

両側変形性膝関節症患者における home-exercise program の効果について

東京慈恵会医科大学リハビリテーション医学講座

安 保 雅 博 殷 祥 洙 竹 川 徹
宮 野 佐 年

(受付 平成 13 年 11 月 21 日)

EFFECT OF A HOME-EXERCISE PROGRAM IN PATIENTS WITH BILATERAL KNEE OSTEOARTHRITIS

Masahiro ABO, Sang Soo EUN, Toru TAKEKAWA,
and Satoshi MIYANO

Department of Rehabilitation Medicine, The Jikei University School of Medicine

Patients with bilateral knee osteoarthritis have disability and pain. Rehabilitation of these patients is typically based on a home-exercise program. The purpose of this study was to evaluate physical function in patients with bilateral knee osteoarthritis before and after a home-exercise program. In 28 knees of 14 ambulatory women, we evaluated weight-bearing with anterior-posterior knee radiographs and the isometric and isokinetic peak torques with patellar-axis radiographs. We also evaluated gait speed, step length, and pain, with a visual analog scale. From before self-care to 5.4 months after the start of self-care, isometric strength increased significantly with grade 2 and 3 on anterior-posterior knee radiographs on weight-bearing and grade 2 on patellar axis radiographs. Gait speed increased significantly, and pain decreased significantly. This home-exercise program appears to be beneficial for patients with bilateral knee osteoarthritis.

(Tokyo Jikeikai Medical Journal 2002; 117: 71-6)

Key words: osteoarthritis, knee, rehabilitation, isometric, isokinetic

I. 緒 言

変形性膝関節症は、63 歳から 94 歳の女性の 34% に X 線写真で変形性膝関節症が認められた¹⁾と報告があるように、高齢社会の到来とともに急速に増加している疾患の一つである。よって、リハビリテーション（以下リハ）医にとっても患者の QOL を重視した対応が不可欠になってきた。変形性膝関節症の治療として、観血的な手技が用いられる場合もあるが、保存療法が主である場合がほとんどである。保存療法として薬物療法や装具療法があるが、大腿四頭筋を含めた筋力強

化訓練も重要であり、その有効性に関して多くの報告がある²⁾⁴⁾⁵⁾⁹⁾⁻¹⁶⁾。しかしながら、入院して厳密なプログラムでの運動療法が主で、簡単な home-exercise program の有効性に関する報告は数少ない。

前回著者らは³⁾、外来通院している女性 30 名の両側変形性膝関節症患者の 60 膝において、荷重正面ならびに膝蓋骨軸方向の X 線写真所見の評価と Cybex6000 (Cybex Div. of Lumex, Inc, Ronkonkoma, NY, USA) を用いた等尺性膝伸筋力の最大トルク% 体重比ならびに 60 degrees/sec での等運動性膝伸筋力の最大トルク% 体重比の関係

について考察し、今後の適切なりハアプローチとして変形性膝関節症患者の運動療法施行前後の筋力の変化と疼痛・歩行能力の変化を検討することが重要な課題であるとした。

そのため今回は、その 30 名の患者に対し、自宅における筋力訓練の指導ならびに注意点を説明し自主的に home-exercise program を施行させた。そして、約 5.4 ヶ月 (162 ± 7.5 ; 平均日数 \pm 標準偏差) 後無作為に抽出した 14 名の患者に対し、前回と同様の方法を用い筋力の変化、疼痛ならびに歩行能力の変化を比較し、home-exercise program の重要性を検討した。

II. 対 象

対象は、インフォームドコンセントにより承諾を得た外来通院している変形性膝関節症の女性 14 名 (49~79 歳, 平均 61 歳) である。被験者は、すべて ADL は自立しており当院外来に電車、バスなどの交通機関を利用あるいは歩行ないし自転車通院していた。

III. 方 法

変形性膝関節症の女性 14 名, 28 膝に対して荷重正面・側面像ならびに膝蓋骨軸方向の X 線写真所見の評価, Cybex6000 を用いて股関節・膝関節 90 度屈曲固定肢位での等尺性膝伸筋力の最大トルク% 体重比ならびに 60 degrees/sec での等運動性膝伸筋力の最大トルク% 体重比を求めた。Cybex6000 の入力桿の回転軸は被験者の膝関節軸に一致させ、長さは下肢長に応じて変化させ下腿の遠位端にこれを固定させた。荷重正面像においての X 線写真所見の評価は、6 段階の grade 分類 (Table 1) を用いた。各々の grade における等尺性膝伸筋力の最大トルク% 体重比, ならびに等運動性膝伸筋力の最大トルク% 体重比を比較検討した。また、膝蓋大腿関節の X 線評価として独自に作成した 4 段階の grade 分類 (Table 2) (以下、PF 関節 X 線写真所見の評価) を用い、同様に比較検討した。また歩行能力として、comfortable walking スピードにおける 10 m 歩行速度、歩幅の評価を行ない、痛みの評価として visual analog scales (0 点~10 点の段階的評価) を用いた。

なお全症例は、漢方薬あるいは非ステロイド抗

Table 1. Evaluation scale A: Anterior-posterior radiographic evaluation in the weight-bearing position

Grade	Radiographic finding
0	Normal
1	Osteosclerosis or osteophyte
2	Narrowing of joint space (≤ 3 mm)
3	Occlusion or subluxation of joint space
4	Articular surface friction or defect (≤ 5 mm)
5	Articular surface friction or defect (≥ 5 mm)

Table 2. Evaluation scale B: Radiographic evaluation of patellofemoral joint

Grade	Radiographic finding
0	Normal
1	Osteosclerosis or osteophyte
2	Narrowing of joint space (≤ 3 mm)
3	Occlusion or subluxation of joint space

炎症剤を投与されていた。また、14 症例中 12 症例は、両膝に 2 週間に 1 度関節内注射 (ヒアルロン酸ナトリウム溶液) を受けていた。筋力などの測定は、ほぼ午後 3 時から午後 4 時の間に行い、膝関節に注射を受けている場合、注射を受けた週は測定を施行しなかった。また、2 度の筋力などの評価時に処方内容ならびに関節内注射などの変更はなかった。

測定の目的・方法を理解させるために、全例に数回練習を行ってから測定をした。等尺性の筋力評価時には、測定方法に困惑する場面は見られなかったが、等運動性の筋力評価時と同様に全例に数回の練習後に測定を行った。

筋力などの評価の後、自宅での簡単な home-exercise program として、以下の 3 点を外来で指導し、理解させた。

1. リラックスした形で仰臥位をとり、右側の下肢を膝伸展位のまま約 30 度挙げ、5 秒間保持する。左側下肢に対しても同様の事を行なう。左右施行し、1 セットとする。

2. 足底または踵部が床につかない高さに腰掛け坐位をとり、右側の下肢を膝屈曲位から膝伸展位までゆっくり伸ばしそして、膝を屈曲する。左

側下肢に対しても同様の膝の屈伸を行なう。左右施行し、1セットとする。

3. 1および2を朝、夕に5セットづつ行う。

また注意点として、歩行時などに膝に痛みが出た場合、無理をせず冷シップで対応すること、外出時ヒールは必要時以外は履かずに、スニーカーを履くことを指導した。そして、その後、約5.4ヵ月後に筋力測定などの評価を施行した。

測定値は平均値±標準誤差で示した。home-exercise program 施行前後の値の比較には、paired t-test を実施した。有意水準はいずれも5%の危険率とした。

IV. 結 果

Table 3 は、患者の28膝を荷重正面 X 線写真所見の評価 (evaluation scale A) と PF 関節 X 線写真所見の評価 (evaluation scale B) を使用し分類した。荷重正面像の grade と PF 関節の grade の増悪は、ある程度同様に進んでいる傾向が見られた。しかしながら、home-exercise program 前後の比較で28膝全てに grade 変化は認められなかった。

Table 4 は、各々28膝に対して home-exercise program 施行前後の等尺性と等運動性での筋力

評価を示している。有意差は認められなかった。Table 5 は、Table 4 で求めた等尺性と等運動性の筋力を荷重正面 X 線写真所見の評価 (evaluation scale A) で grade 分類した。荷重正面 X 線写真所見の評価で grade 2 ないし grade 3 の膝は home-exercise program 施行前後の比較で等尺性筋力が有意差をもって増大していた。Table 6 は、Table 4 で求めた等尺性と等運動性の筋力を PF 関節 X 線写真所見の評価 (evaluation scale B) で grade 分類した。PF 関節 X 線写真所見の評価で grade 2 の膝は home-exercise program 施行前後の比較で等尺性筋力が有意差をもって増大していた。

Table 7 は、home-exercise program 施行前後

Table 3. The 28 knees classified by evaluation scale A and B

B \ A	1	2	3	SUM
0	2	0	0	2
1	8	2	0	10
2	1	8	5	14
3	0	0	2	2
SUM	11	10	7	28

Table 4. Muscle strength in 28 knees of 14 patients with bilateral knee osteoarthritis

	Mean±SE Pre	Mean±SE Post	p-Value
Maximum torque (ft-lbs/weight) Isometric 28knees	42.14±3.37	45.00±2.96	p=0.09
Maximum torque (ft-lbs/weight) Isokinetic 28 knees (60 degrees/sec)	31.46±2.80	30.54±2.38	p=0.50

Table 5. Muscle strength classified by the evaluation scale A

Evaluation scale A		Maximum torque (ft-lbs/weight)		
		Mean±SE Pre	Mean±SE Post	P-Value
Isometric	Grade 1, 11 knees	53.27±5.88	52.00±4.58	P=0.70
	Grade 2, 10 knees	37.40±3.75	42.20±4.07	P=0.02
	Grade 3, 7 knees	31.43±5.19	38.00±6.63	P=0.04
Isokinetic	Grade 1, 11 knees	41.09±4.90	38.09±4.66	P=0.24
	Grade 2, 10 knees	27.30±3.24	28.40±2.38	P=0.58
	Grade 3, 7 knees	22.29±3.60	21.71±2.01	P=0.85

Table 6. Muscle strength classified by the evaluation scale B

Evaluation scale B		Maximum torque (ft-lbs/weight)		
		Mean±SE Pre	Mean±SE Post	P-Value
Isometric	Grade 1, 10 knees	51.10±4.46	53.30±2.73	<i>P</i> =0.57
	Grade 2, 14 knees	30.00±2.64	33.86±2.59	<i>P</i> =0.008
Isokinetic	Grade 1, 10 knees	39.30±4.52	37.60±4.34	<i>P</i> =0.34
	Grade 2, 14 knees	22.21±2.17	23.71±2.32	<i>P</i> =0.31

Table 7. Step length, gait speed, weight and visual analog scale in subjects

	Mean±SE Pre	Mean±SE Post	P-Value
Step length (cm)	53.00±2.22	53.71±2.36	<i>P</i> =0.54
Gait speed (m/sec)	1.13±0.04	1.22±0.03	<i>P</i> =0.03
Weight (lbs)	131.21±6.60	130.86±6.56	<i>P</i> =0.55
Visual analog scale	6.23±0.82	3.82±0.68	<i>P</i> =0.0003

の歩幅，歩行速度，体重，痛み評価の変化を示している。14 症例中 2 症例は痛み評価の変化が認められなかったが，12 症例に痛み評価の改善がみられた。歩行速度は，14 症例 11 例に増加，2 例に減少，1 例は変化がなかった。歩行速度の減少がみられた 2 例は，痛み評価で改善を認めていた。よって，home-exercise program により有意差をもって痛みが改善し，歩行速度が増加した。

V. 考 察

大腿四頭筋の等尺性膝伸筋力を評価する場合の測定肢位は，Tan ら⁹⁾や Wessel ら¹⁰⁾によれば膝関節が 60 度の屈曲位のときに負荷量は最大であると述べている。しかしながら，今回我々は大腿四頭筋の最大等尺性筋力は，膝関節 90 度屈曲位で生じさせることができるという報告⁶⁾に基づき，その肢位を用い評価を行った。また，等運動性膝伸筋力の評価について，Moffroid と Whipple⁷⁾は，3 RPM および 6 RPM (5 RPM=30 degrees/sec)の低速の筋収縮が短期間に筋トルク値を増加させるには有効であると述べている。しかしながら，変形性膝関節症の運動療法前後の効果判定として 60 degrees/sec での評価報告が多く見られ⁹⁾¹⁰⁾，後の研究で比較検討するためにこの評価速度を使用した。

この研究で簡単な home-exercise program は X 線写真所見の評価の grade が進んでいる膝関節における等尺性膝伸筋力を増加させた。また痛みが減少し，歩行速度も増加した。過去の報告をみても，変形性膝関節症の運動療法は，大腿四頭筋の筋力増強訓練を含むプログラムが多くみられ，院内での厳密なプログラムによって行われる場合が多い⁴⁾⁸⁾¹¹⁾¹³⁾。このような厳密なプログラムによる筋力増強は，Rogind ら¹¹⁾によれば，週 2 回の 3 ヶ月におよぶ訓練で膝伸展筋力が 20%，屈曲筋力が 40% 増加したとしている。Fisher ら⁵⁾が行った home-exercise の報告では，筋力の増強はほとんど認められなかったとしている。今回筋力評価などを行った 14 名は，全例で指導した内容をきちんと行ったと自主報告をしている。全例脱落することなく施行できたことは意義のあることである。home-exercise の場合，痛みなどによりコンプライアンスが低くなることが多い。著者らが示した方法は，患者に対して簡便で受け入れやすい方法であったと考えられる。しかしながら筋力増強の観点からいえば，Table 5 のように X 線写真所見の評価で grade 2, 3 の進んでいる患者のみ，10~20% 程度の等尺性筋力の増強効果しかみられなかったため，home-exercise program を改善する必要があるのかも知れない。

筋力増強訓練には、等張性・等速性など動的筋力や等尺性などの静的筋力を使った方法があり、どの方法でも大腿四頭筋の筋力強化は有用であると言われている。変形性膝関節症の場合、等尺性筋力強化や等速性筋力強化が多く用いられている。しかしながら、変形性膝関節症に対する等尺性筋力強化方法が好ましいとする論文⁸⁾¹²⁾や等速性筋力強化方法¹⁰⁾¹³⁾が好ましいとする論文があり、まだ結論がでていない。最近では、大腿四頭筋を中心とする膝伸筋群とハムストリングを中心とする膝屈筋群の筋力の比率を重視する報告もある⁹⁾¹⁴⁾。

荷重正面像で、筋力の評価は困難であり、重度の障害でも筋力が保たれている症例もあれば、軽度の障害でも著しく筋力が低下している症例もある²⁾¹⁵⁾。しかしながら、X線写真所見の評価が悪くても、訓練により筋力は増強し痛みなどの改善を示すとされている²⁾¹⁵⁾。今回の研究でも等尺性筋力増強は、荷重正面像で grade 2 と grade 3 に認められている。また、前回の報告では PF 関節の評価により荷重正面像の grade が同じであっても、等尺性膝伸筋力や等運動性膝伸筋力の最大トルク% 体重比は、有意差が生じていた³⁾。今回の報告では、症例数の問題で grade 1 と grade 2 の PF 関節評価のみ検討したところ、grade 2 に home-exercise program による等尺性膝伸筋力の筋力増強効果が認められていた。つまり、PF 関節の影響が筋力増強訓練では重要で、これを加味した筋力増強訓練方法が必要なかもしれない。

Maurer ら¹³⁾ は等運動性収縮による大腿四頭筋訓練群と教育的指導（変形性膝関節症についての講義、関節保護に関するビデオ学習、栄養指導、痛みや障害についての心理的指導からなるプログラム）の効果を比較し、いずれも痛みは改善していたが、大腿四頭筋訓練群の方がより著明であったとしている。しかしながら、コスト的には教育的指導のほうが低いとしている¹³⁾。変形性膝関節症の運動療法の効果を判定する場合、Larkhorst ら¹⁶⁾ や McAlindon ら¹⁵⁾ が述べているように変形性膝関節症の研究成果の検討は、疼痛・歩行能力の計測など直接の機能評価を含む必要がある。

著者らは、簡単な home-exercise program で痛みを軽減するなど有効な結果を示すことができ

た。さらに患者の興味が長続きするような、膝伸筋群と膝屈筋群を均等に筋力強化できるような筋力増強訓練方法と教育的介入方法が今後の課題であり、clinical study として統計的信頼度を高めるため症例数を増やす必要がある。そしてその方法により痛みが改善し、内服薬や関節内注射の減量、通院日数の削減、将来必要となるかもしれない手術に対しての期間の延長につながれば、医療費削減の効果に貢献するだろう。

文 献

- 1) Felson DT, Naimark A, Anderson J, Kazis L, Castelli W, Meenan RF. The prevalence of knee osteoarthritis in the elderly. The Framingham osteoarthritis study. *Arthritis Rheum* 1987; 30: 914-8.
- 2) O'Reilly SC, Jones A, Muir KR, Doherty M. Quadriceps weakness in knee osteoarthritis: the effect on pain and disability. *Ann Rheum Dis* 1998; 57: 588-94.
- 3) Abo M, Imamoto M, Miyano S, Tomita N, Sano T. Knee muscle strength correlated with radiography findings in gonarthrosis. *Jikeikai Med J* 1998; 45: 21-7.
- 4) Fisher NM, Gresham G, Pendergast DR. Effect of a quantitative progressive rehabilitation program applied unilaterally to the osteoarthritic knee. *Arch Phys Med Rehabil* 1993; 74: 1319-26.
- 5) Fisher NM, Kame VD Jr, Rouse L, Pendergast DR. Quantitative evaluation of a home exercise program on muscle and functional capacity of patients with osteoarthritis. *Am J Phys Med Rehabil* 1994; 73: 413-20.
- 6) 倉田 博, 小川芳徳, 内田ひろみ, 米本恭三, 原田邦彦, 増田 允. 発育期における膝関節角度と筋力. *体力科学* 1985; 34: 33-7.
- 7) Moffroid MT, Whipple RH. Specificity of speed of exercise. *Phys Ther* 1970; 50: 1692-700.
- 8) Madsen OR, Bliddal H, Egsmose C, Sylvest J. Isometric and isokinetic quadriceps strength in gonarthrosis: inter-relations between quadriceps strength, walking, ability, radiology, subchondral bone density and pain. *Clin Rheumatol* 1995; 14: 308-14.
- 9) Tan J, Balci N, Sepici V, Gener FA. Iso-kinetic and isometric strength in osteoarth-

- rosis of the knee: a comparative study with healthy women. *Am J Phys Med Rehabil* 1995; 74: 364-9.
- 10) Wessel J. Isometric strength measurement of knee extensors in women with osteoarthritis of the knee. *J Rheumatol* 1996; 23: 328-31.
 - 11) Rogind H, Bibow-Nielsen B, Jensen B, Moller HC, Frimodt-Moller H, Bliddal H. The effects of a physical training program on patients with osteoarthritis of the knees. *Arch Phys Med Rehabil* 1998; 79: 1421-7.
 - 12) Hurley MV, Scott DL. Improvements in quadriceps sensorimotor function and disability of patients with knee osteoarthritis following a clinically practicable exercise regime. *Br J Rheumatol* 1998; 37: 1181-7.
 - 13) Maurer BT, Stern AG, Kinossian B, Cook KD, Schumacher HR Jr. Osteoarthritis of the knee: isokinetic quadriceps exercise versus an educational intervention. *Arch Phys Med Rehabil* 1999; 80: 1293-9.
 - 14) Fisher NM, Pendergast DR. Effects of a muscle exercise program on exercise capacity in subjects with osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil* 1994; 75: 792-7.
 - 15) McAlindon TE, Cooper C, Kirwan JR, Dieppe PA. Determinants of disability in osteoarthritis of the knee. *Ann Rheum Dis* 1993; 52: 258-62.
 - 16) Lankhorst GJ, Van de Stadt RJ, Van der Korst JK. The relationships of functional capacity, pain, and isometric and isokinetic torque in osteoarthrosis of the knee. *Scand J Rehabil Med* 1985; 17: 167-72.