论著

文章编号:1000-5404(2013)23-2586-04

脂肪抑制质子加权成像和磁敏感加权成像诊断膝关节半月板撕裂对比研究

张永克[1*],赵 骏[1*],王 健[1],陈 伟[1],杨 柳[2],郭 林[2],周代全[1] (400038 重庆,第三军医大学西南医院:放射科[1],关节中心[2])

[摘要] **目的** 比较脂肪抑制质子加权成像(fat-suppression proton density weighted imaging,FS-PDWI)和磁敏感加权成像(susceptibility weighted imaging,SWI)诊断膝关节半月板撕裂的诊断效果。**方法** 83例关节中心怀疑半月板损伤的患者,术前行3T MR FS-PDWI和SWI序列扫描,2名副高以上医师行影像诊断,以关节镜为金标准对照进行定性分析,并对图像质量进行半定量评分。对比FS-PDWI和SWI半月板撕裂处的信号噪声比(signal noise ratio, SNR)和与腓肠肌的对比噪声比(contrast to noise ratio, CNR)定量分析半月板撕裂处图像质量。**结果** 91处病变区2名医师的SWI诊断结果有极好的一致性($\kappa=0.839$),综合其诊断结果得FS-PDWI诊断膝关节半月板撕裂的平均敏感性、特异性、准确性、阳性预测值和阴性预测值分别是91.5%、83.3%、90.7%、98.0%和51.7%,SWI诊断的平均敏感性、特异性、准确性、阳性预测值和阴性预测值分别是96.3%、83.3%、95.1%、98.1%和71.4%。两序列诊断半月板撕裂效果无显著性差异($P>0.05$)。图像半定量评分FS-PDWI和SWI无显著性差异($P>0.05$)。FS-PDWI和SWI的SNR分别为(26.25±6.47)和(33.94±6.41),有显著性差异($P<0.05$);CNR分别为(4.86±3.61)和(6.38±3.31),无显著性差异($P>0.05$)。**结论** 磁敏感加权成像诊断膝关节半月板撕裂的敏感性、准确性和阴性检出率稍高于脂肪抑制质子加权成像,且有更好的信号噪声比。

[关键词] 脂肪抑制质子加权成像;磁敏感加权成像;半月板撕裂;关节镜;信号噪声比;对比噪声比
[中图法分类号] R445.2;R684.04 [文献标志码] A

Fat-suppressed proton density-weighted imaging *vs* susceptibility weighted imaging in diagnosis of meniscal tear

Zhang Yongke[1], Zhao Jun[1], Wang Jian[1], Chen Wei[1], Yang Liu[2], Guo Lin[2], Zhou Daiquan[1] ([1]Department of Radiology, [2]Centre of Joint Surgery, Southwest Hospital, Third Military Medical University, Chongqing, 400038, China)

[**Abstract**] **Objective** To compare fat-suppressed proton density-weighted imaging (FS-PDWI) and susceptibility weighted imaging (SWI) in the diagnosis of meniscal tear of knee. **Methods** A total of 83 patients suspected with meniscal tear admitted in the of Centre of Joint Surgery from December 2011 to September 2012 were enrolled in this study. They all received 3T MRI, by the sequences of FS-PDWI and SWI before surgery. Two senior doctors, with sub-advanced title, qualitatively diagnosed the images based on the golden standard of arthroscopy. Semi-quantitative scores of all the meniscal tear images were also evaluated. The signal noise ratio (SNR) in the area of meniscal tear and the contrast to noise ratio (CNR) to gastrocnemius of FS-PDWI and SWI were compared, quantificationally. **Results** Very good consistence was found in the SWI diagnostic results from the 2 doctors in the 91 lesions ($\kappa=0.839$). Compositing the results of the 2 doctors, the mean sensitivity, specificity, accuracy, positive predict value (PPV) and negative predict value (NPV) of FS-PDWI were 91.5%, 83.3%, 90.7%, 98.0% and 51.7%, respectively, while, those of SWI were 96.3%, 83.3%, 95.1%, 98.1% and 71.4%, respectively, with no significant differences between diagnosis effects of them ($P>0.05$). There was no significant difference in the semi-quantitative scores of the 2 doctors ($P>0.05$). The SNR of FS-PDWI and SWI were 26.25±6.47 and 33.94±6.41, with significant difference ($P<0.05$). The CNR of FS-PDWI and SWI were 4.86±3.61 and 6.38±3.31, with no significant difference ($P>0.05$). **Conclusion** The sensitivity, accuracy and NPV of SWI are a little higher in the diagnosis of meniscal tear than those of FS-PDWI. The SNR of SWI in the area of meniscal tear is better than those of FS-PDWI.

[**Key words**] fat-suppressed proton density-weighted imaging; susceptibility weighted imaging; meniscal tear; arthroscopy; signal noise ratio; contrast to noise ratio

Zhang Yongke and Zhao Jun are the first author who contributed equally to the article. Corresponding author: Zhou Daiquan, Tel: 86-23-68754423, E-mail: zhoudq77@sina.com

* 同等贡献者

[通信作者] 周代全,电话:(023)68754423, E-mail: zhoudq77@sina.com

[优先出版] http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1095.R.20130910.1409.012.html(2013-09-10)

半月板撕裂是膝关节常见的由于外伤和半月板退变引起的疾病,MRI 被认为是诊断半月板损伤的首选检查技术[1],并且是无创诊断半月板撕裂的方法[2]。以往研究表明,MRI 发现半月板撕裂的敏感性和特异性的范围是 82% ~96%[3],且短回波时间(echo time, TE)序列显示半月板撕裂敏感[4],包括自旋回波(spin echo, SE)序列或者快速自旋回波(fast spin echo, FSE)序列,梯度回波(gradient-recalled echo, GRE)序列和质子密度加权(proton density weighted, PDW)序列。目前常用的膝关节 MR 成像序列包括冠状位 T_1 加权(T_1 weighted, T_1W)、冠状位 PDW + 脂肪抑制,短 TE 序列的 TE 采用 15 ~20 ms[5]。磁敏感加权成像(susceptibility weighted imaging, SWI)是近年来较为革新的高敏感性 MRI 技术,空间分辨率高[6],并且逐步发展成为脑血管疾病领域的一种临床应用工具[7]。本研究以短 TE 的 SWI 和脂肪抑制质子密度加权成像(fat-suppression proton density weighted imaging, FS-PDWI)为对照,探讨 SWI 诊断膝关节半月板撕裂效果。

1 资料与方法

1.1 临床资料

2011 年 12 月 13 日至 2012 年 9 月 9 日在我院关节中心预行膝关节半月板修复术的 83 例住院患者,患侧膝关节术前行 3.0T MR 检查(术前常规检查)。包括男性 32 例,女性 51 例,年龄 13 ~71(38.7 ±14.6)岁。其中左膝关节损伤 38 例,右膝关节损伤 45 例(包括双膝关节损伤者)。83 例患者患侧膝关节疼痛不适,下蹲、起立或长时间行走或运动量稍大时疼痛加重 76 例,休息后有所缓解 66 例。关节中心专科检查:浮髌试验(+)11 例,压髌、磨髌试验(+)36 例,过伸痛(+)68 例,过屈痛(+)55 例,内侧关节间室压痛(+)33 例、麦氏征(+)26 例,外侧间室压痛(+)50 例、麦氏征(+)47 例,碾磨征(+)6 例,前抽屉试验(+)2 例。

1.2 方法

Siemens Trio 3.0T 超导型磁共振扫描仪,8 通道专用膝关节线圈,行矢状、冠状位和或横断位 MR 扫描。序列:SWI:(FOV 140 mm × 140 mm, TR 23 ms, TE 15.6 ms, flip 15°, 矩阵 320 × 320, voxel size 0.4 mm × 0.4 mm × 3.0 mm);FS- PDWI:(FOV 140 mm × 140 mm, TR 3 000 ms, TE 20 ms, flip 150°, 矩阵 320 × 320, voxel size 0.3 mm × 0.3 mm × 3.0 mm)。以 Stoller[10] 分级法为 MRI 诊断半月板病变的 MR 标准,将半月板病变分为Ⅰ~Ⅲ级,其中Ⅲ级为半月板撕裂,Ⅰ~Ⅱ级为半月板退变,与正常半月板都归入非撕裂。

关节镜确诊的所有半月板撕裂处,在 MR 后处理工作站测量撕裂处的信号强度 $SI_{病灶}$(signal intensity),腓肠肌信号强度 $SI_{腓肠}$,以及背景信号标准差 $SD_{背景}$(standard deviation)。感兴趣区域(region of interest, ROI)选取 5 mm^2 的撕裂区域、腓肠肌区域和背景区域,对 3 个层面进行测量,最后取平均值。所得值计算 SNR 和 CNR:$SNR = SI_{病灶}/SD_{背景}$, $CNR = | SI_{病灶} - SI_{腓肠} |/SD_{背景}$。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 18.0 统计软件,数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 Kappa 分析比较 2 名医师(医师甲、医师乙)SWI 诊断膝关节半月板撕裂的一致性,McNemar 检验比较两序列诊断结果有无差异。对所有图像行半定量评分,1 分 = 无法诊断,伪影和卷积重;2 分 = 可以诊断,图像有伪影和卷积干扰;3 分 = 可以诊断,图像基本符合要求;4 分 = 图像符合诊断要求,无伪影和卷积干扰。运用配对 t 检验比较 FS-PDWI 和 SWI 两序列诊断膝关节半月板撕裂图像清晰度有无差别。配对样本比较的 Wilcoxon 符号秩检验,分别比较 FS-PDWI 和 SWI 的 SNR 和 CNR 有无差异。

2 结果

2.1 2 名放射医师的诊断结果比较

对损伤较重半月板处进行诊断,将半月板撕裂归为阳性,其余非撕裂归为阴性。由 2 名从事放射诊断工作 15 年以上的医师进行诊断,对结果行 Kappa 分析。91 处损伤中 2 名医师都认为撕裂的有 79 处,都认为非撕裂的有 9 处,医师甲认为撕裂而医师乙认为非撕裂的有 2 处,医师甲认为非撕裂而医师乙认为撕裂的有 1 处,诊断结果有极好的一致性($\kappa = 0.839$)。

2.2 MRI 序列与关节镜诊断结果比较

联立关节镜和 FS-PDWI 及 SWI 四格表(表 1),计算 2 名医师分别用两序列诊断膝关节半月板撕裂的敏感性、特异性、准确性、阳性预测值(PPV)和阴性预测值(NPV),取均值得到最终结果,见表 2。

表 1 FS-PDWI 和 SWI 诊断膝关节半月板撕裂结果与关节镜比较(例)

诊断技术	诊断结果	关节镜	
		+	−
FS-PDWI			
医师甲	+	75	2
	−	7	7
医师乙	+	75	1
	−	7	8
SWI			
医师甲	+	79	2
	−	3	7
医师乙	+	79	1
	−	3	8

表 2 FS-PDWI 和 SWI 的敏感性、特异性、准确性、PPV 和 NPV(%)

诊断结果	敏感性	特异性	准确性	PPV	NPV
FS-PDWI					
医师甲	91.5	77.8	90.1	97.4	50.0
医师乙	91.5	88.9	91.2	98.7	53.3
均值	91.5	83.3	90.7	98.0	51.7
SWI					
医师甲	96.3	77.8	94.5	97.5	70.0
医师乙	96.3	88.9	95.6	98.8	72.7
均值	96.3	83.3	95.1	98.1	71.4

2.3 FS-PDWI 和 SWI 诊断结果比较

采用 McNemar 检验比较 2 名医师的两序列诊断结果有无差异。医师甲:FS-PDWI 和 SWI 都诊断为撕裂的有 77 处,都诊断为非撕裂的有 10 处,SWI 诊断为撕裂而 FS-PDWI 诊断为非撕裂的有 4 处,两序列诊断结果无显著性差异($P > 0.05$);医师

乙:FS-PDWI和SWI都诊断为撕裂的有76处,都诊断为非撕裂的有11处,SWI诊断为撕裂而FS-PDWI诊断为非撕裂的有4处,两序列诊断结果无显著性差异($P>0.05$)。

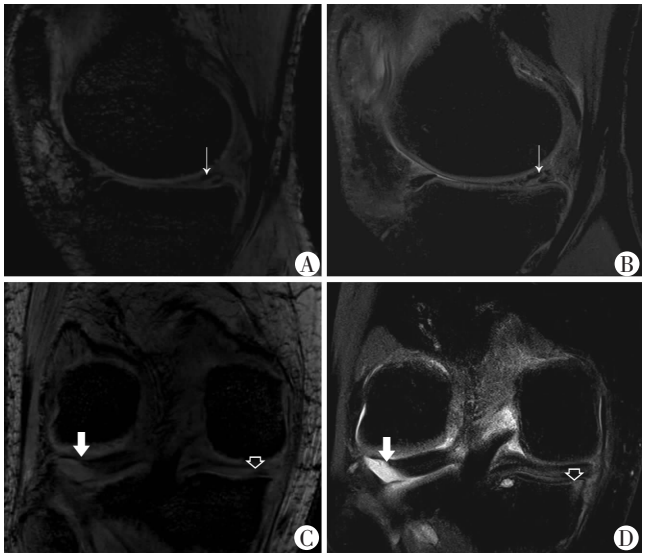
2.4 MRI图像半定量评分

医师甲FS-PDWI的半定量评分为(3.879±0.326)分,SWI的半定量评分为(3.824±0.459)分,图像质量无显著性($P>0.05$),医师乙FS-PDWI的半定量评分为(3.945±0.228)分,SWI的半定量评分为(3.945±0.228)分,图像质量无显著性($P>0.05$)。

2.5 FS-PDWI和SWI序列半月板撕裂处的SNR和CNR对比分析

FS-PDWI和SWI半月板撕裂处的SNR分别为(26.25±6.47)和(33.94±6.41),有显著性差异($P<0.05$),与腓肠肌的CNR分别为(4.86±3.61)和(6.38±3.31),无显著性差异($P>0.05$)。

典型病例:患者,男性,49岁,因外伤引起右膝关节疼痛,伴明显肿胀,长距离行走或上下楼梯时疼痛加剧,休息后可缓解。专科检查:股四头肌萎缩较明显,过伸痛(+),内侧间隙压痛(+),MRI提示右膝内侧半月板撕裂。见图1。



A:SWI矢状位;B:FS-PDWI矢状位;C:SWI冠状位;D:FS-PDWI冠状位;↑:内侧半月板体部及后角撕裂;⬆:内侧半月板撕裂处;⇧:关节腔积液

图1 右膝关节内侧半月板撕裂患者的SWI和FS-PDWI表现

3 讨论

膝关节半月板是一种月牙状纤维软骨,缺乏参与MRI成像的氢质子,在所有MRI序列上均呈均匀低信号影。当半月板损伤时,关节液渗透至半月板变性或撕裂部位,增加了局部的质子浓度,病理表现为纤维软骨纤维素样变性,撕裂表面发现软骨细胞,毛细血管在退变和纤维软骨分离的区域生长[8]。FS-PDWI采用了较长的TR和有效的TE后的回波影响[9],使得关节积液能够和半月板以及关节软骨形成鲜明的对比,脂肪饱和抑制对于半月板以及关节软骨病变非常有效。大部分组织都具有独特的磁化率,不同于背景和周围组织[10]。其中一种是去氧静脉血[11],又如顺磁性物质的凝块,反磁性物质钙[12],铁沉积组织,组织和空气交界面。SWI是一种三维的、高分辨率的完全流动补偿的梯度回波序列[13],相位图与幅度图叠加,提高出血、钙化、铁沉积,气体与组织交界面的对比度。因此FS-PDWI和SWI两种MR技术都能够较好显示单纯半月板撕裂。本研究将SWI技术与能够清晰显示半月板撕裂的FS-PDWI技术进行对比研究,探讨SWI显示半月板撕裂的优劣性。

本研究显示,2名医师的SWI诊断膝关节半月板撕裂的结果具有极好的一致性($\kappa=0.839$),因此该技术用于半月板撕裂的诊断是可行的。FS-PDWI和SWI分别与关节镜进行诊断结果比较,得出SWI的敏感性、准确性和NPV稍高于FS-PDWI。2名医师都认为FS-PDWI和SWI诊断膝关节半月板撕裂的诊断效果无显著性差异($P>0.05$),图像质量半定量评分无显著性差异($P>0.05$),SWI在半月板撕裂处的SNR优于FS-PDWI($P<0.05$)。因此SWI显示单纯半月板撕裂比FS-PDWI有更高的信噪比,图像清晰度更好,敏感性和准确性稍高。但是SWI图像上半月板撕裂的信号与关节积液接近,为中等稍高信号,而FS-PDWI图像上半月板撕裂为中等稍高信号,关节积液为高亮信号,有鲜明对比,若撕裂处伴有关节腔积液则SWI较难进行鉴别诊断(图1)。SWI显示单纯半月板撕裂的图像质量优于FS-PDWI,体现在病变处的高SNR上,更能够突出病变区域的MR信号。不足之处在于撕裂处若有积液,囊肿等高亮信号干扰,SWI上半月板撕裂信号将和上述信号混淆难以进行诊断。研究中还发现SWI上关节软骨与骨小梁的界限肉眼观优于FS-PDWI,半月板撕裂易引发关节软骨退变,对于早期的软骨退变SWI是否具有优势,SWI的关节软骨信号改变与关节软骨退变分级是否较其他成像技术有更好的相关性值得进一步研究。

由于本研究中阴性病例(非膝关节半月板撕裂患者)较少,只有9例,因此两序列的NPV结果值得进一步研究以提高其准确性。

综上所述,SWI序列可用于膝关节半月板撕裂诊断,在半月板撕裂处无关节积液的情况下敏感性、准确性稍高于FS-PDWI序列,撕裂处的信噪比亦高于FS-PDWI序列。

参考文献:

[1] Jarit G J, Bosco J A 3rd. Meniscal repair and reconstruction[J]. Bull NYU Hosp Jt Dis, 2010, 68(2): 84-90.

[2] Rosas H G, De-Smet A A. Magnetic resonance imaging of the meniscus [J]. Top Magn Reson Imaging, 2009, 20(3): 151-173.

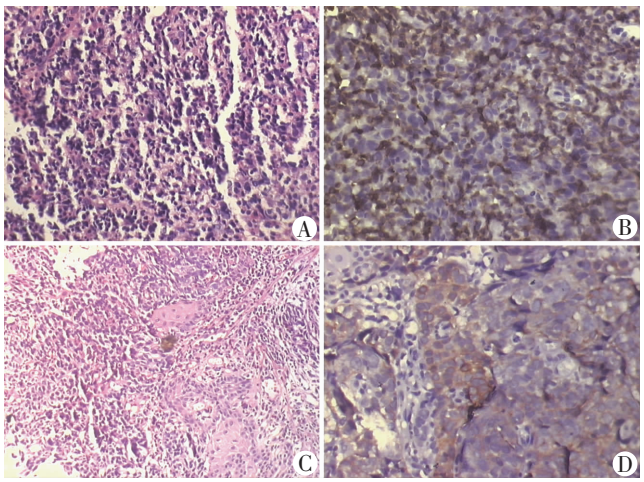
[3] Englund M, Roemer F W, Hayashi D, *et al*. Meniscus pathology, osteoarthritis and the treatment controversy[J]. Nat Rev Rheumatol,

2012, 8(7): 412 -419.
[4] Helms C A. The meniscus: recent advances in MR imaging of the knee [J]. AJR Am J Roentgenol, 2002, 179(5): 1115 -1122.
[5] Grossman J W, De-Smet A A, Shinki K. Comparison of the accuracy rates of 3-T and 1.5-T MRI of the knee in the diagnosis of meniscal tear [J]. AJR Am J Roentgenol, 2009, 193(2): 509 -514.
[6] Meoded A, Poretti A, Northington F J, *et al*. Susceptibility weighted imaging of the neonatal brain[J]. Clin Radiol, 2012, 67(8): 793 -801.
[7] Santhosh K, Kesavadas C, Thomas B, *et al*. Susceptibility weighted imaging: a new tool in magnetic resonance imaging of stroke[J]. Clin Radiol, 2009, 64(1): 74 -83.
[8] Stoller D W, Martin C, Crues J V 3rd, *et al*. Meniscal tear: pathologic correlation with MR imaging[J]. Radiology, 1987, 163(3): 731 -735.
[9] 杨正汉, 冯逢, 王霄英. 磁共振成像技术指南[M]. 北京: 人民军医出版社, 2007: 778 -779.
[10] Haacke E M, Xu Y, Cheng Y C, *et al*. Susceptibility weighted imaging (SWI)[J]. Magn Reson Med, 2004, 52(3): 612 -618.
[11] Ogawa S, Lee T M, Kay A R, *et al*. Brain magnetic resonance imaging with contrast dependent on blood oxygenation[J]. Proc Natl Acad Sci U S A, 1990, 87(24): 9868 -9872.
[12] Yamada N, Imakita S, Sakuma T, *et al*. Intracranial calcification on gradient-echo phase image: depiction of diamagnetic susceptibility [J]. Radiology, 1996, 198(1): 171 -178.
[13] Reichenbach J R, Haacke E M. High-resolution BOLD venographic imaging: a window into brain function[J]. NMR Biomed, 2001, 14 (7/8): 453 -467.

(**收稿**:2013-06-14;**修回**:2013-07-16)
(编辑 王 红)

(上接 2585 页)

4 程原方案化疗后,患者进食梗阻症状反复,复查胃镜提示:距门齿 33 ~ 37 cm 见凸向腔内新生物,表面不平,部分溃烂,质硬,钳夹易出血。病理活检:食管鳞状细胞癌(图 2C);免疫组化:CD20(-)、CD3(-)、CK 高(+)、CK 低(+)(图 2D)、LCA(-)。其后对食管病灶及淋巴引流区行放疗,总剂量 66 Gy,同时继续原方案化疗 2 程。放疗后哽噎症状加重,食管钡餐造影复查提示,病变由 4.9 cm 增至 6.3 cm,患者及家属放弃进一步治疗,自动出院。随访至 2012 年 7 月 13 日因病情进展死亡。



A:治疗前 HE 染色(×100);B:CD3(+)(×200);C:治疗后 HE 染色(×100);D:CK 低(+)(×200)

图 2 食管 T 细胞淋巴瘤合并食管鳞癌患者治疗前后食管病灶组织的病理变化

2 讨论

消化道为最常见的淋巴瘤结外受累部位,占所有非霍奇金淋巴瘤的 10% ~15%,但原发食管的淋巴瘤十分少见,不到 1%,且 78% 为 B 细胞来源[1-2]。食管癌 90% 以上为鳞状细胞癌,好发于中年男性,与吸烟、饮酒、食管局部损伤、慢性炎症、亚硝胺类化合物、微量元素、遗传等多因素相关,为我国常见的恶性肿瘤之一,但食管癌同时合并原发食管的淋巴瘤却少见报道。

1889 年 Billroth 最先报道 1 例多原发肿瘤。近年来,随着肿瘤综合诊疗及个体化治疗手段的不断完善,多原发肿瘤病例的检出率日趋增多,患者的生存期亦得以延长。目前多原发肿瘤的诊断多采用 Warran 修正标准[3],并根据 Meortal 提出的两原发肿瘤发生间隔时间是否达到或超过 6 个月,分为同时性和异时性多原发肿瘤。本例患者的 2 次病理学检查均有免疫组化结果支持,并经 2 名高年资病理学者会诊确定。本病例 2 种病理类型间不存在相互转移、浸润,发生间隔时间约 4 个月,故考虑为发生在同一器官、同时性食管外周 T 细胞淋巴瘤合并食管鳞癌,极其罕见。国内有过发生于乙状结肠的腺癌合并同部位滤泡淋巴瘤的类似病例报道[4]。本例患者不愿行肝穿刺检查,肝脏内结节不能明确病理类型,且患者及家属亦不愿行手术治疗,故选择行放射治疗。

Di-Martion 等[5]研究认为多原发肿瘤间隔时间是影响预后的重要因素,两种肿瘤间隔时间越长则预后越好,但如肿瘤发生在食管、肺、肝等重要脏器,则预后差。多原发肿瘤预后也与肿瘤病理类型、分期、生物学特性及能否及时正确治疗等因素相关,遗憾的是本例患者拒绝行肝肿块穿刺,未能明确其病理类型。本例患者预后较差,生存时间仅半年,可能原因:①初发肿瘤分期晚;②2 种肿瘤发生间隔时间短,仅 4 个月;③第 2 原瘤发生在食管;④多程化疗及放疗致机体免疫力低下。

笔者认为,在临床工作中,除了对那些经多次放化疗后且病程较长的患者,需警惕第 2 原发肿瘤的发生外,对于前期治疗效果好,后期治疗效果不佳的恶性肿瘤患者,除考虑耐药,还需注意是否原发部位合并有其他病理类型的恶性肿瘤。

参考文献:

[1] 谢自宏, 尤金强, 李瑞英. 3 例原发性食管恶性淋巴瘤临床分析[J]. 中国肿瘤临床, 2005, 32(10): 594 -595.
[2] 沈志祥, 朱雄增. 恶性淋巴瘤[M]. 2 版. 北京: 人民卫生出版社, 2011: 891.
[3] Rovatti M, Gerosa E, Turi V, *et al*. Multiple primary malignant neoplasmas[J]. Minerva Chir, 1995, 50(11): 949 -958.
[4] 李康保, 朱志刚. 非霍奇金淋巴瘤继发第二肿瘤的临床分析[J]. 内科急危重症杂志, 2011, 17(5): 295 -297.
[5] Di-Martino E, Sellhaus B, Hausmann R, *et al*. Survival in second primary malignancies of patients with head and neck cancer[J]. J Laryngol Otol, 2002, 116(10): 831 -838.

(**收稿**:2013-09-02;**修回**:2013-09-19)
(编辑 王 红)