

渐进式抗阻训练治疗女性膝关节炎的效果研究

倪广晓 韩晓勇 周鸿斌 罗志飞 岳巍 牛彦平

【摘要】 目的 探讨渐进式抗阻训练(PRE)对女性膝关节炎(KOA)患者膝关节功能的影响。方法 前瞻性收集2013年8月至2014年9月在河北医科大学第二医院康复科及骨科就诊的女性KOA患者92例,年龄40~70岁,平均(55±11)岁。随机分为试验组和对照组,各46例,试验组给予渐进式抗阻训练(PRE)和膝关节松动术,对照组给予膝关节松动术。由一位未参与本项目的康复师在初诊、治疗后6w及12w时对所有患者进行评定,评定内容包括骨性关节炎指数评分表(WOMAC)、健康调查简表(SF-36)、一次重复最大负荷(1RM)。治疗结束后应用李科特5级量表进行患者满意度调查。结果 试验组44例患者获得随访,对照组45例患者获得随访,随访率96.7%,随访时间均为12w。两组术后6w和12wVAS评分比较,试验组优于对照组[试验组:6w:(6.0±1.8)分,12w:(4.4±3.0)分;对照组:6w:(7.0±1.5)分,12w:(6.5±2.5)分],差异有统计学意义(6w: $t=-2.573, P=0.022$, 12w: $t=-2.721, P=0.001$);两组术后6w和12wWOMAC评分结果比较,试验组优于对照组[试验组:6w:(40±14)分,12w:(31±14)分;对照组:6w:(24±17)分,12w:(38±13)分],差异有统计学意义(6w: $t=0.001, P=0.017$, 12w: $t=-4.263, P=0.001$);两组12wSF-36健康调查简表评定结果比较,试验组在生理功能和生理职能方面优于对照组,差异有统计学意义[生理功能:试验组:(50±22)分,对照组:(32±17)分, $t=-3.601, P<0.001$;生理职能:试验组:(48±40)分,对照组:(22±17)分, $t=-2.093, P=0.001$]。两组12w1RM比较,试验组优于对照组[试验组:伸膝:(11.1±4.9)kg,屈膝:(8.6±2.7)kg;对照组:伸膝:(6.9±4.2)kg,屈膝:(6.3±2.4)kg],差异有统计学意义(伸膝: $t=-2.571, P=0.001$;屈膝: $t=-4.882, P<0.001$)。治疗结束后试验组患者满意度明显高于对照组,差异有统计学意义($\chi^2=17.997, P<0.05$)。结论 渐进式抗阻训练相对于传统康复训练,更有助于改善女性KOA患者的关节功能和稳定性,同时减轻关节疼痛,提高生活质量。

【关键词】 骨关节炎; 膝; 疼痛; 生活质量; 渐进式抗阻训练

The effect of progressive resistance exercise program on female knee osteoarthritis Ni Guangxiao, Han Xiaoyong, Zhou Hongbin, Luo Zhifei, Yue Wei, Niu Yanping. Department of Rehabilitation, The second hospital of HeBei Medical university, Shi Jiazhuang 050000, China
Corresponding author: Niu Yanping, Email: nypszh@163.com

【Abstract】 Objective To discuss the effect of progressive resistance exercise (PRE) program on female knee osteoarthritis (KOA). **Methods** A prospective study including 92 female KOA patients was performed in the department of Rehabilitation and Orthopedics in second hospital of HeBei Medical university from August 2013 to September 2014, the average age was (55±11) years (rang from 40-70 years). All subjects were randomly divided into the experimental group (46 cases) and control group (46 cases). Subjects in experimental group participated PRE program and joint mobilization triple once a week. Subjects in the control group only participated joint mobilization. Assessments of pain, muscle strength, walking distance, function and quality of life were performed at baseline, 6 weeks and 12 weeks after surgery by a blinded assessor with The Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index and the MOS item short from health survey (SF-36). After finishing the treatment, Satisfaction survey was conducted in all patients using Likert Scale. **Results** Both groups have one case dropped out, completed ratio of 12 months of follow-up was 96.7%. At 6 weeks and 12 weeks after surgery, VAS scores in experimental group were lower than con-

control group [experimental group: 6 w: (6.0±1.8) scores, 12 w: (4.4±3.0) scores; control group: 6 w: (7.0±1.5) scores, 12 w: (6.5±2.5) scores]. Differences of VAS score between two groups had statistical significance (6 w: $t=-2.573$, $P=0.022$, 12 w: $t=-2.721$, $P=0.001$). WOMAC indexes in experimental group were higher than the control group [experimental group: 6 w: (40±14) scores, 12 w: (31±14) scores; control group: 6 w: (24±17) scores, 12 w: (38±13) scores], differences of WOMAC score between two groups had statistically significance (6 w: $t=0.001$, $P=0.017$, 12 w: $t=-4.263$, $P=0.001$). At 12 weeks postoperatively, the SF-36 scores of physical function and physical role limitation in the experimental group were higher than control group [experimental group: physical function: (50±22) scores, physical role limitation: (48±40) scores; control group: physical function: (32±17) scores, physical role limitation: (17±23) scores], differences of SF-36 score between two groups had statistically significance (physical function: $t=-3.601$, $P<0.001$, physical role limitation: $t=-2.093$, $P=0.001$). At 12 weeks postoperatively, the experimental group had better muscle strength than the control group [the experimental group: extensor: (11.1±4.9)kg, flexor: (8.6±2.7)kg; the control group: extensor: (6.9±4.2)kg, flexor: (6.3±2.4)kg], differences of 1 RM between two groups had statistically significance (extensor: $t=-2.571$, $P=0.001$, flexor: $t=-4.882$, $P<0.001$). The ratio of patient satisfaction of the experimental group was significantly higher than the control group ($\chi^2=17.997$, $P<0.05$). **Conclusion** The PRE program was effective in reducing pain, improving function and stability of knee among female patients with KOA, our study demonstrate it is better than the traditional rehabilitation trainings.

【Key words】 Osteoarthritis, knee; Pain; Quality of life; Progressive resistance exercise

膝关节骨关节炎(knee osteoarthritis, KOA)是发病率最高的肌肉骨骼疾病,全世界大约有20%的人曾受到此病的困扰^[1-2]。女性比男性更易罹患此病,80%的患者伴有膝关节疼痛、活动受限,25%的患者日常生活能力下降^[3],60%的患者都服用过非甾体类抗炎药及降钙素类药物^[4-5]。KOA患者常见股四头肌萎缩或无力,最近的研究表明,KOA患者的髌关节功能也有所降低^[6]。KOA对患者的运动功能存在持续影响,而本体感觉训练及肌力训练可有效改善关节活动度、缓解疼痛、改善关节运动能力,提高生活质量^[4,6-7]。两项回顾性研究显示,逐步增加强度的有氧训练是增强膝关节周围肌肉力量的最佳方法^[2,8-9],但是这样的练习忽视了患者的个体差异,如膝关节影像学的改变和疼痛的变化^[10-14]。渐进式抗阻训练(progressive resistance exercise, PRE)作为一种渐进式肌力训练方法已有20多年的历史^[15-18],目前有关KOA患者行PRE的报道很少,而且应用的阻力大小各不相同^[11,15,19]。此外,相关髌部肌肉力量的练习有助于KOA患者关节功能恢复方面的研究也罕有报道,大部分研究并没有明确描述力量训练的方法、剂量、强度,有些报道的训练方法在临床上多难于实施^[17,20-21]。本研究旨在确定PRE对女性KOA患者膝关节功能的疗效,确定一种安全、高效的KOA康复训练方法,为临床康复工作提供一定的指导,为进一步的研究奠定基础。

资料与方法

一、纳入及排除标准

纳入标准:(1)符合美国风湿协会KOA诊断标准;(2)女性,年龄40~70岁;(3)休息时VAS评分在3~8分之间;(4)签署知情同意书。

排除标准:(1)患有感染性疾病或恶性肿瘤;(2)无法进行规律物理治疗;(3)最近3个月接受过关节内注射治疗;(4)最近4w有外伤性骨折病史,且接下来12w有外出计划。

二、一般资料

前瞻性收集2013年8月至2014年9月在河北医科大学第二医院康复科及骨科就诊的女性单侧KOA患者92例。年龄40~70岁,平均(55±11)岁。采用随机数字表法随机分为试验组和治疗组,各46例。

三、训练方法

(一)试验组

1.PRE:包括四项屈膝、伸膝、髌关节内收、髌关节外展,均练习2组,第一组50%一次重复最大负荷(one repetition maximum, 1RM),第二组70% 1RM,两组间隔1分钟,每周3次,共进行12w(见图1~2)。PRE的阻力为1RM的50%和70%,每两周对1RM重新进行测量。每次练习之前应用功率自行车进行5分钟热身。

2.膝关节松动术:每周3次,共进行12w。

3.超声波药物导入:每次训练结束后进行。



图1~2 老年女性骨关节炎患者,进行渐进式抗阻训练。图1 左侧伸膝(股四头肌)抗阻练习,阻力为1RM的50%;图2 左侧屈膝(腘绳肌)抗阻练习,阻力为1RM的70%

(二)对照组

1.膝关节松动手:每周3次,共进行12w。每次练习之前应用功率自行车进行5分钟热身。

2.超声波药物导入:每次训练结束后进行。

两组患者中VAS评分 ≥ 7 的患者给予双氯芬酸钠缓释片75mg口服1/d。

四、测量指标

在初诊、治疗6w、治疗12w时分别对以下各项进行评定。采用视觉模拟评分法(visual analogue score, VAS)对患者的疼痛情况进行评估,采用西安大略和麦克马斯特大学骨关节炎指数(the western Ontario and McMaster universities osteoarthritis, WOMAC)评估关节功能,WOMAC量表评定内容主要包括疼痛、晨僵及日常活动功能三方面,总积分为96分(其中疼痛20分、晨僵8分及日常活动功能68分),积分越高表示病情越严重。

采用健康调查简表(the MOS item short from health survey, SF-36)评价患者的综合生命质量。SF-36量表分生理健康和心理健康两个方面。共36个条目,9个维度,其中生理健康包括:生理功能(physical function, PF)、生理职能(role-physical, RP)、躯体疼痛(body pain, BP)和总体健康(gener-

al health, GH);心理健康包括:活力(vitality, VT)、社会功能(social function, SF)、情感职能(role-emotion, RE)、精神健康(mental health, MH)和健康变化(health transition, HT)。按照SF-36量表的计分规则最后得分为0~100分,得分越高,表示健康状况越好。

采用李科特(Likert Scale)5级量表对治疗满意度进行调查,分为五级,包括:很满意、满意、一般、不满意、很不满意。

五、统计学方法

采用SPSS 19.0(SPSS公司,美国)统计软件处理,采用Kolmogorov-Smirnov检验是否符合正态分布,符合正态分布的VAS评分、SF-36、WOMAC评分、1RM测定结果等计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用t检验,组内不同训练时间的比较采用配对设计的t检验。组间患者满意度的比较采用 χ^2 检验。检验水准 α 值取双侧0.05。

结 果

一、一般结果

试验组有2例中途退出,对照组有1例中途退出,最终共89例患者完成试验,随访率96.74%,其中试验组44例,对照组45例,随访时间12w。两组患者年龄、身体质量指数(body mass index, BMI)、治疗前WOMAC、VAS及SF-36等比较,差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$),见表1。两组患者初诊膝关节周围各肌群1RM比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表2。

本研究已获得本院伦理委员会的批准及所有患者的知情同意。

二、VAS评分

两组患者术后6w与12wVAS评分比较,6w时试验组低于对照组,差异具有统计学意义($P < 0.05$),12w时试验组低于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。试验组治疗第6w与12w

表1 两组膝关节骨关节炎患者治疗前一般情况比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	年龄(岁)	WOMAC(分)	BMI(kg/m ²)	VAS(分)	SF-36总分(分)
试验组	46	62±6	40±12	29±4	7.2±1.2	65±22
对照组	46	60±8	39±13	29±5	7.1±1.4	62±24
t值		0.035	0.062	0.078	0.059	0.126
P值		0.920	0.763	0.968	0.561	0.672

注:WOMAC为西安大略和麦克马斯特大学骨关节炎指数;BMI为身体质量指数;VAS为视觉模拟评分;SF-36为健康调查简表

表2 两组膝关节骨关节炎患者初诊各肌群 1RM 测定结果比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	伸膝	屈膝	髌外展	髌内收
试验组	44	7.8±4.8	6.7±2.8	23.8±6.4	17.2±3.5
对照组	45	7.9±3.7	6.5±3.2	22.9±7.8	16.8±5.8
<i>t</i> 值		0.042	0.051	0.611	0.071
<i>P</i> 值		0.053	0.096	0.035	0.023

表3 两组膝关节骨关节炎患者治疗后 6 w、12w VAS 评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	6 w	12 w	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
试验组	44	6.0±1.8	4.4±3.0	-3.064	0.001
对照组	45	7.0±1.5	6.5±2.5	0.032	0.780
<i>t</i> 值		-2.573	-2.721		
<i>P</i> 值		0.022	0.001		

VAS 评分比较, 差异有统计学意义($P=0.001$), 对照组治疗 6 w 与 12 w VAS 评分比较, 差异无统计学意义($t=0.032, P=0.780$), 试验组在缓解关节疼痛方面明显优于对照组, 见表 3。

三、WOMAC 评分

在关节疼痛和关节功能方面, 术后 6 w 与 12 w 两组患者比较, 差异均有统计学意义($P<0.05$), 试验组优于对照组; 治疗后两组 WOMAC 总分比较, 差异有统计学意义($P<0.05$), 试验组优于对照组。试验组患者的疼痛和关节功能方面, 第 6 w 与 12 w 比较, 差异均有统计学意义, 见表 4。

四、SF-36 评分

试验组治疗 12 w 与 6 w 比较, 在生理功能、生理

职能、躯体疼痛方面评分均有提高, 差异均有统计学意义, 治疗后 12 w, 试验组与对照组这 3 个维度比较, 差异均有统计学意义, 试验组优于对照组; 其他各维度与对照组比较, 差异均无统计学意义, 见表 5。

五、两组患者各肌群 1RM 测定结果比较

在 6 w 和 12 w, 两组患者的屈膝、伸膝、髌内收及髌外展 1RM 比较, 差异均有统计学意义, 试验组优于对照组, 试验组患者治疗 6 w 和 12 w 各肌群肌力的比较, 差异均有统计学意义, 见表 6。

六、两组患者的李科特(Likert Scale)5 点量表满意度调查比较

治疗结束后, 两组患者满意度有显著性差异($P<0.05$), 试验组满意度明显高于对照组。试验组只有 1 例不满意, 无很不满意, 对照组有 9 例不满意, 有 4 例很不满意, 见表 7。

讨 论

一、PRE 对女性 KOA 患者关节功能的改善

本研究探讨了 PRE 对女性 KOA 患者关节功能的疗效, 在疼痛、关节功能、日常生活能力以及肌力的提高方面都显示出了良好的效果。本研究增加了患者髌关节内收及外展力量的练习, 对改善膝关节功能起到了促进作用, 下肢的一些相关肌肉为双关节肌, 而且髌关节的稳定性也影响膝关节的功能。以往的文献报道, 很少有通过增加髌部力量的练习来加强膝关节功能的。应用 PRE 增加髌内收和外展肌力的相关报道, 多没有进行随机对照试验, 因而缺少可信度^[19-20]。在一项回顾

表4 两组膝关节骨关节炎患者治疗后 6 w、12 w WOMAC 评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	疼痛评分		<i>t</i> 值	<i>P</i> 值	僵硬评分		<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
		治疗 6 w	治疗 12 w			治疗 6 w	治疗 12 w		
试验组	44	6.1±3.9	4.8±3.9	6.382	<0.001	2.1±1.8	1.8±1.7	13.412	0.601
对照组	45	9.3±3.2	9.2±3.1			2.5±1.9	2.0±1.6		
<i>t</i> 值		-2.763	-3.301			0.038	0.026		
<i>P</i> 值		0.006	0.002			0.124	0.073		

组别	例数	功能评分		<i>t</i> 值	<i>P</i> 值	总分		<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
		治疗 6 w	治疗 12 w			治疗 6 w	治疗 12 w		
试验组	44	24.1±11.1	17.6±12.0	15.107	0.001	40.1±14.1	31.1±13.9	12.334	<0.001
对照组	45	27.6±9.9	26.8±10.1			23.9±16.7	38.1±13.0		
<i>t</i> 值		0.012	-2.659			0.001	-4.263		
<i>P</i> 值		0.011	0.006			0.017	0.001		

表5 两组膝关节骨关节炎患者治疗后6 w、12 w SF-36各项评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	生理功能		t值	P值	生理职能		t值	P值
		治疗6 w	治疗12 w			治疗6 w	治疗12 w		
试验组	44	39±17	50±22	16.023	0.002	38±37	48±40	17.081	0.002
对照组	45	30±16	32±17			22±17	23±17		
t值		0.024	-3.601			0.016	-2.093		
P值		0.045	0.000			0.060	0.001		

组别	例数	躯体疼痛		t值	P值	总体健康		t值	P值
		治疗6 w	治疗12 w			治疗6 w	治疗12 w		
试验组	44	42±22	59±24	5.491	0.035	63±21	66±22	2.203	0.061
对照组	45	41±14	42±20			58±23	52±22		
t值		0.530	-1.778			-	-		
P值		0.105	0.006			-	-		

组别	例数	活力		t值	P值	社会功能		t值	P值
		治疗6 w	治疗12 w			治疗6 w	治疗12 w		
试验组	44	57±22	64±25	3.442	1.746	72±28	77±28	5.106	0.420
对照组	45	50±21	52±22			60±25	58±28		

组别	例数	情感职能		t值	P值	精神健康		t值	P值
		治疗6 w	治疗12 w			治疗6 w	治疗12 w		
试验组	44	55±45	72±41	4.037	0.448	72±18	72±18	2.463	0.120
对照组	45	45±31	50±39			56±23	59±21		

注：“-”表示未进行比较

表6 两组膝关节骨关节炎患者治疗后6 w、12 w 各肌群1RM测定结果比较(kg, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	伸膝		t值	P值	屈膝		t值	P值
		治疗6 w	治疗12 w			治疗6 w	治疗12 w		
试验组	44	9.4±5.2	11.1±4.9	12.605	<0.001	7.8±3.5	8.6±2.7	9.224	0.002
对照组	45	7.9±3.9	6.9±4.2			6.2±4.4	6.3±2.4		
t值		-0.673	-2.571			-0.422	-4.882		
P值		0.001	0.001			0.003	0.000		

组别	例数	髋外展		t值	P值	髋内收		t值	P值
		治疗6 w	治疗12 w			治疗6 w	治疗12 w		
试验组	44	25.1±7.3	30.3±11.2	13.673	<0.001	23.0±6.7	25.9±8.7	10.092	<0.001
对照组	45	21.0±8.2	19.8±7.6			16.7±6.6	16.7±7.8		
t值		-3.446	-4.772			-4.335	-5.661		
P值		0.001	0.000			0.000	0.000		

表7 两组膝关节骨关节炎患者李科特(Likert Scale)5点量表满意度调查

组别	例数	很满意	较满意	一般	不满意	很不满意
试验组	44	11(24.4%)	26(57.8%)	7(15.6%)	1(2.2%)	0(0%)
对照组	45	9(20.0%)	11(24.4%)	12(26.7%)	9(20.0%)	4(8.9%)
χ^2 值				17.997		
P值				0.010		

性研究中, 抗阻练习应用于 KOA 患者, 但未进行 PRE, 也没有进行任何髌关节的肌力练习, 患者的关节疼痛改善明显, 但关节的功能改善不明显。Jan 等^[22]比较了高强度集中抗阻练习(60%/1RM)和低强度集中抗阻练习(10%/1RM), 每隔两周应用等速肌力测定仪重新测量 1RM, 结果发现两组患者肌力变化无显著性差异。Foroughi 等^[23]报道通过髌关节抗阻肌力练习能有效改善膝关节功能, 所有受试者均为女性。而 Jan 等^[22]报道的研究对象包括男性和女性, 进行统计学比较时有一定难度。Verdijk 等^[24]的研究认为, 应用 1RM 进行评估是敏感的、精确的方法, 它包括了肌肉的收缩模式、训练以及应用同一设备进行评定。大部分相似的研究均应用等速肌力评测系统进行肌力评定和训练, 而不断增加的阻力负荷可以通过不同方法获得, 比如 1RM、弹力带等^[9, 25-26]。应用 Borg Scale 分级评价患者运动前后的呼吸困难和全身疲劳情况, 根据结果来决定抗阻的次数^[9]。

二、PRE 阻力大小的选择

应根据美国运动医学会的指南的推荐选择多少百分比的 1RM 做为练习负荷^[26-27], 指南中描述 1RM 的 65%~75%, 既能保证练习的效果又能防止练习带来损伤, 并且应逐渐增加阻力。因此, 对于健康成人来说, 应选择这一百分比, 因本文研究的患者已经确诊为骨关节炎, 故研究选择了更小的百分比。在本研究中第一组和第二组抗阻练习分别应用 1RM 的 50%和 70%, 主要是为了避免肌肉的损伤, 每两周对 1RM 进行复测以便调整阻力。有研究根据 Borg Scale 分级评价患者运动前后的呼吸困难和全身疲劳情况应用 3RM 的 60%~75%进行练习^[9, 20]。

三、PRE 对缓解疼痛及改善关节功能效果明显

在本研究中, 试验组的疼痛、肌力和关节功能显著改善出现在 6 w。目前在初诊与治疗中间进行评价的文献报道较为少见。本研究患者的依从性较好, 但疼痛程度和患者依从性之间并没有相关性。在研究最后评估中, 疼痛、关节功能和肌力的改善明显优于其他方面, 类似的结果也见于 Jan 等^[22]和 Lange 等^[17]的研究报道。在研究过程中, 有 3 例患者出现膝关节疼痛加重, 就诊于免疫风湿科, 需行 1 w 有效治疗, 因此中断了练习, 在疼痛缓解后又重新开始练习, 后患者未出现不适主诉。

四、本研究的局限性及展望

这项研究中也存在一些不足, 包括:(1)初次

确诊为 KOA 的时间不同;(2)在进入本研究之前的药物治疗没有记录;(3)只有女性患者参与, 结果并不能完全复制到男性患者;(4)对照组没有干预措施;(5)没有对患者进行长期随访。下一步准备进行更深入的研究, 包括进行长期随访和纳入男性研究对象。

综上所述, 本研究针对女性 KOA 患者的康复治疗, 融入了髌关节肌力练习的 PRE, 对女性 KOA 患者疼痛的缓解和关节功能的改善有显著作用。相对于常规的康复治疗, 这种方法在有效性、安全性、患者满意率方面有显著优势, 提高了女性 KOA 患者的带病生活质量, 值得在临床康复工作中推广应用。

参 考 文 献

- Hochberg MC, Altman RD, Brandt KD, et al. Guidelines for the medical management of osteoarthritis. Part II. Osteoarthritis of the knee. American College of Rheumatology [J]. *Arthritis Rheum*, 1995, 38(11): 1541-1546.
- Slemenda C, Brandt KD, Heilman DK, et al. Quadriceps weakness and osteoarthritis of the knee [J]. *Ann Intern Med*, 1997, 127(2): 97-104.
- Srikanth VK, Fryer JL, Zhai G, et al. A meta-analysis of sex differences prevalence, incidence and severity of osteoarthritis [J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2005, 13(9): 769-781.
- 沈梓维, 林子洪, 郑秋坚. 膝关节骨关节炎的非手术治疗现状 [J]. *中华骨科杂志*, 2015, 35(7): 774-780.
- 王剑雄, 周谋望. 膝关节骨关节炎患者髌周肌肉力量研究 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2014, 36(9): 720-722.
- 解东风, 李奎, 李鑫, 等. 本体感觉训练在膝关节周围骨折术后所致关节僵硬患者康复治疗中的作用 [J]. *中国康复医学杂志*, 2013, 28(10): 945-947.
- Lombardi I, Magri AG, Fleury AM, et al. Progressive resistance training in patients with shoulder impingement syndrome: a randomized controlled trial [J]. *Arthritis Rheum*, 2008, 59(5): 615-622.
- Shimizu Y, Thurauer S, Ehrenberger K. Multifractal spectra as a measure of complexity in human posture [J]. *Fractals*, 2002, 10(01): 103-116.
- Baker KR, Nelson ME, Felson DT, et al. The efficacy of home based progressive strength training in older adults with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial [J]. *J Rheumatol*, 2001, 28(7): 1655-1665.
- Costa RA, Oliveira LM, Watanabe SH, et al. Isokinetic assessment of the hip muscles in patients with osteoarthritis of the knee [J]. *Clinics (Sao Paulo)*, 2010, 65(12): 1253-1259.
- Bennell KL, Hunt MA, Wrigley TV, et al. Hip strengthening reduces symptoms but not knee load in People with medial knee osteoarthritis and varusmalalignment: a randomised controlled trial [J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2010, 126(18): 621-628.
- Van Dijk GM, Veenhof C, Spreuwenberg P, et al. Prognosis of limitations in activities in osteoarthritis of the hip or knee: a 3-year cohort study [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2010, 91(1): 58-66.
- Jordan KP, Wilkie R, Muller S, et al. Measurement of change in function and disability in osteoarthritis: current approaches and

- future challenges [J]. *Curr Opin Rheumatol*, 2009, 21(5): 525-530.
- 14 Rannou F, Poiraudou S. Non-pharmacological approaches for the treatment of osteoarthritis [J]. *Best Pract Res Clin Rheumatol*, 2010, 24(1): 93-106.
- 15 Silva LE, Valim V, Pessanha AP, et al. Hydrotherapy versus conventional land-based exercise for the management of patients with osteoarthritis of the knee: a randomized clinical trial [J]. *Phys Ther*, 2008, 88(1): 12-21.
- 16 Juhl C, Christensen R, Roos EM, et al. Impact of exercise type and dose on pain and disability in knee osteoarthritis: a systematic review and meta-regression analysis of randomized controlled trials [J]. *Arthritis Rheumatol*, 2014, 323(66): 622 - 636.
- 17 Lange AK, Vanwanseele B, Fiatarone Singh MA. Strength training for treatment of osteoarthritis of the knee: a systematic review [J]. *Arthritis Rheum*, 2008, 59(10): 1488-1494.
- 18 Tanaka R, Ozawa J, Kito N, et al. Efficacy of strengthening or aerobic exercise on pain relief in People with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Clin Rehabil*, 2013, 27(12): 1059-1071.
- 19 Farr JN, Going SB, Mcknight PE, et al. Progressive resistance training improves overall physical activity levels in patients with early osteoarthritis of the knee: a randomized controlled trial [J]. *Phys Ther*, 2010, 90(3): 356-366.
- 20 Brooks PM. Impact of osteoarthritis on individuals and society: how much disability? Social Consequences and health economic implications [J]. *Curr Opin Rheumatol*, 2002, 14(5): 573-577.
- 21 Iversen MD. Managing hip and knee osteoarthritis with exercise: what is the best prescription? [J]. *Ther Adv Musculoskelet Dis*, 2010, 2(5): 279-290.
- 22 Jan MH, Lin JJ, Liao JJ, et al. Investigation of clinical effects of high- and low- resistance training for patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial [J]. *Phys Ther*, 2008, 88(4): 427-436.
- 23 Foroughi N, Smith RM, Lange AK, et al. Progressive resistance training and dynamic alignment in osteoarthritis: A single-blind randomised controlled trial [J]. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2011, 26(1): 71-77.
- 24 Verdijk LB, Van Loon L, Meijer K, et al. One-repetition maximum strength test represents a valid means to assess leg strength in vivo in humans [J]. *J Sports Sci*, 2009, 27(1): 59-68.
- 25 Sled EA, Khoja L, Deluzio KJ, et al. Effect of a home program of hip abductor exercises on knee joint loading, strength, function, and pain in People with knee osteoarthritis: a clinical trial [J]. *Phys Ther*, 2010, 90(6): 895-904.
- 26 Mikesky AE, Mazzuca SA, Brandt KD, et al. Effects of strength training on the incidence and progression of knee osteoarthritis [J]. *Arthritis Rheum*, 2006, 55(5): 690-699.
- 27 Ratamess N, Alvar BA, Evetoch TK, et al. Progression models in resistance training for healthy adults [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2009, 218(41): 687-708.
- (收稿日期: 2017-02-27)
(本文编辑: 吕红芝)

倪广晓, 韩晓勇, 周鸿斌, 等. 渐进式抗阻训练治疗女性膝关节骨关节炎的效果研究 [J/CD]. *中华老年骨科与康复电子杂志*, 2018, 4(3): 168-174.