

· 综 述 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2016.22.044

高频人体组织器官焊接术的研究进展*

曾凡春,周 波,傅丰文 综述,孙中义[△] 审校

(第三军医大学大坪医院野战外科研究所泌尿外科,重庆 400042)

[关键词] 高频人体组织器官焊接术;无痕;吻合术

[中图分类号] R61

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-8348(2016)22-3141-02

外科吻合术是外科手术过程中的必须环节,已经具有上千年的历史。在 20 世纪以前,外科吻合术都是采用针线缝合,缝合线也是采用一些天然材料。虽然近几十年针线缝合在材料和技术上都有所改进,但其缝合具有耗时长、恢复慢、易感染、创口大易留疤痕等明显缺点,给患者带来诸多痛苦,并延长外科手术时间和术后恢复时间。

在最近的几十年,无线吻合术逐渐开始应用于临床。在 20 世纪 70 年代,吻合器、黏合剂吻合术在西方国家开始临床应用。与针线缝合相比,作为新开发产品,吻合器、黏合剂在微创手术中具有明显的优势^[1]。但是部分材料易残留体内或降解性差,都是吻合器、黏合剂吻合术发展的屏障,另外昂贵的价格也使很多患者放弃该技术。激光组织焊接技术是近年发展起来的一门新兴外科吻合技术^[2-4]。通过激光照射对组织加热,致使伤口组织分子结构或焊接材料分子结构发生改变,从而达到伤口吻合的目的。激光组织焊接已经广泛应用于外周神经、胆管、肠道、皮肤、眼科、牙科等组织^[1,5-12]。作为一种新型的外科手术方法,激光组织焊接具有无创、伤口密封完全、不易感染等优点,但是焊接温度控制难,吻合口抗张强度低等仍然是激光组织焊接发展的瓶颈^[13]。这些无线吻合术均达不到简单、快速、安全和便宜的要求。

1 发展史

电外科学是指高频电流通过人体组织器官形成透热疗法,达到临床治疗的效果^[14-15]。早在 20 世纪 30 年代末期,高频电刀就已经应用于临床外科手术。与传统手术刀相比,高频电刀对人体组织器官进行加热,实现对组织器官的快速分离和凝固,从而达到切割和止血的目的。目前高频电刀已经广泛应用于临床。基于高频电刀的工作原理,乌克兰巴顿焊接研究所在 20 世纪 90 年代首先提出了高频人体组织器官焊接术^[16],并于 2002 年联合乌克兰基辅第一人民医院将该技术成功应用于临床。在这期间,该技术已经成功应用于普外科、皮肤科、胸外科、泌尿外科、妇科、耳鼻喉科、眼科等领域,累计手术次数已超过 10 万次^[11,13,17-23]。最新的临床和动物研究证明,高频人体组织器官焊接术能使吻合口快速无痕吻合,抗张力度强,术后愈合时间短,不易感染,基本无术后并发症等优点,是安全可靠的,明显优于其他吻合术^[13,24]。

2 原 理

高频人体组织器官焊接技术是指高频电流通过人体组织器官,利用人体组织电阻,电能转化为热能,促使组织细胞破

裂,基质中分子结构发生改变。但是与电刀相比,高频电流焊接所需的能量和温度是可控制的,以至于焊接伤口组织不受损伤,但又保证了细胞内的基质流向细胞外,作为焊接伤口组织的焊接材料,使分开的伤口在钳子的帮助下融合在一起。在人体可接受的温度范围内,继续对伤口输送能量,促使融合伤口水分蒸发,增强了融合伤口的黏合强度,从而达到伤口组织焊接的目的。在对高频人体组织器官焊接的早期研究中认为,在接近生理极限温度的情况下,蛋白质发生亚变性,促使其结构疏散,待蛋白浓度逐步升高,温度降低,疏散的亚蛋白结构发生协同凝集反应,各肽链交织在一起,重新形成紧密的蛋白结构。在眼科焊接的最新研究中发现,胶原蛋白在焊接过程中并未发生变性,但组成胶原蛋白的原纤维的组织结构发生裂解,这可能是由于基质中的非纤维成分参与了焊接过程^[25]。虽然高频人体组织器官焊接术已经得到临床推广,但组织器官在电流作用下的黏合机制并不完全清楚,这需要科学家和临床医生共同努力,继续深入研究其机制。

超过 50 kHz 的高频电流对人体是安全的,另外国际电工协会(IEC)和医疗器械促进协会(AAMI)规定高频医疗设备电流频率不低于 300 kHz^[15]。组织器官电阻随电流频率上升而降低,此时通过电流会急剧增加,因而产热更加明显。高频人体组织器官焊接术的电流频率一般控制在 440 kHz 左右,这样既能有效地保护人体组织器官神经免受电刺激作用,同时也保证了在人体安全电压条件下,提供足够焊接所需的能量。不同人体组织器官的电阻是不同的,所以在焊接不同组织器官的过程中,使用的电压也不相同。此外,在组织伤口焊接过程中,不同的焊接阶段,基质浓度也有所不同,这就决定了电压的细小变化,都可能对焊接结果产生重大的影响。研究证实,焊接电压变化与焊接吻合处的抗张强度直接相关^[4]。

3 应 用

经过大量的动物实验和临床研究证实,高频人体组织器官焊接术在患者行外科介入治疗手术过程中,能够快速有效的对伤口止血,至少降低 50% 的血流失。此外,高频电流焊接不需要任何辅助焊接材料,组织细胞内外基质作为焊接材料,这样不需要为焊接材料的降解或产生生理排斥反应而烦恼。伤口在高频电流焊接后能够即时形成较强抗张强度的黏合力,这是其他任何吻合术都无法做到。高频人体组织器官焊接术真正做到了术后伤口无痕,并且恢复时间极快,在术后 1 个月内,焊接伤口疤痕基本完全消失。高频人体组织器官焊接术能够对

* 基金项目:国家国际科技合作专项资助项目(2014DFR30860)。
通讯作者,E-mail:sunzhy199481@hotmail.com。

作者简介:曾凡春(1989—),硕士,主要从事生物医学研究。 △ 通

伤口实施全封闭吻合,焊接伤口处基本不出现感染或二次损伤,有效降低了患者痛苦。高频人体组织器官焊接术采用普通的医用钳子作为焊接终端设备,使其操作简单方便,易于掌握该技术。

高频人体组织器官焊接术不仅仅应用于临床医学,也能应用于兽医学,包括动物外科治疗和城市卫生防疫。面对重大自然灾害救治时,对需要行外科手术的患者,使用高频人体组织器官焊接术能够达到快速救治、快速康复的要求,显著提高了公共安全应急救助水平。高频人体组织器官焊接术真正做到了伤口无痕吻合,减少患者痛苦,缩短患者康复时间,简化外科手术流程,降低医疗风险和成本。

参考文献

- [1] Ersöz lü T, Yidirim YS, Sarica S. Comparison of pediatric and adult tonsillectomies performed by thermal welding system[J]. *Int J Otolaryngol*, 2013, 2012; 265-105.
- [2] Sriramoju V, Savage H, Katz A, et al. Management of heat in laser tissue welding using NIR cover window material [J]. *Lasers Surg Med*, 2011, 43(10): 991-997.
- [3] Nourbakhsh MS, Khosroshahi ME. An in-vitro investigation of skin tissue soldering using Gold nanoshells and diode laser[J]. *Lasers Med Sci*, 2011, 26(1): 49-55.
- [4] Bilici T, Mutlu S, Kalaycioglu H, et al. Development of a Thulium (Tm; YAP) laser system for brain tissue ablation[J]. *Lasers Med Sci*, 2011, 26(5): 699-706.
- [5] Buzzonetti L, Capozzi P, Petrocelli G, et al. Laser welding in penetrating keratoplasty and cataract surgery in pediatric patients: early results [J]. *J Cataract Refract Surg*, 2013, 39(12): 1829-1834.
- [6] Zadorozhnyy O, Pasychnikova N, Naumenko V, et al. Experimental application of high-frequency electric welding of biological tissues for iridoplasty and trabeculectomy [J]. *Acta Ophthalmol (Copenh)*, 2012, 90 (249): 1319-1323.
- [7] Rasier R, Ozeren M, Artunay O, et al. Corneal tissue welding with infrared laser irradiation after clear corneal incision[J]. *Cornea*, 2010, 29(9): 985-990.
- [8] Bleier BS, Cohen NA, Chiu AG, et al. Endonasal laser tissue welding: first human experience[J]. *Am J Rhinol Allergy*, 2010, 24(3): 244-246.
- [9] 冯云海, 周梁, 金晓杰, 等. 豚鼠面神经 CO₂ 激光焊接的实验研究[J]. *上海第二医科大学学报*, 1999, 19(S1): 12-14, 25.
- [10] 赵红亮, 刘铜军, 刘珍. 低功率 CO₂ 激光焊接胆总管的实验研究[J]. *中华实验外科杂志*, 2002, 29(5): 86.
- [11] Silvola J, Salonen A, Nieminen J, et al. Tissue welding tonsillectomy provides an enhanced recovery compared to that after monopolar electrocautery technique in adults: a prospective randomized clinical trial[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2011, 268(2): 255-260.
- [12] 刘铜军, 谭毓铨, 袁庆华, 等. 激光焊接人体皮肤切口及其与常规切口缝合方法的比较[J]. *中国激光医学杂志*, 2000, 9(1): 32-34.
- [13] Umanets N, Pasychnikova NV, Naumenko VA, et al. High-frequency electric welding: a novel method for improved immediate chorioretinal adhesion in vitreoretinal surgery[J]. *Graef Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2014, 252 (11): 1697-1703.
- [14] Massarweh NN, Cosgriff N, Slakey DP. Electrosurgery: history, principles, and current and future uses[J]. *J Am Coll Surg*, 2006, 202(3): 520-530.
- [15] Vladimirova IA, Lankin YN, Philyppov IB, et al. Frequency dependence of excitation-contraction of multicellular smooth muscle preparations; the relevance to bipolar electrosurgery[J]. *J Surg Res*, 2014, 186(1): 119-125.
- [16] 黄德群, 陈军, 张佳泳. 软组织吻合技术现状与发展趋势 [J]. *临床医学工程*, 2014, 21(11): 1509-1510.
- [17] Pasychnikova N, Umanets N, Artemov A, et al. High-frequency electro-welding of the tissues of the eyeball posterior part (modified generator EC-300 M1) with the application of the original mono and bipolar set of instruments[J]. *J Ophthalmol*, 2012, 2(1): 45-49.
- [18] Bondar' GV, Sedakov IE, Kobets RA. Pathomorphosis of the mammary gland tissue during radical interventions using high-frequency electrosurgical welding [J]. *Klin Khir*, 2011(4): 5-8.
- [19] Furmanov IuA. Experimental elaboration and perspectives of application of electric welding of the live tissues[J]. *Klin Khir*, 2001(10): 50-53.
- [20] Shapovalova YA. Criteria of efficacy of the soft tissues electric welding for the hemostasis guaranteeing in laparoscopic operations[J]. *Klin Khir*, 2015(8): 17-20.
- [21] Han S, Cai Z, Ning X, et al. Comparison of a new High-Frequency electric welding system for intestinal closure with Hand-Sewn in vivo pig model[J]. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*, 2015, 25(8): 662-667.
- [22] Nychytaölo MIu, Lytvynenko OM, Hul'ko OM, et al. Experience of high frequency electric welding in endocrine surgery[J]. *Klin Khir*, 2013(8): 5-8.
- [23] Sukhin IA, Ostapenko OM, Kachan SH, et al. Mobilization of the stomach and colon using high-frequency electric welding of tissues apparatus[J]. *Klin Khir*, 2012(8): 46-48.
- [24] Aslan A, Elpek O. A novel technique of sutureless colorectal anastomosis by bipolar coagulation[J]. *Eur J Pediatr Surg*, 2009, 19(6): 384-387.
- [25] Matteini P, Sbrana F, Tiribilli B, et al. Atomic force microscopy and transmission electron microscopy analyses of low-temperature laser welding of the cornea[J]. *Lasers Med Sci*, 2009, 24(4): 667-671.