

• 技术与方法 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2015.28.023

## 载距突的 CT 定位及相关测量的研究\*

那磊<sup>1</sup>, 王培<sup>1</sup>, 孙勃<sup>1</sup>, 丁华杰<sup>2</sup>, 高君<sup>3</sup>, 王维<sup>3</sup>, 姜洪涛<sup>3</sup>, 于昌玉<sup>1△</sup>

(1. 承德医学院附属医院手足外科, 河北承德 067000; 2. 承德医学院附属医院超声科, 河北承德 067000;

3. 承德医学院, 河北承德 067000)

**[摘要]** **目的** 应用 CT 三维重建为载距突体表定位, 并测量跟骨外侧壁指定点向载距突置钉角度及螺钉长度, 为跟骨手术提供理论依据。**方法** 选用 30 个成人足踝部湿性标本, 使用螺旋 CT 扫描并三维重建, 观察测量找到载距突体表定位的新方法; CT 扫描 40 只成人跟骨干性标本, 利用软件分别测量载距突中点与跟骨外侧壁指定点之间的线段的角度和长度。**结果** 在踝关节功能位下, 以足内侧面定为“矢状参考面”测量, 内踝前缘与载距突前缘在同一冠状面上, 经内踝前缘的垂线与过载距突前缘冠状线相交于一点, 该点与内踝前缘的垂直距离为  $(34.95 \pm 2.60)$  mm, 载距突长度为  $(21.44 \pm 1.89)$  mm, 高度为  $(10.17 \pm 1.16)$  mm, 载距突前倾角为  $(35.31 \pm 3.73)^\circ$ 。自跟骨外侧壁找到 6 个具有代表性的测量点, 其与载距突连线测量结果如下: 在跟骨前部, G、E 两点上倾角分别为  $(28.78 \pm 3.90)^\circ$ 、 $(29.47 \pm 2.96)^\circ$ , 前倾角分别为  $(-19.83 \pm 4.60)^\circ$ 、 $(-11.02 \pm 4.74)^\circ$ ; 在后关节面下方, C、K、I、J 4 点上倾角为  $(2.52 \pm 2.46)^\circ$ 、 $(2.92 \pm 2.28)^\circ$ 、 $(14.98 \pm 2.49)^\circ$ 、 $(14.38 \pm 1.90)^\circ$ , 前倾角分别为  $(7.32 \pm 1.66)^\circ$ 、 $(19.25 \pm 1.98)^\circ$ 、 $(10.30 \pm 2.63)^\circ$ 、 $(19.33 \pm 1.97)^\circ$ 。置入螺钉的长度在 40~44 mm, C 点最小, G 点最大。**结论** 在踝关节功能位下以内踝前缘做标志, 可以在体表定位载距突; 利用 CT 及工作站软件可以准确测量自跟骨外侧壁各点到载距突的角度和长度。

**[关键词]** 载距突; 切开复位内固定术; 体层摄影术, X 线计算机; 内踝前缘

**[中图分类号]** R687.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2015)28-3966-03

### Study on using CT to locating mark of sustentaculum tali and the parameter measurement\*

Na Lei<sup>1</sup>, Wang Pei<sup>1</sup>, Sun Bo<sup>1</sup>, Ding Huajie<sup>2</sup>, Gao Jun<sup>3</sup>, Wang Wei<sup>3</sup>, Jiang Hongtao<sup>3</sup>, Yu Changyu<sup>1△</sup>

(1. Department of Surgical Hand and Foot, Affiliated Hospital of Chengde Medical College, Chengde, Hebei 067000, China;

2. Department of Ultrasonography, Affiliated Hospital of Chengde Medical College, Chengde, Hebei 067000, China;

3. Chengde Medical College, Chengde, Hebei 067000, China)

**[Abstract]** **Objective** To use CT and 3D reconstruction technique to locating mark of sustentaculum tali, and measure the angle & length of the specified point of the lateral wall of the calcaneus to sustentaculum tali for providing. To basis for the operation of calcaneus. **Methods** Thirty adult ankle wet specimens were chosen and scanned with CT, and the dicom data were converted into the software to 3D-reconstruction, the observation and measurement to find new methods of locating mark of sustentaculum tali; Forty adult calcaneus dried specimens were chosen and scanned with CT. The dicom data were converted into the software to 3D-reconstruction, using a workstation software measure the angle and length of the line which from the center of the sustentaculum tali to each point on the calcaneal lateral wall. **Results** First, in the function of ankle joint position, with the foot medial surface as “sagittal reference plane” measurement, the vertical line passing through the leading edge of medial malleols and the coronal line passing through the leading edge of sustentaculum tali intersect at a point. The vertical distance of the point to leading edge of medial malleols was  $(34.95 \pm 2.60)$  mm, the length of sustentaculum tali was  $(21.44 \pm 1.89)$  mm, the height of sustentaculum tali was  $(10.17 \pm 1.16)$  mm, the anteversion of sustentaculum tali was  $(35.31 \pm 3.73)^\circ$ . Second, in front of calcaneus, upward angel of points G, E were  $(28.78 \pm 3.90)^\circ$ ,  $(29.47 \pm 2.96)^\circ$  respectively. Frontward angle of points G, E were  $(-19.83 \pm 4.60)^\circ$ ,  $(-11.02 \pm 4.74)^\circ$  respectively. Under the posterior articular surface, upward angel of points C, K, I, J were  $(2.52 \pm 2.46)^\circ$ ,  $(2.92 \pm 2.28)^\circ$ ,  $(14.98 \pm 2.49)^\circ$ ,  $(14.38 \pm 1.90)^\circ$  respectively. Frontward angle of points C, K, I, J were  $(7.32 \pm 1.66)^\circ$ ,  $(19.25 \pm 1.98)^\circ$ ,  $(10.30 \pm 2.63)^\circ$ ,  $(19.33 \pm 1.97)^\circ$  respectively. The length of screw was about 40—44 mm. The length of C point to the sustentaculum tali was minimum, and the length of G was maximum. **Conclusion** In the function of ankle joint position, the sustentaculum tali can be located with the leading edge of medial malleols as a surface landmarks. The measurement of the angle and length of which from each point on the calcaneal lateral wall to sustentaculum tali by using CT.

**[Key words]** sustentaculum tali; open reduction and internal fixation; tomography, X-ray computed; leading edge of medial malleols

跟骨骨折是最常见的跗骨骨折, 其中约 75% 为关节内骨折<sup>[1]</sup>, 对于累及关节的跟骨骨折, 国内外学者一致认可的治疗金标准是切开复位内固定术<sup>[2]</sup>。载距突周围有坚固的韧带、关节囊及肌腱保护, 有致密的骨小梁结构与跟骨致密骨小梁相连, 构成了其解剖结构相对稳定的基础, 跟骨骨折复位后自跟骨外侧壁向载距突置入螺钉来获得可靠的固定作用已得到国

内外大多数学者的认可<sup>[3]</sup>, 跟骨内侧解剖结构较复杂, 外侧入路难以显露载距突, 准确置入载距突螺钉成为许多学者研究的课题。本研究对足踝部湿性标本及干性跟骨标本进行 CT 扫描并三维重建, 提出了以内踝前缘(内踝最凸起部水平向前与胫骨前唇移行部交点以下简称为内踝前缘)作为载距突体表定位标志的新方法, 利用 CT 工作站软件对跟骨外侧壁常用置钉

\* 基金项目: 河北省卫生厅科研基金项目(20130027)。 作者简介: 那磊(1983—), 主治医师, 主要从事手足外科的研究。 △ 通讯作者,

点的进钉角度及螺钉长度进行模拟测量,从而为手术中载距突螺钉的置入提供一定的解剖学依据。

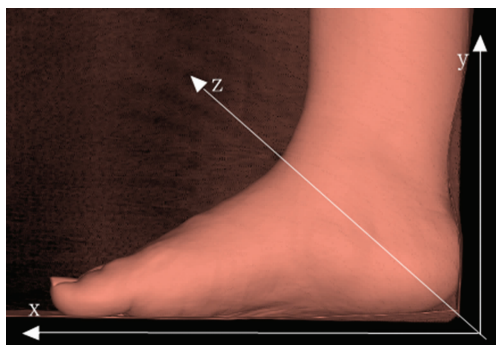
1 材料与方 法

1.1 标本及来源 选用 30 只成人足踝部湿性标本,均保留踝上 10 cm 处所有的骨骼及皮肤软组织;40 只成人干性跟骨标本,标本由承德医学院解剖教研室提供,均为国人标本,不分年龄、性别和种族,也无左右之分。所有标本无明显损伤,无畸形或严重骨性赘生物。

1.2 工具和设备 美国 GE 64 排 128 层容积螺旋 CT(Light-speed VCT),扫描条件:球管电压 120~140 kV,电流 400 mA,扫描层厚为 0.5 mm,三维重建间隔 0.6 mm,数据处理工作站软件为 Advantage Workstation volumeshare 4.5,骨科手术器械一套,自制踝关节功能位固定架一个,跟骨固定架一个。

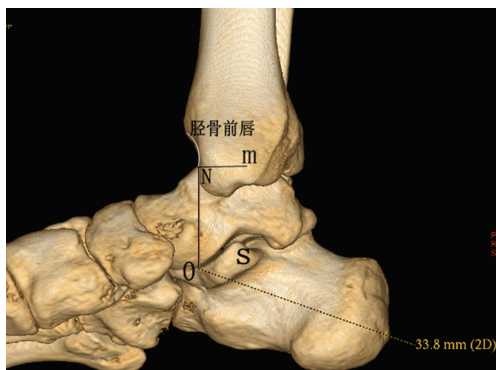
1.3 试验方法及测量指标

1.3.1 将湿性足踝部标本固定在自制踝关节功能位固定架上,足内侧紧贴固定架内侧壁,确定测量参考面:以足底平面确定为水平面,与其垂直的足内侧壁所在平面定位“矢状参考面”与水平面垂直的平面定为冠状面,见图 1。



X:足内侧轴线;Y:小腿轴线;Z:冠状轴线。

图 1 足踝部标本 CT 三维重建软组织窗



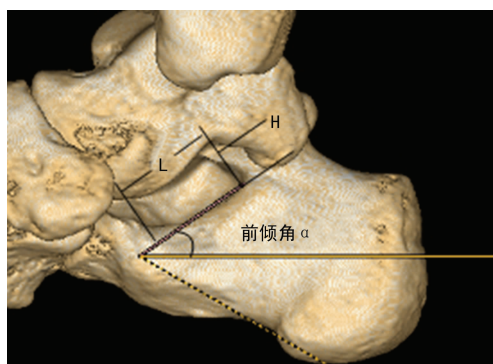
m:内踝;N:内踝前缘;O:经内踝前缘垂线与过载距突前缘的冠状线可相交点;S:载距突。

图 2 足踝部标本 CT 三维重建骨窗侧面

1.3.2 对 30 只固定好的足踝部标本进行 CT 扫描,利用 Advantage Workstation volumeshare 4.5 软件进行三维重建,找

到内踝前缘标记为 N,经内踝前缘 N 点的垂线与过载距突前缘的冠状线可相交于一点标记为 O,测量 ON 的长度,测量载距突的长度、高度、前倾角并记录,见图 2、3,通过以上数值可以找到载距突在足内侧的体表定位。

1.3.3 将干性跟骨标本放在自制固定架上,以跟骨外侧壁后方最平坦处紧贴固定架外侧面作为“矢状参考面”,以其垂直的两个面分别定为冠状面及水平面,CT 扫描 40 只跟骨干性标本,利用 Advantage Workstation volumeshare 4.5 软件进行三维重建,以上述 3 面为基准进行测量,测量点的选择:利用软件在跟骨外侧壁做标记,以后关节面为参考,其最低点、最高点分别标记为 A、B 点,连接 AB 测量找到中点标记为 C,经过 A 点做垂线和水平线,与跟骨底部和后部分别交于 D 点和 H 点,测量找到 AD 中点标记为 E 点,过 E 点做水平线与跟骨关节面交于 F 点,测量找到 EF 中点标记为 G 点,过 B、C 点做垂线与 AH 线交于 J、I 点,测量找到 BJ 的中点标记为 K 点(图 4)。对上述 G、E、C、K、I、J 点及载距突的中心位置做标记,分别连接载距突中点与上述各点,模拟自跟骨外侧壁各点向载距突置钉,利用工作站软件测量上述各点到载距突连线的水平面及冠状面角度(精确到 0.1°)及线段长度(精确到 0.1 mm),记录并拍照。



α:载距突前倾角。

图 3 载距突的长度、高度、前倾角

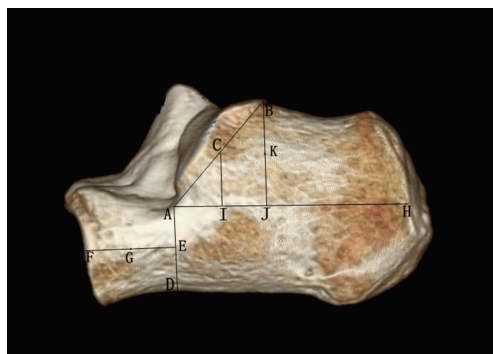


图 4 跟骨外侧壁的测量点

1.4 统计学处理 采用 SPSS17.0 进行统计学处理,计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示。

表 1 跟骨外侧壁各点测量结果 [ $\bar{x} \pm s(n_{小} \sim n_{大})$ ]

样本	上倾角(°)	前倾角(°)	螺钉长度(mm)
G	28.78±3.90(20.20~34.90)	-19.83±4.60(-30.90~-12.30)	44.57±2.54(39.90~48.40)
E	29.47±2.96(24.10~35.10)	-11.02±4.74(-22.20~-1.80)	43.45±1.80(38.60~45.70)
C	2.52±2.46(-3.00~6.40)	7.32±1.66(2.90~11.80)	39.90±2.31(34.20~42.50)
K	2.92±2.28(-2.80~6.30)	19.25±1.98(16.70~23.40)	41.68±2.40(36.20~45.40)
I	14.98±2.49(10.20~19.80)	10.30±2.63(6.50~14.80)	41.03±2.10(36.50~44.70)
J	14.38±1.90(10.20~17.80)	19.33±1.97(16.50~22.20)	44.27±1.29(40.10~46.00)

## 2 结 果

**2.1 载距突在体表定位的参数及其长、高及前倾角测量** ON 线:(34.95±2.60)mm/(28.30~40.20 mm),长:(21.44±1.89)mm/(17.20~25.10 mm),高:(10.17±1.16)mm/(7.80~12.60 mm),前倾角:(35.31±3.73)°/(26.80°~41.60°)。

**2.2 实跟骨外侧壁各点到载距突连线的角度和线段长度** 试验所测得跟骨外侧壁各点到载距突连线的角度和线段长度见表 1。

## 3 讨 论

**3.1 CT 三维重建技术应用的临床意义** 近年来,CT 三维重建技术在骨科得到广泛的应用,三维重建图像立体感强,对于累及关节的骨折和复杂的骨折都能清晰再现<sup>[4]</sup>,利用软件工具能够选取骨密度,剔除软组织影,进行矢状面、冠状面、水平面及可以对任意部位进行观测,对任意线段及角度进行准确的定位和测量,可以精确到 0.1 mm,0.1°。Markus 等<sup>[5]</sup>报道了 CT 对跟骨骨折的分型具有重要价值,肯定了其在异形骨骨折、关节部骨折的诊断及治疗中的作用。Magnan 等<sup>[6]</sup>报道了 CT 优于传统的 X 射线,在跟骨骨折中,CT 能提供最佳的解剖学冠状面和横断面,对于术前骨折的分类、治疗方式的选择以及术后复位及固定的评价具有重要价值。金丹等<sup>[7]</sup>报道应用 CT 三维重建扫描数据模型,对跟骨线性测量及角度测量有重要的意义,对伤情评估,内固定器械的选择,手术设计方面有重要价值,其以成像清晰立体,成本相对较低,测量准确等优点被国内外广大医务科研工作者及患者所接受。

**3.2 CT 体表定位载距突的临床意义** 在跟骨骨折手术治疗中,复位后关节面并有效固定后关节面骨折块是重点<sup>[8]</sup>,准确置入载距突螺钉的重要性已经被国内外大多数学者所认可<sup>[4,9]</sup>,载距突是跟骨重要的解剖结构,位于跟骨内侧,手术选用内侧入路的副损伤较大,容易伤及内侧许多重要的结构<sup>[10]</sup>,常规跟外侧“L”形切口方便复位但难以显露载距突,错误的进钉点、进钉方向及进钉长度容易引起跟内侧副损伤或不能准确置入载距突导致固定不稳定。载距突位置较深,有较厚的软组织覆盖,在体表没有明显凸起,难以触摸到,所以在体表找到标志能够准确定位载距突有十分重要的意义<sup>[11]</sup>。本研究应用 CT+三维重建技术以在体表能够触摸到的内踝前缘为标志准确定位载距突,简单方便,在观察骨折及关节面损伤程度的同时,测量准确的数据体表定位载距突,使术者置钉时的在进钉角度上更有空间感,对手术有很大指导作用<sup>[12]</sup>。

**3.3 跟骨外侧测量点的选择** 跟骨的骨小梁致密区在跟骰关节面后方、距下关节下方、跟骨结节部,有学者在距下关节面下方选择一些点做研究<sup>[3]</sup>,有学者在跟骨前部依据钢板螺钉孔的位置做研究<sup>[13]</sup>,本研究参照以上学者进钉点及手术中利于操作的位置做研究。累及关节面的跟骨骨折直视下复位后,以距下关节面外侧缘为参考选择进钉点较为实际,操作起来较为方便,通过试验数据表明在六个点中选择 C、K、I 点置入载距突螺钉操作较方便,不容易进入关节亦错开了骨小梁相对疏松的“中心三角区”<sup>[15]</sup>,其进钉的前倾角、上倾角较小,减少锁定钢板与锁定螺钉的“错扣”现象。

**3.4 本试验测量的临床意义** 本试验在踝关节功能位下,以在体表容易触摸到的内踝前缘为参照点,以足内侧为“矢状参考面”,以足底面为测量上倾角的水平参考面,应用 CT 三维重建及工作站软件进行 2D 测量及定位,比一些学者以足的矢状面参考及以跟骨底面参考面测量更加准确,体表定位更加准

确。而 CT 扫描成人干性跟骨标本时,以跟骨外侧壁最平坦处作为“矢状参考面”,其数据更加准确,术中选择好进钉点参照测量数据可以较为准确的由跟骨外侧壁向载距突置钉。此外,术前同时行患侧足与健侧足的 CT 扫描,三维重建后利用工作站软件可以对跟骨载距突螺钉的置入位置及角度进行个体化设计和测量,为临床手术复位及载距突螺钉的准确置入提供一定的指导作用。

## 参考文献

- [1] 俞光荣,燕晓宇.跟骨骨折治疗方法的选择[J].中华骨科杂志,2006,26(2):134-141.
- [2] 李西成.跟骨骨折的系列研究[D].石家庄:河北医科大学,2007.
- [3] 王志杰,邹云雯,钟世镇,等.载距突的解剖学研究及其在跟骨关节内移位骨折手术中的应用[J].中华创伤骨科杂志,2009,11(2):129-132.
- [4] 王冰,杨春,王德广,等.跟骨前部的解剖测量与多层螺旋 CT 测量的比较研究及其临床意义[J].中国矫形外科杂志,2012(20):1868-1873.
- [5] Markus J, Mafia H, Martti J, et al. Stress injuries of the calcaneus detected with magnetic resonance imaging in military recruits[J]. J Bone Joint Surg Am, 2006, 10: 2237-2242.
- [6] Magnan B, Samaila E, Regis D, et al. Association between CT imaging at follow-up and clinical outcomes in heel fractures[J]. Musculoskelet Surg, 2010, 94(3): 113-117.
- [7] 金丹,王丹,罗吉伟,等.跟骨、距骨的计算机三维重建及其解剖学测量[J].中国临床解剖学杂志,2009,27(5): 544-546.
- [8] 王冰,马军,朱裕成,等.跟骨爆裂骨折手术植骨固定近期疗效临床[J].实用骨科杂志,2011(3):276-278.
- [9] 郭宗慧,庞清江,刘江涛,等.载距突螺钉内固定治疗 Sanders II 跟骨骨折的生物力学研究[J].中华骨科杂志,2013,33(4):331-335.
- [10] 梅炯,俞光荣,朱辉,等.跟骨载距突的解剖特点及其临床意义[J].中国临床解剖学杂志,2002,20(1):9-11.
- [11] 王冰,王德广,周星娟,等.足踝内侧骨性三角的解剖测量及其临床意义[J].中国矫形外科杂志,2014,22(2):163-168,191.
- [12] 庞小平,于海龙,李小龙,等.以 CT 三维重建技术测量颈椎椎弓根螺钉的置入参数[J].中国组织工程研究与临床康复,2010,14(9):1555-1558.
- [13] 王冰,李涛,朱裕成,等.跟骨前部与载距突关系的解剖学研究及其临床意义[J].中国临床解剖学杂志,2012,30(2):131-135.
- [14] Maskill JD, Bohay DR, Anderson JG. Calcaneus fractures: a review article[J]. Foot Ankle Clin, 2005, 10(3): 463-489, vi.
- [15] Gras F, Marintschev I, Wilharm A, et al. Sustentaculum tali screw placement for calcaneus fractures—different navigation procedures compared to the conventional technique[J]. Orthop Unfall, 2010, 148(3): 309-318.