doi:10.11659/jjssx.12E022038

·临床研究·

基于踝关节正位X射线的外踝放射学研究及其临床意义

张 程[1],丁文谦[2],郑国涛[1],谢晨学[1],李 阳[3],边劲松[1] (1.沧州市人民医院关节运医科,河北 沧州 061000;2.沧州市人民医院院感科,河北 沧州 061000;3.沧州市人民医院影像科,河北 沧州 061000)

[摘 要] **目的** 通过对踝关节正位X射线的外踝特征进行观察分析和放射学测量,为外踝解剖复位提供量化标准。**方法** 选取我院120名正常成人标准踝关节X射线正位片,观察踝关节X射线正位片上平行间隙、“硬币”征、Shenton线,并分析性别、年龄对这些指标的影响及相关性。测量并对比男女性的距小腿角、腓踝角、外踝垂直高度、内外踝高度差、下胫腓间隙宽度、下胫腓重叠宽度,分析外踝垂直高度与年龄的相关性。**结果** 120例踝关节正位X射线中平行间隙阳性率为100%;性别、年龄对“硬币”征和Shenton线的阳性率影响不显著(P>0.05)。男性和女性间距小腿角、腓踝角、下胫腓间隙宽度、下胫腓重叠宽度比较差异均无统计学意义(P>0.05);男性外踝垂直高度、内外踝高度差大于女性(P<0.05);男性、女性外踝垂直高度与年龄无相关性(r=-0.086、0.058,P=0.516、0.659)。**结论** 在判断外踝解剖复位时,踝关节正位X线上的平行间隙、“硬币”征和Shenton线可作为踝穴位以外的一种补充,性别和年龄对其没有影响;在应用距小腿角、腓踝角、下胫腓间隙宽度、下胫腓重叠宽度作为外踝解剖复位参考标准时,无需考虑性别因素;而在应用外踝垂直高度、内外踝高度差作为成人外踝解剖复位参考标准时,需考虑性别,但外踝垂直高度无需考虑年龄因素。

[关键词] 踝关节;腓骨;“硬币”征;Shenton线;X射线;解剖复位

[中图分类号] R274.12;R686.5 [文献标识码] A [收稿日期] 2022-12-06

Radiologic study of lateral malleolus and their clinical significances:a research based on anteroposterior X-ray of ankle

ZHANG Cheng[1], DING Wen-qian[2], ZHENG Guo-tao[1], XIE Chen-xue[1], LI Yang[3], BIAN Jin-song[1] (1.Department of Joint and Sports Medicine, Cangzhou People's Hospital, Cangzhou Hebei 061000, China; 2.Department of Hospital Infection-Control, Cangzhou People's Hospital, Cangzhou Hebei 061000, China; 3.Department of Radiology, Cangzhou People's Hospital , Cangzhou Hebei 061000, China)

Abstract: Objective To observe and measure lateral malleolus in anteroposterior X-ray of ankle, in order to provide quantitative standard for the anatomical reduction of lateral malleolus. **Methods** The standard anteroposterior X-ray of ankle in 120 normal adults were selected. The parallel space, "coin" sign and Shenton line were observed on the anteroposterior X-ray of ankle, and the impact and correlation of gender and age on these indicators were analyzed. Then the talo-crural angle, fibular ankle angle, lateral ankle vertical height, medial and lateral ankle height difference, tibiofibular clear space width and tibiofibular overlap width of males and females were measured and compared, and the correlation between the lateral ankle vertical height and age was analyzed. **Results** The positive rate of parallel space in 120 cases of anteroposterior X-ray of ankle was 100%. The gender and age had no significant effect on the positive rates of the "coin" sign or the Shenton line (P>0.05). There was no significant difference in the talo-crural angle, fibular ankle angle , tibiofibular clear space width or tibiofibular overlap width between males and females (P>0.05). The lateral ankle vertical height and medial and lateral ankle height difference of males were greater than those of females (P<0.05). There was no correlation between the lateral ankle vertical height and age in both males and females (r=-0.086, 0.058; P=0.516, 0.659). **Conclusion** When evaluating the anatomical reduction of the lateral malleolus, the parallel space, "coin" sign and Shenton line in anteroposterior X-ray of ankle can be a supplement to the ankle mortise X-ray, and the gender and age have no effect on the above indicators. There is no need to consider gender when applying talo-crural angle, fibular ankle angle, tibiofibular clear space width and tibiofibular overlap width as reference standards for anatomical reduction of the lateral malleolus; when using lateral ankle vertical height, medial and lateral ankle height difference as the reference standards for anatomical reduction of adult lateral malleolus, gender should be considered, but the lateral ankle vertical height does not need to consider for age.

Keywords: ankle; fibula; "coin" sign; Shenton line; X-ray; anatomical reduction

[基金项目] 河北省医学科学研究课题计划(20211309)

[通信作者] 边劲松,E-mail:bjs0183@163.com

外踝的主要作用是维持距骨正常的位置及踝关节稳定,在正常情况下有1~2 mm的平移、2 mm左右的纵向位移和4°~6°的轴向旋转,以配合距骨的运动及踝穴形态的不断变化[1]。外踝是最常见的骨折部位之一,诱因包括踝关节的扭转性损伤[2],复位不良最常见也最难矫正。外踝的畸形愈合包括短缩、外移及旋转,可引起踝关节不稳,进而导致创伤性关节炎,造成严重的后果,其中以外踝短缩最为常见。研究表明,外踝和距骨外移1 mm,则胫距接触面积减少42%[3]。1981年Weber[4]首先建立了一种基于踝穴位X射线判断外踝解剖复位的标准,包括:平行间隙、Shenton线、"硬币"征,其也可评价外踝畸形愈合矫形术中的外踝矫正与否,目前仍是临床常用的判断标准,但以上三个特征在踝穴位透视中通常不能同时显示,存在一定阴性率,往往需要加拍其他体位的踝关节X射线片。这三个特征在踝关节正位X射线片中能否显示及其阳性率鲜有研究;此外,既往外踝解剖复位相关的X射线参数主要用于外踝短缩的判断,且不同研究踝关节体位不统一[5-8],而外踝损伤后的移位涉及多方面,包括长度的变化、外移、外倾、旋转;如何通过踝关节正位X射线相关参数的测量多方面地评估外踝的解剖复位,是亟待解决的问题。基于此,本研究基于我院正常成人踝关节正位X射线片,对外踝的解剖位置特征进行定性观察和定量测量,旨在为其解剖复位提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 临床资料

获取我院2019年5月至2021年5月120名正常成人标准踝关节正位影像学资料,其中男60名,女60名;年龄18~60岁,平均(37.4±11.8)岁。影像学资料的筛选由1名放射学医师和1名骨科主治医师共同完成。纳入标准:①非负重状态下的标准踝关节正位X射线片;②年龄18~60岁。排除标准:①X射线片中测量定位点显示不清;②既往踝关节手术史;③合并关节退变、畸形或因全身系统疾病影响检查。本研究经我院医学伦理委员会批准(K2020-批件-020)。

1.2 图像的获得和参数的测量

所有X射线片由同一台X射线机拍摄,管电压60 kVp,管电流6.3 mAs。患者仰卧或坐于摄影台上,下肢外展,踝背屈至中立位,底片置于足跟下方,X射线束垂直于踝关节,聚焦于内外踝中央,焦片距离110 cm。运用影像归档和通信系统进行测量和分析。观察X射线正位片上踝关节的平行间隙、"硬币"征、Shenton线(图1),探讨不同年龄[青年(18~40岁)和中年(41~60岁)]和性别对"硬币"征、Shenton线阳性率的影响,并分析男女性外踝垂直高度与年龄的相关性。

在踝关节正位X射线片上测量距小腿角、腓踝角、外踝垂直高度、内外踝高度差、下胫腓间隙宽度和下胫腓重叠宽度等与外踝解剖位置密切相关的指标(图2)。所有观察和测量均由1名骨科副主任医师和1名放射科医师共同完成,测量指标取二者测量的平均值,保证测量数据的准确性及测量方法的一致性。

平行间隙:完全等宽的踝关节胫距间隙。"硬币"征:距骨关节面的外侧部分与腓骨远端隐窝构成连续曲线,呈小球形,此处腓骨肌腱通过。Shenton线:胫骨远端软骨下骨轮廓线跨过下胫腓联合延伸至腓骨,延伸线与腓骨棘突相聚,即胫骨软骨下骨水平线穿过腓骨棘突[4](图1)。

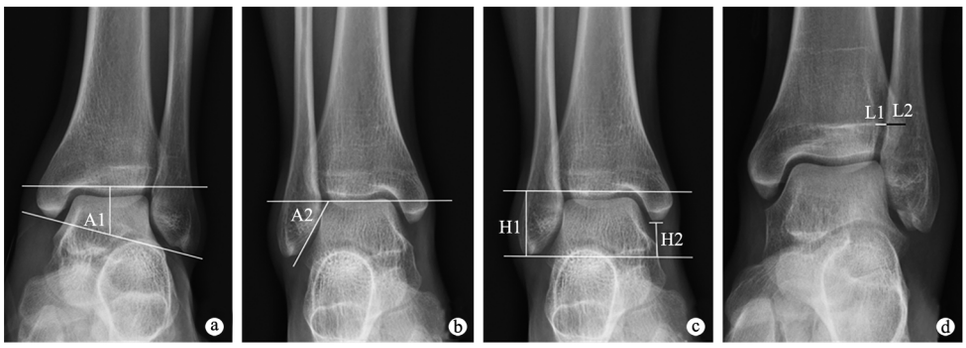


a:平行间隙;b:"硬币"征(白色圆圈);c:Shenton线(箭头)

图1 "Weber"三个特征示意图

距小腿角:胫骨远端关节面切线的垂线与内外踝尖连线所成的内上夹角;腓踝角:距骨滑车关节面切线与腓骨外踝关节面切线所成的外下夹角;外踝垂直高度:外踝尖到胫骨远端关节面切线的垂直高度;内外踝高度差:外踝尖到胫骨远端关节面切线的垂直高度与内踝尖到胫骨远端关节面切线的垂直高度的差值;下胫腓间隙宽度:平行于胫骨远端关节面上10 mm处,腓骨内侧壁和胫骨外侧面切迹之间的距离;下胫

腓重叠宽度：平行于胫骨远端关节面上10 mm处，腓骨内侧缘与胫骨前结节外侧缘之间的距离（图2）。



a：距小腿角（A1）；b：腓踝角（A2）；c：外踝垂直高度（H1）、内外踝高度差（H2）；d：下胫腓间隙宽度（L1）、下胫腓重叠宽度（L2）

图2 相关参数测量图

1.3 统计学方法

采用SPSS 23.0统计学软件进行分析，计量资料先行*Shapiro-Wilk*检验，所有测量数据均符合正态分布，且方差齐，以均数±标准差（$\bar{x}\pm s$）表示，组间比较采用两独立样本t检验；计数资料以率（%）表示，采用χ^2检验。外踝垂直高度与年龄的相关性分析采用*Pearson*相关性系数法。$P<0.05$为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 平行间隙阳性率、“硬币”征、Shenton线的阳性率比较

关节正位X射线显示，平行间隙阳性率为100%。性别、年龄对“硬币”征和Shenton线阳性率影响不显著（$P>0.05$），见表1。

表1 不同性别、年龄对“硬币”征和Shenton线阳性率的影响[例（%）]

指标	男性	女性	χ^2	P	青年	中年	χ^2	P
“硬币”征	7(11.7)	6(10.0)	0.086	0.769	7(9.7)	6(12.5)	0.230	0.631
Shenton线阳性	21(35.0)	18(30.0)	0.342	1.000	24(33.3)	15(31.3)	0.057	0.811

2.2 相关测量参数比较

男性和女性间距小腿角、腓踝角、下胫腓间隙宽度、下胫腓重叠宽度比较差异均无统计学意义（$P>0.05$）；男性外踝垂直高度、内外踝高度差大于女性（$P<0.05$），见表2。男性、女性外踝垂直高度与年龄无相关性（$r=-0.086$、0.058，$P=0.516$、0.659）。

表2 男、女间踝关节正位X射线参数比较（$n=60$）

指标	男性			女性			t	P
	均数	标准差	95%参考值范围	均数	标准差	95%参考值范围		
距小腿角(°)	76.8	2.7	71.5~82.1	76.6	2.5	71.8~81.5	0.293	0.811
腓踝角(°)	57.8	4.4	49.3~66.3	59.2	4.2	51.0~67.5	-1.860	0.065
外踝垂直高度(cm)	3.0	0.3	2.4~3.6	2.7	0.2	2.2~3.1	6.124	0.001
内外踝高度差(cm)	1.4	0.3	0.8~2.0	1.2	0.2	0.7~1.6	4.319	0.001
下胫腓间隙宽度(mm)	4.5	0.9	2.8~6.2	4.5	0.7	3.0~5.9	0.462	0.645
下胫腓重叠宽度(mm)	7.1	1.8	3.5~10.6	6.4	1.4	3.6~9.2	1.719	0.088

3 讨论

早在1977年Yablon等[3]就提出：外踝是治疗踝关节骨折的关键因素，外踝位置不良，尤其是外踝短缩将导致踝关节不稳，只有外踝解剖复位才能保持踝关节的稳定性。张宏宁等[9]通过生物力学研究发现：踝关节骨折后不同腓骨移位类型均会影响胫距关节的接触状态，其中腓骨外移影响较为显著。故外踝的解剖复位对于踝关节的稳定尤为重要，因而越来越受到临床的重视。

临床常用Weber[4]提出的三个特征作为外踝解剖复位的判定标准[10-12]，但这三个特征在踝穴位透视中往往不能同时显示，需加拍其他体位X射线片。本研究在Weber[4]的基础上，基于踝关节正位X射线观察三个特征的阳性率，结果显示：患者平行间隙的阳性率为100%，“硬币”征和Shenton线具有一定的阳性率，且不受性别及年龄影响，说明这三个特征并非仅于踝穴位X射线上显现，踝关节正位X射线上也可能出现。虽然踝关节正位X射线上“硬币”征和Shenton线的阳性率较低，但其可作为除踝穴位外的判断外踝解剖复

位的补充。

Panchbhavi等[7]研究发现,外踝存在一定的位置变异,仅通过“硬币”征和Shenton线判断外踝的解剖复位不准确,需要借助一些其他测量指标作为依据。既往已有研究测量踝关节的相关影像学参数,但多是为踝关节置换提供参考[13-15]。本研究测量了距小腿角、腓踝角、外踝垂直高度、内外踝高度差、下胫腓间隙宽度和下胫腓重叠宽度等与外踝解剖位置密切相关的指标,并分析其与年龄、性别的相关性,结果显示:男性外踝垂直高度95%参考值范围为2.4~3.6 cm,大于女性的2.2~3.1 cm,男性外踝垂直高度小于2.4 cm、女性小于2.2 cm时,考虑腓骨短缩;男性内外踝高度差95%参考值范围为0.8~2.0 cm,大于女性的0.7~1.6 cm,在内踝完好的情况下,男性内外踝高度差小于0.8 cm、女性小于0.7 cm,考虑腓骨短缩。有研究于负重踝穴位X射线测得外踝垂直高度95%参考值范围为2.06~2.22 cm,平均(2.14±0.32)cm[7],小于本研究的结果,这可能与种族差异相关。外踝垂直高度是最能直观反映外踝长度的指标,内外踝高度差与外踝垂直高度相关,故本研究对外踝垂直高度与年龄进行相关性分析,结果显示男性和女性外踝垂直高度与年龄均无相关性,提示在应用外踝垂直高度作为成人外踝解剖复位参考标准时,无需考虑年龄因素。与Weber[4]的三个特征相比,本研究通过量化标准不仅能判断外踝的短缩情况,还能判断外踝的外移及外倾情况。

1976年Sarkisian等[5]提出应用距小腿角作为判断外踝解剖复位的标准,其测得距小腿角为75°~86°,平均78.5°,后来许多学者常将其作为外踝解剖复位的参考标准[6-7]。本研究测得男性距小腿角95%参考值范围为71.5°~82.1°,女性为71.8°~81.5°,这与上述结果不同,不能确定是否与种族差异有关。在内踝完好的情况下,当距小腿角变大时,考虑外踝短缩;反之,则存在外踝延长可能。外踝外倾角增加则踝穴变宽,减小则踝穴变窄,踝穴的改变使得踝关节应力分布不均,加速退变,最终导致创伤性关节炎,而腓踝角可用来判断外踝的外倾[16]。本研究男性腓踝角95%参考值范围为49.3°~66.3°,女性为51.0°~67.5°,小于此范围,提示外踝外倾增大。

下胫腓间隙宽度是能反映下胫腓间隙大小的直观指标,下胫腓重叠宽度能间接反映下胫腓间隙大小。本研究中男性下胫腓间隙宽度95%参考值范围为2.8~6.2 mm,女性为3.0~5.9 mm,超出此范围,存在外踝外移的可能;男性下胫腓重叠宽度95%参考值范围为3.5~10.6 mm,女性为3.6~9.2 mm,小于此范围,考虑外踝外移。罗彪等[17]在踝关节正位X射线测得下胫腓间隙宽度为2.46~5.50 mm,平均(3.98±0.78)mm;下胫腓重叠宽度为(7.06±1.98)mm,下胫腓间隙宽度超过5.50 mm或下胫腓重叠宽度小于3.18 mm则考虑下胫腓联合分离,即外踝外移。本研究下胫腓重叠宽度结果与之接近,但下胫腓间隙宽度差异较大,由于下胫腓间隙宽度受性别、年龄、身高、体质量的影响,这可能是导致下胫腓间隙宽度不同的原因。笔者认为,下胫腓间隙宽度和下胫腓重叠宽度在投照时容易受内外旋影响造成偏差,轻度的下胫腓分离往往难以单纯借助X射线判断,所以在诊断轻度外踝外移时往往需要借助CT、MRI等检查。

综上,本研究基于踝关节正位X射线通过对Weber的三个影像学特征进行观察分析及相关参数测量,为外踝解剖复位的判断提供了一项科学、客观的量化依据。在判断外踝解剖复位时,踝关节正位X射线上的平行间隙、“硬币”征和Shenton线可作为踝穴位以外的一种补充,性别和年龄对其没有影响;在应用距小腿角、腓踝角、下胫腓间隙宽度、下胫腓重叠宽度作为外踝解剖复位参考标准时,无需考虑性别因素;而由于外踝垂直高度和内外踝高度差存在性别差异,所以在应用二者作为参考指标时,需考虑患者性别,但无需考虑年龄因素。但本研究数据未进行多次测量,未纳入体质量、身高等因素进行分析,研究样本量较小,且未进行对比研究,仍需更多研究进一步论证。

[参考文献]

[1] Sinha A, Sirikonda S, Giotakis N, et al. Fibular lengthening for malunited ankle fractures[J]. Foot Ankle Int, 2008, 29(11): 1136-1140. doi: 10.3113/FAI.2008.1136.

[2] Stürznickel J, Schmidt FN, Schfer HS, et al. Bone microarchitecture of the distal fibula assessed by HR-pQCT[J]. Bone, 2021, 151: 1-8. doi: 10.1016/j.bone.2021.116057.

[3] Yablon IG, Heller FG, Shouse L. The key role of the lateral malleolus in displaced fractures of the ankle[J]. J Bone Joint Surg Am, 1977, 59(2): 169-173.

[4] Weber BG. Lengthening osteotomy of the fibula to correct a widened mortice of the ankle after fracture[J]. Int Orthop, 1981, 4(4): 289-293. doi: 10.1007/BF00266071.

[5] Sarkisian JS, Cody GW. Closed treatment of ankle fractures: a new criterion for evaluation-a review of 250 cases[J]. J Trauma, 1976, 16(4): 323-326.

[6] Visser HJ, Malik K, Djali RA. Fibular-lengthening osteotomy to correct a malunited ankle fracture using fresh-frozen femoral head allograft[J]. J Am Podiatr Med Assoc, 2017, 107(4): 318-323. doi: 10.7547/15-207.