

# 同种异体肌腱与螺钉固定修复 Lisfranc 关节韧带损伤的生物力学比较研究

文艺, 冯品, 张晖, 屠重棋<sup>△</sup>

四川大学华西医院 骨科 (成都 610041)

**【摘要】** 目的 分别比较螺钉和同种异体肌腱固定修复 Lisfranc 关节韧带损伤的生物力学强度。方法 6 对新鲜冷冻尸体足部标本, 分别制备 Lisfranc 关节韧带完整模型、损伤模型及损伤后的螺钉或同种异体肌腱固定模型, 并分别给予轴向和外展负荷加载, 数码显微摄像头记录内侧楔骨和第 2 跖骨底间的位移变化。结果 ①在轴向和外展加载时, 完整模型中的内侧楔骨-第 2 跖骨间的位移变化分别为(0.65±0.23) mm 和(1.10±0.45) mm, 损伤模型为(1.60±0.64) mm 和(4.14±1.02) mm, 损伤模型位移变化均大于完整模型( $P$  均=0.000), 损伤模型中外展加载的平均位移较轴向加载大。②在轴向和外展加载时, 螺钉固定组中, 损伤模型内侧楔骨-第 2 跖骨底间的平均位移分别为(1.53±0.62) mm 和(4.06±1.05) mm, 固定后模型为(0.76±0.35) mm 和(1.20±0.53) mm, 固定后模型位移均小于损伤模型( $P$  均=0.000), 固定后模型与完整模型的位移差异无统计学意义; 同种异体肌腱固定组中, 损伤模型内侧楔骨-第 2 跖骨底间的平均位移分别为(1.66±0.65) mm 和(4.21±1.00) mm, 固定后模型为(0.90±0.41) mm 和(1.33±0.61) mm, 固定后模型位移均小于损伤模型( $P$  均=0.000), 固定后模型与完整模型的位移差异无统计学意义。结论 外展应力加载时, 损伤模型位移变化更加明显, 在诊断 Lisfranc 关节韧带损伤时有较大的临床应用价值。Lisfranc 关节韧带损伤模型中, 同种异体肌腱固定和螺钉固定可提供相似的生物力学固定强度。

**【关键词】** Lisfranc 韧带 同种异体肌腱 螺钉 弹性固定 生物力学

**Comparison Between Allogeneic Tendon Fixation and Screw Fixation in Ligamentous Lisfranc Injury: a Biomechanical Analysis** WEN Yi, FENG Pin, ZHANG Hui, TU Chong-qi<sup>△</sup>. Department of Orthopaedics, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China

<sup>△</sup> Corresponding author, E-mail: tuchongqi@163.com

**【Abstract】** **Objective** To compare the stability provided by a allogeneic tendon with a screw for the treatment of ligamentous Lisfranc injury. **Methods** Six fresh-frozen, paired cadaveric feet were loaded in the condition of Lisfranc ligament intact, injury and fixation models. With axial or abduction stress, the distance between medial cuneiform and second metatarsal was recorded. **Results** With both two types of stress, there were statistically significant differences in motion detected between the intact and post-injury conditions (all  $P=0.000$ ), and the magnitudes were greater with abduction [(4.14±1.02) mm] than axial load [(1.60±0.64) mm]. In screw fixation group, the mean position changes under axial load and abduction load were (1.53±0.62) mm and (4.06±1.05) mm in post-injury model respectively, while the changes were (0.76±0.35) mm and (1.20±0.53) mm in the fixation model (all  $P=0.000$ ) which were not statistical different to that in the intact model. In allogeneic tendon fixation group, the mean position changes were (1.66±0.65) mm and (4.21±1.00) mm in the post-injury model, while were (0.90±0.41) mm and (1.33±0.61) mm in the fixation model (all  $P=0.000$ ) which also were not statistical different to that in the intact model. **Conclusion** Under abduction stress, a significantly greater difference was found between pre- and post-injury, which may be valuable for diagnosing and testing ligamentous Lisfranc injury. Allogeneic tendon fixation can provide similar stability as screw fixation in ligamentous Lisfranc injury.

**【Key words】** Lisfranc ligament Allogeneic tendon Screw Flexible fixation Biomechanics

跖跗关节广义上被称为 Lisfranc 关节, 其损伤处理不当可造成跖跗关节的疼痛、退变、足弓塌陷或前足僵硬等一系列并发症, 致残率高<sup>[1,2]</sup>。早期正

确而及时的诊断对 Lisfranc 损伤预后有着重要的影响, 然而常规站立位足部 X 线对其漏诊率可高达 10%<sup>[3]</sup>。目前, 切开复位螺钉内固定是该部位损伤的推荐治疗方法<sup>[3,4]</sup>。但螺钉在置入时产生的高热量和创伤, 可加速创伤性关节炎的进程, 刚性制动导

致韧带的瘢痕愈合而降低了其生物力学特性<sup>[5,6]</sup>。因此寻找非刚性内置物,成为治疗 Lisfranc 韧带损伤的难点。肌腱移植在临床主要用于膝关节韧带重建<sup>[7]</sup>,国内外尚未见用于修复 Lisfranc 关节韧带损伤的基础或临床报道。本研究通过生物力学的手段,验证外展应力位足部 X 线检查对于诊断 Lisfranc 韧带损伤的重要性,比较同种异体肌腱和螺钉固定修复 Lisfranc 关节韧带损伤的生物力学强度,为同种异体肌腱修复此类损伤临床应用的可行性和安全性提供生物力学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验标本及分组

6 对正常成年男性新鲜尸体足部标本(四川省异体骨库),各取 3 对分别制备 Lisfranc 关节完整模型和韧带损伤模型,完成力学加载后,将完整模型制备为韧带损伤模型并进行力学加载。从韧带损伤模型每 1 对中随机选择一只制备螺钉固定模型,其余为异体肌腱固定模型,分别完成力学加载。见图 1。

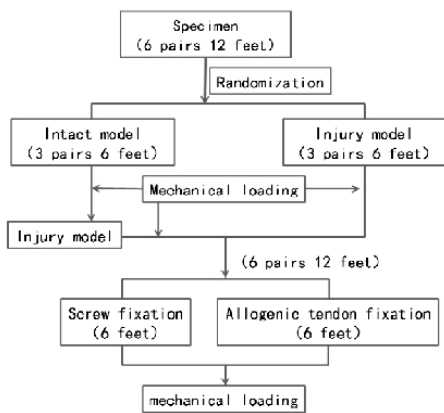


图 1 实验流程图

Fig 1 Flow diagram of the experiment

### 1.2 实验器材

全螺纹皮质骨螺钉(山东威高骨科材料有限公司),同种异体中指屈肌腱(四川省异体骨库),牙托粉、牙托水(四川华川医疗器械有限公司),克氏针,电钻,清创器械包,磁力固定底座及自制夹具。岛津万能实验机(型号:AG-IS-20,日本岛津公司),数码显微摄像头及软件一套(浙江省义乌市方正光学仪表有限公司)。

### 1.3 实验模型的建立

于踝关节以上 20 cm 处横行截断胫腓骨,剔除近段 5 cm 皮肤、肌肉等软组织,牙托粉包埋处理。3.5 mm 克氏针固定踝关节于跖屈 30° 位,2.5 mm 克氏针固定距下关节、距舟关节及跟骰关节于中立

位。

**1.3.1 完整模型** 以第 1、2 跖骨基底之间为 midpoint 做 10 cm 的矢状切口,暴露第 1、2 跖跗关节,不处理任何韧带或关节囊。见图 2A。

**1.3.2 韧带损伤模型** 完整模型基础上切断第 2 跖跗关节背侧韧带、内侧楔骨和第 2 跖骨间的 Lisfranc 韧带和跖跗足底韧带及第 1、2 跖骨间的跖足底韧带,切开第 2 跖跗关节囊,保留第 1 跖跗关节囊和第 1、2 楔骨间韧带的完整性。将直钳插入内侧楔骨和第 2 跖骨底间并轻轻撑开,以确保 Lisfranc 韧带完全切断。见图 2B。

**1.3.3 螺钉固定模型** 点式复位钳固定内侧楔骨和第 2 跖骨,2.5 mm 的钻头由内侧楔骨的内侧中点与第 2 跖跗关节面约成 35°~45° 的角度向第 2 跖骨钻孔,3.5 mm 皮质骨螺钉固定。另一枚螺钉由第 2 跖骨底拧入,固定第 2 跖跗关节。见图 3。

**1.3.4 同种异体肌腱固定模型** 肌腱固定通道同螺钉通道,肌腱用直针带线后由内侧楔骨穿入第 2 跖骨底,紧贴背侧骨面反折再次穿入,两端拉紧后用 2.0 mm 的螺钉沿内侧楔骨上的钉道挤压固定。见图 4。

### 1.4 实验方法

**1.4.1 轴向负荷加载** 将第 1、2 跖骨头置于木板上,1、2 趾间垂直木板打入克氏针一枚,防止标本向前滑动。在内侧楔骨和第 2 跖骨底平行于第 2 跖跗关节面各打入一枚 0.88 mm 的标记克氏针,距离 10~12 mm。万能力学实验机以 10 N/s 的速度向标本顶端施最大 350 N 的轴向压力,保持最大载荷 5 s 后卸载。摄像头记录克氏针在不同负荷下的图像,后期处理后获得特征点坐标值,换算出实际位置信息,反映内侧楔骨-第 2 跖骨底间的位移变化。见图 5A。

**1.4.2 外展应力加载** 特制的夹具将标本横向固定于木板上,2.5 mm 克氏针从第 3 跖骨头垂直足面穿出,通过钢丝连接于万能生物力学机上。万能力学实验机以 2 N/s 的速度施加最大 50 N 的外展拉力,保持最大载荷 5 s 后卸载。同样方法记录内侧楔骨-第 2 跖骨底间的位移变化。见图 5B。

### 1.5 统计学方法

位移变化  $\bar{x} \pm s$  记录。采用单因素方差分析行多组资料均数的差异性分析, $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

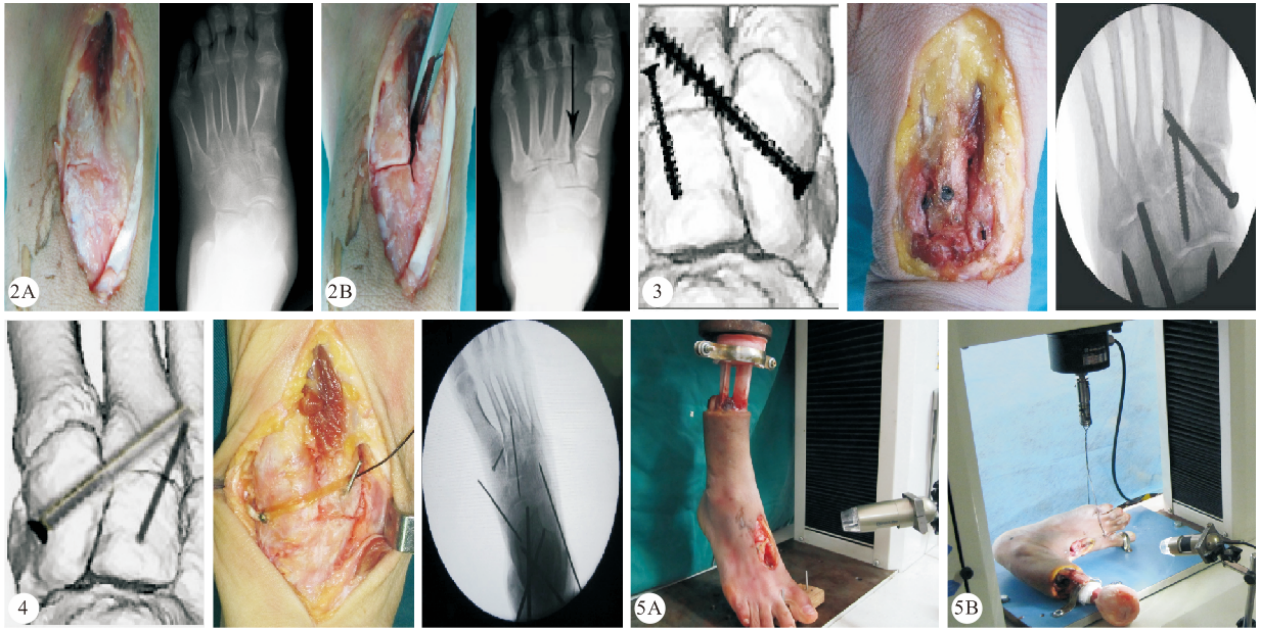


图 2 Lisfranc 关节完整模型(A)和韧带损伤模型(B)的建立及 X 线建立

图 5 轴向加载(A)外展应力加载(B)时模型的固定

Fig 2 The intact model (A) and ligamentous injury model (B)

Fig 3 The screw fixation model

图 4 同种异体肌腱固定模型的

Fig 5 The fixation of specimen under axial (A) and abduction (B) loading

## 2 结果

### 2.1 完整模型和损伤模型在轴向和外展应力加载时位移变化的比较

轴向加载时,完整模型内侧楔骨-第 2 跖骨底间的平均位移为  $(0.65 \pm 0.23)$  mm,损伤后模型为  $(1.60 \pm 0.64)$  mm,差异有统计学意义 ( $P = 0.000$ );外展应力加载时,对应的平均位移分别为  $(1.10 \pm 0.45)$  mm 和  $(4.14 \pm 1.02)$  mm,差异亦有统计学意义 ( $P = 0.000$ )。

### 2.2 两种固定模型轴向加载时位移变化的比较

轴向加载时:螺钉固定组中,固定模型平均位移小于损伤模型平均位移 ( $P = 0.000$ ),固定后位移与完整模型位移 [ $(0.65 \pm 0.23)$  mm] 比较差异无统计学意义 ( $P = 0.065$ );肌腱固定组中,固定模型平均位移小于损伤模型平均位移 ( $P = 0.000$ ),固定后位移与完整模型位移比较差异无统计学意义 ( $P = 0.054$ )。见表 1。

表 1 350 N 轴向负荷加载时各组位移变化 (mm)

Table 1 The displacement under 350 N axial stress (mm)

|                 | <i>n</i> | Injury model    | Fixation model  | <i>P</i> |
|-----------------|----------|-----------------|-----------------|----------|
| Screw fixation  | 6        | $1.53 \pm 0.62$ | $0.76 \pm 0.35$ | 0.000    |
| Tendon fixation | 6        | $1.66 \pm 0.65$ | $0.90 \pm 0.41$ | 0.000    |

### 2.3 两种固定模型外展加载时位移变化的比较

外展应力加载时:螺钉固定组中,固定模型平均位移小于损伤模型平均位移 ( $P = 0.000$ ),固定后位

图 3 螺钉固定模型的建立

图 4 同种异体肌腱固定模型的

移与完整模型位移 [ $(1.10 \pm 0.45)$  mm] 比较差异无统计学意义 ( $P = 0.232$ );肌腱固定组中,固定模型平均位移小于损伤模型平均位移 ( $P = 0.000$ ),固定后位移与完整模型位移比较差异无统计学意义,见表 2。

表 2 50 N 外展应力加载时各组位移变化 (mm)

Table 2 The displacement under 50 N abduction stress (mm)

|                 | <i>n</i> | Injury model    | Fixation model  | <i>P</i> |
|-----------------|----------|-----------------|-----------------|----------|
| Screw fixation  | 6        | $4.06 \pm 1.05$ | $1.20 \pm 0.53$ | 0.000    |
| Tendon fixation | 6        | $4.21 \pm 1.00$ | $1.33 \pm 0.61$ | 0.000    |

## 3 讨论

Lisfranc 关节是联系中前足的桥梁,也是足弓的重要组成部分,其损伤可分为隐匿性 Lisfranc 损伤和 Lisfranc 损伤伴脱位。通常认为第 1、2 跖骨基底间的距离增宽到 2 mm 以上(平均为 1.3 mm)且伴有中足部的疼痛,可考虑隐匿性 Lisfranc 损伤,因无明显骨折或分离征象临床易漏诊<sup>[8,9]</sup>。本实验主要研究外展应力对 Lisfranc 韧带损伤为主的隐匿性损伤的诊断意义,以及同种异体肌腱修复 Lisfranc 关节韧带损伤的生物力学强度。

### 3.1 外展应力对于 Lisfranc 韧带损伤诊断的意义

轴向和外展应力加载时,韧带损伤模型中内侧楔骨-第 2 跖骨底间的位移变化分别为  $(1.60 \pm 0.64)$  mm 和  $(4.14 \pm 1.02)$  mm,较完整模型中均有明显增加,且外展加载时的位移变化更加明显。分

析原因如下:在轴向加载时,因第 1 跖跗关节和第 3 跖跗关节及整个外侧柱保持完整性,会对内侧楔骨和第 2 跖骨间的位移起到一定的阻挡作用,Lisfranc 关节周围筋膜、韧带等软组织的牵拉作用<sup>[8]</sup>,也会限制本应出现的位移变化;而在外展应力加载时,本实验中第 1 跖跗关节相对于木板是固定的,外展应力将第 3 跖跗关节和外侧柱都向上方拉起,抵消其阻挡作用,同时通过第 2、3 跖骨间的跖足底韧带向上的牵拉作用,使内侧楔骨和第 2 跖骨底间的位移变化充分暴露出来。

临床上的负重位 X 线检查即相当于轴向负荷加载,外展应力位 X 线检查即相当于外展应力负荷加载。Kaar 等<sup>[8]</sup>报道对于 Lisfranc 韧带损伤,当轴向负重位检查时,通过影像学检查其诊断的正确率仅 20%,而施加外展应力负荷时,诊出率高达 100%。故有学者建议在高度怀疑隐匿性 Lisfranc 损伤时应行负重位片及旋前外展应力位检查<sup>[8,9]</sup>。本实验损伤模型中内侧楔骨-第 2 跖骨底间的位移〔外展(4.14±1.02) mm,轴向(1.60±0.64) mm〕同样表明,外展应力位 X 线检查更容易诊断 Lisfranc 韧带损伤。

### 3.2 螺钉和同种异体肌腱固定模型生物力学强度分析

Kura 等<sup>[10]</sup>报道轴向拉伸 Lisfranc 韧带时的最大载荷强度为 368.8 N。国内文献报道<sup>[11,12]</sup>显示,指、中指指屈肌腱的最大载荷强度分别为 332 N、417 N,故本实验采用中指肌腱作为研究材料。由于螺钉固定属刚性固定,而同种异体肌腱固定属于弹性固定,故不能直接比较其限制位移变化的能力,本实验通过比较固定模型与完整模型的位移变化来判断两者的生物力学强度。

Panchbhavi 等<sup>[13]</sup>报道 Lisfranc 韧带损伤模型在给予 343 N 的轴向负荷加载时,内侧楔骨和第 2 跖骨底间产生了约 1.3 mm 的位移变化;Pelt 等<sup>[14]</sup>报道给予 222.4 N 的轴向加载时,其位移变化平均为 2.0 mm。本实验在给予 350 N 的轴向负荷加载时,损伤后模型的平均位移为(1.60±0.64) mm,与之前的研究相似。临床上 Lisfranc 损伤的手术指征为跖跗关节脱位>2 mm,在本次实验中测量所有损伤模型的位移大小均在 2 mm 以内,从生物力学的角度验证了临床上隐匿性 Lisfranc 韧带损伤漏诊率较高的原因。

本实验的损伤模型及固定模型中,轴向加载时,螺钉固定前后平均位移变化和肌腱固定前后差异均

有统计学意义( $P<0.05$ ),两种固定后与正常完整模型比较差异无统计学意义;外展加载时,螺钉固定前后和肌腱固定前后差异均有统计学意义( $P<0.05$ ),两种固定后与正常完整模型比较差异无统计学意义。这说明同种异体肌腱固定方式在治疗 Lisfranc 韧带损伤是有效的,可提供和螺钉固定相似的生物力学强度,均可以让该部位恢复到损伤前的正常状态。肌腱固定组中的平均位移相对螺钉固定组大,分析考虑非刚性固定在应力加载时活动度更大,一定程度上可避免韧带的瘢痕修复,保持原 Lisfranc 韧带的生物力学特性,可能更有利于 Lisfranc 损伤的临床愈后,这尚需大量的基础和临床研究来证明其有效性。

综上,使用外展应力下的检测更易诊断 Lisfranc 关节韧带损伤。解剖复位和稳固的固定是治疗 Lisfranc 损伤的主要目标,目前,螺钉固定仍是首选方案,但在本研究中同种异体肌腱提供了与螺钉固定相似的固定强度及生物力学强度,或许可作为除螺钉固定外的一种弹性固定方法。

### 参 考 文 献

- 1 Tados AM, Al-Hussona M. Bilateral tarsometatarsal fracture-dislocations; a missed work-related injury. *Singapore Med J*, 2008;49(9):234-235.
- 2 Englanoff G, Anglin D, Hutson HR. Lisfranc fracture-dislocation: a frequently missed diagnosis in the emergency department. *Ann Emerg Med*, 1995;26(2):229-233.
- 3 Sands AK, Grose A. Lisfranc injuries. *Injury*, 2004;35(2):71-76.
- 4 Panchbhavi VK. Extraarticular stabilization of Lisfranc injury. *Tech Foot Ankle Surg*, 2008;7(2):100-106.
- 5 Borazjani BH, Chen AC, Bae WC, *et al.* Effect of impact on chondrocyte viability during insertion of human osteochondral grafts. *J Bone Joint Surg (Am)*, 2006;88(9):1934-1943.
- 6 Augustin G, Davila S, Udiljak T, *et al.* Determination of spatial distribution of increase in bone temperature during drilling by infrared thermography: preliminary report. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2008;129(5):703-709.
- 7 Peterson RK, Shelton WR, Bomboy AL. Allograft versus autograft patellar tendon anterior cruciate ligament reconstruction: a 5-year follow-up. *Arthroscopy*, 2001;17(1):9-13.
- 8 Kaar S, Femino J, Morag Y. Lisfranc joint displacement following sequential ligament sectioning. *J Bone Joint Surg Am*, 2001;89(10):2225-2232.
- 9 Coss HS, Manos RE, Buoncristiani A, *et al.* Abduction stress and AP weightbearing radiography of purely ligamentous injury in the tarsometatarsal joint. *Foot Ankle Int*, 1998;19(8):537-541.

平研究的不断增多,人们对 SAP 早期白蛋白水平更加重视,也许早期即进行人血白蛋白补充的情况会有所增加。因此,早期蛋白变异的预测作用是否受到白蛋白补充的影响,有待研究。另外,本研究中虽然分析比较得知 ICU 期间蛋白平均水平是死亡的独立危险因素,但是没有分析比较 ICU 住院期间两组患者蛋白补充情况,那么蛋白补充对患者血浆白蛋白水平有无影响,还需要继续探讨。

综上所述,SAP 危重患者早期白蛋白变异、ICU 期间白蛋白水平是死亡的危险因素,早期白蛋白变异越大,ICU 期间白蛋白水平越低,提示病情危重、预后差。因此,应重点评估,为治疗提供参考,在早期即发现潜在的危重病例,加强监护及治疗,以期降低病死率。

### 参 考 文 献

- 1 急性胰腺炎协作组. 中国 6223 例急性胰腺炎病因及病死率分析. 胰腺病学,2006;6(6):321-325.
- 2 Abu-Zidan FM, Bonham MJ, Windsor JA. Severity of acute pancreatitis: a multivariate analysis of oxidative stress markers and modified Glasgow criteria. *Br J Surg*,2000;87(8):1019-1023.
- 3 Fu CY, Yeh CN, Hsu JT, *et al.* Timing of mortality in severe acute pancreatitis: experience from 643 patients. *World J Gastroenterol*,2007;13(13):1966-1969.
- 4 Heinrich S, Schafer M, Rousson V, *et al.* Evidence based treatment of acute pancreatitis: a look at established paradigms. *Ann Surg*,2006;243(2):154-168.
- 5 Bai Y, Jia L, Wang B, *et al.* Acute pancreatitis in the Guangdong province, China. *Digestion*,2007;75(2-3):74-79.
- 6 中华医学会外科学分会胰腺外科学组. 重症急性胰腺炎诊治原则草案. 中华外科杂志,2001;39(12):963-964.
- 7 中华医学会外科学分会胰腺外科学组. 重症急性胰腺炎诊治指南. 中华外科杂志,2007;45(11):727-729.
- 8 Pavlidis TE, Pavlidis ET, Sakantamis AK. Advances in

- prognostic factors in acute pancreatitis: a mini-review. *Hepatobiliary Pancreat Dis Int*,2010;9(5):482-486.
- 9 黄子星, 宋 彬. 急性胰腺炎的分类与严重程度评价进展. 四川大学学报(医学版),2011;42(5):681-685.
- 10 Munsell MA, Buscaglia JM. Acute pancreatitis. *J Hosp Med*,2010;5(4):241-250.
- 11 朱 敏, 徐永泉, 李 冬等. 影响急性胰腺炎预后的因素. 辽宁医学杂志,2000;14(4):190-192.
- 12 Millson CE, Charles K, Poon P, *et al.* A prospective study of serum pancreatic elastase-1 in the diagnosis and assessment of acute pancreatitis. *Scans J Gastroenterol*,1998;33(6):554-668.
- 13 Liras G, Carballo F, Domiguez-Munoz E, *et al.* Clinical value of an automated granulocyte elastase assay in predicting severity of acute pancreatitis. *Rev Esp Enferm Dig*,1995;87(9):641-652.
- 14 Lasson A, Ohlsson K. Kinin activation and protease inhibitors in acute pancreatitis in man. *Adv Exp Med Biol*,1986;198(Pt B):423-432.
- 15 Xue P, Huang ZW, Li YH, *et al.* Clinical study on severe acute pancreatitis associated with hypoalbuminemia in early stage. *Zhong Xi Yi Jie He Xue Bao*,2005;3(6):443-445.
- 16 Wang X, Cui Z, Li H, *et al.* Nosocomial mortality and early prediction of patients with severe acute pancreatitis. *J Gastroenterol Hepatol*,2010;25(8):1386-1393.
- 17 Gravante G, Garcea G, Ong SL, *et al.* Prediction of mortality in acute pancreatitis: a systematic review of the published evidence. *Pancreatolgy*,2009;9(5):601-614.
- 18 Yu WK, Li WQ, Li N, *et al.* Impact factors and clinical significance of the lung injury complicating acute pancreatitis. *Chin Crit Care Med*,2004;16(2):100-102.
- 19 Herrera Gutiérrez ME, Sellar Pérez G, de La Rubia De Gracia C, *et al.* Acute renal failure profile and prognostic value in severe acute pancreatitis. *Med Clin (Barc)*,2000;115(19):721-725.

(2012-07-12 收稿,2012-10-25 修回)

编辑 沈 进

(上接第 225 页)

- 10 Kura H, Luo ZP, Kitaoka HB, *et al.* Mechanical behavior of the Lisfranc and dorsal cuneometatarsal ligaments: *in vitro* biomechanical study. *J Orthop Trauma*,2001;15(2):107-110.
- 11 黄洪杰, 石新艳, 张晓光等. 反复冻融对同种异体人肌腱的生物力学影响. 中国修复重建外科杂志,2011;25(2):243-246.
- 12 刘 燕, 刘 颀, 许则明等. 指浅屈肌腱、1/2 指浅屈肌腱、掌腱膜矫正爪形指畸形的生物力学实验. 中国组织工程研究与临床康复,2007;11(22):4304-4307.

- 13 Panchbhavi VK, Vallurupalli S, Yang J, *et al.* Screw fixation compared with suture-button fixation of isolated Lisfranc ligaments injuries. *J Bone J Surg Am*,2009;91(5):1143-1148.
- 14 Pelt CE, Bachus KN, Vance RE, *et al.* A biomechanical analysis of a tensioned suture device in the fixation of the ligamentous Lisfranc injury. *Foot Ankle Int*,2011;32(4):422-431.

(2012-09-20 收稿,2012-12-12 修回)

编辑 余 琳