

本文亮点:

强调了精准烧伤医学体系建设与推广的必要性与策略,希望能推动国内精准烧伤医学体系的建设与发展。



重视精准烧伤医学体系的建设与推广

罗高兴¹ 孙晓艳² 吴军³

¹陆军军医大学(第三军医大学)第一附属医院全军烧伤研究所,创伤、烧伤与复合伤国家重点实验室,重庆市创面损伤修复与再生重点实验室,重庆 400038;²解放军总医院医学创新研究部创伤修复与组织再生研究中心,北京 100853;³深圳大学第一附属医院烧伤整形科,深圳 518035

通信作者:罗高兴,Email:gaoxing.luo@burnstrauma.com

【摘要】近年来,精准医学有了较大的发展,但由于观念固化、方法与工具缺乏等原因,精准医学在烧伤外科中的进展与应用远远落后于其他学科。该文从烧伤创面面积与深度的精准诊断、烧伤创面的精准治疗、烧伤并发症的精准监测与诊治、精准烧伤康复治疗等方面,简要阐述了加强精准烧伤医学体系建设与推广的必要性及可能策略,希望能引起烧伤医务工作者的进一步重视,以快速推动我国精准烧伤医学的发展。

【关键词】 精准医学; 烧伤; 烧伤深度; 烧伤瘢痕; 烧伤康复

基金项目:国家重点研发计划(2021YFA1101100)

Strengthening the development and application of precision burn medicine

Luo Gaoxing¹, Sun Xiaoyan², Wu Jun³

¹State Key Laboratory of Trauma, Burns and Combined Injury, Institute of Burn Research, the First Affiliated Hospital of Army Medical University (the Third Military Medical University), Chongqing Key Laboratory for Wound Damage Repair and Regeneration, Chongqing 400038, China; ²Research Center for Wound Repair and Tissue Regeneration, Medical Innovation Research Department, the PLA General Hospital, Beijing 100853, China; ³Department of Burns and Plastic Surgery, the First Affiliated Hospital of Shenzhen University, Shenzhen 518035, China

Corresponding author: Luo Gaoxing, Email: gaoxing.luo@burnstrauma.com

【Abstract】 In recent years, precision medicine in various clinical disciplines has made great progress. However, the progress and practice of precision medicine in burn surgery at present have lagged far behind other disciplines due to various reasons including the solidification of concepts and the lack of effective methods and equipment. This article briefly expound the necessities and possible strategies of strengthening the construction and promotion of precision burn medicine system from the aspects of accurate diagnosis of burn wound area and depth, precise treatment of burn wounds, precise monitoring diagnosis and treatment of burn complications and scars, and precise rehabilitation treatment. In order to rapidly promote the development of precision burn medicine in our country, it is hoped that burn medical staffs will pay much more attention to this field, especially to conceptual transformation, development of innovative strategies, tools, and equipment for precise diagnosis and treatment of burn wounds and complications.

【Key words】 Precision medicine; Burns; Burn depth; Burn scar; Burn rehabilitation

Fund program: National Key Research and Development Program of China (2021YFA1101100)

烧伤外科是一门古老的医学学科,中国现代烧伤外科虽仅成立 60 余年,但经过几代烧伤学者的努力,我国烧伤的临床救治、相关研究与临床转化

DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20230407-00116

本文引用格式:罗高兴,孙晓艳,吴军.重视精准烧伤医学体系的建设与推广[J].中华烧伤与创面修复杂志,2023,39(7):612-617. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20230407-00116.

Luo GX, Sun XY, Wu J. Strengthening the development and application of precision burn medicine[J]. Chin J Burns Wounds, 2023, 39(7): 612-617. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20230407-00116.



已位居世界前列。烧伤患者的救治不仅需要外科治疗,还涉及内科、专科及基础医学,故将烧伤学科称为烧伤医学(burns medicine, burnsology)比单纯的烧伤外科(burn surgery)更全面、更准确。自 21 世纪尤其自 2015 年,时任美国总统奥巴马在国情咨文中提出“精准医学计划(precision medicine initiative)”以来,精准医学的理念、技术与方法等在各个医学学科与领域如火如荼兴起,并取得了卓越的成就。精准医学的本意指基于患者经基因测序、蛋白质谱等所获得的信息,通过大数据与生物信息学分析,并结合患者所处环境以及生活方式等制订个体化策略及方案,从而进行精准化预防、精准化诊断与精准化治疗的医学模式。精准医学与个体化医疗(personalized medicine)存在许多共同点,但前者更强调基于患者本人的基因及组学信息在基因与分子水平进行医疗活动。精准医学的概念最早由美国基因组学家 Maynard V Olson 博士于 2011 年提出,但随着精准医学在各个医学学科与领域的广泛推行,其概念逐渐被泛化。当前,精准医学可泛指基于患者个体化情况而量身订制的精准化和精细化预防、诊断及治疗方案,即在个体化的基础上强调精准化与精细化。但直至目前,精准医学在烧伤医学领域进展仍较缓慢,成果十分有限,这可能与诊治观念固化、缺乏实现精准化的技术与手段等有关。如何更好地践行精准烧伤医学(precision burn medicine, precision burnsology)是烧伤医学今后发展的必然要求与重要方向^[1],笔者就自己对精准烧伤医学的理解,提出通过加强以下几个方面的研究与应用,以推动精准烧伤医学的发展。

1 烧伤创面的精准诊断与治疗

1.1 烧伤创面的精准诊断

创面问题是烧伤的根本问题,烧伤创面的精确诊断是精准烧伤医学的基础与必要条件^[2]。烧伤创面诊断主要包括烧伤创面面积与深度 2 个方面。遗憾的是,直至目前,临床上烧伤创面的诊断仍然主要依靠肉眼、医师的经验进行判断,致使判定结果较粗放,精准度十分有限。

1.1.1 烧伤创面面积的精确诊断 烧伤创面面积是影响烧伤休克等病情发生发展的最主要因素,目前国内外仍然主要由临床医师依靠肉眼估计烧伤面积,这与精准烧伤医学的要求相差甚远。我国

主要应用中国九分法、手掌法等估算烧伤面积,国外也是应用类似的分区量表进行烧伤面积估算。据统计,即使是十分有经验的医师,对烧伤面积估算的准确率也仅有 90% 左右。近年来,许多学者尝试应用三维扫描、三维照相等技术与手段来测算烧伤面积,其精准度显著高于传统估算方法^[3-5]。这些技术与方法的主要不足是较烦琐、较传统估算法耗时长等。如传统估算法判断烧伤创面面积仅需 30 s 左右,而三维扫描、三维照相则需要 4~5 min 或更长时间才能完成。开发快速、便捷、患者依从性好的三维扫描、三维照相的仪器设备及相关软件,以在短时间内完成烧伤面积的精准测量是当前烧伤临床急需解决的事项之一。

1.1.2 烧伤创面深度的精确诊断 与烧伤创面面积相比较,烧伤医务工作者往往更关注创面深度,它是烧伤创面能否愈合、愈合时间、治疗方式、愈合质量等的重要指标。研究表明,凭借临床经验依靠肉眼判断烧伤创面深度的准确率仅为 60%~75%。自 1984 年 Alsbjorn 应用激光多普勒检测血流并判断烧伤创面深度以来,许多先进技术,如太赫兹、高频超声、主动动态热成像、前视红外成像、空间频域成像、光学相干断层扫描技术、脉冲激光散斑成像等技术与方法已先后被应用于烧伤创面深度的测量并均取得了较好的进展,这些技术与方法可以显著地提高临床烧伤创面深度诊断的准确性^[6-8]。但这些设备在检测创面深度所耗时长、便捷性、易操作程度、患者依从性等方面都很不尽如人意,因此至今尚无一款能够真正推广应用于烧伤临床创面深度诊断的设备。笔者团队也开展了应用近红外光谱仪诊断烧伤深度的研究,该仪器能较为准确地识别坏死变性组织,从而精准判定实验动物及临床烧伤创面的绝对深度^[9]。当然,该仪器在单次扫描面积、快捷方便程度、患者配合度等方面仍需进一步优化,希望能尽早将其应用于临床烧伤创面深度的精确诊断。烧伤创面深度在伤后的一段时间内,特别是伤后 48~72 h 内往往是一个不断变化、加深的过程,这进一步加大了判定难度。因此,有必要在伤后 48 h 甚至 72 h 内多次反复精准评估烧伤创面深度,以便为后续治疗模式等的选择奠定基础。

总之,烧伤创面的精准诊断意义重大,临床急需对烧伤创面进行精准、快捷诊断的仪器设备,这要求加大在这个领域的科研投入并加强转化。同

时,烧伤专业医务人员也应当改变理念、观念与工作习惯,与多耗时几分钟相比,创面精准诊断显然更为重要。

1.2 烧伤创面的精准治疗

烧伤创面的精准治疗是精准烧伤医学最重要的组成部分,其首要步骤是精准清创。精准清创是指应用各种器械或工具精确去除创面变性坏死组织,并最大限度保留健康组织,从而加速创面修复速度、保证创面修复质量。当前临床上仍主要应用手术刀、削痂刀等传统工具对烧伤创面进行机械清创,这些方法仅通过医师凭经验及依靠肉眼观察来判别坏死变性组织或健康组织而进行,很难达到精准清创的目的^[10],即要么由于清创不彻底而影响手术效果与愈合进程;要么由于清创过度,去除了健康组织而影响创面修复质量^[10]。

创面精准清创是指在精准判别的基础上通过特殊手段精确去除坏死、失活组织,或直接通过某种技术与方法特异性精确清除坏死、失活组织。目前,在临床上使用的创面精准清创方法与工具主要包括水动力清创、酶学清创、蝇蛆生物清创等,研究结果显示这些技术或手段可较精确地去除烧伤创面坏死、变性组织,并最大限度保留健康组织,从而达到精准清创的目的^[11-13]。有研究表明,应用激光多普勒检测血流仪指导深度烧伤创面的清创手术,可使清创更为准确,最终显著缩短烧伤创面修复时间,降低住院费用。目前,临床上应用水动力系统通过产生高速水射流及文丘里效应等精确清除烧伤创面坏死、失活组织,最大限度保留健康组织,从而达到精准清创的目的。笔者团队在应用近红外光谱仪准确判定创面深度尤其是创面变性、坏死组织的基础上,开展了应用皮秒激光精准清除变性、坏死组织的研究^[14]。

烧伤创面精准治疗还应包括创面精准冷疗、创面加深的精准防治、精准皮肤移植等。冷疗是烧伤急救的最重要步骤,但如何通过冷疗达到最佳效果,用什么液体或方式冷疗、冷疗的最佳温度、应持续时间等均需进一步研究以最终形成烧伤创面精准冷疗的方案与方法。皮肤移植是修复深度烧伤创面必不可少的方法,精准皮肤移植的前提是对烧伤创面清创后组织缺损区域的形状、面积与深度等进行精确测量,以便精确切取合适大小及厚度的移植皮肤等,从而尽可能做到精准皮肤移植。同时,清创创口的精确测量也可为人工皮肤三维打印等

提供准确参数,以利于所打印人工皮肤准确移植封闭创面。这些均属于精准烧伤创面治疗的范畴^[15]。

2 烧伤并发症的精准预防与诊治

皮肤创面与烧伤后的应激/炎症反应是决定烧伤病程发生发展、预后与结局的两大最根本因素,由此会继发性引起血管通透性增加、有效血循环量不足、缺血缺氧性损害、感染、高代谢、脏器损害等并发症^[16]。对这些并发症的精准预防、监测与诊治、治疗是烧伤救治必不可少的重要环节,关系到严重烧伤患者的预后与救治成败。

2.1 精准抗休克治疗

烧伤尤其是严重烧伤后,创面局部甚至患者全身微血管通透性增加,是造成机体有效血容量不足、细胞组织器官缺血缺氧性损害的主要机制。目前临床上针对严重烧伤患者的液体复苏抗休克策略与措施仅仅是治标^[17-19],应针对通透性增高微血管壁进行精准封堵,有效防止血管内分子的渗漏,才能达到治本的目的。笔者团队正研制具有靶向性与响应性的软性生物材料机器人,智能识别烧伤后应激/炎症反应所致的渗漏位点,精准完成有效封堵,以实现病因与机制的精准治疗。

精准监测机体有效血容量等血流动力学指标是烧伤早期抗休克、精准化个体治疗的基础。十分有必要借鉴其他学科,尤其是重症医学等的新近进展与技术,大力推广脉搏轮廓连续心排量监测、超声容量监测等在严重烧伤患者血容量监测中的应用^[17-19]。由于烧伤病程的特殊性,应用这些技术进行相关指标监测时,烧伤患者的目标范畴可能与健康人或其他疾病患者并不完全相同。因此,需要明确监测指标在烧伤患者的最佳目标值或范围,以进行精准液体复苏,防治细胞、组织与器官的缺血缺氧性损害,为危重烧伤的成功救治奠定基础^[17-19]。

2.2 精准抗感染治疗

感染是烧伤最常见并发症,在加强感染预防的同时,更应该加强烧伤感染的精准监测与精准治疗^[20]。除常规的临床体征、症状、标本微生物培养等监测外,提倡实时进行宏基因组二代测序(metagenomic next generation sequencing, mNGS)。mNGS具有快速、高通量、高灵敏度、微生物谱全覆盖等优点,能准确检查到机体感染的微生物种类甚至亚型等,为抗菌药物的精准应用提供依据^[21-22]。

抗菌药物等均有不同程度的毒性作用和不良反应,为实现对临床耐药菌感染的精准治疗,笔者单位正研发针对特异耐药菌种属治疗的嗜菌体^[23]。由于一种噬菌体只能对一种特定的细菌甚至其中的某个特殊菌株发挥作用,从而实现了细菌感染的精准治疗^[24]。

2.3 精准烧伤营养治疗

烧伤皮肤创面及烧伤后的应激/炎症反应往往引起患者不同程度的高代谢、代谢紊乱,精准调控、治疗高代谢的基础是精准测定机体代谢水平。除常规的代谢车外,应加强推广全谱代谢组学等的测量与分析,明确机体代谢水平,制订精准的营养治疗策略与方案^[25]。针对严重烧伤引发的高代谢须进行必要的营养治疗,笔者单位在前期所制订的我国成人烧伤能量公式的基础上进行进一步优化、精准化,制订了新版中国成人烧伤能量公式。与旧版及其他公式比较,新版公式更符合患者的实际能量需要,能更精准地满足成年烧伤患者的能量测算与营养治疗的需要^[26]。

2.4 烧伤内脏并发症的精准防治

由于应激/炎症反应、烧伤毒素、缺血缺氧性损害、感染、药物等均可导致烧伤患者发生不同程度的脏器损害与功能障碍^[16]。除加强预防外,还应特别加强脏器损害与功能障碍的监测^[16]。结合当前生物医学技术的迅速发展,应加强蛋白质组学、基因组学、代谢组学,甚至多组学、单细胞测序等技术与方法在烧伤后脏器损害监测中的应用,实时监测脏器损害程度,及时进行精准干预,以达到最佳的治疗目标。

3 精准烧伤瘢痕等康复治疗

随着治疗技术的进步,国内烧伤患者的救治成功率接近百分之百,烧伤康复治疗就显得更为重要。烧伤康复治疗正逐渐成为烧伤成功救治的重要环节,并受到越来越多的烧伤临床医务工作者、烧伤患者甚至其亲属的重视。在临床实践中,强调全员、全程、全维度、精准的烧伤康复治疗原则与理念。“全员”指每一例烧伤患者都应进行康复治疗;“全程”是指从患者受伤开始就应进行康复治疗;“全维度”是指除需医护工作人员参与外,还需患者、患者亲属甚至同事等的参与及配合。同时,“全维度”还指除烧伤部位康复治疗外,还应注重内脏器官精准康复、心理精准康复、社会康复、职业康

等。由于危重烧伤康复治疗过程长、涉及面广,临床上对精准烧伤康复治疗的重视还远远不够,如何进行精准烧伤康复治疗仍面临着许多挑战。

3.1 烧伤瘢痕的精准预防、评估与治疗

瘢痕的预防与治疗是烧伤康复治疗中最重要的方面。深度烧伤创面往往不可避免会出现不同类型、不同程度的瘢痕,导致外观畸形、感觉异常、功能障碍等,严重影响患者愈后生命质量^[27]。目前,还无法对烧伤瘢痕进行精准预测、精确诊断及精细化治疗,瘢痕的精准预防与治疗可能是未来真正意义上的精准烧伤医学最有前途的发展方向。对烧伤瘢痕患者最有效的防治策略是提前进行基因组学测序预测、干预与治疗,以防止烧伤后瘢痕的发生发展。不同个体甚至同一个体不同部位、不同时期都存在瘢痕形成的异质性,已有大量研究阐释了烧伤后瘢痕形成的基因学基础。排除可能影响创面快速愈合的外界因素或方法外,深入探究瘢痕形成的基因等内在因素是很有必要的。例如,有研究者观察到, α 黑素细胞刺激激素受体核苷酸多态性、*R163Q*、*Warrior*、*rs2736100*、*rs228570* SNP 等基因具有明显的促瘢痕形成作用,而 *rs1136645*、*rs5623498* 等基因却具有抑制瘢痕形成的功效^[28-30]。如果能在烧伤患者伤后即刻进行基因背景分析,就可及时从基因、分子水平进行干预,进而达到烧伤瘢痕精准预防与治疗的目的。但时至今日,尚未明确可靶向瘢痕形成的关键基因或分子,致使瘢痕预防与治疗效果十分有限。事实上,目前针对烧伤瘢痕的所有物理、药物及生物治疗均难以达到令人满意的效果,因此,基于基因等分子水平的干预治疗仍是未来精准烧伤医学的重要研究方向。

瘢痕的精准评估与诊断是瘢痕精准治疗的基础。虽然温哥华瘢痕量表已被广泛应用于瘢痕的诊断,但远不能满足临床实际需求,无法达到对瘢痕的精准诊断。就笔者经验来说,烧伤瘢痕的诊断至少应包括瘢痕部位、体积与形状、表面温度或温度差、颜色与血流、硬度与弹性等力学表征、主观症状(痒、痛、感觉异常等)、对功能的影响等方面,只有这样才能更准确反映瘢痕的具体情况^[31-32]。

激素、光电等在瘢痕防治中已被证明有较为肯定的疗效,但如何对不同患者、不同部位、不同时期的烧伤瘢痕进行精准化激素、光电等治疗,还需结合严格的大样本临床研究、大数据分析、人工智能深度学习等,以制订精准治疗不同烧伤瘢痕的光电

技术种类、模式、能量等参数,从而达到最佳治疗效果^[33]。

3.2 精准烧伤康复治疗

随着烧伤康复与精准医学的发展及推广,临床上越来越强调精准康复治疗的重要性。精准烧伤康复治疗的前提是对受伤部位功能等的精准评估,除一些必要的量表外,临床上还往往需要精密的仪器设备对受伤关节等进行精准评估,这需要研发系列能满足精准评估的方法、仪器、设备等^[27]。由于烧伤后瘢痕增生、挛缩等对关节功能的影响是一个不断变化的过程,这就要求根据患者实时情况不定期进行反复多次评估,以调整康复治疗方案。目前临床上仍主要依靠人工、依靠手法进行烧伤康复治疗,而用于烧伤康复治疗的智能化、精密仪器设备较少,这使得对不同烧伤患者进行康复治疗的精准化难以保证。因此,在加大烧伤康复评估仪器和设备研发的同时,还应加强智能化、精准化烧伤康复仪器和设备等的研发及推广应用,只有这样才有可能真正实现烧伤患者的精准康复治疗。除烧伤部位需要局部康复治疗外,危重烧伤救治往往还涉及心肺等重要脏器、心理等的康复治疗。这要求在借鉴其他学科的康复策略、技术与方法的同时,还应结合烧伤的特殊性,进行精准化烧伤康复,以达到最佳的治疗效果。

总之,精准烧伤医学是烧伤医学未来的重要发展方向,通过观念转变、技术与方法创新、仪器设备研制等,使精准烧伤医学在临床上不断推广,从而使更多烧伤患者受益,最终进一步推动我国烧伤医学的高质量发展。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Jakubowski K, Poellmann M, Lee RC. Precision burn trauma medicine: application for molecular engineering science[J]. *Engineering*, 2015, 1(3):280-281. DOI:10.15302/j-eng-2015073.
- [2] 罗高兴. 烧伤创面的早期精确诊断与正确处理[J]. *中华烧伤杂志*, 2017, 33(10):593-596. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2017.10.001.
- [3] Tocco-Tussardi I, Presman B, Huss F. Want correct percentage of TBSA burned? Let a layman do the assessment[J]. *J Burn Care Res*, 2018, 39(2):295-301. DOI: 10.1097/BCR.0000000000000613.
- [4] Benjamin NC, Lee JO, Norbury WB, et al. Accuracy of currently used paper burn diagram vs a three-dimensional computerized model[J]. *J Burn Care Res*, 2017, 38(1): e254-e260. DOI: 10.1097/BCR.0000000000000363.
- [5] Retrouvey H, Chan J, Shahrokhi S. Comparison of two-dimensional methods versus three-dimensional scanning systems in the assessment of total body surface area estimation in burn patients[J]. *Burns*, 2018, 44(1): 195-200. DOI: 10.1016/j.burns.2017.07.003.
- [6] Schulz T, Marotz J, Seider S, et al. Burn depth assessment using hyperspectral imaging in a prospective single center study[J]. *Burns*, 2022, 48(5): 1112-1119. DOI: 10.1016/j.burns.2021.09.010.
- [7] Osman OB, Harris ZB, Zhou JW, et al. In vivo assessment and monitoring of burn wounds using a handheld terahertz hyperspectral scanner[J]. *Adv Photonics Res*, 2022, 3(5):2100095. DOI: 10.1002/adpr.202100095.
- [8] Cirillo MD, Mirdell R, Sjöberg F, et al. Improving burn depth assessment for pediatric scalds by AI based on semantic segmentation of polarized light photography images[J]. *Burns*, 2021, 47(7):1586-1593. DOI: 10.1016/j.burns.2021.01.011.
- [9] Yin M, Li Y, Luo Y, et al. A novel method for objectively, rapidly and accurately evaluating burn depth via near infrared spectroscopy[J/OL]. *Burns Trauma*, 2021, 9: tkab014[2023-04-07]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34258302/>. DOI: 10.1093/burnst/tkab014.
- [10] Wormald JC, Wade RG, Dunne JA, et al. Hydrosurgical debridement versus conventional surgical debridement for acute partial-thickness burns[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2020, 9(9):CD012826. DOI: 10.1002/14651858.CD012826.pub2.
- [11] Yuan M, Yin M, Zhang L, et al. Selective debridement of burn wounds using hydrosurgery system[J]. *Int Wound J*, 2020, 17(2):300-309. DOI: 10.1111/iwj.13270.
- [12] Korzeniowski T, Strużyna J, Torres K. Evaluation of bomelain-based enzymatic debridement combined with laser doppler imaging and healing of burn wounds[J]. *Med Sci Monit*, 2022, 28:e936713. DOI: 10.12659/MSM.936713.
- [13] Shoham Y, Krieger Y, Rubin G, et al. Rapid enzymatic burn debridement: a review of the paediatric clinical trial experience[J]. *Int Wound J*, 2020, 17(5): 1337-1345. DOI: 10.1111/iwj.13405.
- [14] 薛冬冬, 贺佳, 贺伟峰, 等. 皮秒脉冲固体激光对乳猪皮肤组织的气化效应[J]. *第三军医大学学报*, 2016, 38(9):911-915. DOI: 10.16016/j.1000-5404.201511061.
- [15] Wood FM. The role of cell-based therapies in acute burn wound skin repair: a review[J]. *J Burn Care Res*, 2023, 44(Suppl 1):S42-47. DOI: 10.1093/jbcr/irac146.
- [16] 罗高兴. 烧伤后脏器并发症的发生与防治[J]. *中华烧伤杂志*, 2019, 35(8):565-567. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2019.08.002.
- [17] Cartotto R, Burmeister DM, Kubasiak JC. Burn shock and resuscitation: review and state of the science[J]. *J Burn Care Res*, 2022, 26:irac025. DOI: 10.1093/jbcr/irac025.
- [18] Luo J, Zhang P, Gan YH, et al. The effect and evaluation of the third military medical university fluid resuscitation formula[J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2022, 2022:8984696. DOI: 10.1155/2022/8984696.
- [19] Belaunzaran M, Raslan S, Ali A, et al. Utilization and efficacy of resuscitation endpoints in trauma and burn patients: a review article[J]. *Am Surg*, 2022, 88(1): 10-19. DOI: 10.1177/00031348211060424.
- [20] Zhang P, Zou B, Liou YC, et al. The pathogenesis and diagnosis of sepsis post burn injury[J/OL]. *Burns Trauma*, 2021, 9: tkaa047[2023-04-07]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33654698/>. DOI: 10.1093/burnst/tkaa047.

- [21] Cason C, D'Accolti M, Soffritti I, et al. Next-generation sequencing and PCR technologies in monitoring the hospital microbiome and its drug resistance[J]. *Front Microbiol*, 2022, 13: 969863. DOI: 10.3389/fmicb.2022.969863.
- [22] Kanamori H, Parobek CM, Weber DJ, et al. Next-generation sequencing and comparative analysis of sequential outbreaks caused by multidrug-resistant *Acinetobacter baumannii* at a large academic burn center[J]. *Antimicrob Agents Chemother*, 2015, 60(3): 1249-1257. DOI: 10.1128/AAC.02014-15.
- [23] Azevedo MM, Pina-Vaz C, Rodrigues AG. The role of phage therapy in burn wound infections management: advantages and pitfalls[J]. *J Burn Care Res*, 2022, 43(2): 336-342. DOI: 10.1093/jbcr/irab175.
- [24] Shi Y, Peng Y, Zhang Y, et al. Safety and efficacy of a phage, kpsk3, in an in vivo model of carbapenem-resistant hypermucoviscous *klebsiella pneumoniae* bacteremia[J]. *Front Microbiol*, 2021, 12: 613356. DOI: 10.3389/fmicb.2021.613356.
- [25] Sommerhalder C, Blears E, Murton AJ, et al. Current problems in burn hypermetabolism[J]. *Curr Probl Surg*, 2020, 57(1): 100709. DOI: 10.1016/j.cpsurg.2019.100709.
- [26] Xi P, Kaifa W, Yong Z, et al. Establishment and assessment of new formulas for energy consumption estimation in adult burn patients[J]. *PLoS One*, 2014, 9(10): e110409. DOI: 10.1371/journal.pone.0110409.
- [27] Yuan B, Upton Z, Leavesley D, et al. Vascular and collagen target: a rational approach to hypertrophic scar management[J]. *Adv Wound Care (New Rochelle)*, 2023, 12(1): 38-55. DOI: 10.1089/wound.2020.1348.
- [28] Sood RF, Hocking AM, Muffley LA, et al. Race and melanocortin 1 receptor polymorphism R163Q are associated with post-burn hypertrophic scarring: a prospective cohort study[J]. *J Invest Dermatol*, 2015, 135(10): 2394-2401. DOI: 10.1038/jid.2015.197.
- [29] Oh J, Fernando A, Muffley L, et al. Correlation between the warrior/worrier gene on post burn pruritus and scarring: a prospective cohort study[J]. *Ann Surg*, 2022, 275(5): 1002-1005. DOI: 10.1097/SLA.0000000000004235.
- [30] Wallace HJ, Cadby G, Melton PE, et al. Genetic influence on scar height and pliability after burn injury in individuals of European ancestry: a prospective cohort study[J]. *Burns*, 2019, 45(3): 567-578. DOI: 10.1016/j.burns.2018.10.027.
- [31] Price K, Moiem N, Nice L, et al. Patient experience of scar assessment and the use of scar assessment tools during burns rehabilitation: a qualitative study[J/OL]. *Burns Trauma*, 2021, 9: tkab005[2023-04-07]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34212058/>. DOI: 10.1093/burnst/tkab005.
- [32] 姜伟乾, 潘锋, 柴密, 等. 基于照片建模技术的病理性瘢痕三维形态量化评估软件的研发及应用验证的前瞻性研究[J]. *中华烧伤与创面修复杂志*, 2023, 39(2): 158-164. DOI: 10.3760/cma.j.cn501225-20220513-00184.
- [33] Klifto KM, Asif M, Hultman CS. Laser management of hypertrophic burn scars: a comprehensive review[J/OL]. *Burns Trauma*, 2020, 8: tkz002[2023-04-07]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32346540/>. DOI: 10.1093/burnst/tkz002.

(收稿日期: 2023-04-07)

·《Burns & Trauma》好文推荐·

早期使用肝素预防性抗凝降低重症脓毒症患者的病死率： 一项来自 MIMIC-IV 数据库的回顾性分析

引用格式: Zou ZY, Huang JJ, Luan YY, et al. Early prophylactic anticoagulation with heparin alleviates mortality in critically ill patients with sepsis: a retrospective analysis from the MIMIC-IV database[J/OL]. *Burns Trauma*, 2022, 10: tkac029[2023-03-22]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9501718/>. DOI: 10.1093/burnst/tkac029.

有关脓毒症患者抗凝药物的使用和时机以及肝素用量的研究较少,且目前关于肝素的使用是否能提高脓毒症患者的存活率尚不清楚。深圳大学第一附属医院吴明教授团队联合解放军总医院姚咏明教授团队在《Burns & Trauma》杂志发文《Early prophylactic anticoagulation with heparin alleviates mortality in critically ill patients with sepsis: a retrospective analysis from the MIMIC-IV database》,利用重症临床科研数据库 MIMIC-IV 对脓毒症患者的资料进行回顾性队列研究。该研究共纳入 6 646 例成年脓毒症患者,并将患者分为早期预防性使用肝素的肝素组(3 211 例)和非肝素组(3 435 例)。肝素组患者的住院病死率显著低于非肝素组(配对前病死率分别为 14.7%、20.0%,风险比为 0.77,95% 置信区间为 0.68~0.87, $P < 0.001$; 配对后病死率分别为 14.9%、18.3%,风险比为 0.78,95% 置信区间为 0.68~0.89, $P < 0.001$)。肝素组和非肝素组患者 60 d 病死率和住 ICU 时间有明显差异($P < 0.01$)。在调整不同协变量的情况下,早期预防性使用肝素与脓毒症患者的院内病死率相关(风险比为 0.71~0.78, $P < 0.001$),并且在倾向性评分匹配后,仅给予 5 剂肝素与院内病死率降低相关(风险比为 0.70,95% 置信区间为 0.56~0.87, $P < 0.001$)。亚组分析显示,肝素使用与脓毒症导致的凝血功能障碍、脓毒症休克、序贯器官衰竭评价评分 ≥ 10 分、急性肾损伤、机械通气、革兰阳性菌感染和革兰阴性菌感染患者的院内病死率降低显著相关(风险比分别为 0.74、0.70、0.58、0.74、0.73、0.64、0.72, $P < 0.001$)。E 值分析表明,考虑未控制的混杂因素,结果依然稳定。该研究证实脓毒症患者早期预防性使用肝素与风险调整后的病死率降低存在关联,后续可设计前瞻性随机对照试验以进一步评估该研究的结论。

曾茁,编译自《Burns Trauma》,2022,10:tkac029;袁志强,审校