

내측광근의 신경근전기자극(NMES)이 퇴행성 슬관절염 환자의 통증 및 근 기능에 미치는 영향

Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation of the Vastus Medialis on Pain and Muscle Function in Patients with Knee Osteoarthritis

진유신, 정태경
대구대학교 대학원 재활과학과

Yu-Shin Jin(orientalpt@hanmail.net), Tae-Gyeong Jeong(taengssi@naver.com)

요약

본 연구의 목적은 퇴행성 슬관절염 환자의 신경근전기자극의 적용이 내측광근의 기능적 변화에 미치는 영향을 알아보기 위해서이다. 퇴행성 슬관절염으로 진단받은 여성 30명을 대상으로 보존적 물리치료를 적용한 대조군 15명과 신경근전기자극치료를 병행한 실험군 15명을 임의 배치하여 주 5회, 총 4주간의 치료 후, 실험 전·후의 통증, 대퇴사두근력, 대퇴둘레, 그리고 대퇴각도의 변화를 측정하였다. 실험군에서 대퇴사두근력과 대퇴둘레를 측정된 결과 유의한 증가를 나타내었고, 통증의 측정결과에서는 실험군과 대조군 모두 유의한 감소를 나타내었다. 군 간의 비교에서는 대퇴사두근력과 대퇴둘레에서 유의한 차이가 나타났다. 결과적으로 신경근전기자극을 이용한 내측광근의 선택적 강화가 슬관절염 환자의 통증 감소 및 슬관절의 근 기능을 향상시키는데 효과가 있었음을 확인할 수 있었다.

■ 중심어 : | 신경근전기자극 | 내측광근 | 대퇴사두근력 | 대퇴각도 |

Abstract

The purpose of this study was to investigate the functional changes of the vastus medialis while the neuromuscular electrical stimulation(NMES) was performed in elderly women with knee osteoarthritis. The subjects of this study were 30 women who were diagnosed degenerative arthritis, 15 in the experimental group and 15 in the control group. The experimental group performed conventional physical therapy and neuromuscular electrical stimulation, and the control group received only conventional physical therapy, five times per week for four weeks. Outcome measures were assessed before and after 4weeks using the VAS(pain), quadriceps femoris strength, thigh circumference, and Q-angle. The data of the quadriceps femoris strength and thigh circumference were significantly increased in experimental group($p<0.05$). The data the pain was significantly decreased in both the two groups($p<0.05$). There were statistically significant differences in quadriceps femoris strength and thigh circumference between the two groups($p<0.05$). As the result, the application of neuromuscular electrical stimulation of the vastus medialis could be more effective for decrease pain and improving muscle function in patients with knee osteoarthritis.

■ keyword : | Neuromuscular Electrical Stimulation | Vastus Medialis | Quadriceps Femoris Strength | Q-angle |

I. 서론

퇴행성관절염 혹은 골관절염이라고 불리는 질환은 중년 이후에 관절을 침범하는 질환 중 가장 빈도가 높은 것으로서 하요추관절, 고관절 및 슬관절 등의 체중 부하관절을 주로 침범하는 만성질환이다[1]. 특히 상지의 관절들과 달리 체중지지와 운동성을 동시에 제공하는 슬관절은 관절의 구조가 복잡하고 인체에서 가장 긴 두 개의 지렛대를 연결하는 관절로 퇴행성관절염이 흔하게 발생하는 관절이다[2]. 한국의 65세 이상의 노인을 대상으로 한 조형준 등[3]의 연구에 의하면 퇴행성 슬관절염의 유병률은 38.1%로 여성이 남성에 비해 약 3배 정도 높은 유병률을 보였다. 또한 동양인은 골격상대상 대퇴골과 경골의 정렬이 서양인에 비하여 내반상태가 많아, 보행이나 기립 시에 체중이 슬관절의 내측부를 통해 집중됨으로 퇴행성관절염의 위험이 상대적으로 높다[4].

퇴행성 슬관절염이 유발되면 일차적으로 관절의 통증을 경험하며, 관절의 가동범위가 작아지고[5], 관절의 안정성 또한 저하된다[6]. 더불어 통증으로 인한 근육의 무용성 위축증 및 관절의 불안정성으로 인해 대퇴사두근이 약화된다는 것이 학자들의 공통된 의견인데[7][8], 이러한 사실은 임상적인 경험으로도 알 수 있으며, 이에 대한 증거로 연령별, 성별로 슬관절염 환자와 건강한 사람에서의 등척성 및 등속성 최대근력을 비교해 보면, 퇴행성 슬관절염 환자의 10~60%에서 대퇴사두근의 약화를 나타내는[9] 것을 확인할 수 있다. 특히 대퇴사두근 중 내측광근은 생리학적으로 가장 약하고, 근위축이 가장 먼저 나타날 뿐만 아니라 회복되는 속도도 느리기 때문에 일단 약화되면 대퇴사두근 내의 불균형을 초래하여 슬개골의 외측가동을 증가시키게 되며, 대퇴각도(Q-angle)의 정렬에도 영향을 미치게 된다[10]. 그러므로 슬관절염 환자의 재활에 있어서 우선적으로 해결해야 할 과제는 상대적으로 약화된 내측광근을 선택적으로 강화할 필요가 있으며, 결과적으로 대퇴사두근의 강화는 슬관절을 기능적으로 안정시키고 이로 인해 내인성 진통물질의 분비가 증가되며, 이는 근육을 재조건화시키고 통증으로 잘못 인지되는 근피로 감

을 감소시켜 통증을 완화시키는[11] 역할을 한다.

관절염을 가진 환자에게 있어 외과적 치료와 약물치료는 증상완화와 통증감소에 효과적이지만 부작용의 위험이 따르고 근 기능을 향상시킬 수 없었기 때문에 [12], 약화된 근육의 근위축을 방지하고 위축근의 기능적 회복을 위한 치료적 목적으로 전기자극을 많이 시행한다. 특히 신경근전기자극(Neuromuscular electrical stimulation; NMES)은 Kots[13]가 운동만으로 근력을 획득한 것보다 30~40%의 근력강화 효과를 더 얻을 수 있다고 발표한 이래로 다양한 연구활동이 계속되어 여러 가지 방법으로 사용되고 있다.

신경근전기자극은 정상근육 뿐만 아니라 병리적인 원인에 의해 저하된 근육의 기능을 향상시키기 위해 저주파, 저진폭의 전기적 전류를 사용하는 비침습적인 치료양식으로, 흔히 불수적인 근 수축을 야기시키는 알파 운동신경원을 자극하여 근육의 수축을 도모한다[14]. Delitto 등[15]은 근위축 소견을 보이는 환자들에게 신경근전기자극을 적용하여 대퇴사두근의 등척성 운동능력과 근력 및 근직경의 증가를 확인하였으며, 상완삼두근[16], 광배근[17], 상완이두근[18] 등 인체 각 근육부위에 적용한 연구에서도 근력이 최소 0%에서 최대 44%까지 증가된다고 보고하였다. 이러한 신경근전기자극에 의한 근력증가는 고강도 부하와 적은 수의 반복으로 계획된 근력강화 프로토콜을 따르는 수의적 운동에 의한 근력증가와 비슷한 방식의 기전과, II형 근섬유의 증가와 함께 수의적 동원순서의 역전으로부터 야기되는 기전으로 유도된다고 알려져 있다[19]. 또한 Gaines 등[20]은 무릎 통증이 있는 환자에게 신경근전기자극이 통증감소 효과가 있다고 보고하여 임상적으로 신경근전기자극은 근력강화 및 근재교육의 목적 이외에도 통증감소, 관절가동범위의 증가, 경직이나 경련의 완화, 그리고 보조기 대응 등 다양한 목적으로 이용되고 있다[21].

선행연구의 결과에서 나타난 바와 같이 신경근전기자극치료는 직접적으로 슬관절 통증감소와 대퇴사두근의 근력강화에 효과적[15][20]이라고 하고 있다. 그러나 임상에서는 실제 대퇴사두근 전체에 대한 적용에서의 근 수축력을 평가하는 연구가 대다수로, 슬관절염 환

자의 관절운동범위와 기능에 중요한 역할을 하며, 대퇴사두근 내 불균형의 핵심요소인 내측광근의 근력을 효과적으로 강화시킬 수 있는 방법에 대한 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 슬관절염 환자에게 신경근전기자극(Neuromuscular electrical stimulation; NMES)을 이용한 내측광근의 선택적 강화가 슬관절의 통증 및 근육기능의 향상에 적합한가를 연구하는데 목적을 두고 있으며, 그 효과를 정량적으로 검증하여 슬관절염 환자의 치료방법을 위한 기초자료를 제공하기 위하여 수행하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 경북 포항시 소재 H병원에 내원하여 증상 및 방사선 상 슬관절 골관절염으로 진단받은 성인 여성 30명을 대상으로 진행되었다. 대상자는 퇴행성 슬관절염 이외에 다른 이학적 소견이 없으며, 환자의 슬관절염의 중증도는 정상일 때 등급 '0'에서 중등도일 때 등급 '4'로 구성되어 있는 Kellgren and Lawrence 등급 척도[22]를 사용하여 방사선학적으로 분류하였는데, X-ray 결과 Grade I 또는 II에 해당하는 환자로 제한하였다. 대상자는 보존적 물리치료를 적용한 대조군(15명)과 신경근전기자극을 병행한 실험군(15명)으로 나누어 무작위로 배치하였으며, 연구에 앞서 본 실험의 내용 및 절차, 예상효과에 대한 상세한 설명 후 대상자들에게 실험에 자발적으로 참여한다는 서면 동의를 받았다. 연구대상자의 일반적인 특징은 다음과 같다[표 1].

표 1. 연구대상자의 일반적인 특징

	실험군(n=15)	대조군(n=15)	p
연령(세)	58.53±2.92	59.20±3.00	0.54
신장(cm)	155.55±4.73	154.33±4.89	0.49
체중(kg)	62.27±7.00	62.73±4.51	0.83

2. 실험방법

2.1 자극방법

모든 대상자는 주당 5회씩 4주간 총 20회의 처치를

받게 하였으며, 각각의 실험군 및 대조군에 대한 처치 방법은 다음과 같다.

대조군에 행한 보존적 물리치료는 온습포 20분, 경피신경자극치료(Autotens HL-III, Japan)는 주파수 7Hz에서 15분, 초음파 치료(Sonopuls 590, Netherlands)는 강도 1.0W/cm² 로 약 5분 치료하였다.

실험군에 부가한 신경근전기자극장치는 단상직사각형파의 저주파 맥동전류가 발생하고, 맥동 주파수와 기간, 순환주기, 경사증감시간의 변조가 가능한 Dynatens 301(Best, Korea)을 이용하였다. 매개변수로 맥동빈도(pulse rate)는 35pps, 맥동기간(pulse width)은 200 μ s, 통전시간(on time)은 10초, 단전시간(off time)은 40초, 경사증가 및 감소시간은 각각 1초로 설정하여 매회 15분간 자극하였다. 전극배치는 내측광근의 근복을 중심으로 원위부와 근위부의 운동점을 Probe 전극을 이용하여 확인한 후 2개의 전극을 배치하였다. 각 전류의 강도는 피검자가 견딜 수 있는 범위 내에서 최대가시수축이 일어나는 강도로 자극하였다.

2.2 측정도구 및 방법

2.2.1 주관적 통증척도

무릎의 주관적 통증을 평가하기 위하여 시각상사척도(visual analogue scale, VAS)를 사용하였다. VAS는 시각적, 언어적 표현을 기본으로 하여 통증을 평가하는 것으로 자료수집이 편리하고, 단기간의 통증변화를 잘 반영할 수 있는 평가방법으로, 통증이 없는 상태를 0점으로 하고, 극심한 통증으로 참을 수 없는 상태를 10점으로 하여 0과 10사이의 범위에서 어느 정도의 상태인지를 스스로 표기하도록 하였다.

2.2.2 양적근력검사

양적근력측정은 강도의 수량화가 측정기구 또는 감지기에 의해 수행되어 측정되는 것을 의미한다. 본 연구에서는 MicroFET2(Hoggan Health, USA)를 이용하여 치료 전과 치료 후의 대퇴사두근력의 강도를 측정하였다. 대상자들은 바로 누운 자세에서 Q-board를 이용하여 슬관절을 90도 굴곡하고 발목 바로 위 하퇴부의 전면에 근력검사기를 고정한 후, 관절가동범위 내에서

무릎을 신전시키도록 하였다.

최대수축시간은 5초이며 측정 간 30초의 휴식을 취하게 하였다. 슬관절 신전을 3회 반복하여 평균값을 도출하였으며, 단위는 파운드(lb)로 하였다.

2.2.3 대퇴둘레 측정

대퇴사두근의 위축을 평가하는 검사로서, 실험전과 실험 후 사이의 대퇴부 둘레에 차이가 있는지를 알아보기 위하여 경골 내측 고평부의 가장자리(medial tibial plateau edge)에서 약 7.5cm 위 지점의 대퇴둘레를 줄자로 측정하였다.

2.2.4 대퇴각도(Q-angle) 측정

본 연구에서는 Q-각도를 측정하기 위하여 GPA (alFOOTs, Korea) 전신자세측정기를 이용하였다. Livingston[23]의 제안에 따라 양측 슬관절에 각각 전신체중을 부하시킨 기립상태에서 슬개골 중심점과 전상장골극에 스티커를 부착하였다. 고관절은 내회전과 외회전에 대하여 중간위치에서 양 외측과 사이를 10cm 정도 벌리게 하여 측정하였다. 캠코더 카메라(2M pixel CCD)로 하지를 촬영한 후 전상장골극과 슬개골 중심점, 경골결절의 중심을 직선으로 잇고, 교차하는 곳에 생기는 각을 내장되어 있는 소프트웨어 프로그램 각도계로 측정하였다.

3. 자료 분석

수집된 자료의 통계처리는 SPSS version 12.0 for windows 프로그램을 사용하였다. 각 군별 치료 전과 후의 비교는 대응표본 t-검정(paired t-test)을 이용하였고, 두 군 간의 차이를 검증하기 위해서 독립표본 t-검정(independent t-test)을 실시하였다. 모든 통계적 유의수준 $\alpha = 0.05$ 로 하였다.

III. 결과

1. 주관적 통증척도의 변화

각 집단내 전·후 변화에 대한 대응표본 T검정 결과

VAS 점수에서 실험군은 실험 전 5.67±1.45점에서 실험 후 2.93±1.06점, 대조군은 실험 전 5.47±1.51점에서 실험 후 3.40±1.08점으로 두 군 모두에서 통계학적으로 유의한 통증의 감소가 있었다($p < 0.01$). 실험 후 두 군 간의 통증 변화량 차이에 대한 검정에서는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$)[표 2].

표 2. 실험 전·후 주관적 통증의 변화(N=30)

단위 : score					
	실험 전	실험 후	변화량	t	p
실험군 (n=15)	5.67±1.45	2.93±1.06	2.73±0.28	9.63	0.00*
대조군 (n=15)	5.47±1.51	3.40±1.08	2.07±0.21	10.02	0.00*
p			0.07		

* $p < 0.01$

2. 근력의 변화

각 집단내 전·후 변화에 대한 대응표본 T검정 결과 실험군에서는 실험 전 41.32±8.61 lb에서 실험 후 52.62±8.94 lb로 변화하여 대퇴사두근력이 유의하게 증가하는 것으로 나타났으나($p < 0.01$), 대조군에서는 실험 전 33.35±5.94 lb에서 실험 후 32.50±6.40 lb로 변화하여 통계적으로 유의하지 않았다($p > 0.05$). 실험 후 두 군 간의 대퇴사두근력 변화량 차이에 대한 검정에서는 실험군이 대조군에 비하여 통계적으로 유의하게 증가하였다($p < 0.01$)[표 3].

표 3. 실험 전·후 근력의 변화(N=30)

단위 : 파운드(lb)					
	실험 전	실험 후	변화량	t	p
실험군 (n=15)	41.32±8.61	52.62±8.94	-11.30±4.80	-9.14	0.00*
대조군 (n=15)	33.35±5.94	32.50±6.40	0.85±2.17	1.51	0.15
p			0.00*		

* $p < 0.01$

3. 대퇴둘레의 변화

각 집단내 전·후 변화에 대한 대응표본 T검정 결과 실험군에서는 실험 전 40.33±4.68cm에서 실험 후

42.36±4.88cm로 변화하여 대퇴부 둘레가 유의하게 증가하는 것으로 나타났으나(p<0.01), 대조군에서는 실험 전 38.57±3.18cm에서 실험 후 38.77±3.08cm로 변화하여 통계적으로 유의하지 않았다(p>0.05). 실험 후 두 군 간의 대퇴둘레 변화량 차이에 대한 검정에서는 실험군이 대조군에 비하여 통계적으로 유의하게 증가하였다(p<0.01)[표 4].

표 4. 실험 전 · 후 대퇴둘레의 변화(N=30)

단위 : cm

	실험 전	실험 후	변화량	t	p
실험군 (n=15)	40.33±4.68	42.36±4.88	-2.03±0.36	-5.60	0.00*
대조군 (n=15)	38.57±3.18	38.77±3.08	-0.20±0.15	-1.31	0.21
p			0.00*		

*p<0.01

4. 대퇴각도(Q-angle)의 변화

각 집단내 전 · 후 변화에 대한 대응표본 T검정 결과 실험군에서는 실험 전 15.37±3.16도에서 실험 후 15.20±3.66도, 대조군에서는 실험 전 12.73±2.10도에서 실험 후 13.00±2.75도로 두 군 모두에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(p>0.05). 실험 후 두 군 간의 Q-각 변화량 차이에 대한 검정에서도 유의한 차이가 없었다(p>0.05)[표 5].

표 5. 실험 전 · 후 Q-각의 변화(N=30)

단위 : 각(°)

	실험 전	실험 후	변화량	t	p
실험군 (n=15)	15.37±3.16	15.20±3.66	0.17±0.39	-1.08	0.13
대조군 (n=15)	12.73±2.10	13.00±2.75	-0.27±0.23	-1.17	0.26
p			0.06		

IV. 고찰

슬관절의 퇴행성관절염에서는 내측광근의 위축 뿐만 아니라 슬관절에서 능동적인 신전이 불완전하게 나타

나는 신전근의 지체(extensor lag)라 불리는 결함이 나타난다[24]. 내측광근은 무용성으로 위축될 수도 있고, 내측의 불안정성을 유도하는 관절부종이나 통증으로 인해 역제를 받을 수도 있다[25]. 그리고 만약 내측광근의 위축으로 근력의 불균형 상태가 발생하면 슬관절 주변의 역학적인 변화를 일으켜 슬개골의 외측 아탈구의 원인이 된다[26]. 따라서 본 연구는 운동신경 및 근섬유를 직접 자극하여 근강축을 일으켜 신경근의 기능적 활동을 향상시키기 위해 사용되는데[27] 신경근전기자극을 내측광근에 적용하여 퇴행성 슬관절염 환자의 근육의 비대칭이나 약화에서 오는 문제점들을 개선할 수 있는 효과적인 치료방법을 알아보고자 실시하였다.

Fransen[28]은 퇴행성관절염에 대해서 장기간 지속되는 만성질환으로 통증은 퇴행성관절염 치료의 주요 지표가 되며, 치료목표를 최상의 신체기능 유지와 통증 완화에 두어야 한다고 하였다.

신경근전기자극치료는 내재성 진통시스템과 비유해성 신경섬유의 자극을 통해 통증을 감소시킨다[29]고 알려져 있다. 환자를 대상으로 신경근전기자극이 통증을 경감시킨다는 많은 보고들 중에서, 한상완[30]은 8주간 최대로 참을 수 있는 강도의 신경근전기자극이 무릎 통증이 있는 환자의 기능적 수행에 효과적이었다고 보고하였으며, Gaines 등[20]은 퇴행성 슬관절염 환자의 대퇴사두근에 신경근전기자극을 시행한 결과 처치 15분 후에 통증이 감소하였다고 보고하여 신경근전기자극이 효과적임을 보고하였다. 본 연구에서 4주간 신경근전기자극을 실시한 후 측정시기에서 집단 간에는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 기간 사이에는 통증점수가 유의하게 감소하여 긍정적 변화를 보인 선행연구들과 일치한 결과를 확인할 수 있었다. 이는 신경근전기자극 이외에 두 그룹 모두 기본치료로 온습포, 초음파, 경피신경자극을 적용하여 통증에 유의한 결과를 보인 것으로 생각된다.

퇴행성관절염 환자들은 정상인에 비해 근 기능, 근력 및 유산소성 능력이 상당히 많이 감소되어 있고, 근력이 정상인의 30~40%에 불과한 것으로 보고하였다[31]. 특히 대퇴사두근의 약화 및 위축은 퇴행성 슬관절염의 진행을 빠르게 촉진하는 원인을 제공하게 되며, 대부분

의 환자들은 일상생활에 통증으로 인하여 많은 기능적 제약이 수반되어 결국에는 관절 부위의 근육기능 약화를 가중시킨다[32]. 하지만 신경근전기자극에 의한 근수축은 근육의 위축반응과 기능의 감소를 줄여 줄 수 있는 것으로 알려져 있다. Talbot 등[33]은 퇴행성관절염 환자를 대상으로 집에서 대퇴사두근에 신경근전기자극을 12주 시행한 결과 통증의 악화 없이 근력이 유의하게 증가하였다고 보고하고 있다. 심지어 신경근전기자극이 퇴행성 슬관절염 환자의 슬관절 전치환술 후 감소된 신전근력의 발병기전을 예방할 수 있으며, 또한 그런 환자들에게 효과적이라 볼 수 있다고 제시하였다[34]. 본 연구에서는 4주간 신경근전기자극을 실시한 후 측정시기에 실험군($p=0.00$)과 대조군($p=0.15$)의 대퇴사두근의 최대신근력에서 유의한 차이를 보여 신경근전기자극의 적용 후 근기능이 향상된 것으로 나타났다. 결과적으로 근력의 증가는 관절에 주어지는 부하를 감소시킴으로써 무릎의 안정성을 증가시키고, 일상생활 신체기능의 향상 및 통증감소를 가져올 것으로 생각된다.

또한, 본 연구에서는 4주간 신경근전기자극을 실시한 후 측정시기에서 대퇴둘레가 유의하게 증가하였다. 이와 같은 전기자극을 통한 대퇴부 둘레의 변화는 근력의 증가와 관계가 있을 것으로 생각된다.

슬관절의 올바른 배열은 대퇴내측광근과 외측광근의 근 균형에 의해 좌우되며 이러한 근육간에 발생하는 힘은 대퇴각도(Q-각도)에 영향을 미치게 된다[35]. 특히 퇴행성관절염 환자에서 슬개골에 대한 내측광근의 조절 향상과 기능적인 근력강화는 슬개-대퇴관절의 정렬에 매우 중요한 요소이다. 본 연구에서 4주간 신경근전기자극을 실시한 후 측정시기에서 두 군 모두 Q-각의 수치상에 변화는 나타났으나 기간에 따른 유의한 차이나 군 간에 유의성은 나타나지 않았다. 따라서 본 연구의 결과는 Karst와 Jewett[36]의 연구결과인 근력이 Q-각에 영향을 미친다는 결론과 차이가 있음을 확인할 수 있다. 하지만, Hivid 등[37]의 연구에서 정상적인 Q-각의 범위를 $8\sim 17^\circ$ 로 보고하고, 남자의 경우 15° 이상, 여자의 경우 20° 이상일 경우에 비정상적인 범위로 보고하였는데 이번 연구의 대상자들은 연구결과에서 보듯이 자극 전과 자극 후에 모두 정상범위에 있음을 고

려해야 할 것이며, 대상자 전체의 Q-각이 비정상범위인 20° 를 벗어나지 않는 양상을 나타낸다 하더라도 Q-각은 선택적인 강화의 결과를 보여주는 기능적으로 의미있는 측정지표가 될 수 있다.

퇴행성 슬관절염 환자들을 위한 재활치료 프로그램에서 가장 중요하게 고려되어야 할 부분은 무릎관절에 부가되는 부하를 최소화한 상태에서 통증감소 뿐만 아니라 기능적 역량도 함께 강화시킬 수 있는 방법을 모색하는 것이라 할 수 있다. 본 연구에서 중재요법으로 사용된 신경근전기자극치료는 이러한 관점에 부합되며, 또한 퇴행성관절염 환자의 근력 강화에 효과적이고, 강화된 하지 근력은 관절에 부담을 줄여주어 통증을 감소시키는 것으로 나타나는 본 연구의 결과는 치료프로그램으로 적용하고 보급하는데 주요 근거가 될 수 있다. 하지만 이번 연구에서는 적은 수의 실험대상, 여성환자로 제한된 대상자 선정, 치료 종료 후 장기간의 추적조사의 부족 등의 제한점을 가지고 있다. 또한 신경근전기자극의 내측광근 적용에 있어서 내측광근/외측광근의 비율 변화에 대한 연구를 진행한다면 대퇴사두근의 근력균형 및 슬관절의 안정성을 살펴볼 수 있다고 생각한다.

V. 결론

본 연구에서는 신경근전기자극을 퇴행성 슬관절염 환자의 내측광근에 선택적으로 적용하였을 때 통증과 근 기능에 미치는 효과를 동통(VAS), 대퇴사두근력, 대퇴둘레, Q-각도를 이용하여 결과를 비교하였다.

실험 결과, 각 측정도구의 실험 전과 4주 후의 결과값은 실험군에서 VAS, 근력, 대퇴둘레의 변화에서 통계학적으로 유의성이 나타났으며($p<0.05$), Q-각도의 변화에서는 유의성이 나타나지 않았다($p>0.05$). 대조군에서는 VAS에서 유의한 감소를 보였다($p<0.05$). 실험 4주 후 실험군과 대조군의 집단 간 비교값은 근력과 대퇴둘레에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였으며, VAS와 Q-각도에서는 통계학적으로 유의하지는 않았지만 실험군에서 조금 더 향상을 보였다.

본 연구의 결과는 신경근전자자극을 이용한 내측광근의 선택적 근력강화를 통하여 슬관절 동통감소와 기능회복에 도움을 주는 것으로 나타나 퇴행성 슬관절염을 가진 대상에게 효과적인 치료방법으로 추천될 수 있음을 의미한다. 임상적으로 더 유용한 자료가 되기 위해서는 분석할 대상자의 다양성 뿐만 아니라 치료 후 장기적인 효과를 위해서 추적 관찰하는 평가 기간을 적절히 증가시키는 것을 고려해야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] J. W. Bijlsma and K. Knahr, "Strategies for the prevention and management of osteoarthritis of the hip and knee," *Best Pract Res Clin Rheumatol*, Vol.21, No.1, pp.59-76, 2007.

[2] 배성수, 김호봉, 이상용, 김은영, "슬개대퇴골각에 관한 고찰", *대한물리치료학회지*, 제13권, 제1호, pp.197-204, 2001.

[3] 조형준, 장중범, 정재욱, 성상철, 김태균, "한국 고령인구에서 방사선학적 평가에 의한 슬관절 퇴행성 관절염의 유병률", *대한슬관절학회지*, 제21권, 제4호, pp.223-231, 2009.

[4] 김하용, *양측 퇴행성 슬관절염 환자의 컴퓨터 3차원적 보행분석*, 원광대학교 의학대학원 박사학위논문, 2006.

[5] 방희명, "키네시오 테이핑이 고령자의 슬관절 등속성 근 기능 및 통증에 미치는 영향", *한국콘텐츠학회논문지*, 제6권, 제12호, pp.226-234, 2006.

[6] K. Baker and T. McAlindon, "Exercise for knee osteoarthritis," *Curr Opin Rheumatol*, Vol.12, No.5, pp.456-463, 2000.

[7] J. A. Buckwalter and N. E. Lane, "Athletics and osteoarthritis," *Am J Sports Med*, Vol.25, No.6, pp.873-881, 1997.

[8] L. Saxon, C. Finch, and S. Bass, "Sports participation, sports injuries and osteoarthritis: implications for prevention," *Sports Med*, Vol.28, No.2, pp.123-135, 1999.

[9] M. V. Hurley, D. L. Scott, J. Rees, and D. J. Newham, "Sensorimotor changes and functional performance in patients with knee osteoarthritis," *Ann Rheum Dis*, Vol.56, No.11, pp.641-648, 1997.

[10] Carolyn Kisner and Lynn Allen Colby, *Therapeutic exercise foundation and techniques*, F. A. Davis Company; 4th edition, 2002.

[11] R. J. Kaplan, A. N. Vo, T. P. Stitik, L. B. Kamen, A. A. Bitar, and V. C. Shih, "Rehabilitation of orthopedic and rheumatologic disorders. 1. Osteoporosis assessment, treatment, and rehabilitation," *Arch Phys Med Rehabil*, Vol.86, No.3, Suppl 1, pp.S40-47, 2005.

[12] N. M. Fisher and D. R. Pendergast, "Effects of a muscle exercise program on exercise capacity in subjects with osteoarthritis," *Arch Phys Med Rehabil*, Vol.75, No.7, pp.792-797, 1994.

[13] Y. M. Kots, *Electrostimulation: Canadian-Soviet exchange symposium on electrostimulation of skeletal muscles*, Concoridia University, 1997.

[14] D. A. Canapp, "Select modalities," *Clin Tech Small Anim Pract*, Vol.22, No.4, pp.160-165, 2007.

[15] A. Delitto, J. M. McKowen, J. A. McCarthy, R. A. Shively, and S. J. Rose, "Electrically elicited co-contraction of thigh musculature after anterior cruciate ligament surgery. A description and single-case experiment," *Phys Ther*, Vol.68, No.1, pp.45-50, 1988.

[16] L. Martin, G. Cometti, M. Pousson, and B. Morlon, "Effects of electrical stimulation training on the contractile characteristics of the triceps surae muscle," *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, Vol.67, No.5, pp.457-461, 1993.

[17] F. Pichon, J. C. Chatard, A. Martin, and G.

- Cometti, "Electrical stimulation and swimming performance," *Med Sci Sports Exerc*, Vol.27, No.12, pp.1671-1676, 1995.
- [18] S. Colson, A. Martin, and J. Van Hoecke, "Re-examination of training effects by electrostimulation in the human elbow musculoskeletal system," *Int J Sports Med*, Vol.21, No.4, pp.281-288, 2000.
- [19] D. A. Lake, "Neuromuscular electrical stimulation. An overview and its application in the treatment of sports injuries," *Sports Med*, Vol.13, No.5, pp.320-336, 1992.
- [20] J. M. Gaines, E. J. Metter, and L. A. Talbot, "The effect of neuromuscular electrical stimulation on arthritis knee pain in older adults with osteoarthritis of the knee," *Appl Nurs Res*, Vol.17, No.3, pp.201-206, 2004.
- [21] H. barbeau, K. Norman, J. Fung, M. Visintin, and M. Ladouceur, "Does neurorehabilitation play a role in the recovery of walking in neurological populations?," *Ann N Y Acad Sci*, Vol.16, No.860, pp.377-392, 1998.
- [22] J. H. Kellgren and J. S. Lawrence. "Radiological assessment of osteo-arthritis," *Ann Rheum Dis*, Vol.16, No.4, pp.494-502, 1957.
- [23] L. A. Livingston, "The quadriceps angle: a review of the literature," *J Orthop Sports Phys Ther*, Vol.28, No.2, pp.105-109, 1998.
- [24] Houghlum and A. Peggy, *Therapeutic Exercise for Athletic Injuries*, Human Kinetics, 2001.
- [25] J. D. Spencer, K. C. Hayes, and I. J. Alexander, "Knee joint effusion and quadriceps reflex inhibition in man," *Arch Phys Med Rehabil*, Vol.65, No.4, pp.171-177, 1984.
- [26] J. Insall, "Current Concepts Review: patellar pain," *J Bone Joint Surg Am*, Vol.64, No.1, pp.147-152, 1982.
- [27] M. Ogino, N. Shiba, T. Maeda, K. Iwasa, Y. Taqawa, S. Matsuo, H. Nishimura, T. Yamamoto, K. Naqata, and J. R. Basford, "MRI quantification of muscle activity after volitional exercise and neuromuscular electrical stimulation," *Am J Phys Med Rehabil*, Vol.81, No.6, pp.446-451, 2002.
- [28] M. Fransen, "When is physiotherapy appropriate?," *Best Pract Res Clin Rheumatol*, Vol.18, No.4, pp.477-489, 2004.
- [29] M. Delle, P. Thoren, J. O. Skarphedinsson, P. Hoffman, S. Carlsson, and S. Ricksten, "Differentiated responses of renal and adrenal sympathetic nerve activity to intravenous morphine administration in anesthetized rats," *J Pharmacol Exp Ther*, Vol.253, No.2, pp.655-660, 1990.
- [30] 한상완, "무릎넙다리 동통증후군 환자의 8주간 재활운동과 신경근전기자극치료가 통증척도와 기능적 수행능력에 미치는 영향", *한국전문물리치료학회지*, 제11권, 제3호, pp.33-42, 2004.
- [31] N. M. Fisher, D. R. Pendergast, G. E. Gresham, and E. Calkins, "Muscle rehabilitation: its effect on muscular and functional performance of patients with knee osteoarthritis," *Arch Phys Med Rehabil*, Vol.72, No.6, pp.367-374, 1991.
- [32] L. Sharma, D. D. Dunlop, S. Cahue, J. Song, and K. W. Hayes, "Quadriceps strength and osteoarthritis progression in malaligned and lax knees," *Ann Intern Med*, Vol.138, No.8, pp.613-619, 2003.
- [33] L. A. Talbot, J. M. Gaines, S. M. Ling, and E. J. Metter, "A home-based protocol of electrical muscle stimulation for quadriceps muscle strength in older adults with osteoarthritis of the knee," *J Rheumatol*, Vol.30, No.7, pp.1571-1578, 2003.
- [34] J. E. Stevens, R. L. Mizner, and L. Snyder-Mackler, "Neuromuscular electrical stimulation

for quadriceps muscle strengthening after bilateral total knee arthroplasty: a case series," J Orthop Sports Phys Ther, Vol.34, No.1, pp.21-29, 2004.

[35] M. R. Devan, L. S. Pescatello, P. Faghri, and J. Anderson, "A Prospective Study of Overuse Knee Injuries Among Female Athletes With Muscle Imbalances and Structural Abnormalities," J Athl Train, Vol.39, No.3, pp.263-267, 2004.

[36] G. M. Karst and P. D. Jewett, "Electromyographic analysis of exercises proposed for defferential activation of medial and lateral quadriceps femoris muscle components," Phys Ther, Vol.73, No.5, pp.286-295, 1993.

[37] I. Hvid, L. I. Andersen, and H. Schmidt, "Chondromalacia patellae. The relation to abnormal patellofemoral joint mechanics," Acta Orthop Scand, Vol.52, No.6, pp.661-666, 1981.

정 태 경(Tae-Gyenog Jeong)

정희원



- 2009년 2월 : 을지대학교 보건대학원 물리치료학과(보건학석사)
- 2010년 2월 ~ 현재 : 대구대학교 재활과학과 물리치료전공(박사과정)

<관심분야> : 전기치료, 노인물리치료, 동작분석

저 자 소 개

진 유 신(Yu-Shin Jin)

정희원



- 2008년 6월 : 대구대학교 물리치료학과(이학석사)
- 2010년 2월 ~ 현재 : 대구대학교 재활과학과 물리치료전공(박사과정)

<관심분야> : 전기치료, 수중재활운동, 동작분석