

· 临床研究 ·

膝关节骨关节炎患者等长、等速向心和等速离心测试的比较观察

俞晓杰 吴毅 胡永善 白玉龙 范文可

【摘要】目的 评价膝关节骨关节炎(OA)患者患侧及健侧膝伸肌和屈肌在等长、等速向心和等速离心收缩时的功能特性及相互间的关系。方法 应用 Biodex System 3 型等速测试系统对 54 例单侧膝 OA 患者进行患侧和健侧膝伸肌和屈肌的等长、等速向心及等速离心肌力测试。结果 膝 OA 患者患侧膝伸肌和屈肌在不同收缩模式下的肌力均较健侧显著下降($P < 0.05$),特别是在低速向心和低速离心收缩状态时的降低幅度尤为显著;同时患者的膝关节屈/伸肌肌力(H/Q)比值和动态控制率均提示其患侧肢体存在肌力平衡异常。结论 在对膝 OA 患者肌肉功能进行评定时,应选用等速肌力测试并同时分析其 H/Q 比值及动态控制率,只有这样才能对患者的肌肉状况作出全面而客观的评定。

【关键词】 骨关节炎; 膝关节; 等速测试; 肌力

The isometric concentric and eccentric strength of patients with knee osteoarthritis YU Xiao-jie*, WU Yi, HU Yong-san, BAI Yu-long, FAN Wen-ke. * Department of Rehabilitation Medicine, Renji Hospital, Jiaotong University, Shanghai 200040, China

【Abstract】 Objective To evaluate the functional changes in the isometric, concentric and eccentric muscle strength of the knee extensors and flexors in patients with knee osteoarthritis, and to explore the relationship among these contractions. Methods A Biodex System-3 isokinetic test system was used to assess the isometric, concentric and eccentric strength of the knee extensors and flexors of the involved and uninvolved limbs of 54 patients suffering from osteoarthritis. Results The strength of the knee extensors and flexors of the involved limbs was significantly less than that of the uninvolved legs in the different contraction modes ($P < 0.05$). The difference was especially marked in concentric and eccentric contraction at low angular velocity. The hamstrings/quadriceps ratio and the dynamic control ratio showed abnormalities in the muscle balance of the hamstrings and quadriceps. Conclusion Isokinetic testing should be applied and the hamstrings/quadriceps ratio and the dynamic control ratio should be analyzed in evaluating patients with knee osteoarthritis.

【Key words】 Osteoarthritis; Knee; Isokinetic testing; Muscle strength

膝关节骨关节炎(osteoarthritis, OA)是临床上常见的骨关节疾患之一,多见于中、老年患者,且发病率较高。膝 OA 通常表现为膝关节疼痛、僵硬和肌肉功能障碍等;肌肉功能障碍(特别是股四头肌肌力减弱)是膝 OA 患者的一个特征性临床表现^[1]。相关研究发现,膝 OA 患者的股四头肌肌力存在 10% ~ 60% 的下降^[2-4]。股四头肌肌力减弱通常以最大等长收缩肌力和等速向心收缩肌力的下降幅度来衡量;然而在日常功能活动中,患者常常需要进行各种动态或静态运动,并且向心和离心收缩常伴随发生^[5]。目前结合离心收缩测试评定膝 OA 患者肌肉功能和肌力平衡,尤其是对膝 OA 患者进行等长收缩测试、等速向心和离心收缩测试的对照研究还鲜见报道。本研究通过运用

Biodex 等速测试系统,对膝 OA 患者膝关节伸肌和屈肌进行等长、等速向心和等速离心收缩测试,以观察膝 OA 患者在不同测试状态下其伸肌和屈肌的功能特性以及相互间的关系。现报道如下。

资料与方法

一、研究对象

共选取单侧膝 OA 患者 54 例,其中男 16 例,女 38 例;左膝患病 28 例,右膝患病 26 例;年龄(54 ± 13)岁,体重(62.7 ± 12.3)kg,病程为(16.5 ± 14.5)个月。

上述膝 OA 患者均符合美国风湿病学会在 1995 年制定的膝关节骨关节炎诊断标准,其主要诊断依据包括以下方面:①膝关节疼痛;②患者发病年龄;③骨摩擦音;④晨僵;⑤X 线表现(如 X 线片提示骨赘形成、软骨下骨硬化或关节间隙狭窄)等;并同时结合病史、物理检查及辅助检查排除风湿、类风湿性关节炎等其它膝关节疾病。本研究在选取对象时,均要求入选

作者单位:200127 上海,上海交通大学医学院附属仁济医院康复医学科(俞晓杰);复旦大学附属华山医院康复医学科(吴毅、胡永善、白玉龙、范文可)

膝 OA 患者为单侧发病,且须有相关影像学诊断依据, Kellgren 分级至少 II 级,均伴有疼痛病史,能独立行走;如患者双侧肢体均患有膝 OA,则要求其一侧症状较轻,并在本研究进行期间不给予任何干预性治疗。

二、测试方法

1. 测试程序:采用 Biodex System 3 型等速肌力测试训练(Biodex Corporation, New York, USA)系统,于仪器常规校准后进行肌力测试。受试者取坐位,按膝关节测试体位固定;测试顺序为先健侧、后患侧,先伸肌、后屈肌,先等长收缩、后离心收缩及向心收缩。

2. 测试内容:具体测试内容包括①等长收缩测试,设置运动速度为 0°/s,嘱患者屈膝 75°位测定其膝关节伸肌和屈肌的最大等长收缩力量,共进行 3 次膝关节伸展和屈曲交互收缩,每次收缩持续 6 s,间歇 30 s,分别记录最高值;②等速收缩测试:使用向心(concentric, CON)或离心(eccentric, ECC)连续收缩模式对患者进行等速肌力测试。向心与离心收缩测试的运动速度均为 60°/s(慢速)和 180°/s(快速),关节活动范围设为膝关节屈曲 10°~90°,分别测定膝 OA 患者的膝伸肌和屈肌在向心收缩和离心收缩时的力矩峰值,每组重复收缩 5 次,患者在每次调整测试速度时均休息 60 s,以尽量避免对后续测试的干扰,记录每项测试中的最高值。

三、统计学分析

所得数据以($\bar{x} \pm s$)表示,采用 Stata 7.0 版统计软件进行数据分析,选用 t 检验进行数据比较, $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

结 果

一、膝 OA 患者膝伸肌肌力测试结果比较

本研究膝 OA 患者膝伸肌肌力测试结果详见表 1,表 1 数据显示,膝 OA 患者膝伸肌的峰力矩值在等长、等速向心和等速离心测试中,其健侧与患侧间的差异均有统计学意义($P < 0.05$),即提示患侧膝伸肌的等长、等速向心和等速离心肌力均较健侧下降,其缺失百分比为 13.04%~21.43%,最大缺失百分比见于低速离心和低速向心收缩。

表 1 膝 OA 患者患侧和健侧膝伸肌肌力比较

测试内容	患侧(Nm)	健侧(Nm)	缺失百分比(%)
等长收缩	93.26 ± 32.89 *	110.87 ± 35.96	16.21 ± 7.14
向心收缩			
60°/s	64.21 ± 24.15 *	81.84 ± 29.17	19.65 ± 18.18 #
180°/s	49.8 ± 17.93 *	56.46 ± 16.69	13.04 ± 12.23
离心收缩			
60°/s	93.65 ± 30.21 *	116.45 ± 27.03	21.43 ± 8.92 #
180°/s	100.34 ± 26.03 *	115.06 ± 23.43	14.02 ± 6.32

注:与健侧比较, * $P < 0.05$;与等长收缩比较, # $P < 0.05$;缺失百分比 = (健侧肌力 - 患侧肌力)/健侧肌力 × 100%

二、膝 OA 患者膝屈肌肌力测试结果比较

本研究膝 OA 患者膝屈肌肌力测试结果详见表 2,表 2 数据显示,膝 OA 患者膝屈肌仅在低速向心和低速离心测试时,其患侧与健侧间的差异有统计学意义($P < 0.05$),可以认为患侧膝屈肌低速向心和低速离心肌力较健侧下降,其缺失百分比为 3.74%~13.73%,最大缺失百分比见于低速向心和低速离心收缩。

表 2 膝 OA 患者患侧和健侧膝屈肌肌力比较

测试内容	患侧(Nm)	健侧(Nm)	缺失百分比(%)
等长收缩	42.81 ± 10.99	45.30 ± 8.95	7.19 ± 12.97
向心收缩			
60°/s	33.81 ± 10.15 *	40.32 ± 12.78	13.73 ± 13.30 #
180°/s	32.20 ± 7.49	33.57 ± 8.18	3.74 ± 10.82
离心收缩			
60°/s	69.83 ± 21.13 *	77.40 ± 18.00	11.76 ± 9.66 #
180°/s	69.68 ± 15.14	74.85 ± 12.41	7.57 ± 11.08

注:与健侧比较, * $P < 0.05$;与等长收缩比较, # $P < 0.05$;缺失百分比 = (健侧肌力 - 患侧肌力)/健侧肌力 × 100%

三、膝 OA 患者膝关节屈/伸肌力比较

本研究膝 OA 患者膝关节屈肌/伸肌[注:膝关节屈肌为腓绳肌(hamstring),伸肌为股四头肌(quadriceps),H/Q]肌力比值详见表 3,表 3 数据显示,膝 OA 患者健侧 H/Q 比值基本在 42.65%~67.50%之间,而相应患侧肢体的 H/Q 比值均有不同程度增高(其值为 46.18%~77.45%),其中 H/Q 比值以患侧肢体在向心收缩和低速离心收缩时的增高幅度尤为显著($P < 0.05$),虽然患侧肢体 H/Q 比值在其余各项测试中均较健侧肢体轻度升高,但差异无统计学意义($P > 0.05$)。

表 3 膝 OA 患者患侧和健侧膝关节屈肌/伸肌肌力(H/Q)比较

测试内容	患侧(%)	健侧(%)
等长收缩	46.18 ± 10.18	42.65 ± 11.16
向心收缩		
60°/s	54.90 ± 15.22	48.66 ± 11.44 *
180°/s	67.38 ± 15.08	60.00 ± 11.75 *
离心收缩		
60°/s	77.45 ± 21.01	67.50 ± 12.99 *
180°/s	70.65 ± 12.81	66.51 ± 12.26

注:与患侧比较, * $P < 0.05$

四、膝 OA 患者膝关节伸肌和屈肌的动态控制率比较

本研究膝 OA 患者膝关节伸肌和屈肌的动态控制率(dynamic control ratio, DCR)结果详见表 4,表 4 数据显示,患侧肌肉 DCR 仅在伸肌低速主动运动时较健侧显著升高($P < 0.05$),而健、患侧伸肌及屈肌在其余各项主动运动时的 DCR 差异均无统计学意义。

表 4 患侧与健侧膝关节伸肌和屈肌的动态控制率(DCR)比较

测试内容	患侧	健侧
伸肌收缩		
60°/s	1.23 ± 0.59	0.99 ± 0.32 *
180°/s	1.46 ± 0.44	1.43 ± 0.44
屈肌收缩		
60°/s	2.79 ± 1.31	2.96 ± 0.97
180°/s	3.04 ± 0.84	3.37 ± 0.90

注:与患侧比较, * $P < 0.05$

讨 论

一、膝 OA 患者动态肌力和静态肌力间的侧别差异

临床上对于肌肉功能的测量结果(如肌力或其它力学参数等)可以用绝对值或相对值的方法来表示,当单侧损伤明显(特别是当优势侧与非优势侧之间的肌肉功能没有显著性差异时)时常使用后者。以肌力测试为例,在患侧和健侧之间进行比较时,常使用以下公式计算得到的百分率数据表示肌肉功能的缺陷程度:如缺陷百分比 = (健侧肌力 - 患侧肌力) / 健侧肌力 × 100%;而目前临床医师需要考虑的主要问题之一是应该使用何种收缩测试来反映肌力功能缺陷。从传统意义上分析,等长收缩在包括手法肌力检查(manual muscle testing, MMT)在内的许多领域中一直被作为标准评价手段,但随着等速技术的逐步发展及完善,等速仪器能够准确、可靠地测量肌肉的最大肌力,反映不同肌肉功能水平间的细微差异,而且静态(等长)及动态(包括等速向心和等速离心)肌力都能够精确测试。尽管等速技术已经被人们广泛地应用及研究,但目前涉及在不同病理情况下,肌肉等长、等速向心或等速离心收缩间差异的对比研究还不多见,因此,肌力到底是单一特性、还是具有收缩模式依赖性,用哪一种收缩模式最能反映肌肉功能缺陷等问题还需进一步深入研究。

本研究中 54 例膝 OA 患者的膝伸肌在不同测试条件下,其患侧肌力均较健侧显著下降,肌力缺失百分比为 13.04% ~ 21.43%;而健、患侧膝屈肌仅在慢速向心及慢速离心运动中存在显著性差异(患侧肌力在慢速向心及慢速离心运动中的缺失百分比分别为 13.73% 和 11.76%)。一般认为健康人优势侧下肢与非优势侧下肢股四头肌肌力间差异无统计学意义^[6],左、右侧同名肌群力矩缺失百分比差异 < 10%^[7]。因此,可以认为本研究中的受试者存在患侧膝伸肌肌力减弱,而患侧膝屈肌肌力仅在低速向心和离心收缩时表现出肌力显著性下降。

对本研究结果进一步分析后发现,膝 OA 患者的慢速等速测试结果较等长测试结果存在更显著的肌力缺陷。本研究膝 OA 患者所采用的等长肌力测试体位为

屈膝 75°位,并不能全面反映整个关节活动范围内的等长肌力,但由于此角度位于膝伸肌最大随意收缩(maximal voluntary contraction, MVC)测试所推荐的范围内,且较接近最大等长膝伸肌肌力,因此对反映膝伸肌功能具有一定的代表性。本研究膝 OA 患者慢速等速肌力缺陷较大,主要是由于其慢速等速运动时肌肉的张力较大,而且慢速等速运动时的加速度和减速度时间较短,从而导致相应的等速运动范围偏大。目前认为与等长肌力比较,等速肌力水平是疼痛及疼痛性功能障碍更好的预测指标^[8]。本研究结果表明,膝 OA 患者膝关节伸肌和屈肌存在等速向心和离心收缩肌力下降,但是肌力缺失水平在向心及离心收缩测试时未见明显差异,进一步的大样本研究可能有助于发现其间的差异。

二、膝 OA 患者膝屈肌/伸肌肌力的变化

膝屈肌/伸肌肌力(H/Q)代表了腘绳肌肌力与股四头肌肌力的比值。膝关节屈肌/伸肌肌力比值正常范围大致为 50% ~ 80%^[9]。正常的 H/Q 比值对于保持膝关节稳定性,防止运动中较弱肌群的拉伤具有重要意义^[10],这一点对膝 OA 患者显得尤为重要。膝 OA 患者常常由于关节软骨退行性改变,侧副韧带及关节囊松弛,致使关节出现不同程度的失稳定性,再加上膝关节周围肌肉出现废用性萎缩,进一步加重了关节的不稳定性,从而加速膝关节损伤,并由此形成恶性循环,导致病情加重。因此,对膝 OA 患者应强调保持其关节稳定性,如尽量保持其 H/Q 比值平衡。

本研究结果表明,虽然膝 OA 患者的患膝屈、伸肌力都同时降低,但两者下降的幅度并不一致。H/Q 比值可用于评价膝关节屈、伸肌力的平衡情况,如表 3 数据所示,本研究 OA 患者患侧 H/Q 比值在各项测试中均有不同程度的增加,其中以向心和低速离心测试时的升高幅度尤为显著,与健侧比较,差异有统计学意义,表明患侧伸肌肌力下降较屈肌明显,患膝出现屈、伸肌力失衡,但该 H/Q 比值仍未超出正常范围。因此对膝 OA 患者的等速测试结果进行分析时,单纯观察 H/Q 比值的变化范围是不够的,还应作患侧与健侧对比或参照屈、伸肌的绝对力矩值等,如屈、伸肌力为同步下降,虽然 H/Q 比值在正常范围内,但膝关节仍可能存在不稳定因素^[11]。

三、膝 OA 患者膝伸肌和屈肌的动态控制率变化

传统上临床一直采用离心/向心肌力(E/C)比值作为同一块肌肉或肌群的内在功能参数,并将其用来反映肌肉或肌群离心收缩及向心收缩时的能力;但目前的研究显示,E/C 比值同样可应用于描述肌肉或肌群间的相互关系。动态控制率是将拮抗肌的离心力矩除以主动肌的向心力矩,当主动肌和拮抗肌同时收缩来减少应力对关节潜在损伤的情况下,动态控制率具

有特殊的重要性,特别是在受力较大的膝关节^[12]或具有内在不稳特性的肩关节功能评定中^[13]。Aagaard 等^[14]建议将动态控制率作为与传统的膝屈肌/伸肌肌力(H/Q)比值(一般指向心测试的结果)相对应的功能性指标。在膝关节的正常伸展过程中,股四头肌向心性收缩,而此时腘绳肌离心性收缩来抵抗股四头肌收缩时产生的胫骨过度前移及内旋,同时防止前交叉韧带等受到过高的应力。因此,股四头肌动态控制率是反映伸膝过程中膝关节动态稳定功能的良好指标^[15]。从表 4 数据可以看出,患侧膝伸肌在低速主动运动时的动态控制率较健侧显著升高($P < 0.05$),这可能是股四头肌向心肌力缺失大于腘绳肌离心肌力缺失的结果,说明膝 OA 患者在伸膝过程中,可能存在动态膝关节失稳。由于目前临床对动态控制率的研究较少,因此对膝 OA 动态控制率的意义还有待进一步研究。

综上所述,本研究结果表明,膝 OA 患者在不同测试状态下均存在伸肌和屈肌的肌力缺陷,特别是在低速向心和低速离心收缩状态下。此外,通过对患者膝关节屈、伸肌比值分析后发现,膝 OA 患者存在膝关节伸肌和屈肌肌力失衡;并由此提示应选用等速肌力测试评定膝 OA 患者的肌肉功能,如同时结合 H/Q 比值及动态控制率分析,将有助于更准确、更全面地评价膝 OA 患者的肌肉功能及肌力平衡状态,对定量评定膝 OA 患者的肌肉功能障碍及制定有针对性的膝 OA 康复目标具有重要意义。

参 考 文 献

- 1 Hortobagyi T, Garry J, Holbert D, et al. Aberrations in the control of quadriceps muscle force in patients with knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum*, 2004, 51:562-569.
- 2 Jadelis K, Miller ME, Ettinger WH, et al. Strength, balance, and the modi-

- ifying effects of obesity and knee pain; results from the observational arthritis study in seniors. *J Am Geriatr Soc*, 2001, 49:884-891.
- 3 Slemenda C, Brandt KD, Heilman DK, et al. Quadriceps weakness and osteoarthritis of the knee. *Ann Intern Med*, 1997, 127:97-104.
- 4 Hurley MV, Scott DL, Rees J, et al. Sensorimotor changes and functional performance in patients with knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis*, 1997, 56:641-648.
- 5 吴升光,陈九州. 男性网球选手股四头等速向心及离心肌力分析. *中国运动医学杂志*, 1994, 13:39-43.
- 6 Borges O. Isometric and isokinetic knee extension and flexion torque in men and women aged 20 ~ 70. *Scand J Rehabil Med*, 1989, 21:45-53.
- 7 徐军,汪玉萍,于增志,等. 膝关节损伤后远期肌力改变的分析. *中国运动医学杂志*, 2003, 22:8-13.
- 8 Madsen OR, Bliddal H, Egsmose C, et al. Isometric and isokinetic quadriceps strength in gonarthrosis; inter-relations between quadriceps strength, walking ability, radiology, subchondral bone density and pain. *Clin Rheumatol*, 1995, 14:308-314.
- 9 谢光柏,陶新民. 正常青壮年男性膝屈肌/伸肌力矩比值的研究. *中华物理医学杂志*, 1997, 19:149-152.
- 10 吴毅,杨晓冰. 膝关节屈肌和伸肌等速向心、等速离心及等长测试的研究. *中国运动医学杂志*, 1996, 15:193-196, 199.
- 11 吴毅,范振华. 膝关节骨性关节炎等速肌力测试的研究. *中国康复医学杂志*, 1995, 10:145-148.
- 12 Laurie AL, Sandra W, Peter BM, et al. Hamstring and quadriceps strength balance in normal and hamstring anterior cruciate ligament-reconstructed subjects. *Clin J Sport Med*, 2004, 14:274-280.
- 13 Stanley A, McGann R, Hall J, et al. Shoulder strength and range of motion in female amateur-league tennis players. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2004, 34:402-409.
- 14 Aagaard P, Simonsen EB, Magnusson SP, et al. A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. *Am J Sports Med*, 1998, 26:231-237.
- 15 Hole CD, Smit GH, Hammond J, et al. Dynamic control and conventional strength ratios of the quadriceps and hamstrings in subjects with anterior cruciate ligament deficiency. *Ergonomics*, 2000, 34:1603-1609.

(收稿日期:2006-01-20)

(本文编辑:易 浩)

· 消息 ·

2006 国际骨质疏松——骨与关节大会会讯

经中国科协批准,由卫生部科技教育司、中国科学技术发展基金会和中华医学会联合主办,由国际骨质疏松基金会(IOF)和国际临床骨测量学会(ISCN)协办,由骨质疏松基金委员会、药理学发展基金委员会、中国药理学发展奖 HOMA 奖励工作委员会、四川大学华西医院共同承办的 2006 国际骨质疏松——骨与关节大会将于 2006 年 10 月 19 ~ 22 日在成都召开。

国际骨质疏松大会(IOC)自 2000 年起每年在我国举行一届,会议内容涉及骨科、内分泌、妇产科、老年医学、风湿学、骨质疏松学、放射学、药理学、中医学、营养学、生物化学、材料工程学等相关学科,是目前我国最全面的讨论骨质疏松和骨关节病防治的多学科盛会。

本届大会以“远离骨折:骨骼健康人人有责”为主题。组委会已邀请到世界卫生组织骨质疏松专题组主席 Harry K. Genant 教授(美国)、国际骨测量学会主席 David Kendler 教授(加拿大)、国际骨质疏松基金会学委会委员 Richard Prince 教授(澳大利亚)及国际骨折学会副主席梁国穗教授出席会议。

大会欢迎全国各地相关专业的医生、教授、技师踊跃投稿,并于 2006 年 9 月 1 日前发至秘书处。大会将设立优秀论文奖,以奖励医药研究及临床工作者在骨质疏松领域做出的杰出贡献。大会还将授予国家 I 类继续教育学分 8 分,并设立药品器械展览。

秘书处:100710 北京市东四西大街 42 号中华医学会 423 房间;联系人:陈晨;电话:010 - 85158148;传真:010 - 65123754; E-mail:chenchen@cma.org.cn;会议网址:http://www.cof.org.cn/chinese/Contents/2006ioc/MAIN.htm。