

一种多功能红外线风暖医用复温装备的设计与应用

王盛标¹ 周骞² 戴新贵¹ 李云峰¹

¹郴州市第一人民医院(集团)重症医学科,湖南郴州 423000; ²湖南省郴州市宜章县中医院重症医学科,湖南郴州 423000

通信作者:王盛标, Email: wangshbiao@163.com

【摘要】 低体温可以对创伤患者机体各系统产生不利影响,明显增加病死率,目前的复温装备均为接触性复温,且存在功能单一、效果不佳等缺点。郴州市第一人民医院医务人员设计了一种多功能红外线风暖医用复温装备,并获得了国家实用新型专利(专利号:ZL 2018 2 1705172.9),该设备通过将红外线发热灯管与风暖装置集一体并可分别独立控制,不仅可以对创面单独进行红外线治疗,并且在低室温时还能使用风暖功能对创面进行保温,亦可以对低体温患者进行单独风暖复温。该装置促进创面愈合的红外线治疗及风暖复温的双重功能确切,操作简便,可控性好,个体化精准治疗,值得转化推广。

【关键词】 低体温; 红外线; 创伤; 主动复温; 被动复温

基金项目: 国家实用新型专利(ZL 2018 2 1705172.9)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20200608-00443

Design and application of a multifunctional infrared wind heating medical rewarming equipment

Wang Shengbiao¹, Zhou Qian², Dai Xingui¹, Li Yunfeng¹

¹Department of Critical Care Medicine, the First People's Hospital of Chenzhou (Group), Chenzhou 423000, Hunan, China; ²Department of Critical Care Medicine, Yizhang County Hospital of Traditional Chinese Medicine, Chenzhou 423000, Hunan, China

Corresponding author: Wang Shengbiao, Email: wangshbiao@163.com

【Abstract】 Hypothermia can have adverse effects on various systems of trauma patients, and significantly increase the mortality. All of the current rewarming equipments are contact rewarming equipment, which have the shortcomings of single function and poor effect. The medical staff of the First People's Hospital of Chenzhou designed a multi-functional infrared heating medical rewarming equipment, and obtained the National Utility Model Patent of China (ZL 2018 2 1705172.9). By integrating the infrared heating lamp tube and the air heating device and controlling them independently, the equipment can not only treat the wound by infrared alone, but also keep the wound warm by using the air heating function at low room temperature. In addition, it can also warm the patients with hypothermia separately. The device's dual functions of promoting wound healing and rewarming by infrared therapy and wind-heating are accurate. It is easy to operate with good controllability, and contributes to individualized precision treatment, which is worthy of transformation and promotion.

【Key words】 Hypothermia; Infrared; Trauma; Active rewarming; Passive rewarming

Fund program: National Utility Model Patent of China (ZL 2018 2 1705172.9)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20200608-00443

低体温可对机体呼吸、心血管、凝血、代谢等方面产生不利影响,尤其创伤患者,低体温严重影响临床治疗效果和患者预后^[1]。严重低体温症的病死率介于12%~18%,低体温的致死性及严重性逐渐受到重视,其与酸中毒、凝血功能障碍统称为“致死性三联征”,可显著增加创伤患者的病死率^[2]。战场战伤救治指南指出,伤员的低体温救治应尽快实施必要的保温、复温措施^[3]。复温方式分为被动复温、主动体外复温和主动体内复温^[4]。目前临床使用的复温装备主要是体外接触性主、被动复温装置,主动复温装置是指通过体表接触向患者输送热量加温,被动复温则是通过体表接触保温防止患者热量丢失^[4]。主动复温装备包括预防低温管理工具包、即用即热加温包、Bair Hugger 升温装备等;被动复温装备则包括羊毛毯、太空毯、Blizzard 毯、裹尸袋和热水袋等;Torossian 等^[5]对这些复温装备的复温效率进行对比,结果表明主动复温装备的保温效果优于被动复温装备。但

是上述复温装备功能单一,仅能用于保温,且均需要与患者体表接触,是院内感染的潜在载体。针对上述缺点,我们设计了一种主动预防低体温的多功能复温装备,即多功能红外线风暖医用复温装备,并获得了国家实用新型专利(专利号:ZL 2018 2 1705172.9),其在预防患者低体温的同时兼顾红外线创伤组织的治疗功能。现将该装备的结构、使用方法和优势介绍如下。

1 设计多功能红外线风暖医用复温装备的重要意义

多功能红外线风暖医用复温装备可以使患者体表不与设备直接接触而达到复温目的,既避免了加温包等设备烫伤患者的不良反应,又减少了院内感染的发生,且其通过加强局部的空气对流进行复温的机制,强化了装备的复温效果以及为患者提供了舒适体验性。出现严重低体温常见于创伤患者,创面的处理也是治疗此类患者的重要方面,该设备红外线的治疗强度可通过控制红外线发热灯管数量和灯管与

患者的体表距离进行精准治疗,适用于不同程度创伤患者创面的理疗。该设备的风暖功能及红外线治疗功能均可通过独立的开关进行控制,使得治疗更加个体化。

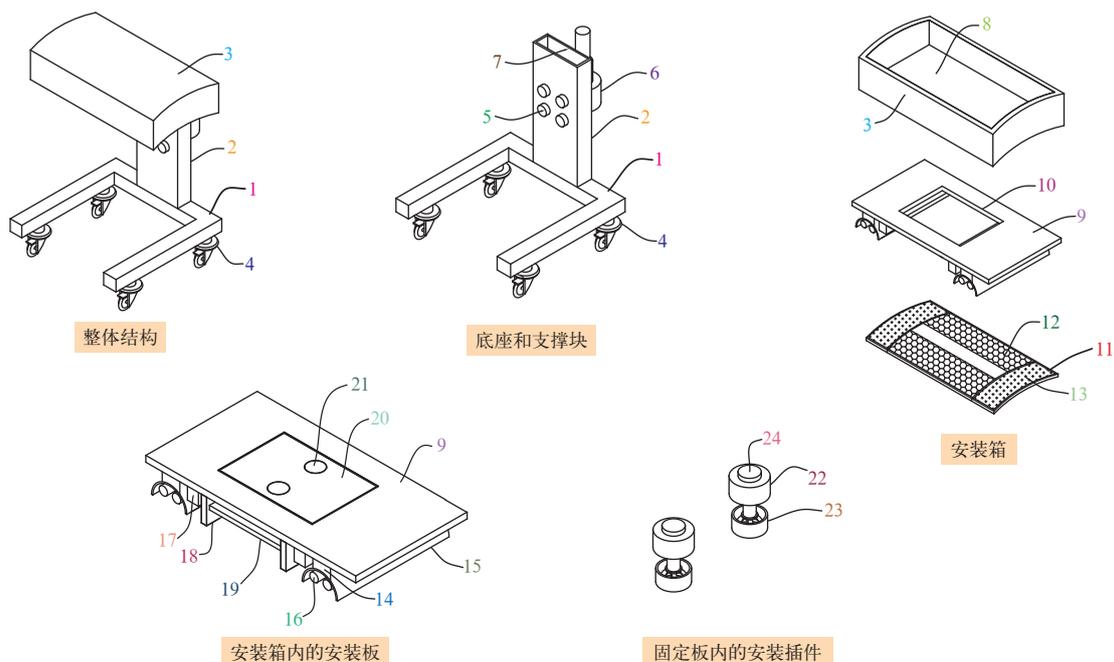
2 多功能红外线风暖医用复温装备的技术方案

图1所示,多功能红外线风暖医用复温装备包括底座(图1-1)、底座上的支撑块(图1-2)及顶部弧形空腔盖板,即为安装箱(图1-3)。

2.1 底座及支撑块:底座的下表面安装有4个呈矩阵式排列的万向轮(图1-4),万向轮上有脚踏式锁死卡,便于设备在病房中推动及固定。底座较重,维持整体重心保证设备不倾倒。连接安装箱与底座相连的支撑块为方形可滑动空腔柱,线路隐藏在支撑块内部。支撑块前侧面上安装有5个呈矩阵式排列的开关(图1-5),包括1个装备总开关,1个ABS控制开关、1个制热板控制开关,2个红外线灯管控制开关。1个红外线灯管控制开关可控制2根红外线灯管,通过控制红外线发热灯管数量来控制红外线治疗功率。支撑块后侧面上安装有液压缸及液压双向开关(图1-6)和滑槽(图1-7)。液压缸开关为双向开关,打开开关,左向伸缩轴伸长,右向伸缩轴缩短,调节支撑块的长度达到设备需要调节的高度,关闭开关即可固定设备高度。设备最低高度为110 cm,即距离病床床面约20 cm;最高可调节到150 cm,距离病床床面约60 cm。

2.2 安装箱:安装箱为中空箱体装置,空腔(图1-8)与外界相通;空腔的侧壁上悬挂安装有安装板(图1-9),安装板中央有一矩形槽(图1-10),安装板下还悬挂安装有作为安全保障装置的底盖(图1-11)。底盖上设有2个相互对称

的通风网罩(图1-12)和两个相互对称的透光罩(图1-13)。安装板的底面两端安装有对称的连接块(图1-14),每个连接块的下表面均安装有弧形反光罩(图1-15),且每个弧形反光罩与相互对应的透光罩位置相对应,便于红外线的穿透;每个弧形反光罩上均安装有2根相互对称的短波红外线灯管(图1-16),所配置灯管单体功率可以根据实际需求进行调换。两个连接块之间设有两个相互对称的第一镇流器(图1-17),第一镇流器可通过侧悬挂方式固定在连接板上或者下悬挂方式固定在安装板的下表面。红外线灯管通过导线与之对应的第一镇流器电性连接,且每个第一镇流器均通过导线与之对应的红外线灯管开关电性连接,方便在红外线灯管接通外界电源后,通过开关控制红外线灯管的工作强度,主要以控制红外线灯管的工作数量实现强度的调整。安装板下表面还悬挂安装有两个相互对称的连接板(图1-18),且两个连接板位于两个第一镇流器内侧;两个连接板之间安装有制热板(图1-19),制热板悬挂在安装板下面,其中心位置上正对安装板矩形槽,制热板通过导线与之对应的制热板开关电性连接。矩形槽的槽壁上安装有固定板(图1-20),固定板比矩形槽稍大,通过螺丝钉与安装板连接在矩形槽上方进行叠瓦式固定并完全覆盖矩形槽,便于拆卸及进行维修;固定板上开有两个相互对称的通孔(图1-21),在每个通孔的孔壁上均安装有伺服电机(图1-22),每个伺服电机的输出轴末端下悬挂安装ABS风轮(图1-23),ABS风轮均位于固定板水平面下方,而制热板则位于两个ABS风轮的正下方;每个伺服电机上端均安装有第二镇流器(图1-24)。



注:1为底座,2为支撑块,3为安装箱,4为万向轮,5为装备总开关、ABS控制开关、制热板控制开关及红外线灯管控制开关,6为液压缸及液压双向开关,7为滑槽,8为空腔,9为安装板,10为矩形槽,11为底盖,12为通风网罩,13为透光罩,14为连接块,15为弧形反光罩,16为短波红外线灯管,17为第一镇流器,18为连接板,19为制热板,20为固定板,21为通孔,22为伺服电机,23为ABS风轮,24为第二镇流器

图1 多功能红外线风暖医用复温装备的结构

3 多功能红外线风暖医用复温装备的使用方法

将多功能红外线风暖医用复温装备推至患者床旁,底座伸入床底,脚踏锁死卡固定设备。然后先接通机电源,再打开液压缸电源,控制伸缩轴开关方向使伸缩轴伸长或者缩短,根据临床医嘱制定的红外线治疗功率,达到治疗部位合适高度(使用红外线进行治疗时,一般要求红外线治疗功率 500 W 以上、要求灯距治疗部位 50 cm 以上,治疗功率 250 ~ 300 W、要求灯距治疗部位 30 ~ 40 cm,治疗功率 200 W 以下、灯距治疗部位 20 cm 左右;该装置拟装配单根红外线灯管治疗功率为 100 ~ 150 W);打开红外线发热灯管开关,通过控制红外线发热灯管工作数量达到控制红外线治疗功率目标。为达到更广范围的功率调整,作为改进,红外线灯管开关也可以装配旋转分档温控开关,由原本只能二选一开 2 根或者 4 根红外线灯管,改进为可以开 1 ~ 4 根灯管。最后打开伺服电机开关,伺服电机驱动 ABS 风轮转动,开始送风。高温季节患者仅需要红外线治疗时,不用打开制热板控制开关,ABS 风轮所送凉风可以使受热部位降温,提高舒适性。在寒冷季节,患者需要红外线治疗时,打开制热板控制开关,ABS 风轮所送暖风可以为敞开治疗部位加温保暖。而对于严重低体温患者,ABS 风轮转动可以将经过制热板加热的暖空气与患者体表的冷空气形成对流,使患者均匀快速复温,同时保持患者创面干燥,可以解决一般医用复温装备功能比较单一、且治疗效果较差的问题。使用该装备无绝对禁忌证,但婴幼儿的使用需要谨慎调整治疗功率及不能脱离监护,以防意外;存在糖尿病外周神经病变、可能存在温度感觉异常的患者使用需要谨慎,以免灼伤。但需注意,较长时间使用容易导致隐性失水增多,应注意补液。

4 讨论

红外线根据波长不同分为远红外线或者长波红外线、中红外线或者中波红外线、近红外线或者短波红外线。红外线具有组织穿透性,波长不同,组织穿透力不同。红外线具有温热效应,在红外线照射下,活体组织温度升高,毛细血管扩张,血流加快,物质代谢增强,组织细胞活性及再生能力提高,增加细胞的吞噬功能,可消除肿胀及促进炎症消散,还可以降低神经系统的兴奋性,促进神经功能恢复等^[6];红外线照射也有减少烧伤创面渗出的作用。基于红外线尤其短波红外线存在如此多的生物学效应,目前红外线治疗装备已经在临床中获得广泛使用并具有不错的效果^[7-8]。

随着社会的进步以及人类社会活动的增多,患者的低体温形式也逐渐增多,围手术期低体温发生率高达 50% ~ 90%^[9]。脓毒症患者发生低体温是影响预后的独立危险因素^[10]。而各种创伤性低体温成为“死亡三联征”中的一环,更是得到了相当程度的重视^[1-4]。在相应的指南及治疗规范中不同程度的强调了早期低体温治疗对于改善预后的价值。

基于目前的复温、保温装备存在功能单一、效果不佳及需要接触患者增加院内感染的缺点,我们设计的多功能红外线风暖医用复温装备将红外线治疗功能与风暖功能有机的

结合在一起,既可以为高体表温度状态下接受红外线治疗患者输送室温风力适当降温,又可以在低体表温度状态下接受红外线治疗患者输送加热暖风保暖,提高患者的舒适性。同时,通过该设置的弧形反光罩将红外线灯管发出的光与热向下反射,可提高光与热的利用率,提高对患者烧伤、褥疮部位进行红外线治疗的疗效。当患者不需要接受红外线治疗时,尤其严重创伤及重大手术后患者处于低体温时,该设备的风暖功能通过输送加热的风力在患者躯体周围形成空气对流并不与设备直接接触,既可以快速温和的提高患者的体温,又不增加院内感染的风险。但目前该专利尚未转化,其效果尚处于理论阶段,未能得到临床研究证实,其实际应用价值有待临床验证。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Kheirbek T, Kochanek AR, Alam HB. Hypothermia in bleeding trauma: a friend or a foe? [J]. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2009, 17: 65. DOI: 10.1186/1757-7241-17-65.
- [2] Perlman R, Callum J, Laflamme C, et al. A recommended early goal-directed management guideline for the prevention of hypothermia-related transfusion, morbidity, and mortality in severely injured trauma patients [J]. *Crit Care*, 2016, 20 (1): 107. DOI: 10.1186/s13054-016-1271-z.
- [3] 黎檀实, 付小兵. 战场战伤救治——从理论到实践 [J]. *解放军医学杂志*, 2015, 40 (12): 943-945. DOI: 10.11855/j.issn.0577-7402.2015.12.01.
- Li TS, Fu XB. Tactical combat casualty care: from theory to practice [J]. *Med J Chin PLA*, 2015, 40 (12): 943-945. DOI: 10.11855/j.issn.0577-7402.2015.12.01.
- [4] Paal P, Gordon L, Strapazon G, et al. Accidental hypothermia—an update: an update: the content of this review is endorsed by the International Commission for Mountain Emergency Medicine (ICAR MEDCOM) [J]. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2016, 24 (1): 111. DOI: 10.1186/s13049-016-0303-7.
- [5] Torossian A, Van Gerven E, Geertsens K, et al. Active perioperative patient warming using a self-warming blanket (BARRIER EasyWarm) is superior to passive thermal insulation: a multinational, multicenter, randomized trial [J]. *J Clin Anesth*, 2016, 34: 547-554. DOI: 10.1016/j.jclinane.2016.06.030.
- [6] 潘跃红, 林映文, 谢力波. 远红外线治疗仪的温度控制 [J]. *医疗装备*, 2018, 31 (16): 33-34. DOI: 10.3969/j.issn.1002-2376.2018.16.021.
- Pan YH, Lin YW, Xie LB. Temperature control of far infrared therapy apparatus [J]. *Med Equip*, 2018, 31 (16): 33-34. DOI: 10.3969/j.issn.1002-2376.2018.16.021.
- [7] 王国军. 重组人表皮生长因子配合红外线治疗仪治疗烧伤创面的疗效观察 [J]. *临床合理用药杂志*, 2013, 6 (24): 85-86. DOI: 10.3969/j.issn.1674-3296.2013.24.072.
- Wang GJ. Clinical effect observation of treating burn wound with Rh-EGF combined infrared equipment [J]. *Chin J of Clinical Rational Drug Use*, 2013, 6 (24): 85-86. DOI: 10.3969/j.issn.1674-3296.2013.24.072.
- [8] 顾忠强, 郭金龙, 张亮, 等. 重组人粒细胞-巨噬细胞集落刺激因子凝胶联合远红外线治疗 II 度烧伤创面的临床研究 [J]. *青岛医药卫生*, 2015, 47 (6): 404-406. DOI: 10.3969/j.issn.1006-5571.2015.06.002.
- Gu ZQ, Guo JL, Zhang L, et al. Clinical research on rhGM-CSF gel combined with far infrared in treating degree II burn wound [J]. *Qingdao Med J*, 2015, 47 (6): 404-406. DOI: 10.3969/j.issn.1006-5571.2015.06.002.
- [9] Moola S, Lockwood C. Effectiveness of strategies for the management and/or prevention of hypothermia within the adult perioperative environment [J]. *Int J Evid Based Healthc*, 2011, 9 (4): 337-345. DOI: 10.1111/j.1744-1609.2011.00227.x.
- [10] 吴丁焯, 董亮, 高嵩, 等. 体温对脓毒性休克患者预后的影响 [J]. *中华危重病急救医学*, 2019, 31 (10): 1219-1223. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.10.008.
- Wu DY, Dong L, Gao S, et al. Effects of body temperature on the prognosis of patients with septic shock [J]. *Chin Crit Care Med*, 2019, 31 (10): 1219-1223. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.10.008.

(收稿日期: 2020-06-08)