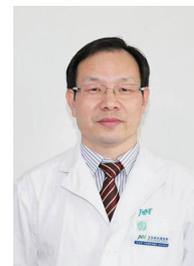


· 专家论坛 ·

本文亮点:

- (1) 从毁损性电烧伤的早期创面修复和晚期功能重建与康复、保肢与截肢、供区损伤最小化、心理康复及创面修复与康复多学科合作方面进行了系统论述。
- (2) 明确了早期序贯性进行创面修复及功能重建与康复对于毁损性电烧伤治疗的重要性。



毁损性电烧伤患者的功能重建与康复策略探讨

沈余明 代强

首都医科大学北京积水潭医院烧伤科, 北京 100035

通信作者: 沈余明, Email: shenyuming1963@163.com

【摘要】 电烧伤是一种立体性的毁损伤, 要高度重视毁损性电烧伤患者的功能重建与康复。毁损性电烧伤的创面修复、保肢不是治疗的终点, 使患者功能康复、走向社会才是治疗的目标。该文从毁损性电烧伤的早期创面修复和晚期功能重建与康复、保肢与截肢、供区损伤最小化、心理康复及多学科合作方面进行了系统论述。只有高度重视功能重建与康复, 让这方面的理念深入人心, 才能实现毁损性电烧伤的完美修复与康复。

【关键词】 烧伤, 电; 康复; 外科皮瓣; 毁损伤; 功能重建

基金项目: 国家重点研发计划(2022YFC2403000)

Exploration of functional reconstruction and rehabilitation strategies for patients with destructive electric burns

Shen Yuming, Dai Qiang

Department of Burns, Beijing Jishuitan Hospital, Capital Medical University, Beijing 100035, China

Corresponding author: Shen Yuming, Email: shenyuming1963@163.com

【Abstract】 Electric burn is a kind of three-dimensional destructive damage. It is necessary to attach great importance to the functional reconstruction and rehabilitation of patients with destructive electric burns. Wound repair and limb salvage are not the end of the treatment of destructive electric burns, but functional

rehabilitation and reintegration into society of patients are the goals of treatment. This paper systematically discusses the early wound repair, late functional reconstruction and rehabilitation, limb salvage and amputation, minimized damage of donor area, psychological rehabilitation, and multi-disciplinary cooperation of destructive electric burns. Only by attaching great importance to the functional reconstruction and rehabilitation, and embedding these concepts in people's brains, perfect repair and rehabilitation of destructive electric burns can be realized.

【Key words】 Burns, electric; Rehabilitation; Surgical flaps; Destructive damage; Functional reconstruction

Fund program: National Key Research and Development Program of China (2022YFC2403000)

高压电烧伤往往是一种立体性的毁损伤, 不仅累及全层皮肤, 而且累及肌腱、肌肉、神经、血管, 甚至骨、关节及脏器, 严重影响患者的功能与外观, 致残率、截肢率极高, 甚至危及患者生命。经过 60 多年的发展, 我国电烧伤治疗也取得了显著的成绩, 特别是在高压电烧伤早期复苏、多脏器功能保护、早期切开减张、清创、血管移植、创面修复方面形成了共识^[1-2], 但创面修复、保肢后的功能重建与康复仍面临极大的挑战。由于我国幅员辽阔, 地区发展

DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20230506-00158

本文引用格式: 沈余明, 代强. 毁损性电烧伤患者的功能重建与康复策略探讨[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2023, 39(8): 713-717. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20230506-00158.

Shen YM, Dai Q. Exploration of functional reconstruction and rehabilitation strategies for patients with destructive electric burns[J]. Chin J Burns Wounds, 2023, 39(8): 713-717. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20230506-00158.



极不平衡,电烧伤治疗水平参差不齐,功能重建与康复还没有深入人心,给毁损性电烧伤患者的功能重建与康复带来极大的困难。

1 要重视毁损性电烧伤患者的创面修复与功能重建

1.1 创面早期修复是最好的功能重建

毁损性电烧伤早期不仅要修复创面,同时要兼顾功能的重建和康复,且康复活动应贯穿整个治疗过程。一旦发生高压电烧伤,在患者全身条件允许的情况下,应及时修复创面,特别是位于功能部位的创面。临床上多采用皮瓣修复毁损性创面。清创后及时修复创面,一方面可避免创面因长期外露、感染导致重要组织继发坏死,同时可减轻局部水肿,为后续的功能康复奠定良好的基础;另一方面,创面早期愈合有助于患者尽早开始功能锻炼,避免肌肉萎缩与关节僵硬。

很多患者在早期创面修复后进行功能锻炼取得了很好的功能恢复效果。许多 I、II 型,甚至 III 型腕部电烧伤患者,在早期清创、皮瓣修复及早期功能锻炼后,手功能恢复良好^[3],反之那些没有采取上述措施的患者手功能往往恢复不佳,关节僵硬呈冻结手,主被动活动受限,给后续功能重建带来极大的困难。如果关节主动活动受限,也要积极行关节的被动活动和肌肉的主动收缩,必要时把肢体放置于功能位,以利于后期的功能重建。在修复创面的皮瓣选择方面,最好采用游离皮瓣而非远位带蒂皮瓣,以减少手术次数,缩短肢体固定时间,尽早行功能康复活动^[4-6]。对复合组织缺损的重要部位可采用复合组织瓣修复, I 期修复创面、重建功能^[7],如采用足背复合组织瓣修复伴肌腱缺损的腕手部创面等,可在 I 期修复创面的同时重建手部的屈伸功能。对于伴颅骨全层坏死的头部电烧伤,在没有感染的情况下,清创、保留大部分死骨,采用血运丰富的头皮瓣或其他皮瓣修复,死骨可作为新生骨的支架,后续逐渐被“爬行替代”,避免出现颅骨缺损^[8-9];采用斜方肌肌皮瓣、背阔肌肌皮瓣转移治疗肩部电烧伤,一方面可以修复肩部创面,另一方面可利用斜方肌、背阔肌转移重建肩关节外展功能^[10];对肘部广泛高压电烧伤行背阔肌肌皮瓣移植,在修复创面的同时可行屈肘或伸肘功能重建^[8];对于伴长段骨坏死的电烧伤患者,采用皮瓣修复创面的同时行死骨去除、骨重建手术(如骨延

长、游离骨瓣移植等),可保证外形恢复和功能重建^[11]; I 期对阴茎高压电烧伤患者行腹部轴型皮瓣或阴囊皮瓣移植,可恢复阴茎的外形和功能^[12];对于腹壁电烧伤造成的腹壁全层缺损,在修复腹部创面的同时应加强腹壁强度,常用阔筋膜张肌肌皮瓣、带蒂或游离带阔筋膜的股前外侧皮瓣修复创面,同时利用阔筋膜进行腹壁加固,在早期也可采用彻底清创、皮瓣联合补片修复,以避免后期腹壁疝的发生^[13]。创面早期修复、早期活动还有利于缩短患者住院时间,减少住院费用,使患者更好地回归社会。

1.2 精心计划、序贯性的功能重建与康复

电烧伤创面如果 I 期不能进行功能重建,之后也可以在皮瓣修复的基础上精心计划,根据轻重缓急,序贯性地进行肌腱、神经、骨的重建。身体各部位,特别是面颈部、双手等因电烧伤引起的缺损,除了存在功能障碍,还伴有外观畸形,同样也需要修复与重建。

腕部高压电烧伤患者,特别是手和前臂均为深度电烧伤的患者深部组织损伤极为严重,后期功能重建难度极大。在腕部电烧伤救治中,创面修复是基础,良好的皮瓣覆盖可为后期的功能康复创造良好的条件,而部分医疗单位仍在采取反复多次清创、皮片移植的方法修复腕部电烧伤创面,给后续腕部功能重建带来极大的困难。

I、II 型腕部电烧伤肌腱、神经损伤较轻,早期采用皮瓣,特别是游离皮瓣移植修复创面后及时行功能锻炼,必要时行肌腱、神经松解,手功能往往恢复较好。对于大部分 II、III 型腕部电烧伤导致肌腱、神经缺损的患者,在创面修复的同时应积极行手指各关节的主、被动锻炼和前臂肌群的主动收缩活动,以获得手部各关节的良好活动度并防止前臂肌群的失用性萎缩,为功能重建创造条件。在皮瓣修复术后 3 个月左右,手指关节被动活动良好的患者可以开始行屈指功能重建、自体或异体肌腱移植或肌腱移位。高压电烧伤患者前臂肌肉通常有一定程度损伤,肌肉弹性稍差,在肌腱移植进行张力调节时,手指屈曲程度需较手休息位稍大,应在肌腱移植、屈指屈腕位石膏固定 1 个月后,再拆除石膏,行手指主动屈伸练习^[14-15]。神经修复一般应与肌腱重建同时进行,对于正中神经、尺神经均受损的患者,一般只行正中神经重建,且常采用腓肠神经移植,以恢复拇指、示指、中指、环指的保护性感

觉。肌腱移植后半年左右一般需行肌腱松解,并积极行手指的屈伸功能锻炼,再过半年左右需行拇指外展功能重建,进一步恢复手的对掌功能。部分患者由于尺神经损伤,手部小肌肉麻痹,呈爪形手畸形,后期需行小肌肉重建或掌板紧缩术等。拇指功能占手功能的一半以上,对电烧伤导致的拇指缺损,后期可采用拇甲瓣、食指拇化、第 2 足趾移植及各种改良方法进行拇指再造。上臂高压电烧伤伴桡神经损伤时,手呈垂腕、垂拇、垂指畸形,需行肌腱移位(旋前圆肌腱重建桡侧腕伸肌腱、掌长肌腱重建拇长伸肌腱、尺侧腕屈肌腱重建指总伸肌腱)、腕手背屈位石膏固定 4 周后,再行功能锻炼。膝关节周围高压电烧伤可导致腓总神经损伤、足下垂畸形,需行胫后肌腱移位重建伸踝功能等,在没有条件进行肌腱移位时,可行关节融合。采用扩张后头皮瓣联合钛网 I 期修复头皮和颅骨缺损,可在修复创面的同时实现颅骨重建;对电烧伤瘢痕性腹壁疝,应切除瘢痕,采用补片、阔筋膜等修补腹壁疝,再行皮瓣移植修复创面^[16]。

2 电烧伤保肢、截肢的原则及残端修复

肢体高压电烧伤后的截肢率高达 10%~60%^[8,17-18],且多为上肢截肢。北京积水潭医院目前在腕部电烧伤保肢方面取得了较多的成果,但 III 型腕部高压电烧伤的截肢率仍达 28%,应引起高度重视^[19-20]。高压电烧伤所致毁损伤是导致截肢的主要原因,其危险因素包括伤后骨筋膜室压力的持续增加、横纹肌溶解导致的肾衰竭及感染引起的脓毒症或呼吸衰竭^[21]。修复毁损伤性电烧伤创面,降低截肢率并重建肢体的功能,目前已成为修复重建外科重点研究的问题。无论是修复创面、重建功能,还是保肢、促进早期康复,采用显微外科技术均具有独特的优势^[8]。如患肢远端已出现明显毁损伤性坏死,且无法修复重建,则需尽早截除,以提高患者的生存率;延期截肢,不仅增加了感染机会,还延长了患者住院时间、增加了患者痛苦,甚至可能导致患者死亡^[8]。

2.1 电烧伤的保肢

目前四肢高压电烧伤并没有一个可借鉴的分型。笔者凭借多年的治疗经验,根据四肢电烧伤的严重程度及血运情况,将四肢高压电烧伤分成“轻、中、重、特重”4 型^[20]。应对濒临截肢的四肢高压电烧伤进行全面的评估,如有条件应积极行保肢

手术,保肢手术的条件如下:(1)患肢远端相对完好。(2)患肢特别是远端有可供吻合的血管。(3)具有应用皮瓣特别是游离皮瓣修复的条件。(4)保肢后患肢具有一定的功能或能进行功能重建。(5)患者有强烈的保肢意愿,经济条件良好。毁损伤性电烧伤患者保肢,需要早期行彻底清创、及时行血管重建,并采用血运丰富的大型游离组织瓣、联合组织瓣或血流桥接皮瓣修复创面,显微外科技术则为保肢手术提供了可靠的技术保障^[20,22-24]。

2.2 电烧伤的截肢

如果患肢远端已出现明显坏死,笔者认为应遵循以下截肢原则:对于上肢,应尽量保留患肢长度,切勿通过短缩患肢以直接闭合残端,有条件者尽量不行肘关节、肩关节离断,保留关节下残肢的长度;截肢残端应具备一定的功能,且耐磨、耐压、无痛肢痛,并能够长时间耐受佩戴假肢;前臂截肢还需尽可能保留旋前和旋后功能;对于存在广泛毁损伤、长段骨坏死、坐骨神经及胫神经坏死、严重血运障碍而不能行血管重建的下肢,截肢应积极些,但也应尽量保留膝关节、髋关节及其残端长度,皮瓣是修复残肢创面的首选,良好的残端覆盖及合适的残肢长度有利于假肢的安装,并使残肢具有良好功能和舒适度,同时减少行走时的能量消耗^[25]。儿童截肢要尽量保护好骺板,以促进残肢的生长^[26],如果截肢后残端长度不能满足假肢安装的条件,也可以通过骨延长的方式延长残肢的长度^[27]。

应尽量采用组织瓣修复残肢创面,如肩、肘部电烧伤往往合并有三角肌、肱二头肌、肱桡肌、肱三头肌的坏死,影响肩、肘关节的活动,在清创、保留截肢残端长度的基础上,可采用斜方肌肌皮瓣或背阔肌肌皮瓣修复肩关节下残肢创面,同时行肩关节外展功能重建,可在采用背阔肌肌皮瓣修复肘部残肢创面的同时行残肢屈肘或伸肘功能的重建^[10,20]。同时,应充分利用截肢后的“废弃”组织,进行残端的修复,包括切取截除肢体的复合组织瓣、皮片等来修复创面^[28-29]。患者在截肢术后应早期开展截肢残端的功能锻炼,包括残肢关节活动度训练、残肢肌力训练、站立平衡训练及假肢的使用与训练等,以早日回归家庭与社会^[30-31]。

3 要重视毁损伤性电烧伤皮瓣供区损伤的最小化

对于大部分电烧伤创面,手术是唯一选择,需要采用皮瓣、肌皮瓣或其他复合组织瓣修复,这不

可避免要造成供瓣区的损伤。理想的修复要求不仅要保证皮瓣成活,受区功能与外观俱佳,而且要将供区损伤程度降至最低。尽量选择将相对隐蔽、提供组织量大、切取皮瓣后能直接缝合的部位作为皮瓣供区,必要时可采用接力皮瓣修复皮瓣供区;也可采用皮瓣分叶的方法,设计、切取细长的皮瓣,通过分叶将皮瓣的长度转化为适用于修复创面的宽度,使皮瓣供区能直接缝合。这就给烧伤外科医师提出了更高的要求,要求烧伤外科医师具备整形美容及修复重建的观念,既要修复创面,又要兼顾外形重建、功能重建、器官重建的深层要求,也要特别关注供区损伤的问题,做到供区损伤最小化、微创化。

4 心理康复

高压电烧伤除可直接导致器质性颅脑损伤,如颅骨骨折、脑水肿、脑出血等外,还常导致患者出现一系列的神经精神症状,如睡眠障碍、过度警觉、抑郁、焦虑及创伤后应激障碍等^[32-33]。电烧伤患者在躯体创伤修复过程中和修复后的很长一段时间内,会持续受到上述神经精神症状的折磨,严重影响其回归社会后的生活质量,甚至因抑郁发作而出现自杀倾向^[34]。因此,电烧伤的治疗除了重视患者躯体损伤组织的早期修复、功能重建、外观改善外,还需关注患者的心理治疗与康复^[35-36]。

目前,大部分电烧伤患者尚未得到有效的心理干预治疗,因此,在临床工作中,应重视对患者进行心理行为指导和应激干预工作,医护人员在积极治疗患者躯体组织损伤的同时,要及时和患者进行交流、沟通,缓解其负面情绪,增加其坚持接受治疗的决心和信心,帮助患者逐渐接受并正视自身所遭遇的不幸。专业化和个性化的早期干预,包括对患者精神健康问题的筛查、认知心理治疗等,对于改善电烧伤患者的生活质量至关重要^[37]。

5 毁损性电烧伤创面修复与康复需要加强多学科合作

电烧伤创面一般较为深在,损伤区域可涉及全身各部位,对于一些特殊部位的复杂性创面修复常常需要相关科室的合作^[8]。如头面颈部深度电烧伤有时需要烧伤科、神经外科、颅颌面外科、血管外科、介入科、耳鼻喉科、口腔科医师等密切合作;胸壁深度电烧伤创面修复需要烧伤科、胸外科医师

的相互配合;腹壁深度电烧伤并发脏器损伤需要烧伤科医师与普通外科医师互相合作;深度电烧伤伴有重要部位大血管损伤,需要烧伤科医师与血管外科医师大力合作;深度电烧伤伴骨坏死需要烧伤科医师与骨科医师通力合作。只有相关科室大力合作,才能做到创面处理的全面、精准、完善,更加有利于患者的创面修复。当然,烧伤科医师也要具备多学科的知识,并不断拓宽知识面,更好地服务于患者。

在电烧伤救治中,除了创面修复,康复也需要多学科的合作,康复治疗专家、心理学专家等的积极参与,可为患者提供全方位的康复治疗,有助于患者功能和外观的恢复。短期康复的目标主要是改善患者的关节功能,而长期康复的目标包括让患者更好地融入社会、独立生活,同时促进患者外观的恢复。

6 小结

毁损性电烧伤的创面修复、保肢不是治疗的终点,只是最基本的要求,高度重视毁损性电烧伤患者的功能重建与康复,使患者功能康复、走向社会才是最终的治疗目标。毁损性电烧伤患者的功能重建与康复是一个系统工程,早期创面评估与修复、早期功能重建和康复锻炼以及心理康复,环环相扣,必不可少。只有高度重视功能重建与康复,让这方面的理念深入人心,才能实现毁损性电烧伤的完美修复与康复。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 沈余明. 高压电烧伤创面修复与功能重建[J]. 中华烧伤杂志, 2018,34(5):257-262. DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2018.05.001.
- [2] 张丕红,黄晓元,黄跃生. 深度电烧伤创面早期修复专家共识(2020版)[J]. 中华创伤杂志, 2020,36(10):865-871. DOI:10.3760/cma.j.cn501098-20200706-00488.
- [3] 沈余明,马春旭,覃凤均,等. 腕部高压电烧伤创面修复与功能重建[J]. 中华烧伤杂志,2017,33(12):738-743. DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2017.12.004.
- [4] Sauerbier M, Ofer N, Germann G, et al. Microvascular reconstruction in burn and electrical burn injuries of the severely traumatized upper extremity[J]. *Plast Reconstr Surg*,2007,119(2):605-615. DOI:10.1097/01.prs.0000246512.47204.da.
- [5] Saint-Cyr M, Daigle JP. Early free tissue transfer for extremity reconstruction following high-voltage electrical burn injuries[J]. *J Reconstr Microsurg*,2008,24(4):259-266. DOI:10.1055/s-2008-1078697.
- [6] 薛继东,狄海萍,梁琰,等. 足部微型皮瓣游离移植修复手指IV度电烧伤创面的疗效[J]. 中华烧伤与创面修复杂志,2023,

- 39(8):724-730. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20230323-00094.
- [7] 张伟,陈澜,杨飞,等. 上肢毁损性电烧伤的救治方法及其临床疗效[J]. 中华烧伤与创面修复杂志, 2023, 39(8): 731-737. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20230530-00188.
- [8] 沈余明. 毁损性创面的修复策略[J/CD]. 中华损伤与修复杂志(电子版), 2019, 14(2): 81-84. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1673-9450.2019.02.001.
- [9] Khalid FA, Ahmed OA, Jibrani Rabbani M, et al. An algorithm for reconstruction of electrical injuries of the scalp[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2022, 150(3): 630e-638e. DOI: 10.1097/PRS.00000000000009452.
- [10] Kesiktas E, Eser C, Gencel E, et al. Reconstruction of transhumeral amputation stumps with ipsilateral pedicled latissimus dorsi myocutaneous flap in high voltage electrical burns[J]. *Burns*, 2015, 41(2): 401-407. DOI: 10.1016/j.burns.2014.07.011.
- [11] 沈余明,陈辉,胡晓骅,等. 组织瓣移植联合骨延长技术分期修复烧伤后下肢严重软组织与骨缺损[J]. 中国修复重建外科杂志, 2017, 31(2): 160-164. DOI: 10.7507/1002-1892.201609117.
- [12] Guo L, Zhang M, Zeng J, et al. Utilities of scrotal flap for reconstruction of penile skin defects after severe burn injury[J]. *Int Urol Nephrol*, 2017, 49(9): 1593-1603. DOI: 10.1007/s11255-017-1635-6.
- [13] 张琮,胡晓骅,陈辉,等. 皮瓣或肌皮瓣联合阔筋膜或复合补片修复患者严重腹部高压电烧伤创面的效果[J]. 中华烧伤杂志, 2017, 33(10): 602-606. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2017.10.003.
- [14] 沈余明. 腕部高压电烧伤的临床研究与功能重建[J/CD]. 中华损伤与修复杂志(电子版), 2018, 13(2): 81-84. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1673-9450.2018.02.001.
- [15] 张颖,沈余明. 腕部高压电烧伤诊治的研究进展[J]. 中华创伤杂志, 2021, 37(5): 467-472. DOI: 10.3760/cma.j.cn501098-20210105-00010.
- [16] 沈余明,覃凤均,王成,等. 穿支皮瓣联合补片修复深度烧伤后瘢痕性腹壁疝[J]. 中华整形外科杂志, 2018, 34(12): 1000-1004. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-4598.2018.12.004.
- [17] Tarim A, Ezer A. Electrical burn is still a major risk factor for amputations[J]. *Burns*, 2013, 39(2): 354-357. DOI: 10.1016/j.burns.2012.06.012.
- [18] Bartley CN, Atwell K, Purcell L, et al. Amputation following burn injury[J]. *J Burn Care Res*, 2019, 40(4): 430-436. DOI: 10.1093/jbcr/irz034.
- [19] 尹凯,程琳,杜伟力,等. 169例腕部高压电烧伤住院患者流行病学调查[J]. 中华烧伤杂志, 2020, 36(6): 433-439. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20200304-00119.
- [20] 沈余明,覃凤均,杜伟力,等. 濒临截肢四肢高压电烧伤患者的保肢策略[J]. 中华烧伤杂志, 2019, 35(11): 776-783. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2019.11.003.
- [21] Pedrazzi N, Klein H, Gentzsch T, et al. Predictors for limb amputation and reconstructive management in electrical injuries[J]. *Burns*, 2023, 49(5): 1103-1112. DOI: 10.1016/j.burns.2022.08.007.
- [22] Gencel E, Eser C, Kesiktas E, et al. A cross flow-through pedicle free latissimus dorsi flap for high voltage electrical burns[J]. *Burns*, 2016, 42(4): e55-60. DOI: 10.1016/j.burns.2015.10.014.
- [23] Chen X, Zhang C, Cheng L, et al. Survival and versatility of the flow-through lateral-thigh free flap in severe electrical injuries to the wrist[J]. *Ann Plast Surg*, 2020, 85(6): 612-617. DOI: 10.1097/SAP.0000000000002355.
- [24] Hsiao YC, Yang JY, Chang CJ, et al. Flow-through anterolateral thigh flap for reconstruction in electrical burns of the severely damaged upper extremity[J]. *Burns*, 2013, 39(3): 515-521. DOI: 10.1016/j.burns.2012.08.007.
- [25] 杜伟力,胡晓骅,沈余明,等. 逆行缝匠肌肌皮瓣修复小腿截肢残端创面[J]. 骨科临床与研究杂志, 2018, 3(4): 241-245. DOI: 10.19548/j.2096-269x.2018.04.011.
- [26] DePamphilis MA, Cauley RP, Sadeq F, et al. Reconstruction of the upper extremity high-voltage electrical injury: a pediatric burn hospital's 13-year experience[J]. *J Burn Care Res*, 2022, 43(3): 696-703. DOI: 10.1093/jbcr/irab177.
- [27] Kuruoglu D, Sems SA, Sampson BP, et al. Internal magnetic lengthening and reconstruction with free TRAM flap after traumatic transfemoral amputation: a case report[J]. *JBJS Case Connect*, 2021, 11(2): e20.00967. DOI: 10.2106/JBJS.CC.20.00967.
- [28] Ghali S, Harris PA, Khan U, et al. Leg length preservation with pedicled fillet of foot flaps after traumatic amputations[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2005, 115(2): 498-505. DOI: 10.1097/01.prs.0000149482.96729.11.
- [29] Du W, Jiang H, Cheng L, et al. Ectopic implantation salvage of the left thumb to reconstruct the right thumb after electrical injury: a case report[J]. *J Burn Care Res*, 2022, 43(2): 499-503. DOI: 10.1093/jbcr/irab223.
- [30] Esquenazi A, DiGiacomo R. Rehabilitation after amputation[J]. *J Am Podiatr Med Assoc*, 2001, 91(1): 13-22. DOI: 10.7547/87507315-91-1-13.
- [31] Glapa K, Wolke J, Hoffmann R, et al. Rehabilitation following the amputation of an extremity[J]. *Orthopade*, 2021, 50(11): 900-909. DOI: 10.1007/s00132-021-04173-x.
- [32] Piotrowski A, Fillet AM, Perez P, et al. Outcome of occupational electrical injuries among French electric company workers: a retrospective report of 311 cases, 1996-2005[J]. *Burns*, 2014, 40(3): 480-488. DOI: 10.1016/j.burns.2013.08.008.
- [33] Mancusi-Ungaro HR Jr, Tarbox AR, Wainwright DJ. Posttraumatic stress disorder in electric burn patients[J]. *J Burn Care Rehabil*, 1986, 7(6): 521-525. DOI: 10.1097/00004630-198611000-00015.
- [34] Hahn-Ketter A, Aase DM, Paxton J, et al. Psychiatric outcome over a decade after electrical injury: depression as a predictor of long-term adjustment[J]. *J Burn Care Res*, 2015, 36(4): 509-512. DOI: 10.1097/BCR.0000000000000183.
- [35] 张庆富. 关注电烧伤所致精神障碍[J]. 中华烧伤杂志, 2020, 36(6): 415-418. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20200412-00221.
- [36] 徐秀玲,张静,孙燕秋,等. 心理危机干预在四肢高压电烧伤截肢患者中的应用[J]. 中华现代护理杂志, 2018, 24(12): 1444-1446. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-2907.2018.12.020.
- [37] Radulovic N, Mason SA, Rehou S, et al. Acute and long-term clinical, neuropsychological and return-to-work sequelae following electrical injury: a retrospective cohort study[J]. *BMJ Open*, 2019, 9(5): e025990. DOI: 10.1136/bmjopen-2018-025990.

(收稿日期: 2023-05-06)