维普资讯 http://www.cqvip.com

文章编号:0253－3626(2004)01－0066－05

预缝合皮肤伸展术生物力学、组织学研究

杨天荣，薛　斌，贺光照，黄崇本

(重庆医科大学临床学院烧伤整形科，重庆　400016)

【摘　要】目的:探讨预缝合皮肤伸展术的生物力学及组织学改变，为临床应用提供实验依据。方法:选择白色乳猪为实验动物。检测伸展面积、组织学改变，皮肤的应力—应变及切口抗裂开强度等。结果:直接预缝合皮肤伸展术后随时间增而皮肤面积增加、长度延伸;皮肤厚度变薄;距牵引缘 1～2cm 扩展面积最明显，被牵引区成纤维细胞粗面内质网有空泡样改变;皮肤张力随时间延长逐渐减小。结论:预缝合术后，扩展皮肤来源主要涉及周围组织移位、邻近牵引缘皮肤扩张和组织增生;伸展皮肤主要涉及距牵引缘约 5cm 左右范围;其伤口抗张力强度未降低，可以在修复皮肤缺损方面推广应用。

【关键词】皮肤伸展术;预缝合;生物力学;组织学

【中国图书分类法分类号】R622　　【文献标识码】A　　【收稿日期】2003－02－27

Study on the biomechanic and histological changes of skin extended by presuturing in piglets and its clinical application

YANG Tianrong, et al

(*Department of Burn and Plastic Surgery, College of Clinical Medicine, Chongqing Medical University*)

【Abstract】*Objective*: To probe into the changes of skin extended by presuturing in respect to biomechanic alteration, source of extended skin, scope of skin involved in extension and histological changes to provide an experimental basis for clinical application. *Methods*: The white piglet was adopted as animal model. The parameters observed were as follows: area of extra skin obtained histolgical changes, stress－stain relation of skin under stretch, anti－tensile. *Results*: The results showed that at 24hr, 45hr and 72hr after presuturing, the areas of skin extended, and the length of skin were increased. The thickness of epidermis and dermis of stretched skin were thinner. The area with maximum extension was located in 1～2 cm away from stretching borders. The electron microscopic observation showed that in the rough endoplasmic reticulum of fibroblasts, vacuolar degeneration could be seen. Stress－strain relation showed that extensile force decreased with the passage of time. *Conclusion*: ①Stress－stain relation shows that extensile force decreases with the passage of time. ②The sources of extended skin include: the displacement of adjacent tissue and the extension of stretched skin and the proliferation of tissue. ③The area affected by stretching is mainly limited within 5cm adjacent to stretching border. ④The anti－tensile strength of healing wound of extended skin is the same as that of normal skin.

【Key words】Presuturing skin extension; Biomechanics; Histology

预缝合皮肤伸展术是利用皮肤的可伸展性，通过术前预缝合术区或者皮肤缺损区域，利用周围皮肤的伸展性形成“额外”的皮肤组织，以修复皮肤及软组织的缺损。在修复皮肤软组织缺损等方面，可缩短手术时间，减少并发症，缩短住院时间及减少经费等。设计动物实验以研究预缝合皮肤伸展术生物力学、组织学方面改变。

1　材料和方法

作者介绍:杨天荣(1963－　)，男，硕士，副主任医师，主要研究方向:整形外科学。

1.1　实验动物

健康白色乳猪 8 头(由重庆医科大学动物实验中心提供)，重 10kg～12kg，雌雄不限，以标准饲料喂养。

1.2　动物分组:每组 4 头。

第一组:直接预缝合皮肤伸展术组;

第二组:弹力预缝合皮肤伸展术组;

1.3　动物麻醉

3%异戊巴比妥钠，40mg/kg 腹腔内注射。

1.4　实验方法

1.4.1　分组设计

直接预缝合皮肤伸展术组:分别在动物背部双侧，以动脊柱为轴，距脊柱中线 4cm 处分别标出 9cm×8cm 模拟病灶

维普资讯 http://www.cqvip.com

区，头尾侧边缘置带孔塑料板，于头尾侧 7cm 范围，连续标记等距离方块。通过带孔塑料板，以褥式缝合 4～5 针固定，间距 1cm，通过带孔塑料板引出相应牵引线(图 1)。

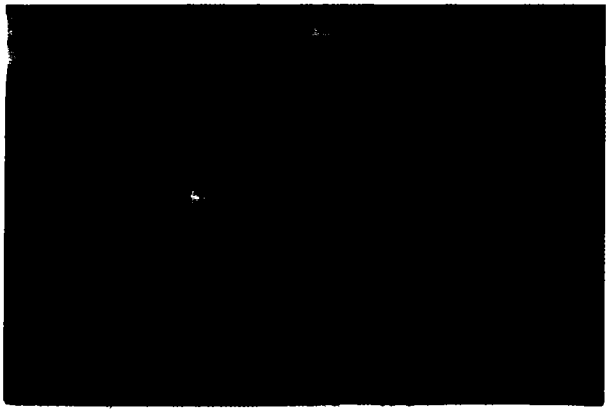


图 1 直接预缝合皮肤伸展术实验设计

以 3kg 重力，相对牵引固定线，30min 后，固定缝线以维持其牵引力，于 24、48、72h 重复以 3kg 重力相对牵引 30min 并固定，72h 后切除模拟病灶区内的皮肤，切口不作皮下分离直接缝合。同时，于模拟病灶区外正常皮肤处(不影响预缝合区域)，设计等长、等深度的对照皮肤切口，不切除皮肤，以相同缝合线直接缝合伤口。

弹力预缝合皮肤伸展术组：以脊柱为轴，双侧距中线 4cm 处分别画出 14cm×8cm(因采用弹力预缝合皮肤伸展术时需要增加一定弹簧长度，故模拟区增加 5cm)模拟病灶区，在纵轴方向 7cm 范围，连续龙胆紫纹刺标记等距离方块。克氏针于模拟病灶区头尾侧模拟切缘，真皮下穿行 8cm 后穿出皮肤表面。将弹簧固定于预先设置的克氏针上，牵引皮肤，于牵引后：0.5、12、24、36、48 及 72h 测定弹簧长度，按 $F=k\triangle s$ 计算各时相点弹力。

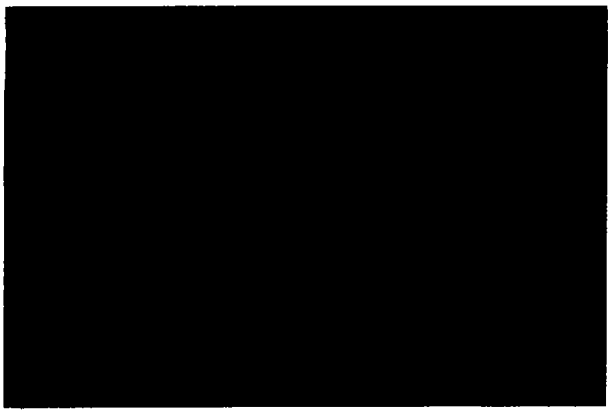


图 2 弹力预缝合皮肤伸展术实验设计

1.4.2 统计学方法

应用方差分析、两两比较 t 检验等统计学方法进行统计学处理及分析。

1.5 观察指标

1.5.1 预缝合皮肤伸展术后皮肤伸延长度测定

预缝合术后 24、48 及 72h，分别测定二种缝合方式，被牵引皮缘间距离，与牵引前模拟病灶区宽度之差的半量，为被牵引皮肤沿牵引方向延伸的距离。

1.5.2 预缝合皮肤伸展术后皮肤扩展面积测定

术前、术后 24、48 及 72h，在牵引力负荷下，分别测定牵引缘双侧，各标记块边长(长、宽)，每侧共测定 21 个标记块，计算出距牵引缘 7cm 处标记块皮肤表面积。

1.5.3 预缝合皮肤伸展术后皮缘张力测定

弹力预缝合皮肤伸展术组预缝合后 0.5、12、24、36、48 及 72h 测定各牵引弹簧的总长度，根据弹簧初长计算出弹簧位移，依公式计算出弹力的大力。

1.5.4 光学显微镜观察

正常自身对照、预缝合缘、被牵引皮缘中线位 1cm、2cm、3cm、4cm、5cm、6cm 及 7cm 处、正常对照皮肤切口约 0.5cm×0.5cm 全层皮肤。HE 染色：测定各标本表皮、真皮厚度；VG 染色：观察胶原纤维的改变情况；弹力纤维染色：观察预缝合皮肤伸展术对弹力纤维的影响。

1.5.5 透射电镜观察

正常对照皮肤，实验区域中部 1cm、3cm、5cm 三处取材，制成 0.5cm×0.5cm 全层皮肤块。观察各标本真皮组织中成纤维细胞、胶原纤维及弹力纤维改变情况。

1.5.6 皮肤抗裂开强度测定

直接预缝合皮肤伸展术组，预缝合术后切除模拟病损，直接缝合伤口，术后 8 日拆线。切取以切口为中线，宽为 0.5cm，长为中线双侧各 0.5cm，并包含切口在内的皮肤试件组织，去除皮下脂肪组织，于长方形短边以丝线缝合作为牵引线，以重量法测定正常对照切口及实验组切口愈合后抗裂开强度。

2 结 果

2.1 皮肤延伸长度

2.1.1 直接预缝合皮肤伸展术后皮肤延伸长度结果

如表 1 所示，统计学结果表明实验动物皮肤经预缝合皮肤伸展术后其皮肤延伸长度在 24h 显著大于 48h 和 72h($P<0.01$)，而在预牵引后 48h 与 72h 相比较，无显著差异($P>0.05$)，总延伸长度在预牵引后 24、48 及 72h 间均有极显著性差异($P<0.01$)。

2.1.2 弹力预缝合皮肤伸展术后皮肤延伸长度

弹力预缝合皮肤伸展术 24h 后被牵引皮肤总延伸长度为 3.15±0.55cm，48h 后为 3.32±0.37cm，72h 后为 3.38±0.09cm。统计学结果表明，弹力预缝合皮肤伸展术后 24、48 及 72h 皮肤延伸总长度无

维普资讯 http://www.cqvip.com

显著差异($P>0.05$)。

表 1 直接预缝合皮肤伸展术不同时期皮肤延伸长度(cm $\bar{x}\pm s$)

	24h	48h	72h
增加延伸长度	2.15±0.35*	0.97±0.37*σ	0.87±0.09*σ
总延伸长度	2.15±0.35*▽	3.02±0.37*▽	3.88±0.09*▽
皮肤延伸比例	55.6	24.6	22.8

* 与预缝合术前比较 $P<0.01$;▽两两比较 $P<0.01$。

表 2 弹力预缝合皮肤伸展术后皮肤延伸长度变化:(cm $\bar{x}\pm s$)

	24h	48h	72h
总延伸长度	3.15±0.55*σ	3.32±0.37*σ	3.39±0.09*σ

* 与预缝合皮肤伸展术前比较 $P<0.01$;σ 各时相点之间比较 $P>0.05$。

2.2 牵引皮缘两侧皮肤面积改变

直接预缝合皮肤伸展术后面积改变如表 3 所示,预牵引后,模拟病灶区牵引缘在不同时间、距牵引缘不同距离的面积改变是不一致的。

2.3 预缝合皮肤伸展术后皮肤张力与时间的关系

实验动物皮肤在持续牵引力(弹力)作用下,随时间延长,其皮肤的张力逐渐减少,至 48h 左右皮肤张力维持在一定水平(图 3)。

2.4 皮肤厚度测定结果

如表 5 示:预牵引后猪皮肤表皮厚度距牵拉缘越远其厚度越接近正常皮肤,但仍较正常皮肤为薄,真皮厚度变薄。

表 3 直接预缝合皮肤伸展术面积改变($\bar{x}\pm s$)

距离 cm	术前面积(cm^2)	24h	48h	72h
1	1.47±0.24	1.87±0.34*	1.94±0.34*	2.33±0.52*#
2	1.49±0.52	1.62±0.41*	1.75±0.34*	2.10±0.38*#
3	1.49±0.24	1.60±0.30*	1.72±0.28*	2.04±0.13*#
4	1.49±0.25	1.58±0.25*	1.55±0.24*	1.94±0.13*#
5	1.46±0.24	1.49±0.27*	1.54±0.27*	1.78±0.21*#
6	1.49±0.25	1.49±0.24	1.50±0.26	1.51±0.21*#
7	1.48±0.31	1.50±0.27	1.49±0.34	1.50±0.28*#

* 与术前比较 $P<0.01$;# 为距离模拟区 1、2、3、4、5、6、7cm 处面积变化比较 $P<0.01$。

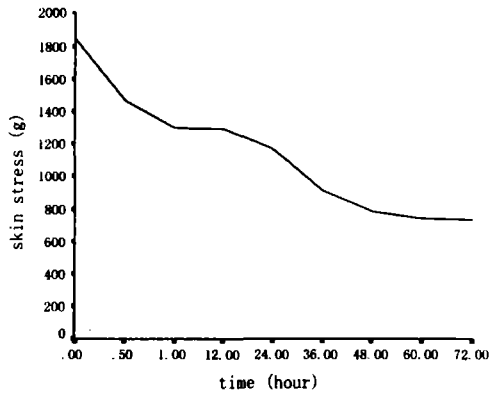


图 3 牵引后皮肤张力与时间的关系($\bar{x}\pm s$)

2.5 组织学观察

光镜:与正常皮肤比较,胶原纤维、弹力纤维及其它组织成份改变不明显,真皮层内的血管变形,管腔椭圆形。电镜:胶原纤维排列规则,成纤维细胞粗面内质网有空泡样改变,未见核坏死;而正常皮肤真皮中无类似发现(图 4)。弹力纤维未见明显改变。



图 4 电镜下成纤维细胞空泡样改变

表 4 直接预缝合皮肤伸展术不同时期皮肤面积改变结果(cm $\bar{x}\pm s$)

	24h	48h	72h
增加延伸面积	0.79	0.49	1.27
总延伸面积(率%)	0.79 (7.59%)*	1.27 (12.29%)*	2.85 (27.50%)*
面积增加比例(%)	27.63	17.06	55.30

* 与术前比较 $P<0.001$。

维普资讯 http://www.cqvip.com

表 5 表皮与真皮厚度(mm, $\bar{x} \pm s$)

	正常表皮	距皮缘 1cm	距皮缘 3cm	革距皮缘 5cm	距皮缘 7cm
表皮	0.27±0.10	0.14±0.04*	0.17±0.03*	0.22±0.07*	0.26±0.07*
真皮	3.49±0.36	3.17±0.62**	2.66±0.47**	2.74±0.41**	2.73±0.47**

* 为与正常表皮厚度相比较 $P<0.01$。** 为与正常真皮厚度相比较 $P<0.01$。

2.6 抗裂开张力强度

直接预缝合皮肤伸展术愈后切口在切口抗张力强度测定中,其牵引力平均为 2.5kg 时表皮开始裂开,3kg 时全层完全裂开;未经预缝合的愈合切口表皮裂开时其牵引力为 2.8kg,至完全裂开时为 3.0kg,二者比较无显著性差异。

3 讨 论

预缝合术首先由 Liang[2] 提出,并用于临床,取得较好应用效果。目前,皮肤伸展术在临床应用的组织学及生物力学方面的研究,特别对应用皮肤伸展术可以得到多少"额外"皮肤及生物力学改变,扩展皮肤的来源及涉及范围等问题研究尚少,为此设计以小乳猪为实验动物,直接预缝合皮肤伸展术、弹力预缝合皮肤伸展术两种实验方式研究在采用预缝合皮肤伸展术后其组织学及生物力学方面的改变情况加以讨论。

3.1 预缝合皮肤伸展术与皮肤应力松驰

维持皮肤一定拉伸长度所需的力随时间延长而逐渐下降即皮肤的应力松驰性。以弹力预缝合皮肤伸展术方式研究皮肤应力松驰关系。从图 3 中可以看出,在活体状态下,皮肤张力随牵引时间延长而逐渐降低,其变化近似于线性关系。皮肤软组织在外力的作用下,逐渐延伸,被牵引双侧皮肤面积逐渐扩大,而皮肤缘的应力逐渐变小,说明牵引皮肤后,皮肤的胶原纤维逐渐被拉伸[1]。基于该应力——松驰曲线,可以反映出皮肤在不同应力作用下组织变形能力,即反应出皮肤的粘弹性在外力作用下降低。本实验结果显示,预缝合皮肤伸展术后 48h,皮肤张力维持在较低水平,表明从张力角度看,预缝合皮肤伸展术后 48h,已适宜修复皮肤缺损,这时的缝合切口张力保持在较低水平,低张力情况下缝合伤口将有利于伤口愈合,可减少切口瘢痕形成,从而可以改善愈后外观。

3.2 预缝合皮肤伸展术皮肤扩展面积、长度以及与时间的关系

皮肤伸展术获得"额外"皮肤的多少需要较明确的估计。实验证明,应用直接预缝合皮肤伸展方式,从增加皮肤延伸长度来看:预缝合术后不同时间增加伸延皮肤比例并不均匀,第一个 > 24h > 第 2 个 24h > 第三个 24h。即在预缝合术后 24h 获得皮肤延伸最大,皮肤延伸长度的增加随牵引时间增加而显著减少,模拟病灶区皮肤延伸长度在 72h 后可达到 3.88cm,即术后 72h 获得的"额外"皮肤量,已可修复较大的皮肤缺损。所以采用预缝合皮肤伸展术,一般在术后 24h 即可获得较满意"额外"皮肤;对于较大的皮肤软组织缺损,也可以预缝合术后 2~3 天再手术。从增加皮肤面积看,牵引 72h 后皮肤面积增加 27.42%。但不同时间增加的皮肤面积并不均匀,其 24h、48h、72h 增加分别占 27.63%、17.03% 和 55.30%。分析皮肤延伸长度和延伸面积,在 72h 内发现不同时间的皮肤延伸长度与面积的变化规律不一致,其原因与两种测定方式所涉及的皮肤延伸来源有所不同。

3.3 预缝合皮肤伸展术皮肤延伸来源分析

皮肤伸展术是基于皮肤机械伸展性及生物伸展性[1]。在皮肤伸展过程中,已经证实组织增生参与了"额外"皮肤的形成[4~6]。实验结果示:①在预缝合扩张术后 3 天的组织切片中,表皮和真皮的变薄。②延伸皮肤成纤维细胞粗面内质网内有大量空泡形成,成纤维细胞活跃。直接预缝合皮肤伸展术皮肤延伸长度和面积随着牵引时间延长而增加,但长度和面积的变化规律与时间的关系不相一致,长度延伸增加在 24h 最明显,面积增加在 72h 最明显。从预缝合术实用价值分析,皮肤面积的实际延伸增加是预缝合皮肤伸展术的临床应用根据,也是判断疗效的基本指标,预缝合后皮肤长度延伸除与实际皮肤面积增加外,还涉及皮肤皮下组织移位等因素。从实验结果分析判断,预缝合皮肤伸展术皮肤延伸包括皮下组织移位和皮肤实际伸延,预缝合牵引 24h,皮肤延伸主要来源于皮下组织移位,而真正意义上的皮肤延伸需牵引时间达到 72h。

3.4 预缝合皮肤伸展术皮肤延伸涉及范围分析

表 3 结果表明,皮肤扩展面积,主要在临近预缝合缘 1~5cm 左右的范围内,表明距缝合缘 5cm 以

维普资讯 http://www.cqvip.com

外的皮肤在外力牵引下面积改变较小,模拟缺损区为 9cm×8cm,扩张涉及区域约为缺损区的 1/2,从而可以估计预缝合皮肤伸展术对邻近组织的影响范围。有研究[8]发现应用皮肤伸展器进行皮肤伸展后,约有创面宽度 5～7 倍的皮肤参与了伸展,并以距创缘 3cm 处伸展最为明显。本研究采用预缝合订,其皮肤面积增加在临近牵引缘 1～2cm 处为最明显。表明在牵引力作用下,皮肤软组织扩张主要为临近牵引缘的皮肤软组织参与了皮肤伸展、扩张。从而进一步说明,应用预缝合皮肤伸展术仅影响邻近的组织,而对远处的皮肤软组织影响较小。

3.5 预缝合皮肤伸展术与愈后伤口抗裂开强度

伤口愈合一方面从美容观点出发,应尽全力减少或回避瘢痕形成;另一方面则要求有更多的纤维化过程以利切口修复。但不管从哪一方面出发,均要求伤口愈后有较强的抗裂开强度。采用预缝合皮肤伸展术的皮肤切口愈合后其抗裂开强度与普通切口愈合相比差异不显著。提示预缝合皮肤伸展术后,其伤口愈后抗裂开强度能够达到切口愈后的抗裂开强度要求。

参 考 文 献

[1] Gibson T, Kenedi RM. The structural components of the dermis and their mechanical characteristics[M]. In W. Monlagna, T. P. Bentleg, and R. L. Dobson(eds), The Dermis. New York: Appleton－century－crofts, 1968; 19－38.

[2] Liang MD, Briggs P, Heckler FR, et al. Presuturing—A new technique for closing large skin defects: clinical and experimental studies[J]. Plast Reconstr Surg, 1988; 8: 694－702.

[3] Hisrshowitz B, Lindenbaum E, Hareshai Y, et al: Askin－stretching device for the harnessing at the viscoelastic properties of skin[J]. Plast Recomstr Surg, 1993; 92: 260－270.

[4] 周黎安,桂 斌,查元坤,等. 皮肤伸展器的研制及临床应用. 中华整形烧伤外科杂志,1996;12:193－195.

[5] 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;11:161－164.

[6] 王传民,鲍卫汉,曾衍钧,等. 皮肤伤口愈合生物力学测定的实验研究[J]. 中华整形烧伤外科杂志,1994;10:271－373.

[7] 张明利,王大为,屈志刚,等. 皮肤外扩张动物实验装置[J]. 第二军医大学学报,1995;16:584－586.

[8] 周黎安,郭树忠,李 谆,等. 皮肤应力检测系统及皮肤伸展对"皮缘"血运影响的研究[J]. 实用美容整形外科杂志,1999;10:105－107.

[9] Neves RJ, Saggers GC, Mackay DR, et al: Assessing the role of presuturing on wound closure[J]. Plast Reconstr Surg, 1996; 97: 807－811. discussion 812－814.

[10] Michael FM. Studies of the excisional wound: I: Biomechanical effects of underming and wound orientation on closing tension and work[J]. Plast Reconstr Surg, 1980; 66: 419－427.

[11] Mackey DR, Saggers GC. Stretching skin: Undermining is more important than introperative expansion[J]. Plast Reconstr Surg, 1990; 86: 722－730.

[12] 王大为,张明利,屈志刚,等. 皮肤扩张后血循环监测的实验研究[J]. 第二军医大学学报,1996;17:170.

[13] Harrison IW. Presuturing as a means of reducing skin tension in excisional biopsy wounds in four horses[J]. Cornell Vet, 1991; 81: 351－356.