

骨关节炎影像学表现与运动功能障碍的关联性研究

周林峰

宜兴市第五人民医院放射科 江苏宜兴

【摘要】研究骨关节炎（OA）影像学表现与运动功能障碍的关联性。选取宜兴市第五人民医院从 2023 年 5 月-2025 年 5 月收治的 92 例 OA 患者开展研究。将其按照 K-L 分级分为轻中度组与重度组。对比两组运动功能，各项 CT 影像学参数。分析影像学参数与运动功能指标的相关性。结果显示，轻中度组 6min 步行距离、30s 椅立次数高于重度组，而计时起走时间、爬楼梯时间、西安大略和麦克马斯特大学骨关节炎指数（Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index, WOMAC）总分低于重度组（ $P < 0.05$ ）。轻中度组各项 CT 影像学参数高于重度组（ $P < 0.05$ ）。Pearson 相关性发现，OA 患者运动功能障碍与各项 CT 影像学参数成正比（ $P < 0.05$ ）。研究发现，OA 患者 CT 影像学参数与运动功能障碍密切相关。

【关键词】骨关节炎；CT；影像学参数；运动功能障碍；关联性

【收稿日期】2025 年 11 月 15 日 **【出刊日期】**2025 年 12 月 12 日 **【DOI】**10.12208/j.ijsr.20250001

Study on the correlation between imaging findings of osteoarthritis and motor dysfunction

Linfeng Zhou

The Department of Radiology, Fifth People's Hospital of Yixing City, Yixing, Jiangsu

【Abstract】To study the correlation between the imaging manifestations of osteoarthritis (OA) and motor dysfunction. A total of 92 patients with OA admitted to the Fifth People's Hospital of Yixing from May 2023 to May 2025 were selected for the study. The patients were divided into mild-moderate group and severe group according to K-L classification. The motor function and CT imaging parameters were compared between the two groups. The correlation between imaging parameters and motor function indexes was analyzed. The results showed that compared with the severe group, the mild-moderate group had significantly higher 6min walking distance and 30s chair standing times, and significantly lower timed up and go time, stair climbing time, and The total score of the Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) was lower than that in the severe group ($P < 0.05$). The mild-to-moderate group had significantly higher CT imaging parameters than the severe group ($P < 0.05$). Pearson correlation analysis showed that motor dysfunction in OA patients was directly proportional to CT imaging parameters ($P < 0.05$). Studies have found that CT imaging parameters are closely related to motor dysfunction in OA patients.

【Keywords】Osteoarthritis; CT; Imaging parameters; Motor dysfunction; Relevance

骨关节炎（osteoarthritis, OA）是骨科临床最为常见的一类退行性关节疾病，患者临床症状包括关节疼痛、僵硬以及运动功能障碍等，甚至可能引起日常生活能力的丧失^[1-2]。其中运动功能障碍是上述患者的核心症状，也是疾病管理的重点干预目标。故而，对 OA 患者运动功能障碍进行准确的评估显得尤为重要，可为后续干预策略的制定与实施提供指导依据。另有研究表明^[3-4]，OA 患者主要病理表现

包括关节软骨进行性丢失、软骨下骨重塑、骨赘形成以及滑膜炎症等，上述病理表现可通过影像学手段进行观察与评估。目前，CT 成像技术在 OA 诊断与病情评估中应用价值已获得不少研究报道证实^[5-6]。且相较于 X 线片而言，CT 可提供清晰的三维解剖信息，避免组织重叠干扰；相较于磁共振成像而言，CT 在显示骨组织方面特异性更高，且操作简便、检查费用低廉、不受金属植入物干扰等。然而，有关

作者简介：周林峰（1988-）男，江苏宜兴人，本科，主治医师，研究方向：放射科。

OA 患者 CT 影像学特征与运动功能障碍关联性的研究鲜有报道。本文通过研究 OA 影像学表现与运动功能障碍的关联性。以期对上述患者病情的精准评估与个体化干预提供指导依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取宜兴市第五人民医院从 2023 年 5 月-2025 年 5 月收治的 92 例膝关节 OA 患者开展研究。其中男 52 例,女 40 例;年龄 33-78 岁,平均 (53.18 ± 10.27) 岁;体质指数 $18-30\text{kg/m}^2$,平均 $(23.17 \pm 2.45)\text{kg/m}^2$;病变部位:单侧 61 例,双侧 31 例;不健康行为习惯:吸烟 10 例,饮酒 12 例;合并慢性病:高血压 11 例,糖尿病 9 例,高脂血症 6 例。研究经医院医学伦理委员会批准(LC20230511)。

纳入标准:①与《中国骨关节炎诊疗指南(2021 年版)》^[7]中的 OA 诊断标准相符;②K-L 分级 ≥ 2 级;③纳入研究前未接受任何相关治疗;④知情并签署同意书;⑤年龄 >18 周岁。排除标准:①同期存在类风湿性关节炎或痛风性关节炎等关节疾病;②既往有膝关节手术史;③存在 CT 检查禁忌证;④合并严重心脑血管疾病或(和)神经肌肉疾病;⑤伴有恶性肿瘤。

1.2 方法

(1) CT 检查:仪器选用负重位锥形束 CT。检查前告知受检者取站立位,保持双足外旋 10° ,膝关节屈曲 20° 。扫描参数设置如下:电压为 120 kVp,电流为 5mA,扫描范围 $20\text{cm} \times 35\text{cm} \times 35\text{cm}$,体素大小 0.37mm 各向同性,有效辐射剂量 0.1mSv 左右。扫描获取图像后传输至后处理工作站,由医院经验丰富的放射科医师完成各项影像学参数的测量。①三维关节间隙宽度(Joint Space Width, JSW):以半自动分割算法测量内侧、外侧最小 JSW 与内侧平均 JSW。②肌肉体积(Muscle Volume, MV):以股骨内侧髁最突出点为基准,向近端延伸 200 mm,半自动分割股四头肌群(股直肌、股内侧肌、股外侧肌、股中间肌),计算 MV。③MV 指数:即 MV/身高(m)²。

(2) 运动功能评估:①6min 步行测试:叮嘱患者在 6min 内,以最快的速度在平坦笔直的走廊中行走,记录行走总距离。②30s 椅立测试:使用无扶手座椅(座高 43cm),患者双臂交叉于胸前,从坐位完全站起再完全坐下,记录上述时间内完成的总次数。③计时起走测试:叮嘱患者从座椅(座高 43cm)站起,以舒适速度步行 3 米,转身返回并坐下,记录完成时间。④爬楼梯测试:叮嘱患者以最快速度上下 11 级台阶(每级台阶高度为 17cm),记录完成时间,允许使用扶手。⑤西安大略和麦克马斯特大学骨关节炎指数(Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index, WOMAC)^[8]:上述量表主要内容涉及疼痛、僵硬与功能困难 3 个维度,共有条目 24 项,各条目分值 0-4 分,总分 0-96 分,得分高预示运动功能障碍程度严重。

(3) 分组方式:将患者按照 K-L 分级分为轻中度组(2-3 级)与重度组(4 级)。其中 K-L 分级标准如下^[9]:①0 级:无功能障碍;②1 级:有轻微疼痛,但运动功能无障碍;③2 级:关节间隙疑似有狭窄,有骨赘可能,且长时间行走后关节疼痛;④3 级:关节间隙明确狭窄,有多发性骨赘,且活动时关节疼痛明显;⑤4 级:关节间隙消失,软骨下骨硬化/变形,有大量骨赘,有静息痛,关节僵硬/畸形。

1.3 观察指标

对比两组运动功能,各项 CT 影像学参数。

1.4 统计学处理

数据分析以 SPSS 24.0 软件处理。以 $(\bar{x} \pm s)/[n(\%)]$ 实现计量/计数数据的表示,行 t/χ^2 检验。OA 患者运动功能障碍与各项 CT 影像学参数的关系选用 Pearson 相关性分析。 $P < 0.05$ 即差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组运动功能对比

轻中度组 6min 步行距离、30s 椅立次数高于重度组,而计时起走时间、爬楼梯时间、WOMAC 总分低于重度组($P < 0.05$),见表 1。

表 1 两组运动功能对比($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	6min 步行距离(m)	30s 椅立次数(次)	计时起走时间(s)	爬楼梯时间(s)	WOMAC 总分(分)
轻中度组	57	409.51 $\pm$ 57.38	11.29 $\pm$ 2.74	10.40 $\pm$ 2.33	16.82 $\pm$ 3.71	54.29 $\pm$ 12.71
重度组	35	320.29 $\pm$ 64.57	9.05 $\pm$ 2.10	13.58 $\pm$ 3.11	21.30 $\pm$ 5.29	70.50 $\pm$ 16.25
t 值	-	6.902	4.144	5.584	4.769	5.334
P 值	-	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.2 两组 CT 影像学参数对比

轻中度组各项 CT 影像学参数高于重度组 ($P < 0.05$), 见表 2。

2.3 OA 患者运动功能障碍与各项 CT 影像学参数的相关性分析

Pearson 相关性发现, OA 患者内侧最小 JSW、内侧平均 JSW、外侧最小 JSW、股四头肌 MV、MV 指数与 6min 步行距离、30s 椅立次数均成正比, 与计时起走时间、爬楼梯时间、WOMAC 总分均成反比 (均 $P < 0.05$), 见表 3。

表 2 两组 CT 影像学参数对比 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	内侧最小 JSW (mm)	内侧平均 JSW (mm)	外侧最小 JSW (mm)	股四头肌 MV (cm^3)	MV 指数 (cm^3/m^2)
轻中度组	57	1.68 ± 0.36	3.09 ± 0.73	3.52 ± 0.84	326.17 ± 60.37	139.04 ± 23.05
重度组	35	1.02 ± 0.21	2.05 ± 0.51	2.73 ± 0.62	271.03 ± 52.45	120.30 ± 20.40
t 值	-	9.853	7.387	4.813	4.465	3.951
P 值	-	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001

表 3 OA 患者运动功能障碍与各项 CT 影像学参数的相关性分析

相关指标	6min 步行距离		30s 椅立次数		计时起走时间		爬楼梯时间		WOMAC 总分	
	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值
内侧最小 JSW	0.612	< 0.001	0.582	< 0.001	-0.594	< 0.001	-0.612	< 0.001	-0.688	< 0.001
内侧平均 JSW	0.625	< 0.001	0.601	< 0.001	-0.608	< 0.001	-0.620	< 0.001	-0.692	< 0.001
外侧最小 JSW	0.617	< 0.001	0.593	< 0.001	-0.611	< 0.001	-0.616	< 0.001	-0.701	< 0.001
股四头肌 MV	0.609	< 0.001	0.587	< 0.001	-0.598	< 0.001	-0.607	< 0.001	-0.665	< 0.001
MV 指数	0.633	< 0.001	0.614	< 0.001	-0.572	< 0.001	-0.621	< 0.001	-0.647	< 0.001

3 讨论

OA 是导致中老年人慢性残疾的重要原因之一, 随着国内人口老龄化态势的日益凸显, OA 患病率呈逐年升高趋势, 对医疗系统与社会经济带来极大的负担^[10-12]。OA 患者普遍存在不同程度的运动功能障碍, 主要表现为步行能力下降、起坐困难、平衡功能降低以及日常生活活动能力受限等, 严重影响患者身心健康^[13-14]。随着相关研究的持续深入, 越来越多的学者发现, OA 患者普遍存在神经生理异常改变, 包括运动皮层的活性、脊髓反射兴奋性以及本体感觉功能下降等, 且上述改变可能直接受关节结构异常改变影响^[15-16]。由此推测, 探寻一种可准确评估 OA 患者关节结构异常状况的影像学技术意义重大, 可为患者诊治提供可靠依据。CT 是临床上应用较为广泛的影像学技术之一, 其可通过三维成像真实反映关节功能状态, 且具有各向同性体素高分辨率的特点, 有利于精确的定量测量。

本研究中, 轻中度组 6min 步行距离、30s 椅立次数高于重度组, 而计时起走时间、爬楼梯时间、WOMAC 总分低于重度组 ($P < 0.05$)。轻中度组各项 CT 影像学参数高于重度组 ($P < 0.05$)。且经 Pearson 相关性发现 OA 患者内侧最小 JSW、内侧平

均 JSW、外侧最小 JSW、股四头肌 MV、MV 指数与 6min 步行距离、30s 椅立次数均成正比, 与计时起走时间、爬楼梯时间、WOMAC 总分均成反比。这提示了 OA 患者 CT 影像学参数与运动功能障碍密切相关。考虑原因, 可能是 JSW 反映了软骨结构完整性, MV 反映了软组织功能储备, 二者共同构成功能损害的关键结构基础。此外, 从生物力学角度上分析, 关节间隙狭窄会引起关节负荷分布异常, 软骨下骨所承受的负荷过度, 进而易导致疼痛, 限制步行能力, 最终导致运动功能障碍。另有研究表明^[17-18], JSW 直接反映了关节软骨的厚度与半月板的完整性, 而 JSW 值越大意味着关节间隙保存良好, 股骨与胫骨之间的缓冲机制更佳, 从而促使个体在步行或椅立过程中, 有效分散关节内压应力与剪切力, 有效降低了运动过程中的骨摩擦或软骨下骨过度负荷, 最终有利于患者完成更长时间或更高强度的活动。较宽的 JSW 反映了软骨下骨、骨膜等富含神经的结构所受到的保护更理想, 促使其在负重时不易产生关节内高压。故而, 患者在日常生活中出现的疼痛更少, 疼痛的减少直接消除了对中枢神经系统的抑制, 确保运动募集更顺利, 最终表现为运动功能良好。股四头肌属于膝关节最关键的伸肌与

“减震器”，在步行脚跟触地时，股四头肌离心收缩，通过肌肉的延展性吸收地面反作用力^[19-20]。因此，较大的 MV 与较高的 MV 指数意味着更强的离心控制能力，可更好地保护关节软骨免受冲击，有效预防运动功能障碍的发生。

4 结语

综上所述，OA 患者 CT 影像学特征与运动功能障碍程度明显相关，前者可为 OA 患者疾病严重程度评估与运动功能预测提供客观量化依据，值得临床推广应用。

参考文献

- [1] van der Meulen C, Kortekaas MC, D'Agostino MA, et al. Synovitis scoring in hand osteoarthritis with ultrasonography: the performance of the Global OMERACT/EULAR Ultrasound Synovitis Score (GLOESS) is comparable to synovial thickening alone[J]. RMD Open, 2024, 10(4):e005002.
- [2] 陈凤娜, 吴为明, 乐益鸣. 八段锦功能锻炼对老年慢性膝骨关节炎患者运动能力、自我管理效能的影响[J]. 中华健康管理学杂志, 2020, 14(6):556-559.
- [3] 张军武, 台琦. 膝关节屈曲体位与运动体位间断缝合切口对膝关节炎患者人工全膝关节置换术后疼痛、功能恢复的影响[J]. 医学临床研究, 2022, 39(10):1563-1566.
- [4] 范祎, 李敏, 高晴, 等. 全身振动训练联合八段锦运动对膝骨关节炎患者运动功能及 RhoA/ROCK 炎症通路的影响[J]. 分子诊断与治疗杂志, 2025, 17(10):1968-1971.
- [5] 靳焕利, 全向莎. MRI 与 CT 在膝关节退行性骨关节炎软骨损伤分级诊断中的应用效果比较[J]. 航空航天医学杂志, 2025, 36(7):811-813.
- [6] 许鹏君, 许晨思, 孙钢, 等. 膝骨性关节炎关节状态与西安大略和麦克马斯特大学骨关节炎指数评分水平的定量 CT 研究[J]. 创伤与急危重病医学, 2025, 13(2):145-147, 160.
- [7] 中华医学会骨科学分会关节外科学组, 中国医师协会骨科医师分会骨关节炎学组, 国家老年疾病临床医学研究中心(湘雅医院), 等. 中国骨关节炎诊疗指南(2021 年版)[J]. 中华骨科杂志, 2021, 41(18):1291-1314.
- [8] 王轶稀, 丁全茂, 程炳瑞. 膝骨关节炎患者基于 MRI 下渗出性滑膜炎体积与 WOMAC 亚域评分的相关性[J]. 医学综述, 2021, 27(24):4970-4974.
- [9] 李健伟, 胡锋, 殷琴, 等. 创伤性膝骨关节炎患者血清基质金属蛋白酶-13、基质金属蛋白酶组织抑制因子-1、骨硬化蛋白水平与预后的相关性[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2023, 31(8):43-47.
- [10] 李亚, 陈立早, 祁芳, 等. 基于“筋骨平衡理论”探讨温针灸联合运动康复对膝骨关节炎疼痛及膝关节功能的影响[J]. 湖南中医药大学学报, 2023, 43(2):332-337.
- [11] 王宏庆, 董婕, 梁庆晨, 等. 开放楔形胫骨高位截骨术与膝单髁置换术治疗 K-L III 级膝内侧间室骨关节炎的术后运动功能比较[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2024, 17(5):423-430.
- [12] 吴佳, 李敏, 余文景, 等. 点穴揉筋法治疗膝骨关节炎伴功能障碍患者临床疗效及对其功能恢复的影响[J]. 世界中西医结合杂志, 2020, 15(12):2176-2180.
- [13] 刘文君, 郝建英. 太极运动治疗骨关节炎患者关节疼痛、僵硬及功能障碍的系统评价及 Meta 分析[J]. 中国老年学杂志, 2020, 40(16):3471-3475.
- [14] 郭洁梅, 陈鹏, 蔡唐彦, 等. 从“筋骨、痹痿、虚实、动静、刚柔”谈膝骨关节炎功能障碍的特点[J]. 康复学报, 2021, 31(1):69-72, 82.
- [15] 唐超, 王清, 张莹, 等. 枢椎侧块关节面不均匀沉降的解剖特征及其与寰枢椎骨关节炎的相关性[J]. 中华骨科杂志, 2025, 45(9):531-541.
- [16] 刘丽. 退行性膝骨性关节炎患者分别行 MSCT 及 MRI 扫描的结果及影像学特征对比研究[J]. 影像研究与医学应用, 2022, 6(17):116-118.
- [17] 徐耿彬, 茹江英. 关节间隙宽度测量对内侧膝关节单髁置换效果及预后的影响[J]. 中国组织工程研究, 2024, 28(36):5877-5883.
- [18] 姚放鸣, 谷邦宁, 杨旭辉, 等. 下肢肌肉分布与内翻型膝骨关节炎进展及肌少症的相关性[J]. 中华关节外科杂志(电子版), 2025, 19(3):292-301.
- [19] 周坤, 刘婷, 姜艳菊, 等. 孟德尔随机化分析膝骨关节炎疼痛与肌力的因果关联[J]. 山东大学学报(医学版), 2025, 63(11):61-67.
- [20] 李国华, 林英权, 罗肖红, 等. 中老年妇女肌肉形态结构与骨密度影像学的相关性[J]. 海南医学, 2020, 31(1):55-58.

版权声明:©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

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



OPEN ACCESS