

SPGR- T_2^* WI 鉴别颅内出血和钙化的定量分析

衣慧灵, 刘兰祥, 齐曦明, 刘永利

【摘要】 目的:研究扰相梯度双回波 T_2^* 加权成像(SPGR- T_2^* WI)序列诊断与鉴别诊断颅内出血和钙化的定量分析指标。方法:以多回波采集重度 T_2^* WI 三维梯度回波序列(ESWAN)作为金标准,对已确诊脑出血的 18 例 38 个病灶和颅内钙化 7 例 11 个病灶进行磁共振 SPGR- T_2^* WI (15/30 ms)检查。测量不同病灶 T_2^* 值,进行统计学分析比较。结果:SPGR- T_2^* WI 序列对于血肿的发现率为 CT 的 1.9 倍,对微出血及脑干、小脑等部位出血 SPGR- T_2^* WI 比 CT 检查更有优势。出血(核心区)与钙化的 T_2^* 值有明显的统计学差异($P < 0.05$),但是出血(外周区)与钙化的 T_2^* 值无明显的统计学差异($P > 0.05$)。结论:SPGR- T_2^* WI 序列上颅内出血和钙化 T_2^* 值的定量分析,为实现脑血管病的 MR 一站式诊断奠定了基础。

【关键词】 脑出血; 钙化,生理性; 磁共振成像

【中图分类号】 R445.2; R743.34; R336 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2013)06-0623-05

Quantitative analysis of differential diagnosis between cerebral hemorrhage and calcification by using MR SPGR- T_2^* WI sequence

YI Hui-ling, LIU Lan-xiang, QI XI-ming, et al. Department of MRI, NO. 1 Hospital of Qinhuangdao, Hebei 066000, P. R. China

【Abstract】 Objective: The purpose of this study was to investigate the feasibility of the quantitative criterion in differential diagnosis of cerebral hemorrhage and calcification by using SPGR- T_2^* WI sequence of MR. **Methods:** ESWAN taken as "golden" standard, MR SPGR- T_2^* WI with TE of 15ms and 30ms was performed in 18 cases (38 lesions) of cerebral hematoma and 7 cases (11 lesions) of calcification. The T_2^* value of the same dark area was measured at different TEs. The imaging findings were compared with SPGR- T_2^* WI and CT. **Results:** The detecting rate of SPGR- T_2^* WI of cerebral hemorrhage was 1.9 times the rate of CT. Microbleeds and the cerebral hematoma which located in the brain stem and cerebellum were easily found by using SPGR- T_2^* WI than CT. The T_2^* value at different TE values was statistically different at the hematoma (core area) and calcification ($P < 0.05$) of group cerebral hemorrhage. The T_2^* value at different TE values was not statistically different between group of cerebral hemorrhage (peripheral area) and calcification ($P > 0.05$). **Conclusion:** The quantitative analysis of acute cerebral hematoma and calcification is available by measuring the T_2^* value at different TE values. It would do contribute to a one-shot diagnosis of cerebrovascular disease.

【Key words】 Cerebral hemorrhage; Calcification, physiologic; Magnetic resonance imaging

脑出血是临床影像诊断的常见疾病,其主要诊断方式为 CT 和 MRI。近年来, MRI 检查可以取代 CT 诊断早期脑出血已被多数学者证实^[1],以前脑出血和钙化的鉴别主要依靠 CT,但 CT 对于微出血的显示欠佳,后颅窝伪影的影响使得小脑与脑干的脑出血病灶发现率也很低^[2]。2004 年韩鸿宾应用磁共振扰相梯度双回波序列采用径线法鉴别急性脑实质出血和钙化^[3]。但是由于面积法、径线法的操作复杂,因而限制了它的推广和应用。本研究在韩鸿宾研究的基础上,采用更为直观的 T_2^* 值的定量分析,并以多回波采集重度 T_2^* WI 三维梯度回波序列(enhanced gradient echo T_2^* star weighted angiography, ESWAN)作为出

血金标准,探讨出血和钙化发生的机制,寻找鉴别出血和钙化最为方便、快速、有效的方法,实现脑卒中的磁共振一站式诊断。

材料与方法

1. 研究对象

单纯性脑出血 18 例,其中男 10 例,女 8 例,年龄 39~78 岁,平均年龄 61 岁。脑出血病例共 38 个病灶,位于大脑半球的 31 例,位于脑干 2 例,位于小脑 5 例。颅内钙化 7 例,其中男 4 例,女 3 例,年龄 47~77 岁,平均年龄 64 岁。共 11 个病灶,其中正常基底节区钙化 2 例 3 个病灶,脉络丛钙化 3 例 5 个病灶,肿瘤内钙化 2 例 2 个病灶,大脑镰钙化 1 例 1 个病灶。所有研究对象均签署知情同意书。所有出血均经过 ESWAN 检查证实,所有钙化病灶均经过头颅 CT 检查证实。出血病例 CT 和 MRI 检查相隔不超过 1 天。

作者单位: 066000 河北,秦皇岛市第一医院核磁室(衣慧灵、刘兰祥);中心实验室(齐曦明);CT室(刘永利)

作者简介:衣慧灵(1983-),女,河北秦皇岛人,硕士研究生,主治医师,主要从事中枢神经系统影像诊断工作。

通讯作者:刘兰祥, E-mail: liulanxiang66@sina.com

基金项目:秦皇岛市科技局基金(201201B037)

2. 设备及扫描方法

MR:GE Signa EXCITE 1.5T 超导型 MR 机 8 通道头线圈。常规行以下序列扫描扰相梯度双回波 T_2^* 加权成像 (spoiled gradient recalled echo T_2^* -weighted imaging, SPGR- T_2^* WI)、 T_1 WI、 T_2 WI、 T_2^* -FLAIR、DWI、ESWAN 具体参数见表 1。

表 1 具体序列扫描参数及方法

序列	TR/TE/ (TI) (ms)	层厚/间距 (mm)	视野 (mm)	矩阵
SPGR- T_2^* WI	300/30,15	1.5/0.3	230	256×256
T_1 WI	1800/15	5.0/1.0	230	320×256
T_2 WI	4500/102	5.0/1.0	230	320×256
T_2^* -FLAIR	8400/120	5.0/1.0	230	320×256
DWI	6000/80	5.0/1.0	230	320×256
ESWAN	40/31	2.0	230	384×448

CT:GE64 排螺旋 CT(Light speed VCT SYS # ct99)行常规扫描。

3. 观察指标与统计方法

对每一个病例病灶同位置分别测量同一感兴趣区在不同 $TE=15$ 、 $TE=30$ ms 的信号值 S_1 、 S_2 并计算出该病灶的 T_2^* 值。

T_2^* 值的测量方法^[4]：

$$S(TR, T1, \theta) \propto M_0 \frac{\sin\theta(1 - e^{-TR/T1})e^{-TE/T_2^*}}{1 - \cos\theta - e^{-TR/T1}}$$

$$1/T_2^* \text{ 值} = \ln(S_1/S_2)/15 \quad (TE=15, TE=30 \text{ ms})$$

统计应用 SPSS 13.0 软件,采用方差分析(ANOVA 法),对脑出血核心区、外周区及钙化 3 组之间的 T_2^* 值的差异进行统计学分析,应用 Tukey 法对于不同组别之间进行两两比较,检验水准 $\alpha=0.05$,并以此检验水准通过概率 P 判断是否存在统计学差异。所有测量均由两名放射科医师分别进行,结果进行平均。

结果

1. 出血在 SPGR- T_2^* WI 序列及 CT 的征象

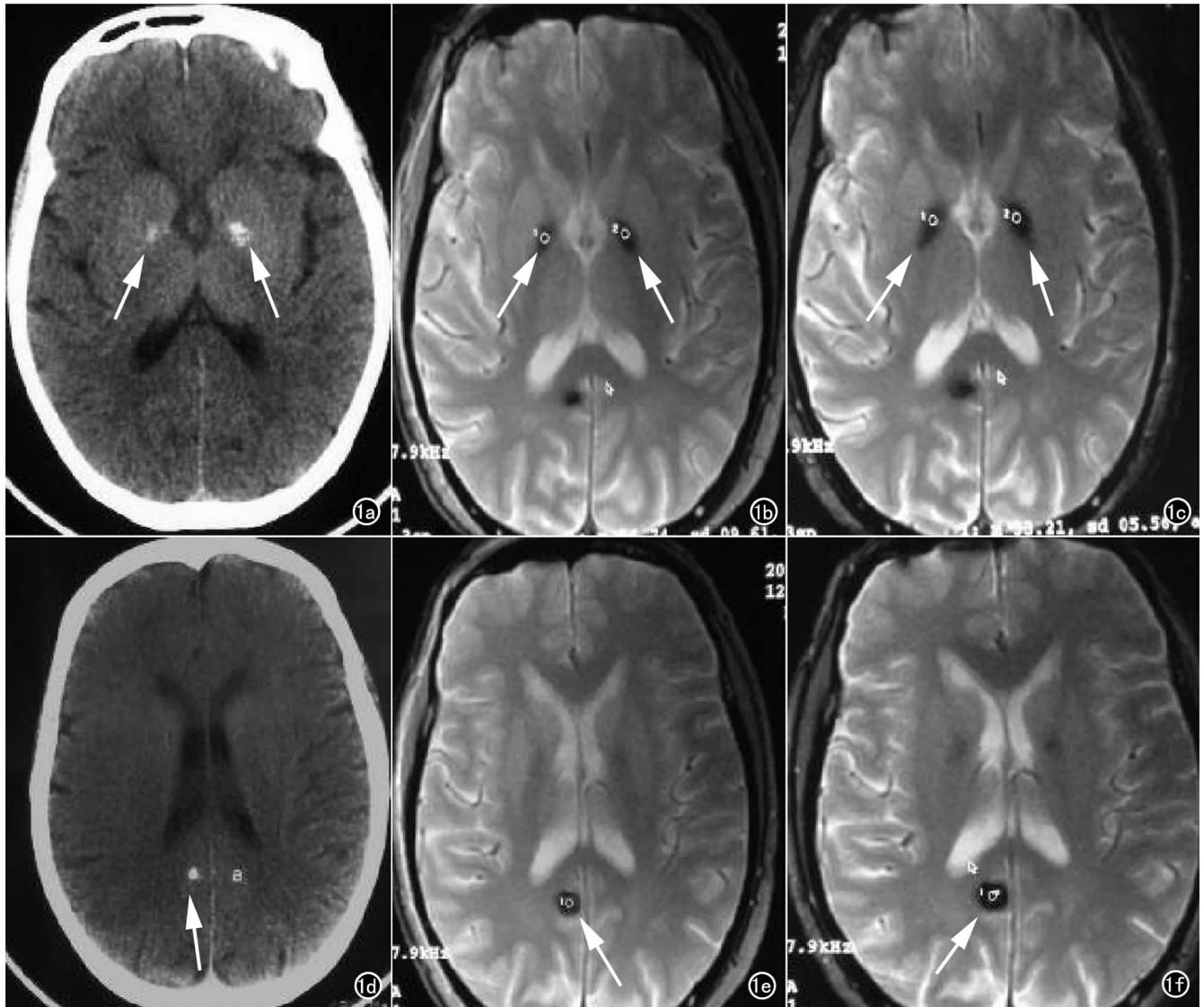


图 1 女,79岁,脑出血和钙化同时存在的患者。a) CT 示双侧基底节区钙化; b) T_2^* WI 图像, $TE=15$ ms 基底节区钙化; c) T_2^* WI $TE=30$ ms, 基底节区钙化, 钙化灶低信号范围随 TE 时间延长无明显变化(箭); d) CT 示右侧顶叶出血(箭); e) T_2^* WI $TE=15$ ms, 右侧顶叶出血灶(箭); f) T_2^* WI $TE=30$ ms, 右侧顶叶出血灶低信号范围随 TE 时间延长增大(箭)。

38例病例中有5例患者同时有两处及两处以上出血灶,其中5处位于脑干和小脑等位置及直径($TE=15$) <1 cm的微小出血灶。其中,急性I期有3例患者4处病灶;急性II期有2例患者4处病灶。急性期病灶SPGR- T_2^* WI序列呈不均匀低信号影,小病灶(直径 <1 cm的微小出血灶)呈均匀低信号影,外周可见不规则片状水肿带。CT示除1个小病灶(直径 <1 cm的微小出血灶)未在CT扫描中发现,余急性期出血灶的CT表现为圆形或不规则形、均匀高密度灶,CT值均值约70 HU。亚急性期有2例患者3处病灶,中心混杂低外周环形高信号影最外周低信号影,CT示高密度影范围较MR所示范围小,CT值均值约为56 HU左右。慢性期2个患者6个病灶,SPGR- T_2^* WI序列上中心混杂略高信号影外周明显低信号影,CT仅能发现1个病灶,且该病灶血肿吸收中心囊腔形成,余小病灶吸收消失。钙化在SPGR- T_2^* WI序列及CT的征象:钙化的病灶CT表现为高密度 >95 HU^[5],在SPGR- T_2^* WI序列上表现为低信号或极低信号,二者影像在形状和大小上高度符合(图1)。仅2例在SPGR- T_2^* WI序列表现为等信号,未能明确发现,余均能明显显示。亚急性期13例患者19个病灶,直径 >25 mm,脑内血肿在扰相梯度回波 T_2^* WI序列上有3层组成,中心为略低信号,范围随时间延长逐渐增大,边缘在该序列显示为细线状或窄带状低信号。中央及边缘低信号之间可见线条状扰相梯度回波 T_2^* WI序列呈高信号,该信号宽度随时间延长逐渐增宽(图2)。因此我们分别对脑出血核心区和外周区进行 T_2^* 值的测量和统计学

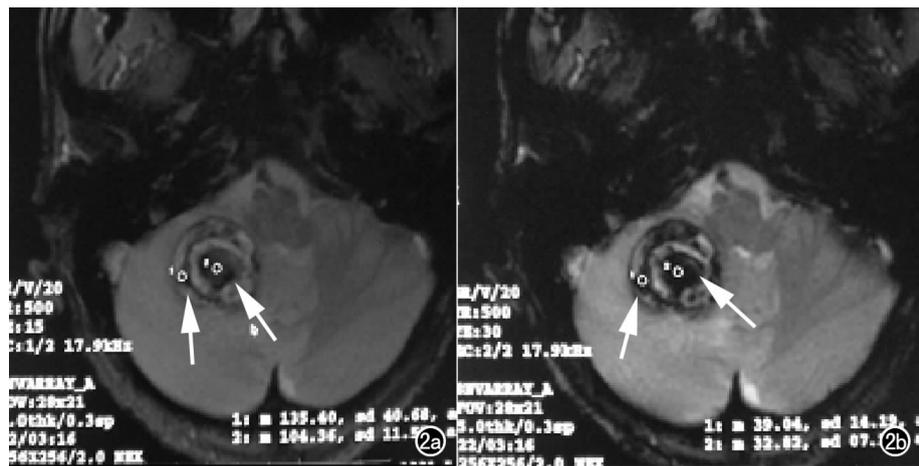


图2 男,51岁,右侧小脑半球出血,脑出血核心区区和外周区的分区测量。a). T_2^* WI图像 $TE=15$ ms,选取中心的低信号区为核心区(箭1),画取感兴趣区记录 $S1.1$ 值;外周高信号环外低信号影为外周区(箭2),画取感兴趣区记录 $S1.2$ 值; b) T_2^* WI图像 $TE=30$ ms,复制 T_2^* WI图像 $TE=15$ ms 感兴趣区至图像 $TE=30$ ms,记录 $S2.1$ 值,选取感兴趣区记录 $S2.2$ 值。

分析。

2. 出血和钙化在 SPGR- T_2^* WI 信号的定量研究

我们分别对出血病灶的中心区域(核心区)和外周区进行了定量研究。对于急性期病灶未见确切区分核心区与外周区的高信号带,直接将其定义为核心区,此类病灶共8处。同时我们也对CT扫描确定的11处钙化病灶(>95 HU)进行MRI扫描,并对 T_2^* 值进行记录。最后对各期出血核心区、外周区及钙化的 T_2^* 值进行统计学分析(图3),发现血肿核心区的 T_2^* 值主要分布于 0.052 ± 0.014 ,钙化灶的 T_2^* 值为 0.025 ± 0.015 ,出血(核心区)与钙化的 T_2^* 值有明显的统计学差异($P < 0.05$),而出血(外周区)与钙化的 T_2^* 值无明显的统计学差异($P > 0.05$,表2、3)。

表2 3组之间 T_2^* 值的差异的统计学分析

Tukey's 检验	P 值	95% 可信区间
出血灶(核心) vs 出血灶(外周)	<0.05	0.004~0.025
出血灶(核心) vs 钙化灶	<0.05	0.014~0.039
出血灶(外周) vs 钙化灶	>0.05	-0.002~0.027

表3 3组之间 T_2^* 值均数及标准差

组别	最小值	最大值	平均值	标准差
出血灶(核心)	0.024	0.086	0.052	0.014
出血灶(外周)	0.003	0.077	0.037	0.018
钙化灶	0.005	0.055	0.025	0.015

3. 应用 SPGR- T_2^* WI 对出血和钙化的检出率

应用SPGR- T_2^* WI对ESWAN确诊的出血检出率为100%;对CT确诊的钙化检出率为82%(表4)。

讨论

1. 磁共振扰相梯度双回波鉴别出血和钙化

脑出血和钙化的定量比较

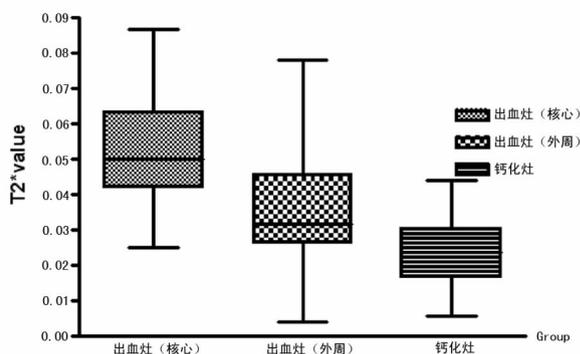


图3 脑出血核心区、外周区及钙化灶之间 T_2^* 值的差异。

表 4 CT 及核磁对出血及钙化病变的检出率

各期出血与钙化	CT	T ₂ WI	T ₂ FLAIR	T ₁ WI	DWI	SPGR-T ₂ *WI (T ₂ *值)	ESWAN
急性期 I	100	100	100	100	100	100	100
急性期 II	75	50	75	75	75	100	100
亚急性	100	100	66.7	66.7	66.7	100	100
慢性	16.7	16.7	16.7	16.7	66.7	100	100
不确定	42.85	42.85	47.62	42.85	71.43	100	100
合计(出血发现率)	52.63	50	52.63	50	73.68	100	100
钙化	100	18	18	18	18	82	91

注:以 ESWEAN 为金标准,出血灶直径最小为 >5mm(T₂*WI TE=15)。

脑组织可因多种原因出现钙化。一般认为在发现钙化上 CT 扫描优于 MRI。理论上钙化组织内含氢质子非常少,在常规 MRI 上为无信号或低信号影。近年的临床工作中发现钙化在 MRI 反映出来的信号是多种多样的^[6],而脑出血是一个动态的病理变化过程,在常规 MR 序列上脑出血的信号也是复杂多样,某些时期的出血信号和钙化影像表现非常相似,其鉴别问题一直困扰临床。随着核磁共振技术的不断发展,使 MR 鉴别出血和钙化成为可能。磁感应性是物质本身的物理特性,在磁场环境下物质产生不同程度磁性。如果该物质使磁力线被排斥,表现为局部磁力线密度下降,称为抗磁性。而如果局部磁力线被吸引时,则表现为局部磁力线密度增加,称为顺磁性或铁磁性^[4]。钙化灶为抗磁性物质,对周围磁场的影响较小。Gupta 等^[7]应用校正梯度回波相位成像(corrected gradient echo phase imaging)证实颅内出血为顺磁性物质,而钙化为抗磁性物质。出血与钙化的磁性不同是造成其在 MR 上表现不同的主要原因。顺磁性物质与抗磁性物质相比较出血比钙化的影响要大 10000 倍^[8]。

近年来国外的学者如 Rakesh 等^[7]认为应用校正梯度回波相位成像(corrected gradient echo phase imaging)可以鉴别出血和钙化,但是 MR 相位图在理解和临床应用上不够方便,所以当时鉴别诊断还是主要依靠 CT。后期韩鸿宾教授采用径线法应用磁共振扰相梯度双回波鉴别急性脑实质出血和钙化^[9]。由于去相位是低信号的产生基础,因此低信号随着 TE 时间的延长而逐渐明显。但是在扰相梯度回波中,去相位效应随 TE 延长而增加,表现为低信号区域面积增大。在面积较小的病灶中病灶显示均质低信号,在较大的病灶中仅显示低信号环。研究表明依据扰相梯度 T₂* 双回波上低信号区域面积增大率(面积法)和低信号区前后径和左右径在不同相位编码方向上的变化情况(径线法)可以鉴别急性脑出血和钙化^[3],为我们提供了一种 MRI 鉴别出血和钙化的方法。但是由于径线法的操作复杂,大大限制了它的推广和应用。ESWAN 的应用将出血和钙化鉴别达到了更为明确的程度。朱文珍等^[10]应用 ESWAN 对由 CT 扫描确定的

钙化的发现率为 98.2%。但是 ESWAN 也有其局限性。目前只有部分高场强核磁机安装了该序列,在中、低场强的核磁机还不能应用到 ESWAN 序列。另外,ESWAN 的后期处理繁琐,耗时较长。因此,本研究应用较为常用的 SPGR-T₂*WI 对 38 处由 ESWAN 确诊的出血病灶和 11 处由 CT 明确的钙化进行鉴别诊断和定量分析研究,结果显示 SPGR-T₂*WI 对出血的检出率为 100%,明显优于 CT 对出血的检出率 52.63%,即在血肿的发现方面 SPGR-T₂*WI 为 CT 的 1.9 倍;SPGR-T₂*WI 对钙化的检出率为 82%,略低于 ESWAN 的 91%。定量研究显示出血病灶中心区中心 T₂* 值为 0.052±0.014,外周区 T₂* 值为 0.037±0.018,而钙化 T₂* 值为 0.025±0.015,出血(核心区)与钙化的 T₂* 值有明显的统计学差异(P<0.05),提示应用 SPGR-T₂*WI 对出血和钙化的鉴别是可行的。

2. SPGR-T₂*WI 对出血和钙化诊断的优势

近年来,MRI 检查可以取代 CT 诊断早期脑出血已被多数学者证实^[1],且 MRI 可以提供比 CT 更加全面的信息。Von Kummer^[8]甚至认为 MRI 将取代 CT 成为诊断急性脑内血肿金标准。本研究就是以 ESWAN 为出血诊断的标准,通过我们观察测量可见 38 例病例中有 5 例患者同时有两处及两处以上出血灶,其中 5 处位于脑干和小脑等位置及面积(TE=15)<10mm 的微小出血灶 CT 未见显示,考虑与 CT 伪影影响或出血量少有关,另外与 CT 本身的局限性有关,即 CT 只能显示 1ml 以上的血肿。T₂* 序列对血肿范围显示始终较 CT 扫描更清晰,尤其是显示小出血灶更敏感。随着吸收期出血灶的密度减低,CT 检出率逐渐降低。CT 对于出血量<1ml 的病灶往往难以显示,而 T₂* 可以显示微小出血灶。此外,对脑干、小脑等部位出血 T₂* 比 CT 检查更有优势。CT 对脑出血的检出率为 52.63%,SPGR-T₂*WI 对脑出血的检出率则为 100%,可见 SPGR-T₂*WI 对出血的诊断与 ESWAN 高度符合。SPGR-T₂*WI 对 CT 确诊的钙化检出率为 82%,稍低于 ESWAN 的 91%,提示 SPGR-T₂*WII 在钙化诊断方面也有较好的检出率。

本研究表明血肿核心区的 T₂* 值主要分布于 0.052±0.014,而钙化的 T₂* 值主要分布于 0.025±0.015,与以往的研究相比可以通过信号强度更为简便地实现了出血和钙化的一站式鉴别诊断。

与检出率更高的 ESWAN 相比,T₂* 扫描时间短,无需繁杂的后处理,并可广泛应用于中、低场强机,为患者降低医疗费用,为临床诊疗节省宝贵的时间,具有较好的临床应用价值。

本研究的局限性在于临床资料为小样本,下一步

我们将搜集更多中、低场强机的应用病例,继续扩大样本量,探讨研究其更广泛的临床应用价值。梗死后出血的 T_2^* 信号变化及复杂血肿还有待于进一步的深入研究。

参考文献:

- [1] Linfante I, Llinas RH, Caplan LR, et al. MRI features of intracerebral hemorrhage within 2h from symptom onset[J]. Stroke, 1999, 30(11):2263-2267.
- [2] 袁哲星, 刘文, 蔡宗尧, 等. 小脑出血的 CT、MRI 诊断与临床[J]. 中国医学影像技术, 2001, 17(5):415-416.
- [3] 韩鸿宾, 郎宁, 裴新龙. 应用磁共振扰相梯度双回波鉴别急性脑实质出血和钙化的定量研究[J]. 中国医学影像技术, 2004, 20(7):981-984.
- [4] 韩鸿宾. 临床磁共振序列设计与应用[M]. 北京:北京大学医学出版社, 2003:72-91.
- [5] 丁荣椿, 刘玉华. CT 对颅内钙化性病变的鉴别诊断价值[J]. 中国民族民间医药, 2010, 19(17):103-104.
- [6] 舒红格, 漆剑频, 朱文珍, 等. 颅脑钙化灶的 MR 磁敏感成像[J]. 放射学实践, 2008, 23(11):1187-1189.
- [7] Gupta RK, Rao SB, Jain R, et al. Differentiation of calcification from chronic hemorrhage with corrected gradient echo phase imaging[J]. J Comput Assist Tomogr, 2001, 25(5):698-704.
- [8] Von Kummer R. MRI: the new gold standard for detecting brain hemorrhage? [J]. Stroke, 2002, 33(7):1748-1749.
- [9] 王岩, 崔冰. 各期别脑内血肿在高场强磁共振 EPI- $FE-T_2^*$ WI 序列的演变规律[J]. 医学影像学杂志, 2005, 15(8):614-631.
- [10] Zhu WZ, Qi JP, Zhan CJ, et al. Magnetic resonance susceptibility weighted imaging in detecting intracranial calcification and hemorrhage[J]. Chin Med J (Engl), 2008, 121(20):2021-2025.

(收稿日期:2012-11-05 修回日期:2013-02-10)

《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,由国内著名影像专家郭俊渊教授担任主编,创刊至今已 28 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。