

## 手烧伤瘢痕挛缩的预防和治疗研究进展

王康安 伍国胜 孙瑜 夏照帆

**Advances in the research of prevention and treatment of postburn contractures of hand** Wang Kang'an, Wu Guosheng, Sun Yu, Xia Zhaofan. Department of Burn Surgery, Institute of Burns, Changhai Hospital, the Second Military Medical University, Shanghai 200433, China

Corresponding author: Xia Zhaofan, Email: xiazhaofan\_smmu@163.com

**【Abstract】** Scar contracture deformity, which can lead to dysfunction of hand and low quality of life, is one of the common complication after hand burns. The prevention measures of scar contracture after hand burns include large skin grafting, prevention of infection, insistence on wearing pressure gloves, use of silicone sheets, wearing orthosis, accepting proper physical therapy, and early functional exercise. The primary treatments of postburn contractures of the hand are surgery, drugs, laser treatment, and rehabilitation therapy. Excision of scars, release of muscle, joints or bones, and soft tissue transplantation are the core of surgery. Laser treatment has a bright future but still needs to be further studied. Additionally, some novel treatments such as molecular targeted therapy, cell therapy, fat injection, and botulinum toxin injection will play important roles in prevention and treatment of postburn contractures in the future. The purpose of this article is to review the literature concerning postburn contractures of the hand, and summarize the present situation of prevention and treatment of such disease comprehensively.

**【Key words】** Burns; Hand; Cicatrix; Cicatricial contracture; Prevention; Treatment

**Fund program:** Young Talents Training Program of Shanghai Health System (XYQ2013079); Creativity and Innovation Training Program of Undergraduate of the Second Military Medical University (FH2015151)

**【关键词】** 烧伤; 手; 瘢痕; 瘢痕挛缩; 预防; 治疗

**基金项目:**上海市卫生系统优秀人才培养计划(XYQ2013079);第二军医大学本科学员创新实践能力孵化基地项目(FH2015151)

烧伤深度在深Ⅱ度及以上时,往往会留下瘢痕、产生瘢痕挛缩。瘢痕挛缩是一种由纤维无序增生导致的纤维性疾病,常发生在伤及真皮层的烧/创伤之后<sup>[1]</sup>。临床上,瘢痕挛缩畸形是手烧伤后的常见并发症,Hop等<sup>[2]</sup>调查显示,烧伤后10年内由于瘢痕挛缩而行重建手术的第一大部位是手。美国烧伤协会认为手烧伤是一种严重的外伤,应该接受专业

的治疗,以期减少增生性瘢痕和瘢痕挛缩等后遗症<sup>[3]</sup>。瘢痕挛缩会导致手的正常活动受限,而长期瘢痕挛缩易造成深部组织的继发性挛缩畸形,进一步加重肢体的功能障碍。

手烧伤主要发生手背,这是因为手背往往暴露在外侧,增加了受伤的可能性。又因为手背的皮肤比手掌薄,所以手烧伤后瘢痕挛缩同样主要发生手背。手烧伤后瘢痕挛缩主要表现为掌指关节背伸、指间关节屈曲和指蹼畸形。如果既有掌指关节背伸,又有指间关节屈曲,则形成爪形手。手部挛缩也可能涉及到腕部,通常只是皮肤的问题,不影响腕部功能。严重挛缩一般都存在骨畸形,可以用X线片诊断。小儿手烧伤大多是因为抓握热固体或者把整只手浸入热液所致<sup>[4]</sup>,因此常见的手部畸形是拳状手。

### 1 手烧伤瘢痕挛缩的预防

#### 1.1 早期移植大张皮和预防感染

早期切痂、移植大张自体皮为目前防止瘢痕挛缩较佳的方法,无论是局部功能还是外形均可获得较好的效果。特别是合并有全身大面积烧伤的患者,尽可能在伤后4~7d行双手植皮并与全身首次切痂植皮同步进行,如病情特殊,也尽量在伤后10~14d与肢体第2次植皮同步进行<sup>[5]</sup>。如果自体皮源少,可采用自体薄中厚头皮或用亲属头皮加自体薄中厚头皮制成微小皮片混合相间移植修复手部深度创面<sup>[6]</sup>。此外,可以通过合理使用抗生素、加强营养、纠正水与电解质紊乱、维护器官功能、消毒隔离、无菌操作,防止手部创面感染,避免愈合延迟,减少瘢痕生成和日后瘢痕挛缩。

#### 1.2 压力疗法

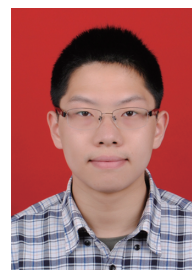
压力疗法所用的材料包括压力手套、弹力绷带等。手烧伤患者最常用的压力疗法是穿戴压力手套。在手术后的第2~3周自然愈合的创面,宜用压力手套<sup>[7]</sup>。压力手套能够通过压力作用和创造相对缺氧环境来减少瘢痕的形成。压力手套每天至少佩戴23h,持续6个月~1年。

#### 1.3 敷贴硅胶

烧伤后1年内,瘢痕处水分蒸发迅速,促进瘢痕增生。可以利用硅胶材料透气而不透水的特性,将其覆盖在瘢痕组织上,来防止瘢痕增生。硅胶胶片的最佳敷贴时机为伤口愈合后2周,在此后半年内一直敷贴效果最佳<sup>[8]</sup>。压力手套常与硅胶材料联合使用,它们的作用是互补的,压力手套防止瘢痕增厚,而硅胶材料则使瘢痕软化<sup>[9]</sup>。

#### 1.4 佩戴矫形器

在手烧伤恢复后期,瘢痕挛缩持续存在,特别是患儿,生长发育更会促进挛缩畸形。佩戴矫形器可对抗组织挛缩、矫正关节畸形。成年患者可以佩戴用低温热塑板制作的静力型或动力型矫形器。由于部分商业化矫形器佩戴操作复杂,



DOI:10.3760/ema.j.issn.1009-2587.2017.01.016

作者单位:200433 上海,第二军医大学长海医院烧伤外科,全军烧伤研究所

通信作者:夏照帆,Email:xiazhaofan\_smmu@163.com

患儿及家长难以接受,可以利用儿童输液用手部固定板、自制分指蹼带、自粘弹力绷带等材料制成简易矫形器,该简易矫形器设计制作简单、实用性强、经济美观,患儿及家长容易接受<sup>[10]</sup>。但矫形器并不适用于化学烧伤或严重电击伤等所致不易修复的创面,以及合并有手指屈曲粘连等复杂伤情的患者<sup>[11]</sup>。

### 1.5 水疗和蜡疗

对于预防手烧伤瘢痕增生,主要的物理治疗方法有水疗与蜡疗。水疗是指手部创面愈合后每日以 40 °C 温水浸泡 1 次或 2 次,每次 15 ~ 20 min,并且配合手部运动,有软化瘢痕的功效<sup>[12]</sup>。蜡疗可以有效减轻炎症、改善疼痛、软化瘢痕,甚至能够加快创面愈合<sup>[13]</sup>;但其也有加速血液循环的功效,增加瘢痕处血供,故存在加重瘢痕增生的风险。

### 1.6 运动训练

早期合理的运动训练可以预防肢体功能障碍。只要患者全身状况允许,一般于伤后或术后 10 d 左右就鼓励患者进行手部轻微活动,逐渐增大关节活动度,协助拇指与各指的对掌、对指、分指、握拳运动,运动时间逐渐延长,运动量逐渐加大<sup>[14]</sup>。训练的频率和时长是每日最少 3 次,每次最少 30 min,坚持 6 个月<sup>[15]</sup>。

## 2 手烧伤瘢痕挛缩的治疗

### 2.1 手术治疗

随着瘢痕成熟,在专业医师的指导下,执行上述预防措施 1 年以后,若仍出现挛缩,则要考虑实施修复手术。持续的功能限制性挛缩是烧伤后瘢痕手术治疗的指征。瘢痕形成 2 年内接受手术者,基本都能恢复手部功能。对于烧伤患儿,由于其对于预防瘢痕的治疗配合度差,烧伤后瘢痕挛缩发展较快,适宜在瘢痕形成 3 ~ 6 个月内进行手术纠正畸形<sup>[16]</sup>。若实施手术时间过早,瘢痕处于充血增殖期,术中出血明显,效果也不一定理想;若实施手术过晚,由于瘢痕畸形严重,还会引起相应的深部组织短缩畸形,如肌腱短缩、关节变形等<sup>[17]</sup>。此类手术种类繁多,核心是切除瘢痕,松解畸形的肌肉、关节和骨骼,再移植皮肤软组织覆盖。

### 2.2 药物治疗

注射类固醇激素是瘢痕挛缩的一线治疗方案<sup>[18]</sup>,其作用机制是影响糖与蛋白质代谢,增加蛋白质分解代谢速度的同时减少蛋白质的合成。同时,类固醇激素还可降低皮肤组织毛细血管的通透性,减缓 Fb 的增殖和炎性细胞的迁移,进而有效减轻患处的炎症,抑制瘢痕增生。有研究表明,手术切除结合注射曲安奈德治疗瘢痕增生效果明显<sup>[19]</sup>。但也有研究显示,注射类固醇激素不能显著降低瘢痕疙瘩的复发率<sup>[20]</sup>。在治疗瘢痕增生方面,通常采用具有活血化痰、软坚散结、通络止痛等功效的中药。复方瘢痕膏的主要成分是五倍子、丹参、川芎、当归等中药材,将复方瘢痕膏涂于患处,并用弹力绷带加压包扎,可以止痛止痒、软化瘢痕<sup>[21]</sup>。

### 2.3 激光治疗

激光治疗具有精度高、创伤小、操作方便等优点。激光治疗是运用激光造成瘢痕可控的有限损伤,刺激机体启动再生修复程序,其主要机制包括去除瘢痕组织、损伤与抑制瘢

痕内的血管组织、抑制纤维组织生成和过度增生、诱导 Fb 凋亡、促进瘢痕内胶原再生与重建<sup>[22]</sup>。有研究表明,二氧化碳点阵激光和 2 940 nm 铒点阵激光都对瘢痕挛缩有治疗效果,且二氧化碳点阵激光疗效更佳<sup>[23]</sup>。但是,利用激光来治疗手烧伤后瘢痕挛缩的文献报道目前还不多。Patel 等<sup>[24]</sup>运用二氧化碳点阵激光治疗 1 例烧伤后手掌瘢痕挛缩患者,3 次治疗后,挛缩未见好转,但是手掌的感觉增强、瘢痕组织的硬度与色素沉着得到改善。Hultman 等<sup>[25]</sup>运用脉冲染料激光与二氧化碳点阵激光治疗 1 例烧伤后手背及指蹼挛缩患者,患者经过 2 次脉冲染料激光、类固醇激素注射、3 次二氧化碳点阵激光、指蹼松解术和全层皮片移植术治疗后,挛缩畸形改善明显。点阵激光的不良反应一般较轻或为一过性,主要为暂时性或持久性红斑、炎症后色素沉着、疼痛、水疱、结痂、感染等,遗留永久性和严重并发症较为少见,偶可出现瘢痕增生<sup>[26]</sup>。

### 2.4 分子靶向治疗

虽然到目前为止,瘢痕增生的机制与原理尚未完全阐明<sup>[27]</sup>,但随着研究的逐步深入,一些治疗瘢痕挛缩的靶点显现出来。还原型辅酶 II 氧化酶可以促进 TGF- $\beta_1$  诱导产生氮氧化物和活性氧,是人皮肤 Fb 的关键调控子<sup>[28]</sup>。Hu 等<sup>[29]</sup>研究表明,腺苷 A2A 受体敲除小鼠的瘢痕增生明显减轻,且其局部羟基脯氨酸水平和 TGF- $\beta$  水平显著降低。整合素连接激酶对 Fb 增殖具有促进作用,并能够在转录和翻译水平上调  $\alpha$  平滑肌肌动蛋白( $\alpha$ -SMA),促进 Fb 向肌 Fb 分化<sup>[30]</sup>。吡咯-咪唑聚酰胺可以抑制 TGF- $\beta_1$  基因转录,从而减轻瘢痕增生<sup>[31]</sup>。由 IL-6 介导的信号传导和转录激活因子 3 通路可以促进 Fb 的 ECM 形成和细胞增殖,阻断该通路可以治疗增生性瘢痕<sup>[32]</sup>。Zhu 等<sup>[33]</sup>的研究表明,微小 RNA-21 通过人第 10 号染色体缺失的磷酸酶/胞内磷脂酰肌醇 3-激酶/蛋白激酶 B 信号通路调控人端粒酶反转录酶的表达,从而控制增生性瘢痕 Fb 增殖。过氧化物酶体增殖物激活受体  $\gamma$ (PPAR- $\gamma$ ) 通过微小 RNA-45 调控 Smad3 蛋白表达,使用 PPAR- $\gamma$  激动剂可抑制 Smad3 蛋白表达,从而减轻增生性瘢痕<sup>[34]</sup>。Ski 蛋白局部表达增多不但可以减轻炎症反应、加快肉芽组织形成、促进创面上皮化,还可以减少瘢痕形成<sup>[35]</sup>。在瘢痕组织中,真核起始因子 6(eIF6)在表皮基底层含量很低,随着瘢痕日益增生,eIF6 在表皮基底层含量逐渐增高<sup>[1]</sup>。Flightless I 蛋白是肌动蛋白重组蛋白中凝溶胶蛋白的一种,Cameron 等<sup>[36]</sup>研究表明,Flightless I 蛋白可促进瘢痕增生,认为用中和抗体降低 Flightless I 蛋白活性可以治疗增生性瘢痕。

### 2.5 康复治疗

手烧伤瘢痕整复手术后的康复治疗方法类似于烧伤后康复治疗,有矫形器固定、运动训练和穿戴压力手套等,在术后 2 ~ 3 周就要实施这些措施。在全层皮片移植术后,一旦皮片成活,就应该立即开展运动训练。

### 2.6 其他治疗方法

包括细胞治疗、脂肪注射、肉毒素注射,未来可能用于治疗手烧伤后瘢痕挛缩。武艳等<sup>[37]</sup>研究表明,骨髓间充质干细胞可通过分泌抗纤维化的生物活性因子抑制增生性瘢痕 Fb 的增殖和胶原产生,为细胞疗法减轻瘢痕增生提供了新

的理论依据。自体脂肪移植目前多应用于矫正凹陷性瘢痕,其方法是先注射生理盐水估计脂肪注射量,再用注射针头往返穿刺以松散瘢痕粘连,然后把自体颗粒脂肪在多层次、多隧道内注射移植<sup>[38]</sup>。A 型肉毒素局部注射不但可以松散瘢痕深层肌肉牵拉、抑制瘢痕内 Fb 的增殖,还可以直接抑制瘢痕收缩相关蛋白(肌球蛋白 II 和  $\alpha$ -SMA)的表达,从而抑制瘢痕挛缩<sup>[39]</sup>。

### 3 问题与展望

综上所述,手烧伤后瘢痕挛缩的临床特点已基本被全面认识,预防和治疗的方法较多。目前临床上常用治疗方法是手术治疗配合药物治疗,但其效果仍然不是很理想。其他治疗方法如激光治疗具有精度高、创伤小、操作方便等优点,分子靶向治疗目标明确、不良反应小。尽管目前激光治疗手烧伤后瘢痕挛缩效果不明显,分子靶向治疗还处于实验室研究阶段,但这两者将是未来手烧伤瘢痕防治研究的重点与热点。随着对瘢痕增生机制的不断探索和临床实践的进一步深入,相信在未来会总结出更系统的、更具有针对性的手烧伤瘢痕预防和治疗策略。

### 参考文献

- [1] Yang QQ, Yang SS, Tan JL, et al. Process of hypertrophic scar formation; expression of eukaryotic initiation factor 6[J]. *Chin Med J (Engl)*, 2015, 128(20): 2787-2791. DOI: 10.4103/0366-6999.167359.
- [2] Hop MJ, Langenberg LC, Hiddingh J, et al. Reconstructive surgery after burns: a 10-year follow-up study[J]. *Burns*, 2014, 40(8): 1544-1551. DOI: 10.1016/j.burns.2014.04.014.
- [3] Kreymerman PA, Andres LA, Lucas HD, et al. Reconstruction of the burned hand[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2011, 127(2): 752-759. DOI: 10.1097/PRS.0b013e3181fed7c1.
- [4] Fufa DT, Chuang SS, Yang JY. Prevention and surgical management of postburn contractures of the hand[J]. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 2014, 7(1): 53-59. DOI: 10.1007/s12178-013-9192-9.
- [5] 刘亦峰, 刘森, 周荣芳, 等. 大面积深度烧伤伴双手深度烧伤的治疗策略[J/CD]. *中华损伤与修复杂志: 电子版*, 2015, 10(1): 27-29. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1673-9450.2015.01.008.
- [6] 刘亦峰, 黄金华, 周荣芳, 等. 微小头皮片混合移植在大面积深度烧伤早期双手植皮美容修复中的应用[J]. *医学美学美容(中旬刊)*, 2013(9): 230-231.
- [7] Monstrey S, Middelkoop E, Vranckx JJ, et al. Updated scar management practical guidelines: non-invasive and invasive measures[J]. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2014, 67(8): 1017-1025. DOI: 10.1016/j.bjps.2014.04.011.
- [8] 耿康. 持续压力治疗对减轻瘢痕增生的效果探讨[J]. *中国医疗美容*, 2014(6): 86-87.
- [9] Li-Tsang CW, Zheng YP, Lau JC. A randomized clinical trial to study the effect of silicone gel dressing and pressure therapy on posttraumatic hypertrophic scars[J]. *J Burn Care Res*, 2010, 31(3): 448-457. DOI: 10.1097/BCR.0b013e3181db52a7.
- [10] 雷芳, 唐有玲, 陈佩, 等. 运动疗法联合自制简易矫形器治疗儿童手部烧伤瘢痕挛缩的疗效观察[J]. *中华烧伤杂志*, 2014, 30(6): 477-481. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2014.06.003.
- [11] 罗皓, 唐有玲, 雷芳, 等. 低温热塑矫形器用于防止烧伤后虎口挛缩的疗效观察[J]. *中国康复*, 2013, 28(5): 347. DOI: 10.3870/zgkf.2013.05.037.
- [12] 给古勒其. 80 例手部烧伤后的疤痕修复[J]. *医药前沿*, 2011, 1(16): 38.
- [13] 乔志恒, 华桂茹. *理疗学[M]*. 2 版. 北京: 华夏出版社, 2013.
- [14] 萨娜. 早期功能锻炼对烧伤患者预后的影响[J]. *内蒙古中医药*, 2014, 33(27): 115-116. DOI: 10.3969/j.issn.1006-0979.2014.27.120.
- [15] 黄秦邨, 陈陆平, 蔡建, 等. 82 例小儿手部烧伤后疤痕挛缩畸形的治疗效果观察[J]. *医学美学美容(中旬刊)*, 2014(9): 687-688.
- [16] 刘晓虹, 孙亚楠, 王瑜慧, 等. 婴幼儿手烧伤后瘢痕畸形早期整形手术经验总结[J/CD]. *中华损伤与修复杂志: 电子版*, 2015, 10(1): 20-23. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1673-9450.2015.01.006.
- [17] 张文现, 耿金钟, 郭甜菊. 小儿手部烧伤后瘢痕挛缩 50 例治疗体会[J]. *航空航天医学杂志*, 2011, 22(12): 1481-1482. DOI: 10.3969/j.issn.2095-1434.2011.12.044.
- [18] Ragoowansi R, Cornes PG, Moss AL, et al. Treatment of keloids by surgical excision and immediate postoperative single-fraction radiotherapy[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2003, 111(6): 1853-1859. DOI: 10.1097/01.PRS.0000056869.31142.DE.
- [19] 郭光东. 手术切除结合注射曲安奈德治疗疤痕增生临床疗效[J]. *中国医疗美容*, 2014(5): 5, 7.
- [20] Patel PA, Bailey JK, Yakuboff KP. Treatment outcomes for keloid scar management in the pediatric burn population[J]. *Burns*, 2012, 38(5): 767-771. DOI: 10.1016/j.burns.2011.11.007.
- [21] 李天宇. 复方疤痕膏治疗烧伤后疤痕 485 例报告[J]. *中成药*, 2005, 27(7): 871. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1528.2005.07.053.
- [22] 蔡景龙. 激光治疗疤痕的新变化[J]. *中国美容整形外科杂志*, 2013, 24(11): 645-647. DOI: 10.3969/j.issn.1673-7040.2013.11.002.
- [23] Choi JE, Oh GN, Kim JY, et al. Ablative fractional laser treatment for hypertrophic scars: comparison between Er:YAG and CO<sub>2</sub> fractional lasers[J]. *J Dermatol Treat*, 2014, 25(4): 299-303. DOI: 10.3109/09546634.2013.782090.
- [24] Patel RB, Bhatia AC, Hsu JT, et al. Improved sensation in a palmar hand burn scar with fractional CO<sub>2</sub> laser treatments[J]. *Lasers Surg Med*, 2013, 45(2): 64-66. DOI: 10.1002/lsm.22085.
- [25] Hultman CS, Friedstat JS, Edkins RE, et al. Laser resurfacing and remodeling of hypertrophic burn scars: the results of a large, prospective, before-after cohort study, with long-term follow-up[J]. *Ann Surg*, 2014, 260(3): 519-529; discussion 529-532. DOI: 10.1097/SLA.0000000000000893.
- [26] 杨少蝶, 叶庭路, 马刚. 点阵激光在瘢痕防治中的应用进展[J]. *国际皮肤性病杂志*, 2016, 42(1): 40-42. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4173.2016.01.012.
- [27] Candy LH, Cecilia LT, Ping ZY. Effect of different pressure magnitudes on hypertrophic scar in a Chinese population[J]. *Burns*, 2010, 36(8): 1234-1241. DOI: 10.1016/j.burns.2010.05.008.
- [28] Zhang GY, Wu LC, Dai T, et al. NADPH oxidase-2 is a key regulator of human dermal fibroblasts: a potential therapeutic strategy for the treatment of skin fibrosis[J]. *Exp Dermatol*, 2014, 23(9): 639-644. DOI: 10.1111/exd.12479.
- [29] Hu X, Ran H, Dechang W, et al. Absence of the adenosine A (2A) receptor attenuates hypertrophic scarring in mice[J]. *J Burn Care Res*, 2013, 34(3): e161-167. DOI: 10.1097/BCR.0b013e3182644e55.
- [30] 林伟华, 李叶扬, 米兰, 等. 整合素连接激酶对瘢痕成纤维

- 细胞增殖和分化的影响[J]. 中华整形外科杂志, 2014, 30(1):45-49. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-4598.2014.01.012.
- [31] Igarashi J, Fukuda N, Inoue T, et al. Preclinical study of novel gene silencer pyrrole-imidazole polyamide targeting human TGF- $\beta$ 1 promoter for hypertrophic scars in a common marmoset primate model[J]. PLoS One, 2015, 10(5): e0125295. DOI: 10.1371/journal.pone.0125295.
- [32] Ray S, Ju X, Sun H, et al. The IL-6 trans-signaling-STAT3 pathway mediates ECM and cellular proliferation in fibroblasts from hypertrophic scar[J]. J Invest Dermatol, 2013, 133(5): 1212-1220. DOI: 10.1038/jid.2012.499.
- [33] Zhu HY, Li C, Bai WD, et al. MicroRNA-21 regulates hTERT via PTEN in hypertrophic scar fibroblasts[J]. PLoS One, 2014, 9(5): e97114. DOI: 10.1371/journal.pone.0097114.
- [34] Zhu HY, Li C, Zheng Z, et al. Peroxisome proliferator-activated receptor- $\gamma$  (PPAR- $\gamma$ ) agonist inhibits collagen synthesis in human hypertrophic scar fibroblasts by targeting Smad3 via miR-145[J]. Biochem Biophys Res Commun, 2015, 459(1): 49-53. DOI: 10.1016/j.bbrc.2015.02.061.
- [35] Li P, Liu P, Xiong RP, et al. Ski, a modulator of wound healing and scar formation in the rat skin and rabbit ear[J]. J Pathol, 2011, 223(5): 659-671. DOI: 10.1002/path.2831.
- [36] Cameron AM, Turner CT, Adams DH, et al. Flightless I is a key regulator of the fibroproliferative process in hypertrophic scarring and a target for a novel anticarring therapy[J]. Br J Dermatol, 2016, 174(4):786-794. DOI: 10.1111/bjd.14263.
- [37] 武艳, 张春雷, 刘阳, 等. 骨髓间充质干细胞条件培养液对瘢痕成纤维细胞生物活性的影响[J]. 中国组织工程研究, 2014, 18(7):1009-1014. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.2014.07.005.
- [38] 刘毅, 刘萍, 肖斌, 等. 自体脂肪移植矫正凹陷性瘢痕的技巧[J]. 中国美容整形外科杂志, 2014, 25(12):721-723. DOI:10.3969/j.issn.1673-7040.2014.12.007.
- [39] 颜彤彤, 陈敏亮, 马奎, 等. A 型肉毒毒素治疗挛缩性瘢痕[J]. 中华医学美容杂志, 2013(3):196-199. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0290.2013.03.012.

(收稿日期:2015-11-26)

(本文编辑:程林)

**本文引用格式**

王康安, 伍国胜, 孙瑜, 等. 手烧伤瘢痕挛缩的预防和治疗研究进展[J]. 中华烧伤杂志, 2017, 33(1):58-61. DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2017.01.016.

Wang KA, Wu GS, Sun Y, et al. Advances in the research of prevention and treatment of postburn contractures of hand[J]. Chin J Burns, 2017, 33(1):58-61. DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2017.01.016.

## 烧伤疼痛研究进展

杨成兰 魏在荣

**Advances in the research of burn pain** Yang Chenglan, Wei Zairong. Department of Burns and Plastic Surgery, the Affiliated Hospital of Zunyi Medical College, Zunyi563003, China  
Corresponding author: Wei Zairong, Email: zairongwei@sina.com

**【Abstract】** Burn pain starts immediately after burn and may last through the whole course of treatment, and it even may accompany patients with deep burn in the phase of scar formation. Burn pain makes patients anxious for a long period of time, thus seriously lowers life quality of them. In recent years, researchers at home and abroad have had new understanding for ideas of treating burn pain, and reports about the treatment of burn pain have been growing. At present, attention to and knowledge about burn pain are far from enough in clinic. There is a long way to go for further improving the treatment level of burn pain and changing ideas about treating it. This article reviews the clarification, the mechanism, the method of assessment, and therapy of burn pain.

**【Key words】** Burns; Pain; Therapy

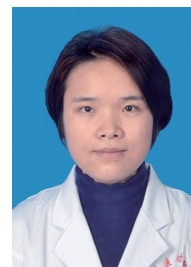
**Fund program**: National Natural Science Foundation of China (81360295); National Clinical Key Specialty Construction Project of China (No. 2013544); Special Foundation for Outstanding Scientific and Technological Young Talents of Guizhou Province of China (No. 201312)

DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2017.01.017

作者单位:563003 贵州省遵义医学院附属医院烧伤整形外科  
通信作者:魏在荣,Email:zairongwei@sina.com

**【关键词】** 烧伤; 疼痛;  
治疗

**基金项目**:国家自然科学基金(81360295);国家临床重点专科建设项目(国卫办医函[2013]544号);贵州省优秀青年科技人才培养对象专项资金(黔科合人字[2013]12号)



烧伤疼痛始于烧伤即刻并可能持续存在于整个治疗过程中,烧伤疼痛使患者长期处于焦虑状态,严重降低了患者的生活质量。烧伤后不同时期,疼痛发生机制不同,其临床表现及治疗方法也不同。近年来,国内外学者对烧伤救治理念有了新的认识,关于烧伤疼痛治疗的报道也在不断增加。但目前临床对烧伤疼痛的重视和认识还不够,进一步提高烧伤疼痛救治水平,改变烧伤疼痛救治观念仍然任重道远。本文就烧伤疼痛分类与产生机制、程度评估与治疗等进行综述。

### 1 烧伤疼痛分类与产生机制

#### 1.1 分类

目前,国内外一致将烧伤疼痛分为以下几类。(1)烧伤急性疼痛,伤后即刻出现,程度剧烈。此类疼痛剧烈程度与烧伤深度等有关,如浅Ⅱ度烧伤急性疼痛较为剧烈,较深Ⅱ度及Ⅲ度烧伤重。(2)烧伤背景性疼痛,又称静息痛,是患者在休息时能持续感受到的疼痛,程度较其他类型的烧伤疼痛轻。(3)烧伤操作性疼痛,于创面换药及护理等操作过程中出现,一般为中重度疼痛,持续时间短。(4)烧伤术后疼

痛,即术后术区的疼痛,该类疼痛较为剧烈。(5)烧伤暴发性疼痛,是指突然发生的剧烈、短暂的疼痛,对创面进行处理过程中和休息时均可发生,可能与机体处于疼痛敏感状态有关。(6)其他,瘢痕增生期的瘙痒、刺痛等不适感受常被归为其他类<sup>[1-2]</sup>。

## 1.2 产生机制

烧伤疼痛的产生与机体神经和体液调节有关,是机体一系列生理病理变化的结果。疼痛的剧烈程度与烧伤深度有关,一般来说,浅Ⅱ度烧伤表现为痛觉过敏;而因末梢神经部分或完全毁坏,深Ⅱ度烧伤痛觉较为迟钝,到Ⅲ度烧伤可表现为痛觉消失<sup>[3]</sup>。也有文献报道,对于深度烧伤患者,虽然创面区域末梢神经完全毁损,但大量炎症介质释放刺激创周末梢神经也会产生较严重的疼痛<sup>[4]</sup>。现代学说认为,烧伤早期疼痛主要包括机械性疼痛和炎性疼痛,其中机械性疼痛是由烧伤直接导致创面末梢神经暴露、损伤产生,而炎性疼痛由烧伤后释放的大量化学介质刺激创面和创周末梢神经引发<sup>[5]</sup>。如果早期疼痛得不到有效处理,最终可导致迟发性神经疼痛。迟发性神经疼痛主要由创面区域内末梢神经结构异常和创周末梢神经功能失调所引起。迟发性神经疼痛产生的主要机制为:一方面随着创面的愈合,瘢痕内神经再生出现异常,形成缺陷神经如神经瘤,导致冲动传导异常而产生疼痛。另一方面,周围正常组织内处于敏化状态的末梢神经受到持续不断的刺激,最终导致功能失调,引发异常放电而产生疼痛<sup>[6]</sup>。

烧伤后变性坏死组织产生大量 ATP 和神经递质,这些化学物质通过激活电压门控钠、钙离子通道从而持续激活痛觉感受器。同时,受损部位的炎性细胞被激活释放多种炎症介质,如肥大细胞脱颗粒释放 P 物质、降钙素基因相关肽、组胺、缓激肽、前列腺素等痛觉感受介质,这些化学介质通过不断刺激传入神经纤维 A、C,传导冲动至脊髓背角的中枢神经系统,而使末梢神经痛觉过敏。这种外周敏化诱发的局部疼痛和痛觉过敏,在局部炎症消除和组织愈合后是可逆的。持续不断的疼痛冲动通过传入神经纤维 A、C 传导到脊髓背角,上行至丘脑,到达大脑皮质痛觉感受区,形成一个潜在中枢神经系统内的不可逆过程,导致中枢敏化。中枢敏化可使周围正常感觉神经元增多,产生自发放电或降低疼痛阈值,从而导致自发性疼痛<sup>[7-9]</sup>。

## 2 烧伤疼痛程度评估

### 2.1 成年烧伤患者的疼痛评估法

**2.1.1 自我评估法** 烧伤较轻,有表达能力的成年烧伤患者,通常使用自我评估法评估疼痛,经典的有以下几种。(1)数字评分法(NRS),临床应用最为广泛。NRS 具有较高信度与效度,易于记录,适用于文化程度相对较高的患者。(2)视觉模拟评分法,该方法简单易行,可信度相对较高,较少受语言的限制。评价前需向患者耐心讲解评估方法,不适用于理解力欠佳的患者。(3)口述评分法,该方法易理解,但易受患者性别、年龄、文化程度等差异的影响,精确度不高<sup>[10-12]</sup>。其他成年烧伤患者疼痛的自我评估法还包括简化麦吉疼痛问卷、Wong-Baker 面部表情量表<sup>[13]</sup>。

**2.1.2 非自我疼痛评估法** 烧伤危重成年患者的疼痛

评估,常用非自我评估性的行为评估法,其中最常用的是疼痛行为评分量表(BPS)。BPS 主要应用于无交流能力的重症插管患者,内容包括面部表情、上肢运动、机械通气适应度。该评分工具的局限性在于评分量表中部分描述词,如“部分紧张”等的词义界限不明确<sup>[14-15]</sup>。其他常见的成年烧伤患者疼痛的非自我评估法还有重症监护疼痛观察工具、成人非语言疼痛评估量表。

### 2.2 烧伤患儿的疼痛评估法

舒适评估量表常用于烧伤 ICU 患儿疼痛评估,通过观察患儿肌肉张力、面部紧张程度等反映患儿舒适程度的指标来判断疼痛程度<sup>[16]</sup>。FLACC 疼痛评估量表包括表情、肢体动作、行为、哭闹、可安慰性 5 项评估指标,该评估法易于操作,临床上广泛应用于 3 岁以下儿童术后疼痛评估<sup>[17]</sup>。

## 3 烧伤疼痛的治疗

对于有主观镇痛需求或评估结果为中度及中度以上的烧伤患者,都应该给予积极、有效的镇痛处理。烧伤疼痛治疗包括药物治疗和非药物治疗。

### 3.1 药物治疗

镇痛药按其药理学特点可分为阿片类镇痛药、非甾体类镇痛药、抗焦虑药及其他,所选镇痛药的类型取决于患者的疼痛程度、预期镇痛持续时间及给药途径等<sup>[18-19]</sup>。

阿片类镇痛药是临床上最常用、镇痛作用最强的止痛药,常用的有吗啡、哌替啶、芬太尼、丁丙诺啡等。其镇痛机制是通过激动中枢和外周神经系统“ $\mu$ 、 $\kappa$ 、 $\delta$ ”阿片受体,激活内源性镇痛系统,从而发挥镇痛作用。阿片类镇痛药常用于治疗较为剧烈的疼痛。研究表明,在烧伤早期即大剂量使用吗啡镇痛,不仅能有效减轻急性疼痛,还可降低患者发生创伤后应激障碍综合征的风险<sup>[20]</sup>。研究显示,阿片类镇痛药在烧伤疼痛治疗的应用中,不会因药物剂量的增加而出现药物依赖现象<sup>[21]</sup>。

非甾体类镇痛药作用时间短,常用于局部换药或对创面刺激较小的操作,镇痛强度比阿片类镇痛药弱。非甾体类镇痛药主要通过减少前列腺素等致痛、致炎因子的合成而减轻疼痛。其代表药有阿司匹林、氯诺昔康等,阿司匹林常用于背景性疼痛等程度较轻疼痛的治疗,氯诺昔康常用于烧伤术后镇痛。

抗焦虑药一般不单独用于烧伤疼痛的治疗,常与阿片类镇痛药联合使用。在对患者创面进行换药等非手术室内操作前半小时给药能有效降低患者焦虑程度。抗焦虑类药物如氟哌啶醇、喹硫平对治疗烧伤疼痛伴有焦虑、烦躁表现的患者有较好疗效<sup>[22-23]</sup>。

其他临床上常用的镇痛药包括右美托咪定、氯胺酮等。有研究表明,右美托咪定具有镇静、镇痛、抗焦虑作用,因其对呼吸的抑制作用较弱,可用于烧伤患儿疼痛的处理<sup>[24]</sup>。有学者指出,在对烧伤患儿进行换药时,联合运用氯胺酮与右美托咪定镇痛更安全可靠<sup>[25]</sup>。

### 3.2 非药物治疗

非药物治疗作为辅助治疗,在治疗烧伤患者疼痛、焦虑方面疗效显著,其安全性远高于药物治疗<sup>[26]</sup>。非药物治疗方法包括心理疗法、物理疗法及其他。

心理疗法包括催眠镇痛法、转移注意力法、认知行为疗法(CBT)、虚拟现实疗法等。研究表明,催眠镇痛法在减轻患者的操作性疼痛与焦虑方面效果明显,适合于烧伤疼痛程度剧烈,存在意志力降低、过度焦虑等心理改变的患者<sup>[26]</sup>,也可用于对患者创面处理等疼痛刺激前的催眠<sup>[27]</sup>。转移注意力法常应用于儿童,其方式多样,如交谈、听音乐、玩电子游戏等,镇痛效果存在个体差异<sup>[28-29]</sup>。虚拟现实疗法与转移注意力法的原理相同,但却是通过小型播放装置播放模拟二维或三维视频,使患者沉浸在虚拟的场景中而减少对疼痛的关注度,达到疼痛控制的目的。在没有专业设备的情况下,也可以改用播放电影电视剧等<sup>[30]</sup>。CBT 是通过改变患者的想法和行为而改善疼痛和焦虑,具有较好疗效。治疗师通过给患者讲解疼痛的原理、消除疼痛的方法等,帮助患者树立战胜疾病的信心,改变患者对疼痛的认识<sup>[31-32]</sup>,从而减轻疼痛。

疼痛治疗的物理方法包括冷疗、电疗(经皮的神经电刺激疗法、低中频电疗法、电针疗法等)<sup>[33]</sup>、光疗(紫外线局部疗法、红外偏振光疗法、激光疗法)、超声波疗法、热疗、按摩疗法等<sup>[2,34]</sup>。

#### 4 不同类型烧伤疼痛的治疗

##### 4.1 急性疼痛的治疗

医务人员在烧伤患者的急性疼痛程度进行正式评估前,需根据患者及患者创面的特点,快速评估患者气道、呼吸和循环,并进行简单的应急处理。轻度烧伤患者伤后可立即使用冷疗法<sup>[3]</sup>。医师接管患者后,立即使用止痛药对其镇痛,可静脉注射阿片类镇痛药,甚至联合用药。(1)缓慢静脉注射吗啡 10 mg 或舒芬太尼 3 μg 或芬太尼 10 μg/kg。(2)缓慢静脉注射杜氟合剂(盐酸哌替啶 100 mg 或 50 mg + 异丙嗪 50 mg 或 25 mg)或杜氟合剂(盐酸哌替啶 100 mg 或 50 mg + 氟哌利多 2 mg 或 4 mg)<sup>[2]</sup>。若上述方案止痛效果欠佳,可交叉使用作用机制不同的药物,如阿片类药物联合苯二氮卓类等。用药过程中注意观察患者呼吸情况,警惕呼吸抑制,若出现呼吸抑制,应立即停药并采取相应措施保持呼吸通畅。

##### 4.2 背景性疼痛的治疗

背景性疼痛程度较轻者可口服短效制剂羟考酮、氢吗啡酮、可待因等,或长效制剂吗啡缓释片、氢吗啡酮缓释片、羟考酮缓释片、美沙酮等;疼痛剧烈者需肌内注射、静脉注射或通过自控镇痛设备持续静脉泵入给药<sup>[35]</sup>。如持续静脉泵入舒芬太尼 100 μg + 氟比洛芬酯 100 mg(生理盐水稀释至 100 mL),设定负荷剂量 5 mL,维持剂量 2 mL/h,单次剂量 0.5 mL,锁定时间 10 min。

##### 4.3 操作性疼痛的药物疗法

对于面积较小、操作时间短的换药,可于操作前口服阿片类药物或行局部麻醉。有研究表明,吸入氧化亚氮对于操作性疼痛也有一定的效果<sup>[35]</sup>。用自控镇痛设备持续静脉泵入药物镇痛的患者,可于操作前加大输入剂量。若患者换药面积大、操作时间长,可送手术室行麻醉镇痛。操作性疼痛常常还伴有焦虑等一系列心理障碍,可联合应用苯二氮卓类、丙泊酚、氯胺酮抗焦虑,必要时需心理医师介入。

##### 4.4 术后疼痛、暴发性疼痛及其他疼痛的治疗

烧伤术后疼痛常使用自控镇痛设备持续静脉泵入药物镇痛,如芬太尼 0.6 ~ 0.8 mg + 氟哌利多 5 mg 加入生理盐水稀释至 100 mL,维持剂量 2 mL/h。烧伤暴发性疼痛的处理可参照急性疼痛的治疗方法,必要时需结合疼痛专科医师的治疗意见。瘢痕增生期的瘙痒、刺痛等其他烧伤疼痛常用按摩等物理疗法治疗。

研究显示,依据世界卫生组织三阶梯止痛原则制订的烧伤背景性疼痛及操作性疼痛诊疗规范在临床上具有实用价值<sup>[36]</sup>。具体流程为:每天早上 9 点、下午 6 点用 NRS 对患者背景性疼痛进行评估,对换药等操作性疼痛则在操作后立即评估,根据疼痛评分结果调整镇痛药物剂量及镇痛方法。镇痛方案在对患者进行个体化评估的基础上,应遵循世界卫生组织三阶梯止痛原则。用药种类应根据患者烧伤疼痛的严重程度来选择,从非阿片类药物(对乙酰氨基酚)开始,到作用较弱的阿片类药物(可待因),再到作用强的阿片类药物(吗啡)<sup>[37]</sup>。同时需注重非药物治疗的作用,可根据患者具体情况,在药物治疗的基础上辅以非药物治疗,以达到更加满意的效果;对于疼痛程度较轻的镇痛,有时仅使用非药物疗法也能达到镇痛目的。

#### 5 小结

近年来,烧伤疼痛的治疗虽已取得较大进步,但仍面临很多问题。临床上,医务人员对烧伤疼痛的治疗意识不强,尚缺乏统一、规范的诊疗指南;基础研究方面,关于烧伤疼痛产生的机制以及药物与非药物治疗之间的关系尚不明确,需要进一步探讨,以便为临床烧伤疼痛的治疗提供更多参考。

#### 参考文献

- [1] Esfahlan AJ, Lotfi M, Zamanzadeh V, et al. Burn pain and patients' responses [J]. Burns, 2010, 36(7):1129-1133. DOI: 10.1016/j.burns.2010.02.007.
- [2] 《中华烧伤杂志》编辑委员会. 成人烧伤疼痛管理指南(2013版)[J]. 中华烧伤杂志, 2013, 29(3):225-231. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2013.03.002.
- [3] Gamst-Jensen H, Vedel PN, Lindberg-Larsen VO, et al. Acute pain management in burn patients: appraisal and thematic analysis of four clinical guidelines [J]. Burns, 2014, 40(8):1463-1469. DOI: 10.1016/j.burns.2014.08.020.
- [4] Singer AJ, Beto L, Singer DD, et al. Association between burn characteristics and pain severity[J]. Am J Emerg Med, 2015, 33(9):1229-1231. DOI:10.1016/j.ajem.2015.05.043.
- [5] Johnson Q, Borsheski RR, Reeves-Viets JL. Pain management mini-series. Part I. A review of management of acute pain [J]. Mo Med, 2013, 110(1):74-79.
- [6] Girtler R, Gustorff B. Pain management of burn injuries [J]. Anaesthetist, 2011, 60(3):243-250. DOI: 10.1007/s00101-010-1835-2.
- [7] Rau KK, Spears RC, Petruska JC. The prickly, stressful business of burn pain [J]. Exp Neurol, 2014, 261:752-756. DOI: 10.1016/j.expneurol.2014.08.023.
- [8] de Castro RJ, Leal PC, Sakata RK. Pain management in burn patients [J]. Braz J Anesthesiol, 2013, 63(1):149-153. DOI: 10.1016/j.bjane.2012.02.003.
- [9] Richardson P, Mustard L. The management of pain in the burns unit [J]. Burns, 2009, 35(7):921-936. DOI: 10.1016/j.burns.

- 2009.03.003.
- [10] Ferreira-Valente MA, Pais-Ribeiro JL, Jensen MP. Validity of four pain intensity rating scales[J]. *Pain*, 2011, 152(10):2399-2404. DOI: 10.1016/j.pain.2011.07.005.
- [11] Hjemstad MJ, Fayers PM, Haugen DF, et al. Studies comparing Numerical Rating Scales, Verbal Rating Scales, and Visual Analogue Scales for assessment of pain intensity in adults: a systematic literature review[J]. *J Pain Symptom Manage*, 2011, 41(6):1073-1093. DOI: 10.1016/j.jpainsymman.2010.08.016.
- [12] Mahar PD, Wasiak J, O'Loughlin CJ, et al. Frequency and use of pain assessment tools implemented in randomized controlled trials in the adult burns population: a systematic review[J]. *Burns*, 2012, 38(2):147-154. DOI:10.1016/j.burns.2011.09.015.
- [13] Savino F, Vagliano L, Ceratto S, et al. Pain assessment in children undergoing venipuncture: the Wong-Baker faces scale versus skin conductance fluctuations[J]. *PeerJ*, 2013, 1:e37. DOI:10.7717/peerj.37.
- [14] Rijkenberg S, Stilma W, Endeman H, et al. Pain measurement in mechanically ventilated critically ill patients: Behavioral Pain Scale versus Critical-Care Pain Observation Tool[J]. *J Crit Care*, 2015, 30(1):167-172. DOI: 10.1016/j.jcrc.2014.09.007.
- [15] Chanques G, Pohlman A, Kress JP, et al. Psychometric comparison of three behavioural scales for the assessment of pain in critically ill patients unable to self-report[J]. *Crit Care*, 2014, 18(5):R160. DOI:10.1186/cc14000.
- [16] Valkenburg AJ, Boerlage AA, Ista E, et al. The COMFORT-behavior scale is useful to assess pain and distress in 0-to 3-year-old children with Down syndrome[J]. *Pain*, 2011, 152(9):2059-2064. DOI:10.1016/j.pain.2011.05.001.
- [17] 宋涛, 刘海梅, 朱冰梅. 慢性疼痛的药物治疗[J]. *疼痛*, 2001, 9(1):30-39, 29.
- [18] 谢进, 韩晋, 王伊文, 等. 创伤患者疼痛的药物治疗[J]. *中国医药指南*, 2010, 8(11):42-43. DOI:10.3969/j.issn.1671-8194.2010.11.021.
- [19] Babl FE, Crellin D, Cheng J, et al. The use of the faces, legs, activity, cry and consolability scale to assess procedural pain and distress in young children[J]. *Pediatr Emerg Care*, 2012, 28(12):1281-1296. DOI:10.1097/PEC.0b013e3182767d66.
- [20] Ostrowski SA, Delahanty DL. Prospects for the pharmacological prevention of post-traumatic stress in vulnerable individuals[J]. *CNS Drugs*, 2014, 28(3):195-203. DOI:10.1007/s40263-014-0145-7.
- [21] De Andres J, Fabregat-Cid G, Asensio-Samper JM, et al. Management of acute pain in patients on treatment with opioids[J]. *Pain Manag*, 2015, 5(3):167-173. DOI:10.2217/pmt.15.13.
- [22] Wang HR, Woo YS, Bahk WM. Atypical antipsychotics in the treatment of posttraumatic stress disorder[J]. *Clin Neuropharmacol*, 2013, 36(6):216-222. DOI:10.1097/WNF.0b013e3182aa365f.
- [23] Vulink NC, Figeo M, Denys D. Review of atypical antipsychotics in anxiety[J]. *Eur Neuropsychopharmacol*, 2011, 21(6):429-449. DOI:10.1016/j.euroneuro.2010.12.007.
- [24] Lin H, Faraklas I, Sampson C, et al. Use of dexmedetomidine for sedation in critically ill mechanically ventilated pediatric burn patients[J]. *J Burn Care Res*, 2011, 32(1):98-103. DOI:10.1097/BCR.0b013e31820332d.
- [25] Canpolat DG, Esmoğlu A, Tosun Z, et al. Ketamine-propofol vs ketamine-dexmedetomidine combinations in pediatric patients undergoing burn dressing changes[J]. *J Burn Care Res*, 2012, 33(6):718-722. DOI:10.1097/BCR.0b013e3182504316.
- [26] Lynn SJ, Malakataris A, Condon L, et al. Post-traumatic stress disorder: cognitive hypnotherapy, mindfulness, and acceptance-based treatment approaches[J]. *Am J Clin Hypn*, 2012, 54(4):311-330. DOI:10.1080/00029157.2011.645913.
- [27] Bertholet O, Davadant M, Cromec I, et al. Hypnosis integrated in burn care: impact on the healthcare team's stress[J]. *Rev Med Suisse*, 2013, 9(397):1646-1649.
- [28] Brown NJ, Kimble RM, Rodger S, et al. Play and heal: randomized controlled trial of Ditto™ intervention efficacy on improving re-epithelialization in pediatric burns[J]. *Burns*, 2014, 40(2):204-213. DOI:10.1016/j.burns.2013.11.024.
- [29] Cerne D, Sannino L, Petean M. A randomised controlled trial examining the effectiveness of cartoons as a distraction technique[J]. *Nurs Child Young People*, 2015, 27(3):28-33. DOI:10.7748/ncyp.27.3.28.e534.
- [30] Gélinais C, Arbour C, Michaud C, et al. Patients and ICU nurses' perspectives of non-pharmacological interventions for pain management[J]. *Nurs Crit Care*, 2013, 18(6):307-318. DOI: 10.1111/j.1478-5153.2012.00531.x.
- [31] Wiechman Askay S, Patterson DR, Sharar SR, et al. Pain management in patients with burn injuries[J]. *Int Rev Psychiatry*, 2009, 21(6):522-530. DOI:10.3109/09540260903343844.
- [32] Hoffman HG, Chambers GT, Meyer WJ 3rd, et al. Virtual reality as an adjunctive non-pharmacologic analgesic for acute burn pain during medical procedures[J]. *Ann Behav Med*, 2011, 41(2):183-191. DOI:10.1007/s12160-010-9248-7.
- [33] Sari Z, Polat MG, Özgül B, et al. The application of matrix rhythm therapy as a new clinical modality in burn physiotherapy programmes[J]. *Burns*, 2014, 40(5):909-914. DOI: 10.1016/j.burns.2013.11.009.
- [34] Ardabili FM, Purhajari S, Najafi Ghezleh T, et al. The effect of shiatsu massage on pain reduction in burn patients[J]. *World J Plast Surg*, 2014, 3(2):115-118.
- [35] 李玉香, 唐洪泰, 周万芳, 等. 稀释氧化亚氮吸入在烧伤患者创面换药中及换药后的镇痛镇静研究[J]. *中华烧伤杂志*, 2013, 29(6):537-540. DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2013.06.011.
- [36] Retrouvey H, Shahrokhi S. Pain and the thermally injured patient—a review of current therapies[J]. *J Burn Care Res*, 2015, 36(2):315-323. DOI:10.1097/BCR.000000000000073.
- [37] Yang HT, Hur G, Kwak IS, et al. Improvement of burn pain management through routine pain monitoring and pain management protocol[J]. *Burns*, 2013, 39(4):619-624. DOI: 10.1016/j.burns.2012.10.025.

(收稿日期:2015-12-14)

(本文编辑:牟乾静 谢秋红)

**本文引用格式**

杨成兰, 魏在荣. 烧伤疼痛研究进展[J]. *中华烧伤杂志*, 2017, 33(1):61-64. DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2017.01.017.

Yang CL, Wei ZR. Advances in the research of burn pain[J]. *Chin J Burns*, 2017, 33(1):61-64. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2017.01.017.