

沿不同缝合方向皮肤应力的有限元分析

吕 营¹,安美文¹,侯春胜²(¹太原理工大学,应用力学与生物医学工程研究所,山西省太原市 030024;²太钢总医院,山西省烧伤救治 中心,山西省太原市 030009)

引用本文: *吕营, 安美文, 侯春胜. 沿不同缝合方向皮肤应力的有限元分析*[J]. *中国组织工程研究,* 2017, 21(4):609-614. **DOI**:10.3969/j.issn.2095-4344.2017.04.020 **ORCID**: 0000-0002-2818-4361(吕营)

文章快速阅读:



文题释义:

瘢痕组织:瘢痕组织是人体创伤修复过程中必然产物,其生长可以促使创伤愈合。目前,对于瘢痕组织形成 机制的研究主要集中在相关细胞或者细胞因子对瘢痕形成的影响,忽略了外界环境,尤其是伤口所处的力学 环境的作用。有资料显示,张力或力学因素在决定伤口最终外观的过程中具有重要作用,且实际中临床上瘢 痕组织的多发部位多是人体皮肤表面拉应力较大的区域,如前胸、下腹、耻骨上区等。

瘢痕疙瘩治疗的有限元模拟:目前医生在临床实践中往往根据经验采取相对合理的缝合方式减小瘢痕形成的 可能性。但是,这些方法和改进完全依赖于医生的临床经验,不具备科学的严谨性和稳定性。因此,利用有 限元方法模拟、分析及优化各种缝合方式,并精确指导外科手术,成为一个重要课题。实践证明,有限元法 在人体结构以及皮肤缝合的生物力学分析上是可行而且可靠的;有限元模拟分析结果可以与实验结果相互印 证,甚至可以在一定程度上代替难以实现的实验。

摘要

背景:力学因素在皮肤伤口愈合和瘢痕形成的过程中有重要作用。目前利用有限元方法模拟、分析及优化各种缝合方式并精确指导外科手术,成为一个重要课题。

目的:通过建立皮肤有限元模型,分析单纯间断缝合不同缝合方向的皮肤伤口应力分布,为研究瘢痕的形成 提供基础数据。

方法:通过猪背皮肤单轴拉伸试验,为人体皮肤力学性能提供参考;利用 ABAQUS 建立正交各向异性的皮肤 伤口模型,并计算沿不同缝合方向皮肤伤口的应力分布。

结果与结论:①皮肤的各向异性对皮肤伤口缝合应力影响明显,沿朗格氏线(Langer's lines)方向的弹性模量 大于其垂直方向的弹性模量;②伤口缝合应力按照朗格氏线方向伤口、朗格氏线方向偏转 30°伤口、朗格氏线 方向偏转 45°伤口、垂直朗格氏线方向伤口的顺序依次增大;③结果提示,临床手术切口宜沿着朗格氏线方向, 除此之外,切口偏转朗格氏线一定的角度也可以减小缝合应力。

关键词:

组织构建;组织工程;伤口;瘢痕;缝合;有限元分析;各向异性;朗格氏线;国家自然科学基金 主题词: 瘢痕;瘢痕疙瘩;应力,物理;有限元分析;组织工程

基金资助: 国家自然科学基金(11372208); 山西省自然科学基金(2013011002-4)

Finite element analysis of skin closure stress in different directions

Lv Ying¹, An Mei-wen¹, Hou Chun-sheng² (¹Taiyuan University of Technology, Institute of Applied Mechanics and Biomedical Engineering, Taiyuan 030024, Shanxi Province, China; ²General Hospital of TISCO, Burn Center of Shanxi Province, Taiyuan 030009, Shanxi Province, China)

Abstract

BACKGROUND: Mechanical factors play an important role in wound healing and scar formation. Finite element model is established to stimulate, analyze and optimize different sutures, which has become a hotspot to guide

吕营,太原理工大学,应 用力学与生物医学工程研 究所,山西省太原市 030024

通讯作者:安美文,博士 生导师,教授,太原理工 大学,应用力学与生物医 学工程研究所,山西省太 原市 030024

中图分类号:R318 文献标识码:B 文章编号:2095-4344 (2017)04-00609-06 稿件接受: 2016-12-01

Lv Ying, Taiyuan University of Technology, Institute of Applied Mechanics and Biomedical Engineering, Taiyuan 030024, Shanxi Province, China

Corresponding author: An Mei-wen, Doctoral supervisor, Professor, Taiyuan University of Technology, Institute of Applied Mechanics and Biomedical Engineering, Taiyuan 030024, Shanxi Province, China



surgies accurately.

OBJECTIVE: To analyze the stress distribution of different simple interrupted suturing directions on the skin wound by establishing the skin finite element model, and to provide basic data for the study of scar formation.

METHODS: Porcine back skin uniaxial tensile test was performed to provide reference for the mechanical properties of human skin. Orthotropic skin wound model was established using ABAQUS to calculate the stress distribution on the wound in different suturing directions.

RESULTS AND CONCLUSION: The anisotropic mechanical properties of skin wound influenced the suture stress significantly. The elastic modulus along the Langer's line was larger than that in the vertical direction. The stress increased orderly in the Langer's line direction, the Langer's line deflected 30°, bias Langer's line 45° and vertical Langer's line. These results suggest that the clinical incision should be made along the Langer's line direction. Additionally, the cut at an angle with Langer's line can also reduce the stress of suture.

Subject headings: Cicatrix; Keloid; Stress, Mechanical; Finite Element Analysis; Tissue Engineering Funding: the National Natural Science Foundation of China, No. 11372208; the Natural Science Foundation of Shanxi Province, No. 2013011002-4

Cite this article: Lv Y, An MW, Hou CS. Finite element analysis of skin closure stress in different directions. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2017;21(4):609-614.

0 引言 Introduction

皮肤是人体第一道生理防线,当其受到创伤时,例如 外伤、手术、疾病等,会形成不同程度的瘢痕组织,对皮 肤的正常功能和美观造成影响。瘢痕组织是人体创伤修复 过程中必然产物,其生长可以促使创伤愈合^[1]。目前,对 于瘢痕组织形成机制的研究主要集中在相关细胞或者细胞 因子对瘢痕形成的影响[2-7],忽略了外界环境,尤其是伤口 所处的力学环境的作用。有资料显示,张力或力学因素在 决定伤口最终外观的过程中具有重要作用,且实际中临床 上瘢痕组织的多发部位多是人体皮肤表面拉应力较大的区 域,如前胸、下腹、耻骨上区等^[8]。Candy等^[9]对采用压力 疗法治疗增生性瘢痕时的压力值进行了研究,发现一定数 值的压力对预防和治疗增生性瘢痕有积极意义,而且适当 的高压比低压效果明显。Akaishi^[10]通过对缝合区域内应力 分布的研究,发现瘢痕瘤在低应力的位置增生减少,揭示 了瘢痕瘤边缘的应力较高,而瘢痕瘤中心的应力较低。瘢 痕瘤在皮肤拉伸的方向扩展,并且瘢痕瘤周围皮肤硬度的 分布与皮肤张力直接相关。因此,分析皮肤伤口的应力状 态,对于探索瘢痕组织的形成机制具有重要意义。

有限元分析在生物力学研究中的应用越来越广泛^[11-13], 张昭等^[14]建立了局部推进皮瓣的三维有限元模型,并验证 了利用有限元方法及人体皮肤生物力学参数模拟分析推进 皮瓣具有可行性,提出皮瓣伸长比例应控制在40%以内; 也有资料显示,皮肤组织在扩张后,其生物力学特性会 发生明显变化^[15],此结果可以与前文较好地相互印证。 华歆^[16]利用试验、有限元模拟和算法优化相结合的方法, 反求出碰撞试验假人头部皮肤和膝部皮肤的最优材料参数, 为碰撞试验和有限元模拟提供了合理的契合点。以上实践证 明,有限元法在人体结构以及皮肤缝合的生物力学分析上是 可行而且可靠的;有限元模拟分析结果可以与实验结果相互 印证,甚至可以在一定程度上代替难以实现的实验。

对于瘢痕疙瘩的临床治疗,目前有手术^[17-18]、压力疗 法^[19-20]、封闭、冷冻疗法^[21-22]、激光^[23-24]、药物疗法^[25]、 营养阻断、硅凝胶防治法等方法^[26],但是没有单一的某项

方法能够一劳永逸,因此,预防瘢痕疙瘩的形成、阻止瘢痕 组织过度增生,具有十分重要的意义。目前医生在临床实践 中往往根据经验采取相对合理的缝合方式减小瘢痕形成的 可能性。比如采用新型的缝合线[27-28]、皮内缝合法和各类改 型缝合法^[29-31],例如Z改型术^[32]、W改型术和局部皮瓣转移 术^[33-34]。这些方法在减小缝合应力,减少瘢痕形成方面效果 明显。而简单可靠、应用最广泛的单纯间断缝合法在临床实 践中也在不断改进。张晓红^[35]对单纯间断缝合法进行了如下 改进: 首先采用较小的缝合边距和针距, 再用短于针距 1.0-2.0 mm的输液器细管套在皮肤表面的缝合线上,由此减 小了缝合应力,改善了应力分布,取得了较好的效果。但是, 这些方法和改进完全依赖于外科医生的临床经验, 不具备科 学的严谨性和稳定性。因此,利用有限元方法模拟、分析及 优化各种缝合方式,并精确指导外科手术,成为一个重要课 题。孙靖超等[36]运用有限元法分析了采用单纯间断缝合时, 不同形状、尺寸的伤口采用不同缝合密度情况下缝合应力的 分布,得出当缝合时伤口变形较小、缝合密度适当增大时, 缝合应力较小且分布均匀的结论,对于临床实践具有指导意 义,但是未涉及皮肤材料的各向异性带来的影响。

文章将进一步分析采用单纯间断缝合方式时,不同的 缝合方向对各向异性皮肤材料缝合应力的影响,并探索更 为合理的缝合方式,为下一步分析瘢痕形成机制和临床应 用提供基础数据。

1 材料和方法 Materials and methods

1.1 设计 对比观察实验。

1.2 材料 为得到本文模拟分析所需皮肤的材料参数,进 行了猪背部皮肤单轴拉伸实验。实验材料取自4只2月龄的巴 马小香猪背部皮肤,均取自右上部。取下的皮肤标本用生理 盐水浸泡保存。将皮肤标本制作成装夹后长宽比为5:1左右 的条形试件,所有试件均在12 h内进行实验,实验设备为 instron 5544型材料试验机。

1.3 方法

1.3.1 伤口缝合模型 单纯间断缝合由于操作简单,省时

省力,效果稳定,而成为临床中应用最广泛的缝合方式^[37], 每缝一针单独打结,多用在皮肤、皮下组织、肌肉、腱膜的 缝合,尤其适用于有感染的创口缝合。缝合方式如图1所示。



图 1 单纯间断缝合 Figure 1 Simple interrupted suture

本文用二维平面模拟尺寸100 mm×140 mm的皮肤组 织,平面中部留有0.8 mm宽的缺口代表伤口,缺口两侧沿 长度方向均匀排列7对"针孔",并用强制位移模拟缝合过 程。由于皮肤尺寸远大于伤口尺寸,可以假设皮肤边缘位 移为零。皮肤的力学特性具有明显的各向异性,本文采用 沿朗格氏线方向伤口、垂直朗格氏线方向伤口、偏转朗格 氏线方向30°和偏转朗格氏线方向45°伤口进行缝合模拟, 缝合密度相同,对比4种情况下缝合应力的分布,探求较为 合理的缝合方式。4种模型如图2所示,图中黑色箭头表示 朗格氏线方向。



图 2 四种伤口模型

Figure 2 Four kinds of wound models

图注:图 A 为沿朗格氏线方向伤口;B 为垂直朗格氏线方向伤口;C 为偏转朗格氏线方向 30°伤口;D 为偏转朗格氏线方向 45°伤口。

1.3.2 材料参数 巴马小香猪皮肤试件及实验设备见图3。

由于皮肤为各向异性材料,其生长方向对其力学性能 影响明显,所以实验分别沿着其生长方向和垂直于生长方 向进行拉伸。具体分组为沿朗格氏线方向组(即纵向)13个 试件和垂直朗格氏线方向组(即横向)6个试件。



图 3 巴马小香猪皮肤试件及实验设备 Figure 3 Bama miniature pig skin samples and experimental equipments 图注:图A为猪背皮肤试件;B为 instron5544 型材料试验机。

用Origin软件对实验数据线性拟合,拟合结果见图4, 得到弹性模量的平均数值为:垂直朗格氏线方向弹性模量 (模型的X轴方向)E1=8.893 3 MPa,沿朗格氏线方向弹性 模量(模型的Y轴方向为)E2=11.76 MPa。

1.4 主要观察指标 利用ABAQUS建立正交各向异性的 皮肤伤口模型,并计算沿不同缝合方向皮肤伤口的应力分 布。

2 结果 Results

伤口缝合模拟计算结果:皮肤的各向异性对皮肤伤口 缝合应力影响明显,沿朗格氏线(Langer's lines)方向的弹 性模量大于其垂直方向的弹性模量,伤口缝合应力按照朗 格氏线方向伤口、朗格氏线方向偏转30°伤口、朗格氏线方 向偏转45°伤口、垂直朗格氏线方向伤口的顺序依次增大, 见图5-12。

3 讨论 Discussion

Akaishi¹¹⁰的研究证实瘢痕形成与皮肤缝合应力的一 般规律:缝合应力低的部位瘢痕形成的可能性小,而缝合 应力高的部位往往是瘢痕的边缘。因此,在实际操作中, 应尽量采取降低缝合应力的缝合方式及缝合方向,降低瘢 痕形成的可能性。

计算结果显示,在伤口尺寸和缝合方式相同的情况 下,垂直朗格氏线方向伤口缝合应力在对应点处比沿朗 格氏线方向伤口的缝合应力大,应力均值高出22.4%。而 与此相应,沿朗格氏线方向的弹性模量高出垂直朗格氏 线方向弹性模量32.2%,因此,弹性模量的差异是应力差 异的主要影响因素;此外,缝合应力还与应力集中情况 有关。

相对于垂直朗格氏线方向的伤口,偏转伤口方向会减小 缝合应力,而且角度偏转越大,缝合应力越小,应力最小 的情况为沿朗格氏线方向的伤口。

综上所述,在外科手术中,应尽量使刀口方向沿着朗格氏线,在不便采用此种切口的部位,尽量靠近朗格氏线的斜切口也是很好的选择。在剖宫产手术中,横向切口比纵向切口的愈合效果好,瘢痕形成少^[38],此现象与人体腹部朗格氏线横向分布相对应,印证了本文分析结果的正确性。人体朗格氏线分布如**图13**所示。





图 4 猪背皮肤试件实验数据线 性拟合结果

Figure 4 The linear relevant fitting results of porcine back skin sample data

图注: 图 A 为猪背皮肤试件横向 单轴拉伸; B 为猪背皮肤试件纵向 单轴拉伸。



图 5 沿朗格氏线方向伤口缝合模拟计算结果

Figure 5 Calculated results of the incision sutured along the Langer's line

图注: 图 A 为 Mises 应力最大值 121.8 MPa; B 为最大主应力最大值 128.6 MPa。



图 6 垂直朗格氏线方向伤口缝合模拟计算结果

Figure 6 Calculated results of the incision sutured perpendicular to the Langer's line

图注: 图 A 为 Mises 应力最大值 147.1 MPa; B 为最大主应力 154.3 MPa。



图 7 偏转朗格氏线方向 30°伤口缝合模拟计算结果

Figure 7 Calculated results of the incision sutured with 30° angle to the Langer's line 图注: 图 A 为 Mises 应力最大值 132.4 MPa; B 为最大主应力 138.2 MPa。



图 8 偏转朗格氏线方向 45°伤口缝合模拟计算结果

Figure 8 Calculated results of the incision sutured with 45° angle to the Langer's line 图注:图A为 Mises 应力最大值 140 MPa; B为最大主应力 145.7 MPa。





图 9 沿朗格氏线方向伤口缝合应力输出路径

Figure 9 Output pathway of stress in the wound sutured along the Langer's line

图注: 从伤口下端点开始,每隔两个 node 选取一个缝合"针孔",终 点为伤口上端点。共选取 25 个 node,其中代表针孔的为第 4,7, 10,13,16,19,22 个 node。



图 11 垂直朗格氏线方向伤口缝合应力输出路径 Figure 11 Output pathway of stress in the wound sutured perpendicular to the Langer's line

图注: 从伤口左端点开始,每隔两个 node 选取一个缝合"针孔",终 点为伤口右端点。共选取 25 个 node,其中代表针孔的为第 4,7, 10,13,16,19,22 个 node。



图 13 人体朗格氏线分 布图 Figure 13 Distribution of Langer's lines in human body



此外单从减小缝合应力的角度看,对于垂直朗格氏线 方向的伤口缝合,可以采用缝合线不垂直于伤口长度的方 向进行缝合,使受力方向避开弹性模量最大的方向。在临 床实践中,单纯连续缝合^[40](**图14A**)、8字缝合^[41](**图14B**)、



图 10 Mises 应力沿图 9 所示路径的分布

Figure 10 Mises stress distribution in the wound sutured along the Langer's line

图注:峰值对应的 Number 值为 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25。应力值分别为 3.0, 24.2, 121.8, 107, 65.4, 95.1, 68.3, 22.2, 3.0 MPa, 平均值为 56.7 MPa。



图 12 Mises 应力沿图 11 所述路径的分布 Figure 12 Mises stress distribution in the wound sutured perpendicular to the Langer's line

图注:峰值对应的 Number 值为 1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25。应力值分别为 3.2, 29.8, 147.1, 134.2, 80.8, 119.8, 79.2, 27.1, 3.2 MPa, 平均值为 69.4 MPa。



图 14 单纯连续缝合及八字缝合示 音图

Figure 14 Schematic diagram of simple continuous suture and "8"-shaped suture 图注:图A为单纯连续缝合法;B

为外"8"字与内"8"字缝合法。

Z字缝合法都可以达到这种效果,至于对缝合应力影响的具体程度,需要进一步的研究。

作者贡献:所有作者均参与实验的设计、实施及评估,均经过正 规培训。

利益冲突:所有作者共同认可文章无相关利益冲突。

伦理问题:实验方案中有关动物伦理问题已经太原理工大学实验 动物伦理委员会讨论批准。

文章查重: 文章出版前已经过 CNKI 反剽窃文献检测系统进行 3 次查重。

文章外审: 文章经国内小同行外审专家双盲外审, 符合本刊发稿



宗旨。

作者声明: 文章第一作者对研究和撰写的论文中出现的不端行为 承担责任。论文中涉及的原始图片、数据(包括计算机数据库)记录及 样本已按照有关规定保存、分享和销毁,可接受核查。

文章版权: 文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关 协议。

开放获取声明:这是一篇开放获取文章,文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。根据《知识共享许可协议》"署名-非商业性使用-相同方式共享3.0"条款,在合理引用的情况下,允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展,同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献,并为之建立索引,用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

4 参考文献 References

- [1] 戴跃.瘢痕组织的生物力学特性研究[D].吉林大学, 2013.
- Ketchum LD, Colhen IK, Maters FW. Hypertrophic scars and Keloid: A collective review. Plast Reconstr Sung. 1974;53:140.
- [3] Stucker FJ.An approach of management of keloid.Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 1992;118:63.
- [4] 谷元廷,赵永福.增生性瘢痕中肥大细胞的种类及分布[J]. 实用 美容整形外科杂志, 1998,(4):172-174.
- [5] Younai S,Nichter LS,Wellisz T,et al.Modulation of Collagen synthesis by transforming growth factor-β in keloid and hypertrophic scar fibroblasts.Ann Plast Surg. 1994;33:148.
- [6] 蓝蔚,刘德伍,彭燕,等.吡非尼酮对人增生性瘢痕成纤维细胞胶原 蛋白分泌的影响[J]. 实用临床医学,2013,14(4):1-3.
- [7] 王勇,程基焱.结缔组织生长因子及在皮肤瘢痕愈合中的应用研 究现状[J].基层医学论坛 2012,16(22):2954-2956.
- [8] Riaz A. Review of the Role of Mechanical Forces in Cutaneous Wound Healing. J Surg Res. 2011;171: 700-708.
- Candy LH, Cecilia LT, Ping ZY. Effect of different pressure magnitudes on hypertrophic scar in a Chinese population. Burns. 2010;36(8):1234-1241.
- [10] Akaishi S. The relationship between keloid growth pattern and stretching tension: visual analysis using the finite element method. Plast Surg. 2008;60(4):445-451.
- [11] 韩勇,杨济匡,李凡,等.汽车-行人碰撞中人体下肢骨折的有限元 分析[J].吉林大学学报(工业版),2011,41(1):6-11.
- [12] 魏鹏虎. 颅内动脉瘤破裂机制的数值模拟研究[D]. 山西医科大学, 2012.
- [13] 朱晓明,胡志刚,刘竞达.皮肤表面热烧伤温度场的数值模拟[J]. 中国组织工程研究,2015,19(29): 4662-4666.
- [15] 张正文,翟弘峰,康深松,等.扩张皮肤移植后的生物力学变化[J]. 中国美容医学2006,15(3):267-269.
- [16] 华歆. 汽车碰撞试验假人仿生材料特性研究[D].湖南大学, 2014.
- [17] 侯春胜.烧伤瘢痕治疗中支具的应用[J]. 中华烧伤杂志, 2013, 29(1):90-92.
- [18] 侯春胜,赵景鹏,李赵锋,等.保守松解联合U形克氏针牵引矫治足 背瘢痕挛缩11例[J].中华烧伤杂志, 2014, 30(6):503-505.

- [19] Anzarut A, Olson J, Singh P,et al. The effectiveness of pressure garment therapy for the prevention of abnormal scaring after burn injury: a meta-analysis.J Plast Reconstr Aesthet Surg. 2009;62(1):77-84.
- [20] Staley MJ, Richard RL. Use of pressure to treat hypertrophic burn scars. Adv Wound Care. 1997;10(3):44-46.
- [21] 章铧予.曲安奈德联合5-氟尿嘧啶或冷冻疗法治疗增生性瘢痕和 瘢痕疙瘩有效性与安全性的系统评价[D]. 广东医学院,2015.
- [22] 尹文洁,梁月琴.增生性瘢痕形成过程中的多因素研究现状及展望[J]. 中华医学美学美容杂志,2014,20(1):77-80.
- [23] 丁金萍,陈博,曹谊林.病理性瘢痕激光治疗的研究进展[J]. 组织 工程与重建外科杂志,2016,12(2):141-143.
- [24] 雷颖,李石峰,喻亿玲,等.不同超脉冲二氧化碳点阵激光模式联合治疗面颈部增生性瘢痕的临床效果[J]. 中华烧伤杂志,2016, 32(8):474-478.
- [25] 胡雅,何雄斌,黄煌.湿润烧伤膏综合治疗化疗后药物外渗的疗效 观察[J].湘南学院学报(医学版),2012,14(2):51-52.
- [26] 翟燕,高艳,栗艳丽.局部封闭与使用硅凝胶瘢痕贴片加压治疗瘢痕组织的疗效分析[J]. 临床医学,2011,31(7):98-100.
- [27] 李萌,刘宁青,李蔚,等.不同手术缝线对术后皮肤瘢痕形成的基础 研究[J].河北医科大学学报, 2012, 33(8):887-889.
- [28] 邵凯.可吸收甲壳素手术缝线的生物学功能和生物安全性研究 [D].中国海洋大学, 2014.
- [29] 李彩霞.产科手术腹部横切口皮肤缝合方法的改良[J]. 河南外科 学杂志, 2008, 14(1):89-89.
- [30] 代明志,杨惠武,韩明才.连续皮内缝合抽线法在普外科手术中的应用体会[J].世界最新医学信息文摘, 2015,15(A4):174-175.
- [31] 谢德汉,李与勇. 100例甲状腺手术皮肤缝合方法的改进[J]. 中国医师杂志, 2002,(S1):157.
- [32] 郭崴. "Z"改型内眦赘皮矫正联合微创切口垂睑术[J]. 中外健康 文摘, 2009, 6(8):93-94.
- [33] 赵永刚.局部皮瓣转移术对促进伤口愈合的临床应用价值[J].临 床军医杂志,2014, 42(8):807-809.
- [34] 安伟,段砚方,胡锦煌,等.局部皮瓣转移术治疗低温烧伤所致Ⅲ度 创面22例疗效分析[J].华中医学杂志, 2009, 33(4):202-203.
- [35] 张晓红.提高皮肤切口及伤口缝合效果的方法初探[J]. 健康必读 旬刊, 2013,(2):72.
- [36] 孙靖超,安美文.基于RADIOSS求解器的皮肤伤口缝合研究[J]. Altair2013技术大会论文集.
- [37] 王少六. 外科缝合技术训练与应用[J].中国实用医药,2008, 3(29):161-162.
- [38] 廖滔.改良式剖宫产腹壁横切口皮肤美容缝合方法探讨[J]. 华夏 医学, 2012, 25(1):92-93.
- [39] 孟繁君,程慎令,邵腾,等.一种新的皮下矩形减张缝合法应用于瘢痕整形35例临床观察[J]. 中华损伤与修复杂志:电子版, 2014, 9(4):64-65.
- [40] 李莉萍.新式剖宫产术子宫切口单层单纯连续缝合650例分析[J]. 大理学院学报:综合版, 2007, 6(2):53-54.
- [41] 张瑞敏.内8字缝合腹壁切口60例临床分析[J]. 河南外科学杂志, 2000,6(1):70.