

·膝关节·

膝骨关节炎患者前交叉韧带功能影像学影响因素分析

高广涵¹ 张耀南² 石磊² 王林² 王飞² 郑子天² 王鸿禹¹ 郭民政¹ 薛庆云²

【摘要】目的 探究在膝骨关节炎患者中,通过膝关节正、侧位X线片中的影像学信息判断前交叉韧带功能的方法。**方法** 回顾性选取2021年10月至2023年12月,因膝骨关节炎入院治疗的患者156例,通过在手术中验证患者前交叉韧带功能并将其分为前交叉韧带功能组和失功能组,对比两组患者在膝关节侧位片中胫骨平台磨损深度及最深位置、胫骨平台前后1/3位置磨损深度和正侧位片中膝关节骨赘分布情况,采用二元Logistic回归分析影像学变量对前交叉韧带功能判断的影响。**结果** 共156例患者纳入本研究,男性59例(37.8%),女性97例(62.2%)。根据术中验证156例膝骨关节炎患者前交叉韧带功能结果,分为有功能组85例(54.5%),失功能组71例(45.5%)。有功能组磨损最深位置位于后方的占比为30.6%,失功能组磨损最深位置位于后方的占比为71.8%;有功能组 $D=1.7(1.3, 2.1)$ mm, $d_1=1.2(0.8, 1.6)$ mm, $d_2=0.8(0.5, 1.1)$ mm, 失功能组 $D=2.3(1.8, 2.8)$ mm, $d_1=1.5(1.1, 2.1)$ mm, $d_2=1.8(1.0, 2.3)$ mm;有功能组胫骨平台及髌间有骨赘的占比分别为45.9%和38.8%,失功能组相应占比分别为73.2%和83.1%。有功能组K-L分级为Ⅳ级的占比为30.6%,失功能组K-L分级为Ⅳ级的占比为62.0%。磨损最深位置位于胫骨平台前方以及髌间没有骨赘是判断前交叉韧带功能的保护因素,而胫骨平台后1/3处磨损深度则为影响前交叉韧带功能的危险因素。**结论** 前交叉韧带失功能的患者在膝关节侧位X线上表现为内侧胫骨平台磨损加重,且以后方磨损为著,并多伴有胫骨平台骨赘的增生,正位片多见髌间骨赘的增生。胫骨平台磨损最深位置、后1/3处磨损情况以及髌间骨赘增生情况可帮助医生准确判断ACL功能。

【关键词】 膝骨关节炎; 前交叉韧带; X线

X-ray imaging analysis of anterior cruciate ligament function in patients with knee osteoarthritis

Gao Guanghan¹, Zhang Yaonan², Shi Lei², Wang Lin², Wang Fei², Zheng Zitian², Wang Hongyu¹, Guo Minzheng¹, Xue Qingyun². ¹Beijing Hospital, National Center of Gerontology, Institute of Geriatric Medicine, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Beijing 100730, China; ²Beijing Hospital, National Center of Gerontology, Institute of Geriatric Medicine, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100730, China

Corresponding author: Qingyun Xue, Email: xueqingyun2018@163.com

【Abstract】 Objective To evaluate the function of anterior cruciate ligament (ACL) more accurately in patients with knee osteoarthritis through the imaging information of anteroposterior and lateral knee X-ray. **Methods** 156 patients admitted to hospital with knee osteoarthritis from October 2021 to December 2023 were retrospectively selected. ACL function was verified during surgery and the patients were divided into functional and non-functional ACL groups. The wear depth and deepest position of the tibial plateau, the wear depth of anterior and posterior the tibial plateau in 1/3 position, and the distribution of knee osteophytic features in the anteroposterior and lateral knee X-ray of the two groups were compared, and the influence of imaging variables on the judgment of ACL function was analyzed by binary Logistic regression. **Results** A total of 156 patients were included in this study, with 59 males (37.8%) and 97 females (62.2%). According to the results of ACL function verification in 156 patients with knee osteoarthritis, they were divided into functional group (85 cases) and non-functional group (71 cases). In the functional group, the deepest wear po-

sition in the posterior was 30.6%, and in the non-functional group, the deepest wear position in the posterior was 71.8%. $D=1.7(1.3, 2.1)\text{mm}$, $d_1=1.2(0.8, 1.6)\text{mm}$ and $d_2=0.8(0.5, 1.1)\text{mm}$ in functional group, $D=2.3(1.8, 2.8)\text{mm}$, $d_1=1.5(1.1, 2.1)\text{mm}$ and $d_2=1.8(1.0, 2.3)\text{mm}$ in non-functional group; The proportions of osteophytes in tibial plateau and intercondylar fossa were 45.9% and 38.8% in functional group, 73.2% and 83.1% in non-functional group, respectively. The proportion of the functional group with K-L grade IV was 30.6%, and the proportion of the non-functional group with K-L grade IV was 62.0%. The deepest wear in front of the tibial plateau and the absence of osteophyte between the condyles are protective factors for judging ACL function, while the wear depth in the posterior 1/3 of the tibial plateau is a risk factor for affecting ACL function. **Conclusion** The patients with ACL dysfunction showed increased wear of the medial tibial plateau on X-ray, and the wear was mainly posterior, accompanied by the proliferation of osteophyte in tibial plateau and intercondylar fossa. The location of the deepest wear of the tibial plateau, the wear in the posterior 1/3 of the tibial plateau, and the intercondylar osteophyte proliferation can help accurately judge ACL function.

【Key words】 Osteoarthritis; Knee; Anterior cruciate ligament; X-ray

膝骨关节炎作为一种老年人中常见的慢性疾病,其发病表现、进展方式、预后结局常具有高度的规律性^[1]。前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)作为膝关节中重要的引导膝关节运动的韧带组织,它可以抵抗胫骨前平移和旋转负荷,是在高冲击或运动活动中最经常受伤的结构之一^[2-4]。ACL撕裂时不能愈合^[5],而且在膝骨关节炎的发生发展中常产生一系列生理病理变化,其损伤、退变甚至断裂也是加重膝骨关节炎的重要因素^[6-7]。在临床中准确地判断膝骨关节炎患者ACL功能不仅可以帮助临床医师判断患者疾病进展情况,还可以协助术者准确地选择膝关节置换手术的适应证。尤其是在牛津活动平台单髁手术的适应证选择中,ACL功能的判断是至关重要的^[8]。一般来说,ACL的功能只能在术中确定。因此,对于拟行单髁置换术的患者来说,两种术式即单髁置换术和全膝置换术均必须获得患者的同意,并且必须准备两种手术的必要设备器械和医务人员,以备术中发现ACL功能缺失的情况。医生虽然可以通过X线片获得关于关节间隙、力线、骨赘等信息,但ACL只能进行间接评估。目前在牛津单髁置换手册中推荐的是使用侧位X线片判断的方法,认为在膝骨关节炎患者ACL功能完整的情况下,磨损只存在于胫骨平台前部或中央部;当ACL功能缺失时磨损延伸到胫骨平台后方或出现股骨向后方半脱位^[9-10]。目前多项研究表明,膝关节侧位X线片对于判断ACL功能有着独到的优势,甚至在敏感性和特异性上超过了磁共振检查^[6,7,11-13],但也有研究表示侧位片的敏感性(36%)和特异性(79%)较低^[14]。我们认为产生这种争论的原因在于,目前研究者对于膝骨关节炎患者X线影像学分

析不够充分,结论只是依托于White等提出的前内侧骨关节炎(anteromedial osteoarthritis of the knee, AMOA)理论,停留在“ACL功能与侧位X线片磨损位置有关”的方向上,未对膝关节正、侧位X线表现出的其他可能有价值的影像学特点进行分析,而且对于磨损位置的描述也仅停留在“前”“后”的简单概念上。本研究通过收集既往病例标准的膝关节正、侧位X线片,分析量化其中的影像学信息,在术中验证患者ACL功能,探究如何精准地通过X线判断膝骨关节炎患者ACL功能。

资料与方法

一、纳入及排除标准

纳入标准:(1)膝骨关节炎患者K-L分级Ⅲ-Ⅳ级行膝关节置换手术的患者(全膝关节置换与单髁关节置换);(2)术前膝关节X线正、侧位片资料齐全的患者;(3)术中对ACL功能进行测试并记录的患者。

排除标准:(1)类风湿关节炎患者;(2)神经肌肉疾病患者;(3)有膝关节外伤史的患者;(4)术前膝关节X线正、侧位片拍摄不标准的患者。

二、一般资料

回顾性选取我院2021年10月至2023年12月因膝骨关节炎入院行膝关节置换治疗的患者206例,包括全膝关节置换108例与单髁关节置换98例。其中8例因患有类风湿关节炎被排除,42例因侧位片不标准无法准确测量被排除,最后共156例患者纳入本研究。男性59例(37.8%),女性97例(62.2%),年龄50~95岁,平均为 (70.0 ± 7.3) 岁,身体质量指数

19.2~35.4 kg/m², 平均为(26.9±3.5)kg/m²。所有患者无明确膝关节韧带损伤史及手术史。

所有手术均由同一组医师完成,本研究已获得本院医学伦理委员会批准(2018BJYYEC-031-01)及所有入选患者的知情同意。

三、影像学测量

选取标准膝关节X线侧位片,即股骨内外侧髁边缘影像高度重叠,对膝关节屈伸程度不作要求(见图1~2)。根据投照比例尺测算图像中需要测量的距离(见图3)。在侧位片中测量观察的内容包括:(1)内侧胫骨平台磨损最深处位于平台的位置(前方或后方);(2)内侧胫骨平台磨损最大深度(D/mm);(3)内侧胫骨平台前1/3处磨损深度(d₁/mm);(4)内侧胫骨平台后1/3处磨损深度(d₂/mm);(5)内侧胫骨平台骨赘;(6)股骨后髁骨赘。在正位片中观察的内容包括:(1)膝骨关节炎K-L分级;(2)髁间骨赘。所有测量均由相同两名医师完成,每人前后各测量一次,连续变量取两人两次测量结果平均值,等级及分类变量由两人讨论达成一致后确定。

四、ACL功能判断

术者在膝关节置换术中进行ACL功能的判断(见图4~5)。充分暴露术野后观察ACL是否存在,不存在者纳入ACL失功能组。ACL存在时需用小拉钩测试其张力,若ACL失去张力,在拉钩牵引下韧带松弛、过度形变甚至断裂,则纳入ACL失功能组;反之纳入ACL有功能组。

五、随访与康复

通过电话和门诊复查的方式进行随访。分别于术后2周、1个月、3个月、6个月、12个月、24个月进行门诊随访,以后每年至少1次门诊检查,未能前来门诊的患者以电话方式进行随访。所有患者在门诊复查时均拍摄膝关节正侧位X线片。出院时指导患者正确使用助步器、规范康复锻炼动作,嘱患者多做踝泵运动预防下肢深静脉血栓。术后首次复诊时观察伤口愈合情况及下肢肿胀情况,指导患者加强患肢股四头肌功能锻炼强度,设定康复锻炼计划,循序渐进式地增加患者下肢肌肉强度和膝关节活动度。每次门诊根据患者康复情况及时调整康复锻炼计

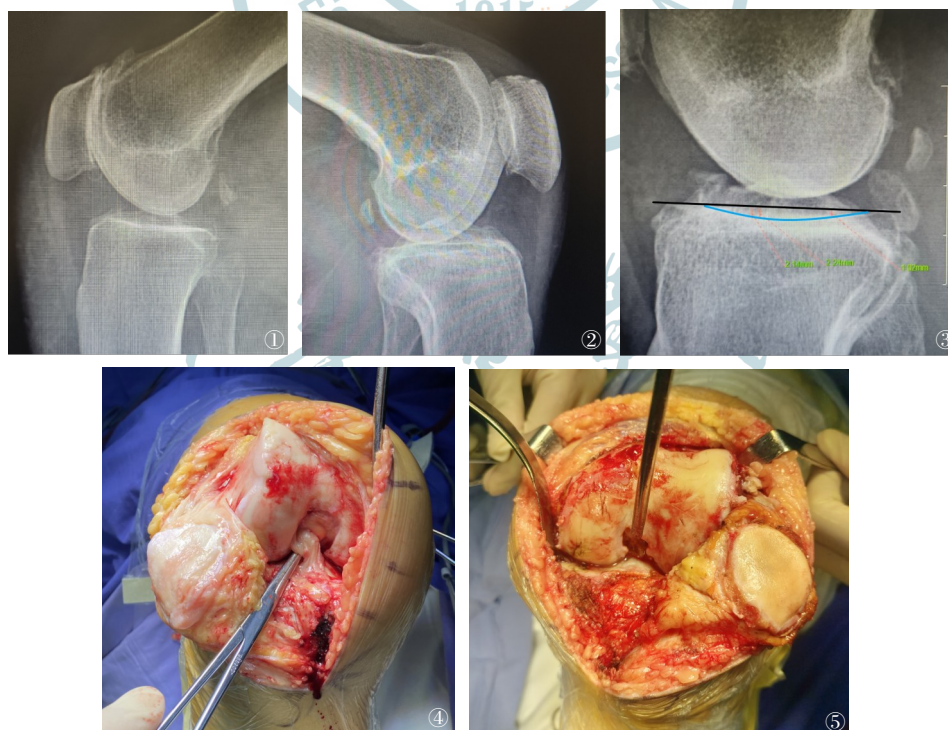


图1~2 膝骨关节炎膝关节侧位片。图1 患者女性,68岁,膝骨关节炎标准侧位片,股骨内外侧髁高度重叠;图2 患者女性,71岁,膝骨关节炎侧位片,股骨内外侧髁重叠不佳被排除。图3 磨损深度测量。黑线为磨损前胫骨平台关节线,蓝色为磨损后胫骨平台关节线。图4~5 膝关节置换术中验证ACL功能。图4 患者女性,69岁,膝骨关节炎UKA术中发现ACL连续,张力尚可,有功能;图5 患者女性,70岁膝骨关节炎TKA术中发现ACL大部分断裂或消失,失功能。

划,完善需要的检查。

六、统计学方法

应用SPSS 21.1软件(IBM,美国)对数据进行分析。患者年龄、BMI数据符合正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 的形式表示,D、d₁、d₂数据不符合正态分布,以中位数及第25、75百分位数[M(P₂₅, P₇₅)]表示。差异性分析对于正态数据如年龄、BMI采用两独立样本t检验,非正态连续性变量如D、d₁、d₂采用非参数检验中Mann-Whitney U检验,分类变量如性别、侧别、磨损最深位置、骨赘有无情况、K-L分级采用卡方检验。采用二元Logistic回归分析确定与ACL功能有关的影像学因素。P<0.05确定为有统计学差异。

结 果

一、一般情况

根据术中验证156例膝关节炎患者ACL功能结果,分为有功能组85例(54.5%),失功能组71例(45.5%)。有功能组年龄为(68.0±7.0)岁,失功能组为(72.4±7.0)岁,差异具有统计学意义。性别、侧别、BMI对比未见统计学差异,详见表1。

二、影像学测量

在影像学资料中,两组患者除股骨后方骨赘无统计学差异外,其余对比均有统计学差异。有功能组磨损最深位置位于后方的占比为30.6%,失功能组磨损最深位置位于后方的占比为71.8%;有功能组D=1.7(1.3, 2.1)mm, d₁=1.2(0.8, 1.6)mm, d₂=0.8(0.5, 1.1)mm,失功能组D=2.3(1.8, 2.8)mm, d₁=1.5(1.1, 2.1)mm, d₂=1.8(1.0, 2.3)mm;有功能组胫骨平台及髌间有骨赘的占比分别为45.9%和38.8%,失功能组相应占比分别为73.2%和83.1%。有功能组K-L分级为Ⅳ级的占比为30.6%,失功能组K-L分级为Ⅳ级的占比为62.0%。详见表2。

三、多因素分析

选取表2中具有统计学差异的影像学因素,进行线性分析后发现VIF值均小于5,说明因素间不存在严重的多重共线性,遂进行与ACL功能相关的Logistic回归分析,其中磨损最深位置、d₂与髌间骨赘具有统计学意义,OR值分别为0.291、5.244、0.231。磨损最深位置分析为“前方”比“后方”,髌间骨赘分析为“无”比“有”,故磨损最深位置位于胫骨平台前方以及髌间没有骨赘是影响判断ACL功

表1 156例膝关节炎患者的一般资料

组别	例数	年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	性别(例)		侧别(例)		BMI(kg·m ⁻² , $\bar{x} \pm s$)
			男	女	左	右	
ACL有功能组	85	68.0±7.0	38	47	43	42	27.3±3.8
ACL失功能组	71	72.4±7.0	21	50	32	39	26.4±3.1
统计值		t=-3.964	$\chi^2=3.765$		$\chi^2=0.472$		t=1.577
P值		<0.001	0.052		0.492		0.117

表2 156例膝关节炎患者的影像学测量

组别	例数	磨损最深位置(例)		D[mm, M(P ₂₅ , P ₇₅)]	d ₁ [mm, M(P ₂₅ , P ₇₅)]	d ₂ [mm, M(P ₂₅ , P ₇₅)]		
		前	后					
ACL有功能组	85	59	26	1.7(1.3, 2.1)	1.2(0.8, 1.6)	0.8(0.5, 1.1)		
ACL失功能组	71	20	51	2.3(1.8, 2.8)	1.5(1.1, 2.1)	1.8(1.0, 2.3)		
统计值		$\chi^2=26.326$		Z=-4.988	Z=-3.490	Z=-6.665		
P值		<0.001		<0.001	<0.001	<0.001		

组别	例数	胫骨平台骨赘(例)		股骨后方骨赘(例)		髌间骨赘(例)		K-L分级(例)	
		有	无	有	无	有	无	Ⅲ	Ⅳ
ACL有功能组	85	39	46	46	39	33	52	59	26
ACL失功能组	71	52	18	47	24	59	12	27	44
统计值		$\chi^2=5.322$		$\chi^2=2.345$		$\chi^2=31.344$		$\chi^2=15.403$	
P值		0.021		0.126		<0.001		<0.001	

能的保护因素,而胫骨平台后1/3处磨损深度则为影响判断ACL功能的危险因素,磨损每增加1 mm,判断ACL功能受损的概率便约增加4倍。详见表3。

讨 论

本研究系统地、量化地将膝骨关节炎患者正、侧位X线中包含的影像学信息与患者ACL功能相联系,旨在帮助医生通过X线更精准地判断膝骨关节炎患者ACL功能。我们发现ACL失功能的患者在内侧胫骨平台磨损位置偏后;磨损深度偏大,尤其是在胫骨平台后1/3的位置;胫骨平台骨赘及髌间骨赘更多。在进行进一步的Logistic回归分析后,我们发现胫骨平台后1/3处磨损深度是判断ACL是否失功能的重要危险因素,磨损每增加1 mm,ACL功能受损的概率便约增加4倍。同时磨损位置是否偏后以及髌间是否有骨赘也有助于对膝骨关节炎患者ACL功能进行判断。

一、ACL损伤的病理生理机制

ACL在膝骨关节炎进展过程中也存在着自身的病理生理变化。其退变的病理基础大致分为5个阶段:①撞击;②滑膜磨损;③前方纤维断裂;④尝试修复导致的黏液样改变或者退化导致的扩张;⑤进一步的磨损破裂,至功能完全缺失^[11,15-16]。这也解释了我们研究中发现的两组患者年龄、K-L分级的差异,即随着膝骨关节炎患者年龄、疾病的进展,ACL功能进一步丢失。Ritter等^[17]总结了ACL异常导致膝关节不稳的病例,而在膝关节退变、ACL功能逐渐丢失的过程中,膝关节周围代偿性地产生骨赘以保证稳定性。这一结论也印证了本研究发现的髌间骨赘增生与ACL功能的相关性。不仅如此,ACL损伤是继发膝骨关节炎的重要危险因素,ACL损伤导

致胫骨向前半脱位从而使胫骨平台后外侧撞击股骨外侧髁的前侧,使得这些区域骨和软骨出现损伤的可能增加^[18,19]。

本研究探索了膝关节周围多处可能表现ACL功能缺失而增生的骨赘情况,我们发现股骨后髁处骨赘与ACL功能无关,而胫骨平台骨赘及髌间骨赘在两组中存在显著差异。尤其是髌间骨赘可能作为撞击ACL的重要因素,加速ACL的退变,显著地影响了ACL功能。

二、膝关节前内侧骨关节炎理论与ACL功能判断

1991年White等^[7]提出膝关节前内侧骨关节炎(anteromedial osteoarthritis of the knee, AMOA)理论,认为其是大部分膝骨关节炎患者疾病最初的一个重要阶段,表现为膝关节内侧间室的骨关节炎,后方软骨完好,ACL功能正常,外侧间室保持全层软骨。Keyes等^[10]认为如果胫骨的磨损没有扩展到后方,ACL有95%的可能性保持功能良好,这与本研究发现的“ACL失功能的患者在膝关节侧位X线上表现为内侧胫骨平台磨损加重,且以后方磨损为著”的结论是相符的。Mortazavi等^[20]指出ACL失功能患者常伴有异常的关节面角(胫骨近端关节面和股骨远端关节面所成角),若关节面角 $>14.5^{\circ}$ 则提示可能合并ACL损伤。另外Scott等^[21]通过X线片测量磨损最前端至胫骨前缘的距离评估软骨磨损的比例,发现当软骨磨损超过55%时预测ACL损伤的敏感度和特异度分别为93%和91%。

这些研究揭示了ACL功能对于膝关节骨关节炎进展“模式”的影响,也提示了我们在判断患者ACL功能时,膝关节正侧位X线片中可能还存在可利用的影像学信息,却鲜有研究去发现和讨论,这可能与临床上磁共振检查的普及以及医生对于磁共振的信赖程度有关。但Sharpe等^[11]在膝骨关节炎患者的研究中发现,X线侧位片评价ACL功能状态比磁

表3 156例膝骨关节炎患者ACL功能有无的影像学因素Logistic回归分析

因素	β	SE	Wald	OR	95% CI	P值
磨损最深位置	-1.234	0.560	4.861	0.291	0.091, 0.872	0.027
D	-0.908	0.699	1.689	0.403	0.103, 1.587	0.194
d ₁	1.212	0.622	3.795	3.361	0.993, 11.378	0.051
d ₂	1.657	0.549	9.106	5.244	1.787, 15.384	0.003
胫骨平台骨赘	-0.080	0.513	0.024	0.923	0.338, 2.523	0.876
髌间骨赘	-1.463	0.559	6.852	0.231	0.077, 0.692	0.009
K-L 分级	-0.154	0.523	0.086	0.857	0.307, 2.392	0.769

共振检查和查体的可靠度更高。磁共振是诊断急性ACL损伤的常用办法,但在ACL慢性损伤以及功能判断上存在一定的局限性。在膝骨关节炎患者中,ACL常伴有不同程度的慢性损伤,易造成磁共振诊断特异度降低;另外软骨的丢失常使功能正常的ACL在磁共振影像上表现松弛,导致ACL功能的错误判断^[12]。因此牛津单髁置换手册中一直推荐使用膝关节侧位X线片判断ACL功能,而不是使用磁共振。但既往研究鲜有深入、量化性地对X线中的影像学数据进行测量分析,只是简单使用了“前方”“后方”的概念对侧位片中胫骨平台的磨损进行描述,也没有对周围增生的骨赘进行探索分析。本研究用更直观的数据进一步证实了既往研究的判断,也弥补了其观察不够全面、描述不够具体的不足。虽然本研究中患者进行了两种手术方式的治疗,但相关研究数据未按手术方式进行分组及统计学分析。我们仅利用了两种手术均为开放手术、可以术中验证ACL功能的特点,所以不同的手术方式不会对本研究结果产生影响。

三、局限性

本研究存在一定局限性。一是样本量相对较小,可能对于Logistic回归分析中的OR值等计算产生一定偏倚,但本研究中的样本量经过计算,已满足文中所用统计学方法所需,未来更大的样本量可能使数据更加稳定;二是本研究中的患者分别由两名术者进行的手术,不同术者在对于ACL是否失功能的判断上存在主观性的差异,可能导致一定的偏倚。今后在进行此类研究时,如能增加ACL功能的量化性评估,如使用拉力计测量ACL韧带抗阻力功能等,将一定程度提高结果的客观性。

综上所述,本研究在进一步验证膝关节侧位片在评估ACL功能上的优势地位之余,探索了正侧位片中内侧胫骨平台磨损位置、磨损深度、骨赘分布等影像学表现与ACL功能的关系,帮助临床医生充分利用影像学信息作出更为精准的决策。在判断膝骨关节炎患者ACL功能时,临床医生可以相信快捷、经济的X线检查,并着重观察膝关节侧位片中磨损最深位置、髁间骨赘情况,特别是关注胫骨平台内侧后方1/3处的磨损深度,可以有效地提高对于ACL功能判断的准确性。

ACL失功能患者在膝关节侧位X线上表现为内侧胫骨平台磨损加重,且以后方磨损为著,多伴有胫骨平台骨赘的增生,正位片多见髁间骨赘增

生。胫骨平台磨损最深位置、后1/3处磨损情况以及髁间骨赘增生情况可帮助医生准确判断ACL功能。

参 考 文 献

- 1 张子砚, 曾红, 许苑晶, 等. 膝关节生物力学标志物预测膝关节炎研究进展 [J]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2023, 09(5): 315-320.
- 2 Beynon BD, Johnson RJ, Fleming BC, et al. The effect of functional knee bracing on the anterior cruciate ligament in the weightbearing and nonweightbearing knee [J]. Am J Sports Med, 1997, 25(3): 353-359.
- 3 Matsumoto H, Suda Y, Otani T, et al. Roles of the anterior cruciate ligament and the medial collateral ligament in preventing valgus instability [J]. J Orthop Sci, 2001, 6(1): 28-32.
- 4 Sakane M, Fox RJ, Woo SL, et al. In situ forces in the anterior cruciate ligament and its bundles in response to anterior tibial loads [J]. J Orthop Res, 1997, 15(2): 285-293.
- 5 Bach BRJ, Levy ME, Bojchuk J, et al. Single-incision endoscopic anterior cruciate ligament Reconstruction using patellar tendon autograft. Minimum two-year follow-up evaluation [J]. Am J Sports Med, 1998, 26(1): 30-40.
- 6 Plancher KD, Dunn ASM, Petterson SC. The anterior cruciate ligament-deficient knee and unicompartmental arthritis [J]. Clin Sports Med, 2014, 33(1): 43-55.
- 7 White SH, Ludkowski PF, Goodfellow JW. Anteromedial osteoarthritis of the knee [J]. J Bone Joint Surg Br, 1991, 73(4): 582-586.
- 8 Mançuso F, Dodd CA, Murray DW, et al. Medial unicompartmental knee arthroplasty in the ACL-deficient knee [J]. J Orthop Traumatol, 2016, 17(3): 267-275.
- 9 Engh GA, Ammeen D. Is an intact anterior cruciate ligament needed in order to have a well-functioning unicondylar knee replacement? [J]. Clin Orthop Relat Res, 2004 (428): 170-173.
- 10 Keyes GW, Carr AJ, Miller RK, et al. The radiographic classification of medial gonarthrosis: correlation with operation methods in 200 knees [J]. Acta Orthop, 1992, 63(5): 497-501.
- 11 Sharpe I, Tyrrell PN, White SH. Magnetic resonance imaging assessment for unicompartmental knee replacement: a limited role [J]. Knee, 2001, 8(3): 213-218.
- 12 Vahey TN, Broome DR, Kayes KJ, et al. Acute and chronic tears of the anterior cruciate ligament: differential features at Mr imaging [J]. Radiology, 1991, 181(1): 251-253.
- 13 Altinel L, Er MS, Kaçar E, et al. Diagnostic efficacy of standard knee magnetic resonance imaging and radiography in evaluating integrity of anterior cruciate ligament before unicompartmental knee arthroplasty [J]. Acta Orthop Traumatol Turc, 2015, 49(3): 274-279.
- 14 Tsai TY, Liow MHL, Li GA, et al. Bi-Cruciate retaining total knee arthroplasty does not restore native tibiofemoral articular contact kinematics during gait [J]. J Orthop Res, 2019, 37(9): 1929-1937.
- 15 Butler DL, Noyes FR, Grood ES. Ligamentous restraints to anterior-posterior drawer in the human knee. A biomechanical study [J]. J Bone Joint Surg Am, 1980, 62(2): 259-270.
- 16 Duthon VB, Barea C, Abrassart S, et al. Anatomy of the anterior cruciate ligament [J]. Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy, 2006, 14(3): 204-213.

- 17 Ritter MA, Faris PM, Thong AE, et al. Intra-operative findings in varus osteoarthritis of the knee. An analysis of preoperative alignment in potential candidates for unicompartmental arthroplasty [J]. J Bone Joint Surg Br, 2004, 86(1): 43-47.
- 18 Kijowski R, Sanogo ML, Lee KS, et al. Short-term clinical importance of osseous injuries diagnosed at Mr imaging in patients with anterior cruciate ligament tear [J]. Radiology, 2012, 264(2): 531-541.
- 19 Crook BS, Collins AT, Lad NK, et al. Effect of walking on in vivo tibiofemoral cartilage strain in ACL-deficient versus intact knees [J]. J Biomech, 2021, 116: 110210.
- 20 Mortazavi SMJ, Vosoughi F. Association of alignment variables, posteromedial tibial cartilage wear and anterior cruciate ligament insufficiency in participants with varus knee osteoarthritis: a cross-sectional study [J]. Int Orthop, 2022, 46(5): 1029-1036.
- 21 Scott CEH, Holland G, Krahelski O, et al. Patterns of cartilage loss and anterior cruciate ligament status in end-stage osteoarthritis of the knee [J]. Bone Joint J, 2020, 102-B(6): 716-726.
- (收稿日期: 2023-11-02)
(本文编辑: 吕红芝)

高广涵, 张耀南, 石磊, 等. 膝关节炎患者前交叉韧带功能影像学影响因素分析 [J/CD]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2024, 10(5): 301-307.



中华医学会