

·临床研究·

膝关节骨性关节炎患者股四头肌动员能力和肌力储备改变的研究*

曹龙军¹ 章礼勤^{1,2} 周石¹ 田强¹ 黄力平^{1,3}

摘要

目的:观察膝关节骨性关节炎(KOA)患者股四头肌肌力,肌肉动员能力及肌力储备并探讨其改变原因,为KOA功能评定和康复治疗提供新的途径和依据。

方法:本次研究对象20例KOA患者为实验组和10例健康人为对照组,利用肌肉随意收缩电刺激叠加法测定股四头肌最大随意收缩力量、肌力储备和动员能力。

结果:KOA组左、右腿股四头肌相对肌力分别为0.22和0.21,两腿没有显著差异($P>0.05$);对照组左腿和右腿相对肌力分别为0.34和0.32,KOA患者相对肌力显著低于对照组($P<0.05$)。KOA组左、右腿肌力储备分别为31.09%和29.90%;对照组左、右腿肌力储备分别为18.56%和20.75%,KOA组双侧股四头肌肌力储备显著高于对照组($P<0.01$);KOA组左、右腿动员能力分别为68.95%和70.05%;对照组左、右腿的股四头肌动员能力分别为81.40%和79.20%,KOA组双侧肌肉动员能力显著低于对照组($P<0.05$)。

结论:KOA患者存在着股四头肌肌力低下、股四头肌动员能力不足的情况,其肌力下降主要是由于神经肌肉控制能力较差所致,肌肉随意收缩电刺激叠加法可以敏感地反映这一变化。康复治疗可以训练股四头肌神经肌肉控制能力,增加KOA患者股四头肌肌力和关节稳定性。

关键词 肌肉动员能力;肌力储备;膝关节骨性关节炎

中图分类号:R684 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2012)-01-0030-05

Central activation ratio and activation deficit of quadriceps muscle in patients with knee osteoarthritis/
CAO Longjun,ZHANG Liqin,ZHOU Shi, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2012, 27(1):
30—34

Abstract

Objective: To investigate the muscle strength, central activation ratio and muscle activation deficit of quadriceps in individuals with knee osteoarthritis(KOA) in order to provide the objective and effective evaluation method and rehabilitation treatment cue for KOA.

Method: Twenty subjects with KOA and ten controls with clinically normal knees without any symptom were collected. Maximal voluntary isometric contraction (MVC) and activation of quadriceps were tested by interpolated twitch system. *T* test was used to analysis the data.

Result: Relative quadriceps strength of left leg and right leg in KOA group was 0.22 and 0.21 respectively. The relative quadriceps strength of both legs in control group was 0.34 and 0.32, respectively. Compared with those in control group, there was significant lower level of relative quadriceps strength in KOA group($P<0.05$). The muscle activation deficit of quadriceps in KOA group was 31.09% and 29.90% respectively,while those in control group were 18.56% and 20.75% respectively. Compared with those in control group, there were significant higher level

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2012.01.009

*基金项目:天津体育学院青年科研项目基金ZR-0905资助

1 天津体育学院,300381; 2 天津市泰达医院; 3 通讯作者

作者简介:曹龙军,男,硕士,讲师; 收稿日期:2011-07-18

30 www.rehabi.com.cn

of muscle activation deficit in KOA group($P<0.01$). The central activation ratio of quadriceps in KOA group were 68.95% and 70.05% respectively, while those in control group were 81.40% and 79.20% respectively. Significant reduction of central activation ratio in KOA group was found compared to those in control group($P<0.05$).

Conclusion: Patients with KOA had quadriceps weakness, deficient quadriceps neuroactivation which may prompt to develop a goal-oriented neural motor control rehabilitation program for KOA. The interpolated twitch system for assessing quadriceps activation is sensitive and reliable, and can be applied in the neuromuscular function evaluation clinically, including the quadriceps of KOA.

Author's address Tianjin Institute of Physical Education, 300381

Key word central activation ratio; activation deficit; knee osteoarthritis

膝关节骨性关节炎(knee osteoarthritis, KOA)是当今世界上最常见的骨骼肌肉疾病之一,65岁以上老年人的发病率为30%—40%。KOA患者由于关节软骨的损伤,抑制了神经肌肉的动员能力,使肌力下降,从而造成运动功能逐渐缺失,膝关节稳定性涉及大量神经肌肉活动的处理过程^[1],其中主要为神经对股四头肌及时地做出反应^[2]。电刺激与随意收缩叠加法是近年用来评价中枢神经系统对训练适应的一种技术,即在骨骼肌做最大随意收缩时给予肌肉或神经干电刺激,利用电刺激诱发力量与随意收缩力量之间的差别来评价中枢神经系统动员肌肉力量的能力,即肌肉动员能力(central activation ratio, CAR)^[3]。正确地认识到KOA对股四头肌肌力和神经动员能力的影响,对导致患者残疾的机制得到更好的阐释,可能会对患者的治疗提出更加有效的方法。为此,本实验拟通过使用电刺激与肌肉随意收缩叠加技术,观察KOA患者股四头肌肌力、动员能力及肌力储备变化,并探讨其原因,为KOA功能评定和康复治疗提供新的途径和依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

受试者包括KOA组和对照组,KOA组:20例双侧KOA(女12例,男8例),平均年龄61岁(57—73岁),主要来自于天津医院关节镜科门诊患者和社区人群。KOA的诊断标准参照《骨关节炎诊治指南》(2007年版)。患者在来诊前1个月有大多数天数出现膝关节疼痛。采用视觉模拟疼痛评定法(visual analogue scale, VAS)评定,以最大疼痛为10cm,患者疼痛平均>3cm。X线检查显示骨赘形成,从坐位站起和上下楼出现疼痛和(或)困难,但日常生活活

动均能独立完成,在前2周均未服消炎镇痛药物。排除标准:1年正规的临床治疗,1年内有过膝关节手术史、下肢关节置换术史,半年内进行过关节内封闭治疗,全身其他关节病变,神经系统疾病,前庭器官疾病和严重的其他系统疾病。

对照组:10例健康人(女6例,男4例),平均年龄62岁(58—71岁),排除标准:有过下肢关节障碍、损伤或者1年内出现关节疼痛(因此而就诊,影响功能),或体格检查显示异常(关节活动度<125°、积液、发热、韧带松弛)的情况,X线影像学上无异常发现。无神经科疾病和前庭功能障碍疾病及其他影响平衡功能的疾病。受试者一般情况见表1。KOA组与对照组年龄、身高、体重、体重指数比较差异均无显著性($P>0.05$)。参与本研究的受试者均签署了知情同意书。

表1 受试者一般情况 ($\bar{x}\pm s$)

| 组别 | 例数 | 年龄(岁) | 身高(cm) | 体重(kg) | 体重指数(kg/m ²) |
|-----|----|--------------|---------------|---------------|--------------------------|
| KOA | 20 | 61.35 ± 9.79 | 166.08 ± 7.50 | 69.00 ± 10.96 | 24.96 ± 3.19 |
| 对照组 | 10 | 62.60 ± 8.09 | 164.25 ± 7.23 | 69.80 ± 10.76 | 25.84 ± 3.44 |

1.2 股四头肌动员能力评定

1.2.1 测试仪器:股四头肌肌肉动员能力评定由股四头肌肌肉动员能力评定系统来完成,包括计算机控制的肌力测定、电刺激装置和信号采集系统(自行研制,专利号:ZL201020242687.7)。

1.2.2 测试部位:双侧的股四头肌。局部皮肤正式测试前的处理:剃除毛发,酒精清洁皮肤,并涂导电膏,然后将一对表面自粘贴式导电胶电极片(大小为5cm × 10cm)分别置于受试者股直肌肌腹上,阴极位于运动点处,阳极在阴极下方2cm,并与电刺激仪(DIGITIMER DS7AH型,英国)电极连接。

1.2.3 测试方法:受试者先在膝关节无负重下进行1min的屈伸热身运动,然后取坐立位,保持屈髋屈膝90°,垂直杆旋转的轴心与膝关节转动轴心对准,踝关节上缘位于挡板的下缘,测试过程中以非弹性绑带固定骨盆,另一腿自然放松,接通电刺激装置。在刺激前,先由受试者做3次维持2—3s的最大随意等长收缩,确定其MVC,正式测试时当股四头肌收缩出现力量平台时经由计算机控制Medlab信号采集系统监视触发给予第一次脉冲电刺激(叠加刺激, interpolated twitch, IT)。电刺激的频率为50Hz,脉宽200μs,电流强度为100mA,幅度5V,脉冲10次,4s后给予相同参数第二次脉冲刺激(对照刺激, potentiated twitch, PT)。力量数据由Medlab生物信号采集系统(南京)自行采集并自动保存。注意事项:嘱咐所有受试者在测试前48h内不要进行力竭性运动,以避免疲劳对实验结果的影响,预实验中告知并确定受试者最大用力的标准^[3]。

1.2.4 测试指标:主要有最大随意等长收缩肌力(maximum voluntary contraction, MVC)、最大随意等长收缩相对肌力(最大随意等长收缩肌力/体重, relative MVC, rMVC)、峰力值(peak tension, PT)、肌肉动员能力(central activation ratio, CAR)和肌力储备(activation deficit, AD)^[4]。AD和CAR计算公式如下:

$$AD = IT/PT \times 100\%$$

$$CAR = MVC / (MVC + IT) \times 100\%$$

1.3 统计学分析

运用SPSS13.0统计软件对所有数据进行分析统计。每一项测量参数值均以平均值±标准差表示。股四头肌最大肌力为排除体重因素,采用股四头肌最大肌力相对力量,对KOA和对照组年龄、身高、体重、体重指数、股四头肌最大肌力相对力量、动员能力、肌力储备,应用独立样本t检验,检验水准α=0.05。

2 结果

2.1 股四头肌最大随意等长收缩相对肌力

KOA组左腿和右腿在屈膝90°时双腿股四头肌最大等长收缩相对肌力分别为0.22和0.21,两侧比较差异没有显著性(P>0.05);对照组左腿和右腿在

屈膝90°时双腿股四头肌最大等长相对力量分别为0.34和0.32,经统计学检验差异没有显著性(P>0.05);KOA患者左腿和右腿在屈膝90°时双腿股四头肌最大等长相对肌力显著低于正常对照组(P<0.05)(表2),表明KOA患者的股四头相对肌力量有显著下降。

2.2 股四头肌肌力储备

KOA组左腿和右腿的股四头肌肌力储备分别为31.09%和29.90%;而对照组左腿和右腿的股四头肌肌力储备分别为18.56%和20.75%,经统计学检验,KOA患者股四头肌肌肉肌力储备显著高于正常对照组(P<0.01),KOA患者的肌力储备较大,为KOA患者康复提供了可能(表2)。

2.3 股四头肌动员能力

KOA组左腿和右腿的股四头肌动员能力分别为68.95%和70.05%;而对照组左腿和右腿的股四头肌动员能力分别为81.40%和79.20%;经统计学检验,KOA患者股四头肌肌肉动员能力显著低于正常对照组(P<0.05)(表2),表明KOA患者的肌肉动员能力下降,中枢神经对肌肉的控制能力下降。

表2 两组受试者股四头肌相对最大肌力、肌力储备和动员能力比较 (x±s)

| | KOA组(n=20) | | 对照组(n=10) | |
|----------------|--------------|---------------|---------------------------|---------------------------|
| | 左腿 | 右腿 | 左腿 | 右腿 |
| 最大等长相对肌力(rMVC) | 0.22 ± 0.11 | 0.21 ± 0.09 | 0.34 ± 0.08 ^① | 0.32 ± 0.06 ^① |
| 肌力储备(AD) | 31.09 ± 8.96 | 29.90 ± 10.70 | 18.56 ± 5.28 ^② | 20.75 ± 5.76 ^② |
| 肌肉动员能力(CAR) | 91.65 ± 3.74 | 90.80 ± 6.24 | 94.43 ± 2.13 ^① | 94.00 ± 5.76 ^① |

与对照组比较:①P<0.05,②P<0.01

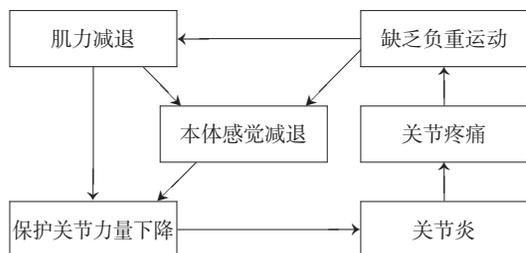
3 讨论

3.1 KOA患者股四头肌最大随意等长收缩肌力

正常肌肉力量对保护关节软骨、韧带、维持关节稳定性及关节功能有着很重要的作用。股四头肌力量和KOA的关系:在KOA的自然病程中,股四头肌有非常重要的作用,一方面,关节源性的肌肉抑制导致股四头肌萎缩、肌力的下降;另一方面,肌肉萎缩、肌力下降可以引发关节不稳,从而造成胫股关节面、髌股关节面的应力分布异常,导致KOA恶化、肌力下降伴随着KOA病情发展的整个过程。也有证据

显示股四头肌力量减弱出现在KOA形成之前^[5],肌肉力量低下使得关节活动时关节周围肌肉的缓冲能力降低,最终导致关节软骨表面承受较高的压力负荷^[6]。肌肉力量低下引起的关节不稳定^[7],在承重活动时,关节软骨受损害的风险也大大增加^[8]。生物力学平衡改变导致关节应力变化引起负荷传递紊乱可致关节软骨损伤、退变,引起软骨细胞代谢紊乱,最后形成肉眼可见的软骨破坏与缺损^[9]。此外,KOA的关节疼痛可造成肌肉力量低下。一旦KOA形成,关节的疼痛将伴随着其他症状致使体力活动减少,将进一步引起股四头肌力量低下,形成恶性循环。肌力减退与KOA的关系(图1)。

图1 肌力减退与KOA的关系



测试股四头肌肌力之所以选择在膝关节屈曲90°是因为:一方面,考虑避免小腿重力对等长肌力测试结果的影响;另一方面,生物力学研究发现^[10],在膝关节屈曲90°位置,股直肌对膝关节伸直发挥着主要的作用。本研究中叠加电刺激的电极片的位置也选择贴在股直肌上。本研究膝关节在屈曲90°最大等长肌力测试中,KOA组股四头肌相对肌力低于对照组($P<0.05$),KOA患者股四头肌最大随意等长收缩相对肌力低下。

3.2 KOA患者股四头肌动员能力和肌力储备改变可能是肌肉力量减弱的原因

本研究中,KOA患者与同龄正常人相比存在股四头肌力量低下,同时也存在股四头肌动员低下。运动生理学认为肌肉力量的大小取决于肌肉的生理横截面积和肌肉收缩的神经支配。由于神经因素的改变而引起肌肉力量的增长,可以归结为肌肉收缩的神经支配得到加强和提高,即神经冲动频率越大,每个肌纤维的收缩力量就越强,从而引起肌肉的收缩力量提高;而神经支配能够调动越多的运动单位,

使同时参与收缩的运动单位增加,从而引起肌肉力量的增加。国内外大多数学者的研究都集中KOA患者股四头肌的肌力的改变^[11],而股四头肌力量低下的原因(神经或肌肉)及可增长的潜力有多大,国内研究尚属空白。Severin等^[12]首次对电刺激叠加法在KOA患者进行了信度和效度的检验,发现本测试方法不仅在正常人群中有很高的信度和效度,在KOA患者中也要很好的信度和效度,但没有设对照组进行对比。而在本研究中利用随意收缩叠加电刺激技术评价股四头肌动员能力,是从神经肌肉控制方面来评价膝关节神经肌肉功能,研究中发现KOA组与对照组相比存在着股四头肌动员能力明显不足,证明动员能力的不足可能是引起股四头肌肌力下降原因之一。股四头肌主动动员能力不足(如关节源性的肌肉抑制或反射抑制)被认为是持续的股四头肌无力的原因之一^[13],股四头肌动员主要是通过膝关节的感受器反馈到中枢神经,动员 α 运动神经元池,而KOA患者可能是由于膝关节的感受器受到破坏,影响了股四头肌的动员,引起股四头肌肌力下降^[14],有学者从前交叉韧带和股四头肌的关系进行分析,前交叉韧带是最特异的具有抗股四头肌收缩引起的胫骨前移的装置,其中的机械感受器是唯一发出敏感有效的胫骨前移信号的感受器。由于韧带感觉信号的传入不太可能直接影响 α 运动神经元,考虑是通过作用在 γ 环路来影响 α 运动神经元的^[15]。临床实践与研究均发现,KOA者交叉韧带不同程度的退化变性。文献报道的股四头肌动员能力不足的变化范围也很大,从0%—40%不等^[16]。在本研究中KOA组股四头肌动员能力比对照组平均低10%左右,与对照组比较,双侧均有显著性差异($P<0.01$),说明股四头肌动员能力可能比最大随意相对肌力指标在KOA的临床康复评定和治疗更具有敏感性和指导意义。因此探索提高肌肉的收缩强度和主动动员能力的功能训练方法,如通过生物反馈或神经肌肉电刺激来增强股四头肌力量,从提高神经肌肉控制方面来增强肌力,从而提早预防、延缓KOA的发生和发展^[17],可能对提高神经对股四头肌的控制能力,增强肌力有益。肌力储备是指在最大随意收缩的基础上因额外的电刺激而诱发的肌肉力量,代表中枢神经系统动员肌肉的能力。肌肉的动

员能力越差,肌力储备就越大,本次研究KOA患者股四头肌的肌力储备显著高于对照组,说明患者增加运动康复恢复肌力储备较大,可以通过加强神经-肌肉控制能力,能够增加膝关节动力性稳定功能,恢复中枢神经系统对关节周围组织的控制和关节运动协调性调控,对KOA患者康复有着重要的意义。

4 结论

KOA患者存在着股四头肌肌力低下和神经肌肉动员能力不足的情况;其肌力下降主要原因可能是由于肌肉动员能力不足,神经肌肉控制能力较差所致,提示康复治疗可以训练股四头肌神经肌肉控制能力,增加KOA患者股四头肌肌力,提高关节稳定性。

参考文献

- [1] Kandel ER, James H. Principles of Neural Science[M]. New York: McGraw-Hill, 2000,8:16—31.
- [2] Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the timed up & go test[J]. Physical Therapy, 2000,80:896—903.
- [3] Gandevia SC. Spinal and Supraspinal Factors in Human Muscle Fatigue[J]. Physiol Rev, 2001, 84:1725—1789.
- [4] 于俊海,周石,黄力平.电刺激与随意收缩叠加法在评定肌肉力量动员能力中的应用[J].中国运动医学杂志,2007,26(5):634—638.
- [5] Thomas AC, Sowers M, Karvonen-Gutierrez C, et al. Lack of quadriceps dysfunction in women with early knee osteoarthritis [J]. J of Orthopaedic Research, 2010,28:595—599.
- [6] Slemenda C, Heilman DK, Brandt KD, et al. Reduced quadriceps strength relative to body weight: a risk factor for knee in women[J]. Arthritis and Rheumatism, 1998,41:1951—1959.
- [7] Felson DT, Zhang Y. An update on the epidemiology of knee and hip osteoarthritis with a view to prevention[J]. Arthritis and Rheumatism, 1998,41:1343—1355.
- [8] Sharma L. Local factors in osteoarthritis[J]. Current Opinion in Rheumatology, 2001,13: 441—446.
- [9] Oliveria SA, Caffrey M, Linden SM, et al. The analysis of epidemiology about human arthritis[J]. Epidemiology, 2004,15:326—331.
- [10] Marks R. The effect of 16 months of angle-specific isometric strengthening exercises in midrange on torque of the knee extensor muscles in osteoarthritis of the knee: a case study[J]. Orthopedic and Sports Physical Therapy, 1994,20:103—109.
- [11] Staehli S, Glatthorn JF, Casartelli N, et al. Test-retest reliability of quadriceps muscle function outcomes in patients with osteoarthritis[J]. Journal of Electromyography and Kinesiology, 2010,20:1058—1065.
- [12] Stevens L, Balter JE, Kohrt AM. Quadriceps and hamstrings muscle dysfunction after total knee arthroplasty[EB/OL]. Clin Orthop Relat Res, 2010. doi:10.1007/s1.1999-009-1219-6.
- [13] Chmielewski TL, Stackhouse S, Axe MJ, et al. A prospective analysis of incidence and severity of quadriceps inhibition in a consecutive sample of 100 patients with complete acute anterior cruciate ligament rupture[J]. Journal of Orthopaedic Research, 2004,22:925—930.
- [14] Hurley MV, Newham DJ. The influence of arthrogenous muscle inhibition on quadriceps rehabilitation of patients with early unilateral osteoarthritic knees[J]. Rheumatol, 1993,32: 127—131.
- [15] 谷莉.前交叉韧带本体感觉功能的临床认识[J].中国康复医学杂志, 2008,23(8): 756—759.
- [16] Konishi Y, Fukubayashi T, Takeshita D. Mechanism of quadriceps femoris muscle weakness in patients with anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Scand J Med Sci Sports, 2002, 12: 371—375.
- [17] Yilmaz OO, Senocak O, Sahin E, et al. Efficacy of EMG-bio-feedback in knee osteoarthritis[J]. Rheumatol, 2010,30:887—892.