用钆喷替酸葡胺(Gd-DTPA),剂量 0.2 mmol/kg,扫描参数同平扫 T<sub>1</sub>WI。

### 3. 兴趣区的选取

图像选择:将所有患者的 MR 图像从 PACS 工作站以 BMP 格式导出,导出时调整窗宽、窗位,使所有图像窗宽、窗位均保持一致,由于增强 T<sub>1</sub>WI 显示病变范围较清晰,因此,首先选择矢状面增强 T<sub>1</sub>WI 图像,用于直方图分析。

兴趣区选择及直方图分析:采用 MaZda 软件沿病变矢状位增强 T<sub>1</sub>WI 图像最大层面的肿瘤边缘手动勾画兴趣区(regions of interest, ROI),软件可自动生成 ROI 的灰度直方图,由灰度直方图可计算得到以下参数:肿瘤变异度(Variance)、偏度(Skewness)、均值(Mean)、峰度(Kurtosis)、第 1 百分位数(Perc. 01%)、第 10 百分位数(Perc. 10%)、第 50 百分位数(Perc. 50%)、第 90 百分位数(Perc. 90%)、第 99 百分位数(Perc. 99%)等。本研究中所有样本的 ROI 均是在两位影像学专家的指导下勾画完成。分别从 3 种肿瘤中选取一个样本圈出肿瘤区域,并用红色填充肿瘤区域,将与其对应的标记前后的图像及运行出的直方图显示如下(图 1~3)。

### 4. 统计学分析

采用 SPSS 21.0 软件进行统计学分析。计量资料用  $\bar{x} \pm s$  进行统计描述。多组间比较,满足正态分布、方差齐的数据采用单因素方差分析(ANOVA),组间两两比较采用 LSD-*t* 检验;不满足正态分布或方差不齐的数据多组间比较采用 Kruskal-Wallis 检验,组间两两比较采用 Bonferroni 法。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结果

三组肿瘤灰度直方图各参数值统计结果见表 1、2。由灰度直方图分析得到的 9 个参数中,Mean、Variance、Skewness、Perc. 10% 及 Perc. 50% 等 5 个参数差异有统计学意义( $P$  均  $< 0.05$ ),其中 Perc. 10% 及 Perc. 50% 在室管膜瘤与毛细胞型星形细胞瘤两组之间差异有统计学意义, Perc. 10% 在室管膜瘤与髓母细胞瘤间有统计学差异, Mean、Variance、Skewness、Perc. 10% 及 Perc. 50% 在毛细胞型星形细胞瘤与髓母细胞瘤间差异有统计学意义。Kurtosis、Perc. 01%、

表 1 三组儿童后颅窝肿瘤灰度直方图参数比较

参数	室管膜瘤	毛细胞型星形细胞瘤	髓母细胞瘤	F 值/ $\chi^2$ 值	P 值
Mean	98.37±26.52	83.74±16.11	114.33±23.56 <sup>b</sup>	4.839	0.010
Variance	937.54±651.54	1487.87±850.61	530.03±257.39 <sup>b</sup>	10.255	0.006
Skewness	0.24±0.91	1.05±0.88	-0.24±0.86 <sup>b</sup>	3.811	0.026
Kurtosis	1.49±2.62	2.47±6.18	2.50±3.48	2.652	0.266

注:<sup>a</sup>与室管膜瘤比较  $P < 0.05$ ,<sup>b</sup>与星形细胞瘤比较  $P < 0.05$ 。

表 2 三组儿童后颅窝肿瘤灰度直方图参数比较

参数	室管膜瘤	毛细胞型星形细胞瘤	髓母细胞瘤	F 值/ $\chi^2$ 值	P 值
Perc. 01%	38.13±19.05	44.78±15.92	52.92±18.38	3.065	0.052
Perc. 10%	64.87±22.26	48.07±14.02 <sup>a</sup>	82.96±19.24 <sup>ab</sup>	10.918	0.000
Perc. 50%	97.03±27.69	75.26±19.32 <sup>a</sup>	115.44±27.36 <sup>b</sup>	8.132	0.001
Perc. 90%	135.52±36.91	145.96±29.16	143.00±26.85	0.063	0.939
Perc. 99%	168.29±45.80	187.85±37.27	172.40±27.14	0.663	0.518

注:<sup>a</sup>与室管膜瘤比较  $P < 0.05$ ,<sup>b</sup>与星形细胞瘤比较  $P < 0.05$ 。

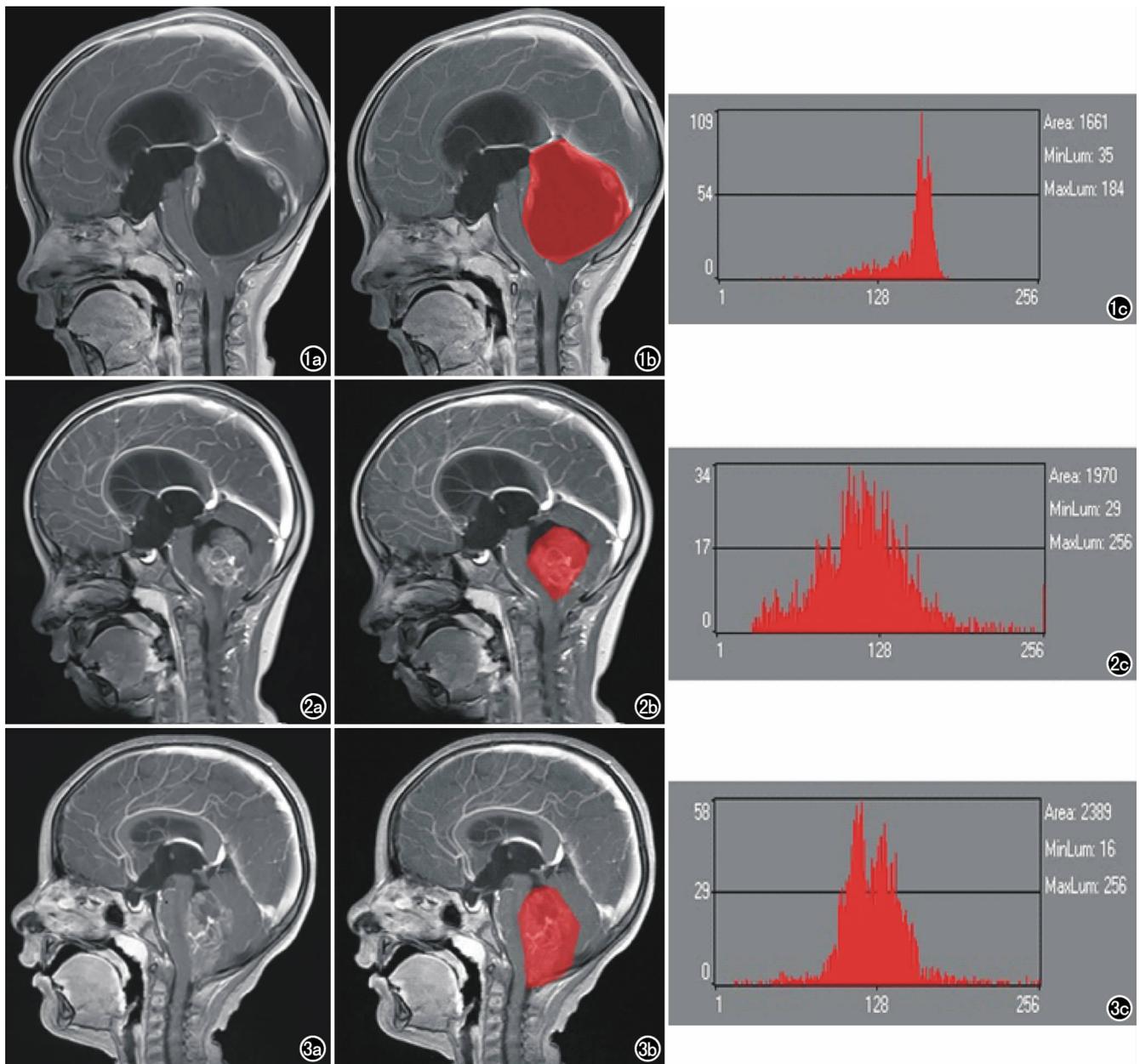


图1 男,2岁,毛细型星形细胞瘤。a) MR增强矢状面示四脑室内一巨大囊性肿块,囊壁轻度强化,壁内可见小结节状强化; b) 勾画兴趣区; c) 灰度直方图分布较陡直,分布不对称尾部趋向于更多较大值。

图2 女,4岁,髓母细胞瘤。a) MR增强矢状面图像可见四脑室内圆形中等强化肿块; b) 勾画兴趣区; c) 灰度直方图分布相对平缓,接近于正态分布。 图3 男,5岁,室管膜细胞瘤(WHO III级)。a) MR增强矢状面图像可见四脑室内中等强化肿块,内可见轻度囊变,肿块超出枕骨大孔呈“融蜡征”; b) 勾画兴趣区; c) 灰度直方图分布相对平缓,接近于正态分布。

Perc. 90%及 Perc. 99%在三组间差异无统计学意义( $P$ 均 $>0.05$ )。建立受试者工作特征(receiver operating characterist, ROC)曲线并计算曲线下面积(area under curve, AUC),通过 ROC 曲线分析 Mean、Variance、Skewness、Perc. 10%及 Perc. 50%等 5 个参数在三组肿瘤两两之间的诊断效能,有统计学意义的参数在相应两组肿瘤之间的 AUC(图 4、5)及为兼顾敏感度和特异度选取的最佳临界值见表 3。

表3 灰度直方图参数对毛细型星形细胞瘤与髓母细胞瘤的鉴别效能

参数	AUC	最佳临界值	敏感度 (%)	特异度 (%)	$P$ 值
Mean	0.855	97.83	76.0	86.0	$<0.05$
Variance	0.862	672.13	81.5	72.0	$<0.05$
Skewness	0.859	0.43	81.5	80.0	$<0.05$
Perc. 10%	0.934	69.00	80.0	97.0	$<0.05$
Perc. 50%	0.876	93.50	80.0	78.0	$<0.05$

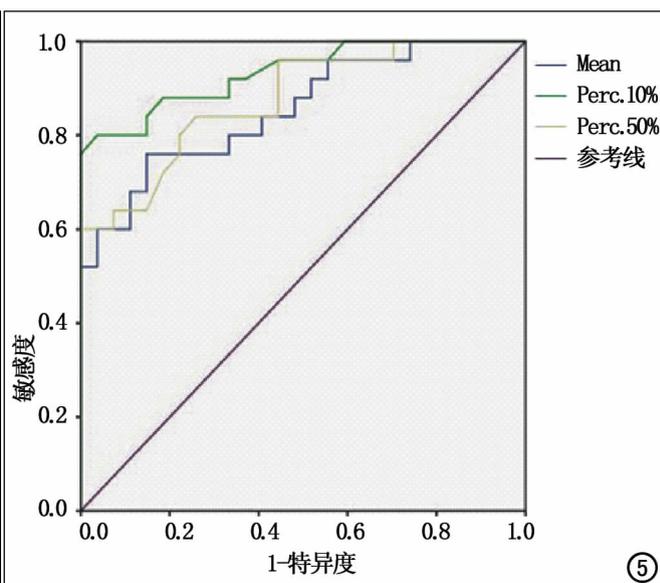
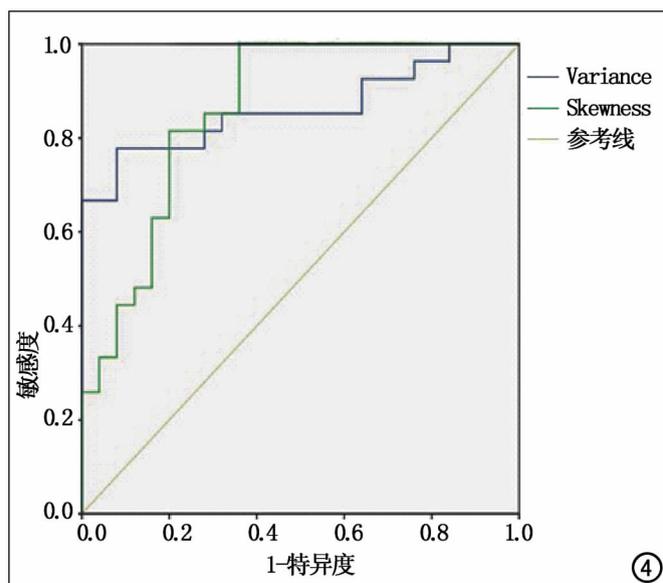


图4 Variance、Skewness 鉴别诊断毛细型星形细胞瘤与髓母细胞瘤的 ROC 曲线。图5 Mean、Perc.10%及 Perc.50%鉴别诊断毛细型星形细胞瘤与髓母细胞瘤的 ROC 曲线。

## 讨论

毛细型星形细胞瘤、髓母细胞瘤及室管膜瘤是三种常见的儿童后颅窝肿瘤,常规 MRI 可用于三者的鉴别诊断,但由于肿瘤影像表现之间多有重叠,诊断价值有限;就髓母细胞瘤与毛细型星形细胞瘤而言,  $T_2$ WI 上典型的髓母细胞瘤表现为稍高信号,后颅窝内毛细型星形细胞瘤囊变多见,囊壁可伴或不伴壁结节,在  $T_2$ WI 上表现为明显高信号,但有文献报道 50% 的毛细型星形细胞瘤在  $T_2$ WI 相对于脑实质呈等或稍高信号,与髓母细胞瘤在  $T_2$ WI 的信号强度有重叠现象<sup>[4]</sup>。而与常规 MRI 影像表现相比,肿瘤的定量分析对肿瘤鉴别诊断具有更高的准确性,可在术前作为一种非侵入手段为肿瘤分类及分型提供更多有价值的信息,指导术中肿瘤切除范围及治疗方案的制定,改善预后<sup>[3]</sup>。

ADC 值测量及 MRS 为肿瘤鉴别诊断中运用较多的定量分析方法。大量研究表明毛细型星形细胞瘤平均 ADC 值明显高于室管膜瘤与髓母细胞瘤,但后两者之间的平均 ADC 值无明显差异<sup>[5-8]</sup>;MRS 可通过定量比较物质代谢提供鉴别诊断信息,但使检查费用增加及检查时间延长,且其准确性易受肿瘤部位、大小及成分的影响<sup>[9]</sup>。

医学图像中包含大量肉眼无法观测到的与临床实践相关的纹理信息,纹理分析是近年来新出现的一种图像后处理技术,可对医学图像中像素的分布情况进行数学分析,获取一系列量化肿瘤的相关参数。常用的纹理分析获取量化参数的方法有:统计法、基于模型

法、结构法和频率法,其中统计法中的灰度直方图分析法为医学图像纹理分析较常使用的分析方法,可提供图像兴趣区的像素值的灰度分布情况,在常规 MRI 检查的基础上进行分析,且操作简便,可重复性强,可提供大量参数用于疾病诊断。灰度直方图分析在病变鉴别诊断、肿瘤分类、分级、生存期预测等方面的应用已得到认可<sup>[10-11]</sup>。

本研究发现基于增强 MRI 灰度直方图的均值、变异度、偏度及第 50 百分位数在后颅窝髓母细胞瘤与毛细型星形细胞瘤之间差异有统计学意义。均值、变异度可反映肿瘤区像素点灰度值的平均水平及灰度值的离散程度;偏度值为描述病变特征值分布对称性的统计量,表明分布相对平均值的不对称程度,正值表明分布不对称趋向于较大值,分布集中于右侧;负值代表分布不对称偏向于较小值,分布集中于左侧,偏度绝对值越大,分布形态越偏离正态分布。髓母细胞瘤 (WHO IV 级) 虽恶性程度较高,但较少发生大片坏死、囊变少见,肿瘤细胞密集,灰度值分布相对均匀集中,灰度值均值较大、变异度较小,偏度较小,接近于正态分布;毛细型星形细胞瘤 (WHO I 级) 恶性程度虽低,但囊变明显,肿瘤细胞密度低,灰度值分布不均,灰度值均值较小,变异度较大,曲线分布向右偏移,偏度较大;而室管膜瘤 (WHO I ~ III 级),肿瘤细胞排列较髓母细胞瘤疏松,恶性程度及细胞密度居于髓母细胞瘤和毛细型星形细胞瘤之间,与两者在此四个参数中差异不明显。

灰度直方图百分位数表示低于该百分位数的观测对象的百分比,第 10 百分位数及第 50 百分位数差异

有统计学意义,表明三种肿瘤及毛细胞型星形细胞瘤与室管膜瘤、毛细胞型星形细胞瘤与髓母细胞瘤之间直方图的曲线分布仅在较低灰度值范围内差异明显,一定程度上反映肿瘤细胞灰度值的分布。由于本研究样本量有限,未对髓母细胞瘤及室管膜瘤进行不同亚型的分层研究,直方图参数是否与病理及分子亚型之间存在关联有待进一步研究。

总之,MRI灰度直方图作为一种辅助诊断的新方法,结合常规MRI上肿瘤的鉴别要点,有助于提高对儿童后颅窝肿瘤分类的诊断价值。

#### 参考文献:

[1] Kaatsch P, Rickert CH, Kühl J, et al. Population-based epidemiologic data on brain tumors in German children[J]. *Cancer*, 2001, 92(12):3155-3164.

[2] 迟淑萍. CT灰度直方图对实性肺结节的鉴别诊断价值[J]. *放射学实践*, 2016, 31(9):866-869.

[3] Rodriguez Gutierrez D, 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.

[4] Arai K, Sato N, Aoki J, et al. MR signal of the solid portion of pilocytic astrocytoma on T<sub>2</sub>-weighted images: is it useful for differentiation from medulloblastoma[J]. *Neuroradiology*, 2006, 48(4):233-237.

[5] Yamasaki F, Kurisu K, Satoh K, et al. Apparent diffusion coefficient of human brain tumors at MR imaging[J]. *Radiology*, 2005, 235(3):985-991.

[6] Schneider JF, Confort-Gouy S, Viola A, et al. Multi parametric differentiation of posterior fossa tumors in children using diffusion-weighted imaging and short echo-time <sup>1</sup>H-MRSpectroscopy[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2007, 26(6):1390-1398.

[7] Rumboldt Z, Camacho DL, Lake D, et al. Apparent diffusion coefficients for differentiation of cerebellar tumors in children[J]. *AJNR*, 2006, 27(6):1362-1369.

[8] Bull JG, Saunders DE, Clark CA. Discrimination of pediatric brain tumours using apparent diffusion coefficient histograms[J]. *Eur Radiol*, 2012, 22(2):447-457.

[9] Davies NP, Wilson M, Harris LM, et al. Identification and characterization of childhood cerebellar tumours by in vivo proton MRS[J]. *NMR Biomed*, 2008, 21(8):908-918.

[10] Kim JH, Ko ES, Lee KS, et al. Breast cancer heterogeneity: MR imaging texture analysis and survival outcomes[J]. *Radiology*, 2016, 282(3):665-675.

[11] Chen X, Wei X, Zhang Z, et al. Differentiation of true-progression from pseudoprogression in glioblastoma treated with radiation therapy and concomitant temozolomide by GLCM texture analysis of conventional MRI[J]. *Clin Imaging*, 2015, 39(5):775-780.

(收稿日期:2017-04-22)

## 《放射学实践》(英文稿)稿约

《放射学实践》是由国家教育部主管,华中科技大学同济医学院主办,与德国合办的全国性影像学学术期刊,创刊至今已33周年。本刊坚持服务广大医学影像医务人员的办刊方向,关注国内外影像医学的新进展、新动态,全面介绍X线、CT、磁共振、介入放射及放射治疗、超声诊断、核医学、影像技术学等医学影像方面的新知识、新成果,受到广大影像医师的普遍喜爱。

本刊为国家科技部中国科技论文核心期刊、中国科学引文数据库统计源期刊,在首届《中国学术期刊(光盘版)检索与评价数据规范》执行评优活动中,被评为《CAJ—CD规范》执行优秀期刊。

2012年始本刊拟在英文专栏刊发全英文文稿。

1. 文稿应具有科学性、创新性、逻辑性,并有理论和实践意义。论点鲜明,资料可靠,数据准确,结论明确,文字简练,层次清楚,打印工整。

2. 本刊实行盲法审稿,来稿附上英文稿一份,中文对照稿两份(用小4号字、1.5倍行距打印),文稿中不出现任何有关作者本人的信息。另纸打印一份中英文对照的文题、作者姓名、作者单位(应准确、规范、完整)及邮政编码。如系2个单位及以上者,则在作者姓名右上角排阿拉伯数字角码,按序将单位名称写于作者下方。并注明第一作者的性别,职称及第一作者或联系人的电话号码, E-mail地址。

3. 来稿须经作者所在单位审核并附单位推荐信。推荐信应证明内容不涉及保密、署名无争议、未一稿两投等项。

4. 论著采用叙述式摘要。关键词一般3~5个,请采用最新版的MeSH词表(医学主题词注释字顺表)中的主题词。MeSH词表中无该词时,方可用习用的自由词。使用缩略语时,应在文中首次出现处写明中、英文全称。

5. 表格采用三线表,表序按正文中出现的顺序连续编码。数据不多、栏目过繁、文字过多者均不宜列表。表内同一指标数字的有效位数应一致。

6. 线条图应另纸描绘,全图外廓以矩形为宜,高宽比例约为5:7,避免过于扁宽或狭长。照片图须清晰,像素高,层次分明,图题及图解说明清楚。

7. 参考文献必须以作者亲自阅读过的近年文献为主,并由作者对照原文核实(请作者在文章发表前提供PubMed等数据库的所含文献页面)。文献一般不少于30篇。内部刊物、未发表资料、私人通讯等勿作参考文献引用。参考文献的编号按照在正文中出现的先后顺序排列,用阿拉伯数字加方括号角注。并按引用的先后顺序排列于文末。