

正常人的软组织张力测定

王兆星,董福慧

(中国中医研究院骨伤科研究所,北京 100700)

摘要 目的:探讨正常人的软组织张力测定和生物力学特点。方法:本组 30 名健康成年人,男 19 例,女 11 例,年龄 10~56 岁,平均 35 岁,选取合谷、肩井、三阴交三穴进行垂直于皮肤平面测出 1、2、3、4、6……毫米张力计刻度位移所对应的张力数值。结果:据所测数值绘出三个部位曲线,三处软组织服从大致相同的力学曲线,即大体分为皮肤段、皮下组织段、肌内段、深层组织段。结论:软组织是一种非线性粘弹性材料,三处软组织综合刚度合谷穴 < 肩井穴 < 三阴交穴,皮肤刚度小于肌肉的刚度。

关键词 软组织张力; 张力计; 生物力学

Tension measurement of soft tissue in normal humans WANG Zhaoxing, DONG Fuhui. Institute of Orthopaedics and Traumatology, China Academy of Traditional Chinese Medicine(Beijing, 100700, China)

Abstract Objective: To investigate the measurement of soft tissue and biomechanical characteristics in healthy humans. **Methods:** 30 healthy people were selected, with male 19 and female, with an average of 35 years old (10 - 56 years old). The tension at hegu, jianjing and sanyinjiao were measured, and three graphs were drawn out base on the measurement. **Results:** Similar curves were observed in three position. Three graphs were similar, which were compose of skin segment, the subcutaneous tissue segment, the muscle segment and the tissue close to the bone segment. **Conclusion:** The soft tissue is non-linear mucos-elastic material. The integrative rigidity of three place from the minimum to maximum are hegu, jianjing, sanyinjiao. The rigidity of the skin is lower than the muscle.

Key words Soft tissue tension; Tensiometer; Biomechanics

软组织张力和疼痛在临床上有密切关系,本文主要探讨正常人的软组织张力测定和生物力学特点,以进一步研究其相关性。

1 资料与方法

1.1 测定对象 健康成年人 30 名,无疼痛病史,男 19 例,女 11 例,年龄 10~56 岁,平均 35 岁。测定部位选取合谷穴、肩井穴、三阴交穴。

1.2 测量仪器 张力计型^[1]组成:主要由握柄、测力弹簧、刻度标尺、游码、测试头等组成。原理:若软组织内部张力增大,则会反应到软组织表面;通过测其表面的张力来间接反映内部张力变化,从而张力计所测的软组织表面张力就相当于内部张力^[1]。标定:张力计型经标定测定范围 600 达因。

1.3 测定方法 用张力计分别在上述三处垂直于皮肤平面,用 1 mm/s 的加速度施力,测出 1、2、3、4、

5、6……毫米张力计刻度位移(mm)所对应的张力数值(g)并记录。

2 结果

根据所测数据作均数处理,并据此依次绘出合谷穴、肩井穴、三阴交穴的曲线图(图 1)。

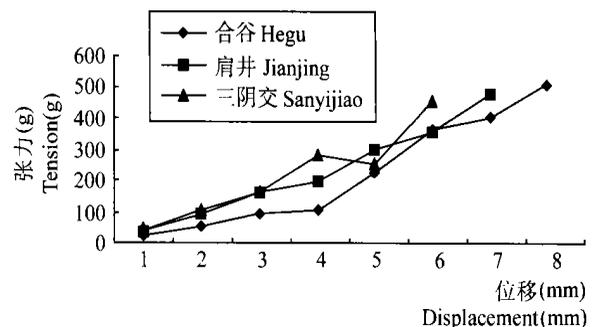


图 1 张力测定曲线图

Fig. 1 Curve of the tension measurement

由曲线图可看出三处软组织皆服从大致相同的曲线,即大体分为皮肤段(起始上升段即合谷穴、肩井穴的曲线图 1 - 3 横坐标之间,三阴交穴的曲线图

通讯作者:王兆星 Tel: 010-86201786 E-mail: WZX9898@hotmail.com

1 - 2 横坐标之间)、皮下组织段(即合谷穴、肩井穴的曲线图 3 - 4 横坐标之间,三阴交穴的曲线图 2 - 3 横坐标之间)、肌肉段(即合谷穴曲线图 4 - 7 横坐标之间,肩井穴的曲线图 4 - 6 横坐标之间,三阴交穴的曲线图 3 - 5 横坐标之间)、深层组织段(此段包括肌肉深层筋膜、腱性结构等深层组织,即合谷穴曲线图 7 - 8 横坐标之间,肩井穴的曲线图 6 - 7 横坐标之间,三阴交穴的曲线图 5 - 6 横坐标之间)。由图看出合谷穴皮下组织较其他两处丰厚,所以第一、二段较其他两处斜率低,三处软组织的综合刚度合谷穴 < 肩井穴 < 三阴交穴,亦可看出皮肤刚度都小于肌肉的刚度。

3 讨论

3.1 皮肤的生物力学特性 皮肤是一种非线性粘弹性材料,它柔软易产生形变,能抗一定的拉伸富有弹性,具有预拉伸应力。因此在一般开放性损伤中,皮肤会自动收缩,导致伤口裂开。其应力 - 应变并不服从胡克定律,具有应力 - 应变曲线滞后、应力松弛、蠕变、各向异性的特点。皮肤的生物力学特性与年龄、性别、气候、健康、营养等因素有关。有的学者^[2]用机械振动检测皮肤力学性能实验表明:皮肤随年龄增长由软变硬阻尼变大;女性皮肤较男性皮肤老化程度快,即随年龄变化皮肤阻尼变化梯度女性较男性大。

3.2 肌肉组织的生物力学特性(主要讨论骨骼肌的力学特性) 骨骼肌也是一种粘弹性材料,在力学特性上也具有应力 - 应变曲线滞后、应力松弛、蠕变、各向异性和非线性的应力 - 应变关系。骨骼肌在运动收缩状态(即激活状态):当神经脉冲到达肌肉,刚开始收缩时,在肌肉外部还测不到力的增加,仅在肌肉收缩之中产生张力,此时张力要比静止时大的多。同一脉冲引起肌肉收缩的力学效应,与该瞬间肌肉的长度、长度变化的速度、时间有关。据希尔方程 $(a + T)(V + b) = b(T_0 + a)$ 描述的骨骼肌收缩时力 - 速度关系知:张力越大,缩短速度越小(张力 T 、挛缩张力 T_0 、缩短速度 V)^[3]。骨骼肌在静息状态下,也保持一定的张力,维持人体的各种姿势。肌肉具有弹性,能被外力拉长,同时肌肉组织间也保持一定压力约为 (-2 ± 2) mmHg^[2],但并不遵循胡克定律;骨骼肌静息时的张力对临床很重要,因为在病理状态下,肌肉的张力异常增大,会对周围组织,如神经、血管等产生牵伸、压迫,引起继发的一系列的病理生理变化,最终导致软组织张力性疼痛。

3.3 肌腱和韧带的生物力学特性 肌腱和韧带主要有平行排列的胶原纤维,弹性纤维、网状纤维、蛋白多糖等组成。胶原纤维使其具有弹性和刚度,弹性纤维使其具有弹性。肌腱和韧带是一种粘弹性材料,在力学特性上具有应力 - 应变曲线滞后、应力松弛、蠕变、各向异性和非线性的应力 - 应变关系。肌腱和韧带的强度都与组织的大小形状和加载速度有关,肌腱和韧带的物理学性质受多方面的影响,主要有年龄、运动、某些药物等。

3.4 周围神经的生物力学特性 周围神经跟其他软组织一样,是一种有较高弹性的粘弹性体,能适应一定范围的外力,超越此范围则发生不可逆变化。神经纤维在静息时存在一定张力,若纤维断裂,则断端发生回缩。大鼠光滑纤维切断后的回缩情况为:切断后立即回缩率(回缩量/原始长度)约为 4% ~ 4.4%,3 周后回缩率约为 26% ~ 28% 并且再加载恢复原来的几何长度,其应力状态也和原来的不同^[4]。神经回缩可能是神经从生理张力释放到无张力状态所致,与本身弹性无关,纤维在有限形变时为非线性应力 - 应变特性,Liu 用张力计测量,排除了载荷 - 延长量关系中因神经横断面面积的不同所造成的差异,描出了应力 - 应变曲线。总之神经的应力 - 应变曲线分平缓 and 陡直两部分。在一定范围内,张力与延长量成正比,曲线平缓超过了弹性限度,延长量很少,张力却剧增,似直线陡直上升^[5-8]。应力 - 应变曲线受加载速度和施力方式等影响,此曲线在加载和卸载过程中两条应力曲线不重合(即滞后),故周围神经纤维有滞后现象。它的粘弹性表现为在被牵拉初期,以弹性表现为主,但很快达弹性极限,中后期以粘性表现为主直达“断裂点”。神经在弹性范围内,由于粘性性质,应变对应力的影响也落后于加载过程产生滞后现象,这是神经纤维本身的固有特性,滞后环面积正好是外力对神经单位体积所做的功(变为热能)。神经具有应力松弛现象,实验发现:开始 5 min 内神经张力下降最快,20 min 内应力松弛大部分完成。30 min 后曲线极其平缓。有人指出张力和施力后变化的速率非常重要,研究发现离体纤维松弛的程度最大,在人体的近侧段次之,远侧段最小^[9],应力松弛可能是液体扩散的结果,是神经对变形的适应性反应,此外神经还都有蠕变现象,在生理极限内,组织通过自身的顺应性和横截面积的改变来适应张力^[10]。

由以上软组织生物力学特性可看出,各层软组

织具有粘弹性体的生物力学特点,但不同层次的软组织的刚度是不同的。此张力计测的是各层软组织的综合张力。设计一种既能测深部张力,又能测单层组织张力的微创张力计,各层软组织的张力特性等,尚需进一步探讨。

参考文献

- 1 董福慧,郭振芳,张春美,等. 皮神经卡压综合征. 北京:科学技术出版社,2002. 96-98.
- 2 过邦辅. 临床骨科生物力学基础. 上海:第二军医大学出版社,1998. 102-126.
- 3 孟和,顾志华. 骨伤科生物力学. 北京:人民卫生出版社,1991. 105-144.
- 4 胡良俊. 生物医学工程教程. 长沙:湖南科学技术出版社,1987. 1-73.

- 5 Zoch G,Reihnsner R,Millesi H. Elastic behavior of the median nerve and ulnar nerve in situ and in vitro. Handchir Mikrochir Platz Chir, 1989,21(6):305-309.
- 6 William FB. The biomechanical responses to tension in a peripheral nerve. J Band Surg,1980,5(1):21-25.
- 7 周永刚,黄瀛,毛增荣,等. 大鼠坐骨神经损伤后的力学. 解剖学杂志,1991,14(3):185-187.
- 8 李海. 人的周围神经拉伸强度测定. 解剖学杂志,1991,14(4):187-190.
- 9 Kendall JP,Stokes LAF,Ohara JP,et al. Tension and creep phenomena in peripheral nerve. Acta Orthop Scand,1979,50:721-725.
- 10 Guan-Liang CHANG. An ir-vivo measurement and analysis of viscoelastic properties of the spinal cord of cats. J Biomech Engm,1988,110:115-121.

(收稿日期:2003-06-28 本文编辑:李为农)

短篇报道

足背岛状皮瓣治疗踝部皮肤软组织缺损

蒋明华,苗振普

(石嘴山市第二人民医院骨科,宁夏 石嘴山 753000)

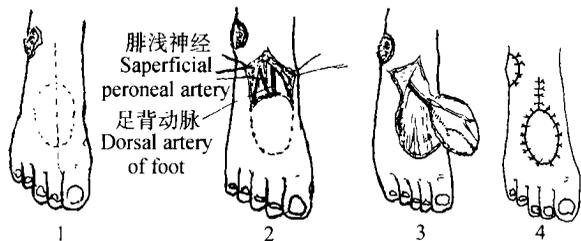
踝部皮肤软组织缺损,临床很常见,治疗方法也多种多样。自 2000 年作者采用足背岛状皮瓣修复踝部皮肤软组织缺损 8 例,效果满意,现报告如下。

1 临床资料

本组 8 例,男 7 例,女 1 例;年龄 20~45 岁,平均 32 岁;新鲜缺损 4 例,陈旧缺损 3 例,慢性溃疡 1 例。

2 手术方法

2.1 皮瓣设计 足背皮瓣血管蒂可向近侧延长很多,切取的范围自踝下至趾蹼缘,两侧至足背内、外侧缘。根据创面的大小,形状和距离划出皮瓣的界限(见图 1)。



1. 皮瓣设计 Design of flap 2. 皮瓣切取 Excision of flap
3. 皮瓣游离 Free flap 4. 皮瓣转移 Transfer flap

图 1 足背动脉岛状皮瓣修复踝部创面

Fig.1 Foot dorsal arterial island skin flap for the repair wound of ankle

2.2 切取方法 先作皮瓣近侧切口,在腓长伸肌与趾长伸肌

间找出足背动脉及伴行静脉和腓浅神经,看清足背动脉走行后,作皮瓣内侧切口,在深筋膜下间隙向外作锐性分离,越过腓长伸肌腱后,应紧贴骨外膜解剖,随时将皮肤与深筋膜缝合固定几针,逐渐向远侧显露足背动脉,小心将血管从足面游离,最后作皮瓣外侧切口,同样在深筋膜下解剖,皮瓣四周游离后,形成以足背动脉为蒂的岛状皮瓣,即可转移至受区,供区用中厚皮片游离植皮。

3 治疗结果

本组 8 例皮瓣全部成活,缺损处覆盖完整,且皮瓣弹性好,有感觉功能,亦不影响穿鞋和足的功能。

4 讨论

4.1 注意事项 足部的血液供应主要来自足背动脉和胫后动脉,手术前必须作足部的 Allen 试验及彩色多普勒,证实两者均正常后才能切取。如两支中任何一支有损害,均是足背皮瓣的绝对禁忌症。

4.2 适应证 足背岛状皮瓣的血管蒂可向近侧延伸很多,因此可用于修复足跟、踝部、胫前因创伤或肿瘤切除所致的皮肤软组织缺损,亦可治疗小腿慢性溃疡及胫骨的化脓性骨髓炎。

4.3 治疗方法的选择 踝部皮肤软组织缺损治疗方法虽然很多,但足背岛状皮瓣具有供区皮肤质量高,感觉功能好,血管口径大,易成活且创伤小,病人痛苦少等优点,不失为一种修复踝部皮肤软组织缺损较好的治疗方法。

(收稿日期:2003-02-27 本文编辑:李为农)