·中枢神经影像学·

3.0T 磁敏感加权成像诊断脑梗死后脑出血的价值

张建军，吴伟峰，葛焕祥，陈伏庆，李伟，刘铁

【摘要】 **目的**：探讨 3.0T 磁敏感加权成像(SWI)对梗死后脑出血的诊断价值。**方法**：对 50 例急性脑梗死后疑有脑出血患者行 CT 检查，同时行 MRI 常规序列(T_2WI、T_1WI、DWI)扫描及 SWI 扫描，对检查结果进行统计学分析。**结果**：34 例患者 CT 扫描证实为梗死后脑出血，SWI 诊断脑出血 34 例，T_2WI 诊断 19 例，T_1WI 诊断 21 例，DWI 诊断 25 例。SWI、T_2WI、T_1WI 和 DWI 诊断梗死后脑出血的敏感度分别为 100.0%、59.0%、61.4%和 73.0%，特异度分别为 100.0%、65.2%、68.0%和 65.3%，阳性预测值分别为 100.0%、68.1%、71.0%和 75.4%，阴性预测值分别为 100%、60.3%、57.2%和 78.3%，约登指数(正确指数)分别为 1.0、0.24、0.29 和 0.38。诊断试验秩和比法分析示 SWI、T_2WI、T_1WI 和 DWI 各序列的秩和比值(RSR)分别为 1.0、0.3、0.5 和 0.7。**结论**：SWI 诊断梗死后脑出血比 MRI 常规扫描序列具有更高的临床应用价值，可作为急性脑梗死及溶栓治疗后常规复查方法。

【关键词】 磁共振成像；磁敏感加权成像；脑梗死；脑出血

【中图分类号】R445.2 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2010)03-0289-04

Clinical Value of 3.0T MR Susceptibility Weighted Imaging in the Diagnosis of Intracerebral Hemorrhage after Infarction

ZHANG Jian-jun, WU Wei-feng, GE Huan-xiang, et al. Department of Radiology, Zhejiang Hospital, Hangzhou 310013, P. R. China

【**Abstract**】 **Objective**: To investigate the clinical value of 3.0T susceptibility weighted imaging (SWI) in the diagnosis of post-infarct cerebral hemorrhage. **Methods**: 50 patients with suspected cerebral hemorrhage after acute cerebral infarct underwent CT examination and conventional MR sequence (T_2WI, T_1WI, DWI) as well as SWI simultaneously, the results were statistically analyzed. **Results**: Of the 34 patients had post-infarct cerebral hemorrhage proved by CT, cerebral hemorrhage was diagnosed by SWI (34 patients), T_2WI (19 patients), T_1WI (21 patients) and DWI (25 patients). The sensitivity of diagnosing cerebral post-infarct hemorrhage by SWI, T_2WI, T_1WI and DWI was 100%, 59%, 61.4% and 73% respectively; the specificity was 100%, 65.2%, 68% and 65.3% respectively; the positive predictive value was 100%, 68.1%, 71%, 75.4% respectively; the negative predictive value was 100%, 60.3%, 57.2%, 78.3% respectively. The Youden index (correct index) was 1.0, 0.24, 0.29, 0.38 respectively. Diagnostic tests RSR analysis showed the RSR value of SWI, T_2WI, T_1WI and DWI was 1.0, 0.3, 0.5, 0.7 respectively. **Conclusion**: SWI was superior to conventional MRI sequences in the diagnosis of cerebral post-infarct hemorrhage, and can be used as the routine examination for patients with acute cerebral infarction and follow-up after thrombolytic therapy.

【**Key words**】 Magnetic resonance imaging; Susceptibility-weighted imaging; Cerebral infarction; Cerebral hemorrhage

急性脑梗死尤其在溶栓治疗后容易合并脑出血，及时诊断梗死后出血对于患者治疗方案的调整起到决定性作用，也直接关系到患者的预后。脑出血的临床诊断一般采用 CT[1]。MRI(如 DWI)对于急性脑梗死的诊断虽然很敏感，但对脑出血的诊断敏感性不高。磁敏感加权成像(susceptibility weighted imaging, SWI)是一种新的三维采集成像信号的序列，对磁场均匀性改变的信号采集非常敏感。笔者对我院 SWI 序列在 50 例脑梗死后脑出血患者中的应用情况进行回顾性分析，旨在探讨其诊断价值。

材料与方法

1. 一般资料

我院 2008 年 2 月～2009 年 3 月脑梗死患者 50 例，其中梗死后伴脑出血患者 34 例共 36 处出血灶。男 28 例，女 22 例，年龄 46～91 岁，平均(67.5±7.6)岁。脑出血时间(急性期以症状出现时间算起，溶栓治疗后复查患者以神经科医师估计时间为参考)21～68 h，平均(34±8) h。病例纳入标准：急性脑梗死或脑梗死溶栓治疗后怀疑脑出血患者。病例剔除标准：生命体征不稳定、不能配合检查及幽闭恐惧症。

2. MRI 扫描参数及图像重组方法

采用 Philips Achieva 3.0T 超导型磁共振扫描仪，头颅 8 通道阵列线圈。全部患者进行 SWI 和常规

作者单位：310003 杭州，浙江医院放射科
作者简介：张建军(1973－)，男，浙江杭州人，硕士，副主任医师，主要从事神经系统影像诊断工作。

MRI 扫描(包括 DWI、T_2WI、T_1WI)。SWI 扫描参数:3D-FFE 序列,TR 17 ms,TE 24 ms,反转角 15°,视野 183 mm×230 mm,矩阵 256×203,激励次数 1,层厚 1.0 mm,层数 100,SENSE 因子 1.5,扫描时间 1min57s。SWI 后处理技术:采用 MinIP 法,重建层厚 5 mm。DWI 扫描参数:TR 4000 ms,TE 85 ms,视野 176 mm×230 mm,矩阵 336×512,激励次数 1,层厚 5 mm,间隔 1 mm,扫描时间 1 min 30 s。横轴面 TSE T_2WI:TR 3000 ms,TE 80 ms,视野 176 mm×230 mm,矩阵 336×512,激励次数 1,层厚 5 mm,间隔 1 mm,扫描时间 1min30s。横轴面 SE T_1WI:TR 280 ms,TE 3 ms,反转角 90°,视野 168 mm×256 mm,矩阵 201×230,激励次数 2,层厚 6 mm,间隔 1 mm,扫描时间 2 min 30 s。

CT 扫描技术参数:采用 Siemens Somatom Definition 双源螺旋 CT 机,2×32i×0.6 mm,重建层厚 5 mm,重建间隔 5 mm,120 kV,350 mAs。CT 检查与磁共振扫描间隔时间小于 24 h。

图像评价和分析:由一位副高级职称的影像诊断医师对 MRI 各扫描序列图像和 CT 图像进行双盲法评价。计算各扫描序列诊断脑出血的敏感度、特异度、阳性预测值、阴性预测值及约登指数。用诊断试验的秩和比法评价各扫描序列的诊断价值优劣,计算秩和比值(rank-sum ratio,RSR),公式如下:

$$RSR=\frac{\sum R}{m \cdot n} \quad (1)$$

其中 R 表示评价对象的考核指标的秩和值,m 为指标数,n 为分组数。按 RSR 值高低排序评价优劣。

结 果

共 50 例急性脑梗死患者进行 CT 和 MRI 扫描,其中 34 例患者经 CT 扫描证实合并脑出血,其中急性期出血 20 例,亚急性期出血 14 例。MRI 各序列中 SWI 诊断脑出血 34 例,T_2WI 诊断 19 例,T_1WI 诊断 21 例,DWI 诊断 25 例(图 1、2)。SWI、T_2WI、T_1WI 和 DWI 诊断梗死后脑出血的敏感度分别为 100%、59.0%、61.4% 和 73.0%,特异度分别为 100%、65.2%、68.0% 和 65.3%,阳性预测值分别为 100%、68.1%、71.0% 和 75.4%,阴性预测值分别为 100%、60.3%、57.2% 和 78.3%,约登指数分别为 1.00、0.24、0.29 和 0.38(表 1)。SWI、T_2WI、T_1WI 和 DWI 各序列的 RSR 值分别为 1.0、0.3、0.5 和 0.7,以 SWI 的 RSR 值最大。

讨 论

急性脑梗死患者尤其溶栓治疗后易并发脑出血,及时进行影像学检查可以尽早发现梗死后出血,并指

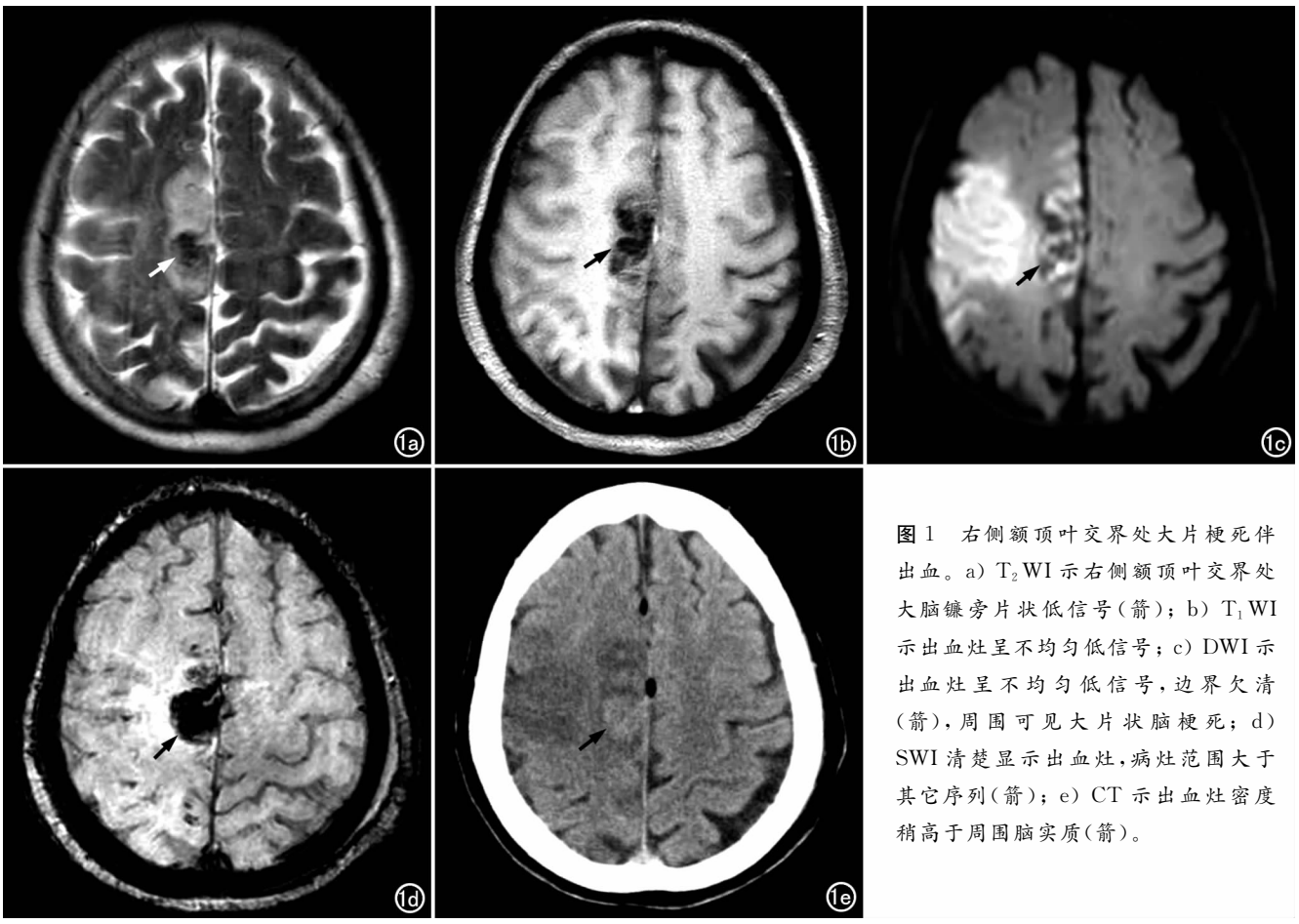

图 1 右侧额顶叶交界处大片梗死伴出血。a) T_2WI 示右侧额顶叶交界处大脑镰旁片状低信号(箭);b) T_1WI 示出血灶呈不均匀低信号;c) DWI 示出血灶呈不均匀低信号,边界欠清(箭),周围可见大片状脑梗死;d) SWI 清楚显示出血灶,病灶范围大于其它序列(箭);e) CT 示出血灶密度稍高于周围脑实质(箭)。

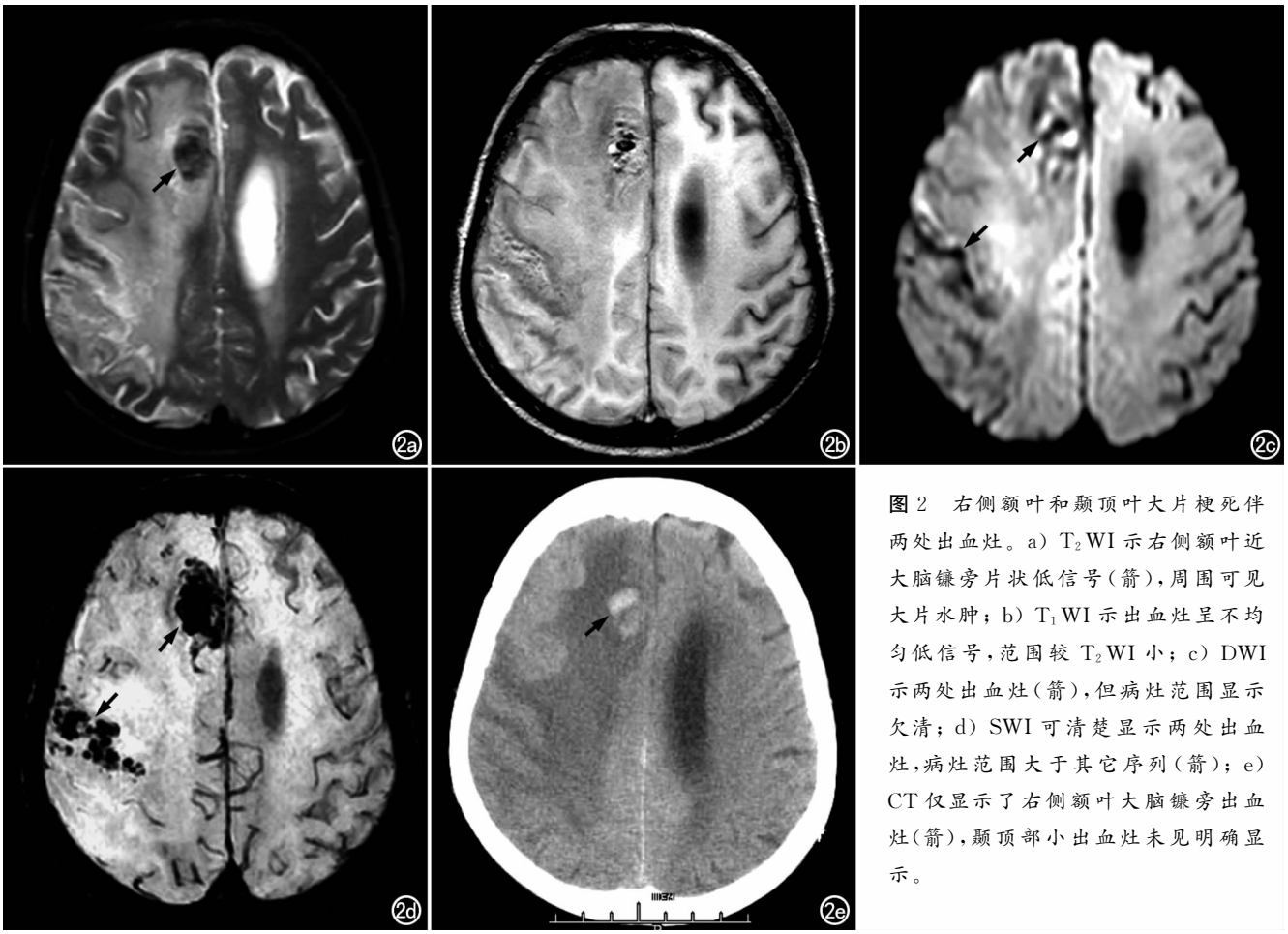

图 2 右侧额叶和颞顶叶大片梗死伴两处出血灶。a) T_2WI 示右侧额叶近大脑镰旁片状低信号(箭),周围可见大片水肿; b) T_1WI 示出血灶呈不均匀低信号,范围较 T_2WI 小; c) DWI 示两处出血灶(箭),但病灶范围显示欠清; d) SWI 可清楚显示两处出血灶,病灶范围大于其它序列(箭); e) CT 仅显示了右侧额叶大脑镰旁出血灶(箭),颞顶部小出血灶未见明确显示。

表 1 SWI 序列和常规 MR 序列诊断价值比较

扫描序列	敏感度(%)	特异度(%)	阳性预测值(%)	阴性预测值(%)	约登指数	RSR 值
SWI	100	100	100	100	1.0	1.0
T_2WI	59.0	65.2	68.1	60.3	0.2	0.3
T_1WI	61.4	68.0	71.0	57.2	0.3	0.5
DWI	73.0	65.3	75.4	78.3	0.4	0.7

导临床进一步调整治疗措施。CT 诊断脑出血早已是临床常规检查方法,近年来随着磁共振技术的发展,一些新的磁敏感序列的出现,MRI 在脑出血诊断中的应用越来越受到重视。梯度回波 T_2^*WI 诊断脑出血的研究近几年报道也较多[2,3]。梯度回波 T_2^*WI 是二维横轴面成像,虽然对脑出血较敏感,但受层厚及层间隔影响,对一些小出血灶可能会遗漏。SWI 是一种不同于质子密度、T_1WI 或 T_2WI 的全新 MRI 成像技术,首先产生强度图像和相位图像,相位图像经过适当频率滤波处理后产生相位蒙片,然后再与强度图整合,经最小密度投影法得到高分辨力 3D 梯度回波图像[4]。

急性血肿红细胞内的血红蛋白主要为脱氧血红蛋白,由于其有不成对电子存在为顺磁性物质,导致局部磁场变化,质子失相位,引起 T_2 弛豫加快[5]。慢性期产生巨噬细胞对血红蛋白的吞噬以及亚铁血红蛋白降解的产物,从而引起含铁血黄素沉积。含铁血黄素是一种高度含铁的蛋白,具有非常高的磁敏感效应,SWI 正是利用组织间的磁敏感差异成像,因此对急慢性出血均敏感。在本组梗死合并急性期和亚急性期出血病例中,SWI 显示出血的阳性率为 100%,诊断试验评价中 RSR 值最大,高于 DWI、T_2WI 和 T_1WI 等序列。

通过 MRI 扫描图像与 CT 对照观察,对于梗死后合并少量出血,SWI 的敏感性较高。如本研究中 1 例右侧额叶大片梗死后伴有出血的患者,CT 图像显示出血灶密度与周围脑实质相似而被遗漏,而 SWI 显示病灶边界清楚(图 2)。大片脑梗死后脑实质表面及脑实质内常会有少量出血,当出血量少时不易形成血凝块,周围无明显水肿,密度与周围脑实质相当,MRI 常规扫描序列及 CT 往往难以显示[6,7]。Wycliffe 等[8]报道在梗死伴少量出血时,SWI 往往能更早于 CT 发现出血灶,并有利于临床尽早调整治疗方案。本研究中 SWI 序列诊断脑出血的敏感性、特异性均较常规扫描序列有优势。

SWI 作为磁敏感成像序列，从原理分析，只要能够改变局部磁场的均匀性，就可能在 SWI 图像上产生信号改变，如脑静脉分支、钙化和脑内铁沉积等都会在 SWI 成像时表现为低信号，诊断时须结合常规扫描序列加以鉴别。如脑静脉分支可以在 SWI 最小密度投影上得到显示，由于 SWI 是三维数据采集，只要选择适当重建层厚就可鉴别静脉分支与其它低信号灶。对于钙化可利用相位图测量 PS 值可加以鉴别[9,10]。脑内某些灰质核团随着年龄的增长，会有铁质沉积，这些低信号的铁沉积一般呈对称性分布且集中在基底节区，较容易鉴别。

综上所述，SWI 对脑梗死后并发脑出血的诊断较常规扫描序列有优势，对急性脑梗死溶栓治疗后患者可提供有价值的诊断和鉴别诊断信息。本研究样本量较少，尚需进一步搜集病例；其次病例大多为急性期和亚急性期出血，对出血各期的 SWI 特征有待进一步分组对照研究。

参考文献：

[1] Fiebach JB, Schellinger PD, Gass A, et al. Stroke magnetic resonance imaging is accurate in hyperacute intracerebral hemorrhage: a multicenter study on the validity of stroke imaging[J]. Stroke, 2004, 35(2): 502-506.

[2] Kato H, Izumiyama M, Izumiyama K, et al. Silent cerebral microbleeds on T_2*-weighted MRI: correlation with stroke subtype, stroke recurrence and leukoaraiosis[J]. Stroke, 2002, 33(6): 1536-1540.

[3] Schellinger PD, Jensen O, Fiebach JB, et al. A standardized MRI stroke protocol: comparison with CT in hyperacute intracerebral hemorrhage[J]. Stroke, 1999, 30(4): 765-768.

[4] 葛雅丽，葛雪松，田欣，等. 磁共振磁敏感成像技术在脑部血管畸形中的应用优势[J]. 实用放射学杂志，2008，24(11)：1537-1539.

[5] Greer DM, Koroshetz WJ, Cullen S, et al. Magnetic resonance imaging improves detection of intracerebral hemorrhage over computed tomography after intra-arterial thrombolysis[J]. Stroke, 2004, 35(2): 491-495.

[6] 张琳，漆剑频，朱文珍，等. 磁敏感成像在脑微出血诊断中的应用价值[J]. 放射学实践，2009，24(1)：19-22.

[7] 洪国斌，梁碧玲，沈君，等. 三维梯度回波磁敏感成像在颅内出血诊断中的初步应用[J]. 实用放射学杂志，2008，24(2)：151-154.

[8] Wycliffe ND, Choe J, Holshouser B, et al. Reliability in detection of hemorrhage in acute stroke by a new three-dimensional gradient recalled echo susceptibility-weighted imaging technique compared to computed tomography: a retrospective study[J]. J Magn Reson Imaging, 2004, 20(3): 372-377.

[9] Wen-zhen ZH, Jian-pin Q, Chuan-jia ZH, et al. Magnetic resonance susceptibility weighted imaging in detecting intracranial calcification and hemorrhage[J]. Chin Med J, 2008, 121(20): 2021-2025.

[10] Wu Z, Mittal S, Kish K, et al. Identification of calcification with MRI using susceptibility-weighted imaging: a case study[J]. J Magn Reson Imaging, 2009, 29(1): 177-182.

（收稿日期：2009-09-02 修回日期：2009-10-28）

·经验介绍·

柯达 CR 850 少见故障维修一例

刘峻

【中图分类号】R814.41 **【文献标识码】**D **【文章编号】**1000-0313(2010)03-0292-01

故障现象：机械部分运转正常，无异常杂音。显示屏也未见报错。只是扫描出的图像有几何扭曲，偶尔带有伪影。

故障分析：根据柯达 CR850 成像原理初步判断，此故障应该出在激光束扫描 IP 板阶段。此阶段主要是由 Gavlo 电机旋转带动激光管运动，使点状激光形成线状激光扫描 IP 板。如该电机运动异常则会产生 Plot 曲线不良导致图像变形，严重时即会有伪影产生。

检修过程：拆开机器右面板，再一次扫描 IP 板，观察到激光发出的同时 Gavlo 电机转动很小一个角度即不再转动，点状激光没有形成线状激光。因其它部分机械动作正常，怀疑是 Gavlo 电机不良。在向厂商订购配件后又对机器做个保养，在做保养过程中发现 MVP 电源盒积有许多灰尘。拆下此电源盒可以看到有一只电容顶部产生鼓包。此电源盒有 3 组直流电源输出，产生鼓包的电容为其中一组电源的滤波电容。采用同参数的品牌电容更换后恢复机器。开机扫描 IP 板，激光发出，Gavlo 电机高速旋转，但是输出的图像出现白边，微微调节 Galvo 电机，也只能消除某个尺寸 IP 板的白边，换其它尺寸白边又出现，并且图像压缩。重新调节 Galvo 电路板，根据柯达 CR850 维修手册，连接 Securelink，先是调 R2 将基准电压调到 PLOT 窗口里显示 10V，然后调 R1，直到 Galvo PLOT 曲线上的尖峰刚刚消除为止。最后把 Gavlo 电机的 Sweep 值设置为 3000，用 Fluke 的黑色笔接 Galvo 电路板的 TP1，红色笔接 TP13，调节 R112，直到电压最低约为 0.002V。最后进行 Scan Calibration，采用 X 线剂量测试表，IP 板直接放地面，管球离 IP 板 180cm，设置 75kV，30mAs，计量表上刚好显示 22.0。用各种尺寸 IP 板曝光，在校准窗口里输入 22.0。调试结束后，机器恢复正常。

（收稿日期：2009-10-13）

作者单位：430051 武汉，武汉市中医院分院放射科
作者简介：刘峻（1969－），男，湖北武汉人，主管技师，主要从事影像技术工作。