

论著·临床研究      doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2014.29.022

# 孤立性肺结节的多层螺旋 CT 表现与病理对照研究

何其舟,余 飞,代 平,刘株兰,郭 锐,杨 彬  
(泸州医学院附属中医院放射科,四川泸州 646000)

**摘 要:****目的** 分析肺内不同病理的孤立性肺结节(SPN)的多层螺旋 CT(MSCT)表现,探讨其对 SPN 定性诊断的价值。**方法** 回顾性分析有明确病理学结果的 SPN 共 45 例,其中,良性 16 例,恶性 29 例,所有病例均行 MSCT 扫描与后处理,显示 SPN 的分布、形态及内部特征,并同病理结果相对照。**结果** 45 例 SPN 的中,良性结节(良性组)包括炎性假瘤 6 例,结核球 4 例,错构瘤 3 例,隐球菌 2 例,血管内皮瘤 1 例;恶性结节(恶性组)包括腺癌 21 例,鳞癌 3 例,小细胞癌 2 例,肺泡细胞癌 3 例;良性结节组直径平均为 2.1 cm,恶性结节组直径平均为 2.6cm;所有 SPN 位于肺内侧带 5 个、中间带 12 个、外侧带 28 个,相应部位恶性结节的百分比分别为 40%(2/5)、50%(6/12)、75%(21/28),其分布总体差异有统计学意义( $P<0.05$ );而恶性结节在肺部的上、下叶分布差异无统计学意义( $P>0.05$ );结节的分叶、毛刺征、胸膜凹陷征、空泡及支气管气征、血管束束征的发生率,恶性组高于良性组( $P<0.05$ ),其中炎性假瘤和腺癌具有类似表现;对于 SPN 内出现钙化,结核球与错构瘤发生率高;空洞在肺结核和肺癌中出现比例高。**结论** MSCT 可以充分显示 SPN 的分布、边缘及内部形态特征,可以达到对良、恶性 SPN 的定性诊断,对指导临床治疗具有实用价值。

**关键词:**硬币病变,肺;肺肿瘤;体层摄影术,X 线计算机  
**中图分类号:**            **文献标识码:**A            **文章编号:**1671-8348(2014)29-3912-04

## Comparative study of MSCT and pathological findings of solitary pulmonary nodules

He Qizhou, Yu Fei, Dai Ping, Liu Zhulan, Guo Rui, Yang Bin

(Department of Radiology, the Affiliated TCM Hospital of Luzhou Medical College, Luzhou, Sichuan 646000, China)

**Abstract:****Objective** To evaluate the diagnostic value of MSCT in Solitary Pulmonary Nodules (SPN) with different pathologic types. **Methods** Four-five SPN with pathological findings including 16 benign cases and 29 malignant cases were retrospectively analyzed, and performed with MSCT scanning. Observation of the distribution, morphology and internal characteristics of SPN by post-processing technique were done, and the results were compared with pathological findings. **Results** Among 45 SPN, the benign nodules included 6 cases of inflammatory pseudotumor, 4 cases of tuberculoma, 3 cases of hamartoma, 2 cases of cryptococcus and 1 case of hemangioendothelioma, and the malignant nodules included 21 cases of adenocarcinoma, 3 cases of squamous carcinoma, 2 cases of small cell carcinoma and 3 cases of alveolar cell carcinoma. Average diameter of benign nodules was 2.1 cm, and 2.6 cm for the malignant nodules. All SPN, including 5 cases in the inner zone, 12 in the medial zone and 28 in the lateral zone, the percentages with malignant signs at the corresponding parts were 40% (2/5), 50% (6/12), 75% (21/28), there was significant difference between distributions ( $P<0.05$ ). The distributions of malignant nodules in the upper and lower lung lobe had no significant difference ( $P>0.05$ ); the incidences of leaf sign, burr sign, pleural indentation sign, cavitas and bronchial air sign, blood vessels cluster sign of malignant nodules were higher than that of the benign nodules ( $P<0.05$ ), and the inflammatory pseudotumor and adenocarcinoma owned similar characteristics; the incidence of calcification in tuberculoma and hamartoma was high, while cavitas in tuberculosis and lung cancer were high. **Conclusion** MSCT can sufficiently display the distribution, morphology and internal characteristics of SPN, and can help make qualitative diagnosis of benign and malignant SPN, providing great practical value in clinical treatment.

**Key words:** coin lesion, pulmonary; lung neoplasms; tomography, X-ray computer

孤立性肺结节(solitary pulmonary nodules, SPN)的诊断和鉴别一直是胸部影像学的重点和难点,目前随着多层螺旋 CT(multislice CT, MSCT)的普及应用,SPN 的检出率明显提高,在影像学上的特征也得到了充分的显示。同时随着临床微创手术的开展,SPN 患者选择手术治疗的机会已越来越多,从而为探讨不同病理 SPN 的影像特征提供了更多重要的信息。由于恶性结节占被切除肺结节的 60%~80%,所以 SPN 术前的准确定性是影像学 and 临床医生关注的焦点<sup>[1]</sup>。充分认识结节的影像特征,正确评价结节的性质,不仅能使恶性结节的患者早期得到及时的手术治疗,又能使良性结节的患者避免不必要的手术。因此,为提高对 SPN 的进一步认识,作者把在工作

中见到的各种不同病理的 SPN 的 MSCT 表现总结报道,以供参考。

### 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 收集 2009~2012 年来本院诊治的 SPN 患者 45 例,均行 CT 检查。全部病例经临床手术或穿刺后病理证实。男 27 例,女 18 例,年龄 25~75 岁,平均 46 岁;良性结节 16 例,恶性结节 29 例,病灶直径 0.9~3.0 cm。所有病例中除 17 例是由于上呼吸道感染做胸部检查时发现外,其余均无临床症状,在常规查体时偶然发现。

**1.2 检查方法** 采用 Siemens Sensation16 排螺旋 CT 机,扫描条件为 120 kV,300~400 mA,扫描范围包括胸廓入口至肺

底部,层厚、层间距均为 5.0 mm,扫描时均深吸气后屏气一次性扫描;所有病例均行平扫,其中 16 例行增强扫描。全部病例均以层厚、间隔 0.75~1.50 mm 进行重建,肺窗窗宽 1 200 HU、窗位-600 HU,纵隔窗窗宽 350 HU、窗位 40 HU。

1.3 图像处理与分析 所有病例所获得的图像均传输到后处理工作站,应用容积再现(volume reconstruction technique,VR)、最大密度投影(maximum intensity proiection,MIP)、多平面重建(multiplanar reconstruction,MPR)等多种技术进行图像后处理。图像均由两位有肺部影像诊断经验的高年资医师阅片,不一致的地方经协商达成一致。主要观察 SPN 大小、分布、形态、边缘、密度及 SPN 同支气管之间的关系等形态学表现。所有病例均根据手术病理或随访结果分为良、恶性两组,列出每组病例的 MSCT 征象。

1.4 统计学处理 对 MSCT 征象出现的频数采用 SPSS12.0 软件进行统计学分析,计数资料应用  $\chi^2$  检验,以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 基本情况 45 例 SPN 中良性结节 16 例,包括炎性假瘤 6 例,结核球 4 例,错构瘤 3 例,血管内皮瘤 1 例,隐球菌 2 例;恶性结节 29 例,包括腺癌 21 例,鳞癌 3 例,小细胞癌 2 例,肺

泡细胞癌 3 例。  
2.2 SPN 分布与大小 SPN 位于内侧带 5 个,中间带 12 个,外侧带 28 个,相应部位恶性结节的百分比分别为 40%(2/5)、50%(6/12)、75%(21/28),其分布总体存在差异( $\chi^2=15.3$ ,  $P<0.05$ );而恶性结节在肺部的上、下叶分布差异无统计学意义( $\chi^2=1.01$ ,  $P>0.05$ )。SPN 的大小:直径小于 1 cm 的结节 6 例,均为良性;直径为 1~2cm 的结节 19 例,其中良性 8 例,恶性 11 例;直径大于 2 cm 的 20 例,其中良性 2 例,恶性 18 例;良性结节组直径平均为 2.1 cm,恶性结节组直径平均为 2.6 cm。见表 1。

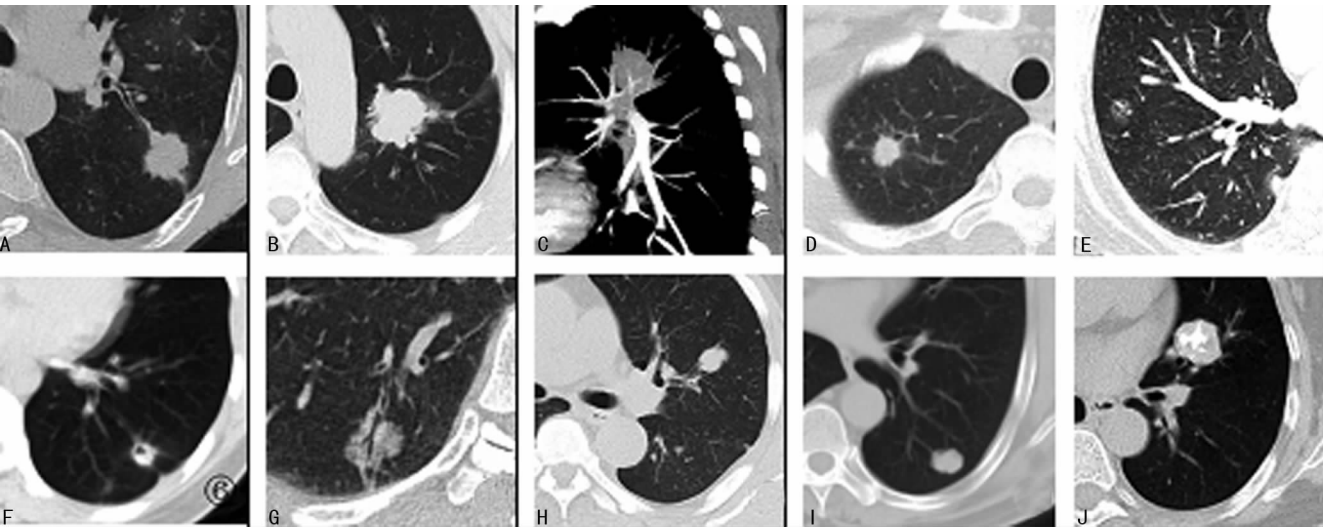
表 1 45 例 SPN 患者在肺部的分布与恶性结节的关系

肺部	右肺			左肺		总数	恶性结节 比率(%)
	上叶	中叶	下叶	上叶	下叶		
肺外侧带	8(7)	2(1)	5(4)	7(4)	6(5)	28(21)	75
肺中间带	6(3)	1(0)	2(1)	2(1)	1(1)	12(6)	50
肺内侧带	2(1)	1(0)	1(0)	1(1)	0(0)	5(2)	40
合计	16(11)	4(1)	8(5)	10(6)	7(6)	45(29)	64

括号内为恶性结节。

表 2 45 例 SPN 患者的 CT 表现(n)

CT 征象	良性结节(n=16)					恶性结节(n=29)			
	炎性假瘤 (n=6)	结核球 (n=4)	错构瘤 (n=3)	血管内皮瘤 (n=1)	曲菌球 (n=2)	腺癌 (n=21)	鳞癌 (n=3)	肺泡癌 (n=3)	小细胞癌 (n=2)
分叶	5	2	1	0	0	19	3	3	2
毛刺征	4	1	1	0	1	18	1	1	2
胸膜凹陷征	3	1	0	0	0	17	0	1	1
空泡及支气管气征	4	3	1	0	1	17	2	2	1
血管集束征	3	2	1	1	0	15	1	0	2
钙化	1	4	3	0	0	3	1	0	1
空洞	1	3	0	0	2	4	2	1	1



A~C:左肺上叶手术证实的腺癌,表现为毛刺状、分叶征、胸膜凹陷、血管包埋;D:胸腔镜手术证实为右肺上叶结核球,边缘呈毛刺状;E:胸腔镜手术证实的右肺上叶腺癌,显示呈毛玻璃样结节,周边清晰;F:左肺下叶腺癌,结节内空泡征;G:右肺下叶结节手术证实为腺癌,其内见支气管气征;H:左肺上叶腺癌,显示支气管阻断;I:左肺下叶腺癌,呈实性结节,密度均匀,呈浅分叶状;J:左肺上叶错构瘤,其内显示爆米花样钙化影。

图 1 SPN 的 MSCT 表现及内部特征

**2.3 SPN 的 CT 表现** 45 例 SPN 的形态及内部特征包括分叶状、毛刺征、胸膜凹陷征、空泡及支气管气征、血管集束征、钙化及空洞等表现,如图 1;统计结果显示,恶性结节的分叶、毛刺征、胸膜凹陷征、空泡及支气管气征、血管集束征的发生率高于良性组( $P<0.05$ ),良性结节中仅炎性假瘤和腺癌具有类似表现。SPN 内出现钙化,结核球与错构瘤发生率高,而空洞在肺结核和肺癌中出现比例高。见表 2。

3 讨 论

SPN 由于病理基础复杂,影像上表现复杂多变、缺乏特征性,临床定性诊断较困难,误诊率和漏诊率较高<sup>[2]</sup>。胸部 X 线片对 SPN 有一定作用,但常难以定性,且易导致微小结节漏诊,而普通 CT 对 SPN 诊断具有一定优势,但缺乏空间优势。而自 MSCT 问世之后,不仅提高了病灶的密度分辨率和空间分辨率,其后处理功能,能从多方位观察病灶分布、形态特征及其内部的实质结构,从而提高了 SPN 病灶诊断的准确率。

**3.1 SPN 大小与分布** SPN 的大小对定性有一定的帮助,Wahidi 等<sup>[2]</sup>发现,直径小于 5 mm 的结节恶性率小于 1%,直径 5~10 mm 的结节恶性率为 6%~28%,直径大于 20 mm 的结节恶性率为 64%~82%。另外,Swensen 等<sup>[3]</sup>和杨德松等<sup>[4]</sup>报道,较大的结节,直径接近 3 cm 者,恶性的比例增高,结节直径小于 2 cm 超过 90%为良性的。因此,表明结节的直径与良恶性有关,SPN 直径越小良性可能性越大,反之恶性率就越高。而 Jeong 等<sup>[5]</sup>研究发现,小结节恶性率(4%~58%)也有很大的差异性,Ost 等<sup>[6]</sup>认为这种差异主要来自于目标人群的选择偏倚,例如手术病例对照研究与人群筛查研究对比,前者报道的小结节恶性率要明显高于后者,同时目前手术方式特别是胸腔镜微创手术的广泛开展,对临床高度怀疑恶性结节的人群选择早期手术治疗的比例也越来越高,因此提高了恶性小结节的检出率。本组病例中,恶性结节组直径平均为 2.6 cm 高于良性组 2.1 cm,但恶性结节组中有 11 例直径小于 2 cm,可见 SPN 单纯依据结节大小来判断良、恶性时存在不足。

SPN 由于其病理改变与组织学来源密切相关,因此其分布存在一定的规律性。有学者研究表明 SPN 在肺部的分布具有明显倾向性,即 SPN 更倾向分布于肺外侧带<sup>[7]</sup>,这种横向分布与伴随出现的恶性征象存在明显的差异性,即由内向外逐渐增多,其原因可能是<sup>[8-9]</sup>:(1)肺的胚胎发育过程是由中心向外周开始,发育过程中的某一环节出现异常时,可能出现结构发育不良或胚胎组织残留,是造成未来病变形成的病理基础,使该类 SPN 的发生率增加;(2)肺外侧带是肺小叶结构最密集的区域,致病菌或一些小的颗粒物质更易滞留于此,长时间聚集包裹,可导致聚集物纤维化或玻璃样变、瘤样增生,增加了 SPN 形成的概率;因此,恶性结节及炎性假瘤好发于肺外侧带,是最主要的鉴别点。本组病例中,肺外侧带恶性结节比率为 75%,既高于良性结节的发病率,而且也高于中间带与内侧带。也有文献报道右肺发生的概率是左肺的 1.5 倍,约 70%的肺癌发生于上叶,即右肺上叶是肺癌的好发部位<sup>[10]</sup>。本组病例中,虽然右肺发生 SPN 多于左肺,但其中恶性结节在肺部上、下叶的分布不存在明显差异,究其原因可能与样本量有关。因此,在对结节定性时,SPN 这种纵向分布不能作为主要的参考依据。SPN 除了这种与组织学来源有关外,其他一些常见良性结节也有其好发部位,如结核球最常见于双肺上叶和下叶背段。

**3.2 SPN 的边缘特征** SPN 边缘特征多种多样,其主要表现包括毛刺征、分叶征、血管纠集、胸膜凹陷征等,不同性质的

SPN 常常表现出不同的边缘特征。以肿瘤为病理基础的 SPN 由于细胞分化程度不一,肿瘤向各个方向生长的速度不均衡和受周围正常肺支架结构的制约,表现为堆集式或膨胀性生长,同时瘤体内纤维化和肿瘤增殖破坏致使肺支架结构的塌陷皱缩,导致对周围血管的牵拉和对穿越血管的包埋,并对邻近的叶间胸膜及脏层胸膜产生牵拉,引起胸膜凹陷;因此,恶性 SPN 往往易形成毛刺、分叶、血管纠集及胸膜凹陷等征象(图 1A~C),其发生率均高于良性结节,特别是胸膜凹陷征大多数(63.3%~78.6%)见于腺癌和细支气管肺泡癌<sup>[11]</sup>。本组 29 例恶性 SPN 中,除 12 例距离胸膜较远,未产生胸膜凹陷外,其余病例均大部分具有上述征象。而良性 SPN,由于生长缓慢,往往边缘光整或呈浅分叶、短毛刺状,对周围血管或穿越其内的血管很少产生影响,如结核球边缘可出现短小毛刺影(图 1D);但目前也有研究表明,具有肺间质病背景的周围型肺癌(PLC),其毛刺多表现为短细毛刺,认为其毛刺的组成可能为增厚的小叶间隔、小叶内间质及增粗的支气管血管成分,周围间质改变越明显,毛刺越多,表现为“日光放射状”或“仙人球样”改变越突出<sup>[11]</sup>。本组病例中由于大部分为老年患者,合并有肺气肿和肺间质改变,因此其毛刺征表现较突出;但单纯依据毛刺和分叶征来鉴别 SPN 良恶性显然存在不足。本组 16 例良性 SPN 中,6 例炎性假瘤,与肺癌具有相似的形态学特征,是鉴别诊断的难点。

**3.3 SPN 的内部特征** SPN 的内部表现主要包括其密度和实质成分的改变,不同病理成分的 SPN 在不同时期其内部表现不同,恶性 SPN 早期时较小,密度不均匀,通常呈磨玻璃样改变(图 1E),其主要原因是肿瘤细胞沿肺泡壁和支气管伏壁生长代替肺泡上皮,部分肺泡腔和支气管未完全被肿瘤细胞所填充;再加上肿瘤内的纤维组织或瘢痕组织的牵拉而形成,肺泡支架及血管背景仍可见;此种改变主要多见于腺癌早期,本组中表现为磨玻璃样结节病理证实为腺癌。随着时间延长,肺泡开始塌陷及纤维化,肺支架结构受到破坏,结节由单纯玻璃影变为混杂磨砂玻璃影,表现为不均匀低密度结节,呈现出“晕征”表现;同时除未塌陷肺泡形成空泡征外,结节内含气支气管征逐渐消失,而表现为鼠尾或截断征(图 1F~H);再进一步发展时呈完全实性结节(图 1I)。有学者研究认为,磨玻璃结节与支气管肺泡癌或以其为主要成分的腺癌具有相关性,支气管气征主要见于肺泡癌<sup>[12-13]</sup>。因此,恶性 SPN 在不同时期表现复杂,往往需要在不同时期进行鉴别。在磨玻璃期,除与常见淡薄炎症相鉴别外,其他常见的还有肺泡内积血和小片出血;而“晕征”也可见于真菌性肉芽肿,特别是曲菌和隐球菌感染。SPN 呈实性时,单纯依据实质密度与炎性假瘤、肉芽肿、结核球、错构瘤等很难作出鉴别,此时依据实质内具有较特征性的成分,如钙化和脂肪成分,可为鉴别的好方法,如错构瘤 50%可观察到脂肪密度或钙化(图 1J);结核球常见环形包膜钙化;而偏心性或斑点状钙化常见于恶性结节,其中偏心性钙化可为被恶性肿瘤吞没的钙化肉芽肿,而斑点状钙化则为肿瘤坏死后的营养不良性钙化<sup>[14]</sup>。当 SPN 中心坏死形成空洞时,对鉴别能起到帮助作用:恶性结节的空洞,往往呈厚壁偏心性改变,洞壁常厚薄不均,内壁不规则,可见壁结节,空洞的外缘常保存恶性肿块边缘的特征;而良性结节中,结核球的空洞多靠近引流支气管处,为近端偏心空洞,洞壁薄而光滑,周围常见卫星灶;炎性假瘤的空洞壁常较厚,且内壁光滑。保守治疗后良性空洞可缩小或消失,而恶性空洞却反而增大。

总之,随着临床胸腔镜手术的广泛开展,SPN 患者选择手

术治疗的机会已越来越多,同时随着 MSCT 对 SPN 的检出率增高,对不同病理的 SPN 的形态学的研究已越来越多,从而更有利于探索 SPN 的形态特征与定性的相关性,使 SPN 早期获得准确诊断与及时治疗,对减轻患者痛苦及提高临床预后具有重要的实用价值。

参考文献:

[1] 许实成. 孤立性肺结节的影像学诊断和处理[J]. 国际医学放射学杂志, 2011, 34(2): 141-145.

[2] Wahidi MM, Govert JA, Gouelar RK, et al. Evidence for the treatment of patients with pulmonary nodules; when is it lung cancer? ACCP evidence-based clinical practice guidelines(2nd edition)[J]. Chest, 2007, 132(3): 94-107.

[3] Swensen SJ, Jett JR, Hartman TE, et al. CT screening for lung cancer: five-year prospective experience[J]. Radiology, 2005, 235(1): 259-265.

[4] 杨德松, 李运, 刘军, 等. 孤立性肺结节直径大小与临床及病理关系的初步研究[J]. 中国肺癌杂志, 2010, 13(6): 607-611.

[5] Jeong YJ, Yi CA, Lee KS. Solitary pulmonary nodules: Detection, characterization, and guidance for further diagnostic workup and treatment[J]. Ame J Roentgenol, 2007, 188(1): 57-68.

[6] Ost D, Fein AM, Feinsilver SH. The solitary pulmonary nodule[J]. N Engl J Med, 2003, 348(25): 2535-2542.

[7] 黄越, 刘文亚, 木合拜提·买合苏提. 孤立性肺结节空间分布特征及伴随恶性征象的影像学分析[J]. 中国医学影

像技术, 2012, 7(28): 1322-1325.

[8] New York Early Lung Cancer Action Project Investigators. CT screening for lung cancer: diagnoses resulting from the New York early lung cancer action project[J]. Radiology, 2007, 243(1): 239-249.

[9] Erasmus JJ, Connolly JE, Mcadams HP, et al. Solitary pulmonary nodules; Part I. Morphologic evaluation for differentiation of benign and malignant lesions[J]. Radiographics, 2000, 20(1): 43-58.

[10] 孙耕耘. 肺孤立性结节的影像诊断与处理策略[J]. 临床肺科杂志, 2010, 15(2): 151-152.

[11] 侯书法, 马大庆. 具有间质性肺病及慢性阻塞性肺病肺背景的周围型肺癌毛刺征的 CT 表现[J]. 实用放射学杂志, 2012, 28(7): 1015-1018.

[12] Kim HY, Shim YM, Lee KS, et al. Persistent pulmonary nodular ground-glass opacity at thin-section CT: Histopathologic comparisons[J]. Radiology, 2007, 245(1): 267-275.

[13] Oda S, Awai K, Liu D, et al. Ground-glass opacities on thin-section helical CT: differentiation between bronchioalveolar carcinoma and atypical adenomatous hyperplasia[J]. AJR Am J Roentgenol, 2008, 190(5): 1363-1368.

[14] Ooi GC, Khong PL, Yau YY. Advances in imaging of the solitary pulmonary nodule[J]. Hong Kong Med J, 2004, 10(2): 107-116.

(收稿日期: 2014-06-11 修回日期: 2014-07-16)

(上接第 3911 页)

床创面的复杂性与多样性,在临床应用中会进一步改善,满足临床治疗的需要,值得临床推广应用。

参考文献:

[1] 张波, 孔宪炳, 刘良明, 等. 数字式多功能外伤清洗机应用的实验研究[J]. 重庆医科大学学报, 2008, 33(2): 213-215.

[2] 陈大芳, 黄素群, 赵渝. 多功能清洗机的临床应用[J]. 重庆医科大学学报, 2009, 34(10): 1446-1448.

[3] 张波, 孔宪炳, 刘良明, 等. 数字式多功能外伤清洗机冲洗压力范围的实验研究[J]. 重庆医学, 2008, 37(22): 2564-2565.

[4] Leslie T, Aitken DA, Barrie T, et al. Residual debris as a potential cause of postphacoemulsification endophthalmitis[J]. Eye(Lond), 2003, 17(4): 506-512.

[5] Bowler PG, Duerden BI, Armstrong DG. Wound microbiology and associated approaches to wound management[J]. Clin Microbiol Rev, 2001, 14(2): 244-269.

[6] 朱通伯. 处理开放性骨折及关节创伤的新观点[J]. 中华骨科杂志, 1995, 15(6): 393-396.

[7] 张国俊, 贾利民, 吴连根, 等. DCQ-I 型电动清创冲洗机研制及应用[J]. 医疗装备, 2001, 14(4): 20-21.

[8] Morse JW, Babson T, Camasso C, et al. Wound infection

rate and irrigation pressure of two potential new wound irrigation devices; the port and the cap[J]. Am J Emerg Med, 1998, 16(1): 37-42.

[9] 李新忠. 四肢长管状骨新鲜开放性骨折 173 例的早期处理[J]. 中华创伤杂志, 1992, 8(1): 19-20, 63.

[10] Polzin B, Ellis T, Dirschl DR. Effects of varying pulsatile lavage pressure on cancellous bone structure and fracture healing[J]. J Orthop Trauma, 2006, 20(4): 261-266.

[11] Adili A, Bhandari M, Schemitsch EH. The biomechanical effect of high-pressure irrigation on diaphyseal fracture healing in vivo[J]. J Orthop Trauma, 2002, 16(6): 413-417.

[12] Draeger RW, Dahners LE. Traumatic wound debridement; a comparison of irrigation methods[J]. J Orthop Trauma, 2006, 20(2): 83-88.

[13] Hassinger SM, Harding G, Wongworawat MD. High-pressure pulsatile lavage propagates bacteria into soft tissue[J]. Clin Orthop Relat Res, 2005, 439: 27-31.

[14] Boyd JI 3rd, Wongworawat MD. high-pressure pulsatile lavage causes soft tissue damage[J]. Clin Orthop Relat Res, 2004(427): 13-17.

(收稿日期: 2014-06-22 修回日期: 2014-07-29)