

• 宫颈癌影像学评估 •

影像学在宫颈癌诊断中的应用

张毅, 罗娅红

【摘要】 宫颈癌是常见的妇科恶性肿瘤之一,其发病人数及发病率逐年增高。随着医疗诊治技术的提高,宫颈癌的治疗方式、疗效及预后等有了明显改善,也对宫颈癌早期正确诊断及分期提出了更高的要求。临床妇科查体及细胞学检查存在一定的主观性和局限性,因而影像学检查在宫颈癌术前诊断、分期、治疗方式选择及预后评估等方面起到了越来越重要的作用。本文将就各种影像学检查在宫颈癌诊断中的应用予以综述。

【关键词】 子宫颈癌; 体层摄影术, X 线计算机; 磁共振成像; 超声; 正电子发射体层摄影术

【中图分类号】 R737.33; R445.5; R814.42; R445.1; R445.6 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2017)04-0336-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2017.04.008

宫颈癌(uterus cervical carcinoma, UCC)在妇女常见恶性肿瘤居第二位,发病率仅次于乳腺癌,也是全世界妇女肿瘤死亡率第四位的肿瘤^[1]。宫颈癌的临床分期目前大多采用 FIGO (2009 年)临床分期标准,此标准对早期宫颈癌的分期准确性较高,对 I_A~I_B 期肿瘤的分期诊断符合率接近 85%,但对超过这一级别范围的肿瘤,准确性下降至 II_A 期 35%、II_B 期 21%^[2]。各种影像技术及融合应用对宫颈癌的诊断和分期的准确性及特异性越来越高,为临床治疗方案的制订、疗效评估及预后分析等提供了更准确的指导性依据。笔者现就影像学成像在宫颈癌诊断中的应用予以综述。

超声在宫颈癌诊断中的应用

1. 常规超声成像

早期宫颈癌在常规超声声像图上常无确切阳性表现,常规超声在诊断 I_A 期及以下宫颈癌病变中的应用价值并不高^[3]。随着肿块的生长,可出现以下改变^[4]:①宫颈体积增大;②宫颈黏膜受侵;③病灶累及宫体或宫旁组织;④宫腔或盆腔积液。但是此类声像表现特异性差,慢性宫颈炎、宫颈息肉等病变均有类似的声像图改变。常规超声亦难对宫颈癌浸润程度、宫旁侵袭及盆腔淋巴结转移等作出准确判断,因而超声对宫颈癌 TNM 分期的准确性也相对较低,但经济、无创、快速和简便等特点使其成为宫颈癌早期筛查的常规方法之一。

2. 弹性超声成像

弹性超声成像是新兴的超声成像技术,在乳腺癌、

甲状腺癌和肝癌等疾病中的应用已较成熟,而在宫颈癌中的应用较少^[5]。Thomas 等^[6]将弹性成像应用于宫颈,并发现了弹性成像对正常宫颈及病变宫颈的鉴别价值。应变比值及弹性成像评分是超声弹性成像中常用的参数。应变比值法是通过对比病灶与邻近组织的平均应变率来评价病灶弹性,这种方法降低了操作者主观感受所引起的误差,可重复性及准确性均提高^[7]。成像评分法通过红、绿、蓝三色表示病灶及周围组织的硬度变化,并分别赋予各色彩不同的分值。根据 Itoh 等^[8]提出的 5 分法对组织进行评价,1~3 分倾向于良性,4~5 分倾向于恶性。在系统评价方面,相较于常规二维超声,其优越性还表现在可较准确显示病灶的边界及可评估宫颈癌病灶浸润的程度,可提高分期诊断的准确性。李岩松等^[9]对 64 位宫颈癌患者行阴式弹性超声和二维超声成像,两种方法对宫颈癌分期的符合率分别为 84.4% 和 59.4%,差异较明显。而且,超声弹性成像可准确鉴别宫颈癌前病变和宫颈癌,有利于术前病情分析。经阴道弹性成像也受一些因素的影响,病灶的大小和位置、外加压力的大小和方向等都会影响弹性声像图的图像质量^[10]。

3. 经阴道三维彩色多普勒超声成像

经阴道三维彩色多普勒超声检查能够获取正常宫颈组织和病灶相关区域的血流灌注情况,进而综合分析相应血流动力学及血流信号的变化。微血管密度(microvessel density, MVD)、阻力指数(drag index, RI)和血管指数(vascular index, VI)是表征瘤体内血管生长及分布情况的重要参数。MVD 是反映瘤体生长、浸润及播散的指标之一^[11]。与无淋巴结转移者比较,伴有淋巴结转移的肿瘤 MVD 值高,而 RI 值低。血流指数(flow index, FI)是指在宫颈三维检测时通过扫描区域的瞬时血细胞量,有研究发现 FI 值与肿块体积间存在关联性,肿瘤体积越大,其内部 FI 值则越

作者单位: 110042 沈阳,中国医科大学肿瘤医院 辽宁省肿瘤医院医学影像科
作者简介:张毅(1990—),男,四川乐山人,硕士研究生,主要从事宫颈肿瘤影像诊断工作。
通讯作者:罗娅红, E-mail: luoyahong8888@hotmail.com
基金项目:国家公益性行业专项基金(201402020)

高^[12]。宫颈癌灶内的血流常表现为高速低阻的状态,在血流显像上呈特征性的多彩状血流信号。三维成像对宫颈的解剖结构、病灶邻近间质或宫旁浸润及转移病灶等显示更明晰,故其对中晚期宫颈癌的分期诊断准确性较高,蒋琴等^[13]对 61 例宫颈癌患者的研究中,经阴道三维彩色多普勒超声分期诊断符合率为 50.82%(31/61),其中对Ⅲ_A 以上高期别宫颈癌的分期符合率为 80.00%(8/10)。经阴道超声检查范围有限,可能遗漏部分淋巴结,而且也无法对淋巴结进行准确的解剖定位,对盆腔深处的淋巴结转移情况常难以显示。

CT 在宫颈癌诊断中的应用

CT 检查的空间和密度分辨力较高,因此在探查盆腔肿块密度、数目及大小等方面具有明显优势。然而,宫颈癌病灶与正常宫颈组织间密度差异小,对比增强图像上仍有约 50% 的病灶与宫颈基质的密度相近^[14]。在早期宫颈形态学未发生显著改变前,极易呈现假阴性。螺旋 CT 可通过三期扫描,并将各期图像进行后处理,多角度评价肿瘤及其周围组织的情况。将高压注射方式与快速容积扫描技术结合,使病灶组织的增强效应明显提升,宫颈周围的侵犯范围和程度得以清晰显示。谭毅红等^[15]的研究结果显示 64 排 CT 对宫颈癌的诊断符合率达 91.14%,分期符合率为 82.28%。同时,CT 扫描在检出宫颈癌晚期泌尿系统受侵及判定病变程度时,显示出其优越性^[16]。多层 CT 以淋巴结直径(>10mm)作为判断淋巴结转移的标准,但准确性有一定限度,因为在大小相同时,CT 难以将淋巴结转移与炎症性淋巴结、反应性淋巴结准确区分开来,且不是所有宫颈癌患者的转移性淋巴结都大于 10mm,因此 N 分期的准确性有待提高^[17]。CT 灌注成像是一种应用多参数对肿瘤内部循环通路进行分析评价的功能成像方法,可操作性及重复性较好,能较准确地反映肿瘤内血管生长情况^[18-19]。常用参数包括血流量(blood flow, BF)、达峰时间(time to peak, TTP)、表面通透性(permeability surface, PS)及灌注血容量(perfusion blood volume, PBV)。殷亮等^[20]研究发现,CT 灌注成像对判断有无宫旁浸润效果良好,BF、BV 和 PBV 值与宫旁浸润发生存在稳定的正相关关系,当 PBV 的阈值设定为 83.25mL/L 时,特异度达 93.5%,TTP 与宫旁浸润的发生呈负相关关系。宫颈癌瘤体血管生成与肿瘤细胞分裂增殖及肿瘤的浸润和转移具有显著相关性,是宫颈癌患者治疗疗效及预后评价的重要参考因素^[21]。因此,灌注成像技术的应用可以更好地指导宫颈癌的诊断、治疗及预后等。

MRI 在宫颈癌诊断中的应用

1. MRI 常规序列

MRI 具有软组织分辨力高、无辐射、可多方位、多参数和多序列成像等特点,是目前宫颈癌探查及评估的最佳影像学方法^[22-23]。在常规 MRI 扫描时,T₁WI 上宫颈癌病灶常呈等信号,而在 T₂WI 上则多表现为稍高或高信号,T₂WI 在检测病变范围方面较 T₁WI 优势明显,而 T₁WI 则多用于观察淋巴结及骨转移情况。常规 MRI 序列对显示宫颈原位癌及 IA 期肿瘤的敏感性较低^[24-25]。有文献报道,常规 MRI 对 IB 期以前宫颈癌的分期诊断符合率为 66.67%,但对 IB 期以后的宫颈癌整体分期符合率可达 82.86%^[13]。常规序列 MRI 上有时不能准确区分肿瘤浸润与宫颈周围静脉丛、炎性反应和瘤周水肿等。此外,常易漏诊 IA、IB 期的部分小病灶,尤其是对位于宫颈上段的小病灶,因受到周围脂肪组织及分泌物等的干扰,有时不易发现。

2. 功能 MRI 检查

近年来,MRI 功能成像的临床应用和逐步普及为临床提供了肿瘤形态学、细胞学及代谢等方面的较准确和全面的信息。动态增强磁共振成像(dynamic contrast-enhanced MRI, DCE-MRI)通过对组织或肿瘤的时间-信号曲线(time signal intensity curve, TIC)进行分析,从毛细血管水平评价肿瘤内血流动力学改变,为肿瘤微循环的探究拓宽了途径。宫颈癌的 DCE-MRI 表现为特征性的“速升缓降型”,在动脉早期瘤体即可见强化,信号可持续增高。DCE-MRI 较常规扫描不仅更容易检出宫颈癌病灶,且可准确判断病灶对周围的浸润情况^[26]。唐芳等^[27]的研究中以术后病理学分期作为金标准,DCE-MRI 的分期诊断符合率为 94.5%,明显高于术前临床及常规 MRI 分期。有研究显示,转移性淋巴结与原发肿瘤的动态强化特点相似,尤其是当淋巴结中央出现坏死时,增强扫描出现特征性的环形强化,其阳性预测值可达 100%^[28-29]。不仅如此,邝菲等^[30]认为,DCE-MRI 的半定量参数——最大增强斜率(slope)可以有效鉴别宫颈鳞癌与腺癌,而 TTP 与 slope 在鉴别临床分期(FIGO)为早期和晚期的宫颈癌方面也有重要价值,可为无创性量化评估宫颈癌的血供特征提供比较客观的依据。

扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)是目前唯一能够在活体上探测水分子扩散运动的无创性影像学方法^[31],可间接反映组织细胞形态、结构及功能学变化。在快速生长的恶性肿瘤中,细胞密度增加,水分子在细胞外间隙内活动受限,病灶组织的表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)值减低,DWI 信号升高,与瘤周正常组织形成鲜明对

照,且其信号强度不随 b 值的变化而减弱。王志涛等^[32]的研究表明,在判断淋巴结是否发生转移时,DWI 与高分辨 T₂WI 序列联合应用可获得较高的诊断符合率,非转移性淋巴结的平均 ADC 值和最小 ADC 值均较转移性淋巴结明显升高。DWI 不以淋巴结大小为唯一标准,对最小径线为 5mm 的转移性淋巴结的诊断也具有一定优势^[33-34]。范雪晶等^[35]通过与术后病理对照,发现 MRI 对宫颈癌的分期诊断符合率为 85.14%,MRI 联合 DWI 的分期符合率为 95.83%,表明 DWI 能明显提高分期准确性。也有研究发现,与 ADC 值比较,扩散容积(diffusion volume, DV)能更准确的反映肿瘤的侵袭性,与宫颈癌分级以及风险分类具有显著相关性^[36]。

肿瘤常表现出异于正常组织的代谢活动,磁共振波谱成像(magnetic resonance spectrum, MRS)通过测量强磁场作用下不同化合物所产生的化学位移峰值,间接分析评价机体内各种化合物或瘤体代谢产物^[37],¹H-MRS 与³¹P-MRS 常用于静磁场来激发 MRS 信号。¹H-MRS 上盆腔肿瘤最常见的代谢物包括胆碱(Cho)、乳酸(Lac)和脂质(Lip)等,宫颈癌的 MRS 特点为明显增高的甘油三酯峰、CH₂ 峰和 Cho 峰,Cho 峰对良恶性盆腔肿瘤的鉴别有一定的指导价值,Lip 峰与肿瘤的恶性程度和组织坏死有一定相关性^[38]。因技术水平的限制和盆腔成像的复杂性,目前,还并未有太多关于女性盆腔肿瘤的 MRS 研究,明确各代谢物的意义及其在预后及疗效评估中的价值将成为今后研究的热点。

PET 融合显像在宫颈癌诊断中的应用

1. PET/CT

PET 功能显像可提供正常组织和病灶的生理代谢信息,同时 CT 可在解剖学水平对病灶做出准确评价。PET/CT 融合了 PET 的功能显像和 CT 的解剖学成像的优点,并可探及淋巴结转移情况,在宫颈癌诊断及分期中的应用趋于成熟。PET/CT 显像剂[以氟代脱氧葡萄糖(¹⁸F-FDG)最常用]注入人体后,因瘤细胞对葡萄糖摄取高且糖代谢速度比正常细胞快,使病灶在 PET/CT 显像中出现放射性浓聚,与正常组织间形成显著对比。孙倩等^[39]报道 PET/CT 诊断宫颈癌原发灶的敏感度为 100%,相较于同机增强 CT(敏感度为 86.0%)诊断优势明显。¹⁸F-FDG PET/CT 除可准确判断宫颈癌原发灶及其浸润范围外,在淋巴结及远处器官转移灶的检出方面同样具有一定优越性,可提高 N 分期及 M 分期的准确性。有别于 CT、MRI 等传统影像学方法通常只能检出短径大于 10mm 的转移性淋巴结,PET/CT 的优势表现在通过测量小淋巴

结(0.5~1.0cm)的代谢状态,可提高对早期淋巴结转移的检出率。Wright 等^[40]研究发现,¹⁸F-FDG PET/CT 探查盆腔淋巴结转移和主动脉旁淋巴结转移的特异度分别为 90%和 93%。

但是,PET/CT 在宫颈癌的诊断方面也存在局限性:①由于病灶大小、仪器的部分容积效应及自身分辨率等因素的影响,对原位癌和高分化腺癌的诊断存在不足^[41];②部分容积效应导致 PET/CT 易于低估小病灶的¹⁸F-FDG 浓聚程度,故而对于无明显¹⁸F-FDG 摄取的小病灶也不能完全排除转移的可能^[42];③某些炎症、感染病变也可出现¹⁸F-FDG 摄取增高,从而难以避免假阳性结果^[43]。因此在诊断分析时应结合临床资料和其它检查结果。另外,Hillner 等^[44]的研究数据显示,应用 PET/CT 后改变治疗决策者高达 53.2%,其中 PET/CT 显像使得 28.3%的患者开始采取治疗,8.2%停止治疗,16.7%的患者从根治性方案修改为姑息性保守治疗。总之,PET/CT 有助于指导临床选择合理高效的治疗方案、进行及时的疗效监测及预后评估。

2. PET/MRI

PET/MRI 能同时采集功能学、解剖学、生理及生化学等多层面信息,进而提供全身疾病的细节展示,更好的发挥 PET 的优势及 MRI 的特点。相较于目前已经成熟应用于临床的 PET/CT,PET/MRI 有其无可比拟的优势^[45]:①PET/MRI 辐射小,可应用于较年轻及需要反复跟踪观察的患者;②PET/MRI 可以更好地显示病灶及周围软组织的情况;③MRI 可提供功能信息,可为 PET 代谢物显像提供补充;④应用不同的示踪剂及多序列成像使 PET/MRI 的个体针对性更好。Marcelo 等^[46]的研究表明,PET/MRI 在宫颈及子宫内膜原发肿瘤的诊断及分期方面要更优于 PET/CT,两者的分期符合率为 95.48%和 89.27%,这也正得益于 MRI 对盆腔软组织的评价能力,不仅能清晰显示宫颈病灶,并能准确判断周围组织脏器的情况。李绍东等^[47]报道,PET/MRI 诊断宫颈癌盆腔淋巴结转移的敏感度、特异度及符合率明显高于 PET/CT(分别为 90.00% vs 80.00%、100.00% vs 92.86%、97.37% vs 89.47%),这与 Kim 等^[48]的研究结论基本一致。Johannes 等^[49]的研究发现,原发宫颈癌的 SUV_{max} 值与 ADC_{min} 值之间存在明显的负相关关系($r = -0.692, P < 0.001$),而在复发宫颈病灶中则没有这种相关关系,这一点也有益于鉴别宫颈病灶的病理性质。可见,基于分子水平的 PET/MRI 多模态成像技术在宫颈癌诊断分期、淋巴结转移和复发的诊断等方面有着无可替代的作用。

目前 PET/MRI 的临床运用尚不及 PET/CT 成

熟,其研究和应用仍面临一些问题^[45]:①PET/MRI 的技术开发投资及检查费用高,其临床应用价值仍待检验;②PET 与 MRI 的高度融合需要对硬软件升级改造,以获得更高质量的图像;③PET/MRI 的图像后处理及诊断需要拥有更高精专业知识的技术人员和诊断医师。PET/MRI 的成熟应用还有很长的路要走,但其在初步应用中显示的特质已足够让我们相信其必将作为常规影像学手段,应用于临床实践,使影像诊断水平得到进一步提升。

综上所述,超声以其经济、简便、快速的特点成为宫颈癌早期诊断和筛查的重要方法之一,可提供病灶范围、周围浸润及血供状况等信息,但对早期宫颈癌的检出率及分期准确性有待提高;CT 得益于较高的空间分辨力,在宫颈癌病灶的定位诊断及判断淋巴结受累和远处转移时有着无可替代的诊断优势,然而同样在检出早期病变和周围软组织受累方面略显不足;MRI 较高的软组织分辨力使其能更好地发现早期宫颈癌病变,多序列、多参数及多方位成像提供了病灶的解剖及功能信息;PET 融合成像具有解剖和功能成像的时间一致性和空间同一性,使其在病灶探查、定性和定位诊断等方面具有更高的敏感性、特异性和准确性,从而在肿瘤的诊断分期、治疗方案制订和预后评估等方面发挥积极作用,其发展前景令人期待。

参考文献:

- [1] Torre LA, Bray F, Siegel RL, et al. Global cancer statistics[J]. CA Cancer J Clin, 2015, 65(2): 87-108.
- [2] Sala EA, Rockall AG, Freeman SJ, et al. The added role of MR imaging in treatment stratification of patient with gyne malignancies: what the radiologist to know[J]. Radiology, 2013, 266(3): 717-740.
- [3] 于晓伟, 张松灵, 张晓霞, 等. 经阴道彩色多普勒超声检查在早期宫颈癌诊治中的意义[J]. 中国超声医学杂志, 2011, 27(1): 60-62.
- [4] 侯甫晓, 岳学文. 子宫颈癌超声检查的价值[J]. 中国超声诊断杂志, 2003, 4(7): 544-545.
- [5] 付瑶, 邢萍, 张璇, 等. 阴式超声弹性成像技术在宫颈癌诊断中的应用研究[J/OL]. 中华临床医师杂志(电子版), 2013, 7(13): 6109-6111.
- [6] Thomas A, Kiimmel S, Gemeinhardt O, et al. Real-time sonoelastography of the cervix: tissue elasticity of the normal and abnormal cervix[J]. Acad Radiol, 2007, 14(2): 193-200.
- [7] Sun LT, Ning CP, Liu YJ, et al. Is transvaginal elastography useful in pre-operative diagnosis of cervical cancer[J]. Eur J Radiol, 2012, 81(8): 888-892.
- [8] Itoh A, Ueno E, Tohno E, et al. Breast disease: clinical application of US elastography for diagnosis[J]. Radiology, 2006, 239(2): 341-350.
- [9] 李岩松, 李艳梅, 李倩倩, 等. 分析探讨阴式超声弹性成像技术对宫颈癌的诊断价值[J]. 中国实用医药, 2015, 19(1): 31-32.
- [10] 刘艳, 刘佳, 岳庆雄. 弹性成像技术在宫颈癌应用中的影响因素[J]. 中国超声医学杂志, 2013, 29(3): 248-250.
- [11] 曲海波, 宁刚, 李学胜, 等. 子宫颈癌 CT 灌注与肿瘤血管生成相关性研究[J]. 生物医学工程学杂志, 2013, 30(2): 254-259.
- [12] Hsu KF, SU JM, Huang SC, et al. Three dimensional power Doppler imaging of early-stage cervical cancer[J]. Ultra sound Obstet Gynecol, 2004, 24(6): 664-671.
- [13] 蒋琴, 何冠南. 超声与 MRI 在宫颈癌分期中的应用研究[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2016, 14(9): 101-103.
- [14] Scheidler J, Heuck AF. Imaging of cancer of the cervix[J]. Radiol Clin North Am, 2002, 40(3): 577-590.
- [15] 谭毅红. 64 排螺旋 CT 对宫颈癌的诊断及分期价值[J]. 中外医疗, 2013, 22(11): 178-179.
- [16] Sharma DN, Thulkar S, Goyal S, et al. Revisiting the role of computerized tomographic scan and cystoscopy for detecting bladder invasion in the revised FIGO staging system for carcinoma of the uterine cervix[J]. Int J Gynecol Cancer, 2010, 20(3): 368-372.
- [17] Thoeny HC, Forstner R, De KF. Genitourinary applications of diffusion-weighted MR imaging in the pelvis[J]. Radiology, 2012, 263(2): 326-342.
- [18] Faggioni L, Neri E, Cerri F, et al. 64-row MDCT perfusion of head and neck squamous cell carcinoma: technical feasibility and quantitative analysis of perfusion parameters[J]. Eur Radiol, 2011, 21(11): 113-121.
- [19] Kambadakone AR, Sahani DV. Body perfusion CT: technique, clinical applications and advances[J]. Radiol Clin North Am, 2009, 47(1): 161-178.
- [20] 殷亮, 郭顺林, 雷军强, 等. CT 灌注成像诊断宫颈癌宫旁浸润的临床研究[J]. 卫生职业教育, 2015, 4(2): 153-155.
- [21] 张雨芹, 李响, 王学梅, 等. 三维能量多普勒超声对评估宫颈癌放疗疗效的价值[J]. 中国医科大学学报, 2013, 42(9): 836-838.
- [22] Sala E, Wakely S, Senior E, et al. MRI of malignant neoplasms of the uterine corpus and cervix[J]. AJR, 2007, 188(6): 1577-1587.
- [23] Kaur H, Silverman PM, Iyer RB, et al. Diagnosis, staging, and surveillance of cervical carcinoma[J]. AJR, 2003, 180(6): 1621-1631.
- [24] Ascher S, Susan M, Takahama J, et al. Staging of gynecologic malignancies[J]. Top Magn Reson Imaging, 2001, 12(2): 105-129.
- [25] Okamoto Y, Tanaka YO, Nishida M, et al. MR imaging of the uterine cervical imaging-pathologic correlation[J]. Radiographics, 2003, 23(2): 534-535.
- [26] Yamashita YY, Baba T, Baba Y, et al. Dynamic contrast-enhancement MR imaging of uterine cervical cancer pharmacokinetic analysis with histopathologic correlation and its importance in predicting the outcome of radiotherapy[J]. Radiology, 2000, 216(3): 803-809.
- [27] 唐芳, 白琛, 杨茹, 等. 动态增强 MRI 对宫颈癌诊断的临床价值[J]. 西部医学, 2016, 28(12): 1732-1736.
- [28] Bodelle B, Ralf W, Holthaus L, et al. Dose and image quality of highpitch dual source computed tomography for the evaluation of cervical lymph node status-Comparison to regular 128-slice single source computed tomography[J]. Eur J Radiol, 2013, 82(6): 281-285.
- [29] 万碧萧. 3T 磁共振 ADC 值对宫颈癌盆腔淋巴结的评估[J]. 医药论坛杂志, 2013, 10(1): 48-49.
- [30] 邝菲, 颜志平, 冯浩, 等. 3.0T DCE-MRI 对宫颈癌的评估价值

- [J]. 实用放射学杂志, 2016, 32(3): 383-387.
- [31] Vargas HA, Akin O, Zheng J, et al. The value of MR imagining when the site of uterine cancer origin is uncertain[J]. Radiology, 2011, 258(3): 785-792.
- [32] 王志涛, 杨耀文, 杨尧华, 等. DWI 联合高分辨磁共振 T₂WI 在宫颈癌盆腔淋巴结转移中的应用价值[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2016, 14(8): 20-23.
- [33] 刘颖, 白人驹, 刘海东, 等. DWI 评估宫颈癌盆腔淋巴结转移的应用价值[J]. 临床放射学杂志, 2011, 30(6): 834-838.
- [34] Lin G, Ho KC, Wang JJ, et al. Detection of lymph node metastasis in cervical and uterine cancers by diffusion-weighted magnetic resonance imaging at 3.0T[J]. Comput Assist Tomogr, 2011, 35(3): 21-25.
- [35] 范雪晶, 张修石, 张红霞, 等. MRI 平扫结合弥散加权成像对宫颈癌的应用价值[J]. 现代肿瘤医学, 2016, 24(24): 3998-4001.
- [36] Pier PM, Laura MP, Sabrina S, et al. Diffusion volume (DV) measurement in endometrial and cervical cancer; a new MRI parameter in the evaluation of the tumor grading and the risk classification[J]. Eur J Radiol, 2015, 85(1): 113-124.
- [37] Shah N, Sattar A, Benanti M, et al. Magnetic resonance spectroscopy as an imaging tool for cancer; a review of the literature[J]. J Am Osteopath Assoc, 2006, 106(1): 23-27.
- [38] 罗是是. 3.0T MR DWI 和 MRS 在宫颈癌诊疗中的价值研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2011: 1-30.
- [39] 孙倩, 陈文波, 刘恩涛, 等. ¹⁸F-FDG PET/CT 在宫颈癌初诊患者中的临床应用价值[J]. 临床放射学杂志, 2014, 33(9): 1381-1385.
- [40] Wright JD, Dehdashti F, Herzog TJ, et al. Preoperative lymph node staging of early-stage cervical carcinoma by ¹⁸F-Fluoro-2-deoxy-D-glucose-positron emission tomography [J]. Cancer, 2005, 104(11): 2484-2491.
- [41] 郑航, 陈锦章, 罗荣诚, 等. ¹⁸F-FDGPET/CT 显像对宫颈癌诊断及治疗的影响[J]. 实用癌症杂志, 2009, 24(5): 494-497.
- [42] Herrera FG, Prior JO. The role of PET/CT in cervical cancer [J]. Front Oncol, 2013, 3(1): 34-37.
- [43] Lyer RB, Balachandran A, Devine CE. PET/CT and cross sectional imaging of gynecologic malignancy[J]. Cancer Imaging, 2007, 17(7): 130-138.
- [44] HiUner BE, Siegel BA, Liu D, et al. Impact of position emission tomography, computed tomography and positron emission tomography (PET) alone on expected management of patients with cancer; initial results from the National Oncologic PET Registry [J]. Clin Oncol, 2008, 296(13): 2155-2161.
- [45] 郑堃, 朱朝晖, 李方, 等. PET/MRI 多模式分子成像技术新进展[J]. 现代器械, 2011, 17(4): 1-4.
- [46] Marcelo A, Queiroz MA, Rahel A, et al. PET/MRI and PET/CT in advanced gynaecological tumours; initial experience and comparison[J]. Eur Radiol, 2015, 25(8): 2222-2230.
- [47] 李绍东, 高晶晶, 胡春峰, 等. PET/MRI 融合图像诊断妇科恶性肿瘤盆腔复发[J]. 中国医学影像技术, 2016, 32(10): 1555-1559.
- [48] Kim SK, Choi HJ, Park SY, et al. Additional value of MR/PET fusion compared with PET/CT in the detection of lymph node metastases in cervical cancer patients[J]. Eur J Cancer, 45(12): 2103-2109.
- [49] Grueneisen J, Beiderwellen K, Heusch P, et al. Correlation of standardized uptake value and apparent diffusion coefficient in integrated whole-body PET/MRI of primary and recurrent cervical cancer[J]. Plos One, 2014, 9(5): 1-7.

(收稿日期: 2017-03-10)

下期要目

肝脏脂肪定量诊断影像学专题

体素不相干运动 MR 成像预测肾积水肾功能
可复性的研究

实时三维超声成像技术对颈动脉粥样斑块体积
测定的定量分析

单源双能 CT 成像碘(水)浓度值评估脂肪肝和
肝岛血供的价值

双源 CT 自适应前瞻性心电门控自由心率冠状动脉成像
对图像质量及辐射剂量的影响

数字乳腺断层融合 X 线成像中平均腺体剂量与乳腺密度、
压迫厚度的关系

双源 CT 自适应前瞻性心电门控自由心率冠状动脉成像
对图像质量及辐射剂量的影响