doi:10.11659.jjssx.08E020051

·临床研究·

新型皮肤扩展器延期闭合小腿骨筋膜间室综合征减张切口的临床疗效

郭 骏,孙 晨,曹 洪,孙志波,禹志宏 (十堰市人民医院/湖北医药学院附属人民医院创伤骨科,湖北 十堰 442000)

[摘 要] **目的** 探讨新型皮肤扩展器延期闭合小腿骨筋膜间室综合征减张切口的临床疗效。**方法** 回顾性分析18例采用新型皮肤扩展器延期闭合小腿骨筋膜间室综合征减张切口患者的临床资料,患者经筋膜间室切开减压术后,皮肤缺失面积为10 cm×4 cm~28 cm×10 cm,平均宽度为(15.0±6.9)cm。应用新型皮肤扩展器对合皮肤,以4 min皮肤扩展、1 min皮肤松弛为单位反复循环牵拉。若Pinch实验阴性则Ⅰ期闭合创面;若Pinch实验阳性则保留皮肤扩展器,术后每天根据张力、皮缘血供、患肢远端感觉情况逐渐收紧皮肤牵张带,缩小及闭合创面直至皮缘贴合,Ⅱ期闭合创面。记录手术时间、术中出血量、创面愈合时间、住院时间及术后并发症,并观察切口愈合情况。**结果** 所有患者手术时间23~80 min,平均(31.5±10.7)min;术中出血量30~75 mL,平均(45.6±7.9)mL;住院时间3~20 d,平均(10.9±5.6)d。4例患者创面Ⅰ期直接闭合;13例患者创面术后持续牵拉3~9 d后Ⅱ期闭合创面;1例患者因创面太大,且牵拉时引起的疼痛感无法耐受,最终Ⅱ期行植皮和皮瓣修复。患者术后随访6~15个月,平均(8.2±3.5)个月;平均创面愈合时间(17.8±3.6)d;随访期间未出现感染、坏死及张力性水泡病例,创缘皮肤均呈线性愈合,瘢痕小。**结论** 应用新型皮肤扩展器延期闭合小腿骨筋膜间室综合征减张切口,可促进切口愈合,缩短患者手术时间和住院时间,是一种安全、有效、简便的治疗方法。

[关键词] 皮肤扩展器;骨筋膜间室综合征;修复;皮肤缺损;无张力创面闭合术;延期闭合;减张切口

[中图分类号] R686.3 [文献标识码] A [收稿日期] 2020-08-15

Efficacy of the new skin-stretching system for delayed closure of decompression incision of osteofacial compartment syndrome

GUO Jun, SUN Chen, CAO Hong, SUN Zhi-bo, YU Zhi-hong (Department of Trauma Orthopedics, Shiyan People's Hospital/People's Hospital Affiliated to Hubei University of Medicine, Shiyan Hubei 442000, China)

Abstract: Objective To investigate the clinical efficacy of a new skin-stretching system for gradual direct closure of secondary wounds after osteofacial compartment syndrome. **Method** The clinical data of 18 patients with osteofacial compartment syndrome treated by the new skin-stretching system were analyzed retrospectively. The skin defect area was 10 cm×4 cm to 28 cm×10 cm, and the mean width was (15.0±6.9) cm after fasciotomy. The skin was closed with 4 minutes stretch and 1 minute relaxation by the new skin-stretching system circularly. If the Pinch tests were negative, the wound was closed primarily; if positive, the skin-stretching system was gradually tightened according to the tension, the blood supply of the wound edge skin and the feeling of the distal end of the affected limb, to lessen and close the wound until the wound skin was sutured, then secondary closure was completed. The operation time, intraoperatve blood loss, wound healing

[基金项目] 国家自然科学基金青年科学基金项目(81602867);湖北省自然科学基金面上项目(2018CFB524);湖北省教育厅科学技术研究计划指导性项目(B2018110);湖北省教育厅科学技术研究计划指导项目(B2017485)

[通信作者] 孙 晨,E-mail:36865718@qq.com

[11] 魏士飞,李仕明,孙芸芸,等.配戴角膜塑形镜和框架眼镜对近视儿童周边屈光度影响的随机对照临床试验[J].中华实验眼科杂志,2017,35(10):930-935. doi:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2017.10.017.

[12] 石迎辉,张井枝,李阳光,等.长期配戴角膜塑形镜对睑板腺功能和泪膜稳定性的影响[J].中华实验眼科杂志,2018,36(6):464-467. doi:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2018.06.013.

[13] 栗 莉,亢晓丽,王 方,等.儿童长期佩戴角膜塑形镜的角膜内皮状态评估[J].中华实验眼科杂志,2013,31(12):1152-1154. doi:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2013.12.012.

[14] 边思林,刘 华,林 江.近视儿童角膜塑形镜与框架眼镜配戴一年临床效果的随机对照研究[J].中华实验眼科杂志,2020,38(2):121-127. doi:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2020.02.008.

[15] 吕天斌,王丽娅,覃 建,等.角膜塑形镜配戴矫治高度近视的回顾性队列研究[J].中华实验眼科杂志,2018,36(2):144-149. doi:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2018.02.014.

[16] Chen R, Mao X, Jiang J, et al. The relationship between corneal biomechanics and anterior segment parameters in the early stage of orthokeratology: a pilot study[J]. Medicine, 2017, 96(19): e6907. doi: 10.1097/md.0000000000006907.

[17] 卢为为,连 燕,俞潇灵,等.停止配戴角膜塑形镜后眼部参数的变化及相关性[J].中山大学学报(医学版),2019,40(5):796-801.

(编辑:魏 源)

time, hospital stay and postoperative complications were recorded. **Results** The operation time was 23 to 80 minutes, with the average of (31.5 ± 10.7) minutes; the intraoperative blood loss was 30 to 75 mL, with the average of (45.6 ± 7.9) mL; the hospital stay was 3 to 20 days, with the average of (10.9 ± 5.6) days. Skin defect wounds of 4 cases received primary closure; 13 cases received secondary closure after gradually stretched for 3 to 9 days, with the average of 6 days; 1 patient conducted skin graft and flap repair at the stage Ⅱ since the skin defect was big and the pain caused by traction was unable to tolerate. All patients were followed up for 6 to 15 months with the average of (8.2 ± 3.5) months. The average time of wound healing was (17.8 ± 3.6) days. There was no infection, necrosis, tension vesicles occurred. The wound edge skin was healed linearly with slight scars. **Conclusion** The new skin-stretching system is a secure and effective method to complete the gradual direct closure of secondary wounds after osteofacial compartment syndrome, and it can promote the wound healing and shorten the operation time and hospital stay.

Keywords: skin-stretching system; osteofacial compartment syndrome; repair; defect of skin; tension free wound closure; delayed closure; decompression incision

骨筋膜间室综合征可出现在所有类型的骨折中，常见的部位是腿的前部、后深部骨筋膜室以及前臂掌侧骨筋膜室[1]，如果不及时诊治，会导致肌肉和细胞坏死，甚至肢体残疾。切开减压是治疗骨筋间膜室综合征的有效措施，通过降低骨筋膜室内的压力实现组织的再灌注与氧合。但减压术后创面常遗留较大的皮肤缺损，无法直接愈合。传统治疗方法对显微外科技术要求较高，治疗周期长，手术风险较高，并发症多，且可能遗留供区皮肤感觉缺失、色素沉着等问题[2-4]。新型拉杆式皮肤扩展器作为目前临床上治疗大面积皮肤缺损的新技术，利用皮肤的机械伸展性、应力的松弛特性，能Ⅰ期闭合大的创面或者缩小创面面积，具有创伤小、手术风险低、并发症少等优点，越来越受到外科医师的关注。本研究采用新型拉杆式皮肤扩展器延期闭合小腿骨筋膜间室综合征减张切口，取得较好的效果，现报告如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料

回顾性分析2016年1月至2018年1月我院收治的18例采用新型皮肤扩展器延期闭合小腿骨筋膜间室综合征减张切口患者的临床资料，其中男13例，女5例；年龄19～65岁，平均(31.7±8.2)岁；致伤原因：车祸伤10例，高处坠落伤6例，重物挤压伤2例；受伤部位：左小腿10例，右小腿8例，其中15例合并胫腓骨骨折。经筋膜间室切开减压术后，患者皮肤缺损面积为10 cm×4 cm～28 cm×10 cm，平均宽度为(15.0±6.9)cm。纳入标准：①骨筋膜间室综合征诊断明确，符合切开减压手术指征；②年龄>18岁；③病程24 h以内，无神经损伤；③随访时间>6个月；④所有手术均由同一位经验丰富的医师主刀。排除标准：①严重创伤导致运动神经损伤或下肢血运严重破坏；②局部有炎症反应，软组织条件较差；③合并糖尿病等严重影响伤口愈合的基础疾病；④严重心肺疾病、休克、昏迷、全身衰竭。本研究经我院医学伦理委员会批准，患者本人及其家属对治疗方案知情同意。

1.2 材料

EASApprox®新型拉杆式皮肤扩展器由单向对合针拉杆、对合针槽、对合针套杆、类弹簧对合固定器、固定夹、对合针、双向对合针拉杆、反向卡对合针槽组成，板材为聚乙烯，具有良好的柔韧性，可根据张力大小进行适度弯曲。对合针纤细、锋利而坚韧，便于建立微创环境及创面愈合；类弹簧对合固定器具有3个张力指示刻度(0.5 kg张力：安全性，1.5 kg张力：适用性，3 kg张力：有效性)，能够量化创面闭合程度。

1.3 方法

常规行气管插管全身麻醉，消毒铺无菌巾，安装止血带。行创面彻底清创，清除变性坏死组织，仔细止血，修剪2～3 mm内翻皮缘，两侧皮缘不游离。双手推动并合创缘(Pinch实验[5])，初步判断是否可以低张力闭合创面。若Pinch实验阴性，则Ⅰ期直接闭合创面。若Pinch实验阳性，表明创面张力较高，在创面高张力部位安装钩针，皮肤入针点距创缘5～10 mm，深置于皮下组织内，不超过深筋膜。将对合针套杆依次穿过固定针固定，将对合针槽安装在固定后的对合针上，对合两排钩针使创缘合拢，通过张力指示器测量创面的初始闭合张力，双手按压对合针槽，通过拉杆向中间推进，以4 min皮肤扩展、1 min皮肤松弛为单位反复循环牵拉，使皮肤伸展，降低皮肤张力，待皮肤充分伸展，实现应力性松弛。如果张力指示器测量创面张力低，则拆除扩展器，直接闭合创面。若创面无法低张力闭合，则保留皮肤扩展器，创面采用凡士林纱布覆盖。术后每日或隔日根据张力指示器变化对创面皮肤张力进行调节，并对创面进行常规护理，当创面两侧皮缘距离小于1 cm时，去除皮肤扩展器装置，Ⅱ期闭合创面。术后常规抗生素预防感染，密切关注患肢血运、

感觉、颜色及疼痛评分,明确患肢有无肿胀和骨筋膜室综合征加重。创口每日换药,记录创缘皮肤颜色、活力、张力大小、有无坏死及愈合情况。

1.4 观察指标

记录手术时间、术中出血量、创面愈合时间、住院时间及术后并发症。术后并发症包括皮缘坏死、过敏反应、感染、切口裂开等。观察切口愈合情况,愈合标准为切口周围皮肤无红肿及渗出,无不良反应。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析,所有数据资料进行正态性和方差齐性检验。计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示。

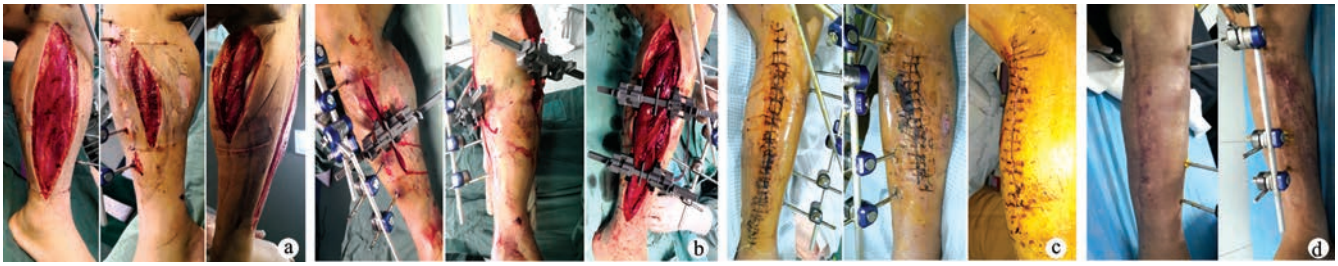
2 结果

2.1 手术相关指标

本组所有患者均顺利完成手术,手术时间 23 ~ 80 min,平均(31.5 ± 10.7) min;术中出血量 30 ~ 75 mL,平均(45.6 ± 7.9) mL;住院时间 3 ~ 20 d,平均(10.9 ± 5.6) d。其中 4 例患者创面Ⅰ期直接闭合;13 例患者创面术后持续牵拉 3 ~ 9 d(平均 6 d)后,Ⅱ期闭合;1 例患者因创面太大,无法耐受牵拉时引起的疼痛感,最终Ⅱ期行植皮和皮瓣修复。所有患者术后随访 6 ~ 15 个月,平均(8.2 ± 3.5)个月,平均创面愈合时间(17.8 ± 3.6) d;随访期间未出现感染、坏死及张力性水泡等并发症,创缘皮肤均呈线性愈合,瘢痕小。

2.2 典型病例

患者,男,41 岁,右小腿骨筋膜间室综合征切开减压术后,小腿内侧创面缺损面积为 15 cm × 5 cm,后侧创面缺损面积为 14 cm × 11 cm,外侧创面缺损面积为 23 cm × 13 cm。术中应用新型拉杆式皮肤扩展器Ⅰ期闭合创面,安装皮肤扩展器后对合皮肤,以 4 min 皮肤扩展、1 min皮肤松弛为单位反复循环牵拉,Ⅰ期闭合小腿内侧及后侧创面,创面愈合良好;外侧因创面过大术中无法Ⅰ期闭合,术后每日或隔日根据张力指示器变化对创面皮肤张力进行调节,当创面两侧皮缘距离小于 1 cm,Ⅱ期闭合创面。术后 20 d 创面愈合良好,局部未出现感染、坏死。术后随访 3 个月,右小腿创面呈线性愈合(图 1)。



a:右小腿骨筋膜间室综合征切开减压术后右小腿外侧、内侧、后侧创面缺损;b:右小腿内侧、后侧、外侧创面安装皮肤扩展器;c:术后 20 d 创面愈合良好;d:术后 3 个月随访创面呈线性愈合

图 1 典型病例图片

3 讨论

3.1 新型拉杆式皮肤扩展器可行性分析

骨筋膜间室综合征是外科常见的临床急症,一旦确诊或是高度怀疑为骨筋膜室综合征,均需立即进行手术切开减压,通过降低骨筋膜间室内的压力实现组织的再灌注与氧合。但减压术后创面常遗留较大的皮肤缺损,无法直接愈合。传统的修复重建方法主要有皮瓣移植术、植皮术、组织扩张术和负压辅助修复术,但这些手术方式对显微外科技术要求较高,且治疗周期长、手术风险较高、并发症多,可对患者一定区域正常皮肤组织造成继发性创伤,因而在一定程度上限制了其进一步推广[6-7]。

1986 年,Hirshowitz 等[8]设计出了首款皮肤拉伸装置并应用于临床,取得了满意疗效。1995 年张明利等[9]设计出了皮夹外扩张方法,大大降低了皮缘坏死的风险,但是皮肤牵拉时间较长是其主要缺点。1996 年周黎安等[10]设计出了新式爪式皮肤扩展器,避免了皮下游离对局部血运的破坏。随后各种改良皮肤扩展器层出不穷,其原理都是在皮下软组织穿入钢针,通过牵拉钢针增加皮肤张力和延展性,但是钢针不可避免地会造成皮缘缺损,且不能测量皮肤张力,限制了这些皮肤扩展器在骨科中的应用。EASApprox® 新型拉杆式皮肤扩展器由德国 Wim Fleischmann 教授发明,其设计理念是通过给予创面皮缘一定的持续张力,利用皮肤机械性蠕变特性产生额外皮肤,降低创面皮肤张力,Ⅰ期闭合大的创面或者缩小创面面积,避免植皮、皮瓣移植[10-12]。与传统皮肤扩展器相比,新型拉杆式皮肤扩展器具有可组合的纤细钢针,最大直径为 0.8 mm,可创造微创牵拉环境,创伤小,减少了皮缘血运的破坏;同时,对合针刚性强,可产生较大的牵拉力而不变形;此外,该扩展器最大的优势就是具有 3 个张

力指示刻度,制定了皮肤伸展的适用性指标、安全性指标、有效性指标,量化了创面的闭合程度。筋膜间室切开减压术后高张力创面的组织特点为局部皮肤水肿,筋膜间室内压力增大,皮缘回缩,伸展潜力较大,因此是应用皮肤扩展器的良好适应证。

3.2 操作要点及注意事项

骨筋膜间室综合征减张切口常为清洁无污染伤口,术中在应用新型拉杆式皮肤扩展器前需清除变性坏死组织,仔细止血,修剪 2 ~ 3 mm 内翻皮缘,为避免破坏两侧皮缘血运,不游离皮缘。一般选择 0.6 mm 组合钢针,在距皮缘 8 mm 处垂直进针,深置于皮下组织内,但不超过深筋膜。若创面缺损面积大于 10 cm × 8 cm则可选择 0.8 mm 组合钢针,在距皮缘 10 mm 处垂直进针。皮肤本身的延展性有限,如果创面较大,不能Ⅰ期闭合,则应采用分阶段策略,不可强行闭合创面,以免导致皮缘撕裂、坏死或筋膜间室压力升高[13-14]。若皮缘张力非常大,可在距皮缘 6 cm 以外另加一套组件。术后对于Ⅰ期闭合创面,应予常规换药预防感染,严密观察皮缘血运及引流是否通畅;若发现皮下血肿形成,须拆除缝合线,敞开伤口,去除血肿减压。对于Ⅰ期未能闭合、携带新型皮肤扩展器的创面,应每日换药,注意观察扩展器周围皮肤的色泽、温度、血运、皮纹,注意观察创面局部有无肿胀,创面有无脓性分泌物,扩展器对合针有无松动;若发现异常应及时给予对症处理。换药时观察扩展器张力刻度,若为低张力,则拉紧对合固定器,调整指示刻度至 1.5 kg 张力,维持皮肤持续适度张力。加强术后镇痛能有效缓解患者焦虑、烦躁等负面情绪,改善患者睡眠状况,提高治愈率。嘱患者术后早期进行股四头肌、小腿三头肌静止收缩运动,以促进局部血运循环,消除肿胀,加快软组织修复。医护人员逐步协助患者行膝关节被动屈伸活动及跖趾关节、趾间关节主动活动,活动幅度及力量需循序渐进。

3.3 临床疗效及禁忌证

本研究采用新型拉杆式皮肤扩展器延期闭合小腿骨筋膜间室减张切口的 18 例患者中,4 例Ⅰ期直接闭合创面,13 例Ⅱ期闭合创面,1 例患者因创面太大,牵拉时引起的疼痛感无法耐受,最终Ⅱ期行植皮和皮瓣修复。术后患者创面均愈合良好,线性瘢痕,功能良好,创伤小,临床疗效确切,同时缩短了手术时间和住院时间,患者满意度高。但是该技术对局部软组织条件要求较高,存在其相对禁忌证:①开放性骨折,软组织挫伤严重,局部血运差;②局部有炎症反应,肿胀明显,组织较脆;③皮肤条件差,皮肤萎缩或硬化;④肢体血管闭塞未通;⑤严重心肺疾病、休克、昏迷、全身衰竭;⑥对本品材料过敏。

本研究基于个性化理念采用综合治疗措施,能有效缓解围术期患者疼痛程度,改善其心理状态,加强创面管理,加快术后康复,预后好,具有一定的临床借鉴价值。本研究的不足之处主要在于病例数较少,随访时间相对较短,且并未将新型拉杆式皮肤扩展器闭合技术与传统创面闭合技术进行对比研究。

[参考文献]

[1] Beniwal RK, Bansal A. Osteofascial compartment pressure measurement in closed limb injuries-Whitesudes' technique revisited[J]. Plast J Clin Trauma, 2016, 7(4): 225 - 228. doi: 10.1016/j.jcot.2016.01.001.

[2] Li WH, Ji L, Tao WD. Effect of vacuum sealing drainage in osteofascial compartment syndrome[J]. Int J Clin Exp Med, 2015, 8(9): 16112 - 16116.

[3] 邓映艳,黄伟雄,黄 洁,等. 踇趾底内侧动脉穿支皮瓣逆行修复踇趾皮肤缺损的疗效[J]. 局解手术学杂志,2020,29(6):509 - 511. doi:10.11659/jjssx.02E020040.

[4] Via AG, Oliva F, Spoliti M, et al. Acute compartment syndrome[J]. Muscles Ligaments Tendons J, 2015, 5(1): 18 - 22.

[5] Har-Shai Y, Ullmann Y, Reis ND, et al. Closure of an open high below-knee guillotine amputation wound using a skin-stretching device[J]. Injury, 1995, 26(6): 401 - 404. doi: 10.1016/0020 - 1383(95)00041 - 7.

[6] 陈 卓,张家平,何小庆,等. 游离股前外侧穿支皮瓣修复踝关节周围软组织缺损的效果分析[J]. 局解手术学杂志,2020,29(5):386 - 395. doi:10.11659/jjssx.11E019077.

[7] 朱晓浩,陈 卓,王雪丽,等. 腓肠神经营养血管逆行岛状皮瓣治疗严重小腿远端及足踝部损伤[J]. 局解手术学杂志,2017,26(8):620 - 623. doi:10.11659/jjssx.08E016038.

[8] Hirshowitz B, Kaufman T, Ullman J. Reconstruction of the tip of the nose and ala by load cycling of the nasal skin and harnessing of extra skin[J]. Plast Reconstr Surg, 1986, 77(2): 316 - 321. doi: 10.1097/00006534 - 198602000 - 00029.

[9] 张明利,王大为,赫 岚,等. 皮肤外扩张器的研制与临床应用[J]. 中华整形烧伤外科杂志,1995,11(3):161 - 164. doi:10.3760/j.issn:1009 - 4598.1995.03.006.

[10] 周黎安,桂 斌,查元坤,等. 皮肤伸展器的研制及临床应用[J]. 中华整形烧伤外科杂志,1996,12(3):193 - 195. doi:10.3760/j.issn:1009 - 4598.1996.03.012.

[11] Song MZ, Zhang Z, Liu T, et al. EASApprox® skin-stretching system: a secure and effective method to achieve wound closure[J]. Exp Ther Med, 2017, 14(1): 531 - 538. doi: 10.3892/etm.2017.4539.

[12] Hussain SH, Limthongkul B, Humphreys TR. The biomechanical properties of the skin[J]. Dermatol Surg, 2013, 39(2): 193 - 203. doi: 10.1111/dsu.12095.

[13] Verhaegen PD, Bloemen MC, van der Wal MB, et al. Skin stretching for primary closure of acute burn wounds[J]. Burns, 2014, 40(8): 1727 - 1737. doi: 10.1016/j.burns.2014.03.014.

[14] Topaz M, Carmel NN, Silberman A, et al. The TopClosure® 3S System, for skin stretching and a secure wound closure[J]. Eur J Plast Surg, 2012, 35(7): 533 - 543. doi: 10.1007/s00238 - 011 - 0671 - 1.

(编辑:左艳芳)