

成人KBD跟骨CT三维重建数据测量及临床意义

陈宏宇¹, 刘时璋²

¹西安医学院研究生工作部, 陕西 西安

²陕西省人民医院骨科, 陕西 西安

收稿日期: 2023年4月25日; 录用日期: 2023年5月19日; 发布日期: 2023年5月26日

摘要

目的: 利用CT影像资料对成人KBD (Kashin-Beck Disease, KBD)患者跟骨相关参数进行测量, 初步明确成人KBD患者跟骨解剖形态, 为KBD患者诊疗提供一定的参考依据。方法: 选取2018年11月至2018年12月之间陕西省KBD流行病区的KBD患者和正常成人进行踝关节CT平扫, 其中KBD患者59例, 118踝(左: 59; 右: 59), 平均年龄(61.36 ± 7.98)岁, 平均BMI (23.42 ± 2.55); 正常成人56例, 108踝(左: 53; 右: 55), 平均年龄(59.46 ± 6.99)岁, 平均BMI (23.64 ± 2.54)。通过CT三维重建的方式, 以点、线、面三元素相结合的方法测量跟骨跟轴长度、后突长度、前突长度、前突高度、跟骨宽、跟骨沟部长、跟骨后高、跟骨最高、跟骨沟部高、跟骨体积、跟骨表面积、后关节面的面积、Gissane's角、Böhler角。比较不同分度KBD患者与正常成人跟骨解剖形态参数差异。结果: 成人KBD组跟轴长度、前突长度、跟骨宽、跟骨宽、跟骨后高、跟骨最高、跟骨沟部高、跟骨体积、跟骨表面积、Gissane's角、Böhler角显著小于正常成人组($P < 0.05$); 后关节突长度、前突高度、后关节面的面积两组之间无显著差异($P > 0.05$)。与成人KBD I度相比, II度与III度跟轴长度、前突长度、前突高度、跟骨宽、跟骨沟部长、跟骨后高、跟骨最高、跟骨沟部高、跟骨体积、跟骨表面积均显著减小($P < 0.01$)。与I度及II度患者相比, III度患者Gissane's角显著减小($P < 0.01$); 后关节突长度、后关节面的面积、Böhler角III度之间无显著统计学意义($P > 0.05$)。结论: 成人KBD患者跟骨短缩, 高度降低, 前、中关节面融合增多, 后关节面膨大, 跟骨体积明显变小, Gissane's角减小, Böhler角增大, 且男性较女性跟骨变化更为显著。

关键词

大骨节病, 跟骨, 数据测量, 诊断, 治疗

Measurement of Adult KBD Calcaneal CT Three-Dimensional Reconstruction Data and Its Clinical Significance

Hongyu Chen¹, Shizhang Liu²

¹Department of Postgraduate Work, Xi'an Medical University, Xi'an Shaanxi

²Department of Orthopaedics, Shaanxi Provincial People's Hospital, Xi'an Shaanxi

Received: Apr. 25th, 2023; accepted: May 19th, 2023; published: May 26th, 2023

Abstract

Objective: To measure the calcaneal parameters of adult patients with KBD (Kashin-Beck disease) by using CT image data, and to preliminarily define the calcaneal anatomical morphology of adult patients with KBD, so as to provide some reference for the diagnosis and treatment of patients with KBD. **Methods:** From November 2018 to December, 2018, KBD patients and normal adults in KBD endemic areas in Shaanxi Province were selected for ankle CT plain scan, including 59 patients with KBD, 118 ankles (left: 59; right: 59), with an average age of (61.36 ± 7.98) years and an average BMI of (23.42 ± 2.55) ; 56 normal adults, 108 ankles (left: 53; right: 55), with an average age of (59.46 ± 6.99) years and an average BMI of (23.64 ± 2.54) . By means of CT three-dimensional reconstruction, the calcaneal axis length, kyphosis length, protrusion length, protrusion height, calcaneal width, calcaneal sulcus length, calcaneal posterior height, calcaneal highest, calcaneal sulcus height, calcaneal volume, calcaneal surface area, posterior articular surface area, Gissane's angle and Böhler angle were measured, to compare the anatomical parameters of calcaneus between KBD patients with different grades and normal adults. **Results:** The length of the calcaneal axis, protrusion length, calcaneal width, calcaneal width, calcaneal posterior height, calcaneal height, calcaneal groove height, calcaneal volume, calcaneal surface area, Gissane's angle and Böhler angle in adult KBD group were significantly lower than those in normal adult group ($P < 0.05$). There was no significant difference in the length of posterior articular process, the height of anterior process and the area of posterior articular surface between the two groups ($P > 0.05$). Compared with adult KBD I, the length of calcaneus axis, protrusion length, protrusion height, calcaneal width, calcaneal groove length, calcaneal posterior height, calcaneal height, calcaneal groove height, calcaneal volume and calcaneal surface area of II and III degrees were significantly reduced ($P < 0.01$). Compared with patients with degree I and II, the angle of Gissane's in patients with degree III was significantly reduced ($P < 0.01$). There was no significant difference among the length of posterior coronoid process, the area of posterior articular surface and the angle of Böhler III ($P > 0.05$). **Conclusion:** In adult patients with KBD, the calcaneus shortens, the height decreases, the fusion of anterior and middle articular surfaces increases, the posterior articular surface expands, the calcaneus volume decreases obviously, the Gissane's angle decreases, and the Böhler angle increases, and the calcaneus changes more significantly in men than in women.

Keywords

Kaschin-Beck Disease, Calcaneus, Data Measurement, Diagnosis, Treatment

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

KBD 是一种涉及生长和关节软骨的地方性、慢性、致残性骨关节疾病。软骨坏死是 KBD 中关节软骨和骨骺生长板软骨深部发生的特征性改变, 可导致软骨内成骨和坏死紊乱, 甚至导致骨骺生长板早期

闭合[1] [2]。可引起手指、踝关节、膝关节、髋关节等多种对称关节损伤。发病越早, 四肢畸形越严重。有研究报道, KBD 患者中踝关节损害占 65.8%, 仅次于手指关节损害(79.6%) [3]。目前对于 KBD 踝关节影像学研究甚少, 且多集中在关节关系和距骨的形态学研究。对于 KBD 跟骨的影像学研究, 多以 X 线参数测量为主, 这极大地增加了跟骨测量参数的误差[4]。本研究在前人研究的基础上, 选取 2018 年 11 月至 2018 年 12 月之间陕西省 KBD 流行病区的 KBD 患者 59 例和正常成人 56 例, 首次采用 CT 三维重建的方法测量 KBD 跟骨的形态变化, 全面还原其真实解剖形态, 避免在 X 线上由于影像重叠造成的误差, 使测量数据更加接近真实 KBD 患者跟骨形态, 增加人们对 KBD 跟骨形态变化的认识, 提高 KBD 跟骨影像学资料的客观定量描述。

2. 资料与方法

2.1. 研究对象

纳入标准: 参考“中国 WS/TKBD 诊断标准(WS/T207-010)”, 年龄 > 18 岁; 在流行区居住至少 6 个月; 周围关节的多发性和对称性增大、畸形和侏儒症患者; 跟骨 CT 图像清晰。排除标准: 患有骨和关节结核、化脓性关节炎、骨软化症、骨肿瘤、代谢性疾病和外伤引起的严重肢体畸形的患者。

2.2. 方法

CT 扫描采用 Siemens 320 排螺旋 CT 机。检测参数: 电压 120 KV, 电流强度 200 mA, 层厚 0.5 mm, 层间距 0.5 mm。进行扫描时患者取仰卧位, 以踝关节间隙为中心, 扫描范围为胫腓骨远端 20 cm 处至足底(跟骨被全部扫描), 扫描时足踝部保持中立位。所有患者均为自愿参与本研究并签署“知情同意书”。对所有获取的 CT 影像数据进行参数测量。

将获取的踝关节 CT 影像资料以 DICOM 格式保存备用。使用 Mimics 21.0 软件进行 CT 三维模型重建; 将初始模型保存为“STL”格式, 导入 Geomagic Studio 2014 软件进行模型光滑处理, 以去除多余的骨赘, 减小测量误差, 处理完成后保存为“STL”格式; 将光滑后的模型文件导入 3-matic Medical 9.0, 在三维空间中, 根据点、线、面三个要素的组合测量技术, 测量跟骨的形态参数。跟骨可以旋转到任何角度, 同时在用户界面中测量。

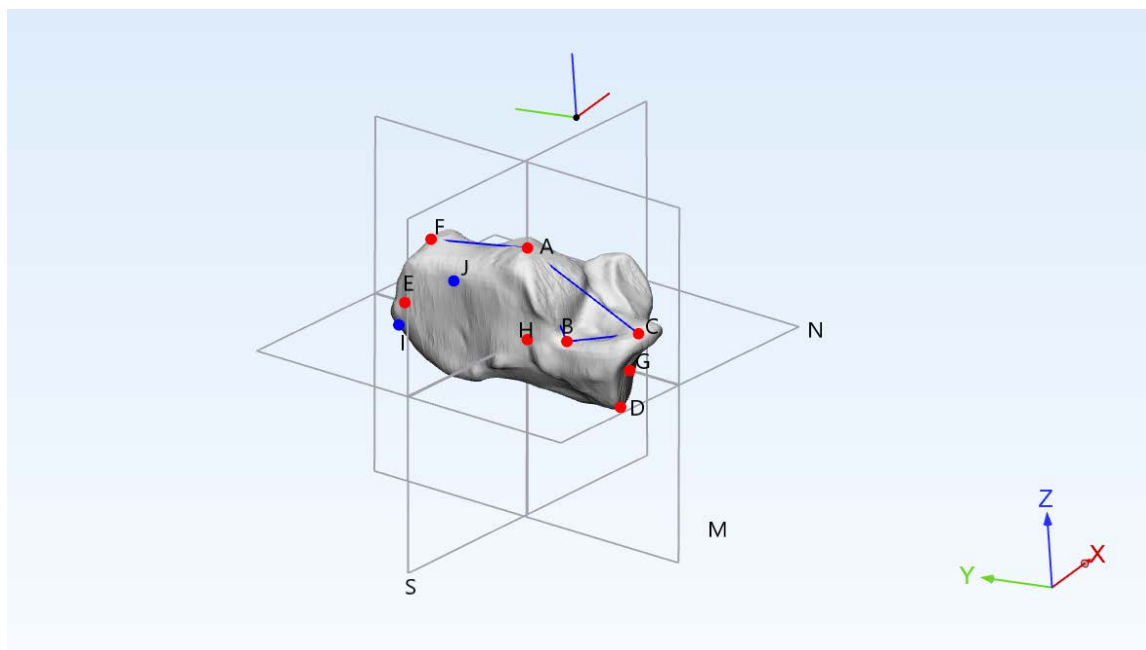
表面网格上的跟骨解剖标志的选择包括: 后关节突最高点(A 点)、后关节突外侧面与跟骨前突相交底部(B 点)、跟骰关节最高点(C 点)、跟骰关节最低点(D 点)、跟骨粗隆最后方点(E 点)、跟粗隆上缘最高点(F 点)。G 点为 CD 中点, H 点为跟骨轴 EG 垂直段 AH 的足(图 1)。使用“Mask”工具标记距下关节面, 进行关节面面积测量(图 2)。

测量指标: 1) 跟轴长度: G 点(C、D 中点)到 E 点的距离。2) 后关节突长度: A 与 B 之间的距离。3) 前突的长度: B 和 C 之间的距离。4) 前突高度: C 与 D 之间的距离。5) 跟骨宽(线 IJ): 跟骨粗隆部的宽度。6) 跟骨沟部长: S 平面处于跟骨沟部时, E 点到 S 平面的距离。7) 跟骨后高: N 平面处于跟骨底面时, F 点到 N 平面的距离。8) 跟骨最高: N 平面处于跟骨底面时, A 点到 N 平面的距离。9) 跟骨沟部高: 跟骨沟底部到跟骨底面的高度, N 平面处于跟骨底面时, B 点到 N 平面的距离。10) Gissane's 角: 直线 AB 与直线 BC 的夹角。11) Böhler 角: 直线 AC 与直线 AF 夹角的补角。12) 跟骨体积。13) 跟骨表面积。14) 前、中、后关节面的面积。

2.3. 统计学方法

使用 IBM SPSS Statistics 23.0 统计学软件(SPSS Inc, 23.0 版本, Chicago, IL, 美国)对所获得的参数数据进行统计学分析。服从或近似服从正态分布计量资料用均值 \pm 标准差($\bar{X} \pm S$)表示, 两组间比较采

用独立样本 t 检验。计数资料采用卡方检验, 多组比较采用协方差分析(ANCOVA), 检验水准 α 值取双侧 0.05, 以 $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。



A: 后关节突最高点; B: 后关节突外侧面与跟骨前突相交底部; C: 跟骰关节最高点; D: 跟骰关节最低点; E: 跟骨粗隆最后方点; F: 跟粗隆上缘最高点; G: CD 中点; H: 跟骨轴 EG 垂直段 AH 的足; M: 与 EG 及 AH 平行的平面; N: 垂直于平面 M; S: 垂直于平面 N

Figure 1. Three-element measurement method of point, line and plane

图 1. 点线面三元素测量方法

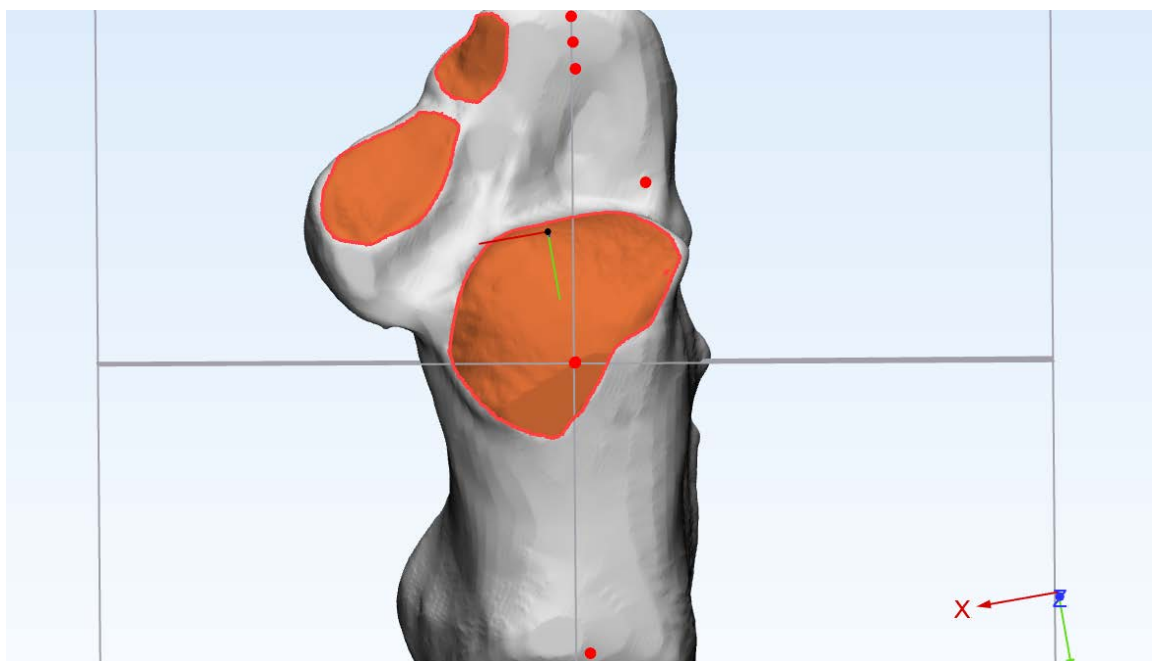


Figure 2. Measurement of articular surface markers

图 2. 关节面标记测量

3. 结果

3.1. 一般资料

本研究共纳入研究对象 115 例, 成人 KBD 组 59 例(男 25, 女 34), 共 118 个踝关节(左: 59; 右: 59), 其中 KBD I 度患者 24 例, II 度 20 例, III 度 15 例, 平均年龄(61.36 ± 7.98)岁, 平均身高(1.59 ± 0.09) m, 平均体重(59.38 ± 6.8) kg, 平均 BMI (23.42 ± 2.55); 正常成人组 56 例(男 30, 女 26), 共 108 个踝关节(左: 53; 右: 55), 平均年龄(59.46 ± 6.99)岁, 平均身高(1.68 ± 0.08) m, 平均体重(66.16 ± 5.93) kg, 平均 BMI (23.64 ± 2.54)。一般资料对比发现, 成人 KBD 患者身高及体重均明显小于正常成人($P < 0.01$)。年龄及 BMI 两组间无显著差异($P > 0.05$) (表 1)。KBD 患者根据中国 WS/T KBD 诊断标准(WS/T 207-2010)进行分度。其中 I 度 24 例, II 度 20 例, III 度 15 例。

Table 1. Comparison of general information between KBD group and normal adult group ($\bar{X} \pm S$)

表 1. KBD 组与正常成人组一般资料比较($\bar{X} \pm S$)

	KBD 组(n = 59)	正常组(n = 56)	检验统计值	P 值
年龄(岁)	61.36 ± 7.98	59.46 ± 6.99	$t = 1.292$	0.199
身高(m)	1.59 ± 0.09	1.68 ± 0.08	$t = -4.74$	0.000**
体重(Kg)	59.38 ± 6.8	66.16 ± 5.93	$t = -5.407$	0.000**
体重指数(BMI)	23.42 ± 2.55	23.64 ± 2.54	$t = -0.435$	0.664
性别	男	25	$\chi^2 = 1.444$	0.23
	女	34		
侧别	左	59	$\chi^2 = 0.019$	0.895
	右	59		

注: * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ 。

3.2. 成人 KBD 组与正常成人组 CT 三维重建测量参数比较

在对成人 KBD 组与正常成人组参数测量的过程中, 研究者发现大量距下前、中关节面融合现象, 因此为避免测量误差, 作者仅统计距下前、中关节面融合数量, 未测量其面积。研究发现, 成人 KBD 组 118 踝中 96 踝前、中关节面融合, 22 踝未融合; 正常成人组 108 踝中 72 踝前、中关节面融合, 36 踝未融合; 两组之间有显著统计学差异($P < 0.05$) (表 2)。

Table 2. Comparison of anterior and middle articular surface fusion between adult KBD group and normal adult group

表 2. 成人 KBD 组与正常成人组前、中关节面融合比较

	KBD 组(n = 118)	正常组(n = 108)	χ^2 值	P 值
关节面融合	是	96	6.378	0.012*
	否	22		

注: * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ 。

成人 KBD 组与正常成人组 CT 三维重建参数测量比较发现:

① 成人 KBD 组跟轴长度、前突长度、跟骨宽、跟骨宽、跟骨后高、跟骨最高、跟骨沟部高、跟骨体积、跟骨表面积、Gissane's 角、Böhler 角显著小于正常成人组($P < 0.05$); 后关节突长度、前突高度、后关节面的面积两组之间无显著差异($P > 0.05$) (表 3)。

Table 3. Comparison of measured parameters between adult KBD group and normal adult group
表 3. 成人 KBD 组与正常成人组测量参数比较

参数	KBD 组(n = 118)	正常组(n = 108)	t 值	P 值
跟轴长度(mm)	62.30 ± 7.17	76.40 ± 4.06	-13.351	0.000**
后关节突长度(mm)	30.14 ± 3.07	29.46 ± 2.94	1.349	0.179
前突长度(mm)	16.41 ± 2.72	19.30 ± 2.58	-6.499	0.000**
前突高度(mm)	26.02 ± 2.95	25.31 ± 2.50	1.509	0.133
跟骨宽(mm)	32.26 ± 2.74	33.73 ± 3.33	-3.019	0.003**
跟骨沟部长(mm)	48.16 ± 6.25	59.64 ± 4.11	-12.201	0.000**
跟骨后高(mm)	40.37 ± 3.86	44.22 ± 4.30	-5.804	0.000**
跟骨最高(mm)	42.17 ± 3.27	45.15 ± 3.40	-5.42	0.000**
跟骨沟部高(mm)	23.79 ± 2.47	25.11 ± 2.22	-3.323	0.001**
跟骨体积(mm ³)	48845 ± 11802	66325 ± 13257	-8.576	0.000**
跟骨表面积(mm ²)	8784 ± 1293	10187 ± 1241	-6.618	0.000**
后关节面积(mm ²)	611.77 ± 116.69	583.15 ± 96.22	1.558	0.121
Gissane's 角(°)	130.05 ± 8.86	133.83 ± 5.14	-2.883	0.004**
Böhler 角(°)	28.57 ± 9.06	32.03 ± 4.70	-2.613	0.01*

注: * P < 0.05, ** P < 0.01。

② 成人 KBD 组左侧跟轴长度、前突长度、跟骨沟部长、跟骨后高、跟骨最高、跟骨体积、跟骨表面积、Gissane's 角均显著小于正常成人组(P < 0.01); 左侧跟骨宽、跟骨沟部高、Böhler 角小于正常成人组, 但无统计学差异(P > 0.05)。右侧跟轴长度、前突长度、跟骨宽、跟骨沟部长、跟骨后高、跟骨最高、跟骨体积、跟骨表面积、跟骨沟部高、Böhler 角显著小于正常成人组(P < 0.05); 右侧后关节突长度、前突高度、后关节面的面积、Gissane's 角两组之间无显著差异(P > 0.05)。此外, 我们观察到成人 KBD 患者双侧后关节面面积均大于正常成人组, 右侧 Gissane's 角小于正常成人组, 左侧 Böhler 角小于正常成人组, 虽然以上参数两组之间无显著统计学意义, 但其变化趋势不可忽视(表 4)。

Table 4. Side comparisons between the adult KBD group and the normal adult group
表 4. 成人 KBD 组与正常成人组侧别比较

	侧别	KBD 组(n = 59)	正常组(n = 56)	t 值	P 值
跟轴长度(mm)	左	62.53 ± 7.40	75.5 ± 4.10	-8.749	0.000**
	右	62.05 ± 6.99	77.48 ± 3.82	-10.18	0.000**
后关节突长度(mm)	左	30.16 ± 3.00	29.17 ± 2.73	1.498	0.138
	右	30.12 ± 3.15	29.82 ± 3.19	0.387	0.699
前突长度(mm)	左	16.43 ± 2.87	19.60 ± 2.92	-4.827	0.000**
	右	16.39 ± 2.60	18.93 ± 2.08	-4.247	0.000**
前突高度(mm)	左	26.01 ± 2.99	25.36 ± 3.03	0.994	0.323
	右	26.02 ± 2.95	26.17 ± 1.92	1.138	0.259

Continued

跟骨宽(mm)	左	32.29 ± 2.82	33.21 ± 3.26	-1.357	0.178
	右	32.23 ± 2.67	34.35 ± 3.40	-3.03	0.003**
跟骨沟部长(mm)	左	48.47 ± 6.29	58.69 ± 4.35	-7.839	0.000**
	右	47.87 ± 6.25	60.79 ± 3.54	-9.497	0.000**
跟骨后高(mm)	左	40.46 ± 3.52	43.87 ± 4.49	-3.859	0.000**
	右	40.28 ± 4.19	44.66 ± 4.11	-4.327	0.000**
跟骨最高(mm)	左	42.36 ± 3.51	45.43 ± 3.57	-3.818	0.000**
	右	41.99 ± 3.03	44.82 ± 3.24	-3.764	0.000**
跟骨沟部高(mm)	左	23.57 ± 2.66	24.62 ± 2.26	-1.817	0.073
	右	24.00 ± 2.27	25.70 ± 2.06	-3.161	0.002**
跟骨体积(mm ³)	左	49219 ± 11667	64907 ± 13123	-5.651	0.000**
	右	48477 ± 12022	68038 ± 13493	-6.466	0.000**
跟骨表面积(mm ²)	左	8804 ± 1319	10120 ± 1210	-4.495	0.000**
	右	8765 ± 1278	10269 ± 1299	-4.825	0.000**
后关节面积(mm ²)	左	610.13 ± 106.12	571.06 ± 85.20	1.719	0.089
	右	613.39 ± 127.14	597.76 ± 108.14	0.528	0.599
Gissane's 角(°)	左	128.78 ± 8.79	133.56 ± 5.21	-2.694	0.009**
	右	131.3 ± 8.82	134.15 ± 5.16	-1.476	0.144
Böhler 角(°)	左	29.51 ± 8.96	31.98 ± 4.52	-1.399	0.166
	右	27.65 ± 9.15	32.08 ± 5.05	-2.227	0.029*

注: * P < 0.05, ** P < 0.01。

③ 成人 KBD 组男性跟轴长度、前突长度、跟骨宽、跟骨沟部长、跟骨后高、跟骨最高、跟骨沟部高、跟骨体积、跟骨表面积、Gissane's 角显著小于正常成人组(P < 0.05); 后关节突长度、前突高度无显著差异(P > 0.05), 后关节面的面积大于正常成人组, 但无统计学差异(P > 0.05); Böhler 角(29.31 ± 8.83)° 小于正常成人组(32.76 ± 5)°, 但无统计学差异(P > 0.05)。女性跟轴长度、跟骨沟部长、Böhler 角明显小于正常成人组(P < 0.05); 后关节突长度、前突高度、跟骨宽、后关节面面积显著大于正常成人组(P < 0.05); 前突长度、跟骨后高、跟骨最高、跟骨沟部高两组之间无显著差异(P > 0.05); 跟骨体积、跟骨表面积、Gissane's 角小于正常成人组, 但无统计学差异(P > 0.05) (表 5)。

Table 5. Sex Comparison between adult KBD group and normal adult group

表 5. 成人 KBD 组与正常成人组性别比较

	性别	KBD 组(n = 59)	正常组(n = 56)	t 值	P 值
跟轴长度(mm)	男	62.15 ± 6.94	79.23 ± 2.03	-13.121	0.000**
	女	62.41 ± 7.40	71.81 ± 2.64	-4.828	0.000**
后关节突长度(mm)	男	31.31 ± 3.00	31.01 ± 2.50	0.458	0.648
	女	29.21 ± 2.81	26.70 ± 2.16	0.287	0.002**

Continued

前突长度(mm)	男	16.32 ± 2.30	19.91 ± 2.01	-7.109	0.000**
	女	16.48 ± 3.03	17.64 ± 1.43	-1.436	0.155
前突高度(mm)	男	26.17 ± 3.14	26.36 ± 1.66	-0.312	0.756
	女	25.90 ± 2.81	23.30 ± 2.05	3.362	0.001**
跟骨宽(mm)	男	32.74 ± 3.12	35.12 ± 2.43	-3.589	0.001**
	女	31.88 ± 2.36	30.32 ± 1.60	2.422	0.018*
跟骨沟部长(mm)	男	47.75 ± 5.67	61.95 ± 3.24	-12.549	0.000**
	女	48.50 ± 6.70	56.25 ± 2.45	-4.395	0.000**
跟骨后高(mm)	男	40.85 ± 4.05	46.27 ± 3.30	-6.221	0.000**
	女	39.99 ± 3.67	39.60 ± 1.82	0.391	0.697
跟骨最高(mm)	男	42.99 ± 3.46	46.04 ± 2.54	-4.201	0.000**
	女	41.52 ± 2.97	41.27 ± 1.26	0.326	0.745
跟骨沟部高(mm)	男	24.08 ± 2.43	26.46 ± 1.94	-4.586	0.000**
	女	23.56 ± 2.49	23.27 ± 1.79	0.427	0.67
跟骨体积(mm ³)	男	51305 ± 12164	74440 ± 7071	-9.5	0.000**
	女	46885 ± 11215	49386 ± 5958	-0.834	0.407
跟骨表面积(mm ²)	男	8953 ± 1384	11032 ± 672	-7.69	0.000**
	女	8649 ± 11215	8739 ± 884	-0.27	0.788
后关节面积(mm ²)	男	643.99 ± 117.97	618.17 ± 72.09	1.084	0.282
	女	586.10 ± 109.93	479.31 ± 48.40	3.666	0.000**
Gissane's 角(°)	男	129.68 ± 7.55	133.87 ± 5.58	-2.641	0.01*
	女	130.82 ± 8.87	133.38 ± 4.73	-1.079	0.284
Böhler 角(°)	男	29.31 ± 8.83	32.76 ± 5.00	-1.96	0.054
	女	27.20 ± 7.82	32.29 ± 4.10	2.437	0.017*

注: * P < 0.05, ** P < 0.01。

3.3. 成人 KBD 组分度间比较

根据成人 KBD 分度, 在不同分度间对比分析发现, 与成人 KBD I 度相比, II 度与 III 度跟轴长度、前突长度、前突高度、跟骨宽、跟骨沟部长、跟骨后高、跟骨最高、跟骨沟部高、跟骨体积、跟骨表面积均显著减小(P < 0.01); 与 I 度及 II 度患者相比, III 度患者 Gissane's 角显著减小(P < 0.01); 后突长度、后关节面的面积、Böhler 角 III 度之间无显著统计学意义(P > 0.05), 但可以观察到, 随着疾病严重程度进展, Böhler 角呈增大趋势(表 6)。

Table 6. Comparison of component degrees of adult KBD

表 6. 成人 KBD 组分度间比较

参数	I 度(n = 24)	II 度(n = 20)	III 度(n = 15)	F 值	P 值
跟轴长度(mm)	69.26 ± 4.07	60.65 ± 2.23 ^{##}	53.53 ± 3.52 ^{##}	158.799	0.000 ^{##}

Continued

后关节突长度(mm)	30.62 ± 2.94	30.20 ± 3.05	29.30 ± 3.22	1.659	0.195
前突长度(mm)	17.76 ± 2.40	15.99 ± 2.61 ^{##}	14.84 ± 2.38 ^{##}	13.398	0.000 ^{##}
前突高度(mm)	27.31 ± 2.75	25.78 ± 2.68 [#]	24.29 ± 2.73 ^{##}	11.175	0.000 ^{##}
跟骨宽(mm)	33.49 ± 2.55	31.62 ± 2.33 ^{##}	31.19 ± 2.88 ^{##}	9.019	0.000 ^{##}
跟骨沟部长(mm)	54.03 ± 3.98	46.83 ± 2.48 ^{##}	40.69 ± 2.84 ^{##}	141.452	0.000 ^{##}
跟骨后高(mm)	42.05 ± 3.43	40.21 ± 3.52 ^{##}	37.92 ± 3.68 ^{##}	12.226	0.000 ^{##}
跟骨最高(mm)	43.86 ± 2.84	42.07 ± 2.79 [#]	39.63 ± 2.87 ^{##}	19.925	0.000 ^{##}
跟骨沟部高(mm)	25.13 ± 2.23	23.72 ± 1.78 ^{##}	21.75 ± 2.25 ^{##}	23.21	0.000 ^{##}
跟骨体积(mm ³)	57028 ± 12130	47001 ± 5382 ^{##}	38408 ± 7909 ^{##}	37.568	0.000 ^{##}
跟骨表面积(mm ²)	9814 ± 958	8490 ± 712 ^{##}	7559 ± 1098 ^{##}	56.507	0.000 ^{##}
后关节面面积(mm ²)	613.90 ± 115.44	626.90 ± 121.32	587.54 ± 112.16	0.969	0.383
Gissane's 角(°)	131.88 ± 7.79	131.23 ± 8.38	125.51 ± 9.77 [#]	5.566	0.005 ^{##}
Böhler 角(°)	27.43 ± 7.98	28.94 ± 10.48	29.88 ± 9.06	0.812	0.448

注: #与 KBD I 度相比 P < 0.05, ##与 KBD I 度相比 P < 0.01。

4. 讨论

KBD (Kashin-Beck Disease, KBD)是一种区域性、对称性、多发骨、关节畸形的疾病[5]。Kashin-Beck这个名字是为了纪念两位医生 Nicolai Ivanowich Kashin (1825~1872)和 Eugene V Beck (1885~1916)对这种特殊类型的骨关节病的贡献[6] [7] [8] [9]。其特征性表现为深部局灶性软骨坏死和软骨内成骨受损,可导致继发性慢性变形性骨关节炎病和骨骼发育受损[2] [10]大多数临床表现在儿童时期至 25 岁期间变得明显。受影响的个体表现为关节疼痛、关节肿大变形、活动障碍、肢体肌肉萎缩,严重者表现为侏儒症、残疾[11] [12]。根据中国卫生部发布的 2018 年卫生统计数据,目前全国 379 个县共有 177,018 人罹患 KBD,其中陕西省现患人数最多为 60,157 人,占现有 KBD 患者总数的 34% [13]。目前, KBD 的诊断主要依赖于手部 X 线,对于手部 X 线表现正常的非典型患者,临床上很容易漏诊,而 KBD 踝关节及足部诸骨改变具有一定的特征性,尤其是跟骨的改变对 KBD 的诊断具有重要价值[14]。

跟骨是最大的跗骨。它位于足后部,形状不规则,轮廓复杂,关节面复杂。它是距下关节的一部分,允许踝关节外翻和内翻。跟骨形态测量的完整性对于维持后足的正常功能、支撑足弓、确保有效地将重量传递到地面具有重要的临床价值。因此,跟骨解剖结构的差异可能在足部的动态、动力学和静态方面发挥重要作用。在跟骨骨折中, Gissane's 角和 Böhler 角是通常被评估的角度。他们可以提供关于受伤严重程度信息。特别是 Böhler 角度的恢复是一个重要的预后因素,与预后相关[15] [16]。Gissane's 角由后突和前突形成,正常值在 120°~145°之间。恢复关节面关系需要重建 Gissane's 角。Böhler 的角度由结节上缘、距下关节和前突形成,在侧位 X 线片上通常为 20°至 40°。一般情况下,在整个后关节突塌陷的骨折类型中, Böhler 的夹角减小甚至反转, Gissane's 的夹角增大。如果仅累及后关节突外侧, Gissane's 角可保持正常或不明显增加[17]。跟骨高度的缺失会导致距骨更加水平(距骨倾斜角的缺失)和胫骨前撞击,以及踝关节背屈度的降低[18],跟骨可能发生外翻或内翻畸形,复位不理想可能导致严重致残性骨折畸形愈合。跟骨的长度在为跟腱提供必要的杠杆臂方面很重要,因此影响行走、站立和蹲伏。也有研究表明,与跟骨相连的韧带和肌肉可能会受到跟骨长度恢复不足的影响。因此,未能充分恢复跟骨长度可

能会对步态和运动产生不利影响, 最终导致跟骨周围关节继发性关节炎的发展[19]。此外, 在修复关节内跟骨骨折后缩短的跟骨时, 跟骨轴向长度有助于确定手术中轴向螺钉的大小[20]。跟骨与距骨形成距跟关节。该关节维持足部外翻和内翻, 称为距下关节。距跟关节上侧有距前关节突、距中关节突和距后关节突 3 个关节突。在许多手术中, 需要在距下关节的小面之间进行截骨和植骨修补。在使用距下植入物或移植物时, 关节面之间的大小和距离以及跟骨的尺寸对于成功的截骨非常重要。如同种异体骨移植在骨未成熟患者跟颈延长截骨术中的应用, 确定合适长度和大小的移植物插入截骨部位后, 从髂骨获得自体移植物, 通过两个皮质进行横向锯切, 并使用椎板扩张器打开截骨, 同时确保正确覆盖距舟关节, 在距下关节的前和中关节面之间的确切位置进行跟骨截骨[21] [22] [23]。跟骨的形态测量值对于解剖学、矫形外科、运动机能学、物理治疗和康复科的治疗和诊断具有重要意义。

本研究通过 CT 三维重建, 在三维空间中, 根据点、线、面三个要素的组合测量技术, 测量成人 KBD 跟骨的形态参数。进一步明确了成人 KBD 患者跟骨的影像参数改变。成人 KBD 组跟轴长度、前突长度、跟骨宽、跟骨后高、跟骨最高、跟骨沟部高、跟骨体积、跟骨表面积、Gissane's 角、Böhler 角显著小于正常成人; 后关节突长度、前突高度、后关节面的面积两组之间无显著差异。与此前国内研究结果基本一致[4] [14]。成人 KBD 患者跟骨短缩变形明显, 且男性较女性更为严重, 在这种短缩过程中, 伴随着后关节面变形膨大, 前、中关节面融合增多。随着疾病严重程度的进展, 成人 KBD 患者跟轴长度、前突长度、前突高度、跟骨宽、跟骨沟部长、跟骨后高、跟骨最高、跟骨沟部高、跟骨体积、跟骨表面积、Gissane's 角呈减小趋势; 后关节突长度、后关节面的面积无显著变化; 而 Böhler 角呈现一定的增大趋势。

本研究纳入样本量相对较少, 进一步的研究首先需要扩大样本量, 使测量数据更接近真实标准; 由于 CT 扫描难以确定足平面, 所以无法测量跟骨倾斜角, 而跟骨倾斜角是由结节最下表面与足平面连线形成的。

5. 总结

综上所述, 我们发现成人大骨节病患者跟骨病变有显著的解剖形态特点, 表现为跟骨短缩, 高度降低, 前、中关节面融合增多, 后关节面膨大, 跟骨体积明显变小, Gissane's 角减小, Böhler 角增大, 且男性较女性跟骨变化更为显著。

参考文献

- [1] Sokoloff, L. (1989) The History of Kashin-Beck Disease. *New York State Journal of Medicine*, **89**, 343-351.
- [2] Xiong, G. (2001) Diagnostic, Clinical and Radiological Characteristics of Kashin-Beck Disease in Shaanxi Province, PR China. *International Orthopaedics*, **25**, 147-150. <https://doi.org/10.1007/s002640100248>
- [3] Farooq, U., Xiong, G., Irshad, R. and Yaqoob, S. (2010) Pattern of Joints Involvement in Kashin-Beck Disease: A Local Osteochondropathy in China. *Journal of Ayub Medical College, Abbottabad: JAMC*, **22**, 97-100.
- [4] 王继成. 成人大骨节病患者跟骨 X 线表现的临床研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 西安医学院, 2020.
- [5] Lian, W., Liu, H., Song, Q., Liu, Y.Q., Sun, L.Y., Deng, Q., *et al.* (2018) Prevalence of Hand Osteoarthritis and Knee Osteoarthritis in Kashin-Beck Disease Endemic Areas and Non Kashin-Beck Disease Endemic Areas: A Status Survey. *PLOS ONE*, **13**, e0190505. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190505>
- [6] Allander, E. (1994) Kashin-Beck Disease. An Analysis of Research and Public Health Activities Based on a Bibliography 1849-1992. *Scandinavian Journal of Rheumatology. Supplement*, **99**, 1-36. <https://doi.org/10.3109/03009749409117126>
- [7] Kalinovskaia, E.N. (1958) Certain Features of the Clinical Picture of Kaschin-Beck Disease in Endemic Foci; Data of the Urov Scientific Research Station AMH USSR 1952-1954. *Pediatrriia*, **23**, 42-48.
- [8] Nesterov, A.I. (1964) The Clinical Course of Kashin-Beck Disease. *Arthritis and Rheumatism*, **7**, 29-40. <https://doi.org/10.1002/art.1780070105>

- [9] Moreno-Reyes, R., Suetens, C., Mathieu, F., Begaux, F., Zhu, D., Rivera, M.T., *et al.* (1998) Kashin-Beck Osteoarthropathy in Rural Tibet in Relation to Selenium and Iodine Status. *The New England Journal of Medicine*, **339**, 1112-1120. <https://doi.org/10.1056/NEJM199810153391604>
- [10] Hinsenkamp, M. (2001) Kashin-Beck Disease. *International Orthopaedics*, **25**, 133. <https://doi.org/10.1007/s002640000177>
- [11] Li, Y., Zhou, Z., Shen, B., Yang, J., Kang, P., Yang, X., Liu, G. and Pei, F. (2013) Clinical Features of Kashin-Beck Disease in Adults Younger than 50 Years of Age during a Low Incidence Period: Severe Elbow and Knee Lesions. *Clinical Rheumatology*, **32**, 317-324. <https://doi.org/10.1007/s10067-012-2115-0>
- [12] Cao, C.X., Zhang, Y.G., Wu, S.X., Younas, M.I. and Guo, X. (2013) Association of Clinical Features of Bone and Joint Lesions between Children and Parents with Kashin-Beck Disease in Northwest China. *Clinical Rheumatology*, **32**, 1309-1316. <https://doi.org/10.1007/s10067-013-2267-6>
- [13] 张等锋, 高秋明. 大骨节病防治研究进展[J]. 中国地方病防治, 2022(5): 380-384.
- [14] Zeng, Y., Zhou, Z., Shen, B., Yang, J., Kang, P., Zhou, X., Zou, L. and Pei, F. (2014) X-Ray Image Characteristics and Related Measurements in the Ankles of 118 Adult Patients with Kashin-Beck Disease. *Chinese Medical Journal*, **127**, 2479-2483.
- [15] Paley, D. and Hall, H. (1993) Intra-Articular Fractures of the Calcaneus. A Critical Analysis of Results and Prognostic Factors. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, **75**, 342-354. <https://doi.org/10.2106/00004623-199303000-00005>
- [16] Basile, A. (2012) Subjective Results after Surgical Treatment for Displaced Intra-Articular Calcaneal Fractures. *The Journal of Foot and Ankle Surgery: Official Publication of the American College of Foot and Ankle Surgeons*, **51**, 182-186. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2011.10.042>
- [17] Swanson, S.A., Clare, M.P. and Sanders, R.W. (2008) Management of Intra-Articular Fractures of the Calcaneus. *Foot and Ankle Clinics*, **13**, 659-678. <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2008.09.006>
- [18] Carr, J.B., Hansen, S.T. and Benirschke, S.K. (1988) Subtalar Distraction Bone Block Fusion for Late Complications of Os Calcis Fractures. *Foot & Ankle*, **9**, 81-86. <https://doi.org/10.1177/107110078800900204>
- [19] David, V., Stephens, T.J., Kindl, R., Ang, A., Tay, W.H., Asaid, R. and McCullough, K. (2015) Calcaneotalar Ratio: A New Concept in the Estimation of the Length of the Calcaneus. *The Journal of Foot and Ankle Surgery: Official Publication of the American College of Foot and Ankle Surgeons*, **54**, 370-372. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2014.08.008>
- [20] Amuti, T., Muuthuri, N., Nichome, L., Ouko, I., Misiani, M., Olabu, B. and Ogeng'o, J. (2020) Morphometric Dimensions of the Calcaneus. *The Journal of Foot and Ankle Surgery: Official Publication of the American College of Foot and Ankle Surgeons*, **59**, 949-952. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2019.09.040>
- [21] Doğan, A., Albayrak, M., Akman, Y.E. and Zorer, G. (2006) The Results of Calcaneal Lengthening Osteotomy for the Treatment of Flexible Pes Planovalgus and Evaluation of Alignment of the Foot. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, **40**, 356-366.
- [22] Giannini, S., Ceccarelli, F., Vannini, F. and Baldi, E. (2003) Operative Treatment of Flatfoot with Talocalcaneal Coalition. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **411**, 178-187. <https://doi.org/10.1097/01.blo.0000069897.31220.7a>
- [23] Kwak, Y.H., Park, K.B., Park, H.W. and Kim, H.W. (2008) Use of Allograft in Skeletally Immature Patients for Calcaneal Neck Lengthening Osteotomy. *Yonsei Medical Journal*, **49**, 79-83. <https://doi.org/10.3349/ymj.2008.49.1.79>