

膝骨关节炎患者步态中膝关节三维运动特征

杨晓露^{1,2}, 张津沁^{1,3}, 胡小卫⁴, 黄鹏¹

【摘要】 目的:观察中老年膝关节骨关节炎(KOA)患者步态中膝关节的三维运动特征,为膝关节骨关节炎患者设计康复训练提供研究依据。**方法:**纳入符合标准的 KOA 患者 29 例为观察组;15 例无 KOA 者纳入对照组。2 组的年龄、身高、体重和身体质量指数(BMI)相匹配。2 组受试者均使用 KneeKG 系统进行测量,对比自重状态下步行时两组受试者膝关节三维运动特征。**结果:**矢状面上观察组膝关节屈伸运动范围及摆动相时屈曲角度以及步行速度都明显小于对照组($P<0.05$),但支撑相时屈膝角度明显较大($P<0.05$)。额状面上观察组在足跟着地时内收角度明显大于对照组($P<0.05$)。水平面上观察组在足跟着地时胫骨后移明显,胫骨相对股骨的旋转范围明显小于对照组($P<0.05$)。**结论:**中老年膝关节骨关节炎患者膝关节呈现异常的锁扣机制,在矢状面上的活动较为僵硬,在额状面上的稳定性较差,同时胫骨相对股骨的旋转活动降低并有向后偏移的趋势。

【关键词】 骨性关节炎;步态分析;膝关节;运动学特征

【中图分类号】 R49;R684 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2022.02.005

3D Knee Kinematics Characteristics during Gait Cycle of Patients with Knee Osteoarthritis Yang Xiaolu, Zhang Jin-qin, Hu Xiaowei, et al. Department of Sports Medicine and Rehabilitation Medicine, Beijing Sport University, Beijing 100084, China

【Abstract】 Objective: To observe the characteristics of 3D knee kinematics during gait cycle of elderly patients with knee osteoarthritis (KOA), and so as to provide reference for designing rehabilitation training for patients with KOA. **Methods:** Totally, 29 patients with KOA served as the observation group and 15 people without KOA as the control group. The age, height, weight and body mass index (BMI) of the two groups were matched. The KneeKG system was used to measure the 3D range of motion of knees during walking under full weight bearing condition in both groups. **Results:** The knee flexion-extension range, knee flexion angle in swing phase and walking speed in the sagittal plane in the observation group were significantly reduced, but knee flexion angle was significantly increased in stance phase as compared with those in the control group ($P<0.05$). In the frontal plane, the adduction angle in the observation group was significantly larger than in the control group at heel strike ($P<0.05$). In the horizontal plane, the tibia in the observation group moved posterior obviously at heel strike, and the internal-external tibia rotation in the observation group was significantly smaller than in the control group ($P<0.05$). **Conclusion:** The elderly KOA patients presented abnormal screw-home mechanism. The motion in the sagittal plane was stiff and the stability in the frontal plane was lower; meanwhile, the internal-external tibia rotation decreased and the tibia tended to deviate posterior.

【Key words】 osteoarthritis; gait analysis; knee joint; kinematics characteristics

流行病学研究表明,随着年龄的增长,骨关节炎的发病率也将随之有所提高,40 岁以后患病风险增加,在 65 岁以上人群中约有 50% 的中老年人受到膝关节骨性关节炎的困扰^[1]。

膝骨关节炎严重影响了中老年患者的生活质量和

运动功能^[2],造成了一定的社会负担,也成为临床工作者的重点研究课题。膝骨关节炎患者存在膝关节疼痛、肿胀、僵硬等症状,下肢肌力、柔韧性、关节活动度、生物力线出现异常^[3-4],进一步导致患者步行能力下降,步行能力下降严重影响了患者生活质量。步行能够在一定程度上反映下肢功能状态,对于客观评估下肢力线及各软组织工作状态具有重要作用^[5]。现代步态分析技术已充分运用到膝骨关节炎(knee osteoarthritis, KOA)患者的康复评估中,其中评估参数主要有运动学和动力学以及步行过程中各肌肉肌电活动等^[6]。我国目前关于中老年 KOA 患者的研究主要集中在膝关节步态分析中生物力学参数变化方向^[7]。其

基金项目:中央高校基本科研业务费专项资金资助课题(2016RB009)

收稿日期:2021-02-09

作者单位:1. 北京体育大学,北京 100084;2. 中国人民解放军联勤保障部队第 983 医院康复医学科,天津 300143;3. 中国康复研究中心北京博爱医院,北京 100068;4. 杭州市江干区彭埠街道社区卫生服务中心,杭州 310017。

作者简介:杨晓露(1990-),女,技师,主要从事肌骨康复等的实践及科研工作。

通讯作者:黄鹏,huangpeng512@126.com。

中已有大量研究阐明 KOA 患者膝关节矢状面的运动特征^[8-12],但是在水平面及额状面的运动特征并不明确且存在一定局限性。因此利用膝关节实时三维步态评估系统了解中老年膝骨关节炎患者步行中膝关节三维运动特征是必要的。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2017 年 3 月~2017 年 9 月在杭州市江干区彭埠街道社区卫生服务中心确诊为膝骨关节炎的患者 35 例及无膝骨关节炎者 23 例。参照中华医学会骨科分会膝关节 OA 诊断标准及影像学标准^[13],即膝关节 X 线 Kellgren&Lawrence 分级标准^[14];由于目标人群是中老年人因此参考联合国世界卫生组织提出的国际年龄划分标准,定义 45~59 为中年人,60~74 为年轻老年人,本研究选取年龄在 45~70 的中老年人作为研究对象;介于以上几点并根据临床指标制定纳入标准如下描述:根据膝关节临床诊断标准及影像学标准判断是否有膝关节骨性关节炎症状;年龄在 45~70 之间的中老年人;未服用止痛药物。排除标准:膝关节韧带或半月板急性损伤;膝关节伸直位或屈曲挛缩畸形,无法进行下肢屈伸动作者;足踝部有损伤或畸形,无法进行运动者;身体质量指数(Body Mass Index, BMI)>27 的肥胖者;有严重心血管疾病、不适合大强度运动者;下肢有皮肤病变、脉管炎、糖尿病足或其他血管病变患者。受试者在研究前均经过研究人员详细说明研究内容后,均以自愿形式签署知情同意书。根据上述标准筛选,实际收集收取患者 44 例,其中观察组 29 例,对照组 15 例。2 组受试者一般资料无统计学差异。见表 1。

表 1 2 组一般资料比较					$\bar{x} \pm s$
项目	n	年龄(岁)	身高(cm)	体重(kg)	BMI
观察组	29	57.06±7.16	162.48±5.18	64.10±6.23	24.26±1.90
对照组	15	56.80±8.05	163.87±6.47	65.8±6.80	24.51±2.19

1.2 方法 2 组受试者均接受来自加拿大 Emovi 公司的膝关节功能评估系统 KneeKG 分析膝关节三维运动特征^[15-16]。见图 1。该系统的精确度、可重复性良好^[15],对于膝关节屈伸范围在 65°内的运动,该系统的平均精确度在膝关节的内收外展方向为 0.4°,在旋转方向为 2.3°,在前后方向的偏移为 2.4mm,在轴向的偏移为 1.1mm。虽然本研究中膝关节的旋转角度和偏移数据范围较小,但是根据国外使用 KneeKG 进行的相关研究,该系统已经成为国际上公认的可信度高的工具^[17-18]。2 组受试者均各自在反馈调节跑台(UKK,h/p/cosmos,德国)上,以日常步行速度进行 15~25min 的步行^[17],通过 KneeKG 收集膝关节三维

运动特征后自动生成步态周期曲线。



图 1 KneeKG 系统

1.2.1 确定关节中心及建立膝关节三维坐标 研究人员根据股骨内外髁的位置帮助受试者佩戴膝关节信号发射器。然后将其余的固定绑带固定在受试者小腿上后,在受试者适应后用电磁定位器定位解剖标志,包括股骨内外髁和踝关节内外踝等。接着可以开始确定髌、膝、踝关节中心及膝关节三维平面,从而建立三维坐标。①髌关节中心:保证髌部不动,保持膝关节伸直做顺时针或逆时针画圈,即患肢为左侧时做逆时针画圈,患肢为右侧时做顺时针画圈;②膝关节中点:保证骨盆位置不变无上下移动,来回反复做屈膝动作。③踝关节中心:内外踝信号发射器中间。④建立三维坐标:股骨纵轴由髌关节中点与膝关节中点确定;胫骨纵轴由膝关节中点和踝关节中点确定;额状面由股骨内外上髁及踝关节内外踝形成,额状面上垂直于纵轴的即为左右轴;前后轴及矢状面由患者在保证足不离地的情况下确定,先经过来回几次屈曲及伸直膝关节确定矢状面,矢状面上垂直与纵轴的即为前后轴。

1.2.2 膝关节三维评估 首先让受试者以日常步行速度在跑台上行走以适应佩戴膝关节信号发射器的状态,同时保证仪器不会因为步行而掉落,记录下受试者对应的步行速度(km/h)。适应过程后,受试者继续步行约 10min^[17],由 KneeKG 系统记录步行过程中受试者膝关节运动的三维变化。

1.3 评价标准 KneeKG 系统可直接佩戴于膝关节上^[19],虽然信号发射器是放置在皮肤上但系统设计已排除了皮肤运动造成的误差,同时可以准确量化膝关节运动学特征^[17-18]。在三维坐标中,在前后轴上以向前移动及前屈为正方向,沿纵轴外旋为正方向,左右轴中向左内收为正方向。根据受试者步行中所收集的三维运动数据,系统自动进行统计整合生成步态周期曲线,同时系统报告显示步态周期中三维平面上的评定

指标有:①矢状面膝关节运动指标^[20]:足跟着地时屈曲角度($0\sim 15^\circ$)、支撑相时最大伸展角度($5\sim 35^\circ$)、摆动相时最大屈曲角度($35\sim 60^\circ$)和屈伸运动范围。数值越大表示膝关节趋于屈曲。研究显示在矢状面上,KOA患者膝关节在以上指标中常表现出较为明显的异常活动,观察上述指标有利于分析膝关节在矢状面上的运动学变化^[21]。②额状面膝关节运动指标:足跟着地时内收角度及内收外展运动范围。膝关节关节炎常发生在内侧关节面继而发展恶化至髌股骨关节炎和外侧骨关节炎^[22],针对患者较明显的膝内翻症状,观察患者额状面上的运动变化也是分析 KOA 患者膝关节稳定性的重要指标^[23-24]。③水平面膝关节运动指标:足跟着地时胫骨相对股骨的外旋角度、前后移动距离以及步态周期中胫骨相对股骨旋转范围和前后移动距离。膝关节屈伸过程中股骨和胫骨之间伴随着相对滑动及旋转,两者之间异常活动会影响到股四头肌力臂大小从而改变膝关节锁扣机制^[25]。为避免因临床因素和主观因素造成的误差,所有的评估诊断均由同一名医师完成,而设备的佩戴及系统操作均由同一名经专业培训的研究人员完成。

1.4 统计学方法 采用 spss 22.0 统计软件进行分析,计数资料用卡方检验,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 形式表示,数据资料收集进行正态性分析符合正态分布,采用独立样本 t 检验进行组间比较。 $P < 0.05$ 表示有统计学差异。

2 结果

2.1 KOA 患者膝关节矢状面运动特征 2 组受试者膝关节在矢状面运动结果比较,观察组膝关节在支撑相时最大伸膝不足,膝关节屈曲角度大于对照组 ($P < 0.05$),而摆动相最大屈曲角度显示观察组明显小于对照组 ($P < 0.05$),2 组在足跟着地时的膝关节屈曲角度无统计学差异。在整个步态周期中,观察组步行速度和膝关节屈伸运动范围均明显小于对照组 ($P < 0.05$)。见表 2。

表 2 2 组膝关节矢状面运动比较

组别	n	速度 (km/h)	足跟着地时 屈曲角度 ($^\circ$)	支撑相时最 大伸展角度 ($^\circ$)	摆动相时最 大屈曲角度 ($^\circ$)	运动范围 ($^\circ$)
观察组	29	1.56 ± 0.21^a	15.45 ± 5.27	7.73 ± 2.54^a	52.36 ± 5.26^a	44.64 ± 5.38^a
对照组	15	2.01 ± 0.18	18.18 ± 7.71	4.55 ± 1.31	60.56 ± 7.24	56.00 ± 6.82

与对照组比较,^a $P < 0.05$

2.2 KOA 患者膝关节额状面运动特征 2 组受试者膝关节在额状面上的运动结果比较,虽然在足跟着地时期,观察组内收角度明显大于对照组 ($P < 0.05$),但在整个步态周期中,2 组受试者膝关节在额状面上的运动范围并无统计学差异。见表 3。

表 3 2 组膝关节额状面运动比较

组别	n	足跟着地时内收角度	运动范围
观察组	29	6.39 ± 2.41^a	9.66 ± 2.74
对照组	15	3.00 ± 0.86	8.58 ± 3.41

与对照组比较,^a $P < 0.05$

2.3 KOA 患者膝关节水平面运动特征 2 组受试者膝关节旋转角度结果比较,虽然在足跟着地时,2 组间胫骨相对股骨外旋角度无统计学差异,但在整个步态周期中,观察组旋转范围明显小于对照组 ($P < 0.05$)。见表 4。2 组受试者胫骨在水平面上相对股骨产生的前移距离结果比较。在足跟着地时期,观察组比对照组胫骨明显向后移动 ($P < 0.05$)。但在整个步态周期中,2 组受试者胫骨相对股骨的移动范围无统计学差异。见表 5。

表 4 2 组膝关节水平面胫骨旋转运动比较

组别	n	足跟着地时胫骨相对股骨外旋角度	旋转范围
观察组	29	1.15 ± 1.87	10.58 ± 2.76^a
对照组	15	0.56 ± 1.09	13.31 ± 3.88

与对照组比较,^a $P < 0.05$

表 5 2 组膝关节水平面胫骨移动运动比较

组别	n	足跟着地时胫骨相对股骨前移距离	移动范围
观察组	29	-1.73 ± 3.52^a	8.10 ± 3.15
对照组	15	0.85 ± 2.89	8.53 ± 2.03

与对照组比较,^a $P < 0.05$

3 讨论

KOA 患者主要症状是膝关节疼痛,由于受到疼痛的影响,患者在足跟着地时屈膝角度减小^[22,26],此次研究中虽未表明两组存在显著差异,但观察组也表现出较小的屈膝角度。有学者观察到 KOA 患者髌关节的活动角度明显小于正常人^[27],而在本次研究中观察组在支撑相最大伸膝角度显示伸膝明显不足,较对照组趋于屈曲状态,此现象可能与患者股四头肌肌力减弱、股后肌群长期挛缩状态有关^[8,28]。当屈髌肌力量不足时,摆动相中屈膝角度也随之减少,从而无法满足正常迈步所需角度,同时步态周期中膝关节屈伸运动范围也相应降低,在本次研究中也显示出这一现象,由此可以解释为何 KOA 患者表现出较为缓慢的步行速度。

许多针对 KOA 患者膝关节在额状面上的研究显示^[23,24],患者膝关节表现出较明显的不稳定活动。梁雷超等人^[29]也表示老年女性患者的膝关节在内外侧方向上动态稳定性较差。此次研究中显示两组患者在足跟着地时呈现出明显差异,虽然未在运动范围上显示明显差异,但观察组膝关节在额状面上运动范围有所增加,出现这一结果的原因可能是由于未对患者患

病部位进行详细的区分,病灶在内侧的患者多表现出内收的增加,而外侧病灶的患者更多的表现出外展的倾向^[30]。结合本次结果,在控制 KOA 病情上,为了避免加剧病情的发展,提高膝关节额状面的稳定性,增加在内收-外展方向上的针对性康复训练是有必要的。

而在水平面上,观察组胫骨旋转活动范围明显要小于对照组,略显僵硬的旋转运动也在其他学者的研究中观察到^[23,31]。在步态周期中,胫骨旋转与膝关节的锁扣机制(screw-home mechanism)有很大联系,在膝关节伸直的最后 20°内,前交叉韧带防止胫骨过度前移的同时还可以外旋胫骨让膝关节完成伸直并锁死。结合在矢状面观察到观察组伸膝不足的现象,KOA 患者膝关节表现出较弱的锁扣机制。

胫骨在水平面上还存在前后方向上的移动。KOA 患者膝关节在前后方向上的运动特征一直从来没有统一的说法。Siston 等^[32]没有观察到 KOA 患者胫骨前后移动存在明显异常,但是其研究结果是在尸体上测量得出。此次研究中观察组在足跟着地时出现明显地向后偏移,结果与 Hamai 等^[33]观察到的现象基本一致,但在胫骨移动范围上两组并未有明显差异。值得注意的是,胫骨前后移动趋势也与交叉韧带有关,未来需要结合交叉韧带的特性对 KOA 患者膝关节运动轨迹进行深入研究,从而对临床治疗提供指导依据。

综上所述,中老年 KOA 患者膝关节在矢状面上活动较为僵硬,在额状面上的稳定性不足。对于中老年 KOA 患者的康复训练除了增加股四头肌肌力,改善股后肌群的柔韧性以外,还需要进行针对性的内收-外展肌力训练,以提高关节稳定性。而在水平面上,中老年 KOA 患者的胫骨相对于股骨旋转活动降低并伴有向后偏移的趋势,提示中老年 KOA 患者膝关节存在异常的锁扣机制。

【参考文献】

- [1] Coleman S, Briffa NK, Carroll G, et al. A randomised controlled trial of a self-management education program for osteoarthritis of the knee delivered by health care professionals[J]. *Arthritis Research & Therapy*, 2012, 14(1): 21-32.
- [2] 蒋黎明, 陶莹, 于小明, 等. 髌骨运动轨迹异常导致膝骨关节炎的病因机制及治疗研究进展[J]. *中国康复*, 2020, 35(11): 605-608.
- [3] 杜建平, 任薇, 夏能能, 等. 等速肌力训练对改善膝骨关节炎肌肉功能的 Meta 分析[J]. *中国康复*, 2020, 35(11): 594-599.
- [4] 王宁华, 傅龙, Uyal, A. 膝骨关节炎的体外冲击波疗法[J]. *中国康复*, 2020, 35(10): 556-558.
- [5] 李勇, 龚利, 朱清广. 步态分析在膝骨性关节炎中的应用[J]. *中医学报*, 2013, 28(4): 598-600.
- [6] Jamtvedt G, Dahm KT, Christie A, et al. Physical therapy interventions for patients with osteoarthritis of the knee: an overview of systematic reviews[J]. *Physical Therapy*, 2008, 88(1): 123-135.
- [7] 刘宇恒, 唐占英, 钱雪华, 等. 步态分析在膝关节骨性关节炎康复评估中的应用[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2012, 20(1): 62-64.
- [8] Astephen J, Deluzio K, Caldwell G, et al. Biomechanical changes at the hip, knee, and ankle joints during gait are associated with knee osteoarthritis severity[J]. *Journal of Orthopaedic Research Official Publication of the Orthopaedic Research Society*, 2008, 26(3): 332-341.
- [9] A Mündermann, Dyrby C O, Andriacchi T P. Secondary gait changes in patients with medial compartment knee osteoarthritis: increased load at the ankle, knee, and hip during walking. [J]. *Arthritis Rheum*, 2010, 52(9): 2835-2844.
- [10] 黄萍, 王怡, 陈博, 等. 膝骨关节炎患者的三维运动解析[J]. *中国全科医学*, 2020, 23(17): 2169-2176.
- [11] 尹梦虹, 李庆, 王文君, 等. 不同时期膝骨关节炎的膝关节 6 自由度步态变化[J]. *中国康复医学杂志*, 2018, 33(11): 1341-1343.
- [12] Joyce A. C. van Tunen, Andrea Dell'Isola, Carsten Juhl, Joost Dekker, Martijn Steultjens, Jonas B. Thorlund, Hans Lund. Association of malalignment, muscular dysfunction, proprioception, laxity and abnormal joint loading with tibiofemoral knee osteoarthritis - a systematic review and meta-analysis[J]. *BioMed Central*, 2018, 19(1): 273-286.
- [13] 中华医学会骨科学分会关节外科学组. 骨关节炎诊治指南(2018 年版)[J]. *中华骨科杂志*, 2018; 28(12): 1-11.
- [14] Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteoarthritis[J]. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 1957, 16(4): 494-501.
- [15] Lustig S, Magnussen RA, Cheze L, et al. The KneeKG system: a review of the literature[J]. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy Official Journal of the ESSKA*. 2012, 20(4): 633-639.
- [16] Mezghani N, Ouakrim Y, Fuentes A, et al. Knee osteoarthritis severity assessment using knee kinematic data classification[J]. *Osteoarthritis & Cartilage*. 2012, 20(4): S97-905.
- [17] Shabani B, Bytyqi D, Lustig S, et al. Gait changes of the ACL-deficient knee 3D kinematic assessment. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2015; 23(11): 3259-3265.
- [18] Bytyqi D, Shabani B, Cheze L, et al. Does a third condyle TKA restore normal gait kinematics in varus knees? In vivo knee kinematic analysis[J]. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 2017, 137(3): 409-416.
- [19] Labbe DR, Hagemeister N, Tremblay M, et al. Reliability of a method for analyzing three-dimensional knee kinematics during gait[J]. *Gait & Posture*. 2008; 28(1): 170-174.
- [20] 恽晓平. 康复疗法评定学[M]. 华夏出版社, 2005: 268-271.
- [21] 朱清广, 房敏, 龚利. 步态分析中运动学及动力学参数在膝骨性关节炎中的应用[J]. *北京中医药*, 2011, 30(10): 755-767.
- [22] 乐意, 金荣疆, 阳杨, 等. 从下肢生物力学来解析膝骨关节炎[J]. *中国康复理论与实践*, 2013, 6): 505-509.
- [23] Nagano Y, Naito K, Saho Y, et al. Association between in vivo knee kinematics during gait and the severity of knee osteoarthritis[J]. *Knee*, 2012, 19(5): 628-632.
- [24] Chang AH, Chmiel JS, Moio KC, et al. Varus thrust and knee

- frontal plane dynamic motion in persons with knee osteoarthritis [J]. *Osteoarthritis & Cartilage*, 2013, 21(11):1668 - 1673.
- [25] 唐纳德·a·诺伊曼原. 骨骼肌肉功能解剖学 [M]. 人民军医出版社, 2014:537-545.
- [26] 赵恒,徐飞,寿在勇,等. 膝关节骨性关节炎患者步态和下肢主要关节的运动学分析[J]. 北京体育大学学报, 2011, 34(4):71-74.
- [27] Jr JAZ, Higginson JS. Differences in gait parameters between healthy subjects and persons with moderate and severe knee osteoarthritis: A result of altered walking speed[J]. *Clinical Biomechanics*, 2009, 24(4):372-381.
- [28] Baert IA, Jonkers I, Staes F, et al. Gait characteristics and lower limb muscle strength in women with early and established knee osteoarthritis[J]. *Clinical Biomechanics*. , 2012, 28(1):40-47.
- [29] 梁雷超,黄灵燕,伍颢,等. 膝关节炎对女性老年人步行动态稳定性的影响[J]. 体育科学, 2016, 36(03):61-66.
- [30] Farrokhi S, Tashman S, Gil AB, et al. Are the kinematics of the knee joint altered during the loading response phase of gait in individuals with concurrent knee osteoarthritis and complaints of joint instability? A dynamic stereo X-ray study [J]. *Clinical Biomechanics*, 2012, 27(4):384-589.
- [31] Nagao N, Tachibana T, Mizuno K. The rotational angle in osteoarthritic knees[J]. *International Orthopaedics*, 1998, 22(5):282-287.
- [32] Siston RA, Giori NJ, Goodman SB, et al. Intraoperative passive kinematics of osteoarthritic knees before and after total knee arthroplasty[J]. *Journal of Orthopaedic Research Official Publication of the Orthopaedic Research Society*, 2006, 24(8):1607-1614.
- [33] Hamai S, Morooka TA, Miura H, et al. Knee kinematics in medial osteoarthritis during in vivo weight-bearing activities[J]. *Journal of Orthopaedic Research Official Publication of the Orthopaedic Research Society*, 2009, 27(12):1555-1560.

• 外刊拾粹 •

高强度抗阻运动与认知

既往研究表明,中等强度有氧运动可显著改善认知功能。本研究旨在进一步探究高强度运动对认知功能的影响。受试者为 10 名具有杠铃深蹲训练经验的男性。使用自由重量杠铃评估所有受试者进行背部深蹲的最大重复次数。训练包括:40%~60%可耐受最大杠铃重量,重复 5~10 次;60%~80%可耐受最大杠铃重量,重复 3~5 次;以此类推,逐渐增加负荷,直至不能完成深蹲。评估所有受试者的自动化神经心理评估指标(ANAM),该评估涉及认知功能各个方面,包括反应速度、注意力和专注力、即时记忆和延迟记忆、空间处理以及决策速度和效率。在测试当天,运动前对受试者进行 ANAM 评估,然后进行 6 组、每组 10 次的深蹲,允许两组之间休息 2 分钟。运动后,数学处理任务的成绩有所提高($P < 0.003$),通过/不通过任务得分显著降低($P = 0.006$)。然而,在运动后,编码替代延迟(CDD)的分数出现下降($P = 0.11$)。数据表明,这些练习促进了与基本计算技能和反应抑制相关的认知领域,同时干扰了需要记忆和回忆的技能。结论:本研究表明,高强度运动可改善反应时间和处理速度,但会干扰需要记忆和回忆的任务完成。

(续晓倩 译)

Anders J, et al. Acute Effects of High-intensity Resistance Exercise on Cognitive Function. *J Sports Sci Med*. 2021, 20(3):391-397.

中文翻译 由 WHO 康复培训与研究合作中心(武汉)组织

本期由山东大学齐鲁医院 岳寿伟教授主译编