

文章编号 1006-8147(2016)05-0434-05

论著

增强 T1-FLAIR 与 3D-FSPGR 序列对脑转移瘤检出率对比研究

殷小会, 郭慧, 马慧, 李峰坦

(天津医科大学总医院放射科, 天津 300052)

摘要 目的: 比较 3.0 T 磁共振增强 T1-FLAIR 与 3D-FSPGR 序列检查对脑转移瘤的检出率以优化检查序列。方法: 145 例为排除脑转移瘤患者同时行 T1-FLAIR 及 3D-FSPGR 序列增强扫描, 30 例确诊病例通过直径将病灶分为 3 类 (<3 mm, $3\sim 10$ mm, >10 mm), 比较两种序列对不同直径病灶的检出数量。结果: 增强 3D-FSPGR 序列检测病灶能力显著优于 T1-FLAIR 序列 ($P<0.05$), 尤其对直径小于 3 mm 的病灶 ($P<0.05$)。结论: 3.0 T 磁共振 3D-FSPGR 序列增强检查对小病灶检出率高, 总体扫描时间短, 有效避免血管搏动伪影, 可替代常规序列应用于临床。

关键词 脑转移瘤; 对比增强; 3D-FSPGR 序列

中图分类号 R445

文献标志码 A

Comparative study on contrast-enhanced T1-FLAIR and 3D-FSPGR sequences in detection of brain metastasis

YIN Xiao-hui, GUO Hui, MA Hui, LI Feng-tan

(Department of Radiology, General Hospital, Tianjin Medical University, Tianjin 300052, China)

Abstract Objective: To optimize the contrast-enhanced sequence by comparing the detection rate of brain metastases between T1-FLAIR and 3D-fast spoiled gradient-recalled (3D-FSPGR) sequences. **Methods:** One hundred and forty five patients underwent 3.0 T MRI examinations by contrast-enhanced T1-FLAIR and 3D-FSPGR sequences for exclusion of brain metastases. Thirty patients were diagnosed as brain metastases and each lesion in each sequence was counted, measured and classified according to its maximum measurement in any imaging plane of <3 mm, $3\sim 10$ mm and >10 mm. **Results:** Significantly more brain metastases were detected by contrast-enhanced 3D-FSPGR than T1-FLAIR ($P<0.05$). Furthermore, 3D-FSPGR was superior to T1-FLAIR in detecting of the small lesions less than 3 mm ($P<0.05$). **Conclusion:** Contrast-enhanced 3D-FSPGR sequence at 3.0 T is superior to T1-FLAIR in detection of small lesions, which may reduce the acquisition time and artifact of pulsation, and is more suitable for clinical application.

Key words brain metastases; contrast-enhanced; 3D-fast spoiled gradient-recalled sequences

MRI 是诊断脑转移瘤的金标准, 已成为恶性肿瘤患者外科手术治疗前或者全脑预防性放疗前的常规检查^[1-2]。确定恶性肿瘤患者有无脑部转移病灶对临床选择治疗方案至关重要^[3-4]。目前 3.0 T 磁共振增强检查常规使用 T1-FLAIR 序列, 但是 2D 扫描序列层厚大, 间隔大, 对小病变可产生漏诊, 同时部分容积效应无法避免, 减小层厚、间隔会降低信噪比同时增加扫描时间。近年来, 3D-FSPGR 序列已在临床诊断中显示出其独特的优势, 其为三维容积扫描, 空间分辨率高, 具有很好的组织对比度^[5]。因此, 本研究拟通过对比研究 T1-FLAIR 序列与 3D-FSPGR 序列增强扫描图像对脑转移瘤的检出率, 以优化检查序列。

1 对象和方法

1.1 临床资料 本文收集了 2014 年 11 月-2015 年 2 月在我院 3.0 T 磁共振上进行颅脑双倍剂量增强扫描为排除脑转移瘤初诊患者共 145 例。其中 3 例因运动伪影较大而剔除, 入组患者共 142 例。

1.2 MRI 检查方法 使用 GE Signa HDxt 3.0 T 双梯度 MR 成像系统和 8 通道头部专用线圈对患者颅脑扫描。T1-FLAIR 序列: TR=2 750 ms, TE minfull, TI=960 ms, 6 mm 层厚, 1.5 mm 间隔, 共 15 层, 采集时间 1 min 25 s, 轴位(矩阵 320×224, FOV=24 cm×19.2 cm)、冠状位(矩阵 320×192, FOV=24 cm×19.2 cm)和矢状位(矩阵 320×224, FOV=24 cm×24 cm)分别采集。3D-FSPGR 序列采用 BRAVO 技术轴位采集, TR=7.4 ms, TE=2.8 ms, TI=450 ms, 矩阵 288×256, FA=15°, FOV=24 cm×24 cm, 1 mm 层厚, 140 层, 采集时间 3 min 10 s, 加速因子 2。注射双倍

基金项目 国家自然科学基金资助项目(81401379)

作者简介 殷小会(1979-), 女, 主管技师, 硕士, 研究方向: 主要从事 MRI 技术研究; 通信作者: 郭慧, E-mail: nounouloulou@sina.com。

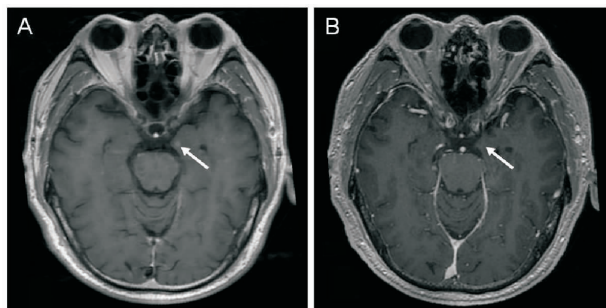
剂量^[4](0.2 mmol/kg)钆对比剂后,进行轴位、冠状位、矢状位 T1-FLAIR 序列和 3D-FSPGR 序列扫描,4 种序列在不同患者以随机序列进行采集。

1.3 图像评价 由两名有经验的放射科医生对 T1-FLAIR 和 3D-FSPGR 图像进行分析,他们以相同的随机顺序在 AW4.3 工作站对 3D-FSPGR 图像进行多平面重建,分别分析两种序列图像中的所有病灶,计算病灶的数量,同时测量病灶直径大小,根据病灶直径(3D)将其分为 3 类:<3 mm,3~10 mm, >10 mm^[6]。第 3 位放射科专家对有分歧的病例做最终的决定。

1.4 统计与分析 应用 SPSS16.0 统计软件对结果进行统计分析。使用 Cohen's 非加权 Kappa 检验对两位观察者结果一致性进行评价。通过 Wilcoxon's 两样本相关秩和检验对 T1-FLAIR 和 3D-FSPGR 增强扫描方法所检测出的病灶数量进行统计分析。统计检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

Cohen's 非加权 Kappa 检验证明两名医师判定结果具有良好一致性, $k=0.95$,仅 2 例因小血管与转移灶鉴别诊断不清经第 3 名医师判定并通过后期随访证实明确诊断。142 例原发恶性肿瘤患者中的 30 例[男:女=13/17, 平均年龄(61.12±9.06)岁]经过 3 到 6 个月随访确诊为脑转移患者,其中肺癌 28 例,乳腺癌 1 例,胆管癌 1 例;112 例为非脑转移瘤患者,其中 110 例两序列均未发现确切转移瘤,另 2 例增强 T1-FLAIR 序列发现病灶诊断为转移瘤,而增强 3D-FSPGR 序列未发现病灶(图 1),T1-FLAIR 异常信号考虑为血管搏动伪影所致,后经 3 到 6 个月随访均未见确切异常信号,排除转移瘤诊断。

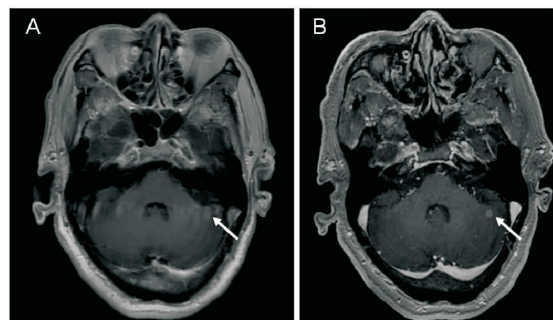


A.增强 T1-FLAIR 序列:诊断左侧颞叶转移灶(箭头);B.3D-FSPGR 序列:图像 A 中“转移灶”未见显示,考虑为血管搏动伪影所致

图 1 同一病例增强 T1-FLAIR 序列和 3D-FSPGR 序列图像

Fig 1 The enhanced T1-FLAIR sequence images and 3D-FSPGR sequence images of the same case

2.1 图像质量评价 增强 T1-FLAIR 序列图像上血管搏动伪影出现率 90.8%(129/142),常见部位发生在双侧颞叶内侧面及双侧小脑半球近乙状窦区(图 1、2),由于血管搏动伪影造成假阳率为 1.4%(2/142),同时血管搏动伪影掩盖病灶显示出现在病例 1、4、21、26 中,达 2.8%(4/142)(表 1)。增强 3D-FSPGR 序列能明显消除血管搏动伪影清晰显示被伪影掩盖的转移灶(图 2)。



A.增强 T1-FLAIR 序列:脑血管搏动伪影掩盖了转移灶(箭头);B.增强 3D-FSPGR 序列:消除血管搏动伪影,清晰显示转移灶(箭头)

图 2 病例 4 增强 T1-FLAIR 序列和 3D-FSPGR 序列图像

Fig 2 The enhanced T1-FLAIR image and 3D-FSPGR image of case 4

2.2 脑转移瘤数量和部位的评估 3D-FSPGR 序列增强扫描检出 273 个病灶,显著高于 T1-FLAIR 序列增强扫描检出 224 个病灶,3D-FSPGR 序列对总病灶数的检出率显著优于 T1-FLAIR 序列(表 2, $P<0.05$)。对于直径<3 mm 病灶,3D-FSPGR 序列增强扫描检出 136 个,显著高于 T1-FLAIR 序列增强扫描检出 93 个(表 2),共 11 例,尤其病例 5 和病例 23 通过 3D-FSPGR 发现小于 3 mm 病灶而确诊多发转移(表 1),检出病灶位置多位于双侧小脑半球、双侧大脑半球皮层及皮层下区、基底节区(表 1),3D-FSPGR 序列对小病灶(直径<3 mm)的检出率显著优于 T1-FLAIR 序列($P<0.05$);对于 3~10 mm 直径病灶,3D-FSPGR 增强扫描检出仍多于 T1-FLAIR 序列(共 4 例、表 1),因为 T1-FLAIR 扫描层厚、层间隔较大,没有扫到病灶最大直径,把病灶归于<3 mm 组,但无统计学差异;对于>10 mm 病灶两者检出个数相同(表 2)。

2.3 对于小病变与小血管结构的鉴别 增强 3D-FSPGR 序列图像与 T1-FLAIR 序列图像相比,由于其为容积扫描,无层间隔,可以进行任意平面三维重建,可以清晰显示出直径小于 3 mm 的病灶,并很好地区分病灶与皮层区或深部小血管结构(图 3),减少病变误诊。

表 1 增强 T1-FLAIR 序列和 3D-FSPGR 序列对脑转移瘤数量和差别病灶部位的检测
Tab 1 Number of cerebral metastases and differentiated lesion site detected by contrast-enhanced T1-FLAIR and 3D-FSPGR sequences

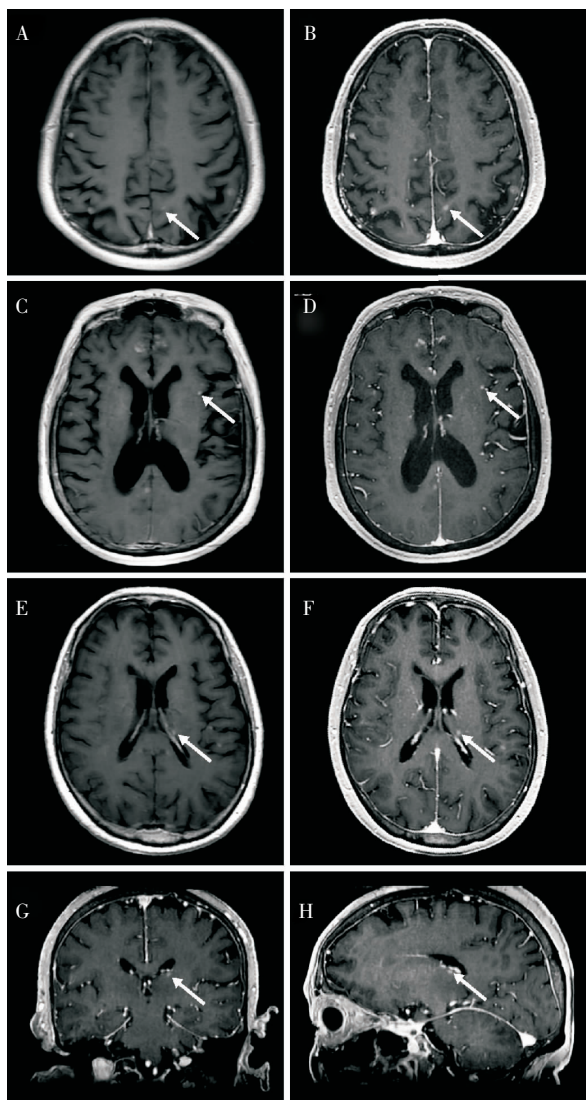
序号	性别	年龄	原发肿瘤	病灶脑转移数				差别病灶部位
				T1-FLAIR		3D-FSPGR		
				<3 mm	3~10 mm	<3 mm	3~10 mm	
1	男	62	肺癌	12	20	16	22	双侧额叶皮层及皮层下区,左侧小脑半球
2	女	59	肺癌	0	0	0	0	
3	女	61	肺癌	0	10	0	10	
4	男	64	肺癌	5	2	7	2	左侧额叶皮层及皮层下区、左侧小脑半球
5	女	60	肺癌	0	0	1	0	右侧小脑半球
6	女	53	肺癌	0	0	0	0	
7	男	71	肺癌	1	1	1	1	
8	女	50	肺癌	20	14	19	15	
9	女	37	肺癌	0	1	0	1	
10	女	61	肺癌	0	0	0	0	
11	女	69	肺癌	13	0	15	0	右颞叶皮层区
12	女	36	肺癌	0	0	0	0	
13	女	67	肺癌	6	1	6	1	
14	女	69	肺癌	0	2	0	2	
15	男	65	肺癌	0	1	0	1	
16	女	50	肺癌	10	14	12	14	左侧岛叶及顶叶皮层区
17	男	70	肺癌	1	0	1	0	
18	男	67	肺癌	4	8	11	10	双枕顶叶大脑半球皮层、基底节区
19	女	59	肺癌	0	0	0	0	
20	男	60	肺癌	0	0	0	0	
21	男	65	肺癌	2	1	8	1	双侧基底节区,小脑半球
22	女	63	肺癌	0	0	0	0	
23	男	59	肺癌	0	1	1	1	左顶叶皮层区
24	男	64	肺癌	12	3	18	3	左侧基底节区及双侧额顶叶皮层区
25	男	71	肺癌	0	0	0	0	
26	女	52	肺癌	3	7	12	8	双侧大脑半球皮层及皮层下区,小脑半球
27	女	63	肺癌	4	2	8	2	双侧额顶叶皮层区
28	男	70	肺癌	0	0	0	0	
29	女	65	乳腺癌	0	0	0	0	
30	男	73	胆管癌	0	0	0	0	

表2 增强 T1-FLAIR 序列和 3D-FSPGR 序列对不同直径病灶数量的检测

Tab 2 Number of different diameter cerebral metastases detected by contrast-enhanced T1-FLAIR and 3D-FSPGR sequences

病灶直径/mm	病灶脑转移数		Z	P
	T1-FLAIR	3D-FSPGR		
< 3	93	136	-2.914	0.004 ^a
3 ~10	88	94	-1.857	0.063
>10	43	43	0	1
合计	224	273	-2.947	0.003 ^b

^a3D-FSPGR 序列对小病灶(直径<3 mm)的检出率显著优于 T1-FLAIR 序列 ($P < 0.05$);^b3D-FSPGR 序列对总病灶数的检出率显著优于 T1-FLAIR 序列($P < 0.05$)



T1-FLAIR 序列图像箭头所示病灶与皮层区(A、C)或深部(E)小血管不易区分;与之对应的 3D-FSPGR 序列图像(B、D、F)能清晰显示病灶(箭头),同时可以进行冠状位、矢状位重建(G、H)

图3 T1-FLAIR 序列与 3D-FSPGR 序列对于皮层区及深部小转移灶的显示

Fig 3 Demonstration of small metastases lesions in cortical regions and deep structures by T1-FLAIR and 3D-FSPGR sequences

3 讨论

3D-FSPGR 是运用 180 度预备反转脉冲和小角度激发梯度回波快速获得三维傅立叶数据采集的磁共振扫描序列,与 T1-FLAIR 图像相比能提高组织对比度,使脑组织解剖结构能更清晰地显示^[7-8]。3D-FSPGR 序列可以在数分钟内获得各向同性空间分辨率的全脑 T1WI 而且只需进行一个方位扫描,其他方位的图像可通过多平面重建(MPR)的方式获得^[9],其扫描时间 3 min 左右,短于 3 个方位的 2D 序列扫描时间总和。

本研究显示,增强 3D-FSPGR 序列对脑转移瘤的检出率显著优于 T1-FLAIR 序列,尤其对于直径小于 3 mm 的病灶。空间分辨力是决定病灶检出率的重要因素,3D-FSPGR 序列图像空间分辨力高,并采用多平面重建技术后可按传统进行多方位观察,与传统 T1FLAIR 图像比较不受部分容积效应影响,使得微小转移灶检出敏感度提高,并能有效地将皮层或深部结构中较小的转移灶和皮层或深部小血管区分开来。此外,由于 T1-FLAIR 序列扫描层厚较厚,在确定转移灶直径大小时极易出现误判的可能,而 3D-FSPGR 序列采用薄层扫描,能更真实地反映病灶直径大小,对于临床上早期诊断脑转移瘤、准确评估治疗后转移瘤径线变化有较高的价值。

本研究发现增强 T1-FLAIR 序列图像在流动补偿的基础上仍存在不同程度的血管搏动伪影,尤其以小脑部位由乙状窦静脉搏动引起的伪影为著。图像伪影使得图像质量下降,掩盖病灶容易造成漏诊,而伪影表现类似转移病灶呈点状高信号时可出现假阳性病灶,从而误诊。血管的搏动伪影主要是由于在采集图像的 K 空间不同的相位编码线时,血管的形态和位置发生着变化,从而在相位编码方向上出现运动伪影^[11],增强扫描时搏动伪影比较明显。相位编码方向的血管搏动伪影极易掩盖转移病灶,而增强 3D-FSPGR 序列能明显消除血管搏动伪影,清晰显示转移灶。增强 T1-FLAIR 序列扫描可能将血管搏动伪影误诊为转移灶,而增强 3D-FSPGR 序列则可以明确图像中的血管搏动伪影,使得诊断的假阳性率降低,同时清晰地显示脑脊液播散脑膜强化,使得对脑膜炎诊断的敏感性提高,避免漏诊^[12-13]。

本研究的局限在于两序列扫描的先后顺序是随机的,不能完全避免注药时间对于病灶强化后信号强度的影响,后续研究我们将做时间信号曲线,分析研究注药时间和对比剂剂量对强化病灶信号强度的影响,确定最佳扫描时间获得最佳增强效果。

高场强磁共振(3.0T)信噪比较高且短 T1 效应

相对较强,薄层块的 3D-FSPGR 序列在实际诊断脑转移瘤病灶(双倍剂量增强)中有一定的优势。1 mm 层厚的增强 3D-FSPGR 序列能检测 1 mm 左右的转移灶,这在传统 6 mm 层厚、1.5 mm 间隔的 T1-FLAIR 序列上很难实现。3D-FSPGR 序列较 T1-FLAIR 序列能为临床提供更多有价值的诊断线索,尤其对脑转移瘤早期确诊、检测转移瘤大小变化至关重要,同时可以摒除常规序列对于假阳性病灶的误判。因为 3D-FSPGR 序列在节省整体扫描时间的基础上能更准确发现、评估病灶,因此建议在利用 3.0T 磁共振针对可疑脑转移瘤的患者进行检查时,可将 3D-FSPGR 序列设为标准增强序列。

参考文献:

- [1] Bajaras R F, Cha S. Imaging diagnosis of brain metastasis// In: Karger (ed) Current and future management of brain metastasis[M]. Basel, 2012:55-73
- [2] 陈忠杰,伊帅,王平. 35 例肺癌脑膜转移瘤临床及预后因素分析[J].天津医科大学学报,2011,17(4):555
- [3] Peters S, Adjei A A, Gridelli C, et al. Metastatic non-small-cell lung cancer (NSCLC): ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up[J]. Ann Oncol, 2012, 23(Suppl 7): vii56
- [4] Saccon P A, Shaw E G, Chan M D, et al. Use of 3.0-T MRI for stereotactic radiosurgery planning for treatment of brain metastases: a single-institution retrospective review [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2010, 78(4): 1142
- [5] Majigsuren M, Abe T, Kageji T, et al. Comparison of brain tumor contrast-enhancement on T1-CUBE and 3D-SPGR images [J]. Magn Reson Med Sci, 2016, 15(1): 34
- [6] Kakeda S, Korogi Y, Hiai Y, et al. Detection of brain metastasis at 3T: comparison among SE, IR-FSE and 3D-GRE sequences[J]. Eur Radiol, 2007, 17(9): 2345
- [7] Nöbauer-Huhmann I M, Ba-Ssalamah A, Mlynarik V, et al. Magnetic resonance imaging contrast enhancement of brain tumors at 3 tesla versus 1.5 tesla[J]. Invest Radiol, 2002, 37(3): 114
- [8] Furutani K, Harada M, Mawlan M, et al. Difference in enhancement between spin echo and 3-dimensional fast spoiled gradient recalled acquisition in steady state magnetic resonance imaging[J]. J Comput Assist Tomogr, 2008, 32(2): 313
- [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
- [10] 李庆祝,翟建,陈远军.MRI 增强 T1WI BRAVO 与 T2T2WI FLAIR CUBE 诊断脑膜炎性病变的对比研究[J].皖南医学院学报,2013,32(4):323
- [11] Blüml S, Schäd L R, Scharf J, et al. A comparison of magnetization prepared 3D gradient-echo (MP-RAGE) sequences for imaging of intracranial lesions[J]. Magn Reson Imaging, 1996, 14(3): 329
- [12] Reichert M, Morelli J N, Runge V M, et al. Contrast-enhanced 3-dimensional SPACE versus MP-RAGE for the detection of brain metastases: considerations with a 32-channel head coil[J]. Invest Radiol, 2013, 48(1): 55
- [13] Yoshida A, Tha K K, Fujima N, et al. Detection of brain metastases by 3-dimensional magnetic resonance imaging at 3T: comparison between T1-weighted volume isotropic turbo spin echo acquisition and 3-dimensional T1-weighted fluid-attenuated inversion recovery imaging[J]. J Comput Assist Tomogr, 2013(37): 84

(2016-03-01 收稿)

(上接第 429 页)

- [5] Nakai Y, Isayama H, Kogure H, et al. Risk factors for covered metallic stent migration in patients with distal malignant biliary obstruction due to pancreatic cancer[J]. J Gastroenterol Hepatol, 2014, 29(9):1744
- [6] 李洪义,何东风,张启暝.单通道双支架置入治疗梗阻性黄疸的临床研究[J].现代肿瘤医学,2015,23(8):1094
- [7] 谭红,李林.逆行性胰胆管造影术下支架置入术治疗恶性胆管梗阻疗效观察[J].现代中西医结合杂志,2015,26(24):2689
- [8] Kim D U, Kwon C I, Kang D H, et al. New antireflux self-expandable metal stent for malignant lower biliary obstruction: in vitro and in vivo preliminary study[J]. Dig Endosc, 2013,25(1):60
- [9] Kahaleh M, Talreja J P, Loren D E, et al. Evaluation of a fully covered self-expanding metal stent with flared ends in malignant biliary obstruction: a multicenter study[J]. J Clin Gastroenterol, 2013, 47 (10):e96
- [10] Isayama H, Nakai Y, Kogure H, et al. Biliary self-expandable metallic stent for unresectable malignant distal biliary obstruction: Which is better: covered or uncovered[J]. Digestive Endoscopy, 2013, 25(2, SI):71
- [11] 沈建伟,张立明,贾晓伟.经内镜下逆行胰胆管造影置入支架治疗恶性胆管梗阻的临床研究[J].中国内镜杂志,2013,19(2):180
- [12] 陈卫星,黄乾雄,何林方,等.经 ERCP 胆管支架置入治疗恶性阻塞性黄疸 28 例临床分析[J].医学临床研究,2014,61(5):1004
- [13] 陈壮浩,李建明,陈海生,等.姑息手术与胆管支架置入术在晚期胆管恶性梗阻中应用的疗效观察[J].中华临床医师杂志:电子版,2015,9(10):209
- [14] 程隆,曹驰,吴海江,等.胆道双支架联合高强度超声聚焦刀治疗恶性梗阻性黄疸的临床观察[J].实用癌症杂志,2014,29(12):1705
- [15] 孙增涛,薛福珍,张垒,等.左右肝管横位支架在恶性高位复杂胆管梗阻治疗中的应用[J].中华介入放射学电子杂志,2013,11(2):118
- [16] 尹佳欢,王利,吴磊.急性重症胆管炎 54 例外科治疗体会[J].临床误诊误治,2015,24(3):64
- [17] 姜中华,管敬,范志宁,等.经皮肝穿刺置入胆管支架对胃癌术后复发致胆管梗阻的治疗价值[J].中国微创外科杂志,2015,8(5):410
- [18] 乔秀丽,宋文冲,李爱君,等.晚期恶性梗阻性黄疸支架置入术后感染的细菌学分析[J].实用医学杂志,2013,29(10):1603

(2016-01-12 收稿)