

부척추근의 근피로가 하지의 고유수용성 감각과 협응 능력에 미치는 영향

박민철¹ · 김형수¹ · 이상열² · 이명희² · 구봉오³ · 윤창구⁴

부산대학교병원 물리치료실, ¹마산대학,
²대구대학교 대학원 물리치료전공, ³부산가톨릭대학교 물리치료학과,
⁴워싱턴 디씨 통증 센터

Effect of Paraspinal Muscle Fatigue on Proprioception and Coordination of the Lower Limb

Min-chull Park, PT, MS, Hyoung-su Kim, PT, PhD¹, Sang-youll Lee, PT, MS²,
Myoung-hee Lee, PT, MS², Bong-oh Goo, PT, PhD³, Chang G Yoon, PT, DPT⁴

Department of Physical Therapy, Pusan National University Hospital

¹Department of Physical Therapy, Masan College

²Major in Physical Therapy, Graduate School, Daegu University

³Department of Physical Therapy, Pusan Catholic University

⁴Washington DC Pain Center

<Abstract>

Purpose : This study was performed to find out the influence of the change on proprioception and coordination of the lower limb by experimentally induced paraspinal muscle fatigue.

Methods : Twelve subjects(6 males, 6 females) with no history low back and lower limbs problem volunteered for this study. Subjects were pre-tested proprioception and coordination using the MR-FSS(Mornitored Rehab Functional Squat System). And then the subjects performed isometric paraspinal muscles contraction for induced muscle fatigue. Muscle fatigue was defined surface EMG(MP 150). After isometric contraction, the subjects were post-tested using the MR-FSS.

Results : In comparison of coordination, deviation of concentric coordination was increased(from 0.50±0.13cm to 0.67±0.21)(p<0.05) and deviation of eccentric coordination was also increased(from 0.51±0.15cm to 0.70±0.26 cm)(p<0.05). And deviation movement of proprioceptive test was increased(from 4.98±1.80cm to 5.69±1.98cm), but there was no significant different(p>0.05).

Conclusion : Fatigue of paraspinal muscles was decreased concentric and eccentric coordination of the lower limb.

Key Words : Muscle fatigue, Proprioception, Coordination

I. 서 론

최근 들어 척추의 기능적 회복을 위하여 척추의 안정화 운동이 널리 사용되고 있다. 적절한 척추의 운동 조절은 고유수용성 감각 입력에 크게 의존하며 이러한 고유수용성 감각 입력은 척추의 안정성과 협응을 위해 필수적인 요소이다(Hjortskov 등, 2005). 또한 척추 안정화 운동은 체간 자체의 움직임이 발생할 때 뿐만 아니라 상지와 하지의 운동과 관련하여서도 의식적 또는 무의식적인 체간 주위 근육의 적절한 조절능력을 향상을 목적으로 하고 있으며, 이는 상지와 하지의 효율적인 움직임을 위해선 반드시 선행되어야 한다(Magee, 1999).

그러나 요통환자는 요부주위 근육의 약화와 더불어 요부 주위 굴곡근과 신전근의 근피로율이 높다(Kankaanpaa 등, 1998). 근피로는 힘을 생산할 수 있는 능력의 감소 또는 요구되는 과제의 증가에 대해 본래의 힘을 재생산할 수 있는 능력이 감소한 상태이며 신경충동 또는 운동요구 명령의 감소로 인해 발생하는 중추성 피로와 활동전위 결여 등이 원인이 되는 말초성 피로로 분류될 수 있다(Kay 등, 2000).

근피로는 협응 능력과 고유수용성 감각에 영향을 미치게 되는데(Marks, 1994), 운동이나 과도한 일상 활동으로 인하여 근육의 피로가 발생할 경우 고유수용감각 능력의 현저한 저하가 발생하게 되며 연령증가에도 영향을 받기 때문에 나이가 들수록 나상이나 근골격계 손상의 위험성이 증가한다(강중호 등, 2007).

Skinner 등(1984)은 요통이 하지의 조절 능력 저하에 영향을 줄 수 있으며 이러한 조절 능력의 저하는 일상생활이나 운동 시에 손상의 위험요인을 증가시키고 운동학습 능력을 저하시키며 나아가 퇴행성 변화를 촉진시키는 요인이 될 수 있다고 하였다.

또한 Kankaanpaa 등(1998)은 요통환자에 있어서

고관절 신전근의 최대 수의적 근수축능력과 근지구력이 감소하였다고 보고하였고, 김현진(2006)은 실험적으로 유발된 요부 통증이 하지 협응능력과 고유수용성 감각 저하에 영향을 미친다고 하였으며, Hart 등(2006)은 실험적으로 유발된 부척추근의 근피로가 대퇴사두근을 억제시켰다고 하였다.

이러한 선행 연구들은 요부에 발생한 통증은 요부 자체뿐만 아니라 하지의 근력 및 운동 능력에도 영향을 미칠 수 있음을 나타내고 있다. 그러나 요부 손상의 원인이 될 수 있는 요부 주위 근육의 피로 발생이 하지의 운동 조절 능력에 미치는 영향에 대한 연구는 아직 국내에선 미흡한 실정이다.

이에 본 연구는 이전의 선행연구들의 결과를 토대로 하여 실험적으로 유발된 요부 신전근의 근피로가 하지의 고유수용성과 협응 능력에 미치는 영향을 알아보고자 수행되었다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

요통과 하지에 대한 병력이 없는 건강한 성인 남녀 12명(남:6, 여:6)을 대상으로 하였다. 대상자들은 실험 전 연구의 목적과 실험방법에 대해 충분히 설명을 들었으며 자발적으로 본 연구에 참여를 동의한 자로 구성되었다.

2. 연구방법 및 도구

대상자들은 MR-FSS(Monitored Rehab Functional Squat System, Monitored Rehab Systems B.V., Netherland)를 이용하여 실험 전 하지 고유수용성 감각과 협응 능력을 검사하였다. 그 후에 요부 신전근의 근피로를 유발하기 위하여 부척추근의 등척성 수축운동을 실시하였으며 이후에 MR-FSS를 이

용하여 재측정하였다. 근피로는 표면근전도 MP 150 (BIOPAC Inc. CA, USA)을 이용하여 확인하였다.

1) MR-FSS

부척추근의 근피로 전, 후의 하지 협응능력 및 고유수용성감각 능력에 대한 측정은 MR-FSS를 이용하였다(Fig 1). 고유수용성 감각능력은 모니터를 통해 나타나는 표시점을 따라 움직임의 위치를 기억하여 표시점이 사라진 후 근육과 관절의 위치와 움직임을 기억해 그 위치를 찾아가 각도를 유지하는 능력을 통해 검사하였다. 협응능력은 모니터를 통해 나타나는 점선을 따라 표시점이 이탈되지 않도록 하지를 조절하여 따라가는 능력을 통해 검사하였다. 협응능력과 고유수용성 감각은 MR-FSS 자체 프로그램에 의해 자동으로 계산되었으며, 본 연구에서는 평균 편위값을 사용하였다.

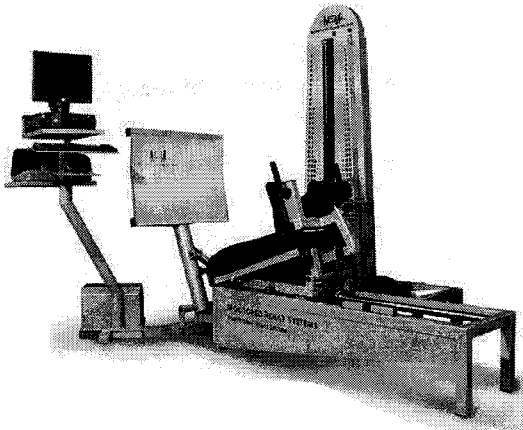


Fig 1. MR-FSS

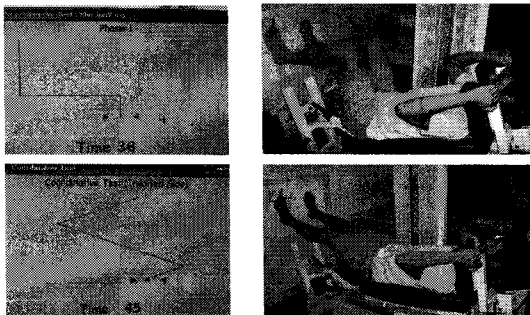


Fig 2. Measure of proprioception and coordination

2) 부척추근의 등척성 수축운동

본 연구에서는 부척추근의 근피로를 유발하기 위하여 대상자는 편평한 테이블의 가장자리에 상전장 팔극이 위치하도록 엎드려 누운 상태에서 하지를 고정하고 실험자의 신호와 함께 체간을 테이블과 수평을 유지하도록 요구되었다.

대상자는 최대한 수평을 유지할 수 있을 때까지 등척성 수축운동을 실시하였으며, 더 이상 수평을 유지하기 어렵거나 통증이 발생하면 운동을 중단하도록 하였다(Fig 3).

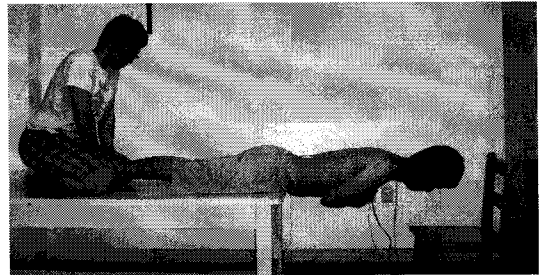


Fig 3. Lumbar paraspinal muscle isometric exercise

3) 표면 근전도(삭제)

부척추근의 근피로 확인을 위하여 표면 근전도 MP150(삭제)을 이용하였다. 전극은 요추 4, 5번의 극돌기로부터 외측으로 3cm 떨어진 곳에 근섬유와 평행하게 부착하였다(Fig 3). 등척성 수축동안 여러 가지 주파수와 단순파의 합으로 이루어진 측정된 근전도 신호를 고속 푸리에 변환(fast fourier transformation: FFT)을 사용하여 다시 분해 정리하는 방법으로 주파수 스펙트럼을 구하였다. 얻어진 주파수 스펙트럼을 통해서 중앙주파수(median frequency) 값을 구하였고, 수치의 일률적인 이동 성향을 이용하여 근피로도의 변화를 측정하였다. 본 연구에서는 등척성 운동 중 초기 2초와 종료 마지막 2초 동안의 중앙주파수 값을 비교하여 근피로를 확인하였으며 그 비율을 근피로율이라 정의하였다.

3. 자료처리

실험적으로 유발된 부척추근의 근피로 발생 전, 후 하지의 협응 능력과 고유수용성 감각의 변화를

확인하기 위하여 SPSS win 12.0을 이용하여 paired t-test 실시하였다. 유의수준은 0.05로 하였다.

III. 결 과

1. 대상자의 일반적 특성

본 연구의 참여 대상자 12명 중 남자 6명, 여자 6명이었으며 평균 연령은 25.91±5.83세, 신장은 168.00±8.25cm, 체중은 63.50±13.5kg이었다. 부척추근의 평균 등척성 수축시간은 98.00±42.21초였으며 근피로율은 8.00±4.94%였다.

2. 근피로 전, 후 하지 협응 능력의 변화

실험적으로 유발된 부척추근의 근피로 전, 후의 하지 협응 능력의 변화에서 구심성 협응 능력에 대한 평균 편위는 0.50±0.13cm에서 0.67±0.21cm로 증

가하였으며(p<0.05), 원심성 협응 능력의 평균 편위는 0.51±0.15cm에서 0.70±0.26cm로 증가하였다(p<0.05)(Table 1)(Fig 4).

3. 근피로 전, 후 하지 고유수용성 감각의 변화

실험적으로 유발된 근피로 전, 후의 하지 고유수용성 감각의 변화 검사에서의 평균 편위는 실험 전 4.98±1.80cm에서 실험 후 5.69±1.98cm로 증가하였으나 유의한 차이가 없었다(p>0.05)(Table 2).

IV. 고 찰

요부 신전근은 물건 들기 동작이나 물건 내리기 뿐만 아니라 허리 구부렸다 펴기, 자세 유지 등에 있어 많은 역할을 수행한다. 일반적으로 직립으로 선 자세에서 체간의 전방 굴곡을 실시할 때 척추 신전근의 표면 근전도 활동은 초기에는 증가하지만 굴

Table 1. General characteristics of subjects (n=12)

	Mean ±SD
Gender(%)	Male 6 (50%)
	Female 6 (50%)
Age (years)	25.91 ± 5.83
Height (cm)	168.00 ± 8.25
Weight (kg)	63.50 ± 13.50
Contraction time (sec)	98.00 ± 42.21
Fatigue rate (%)	8.00 ± 4.94

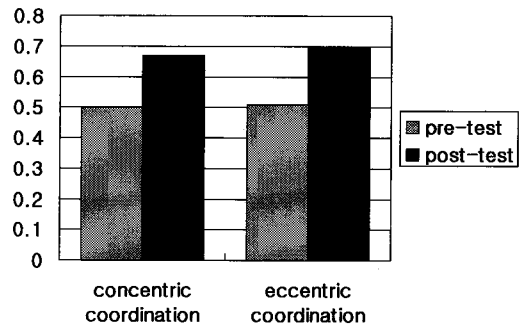


Figure 4. Change of coordination pre- and post muscle fatigue

Table 2. Change of coordination pre- and post muscle fatigue

	Pre-test	Post-test	t	p
Concentric coordination (cm)	0.50±0.13	0.67±0.21	-3.087	.010*
Eccentric coordination (cm)	0.51±0.15	0.70±0.26	-3.590	.004**

Mean ± SD

*p< .05, **p< .01

Table 3. Change of proprioception pre- and post muscle fatigue

	Pre-test	Post-test	t	p
Proprioception (cm)	4.98±1.80	5.69±1.98	-1.699	.117

Mean ± SD

곡의 범위가 증가될수록 감소하고 최종적으로 완전한 굴곡자세가 되었을 때는 이완하게 된다. 이러한 현상을 굴곡-이완 현상(flexion-relaxation phenomenon)이라하며 다시 직립자세로 돌아가기 위해 신전할 때까지는 근전도의 활동이 반대로 나타나게 된다. 그러나 요통을 가진 환자에게는 정상적인 굴곡-이완 현상이 나타나지 않고 지속적인 근활동과 지연된 근활동을 나타낸다(Ritvanen 등, 2007). 이러한 요부 신전근의 지속적인 근활동은 근피로를 유발할 수 있으며 지연된 근활동은 요부손상은 물론 상·하지와의 적절한 협응에도 영향을 미칠 것이다.

Kay 등(2000)은 근피로는 중추성과 말초성 근피로로 구분될 수 있으며 힘을 생산할 수 있는 능력의 감소 또는 요구되는 과제의 증가에 대해 본래의 힘을 재생산할 수 있는 능력이 감소한 상태라 하였다. 근육의 피로를 확인하기 위하여 혈액 내 젖산 농도 측정 및 근전도 주파수 진폭의 분석 등의 방법이 있다. Hart 등(2006)과 허성용(2006) 등은 중앙 주파수(median frequency)의 감소를 통해 근피로의 발생을 확인하였으며 본 연구 또한 부척추근의 등척성 수축 시작 2초와 마지막 2초 동안의 중앙 주파수값의 변화를 통하여 근피로 발생을 확인하였다.

Marks(1994)는 근 피로가 협응 능력과 고유수용성 감각에 영향을 미친다고 하였으며, Carpenter 등(1998)은 견관절 운동으로 인한 근피로가 고유감각을 감소시켰으며, Riberio 등(2007)도 노인에 있어서 대퇴사두근에 일으킨 근피로가 관절각도 재현능력을 떨어뜨린다고 하였다.

고유수용감각(proprioception)이란 용어는 1907년 Sherrington에 의해 위치, 자세, 움직임의 감각을 표현하는 용어로 처음 사용되었는데(Liebenson, 1996), 근육, 관절, 피부와 같은 해부학적 구조에 위치하여 자세, 균형, 움직임 조절, 안정화, 협응 등에 중요한 역할을 하지만 근육, 관절의 손상에 의해 고유수용기의 무능이 초래될 수 있으며 고유수용성 감각은 수용기 주위의 국소적 화학적 변화, 수용기 또는 그 축삭의 손상, 수용기가 분포하는 조직의 손상이나 구조의 변화에 의해 감소된다(Leaderman, 1997). 또

한 골관절염, 나이의 증가, 근피로 등에 의해 손상될 수 있다(강중호 등, 2007). 고유수용성 감각의 손상은 그와 관련된 부위의 근육 그룹과의 상호 협조가 잘 이루어지지 않을 것이고 필요에 의한 상호 협력 작용에 대한 적절한 반응을 일으킬 수 없을 것이다(Shankar, 2001). Kankaanpaa 등(1998)은 요통 환자에 있어서 고관절 신전근의 최대 수의적 근수축능력과 근지구력이 감소하였다고 보고하였고, 김현진(2006)은 실험적으로 유발된 요부 통증이 하지 협응능력과 고유수용성 감각 저하에 영향을 미친다고 하였으며, Hart 등(2006)은 실험적으로 유발된 부척추근의 근피로가 대퇴사두근을 억제시켰다고 하였다. 이러한 선행 연구의 결과들을 토대로 본 연구에서는 부척추근의 근피로를 유발시키기 위하여 건강한 성인 남녀 12명을 대상으로 부척추근의 등척성 수축운동을 실시하여 근피로를 유발하였으며, 이렇게 실험적으로 유발된 근피로가 하지의 협응능력과 고유수용성 감각능력에 어떠한 영향을 주는 지 확인하고자 하였다. 결과에 의하면 근피로 발생 후 하지의 운동조절 능력을 검사하기 위한 협응능력 검사에서 구심성 협응능력과 원심성 협응능력 모두가 실험 전에 비하여 통계적으로 유의한 감소를 나타내어 선행연구들과 유사한 결과를 얻었다. 그러나 고유수용성 감각 능력 검사 역시 실험 전에 비하여 감소한 것으로 나타났으나 통계적으로 유의하지 않았다. 이러한 결과는 측정장비의 사용에 대한 사전 설명 및 측정과정에서 발생한 반복 학습의 영향과 건강한 성인 남녀를 대상으로 실험적으로 유발된 단기간의 근피로에 대한 측정, 그리고 평균 8%의 낮은 근피로율에 의한 것으로 여겨진다. 또한 본 연구는 등척성 수축 운동 시 부척추근 이외의 다른 하지의 근육에서 발생하는 근수축에 대한 고려가 없었다. 이러한 본 실험의 제한점에 대한 보완을 통하여 앞으로의 연구에서는 근피로율과 연령, 그리고 다양한 근피로 유발 자세에 따른 변화에 대한 연구들이 이루어져 낙상이나 근골격계 손상의 위험성을 감소시키고 기능을 개선시키기 위한 운동 치료 프로그램을 개발에 필요한 기초적 자료로 활용할 수 있어야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

실험적으로 유발된 요부 신전근의 근피로가 하지의 고유수용성 감각과 협응 능력에 미치는 영향에 대한 연구결과를 통하여 부척추근의 근피로는 하지의 구심성 협응 능력 및 원심성 협응 능력의 감소에 영향을 주었지만 고유수용성 감각 저하에는 유의한 영향을 주지 못한 것을 알 수 있었다.

이러한 결과는 측정과정에서 발생한 학습의 영향, 단기간의 효과 측정, 낮은 근피로율 등에 의한 것으로 여겨지며 향후 연구에서는 이러한 점을 보완하여 보다 다양한 근피로율과 연령, 그리고 실제 작업장이나 활동 중에 근피로를 유발할 수 있는 자세 등을 고려한 연구가 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

강종호, 방현수, 김진상. 고유수용성 감각 정보의 변화에 관한 고찰. 대한고유수용성신경근축진법학회지. 2007;5(1):19-28.

김현진. 실험적 요부통증에 의한 하지의 고유수용성 감각능력과 협응능력 변화. 부산가톨릭대학교 보건과학대학원. 석사학위 논문. 2006.

허성용. 컴퓨터 작업 후 유지-이완운동과 능동신장이 근피로 회복에 미치는 영향. 부산가톨릭대학교 보건과학대학원. 석사학위 논문. 2006.

Carpenter JE, Blasier RB, Pellizzon GG. The effects of muscle fatigue on shoulder joint position sense. Am J of sports med. 1998;26:262-5.

Hart JM, Fritz JM, Kerrigan DC et al. Reduced quadriceps activation after lumbar paraspinal fatiguing exercise. J Athl Train. 2006;41(1):79-86.

Hjortskov N, Hye-Knudsen C, Fallentin N. Lumbar postion sense acuity during an electrical shock

stressor. BMC Musculoskeletal Disorders. 2005;6(37):1-9.

Kankaanpaa M, Taimela S, Laaksonen D et al. Back and hip extensor fatigability in chronic low back pain patients and controls. Arch Phys Med Rehabil. 1998;79(4):412-7.

Kay D, St Clair Gibson A, Mitchell MJ et al. Different neuromuscular recruitment pattern during eccentric, concentric and isometric contraction. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2000;10(6):425-31.

Leaderman E. Fundamental & manual therapy. New York, Churchill Livingstone, 1997:104,125-6.

Liebenson C. Rehabilitation of spine. Philadelphia. William & Wilkins Inc. 1996:293-328.

Magee DJ. Instability and Stabilization: theory & treatment, seminar workbook, 2nd ed. 1999:1

Marks R. Effect of exercise-induced fatigue on position sense of the knee. Aust J Physiother. 1994; 40(3):175-81.

Shankar K. Exercise prescription. 영문출판사, 2001; 39.

Skinner HB, Barrack RL, Cook SD et al. Joint position sense in total knee arthroplasty. J Orthop Res. 1984;1(3):276-82.

Ribeiro F, Mota J, Oliveira J. Effect of exercise-induced fatigue on position sense of knee in the elderly. Eur J Appl Physiol. 2007;99(4):379-85.

Ritvanen T, Zaproudina N, Nissen M et al. Dynamic surface electromyographic response in chronic low back pain treated by traditional bone setting and conventional physical therapy. J Manipulative Physiol Ther. 2007;30(1):31-7.