

# 持续低热致深度烧伤的实验观察

马文元 霍成 田社民 曹平

**【摘要】 目的** 研制持续低热烧伤动物模型,观察基本规律并探讨其机制。**方法** (1)将大鼠按不同温度及时相点随机分组,背部持续接触热源,观察创面形成过程、全层皮肤密度及病理变化。(2)将温度计置于大鼠背部皮肤筋膜下,观察不同时间和温度下,大鼠皮下温度的变化。**结果** (1)随温度上升,创面形成时间明显缩短,损伤程度逐渐加重。大鼠皮肤密度的变化,在不同时间表现为不规则双曲线或三曲线。(2)稳定实验条件后,各组大鼠皮下温度的变化呈抛物线状。**结论** (1)持续接触低热,皮下温度的快速增高及由此造成的变性、坏死是导致深度烧伤的原发因素。(2)皮肤组织损伤的变化规律是热源损伤、毛细血管通透性增加、组织重量变化等多重作用的结果。

**【关键词】** 烧伤; 皮肤温度; 病理过程; 热力学

An experimental investigation of deep burn by constant low heat MA Wenyuan, HUO Cheng, TIAN She-min, CAO Ping. Department of Burns, The First People's Hospital of Zhengzhou, Zhengzhou 450004, Henan Province, P. R. China

**【Abstract】 Objective** To investigate the basic pathogenetic rule and mechanism of deep burn by constant low heat. **Methods** Animal burn model inflicted by constant low heat was established as follows. (1) The rats were randomly divided into groups in terms of temperature and duration of contact. The burn wound formation process, the skin tissue density and pathomorphological changes in the rats were observed after burn was produced on the back by contacting heat source constantly. (2) The subcutaneous temperature of the back was monitored at different time and temperatures of heat contacting by placing the thermometer under the fascia of the rat back. **Results** (1) The time of burn wound formation was shortened and the injury degree deepened along with the increase in the contact temperature. The rat skin density exhibited irregular hyperbola or triple curves. (2) The subcutaneous temperature exhibited a parabolic curve with fixed experimental conditions. **Conclusion** (1) The sharp increase in subcutaneous temperature leading to degeneration and necrosis might be the primary cause of deep burn. (2) The regularity of the skin tissue injury was the result of multiple effects of heat-origin injury, increase of capillary permeability and the change in tissue mass.

**【Key words】** Burn; Skin temperature; Pathomorphological process; Thermodynamics

低热是指温度在 45 ~ 65℃ 之间,持续作用于体表,由此造成皮肤不同程度的烧伤,生活中时有发生。为此笔者研制了持续低热致伤的动物模型,并在此基础上,观察持续低热状态下皮肤烧伤的最短时间及变化规律。

## 材 料 与 方 法

1. 动物模型制做: Wistar 大鼠 264 只,雌雄各半,体重 180 ~ 220 g (河南医科大学动物饲养中心)。常规麻醉大鼠,背部脱毛 10 cm × 5 cm,平置于 BHW 型电热恒温水箱(北京医疗设备厂)内铝板上,将温度计置于各组大鼠背部与铝合金板之间监控温度变化,以皮肤病理切片为创面判定依据<sup>[1]</sup>。

2. 实验分组:(1)45℃ 组:每隔 30 min 设 1 个时相点,持续至 180 min。(2)50℃ 组:每隔 20 min 设 1 个时相点,持续至 60 min。(3)55℃ 组:每隔 10

min 设 1 个时相点,持续至 60 min。(4)60℃ 组:每隔 2 min 设 1 个时相点,持续至 10 min;之后每隔 5 min 设 1 个时相点,持续至 40 min。(5)65℃ 组:每分钟设 1 个时相点,持续至 5 min 后改为每 5 min 设 1 个时相点,持续至 25 min。

3. 观察指标:(1)用手术方法将温度计置于大鼠试验区皮肤筋膜下,观察接触不同温度和时间时,局部皮下温度的变化。(2)观察各组大鼠创面形成时的临床表现。(3)测量创面皮下组织水肿(水肿皮肤厚度与正常皮肤厚度之差)时的变化切取全层皮肤(常皮下组织),称重后用量杯测量体积计算密度。同时设正常对照组。

4. 统计学处理:数据以  $\bar{x} \pm s$  表示,采用 *t* 检验。

## 结 果

1. 皮肤损伤特点:正常对照组大鼠脱毛后背部皮肤为淡红色,质软,无出血点及水肿;45℃ 组创面初始潮红、中硬,60 min 时呈青灰色、水肿、有零星新

作者单位:450001 郑州市第一人民医院烧伤科

鲜出血点。120 min 时为黑灰色,水肿加重出血点融合成斑,180 min 后水肿减轻;50℃组创面在 30 min 时水肿,可见少许出血点。40 min 时呈青灰色、有血斑,80 min 时皮肤变硬、水肿加重;55℃组 20 min 可见较大出血点,部分区域可见栓塞的血管网,皮肤呈青灰色。50 min 后颜色灰黑水肿加重并逐渐变硬;60℃组 10 min 时创面淤血发暗,中间褐青周围苍白外部色红,可见较大栓塞血管网。30 min 时水肿加重,创面渐呈焦黄色中心凹陷;65℃组 10 min 时即可见创面黑灰中心凹陷变硬,有较大栓塞血管网,20 min 时水肿加重,40 min 后皮肤暗灰触之腐烂。

2. 温度、时间与创面的关系:以病理切片及实验记录为依据,结果见表 1。

表 1 不同温度、时间与烧伤创面的关系

Tab 1 The relationships among temperature, time and wound degree

分组	鼠数	致伤时间 (min)			
		I 度	浅 II 度	深 II 度	III 度
45℃组	10	30	60 ~ 180		
50℃组	10		10	60	80
55℃组	10		10	30	60
60℃组	10			2	8
65℃组	10			1	3

3. 大鼠皮肤密度与温度、时间的关系:正常对照组大鼠全厚皮密度为:(0.7474 ± 0.024) g/cm<sup>3</sup>。45℃组表现为不规则双曲线,其他各组大鼠全厚皮密度表现为三曲线(图 1~3)。

4. 各时相点大鼠皮肤水肿(水肿皮肤厚度与正常皮肤厚度之差)变化情况见表 2。

表 2 持续低热时大鼠皮肤厚度的变化 (mm)

Tab 2 The change of rat skin thickness during constant low heat (mm)

分组	鼠数	时间 (min)	水肿 (mm)	时间 (min)	水肿 (mm)	时间 (min)	水肿 (mm)
45℃组	26	60	1.43	120	6.75	180	3.22
50℃组	18	20	1.62	80	6.06		
55℃组	26	10	1.74	40	4.32	60	2.35
60℃组	46	2	1.20	30	3.13	40	2.50
65℃组	38	1	1.08	25	3.04		

5. 各组大鼠皮下温度的变化:对照组大鼠在麻醉状态下体表温度为 38.3℃,皮下温度为 39℃。其他各组大鼠皮下温度的变化,随时间和温度的改变呈抛物线状(图 4),皮下温度达温差 70% 以前为快速增高期,之后为缓慢增长期。

### 讨 论

低热烘烤是导致深度烧伤的原因之一,近年来时有报道<sup>[2-5]</sup>。有文献指出,造成正常人体皮肤烧

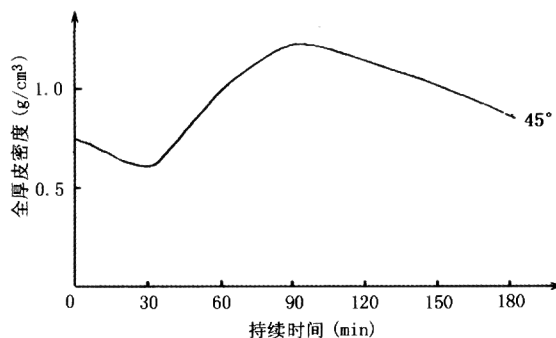


图 1 45℃时大鼠全厚皮密度变化与时间的关系

Fig 1 The relationship between the full thickness skin density and the contacting time at 45℃

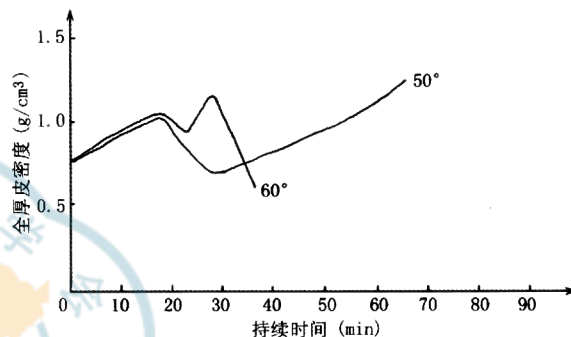


图 2 50℃、60℃时大鼠全厚皮密度变化与时间的关系

Fig 2 The relationship between the full thickness skin density and the contacting time at 50℃ and 60℃

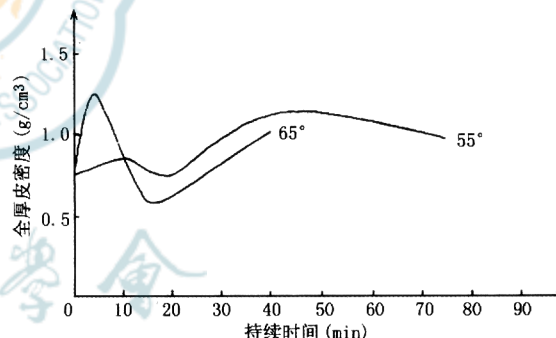


图 3 55℃、65℃作用下全厚皮密度变化与时间的关系

Fig 3 The relationship between the full thickness skin density and the contacting time at 50℃ and 60℃

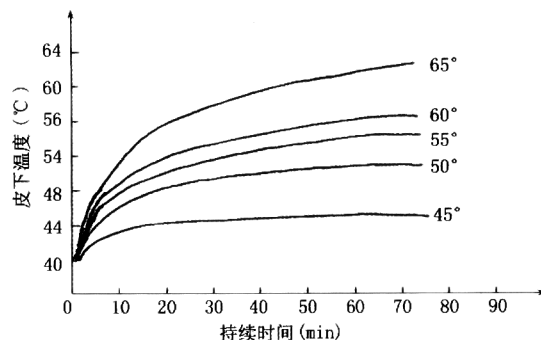


图 4 恒温持续作用时皮下温度与持续时间关系图

Fig 4 The relationship between the subcutaneous temperature and the constant contacting time at fixed temperature

伤的温度阈值是 45℃,认为持续低热导致深度烧伤的机制是热蓄积作用,类似烤红薯、热阻抗效应<sup>[6-7]</sup>。

本实验结果显示,持续低热烘烤大鼠的创面无水泡,皮肤颜色、硬度等随时间推移变化明显。当热源温度较低时,创面以皮下出血点增多及皮下水肿为主。热源温度较高时,以皮下出现栓塞血管网为主。一般而言,全厚皮中脂类含量增多、水分减少而体积无明显缩小(如逐渐炭化)时,密度降低;因水肿增加水、电解质、蛋白质等物质质量而体积变化相对较小时,全厚皮密度增加,其基本变化规律大致呈三曲线状。即 10 min 左右有一小上升峰值,20 min 左右峰值下降,随后又持续上升。温度越高上述现象出现的时间越早,与毛细血管通透性改变、水肿增加的程度呈正相关<sup>[8,9]</sup>。此变化规律有助于临床预测持续低热烧伤的创面深度,同时提示这种病理改变,是热蒸发与实验动物毛细血管通透性增加、渗出、水肿引起的组织体积、重量变化的多重结果。

有文献报道:“温度在 55℃ 时每加热 1 min,皮肤就会丧失 50% 的酶活力,这种损伤的皮肤在组织培养中是不能存活的<sup>[10]</sup>。”由此提示,当皮下温度快速增高达 55℃ 以上并持续 1 min 后,组织变性坏死是导致皮肤全层坏死即深度烧伤的原发因素。

低热烧伤时皮下温度的快速增长,是导致皮肤全层坏死即深度烧伤的重要因素。而热源持续作用时局部血液循环的变化,既可减轻持续热力对组织的直接破坏作用,又可造成局部水肿、充血、血运障碍,引起皮肤组织的原发和继发性坏死。这在持续

低热烧伤早期诊断及早期治疗中应引起充分重视。

本实验中,考虑到各组因热源温度和对皮肤造成损伤的程度不同,因此在设计观察的间隔时间和总时间上没有硬性统一。但皮下埋置温度计,有取材作病理检查等操作,可能会影响实验的精确性。

### 参 考 文 献

- 黎鳌,杨宗城,肖光夏,等. 实验烧伤外科学. 重庆:重庆大学出版社,1997. 55-56.
- 刘明华. 23 例低热烧伤治疗体会. 中华整形烧伤外科杂志, 1995, 11:317.
- 余品仪. 婴幼儿相对低热烫伤的特点及治疗经验. 伤残医学杂志, 1997, 5:61.
- 逯新忠. 16 例低热烧伤治疗的回顾. 吉林医学院学报, 自然科学版. 1996, 16:38.
- Bohnert M. The degree of human bodies in relation to the duration of the fire. Forensic Sci Int. 1998, 95:11-21.
- 盛志勇,郭振荣,主编. 危重烧伤治疗与康复学. 北京:北京科学出版社,2000. 15-17.
- 刘桐林,主编. 实用烧伤学. 北京:科学技术文献出版社,1997. 26.
- 许伟石,主编. 现代烧伤治疗. 北京:北京科学技术出版社,1995. 13.
- 黎鳌,主编. 烧伤治疗学. 第 2 版. 北京:人民卫生出版社,1999. 84.
- 陈意生,史景泉,主编. 烧伤病理学. 重庆:重庆出版社,1993. 6-8.

(收稿日期:2001-03-13)

(本文编辑:王旭)

### · 病例报告 ·

## 复方紫草油在烧伤植皮术后的应用

周玉新 张永恒 王伟勇 王燕群 周英美 陈红

植皮是深度烧伤创面治疗的重要手段。我科在中小面积切(削)痂刃厚植皮术后创面外用复方紫草油,疗效明显,介绍如下。

治疗组、对照组患者各 30 例,年龄 2~50 岁,烧伤面积 1%~50% TBSA, 每组 30 例,平均手术植皮面积 10% TBSA。治疗组:男 20 例,女 10 例。植皮术后第 3 天,患者体温、脉搏正常后停用抗生素,打开术区敷料,100W 烤灯照射 1~2 h(距离约 30 cm)后外涂复方紫草油,每天 3~5 次。对照组:男 22 例,女 8 例。植皮术后采用传统的治疗方法。对比观察两组创面愈合时间、术后 2 周创面细菌学检查阳性率及术后 2 周创面完全愈合率。数据以  $\bar{x} \pm s$  表示,采用  $\chi^2$  检验。

术后 2 周植皮创面细菌学检查显示,治疗组有 7 例阳性,对照组却有 25 例阳性,两组相比差异有显著性意义( $P$

$< 0.05$ );术后 2 周创面愈合时间比较,治疗组植皮创面平均愈合时间为  $(7 \pm 3)$  d,创面完全愈合率为 90.9%。对照组植皮创面平均愈合时间  $(10 \pm 5)$  d,创面完全愈合率 16.7%,两组相比差异有显著性意义( $P < 0.05$ )。

目前,烧伤创面植皮术后的外用药较少,笔者选择复方紫草油,是因为它不仅具有清热解毒、杀菌消毒的功能,而且具有化腐生肌、促进皮片间上皮细胞生长及创面愈合的作用。它既适用于不需植皮处理的浅度烧伤创面,又可用于植皮术后的深度烧伤创面,尤其适用于中小医院和边远地区医院的烧伤治疗。使用方法简单,在烧伤植皮术后 3 d 打开敷料,创面涂以复方紫草油加烤灯照射暴露治疗即可。与对照组相比较,提高了创面愈合时间,相对地节约了换药敷料,不但减少了患者术后换药的痛苦,而且减少了术后抗生素的使用,缩短了患者住院时间,减轻了患者的经济负担。

(收稿日期:2001-06-28)

(本文编辑:张宁)

作者单位:83500 伊宁,解放军第十一医院烧伤科