

## · 难愈创面的研究 ·

# 封闭负压引流技术对猪皮肤软组织爆炸伤感染创面的疗效



李金清 陈绍宗 李望舟 李跃军 李学拥

**【摘要】** 目的 了解封闭负压引流(VAC)技术对猪皮肤软组织爆炸伤感染创面的疗效。方法 用电雷管在 4 只小白家猪双侧肩胛及双侧臀部共造成 16 个爆炸伤创面,将创面分为对照组和负压治疗组。2 组创面伤后前 2 d 不作任何处理任其感染;第 3 天起,对照组创面用油纱换药,负压治疗组创面行 VAC 治疗。于治疗前(伤后第 3 天)及开始治疗后 1、3、6、9、14、19、24 d 测量并计算创面的面积、深度;取创面组织进行病理形态学观察,检测细胞增殖指数、血管内皮细胞数、髓过氧化物酶(MPO)活性和细菌计数。记录创面愈合时间。结果 开始治疗后第 1、3 天,负压治疗组创面面积和创面深度不再扩大和加深,创面内炎性细胞、血管内皮细胞和增殖细胞数目均增多,MPO 活性明显增高,细菌数明显减少;此期间对照组各指标变化情况与该组相反。治疗后 1~19 d,2 组创面的面积、深度、血管内皮细胞数以及细菌数比较,差异有统计学意义( $P < 0.01$ );治疗后 1~9 d,2 组创面细胞增殖指数差异有统计学意义( $P < 0.01$ );治疗后 3、6 d,2 组创面 MPO 活性比较,差异有统计学意义( $P < 0.01$ )。对照组创面愈合时间为(32.8 ± 1.6)d,明显长于负压治疗组的(25.8 ± 1.0)d( $P < 0.01$ )。结论 与常规换药相比,VAC 能明显减少猪皮肤软组织爆炸伤感染创面的细菌数量,减轻继发性坏死,促进炎症反应,快速启动肉芽组织生成,缩短创面愈合时间。

**【关键词】** 创伤和损伤; 感染; 创面愈合; 封闭负压引流技术

**Therapeutic effect of vacuum-assisted closure technology on infected explosion wound of pig** LI Jin-qing, CHEN Shao-zong, LI Wang-zhou, LI Yue-jun, LI Xue-yong. Department of Burns and Plastics Surgery, Tangdu Hospital, the Fourth Military Medical University, Xi'an 710038, P. R. China  
Corresponding author: LI Xue-yong, Email: tdzhxing@fmmu.edu.cn, Tel: 029-84777440

**【Abstract】** Objective To investigate the effect of vacuum-assisted closure (V. A. C.) technology in the treatment of infected wound of skin and soft tissue as a result of explosion injury in pig. Methods Sixteen explosion wounds were established by electric detonators on the shoulders and hips on both sides of 4 small white domestic pigs, and they were divided into A group [(without treatment and infection occurred on 1~2 post burn day (PBD), then treated with vaseline gauze on 3 (PBD)], and B group (with the same treatment as in A group, except for treatment of vacuum assisted closure (V. A. C) with pressure of -15 kPa after 3 PBD). The data of wound depth, wound area, wound healing time were collected and analyzed at 3 PBD and 1, 3, 6, 9, 14, 19, 24 days after treatment. Specimens from wounds were collected for histopathology observation, including also cell proliferation index, the number of vascular endothelial cells, the activity of myeloperoxidase (MPO) and the number of bacteria. Results Compared with those in A group on 1 and 3 days after treatment, wound area, wound depth were not enlarged or deepened in B group, while the number of inflammatory cells, vascular endothelial cells, proliferative cells were increased, the activity of MPO was enhanced and the number of bacteria was decreased. There were obvious differences between two groups in following indices: wound area, wound depth, the number of vascular endothelial cells and bacteria during 1 to 19 days after treatment ( $P < 0.01$ ), the number of cell proliferation from 1~9 days after treatment ( $P < 0.01$ ), and the activity of MPO on 3, 6 days after treatment ( $P < 0.01$ ). The wound healing time was (32.8 ± 1.6)d in A group, which was longer than that in B group (25.8 ± 1.0 d,  $P < 0.01$ ). Conclusion Compared with conventional dressing change, V. A. C can decrease bacteria load, lessen secondary necrosis, prompt the inflammatory response, accelerate the formation of granulation tissue, shorten wound healing time in infectious wound of porcine skin and soft tissue resulted from explosion injury.

**【Key words】** Wounds and injuries; Infection; Wound healing; Vacuum-assisted closure technology

作者单位:710038 西安,第四军医大学唐都医院整形烧伤科

通讯作者:李学拥, Email: tdzhxing@fmmu.edu.cn, 电话:029-

84777440

地雷等小型爆炸物引起的爆炸伤具有伤口污染重、异物存留多、感染率高等特点<sup>[1]</sup>,而常规的治疗方法又存在治疗时间长、医疗资源占用大、感染控制

效果欠佳等不足。因此针对小型爆炸物所致爆炸伤(特别是爆炸伤感染创面),须探寻新的更为简单有效的治疗方法。封闭负压引流(vacuum-assisted closure, VAC)技术是一种较新的创面治疗技术,具有价格低廉、可显著降低医护人员工作量、有效控制和减轻感染等优点<sup>[2]</sup>。目前该技术已用于治疗多种创面,但尚未见应用于治疗爆炸伤的报道。为此我们设计了本实验,拟探讨 VAC 治疗皮肤软组织爆炸伤感染创面的可行性。

## 1 材料与方 法

### 1.1 实验器材

VAC 专用敷料(包括多孔海绵、引流管及医用贴膜)和负压引流瓶(北京兴化仪器厂),负压泵(YB. DX30/0.093 型可调式电动吸引器,天津医疗器械二厂), $\phi 12$  型电雷管(西安 213 所),BH-2 型显微镜(日本 Olympus 公司)。

### 1.2 动物模型制作

体质量 15~20 kg 的新西兰纯种健康小白家猪(西安灞桥养猪场)4 只,雌雄各半。用戊巴比妥钠肌肉注射(30 mg/kg)麻醉家猪后,将电雷管置于其双侧肩胛部以及双髻前上棘尾侧 2 cm 处引爆致伤,造成严重程度较一致的皮肤软组织爆炸伤创面<sup>[3]</sup>。每只家猪 4 个创面。

### 1.3 实验分组

伤后前 2 d 各家猪伤口不作任何处理,任其暴露,露天圈中饲养。伤后第 3 天,将家猪固定于自制 4 孔板上,进行伤口清创:剪去坏死组织,按体积分数 2% 过氧化氢、等渗盐水、体积分数 0.1% 苯扎溴铵和等渗盐水的顺序冲洗创面 2 次。将 16 个创面编号后按随机数字表分为 2 组:(1)对照组:用单层油纱覆盖创面,每天更换 1 次;伤后 17 d 起每 2 天更换 1 次,5~6 层无菌纱布覆盖创面。(2)负压治疗组:清洁创面,修去坏死组织,按创面形状剪裁多孔海绵。将剪有 3 个侧孔的塑料引流管的一端插入海绵,用贴膜将海绵固定于创面;将塑料引流管另一端接负压引流瓶和负压泵,调节压力为 -15 kPa 持续吸引。根据取材时间 1~5 d 换药 1 次。

### 1.4 标本取材

于治疗前(伤后第 3 天)及开始治疗后 1、3、6、9、14、19、24 d,取 2 组创面中心部位组织。部分标本用体积分数 10% 甲醛固定后待检;部分标本用电子天平称取质量后,加入 99 倍该质量的无菌等渗盐水进行组织匀浆;部分匀浆液立即进行细菌计数或

保存于 -70 °C 冰箱内待检。

### 1.5 检测指标

**1.5.1 创面面积** 于治疗前及开始治疗后各时相点,将已知单位面积质量的无菌透明塑料薄膜覆盖在创面上,用记号笔描记创面边缘。将描记线外的薄膜剪去,称取剩余薄膜的质量后换算出的面积即为创面面积<sup>[4]</sup>。

**1.5.2 创面深度及创面愈合时间** 于治疗前及开始治疗后各时相点,用注射器吸取无菌等渗盐水注满创腔。计算创面深度 = 创腔容积(注入创腔内等渗盐水的体积)/创面面积<sup>[4]</sup>。创面愈合时间指伤后即刻至创面完全封闭的时间。

**1.5.3 病理形态学观察** 1.4 述及的组织标本经甲醛固定 48 h 后,石蜡包埋,切片(厚度 4  $\mu\text{m}$ ),常规 HE 染色,于显微镜下观察。

### 1.5.4 细胞增殖指数(proliferative index, PI)

取 1.4 述及的甲醛固定标本,采用免疫组织化学法检测。一抗为鼠抗 Ki67(北京中山生物技术有限公司),二抗为辣根过氧化物酶(HRP)标记的羊抗鼠抗体(北京中山生物技术有限公司),二氨基联苯胺(DAB)显色。细胞核呈棕黄色者为处于增殖期的细胞。在显微镜下任选 8 个 400 倍视野,计算平均阳性细胞数;参照 Marcus 等<sup>[5]</sup>的方法计算 PI,即每个 400 倍视野内的平均增殖细胞数。

**1.5.5 血管内皮细胞计数** 取 1.4 述及的甲醛固定标本,采用免疫组织化学法检测标本中的血管内皮细胞。一抗为兔抗因子 VIII 相关抗原(福州迈新生物技术有限公司),二抗为 HRP 标记的羊抗兔抗体(北京中山生物技术有限公司),DAB 显色。胞膜和胞质呈棕黄色者为血管内皮细胞。阳性细胞计数方法同 1.5.4。

**1.5.6 髓过氧化物酶(MPO)活性检测** 取 1.4 述及的匀浆液标本,采用 DU-7HS 型紫外分光光度计(美国 Beckman 公司)和 MPO 检测试剂盒(南京建成生物工程研究所)检测 MPO 活性,按试剂盒说明书操作。

**1.5.7 细菌计数** 取 1.4 述及的匀浆液,用无菌等渗盐水行 10 倍比稀释。取 100  $\mu\text{L}$  稀释液接种于血琼脂平板上,37 °C 孵育 24 h。计数平板上的细菌菌落数。每克组织内的细菌数 = 菌落数  $\times 10^3 \times$  稀释倍数。

### 1.6 统计学处理

数据均用  $\bar{x} \pm s$  表示,采用 SPSS 11.0 统计软件行独立样本 *t* 检验。

## 2 结果

### 2.1 创面面积

2 组家猪受伤后即刻创面面积为  $(7.4 \pm 1.2)$   $\text{cm}^2$ 。治疗前(伤后第 3 天)2 组家猪创面恶臭,有浑浊黏稠的白色脓性分泌物,创周无明显红肿(图 1);此时负压治疗组与对照组创面面积比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。开始治疗后第 1、3 天,对照组家猪创面面积明显扩大,随后逐渐缩小;负压治疗组从开始治疗后第 1 天起创面逐渐缩小直至愈合。见表 1。

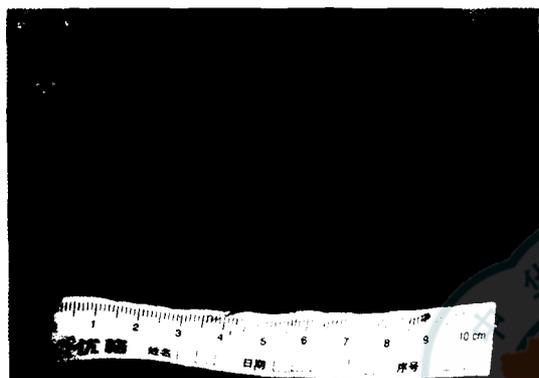


图 1 实验家猪爆炸伤后第 3 天的感染创面

### 2.2 创面深度

治疗前(伤后第 3 天)2 组家猪创面深及髂骨或肩胛骨骨膜表面,深度为  $(1.58 \pm 0.24)$   $\text{cm}$ 。对照组治疗后第 1、3 天,创面明显加深;第 6~19 天,肉芽组织逐渐填满伤口。负压治疗组开始治疗后第 1 天创面明显变浅,第 3~9 天肉芽组织迅速填平伤口。2 组治疗后 1~19 d 创面深度比较,差异有统计学意义( $P < 0.01$ )。见图 2。

### 2.3 创面愈合时间

对照组创面愈合时间为  $(32.8 \pm 1.6)$   $\text{d}$ ,负压治疗组创面愈合时间为  $(25.8 \pm 1.0)$   $\text{d}$ ,2 组比较,差异有统计学意义( $P < 0.01$ )。

表 1 爆炸伤家猪治疗前后 2 组创面面积的比较( $\text{cm}^2, \bar{x} \pm s$ )

组别	治疗时间(d)							
	0	1	3	6	9	14	19	24
对照组	10.730 ± 0.420	12.560 ± 0.300	13.300 ± 0.210	11.430 ± 0.200	9.010 ± 0.110	3.690 ± 0.140	1.440 ± 0.110	0.340 ± 0.010
负压治疗组	10.390 ± 0.610	9.860 ± 0.220*	8.670 ± 0.150*	6.880 ± 0.210*	5.220 ± 0.200*	1.760 ± 0.120*	0.460 ± 0.020*	0.000 ± 0.000*

注:每组创面各 8 个;治疗 0 d 即治疗前(伤后第 3 天);与对照组比较,\* $P < 0.01$

表 2 爆炸伤家猪治疗前后 2 组创面细胞增殖指数的比较(个/400 倍视野,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	治疗时间(d)							
	0	1	3	6	9	14	19	24
对照组	12.5 ± 3.1	16.7 ± 4.5	112.2 ± 21.5	73.6 ± 10.5	36.4 ± 4.2	23.1 ± 3.1	18.6 ± 3.0	13.4 ± 2.4
负压治疗组	12.9 ± 2.5	124.3 ± 16.4*	159.4 ± 20.6*	28.1 ± 3.6*	20.2 ± 3.9*	19.1 ± 2.3	16.5 ± 2.5	14.5 ± 4.2

注:每组创面各 8 个;治疗 0 d 即治疗前(伤后第 3 天);与对照组比较,\* $P < 0.01$

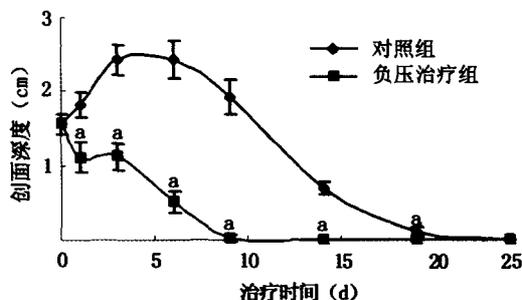


图 2 爆炸伤家猪治疗前后 2 组创面深度的变化。治疗 0 d 即治疗前(伤后第 3 天);与对照组比较,\* $P < 0.01$

### 2.4 病理形态学观察

治疗前(伤后第 3 天)及开始治疗后第 1、3 天,对照组创面细胞明显水肿,成纤维细胞和血管内皮细胞数目少,坏死组织内有大量炎性细胞,但活组织内的炎性细胞数目少;治疗后第 6 天,细胞水肿明显减轻,创面内出现大量炎性细胞。负压治疗组从治疗后第 1 天起创面即出现大量炎性细胞、成纤维细胞和血管内皮细胞,细胞水肿不明显。

### 2.5 细胞 PI

治疗后第 1 天起,负压治疗组细胞 PI 就明显增高,第 3 天达到高峰,此后迅速下降。对照组在治疗后第 3 天 PI 才明显增高,后逐渐下降。治疗后 1、3 d,负压治疗组 PI 高于对照组( $P < 0.01$ )。见表 2,图 3。

### 2.6 血管内皮细胞计数

开始治疗后前 6 d,对照组血管内皮细胞数很少;但第 9 天起明显增多,随后逐渐下降。负压治疗组自治疗后第 1 天起血管内皮细胞即明显增多,第 6 天起逐渐下降。治疗后 1~19 d,2 组创面血管内皮细胞数比较,差异均有统计学意义( $P < 0.01$ )。见图 4,表 3。



图 3 爆炸伤家猪开始治疗后第 1, 3 天, 2 组创面肉芽组织中的细胞增殖情况 Ki67 染色 ×400。a. 对照组治疗后第 1 天细胞增殖较少; b. 负压治疗组治疗后第 1 天细胞增殖较多; c. 对照组治疗后第 3 天细胞有所增多; d. 负压治疗组治疗后第 3 天细胞增殖达高峰



图 4 爆炸伤家猪开始治疗后第 1, 3 天, 2 组肉芽组织中的血管内皮细胞情况 因子Ⅷ相关抗原 ×400。a. 对照组治疗后第 1 天血管内皮细胞较少; b. 负压治疗组治疗后第 1 天血管内皮细胞明显增多; c. 对照组治疗后第 3 天血管内皮细胞略有增多; d. 负压治疗组治疗后第 3 天, 血管内皮细胞丰富

表 3 爆炸伤家猪治疗前后 2 组创面血管内皮细胞数比较 (个/400 倍视野,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	治疗时间 (d)							
	0	1	3	6	9	14	19	24
对照组	28.4 ± 2.9	29.7 ± 4.9	32.9 ± 6.3	36.5 ± 5.6	149.8 ± 25.4	116.3 ± 15.7	56.4 ± 7.6	35.9 ± 6.7
负压治疗组	29.9 ± 3.5	152.9 ± 14.9 <sup>a</sup>	157.2 ± 27.8 <sup>a</sup>	56.8 ± 8.5 <sup>a</sup>	45.2 ± 5.4 <sup>a</sup>	38.3 ± 6.3 <sup>a</sup>	32.6 ± 6.3 <sup>a</sup>	36.7 ± 6.4

注: 每组创面各 8 个; 治疗 0 d 即治疗前 (伤后第 3 天); 与对照组比较, <sup>a</sup> $P < 0.01$

表 4 爆炸伤家猪治疗前后 2 组创面细菌数的比较 ( $\times 10^3$  集落形成单位/g,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	治疗时间 (d)						
	0	1	3	6	9	14	19
对照组	32 686.0 ± 3183.1	29 475.0 ± 2578.3	18 926.0 ± 2001.0	9436.0 ± 1682.6	1954.0 ± 367.2	509.0 ± 125.0	326.0 ± 83.4
负压治疗组	32 486.0 ± 3606.9	750.0 ± 159.0 <sup>a</sup>	191.0 ± 24.5 <sup>a</sup>	51.0 ± 12.0 <sup>a</sup>	6.0 ± 2.1 <sup>a</sup>	5.0 ± 1.1 <sup>a</sup>	1.0 ± 0.3 <sup>a</sup>

注: 每组创面各 8 个; 治疗 0 d 即治疗前 (伤后第 3 天); 与对照组比较, <sup>a</sup> $P < 0.01$

### 2.7 MPO 活性检测

伤后第 3 天 (治疗前) 2 组创面 MPO 活性较低。开始治疗后, 负压治疗组和对照组创面内的 MPO 活性分别在第 3 天和第 6 天增高, 此 2 个时相点组间比较, 差异有统计学意义 ( $P < 0.01$ )。见图 5。

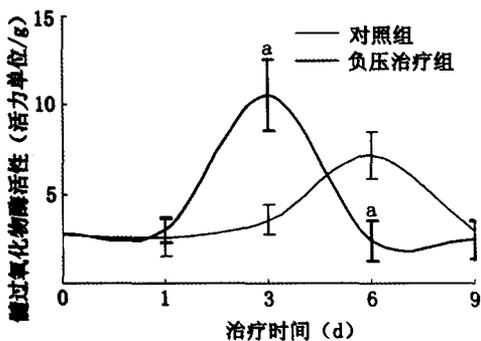


图 5 爆炸伤家猪治疗前后 2 组创面髓过氧化物酶活性的比较。治疗 0 d 即治疗前 (伤后第 3 天); 与对照组比较, <sup>a</sup> $P < 0.01$

### 2.8 细菌计数

治疗前 2 组创面中的细菌数高达  $3 \times 10^7$  集落形成单位 (CFU)/g 以上。开始治疗后第 3 天, 负压治疗组细菌数迅速降至  $10^6$  CFU/g 以下, 第 6 天降至  $10^5$  CFU/g 以下, 第 14 天降至  $10^4$  CFU/g 以下。对照组创面细菌数下降缓慢, 在开始治疗后第 6~9 天才降至  $10^7$  CFU/g 以下。治疗后 1~19 d, 对照组创面细菌数明显高于负压治疗组 ( $P < 0.01$ )。见表 4。

### 3 讨论

自 Fleischmann 等<sup>[6]</sup>首次将 VAC 应用于创面治疗以来, 这一技术被广泛应用于临床, 例如感染创面、慢性创面 (如褥疮)、糖尿病性溃疡等各种类型创面<sup>[7-10]</sup>, 取得了满意的疗效。但目前尚无应用于爆炸伤创面的报道。因而我们设计了这一实验, 拟探讨 VAC 治疗爆炸伤的可行性。

实验中,我们将电雷管固定于距家猪皮肤上方 1 cm 处引爆致伤,造成的创伤程度较重但无骨折,各家猪伤情一致且能长期存活。爆炸伤形成后不作任何处理,伤后第 3 天创面恶臭,有浑浊黏稠的白色渗出物,创面细菌数高达  $3 \times 10^7$  CFU/g 以上,2 组创面均发生感染且程度较一致。可见该模型适用于皮肤软组织爆炸伤感染创面的研究。

尽管伤后第 3 天各家猪创面已发生感染,但创周皮肤无明显红肿,创面内炎性细胞数和 MPO 活性处于低水平,而坏死组织内有大量炎性细胞,提示家猪和人类感染创面的炎性反应有一定差别。推测家猪创周皮肤无明显红肿的原因是:细菌、细菌产物和细菌激活的炎性细胞均不能引起血管明显扩张、血流增加,因而不能产生类似于人类炎性反应时的红、肿、热、痛等症状。至于家猪活组织内炎性细胞数量少且 MPO 活性低的原因,一方面可能与创面继发性坏死的速度过快有关,即大量炎性细胞渗出到存活组织边缘后,该部位的组织很快发生坏死;也可能与大量炎性细胞直接渗出到坏死组织中有关。

爆炸伤创面(包括感染性爆炸伤创面)存在继发性坏死的问题,轻则引起伤残,重则引起死亡。该问题一直是战伤治疗的重点和难点。实验中我们观察到,VAC 能明显减少爆炸伤感染创面继发性坏死的范围,迅速启动肉芽组织的生成。对照组行常规治疗前,创面表现为严重继发性坏死,创面逐渐加深、面积持续扩大;该组创面常规换药后 1 d,显微镜下仅见少量增殖细胞,治疗后第 3 天增殖细胞才明显增多。与对照组不同,负压治疗组于治疗后第 1 天起创面即停止加深,面积不再扩大,创面中坏死组织较少,显微镜下可见创面中心的组织内有大量成纤维细胞和血管内皮细胞,PI 几乎达到高峰。可见 VAC 的治疗效果明显优于常规换药治疗。

VAC 减轻爆炸伤感染创面继发性坏死的机制可能与其能促进创面微循环有关,同时也缘于其能迅速降低创面细菌数量。本实验中 VAC 治疗后第 6 天,负压治疗组创面内的细菌数由  $10^7$  CFU/g 降至  $10^5$  CFU/g 以下;而对照组创面内的细菌数下降较之缓慢。由于感染是爆炸伤继发性坏死的主要原因之一<sup>[1]</sup>,VAC 减少创面中的细菌数后,必将减轻创面继发性坏死,迅速启动肉芽组织生成。

大多数学者认为 VAC 之所以能降低创面内的细菌数,是因为它能引流创面的渗出液,从而减少细菌存活繁殖的培养基<sup>[11]</sup>。我们认为除此以外,还与其促进创面的炎性反应有关。本研究中负压治疗组

创面组织的 MPO 活性于治疗后第 3 天达到高峰。MPO 活性的增高无疑有利于杀灭细菌,从而促进创面愈合;同时 VAC 促进创面内肉芽组织的生成又进一步增强了创面的抗感染能力,使细菌数降低。

总之,与常规换药相比,VAC 能明显减少家猪皮肤软组织爆炸伤感染创面内的细菌数,减轻继发性坏死的范围,促进炎症反应,快速启动肉芽组织生成,缩短创面愈合时间。尽管如此,VAC 仅能将创面愈合时间缩短至 26 d 左右,因而不能以此作为皮肤软组织爆炸伤感染创面的惟一治疗方法。考虑到 VAC 治疗后第 6 天肉芽组织新鲜且细菌数降至  $10^5$  CFU/g 以下,此时用刃厚皮覆盖创面或可进一步缩短愈合时间。

#### 参考文献

- [1] 王德文. 现代军事病理学. 北京:军事医学科学出版社,2000: 1444 - 1445.
- [2] Hunter JE, Teot L, Horch R, et al. Evidence-based medicine: vacuum-assisted closure in wound care management. *Int Wound J*, 2007, 4(3): 256 - 269.
- [3] 李学拥, 李金清, 陈绍宗, 等. 猪皮肤软组织爆炸伤动物模型的建立. *中华实验外科杂志*, 2006, 23(12): 1551 - 1552.
- [4] 孙同柱, 付小兵, 陈伟, 等. 一种小型猪全层皮肤缺损创面模型的制备与应用. *中华实验外科杂志*, 2002, 19(5): 466 - 467.
- [5] Marcus R, Tyrone W, Bonomo S, et al. Cellular mechanisms for diminished scarring with aging. *Plast Reconstr Surg*, 2000, 105(5): 1591 - 1599.
- [6] Fleischmann W, Strecker W, Bombelli M, et al. Vacuum sealing as treatment of soft tissue damage in open fractures. *Unfallchirurg*, 1993, 96(9): 488 - 492.
- [7] Jones GA, Butler J, Lieberman I, et al. Negative-pressure wound therapy in the treatment of complex postoperative spinal wound infections: complications and lessons learned using vacuum-assisted closure. *J Neurosurg Spine*, 2007, 6(5): 407 - 411.
- [8] van Rhee MA, de Klerk LW, Verhaar JA. Vacuum-assisted wound closure of deep infections after instrumented spinal fusion in six children with neuromuscular scoliosis. *Spine J*, 2007, 7(5): 596 - 600.
- [9] Isago T, Nozaki M, Kikuchi Y, et al. Negative-pressure dressings in the treatment of pressure ulcers. *J Dermatol*, 2003, 30(4): 299 - 305.
- [10] Fleck TM, Fleck M, Moidl R, et al. The vacuum-assisted closure system for the treatment of deep sternal wound infections after cardiac surgery. *Ann Thorac Surg*, 2002, 74(5): 1596 - 1600.
- [11] Clare MP, Fitzgibbons TC, McMullen ST, et al. Experience with the vacuum assisted closure negative pressure technique in the treatment of non-healing diabetic and dysvascular wounds. *Foot Ankle Int*, 2002, 23(10): 896 - 901.

(收稿日期:2007-11-30)

(本文编辑:罗勤)