

신경가동기법이 궁둥신경통 환자의 통증, 허리기능장애 및 뒤넙다리근 유연성에 미치는 영향

최영준*
동남보건대학교

The Effects of Nerve Mobilization on Pain, Lumbar dysfunction and Hamstring Flexibility in Patient With Sciatica

Choi, Young-jun
Dongnam Health University

Abstract

The purpose of this study was to investigate clinical effects of nerve mobilization on pain, lumbar dysfunction, and hamstring flexibility in patients with sciatica.

Twenty patients with sciatica were randomly assigned into either the nerve mobilization(NM)group or the conservative treatment(CT)group as experimental and control groups, respectively. All treatments were performed three times per week over 4 weeks. Visual analogue scale(VAS) score for pain, Oswestry Disability Index(ODI) score for lumbar dysfunction were determined and Straight leg raising(SLR) test assessment of hamstring flexibility was performed before and 4 weeks after treatment in order to directly compare the treatment effects between the groups. In the NM group, the VAS score, ODI score, and hamstring flexibility were significantly improved. Nerve mobilization treatment was effective to alleviate pain, recover functions, and reduce hamstring tension in the patients with sciatica. Hence, it might be recommended in the treatment of patients with sciatica.

Key words : Nerve Mobilization, Hamstring Flexibility, Sciatica

* manse2010@naver.com

I. 서론

현대사회는 문명의 발달과 직업의 전문화로 인해 장시간 특정한 자세유지, 좌식문화 및 잘못된 습관 등으로 골반의 변형이 발생한다. 특히, 궁둥신경통(sciatica)은 허리에서부터 엉덩이와 다리의 뒷면과 측면을 따라 퍼져 내려가는 통증으로서, 궁둥신경을 따라 방사되는 통증을 의미한다(대한정형외과학회, 1999).

궁둥신경통을 포함한 허리통증은 흔히 방사통과 같은 하지의 증상을 유발하며(Fritz et al., 2008), 허리와 하지 근육들의 근력 및 유연성 감소와 관계가 있다(Marshall 등, 2005).

특히, 뒤넓다리근의 유연성 저하는 허리통증과 밀접한 관계가 있고, 영치엉덩관절(sacroiliac joint)의 기능 장애뿐만 아니라 무릎관절의 펌 기능에 제한을 일으키며(Mattew, 2006), 골반변위가 발생하여 궁둥신경통이 지속되는 원인이 되기도 한다(진행미 등, 2010).

허리통증이 주로 발생하는 허리뼈 4, 5번과 영치뼈 1번 부위는 신경학적으로 하지에 분포하는 말초신경이 통과하는 부위로, 이 부위의 역학적인 문제는 골반과 척추의 생리학적 움직임에 영향을 미친다(Butler, 2000, Cleland 등, 2006). 또한, 보행 시 비대칭적인 체중부하 및 과도한 골반경사를 초래하여, 허리에 부담을 증가시키고 하지에 과 긴장을 유발하게 된다(Fritz, 2008; Bjerkest et al., 2005).

궁둥신경통 치료를 위하여 골반경사 운동, 근력강화운동, 유연성 증진 운동, 관절가동술, 도수교정, 근에너지 기법 등의 치료를 시행하고 있으며, 심한 경우 수술을 시행하지만, 수술적 치료가 필요한 경우는 많지 않다(Ewert et al., 2009; Kisner Colby, 2002). 최근의 치료 경향은 불안정한 허리뼈를 안정시키고, 허리근육의 기능을 회복시키며, 신경과 근육의 조절능력과 신체 중심부 근육들의 기능 증진을 위한 운동치료 프로그램 또는 다양한 형태의 기능적 프로그램을 시행

하는 것이다(Kankaanpaa, Taimela, & Airaksinen, 1999; Slade & Keating, 2006).

최근 허리통증 및 궁둥신경통 증상을 관리하는 방법으로 제시되고 있는 신경가동기법(nerve mobilization technique)중 궁둥신경가동기법은 궁둥신경의 유연성을 향상시켜, 신경계의 역학적인 민감도를 감소하려는 목적으로 시행한다. 이를 통해 말초 신경조직의 순응성과 역학적 적응성을 향상시켜 통증감소 및 관절 가동범위증가에 영향을 미친다(Butler, 2000).

신경가동기법의 치료적인 기전은 축삭수송체계(axonal transport system)의 향상을 통해 신경 전도를 촉진하는 것이며, 신경 내 압박을 감소시키고 신경으로의 혈류공급이 원활하게 하여 신경과 근육을 포함한 연부조직들을 회복시킨다(Maitland, 1985). 이 기법은 디스크수술전·후, 신경조직과 디스크 유착, 신경조직과 다른 조직의 유착 및 압박, 신경조직의 민감화, 신경전도상의 문제, 신경포착 증후군, 신경허혈에 의한 기능악화 등 여러 문제점을 안전하고 효과적으로 접근할 수 있다(Shacklock, 1995).

만성통증 및 척추질환에 관한 선행연구에서, Ferreira 등(2006)은 만성허리통증 환자에게 척추 도수치료를 적용 시에 통증감소에 효과가 있음을 보고하였고, Mohammad 등(2006)은 도수치료와 운동치료를 받은 그룹이 통증, 기능장애지수 및 척추가동성의 회복이 통계학적으로 유의한 효과를 주장하였다. 또한 Mullgan(2003)은 허리뼈의 척추후관절 가동술이 통증감소와 기능 회복에 효과적이라고 하였다.

지금까지 연구된 궁둥신경통 환자에 대한 다양한 치료적 중재는 대부분 허리부위 안정성에 대한 운동방법과 척추도수치료에 관한 것이었다. 그러나 최근 효과적인 치료로 알려진, 신경가동기법을 궁둥신경통에 적용한 연구는 부족한 실정이다(Cleland et al., 2006). 따라서 본 연구의 목적은 궁둥신경통을 가진 허리통증환자에게, 궁둥신경가동기법을 적용하여, 통증, 허리기능장애 및 뒤넓다리근 유연성에 어떠한 영

향을 미치는지 효과를 규명하고, 궁둥신경통 환자의 치료적 중재에, 유용히 활용될 수 있는 기초자료제공을 하고자 하는 것이다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 최근 6개월 이상의 만성허리통증을 호소하는 환자 가운데, 궁둥신경통을 진단받은 환자 20명을 대상으로 하였다. 한쪽 엉덩이와 뒤넙다리 부분으로, 방사 통을 호소하는 자, 하지 관절에 구축이 없고, 과거 척추수술경력이 없는, 50세 미만의 환자를 대상으로 하였고, 방사 통을 제외한 신경학적 증상 및 정신질환이 있는 환자와, 목뼈와 등뼈에 통증을 호소하는 환자는 제외하였다. 대상자들은 실험의 목적 및 절차에 대한 설명을 듣고, 연구의 취지를 충분히 이해하여, 실험에 참여할 의사를 서면으로 동의하였다. 연구기간은 총 4주간이며, 두 군사이의 동질성 분석결과, 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다(표 1).

표 1. 연구대상자의 일반적인 특성

(N=20)		
	실험군(n=10)	대조군(n=10)
성별(남/여)	5/5	5/5
나이(세)	32.4±7.83 ^a	31.3±6.96
신장(cm)	169.95±7.29	170.64±7.08
체중(kg)	62.83±10.85	63.7±9.36

^a평균±표준편차

2. 평가도구

1) 시각적 유사척도(Visual analog scale; VAS)

궁둥신경통 환자의 통증 수준의 평가는 VAS를 이용하였다. 측정방법은 환자가 주관적으로 느끼는 통증 수준을 0~10cm의 직선위에 표시하도록 하는 방법으로, 0cm에 가까울수록 통증이 없는 상태이며, 10cm에 가까울수록 통증의 강도가 심한 것을 의미한다. VAS는 검사-재검사 신뢰도는 $r=.99$ 이고, 측정자 간 신뢰도는 $r=1.00$ 으로 매우 높은 척도이다.

2) 하지직거상검사(Straight leg raise test; SLR)

SLR검사는 환자를 바로 누운 자세에서, 양 발목을 90도 발등 굽힘 시킨 후, 검사하지 않는 다리가 바깥돌림 되거나, 골반이 회전되는 것을 방지하기 위해, 다리를 침대에 벨트로 고정하였다. 이후 Inclinator (ISOMED, Portland, USA)를 검사하고자 하는 다리의 종아리뼈 바깥쪽 끝부분에 고정하였고, 검사 자가 다리를 천천히 들어 올리면서 엉덩관절의 굽힘 자세를 유도하였다. 만약 검사 자가 저항을 느끼거나, 피검자가 뒤넙다리근에서 통증이나 불편 감을 느끼면, 다리를 올리는 것을 멈춘 후, 이때의 엉덩관절이 굽혀진 각도를 측정하였다. 검사 자는 Inclinator를 볼 수 없도록 하였고, 기록하는 사람만이 Inclinator를 보고 각도를 기록하였다(Ayala et al., 2010). SLR검사는 뒤넙다리근의 유연성을 측정하는 도구로, 측정자 내 신뢰도는 $r=.93$ 이다.



그림 1. 공동신경가동기법(A, 공동뼈가시쪽 접근법, B, 뒤넓다리근쪽 접근법)

3) 오스웨스트리장애지수(Oswestry Disability Index; ODI)

공동신경통으로 인한 일상생활에서의 신체적 불편함을 정량화하기 위해, ODI(허리기능장애 지수)한국어판 설문지를 이용하여 측정하였다. 0-5점 단위의 10개 항목으로, 점수가 높을수록, 장애가 심한 것을 뜻하는 설문지이나, 한국어판 설문지에서는 한국 문화의 특성을 고려하여, 성생활에 대한 항목을 제외하여, 0-5점 단위의 9개 항목으로 구성되어, 45점이 최고점수이다. 본 연구에서는 각 항목에 부여된 점수를 총점으로 나누어, 백분율(%)로 나타냈다. 0~20%는 경증장애, 21~40%는 중등도 장애, 40~60%이상은 생활 전반적인 장애로 구분하였다(이은영 등, 2003).

3. 연구방법

연구대상자들은 공동신경통 환자 20명중, 신경가동기법을 적용한 실험군 10명과, 보존적 물리치료를 적용한 대조군 10명으로, 무작위 배치하였다. 모든 대상자들은 보존적 물리치료 방법으로 온습포와 경피신경전기자극치료를 각 15분씩, 30분간 시행하였고, 실험군은 공동신경가동기법을 약 15분간 추가로 시행하였으며, 모든 치료는 일주일에 3회, 총 4주간 진행하였

다. 공동신경가동기법은 공동신경의 이완을 위한 2단계 방법을 적용하였다. 먼저, 환자를 똑바로 누운 자세에서, 치료할 쪽의 다리를 굽힘 시키고, 치료사의 집게손가락을 환자의 공동뼈가시위에 놓고, 환자의 머리 및 내측으로 미끄러져가도록 적용하였다. 그 후, 신경을 신장시키기 위해 다리를 벌림 및 펴시키고, 마지막에는 안쪽돌림 하였다. 이를 10회 반복하였다. 두 번째 단계에서는 환자를 똑바로 눕힌 후, 환자의 구부린 다리의 아킬레스건 부분을 치료사의 어깨위에 놓았다. 치료사는 무릎 뒤 손가락 약 다섯 개의 너비위를 잡고, 양쪽 엄지를 겹쳐서 넓다리두갈래근, 반힘줄모양근과 반막모양근 사이에 두고 통증부위에 다다를 때까지 위쪽으로 미끄러뜨렸다. 이와 동시에 환자의 무릎을 펴 시키고 처음위치로 돌아오는 동작을 10회 반복하였다(Barral, 2012). 신경가동기법 적용시간은 약 10분간 적용하였다(그림 1).

4. 분석방법

본 연구의 자료처리는 윈도우용 SPSS ver. 21.0 프로그램을 이용하였다. 각 군의 실험 전과 후에, 시각통증척도, 허리기능장애지수, 하지직거상검사를 알아보기 위해 짝-비교 검정을 실시하였고, 또 군 간 차이를 알아보기 위해 독립표본 T검정을 실시하였다. 유

의수준 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

III. 연구결과

신경가동기법을 적용한 실험 군과 보존적인 치료를 적용한 대조군에서의 치료 전, 후의 통증 및 허리기능장애, 뒤넙다리근유연성에 대한 측정값들의 비교는 표 2에 제시하였다. 실험 전 두 군 사이에 측정된 VAS, ODI 점수, 그리고 SLR 검사 측정값들은 유의한 차이가 없었으나($p>0.05$), 치료 후에 평가된 모든 변수들의 변화량들은 두 군 사이에 유의한 차이가 나타났다($p<0.01$). 또한 실험 군과 대조군의 측정시기에 따른 비교에서 실험군은 VAS와 ODI 점수는 유의한 감소를 보였고, SLR검사의 각도는 유의하게 증가하였으며($p<0.01$), 대조군 역시, VAS와 ODI점수는 유의하게 감소하였고, SLR검사의 각도는 유의하게 증가하였다($p<0.05$).

IV. 논의

만성허리통증문제와 관련된 많은 경우에서, 말초신

경계의 신경조직주위에 반흔(paraneural scarring)이 형성되어 신경의 가동성이 제한되고(Kalb 등, 1999), 마찰에 의해 신경조직이 자극되고 염증과 통증이 발생한다(Sunderland, 1991).

Bultler(1991)는 척수주위 결합조직에 구조적 기형을 가진 환자일지라도, 신경계의 가동성이 정상이면, 신경학적 증상이 나타나지 않지만, 신경계의 가동성이 제한이 있는 환자는 신경학적 증상이 발생한다고 하였다. 본 연구는 이러한 선행연구를 기초자료로 하여, 신경가동기법이 하지방사 통을 가지고 있는 궁둥신경통증, 허리기능장애 및 뒤넙다리근 유연성에 미치는 영향을 규명하고자 진행하였다.

만성허리통증은 방사통과 같은 하지의 증상을 유발하며, 허리엉치뼈부위와 엉덩이부위, 하지 근육들의 근력 및 유연성 감소와 연계된다(Marshall 등, 2005). 이러한 요인들은 자세유지 및 체간의 안정성에 문제로 이어져, 기능적인 문제가 발생한다(Webright 등, 1997). 척추 도수치료는 역학적 힘으로써, 물리치료가 가진 검진과 치료를 위해 손을 사용하는 총괄적인 과정이라 할 수 있으며(김호봉 등, 2005), 신경과 근·골격계 기능에 제한이 있는 부위의 통증치료와 가동성 증진을 위해 사용한다(Threlkeld, 1992). 척추 도수치료의 한 방법인 신경가동기법은 척추의 운동범위를 확보하기 위해서 신경계도 적절히 신장 및 이완이 되어

표 2. 군(Group) 사이와 군(Group) 내의 VAS, ODI 점수와 SLR 검사의 비교

	Group	실험 전(평균±표준편차)	실험 후(평균±표준편차)
VAS ^a (점)	NMG ^{**}	6.9±1.19	3.1±0.73 ^{††}
	CTG [*]	6.8±0.78	6±1.24
허리기능장애 점수 ^b (%)	NMG ^{**}	37.73±10.15	22.99±7.6 ^{††}
	CTG [*]	39.73±5.29	35.97±1.68
SLR ^c (도)	NMG ^{**}	65.7±6.32	79.2±5.43 ^{††}
	CTG [*]	66.6±5.33	65.2±4.91

^a시각적상사척도(Visual analogue scale), ^b오스웨스트리장애지수(Oswestry disability index), ^c하지직거상(Straight leg raise)검사, NMG,신경가동기법(Nerve mobilization)군, CTG,보존적치료(Conservative treatment)군. ** $p<0.01$ by paired t-test. ^{††} $p<0.01$ by independent t-test. * $p<0.05$ by paired t-test. [†] $p<0.05$ by independent t-test.

야 한다는 이론으로, 신체의 움직임에 의해 말초신경계에 기계적인 효과와 함께, 중추신경계에도 영향력을 미치며, 신경계의 역학적, 생리학적 특징을 이용한 과학적인 방법이다(Butler, 2000).

고석진(2014)은 만성허리통증환자 20명을 신경가동기법 군과 경피신경자극치료 군으로 나누어, 4주간의 치료효과를 비교하였다. 신경가동기법을 적용한 실험군이, 대조군에 비해 통증과 허리기능장애지수가 유의하게 감소하였고, 차현규 등(2010)의 연구에서도 만성허리통증환자에게 적용한 공동신경가동기법이 통증과 허리기능장애지수를 유의한 수준으로 감소한 것으로 보고하였다. 허리 추간판탈출증 수술 후에 신경가동기법을 적용한 환자의 통증 및 이상감각에 미치는 영향을 연구한 장기룡(2013)의 연구결과 또한, 허리안정화 운동을 적용한 군보다, 신경가동기법을 적용한 군의 허리기능장애지수가 유의하게 감소하였다. 본 연구의 실험군인 신경가동기법 군은 선행연구와 마찬가지로 보존적 치료 군에 비교해서, 유의한 통증 및 허리기능장애지수 감소가 나타났다. 이러한 결과는 신경가동기법의 치료기전인, 신경전도속도의 촉진과 신경 내 압박을 감소시켜, 신경과 근육을 포함한 연부조직들의 회복과 밀접한 관련이 있다는 보고(Maitland, 1985)와 부합하며, Butler(1991, 2000)가 보고한 정상적인 근육 긴장과 관절가동범위를 유지하기 위해서는 말초신경계도 적절한 신장이 일어나야 한다는 것을 뒷받침하는 결과이다.

지금까지 대부분의 만성허리통증 및 공동신경통에 관련된 치료는 근육의 길이나, 관절가동범위에, 중점을 두고 치료적 접근을 하였지만, 최근에는 신경의 길이나, 가동성에도 관심을 가지게 되었다. 인체가 자연스러운 움직임을 하기 위해서는 근육과 같이 신경도 유연성이 있어야한다(Butler, 1991). 또한, 신경의 길이는 신경의 압력에 영향을 미치고, 주변 결합조직에도 영향을 미쳐, 신경의 기능과 유연성에 변화를 준다(Lundborg, 1977). 뒤넵다리근은 걷기나, 달리기, 점프,

허리 숙이기, 자세 조절 등 광범위한 분야의 인체의 자세 및 움직임에서 중요한 역할을 담당하고 있다(박종우, 2013). 선행 연구에서는 뇌졸중 편마비 환자에게 적용한 신경가동기법이 뒤넵다리근의 유연성 증가와, 보행 시, 균형능력 개선에, 유의한 효과를 증명하였고(김용정 등, 2011), 성재현(2010)은 신경가동기법 적용이 뒤넵다리근육의 유연성에 효과적이라고 보고하였다. 본 연구의 결과에서도, 신경가동기법을 적용한 군이 보존적 치료 군에 비교해서, 뒤넵다리근의 유연성이 증가하였다. 이러한 결과는 Cleland 등(2006)이 보고한 신경가동기법이 뒤넵다리근과 함께, 공동신경의 움직임과 신장을 유발하고, 신경의 순응성과 유연성을 증진시킨다는 내용을 뒷받침하는 것이며, 공동신경에 대한 자극을 감소시켜, 허리 및 하지의 원위 부까지 이어지는 방사 통을 치료하는데 긍정적인 효과가 있는 것을 나타낸다(Buttler, 2000). 본 연구의 신경가동기법 군과 보존적 치료 군의 군 내 비교에서, 두 군 모두, 공동신경통 환자의 통증, 허리기능장애지수, 뒤넵다리근 유연성에 유의한 효과가 있었지만, 군 간 비교에서는 신경가동기법 군이 보존적 치료 군에 비교해서, 치료 4주 후, 통증, 허리기능장애와 뒤넵다리근 유연성에 유의한 차이를 나타냈다($p<.01$). 이러한 결과는 공동신경통 환자에게, 보존적 치료를 통해서도 통증과 허리기능장애, 뒤넵다리근 유연성에 긍정적인 효과를 미칠 수 있지만, 신경가동기법을 적용 시에는 신경계의 점탄성과 생리적 기능 개선을 통한, 통증감소, 허리기능장애 회복과 뒤넵다리근의 유연성에 더욱 효과적인 것으로 사료된다.

본 연구의 제한점으로는 적은 대상자 수와, 짧은 연구기간으로 인해, 모든 공동신경통 환자에게 일반화하여 적용하기 어려운 점이 있고, 신경가동기법의 장기효과를 판단하는데, 어려움이 있다. 향후의 연구에서는 더 많은 대상자를 포함한, 신경가동기법의 장기효과를 검증하는 연구가 필요하며, 척추질환 이외에도 말초신경손상의 질환에, 신경가동기법을 적용한, 다양

한 연구들이 계속되어야 할 것이다.

V. 결론

본 연구는 최근 허리통증 및 궁둥신경통 치료에 주목받고 있는 신경가동기법이 궁둥신경통 환자의 통증, 허리기능장애 및 뒤넙다리근 유연성에 미치는 효과를 알고자 진행하였다. 연구결과, 신경가동기법은 궁둥신경통 환자의 통증감소, 허리기능장애 회복, 뒤넙다리근 유연성 증가에, 중재 전에 비교해 유의한 결과를 나타냈고, 보존적 물리치료 군에 비교해 더 우세한 효과를 나타냈다.

그러므로 궁둥신경통 환자에게 보존적 물리치료 이외에도, 신경가동기법치료를 적용 시에는 통증 및 허리기능장애회복 및 뒤넙다리근 유연성에 더욱 효과적인 치료결과를 나타낼 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- 고석진(2014). 신경가동기법이 만성요통 환자의 통증 및 유연성에 미치는 영향. 남부대학교 보건경영대학원 석사학위논문.
- 김용정, 김택연, 김선엽, 오덕원(2011). 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 슬괵근 유연성과 보행능력에 대한 신경가동기법, 정적 신장기법 및 수축-이완기법의 즉각적 효과비교. 대한물리학회지, 6(4), 375-377.
- 김호봉, 김선엽, 김영민(2005). 도수치료기법들 간의 평가와 치료 개념에 대한 비교. 대한정형도수치료학회지, 11(1), 29-37.
- 대한정형외과학회(1999). 정형외과학(제5ks). 서울: 최신의학사.
- 박종우(2013). 넙다리뒤근 유연성 평가를 위한 HR-Master의 신뢰도 및 효과. 한양대학교 대학원 박사학위논문.
- 성재현, 최종덕(2010). 신경가동기법, 정적신장기법, 유지-이완기법이 뇌졸중 환자의 슬괵근 유연성에 미치는 효과 비교. 한국전문물리치료학회지, 17(2), 67-72.
- 이은영, 방요순, 고자경(2003). 만성요통환자의 치료를 위한 치료용 볼 운동의 효과. 한국전문물리치료학회지, 10(3), 109-126.
- 장기룡(2013). 신경가동기법이 요추관탈출증 수술 후 환자의 통증 및 이상감각에 미치는 영향. 대구가톨릭대학교 보건의료과학대학원 석사학위논문.
- 진행미, 강호순(2010). 골반변위로 인한 좌골신경통증의 카이로프랙틱 교정 복원 효과. 한국여성체육학회지. 24(4), 105-115.
- 진행미, 강호순(2010). 골반변위로 인한 좌골신경통증의 카이로프랙틱 교정 복원 효과. 한국여성체육학회지. 24(4), 105-115.
- 차현규, 오덕원(2010). 좌골신경가동기법이 만성요통 환자의 통증과 무릎관절 신전근력에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지, 17(3), 35-37.
- Ayala F., de Baranda Andujar P. S. (2010). Effect of 3 different active stretch durations on hip flexion range of motion. Journal of strength and conditioning research/ National Strength & Conditioning Association, 24, 430-436.
- Barral, J.P., Croibier, A. (2007). Manual therapy for the peripheral nerves. 1e 1st. ed. Elsevier Limited.
- Bjerket, T., Johnsen, L. G., Kibsgaard, L. (2005). Surgical treatment of degenerative lumbar diseases. Tidsskr Nor Laegeforen, 125(13), 1817-1819.
- Butler, D. S. (1991). Mobilization of the Nervous system. London, Churchill Livingstone, 10-212.
- Butler, D. S. (2000). The sensitive nervous system. London, churchill Livingstone, 10-212.
- Cleland, J. A., Childs, J. D., Palmer, J. A. (2006). Slump stretching in the management of non

- radicular low back pain, A pilot clinical trial. *Man Ther*, 11(4), 279-286.
- Ewert, T., Limm, H., Wessels, T. (2009). The comparative effectiveness of a multimodal program versus exercise alone for the secondary prevention of chronic low back pain and disability. *PM R*, 1(9), 798-808.
- Ferreira, P. H., Ferreira, M. L., Maher, C. G., Herbert, R. P., Refshauge, K. (2006). Specific stabilisation exercise for spinal and pelvic pain, a systemic review. *Australian Journal of Physiotherapy*, 52(2), 79-88.
- Fritz, J. M., Cleland, J. A., Speckman, M. (2008). Physical therapy for acute low back pain, Associations with subsequent healthcare costs. *Spine*, 33(16), 1800-1805.
- Kalb, K., Gruber, P., Landsleitner, B. (1999). Compression syndrome of the radial nerve in the area of the supinator groove. Experiences with 110 patients. *Handchirurgie Mikrochirurgie Platische Chirurgie*, 31(5), 303-310.
- Kankaanpää, M., Taimela, S., Airaksinen O. (1999). The efficacy of active rehabilitation in chronic low back pain. Effect on pain intensity, self-experienced disability and lumbar fatigability. *Spine*, 24(10), 1034-1042.
- Kisner, C., Collby, L. A. (2002). *Therapeutic exercise*. 4th ed. Philadelphia. PA, F.A Davis Co.
- Lundborg, G. (1977). Structure and function of the intraneural microvessels as related to trauma, edema formation, and nerve function. 57, 928-948.
- Maitland, G. D. (1985). The slump test, examination and treatment. *Aust J Physiother*, 31(6), 215-219.
- Marshall, P. W., Mannion, J., Murphy, B. A. (2010). The eccentric, concentric strength relationship of the hamstring muscles in chronic low back pain. *J Electromyogr Kinesiol*, 20(1), 39-45.
- Marshall, P. W., Murphy, B. A. (2005). Core stability exercises on and off a swiss ball. *Arch Phys Med Rehabil*, 86(2), 242-249.
- Matthew, F. (2006). Effect on hamstring flexibility of hamstring stretching compared to hamstring stretching and sacroiliac joint manipulation. *Clinical Chiropractic*. 9(1), 21-32.
- Mohammad, A., Mohseni, B., Jacqueline, C. (2006). A prospective randomised controlled trial of spinal manipulation and ultrasound in the treatment of chronic low back pain. *Physiotherapy*, 92(1), 34-42.
- Mulligan, B. R. (2003). *Manual therapy NAGS, SNAGS, MWMS etc*, 5th ed. Wellington, Plane View Services.
- Shacklock, M. (1995). Neurodynamics. *Physiotherapy*, 81(1), 9-17.
- Slade, S. C., Keating, J. L. (2006). Trunk strengthening exercises for chronic low back pain, A systemic review. *J manipulative Physiol Ther*. 29(2), 163-173.
- Sunderland, S. (1991). *Nerve injuries and their repair, A Critical Appraisal*. Edinburgh, Churchill Livingstone.
- Threlkeld, A. J. (1992). The effects of manual therapy of connective tissue. *Phys Ther*, 72, 893-902.
- Webright, W. G., Randolph, B. J., Perrin, D. H. (1997). Comparison of nonballistic active knee extension in neutral slump position and static stretch techniques on hamstring flexibility. *J Orthop Sports PhysTher*, 26(1), 7-13.

논문투고일 : 2016. 4. 30.

심사일 : 2016. 6. 20.

심사완료일 : 2016. 6. 28.