

# MRI 技术在复杂型肛瘘诊断中的应用进展

唐晓雯, 王中秋

**【摘要】** 肛瘘是连接肛管和肛周皮肤之间的异常肉芽肿性通道,是青壮年男性常见的直肠肛管疾病之一。临床针对肛瘘的主要治疗方法是手术,复杂型肛瘘由于其瘘管走行复杂,影像学诊断容易遗漏分支瘘管、隐匿性脓腔等,导致术后复发率高。MRI 检查因其软组织分辨力高,能直接多平面成像等优势,近年来已成为复杂型肛瘘术前诊断的金标准;同时由于其没有辐射损伤,在术后疗效监测、防止复发上的应用也日趋广泛。随着以动态增强磁共振成像(DCE-MRI)和扩散加权成像(DWI)为代表的功能磁共振成像(fMRI)技术的发展,MRI 技术已能对肛瘘等炎性病变的活动性加以定量评估,对病灶的诊断已从单纯影像形态学上的分析,逐步过渡到对组织器官的三维动态功能性评价。同时,其他新技术如三维快速小角度激发成像及数字减影技术的应用,不仅能缩短总体检查时间,亦有助于提高 MRI 诊断的准确性。

**【关键词】** 肛瘘; 磁共振成像; 扩散加权成像

**【中图分类号】** R445.2; R657.1+5; R657.1+6 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2016)11-1105-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2016.11.019

肛瘘,又称肛管直肠瘘,是肛管或直肠与肛周皮肤之间的慢性肉芽肿性通道,大多数是肛周脓肿破溃或切开引流后形成的瘘管<sup>[1]</sup>,据文献统计,人群每年患病率约为 0.01%<sup>[2]</sup>,在我国约占肛门直肠疾病总发病率的 36%<sup>[3]</sup>。肛瘘好发于青壮年男性,临床常表现为反复发作的肛周肿痛、肛周分泌物、破溃后流脓水等;且治疗困难,容易复发,严重影响患者的生活质量。

目前针对肛瘘的分类方法众多,包括 Parks 分型和 St James's 大学医院分级,实际上临床应用更广泛的是美国结直肠外科医师协会推荐的简单、复杂型肛瘘的分类标准<sup>[4-5]</sup>。简单型是低位(即位于齿状线下方)的黏膜表浅括约肌内瘘,体表有一个外口,不合并肛周脓肿等并发症;复杂瘘是高位(齿状线上方)、经括约肌型、括约肌外型或括约肌上型肛瘘,同时含有多个外口及分支瘘管,并可能并发肛周脓肿、膀胱阴道瘘及克罗恩病肛瘘等,占有肛瘘的 12%~15%(6)。复杂型肛瘘由于其瘘管走行曲折蜿蜒,术中容易遗漏病灶导致术后复发率最高可达 25%<sup>[7-8]</sup>;如果处理不当损伤了括约肌、肛提肌等对于控制肛门排便有重要作用的肌肉,术后还易发生肛门失禁、黏膜外翻等后遗症,给患者带来沉重的负担<sup>[9-11]</sup>。

影像学检查是评估肛瘘的重要手段,可以在术前明确诊断、准确分型,辅助临床制定最合适的治疗方案;同时在术后随访中长期监测疗效,预防复发。MRI 检查因其软组织分辨力高,能多平面成像,提供了更广阔的视野和更适合于复杂肛瘘的分支的评价体系;在鉴别复杂型肛瘘方面,与直肠腔内超声检查及临床检查的结果相比较,具有最高的符合率和敏感度<sup>[12]</sup>,已经展现出逐渐取代其他影像学检查的发展趋势<sup>[13]</sup>。

## MRI 常规序列诊断现状

复杂性肛瘘的瘘管走行迂曲,纵横交错,手术治疗能否彻底清除原发感染灶是降低术后复发率的关键,因此 MRI 检查对于复杂型肛瘘的重点观察对象是盆腔的原发感染灶即内口、分

支瘘管及隐匿性脓腔等。复杂型肛瘘的内口常难以清楚显示,对其位置的判断一直是 MRI 诊断上的重点与难点<sup>[9]</sup>。Beets-Tan 等<sup>[14]</sup>提出了正确推测内口位置的标准,即估测位置与实际所在的位置在同一个肛管水平层面及肛门钟(anal clock)指示的同一个象限内;Halligan 等<sup>[1]</sup>经研究分析后指出,括约肌内面积最大的脓腔所在的位置往往就是内口所在的位置,可以有助于内口显示不清时作推测。

瘘管包括主瘘道及分支瘘道,主瘘道为连通肛周或会阴部皮肤至肛管直肠或其邻近位置的管状结构,两端各有一个开口,内口位于肛管上皮粘膜,外口连于肛周皮肤<sup>[2]</sup>;分支型瘘管发源于主瘘管在体腔内向周围延伸,由肛门腺体分泌的黏液引流体外受阻并异常积聚而形成,包括末端是盲端或达肛周及会阴部皮肤表面的内径小于 1 cm 的条状、管状或线状异常信号分支;还有内径超过 1 cm 的呈马蹄形或不规则形状的脓肿<sup>[15]</sup>。马蹄形瘘道(或脓肿)是一种形态特殊的分支瘘管,即瘘道在齿状线上内口处分别向水平方向上两侧延顺时针及逆时针方向伸展,在远端皮肤表面形成两个外口<sup>[1]</sup>,通常位于耻骨直肠肌下缘的中后方;一侧瘘管有时较另一侧短,此种情况下仅在体表形成一个外口,需要和单纯的经括约肌型的肛瘘仔细鉴别<sup>[16]</sup>。总体上,MRI 技术已成为复杂型肛瘘术前诊断中的金标准;且由于其无射线辐射,无需注射任何药物即可清晰显示瘘管,对患者而言无任何创伤和干预,因而在复杂性肛瘘术后长期随访、监控疗效上更具优势;尤其是面对特定人群如青少年及孕妇等<sup>[17]</sup>。

目前针对肛瘘检查的常规 MRI 序列中,国内外部分报道认为采用冠状面、斜轴面 T<sub>2</sub> 抑脂序列或短时反转恢复(STIR)序列、T<sub>1</sub> 加权对比增强序列的诊断价值较大;更多学者<sup>[18]</sup>则主张多序列、多方向联合扫描。T<sub>2</sub> WI 抑脂序列较早应用于肛瘘的诊断<sup>[19]</sup>,因其对液体的高敏感性及脂肪组织高信号被抑制,含有脓液的活动性瘘管表现为黑色背景下的高信号,使得病变更易明确显示<sup>[14]</sup>;但是慢性肛瘘患者因为瘘管内含脓液较少,在 T<sub>2</sub> 抑脂序列上则显示效果不佳。在 T<sub>1</sub> 加权对比增加序列上,急性瘘管内充满脓液和肉芽组织,注射对比剂后肉芽组织因含有丰富的血管而显示为高信号,脓液则未强化持续为低信号;

作者单位:233030 安徽,安徽省蚌埠医学院研究生院(唐晓雯);210029 南京,江苏省中医院影像科(王中秋)

作者简介:唐晓雯(1980-),女,安徽滁州人,硕士研究生,主治医师,主要从事炎性肠病、肛瘘、肛周肿瘤等疾病的 CT 及 MRI 诊断工作。

通讯作者:王中秋, E-mail:zhq2001us@163.com

当病变处于慢性静止期,瘘管由于管壁明显强化依然显示为高信号,与呈低信号的术后瘢痕组织及纤维化组织形成明显对比而容易识别<sup>[16]</sup>。可见,  $T_1$  增强扫描可以弥补  $T_2$  抑脂序列上对非活动性肛瘘诊断上的劣势,提高诊断符合率。

## 最新进展

复杂型肛瘘的病灶解剖结构复杂,术后复发率较高,目前仍然是诊治过程中的难点及重点;而复发率的高低主要取决于术中病灶是否被彻底清除,及残余(或新发生的)病灶活动性的高低,这就需要临床在术后随访及复查期间对疾病的活动性做出准确的判断。临床医生主要以患者主诉肛周疼痛减轻及外口引流终止、逐渐闭合等认为治疗有效及炎症活动性降低的指标;但这一标准存在很大的主观性和局限性。Karmiris 等<sup>[20]</sup>和 Keshaw 等<sup>[21]</sup>经研究证实,部分经过英孚利昔单抗治疗后的克罗恩肛瘘病例,虽然外口已经闭合,但是炎症瘘管被证实依然在体腔内持续存在,必在将来某种情况下引起复发;此时就需要借助 MRI 技术去仔细观察体腔内位置深在的病灶,帮助临床判断其是否在深层次上真正地愈合。

传统的 MRI 技术主要依据  $T_2$  及抑脂序列上信号的增高程度、增强  $T_1$  WI 强化程度、括约肌水肿、肛周常规序列渗出或脓肿等来大致估测病变的活动性,其判断结果受制于各个操作者的诊断水平及经验,缺乏客观统一的量化标准,因此敏感度及特异度均有待提高<sup>[22]</sup>。

近年来,快速发展的功能磁共振成像(functional MRI, fMRI)技术,包括动态对比增强磁共振成像(dynamic contrast-enhanced MRI, DCE-MRI)及扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)序列及其定量、半定量参数,能精确评估病变组织的微血管生成、血管通透性、细胞构成等微结构的信息,达到鉴别活动期瘘管与慢性纤维性疤痕组织,并评价病变活动度的目的,使得 MRI 技术能够从解剖形态学和功能活动性两方面反映肛瘘的整体情况,最大限度降低复杂性肛瘘的术后复发率<sup>[9,12]</sup>。

### 1. DCE-MRI 在肛瘘中的应用

高场 MR 的出现及快速、超快速序列的广泛应用,使腹腔腔 MRI 质量不断提高;这类序列如肝脏快速容积采集序列(liver acquisition with volume acceleration, LAVA)等,是一种基于梯度回波的超快速三维容积  $T_1$  加权脂肪抑制技术,优点在于快速采集,层厚较薄,使微小病灶的显示更加清晰;可同时兼顾脏器实质成像和三维血管成像的需要,有利于后处理并用于增强扫描<sup>[23-24]</sup>。DCE-MRI 是在快速成像序列基础上进行的多期动态扫描,以往主要应用于腹盆腔肿瘤及接收抗血管生成药物治疗的肿瘤患者的诊断及随访中,近来研究证明,慢性炎症过程同样会抑制血管生成并可引起血管通透性增加,因此 DCE-MRI 也被越来越多地应用于炎症性疾病活动性评价<sup>[25]</sup>。

传统的增强序列仅仅在一个时间点上非连续性地观察病变,不能提供充分的有关微循环的信息,而且在扫描开始时,大部分对比剂在体内的扩散已经趋于结束,部分对比剂已经从体内廓清,因此提供的信息价值有限<sup>[26]</sup>。反之, DCE-MRI 在快速注射对比剂进入体内的同时采集图像,随着兴趣区(region of interest, ROI)内血流灌注和血管通透性的增加,对比剂随着人体血流从毛细血管网流入细胞外及血管外间隙,可在  $T_1$  加权

图像显示病灶在动静脉各个增强时相的强化程度;从而动态反映病变的微循环、灌注和毛细血管通透性的变化,形象地反映出病灶的活动性,并获得信号强度逐渐上升的时间-信号强度曲线(time-signal intensity curve, TIC)。Lavini 等<sup>[27-28]</sup>将不同形态的 TIC 图形绘制成不同颜色的具有较高空间分辨力的彩色编码图,具体分为以下 7 种类型:1 型,信号无增强;2 型,信号缓慢升高,在扫描过程的后半程中逐渐达到波峰;3 型,信号迅速上升后继之以平台期;4 型,信号速升速降;5 型,信号迅速上升转为缓慢持续上升;6 型,动脉期信号迅速上升后迅速下降,而后跟随一个缓慢下降的平台期;7 型,其他未能明确分类的类型。

现阶段用于 DCE-MRI 数据分析的方法主要包括半定量和定量两种,定量参数主要包括容积转换常数( $K_{trans}$ )、流出速率常数( $K_{ep}$ )、血管外细胞外间隙体积百分数( $V_e$ );  $K_{trans}$  和 TIC 图形的不同形态经常被视为反映炎症过程中血管生理参数(如毛细血管通透性、组织血管炎症)变化的一面镜子,反映了组织灌注、血管通透性及炎症活动性的改变,并可以作为评价治疗效果的指标<sup>[26]</sup>。Ziech 等<sup>[29]</sup>在其研究中指出,经过抗肿瘤坏死因子治疗 6 周的克罗恩病肛瘘患者,  $K_{trans}$  明显低于治疗前;同时  $K_{trans}$  与肛周疾病活动指数的高低相关联,可以作为评价治疗效果的指标;但  $K_{trans}$  值不应被作为一个单一的数值来评价病情,半定量参数包括最大斜率(MS)、流入速率(WIR)、流出速率(WOR)、最大相对增强率(MRE)、最大绝对信号强度(SI<sub>max</sub>)、最大相对信号强度(SI<sub>rel</sub>)、达峰时间(TTP)及初始强化曲线下面积(iAUC<sub>60</sub>)等。Horsthuis 等<sup>[26]</sup>通过绘制 TIC 曲线测得 SI<sub>max</sub> 和 TTP 来判断病变是否处于活动期,评估 CD 肛周病变的活动性,得出结论可以通过 DCE-MRI 来更加密切地监控及随访 CD 肛瘘病情发展。Savoye-Collet 等<sup>[30]</sup>也得出相似结论,注射对比剂后,血供相对丰富的活动性瘘管壁强化更明显,强化的速度可以反映瘘管的炎症活动强度。在临床应用中, Ziech 等<sup>[29]</sup>和 Taylor 等<sup>[31]</sup>强调,包括  $K_{trans}$  值在内的定量及半定量参数并不是作为孤立的数值去评价病情改变,而其连续的数值变化过程能更好地反映炎症疾病活动性的动态改变。

### 2. DWI 在肛瘘中的应用

DWI 是一种新兴的对比成像技术,其原理是通过测定活体组织内的水分子扩散状态提供组织代谢方面的信息,从分子水平反应组织结构特点<sup>[32]</sup>。其定量参数即表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC), ADC 值常用来表示活体中测到的水分子的扩散系数,与细胞内外水的粘滞度、比例、温度以及细胞膜的通透性等因素密切相关;水分子扩散快即 ADC 值高的结构,因为其信号衰减大而呈灰黑色即相对低信号,反之则呈白色即相对高信号。DWI 图像上虽然存在变形,但因其具有背景抑制效果,能很好地体现组织间的对比,更好地展现病变组织(肿瘤或炎症病变及周围组织等)的三维立体结构,更敏感地发现较隐匿细小的病灶。

DWI 主要被用于颅内出血、感染性疾病的诊断(如脑脓肿、脑炎、硬膜下或脑室积脓)<sup>[33]</sup>;在颅脑病变诊断之外主要应用于腹部及盆腔良、恶性肿瘤及炎症病变的鉴别诊断<sup>[34-37]</sup>。近期, DWI 越来越多地被应用到肠道炎症性病变包括肛周瘘道及脓肿等的诊断上<sup>[38]</sup>,因为脓液是一种含有很多炎性细胞、细菌、坏死组织以及蛋白分泌物的黏稠液体,充满脓液和肉芽组织的活动

性瘘管由于扩散受限呈高信号,DWI 序列有助于显示较为隐匿的呈高或稍高信号的内口<sup>[16]</sup>。Yildirim 等<sup>[39]</sup>和 Sofic 等<sup>[40]</sup>认为,用 DWI 来评价肛瘘,可以进行 ADC 值的量化研究,反映瘘管的炎性活动程度,并能够代替增强扫描;Yoshizako 等<sup>[41]</sup>和 Mullen 等<sup>[42]</sup>得出了相近结论,因为活动性炎症组织的水分子扩散受限,测得 ADC 值明显较低,DWI 对肛瘘炎症的活动性判断有重要价值;DWI 序列对活动性炎症的敏感度达 95.7%,特异度达到 75.1%,对静止性炎症的符合率达 90%。

在肛周炎性病变的鉴别诊断上,能否利用 MRI 技术准确识别脓腔的存在对临床治疗方式的选择有重要意义,脓肿需要外科及时干预、切开引流,而肛周蜂窝织炎等软组织的炎性包块使用抗生素或免疫抑制剂等进行药物治疗就已足够。在 T<sub>2</sub>WI 脂肪抑制序列上,脓肿和蜂窝织炎均显示为高信号,难以将两者区分开来;T<sub>1</sub>WI 抑脂增强序列虽然鉴别脓肿和炎性包块的敏感度较高,然而增强扫描时肛管黏膜或齿状线附近的静脉丛亦会表现为高信号的强化点,而易被误认为有多发内口的存在,因而过度估计活动性病灶的数目及严重程度。DWI 序列仅对水分子扩散受限的炎性组织有清晰的显示,正常组织如肛管黏膜和肛管周围的微小动静脉血管无信号异常改变,同时兼具背景抑制效果,肛周脂肪、蜂窝织炎及血管高信号常常被不同程度抑制,而内含粘稠脓液的瘘管、内口及脓肿因扩散受限呈高信号,因此对肛周脓肿的显示更为敏感,更准确地识别肛瘘内口<sup>[38,43-44]</sup>。Dohan 等<sup>[43]</sup>得出结论,在利用 DWI 技术鉴别脓肿和肛周蜂窝织炎,当设定 ADC 截断阈值为  $1.186 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  时,对应的鉴别两者之间差别的敏感度和特异度分别为 100% 和 90%;并且,与 T<sub>2</sub> 加权图像上的信号强度相比,ADC 值更好地与疾病的活动性相关联。与增强 T<sub>1</sub>WI 序列相比,DWI 不需要使用对比剂,特别适用于对对比剂过敏的患者或肾功能不全而不适于增强检查的患者<sup>[41,45]</sup>。相比于 DCE-MRI,DWI 序列能够利用 ADC 图精准量化评价体内水分子运动受限的程度,计算方便省时,不需要特殊软件进行繁杂的后处理计算;而且因为需要很高的时间和空间分辨力,DCE-MRI 序列的扫描层数有限;相应地,病灶的边界可能不能被完整地纳入兴趣区进行评价,导致结果失真<sup>[26]</sup>。

### 3. 三维快速小角度激发成像及数字减影技术

三维快速小角度激发成像平扫和增强图像减影(3D-fast low-angle shot image,3D-FLASH),采取层块激励、超薄取层而信号无丢失,扫描时间明显短于常规的自旋回波序列,可避免因呼吸、内脏运动而产生的伪影;同时,图像减影技术的采用使得瘘管周围器官的软组织因减影而信号降低,而瘘管系统因强化而信号升高,因此病灶的显示更为明显。

胡道予等<sup>[46-47]</sup>经研究后提出,3D-FLASH 是诊断肛瘘的敏感检查方法,综合应用 3D-FLASH 序列和数字减影技术,与传统序列相比明显缩短了检查时间,尤其适用于因肛瘘而不能耐受长时间卧床检查的患者;同时,3D 动态 MRI 技术还可以真实地再现盆底肌肉和筋膜组织的解剖损伤类型和功能改变形态学,可以间接反映盆底韧带和筋膜组织的功能状态,从而更好地阐述发病机制。

Schaefer 等<sup>[48]</sup>认为,数字减影 MRI 瘘管造影建立在 T<sub>1</sub> 加权增强扫描上炎性纤维化的瘘管壁或脓肿壁信号的异常强化上;实际上就是融合了高分辨率三维 T<sub>1</sub> 加权梯度回波序列和

图像减影技术的特点,对提高 MRI 对于肛瘘的诊断效率有积极帮助;同时,在一项包含 36 个病例的前瞻性研究中,Schaefer 等<sup>[48]</sup>证实数字减影 MRI 造影的检查结果与手术及病理结果之间存在高度的相关性。

综上,随着 MR 硬件设备的发展及新序列层出不穷地开发应用,MRI 技术对肛瘘病变的形态学分析与诊断已具备了较高的敏感度及特异度。同时,功能 MRI 技术近年来得到快速发展,DCE 及 DWI 的定量参数准确鉴别急性瘘管与慢性纤维性疤痕组织,为临床选择何种手术方式提供有力借鉴;并在术后随访中精确评价病灶的活动性,最大限度降低肛瘘复发率。

但是,DWI 的缺陷在于其图像分辨率低,单独应用时不能明确瘘管与括约肌之间的关系而将其准确分型;另外作为 DWI 的重要参数,b 值越大,对水分子的扩散敏感度越大,受 T<sub>2</sub> 透射效应的影响越小,但高 b 值图像信噪比较低,图像容易变形,相对于常规 T<sub>2</sub>WI 及 T<sub>1</sub>WI 增强序列明显下降,因此需要在诊断时慎重选择。DCE-MRI 序列的不足之处在于,和所有增强序列一样需要注入对比剂,一方面导致检查成本增加,检查前准备程序繁琐,同时部分患者也可能产生不良反应,Shellock 等<sup>[49]</sup>和 Chrysochou 等<sup>[50]</sup>指出,含有钆元素的对比剂有引起肾源性系统性纤维化(nephrogenic systemic fibrosis,NSF)的风险,导致部分患者肾功能受损。

因此,MRI 对于肛瘘的诊断,必须结合多种序列的综合应用,才能更准确判断病灶内软组织、水分、脂质成分、脓液及周围组织炎症的存在与否及炎症的活动程度,才能对肛瘘的疗效及预后等情况进行预估,并更加有效地指导临床的下一步治疗方案的制定。同时,对肛瘘的最佳诊断方式是开展多学科合作会诊平台(multidisciplinary team,MDT),影像检查亦离不开临床科室及相关实验室的检查结果,如肠镜检查、肛门指诊、术中探查、术后病理等,争取做出最准确的诊断,避免治疗上走弯路以及增加患者的痛苦及负担。

### 参考文献:

- [1] Halligan S,Stoker J. Imaging of fistula in ano[J]. Radiology, 2006,239(4):18-33.
- [2] Halligan S,Buchanan G. MR imaging fistula-in-ano[J]. Eur J Radiol,2003,47(2):98-107.
- [3] 韩少良,倪士昌. 大肠肛门疾病外科治疗[M]. 北京:人民军医出版社,2006:464-478.
- [4] Whiteford MH,Kilkenny J,Hyman N,et al. Practice parameters for the treatment of perianal abscess and fistula-in-ano[J]. Colon Rectum,2005,48(7):1337-1342.
- [5] 美国结直肠外科医师协会. 2011 年版美国肛周脓肿和肛瘘治疗指南[J]. 中华胃肠外科杂志,2012,15(6):640-643.
- [6] Chaparro M,Burgueno P,Vera I,et al. Epidemiological study of perianal fistulas in patients with crohn's disease[J]. Gastroenterology,2011,140:736-736.
- [7] Williams JG,Farrands PA,Williams AB,et al. The treatment of anal fistula:ACPGBI position statement[J]. Colorectal Dis,2007,9 (Suppl 4):18-50.
- [8] Sahni VA,Ahmad R,Burling D. Which method is best for imaging of perianal fistula[J]. Abdom Imaging,2008,33(1):26-30.
- [9] O'Malley RB,Al-Hawary MM,Kaza RK,et al. Rectal imaging: part 2,perianal fistula evaluation on pelvic MRI-what the radiolo-

- gist needs to know[J]. *AJR*, 2012, 199(1): W43-W53.
- [10] Morris J, Spencer JA, Ambrose NS. MR imaging classification of perianal fistulas and its implications for patient management[J]. *Radiographics*, 2000, 20(3): 623-627.
  - [11] Abou-Zied AA. Anal fistula: intraoperative difficulties and unexpected findings[J]. *World J Gastroenterol*, 2011, 17(28): 3272-3276.
  - [12] De MC, del Salto LG, Rivas PF, et al. MR imaging evaluation of perianal fistulas: spectrum of imaging features[J]. *Radiographics*, 2012, 32(1): 175-194.
  - [13] Wise PE, Schwartz DA. The evaluation and treatment of Crohn perianal fistulae: EUA, EUS, MRI, and other imaging modalities [J]. *Gastroenterol Clin North Am*, 2012, 41(2): 379-391.
  - [14] Beets-Tan RG, Beets GL, van der Hoop AG, et al. Preoperative MR imaging of anal fistulas: does it really help the surgeon[J]. *Radiology*, 2001, 218(1): 75-84.
  - [15] Torkzad MR, Karlhom U. MRI for assessment of anal fistula[J]. *Insights Imaging*, 2010, 1(2): 62-71.
  - [16] 李美芹, 张现坡, 孙新海, 等. DWI 联合常规 MR 扫描对肛瘘的诊断价值[J]. *放射学实践*, 2011, 26(2): 213-215.
  - [17] Toma P, Granata C, Magnano G, et al. CT and MRI of paediatric Crohn disease[J]. *Pediatr Radiol*, 2007, 37(11): 1083-1092.
  - [18] Hutan M, Hutan M Jr, Salko M, et al. Significance of MRI in the treatment of perianal fistula[J]. *Bratisl Lek Listy*, 2009, 110(3): 162-165.
  - [19] Buchanan GN, Halligan S, Bartram CI, et al. Clinical examination, endosonography, and MR imaging in preoperative assessment of fistula in ano: comparison with outcome-based reference standard[J]. *Radiology*, 2004, 233(3): 674-681.
  - [20] Karmiris K, Bielen D, Vanbeckevoort D, et al. Long-term monitoring of infliximab therapy for perianal fistulizing Crohn's disease by using magnetic resonance imaging[J]. *Clin Gastroenterol Hepatol*, 2011, 9(2): 130-136.
  - [21] Keshaw H, Foong KS, Forbes A, et al. Perianal fistulae in Crohn's disease: current and future approaches to treatment[J]. *Inflamm Bowel Dis*, 2010, 16(5): 870-880.
  - [22] 姜胜东, 缪锦芬, 张家辉, 等. LAVA 增强 MRI 检查对复杂性肛瘘的诊断价值[J]. *实用医学杂志*, 2013, 29(8): 1322-1324.
  - [23] Shen XY, Chai CH, Xiao WB, et al. Diagnostic value of the fulcroscopic triggering 3D LAVA technique for primary liver cancer [J]. *Hepatobiliary Pancreat Dis Int*, 2010, 9(2): 159-163.
  - [24] Tapping CR, Thacieray AT, Bartlett C, et al. Evaluation of spinal dural arteriovenous fistula with gadofosveset trisodium at 3T (TRICKS and LAVA)[J]. *Clin Radiol*, 2011, 66(9): 865-868.
  - [25] Rehman S, Jayson GC. Molecular imaging of antiangiogenic agents[J]. *Oncologist*, 2005, 10(2): 92-103.
  - [26] Horsthuis K, Lavini C, Bipat S, et al. Perianal Crohn disease: evaluation of dynamic contrast-enhanced MR imaging as an indicator of disease activity[J]. *Radiology*, 2009, 251(2): 380-387.
  - [27] Lavini C, de Jonge MC, van de Sande MG, et al. Pixel-by-pixel analysis of DCE MRI curve patterns and an illustration of its application to the imaging of the musculoskeletal system[J]. *Magn Reson Imaging*, 2007, 25(5): 604-612.
  - [28] Lavini C, Verhoeff J. Reproducibility of the gadolinium concentration measurements and of the fitting parameters of the vascular input function in the superior sagittal sinus in a patient population[J]. *Magn Reson Imaging*, 2010, 28(10): 1420-1430.
  - [29] Ziech ML, Lavini C, Bipat S, et al. Dynamic contrast-enhanced MRI in determining disease activity in perianal fistulizing Crohn disease: a pilot study[J]. *AJR*, 2013, 200(2): W170-W177.
  - [30] Savoye-Collet C, Savoye G, Koning E, et al. Fistulizing perianal Crohn's disease: contrast-enhanced magnetic resonance imaging assessment at 1 year on maintenance anti-TNF-alpha therapy[J]. *Inflamm Bowel Dis*, 2011, 17(8): 1751-1758.
  - [31] Taylor SA, Punwani S, Rodriguez-Justo M, et al. Mural Crohn disease: correlation of dynamic contrast-enhanced MR imaging findings with angiogenesis and inflammation at histologic examination-pilot study[J]. *Radiology*, 2009, 251(2): 369-379.
  - [32] Wesbey GE, Moseley ME, Ehman RL. Translational molecular self-diffusion in magnetic resonance imaging. II. Measurement of the self-diffusion coefficient[J]. *Invest Radiol*, 1984, 19(6): 491-498.
  - [33] Han KT, Choi DS, Ryoo JW, et al. Diffusion-weighted MR imaging of pyogenic intraventricular empyema[J]. *Neuroradiology*, 2007, 49(10): 813-818.
  - [34] Palmucci S, Mauro LA, Messina M, et al. Diffusion weighted MRI in a liver protocol: it's role in focal lesion detection[J]. *World J Radiol*, 2012, 4(7): 302-310.
  - [35] Li W, Chu C, Cui Y, et al. Diffusion-weighted MRI: a useful technique to discriminate benign versus malignant ovarian surface epithelial tumors with solid and cystic components[J]. *Abdominal Imaging*, 2012, 7(5): 897-903.
  - [36] Kyriazi S, Collins DJ, Messiou C, et al. Metastatic ovarian and primary peritoneal cancer: assessing chemotherapy response with diffusion-weighted MR imaging-value of histogram analysis of apparent diffusion coefficients[J]. *Radiology*, 2011, 261(1): 182-192.
  - [37] Takeshita T, Ninoi T, Doh K, et al. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging in tubo-ovarian abscess: a case report[J]. *Osaka City Med J*, 2009, 55(2): 109-114.
  - [38] Hori M, Oto A, Orrin S, et al. Diffusion-weighted MRI: a new tool for the diagnosis of fistula in ano[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2009, 30(5): 1021-1026.
  - [39] Yildirim N, Gökalp G, Öztürk E, et al. Ideal combination of MRI sequences for perianal fistula classification and the evaluation of additional findings for readers with varying levels of experience [J]. *Diagn Interv Radiol*, 2011, 18(1): 11-19.
  - [40] Sofic A, Beslic S, Sehovic N, et al. MRI in evaluation of perianal fistulae[J]. *Radiol Oncol*, 2010, 44(4): 220-227.
  - [41] Yoshizakoa T, Wada A, Takahara T, et al. Diffusion-weighted MRI for evaluating perianal fistula activity: feasibility study[J]. *Eur J Radiol*, 2012, 81(9): 2049-2053.
  - [42] Mullen R, Deveraj S, Suttie SA, et al. MR imaging of fistula in ano: indications and contribution to surgical assessment[J]. *Acta Chir Belg*, 2011, 111(6): 393-397.
  - [43] Dohan A, Eveno C, Oprea R, et al. Diffusion-weighted MR imaging for the diagnosis of abscess complicating fistula-in-ano: preliminary experience[J]. *Eur Radiol*, 2014, 24(11): 2906-2915.
  - [44] 王新岭, 张善宏, 韩磊, 等. 磁共振成像对肛瘘的诊断[J]. *实用放射学杂志*, 2012, 28(10): 1569-1571.

- [45] Schmid-Tannwald C, Agrawal G, Dahi F, et al. Diffusion-weighted MRI; role in detecting abdomino-pelvic internal fistulas and sinus tracts[J]. J Magn Reson Imaging, 2012, 35(1):125-131.
- [46] 胡道予. 肛瘘的影像学诊断[J]. 放射学实践, 2002, 17(2):153-155.
- [47] 胡道予, 王承缘. MR 不同序列成像诊断肛瘘的研究[J]. 中华放射学杂志, 2004, 38(1):66-69.
- [48] Schaefer O, Lohrmann C, Langer M. Assessment of anal fistulas with high-resolution subtraction MR-fistulography: comparison with surgical findings[J]. J Magn Reson Imaging, 2004, 19(1):91-98.
- [49] Shellock FG, Spinazzi A. MRI safety update 2008; part 1, MRI contrast agents and nephrogenic systemic fibrosis[J]. AJR, 2008, 191(191):1129-1139.
- [50] Chrysoschou C, Buckley DL, Dark P, et al. Gadolinium-enhanced magnetic resonance imaging for renovascular disease and nephrogenic systemic fibrosis; critical review of the literature and UK experience[J]. J Magn Reson Imaging, 2009, 29(4):887-894.

(收稿日期:2016-03-18)

## · 经验介绍 ·

## GE7500 小 C 型臂的故障分析与检修

叶红强, 康少锋

【关键词】X 线; 组合机头; 视频信号; 故障分析

【中图分类号】R811 【文献标识码】D 【文章编号】1000-0313(2016)11-1109-01

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2016.11.020

**故障现象一** 开机正常, 透视时不出图像, 操作台里的蜂鸣器鸣叫。

**故障分析与检修:** 开机, 在影像增强器上放置一个尖嘴钳, 踩下透视开关, 发现在踩下透视开关的一瞬间, 显示器上有淡淡的尖嘴钳的影像, 但瞬间消失, 同时蜂鸣器响起。由此判断, 控制电路基本正常, 怀疑是组合机头的故障。

拆开操作台前盖, 在 Mother Board 电路板的右下角, 是 MX10 插座, 该插座的输出是为组合机头提供高压初级供电, 电压为 200V 左右。MX10 插座有三个接线柱, 最右边为地线, 另外两根给组合机头高压初级线圈供电。将 MX10 上的插头拔掉, 将一个功率为 40W 的灯泡与 MX10 的输出端相连接。开机, 踩下透视脚闸, 灯泡点亮, 持续了 5 秒, 蜂鸣器没有响, 反复透视数次, 机器无异常, 即判定为组合机头故障, 因组合机头是高压密封器件, 很难维修, 因此直接联系公司购买新的。更换后, 做透视 kV 校正和 mA 校正, 机器恢复正常。小 C 型臂一般都采用组合机头, 内部结构十分复杂, 所有的高压器件都集中密封在一起, 只要其中一个器件出问题, 就要更换整个组合机头, 但也使得这类故障的判断变得简单, 根据上述方法, 很快就能判断是否为组合机头的故障。

**故障现象二** 开机正常, 透视时不出图像。

**故障分析与检修:** 开机状态下透视, X 线指示灯亮, 组合机头有嗡嗡的电流声, 为了验证是否真正有 X 线射线产生, 将一块 CR 机的 IP 板置于影像增强器之上, 再在 IP 板上放置一块万用表, 踩脚闸透视曝光 2~3s, 将 IP 板用 CR 机读出, 发现 CR 显示器上的万用表图像清晰, 说明小 C 臂输出 X 线正常。进一步曝光测试发现, 在自动透视模式下, 对不同的物品透视, kV

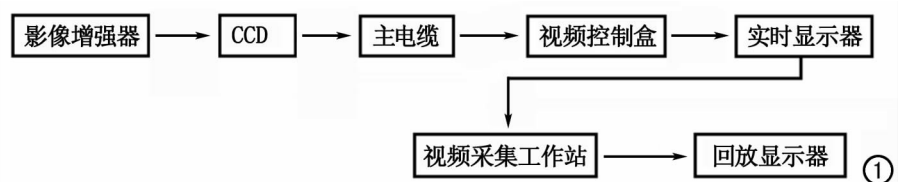


图 1 视频信号走向示意图。

数值会有相应的改变, 说明影像增强器和 CCD 摄像机自动亮度控制部分功能正常。经过上述测试分析, 问题可能出在视频信号传输和显示部分。视频信号来自 CCD 摄像机, 通过一根视频线连接至 C 型臂操作台, 再通过一条长约 6 米的主电缆 (除了视频线之外还有其他电线) 与图像工作站相连接 (图 1)。

根据视频信号的路径走向, 依次分段测量 CCD 到视频控制盒之间视频线的通断, 发现主电缆内的视频线两端不通。用一根成品视频线替代主电缆内的视频线, 开机透视, 显示器显示影像正常。所以判定故障为主电缆内视频线折断所致。购买新的主电缆替换后, 机器恢复正常。本院骨科手术很多, 每天同时开七八个手术间, 手术期间都需要透视, 但只有三台小 C 型臂, 所以小 C 型臂每天都在几个手术室之间频繁的移动使用, 在此过程中要频繁的开机、关机, 将主电缆卷起、释放, 长期如此, 由于视频线芯线很细, 导致视频芯线折断。建议在将主电缆卷起时, 不要将主电缆过度弯曲, 应该可避免此类故障的发生。

(收稿日期:2016-04-07)

作者单位:750004 宁夏, 宁夏医科大学总医院放疗科

作者简介:叶红强(1972-), 男, 宁夏中卫人, 高级工程师, 主要从事肿瘤放射物理学工作。

通讯作者:康少锋, E-mail:ksf101@163.com