

·临床研究·

# 在腰椎后路内固定术后早期发热患者中监测 4 种血清感染指标水平的临床意义

王 籟<sup>1</sup>, 杨波<sup>1</sup>, 尹颺<sup>1</sup>, 张志<sup>1</sup>, 张亮<sup>1</sup>, 唐龙<sup>1</sup>, 娄爱菊<sup>2</sup>

(1.广州医科大学附属第三医院骨科, 广东 广州 510150; 2.广州医科大学荔湾医院肾内科, 广东 广州 510170)

**【摘要】** 目的:评价腰椎内固定术后发热患者血清 PCT、CRP、ESR 水平,以及 WBC 计数在诊断患者是否合并感染中的作用。方法:对 2012 年 1 月至 2014 年 1 月间在脊柱外科接受腰椎后路内固定术治疗并在术后早期(术后 10 d 内)出现发热症状的 58 例患者进行回顾性分析。根据细菌学培养结果将 58 例患者分为发热并感染组(A 组)和发热非感染组(B 组),其中 A 组 26 例,B 组 32 例。收集临床数据,比较两组间血清 PCT、CRP、ESR,以及 WBC 计数的差异。根据受试者工作特征(ROC)曲线,分析上述指标在诊断术后早期发热患者是否合并感染中的作用。结果:A 组 PCT、CRP、ESR 高于 B 组( $P<0.05$ ),但是 B 组 CRP、ESR 仍高于正常范围。同时在 A 组中,PCT 在鉴别感染类型方面要优于 CRP 和 ESR。各指标 ROC 曲线分析示,PCT 曲线下面积最大,CI 95%为 0.81~0.98,WBC 计数对应的 ROC 则差异无统计学意义。对应各指标的截断点,CRP 特异度最高为 90.27%,ESR 的灵敏度最高为 88.50%。结论:对于腰椎后路内固定术后早期发热患者应予以足够的重视,合理选取监测指标对于早期诊断、早期预防感染有良好的参考价值。其中 PCT 受手术影响较小,在鉴别感染类型方面有一定的参考价值,CRP 和 ESR 可作为初筛检测指标,WBC 计数意义有限。

**【关键词】** 降钙素; 血细胞计数,白; C 反应蛋白质; 血沉; 腰椎后路内固定术

DOI:10.3969/j.issn.1003-0034.2015.01.017

**Clinical significance of PCT, CRP, ESR, WBC count as predictors in postoperative early infectious complications with fever after posterior lumbar internal fixation** WANG Le, YANG Bo, YIN Biao, ZHANG Zhi, ZHANG Liang, TANG Long, and LOU Ai-ju\*. \*Nephrology Department, the Liwan Hospital, Guangzhou Medical University, Guangzhou 510170, Guangdong, China

**ABSTRACT Objective:**To evaluate the role of serum level of procalcitonin (PCT), C-reactive protein (CRP), erythrocyte sedimentation rate (ESR), and white blood cell count (WBC) as predictors in postoperative early infectious complications with fever after posterior lumbar internal fixation (PLIF). **Methods:**A retrospective study was conducted from January 2012 to January 2014. Fifty-two patients with fever in the early stage (within 10 days) after the PLIF were collected in the study. They were divided into infection group and non-infection group (group A and group B) according to the results of postoperative blood culture. There were 26 patients in group A and 32 patients in group B. The values of PCT, CRP, ESR, and WBC count were compared and analyzed between two groups. **Results:**The values of PCT, CRP, and ESR in group A were higher than those of group B. Meanwhile, CRP and ESR in group B were still higher than the normal range. Among the 26 patients with infections (group A), PCT was superior to CRP and ESR, had a good ability in discriminating different kinds of postoperative infections. The area under the ROC curve of serum PCT levels was the largest (CI 95% was 0.81 to 0.98) in the indexes; and ROC curve of WBC count was no statistically significant. When the cut off points of each predictors were evaluated, the higher sensitive was CRP and reached at 90.27% and the higher specific was ESR and reached at 88.50%. **Conclusion:**For the patients with fever at the early stage after the PLIF should be paid attention and reasonable choosing predictors are helpful to identify postoperative infection in the early stage. The CRP and ESR may be influenced by the surgery, and the PCT level is helpful to differentiate infection type.

**KEYWORDS** Calcitonin; Blood cell count, white; C-reactive protein; Blood sedimentation; Posterior lumbar internal fixation

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2015, 28(1):66-70 www.zggszz.com

通讯作者:娄爱菊 E-mail:louaiju@126.com

Corresponding author: LOU Ai-ju E-mail:louaiju@126.com

腰椎后路内固定术是目前治疗腰椎退行性变的常用术式之一,该手术创伤较大,时间较长,术中置入了内固定器械,术后感染发生率高。研究发现,当

采用融合手术后,术后感染率可增加 2%,增加内固定物后,则感染率可提高 6%<sup>[1]</sup>,而且当感染发生后,诊治不及时,不但可影响神经功能,严重者甚至可威胁生命。术后感染可累及多个组织或器官,包括切口感染、肺部感染、尿路感染等,诊断明确后需及早应用抗生素治疗,必要时需外科干预<sup>[2]</sup>。临床上,在明确感染前通常需要较长时间等待细菌或真菌培养结果,有时甚至难以从感染灶中培养出致病菌,延缓了治疗方案的制定<sup>[3]</sup>。同时,感染患者的早期症状和体征常常特异性不强,也给诊断带来了困难<sup>[4]</sup>。发热是术后感染的早期最常见症状之一,因此对于腰椎后路内固定术后早期发热患者应给予足够的重视,及时明确患者发热是由于感染还是其他原因造成,对后期治疗具有良好的指导意义。血清降钙素原(procalcitonin, PCT)水平是近年来在临床上广泛应用的一种监测和鉴别细菌性感染的新指标,但是该指标在监测腰椎后路内固定术后早期发热患者中的临床作用仍不明确。另外,C-反应蛋白(C-reactive protein, CRP)、红细胞沉降率(erythrocyte sedimentation rate, ESR)、白细胞计数(white blood cell, WBC)是经典的炎症和感染监测指标,本文拟通过检测和对比上述 4 种指标,评价它们对于鉴别术后早期发热患者是否合并感染的作用。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入与排除标准

纳入标准:术后 10 d 内发热 $>37.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (腋窝测量),且发热时间超过 24 h。排除标准:年龄 $<18$ 岁;患有免疫缺陷性疾病;入院前 7 d 内已使用抗生素或接受其他手术治疗,或术前合并其他感染。

### 1.2 一般资料

2012 年 1 月至 2014 年 1 月,在脊柱外科接受腰椎后路内固定术治疗并在术后早期出现发热的 58 例患者纳入本研究。根据细菌学培养结果分为发热并感染组(A 组)和发热非感染组(B 组)。其中 A 组 26 例,年龄 36~94 岁;B 组 32 例,年龄 40~90 岁。A 组患者根据术后发热并感染的种类分为 4 类<sup>[5]</sup>:(1)切口浅表感染,局限于皮肤或皮下组织,未累及筋膜层;(2)切口深部感染,累及筋膜层或深部组织;

(3)肺部感染,肺部听诊有阳性体征,胸部 X 线检查与术前相比,有斑片状渗出阴影,痰培养阳性;(4)尿路感染,有尿路感染的症状,中段尿培养阳性,尿菌落数在 $10^4\sim 10^5/\text{ml}$ 。本组术后切口浅表感染 5 例,切口深部感染 12 例,肺部感染 6 例,尿路感染 3 例。将所有病例的性别、年龄、发热情况、手术固定的范围、手术持续时间、术中失血量均予以记录,两组患者临床资料差异无统计学意义,具有可比性(表 1)。

### 1.3 治疗方法

手术均由同一位医师主刀完成。患者全麻后取俯卧位,腰椎后部正中切口,根据具体病情选择手术减压范围和固定节段,采用国产或进口的腰椎椎弓根钉系统进行内固定,视情况在相应节段采用自体松质骨填塞的 cage 进行植骨融合。所有病例在术前 0.5~1 h 预防性应用抗生素,若手术时间超过 3 h,术中追加预防性抗生素 1 次,所有抗生素为一代头孢菌素。术后常规监测患者生命体征和局部切口情况,对于出现早期发热的患者,根据前文所述评价标准对是否合并感染进行判别。

### 1.4 观察项目与方法

术后于发热时及术前 1 d 常规采集外周血标本,检测 CRP、PCT、ESR、WBC 计数。WBC 计数采用日本 SYSMEX-E2100 全自动血细胞分析仪及其原装配套试剂进行检测;PCT 采用电化学发光法检测,在瑞士罗氏公司 Cobas E601 标记免疫分析仪上完成;ESR 采用魏氏血沉测定法检测;CRP 采用胶乳增强比浊法检测,由北京利德曼公司提供试剂,在日本 HITACHI 7170A 仪器上完成。所有试验严格按照试剂盒说明书及仪器操作规程进行。相关指标阳性诊断标准:(1)WBC $>10.0\times 10^9/\text{L}$ 或 $<3.2\times 10^9/\text{L}$ 为阳性;(2)PCT $\geq 0.05\text{ ng/ml}$ 为阳性;(3)CRP $>8.2\text{ mg/L}$ 为阳性;(4)ESR $\geq 15\text{ mm/h}$ 为阳性。

### 1.5 统计学处理

采用 SPSS 10.0 软件进行统计分析,对于符合正态分布的资料,数据采用 $\bar{x}\pm s$ 描述,组间比较采用  $t$  检验。对于不符合正态分布的资料,数据采用 M(P25~P75)描述,组间比较采用 Mann-Whitney  $U$  检验。计数资料用百分比表示,率的比较采用 $\chi^2$  检验,

表 1 两组术后早期发热患者的临床资料比较

Tab.1 Comparison of clinical data of patient with fever in the early stage after operation between two groups

组别	例数	年龄( $\bar{x}\pm s$ , 岁)	性别(例)		手术时间( $\bar{x}\pm s$ , min)	术中失血量( $\bar{x}\pm s$ , ml)	手术节段(例)	
			男	女			$\leq 2$ 节段	$> 2$ 节段
A 组	26	68.71 $\pm$ 15.53	14	12	132.59 $\pm$ 31.43	315.78 $\pm$ 110.45	18	8
B 组	32	63.28 $\pm$ 12.79	20	12	129.88 $\pm$ 28.45	301.54 $\pm$ 101.41	22	10
检验值	-	$t=1.22$	$\chi^2=0.44$		$t=-0.34$	$t=-0.51$	$\chi^2=0.00$	
P 值	-	0.23	0.51		0.74	0.62	0.97	

表 2 手术前后两组术后早期发热患者各检测指标的比较

Tab.2 Comparison of each diagnostic marker before and after operation between two groups

组别	例数	术前				术后			
		PCT(ng/ml)	CRP(mg/L)	WBC( $\times 10^9/L$ )	ESR(mm/h)	PCT(ng/ml)	CRP(mg/L)	WBC( $\times 10^9/L$ )	ESR(mm/h)
A 组	26	0.02	2.84	6.77	5.00	0.15	48.18	8.80	63.50
		0.01~0.03	0.84~5.19	4.82~8.76	3.00~8.00	0.07~0.39	26.88~62.36	6.48~12.92	45.25~89.25
B 组	32	0.02	3.61	6.18	5.50	0.03	9.05	6.83	22.00
		0.01~0.03	2.15~5.58	5.16~7.18	3.00~9.00	0.02~0.05	5.38~15.93	5.68~10.67	15.25~32.50
Z 值	-	-0.26	-1.24	-1.19	-1.23	-5.11	-4.77	-1.38	-5.02
P 值	-	0.79	0.22	0.24	0.22	0.00	0.00	0.17	0.00

表 3 术后发热并感染组 26 例患者中各种检测指标的比较

Tab.3 Comparison of each diagnostic marker in 26 patients with different infections

感染分类	例数	PCT(ng/ml)	CRP(mg/L)	WBC( $\times 10^9/L$ )	ESR(mm/h)
术口浅表感染	5	0.04(0.02~0.06)	13.83(3.31~41.92)	8.53(6.04~12.40)	31.00(11.50~58.00)
术口深部感染	12	0.13(0.07~0.34)	47.77(28.05~90.53)	7.79(4.91~10.96)	72.50(45.00~90.00)
肺部感染	6	1.17(0.23~6.01)	58.72(50.43~74.20)	13.51(10.14~16.63)	87.50(58.00~103.00)
尿路感染	3	0.26(0.16~0.31)	47.81(45.44~50.30)	9.50(8.95~11.17)	60.00(59.06~72.00)
$\chi^2$ 值	-	14.65	6.59	5.83	7.04
P 值	-	0.00	0.09	0.12	0.07

以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。通过软件绘制受试者工作特征(ROC)曲线,计算曲线下面积(AUC)、95%可信区间(CI 95%)、标准误(SE),评价 PCT、CRP、WBC 和 ESR 在协诊腰椎后路内固定术后早期发热合并感染患者中的敏感度和特异度,计算 Youden 指数。

## 2 结果

### 2.1 手术前后两组各检测指标的比较

所有患者术前 1 d 清晨外周血标本 CRP、PCT、WBC、ESR 在正常范围,且两组比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 2。对术后发热时外周血标本采用 PCT、CRP、ESR 进行检验比较时,发热感染组的 M 明显大于发热非感染组( $P < 0.05$ );而 WBC 计数比较时则发现,两组间 M 差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),两组间各检测指标在术后发热时的具体情况见表 2。

### 2.2 术后发热并感染组中各感染情况的鉴别

在术后发热并感染组中,采用 PCT 作为检测指标时,对不同类别感染的鉴别能力有明显统计学差异( $\chi^2 = 14.65, P = 0.00$ )。根据平均秩次进一步推断,感染组的病例中,肺部感染的 PCT 值最高,其次为尿路感染,切口深部感染,最低为术后切口浅表感染。采用 CRP、ESR、WBC 计数比较时,各种类型感染间差异无统计学意义(见表 3)。

### 2.3 发热并感染组各检测指标的 ROC 曲线

各检测指标 ROC 曲线的 AUC、CI 95%、SE 及其 P 值见表 4。其中 PCT、CRP、ESR 对应的 ROC 曲线

的 P 值均  $< 0.05$ ,即用这 3 项指标判断术后发热是否由于感染引起具有统计学意义,并且 PCT 的 ROC 曲线下面积最大,CI 95%在(0.81~0.98),提示 PCT 值越大,患者腰椎内固定术后发热由感染引起的可能性越大。分析各检测指标的 ROC 曲线可知,在诊断腰椎后路内固定术后发热并感染病例时,当 PCT 为 0.066 ng/ml 时,Youden 指数最大,其灵敏度为 76.90%,特异度为 87.50%。当 CRP 为 23.74 mg/L 时,Youden 指数最大,其灵敏度为 80.77%,特异度为 90.27%。当 ESR 为 35.00 mm/h 时,Youden 指数最大,其灵敏度为 88.50%,特异度为 81.20%。

表 4 发热并感染组 26 例患者各检测指标 ROC 曲线评价

Tab.4 ROC curve of each diagnostic marker in 26 patients with different infections

项目	AUC	CI 95%	SE	P 值
PCT	0.89	0.81~0.98	0.04	0.00
CRP	0.87	0.76~0.98	0.06	0.00
WBC	0.61	0.46~0.76	0.08	0.17
ESR	0.89	0.79~0.98	0.05	0.00

## 3 讨论

### 3.1 早期诊断腰椎后路内固定术后并感染的重要性

随着人口老龄化,腰椎退行性变的发生率逐年上升,由此引发的椎间盘突出、椎管狭窄、腰椎滑脱

等病理性改变可直接压迫腰椎神经根,导致患者生活质量严重下降。腰椎后路内固定手术是常用的解决该类病例的治疗方法之一,该术式可以改善受压的神经根,扩大椎管空间,防止神经功能的进一步损伤,提高患者的生活质量<sup>[6-7]</sup>。由于该手术需重建腰椎的稳定性,因此需要向腰椎置入内固定物<sup>[8-9]</sup>。但是,内固定物的置入虽然稳定了退变的腰椎,却提高了术后发生感染的风险<sup>[1]</sup>。Maragakis 等<sup>[10]</sup>对比了临床数据后发现,采用内固定治疗,术后感染的风险要比非内固定治疗的病例高,而且当感染来临时,特别是累及术口的深部感染发生时,如何选择合适的治疗方法目前仍无明确定论。Kim 等<sup>[11]</sup>认为术口深部感染发生后,应尽早取出内固定物,予以局部彻底清创,因为内固定物滞留体内属于异物,有利于感染灶内细菌增殖。Fang 等<sup>[12]</sup>则不认同该观点,他们认为内固定物可予以保留,采用充分的清创术和抗生素治疗就能获得比较满意的疗效。但是,不论是选择何种治疗方案,对于患者本人,治疗周期以及医疗费用方面都是不利的。Hong 等<sup>[13]</sup>和张纯等<sup>[14]</sup>则报道,如果能早期诊断术后切口深部感染,及早采用抗生素治疗,就能获得良好的疗效,可以缩短住院时间,改善生活质量。因此,早期诊断术后感染,特别是在腰椎后路内固定术中,是治疗的关键。

鉴于术后感染发生后的严重后果,如何对术后感染实现早期诊断和监测成为外科医生关注的一个热点。有医生采用多种实验室检测指标对脊柱术后早期感染情况进行监测,如 CRP、ESR、WBC 计数等,但是各研究结论不一<sup>[15-16]</sup>。同时,由于术后感染种类较多,各指标在区分感染种类时是否具有临床意义,并无相关报道。另外,发热是术后感染发生的早期临床表现之一,对于术后发热的患者,如能及早鉴别是否合并感染,对后期治疗有良好的指导意义。因此,本研究通过监测腰椎后路内固定术后早期发热患者的 CRP、PT、ESR、WBC 计数情况,评价各感染监测指标对术后早期感染的预测和鉴别能力。

### 3.2 4 种血清检测指标在评价腰椎后路内固定术后并感染中的意义

在本研究中,笔者对纳入患者的基本治疗情况和术前及术后发热时的检测指标进行了监测。对比术后感染与非感染组手术治疗经过,包括手术时间、累及范围、术中出血情况等因素后发现,这些指标与感染的发生无直接联系。但是, Koutsoumbelis 等<sup>[17]</sup>和 Gruskay 等<sup>[18]</sup>认为多个因素均与术后感染的发生率相关,如肥胖、吸烟、术前合并慢性病、手术时间、手术范围、术中出血量等,其中肥胖和术前合并慢性病是最为重要的两个因素。考虑到本研究中纳入的病

例未涵盖我院所有腰椎术后病例,入选病例数相对较少,而且对于术前已有感染或接受过抗生素治疗的病例均未纳入,因此可能在病例选择时存在偏倚因素影响,导致与以前的报道结果不一。事实上,本研究在对两组资料进行统计分析时发现,感染组的手术时间和术中出血量均高于非感染组,但是两组病例的相关检测指标均无统计学差异。

另外,对术后发热患者监测时发现,感染组患者的 CRP、PCT、ESR 水平明显高于非感染组患者,两组间差异有统计学意义。Lee 等<sup>[15]</sup>也监测到相似的情况,他们发现术后感染患者的这些检测指标会高于非感染患者。同时,笔者还发现,在发热非感染组中,血清 CRP、ESR 水平也有增高,均高于本院检验科设立的正常值范围,中位数分别为 9.05 mg/L 和 22.00 mm/h。Abdelrahman 等<sup>[19]</sup>研究认为,在术后患者中,CRP、ESR、WBC 计数会出现比较明显的波动,通常在术后会增高,经过一定的时间才逐渐下降。其中 CRP 一般在术后 2 周才能降至正常或术前水平<sup>[20-21]</sup>,ESR 则下降更缓慢,术后 2 周达峰,6 周才恢复至正常水平<sup>[21]</sup>。在本研究中,由于纳入病例均为术后早期(10 d)发热的病例,可能 CRP 和 ESR 仍未恢复至术前或正常水平,因此在非感染组中,两指标仍较高,也提示在选择 CRP 或 ESR 进行监测时,应考虑手术对这两项指标的影响。相比而言, Yasmin 等<sup>[22]</sup>在对比骨折术后各检测指标对并发症的检出作用后认为, PCT 变化受手术影响小,用于监测术后感染情况要优于 CRP 和 ESR。笔者也认为,血清 PCT 水平受手术影响小,在本研究中,术前早期发热非感染患者的 PCT 水平的中位数为 0.03 ng/ml,处于本院检验科设立的正常值范围内。

同时,在对感染组中各种感染类型的检测指标进行比较时发现,在区分不同感染时, PCT 要优于 WBC、CRP、ESR。笔者发现,在术后发热合并肺部感染的患者中, PCT 指标升高最明显,其次是尿路感染和术后深部感染患者,术口浅表感染升高最低。Hambach 等<sup>[23]</sup>研究也发现,在接受移植手术后的患者中, PCT 监测术后感染情况后,肺部感染患者 PCT 水平升高最明显,与本研究结论一致。

对比本研究中采用的 4 种术后发热监测指标,绘制对应的 ROC 曲线,可以发现 PCT、CRP、ESR 在诊断术后发热并感染的病例中均有较好的灵敏度和特异度。在选取各指标对应的截断点时, CRP 特异度最高为 90.27%, ESR 的灵敏度最高为 88.50%。由此可见,在监测腰椎后路内固定术后发热患者时,仍应充分结合各监测指标的数值,全面评价患者是否合并感染。

综上所述,本研究结果提示,对于腰椎后路内固定术后患者早期出现发热时,可监测外周血 PCT、ESR、CRP 水平,这 3 个指标的改变对于早期鉴别发热患者是否合并感染有重要的参考价值。另外,鉴于 CRP 和 ESR 在术后可能出现波动,因此建议联合 PCT 一同监测的参考价值更大,因为该指标受手术影响较小,同时在鉴别感染的类型方面也有一定的参考价值。总之,对于腰椎后路内固定术的患者,如果早期出现发热应予以足够的重视,合理选取监测指标对于早期诊断、早期预防感染有良好的参考价值。

参考文献

[1] Wimmer C, Gluch H, Franzreb M, et al. Predisposing factors for infection in spine surgery: a survey of 850 spinal procedures[J]. J Spinal Disord, 1998, 11(2): 124-128.

[2] Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, et al. Guideline for prevention of surgical site infection, 1999. Hospital Infection Control Practices Advisory Committee[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 1999, 204: 250-280.

[3] Gelalis ID, Arnaoutoglou CM, Politis AN, et al. Bacterial wound contamination during simple and complex spinal procedures. A prospective clinical study[J]. Spine J, 2011, 11(11): 1042-1048.

[4] Takahashi J, Ebara S, Kamimura M, et al. Early-phase enhanced inflammatory reaction after spinal instrumentation surgery[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2001, 26: 1698-1704.

[5] Nie H, Jiang D, Ou Y, et al. Procalcitonin as an early predictor of postoperative infectious complications in patients with acute traumatic spinal cord injury[J]. Spinal Cord, 2011, 49(6): 715-720.

[6] Brantigan JW, Steffee AD, Lewis ML, et al. Lumbar interbody fusion using the Brantigan I/F cage for posterior lumbar interbody fusion and the variable pedicle screw placement system: two-year results from a Food and Drug Administration investigational device exemption clinical trial[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2000, 25: 1437-1446.

[7] Jenis LG, Banco RJ, Kwon B. A prospective study of autologous growth factors (AGF) in lumbar interbody fusion[J]. Spine J, 2006, 6(1): 14-20.

[8] Vadapalli S, Robon M, Biyani A, et al. Effect of lumbar interbody cage geometry on construct stability: a cadaveric study[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2006, 31: 2189-2194.

[9] Cheng BC, Gorden J, Cheng J, et al. Immediate biomechanical effects of lumbar posterior dynamic stabilization above a circumferential fusion[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2007, 32: 2551-2557.

[10] Maragakis LL, Cosgrove SE, Martinez EA, et al. Intraoperative fraction of inspired oxygen is a modifiable risk factor for surgical

site infection after spinal surgery[J]. Anesthesiology, 2009, 110: 556-562.

[11] Kim JI, Suh KT, Kim SJ, et al. Implant removal for the management of infection after instrumented spinal fusion[J]. J Spinal Disord Tech, 2010, 23: 258-265.

[12] Fang XT, Wood KB. Management of postoperative instrumented spinal wound infection[J]. Chin Med J (Engl), 2013, 126(20): 3817-3821.

[13] Hong HS, Chang MC, Liu CL, et al. Is aggressive surgery necessary for acute postoperative deep spinal wound infection[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2008, 33: 2473-2478.

[14] 张纯, 姚聪, 贺西京, 等. 腰椎术后化脓性感染的早期治疗[J]. 中国骨伤, 2013, 26(10): 853-856. Zhang C, Yao C, He XJ, et al. Early treatment of postoperative pyogenic infection in patients with lumbar disc diseases[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2013, 26(10): 853-856. Chinese with abstract in English.

[15] Lee JH, Lee JH, Kim JB, et al. Normal range of the inflammation related laboratory findings and predictors of the postoperative infection in spinal posterior fusion surgery[J]. Clin Orthop Surg, 2012, 4(4): 269-277.

[16] Aono H, Ohwada T, Kaneko N, et al. The postoperative changes in the level of inflammatory markers after posterior lumbar interbody fusion[J]. J Bone Joint Surg Br, 2007, 89(11): 1478-1481.

[17] Koutsoumbelis S, Hughes AP, Girardi FP, et al. Risk factors for postoperative infection following posterior lumbar instrumented arthrodesis[J]. J Bone Joint Surg Am, 2011, 93(17): 1627-1633.

[18] Gruskay J, Smith J, Kepler CK, et al. The seasonality of postoperative infection in spine surgery[J]. J Neurosurg Spine, 2013, 18(1): 57-62.

[19] Abdelrahman H, Siam AE, Shawky A, et al. Infection after vertebroplasty or kyphoplasty. A series of nine cases and review of literature[J]. Spine J, 2013, 13(12): 1809-1817.

[20] Darden BV 2nd, Duncan J. Postoperative lumbar spine infection[J]. Orthopedics, 2006, 29: 425-429.

[21] Thelander U, Larsson S. Quantitation of C-reactive protein levels and erythrocyte sedimentation rate after spinal surgery[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1992, 17: 400-404.

[22] Yasmin D, Bulut G, Yildiz M. Can procalcitonin be used for the diagnosis and follow-up of postoperative complications after fracture surgery[J]. Acta Orthop Traumatol Turc, 2006, 40(1): 15-21.

[23] Hambach L, Eder M, Dammann E, et al. Diagnostic value of procalcitonin serum levels in comparison with C-reactive protein in allogeneic stem cell transplantation[J]. Haematologica, 2002, 87(6): 643-651.

(收稿日期: 2014-04-10 本文编辑: 王宏)