

바로 누운 자세에서 하지 등척성 수축이 정상 성인의 반대측 체간 근활성도에 미치는 영향

박현주¹, 심선미², 최종덕³, 오덕원⁴

¹대전대학교 대학원 물리치료학과, ²유성웰니스병원 물리치료실, ³대전대학교 자연과학대학 물리치료학과,
⁴청주대학교 보건의료대학 물리치료학과

Abstract

The Effects of Isometric Lower Limb Contraction on the Activation of Contralateral Trunk Muscles in Healthy Young Adults in Supine Position

Hyun-ju Park¹, MSc, PT, Sun-mi Sim², MSc, PT, Jong-duk Choi³, PhD, PT,
Duck-won Oh⁴, PhD, PT

¹Dept. of Physical Therapy, The Graduate School, Deajeon University,

²Dept. of Physical Therapy, Youseong Wellness Hospital,

³Dept. of Physical Therapy, College of Natural Science, Daejeon University,

⁴Dept. of Physical Therapy, College of Health and Medicine, Cheongju University

This study aimed to investigate whether isometric lower limb exercise can activate contralateral trunk muscles and whether the magnitude of muscle activation is related to lower limb movement in sitting. This study included 25 healthy young subjects (20 males and 5 females). The magnitude of trunk muscle activation was measured using surface electromyography (EMG) during hip flexion, extension, adduction, and abduction, and a significant difference was observed in the activation levels of trunk muscles among the tests ($p < .01$). The EMG activity of the multifidus (MF) and erector spinae (ES) muscles on the contralateral side were significantly greater during hip extension. However, the activation levels of the contralateral internal oblique (IO) and rectus abdominis (RA) muscles were greatest during hip flexion. The MF : ES EMG ratio was significantly greater during hip isometric during hip isometric flexion and abduction compared to hip extension and adduction. There was no significantly difference in the IO : RA ratio during the isometric contractions toward different directions. These findings indicate that isometric lower limb exercise can elicit trunk muscle contraction on the contralateral side and may therefore be helped for developing contralateral trunk muscle strength in individuals undergoing rehabilitation.

[Hyun-ju Park, Sun-mi Sim, Jong-duk Choi, Duck-won Oh. The Effects of Isometric Lower Limb Contraction on the Activation of Contralateral Trunk Muscles in Healthy Young Adults in Supine Position. Phys Ther Kor. 2012;19(3):11-19.]

Key Words: Contralateral trunk muscle; Electromyography activity; Lower limb.

I. 서론

편마비 환자는 신경학적 기능 손상으로 인해 반대측

체간 및 사지의 운동 조절의 어려움을 경험한다(김진섭 등, 2008; Newham와 Hsiao, 2001; Winzeler-Merçay와 Mudie, 2002). 이전 연구에서 편마비 환자는 환측 사지

의 근력 감소와(김진섭 등, 2008; Newham와 Hsiao, 2001), 체간과 사지의 움직임 동안 환측 복직근 및 척추기립근과 같은 체간 근력이 감소되어 있으며, 근수축 개시 시점도 지연된다고 보고되었다(Garland 등, 1997; Horak 등, 1984; Palmer 등, 1996). 이러한 근력 약화와 운동 조절의 변화는 기능적 장애와 상관성이 높은 것으로, 신체 균형 및 자세 조절의 상실, 비대칭적 자세와 체중 이동 능력의 감소를 초래한다. 이로 인해 보행과 같은 기능적 활동 손상과 상·하지의 수의적 운동수행 능력을 떨어지게 된다(김진섭 등, 2008; Patterson 등, 2008).

체간 근육은 중력에 대해 자세를 조절하고 사지의 운동과 체간의 동요에 자동적으로 반응함으로써 척추 분절을 견고하게 만들어 체간 안정화에 기여한다(Moseley, 2004; Slijper와 Latash, 2000). 체간 안정화란 사람이 의식/무의식적으로 관절에서의 크거나 미세한 움직임을 조절할 수 있는 능력으로(Panjabi, 1992) 체간 안정화 유지에 관여하는 근육계는 크게 대 근육계(global muscular system)와 소 근육계(local muscular system)로 분류할 수 있다(Bergmark, 1989). 체간의 큰 회전력을 발생시키고 척추에 직접적으로 부착되지 않는 복직근과 척추기립근 등과 같은 대 근육계는 전반적인 체간 안정성을 제공하고 내복사근의 후부섬유, 요부 다열근으로 구성된 소 근육계는 요추에 직접 부착되는 근육들로 자세와 능동적인 척추 움직임을 발생할 때 척추 분절을 안정화 시켜 요추에 직접적인 안정성을 제공하는 역할을 한다. 체간 안정화를 증가시키기 위해 Moseley 등(2003)은 적절한 수준의 소 근육 활성화를 통해 분절간 안정성이 제공되어야 하며, 소 근육과 대 근육 간의 상호작용은 필수적이라고 하였다.

Lee(2004)은 체간 안정화를 위해 골반을 국부적으로 고정하는 근육시스템을 후방경사슬링, 전방경사슬링, 종적슬링, 외측슬링과 같이 4개의 슬링으로 분류하여 사지 근육과 골반 근육들의 구조적 연결을 설명하였다. 이러한 인체 슬링은 사지의 움직임을 통해 체간 근활성도를 증진시킬 수 있다는 이론적 근거를 제시한다. Cholewicki와 VanVlie(2002)에 따르면, 체간 근활성도는 신체자세와 과제에 따라 다르게 나타난다고 보고하였고, Aruin와 Latash(1995)의 연구에서는 상지의 운동 방향에 따라 복직근, 외복사근, 내복사근, 척추기립근과 같은 표면 체간근의 활동 양상이 유의한 차이를 나타낸다고 보고하였다. Tarnanen 등(2008)은 선자세에서 한

쪽 상지 또는 양측 상지에 적용된 등척성 수축은 등측과 반대측 체간 근활성도를 증가시킨다고 보고하였다. 또한 체간의 근활성도와 안정성은 원위부 상지 또는 하지의 움직임과 결합될 때 더 효과적으로 증가된다고 보고하였다(Chon 등, 2010; Hodges와 Richardson, 1999).

편마비 환자는 체간 근육의 약화와 자세 조절 능력의 상실로 인하여 충분한 안정성을 제공하지 못하여(Garland 등, 1997; Horak 등, 1984; Palmer 등, 1996), 이로 인해 상·하지의 기능과 균형 및 보행에 제한을 주어 일상적인 과제 수행 시 어려움을 경험한다(Lee 등, 1997). 이러한 체간 근육의 약화는 종종 무용성 위축의 결과이며(Lee 등, 1997), 손상 후 비 활동 기간의 증가는 근 위축과 근 약화를 더욱 촉진시켜 기능적인 회복을 위한 재활 치료기간을 연장시키는 주요한 원인이 된다(Lee 등, 1997; Suetta 등, 2009). 따라서 편마비 환자의 재활 치료는 비 활동성 기간을 최소화 하고 이 기간 동안 환측 근육의 근력을 증가시킬 수 있는 초기 재활 치료의 중요성이 증가되고 있다(Sullivan 등, 1982). 그중 고유수용성 신경근 촉진법은 고유수용기를 자극하여 신경근 반응을 촉진하는 것으로(Adler 등, 2008), 건측의 저항운동을 통해 환측의 근수축을 유발시켜 손상된 신체 부위의 근 활동을 촉진한다(Adler 등, 2008). Adler 등(2008)은 신체의 한 부분의 근수축이 연결된 근육을 따라 다른 신체 부위의 근수축을 촉진한다고 보고 하였으며, 이러한 연구는 환측 사지의 근력이 형성되지 않았거나 약한 초기 편마비 환자의 재활 치료에서 건측을 이용한 환측의 근력 강화를 위한 이론적 배경으로 제시되었다(Sullivan 등, 1982).

그러나 이전 연구에서 한쪽 사지의 근수축을 통한 반대측 체간의 근활성도를 알아본 연구는 부족한 실정이고, 편마비 환자를 대상으로 근전도 시스템을 이용하여 정확하고 세밀한 체간 근활성도의 변화를 연구하기 어렵다. 그러므로 본 연구는 정상인을 대상으로 하지의 움직임에 따른 체간 근활성도의 변화를 알아보기 위해 수행되었다. 본 연구의 목적은 바로 누운 자세에서 하지 등척성 수축에 따른 반대측 체간 근활성도를 알아보고, 반대측 체간 근육의 근수축을 증가시키기 위한 효율적인 하지 움직임을 제공함으로써 신체 자세 조절이 어려운 초기 편마비 환자의 재활 치료 시 기초 자료로 제공하고자 하였다. 본 연구의 가설은 바로 누운 자세에서 한쪽 하지의 등척성 수축은 반대측 체간 근육의 근수축을 유발시킬 수 있을 것이며, 하지의 움직임 방

향에 따라 체간 근활성도의 패턴은 달라질 것이다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구 대상자는 목적과 방법에 대해 충분히 이해하고, 참여에 자발적으로 동의한 25명(남자 20명, 여자 5명) 건강한 사람을 대상으로 실시하였다. 최근 6개월 이내에 요통을 경험하지 않은 자, 신경학적 혹은 정형외과적 문제가 없는 자를 대상으로 선정 하였다. 요추 부나 골반부, 고관절 혹은 대퇴골의 수술, 염증성 관절 질환, 척추에 측만증, 척추 분리증, 척추 협착증 등의 의학적 진단을 받은 자, 그리고 1년 이내에 임신을 경험하거나 임신부, 현재 신체 불편감이 있거나 통증을 호소하는 자는 대상자 선정 기준에서 제외되었다. 연구 대상자의 나이는 21.5 ± 2.4 세(평균 \pm 표준편차)이었고, 신장은 171.8 ± 7.2 cm 이었으며, 체중은 62.9 ± 8.1 kg 였다. 신체질량지수는 체중/신장²(kg/m²)의 공식에 의해 산출되었고, 그 결과 연구대상자의 평균 신체질량지수는 21.3 ± 2.0 kg/m² 이었다. 우세측 다리는 오른쪽 22명이었고 왼쪽 3명이었다.

2. 측정도구 및 방법

가. 근전도 측정 및 자료처리

하지의 등척성 수축시 체간 근육의 근활성도를 알아보기 위해 4채널 근전도¹⁾를 이용하였다. 은/연화은(Ag/AgCl) 표면 전극을 이용하여 우세하지 반대측의 다열근, 척추기립근, 복직근, 내복사근에 평행하게 부착하였다. 전극 부착 전에 피부저항을 줄이기 위해 털을 제거한 후 사포로 문지르고 알코올로 소독하였고 부착 부위는 펜으로 표시했다. 등뼈 외측 후상장골극(posterior-superior iliac spine)선의 위·아래부위에 다열근에 대한 전극을 부착하였으며, L4-L5 극돌기에서 외측 2 cm, 척추와 평행하게 척추기립근에 대한 전극을 부착하였다(Cram 등, 1998). 또한 배꼽 외측 3 cm에 복직근에 대한 부착 하였고 전상장골능과 치골결합부위 중간부분 서혜인대 바로 위에 내복사근에 대한 전극을 부착하였다(Arokoski 등, 2001; Cram 등, 1998). 기준

전극(reference electrode)은 전상장골극(anterior-superior iliac spine)에 부착하였다. 근전도 신호의 표본 추출률(sampling rate)은 1024 Hz로 정하였으며 전기신호에 의한 잡파를 제거하기 위해 주파수 대역폭(bandpass-filtered)을 20~450 Hz로 설정하고 60 Hz 노치필터(notch filter)를 사용하였다.

하지 등척성 수축 시 측정된 각 근육별 근전도 신호는 제곱 평균 제곱근(root mean square)값으로 처리되었다. 총 5초 동안 3회 측정하여 이 값의 평균 값을 각 근육의 최대 등척성 수축(maximal voluntary isometric contraction; MVIC)의 평균 제곱근 값에 대한 백분율로 정규화(normalization)시켰다. 다열근, 척추기립근, 내복사근과 복직근에 대한 최대 수의적 등척성 평가는 Vizniak(2011)에 의해 추천된 도수 근력 검사 자세에서 시행되었고, 총 5초 동안 측정된 각 근육의 제곱 평균 제곱근 값을 사용하였다. 각 측정간 1분간 휴식시간을 두었다.

나. 휴대용 근력측정기(hand-held dynamometer)

휴대용 근력 측정기²⁾는 하지의 움직임에 따른 최대 수의적 등척성 수축력을 알아보고 이 수축력의 50% 저항을 지속적으로 유지하기 사용하였다(Chon 등, 2010). 하지 움직임에 따른 최대 수의적 등척성 수축력은 고관절 등척성 굴곡, 신전, 외전, 내전을 5초 동안 3회 반복하는 동안 측정된 값 중 가장 높은 값으로 정하였다. 이 기구는 단일 검사자에 대한 검사-재검사신뢰도(test-retest reliability)가 높다(ICC=.86~.94)(Knols 등, 2009)

3. 연구 절차

측정은 실험에 영향을 미칠 수 있는 환경적인 영향을 배제하기 위하여 소음이 없는 측정실에서 시행되었다. 연구 대상자는 바로 누운 자세에서 양발을 어깨너비 만큼 벌리고 발가락을 중립자세로 하여 시작자세를 취하였다. 고관절 외전, 내전, 신전 자세는 시작 자세에서 등척성 수축동안 근활성도를 기록하였다(그림 1). 고관절 굴곡자세는 바닥에서 20 cm 굴곡상태에서 등척성 수축을 하는 동안 근활성도를 기록하였다(Mens 등, 1999). 모든 대상자들은 실험방법의 동질화를 위해 Lee 등(2009)에 따라 우세측 하지를 이용하여 고관절 등척

1) Myosystem 1400A, Noraxon U.S.A. Inc., Scottsdale, AZ, U.S.A.
2) PowerTrack II™ Commander™, JTECH medical, Utah, U.S.A.

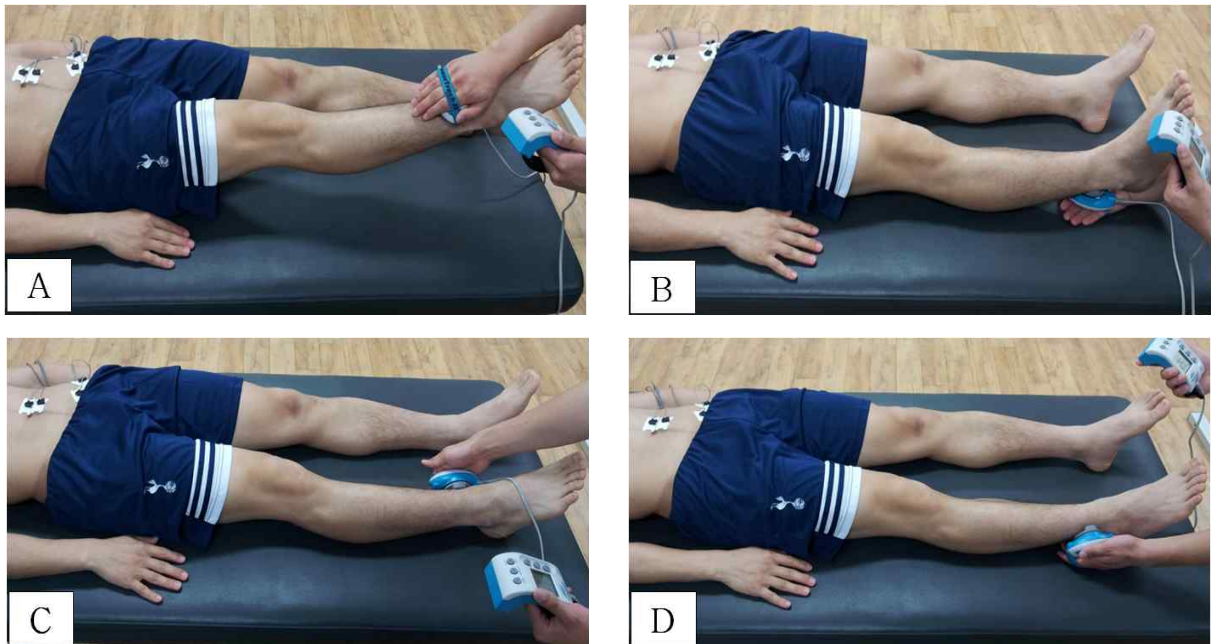


그림 1. 고관절 등척성 수축 자세(A: 굴곡 자세, B: 신전 자세, C: 내전 자세, D: 외전 자세).

성 굴곡, 신전, 내전, 외전 수축 동안 반대측 체간 근활성도를 기록하였다. 대상자들에게 적용된 4가지 고관절 운동 조건의 순서는 카드를 이용하여 무작위로 배정하였다.

모든 대상자에게 적절한 저항을 동일하게 제공하기 위해, 휴대용 근력측정기를 이용하여 각 하지 움직임에 최대 등척성 수축력을 구하였고, 그 최대 수축력의 50%를 유지하도록 저항을 주었다(Chon 등, 2010). 저항은 고관절 등척성 굴곡, 신전, 내전, 외전 수축 동안 발목부위의 앞쪽, 뒤쪽, 안쪽과 바깥쪽 하퇴 원위부에 각각 적용되었다(Vizniak, 2011). 총 5초 동안 지속적으로 일정한 저항을 유지하기 위해 환자와 평가자들에게 휴대용 근력측정기 이용하여 시각적 피드백을 제공하였다. 모든 측정 동안 슬관절은 신전 상태를 유지하도록 하였고, 다른 대상작용이 나타났을 때는 측정을 다시 수행하였다. 각 운동 사이에 1분간 휴식시간을 가졌다. 5초 동안의 수축을 1회로 하여 3회 반복을 통해 얻어진 평균값의 근활성도를 구하여 최종 분석에 이용하였다. 또한 체간 근육의 내복사근과 다열근과 같은 소 근육과 척추기립근과 다열근과 같은 대 근육간의 상호작용을 알아보기 위하여 복직근에 대한 내복사근의 근활성도와 척추기립근에 대한 다열근의 근활성도 비를 구하여 최종 분석에 이용하였다.

4. 분석방법

본 연구에서 측정된 자료들은 SPSS ver. 12.0 프로그램을 이용하여 분석하였다. 대상자의 일반적인 특성은 평균값과 표준편차로 표시하였다. 하지 등척성 수축(고관절 굴곡, 신전, 내전, 외전)에 따른 다열근, 척추기립근, 내복사근, 복직근의 체간 근활성도는 일요인 반복 측정된 분산분석(one-way repeated measures ANOVA)을 사용하여 비교하였다. 또한 하지의 등척성 수축에 따른 대 근육 근활성도에 대한 소 근육 근활성도 비를 비교하기 위해 척추기립근의 근활성도에 대한 다열근의 근활성도 비와 복직근의 근활성도에 대한 내복사근의 근활성도 비를 구하여 일요인 반복 측정된 분산분석을 실시하였다. 하지 등척성 수축에 따른 유의성 검정을 위하여 사후 검정 방법으로는 분폐로니(Bonferroni) 검정을 사용하였다. 통계학적 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 하였다.

III. 결과

하지 등척성 수축에 따른 체간 근활성도는 표 1에 제시되어 있다. 다열근, 척추기립근, 내복사근, 복직근의 근활성도를 우세측 하지의 네가지 움직임에 따라 비교

표 1. 하지 등척성 수축에 따른 반대측 체간 근육의 근 활성화 비교

단위: %MVIC

	고관절 굴곡	고관절 신전	고관절 내전	고관절 외전	F	p
다열근	9.85±6.25 ^a	24.68±9.79*	21.93±10.41	17.22±9.78	13.53	<.001
척추기립근	5.42±3.78	28.39±13.00*	25.15±11.17	13.04±9.58	39.83	<.001
내복사근	20.08±18.64	12.41±13.29	8.09±5.82**	16.87±17.21	6.50	.003
복직근	13.46±9.19*	6.13±5.19	4.95±2.74	5.77±3.47	10.58	<.001

^a평균±표준편차, *다른 세가지 동작과 비교하여 유의하게 높은 근활성도가 나타남, **다른 세가지 동작과 비교하여 유의하게 낮은 근활성도가 나타남.

한 결과, 모든 체간 근육에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(p<.05). 사후 검정 결과, 다열근과 척추기립근의 근활성도는 고관절 신전시 다른 움직임에 비해 유의하게 높게 나타났다(p<.05). 내복사근의 근활성도는 고관절 굴곡, 신전, 외전시 고관절 내전에 비해 유의하게 증가됨을 알 수 있었다(p<.05). 하지 등척성 수축에 따른 복직근의 근활성도는 고관절 굴곡시 다른 고관절 움직임 보다 높게 나타났다(p<.05).

하지에 등척성 수축에 따른 척추기립근의 근활성도에 대한 다열근의 근활성도 비와 복직근의 근활성도에 대한 내복사근의 근활성도 비는 그림 2에 제시되었다. 척추기립근의 근활성도에 대한 다열근의 근활성도 비는 고관절의 등척성 굴곡(1.98±1.12%MVIC), 신전(.99±.57%MVIC), 내전(.92±.43%MVIC)과 외전(1.63±.85%MVIC)운동 시 유의한 차이가 있었다(p<.05). 사후검정 결과 고관절 굴곡과 외전시 고관절 신전과 내

전보다 유의하게 높게 나타났다(p<.05). 하지의 등척성 수축에 따른 내복사근의 근활성도 대한 복직근의 근활성도 비는 고관절 등척성 굴곡(2.13±2.32%MVIC), 신전(2.48±2.17%MVIC), 내전(1.70±1.02%MVIC)과 외전(3.01±2.75%MVIC)운동 시 유의한 차이가 없었다(p>.05).

IV. 고찰

편마비 환자의 체간 및 사지의 운동 조절 장애는 재활 과정에서 중요한 고려사항이다(Newham와 Hsiao, 2001; Winzeler-Merçay와 Mudie, 2002). 그러므로 편마비 환자는 신체 자세 조절이 어려운 비활동성 기간 동안에 조기 근 재교육을 위하여 바로 누운 자세에서 건측 사지를 이용한 저항운동이 적용될 수 있는데, 이는

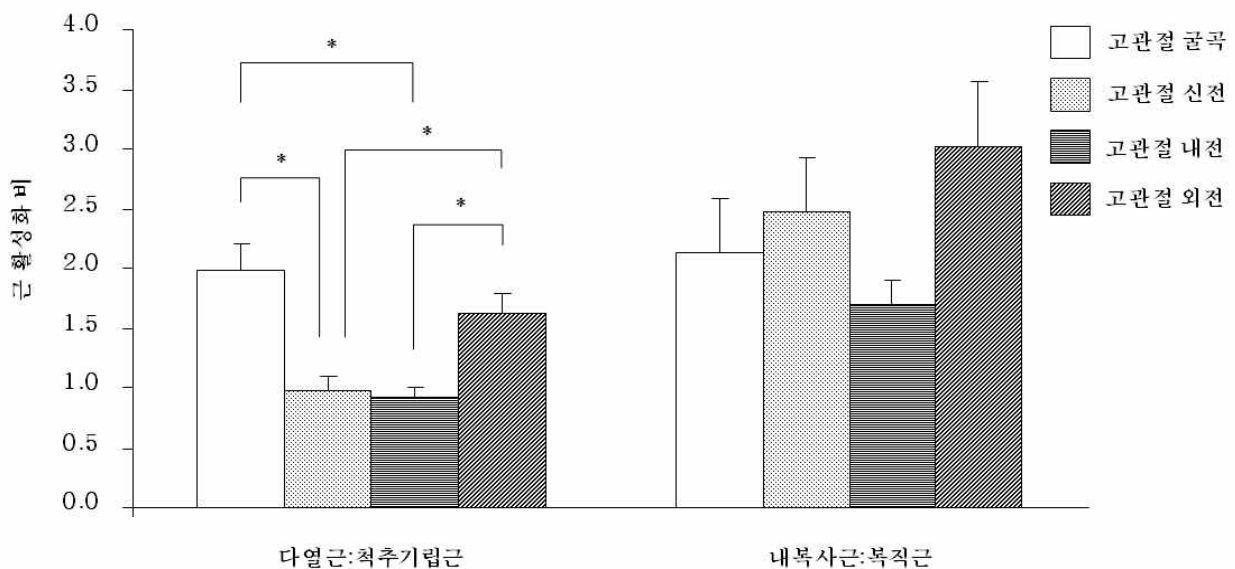


그림 2. 하지 등척성 수축에 따른 척추기립근에 대한 다열근과 복직근에 대한 내복사근의 비율 비교(*p<.05).

환측의 비운동성 근육의 근력 강화를 위한 재활 치료방법으로 알려져 있다(Sullivan 등, 1982). 이에 본 연구는 바로 누운 자세에서 편측 하지의 움직임에 따라 반대측 체간 근활성도에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다. 본 연구의 결과, 바로 누운 자세에서 한쪽 하지 등척성 수축은 반대측 체간 근육의 근활성도를 유의하게 증가시키며, 하지 수축 방향에 따라 체간근활성도는 유의하게 달라지는 것으로 나타나 본 연구 가설을 지지하였다. 다열근과 척추기립근의 근활성도는 고관절 신전시 유의하게 높게 나타났고, 내복사근과 복직근의 근활성도는 고관절 굴곡시 유의하게 증가됨을 알 수 있었다. 체간 안정성을 위한 척추기립근의 근활성도에 대한 다열근의 근활성도는 고관절 굴곡과 외전시 높게 나타남을 알 수 있었다.

편측 사지의 근수축은 수축하는 근의 정지와 기시 범위를 넘어 힘이 전달되어 다른 근육, 건, 근막, 인대, 관절낭 및 골격으로 전달되어 인체의 근육시스템을 따라 상지와 하지의 근수축시 멀리 떨어진 반대측 체간 근활성도에 영향을 미친다(Lee, 2004; Myers 등, 2001; Panjabi, 1992; Tarnanen 등, 2008). 그러므로 사지의 움직임에 따라 척추기립근, 복직근, 다열근, 내복사근과 같은 동측과 반대측 체간 근활성도는 유의하게 변화한다. 이렇듯 최근 연구에서 제시한 체간 근육간의 협조는 체간 안정성 확보에 필수적 요소이다. 그동안 선행 연구에서 대 근육에 대한 소 근육의 근활성도 비의 중요성을 강조하였는데, 소 근육의 적절한 활성을 통해 분절간 안정성이 제공된 상태에서 대 근육의 활동은 요부와 골반의 안정성과 밀접한 관계가 있는 것으로 보고되었다(Axler와 McGill, 1997; Hodges와 Richardson, 1999; Panjabi, 2003). 이러한 선행 연구들의 이론적 배경을 토대로 반대측 체간의 근활성도를 높이고, 소 근육의 근활성도가 대 근육에 비해 높아질 수 있는 하지의 움직임을 알아보았다.

본 연구의 결과 다열근과 척추기립근의 근활성도는 하지의 등척성 신전 운동시 가장 높게 나타났다. 슬관절근은 좌골결절인대와 연결되어 있고, 이것은 척추기립근과 연결되어 있다. 외측, 내측, 상부의 3개의 커다란 섬유띠로 구성된 천골결절인대(sacro-tuberous ligament)는 장골조면과 후하장골극을 연결한다(이상철 등, 2010). 내측띠(median band)는 미골의 외측 모서리, 하부 천골과 S3, S4, 그리고 S5에 부착하여 좌골조면까지 이르고, 이 섬유는 좌골조면의 외측면에서 천골 꼬리부

분 안쪽과 좌골조면 내측면에서 두개 방향으로 부착되어 있다(Vleeming 등, 1996). 상부 띠는 골간 인대의 천층에 부착되어 미골과 후상장골극을 연결한다. 대퇴이두근과 대둔근은 이러한 천골결절인대에 부착하게 되어 있어 하지 신전에 따른 이 근육들의 수축은 천골결절인대의 장력을 증가시킬 수 있다(Vleeming 등, 1989). 이것은 천골결절인대와 연결된 척추기립근의 근활성도에 영향을 미친다(Lee 등, 2004; Myers 등, 2001). 심부 다열근 또한 천골결절인대의 상부면 안쪽으로 부착되어 있어 이러한 하지 근육들의 수축은 심부 다열근의 근활성도에 영향을 미친다(이상철 등, 2010). 그러므로 고관절 신전시 다열근과 신전근의 근활성도에 영향을 미쳤을 것이다. Tarnanen 등(2008)은 선자세에서 양쪽 또는 한쪽에 적용된 상지의 등척성 수축에 따른 동측과 반대측의 체간 근활성도를 알아본 결과 견관절의 수평 외전시 동측과 반대측 다열근의 근활성도가 가장 증가된다고 보고하였다. Crommert 등(2011)은 선 자세에서 상지에 부하된 무게를 지탱하고 있을 때 척추 기립근의 근활성도에 대한 연구를 통해 견관절 높이에서 전방 수평으로 팔을 뻗어 부하된 무게를 지탱하고 있을 때 팔을 뻗지 않고 지탱했을 때 보다 척추 기립근의 근활성도가 증가시킨다고 보고하였다. 이것은 사지의 부하된 저항의 위치에 따라 척추 신전근의 근활성도에 유의한 영향을 미친다는 것을 의미한다(Crommert 등, 2011).

또한 내복사근과 복직근의 근활성도는 고관절 굴곡 수축 동안 다른 고관절 수축에 비해 유의하게 증가되는 것으로 나타났다. 내복사근은 고관절 굴곡에 담당하는 대퇴사두근과 고관절 전면의 전상장골극을 통해 체계적으로 연결되어 있기 때문에 고관절 굴곡수축은 체간 안정성을 담당하는 내복사근의 근활성도 증가에 영향을 미쳤을 것이다(Myers 등, 2001). 복직근은 고관절 굴곡에 관여하는 대퇴직근과 직접적으로 연결되어 있지 않지만 골반의 후방경사와 전방경사와 같이 시상운동면(굴곡-신전) 안에 골반 뼈를 통해서 간접적으로 연결되어 있다(Myers 등, 2001). 게다가 양측 복직근은 치골결합관절에서 정지하고 내부면은 양측의 건막을 지나 연결되기 때문에 동측의 근수축은 반대측 근수축에 영향을 미치게 된다(Lee, 2004, Myers 등, 2001). 그 결과 고관절 굴곡 수축은 복직근의 근활성도 향상에 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. Tarnanen 등(2008)은 양측 견관절 신전 동안 등척성 저항을 적용 하였을 때, 복직근은 다른 상지의 움직임 보다 가장 높은 근활성도를 나

타냈다고 보고하였으며, Crommert 등(2011)의 연구에서는 선자세에서 상지의 움직임에 따른 체간 근활성도를 알아본 결과, 척추기립근의 근활성도는 팔의 굴곡 모멘트(moment)가 적용되었을 때 증가하고 복직근과 내복사근의 근활성도는 팔의 신전 모멘트가 적용되었을 때 높게 나타난다고 보고하였다. 이 또한 사지 움직임에 따른 체간 근활성도는 신체의 자세와 저항의 위치에 따라 변화한다는 것을 의미한다(Aruin와 Latash, 1995; Cholewicki와 VanVlie, 2002).

척추기립근의 근활성도에 대한 다열근의 근활성도 비는 고관절 굴곡과 외전시 내전과 신전에 비해 유의하게 증가되는 것으로 나타났다. 이것은 대 근육인 척추기립근에 비해 소 근육인 다열근의 근활성도가 더 많이 증가된 것으로 요추부 안정화를 위해서는 고관절 굴곡과 외전 수축이 고관절 신전과 내전 수축에 비해 효율적인 움직임이라는 것을 의미한다. Escamilla 등(2010)에 따르면 20%MVIC로 보다 낮은 근활성도를 필요로 하는 운동을 저항도 운동으로 분류하여, 이러한 운동 형태는 대 근육에 비해 소 근육을 보다 더 활성화시킨다고 보고하였다. 본 연구에서 고관절 내전과 신전운동과 달리 고관절 굴곡과 외전 운동은 측정된 4가지 복부 근육과 체간 신전 근육에서 20%MVIC 보다 낮은 근활성도를 필요로 하는 저항도 운동으로 보인다. 이로 인해 소 근육인 다열근에 근활성도를 대 근육인 척추기립근비해 보다 더 증가시켜 이 비가 고관절 굴곡과 외전 운동 시 유의하게 높게 나타났을 것으로 생각된다(Escamilla 등, 2010). Chon 등(2010)의 연구에서도, 단지 복부 드로우 인 기법(abdominal draw-in maneuver)만 시행하였을 때 보다 복부 드로우 인 기법이 발목의 배측 굴곡과 함께 적용 되어졌을 때 심부 체간 근육을 더 강하게 자극 하게 되어 체간 근활성도를 높이고 요추 안정화를 높힐 수 있다고 보고하였다.

최근 연구들은 소 근육 재교육에 초점을 둔 체간 안정화 운동의 중요성이 강조되면서 대 근육 근활성도에 따른 소 근육의 근활성도 비를 알아보았다(Axler와 McGill, 1997; Stevense 등, 2007). Stevense 등(2007)은 다양한 교각자세에 따른 대 근육과 소 근육의 비를 분석한 결과 교각자세에서 복직근에 대한 내복사근의 근활성도 비는 3정도로 나타났고, 한쪽 발을 들고 교각자세를 취했을 때, 반대측 체간 근활성도 비는 3정도로 나타났다. 또한 척추기립근에 대한 다열근의 비는 모든 교각자세에서 1로 나타나 두 비 모두 본 연구결과와 유

사한 결과를 보였다. 그러나 이러한 운동은 양측 체간 근육들과 하지 근육들의 협응 작용이 중요하게 고려되어짐에 따라 앉거나 서기자세와 같은 신체 조절이 어려운 초기 편마비 환자나 급성기 요통 환자에게 적용하기에는 어려움이 따른다. 그러므로 건축 하지의 등척성 운동은 반대측 체간 근육 강화를 위해 바로 누운 자세에서 적용될 수 있는 편마비 환자의 초기 재활 운동으로써 적합하게 사용될 수 있을 것이다.

본 연구결과를 일반화하기에는 몇 가지 어려움이 있다. 연구 대상자가 적고 건강한 일반인을 대상으로 하였기 때문에 이러한 결과를 편마비 환자와 같은 모든 대상자에게 일반화하기에는 무리가 따를 것이다. 그리고 측정의 특성상 표면 근전도는 주변 다른 연부조직으로 인해 표면 근전도 아래 잠신호가 발생되었을 가능성을 배제할 수 없다는 점이다. 특히 내복사근과 다열근과 같은 심부근육은 복횡근, 외복사근과 척추 주변근육들의 영향을 받기 때문에 표면 근전도 측정으로 심부 근육을 언급하기 어렵다. 또한 바로 누운 자세에서는 매트와 체간 사이에 압박이 존재할 수 있으므로 근전도를 통해 척추기립근과 다열근을 측정하는데 있어 무리가 따를 것이다. 본 연구는 하지 등척성 수축동안 반대측 체간의 근활성도만 분석하여 하지의 등척성 수축이 동측 체간에 어떠한 영향을 미치는지는 알 수 없었다. 그러므로 향후에는 많은 편마비 환자를 대상으로 사지의 움직임에 따른 반대측 체간의 근활성도를 보다 명확히 제시하여야 할 것이다.

V. 결론

사지의 근육은 인체의 근육 시스템에 따라 체간 근육과 서로 연결되어 있으므로 사지의 근수축과 적용된 힘의 방향은 체간 근활성도와 체간 안정화에 영향을 미친다. 이에 본 연구는 반대측 체간 근육의 근수축을 증가시키기 위한 효율적인 하지의 움직임을 제공하고자 바로 누운 자세에서 한쪽 하지의 등척성 수축을 제공하여 하지의 움직임에 따른 체간 근활성도를 알아보하고자 하였다. 본 연구 결과 배부 근육의 근활성도는 고관절 신전시 유의하게 높게 나타났고, 복부 근육의 근활성도는 고관절 굴곡동안 유의하게 높게 나타났고, 척추기립근의 근활성도에 대한 다열근의 근활성도 비는 고관절 굴곡과 외전시 유의하게 높게 나타났고, 이러한 결과는

바로 누운 자세에서 한쪽 고관절의 등척성 수축은 반대측 체간 근활성도를 증가시킬 수 있으며, 편측 고관절 굴곡과 외전 등척성 수축은 다열근과 같은 체간 자세조절에 관여하는 근육의 상대적 근활성도에 영향을 미친다는 것을 의미한다. 본 연구는 바로 누운 자세에서 한쪽 하지 수축과 관련된 반대측 체간 근활성도를 증가시키기 위한 효율적인 움직임에 대해 설명하고 있는 것으로, 바로 누운 자세에서 편측 체간 근 활성화와 안정화를 위한 임상적 활용 가능성을 제공해주고 있다.

인용문헌

- 김진섭, 김선엽, 오덕원. 상상연습이 일어서기와 앉기 과제를 수행하는 동안 편마비 환자의 대퇴사두근 근활성도에 미치는 영향. 대한물리치료과학회지. 2008;15(3):43-54.
- 이상철, 김경수, 강승완 등. 허리골반통증의 진단과 치료. 2판. 서울, 한국, E PUBLIC, 2010:3-138.
- Adler SS, Beckers D, Buck M. PNF in Practice: An illustrated guide. 3rd ed. Heidelberg, Springer, 2008:1-17.
- Arokoski JP, Valta T, Airaksinen O, et al. Back and abdominal muscle function during stabilization exercises. Arch Phys Med Rehabil. 2001;82(8):1089-1098.
- Aruin AS, Latash ML. Directional specificity of postural muscles in feed-forward postural reactions during fast voluntary arm movements. Exp Brain Res. 1995;103(2):323-332.
- Axler CT, McGill SM. Low back loads over a variety of abdominal exercises: Searching for the safest abdominal challenge. Med Sci Sports Exerc. 1997;29(6):804-811.
- Bergmark A. Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. Acta Orthop Scand Suppl. 1989;230:1-54.
- Cholewicki J, VanVliet JJ 4th. Relative contribution of trunk muscles to the stability of the lumbar spine during isometric exertions. Clin Biomech (Bristol, Avon). 2002;17(2):99-105.
- Chon SC, Chang KY, You JS. Effect of the abdominal draw-in manoeuvre in combination with ankle dorsiflexion in strengthening the transverse abdominal muscle in healthy young adults: A preliminary, randomised, controlled study. Physiotherapy. 2010;96(2):130-136.
- Cram JR, Kasman GS, Holtz J. Introduction to Surface Electromyography. Gaithersburg, MD, Aspen Pub., 1998:336-343.
- Crommert ME, Ekblom MM, Thorstensson A. Activation of transversus abdominis varies with postural demand in standing. Gait Posture. 2011;33(3):473-477.
- Escamilla RF, Lewis C, Bell D, et al. Core muscle activation during Swiss ball and traditional abdominal exercises. J Orthop Sports Phys Ther. 2010;40(5):265-276.
- Hodges PW, Richardson CA. Altered trunk muscle recruitment in people with low back pain with upper limb movement at different speeds. Arch Phys Med Rehabil. 1999;80(9):1005-1012.
- Horak FB, Esselman P, Anderson ME, et al. The effects of movement velocity, mass displaced, and task certainty on associated postural adjustments made by normal and hemiplegic individuals. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1984;47(9):1020-1028.
- Knols RH, Aufdemkampe G, de Bruin ED, et al. Hand-held dynamometry in patients with haematological malignancies: Measurement error in the clinical assessment of knee extension strength. BMC Musculoskelet Disord. 2009;10:31.
- Garland SJ, Stevenson TJ, Ivanova T. Postural responses to unilateral arm perturbation in young, elderly, and hemiplegic subjects. Arch Phys Med Rehabil. 1997;78(10):1072-1077.
- Lee D. The Pelvic Girdle: An approach to the examination and treatment of the lumbo-pelvic-hip region. 3rd ed. Churchill Livingstone, 2004:17-72.
- Lee M, Gandevia SC, Carroll TJ. Unilateral strength training increases voluntary activation of the opposite untrained limb. Clin Neurophysiol. 2009;120(4):802-808.

- Lee MY, Wong MK, Tang FT, et al. Comparison of balance responses and motor patterns during sit-to-stand task with functional mobility in stroke patients. *Am J Phys Med Rehabil.* 1997;76(5):401-410.
- Mens JM, Vleeming A, Snijders CJ, et al. The active straight leg raising test and mobility of the pelvic joints. *Eur Spine J.* 1999;8(6):468-473.
- Moseley GL. Impaired trunk muscle function in sub-acute neck pain: Etiologic in the subsequent development of low back pain? *Man Ther.* 2004;9(3):157-163.
- Moseley GL, Hodges PW, Gandevia SC. External perturbation of the trunk in standing humans differentially activates components of the medial back muscles. *J Physiol.* 2003;547(Pt2):581-587.
- Myers TW, Juhan D, Chaitow L. *Anatomy Trains: Myofascial meridians for manual and movement therapists.* 1st ed. UK, Churchill Livingstone, 2001:51-120.
- Newham DJ, Hsiao SF. Knee muscle isometric strength, voluntary activation and antagonist co-contraction in the first six months after stroke. *Disabil Rehabil.* 2001;23(9):379-386.
- Palmer E, Downes L, Ashby P. Associated postural adjustments are impaired by a lesion of the cortex. *Neurology.* 1996;46(2):471-475.
- Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation and enhancement. *J Spinal Disord.* 1992;5(4):383-389.
- Panjabi MM. Clinical spinal instability and low back pain. *J Electromyogr Kinesiol.* 2003;13(4): 371-379.
- Patterson KK, Parafianowicz I, Danells CJ, et al. Gait asymmetry in community-ambulating stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008;89(2): 304-310.
- Slijper H, Latash M. The effects of instability and additional hand support on anticipatory postural adjustments in leg, trunk, and arm muscles during standing. *Exp Brain Res.* 2000;135(1):81-93.
- Stevens VK, Coorevits PL, Bouche KG, et al. The influence of specific training on trunk muscle recruitment patterns in healthy subjects during stabilization exercises. *Man Ther.* 2007;12(3): 271-279.
- Suetta C, Hvid LG, Justesen L, et al. Effects of aging on human skeletal muscle after immobilization and retraining. *J Appl Physiol.* 2009;107(4): 1172-1180.
- Sullivan PE, Markos PD, Minor MAD. *An Integrated Approach to Therapeutic Exercise: Theory and clinical application.* Virginia, Reston Pub co. 1982:46-47.
- Tarnanen SP, Ylinen JJ, Siekkinen KM, et al. Effect of isometric upper-extremity exercises on the activation of core stabilizing muscles. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008;89(3):513-521.
- Vleeming A, Pool-Goudzwaard AL, Hammudoghlu D, et al. The function of the long dorsal sacroiliac ligament: Its implication for understanding low back pain. *Spine (Phila Pa 1976).* 1996;21(5): 556-562.
- Vleeming A, van Wingerden JP, Snijders CJ, et al. Load application to the sacrotuberous ligament: Influences on sacroiliac joint mechanics. *Clini Biomech (Bristol, Avon).* 1989;4(4):204-209.
- Vizniak NA. *Quick Reference Evidence Based Muscle Manual.* Canada, Professional Health Systems, 2011:119-147.
- Winzeler-Merçay U, Mudie H. The nature of the effects of stroke on trunk flexor and extensor muscles during work and at rest. *Disabil Rehabil.* 2002;24(17):875-886.

논문접수일	2012년 6월 7일
논문심사일	2012년 6월 7일
논문게재승인일	2012년 7월 19일