

半月板Ⅲ级损伤患者的下肢运动学特征分析

徐盼¹, 姜财², 纵华琛³, 涂雪灵¹, 康光涛¹, 刘小玲³, 徐泳怡³, 林忠华²

【摘要】 目的:比较半月板Ⅲ级损伤患者与正常人步态模式的差异,探究半月板Ⅲ级损伤对人体下肢运动学特征的影响。方法:选取35例半月板Ⅲ级损伤患者为半月板损伤(KMI)组,35例正常人为对照组,2组受试者的性别、年龄、体重、身高、身体质量指数(BMI)、职业及运动习惯相匹配,受试者均运用三维步态分析系统采集其常速步行时的步态,主要包括下肢的时空参数及步态偏离指数(GDI)、步态轮廓评分(GPS)、步态变异分数(GVS),比较2组患者下肢运动学特征的差异。结果:在时空参数方面,KMI组较正常组步宽增大($P<0.05$);患膝为右侧时,站立相减少,摆动相增大,差异均有统计学意义($P<0.05$);KMI组患膝为左侧时,KMI患者跨步时长、站立时长、摆动时长增大,步速、步频减小,差异有统计学意义($P<0.05$);在步态变异性方面,KMI组患膝为左/右侧时,GPS、骨盆前后倾、髋屈伸、髋旋转、膝屈伸及踝背屈跖屈GVS增大,GDI减小,差异有统计学意义($P<0.05$);KMI组患膝为右侧时,髋内收外展、足前进夹角GVS明显大于正常组,差异有统计学意义($P<0.05$)。结论:本研究结果表明半月板Ⅲ级损伤患者的步态特征与正常人存在显著差异,且整体步态质量下降,可为后续个性化康复提供理论基础。

【关键词】 半月板损伤;生物力学;时空参数;步态变异性

【中图分类号】 R49;R684 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2024.05.006

Analysis of kinematic characteristics of lower limbs in patients with grade Ⅲ meniscus injury Xu Pan, Jiang Cai, Zong Huachen, et al. Fujian University of Traditional Chinese Medicine, Fuzhou 350000, China

【Abstract】 **Objective:** To compare the differences in gait patterns between patients with grade Ⅲ meniscus injury and normal people, and to explore the effect of grade Ⅲ meniscus injury on the kinematic characteristics of human lower limbs. **Methods:** A total of 35 patients with grade Ⅲ meniscus injury were selected as the KMI group and 35 normal patients as the control group. Gender, age, weight, height, body mass index (BMI), occupation and exercise habits of the two groups were matched. The subjects in the two groups were given a three-dimensional Gait analysis system to collect their gaits during normal speed walking, which mainly included the temporal and spatial parameters of the lower limbs, Gait Deviation Index (GDI), Gait Profile Score (GPS) and Gait Variable Scores (GVS). The differences in lower limb kinematics characteristics were compared between the two groups. **Results:** In terms of temporal and spatial parameters, the step width of the KMI group was larger than that of normal group, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). When the affected knee was on the right side in the KMI group, the standing phase and leg support phase decreased, and the swinging phase increased, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). When the affected knee was on the left side in the KMI group, the stride time, standing time and swing time of KMI patients increased, while the stride speed and step frequency decreased, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). In terms of gait variability, GPS, pelvis forward and forward tilt, hip flexion and extension, hip rotation, knee flexion and ankle dorsiflexion and plantar flexion increased and GDI decreased in the KMI group when the affected knee was left/right ($P<0.05$). When the affected knee was right, the GVS of hip adduction and abduction and foot progression in the KMI group was significantly greater than that in the normal group ($P<0.05$). **Conclusion:** The results of this study indicate that the gait characteristics of patients with grade Ⅲ meniscus injury are significantly different from those of normal people, and the overall gait quality is decreased, which can provide a theoretical basis for follow-up personalized rehabilitation.

【Key words】 meniscus injury; biomechanics; spatio-temporal parameters; gait variability

基金项目:国家自然科学基金项目(81904271);福建省科技创新联合基金项目(2019Y9026);福建省卫生健康科技计划项目(2019-ZQNB-2);福建省科技厅引导性项目(2023Y0052)

收稿日期:2023-09-01

作者单位:1. 福建中医药大学,福州 350000;2. 福建省立医院康复二科,福州 350000;3. 福建医科大学,福州 350000

作者简介:徐盼(1996-),女,硕士研究生,主要从事脊柱疾病康复的基础与临床研究。

通讯作者:林忠华,doctor_lzh71@163.com

半月板具有分散负荷、增强润滑等作用,在维持膝关节稳定中至关重要^[1-2]。随着我国经济水平的提高,全民健身的普及,膝关节损伤的发病率也随之升高,平均每10万人中约有154人出现半月板损伤

(knee meniscus injury, KMI)^[3-5], 并且 90% 以上有症状的膝骨性关节炎患者存在半月板撕裂^[6]。运动学分析在膝关节损伤的评估中起着重要作用, 它比静态医学成像可以提供更动态和即时的观察信息^[7], 三维步态分析可通过观察下肢关节三维活动情况及稳定性, 对膝关节进行功能性评估^[8-9]。计算机辅助三维步态分析是目前临床及科研中最常用的步态特征评价手段, 但其获取的步态参数繁多且不宜拆分解分析。步态指数的提出在简化步态参数的同时, 又能定量评估步态质量^[10]。目前, 临床及科研中最常用的步态指数是步态偏离指数(gait deviation index, GDI)、步态轮廓评分(gait profile score, GPS)和步态变异分数(gait variable scores, GVS), 这 3 个指标在康复研究领域应用广泛, 尤其是在步态差异分析中有较高的有效性和可靠性^[11-12]。因此, 本研究尝试使用 GDI、GPS、GVS 及时空参数, 量化分析半月板 III 级损伤患者行走时的步态特征, 旨在探讨其下肢步态参数变化以及与健康受试者间的差异, 为半月板 III 级损伤患者的日常生活及康复治疗提供依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2023 年 3~8 月在福建省立医院门诊就诊的 KMI 患者 35 例, 福州市周边社区招募的健康受试者 113 例。本研究受试者纳入标准: 膝关节 MRI 诊断仅单膝单侧半月板 III 度损伤; 合并对应半月板撕裂侧的关节间隙压痛, 麦氏征(+); 患者疼痛评分 ≥ 4 分; 排除标准: 除半月板外, 伴有交叉韧带、侧副韧带、关节软骨病变及损伤者; 膝关节先天发育障碍、既往外伤导致肢体功能障碍者; 踝周如踝扭伤、足底筋膜炎等、髌周如髌关节撞击综合征等、躯干如非特异性腰痛等非外伤因素导致肢体功能障碍者; 合并恶性肿瘤或心、肝等严重内科疾病者; 无法配合完成步态测试者。对照组的正常受试者身体健康^[13], 近半年内未有膝关节等相关的运动损伤史。为了平衡 2 组患者资料混杂因素的偏倚, 对同一时期的正常健康人采用倾向性评分匹配法(propensity score matching, PSM)对 2 组患者的性别、年龄、体重、身高、身体质量指数(body mass index, BMI)、职业及运动习惯进行匹配, 通过 Logistic 回归分析获取评分分值, 卡钳值设定为 0.15, 按照最接近的分值对 KMI 组和对照组患者按照 1:1 的比例随机匹配分组, 并通过 Lysholm 评分、视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)及日常生活活动(activity of daily living, ADL)量表对患者膝关节的疼痛及功能进行评估。经 PSM 匹配后, 2 组各纳入受试者 35 例, 其性别、年龄、体重、身高、BMI、职业、运动习惯比较差异无统计学意义,

基线一致, 具有可比性, 见表 1。

表 1 2 组受试者一般资料比较

项目	KMI 组 (n=35)	对照组 (n=35)	t/Z/ χ^2	P
性别(例,男/女)	11/24	13/22	0.254 ^c	0.615
患侧(例,左/右)	17/18	—	—	—
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	55.03 \pm 11.24	50.42 \pm 14.07	-0.764 ^b	0.445
体重(kg, $\bar{x} \pm s$)	63.87 \pm 9.75	65.23 \pm 8.14	-0.748 ^b	0.454
身高(cm, $\bar{x} \pm s$)	163.57 \pm 7.90	165.40 \pm 7.19	-0.336 ^b	0.737
BMI(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	23.78 \pm 2.42	23.84 \pm 1.62	-0.112 ^a	0.911
职业(例,干部/退休/自由职业者/商人/工人/农民,例)	5/5/1/3/12/9	0/8/0/3/13/11	0.941 ^c	0.332
运动习惯(例,无/有)	25/10	29/6	1.296 ^c	0.255
病程(月, $\bar{x} \pm s$)	13.92 \pm 19.20	—	—	—
Lysholm 评分(分, $\bar{x} \pm s$)	43.40 \pm 8.51	93.37 \pm 2.06	-7.263 ^b	0.000
VAS(分, $\bar{x} \pm s$)	4.83 \pm 0.79	—	—	—
ADL 评分(分, $\bar{x} \pm s$)	87.43 \pm 2.91	100.00	-7.879 ^b	0.000

注: a 为 t 值, b 为 Z 值, c: 卡方

1.2 方法 采用 SMART-D 400 红外运动捕捉系统。数据采集系统由 8 个红外摄像头(采集频率 50Hz)、2 个同步相机(BTS eVixta, 采集频率 40 Hz)和 4 个测力平台(BTS P6000D)组成, 数据分析系统为装载有专门数据处理软件的主机。

1.3 测试流程 具体方法如下: 测试前尽可能排除发光物体, 关闭门窗, 调节室温。①进行测试系统的标定; ②嘱受试者做好测试准备, 包括脱鞋袜, 更换合适衣裤, 充分暴露双下肢和腰部, 避免衣物对反光点遮挡; ③研究人员测量受试者身高、体重、下肢长度、膝宽、踝宽; ④按照 Newington marker set, 对 22 个骨性标志点进行光学标记贴点, 见图 1; ⑤嘱受试者抬头挺胸, 目视前方, 双足与双肩同宽, 保持标准站立姿势, 系统记录各标记点的空间测试原点, 建立静态模型; ⑥嘱受试者按照日常习惯的行走方式和速度在长约 8m 的地毯上直线行走, 行走过程中保证每只脚分别踏在一块测力台上, 往返行走 6 次以上, 从动态采集中选取图像质量好, 行走姿态自然的步态周期进行分析^[14]。

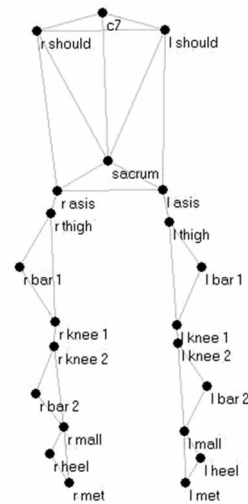


图 1 受试者光学标记贴点模型图

1.4 评定标准

1.4.1 时空参数 选取的时空参数指标为跨步时长(s)、站立时长(s)、摆动时长(s)、站立相(%）、摆动相(%）、单腿支撑相(%）、双腿支撑相(%）、步速(m/s)、步频(step/min)、步幅(m)、步长(m)、步宽(m)。时空参数指标可用于评估步行过程中的步行效率及平衡稳定性等^[15]。

1.4.2 运动学参数 ①GDI:GDI 常用于反映总体步态的变异情况^[16],是通过计算患者骨盆、臀部、膝盖和脚踝等的步态运动学特征与参考数据集平均值之间的偏离程度得到的;②GPS:GPS 是通过简化复杂运算,描述步态的不对称性和运动学变量的相对偏差大小^[17],一般来说,GPS 与步态质量呈负相关关系;③GVS:是由 GPS 可分解成 9 个针对不同关节的变量分数,用以反映单个关节步态变量偏差程度,具体包括骨盆左右倾斜、骨盆前后倾斜、骨盆旋转、髋内收外展、髋屈伸、髋旋转、膝屈伸、踝背屈跖屈、足前进夹角这 9 个重要的步态变量^[18]。GVS 越小,关节变异性越小,身体稳定性越好。

1.5 统计学方法 采用 IBM SPSS Statistics 26.0 版统计学软件进行统计学分析,正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,非正态分布的计量资料以 M(P25, P75) 表示,计数资料数据采用频数进行描述。符合正态分布的计量资料组间比较采用独立样本 *t* 检验,不符合正态分布的计量资料采用曼-惠特尼秩和检验,计数资料采用 χ^2 检验。当 $P < 0.05$ 时为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组步态时空参数结果比较 与对照组相比,KMI 组步宽增大,差异有统计学意义($P < 0.05$);当患膝为右侧时,站立相减小,摆动相增大,差异有统计学意义

($P < 0.05$);KMI 组患膝为左侧时,KMI 患者跨步时长、站立时长、摆动时长增大,步速、步频减小,差异有统计学意义($P < 0.05$);KMI 患者相比于对照组单腿及双腿支撑相、步幅及步长差异无统计学意义。见表 2。

2.2 2 组步态变异性结果比较 与对照组相比,KMI 患者左、右侧 GPS、骨盆前后倾、髋屈伸、髋旋转、膝屈伸及踝背屈跖屈 GVS 增大,GDI 减小,差异有统计学意义($P < 0.05$);KMI 组患膝为右侧时,髋内收外展、足前进夹角 GVS 明显大于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$);余步态变异性组间相比差异无统计学意义。见表 3。

2.3 对照组左右侧时空参数及步态变异性结果 对照组的右侧膝屈伸 GVS 较左侧减小,差异有统计学意义($P < 0.05$);余步态变异性组间相比差异无统计学意义。见表 4。

3 讨论

KMI 可导致膝关节疼痛、软骨退化,膝关节失去机械稳定性^[19],最终导致关节炎^[20]。KMI 是导致身体功能障碍中常见的肌肉骨骼损伤^[21],年龄、性别、体重指数及职业等因素是其常见的危险因素^[22]。有研究发现 KMI 患者在损伤后通过调节膝关节的活动角度来调整步态,以达到减少疼痛的目的^[23]。KMI 往往发生在步态运动变化中^[24],机体在损伤后会通过调整膝关节周围的软组织及感受器及临近关节活动进行代偿,进而建立一种新的步态模式。

步态分析通常用于表现某些人群的步态模式,可反映膝关节的功能状态^[25]。本研究中 KMI 组步态周期变长说明了患者的行走机能弱化^[26],结果中患肢支撑相百分比降低,摆动相百分比增大,考虑在损伤后,

表 2 2 组受试者时空参数特征比较

$\bar{x} \pm s$

项目	右侧($n=18$)			左侧($n=17$)		
	KMI 组	对照组	<i>P</i>	KMI 组	对照组	<i>P</i>
跨步时长(s)	1.13±0.09	1.12±0.09	0.924	1.22±0.13	1.08±0.08	<0.001
站立时长(s)	0.66±0.09	0.68±0.06	0.084	0.74±0.11	0.65±0.06	0.005
摆动时长(s)	0.45±0.04	0.43±0.04	0.202	0.47±0.07	0.43±0.04	0.022
站立相(%)	59.23±2.95	61.02±1.82	0.035	60.86±3.09	60.19±2.28	0.473
摆动相(%)	40.99±2.97	38.90±1.86	0.016	39.63±2.39	39.62±2.29	0.990
单腿支撑相(%)	38.48±1.54	39.08±1.31	0.217	38.51±2.85	39.53±2.08	0.480
双腿支撑相(%)	10.90±2.05	10.36±1.23	0.348	10.51±1.20	10.32±2.52	0.776
步速(m/s)	0.98±0.14	1.05±0.15	0.150	0.89±0.18	1.09±0.18	0.003
步频(step/min)	106.84±7.67	108.81±8.38	0.567	99.15±9.01	110.91±11.31	0.002
步幅(m)	1.11±0.12	1.09±0.13	0.633	1.08±0.13	1.16±0.16	0.220
步长(m)	0.55±0.06	0.54±0.06	0.690	0.51±0.11	0.57±0.07	0.189
步宽(m)	0.10±0.02	0.08±0.03	0.032	0.11±0.03	0.08±0.04	0.010

表3 2组受试者运动学参数比较

$\bar{x} \pm s$

项目	右侧(n=18)			左侧(n=17)		
	KMI组	对照组	P	KMI组	对照组	P
GVS(°)						
骨盆左右倾	2.68±1.39	2.25±0.82	0.537	2.39±1.25	1.86±0.94	0.084
骨盆前后倾	9.66±3.71	5.30±2.38	<0.001	8.75±3.99	4.20±2.38	<0.001
骨盆旋转	3.98±1.26	3.97±0.90	0.976	4.13±0.95	3.59±1.43	0.062
髋内收外展	4.96±2.29	3.44±1.79	0.034	4.31±1.62	3.49±1.85	0.058
髋屈伸	12.23±5.16	5.77±2.26	<0.001	8.01±4.98	4.88±1.62	0.017
髋旋转	13.52±8.26	6.91±2.75	0.006	17.19±7.83	7.42±4.88	<0.001
膝屈伸	11.04±5.39	5.84±1.46	0.001	11.57±4.64	6.62±2.56	0.001
踝背屈跖屈	7.02±3.15	4.94±1.56	0.019	9.40±3.01	6.10±2.60	0.002
足前进夹角	11.11±4.05	6.51±3.15	0.001	6.94±3.02	6.52±3.23	0.704
GPS(分)	9.88±2.12	5.47±0.82	<0.001	10.52±2.24	5.66±1.05	<0.001
GDI(分)	81.82±7.40	97.51±1.10	<0.001	79.04±9.38	97.66±1.17	<0.001

表4 对照组左右侧时空参数及运动学参数比较 $\bar{x} \pm s$

项目	右侧(n=35)	左侧(n=35)	t/Z	P
时空参数				
跨步时长(s)	1.11±0.11	1.11±0.09	-0.194 ^b	0.846
站立时长(s)	0.68±0.08	0.66±0.13	-0.247 ^b	0.805
摆动时长(s)	0.43±0.04	0.43±0.03	-	-
站立相(%)	61.35±3.73	60.90±2.34	-0.435 ^b	0.664
摆动相(%)	39.55±3.43	39.14±2.20	-0.37 ^b	0.711
单腿支撑相(%)	40.34±3.94	38.99±2.45	-1.21 ^b	0.226
双腿支撑相(%)	10.55±1.75	10.91±2.82	-0.636 ^a	0.527
步速(m/s)	1.05±0.18	1.05±0.18	-	-
步频(step/min)	109.27±9.82	109.27±9.82	-	-
步幅(m)	1.15±0.14	1.15±0.15	-0.142 ^a	0.888
步长(m)	0.58±0.08	0.57±0.07	0.239 ^a	0.811
步宽(m)	0.08±0.03	0.08±0.03	-	-
GVS(°)				
骨盆左右倾	2.11±0.79	1.99±0.92	-0.977 ^b	0.328
骨盆前后倾	5.08±2.37	4.92±2.32	0.291 ^a	0.772
骨盆旋转	3.83±1.49	3.94±1.74	-0.024 ^b	0.981
髋内收外展	3.71±1.72	4.11±1.94	-0.817 ^b	0.414
髋屈伸	5.60±2.01	5.32±1.80	-0.494 ^b	0.622
髋旋转	6.71±2.52	7.11±5.07	-0.711 ^b	0.477
膝屈伸	5.81±1.51	6.82±2.51	-2.032 ^a	0.046
踝背屈跖屈	5.05±1.61	6.30±2.93	-1.904 ^b	0.057
足前进夹角	6.73±3.09	6.13±2.79	-0.805 ^b	0.421
GPS(分)	5.47±0.80	5.66±0.97	-0.886 ^a	0.379
GDI(分)	97.73±1.24	97.27±2.13	-0.664 ^b	0.507

注:a为t值,b为Z值

患者通过这种方式来减轻患肢负重时的疼痛与关节不稳,属疼痛步态的特征^[27]。本研究中纳入的KMI患者属于中/重度疼痛,除上述特征步态的变化之外,由疼痛产生的恐惧心理会造成患肢屈膝肌及周围肌肉废用性萎缩,进而致使摆动相肢体前伸无力,患者随之降低步速。Li等^[23]的研究也证实了这一点。站立相包括两个双支撑相和一个单支撑相,本研究发现KMI患者单足支撑相减小,提示该下肢负重能力的下降,由此会造成双下肢肌力的不平衡,进而引起膝关节稳定性、协调性的变化^[28]。一般认为步速的降低会使患者的双腿支撑相增大,在本研究也有类似的结果,同时发现患者步宽增大,这可能是机体为增加膝关节稳定性的一种步行策略。此外,结果中的站立期、摆动期时间

增长是由于疼痛加重时,KMI患者对自身步行能力的信心降低,患腿调节身体的重心需要花费更多时间,在这一过程中增加了患者的稳定性,但也因调节各关节的位置消耗更多的能量,因此患者的动作效率随之降低^[29]。

GDI、GPS和GVS既能简化步态参数,又能定量评价步态质量^[10]。本研究结果中KMI患者与正常组相比,GPS增大,GDI减小,说明KMI患者在步态周期中关节角度活动度不稳定,步态偏离程度大,步态整体质量差。步态变异性变化的评估有助于监测关节疾病过程中的代偿机制^[30]。KMI患者GVS整体高于对照组,意味着各关节角度变异性增大,即各关节稳定性降低。在行走过程中,髋关节是负责旋转的最主力结构,而踝关节在髋关节的基础上,一定程度上来补充髋关节未能达到的角度。现有文献证实^[31],KMI患者在平地步行时与健康人群相比膝关节弯曲角度显著减少。本研究中KMI患者为了安全降低步速,体现了其面对疼痛时求稳不求快的策略。踝关节在蹬离地面时能够为人体步行提供主要动力,但由于患肢疼痛,患者为减轻膝关节的不适感,降低了膝关节摆动时的耗能,踝关节的角度随之变化^[32]。由此可见,GVS的变化是患者为减少疼痛、增强膝关节稳定性及弥补所缺失功能而做出的补偿运动。Magyar等^[30]也指出患者使用健侧和骨盆倾斜进行代偿,以稳定步态。本研究结果显示髋关节的角度变化程度要明显大于踝关节,说明在疼痛的作用下,人体的神经调节系统会优先选择近端进行控制策略调整,这可以节省运动时的能量消耗^[29,33]。步偏角主要反映膝关节周围肌肉的协调性^[34],KMI患者步角略高于正常组,这说明下肢肌肉在损伤造成膝关节功能受限的情况下对维持膝关节稳定有着至关重要的作用^[35],至于具体是由于哪块肌肉引起,还需深入探究。在本结果中,考虑可能是由于患者行走时存在优势侧与非优势侧的差异^[36-37],影响到

肌力的大小,进而出现一定程度的双边不对称性,本研究结果显示正常健康人的左右侧在膝屈伸 GVS 上有统计学差异,这有可能造成左右侧结果的差异性,后续可从此方面继续进行深入探究。

基于以上步态指标的变化,临床中建议在术前/后可采取物理治疗或服用止痛药减轻患者疼痛,进而减轻患者的恐惧心理;通过加强股四头肌的收缩锻炼、本体感觉训练及髌周力量训练以增强膝关节稳定性及协调性,并且在此过程中可通过步态分析对患者的康复情况进行监测,进而及时调整康复方案。从生物力学层面而言,半月板损伤及损伤后的手术治疗均在一定程度上改变了半月板的生物力学功能,因此治疗半月板损伤较为理想的方法是让半月板恢复再生,这是未来需要努力探索的方向。

本研究样本量不够大,仅纳入半月板 III 级损伤患者,并未将受试者按半月板的具体损伤部位与分型进行进一步分组,针对该点的研究不够细化,后续研究将纳入更大样本更多类型的患者数据,如 KMI 程度的分级,在不同运动状况下,如跑步、爬楼梯等,进一步探究相关的生物力学参数是否可以作为 KMI 患者损伤严重程度的预测指标。

综上所述,本研究结果表明半月板 III 级损伤患者的步态特征与正常人存在显著差异,且整体步态质量下降。因此,未来的研究可以进一步探索 KMI 患者生物力学参数结合肌电的变化,并据此针对性的设计个性化的 KMI 康复方案。

【参考文献】

- [1] Kurzweil PR, Cannon WD, Dehaven KE. Meniscus Repair and Replacement [J]. *Sports Med Arthrosc Rev*, 2018, 26(4): 160-164.
- [2] Li L, Yang X, Yang L, et al. Biomechanical analysis of the effect of medial meniscus degenerative and traumatic lesions on the knee joint [J]. *Am J Transl Res*, 2019, 11(2): 542-556.
- [3] Fox AJ, Wanivenhaus F, Burge AJ, et al. The human meniscus: a review of anatomy, function, injury, and advances in treatment [J]. *Clin Anat*, 2015, 28(2): 269-287.
- [4] 李石旦, 张倩婷, 王绍川, 等. 1318 例半月板损伤患者的流行病学特征 [J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2023, 16(02): 159-163.
- [5] Gee SM, Tennent DJ, Cameron KL, et al. The Burden of Meniscus Injury in Young and Physically Active Populations [J]. *Clin Sports Med*, 2020, 39(1): 13-27.
- [6] 董冰茹, JC. 半月板撕裂和骨关节炎后的结构改变 [J]. *中国康复*, 2023, 38(1): 19.
- [7] Wang J, Hu Q, Wu C, et al. Gait Asymmetry Variation in Kinematics, Kinetics, and Muscle Force along with the Severity Levels of Knee Osteoarthritis [J]. *Orthop Surg*, 2023, 15(5): 1384-1391.
- [8] Yamazaki J, Muneta T, Ju YJ, et al. The kinematic analysis of female subjects after double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction during single-leg squatting [J]. *J Orthop Sci*, 2013, 18(2): 284-289.
- [9] Kumar D, Manal KT, Rudolph KS. Knee joint loading during gait in healthy controls and individuals with knee osteoarthritis [J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2013, 21(2): 298-305.
- [10] Guzik A, Dru ębicki M, Przysada G, et al. Validity of the gait variability index for individuals after a stroke in a chronic stage of recovery [J]. *Gait Posture*, 2019, 68: 63-67.
- [11] NAILI JE, Broström EW, CLAUSEN B, et al. Measures of knee and gait function and radiographic severity of knee osteoarthritis - A cross-sectional study [J]. *Gait Posture*, 2019, 74: 20-26.
- [12] Naili JE, Esbjörnsson AC, Iversen MD, et al. The impact of symptomatic knee osteoarthritis on overall gait pattern deviations and its association with performance-based measures and patient-reported outcomes [J]. *Knee*, 2017, 24(3): 536-546.
- [13] 舒俊森, 周乐, 谢凌锋, 等. 退变性半月板损伤患者的骨盆及下肢姿势特征性分析 [J]. *中国康复*, 2023, 38(6): 358-361.
- [14] 刘敏, 李玉茹, 马晓卫, 等. 老年人步态变异特征的 SMART DX 三维分析: 性别、步速和下肢侧别优势 [J]. *天津体育学院学报*, 2023, 38(2): 215-220.
- [15] 俞艳, 姜淑云, 李阳, 等. 基于三维步态分析技术对拇外翻儿童步态变化的研究 [J]. *中国运动医学杂志*, 2021, 40(04): 259-264.
- [16] Mar D, Lieberman I, Haddas R. The Gait Deviation Index as an indicator of gait abnormality among degenerative spinal pathologies [J]. *Eur Spine J*, 2020, 29(10): 2591-2599.
- [17] Sims D T, Burden A, Payton C, et al. A quantitative description of self-selected walking in adults with Achondroplasia using the gait profile score [J]. *Gait Posture*, 2019, 68: 150-154.
- [18] Beynon S, Mcginley JL, Dobson F, et al. Correlations of the Gait Profile Score and the Movement Analysis Profile relative to clinical judgments [J]. *Gait Posture*, 2010, 32(1): 129-132.
- [19] Allaire R, Muriuki M, Gilbertson L, et al. Biomechanical consequences of a tear of the posterior root of the medial meniscus. Similar to total meniscectomy [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2008, 90(9): 1922-1931.
- [20] Ward RJ, Driban JB, Mackay JW, et al. Meniscal degeneration is prognostic of destabilizing meniscal tear and accelerated knee osteoarthritis; Data from the Osteoarthritis Initiative [J]. *J Orthop Res*, 2023, 41(11): 2418-2423.
- [21] Jones JC, Burks R, Owens BD, et al. Incidence and risk factors associated with meniscal injuries among active-duty US military service members [J]. *J Athl Train*, 2012, 47(1): 67-73.
- [22] Adams BG, Houston MN, Cameron KL. The Epidemiology of Meniscus Injury [J]. *Sports Med Arthrosc Rev*, 2021, 29(3): 24-33.
- [23] Li Y, Wu Y, Zeng Y, et al. Biomechanical differences before and after arthroscopic partial meniscectomy in patients with semilunar and discoid lateral meniscus injury [J]. *Am J Transl Res*, 2020, 12(6): 2793-2804.
- [24] 张翔, 连庆元, 刘若江, 等. 运动步态变化与损伤诱发的关系研

- 究:2022年第七届广州运动与健康国际学术研讨会,中国广东广州,F,2022[C]:2.
- [25] 曾小龙,钟国庆,黄文汉,等.基于运动捕捉膝关节运动分析及临床常规评估进展[J].中华关节外科杂志(电子版),2021,15(03):334-338.
- [26] Nagano H, Begg RK, Sparrow WA, et al. A comparison of treadmill and overground walking effects on step cycle asymmetry in young and older individuals [J]. *J Appl Biomech*, 2013, 29(2): 188-193.
- [27] 王宗翰,于同,李鑫,等.全膝关节置换患者手术前后的三维步态分析[J].中国实验诊断学,2019,23(12):2115-2116.
- [28] Hausdorff JM. Gait dynamics, fractals and falls: finding meaning in the stride-to-stride fluctuations of human walking [J]. *Hum Mov Sci*, 2007, 26(4): 555-589.
- [29] Fuentes A, Hagemester N, Ranger P, et al. Gait adaptation in chronic anterior cruciate ligament-deficient patients: Pivot-shift avoidance gait [J]. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2011, 26(2): 181-187.
- [30] Magyar MO, Knoll Z, Kiss RM. The influence of medial meniscus injury and meniscectomy on the variability of gait parameters [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2012, 20(2): 290-297.
- [31] Lin Z, Huang W, Ma L, et al. Kinematic features in patients with lateral discoid meniscus injury during walking [J]. *Sci Rep*, 2018, 8(1): 5053.
- [32] 冯泉慧. 青年女性半月板撕裂患者的步态特征研究[D]. 宁波大学, 2015.
- [33] Ippersiel P, Shah V, Dixon PC. The impact of outdoor walking surfaces on lower-limb coordination and variability during gait in healthy adults [J]. *Gait Posture*, 2022, 91: 7-13.
- [34] Grimmer M, Holgate M, Ward J, et al. Feasibility study of transtibial amputee walking using a powered prosthetic foot [J]. *IEEE Int Conf Rehabil Robot*, 2017, 2017: 1118-1123.
- [35] 马淑敏,高谦,徐峰,等. 膝关节炎患者股四头肌功能水平及髌关节步态运动学特征分析[J]. 中国康复, 2023, 38(6): 345-349.
- [36] 束洋,梁志强,马沐佳,等. 我国速度滑冰国家队运动员下肢不对称性的生物力学分析[J]. 上海体育学院学报, 2023, 47(6): 67-75.
- [37] 李青青,吴宗耀. 正常步态10m自由步行胫前后肌群的SEMG研究[J]. 中国康复, 2006(4): 239-241.

· 外刊拾粹 ·

心血管疾病可调控危险因素的全球影响

心血管疾病是全球最常见的非传染性疾病之一,在全球所有疾病中占据三分之一。与该疾病相关的五个可调控风险因素是体重指数(BMI)、收缩压(SBP)、低密度脂蛋白胆固醇、吸烟和糖尿病。该研究使用队列研究的汇总数据,评估每个风险因素对心血管疾病十年发病率的影响。该研究汇总了来自112个的队列研究的数据,包括八个地理区域的1518028名参与者。对五个风险因素(BMI、SBP、低密度脂蛋白胆固醇、吸烟和糖尿病)以及两个结局指标(心血管疾病和任何原因导致的死亡)进行了评估。针对风险因素,评估了地区和性别特定人群的归因分数,以预测心血管疾病的十年发病率。这五个风险因素联合造成的心血管疾病十年的发病率,女性为57.2%,男性为52.6%。对于死亡率,这些因素造成的十年全因死亡率女性为22.2%和男性为19.1%。这些危险因素的影响程度和影响因地理区域而异。结论:该研究发现,超过50%的心血管疾病可归因于五种可调控的风险因素,而每种因素的影响因性别和地理区域而异。

(何安琪译)

The Global Cardiovascular Risk Consortium. Global Effect of Modifiable Risk Factors on Cardiovascular Disease and Mortality. *N Eng J Med*. 2023, 389(14): 1273-1285.

中文翻译由WHO康复培训与研究合作中心(武汉)组织

本期由四川大学华西医院何成奇教授主译编