

踝关节 CT 与踝关节骨折分型的相关性研究

龚晓峰¹, 吕艳伟², 王金辉¹, 王 岩¹, 武 勇^{1△}, 王满宜¹

(北京积水潭医院 1. 创伤骨科, 2. 临床流行病学研究室, 北京 100035)

[摘 要] **目的:**总结踝关节骨折 CT 表现及特点, 分析 CT 图像与常用踝关节骨折分型之间的关系。 **方法:**回顾性调查 369 例成人踝关节骨折, 分析踝穴上 1 cm 水平横断面 CT 图像及其特点, 进行踝关节骨折 X 线分型, 分析 CT 图像与骨折 X 线分型之间的关系。 **结果:**踝穴上 1 cm 水平横断面 CT 图像共有 8 种表现形式, 以 a、b、c 分别指代腓骨骨折、后踝骨折和骨间韧带 (interosseous tibiofibular ligament, IOL) 断裂, 369 例踝关节骨折 CT 图像包括: 0 度 (腓骨、后踝、IOL 均完整) 40 例; I a 度 (腓骨骨折、后踝完整、IOL 完整) 60 例, I b 度 (腓骨完整、后踝骨折、IOL 完整) 3 例, I c 度 (腓骨完整、后踝完整、IOL 断裂) 26 例; II ab 度 (腓骨骨折、后踝骨折、IOL 断裂) 163 例, II ac 度 (腓骨骨折、后踝完整、IOL 断裂) 6 例, II bc 度 (腓骨完整、后踝骨折、IOL 断裂) 61 例; III 度 (腓骨骨折、后踝骨折、IOL 断裂) 10 例。根据 Danis-Weber 骨折分型: A 型骨折 18 例, B 型骨折 238 例, C 型骨折 94 例, 腓骨无骨折 19 例。分析 CT 图像, A、B、C 型骨折 IOL 断裂的发生率分别为 0、5.9%、88.3%; CT 图像与 Danis-Weber 分型之间存在相关性, IOL 断裂的发生率随 Danis-Weber 分型严重程度而改变, 经秩相关检验, 差异有统计学意义 (Spearman $R = 0.781$, $P < 0.001$)。CT 图像能发现 X 线骨折分型无法判断的 IOL 断裂, 其发生率是 5.9%。 **结论:**踝穴上 1 cm 水平横断面 CT 图像在术前能够清楚判断下胫腓联合 IOL 损伤情况, 与 Danis-Weber 骨折分型存在良好的相关性, 并能发现某些 X 线片中无法判断的 IOL 断裂情况。

[关键词] 踝关节; 骨折; 计算机断层扫描; X 线片

[中图分类号] R681.8 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1671-167X(2017)02-0281-05

doi: 10.3969/j.issn.1671-167X.2017.02.018

A correlation analysis of the ankle CT and ankle fracture classification

GONG Xiao-feng¹, LYU Yan-wei², WANG Jin-hui¹, WANG Yan¹, WU Yong^{1△}, WANG Man-yi¹

(1. Department of Orthopaedic Trauma, 2. Clinical Epidemiology Research Center, Beijing Jishuitan Hospital, Beijing 100035, China)

ABSTRACT Objective: To summarize the CT features of ankle fracture and to analyze the relationship between the CT images and the most commonly used ankle fracture classification. **Methods:** With 369 cases of adult ankle fractures analyzed retrospectively, the CT images 1 cm above the ankle joint and its characteristics, the Danis-Weber classification of ankle fracture were studied, and so was the relationship between CT images and the fracture classification. **Results:** There were 8 forms of CT images. With a, b, and c referred to the fibular fracture, posterior malleolar fracture and interosseous tibiofibular ligament (IOL) rupture respectively. 369 CT images had 40 cases of 0 degree injury (fibula, posterior malleolus, IOL all intact); 60 cases of I a degree injury (fibular fracture, posterior malleolus and IOL intact), 3 cases of I b degree injury (fibula intact, posterior malleolus fracture, IOL intact), 26 cases of I c degree injury (fibula and posterior malleolus intact, IOL rupture); 163 cases of II ab degree injury (fibula and posterior malleolus fractures, IOL intact), 6 cases of II ac degree injury (fibular fracture, posterior malleolus intact, IOL rupture), 61 cases of II bc degree injury (fibula intact, posterior malleolus fracture, IOL rupture); 10 cases of III degree injury (fibular fracture, posterior malleolus fracture and IOL rupture). According to the Danis-Weber classification, there were 18 cases of type A, 238 cases of type B, 94 cases of type C, and 19 cases without fibular fracture. The prevalence of IOL rupture were 0, 5.9%, and 88.3% in types A, B, and C respectively. There was a correlation between the CT image and Danis-Weber classification, the incidence of IOL rupture was changed with the severity of Danis-Weber classification, and the difference was statistically significant after the rank correlation test (Spearman $R = 0.781$, $P < 0.001$). IOL rupture not determined by the fracture classification was found with the CT images and the incidence was 5.9%. **Conclusion:** Cross-sectional CT images 1 cm above the ankle joint can clearly determine the IOL injury pre-operatively with a good correlation with the Danis-Weber fracture classification, IOL rupture unrecognized with the fracture classification can also be noticed with the CT image.

KEY WORDS Ankle joint; Fractures, bone; Computed tomography; X-ray film

△ Corresponding author's e-mail, yongwu11@126.com

网络出版时间: 2017-3-28 8:55:46 网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4691.R.20170328.0855.016.html>

下胫腓联合是踝关节的静力稳定结构,该结构的完整性和稳定性是维持踝关节和小腿功能所必需的^[1]。在踝关节骨折的术前计划中,判断下胫腓联合的损伤情况并予以相应的治疗是保证获得良好功能和预后所必需的^[2]。

目前在临床工作中,常用 X 线片判断下胫腓损伤,但 X 线片检查存在如下问题:(1)骨折时踝关节很难放置在标准投照体位拍片,无法准确测量下胫腓联合^[3];(2)下胫腓联合测量指标缺乏公认的标准^[3-7];(3)甚至有研究者认为 X 线片指标几乎无法判断下胫腓损伤^[8],只有磁共振和关节镜才是检查下胫腓韧带损伤最为可靠的方法^[8-11],但关节镜检查无法帮助术前评估,而磁共振检查存在费时、昂贵等问题,现阶段在国内还无法常规应用于临床工作中;(4)以 X 线片为基础的 Danis-Weber 骨折分型^[12]可以通过腓骨骨折位置预测下胫腓联合损伤与否,但在临床工作中已经发现,骨折分型中的腓骨骨折位置并不总与下胫腓联合损伤情况相吻合^[13]。

计算机断层扫描 (computer tomography, CT) 是目前临床应用广泛的检查手段,能够显示不同水平的下胫腓联合横断面形态,有助于在术前判断下胫腓联合损伤情况^[5,13-17]。但目前文献中尚未见关于踝关节骨折 CT 表现以及这些影像表现与踝关节骨折分型之间关系的报道。本研究通过对大样本踝关节骨折患者 CT 扫描图像的分析,研究各种类型踝关节骨折的 CT 表现特点,以便在术前更好地判断下胫腓联合损伤情况,并分析 CT 图像是否与临床常用的踝关节骨折分型存在一定的相关性。

1 资料与方法

1.1 研究对象

本研究纳入 2011 年 1 月 1 日至 2011 年 12 月 31 日于北京积水潭医院入院接受手术治疗并在术前进行 X 线片和 CT 检查的成年 (≥ 14 岁) 急性踝关节骨折患者 369 例:其中男性 192 例 (平均年龄 38 岁),女性 177 例 (平均年龄 46 岁),总样本平均年龄 41 岁;右侧 192 例,左侧 177 例。合并其他骨折患者共 9 例,包括 1 例跟骨骨折、2 例楔骨骨折、6 例跗骨骨折。使用图像处理系统 (picture archive communication system, PACS) 调取患者影像学资料,对 X 线片和 CT 图像进行分析。

1.2 CT 图像分析

以踝关节横断面 CT 图像为分析对象,选取踝

穴近端 1 cm 水平 CT 横断面图像,分析该图像中 3 个因素——腓骨、后踝、骨间韧带 (interosseous tibiofibular ligament, IOL) 的表现形式。上述 3 个因素分别表现为完整或损伤两种形式:当腓骨或后踝骨皮质出现断裂时,定义为腓骨或后踝损伤,否则为完整;当腓骨外移造成下胫腓间隙增宽或在腓骨外移同时伴有腓骨外旋时,定义为 IOL 断裂,否则定义为完整 (图 1)。为便于记录和统计,分别以 a、b、c 来指代腓骨骨折、后踝骨折、IOL 断裂。记录所有患者 CT 图像中上述 3 个因素的表现形式,并进行统计。

1.3 踝关节骨折 X 线分型

根据临床最为常用的踝关节骨折 X 线分型系统 (Danis-Weber 分型) 进行骨折分类^[12],该分型系统根据腓骨骨折水平进行分类,其中 A 型骨折是腓骨骨折线位于下胫腓联合水平以远的踝关节骨折,B 型骨折是腓骨骨折线位于下胫腓联合水平的踝关节骨折,C 型骨折是腓骨骨折线水平位于下胫腓联合水平近端的踝关节骨折。对所有患者 X 线图像进行分型并统计。

1.4 统计学分析

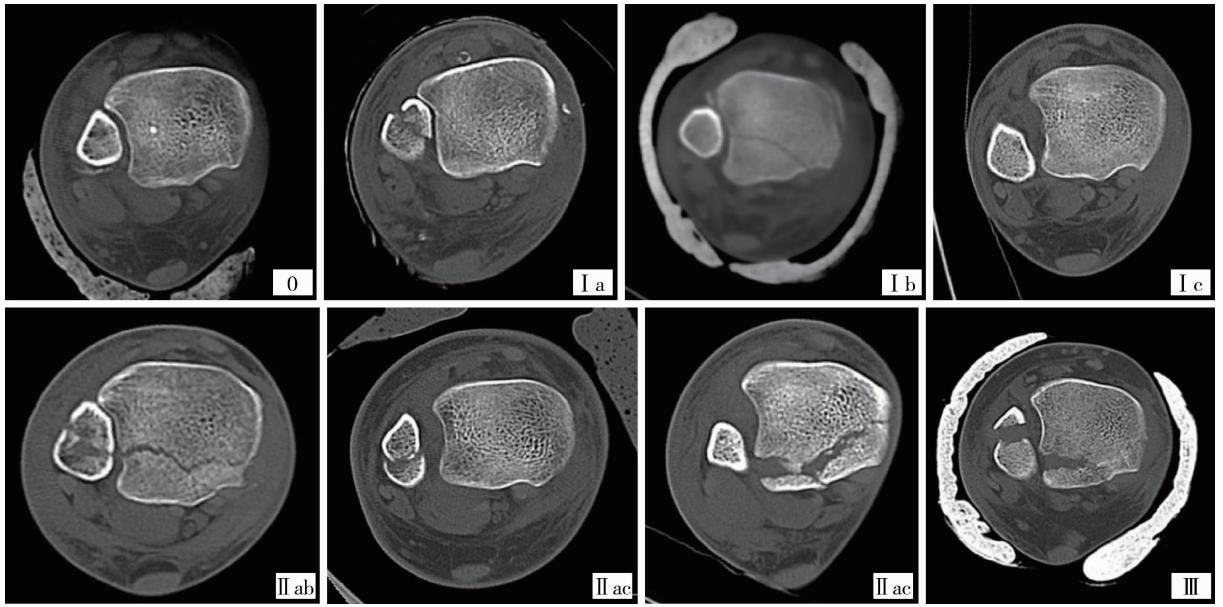
对各种 CT 图像出现数量、Danis-Weber 骨折分型各亚型出现数量进行统计,并对各种 CT 图像和 Danis-Weber 骨折分型各亚型之间的关系进行统计学分析,了解 IOL 断裂在各亚型中的发生率。

采用 SPSS 13.0 统计软件 (美国 SPSS 公司) 进行统计学分析。正态分布计量资料采用均数和标准差进行描述,计数资料采用相对数进行描述。无序分类资料采用卡方检验进行统计推断,有序分类资料采用秩检验或者秩相关进行统计推断。统计推断为双侧检验,检验水准为 $P < 0.05$ 。

2 结果

2.1 CT 扫描图像表现

在 CT 扫描图像中,369 例踝关节骨折可以归纳为以下 8 大类表现:当腓骨、后踝、IOL 这三个结构均完整时,统计为 0 度 (腓骨、后踝、IOL 均完整);当 a、b、c 三处存在单处损伤时,统计为 I 度损伤,分别为 I a (腓骨骨折、后踝完整、IOL 完整)、I b (腓骨完整、后踝骨折、IOL 完整)、I c (腓骨完整、后踝完整、IOL 断裂);当 a、b、c 三处存在双处损伤时,统计为 II 度损伤,分别为 II ab (腓骨骨折、后踝骨折、IOL 断裂)、II ac (腓骨骨折、后踝完整、IOL 断裂)、II bc (腓骨完整、后踝骨折、IOL 断裂);当 a、b、c 三处均损伤时,统计为 III 度损伤 (腓骨骨折、后踝骨折、IOL 断裂) (图 1)。



Using the involved part (a, fibular fracture; b, posterior malleolar fracture; c, IOL rupture) and number (0, no injury; I, one injury; II, double injuries; III, triple injuries) to calculate.

图1 踝关节骨折 CT 横断面图像 8 种表现形式

Figure 1 Eight different CT appearances of the ankle fracture

2.2 Danis-Weber 骨折分型及其与 CT 图像表现的对应关系

根据 Danis-Weber 骨折分型, A 型骨折 18 例, B 型骨折 238 例, C 型骨折 94 例, 无腓骨骨折 19 例 (表 1)。在无腓骨骨折的病例中, 12 例 CT 扫描图像为 0 度损伤, 1 例为 I b 度损伤, 6 例为 II bc 度损伤, IOL 断裂发生率为 31.6% (6/19)。在 18 例 A 型骨折中, CT 均表现为 0 度损伤, IOL 断裂发生率是 0。在 238 例 B 型骨折中, 0 度损伤 4 例, I a 度损伤 60 例, II ab 度损伤 160 例, II ac 度损伤 5 例, II bc 度损伤 2 例, III 度损伤 7 例; 其中 IOL 断裂发生率为 5.9% (14/238)。在 94 例 C 型骨折中, 0 度损伤 6 例, I b 度损伤 2 例, I c 度损伤 26 例, II ab 度损伤 3 例, II ac 度损伤 1 例, II bc 度损伤 53 例, III 度损伤 3 例; 其中 IOL 断裂发生率为 88.3% (83/94)。

表 1 还提示, 60 例 I a 度损伤均为 B 型骨折, 163 例 II ab 度损伤中 160 例为 B 型骨折, 说明在 B 型骨折时, CT 图像可以出现 I a 和 II ab 这两种典型表现。26 例 I c 度损伤均为 C 型骨折, 61 例 II bc 度损伤中 53 例是 C 型骨折, 说明在 C 型骨折时, CT 图像可以出现 I c 和 II bc 这两种典型表现。

CT 图像与 Danis-Weber 骨折分型之间存在相关性, IOL 断裂的发生率随 Danis-Weber 分型严重程度而改变, 经秩相关检验, 差异有统计学意义 (Spearman $R=0.781, P<0.001$, 表 2)。

表 1 踝关节骨折 CT 表现形式与 Danis-Weber 分型之间的关系

Table 1 The distribution of the different CT appearances in the 369 ankle fractures shows the tendency in I a, I c, II ab and II bc

CT appearances	No fibular fractures (n = 19)	Danis-Weber classification			Total
		Type A (n = 18)	Type B (n = 238)	Type C (n = 94)	
0	12	18	4	6	40
I a	0	0	60	0	60
I b	1	0	0	2	3
I c	0	0	0	26	26
II ab	0	0	160	3	163
II ac	0	0	5	1	6
II bc	6	0	2	53	61
III	0	0	7	3	10
Total	19	18	238	94	369

表 2 IOL 断裂发生率随 Danis-Weber 分型严重程度改变而改变

Table 2 The incidence of the IOL rupture increased as the Danis-Weber classification type changed

Items	Danis-Weber classification			n (%)
	Type A (n = 18)	Type B (n = 238)	Type C (n = 94)	
IOL intact	18 (100)	224 (94.1)	11 (11.7)	
IOL rupture	0 (0)	14 (5.9)	83 (88.3)	

IOL, interosseous tibiofibular ligament. The difference was statistically significant after the rank correlation test (Spearman $R=0.781, P<0.001$).

2.3 CT 图像中 IOL 断裂与否的踝关节骨折类型存在典型分布

在 266 例 IOL 完整的患者中, 出现 II ab 度损伤的比例较高, 共计 163 例。在 103 例 IOL 断裂的患者

中,出现Ⅱbc度损伤的比例较高,共计 61 例,两者差异有统计学意义($\chi^2 = 202.546, P < 0.001$,表 3)。

表 3 当 IOL 完整或断裂时 CT 图像的不同表现

Table 3 The CT scan have different appearances when the IOL was intact or not

Items	n (%)				Total
	Fibula intact		Fibular fracture		
	PM intact	PM fracture	PM intact	PM fracture	
IOL intact	40 (15.0)	3 (1.1)	60 (22.6)	163 (61.3)	266
IOL rupture	26 (25.2)	61 (59.3)	6 (5.8)	10 (9.7)	103

PM, posterior malleolus. $\chi^2 = 202.546, P < 0.001$.

2.4 CT 图像所发现的特殊类型骨折

如表 2 所示,在 B 型骨折中,有 5.9% (14/238) 例骨折存在 IOL 断裂,而在 C 型骨折中,有 11.7% (11/94) 的骨折并没有发现 IOL 断裂,提示当 X 线骨折分型判断为 IOL 完整的 B 型骨折时,仍然存在 5.9% 的假阴性可能,这对于术前判断和手术计划是非常重要的。而当 X 线骨折分型判断属于 IOL 断裂的 C 型骨折时,有 11.7% 的病例需要进一步判断是否存在假阳性可能,要在手术中加以探查,进一步予以明确。

3 讨论

在治疗踝关节骨折时,准确判断下胫腓损伤程度并予以相应的治疗是确保获得良好预后和功能的关键^[2]。在临床工作中,最常用的踝关节骨折分型系统是 Danis-Weber 骨折分型,它根据腓骨骨折线位置与下胫腓联合之间的关系将踝关节骨折分为 3 大类,这种方法易于记忆掌握,能够反映下胫腓联合损伤情况,与术前计划紧密相关。

下胫腓联合是踝关节的静力稳定结构,包括下胫腓前韧带、下胫腓后韧带、骨间膜和 IOL 这 4 个结构。通常认为,A 型骨折下胫腓联合没有损伤;B 型骨折下胫腓联合的 IOL 完整,所以即使下胫腓前、后韧带的损伤会造成腓骨外旋,引起下胫腓间隙轻微增宽,也不会出现腓骨明显外移和下胫腓分离;C 型骨折出现 IOL 断裂,将造成腓骨外移和下胫腓分离。A、B、C 型骨折所造成的踝穴不稳定性逐渐增大^[12],但 Danis-Weber 分型对无腓骨骨折的踝关节骨折并没有描述。

在踝关节骨折时,下胫腓联合各束韧带的损伤表现不一,只有在 IOL 出现损伤时,胫腓骨之间的间隙才有可能出现明显增宽。IOL 是位于胫腓骨之间、高约 2~3 cm、含有纤维脂肪组织和长短不等纤维束的金字塔形空间网络结构,几乎完全填满胫腓

骨之间的间隙。IOL 从胫骨向外、向远端、向前走行止于腓骨,一般认为 IOL 纤维的腓骨侧止点位于踝穴上 1.0~1.5 cm。Snedden 等^[18]通过对腓骨侧止点的研究发现,9 例位于滑膜反折或关节间隙上方 1~2 cm 处,8 例位于关节间隙上方 0.8~1.0 cm 处,1 例位于滑膜反折水平。根据 IOL 的解剖学基础可知,踝穴上 1 cm 水平横断面 CT 图像显示的是 IOL 层面,当该层面图像出现下胫腓间隙分离时,说明存在 IOL 损伤,可以诊断为下胫腓分离,该层面 CT 图像与 X 线骨折分型之间可能存在相关性。本研究通过对 369 例踝关节骨折 CT 图像的分析证实了二者之间的相关性,IOL 断裂的发生率随 Danis-Weber 分型严重程度而改变,且相关性有统计学意义。

在 19 例没有腓骨骨折的病例中,12 例 CT 图像表现正常,1 例存在后踝骨折,6 例 (31.6%, 6/19) 存在后踝骨折和 IOL 断裂,这 6 例患者接受 CT 扫描的临床意义重大。本研究结果提示,在以往 X 线片判断为单纯内踝骨折的患者中,有近 1/3 可能同时合并后踝骨折和下胫腓分离(图 2),若未能在术前发现这一问题并给予准确处理,将影响术前计划及患者的预后。有文献报道,在无腓骨骨折时可能会出现下胫腓分离,其发生率在急性踝关节扭伤中约为 1%~11%,但常常被漏诊^[19-20],结果导致距骨外移,踝关节慢性不稳定、疼痛、关节炎改变。本研究从影像学资料中证实了这一观点,说明了 CT 横断面图像在术前计划中的重要性。

Danis-Weber 骨折分型可以通过腓骨骨折形态推断无法在 X 线片上显示的韧带损伤,有利于医生产理解其损伤机制。A 型骨折提示内收损伤,下胫腓联合完整。在本研究的 18 例 A 型骨折患者中,CT 均表现为 0 度损伤,与 Danis-Weber 分型的损伤机制内涵一致。

B 型骨折通常是由于足旋后和距骨外旋造成的腓骨斜行骨折,此时下胫腓前韧带损伤,后侧表现为下胫腓后韧带断裂、后踝撕脱骨折或没有损伤,但 IOL 和骨间膜一定保持完整。伴有下胫腓分离的 B 型骨折少见,本组 238 例 Danis-Weber B 型骨折患者中,14 例 CT 扫描发现下胫腓间隙明显增大(图 3),应引起临床高度重视,当 CT 图像发现下胫腓分离和 IOL 断裂时,要予以相应治疗。

C 型骨折常提示存在踝关节内侧结构和下胫腓联合损伤,属于更加不稳定的骨折类型。下胫腓联合损伤通常包括前韧带、后韧带、骨间膜和 IOL。本组 94 例 C 型骨折中,有 11 例 CT 图像未发现 IOL

断裂和下胫腓分离,其原因可能包括:(1)当致伤外力去除后,下胫腓间隙自然回缩到对合状态而不表现出分离,或是 CT 所表现的下胫腓对合是手法整复石膏外固定后的一种假象,这两种情况只有在施加应力的情况下方能显示下胫腓分离;(2)当腓骨骨折节段较长、折端粉碎严重时,如果以骨折线位置进行 Danis-Weber 分型也许并不可靠,可能会把损伤机制上归属于 B 型的骨折归入到 C 型骨折中,这

些原本属于 B 型的骨折是不存在下胫腓损伤的;(3)少数病例的确属于特殊类型的 C 型踝关节骨折,此时外旋暴力较小,虽然造成了高位腓骨骨折,但下胫腓联合的损伤仅限于下胫腓前韧带,骨间膜、下胫腓后韧带和 IOL 仍然完整,腓骨围绕这些完整的结构向外旋转,造成的骨折类型较为稳定^[12]。对于这些情况可能需要在术中进一步施加外力后,检查应力下下胫腓联合的稳定性后方能判断。

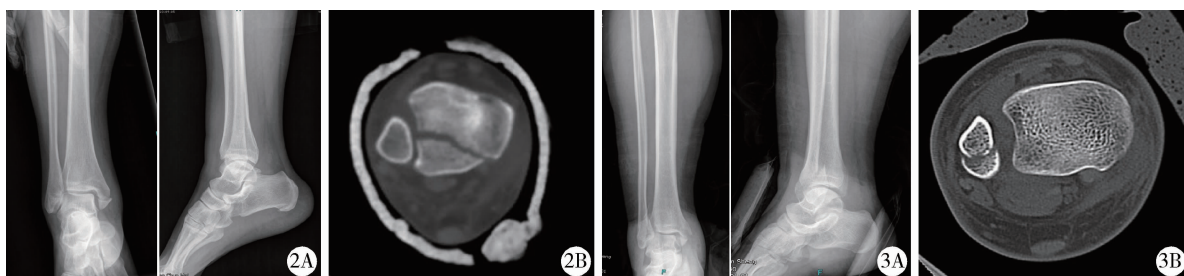


图2 X线片表现为单纯内踝骨折(A),CT扫描发现存在后踝骨折和下胫腓分离(B) 图3 CT扫描(B)发现 Danis-Weber B 型骨折 X线片(A)上无法显示的下胫腓损伤

Figure 2 CT images can clearly show the posterior malleolar fracture with syndesmosis injury (B) while the X-ray only detect the medial malleolar fracture (A) Figure 3 CT images (B) clearly revealed the syndesmosis injury of the Danis-Weber type B fracture which can not be displayed on the X-ray (A)

本研究通过大样本踝关节骨折的 CT 图像,分析了 CT 图像的 8 种表现方式及其发生情况,说明了 CT 扫描图像能够直接反映 IOL 的损伤情况,证实了 CT 图像与骨折分型之间的相关性,同时还发现了某些 X 线片中无法判断的 IOL 断裂的情况,提示 CT 图像在踝关节骨折术前准备阶段是十分重要的。但因本研究是以 CT 图像为主要研究对象的回顾性分析,属于静力状态下的表现,部分 IOL 正常的病例存在假阴性的可能。将来可通过前瞻性研究,对这些特殊类型病例进行术中应力相检查并结合手术直接探查,以了解 IOL 损伤的真实情况。

参考文献

[1] Dattani R, Patnaik S, Kantak A, et al. Injuries to the tibiofibular syndesmosis [J]. J Bone Joint Surg Br, 2008, 90(4): 405 - 410.
 [2] Norkus SA, Floyd RT. The anatomy and mechanisms of syndesmosis ankle sprains [J]. J Athl Train, 2001, 36(1): 68 - 73.
 [3] Harper MC, Keller TS. A radiographic evaluation of the tibiofibular syndesmosis [J]. Foot Ankle, 1989, 10(3): 156 - 160.
 [4] Ostrum RF, De Meo P, Subramanian R. A critical analysis of the anterior-posterior radiographic anatomy of the ankle syndesmosis [J]. Foot Ankle Int, 1995, 16(3): 128 - 131.
 [5] Ebraheim NA, Lu J, Yang H, et al. Radiographic and CT evaluation of tibiofibular syndesmosis diastasis a cadaver study [J]. Foot Ankle Int, 1997, 18(11): 693 - 698.
 [6] Pneumaticos SG, Noble PC, Chatziioannou SN, et al. The effects of rotation on radiographic evaluation of the tibiofibular syndesmosis [J]. Foot Ankle Int, 2002, 23(2): 107 - 111.
 [7] Shah AS, Kadakia AR, Tan GJ, et al. Radiographic evaluation of the normal distal tibiofibular syndesmosis [J]. Foot Ankle Int, 2012, 33(10): 870 - 876.
 [8] Nielson JH, Gardner MJ, Peterson MG, et al. Radiographic measurements do not predict syndesmosis injury in ankle fractures: an MRI study [J]. Clin Orthop Relat Res, 2005(436): 216 - 221.

[9] Han SH, Lee JW, Kim S, et al. Chronic tibiofibular syndesmosis injury: the diagnostic efficiency of magnetic resonance imaging and comparative analysis of operative treatment [J]. Foot Ankle Int, 2007, 28(3): 336 - 342.
 [10] Hermans JJ, Ginai AZ, Wentink N, et al. The additional value of an oblique image plane for MRI of the anterior and posterior distal tibiofibular syndesmosis [J]. Skeletal Radiol, 2011, 40(1): 75 - 83.
 [11] Lui TH, Ip K, Chow HT. Comparison of radiologic and arthroscopic diagnoses of distal tibiofibular syndesmosis disruption in acute ankle fracture [J]. Arthroscopy, 2005, 21(11): 1370 - 1374.
 [12] Walling AK, Sanders RW. Ankle fractures [M]//Coughlin MJ, Mann RA, Saltzman CL. Surgery of the foot and ankle. 8th ed. Mosby: Elsevier, 2007: 1972 - 2015.
 [13] Ebraheim NA, Elgafy H, Padanilam T. Syndesmosis disruption in low fibular fractures associated with deltoid ligament injury [J]. Clin Orthop Relat Res, 2003(409): 260 - 267.
 [14] Ebraheim NA, Lu JK, Yang H, et al. The fibular incisure of the tibia on CT scan: a cadaver study [J]. Foot Ankle Int, 1998, 19(5): 318 - 321.
 [15] Elgafy H, Semaan HB, Blessinger B, et al. Computed tomography of normal distal tibiofibular syndesmosis [J]. Skeletal Radiol, 2010, 39(6): 559 - 564.
 [16] Harper MC. An anatomic and radiographic investigation of the tibiofibular clear space [J]. Foot Ankle, 1993, 14(8): 455 - 458.
 [17] Paredes-Vazquez R, Sesma-Villalpando RA, Herrera-Tenorio G, et al. CT scan evaluation of the syndesmosis diastasis in AO/OTA B and C ankle fractures [J]. Acta Ortop Mex, 2011, 25(1): 32 - 38.
 [18] Snedden MH, Shea JP. Diastasis with low distal fibula fractures: an anatomic rationale [J]. Clin Orthop Relat Res, 2001(382): 197 - 205.
 [19] Taylor DC, Englehardt DL, Bassett FH 3rd. Syndesmosis sprains of the ankle. The influence of heterotopic ossification [J]. Am J Sports Med, 1992, 20(2): 146 - 150.
 [20] Boytim MJ, Fischer DA, Neumann L. Syndesmosis ankle sprains [J]. Am J Sports Med, 1991, 19(3): 294 - 298.