

# 慢性创面治疗的理论和策略

谭谦 徐晔

南京大学医学院附属鼓楼医院整形烧伤科 210008

通信作者:谭谦, Email: smmutanqian@sina.com



**【摘要】** 近年来,慢性创面发生率呈上升趋势,该病致残率高、治疗难度大,其预防和治疗应当得到现代医学的重视。经过几十年的发展,慢性创面的治疗尽管已取得诸多进展,但仍存在许多问题,要实现慢性创面的快速修复还有很长的路要走。本文总结了慢性创面的定义及治疗的理论基础、创面敷料及治疗技术的应用,旨在与业内同仁们探讨慢性创面治疗的理论和策略。

**【关键词】** 伤口愈合; 慢性创面; TIME 模式; 创面湿性愈合理论; 创面评估

**基金项目:** 国家自然科学基金(81974288、81671922、81272108)

DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20200728-00361

## Theories and strategies of chronic wound treatment

Tan Qian, Xu Ye

Department of Plastic Surgery and Burns, the Affiliated Drum Tower Hospital of Nanjing University Medical School, Nanjing 210008, China

Corresponding author: Tan Qian, Email: smmutanqian@sina.com

**【Abstract】** In recent years, the incidence of chronic wound has been on the rise. This disease has a high rate of disability and is difficult to treat, therefore its prevention and treatment needs the attention of modern medicine. After decades of development, although advances have been made in the treatment of chronic wounds, many problems still exist. There is still a long way to go to realize the rapid repair of chronic wounds. This paper summarizes the definition of chronic wound, theoretical basis of treatment, and the application of wound dressings and treating techniques, aiming to discuss the theories and strategies of chronic wound treatment with colleagues in this field.

**【Key words】** Wound healing; Chronic wound; TIME mode; Wound wet healing theory; Wound assessment

**Fund program:** National Natural Science Foundation of China (81974288, 81671922, 81272108)

DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20200728-00361

慢性难愈性创面,也被称为慢性创面。随着疾病谱的变化,慢性创面逐渐成为临床常见病、多发病,发生率正在逐年上升,严重危害生命健康,造成极大的社会和经济负担,是临床上面临的棘手问题<sup>[1]</sup>。慢性创面具有病程长、致残率高、治疗难度大等特点,且临床治疗尚存在许多问题,是医学研究

的重点和难点<sup>[2-6]</sup>。笔者在本文中就慢性创面治疗的理论和策略进行总结、探讨。

## 1 关于慢性创面定义的问题

目前“创面”和“伤口”存在混用情况,创面和伤口英文均为“wound”。从定义上讲,创面和伤口均为皮肤结构连续性中断、完整性破坏,并常伴有有机体物质的丢失。创面和伤口的区别具体如何,目前尚存争议。一般认为,大而浅的皮肤完整性破坏为创面,小而深的皮肤完整性破坏为伤口,然而实际上在临床还是很难界定。过去一直认为创面是临床表现,但随着疾病谱的变化,由于各种原因造成的皮肤缺损越来越多,而且日趋复杂,因此有必要将创面作为疾病来对待,使其诊断合理化、治疗系统化、分科归属化。目前,已基本确定,创面为一大类疾病,并且已建立创面修复科专门针对创面,尤其是慢性创面进行诊治。

慢性创面涵盖了溃疡、窦道、压疮等。对于慢性创面的定义也有争议,即多长时间不能愈合的创面为慢性创面。国际伤口愈合学会曾对慢性创面做出如下定义:无法通过正常有序而及时的修复过程达到解剖和功能上完整状态的创面。延迟愈合或不愈合的创面往往存在如糖尿病病变、血液灌注不足、压力等特定的原因。临床上通常将经过4周以上正规创面治疗仍未能愈合,也无愈合倾向的创面定义为慢性创面。特此说明,4周并非绝对的时间判定标准,毕竟创面的愈合与其大小、病因、患者的全身条件等诸多因素相关。通常,创面每周愈合比例低于10%~15%或每月愈合比例低于50%时,就被判定为慢性创面。

笔者认为,确定慢性创面的条件有2个,一是有特定的原因,二是正规治疗4周无愈合趋势。对慢性创面的定义应统一标准,这样才能有利于诊断、有利于治疗。付小兵院士主持的第三次全国慢性创面流行病学调查中将慢性创面定义为有特定原因、经正规治疗4周末愈的创面。

## 2 创面湿性愈合理论是现代慢性创面治疗的依据

1958 年,有学者观察到拥有完整水疱覆盖创面的愈合速度要快于水疱破溃的创面。1962 年,英国伦敦大学动物生理学家 George Winter 通过动物实验观察到,经聚乙烯薄膜覆盖的猪皮创面中上皮爬行的速度是裸露创面的 2 倍。1963 年,另有学者在人体实验中得到与 George Winter 动物实验同样的结果。1974 年,第 1 块新型敷料诞生,聚氨酯薄膜技术问世,创面湿性愈合理论得以提出。

创面湿性愈合环境主要通过以下几个方面促进慢性创面愈合:(1)有利于坏死组织的溶解,坏死组织能被渗出液水合而释放纤维蛋白溶酶,溶解小血管周围的纤维鞘,恢复组织正常营养交换,促进免疫细胞趋化因子产生与释放,从而加速清除坏死组织。(2)维持创面局部微环境的低氧状态,即相对低的氧分压,促进血管和肉芽组织的形成。(3)通过维持细胞和酶的活性,加速细胞的增殖分化和移行。(4)保留渗出液内的生长因子并促进其释放,刺激 Fb 增殖,趋化巨噬细胞、中性粒细胞聚集从而调节局部免疫微环境。(5)将创面维持在体表温度(约 37℃),达到最佳的细胞活性状态,促进细胞增殖爬行覆盖创面。(6)维持创面湿度,不形成干痂,避免清创换药时的机械性清创操作损伤,同时将神经末梢掩盖,避免暴露引起的疼痛。(7)将创面与外界环境隔绝,降低外界微生物引发的感染概率。

目前创面治疗都是基于湿性愈合理论进行的。实际上,中医学很早就意识到湿性环境有利于创面愈合,中医提出的活血化瘀、去腐生肌、清热解毒等理论对现代创面的治疗也有很大的指导意义。笔者认为,创面干燥一定不利于细胞增殖、上皮爬行、创面愈合,烧伤创面的暴露干燥只是为了保痂、避免感染、避免过早溶痂,为分次分批切痂植皮创造条件,其创面治疗的总体原则与创面湿性愈合理论并不矛盾。

关于慢性创面是封闭还是暴露,是低氧环境还是高氧环境对创面愈合有利,一直存在争论。实际上,无论是封闭还是暴露,低氧也好、高氧也罢,都有其各自的理论基础,只是目的不同、方法不同。因此应该根据创面的不同阶段、不同情况进行有针对性的灵活处理。

## 3 TIME 模式指导现代慢性创面治疗

TIME 模式包括:创面组织处理(tissue management, T)、炎症和感染的控制(inflammation and in-

fection control, I)、湿度平衡(moisture balance, M)以及创缘处理(edge of wound management, E)<sup>[7]</sup>。

清创和引流是创面治疗的基本方法,也是外科的基本原则<sup>[8]</sup>。清创不仅仅局限为手术清创,也可以是自溶性清创、生物清创、机械性清创等,甚至换药、冲洗都可起到清创和引流的作用。但对于慢性创面而言,清创的彻底性应该慎重考虑,对于供血不足、血液循环不良的慢性创面(如糖尿病足)而言,清创时应采取保守性清创,这样才能最大限度地保留间生态组织,降低大截肢率。

创面及周围组织炎症、感染是造成慢性创面的重要因素之一。只有感染得到控制,创面愈合才有可能。控制感染的前提仍然是去除坏死组织和引流,局部抗感染措施除了外用抗菌制剂的应用外,改变局部环境,机械性除菌和感染灶的切除也是非常有效的方法,尤其是对耐药菌感染创面的控制更有优势。人为制造细菌定植和繁殖的恶劣环境,如改变创面酸碱度、湿度、氧浓度及物理疗法等都是有效而经济的控制局部感染的方法。

湿性环境可以保持适当温度、保留渗出液内的生长因子,加速对坏死组织的清除,从而提升创面愈合效率。但是创面渗液过多、创面过度浸渍也不利于创面愈合,因此临床治疗中要考虑的问题是如何达到创面湿度的平衡,保持有利于创面愈合的湿性环境。目前实现创面的湿度平衡的措施就是应用现代创面敷料,使敷料既能保护创面、防止水分蒸发,又能吸收渗液、锁住水分,保持创面湿性环境。

创缘的好坏是慢性创面愈合的关键。创缘潜行、红肿、瘢痕、肉芽组织过度生长和水肿等都不利于创面愈合,因此要关注创缘,仔细观察、认真评估,及时正确对症处理。

对于慢性创面评估目前常用三角评估法。创面评估三角是由 Dowsett 和 Ayello<sup>[9]</sup> 在一项有关创面的全球性研究中提出的一种新的创面评估工具。所谓评估三角,即创面床、创面边缘、创面周围皮肤 3 个区域,是对创面床准备和 TIME 模式更深一步的理解和应用。创面边缘及周围皮肤的特征性表现,如浸渍、表皮脱落、干燥、过度角化等情况,通常是创面愈合不佳的表现和不利因素,甚至有可能进一步扩大创面。对创面边缘组织情况的准确观察对于判断创面愈合而言具有重要价值。笔者认为,创面三角评估法的临床应用可以有效预判创面发展趋势,及早采取相应措施防止损伤进一步加重,在临床工作中具有重要价值。

## 4 现代新型敷料的应用在慢性创面治疗中起积极作用

创面敷料的应用目的主要是保护创面、避免污染、隔绝细菌、吸收渗液、清创,以及作为活性物质的载体。理想的创面敷料应具备以下条件:(1)满足生物学需要,符合创面湿性愈合理论的需求,能够提供适合创面的湿度和温度,吸收创面渗液,提供适量的血运和氧分,为新生组织提供保护,降低感染风险。(2)满足患者需要,提高创面愈合速率,缩短治疗时间,减轻换药疼痛,减少换药次数,无异味,可洗澡,无明显异物感,对外观影响小,价格合理。(3)满足医务人员需要,减少换药工作量,换药过程简单,创面易清洁,对创面愈合有利,无须胶布固定,透明易于观察。(4)满足管理人员需要,如容易贮存,安全性好<sup>[10-11]</sup>。到目前为止,还没有符合上述条件的理想创面敷料供临床应用,需要材料学家、医学家等努力研究开发。

目前,常用的新型敷料有藻酸盐敷料、泡沫类敷料、水胶体敷料、水凝胶敷料、活性炭敷料、液体敷料、生物活性敷料等。这些敷料均能起到保护创面的作用,还能较好地吸收渗液,达到创面湿度平衡。有的生物活性敷料还具有抗菌活性和促进肉芽组织生长的作用,如银离子敷料和含生长因子敷料。

近年来,负压伤口疗法(NPWT)得到了广泛的应用和发展,但其本质就是敷料加引流,可以保护创面、吸收渗液、控制感染、促进愈合,而且不用频繁换药,不足之处是需要设备,操作相对复杂。

## 5 创面治疗技术的发展提高了慢性创面治疗效果

### 5.1 NPWT

NPWT是指把连接特制真空负压泵的引流管连接于创面聚氨酯海绵或聚乙烯醇敷料,之后用透明贴膜封闭创面,利用负压泵造成创面负压环境来进行创面治疗。相对于传统的置管或换药引流,NPWT可以使创面受压均匀,充分引流创面渗液,及时清除溶解的坏死组织,减轻水肿,恢复间生态组织活性,促进肉芽组织生长。临床治疗中,也可以根据需要在负压冲洗液中添加生长因子、抗生素等成分,个性化、及时性地调整创面治疗策略<sup>[12-13]</sup>。

NPWT应用中需注意以下几点:(1)对于血管、骨、肌腱、神经、关节外露创面以及肿瘤切除术后创面要慎用负压。(2)针对不同类型的创面或不同年龄层级的患者时要个性化地选择负压值和工作模式,负压过低、过高或过久都不利于创面愈合。(3)

负压使用过程中注意监测引流液性质,若出现浑浊、阻塞、超量等情况时,或创周出现局部红肿、过敏等表现时,及时更换或拆除负压装置。(4)恶性肿瘤创面禁止应用NPWT。

NPWT在慢性创面治疗中显示出明显的优势,但在适应证的选择、应用时机的把握、使用方法的准确等方面要认真考虑。切记要掌握指征,合理选择,保护皮肤,引流通畅,负压适中,密切观察。

### 5.2 生物清创技术

我国中医领域早已将蛆虫疗法应用于创面治疗中,如今蛆虫疗法治疗慢性创面的效果得到了全世界范围的广泛认可。蛆虫治疗可以发挥抗菌、抗细菌生物膜、抗炎、促进细胞间质重构和Fb增殖与迁移以及促进血管生成的作用<sup>[14]</sup>。蛆虫疗法具有以下优势:(1)适用人群广泛,包括门诊和住院患者、可独立行走的和卧床患者,合并症多、病情较重、无法耐受手术清创的患者均可应用。(2)截肢率低。(3)不良反应少,创面愈合后瘢痕较轻。(4)治疗费用相对少,尤其适用于经济负担较重的慢性创面患者<sup>[15]</sup>。但目前蛆虫清创的应用尚不普遍,其原因可能包括合法性的问题、蛆虫生产获得的问题、患者接受度的问题。笔者相信中医的这一治疗方式在中西医结合的医疗未来中会得以更加广泛的应用。

### 5.3 精准清创技术

精准清创技术是通过水动力清创系统实现的。水动力清创系统是一种新兴的清创系统,其原理主要基于高压水流切割及文丘里效应,通过调整档位来控制水流速度,而不同档位水流速度可以精确区分不同弹性和韧度组织,从而实现精准清创的目的。笔者在将水动力清创系统应用于慢性创面的临床实践中观察到,其较传统的清创方式确实具有高度的组织选择性、手术时间短、创伤小、术后患者住院时间短等优势,但器械成本代价限制了临床的广泛应用<sup>[16]</sup>。精准清创后结合其他技术如负压吸引技术、皮片/皮瓣移植技术等修复创面,确实能够发挥事半功倍的治疗效果。

### 5.4 干细胞移植技术

由于成体干细胞具有强大的多向分化、增殖能力,并能产生大量不同种类的可促进创面愈合的关键因子,因此,成体干细胞移植辅助修复创面也已经成为临床上的一项重要技术。相对于皮肤组织工程,干细胞移植技术可以从根本上解决创面缺乏细胞及生长因子的问题。干细胞移植包括表皮干细胞移植、骨髓间充质干细胞移植、脂肪源性干细胞移

植、脐带血干细胞移植等<sup>[17]</sup>。

值得一提的是,从脂肪中分离得到的血管基质组分(SVF)在慢性创面治疗中的应用,发挥了良好的促进创面愈合的作用,其中的脂肪源性干细胞、血管内皮细胞等发挥了一定的作用。SVF 获取容易、方法简便、不需要培养、制备时间短,患者容易接受,值得临床推广使用。

### 5.5 血管外科技术

血管介入疗法是解决缺血性慢性创面的根本保障之一,目前已成为许多慢性创面治疗中心的常规治疗手段。血管介入的治疗方法很多,主要可以分为以下 3 种:介入溶栓术、经皮血管球囊扩张术以及支架介入术。针对不同的血管条件,可以选择将以上 3 种介入疗法单独或联合使用。目前,笔者所在的医疗单位已经建立了以烧伤整形科为核心的,包含血管外科、内分泌科、造口门诊等诸多科室在内的慢性创面治疗多学科团队。针对血管源性的慢性创面,必要时请血管外科医师专科会诊,明确是否需要行血管造影及血管再通治疗,已经成为笔者所在科室的治疗规范。

### 5.6 皮片/皮瓣移植技术

皮片/皮瓣移植是整形修复外科修复慢性创面的重要手术方法之一。根据创面大小及特点,可以选用不同形式和厚度的皮片,其优点是供区创伤小且恢复快,移植成活率较高,手术过程简单,但创面愈合后的瘢痕增生是很难规避的不足。修复慢性创面的另外一种重要的手术方式是皮瓣移植,相比皮片移植,创面瘢痕不易挛缩,功能性康复效果更好,但这一技术对供区造成的创伤较大,手术难度较大,对术者技术要求高。总而言之,不论选择皮片移植还是皮瓣移植,其最终目的都是为了快速修复创面,在选用时还应该尽量考虑减少对供区的损伤,不造成供区功能障碍,且最大限度地修复创面区域的功能<sup>[18]</sup>。随着穿支皮瓣的发展,采用穿支皮瓣覆盖慢性创面也越来越多地被尝试<sup>[19]</sup>。笔者认为,慢性创面最终还是要靠手术修复,如果患者全身状况允许,应积极创造局部条件,能手术者尽早手术,以达到修复创面的目的。

### 5.7 其他治疗方法

高压氧疗法、富血小板血浆/纤维蛋白疗法、自体细胞再生技术(ReCell 技术)、组织工程皮肤、基因疗法、物理疗法、中医中药等目前也用于慢性创面的治疗,同样取得了一定效果,但其中有些方法还需要不断研究、总结,积累更多的循证医学证据。

## 6 总结与展望

随着社会的进步、经济的发展、疾病谱的变化以及老龄化问题的凸显,慢性创面已成为常见的医学难题,不仅种类明显增多、发生机制更加复杂、治疗难度加大,而且占用大量的社会资源与医疗资源,此外,人们对慢性创面治疗结果的要求越来越高<sup>[20]</sup>。因此必须高度重视慢性创面的治疗和研究。在慢性创面临床治疗方面,应以创面湿性愈合理论为依据,以 TIME 模式为指导,明确病因,精准评估,预防为主,积极治疗。随着新技术的发展,新型敷料的研发,各种促进生长、控制感染、改善血液循环的药物的研制以及新疗法的出现,慢性创面的治疗将迎来新的希望。

我国现代慢性创面治疗起步晚、发展快,在付小兵院士的带领下,业内积极开展慢性创面的基础研究和临床治疗,使慢性创面治疗专科化、专业化、系统化、现代化,在基础研究、临床治疗、流行病学调查、人才培养、学科建设、制度规范、出书立著、国际影响等方面均取得可喜的成绩。但慢性创面的治疗还存在许多问题,需要我们不断努力,提高慢性创面治疗效果。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

### 参考文献

- [1] 付小兵. 构建一个创面治疗学科体系: 中国特色创面治疗中心建设 20 年的回顾与展望[J]. 中华烧伤杂志, 2018, 34(12): 859-863. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2018.12.008.
- [2] 付小兵. 如何在中国建立规范化的体表慢性难愈合创面防控培训与教育体系: 我们的初步实践与体会[J]. 感染、炎症、修复, 2019, 20(1): 23-26. DOI: 10.3969/j.issn.1672-8521.2019.01.002.
- [3] 顾国明, 苏永涛, 隋颖. 以学科群理念指导研究型创面修复学科建设的探索[J]. 感染、炎症、修复, 2020, 21(1): 4-7. DOI: 10.3969/j.issn.1672-8521.2020.01.002.
- [4] Cheng B, Jiang Y, Fu X, et al. Epidemiological characteristics and clinical analyses of chronic cutaneous wounds of inpatients in China: prevention and control[J]. Wound Repair Regen, 2020. DOI: 10.1111/wrr.12825.
- [5] 韩春茂, 余美荣. 指南指导下慢性创面诊疗的实践与意义[J]. 浙江医学, 2019, 41(10): 973-974, 980. DOI: 10.12056/j.issn.1006-2785.2019.41.10.2019-763.
- [6] 刘瑾, 袁晓勇, 袁戈恒, 等. 糖尿病足病多学科诊疗规范指标及流程的构建[J]. 中国糖尿病杂志, 2018, 26(4): 270-279. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6187.2018.04.002.
- [7] Leaper DJ, Schultz G, Carville K, et al. Extending the TIME concept: what have we learned in the past 10 years? [J]. Int Wound J, 2012, 9 Suppl 2: S1-19. DOI: 10.1111/j.1742-481X.2012.01097.x.
- [8] Gethin G, Cowman S, Kolbach DN. Debridement for venous leg ulcers[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2015, 2015(9): CD008599. DOI: 10.1002/14651858.CD008599.pub2.
- [9] Dowsett C, Ayello E. TIME principles of chronic wound bed

- preparation and treatment [J]. Br J Nurs, 2004, 13 (15): S16-23. DOI:10.12968/bjon.2004.13.Sup3.15546.
- [10] 王新刚, 吴攀, 翁婷婷, 等. 浅议目前组织工程皮肤研发面临的关键问题[J/CD]. 中华损伤与修复杂志: 电子版, 2017, 12 (3): 164-168. DOI:10.3877/cma.j.issn.1673-9450.2017.03.002.
- [11] Yu C, Hu ZQ, Peng RY. Effects and mechanisms of a microcurrent dressing on skin wound healing: a review [J]. Mil Med Res, 2014, 1: 24. DOI: 10.1186/2054-9369-1-24.
- [12] Apelqvist J, Willy C, Fagerdahl AM, et al. EWMA document: negative pressure wound therapy [J]. J Wound Care, 2017, 26 Suppl 3: S1-154. DOI: 10.12968/jowc.2017.26.Sup3.S1.
- [13] 刘洋, 张宜澜, 黄亚兰, 等. 人工真皮联合碱性成纤维细胞生长因子在瘢痕和皮肤深度创面修复中的临床应用 [J]. 中华烧伤杂志, 2016, 32 (4): 198-203. DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2016.04.003.
- [14] Tamura T, Cazander G, Rooijackers SH, et al. Excretions/secretions from medicinal larvae (*Lucilia sericata*) inhibit complement activation by two mechanisms [J]. Wound Repair Regen, 2017, 25 (1): 41-50. DOI:10.1111/wrr.12504.
- [15] Sun X, Jiang K, Chen J, et al. A systematic review of maggot debridement therapy for chronically infected wounds and ulcers [J]. Int J Infect Dis, 2014, 25: 32-37. DOI:10.1016/j.ijid.2014.03.1397.
- [16] Daeschlein G, Lehnert W, Arnold A, et al. Hygienic safety of a new hydrodynamic wound debridement system [J]. Dermatol Surg, 2010, 36 (9): 1426-1438. DOI: 10.1111/j.1524-4725.2010.01653.x.
- [17] Maranda EL, Rodriguez-Menocal L, Badiavas EV. Role of mesenchymal stem cells in dermal repair in burns and diabetic wounds [J]. Curr Stem Cell Res Ther, 2017, 12 (1): 61-70. DOI:10.2174/1574888x11666160714115926.
- [18] Suh HP, Hong JP. The role of reconstructive microsurgery in treating lower-extremity chronic wounds [J]. Int Wound J, 2019, 16 (4): 951-959. DOI:10.1111/iwj.13127.
- [19] Bekara F, Herlin C, Mojallal A, et al. A systematic review and meta-analysis of perforator-pedicled propeller flaps in lower extremity defects: identification of risk factors for complications [J]. Plast Reconstr Surg, 2016, 137 (1): 314-331. DOI:10.1097/PRS.0000000000001891.
- [20] 谭谦. 压力性损伤创面管理与治疗 [M]. 郑州: 郑州大学出版社, 2019.

(收稿日期: 2020-07-28)

**本文引用格式**

谭谦, 徐晔. 慢性创面治疗的理论和策略 [J]. 中华烧伤杂志, 2020, 36 (9): 798-802. DOI:10.3760/cma.j.cn501120-20200728-00361.

Tan Q, Xu Y. Theories and strategies of chronic wound treatment [J]. Chin J Burns, 2020, 36 (9): 798-802. DOI:10.3760/cma.j.cn501120-20200728-00361.

**· 科技快讯 ·****脂肪源性干细胞通过提升创面床血流量来改善植皮后的烧伤创面愈合效果**

既往研究人员已经探索了采用脂肪源性干细胞 (ASC) 作为一种基于细胞的治疗方法来覆盖烧伤创面; 然而, 其潜在机制还不完全清楚。本研究假设 ASC 可以通过诱导血管生成相关通路增加创面血流量, 从而促进切痂和植皮术后烧伤创面的愈合。为了验证这一假设, 研究人员使用绵羊烧伤模型, 选取 7 只体质量为 27 ~ 37 kg 的雌性绵羊并在背部每侧各造成 2 个面积约 5 cm × 5 cm 的全层皮肤烧伤创面。24 h 后切除烧伤皮肤, 并移植 1 块 2 cm<sup>2</sup> 自体供体皮片。伤口部位采用随机分配方式, 局部应用经分离纯化培养传代至第 4 代的 700 万 U 同种异体 ASC (纳入实验组) 或安慰剂 PBS (纳入对照组), ASC 培养基和 PBS 也作为对照参与对比。在应用 ASC 后 1 周和 2 周评估创面愈合情况, 采用 ELISA 和蛋白质印迹法检测创面血流量、上皮化程度、移植植物大小以及 VEGF 的表达情况。与对照组相比, 实验组 ASC 治疗加速了邮票皮的生长, 增加了创面血流和 VEGF 表达。而在这 2 个时间点, PBS 和 ASC 培养基处理的创面部位之间没有观察到明显差异。该研究表明, ASC 加速了皮片移植后创面的愈合速度, 推测其可能是通过 VEGF 相关通路诱导的血管生成来增加血流。

徐晔, 编译自《Burns Trauma》, 2020, 8: tkaa009; 谭谦, 审校

**微流控三维打印技术制备立体超顺滑织物用于创面引流**

液体浸润多孔光滑表面 (SLIPS) 因对多种液体及液体阵列稳定、无缺陷的排斥在液滴操控相关领域脱颖而出。有鉴于此, 本研究利用微流控三维打印方法连续纺织了液体石蜡注入的聚氨酯微纤维, 制备了一种具有超滑多孔表面的立体织物。首先, 研究人员利用微流控技术连续制备了 SLIPS 聚氨酯微纤维, 并测试了其超顺滑特性。实验分别测量了液滴与超顺滑纤维和多孔纤维之间的黏附力, 分别为 (37.3 ± 4.5) μN 和 (589.7 ± 6.4) μN; 并测量了倾斜角为 10 ~ 90°, 每增加 10° 液滴在超顺滑纤维表面的滑落速度, 证明了液滴在这种超顺滑纤维表面可以实现无损快速运输且平均滑落速度随倾斜角变大而增加, 可超过 10 cm/s。随后, 通过将 2 根纤维简单的搭建在同一平面, 研究人员测试了纤维连接点对液滴滑落的影响。结果表明, 由于超顺滑表面的低黏附力, 以 30°、60°、90° 为夹角搭建的 2 根纤维都可以实现液滴的无损快速运输; 并且, 3 根超顺滑纤维搭建的立体微纤维系统也可呈现同样的结果。基于此, 研究人员利用微流控三维打印技术制备了具有立体结构的聚氨酯超顺滑织物。织物的顺滑特性测试表明, 0.08 s 内织物可以实现液滴的无损立体输送。为进一步证明该超顺滑织物在实际医疗领域的应用效果, 研究人员构建了大鼠创面模型, 将该织物置于创面与用于引流的海绵之间验证其实际应用效果。结果显示, 超顺滑织物结合 VSD 治疗 3 d 明显改善了传统引流技术中存在的不足, 实现了创面较高效率的清洁。这是由于液体石蜡的润滑性能, 渗出物和血液可以快速无残留地通过超滑表面, 因此, 织物可以被杂质污染, 大大地降低了感染风险。此外, 超顺滑织物起到了隔离海绵与创面的作用, 减少了对组织的二次损伤, 有效提升了创面修复的效果。这些优异的特性表明, 三维的超顺滑微纤维织物在高效的创面管理中具有广阔的应用前景。

徐晔, 编译自《Adv Sci》, 2020, 7 (16): 2000789; 谭谦, 审校