

재활프로그램이 슬관절 골관절염 환자의 등속성 근력에 미치는 영향

고려대학교 의용과학대학원 운동과학과 · 한양대학교의료원 물리치료실¹⁾ · 경희대학교의료원 물리치료실²⁾

김혜인 · 천승철¹⁾ · 김용선²⁾

The effects on rehabilitative program on isokinetic muscle power of
patients with osteoarthritis of Knee joint

Kim, Hye In, M.Sc., P.T. · Chun, Seung Chul, M.Sc., P.T.¹⁾ · Kim, Yong Seon, M.Sc., P.T.²⁾

Department of Exercise Science, Korea University

Department of Physical Therapy, Hanyang University Medical Center¹⁾

Department of Physical Therapy, Kyunghee University Medical Center²⁾

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the changes of isokinetic muscular function in elderly people who have been to take from osteoarthritis in both knee joints after 36 weeks' rehabilitative therapy programs. In this study the subjects were 20 women residing in S-Tower(n=10) and H-welfare Town(n=10) respectively. The rehabilitative group(equal to experimental group) had taken part in exercise program 5 days per week. And then was performed by warm up, workout(involving aerobic exercise and weight training), cool down, physical therapy(cryotherapy, TENS, ultrasound). Also its programs were classified in conditioning phase(0~12 weeks), improvement phase(13~24 weeks), and maintenance phase(25~36 weeks) respectively. The results of inspections were as followed: In the isokinetic muscular function, there were significant differences in right leg's flexor and extensor in 60°/sec. And there were significant differences in right leg's flexor and left leg's extensor in 180°/sec. At last, there were significant differences in right leg's flexor and left leg's extensor

in 240°/sec. In other words, the rehabilitative programs for 36 weeks could increase the muscular function in elderly with OA. In conclusion, the rehabilitative programs of this paper has shown the positive results, which involved in the muscular function variables in elderly people with OA in both knee.

I. 서론

슬관절 골관절염은 통증, 연골 마모, 관절의 근력 저하 등 복합적인 문제로 일상생활의 어려움을 갖게 된다. 주된 증상으로는 무용성 위축으로 인한 대퇴사두근의 약화를 보이며(Baker 등, 2004; Stevens 등, 2003; Slemenda 등, 1997) 대퇴사두근과 슬괵근의 속도가 유의하게 감소하게 된다(Fisher와 Pendergast, 1997). 여성의 경우 체중에 대한 상대적 대퇴사두근 약화는 슬관절 골관절염 발생의 직접적인 원인이 될 수도 있다(Slemenda 등, 1997).

초기에는 단순 물리치료와 운동치료, 심할 경우에는 약물치료와 수술이 요구되고(Buckwalter 등, 1994) 수술 후에도 지속적인 운동을 필요로 하고(Lorig & Holman, 1993) 있으나 구체적인 치료방법은 보고되지 않고 있다. 통증 조절을 위하여 아세트아미노펜(타이레놀), 이부프로펜(부루펜), 아스피린과 강한 코데인을 사용하기도 하며 심할 경우에는 슬관절에 인공 보조물을 삽입하는 수술을 적용하기도 한다(Lorig & Holman, 1993).

최근에는 운동치료가 통증과 강직(stiffness)의 감소, 기능회복 등에 효과적이며(Lawrence 등, 1998) 많은 연구가 진행되고 있다(Rejeski 등, 2002). 체중 감량을 위한 운동프로그램보다는 근력증가를 위한 단계적 재활프로그램이 더욱 효과적이며(Messier 등, 2002; Huang 등, 2000) Minor 등(1989)은 12주간 수중 재활 프로그램과 걷기 프로그램이 골관절염환자들의 심리적 불안과 우울증을 개선시키고 기능적 능력이 향상되었다고 하였다.

따라서 슬관절 골관절염 치료시 대퇴사두근의 근

력강화는 매우 중요하며 대퇴사두근의 운동 기능 향상은 중요한 목표 중의 하나이다(Pap 등, 2004).

등속성 운동은 Hislop 과 Perrine(1967)에 의해 처음 소개된 이후 등척성, 등장성 운동보다 근력과 환자의 동기부여에 효과적이며 근력 측정시 모든 관절 각도에서 최고의 부하를 줄 수 있는 장점과 객관적인 정량화가 가능하다(Kisner 와 Colby, 2002).

그러나 아직까지도 슬관절 골관절염 환자들에게 단순물리치료와 체중감량을 위한 운동 프로그램을 적용하고 있어 관절 가동범위 개선을 위한 유연성 프로그램이 중점을 이루고 있다.

본 연구에서는 물리치료와 운동치료를 포함한 새로운 재활 프로그램으로 슬관절 골관절염 환자들에게 적용하여 슬관절의 등속성 근력에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상자들은 65세 이상 노인여성들 중 양측 슬관절 골관절염을 진단 받고 H 병원에서 재활프로그램을 실시한 집단 10명(실험군)과 실시하지 않은 K 복지관의 집단 10명(통제군)으로 구성하였다. 약물 치료를 받고 있는 환자들은 제외하였으며, 연구 목적을 잘 이해하고 수락한 자들로 신체상에 특정 질환이 없는 사람들이었다.

표 1. 연구대상자의 일반적 특징

그룹	연령 (나이)	신장 (cm)	체중 (kg)	진단명 과거력	폐경기간 mean(+SD)
실험군 (n=10)	67.40 (±3.04)	154.60 (±2.76)	53.21 (±5.27)	12.30 (±3.19)	13.30 (±4.23)
통제군 (n=10)	71.70 (±3.85)	151.20 (±2.06)	57.04 (±3.27)	14.70 (±6.32)	12.80 (±2.57)

2. 측정도구 및 측정방법

근기능 측정기 Cybex 6000(Lumax, USA, 1993)을 이용하여 치료 적용전과 마지막 3단계 후에 근기능 상태를 동일한 방법으로 측정하였다. 대퇴사두근군(quadriceps muscles)과 슬픽근군(hamstring muscles)에서 발현되는 근기능 변인들을 알아보았으며 등속성 장비에서 재현되는 피크토크의 절대치, 파워의 절대치, 총일량의 절대치를 선별하여 분석하였다.

우측의 신전근과 굴곡근을 먼저 측정한 후 좌측의 신전근과 굴곡근을 측정하였으며 측정방법으로 대상자를 측정기기 의자에 앉힌 후 슬관절 외측(lateral femoral epicondyle)과 동력기의 축(dynamometer axis)이 일치하도록 하였다. 측정시 몸통과 다리의 흔들림을 방지하기 위하여 가슴, 복부 및 대퇴를 UBXT(upper body exercise table)에 가죽끈(straps)으로 고정시키고, 발목관절 근위부(proximal to lateral malleolus)에 저항패드를 고정시킨 후 대상자의 검사범위(슬관절 각도; 본 연구의 ROM은 0~90°)를 결정하였다. 결정된 슬관절 각도내에서 중력에 대한 하지의 무게를 정량화하였다.

대상자의 근기능 변인별 검사 프로토콜은 실험절차에 따라 처음에는 단축성(concentric test) 검사로 60°/sec에서 3회 연습 후 4회 실제측정을 한 후 180°/sec에서 동일한 연습 회수와 실제측정을 하고 최후에 240°/sec에서 3회 연습 후 2회 실제측정을 각각 실시하였다. 각 세트 중간에는 30초간의 휴식을 취하도록 하였으며, 실제 측정시 검사자는 모든 대상

자들이 최대능력을 발휘할 수 있도록 큰 목소리로 동기부여(vocal encouragement)를 하였다(Perrin, 1993).

근기능의 측정결과는 등속성 검사 60°/sec에서 발현된 피크토크 절대치(peak torque)와 180°/sec에서 발현된 평균파워 절대치(average power) 및 240°/sec에서 발현된 총일량 절대치(total work)를 각각 분석하였다.

3. 실험 방법

본 연구는 36주간 실시하였으며 구체적인 재활프로그램의 적용기간은 12주를 1단계로 하여 총 3단계로 적용하였다. 대상자들은 재활치료에 참여하기에 앞서 통증이 유발되지 않고, 하지근육 중 대퇴사두근을 강화시킬 수 있는 관절각도인 20° 이전 각도에서 등척성 운동프로그램을 실시한 후 재활프로그램에 주당 5일 참여하도록 하였다.

본 연구의 재활프로그램 특징은 신체구성의 변화를 주기 위하여 유산소성 운동방법을 고정식자전거와 수중운동(aqua-exercise program)으로 적용하였고 자전거를 적용시킨 요령은 슬관절염으로 인한 관절에 마찰과 저항을 줄이기 위하여 자전거 Pedaling에 앞서 슬관절 각도를 120~150°로 조정하고 최대산소섭취량의 60% 수준에서 운동을 실시하였다. 수중 재활운동 프로그램은 17~20분을 1세트로 하되 2단계에서는 2세트로 조정하였다. 슬관절에 가장 중요한 대퇴사두근을 강화시키기 위하여 Cybex 6000 프로그램 중

등척성 프로그램(isometric program)을 적용하여 슬관절 각도가 거의 펴진 20° 이전 각도에서 대상자들이 자신의 근력상태를 직접 눈으로 관찰(monitoring)하면서 10초 수축 후 10초 휴식을 5회로 시작한 다음 횡수를 늘려 10회가 되도록 하였다. 이 운동이 끝난 후에는 염증과 통증을 최소화하기 하여 물리치료를 각 기간에 맞추어 실시하였다.

4. 분석방법

본 연구의 모든 자료는 SPSS/pc+ 10.0 통계 프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였으며, 사전·사후간의 변인들의 변화를 관찰하기 위하여 $4\% \{((\text{post-pre}) \div \text{pre}) \times 100\}$ 를 산출하였다. 한편, 집단 내 및 집단 간의 변화를 알아보기 위하여 이원(2×2) 반복분산분석(two-way repeated ANOVA)을 적용하였으며 통계적 유의성은 $\alpha=0.05$ 수준에서 검정하였다.

III. 연구 결과

본 연구는 양측 슬관절에 골관절염을 주호소로 하는

노인여성들로 H 병원에 내원하여 재활치료를 실시한 노인 10명(실험군)과 재활치료를 실시하지 않은 K 복지관의 노인 10명(통제군)을 대상으로 하였으며, 36주의 실험 후 등속성 근기능에 대한 변화를 분석하여 다음과 같은 구체적인 변인별 결과를 얻었다.

1. 60°/sec에서 우측 굴근(그림 1).

실험 전·후 실험군의 우측 굴근은 각각 41.10(±11.0)Nm에서 41.10(±10.8)Nm로 변화가 없었으나, 통제군의 경우는 36.17(±7.76)Nm에서 37.62(±5.81)Nm로 23.63% 감소하였다.

2. 60°/sec에서 우측 신근(그림 2).

실험 전·후 실험군의 우측 신근은 각각 70.40(±22.0)Nm에서 70.60(±22.0)Nm로 0.28% 증가하였으나, 통제군의 경우는 61.50(±18.8)Nm에서 56.50(±17.8)Nm로 8.13% 감소하였다.

3. 60°/sec에서 좌측 굴근(그림 3).

실험 전·후 실험군의 좌측 굴근은 각각 35.00(±11.6)Nm에서 38.20(±10.5)Nm로 9.14% 증가하

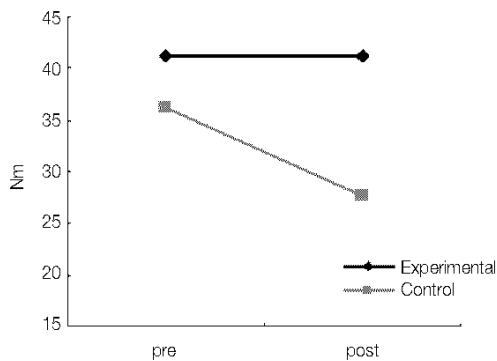


그림 1. 그룹간 60°/sec에서 우측 굴곡근의 변화

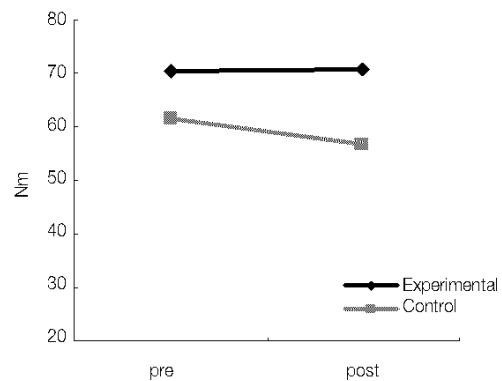


그림 2. 그룹간 60°/sec에서 우측 신전근의 변화

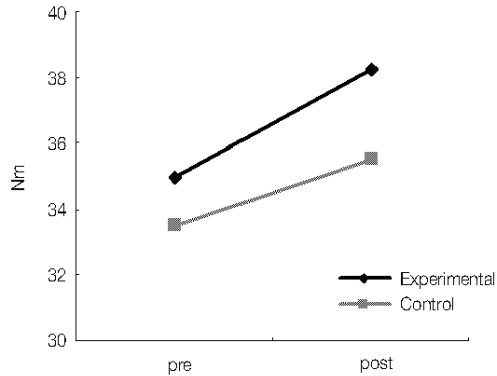


그림 3. 그룹간 60°/sec 에서 좌측 굴곡근의 변화

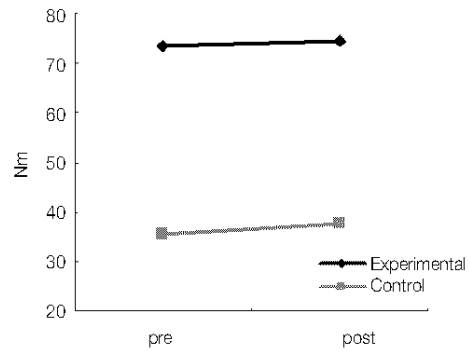


그림 4. 그룹간 60°/sec 에서 좌측 신전근의 변화

였고, 통제군의 경우도 $33.49(\pm 7.21)$ Nm에서 $35.52(\pm 6.99)$ Nm로 6.06% 증가하였다.

4. 60°/sec에서 좌측 신근(그림 4).

실험 전·후 실험군의 좌측 신근은 각각 $73.50(\pm 24.5)$ Nm에서 $74.60(\pm 21.7)$ Nm로 1.49% 증가하였고, 통제군의 경우도 $35.52(\pm 6.99)$ Nm에서 $37.56(\pm 7.12)$ Nm로 5.74% 증가하였다.

5. 180°/sec에서 우측 굴곡근(그림 5).

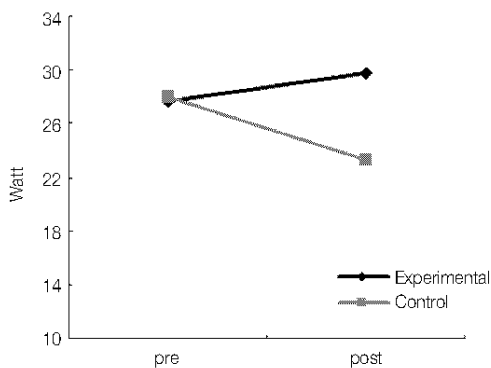


그림 5. 그룹간 180°/sec 에서 우측 굴곡근의 변화

실험 전·후 실험군의 우측 굴곡근은 각각 $27.60(\pm 7.35)$ watt에서 $29.70(\pm 12.9)$ watt로 7.61% 증가하였고, 통제군의 경우는 $28.00(\pm 6.99)$ watt에서 $23.20(\pm 8.14)$ watt로 17.14% 감소하였다.

6. 180°/sec에서 우측 신근(그림 6).

실험 전·후 실험군의 우측 신근은 각각 $42.90(\pm 12.9)$ watt에서 $43.00(\pm 15.4)$ watt로 0.23% 증가하였고, 통제군의 경우는 $50.80(\pm 5.43)$ watt에서 $47.10(\pm 7.34)$ watt로 7.28% 감소하였다.

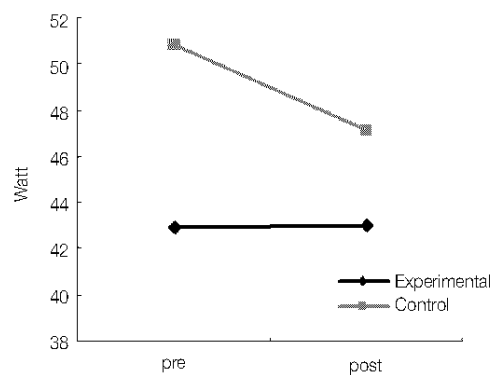


그림 6. 그룹간 180°/sec 에서 우측 신전근의 변화

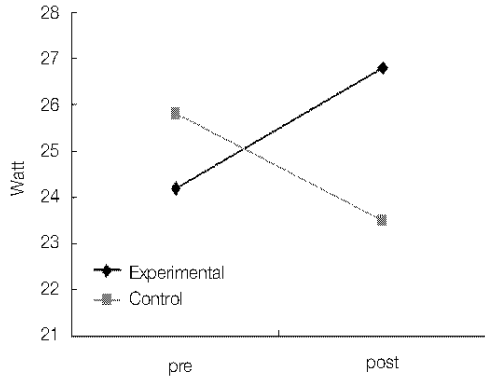


그림 7. 그룹간 180°/sec 에서 좌측 굴곡근의 변화

7. 180°/sec에서 좌측 굴곡근(그림 7).

실험 전·후 실험군의 좌측 굴곡근은 각각 24.20(±11.3)watt에서 26.80(±8.23)watt로 10.74% 증가하였고, 통제군의 경우는 25.80(±9.95)watt 에서 23.50(±5.56)watt로 8.91% 감소하였다.

8. 180°/sec에서 좌측 신근(그림 8).

실험 전·후 실험군의 좌측 신근은 각각 45.80(±13.2)J에서 48.70(±13.8)watt로 6.33% 증가하였고, 통제군의 경우는 46.50(±7.67)watt에서

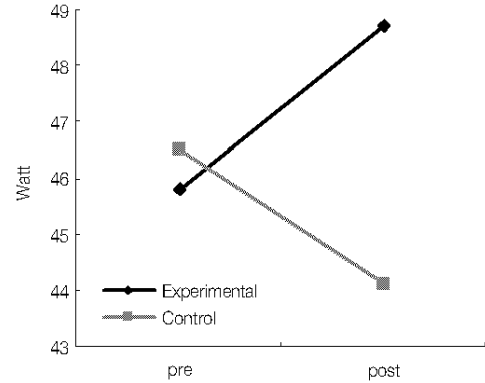


그림 8. 그룹간 180°/sec 에서 좌측 신전근의 변화

44.10(±7.41)watt로 5.16% 감소하였다.

9. 240°/sec에서 우측 굴곡근(그림 9).

실험 전·후 실험군의 우측 굴곡근은 각각 23.50(±8.66)J에서 25.90(±7.24)J로 10.21% 증가하였으나, 통제군의 경우는 16.80(±10.2)J에서 13.10(±7.97)J로 22.02% 감소하였다.

10. 240°/sec에서 우측 신근(그림 10).

실험 전·후 실험군의 우측 신근은 각각 35.60(±

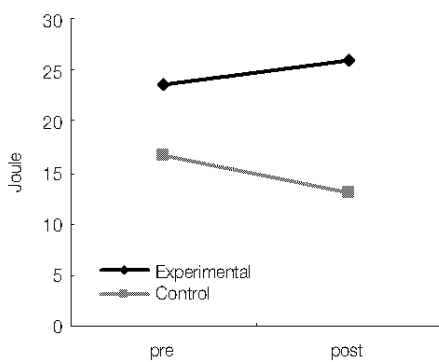


그림 9. 그룹간 240°/sec에서 우측 굴곡근의 변화

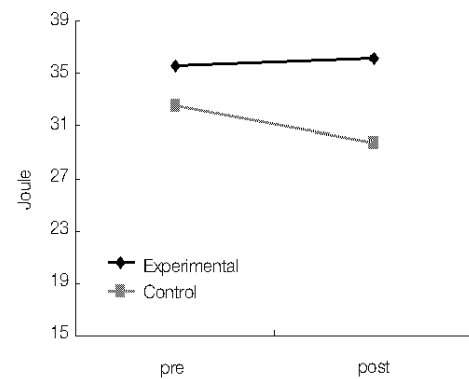


그림 10. 그룹간 240°/sec에서 우측 신전근의 변화

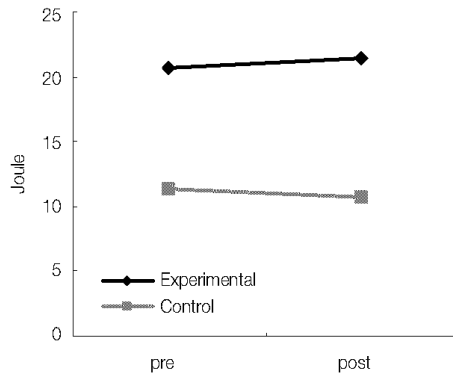


그림 11. 그룹간 240°/sec에서 좌측 신전근의 변화

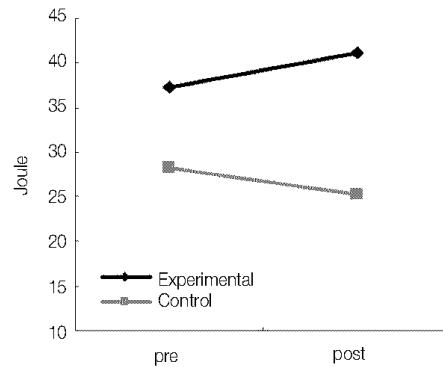


그림 12. 그룹간 240°/sec에서 좌측 신전근의 변화

10.2)J에서 36.10(±12.2)J로 1.41% 증가하였으나, 통제군의 경우는 32.50(±11.4)J에서 29.80(±10.3)J로 8.31% 감소하였다.

11. 240°/sec에서 좌측 굴근(그림 11).

실험 전·후 실험군의 좌측 굴근은 각각 20.70(±10.1)J에서 21.40(±6.56)J로 3.38% 증가하였으나, 통제군의 경우는 11.30(±8.71)J에서 10.80(±7.34)J로 4.42% 감소하였다.

12. 240°/sec에서 좌측 신근(그림 12).

실험 전·후 실험군의 좌측 신근은 각각 37.20(±11.7)J에서 41.20(±12.3)J로 10.75% 증가하였으나, 통제군의 경우는 28.30(±12.5)J에서 25.20(±15.2)J로 10.95% 감소하였다.

IV. 고찰

본 연구는 양측 슬관절에 골관절염을 호소하는 노인 여성들을 대상으로 36주간 단계별 재활프로그램을 실

시하였을 때 슬관절의 등속성 근기능에 어떠한 변화가 있는지를 알아보았다.

관찰된 근기능 변인의 변화는 대부분 긍정적인 변화를 보였는데, 구체적으로 등속성 각속도 60°/sec에서 발현된 피크토크는 우측 굴근과 신근에서 각각 무변화 내지 0.28%만 증가하였다. 그러나 통제군의 경우 우측 굴근과 신근이 각각 23.63%와 8.13%씩 크게 감소하여 교호효과에 있어 통계적으로 유의한 변화를 나타내었다. 즉, 재활프로그램을 36주간 시행한 실험군의 경우는 근기능이 유지 내지 증가하였다고 볼 수 있으나, 재활프로그램을 받지 않은 통제군의 경우는 오히려 근기능이 감소하여 골관절염이 더욱 심화된 것으로 해석해 볼 수 있다. 이러한 경향은 180°/sec에서 발현된 평균파워와 240°/sec에서 발현된 총일량에서도 유사한 결과를 나타내었는데, 구체적으로 180°/sec에서 발현된 우·좌측 하지 굴근의 평균파워는 실험군이 각각 7.61%, 10.74%씩 증가하였고, 통제군이 각각 17.14%, 8.91%씩 감소하였다. 또한 실험군의 우·좌측 신근의 경우도 0.23%, 6.33%씩 증가한 반면, 통제군의 경우는 7.28%, 5.16%씩 감소하였다. 240°/sec에서도 우·좌측 하지 굴근의 총일량은 실험군이 각각 10.21%, 3.38%씩 증가하였고, 통제군이 각각 22.02%, 4.42%씩 감소하였다. 또한 실험군의 우·좌측 신근의 경우도 1.40%, 10.75%씩 증가한

반면, 통제군의 경우는 8.31%, 10.95%씩 감소하였다. 이러한 결과는 골관절염을 주소로 한 노인이 재활 프로그램을 받지 않을 경우 근기능의 악화를 가중시켜 관절염을 더욱 악화시킬 수 있는 것으로 예상해 볼 수 있다.

또한 본 연구의 결과는 많은 선행연구 결과들과 유사함을 알 수가 있었는데, 그 중에서도 Fisher, Kame, Rouse, & Pendergast(1994)와 Chamberlain, Care, & Harfield(1982)의 연구에서도 퇴행성 슬관절염 환자들을 대상으로 가정에서 실시할 수 있는 재활치료 프로그램을 12주 동안 교육시킨 결과 등속성 근기능이 월 단위로 16%, 27%, 42%씩 증가하였다고 보고한 바 있다.

구심성 등속운동에서 각속도의 증가에 따라 최대 우력이 현저하게 감소하는 것으로 보이거나 원심성 운동의 경우 중등도의 각속도에서는 각속도가 증가함에 따라 최대 우력이 증가하다가 고속도에서는 다시 감소하거나(Kellis 와 Baltzopoulos, 1995) 차이를 보이지 않는다(김성규 등, 1997). Amaral De Noronha와 Borges(2004)는 원심성 운동시 30°/sec 에 비해 120°/sec에서 최대 우력이 감소하였다고 보고하였다.

등속성 운동에서 근력은 미리 정해진 운동속도에 대하여 최대의 힘을 발휘하게 되고 근수행의 속도를 조절하는 운동으로 통증과 피로를 조절하며 등장성 운동에 비해 상대적으로 안정성이 있다(Kisner 와 Colby, 2002). 또한 슬관절 전치환술, 전방십자인대 재건술, 반월판 절제술과 같은 수술 후 회복시 많이 이용되고 편마비 환자에게도 각속도를 달리하여 적용하고 있다. Dean(1988)은 원심성 운동이 구심성 운동에 비하여 근력강화 효과가 크면서 산소소모량이 적어 운동능력이 제한된 환자의 물리치료에 유리하다고 하였으나 원심성 등속성 운동에 대한 연구는 정확히 보고 되지 않고 있다.

바이오 피드백이나 신경근 전기자극치료기와 같은 치료장비를 이용한 근력강화와 체중부하 요소도 슬관절 골관절염 환자에게 매우 중요하며 Mangione 등(1996)은 골관절염 환자에게 체중부하상태에서 트레

드밀 걷기 훈련후 산소소모량과 심박동수는 감소되고 통증감소에는 영향을 주지 못했다고 하였으며 임상에서 자주 사용하는 초음파 치료도 통증감소와 관절가동범위 증가에 큰 영향을 주지 못한다고 하였다(Falconer 등, 1992). Foley 등(2003)은 골관절염 환자를 대상으로 한 무작위 대조 실험(randomized clinical trials)에서 수중운동치료와 지상에서의 체조 운동을 적용한 결과 대퇴사두근의 근력이 유의하게 향상되었다고 하였다.

골관절염을 주소로 하고 있는 노인 여성들에게 유일한 재활프로그램으로 이용될 수 있으며 이 프로그램을 36주 이상 이용할 경우에는 더욱 긍정적인 결과를 초래할 것으로 생각된다. 앞으로의 연구는 골관절염 뿐만 아니라 환자 치료를 목적으로 한 연구를 진행할 경우 심리상태 등을 파악할 수 있는 척도지를 병행해야 하며, 치료처치별 분류를 통해 구체적인 효과를 검증하는 것도 바람직한 연구의 방향이 될 것이다.

V. 결론

본 연구는 슬관절 골관절염을 주소로 하는 노인여성들로 재활치료를 실시한 노인 10명(실험군)과 재활치료를 실시하지 않은 노인 10명(통제군)을 대상으로 36주간 실험 후 신체구성 성분과 등속성 근력의 변화를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

근기능 변인들 중 통계적으로 유의한 차이나 변화를 보인 변인들은 60°/sec에서 우측 굴근과 신근이었고, 180°/sec에서는 우측 굴근과 좌측 신근이었으며, 240°/sec에서는 우측 굴근과 좌측 신근이었다. 즉, 36주간의 재활치료는 노인들의 하지 근기능을 향상시켰다.

결론적으로 본 연구에서 제시한 재활프로그램을 골관절염 노인들이 단계적으로 실시할 경우 근기능의 바람직한 변화를 초래할 수 있음을 알 수가 있었다.

참고문헌

- 김성규, 이성재, 정성근. 편심성 등속운동과 등심성 등속 운동의 특성에 관한 비교연구. 대한재활의학회지, 21(3): 579-588, 1997.
- 지용석. 퇴행성 슬관절염과 비만을 동반한 노인여성에게 있어 재활운동치료의 효과 검증. 고려대학교 박사 학위 논문, 2001.
- Amaral De Noronha M, Borges NG Jr. Lateral ankle sprain: Isokinetic test reliability and comparison between invertors and evertors. Clin Biomech, 19(8): 868-871, 2004.
- Anderson JJ, Felson DT. Factors associated with osteoarthritis of the knee in the first National Health and Nutrition Examination Survey(NHANES). American Journal of Epidemiology, 128: 179-189, 1988.
- Baker KR, Xu L, Zhang Y, et al. Quadriceps weakness and its relationship to tibiofemoral and patellofemoral knee osteoarthritis in Chinese: The Beijing osteoarthritis study. Arthritis Rheum, 50(6): 1815-1821, 2004.
- Ballor DL, McCarthy JP, Wiltedink EJ. Exercise intensity dose not affect the composition of diet- and exercise-induced body mass loss. American J of Clin Nutrition, 51: 142-146 1990.
- Buckwalter JA, Lohmander S. Operative treatment of osteoarthritis: Current practice and future development. J Bone Joint Surgery, 76: 1405-1418, 1994.
- Blair SN, Kohl HW, Barlow CE, Paffenbarger RS, Gibbons LW, Macera C. Changes in physical fitness and all-cause mortality: A prospective study of healthy and unhealthy men. JAMA, 273: 1093-1098, 1995.
- Chamberlain MA, Care G, Harfield B. Physiotherapy in osteoarthritis of the knees: a controlled trial of hospital versus home exercise. Int J Rehab Med, 4: 101-106, 1982.
- Davis MA. Epidemiology of osteoarthritis. Clinical Geriatric Medicine, 4: 241-255, 1988.
- Dean E. Physiology and therapeutic implications of negative work. Phys Ther, 68: 233-237, 1988.
- Donahue RP, Abbott RD, Bloom E. Central obesity and co-ronary heart disease in men. Lancet, 8537: 821-824, 1987.
- Evans W, Rosenberg IH. Biomarkers. New York: Simon & Schuster, 1991.
- Falconer J, Hayes KW, Chang RW. Effect of ultrasound on mobility in osteoarthritis of the knee: A randomized clinical trial. Arthritis Care Res, 5(1): 29-35, 1992.
- Felson DT, Naimark A, Anderson J, Kazis L, Castelli W, Meenan RF. The prevalence of knee osteoarthritis in the elderly: The Framingham Study. Arthritis and Rheumatism, 30: 914-918, 1987.
- Felson DT, Zhang Y, Anthony JM, Naimark A, Anderson JJ. Weight loss reduces the risk for symptomatic knee osteoarthritis: Classification of osteoarthritis of the knee. Annals of Internal Medicine, 116: 535-539, 1992.
- Fisher NM, Kame VD, Rouse L, Pendergast DR. Quantitative evaluation of a home exercise program on muscle and functional capacity of patients with osteoarthritis. Am J Phys Med Rehab, 413-420: 1994.
- Foley A, Halbert J, Hewitt T, et al. Does hydrotherapy improve strength and physical function in patients with osteoarthritis - a randomized controlled trial comparing a gym based and a hydrotherapy based strengthening

- programme. *Ann Rheum Dis*, 62:1162-1167, 2003.
- Fisher NM, Pendergast DR. Reduced muscle function in patients with osteoarthritis. *Scand J Rehabil Med*, 29(4): 213-221, 1997.
- Hartz Aj, Fisher ME, Brill G, Kellber S. The association of obesity with joint pain and osteoarthritis in the HANES data. *Journal of Chronic Diseases*, 39: 311-319, 1986.
- Hislop JH, Perrine JJ. The isokinetic concept of exercise. *Physical Therapy*, 47: 114-117, 1967.
- Huang MH, Chen CH, Chen TH, Weng MC, Wang WT, Wang YL. The effects of weight reduction on the rehabilitation of patients with knee osteoarthritis and obesity. *Arthritis Care and Research*, 13: 398-405, 2000.
- Kellis E, Baltzopoulos V. Isokinetic eccentric exercise. *Sports Med*, 19(3): 202-222, 1995.
- Kisner C, Colby LA : *Therapeutic Exercise. Foundations and Techniques*. 4th ed. Philadelphia. F.A. Davis Co: 104-563, 2002.
- Kohrt WM, Obert KM, Holloszy JO. Exercise Training Improves Fat Distribution Patterns in 60-70-year-old Men & Women. *Journal of Gerontology*, 47(4): 99-105, 1992.
- Lawrence RC, Helmick CG, Arnett FC, Deyo RA, Felson DT, Giannini EH, Heyse SP, et al. Estimates of the prevalence of arthritis and selected musculoskeletal disorders in the United States. *Arthritis and Rheumatism*, 41: 778-799, 1998.
- Lorig K, Holman HR. Arthritis self-management studies: a twelve-year review. *Health Education Quarterly*, 20: 17-28, 1993.
- Messier SP, Williamson JD, Miller GD, Morgan TP, Rejeski WJ, Sevick MA, et al. Exercise and dietary weight loss in overweight and obese older adults with knee osteoarthritis: The Arthritis, Diet, and Activity Promotion Trial. Manuscript submitted for publication. 2002.
- Minor MA, Hewett JE, Webel RR, Anderson SK, Kay DR. Efficacy of physical conditioning exercise in patients with rheumatoid arthritis and osteoarthritis. *Arthritis and Rheumatism*, 32: 1396-1405, 1989.
- Perrin DH. Isokinetic exercise and assessment. *Human Kinetics*: 6-90, 1993.
- Pap G, Machner A, Awiszus F. Strength and Voluntary activation of the quadriceps femoris muscle at different severities of osteoarthritic knee joint damage. *J Orthop Res*, 22(1), 96-103, 2004.
- Rejeski WJ, Focht BC, Messier SP. Older adults with knee osteoarthritis: weight loss, exercise and quality of life. *Health Psychology*, 21(5): 419-426, 2002.
- Slemenda C, Brandt KD, Heilman DK, et al. Quadriceps weakness and osteoarthritis of the knee. *Ann Intern Med*, 127(2): 97-104, 1997.
- Stevens JE, Mizner RL, Snyder-Mackler L. Quadriceps strength and volitional activation before and after total knee arthroplasty for osteoarthritis. *J Orthop Res*, 21(5): 775-779, 2003.
- Verbrugge LM. Disability. *Rheumatic Diseases Clinics of North America*. 16: 741-761, 1990.