

- [4] 陈霞,侯晓红,崔新,等.急性卒中患者吞咽障碍识别的证据总结[J].护理学杂志,2019,34(14):97-100.
- [5] Bonilha H S, Simpson A N, Ellis C, et al. The one-year attributable cost of post-stroke dysphagia[J]. Dysphagia, 2014,29(5):545-552.
- [6] 中华医学会神经病学分会,中华医学会神经病学分会脑血管病学组,中国医学科学院北京协和医院神经内科,等.中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018[J].中华神经科杂志,2018,51(9):666-682.
- [7] 邓里娜,吴波.《中国脑出血诊治指南 2019》更新要点及解读[J].心脑血管病防治,2021,21(1):13-17,34.
- [8] Shah S, Vanclay F, Cooper B. Improving the sensitivity of the Barthel Index for stroke rehabilitation[J]. J Clin Epidemiol, 1989,42(8):703-709.
- [9] 梁繁荣,常小荣.针灸学[M].3版.上海:上海科学技术出版社,2018:124-128.
- [10] Ellul J, Barer D. On behalf of ESDB/COSTAR collaborative dysphagia Study. Inter observer reliability of a standardized swallowing assessment (SSA) [J]. Cerebrovasc Dis, 1996,6(Suppl 2):152-153.
- [11] 马军廷,袁燕.标准吞咽功能评估下吞咽康复训练对卒中后吞咽功能障碍患者康复效果的影响[J].中国医药报,2018,15(17):56-60,64.
- [12] McHorney C A, Martin-Harris B, JoAnne R, et al. Clinical validity of the SWAL-QOL and SWAL-CARE outcome tools with respect to bolus flow measures[J]. Dysphagia, 2006,21(3):141-148.
- [13] Osawa A, Maeshima S, Tanahashi N. Water-swallowing test: screening for aspiration in stroke patients[J]. Cerebrovasc Dis, 2013,35(3):276-281.
- [14] 赖小星,薄琳,朱宏伟,等.老年吞咽障碍患者的生活质量及其影响因素[J].中国康复理论与实践,2020,26(11):1263-1268.
- [15] 李秀云,孟玲,中国康复医学会康复护理专业委员会. 吞咽障碍康复护理专家共识[J]. 护理学杂志, 2021, 36(15):1-4.
- [16] 郑宏,王盛春.针刺结合康复吞咽训练治疗中风后吞咽障碍的疗效观察[J].山东中医药大学学报,2015,39(1):57-59.
- [17] 黄梦秋,廖喜琳,高霓,等.穴位按摩改善卒中患者吞咽障碍的研究概况[J].内科,2021,16(3):372-374.
- [18] 蓝宪,叶然,林法财.音乐疗法文献研究探析[J].中华中医药杂志,2020,35(4):2099-2101.
- [19] 祁鸣,谢靖,张桂青,等.音乐治疗配合吞咽功能训练对卒中后吞咽功能障碍患者的影响[J].重庆医学,2017,46(20):2823-2826.
- [20] 王如蜜,李月裳,张长杰,等.多伦多床旁吞咽筛查试验在急性期脑卒中后吞咽障碍筛查中的筛检效果评价[J].中国康复医学杂志,2017,32(11):1250-1256.
- [21] 冯晓瑜,叶慧玲,周玉兰,等.脑卒中吞咽障碍患者安全进食行为评价量表的编制及信效度检验[J].护理学杂志,2020,35(19):28-31.

(本文编辑 丁迎春)

3D 打印压力疗法应用于增生性瘢痕患者的康复效果

卜平元¹, 阳萍¹, 李曦¹, 欧阳玲娇¹, 蒋博群¹, 余典²

Effect of 3D printing combined with pressure therapy on postoperative rehabilitation of patients with hypertrophic scars Bu Yuan-ping, Yang Ping, Li Xi, Ouyang Lingjiao, Jiang Boqun, Yu Dian

摘要:目的 探讨 3D 打印压力疗法在增生性瘢痕患者的应用效果。方法 将 90 例增生性瘢痕患者随机分为对照组与观察组各 45 例。两组均在常规抗瘢痕药物治疗基础上,对照组实施弹力绷带或订购常规尺寸压力衣压力治疗,观察组实施 3D 打印个性化压力治疗。结果 84 例患者完成全程治疗,观察组达到目标压力值时间显著短于对照组,干预 12 个月压力调整例数及瘢痕治疗效果显著优于对照组(均 $P < 0.05$)。结论 实施 3D 打印个性化压力治疗有利于患者维持稳定的压力治疗效果,提升瘢痕治疗效果。

关键词:烧伤; 增生性瘢痕; 3D 打印; 压力疗法; 压力衣; 功能锻炼; 康复护理

中图分类号: R473.6 **文献标识码:** B **DOI:** 10.3870/j.issn.1001-4152.2022.16.019

增生性瘢痕是指皮肤遭受创伤并累及真皮层,以真皮组织增生、细胞外过度沉积基质、长期炎症和纤维化为特征的病理性愈合产物^[1]。增生性瘢痕可带来体像不佳,在生长中可出现瘙痒、疼痛症状,若管理不当可引起功能困难,如皮肤弹性下降、组织与关节

变形等^[2-3]。目前针对增生性瘢痕的治疗方法有手术治疗和非手术治疗两大类,其中压力疗法是增生性瘢痕最重要的非手术治疗方式,已被广泛应用于加速增生性瘢痕的成熟并改善其外观^[4]。多项研究发现,25~30 mmHg 的长期压力可抑制增生性瘢痕的生长并促使其成熟^[5-6]。由于人体形状的复杂性,瘢痕区域的凹凸形状增加了施加压力障碍,且压力疗法持续时间长难以坚持等因素,都影响压力疗法的效果。近年来 3D 打印技术被大量应用于医疗领域并取得较好效果^[7]。我院烧伤外科将 3D 打印压力疗法应用于增生性瘢痕患者康复,取得一定成效,报告如下。

作者单位:1.中南大学湘雅三医院护理部(湖南长沙,410013);2.长沙理工大学设计艺术学院

卜平元:女,硕士,主任护师,科护士长

通信作者:余典,1044385987@qq.com

科研项目:湖南创新型省份建设专项重点领域研发计划项目(2020SK2095)

收稿:2022-03-21;修回:2022-05-31

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取我院 2020 年 6 月至 2021 年 5 月收治的深二度以上烧伤增生性瘢痕患者作为研究对象。纳入标准:①烧伤恢复期、确诊为增生性瘢痕;②年龄>18 周岁;③认知功能正常,知情同意参与本研究。排除标准:①并存严重系统器质性病变或自身免

疫系统疾病;②神经与肌腱严重损伤或骨折,特重度烧伤已致残或关节缺失。采用随机数字表法将患者分为对照组与观察组各 45 例。对照组剔除 4 例、观察组剔除 2 例(中断治疗或研究过程中同时接受其他治疗),共 84 例完成全程研究。两组患者一般资料比较,见表 1。本研究已取得我院伦理委员会批准(2015-S001)。

表 1 两组患者一般资料比较

组别	例数	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	体重指数 ($\bar{x} \pm s$)	文化程度(例)			瘢痕部位(例)					烧伤原因(例)		
		男	女			初中及以下	高中/中专	大专及以上学历	上肢	下肢	面部	腹部	背部	热力	化学物质	其他
对照组	41	29	12	38.20±9.18	22.35±2.68	18	15	8	13	10	7	6	5	27	10	4
观察组	43	27	16	39.45±9.68	22.58±2.86	21	16	6	15	11	9	5	3	29	8	6
统计量		$\chi^2=0.596$		$t=0.607$	$t=0.744$	$Z=0.608$			$\chi^2=0.984$					$\chi^2=0.646$		
P		0.440		0.545	0.459	0.543			0.912					0.724		

1.2 方法

1.2.1 干预方法

两组均在外用抗瘢痕药物基础上按照瘢痕护理路径实施康复护理,即由责任护士进行瘢痕康复相关知识及护理技能指导,建立微信群,推送相关知识及护理视频,定期电话随访等。早期进行被动运动,以对抗组织挛缩发展。包括单个关节的正常旋转拉伸运动,瘢痕组织按摩,每天 3 次,每次 15~30 min;自主功能锻炼,以坐位到站立位、下蹲位,扶墙行走,循序渐进,每天 2 次,每次 5~30 min;练习肢体的灵活性和协调能力,如捏皮球、编制手工艺品、筷夹小物件等,以提高患者日常生活的自理能力^[8]。对照组在此基础上实施常规压力治疗,即由管床医生和责任护士、康复专科护士、康复技师共同确定压力治疗时间,患者皮肤弹性开始减弱、新生上皮已完全覆盖、肢体活动感觉有紧束感时开始。使用弹力绷带或批量生产的压力衣,即用管状的弹性织物作用于加压部位,弹力绷带螺旋式缠绕,注意松紧适宜,穿戴后关节无活动障碍,肢体末梢皮温正常。初始治疗压力为 1.33~2.66 kPa(采用苏州能斯达电子科技有限公司生产的压力测试仪在加压服装穿戴后,将压力探头伸入瘢痕组织与压力衣之间测试)。告知患者每日穿戴时长>23 h,沐浴时可解除。治疗前 3 个月需每个月来院调整压力,每次增加压力 0.66~1.33 kPa,直至第 3 个月达到 3.33~3.99 kPa 的目标压力范围^[4,6];3 个月后每 3 个月来院复查 1 次压力至干结束。观察组实施 3D 打印的压力疗法,具体如下。

1.2.1.1 3D 建模制衣 由康复专科护士应用 fdm 打印机(武汉盼杰医疗科技有限公司研制)自带的可移动便携式扫描探头,扫描并保存瘢痕组织图像。利用 3D 建模系统构建立体模型,计算弹力衣位置及大小。利用 3D max 软件设计加压装置,设置压力衣距瘢痕皮肤边缘距离为 5.0 cm,获取压力衣的尺寸,采用 3D max 软件重新调整目的压力衣尺寸,完成上述数值计算后带入 3D max 软件进一步精确立体模型,立体展现瘢痕皮肤的凹凸面,并自动计算压力垫模型,完成压

力衣的设计^[9]。3D max 软件中点击确定系统转换为 3D 打印机的 STL 文件,同时将压力衣的三维设计图展开为平面尺寸,并导出图纸,打印纸样。由医院后勤部缝纫师采用弹力面料(为中空弯曲纤维和熔点很低纤维作质料融合配制而成含弹力纤维的无纺布)裁剪并缝制成衣。

1.2.1.2 压力治疗 由责任护士指导患者穿戴压力衣并进行相关知识的宣教,压力调整步骤及测试方法同对照组。当压力衣张力下降(穿戴后最大压力<2.66 kPa)或存在破损、撕裂等需来医院重新获取数据,建模后更换新的压力衣。污染时需采用弹力面料专用洗衣液浸泡清洁、平铺风干,避免紫外线直射,以保护压力衣性能。

1.2.2 评价方法 ①达到目标压力值所需时间及压力调整例数。首次压力治疗均在院内完成,压力值设定为 1.33 kPa。出院后专职康复护士在患者复诊时,使用压力测试仪监测压力值。对比观察两组患者达到目标值(3.33~3.99 kPa)所需时间,以及两组干预第 3、6、12 个月所需调整压力的例数。②瘢痕性状评估。在干预前以及干预后 12 个月由复诊医生及专职康复护士采用温哥华瘢痕量表(Vancouver Scar Scale, VSS)^[10]进行评估。该量表包含色泽、血管分布、厚度、柔软度 4 个条目。色泽:皮肤颜色与其他部位接近正常(0 分);色泽较浅(1 分);混合色泽(2 分);色泽较深(3 分)。血管分布:正常肤色与其他部分近似(0 分);肤色偏粉红(1 分);肤色偏红(2 分);肤色呈紫色(3 分)。厚度:通过超声技术确定瘢痕组织厚度^[11],厚度正常,和周围组织皮肤同样高度(0 分);高于正常皮肤≤2 mm(1 分);高于正常皮肤>2 mm,≤5 mm(2 分);超出正常皮肤>5 mm(3 分)。柔软度:正常(0 分);柔软的,在最小阻力下皮肤可变形(1 分);柔顺的,在压力下能变形(2 分);硬的,在压力下无法变形,移动呈块状(3 分);弯曲,组织如绳状,瘢痕伸展时将退缩(4 分);挛缩,瘢痕永久性缩短导致残废与扭曲(5 分)。量表得分 0~15 分,分数越高代表瘢痕越严重。

1.3 统计学方法 采用 SPSS22.0 软件进行数据处理,行 χ^2 检验、 t 检验及秩和检验。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 两组干预后压力调整数及达到目标压力值所需时间比较 见表 2。

2.2 两组干预前后 VSS 评分比较 见表 3。

表 2 两组干预后压力调整数及达到目标压力值所需时间比较

组别	例数	压力调整(例)			达到目标压力值时间($d, \bar{x} \pm s$)
		干预 3 个月	干预 6 个月	干预 12 个月	
对照组	41	37	32	36	244.36±32.92
观察组	43	35	15	14	87.34±12.56
t/χ^2		1.342	15.867	26.589	29.139
P		0.247	<0.001	<0.001	<0.001

表 3 两组干预前后 VSS 评分比较

组别	例数	柔软度		血管分布		厚度		色泽		总分	
		干预前	干预 12 个月	干预前	干预 12 个月	干预前	干预 12 个月	干预前	干预 12 个月	干预前	干预 12 个月
对照组	41	2.65±0.69	1.89±0.55	2.12±0.58	1.84±0.51	2.89±0.64	1.87±0.41	2.43±0.63	1.78±0.45	10.09±2.33	7.38±1.89
观察组	43	2.78±0.75	1.43±0.47	2.20±0.64	1.52±0.45	2.95±0.71	1.55±0.44	2.51±0.68	1.15±0.36	10.44±3.10	5.65±1.42
t		1.016	4.127	0.559	3.053	0.406	3.660	0.559	7.102	0.554	5.161
P		0.313	<0.001	0.551	0.003	0.686	0.003	0.578	<0.001	0.582	<0.001

3 讨论

3.1 3D 打印压力疗法有利于压力值稳定 增生性瘢痕压力治疗需要尽快达到目标压力且保持持续均衡^[12]。压力疗法治疗的最佳时间需维持 6~24 个月^[4]。压力衣或者弹力绷带使用不当,造成的弹性下降、压力不稳定是影响患者治疗效果的主要因素^[13],因此,尽快达到目标压力,且维持长时间稳定是增生性瘢痕压力治疗的临床护理难点。本研究结果显示,观察组达到目标压力范围(3.33~3.99 kPa)的时间显著短于对照组,干预 6、12 个月需要压力调整的患者例数显著少于对照组(均 $P<0.05$)。表明较传统压力手段相比,3D 个性化定制压力衣具有更快达到有效治疗压力和持续稳定的优势。3D 打印技术依据人体个性化特征扫描建模,结合个体化定制,完美贴合,穿着舒适,提高了患者穿着依从性。经过专科系统培训的康复团队,随时了解患者压力治疗现状,依据随访结果适时督促患者来院复查,根据监测结果及时调整压力值,确保患者持续有效的压力治疗,保证了治疗效果。

3.2 3D 打印压力疗法可提升瘢痕治疗的效果 本研究结果显示,观察组患者压力治疗 12 个月后瘢痕柔软度、血管分布、瘢痕厚度、色泽及总分显著低于对照组(均 $P<0.05$),表明 3D 打印压力疗法可提升患者瘢痕治疗的效果。3D 个性化定制可考虑患者个体身型以外的瘢痕特点,通过扫描瘢痕区域进行立体模型重建,划定瘢痕区域的三维形状,合理设置接触点的厚度,保证压力衣大小和薄厚精准度,更好地限制瘢痕部位的血液供应、氧气和营养的供给,持续加压使瘢痕组织局部缺血缺氧,达到抑制成纤维细胞增殖,并使胶原蛋白等其他物质的合成障碍,激发胶原酶的活性,胶原酶抑制减弱,加速分解,通过持续的压力来抑制瘢痕生长^[14],更好满足患者的康复治疗需求。

综上所述,实施 3D 打印个体化压力治疗有利于患者维持稳定的压力治疗效果,提升瘢痕治疗效果。

参考文献:

[1] He J, Fang B, Shan S, et al. Mechanical stretch promotes hypertrophic scar formation through mechanically

activated cation channel piezo1[J]. Cell Death Dis, 2021, 12(3):1-13.

[2] 中国整形美容协会瘢痕医学分会. 瘢痕早期治疗全国专家共识(2020 版)[J]. 中华烧伤杂志, 2021, 32(2): 113-125.

[3] Nicoletti G, Perugini P, Bellino S, et al. Scar remodeling with the association of monopolar capacitive radiofrequency, electric stimulation, and negative pressure[J]. Photomed Laser Surg, 2017, 35(5): 246-258.

[4] 夏照帆, 吕开阳. 中国临床瘢痕防治专家共识[J]. 中华损伤修复杂志(电子版), 2017, 12(6): 401-408.

[5] Ai J W, Liu J T, Pei S D, et al. The effectiveness of pressure therapy (15-25 mmHg) for hypertrophic burn scars: a systematic review and meta-analysis[J]. Sci Rep, 2017, 7(1): 1-11.

[6] 张宇飞, 赵立环, 于洁. 基于纺织品的增生性瘢痕压力疗法研究进展[J]. 山东纺织科技, 2017, 58(2): 49-53.

[7] Chow L, Yick K L, Sun Y, et al. A novel bespoke hypertrophic scar treatment: actualizing hybrid pressure and silicone therapies with 3D printing and scanning[J]. Int J Bioprint, 2021, 7(1): 123-134.

[8] 王璧霞, 王星星, 郑红颖, 等. 手术后瘢痕护理的证据总结[J]. 护理学杂志, 2018, 33(20): 20-23.

[9] 顾力文, 阮艳雯, 刘晓刚. 基于人体特征曲线和开源软件二次开发的服装 3D 建模方法[J]. 东华大学学报(自然科学版), 2019, 45(2): 275-284.

[10] Sullivan T, Smith J, Kermod J, et al. Rating the burn scar[J]. Burn Care Rehabil, 1990, 11(3): 256-260.

[11] 陈洁, 杭馨, 韦宗凯. 超声技术在病理性瘢痕诊疗中的研究进展[J]. 中华超声影像杂志, 2019, 28(11): 1009-1012.

[12] 朱帅. 压力治疗对烧伤患者增生性瘢痕的长期效果观察[J]. 皮肤病与性病, 2018, 40(4): 527-528.

[13] 谢彬. 深度烧伤患者弹力绷带压力治疗对增生性瘢痕恢复情况的影响[J]. 中国美容医学, 2018, 27(10): 62-65.

[14] 王洪涛, 韩军涛, 胡大海. 炎症反应在增生性瘢痕和瘢痕疙瘩形成中的作用及其机制研究进展[J]. 中华烧伤杂志, 2021, 37(5): 490-494.