

·综述·

音乐疗法在儿童烧伤疼痛管理中的应用研究进展

段德庆 张忠伟 毛远桂 张红艳

南昌大学第一附属医院烧伤整形与创面修复医学中心,南昌 330006

通信作者:张红艳,Email:zhycn2008@163.com

【摘要】 儿童烧伤后的疼痛是十分常见的问题。严重的疼痛不仅会妨碍治疗,处理不及时还会损害儿童心理健康,因此疼痛管理在烧伤儿童的治疗中至关重要。音乐疗法作为一种安全、有效和方便的非药物治疗方法,在缓解疼痛方面具有巨大的优势,被广泛应用于各种临床领域。该文重点围绕音乐疗法及其疼痛缓解机制、儿童烧伤疼痛管理的研究现状、音乐疗法在儿童烧伤疼痛管理中的应用与前景等方面进行综述,为临床应用提供参考。

【关键词】 烧伤; 儿童; 音乐疗法; 疼痛; 疼痛管理

基金项目:江西省自然科学基金(20181BAB205041)

Research advances on the application of music therapy in pain management of children with burns

Duan Deqing, Zhang Zhongwei, Mao Yuanguai, Zhang Hongyan

Medical Center of Burn Plastic and Wound Repair, the First Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang 330006, China

Corresponding author: Zhang Hongyan, Email: zhycn2008@163.com

【Abstract】 Pain after burns is a very common problem in children. Severe pain will not only hinder treatment, but also damage children's mental health if not handled in time. Therefore, pain management is very important in treating children with burns. As a safe, effective, and convenient non-drug therapy, music therapy has great advantages in relieving pain and is widely used in a variety of clinical fields. This paper focused on music therapy and its mechanism of pain relief, the current status of research on pain management of pediatric burns, the application and prospect of music therapy in pain management of pediatric burns, etc., to provide reference for clinical application.

【Key words】 Burns; Child; Music therapy;

Pain; Pain management

Fund program: Natural Science Foundation of Jiangxi Province of China (20181BAB205041)

近年来,全球范围内烧伤发病率呈下降趋势,但儿童烧伤人数减少却并不明显。英国每年约有 6.4 万儿童因烧伤而就医,其中 5 岁以下的儿童占 75%^[1]。据统计,在我国儿童意外伤害中,烧伤占比高达 21%^[2]。儿童发生烧伤后,由创面损伤、外科手术、更换敷料和康复训练等引起的疼痛十分常见^[3]。而且反复的医疗操作会不断地加剧疼痛,使得患儿产生焦虑、失眠和恐惧等不良情绪,甚至出现心理障碍和慢性疼痛^[4]。因此,如何加强烧伤儿童的疼痛管理成为临床上备受关注的课题。考虑到镇痛药物的相关不良反应^[5],临床上通常会严格限制儿童的镇痛药物使用,进而一些非药物镇痛治疗技术逐渐被运用到临床实践中,并取得了较好的治疗效果。其中,音乐疗法具有良好的缓解焦虑、疼痛,改善睡眠,减少药物使用和促进生理康复等作用,可有效减轻儿童接受医疗操作时的焦虑和疼痛^[6]。音乐疗法作为一种安全有效的治疗手段,已被广泛应用于多个临床领域。本文重点围绕音乐疗法及其疼痛缓解机制、儿童烧伤疼痛管理的研究现状、音乐疗法在儿童烧伤疼痛管理中的应用与前景等方面进行综述,为临床应用提供参考。

1 音乐疗法及其疼痛缓解机制

美国音乐治疗协会将音乐疗法定义为一种基于临床和循证医学的系统干预模式,该模式由具有专业资格认证的音乐治疗师应用各种形式的音乐干预去实现个性化的治疗目标,能够满足被治疗者的身体、情感、认知和社会需要^[7]。目前常用音乐疗法来缓解焦虑、释放压力、减轻疼痛、调节情感表达、促进生理康复、改善记忆力及社会交际能力等^[8]。疼痛是一种令人不愉快的感觉和情绪体验,Melzack 和 Wall^[9]报道的疼痛闸门控制理论是临床普遍认同的疼痛

DOI:10.3760/cma.j.cn501225-20220328-00098

本文引用格式:段德庆,张忠伟,毛远桂,等.音乐疗法在儿童烧伤疼痛管理中的应用研究进展[J].中华烧伤与创面修复杂志,2023,39(3):280-284.DOI:10.3760/cma.j.cn501225-20220328-00098.

Duan DQ,Zhang ZW,Mao YG,et al.Research advances on the application of music therapy in pain management of children with burns[J].Chin J Burns Wounds,2023,39(3):280-284.DOI:10.3760/cma.j.cn501225-20220328-00098.



缓解机制,该理论认为脊髓背角存在闸门机制,来自大脑高级中枢的下行通路可以通过激活抑制发射神经元关闭闸门,从而减轻疼痛知觉,即足够强的非有害感觉神经元刺激可以抑制疼痛。目前音乐疗法缓解疼痛的作用机制尚不十分明确,主要有以下理论:(1)节律感应及共振效应。人体细胞可以通过一定频率的微振来相互交流,维持机体生理节律的稳态。另外,物体受到一定频率的外力作用会产生强迫振动,当外力的频率与物体的固有频率相同或成倍数关系时,会引发共振现象。而音乐的本质就是一连串不同频率的声波振动,可以改变人体细胞的振动频率,影响生理节律。在疼痛发生的过程中,痛觉神经冲动从脊髓传导至大脑时,会同时刺激自主神经系统,破坏人体固有节律,使人体出现心率加快、呼吸急促、血压升高、骨骼肌紧张及焦虑情绪等症状。而合适的音乐节律和声波振动可以与人体系统发生共振,达到类似“物理按摩”的效果,调节机体自主节律,进而缓解疼痛引起的不适感及不良情绪^[10-11]。(2)神经电生理效应。首先,根据疼痛闸门控制理论,在疼痛信号传导的过程中,音乐治疗通过刺激大脑的听觉中枢,可以产生抑制性神经冲动,减少脑干网状结构的疼痛刺激输入,最终关闭疼痛传导闸门,从而起到缓解疼痛的作用^[12]。其次,音乐能够通过神经电传导调节机体情感核心区域的活动,进而影响人的感受和情绪。人体的耳蜗毛细胞可以接收音乐声波,然后将其转化为相应的神经冲动,最终上传至大脑的两侧脑区和边缘结构,这些结构在情绪的产生、维持、调节和终止中起着至关重要的作用^[13]。(3)神经化学效应。聆听音乐可以促使患者进一步释放内源性阿片类药物,如脑啡肽和内啡肽,这些神经肽能与阿片受体相互作用,以此改变患者对疼痛的感知^[14]。此外,多巴胺与人的情绪和感觉有关,可以传递兴奋及愉悦的信号,而听音乐可引起体内源性多巴胺释放,从而减轻患者的疼痛及焦虑^[15]。

2 儿童烧伤疼痛管理的研究现状

2.1 儿童烧伤疼痛的特点

在烧伤发生后的不同时期,疼痛产生的原因也有所不同。通常来说,烧伤后患者经历的疼痛包括以下6种类型:(1)急性疼痛,指烧伤后即刻导致的疼痛;(2)背景性疼痛,指烧伤创面愈合过程中患者在静息状态下出现的不愉快情绪;(3)操作性疼痛,指烧伤后实施医疗操作,如日常护理、创面清洗及敷料更换等伴随的疼痛;(4)术后疼痛,指手术区域及供皮区的疼痛,强度一般为中重度;(5)暴发性疼痛,指突然出现的剧烈、短暂的疼痛,可能是由机体疼痛敏感状态引起的;(6)其他类型的疼痛,指烧伤创面愈合后或瘢痕增生时存在的针刺感、瘙痒感及烧灼感等疼痛表现,可能与烧伤导致局部组织神经损伤有关^[3,16-17]。此外,由于儿童普遍缺乏对烧伤疾病本身和疼痛的准确认知,他们对疼痛的感知力、敏感性和耐受力是不同于成年人的^[18]。研究显示,儿童烧伤后的疼痛阈值比成年人更低,且容易产生中枢敏感,即烧伤后中枢神经系统活动增加,导致伤害性信号和疼

痛敏感增加^[19],而且患儿更容易出现焦虑、抑郁及创伤后应激障碍等心理问题^[20]。因此,临床上需要采取合适的疼痛评估方法和治疗手段来管理烧伤儿童,防止疼痛评估失误及疼痛导致的心理和行为问题。

2.2 烧伤儿童疼痛的评估与治疗

儿童是一个身体素质和心理认知还不成熟的特殊群体,不同年龄的儿童烧伤后疼痛的表现不尽相同。目前临床上常用的儿童疼痛评估量表分为观察/行为量表和自我报告量表2大类^[21-22]。0~3岁的婴幼儿难以自我表述,临床常使用观察/行为量表评估其疼痛,如新生儿疼痛评估量表,儿童疼痛观察量表(POCIS),客观疼痛量表,面部表情、腿部动作、活动度、哭闹和可安慰性量表和舒适度-行为量表(CBS)。其中,POCIS、FLACC量表和CBS也可被用于存在言语交流困难、无法表达及认知障碍的儿童疼痛评估。4~6岁的学龄前儿童语言及理解能力较弱且依从性差,推荐对其使用简单易懂的自我报告量表,如修订版Wong-Baker面部表情疼痛评估法(FPS-R);也可使用观察/行为量表,如FLACC量表、CBS和东安大略儿童医院疼痛评分。而6岁以上的学龄期儿童已具备较好的语言和理解能力,且儿童对疼痛的自诉是疼痛评估的金标准,因此建议6岁以上的儿童使用自我报告量表,如Oucher疼痛量表、FPS-R、Wong-Baker面部表情疼痛量表、视觉模拟评分法和数字分级评分法。临床上需要根据儿童的年龄和实际情况,选择合适的1种或多种疼痛评估量表对其疼痛情况进行综合评估。

当前在烧伤疼痛的治疗上,主要以药物的单独或联合应用为主^[5,21],常用药物及方法如下:(1)非甾体抗炎药,适用于大多数烧伤患者。(2)阿片类药物,在治疗患者背景性疼痛和术后疼痛方面有较好的效果,但需要合理使用。(3)抗惊厥药,通常作为阿片类药物的辅助药物,可治疗烧伤后的慢性和神经性疼痛,在调节中枢敏感化和痛觉过敏方面有明显的效果。(4)镇静类药物,临床上常使用丙泊酚、右美托咪定和咪达唑仑等镇静药物的不同组合提供深度镇静,缓解烧伤儿童的操作性及手术相关性疼痛。(5)氯胺酮,常被用于治疗操作性疼痛,且低剂量氯胺酮联合阿片类药物用于术后镇痛可减少阿片类药物的使用。考虑到药物的不良反应,临床上需要严格控制药物用量,尤其是针对儿童患者。近年来关于烧伤儿童非药物治疗的研究报道越来越多,目前主要的治疗技术有儿童家庭治疗、定向情境游戏、音乐疗法、卡通动画、催眠疗法及虚拟现实技术等^[23]。非药物治疗可以转移患儿的注意力,进而减轻疼痛和焦虑的主观感受,同时减少药物的使用,是儿童烧伤疼痛管理过程中的重要内容。

3 音乐疗法在儿童烧伤疼痛管理中的应用

3.1 音乐疗法在日常护理疼痛管理中的应用

日常护理中,有效地缓解患者疼痛可以提高护理质量,改善不良情绪和心理体验。目前用于烧伤儿童日常护理中

的音乐干预技术主要包括播放录制音乐和现场音乐疗法。在国外一项研究中,音乐治疗师先根据烧伤儿童的行为情绪和参与程度,匹配相应音乐,当患儿接受护理操作之后,治疗师立即在床旁进行 3~5 min 的现场音乐演奏。该研究表明,现场音乐疗法可以显著减轻 5 岁以上烧伤儿童的疼痛感,但对 5 岁以下的儿童效果并不明显,这可能与儿童的认知及疼痛评估困难有关^[24]。另有研究表明,在烧伤患儿的日常护理中,播放节奏舒缓的录制音乐可以缓解患儿的创面疼痛感和焦虑,进而提高治疗依从性,还可以提升镇痛剂的镇痛效果^[25]。此外,音乐疗法还可以缓解 ICU 中行机械通气的患儿的疼痛感,减少镇痛药物用量,缩短机械通气时长^[26]。张平^[27]也观察到给 ICU 烧伤患者佩戴耳机播放音乐(根据患者喜好选择音乐类型,以抒情柔美的纯音乐为主)可以屏蔽 ICU 警报声,营造安静环境,有效缓解患者焦虑、抑郁、烦躁、恐惧等不良情绪,减少疼痛导致的破坏行为。上述文献资料显示,音乐疗法在缓解烧伤儿童日常护理期间的疼痛和焦虑方面具有确切的疗效,是一种可行的临床干预手段。

3.2 音乐疗法在清创换药疼痛管理中的应用

烧伤创面往往渗出较多,导致创面敷料黏附紧密,其清创换药过程可引起患儿剧烈疼痛,使患儿依从性降低,妨碍医护人员操作。音乐疗法在儿童烧伤清创换药中应用广泛,美国烧伤协会中心的一项调查表明,有 61% 的临床医务人员运用音乐疗法来减轻门诊及住院烧伤儿童换药时的疼痛及焦虑^[28]。在干预技术方面,Tan 等^[29]提到了基于音乐的想象(MBI)和音乐交替参与(MAE)2 种音乐疗法。MBI 是将促使患者身心放松的场景信息加入歌曲中,让患者聆听音乐进行联想放松;而 MAE 则是通过使患者积极聆听音乐以及进行治疗性歌唱、歌曲短语回应、深呼吸练习及治疗性乐器演奏等,给予患者沉浸式音乐体验,从而使其转移注意力。结果显示,MBI 和 MAE 均有减轻烧伤患者疼痛、焦虑和肌肉紧张程度的作用。其中,MBI 可显著降低烧伤患者清创换药前、后的疼痛和焦虑水平,而 MAE 显著降低了烧伤患者清创过程中的疼痛和焦虑水平。另有研究者将纳入的 120 例烧伤儿童随机分成动画干预组、音乐干预组和对照组(病房常规换药,未行疼痛干预),在清创换药期间进行相应干预,同时记录 3 组患儿 Oucher 疼痛量表评分及生理指标变化^[30]。该研究表明动画干预和音乐干预均可降低患儿心率,缩小 SaO₂ 的波动范围,减轻疼痛强度。此外,一项针对 3~6 岁烧伤患儿的研究表明,玩游戏对减轻换药时的疼痛有积极影响,而音乐对减少换药期间的焦虑有积极影响^[31]。也有研究显示,音乐疗法联合沙盘游戏可以缓解烧伤患儿在换药期间的操作性疼痛,减轻操作造成的血压变化,改善恐惧、烦躁等不良情绪^[32]。上述研究表明,音乐疗法可有效缓解烧伤儿童清创换药过程中的疼痛和焦虑,减轻机体的应激反应和改善不良情绪。

3.3 音乐疗法在功能锻炼疼痛管理中的应用

严重烧伤儿童需要早期进行功能锻炼,预防瘢痕增生

及肢体或关节功能障碍,但训练导致的疼痛常加重患儿对治疗的恐惧和抵触,严重影响功能锻炼的康复效果。研究表明,在烧伤儿童进行肢体被动运动、瘢痕压迫疗法、蜡疗及冰疗等康复锻炼时,分别运用击鼓疗法、体感音波治疗和背景音乐进行干预,均可明显改善患儿的疼痛耐受性和治疗依从性,且在 1~3 岁儿童中使用击鼓疗法效果较好^[33]。在另一项研究中,音乐治疗师根据患儿的音乐喜好,准备 5~10 首能够让患儿聆听时保持情绪稳定和生命体征平稳的欢快音乐作为干预曲目。然后在擦按摩膏、四肢关节牵伸和休息等过程中,物理治疗师为患儿播放 30 min 的预选曲目,音量控制在 40~50 dB,每 3 天 1 次,持续 30 d。结果表明,在烧伤患儿功能锻炼过程中播放背景音乐,可明显降低患儿医疗恐惧问卷评分及 FLACC 量表评分,且提高患儿基础性日常生活活动能力^[34]。也有学者在下肢烧伤儿童进行伸展运动、加强运动及关节活动等康复锻炼中,指导患儿在激昂、规律的行军音乐(频率约 60 Hz)下进行 15 min 的正确步态训练,每周 3 次,为期 12 周。结果表明,通过音乐指导患儿进行功能锻炼是一种安全有效的模式,可以减轻训练过程中的疼痛,改善膝、踝关节的活动度和步态参数^[35]。以上研究表明,音乐疗法在烧伤儿童的功能锻炼过程中具有缓解疼痛、降低恐惧感、改善治疗依从性及提高治疗效果的作用。

3.4 音乐疗法在切割痂/植皮疼痛管理中的应用

治疗严重烧伤往往需要行多次切割痂和植皮手术,而手术相关的焦虑和疼痛十分常见。有研究表明,音乐疗法可以减轻儿童围手术期的疼痛及减少镇痛药剂量,可以适应任何手术环境^[36]。由于术前的恐惧和焦虑往往会强化手术产生的疼痛感知,目前国内关于音乐疗法在烧伤患者切割痂/植皮中应用的研究,集中在术前抗焦虑和术后疼痛缓解方面。研究表明,进行音乐辅助放松(MAR)可以有效缓解烧伤儿童的术前焦虑,减轻手术带来的疼痛。MAR 包括聆听音乐、深部横膈膜呼吸、渐进式肌肉松弛和想象^[37]。一项纳入了 15 项随机对照试验的系统评价得出,虚拟现实、分心装置、游戏及音乐疗法等非药物技术可有效减轻烧伤儿童的手术相关性疼痛,但还需要进一步的研究来开发标准化的方案,以整合非药物治疗和药物治疗^[23]。另有研究者称,烧伤患者术前应用音乐疗法和地西洋,可以加强止痛药的镇痛效果,间接发挥止痛作用,而且音乐疗法还能作为手术后减轻疼痛和焦虑的补充治疗^[38]。综上,在烧伤儿童进行切割痂/植皮等手术时,术前运用音乐疗法可有效缓解儿童焦虑,也可以有效减轻手术相关性疼痛以及加强药物的镇痛效果。

4 小结与展望

音乐疗法作为一种安全、有效、方便且经济的非药物治疗方法,可有效缓解儿童烧伤不同时期的疼痛和焦虑,改善疼痛引发的心理问题。尽管如此,在儿童烧伤的疼痛管理中,音乐疗法也具有一定的局限性,如儿童认知水平低和依

从性差,专业音乐治疗师缺乏以及听力障碍者难以应用等。虽然音乐疗法在儿童烧伤疼痛治疗中的研究已经相对成熟,但目前大多数研究运用的方式仅限于被动音乐疗法,缺乏关于歌唱、演奏及伴随音乐舞蹈等主动音乐疗法^[39]的临床研究,需要更多的随机对照试验提供临床证据。由于各项研究中音乐疗法的具体实施方式不同,导致治疗效果差异较大。因此在未来的研究中,有必要对音乐疗法的干预时长、治疗次数、传递途径和音乐内容等方面进行深入探讨,得出明确的治疗细则,促进音乐疗法的标准化应用。相信在广大学者们的不断创新和探索下,音乐疗法会在烧伤儿童的疼痛管理中得到广泛的临床应用,发挥更加出色的疗效。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Davies K, Johnson EL, Hollén L, et al. Incidence of medically attended paediatric burns across the UK[J]. *Inj Prev*, 2020, 26(1): 24-30. DOI: 10.1136/injuryprev-2018-042881.
- [2] 章雄. 儿童烧伤治疗[J/CD]. *中华损伤与修复杂志: 电子版*, 2020, 15(3): 240. DOI: 10.3877/cma.j.issn.1673-9450.2020.03.020.
- [3] 《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.
- [4] Fagin A, Palmieri TL. Considerations for pediatric burn sedation and analgesia[J/OL]. *Burns trauma*, 2017, 5: 28[2022-03-20]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29051890/>. DOI: 10.1186/s41038-017-0094-8.
- [5] Romanowski KS, Carson J, Pape K, et al. American Burn Association guidelines on the management of acute pain in the adult burn patient: a review of the literature, a compilation of expert opinion, and next steps[J]. *J Burn Care Res*, 2020, 41(6): 1129-1151. DOI: 10.1093/jbcr/iraa119.
- [6] Rodríguez-Rodríguez RC, Noreña-Peña A, Chafer-Bixquert T, et al. The relevance of music therapy in paediatric and adolescent cancer patients: a scoping review[J]. *Glob Health Action*, 2022, 15(1): 2116774. DOI: 10.1080/16549716.2022.2116774.
- [7] 李瑾怡, 王云贵. 音乐治疗对烧伤患者疼痛和焦虑干预的研究进展[J]. *中华烧伤杂志*, 2015, 31(3): 183-185. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2015.03.007.
- [8] Kasuya-Ueba Y, Zhao S, Toichi M. The effect of music intervention on attention in children: experimental evidence[J]. *Front Neurosci*, 2020, 14: 757. DOI: 10.3389/fnins.2020.00757.
- [9] Melzack R, Wall PD. Pain mechanisms: a new theory[J]. *Science*, 1965, 150(3699): 971-979. DOI: 10.1126/science.150.3699.971.
- [10] Bartel L, Mosabbar A. Possible mechanisms for the effects of sound vibration on human health[J]. *Healthcare (Basel)*, 2021, 9(5): 597. DOI: 10.3390/healthcare9050597.
- [11] 吕阳婷, 付高爽, 周波, 等. 节律感应和共振: 音乐疗法的机制[J]. *医学与哲学*, 2019, 40(15): 54-57. DOI: 10.12014/j.issn.1002-0772.2019.15.12.
- [12] 邓旭阳, 刘取芝, 张伟. 音乐疗法在疼痛干预治疗中的应用进展[J]. *临床麻醉学杂志*, 2013, 29(12): 1232-1234.
- [13] Loewy J. Underlying music mechanisms influencing the neurology of pain: an integrative model[J]. *Brain Sci*, 2022, 12(10): 1317. DOI: 10.3390/brainsci12101317.
- [14] Mallik A, Chanda ML, Levitin DJ. Anhedonia to music and mu-opioids: evidence from the administration of naltrexone[J]. *Sci Rep*, 2017, 7: 41952. DOI: 10.1038/srep41952.
- [15] Mallik A, Russo FA. The effects of music & auditory beat stimulation on anxiety: a randomized clinical trial[J]. *PLoS One*, 2022, 17(3): e0259312. DOI: 10.1371/journal.pone.0259312.
- [16] Chung BY, Kim HB, Jung MJ, et al. Post-burn pruritus[J]. *Int J Mol Sci*, 2020, 21(11): 3880. DOI: 10.3390/ijms21113880.
- [17] Stapelberg F. Challenges in anaesthesia and pain management for burn injuries[J]. *Anaesth Intensive Care*, 2020, 48(2): 101-113. DOI: 10.1177/0310057X20914908.
- [18] Birnie KA, Noel M, Chambers CT, et al. Psychological interventions for needle-related procedural pain and distress in children and adolescents[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2018, 10(10): CD005179. DOI: 10.1002/14651858.CD005179.pub4.
- [19] Crofton E, Meredith P, Gray P, et al. Sensory processing and detection thresholds of burn-injured patients: a comparison to normative data[J]. *Burns*, 2022, 48(7): 1590-1598. DOI: 10.1016/j.burns.2021.10.006.
- [20] Richman M, Berman JM, Ross EM. Regional anesthesia use in pediatric burn surgery: a descriptive retrospective series[J]. *Cureus*, 2021, 13(10): e19063. DOI: 10.7759/cureus.19063.
- [21] Pardesi O, Fuzaylov G. Pain management in pediatric burn patients: review of recent literature and future directions[J]. *J Burn Care Res*, 2017, 38(6): 335-347. DOI: 10.1097/bcr.0000000000000470.
- [22] 邵珍珠, 朱琳, 唐文娟, 等. 儿童术后疼痛评估工具研究进展[J]. *护理学杂志*, 2021, 36(5): 102-108. DOI: 10.3870/j.issn.1001-4152.2021.05.102.
- [23] Gillum M, Huang S, Kuromaru Y, et al. Nonpharmacologic management of procedural pain in pediatric burn patients: a systematic review of randomized controlled trials[J]. *J Burn Care Res*, 2022, 43(2): 368-373. DOI: 10.1093/jbcr/irab167.
- [24] van der Heijden MJE, Jeekel J, Rode H, et al. Can live music therapy reduce distress and pain in children with burns after wound care procedures? A randomized controlled trial[J]. *Burns*, 2018, 44(4): 823-833. DOI: 10.1016/j.burns.2017.12.013.
- [25] 梁宁宁, 谭惠仪. 缓解烧伤患儿操作性疼痛综合干预的研究进展[J]. *护理实践与研究*, 2018, 15(3): 23-26. DOI: 10.3969/j.issn.1672-9676.2018.03.008.
- [26] Liu MH, Zhu LH, Peng JX, et al. Effect of personalized music intervention in mechanically ventilated children in the PICU: a pilot study[J]. *Pediatr Crit Care Med*, 2020, 21(1): e8-e14. DOI: 10.1097/PCC.0000000000002159.
- [27] 张平. 减少 ICU 重度烧伤清醒患者不良情绪的护理对策[J]. *中国医疗美容*, 2014(6): 153, 157. DOI: 10.19593/j.issn.2095-0721.2014.06.132.
- [28] Hansen JK, Voss J, Ganatra H, et al. Sedation and analgesia during pediatric burn dressing change: a survey of American Burn Association centers[J]. *J Burn Care Res*, 2019, 40(3): 287-293. DOI: 10.1093/jbcr/irz023.
- [29] Tan XL, Yowler CJ, Super DM, et al. The efficacy of music therapy protocols for decreasing pain, anxiety, and muscle

- tension levels during burn dressing changes: a prospective randomized crossover trial[J]. *J Burn Care Res*, 2010, 31(4): 590-597. DOI:10.1097/BCR.0b013e3181e4d71b.
- [30] Cheraghi F, Kalili A, Soltanian A, et al. A comparison of the effect of visual and auditory distractions on physiological indicators and pain of burn dressing change among 6-12-year-old children: a clinical trial study[J]. *J Pediatr Nurs*, 2021, 58: e81-e86. DOI:10.1016/j.pedn.2021.01.011.
- [31] Shoghi M, Zand Aghtaii M, Kheradmand M. The effect of the active and passive distraction techniques on the burn children's pain intensity and anxiety during dressing changes[J]. *J Nurs Midwifery Sci*, 2022, 9(3): 167-172. DOI: 10.4103/jnms.jnms_139_21.
- [32] 秦凯芹. 音乐疗法联合沙盘游戏疗法对烧伤患儿操作性疼痛的影响[J]. *当代护士*, 2022, 29(10): 105-108. DOI: 10.19791/j.cnki.1006-6411.2022.10.031.
- [33] 曹卫红, 蒋玉洁, 张丹丹, 等. 三种音乐疗法在 97 例烧伤患儿康复治疗中的应用[J]. *中华烧伤杂志*, 2011, 27(5): 390. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2011.05.021.
- [34] 叶道琳, 马蕾, 徐邦红, 等. 背景音乐干预在烧伤儿童功能锻炼中疼痛管理的作用[J]. *中国实用护理杂志*, 2020, 36(22): 1727-1731. DOI:10.3760/cma.j.cn211501-20191127-03508.
- [35] Eid MM, Abdelbasset WK, Abdelaty FM, et al. Effect of physical therapy rehabilitation program combined with music on children with lower limb burns: a twelve-week randomized controlled study[J]. *Burns*, 2021, 47(5): 1146-1152. DOI:10.1016/j.burns.2020.11.006.
- [36] Pancekauskaitė G, Jankauskaitė L. Paediatric pain medicine: pain differences, recognition and coping acute procedural pain in paediatric emergency room[J]. *Medicina (Kaunas)*, 2018, 54(6): 94. DOI: 10.3390/medicina54060094.
- [37] Robb SL, Nichols RJ, Rutan RL, et al. The effects of music assisted relaxation on preoperative anxiety[J]. *J Music Ther*, 1995, 32(1): 2-21. DOI:10.1093/jmt/32.1.2.
- [38] 张修航, 周鑫, 洪雷, 等. 音乐疗法及其在烧伤救治领域的应用研究进展[J]. *中华烧伤与创面修复杂志*, 2022, 38(3): 287-291. DOI:10.3760/cma.j.cn501120-20201217-00533.
- [39] Lynch KA, Emard N, Liou KT, et al. Patient perspectives on active vs. passive music therapy for cancer in the inpatient setting: a qualitative analysis[J]. *J Pain Symptom Manage*, 2021, 62(1): 58-65. DOI: 10.1016/j.jpainsymman. 2020. 11.014.

(收稿日期: 2022-03-28)

· 科技快讯 ·

富含血小板血浆的功能化多组分生物墨水应用于创面原位 双层生物打印促进创面愈合

引用格式: Zhao M, Wang J, Zhang J, et al. Functionalizing multi-component bioink with platelet-rich plasma for customized in-situ bilayer bioprinting for wound healing[J]. *Mater Today Bio*, 2022, 16: 100334. DOI:10.1016/j.mtbio.2022.100334.

创面原位三维生物打印是一项根据皮肤缺损结构迅速精准修复创面的技术, 应用前景广阔。多组分生物墨水的配方仍需探索完善, 以提高打印细胞和生物墨水的性能。富含血小板血浆(PRP)作为患者组织损伤后特异性自体复合生长因子的来源, 具有启动组织修复和促进组织再生的潜在能力。此研究旨在制备 PRP-海藻酸-明胶(AG)复合水凝胶生物墨水, 筛选优化关键配制参数, 并评价其在体内外的生物效应。其三维生物打印时采用挤压工艺打印皮肤结构, 并向其中分层打印加入真皮 Fb 和表皮干细胞。研究结果显示, PRP 的加入不仅改善了种子细胞的行为, 而且使后者能以旁分泌的方式调节血管内皮细胞成管和巨噬细胞极化; PRP 掺入浓度为 5% 时效果最佳。进一步活体原位生物打印观察显示, 与单纯 AG 生物墨水相比, PRP 的加入能有效调节创面修复炎症反应, 并快速启动血管生成, 进而加速创面闭合, 提高愈合质量。此研究揭示了 PRP 这种可快速简便从患者分离获得的具有修复再生初始信号功能的自体血浆成分, 用于自体创面三维生物打印治疗的潜力。结合自体皮肤细胞快速分离技术及原位打印控制技术, 有望实现个性化创面精准修复的临床转化应用。

沈括, 编译自《Mater Today Bio》, 2022, 16: 100334; 胡大海, 审校