

减张缝合技术在预防瘢痕增生中的应用研究

加米拉·艾迪热斯^{1, 2}, 买买提吐逊·吐尔地^{1, 2}

[1. 新疆医科大学第一附属医院(附属口腔医院)口腔颌面创伤正颌外科, 新疆 乌鲁木齐 830054;

[2. 新疆维吾尔自治区口腔医学研究所, 新疆 乌鲁木齐 830054]

[摘要] 缝合是手术治疗后切口闭合的首选方式, 瘢痕是切口愈合的必然结果。瘢痕增生不仅影响术区的外观, 还可能引起疼痛、瘙痒和功能障碍, 严重影响患者生活质量。目前, 术区周围的机械张力已被证实为瘢痕形成、发展的主要因素。因此, 如何减少术区的机械张力为预防瘢痕增生的关键。而减张缝合技术可通过其特殊的术式对切口进行充分减张, 在预防瘢痕增生及提高愈合切口美观度方面均具有重要作用。基于此, 本文就瘢痕的形成与机械张力的关系, 以及常见的减张缝合术式作一综述。

[关键词] 创面愈合; 瘢痕; 减张缝合; 机械张力

[中图分类号] R622

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949(2025)04-0166-04

Research on the Application of Tension-reducing Suture Technique in the Prevention of Scar Hyperplasia

Jamila·Aidiresi^{1, 2}, Maimaitituxun·Tuerdi^{1, 2}

[1. Department of Oral and Maxillofacial Trauma and Orthognathic Surgery, the First Affiliated Hospital (Affiliated Stomatological Hospital) of Xinjiang Medical University, Urumqi 830054, Xinjiang, China;

2. Stomatology Research Institute of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830054, Xinjiang, China]

[Abstract] Suture is the preferred method for incision closure after surgical treatment, and the scar is the inevitable result of incision healing. Scar hyperplasia not only affects the appearance of the surgical area, but may also cause pain, itching and dysfunction, which can seriously affect the quality of life of patients. Currently, mechanical tension around the surgical area has been shown to be a major factor in scar formation and development. Therefore, how to reduce the mechanical tension in the surgical area has become the key to preventing scar proliferation. The tension-reducing suture technique can fully reduce the tension through its special technique, which plays an important role in preventing scar proliferation and improving the aesthetics of the healing incision. Based on this, this article reviews the relationship between scar formation and mechanical tension, as well as the common types of tension-reducing suture techniques.

[Key words] Wound healing; Scar; Tension-reducing suture; Mechanical tension

瘢痕形成是软组织损伤后的自然愈合过程, 而手术操作是导致瘢痕形成及过度增生的常见原因^[1]。与正常皮肤组织相比, 瘢痕缺少柔韧性, 表面质地不规则、呈块状、凹凸不平, 影响美观, 严重时还伴随着剧烈的疼痛和瘙痒, 进而影响患者日常生活。在诸多引起瘢痕增生的原因中, 切缘机械张力被视为是较为关键性的因素。

切缘机械张力过大会减少血供, 进而导致创缘坏死、增生期结缔组织生长增加和重塑期瘢痕伸长。理想的缝合技术能够降低切口边缘的张力, 加速伤口的恢复过程, 可预防瘢痕增生。在临床实践中, 临床医师需要根据切口的部位和深度等综合考虑, 选择最为合适的缝合方案, 以达到最佳切口愈合效果。而减张缝合是最常见且有效减

基金项目: 国家自然科学基金项目(编号: 82360198)

第一作者: 加米拉·艾迪热斯(1998.7-), 女, 新疆喀什人, 硕士研究生, 主要从事颌面创伤外科研究

通讯作者: 买买提吐逊·吐尔地(1974.5-), 男, 新疆喀什人, 博士, 主任医师, 主要从事颌面创伤外科研究

少切缘张力的方式。本文就瘢痕的形成与机械张力的关系，以及常见的减张缝合术式进行综述，以期临床有效预防瘢痕增生提供一定的理论参考。

1 瘢痕的形成与机械张力的关系

由各种创伤后引起的健康皮肤外观形态和组织学改变统称为瘢痕（包括皮肤创伤、烧伤、手术等）。它是人体修复伤口能力的典型表现，也是人体防御机制的重要组成部分^[1]。瘢痕的形成是创伤后保持伤口完整性的生理过程，它是由相互重叠、依次进行的四阶段来实现的：止血、炎症、肉芽组织生长和重塑。受伤后，止血过程会立即启动，通过血小板堵塞和血块形成的级联反应来止血。第二步，受损组织与活化的血小板一起，通过招募中性粒细胞和巨噬细胞等免疫细胞引起炎症反应。炎症消退后，新的血管和结缔组织出现，标志着增殖阶段的开始，在这一阶段，由于伤口收缩，伤口面积也会缩小。增殖的传导过程是再上皮化，主要由角质细胞迁移驱动。之后，组织成熟将成为重塑阶段的标志；这一阶段包括新生血管的消退和细胞外基质（extracellular matrix, ECM）的重建，从而形成有组织的胶原纤维，这是正常瘢痕的基础。伤口愈合的每个阶段都需要多个细胞群的复杂同步和调节，其中任何一个过程受到干扰，都可能导致从伤口不愈合到过度瘢痕（包括增生性瘢痕和瘢痕疙瘩）的一系列结果^[2]。细胞层面，皮肤及其组成细胞具有极强的机械反应能力，机械传导通路通过涉及多种分子途径与皮肤及软组织病理有关^[3, 4]。已知的有整合素/FAK机械传导信号通路在创伤后皮肤瘢痕形成中起核心作用，通过炎症介质介导机械应激信号，促进纤维化过程^[5]。Paterno J等^[6]构建了一个小鼠伤口模型，发现与无负荷切口相比，有机械负荷切口的真皮成纤维细胞表现出更强的Akt激活，这证明了机械力与PI3K/Akt信号传导之间的相关性。然而，有研究表明^[7]，人体皮肤表现出显著的静态机械力，范围为0.4~0.98 N，比任何其他物种都大，这一点在切口愈合过程中尤为明显。受伤的皮肤组织要恢复到正常张力的70%~80%至少需要3个月的时间。当身体受到外界刺激时，在内力和外力的一同作用下，胶原纤维和成纤维细胞之间的相互作用会使皮肤的张力增强^[8]，而机械张力诱导正常成纤维细胞转化为

增殖性瘢痕成纤维细胞^[9]。因此，在切口愈合最初1年内，需要降低切口周围的张力，尤其是关键的前3个月。

2 常见的减张缝合术式

既往缝合是使用不同的方法穿透皮肤的整个厚度，以便直接闭合伤口的边缘，通过缝合整个切口长度将皮肤结合在一起。然而，缝合线产生的张力会导致切口撕裂，从而形成类似于“蜈蚣”的瘢痕。为了达到减少瘢痕、切口愈合后不留下线痕的目的，临床提出了皮下缝合、逐层缝合、埋设缝合的理念，此理念的提出为减张缝合的发展提供了良好的理论依据。减张缝合是通过创面组织分层精确对位缝合，将伤口的张力均匀分散到皮下组织和真皮深层，以达到皮肤表面不留缝线、不留死腔，将瘢痕增生风险和程度降低到最低的缝合技术。减张缝合后的切口会微微隆起成一条“小山丘”，在术后的瘢痕增生期，切口的张力都集中于皮下组织，由这条隆起的“小山丘”来承担；随着皮下缝合线的缓慢吸收，这条“小山丘”会逐渐变平，以此来减轻瘢痕形成和增生。近年来，众多学者通过临床及基础试验，不断提出及改良减张缝合技术，并在术后获得更好的愈合结果。

2.1 埋设垂直褥式缝合（buried vertical mattress suture, BVMS）1989年，Zitelli JA等^[10]将间断垂直褥式缝合（interrupted vertical mattress suture, IVMS）和埋藏间断真皮缝合（buried intradermal suture, BIS）的优点融入到BVMS中，该方法的进针点为真皮下脂肪层，在真皮内向创缘行针，从真皮深层出针，随后从对侧真皮深层进针，针线在对侧镜像穿行，切口两侧缝合深度相同，在脂肪层打结。该技术可延长减张时间，无缝线外露，止血效果佳，且能减少瘢痕，是教科书中传统的减张方法，也是目前大多数整形美容外科医生在使用的方法^[11]。

2.2 经皮原位回针垂直褥式缝合（modified buried vertical mattress suture, MBVMS）1994年，Sadick NS等^[12]改良了传统的埋设垂直褥式缝合，并提出了MBVMS，这种缝合方法进针点为真皮深层，表皮出针，随后从表皮出针点原位进针，最后从真皮浅层出针，对侧同法镜像缝合。此缝合技术既易于操作，表皮不留缝线，又可降低切口张力，进而有效预防瘢痕增生。但因其行针轨迹

都在真皮内, 不适用于眼睑、指(趾)等皮肤菲薄的部位。2012年, Maher IA等^[13]提出连续经皮BVMS, 不仅大大缩短了手术时间, 提高了缝合效率, 而且改善了切口瘢痕问题。

2.3 楔形切除结合改良埋没垂直褥式缝合(wedge-shaped excision and modified vertical mattress suture, WEMVMS) 2009年, Zhang X等^[14]提出了WEMVMS, 是将创缘修剪成倒梯形, 进针点为皮下脂肪层, 沿弧形轨迹在真皮内走行, 出针点为真皮与皮下脂肪层交界处, 对侧镜像缝合, 皮下脂肪层打结。因行针轨迹类似心形, 故也称为“心形减张缝合”。这种缝合方法可使创缘外翻更充分, 楔形切除后创缘两侧真皮层的接触面积增大, 局部再连的微血管数量增多, 利于血供重建。Liu Z等^[15]研究中发现, 与BVMS相比, WEMVMS在术后3个月的随访结束时具有更好的美学效果。楔形切除术有时用于修复一些特殊的组织缺损, 如耳廓和乳房缺损。与多层伤口切口相比, 楔形切除术能在多层伤口切口中切削相对较多的皮下组织, 从而有利于伤口边缘的外翻和贴合。

2.4 水平褥式缝合(horizontal mattress suture, HMS) HMS^[16]是一种传统的、应用广泛的皮肤缝合技术, 其通过锚定大量皮下组织及表皮达到减张及止血效果, 具有较好的切口外翻、对切口的支持作用, 适用于容易受损的、衰退的、病变的皮肤和容易发生伤口裂开的部位。然而, 由于HMS存在缝线外露, 因此容易产生瘢痕。2004年, See A等^[17]报道了经皮原位回针埋没水平褥式缝合(percutaneous buried horizontal mattress suture, PBHMS), 该缝合方法可以有效避免缝线外露, 并且能够获得良好的降低切口张力及切缘外翻效果, 然而这种缝合技术的操作过程比较繁琐, 并且可能会导致表面的囊性病变。Alam M等^[18]报道了完全埋没水平褥式缝合(fully buried horizontal mattress suture, FBHMS), 其在创缘真皮与皮下脂肪层交接进出针, 在真皮层形成半圆缝合环, 最后在真皮与皮下脂肪层交界处打结。采用此类缝合技术, 虽然能够使得切口的美感大大提高, 但不适于较深切口的减张。Meng F等^[19]对皮下埋没水平褥式缝合进行了改良, 并命名为“连续埋没水平褥式缝合”, 从皮下深部组织起, 距创缘1~2 mm处, 将针刺向正常真皮浅层, 然后针沿着弧形前进, 接触真皮层3~4 mm, 上弧度不能

超过中乳头真皮水平。随后, 将针头向下倾斜, 并从距伤口边缘1 cm的皮下组织中取出。接着, 在出针点外1 cm处, 针头以相反方向重新插入, 重复此过程以在一侧形成两个相互平行的缝合环。随后, 镜像重复上述过程, 并在皮下组织深层中打一个隐藏的结。虽然这种缝合技术有效地减轻了张力, 但一定程度上也对切口边缘的血液供应产生了负面影响, 从而限制了其在临床环境中的实际应用。

2.5 章氏超减张缝合 章氏超减张缝合是一种改良的原为回针的褥式缝合^[20], 其采用慢吸收倒刺线, 在切口两侧距切缘1~1.5 cm处划出平行线, 在线上设计穿皮点, 从切口的一段开端处开始, 自皮下垂直进针, 缝线依次穿过皮下组织、真皮层、表皮层出针, 穿透皮肤后原位回针重新穿出皮下, 斜行到对侧皮下继续用相同的缝合方法缝合, 并适当将切口两侧的皮肉向中间推进, 使切口皮肤隆起约1 cm并紧密对合, 连续缝合切口。章氏超减张缝合以其独特的缝合走行方式, 可在多个维度实现创缘减张, 减张维持时间久, 对远期创面愈合有益, 术后可获得良好的美观和功能效果。但因可吸收倒刺线的慢吸收特性, 早期美观效果不好, 穿皮点存在色素沉着及瘢痕增生可能。因此, 同一研究团队随后再次提出“章式超减张缝合”改良术式^[21], 此术式与基本术式不同点在于不穿透皮, 这有效避免了穿皮点出现色素沉着的缝线。

2.6 遵义缝合法 遵义缝合法是原位回针垂直褥式缝合、原位回针水平褥式缝合的多重减张缝合联合皮内间断连续缝合的综合缝合方法^[22]。多重减张缝合原位回针点距切缘的距离分别为a点2 cm、b点1 cm、c点5 mm。有临床研究报告^[23], 该缝合方法可以在张力大的切口中实现充分减张, 并能有效地防止远期瘢痕增生。但是这种缝合方法较复杂, 对操作者的要求高, 操作时间长, 而且真皮层有大量的缝合线, 这将会刺激皮瓣的血流动力学, 引起线头反应的风险较大。

3 总结

使用减张性生物材料及减张缝合来预防和减少瘢痕增生已引起临床广泛关注, 然后不同缝合策略虽可获得良好的张力切口手术效果, 但均有其局限性, 如MBVMS, 因需要在真皮层行针, 不适用于皮肤菲薄的部位; 章式超减张缝合法锚

定大量组织的同时利用了倒刺线的特殊机械力，减张维持时间持久，但由于术后皮肤隆起和穿皮点凹陷，可能会影响患者对早期美观效果的接受度；遵义缝合法集合了3种减张缝合，共四重减张处理，但该方法操作复杂、耗时等。在临床工作中，需依据切口的位置、切口的张力、所需的止血效果、皮肤完整性、患者护理伤口的能力以及缝合方法的特点等因素，选择合适的缝合线和缝合方法，以达到切口的良好闭合、提高操作效率以及预防瘢痕增生的目的。

[参考文献]

- [1]Jeschke MG,Wood FM,Middelkoop E,et al.Scars[J].Nature Reviews Disease Primers,2023,9(1):64.
- [2]Frech F,Hernandez L,Urbonas R,et al.Hypertrophic Scars and Keloids:Advances in Treatment and Review of Established Therapies.[J].American Journal of Clinical Dermatology,2023,24(2):225-245.
- [3]Aarabi S,Bhatt KA,Shi Y,et al.Mechanical load initiates hypertrophic scar formation through decreased cellular apoptosis[J].The FASEB Journal,2007,21(12):3250-3261.
- [4]Duscher D,Maan ZN,Wong VW,et al.Mechanotransduction and fibrosis[J].Journal of Biomechanics,2014,47(9):1997-2005.
- [5]He J,Fang B,Shan S,et al.Mechanical stretch promotes hypertrophic scar formation through mechanically activated cation channel Piezo1[J].Cell Death & Disease,2021,12(3):226.
- [6]Paterno J,Vial IN,Wong VW,et al.Akt-mediated mechanotransduction in murine fibroblasts during hypertrophic scar formation[J].Wound Repair Regen,2011,19(1):49-58.
- [7]Clark J,Cheng J,Leung K.Mechanical properties of normal skin and hypertrophic scars[J].Burns,1996,22:443-446.
- [8]Harn HI,Ogawa R,Hsu CK,et al.The tension biology of wound healing[J].Exp Dermatol,2019,28(4):464-471.
- [9]朱明宇,李雨珊,王志国,等.机械牵张力加载时间对诱导正常皮肤成纤维细胞向增生性瘢痕成纤维细胞转化过程的影响研究[J].中国美容医学,2018,27(6):55-59.
- [10]Zitelli JA,Moy RL.Buried vertical mattress suture[J].J Dermatol Surg Oncol,1989,15(1):17-19.
- [11]Hohenleutner U,Egner N,Hohenleutner S, et al.Intradermal buried vertical mattress suture as sole skin closure:evaluation of 149 cases[J].Acta Derm Venereol,2000,80(5):344-347.
- [12]Sadick NS,D'Amelio DL,Weinstein C.The modified buried vertical mattress suture: a new technique of buried absorbable wound closure associated with excellent cosmesis for wounds under tension[J].The Journal of Dermatologic Surgery and Oncology,1994,20(11):735-739.
- [13]Maher IA,Bingham J,Mellette R.A Running Modification of the Percutaneous Buried Vertical Mattress[J].Dermatologic Surgery,2012,38(9):1560-1562.
- [14]Zhang X,Diao J,Guo S,et al.Wedge-Shaped Excision and Modified Vertical Mattress Suture Fully Buried in a Multilayered and Tensioned Wound Closure[J].Aesthetic Plastic Surgery,2009,33(3):457-460.
- [15]Liu Z,Tang Z,Hao X,et al.Modified Buried Vertical Mattress Suture Versus Buried Intradermal Suture: A Prospective Split-Scar Study[J].Dermatologic Surgery,2021,47(3):e75-e80.
- [16]Zuber T.I.The mattress sutures:vertical,horizontal,and corner stitch[J].American Family Physician, 2002,66(12):2231-2236.
- [17]See A,Smith HR.Partially buried horizontal mattress suture: modification of the Haneke-Marini suture[J].Dermatol Surg,2004,30(12 Pt 1):1491-1492.
- [18]Alam M,Goldberg LH.Utility of fully buried horizontal mattress sutures[J].Journal of the American Academy of Dermatology,2004,50(1):73-76.
- [19]Meng F,Andrea S,Cheng S,et al.Modified Subcutaneous Buried Horizontal Mattress Suture Compared With Vertical Buried Mattress Suture[J].Annals of Plastic Surgery,2017,79(2):197-202.
- [20]陈珺,章一新,章氏超减张缝合在闭合高张力创面中的临床应用效果[J].中华烧伤杂志,2020,36(5):339-345.
- [21]Min P,Zhang S,Sinaki DG,et al.Using Zhang's supertension-relieving suture technique with slowly-absorbable barbed sutures in the management of pathological scars:a multicenter retrospective study[J].Burns Trauma,2023,11:tkad026.
- [22]常树森,莫小金,魏在荣,等.遵义缝合法在股前外侧皮瓣供区缝合中的应用研究[J].中国修复重建外科杂志,2021,35(4):477-482.
- [23]何桂佳.“遵义缝合法”在闭合股前外侧皮瓣供区张力性切口中的临床应用及效果分析[D].遵义:遵义医科大学,2023.