

바닥과 폼롤에 누워서 한쪽 다리 들기
운동 시 복근의 근활성도

연세대학교 대학원

재활학과

김수정

바닥과 폼롤에 누워서 한쪽 다리 들기
운동 시 복근의 근활성도

연세대학교 대학원

재활학과

김수정

바닥과 폼롤에 누워서 한쪽 다리 들기
운동 시 복근의 근활성도

지도 권 오 윤 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2007년 6월 일

연세대학교 대학원

재활학과

김수정

김수정의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 대학원

2007년 6월 일

감사의 글

논문을 마무리하면서 벅차오르는 기쁨과 함께 많은 분들의 모습이 가슴에 그려졌습니다. 고마운 분들의 도움과 격려가 있었기에 여러모로 부족한 제가 포기하지 않고 한걸음씩 앞으로 나아갈 수 있었습니다. 감사하는 마음을 짧은 글로 표현하기에는 한없이 모자라지만 재주없는 투박한 글에 마음을 담았습니다.

저에게 새로운 길을 열어주시고 그 길을 가는데 기꺼이 등불이 되어주신 권오윤 교수님께 깊은 감사를 드립니다. 교수님이 밝혀주신 빛을 따라 걸었을 뿐인데 가는 곳 마다 선물을 받았습시다. 좌충우돌 실수투성이인 저를 다듬어주시고 이끌어주신 이충휘 교수님 감사합니다. 늘 소녀같은 미소에 따뜻한 마음을 담아 격려해 주신 전해선 교수님 감사합니다. 매사에 명료한 전개를 지도해주신 조상현 교수님과 끊임없는 탐구정신을 보여주신 유승현 교수님께 감사드립니다.

대학원 생활을 하는 동안 조건 없는 보살핌이 지속되어 이제는 가족 같이 느껴지는 분들도 있습니다. 제가 생각하지 못한 것들을 늘 챙겨주시고 지켜봐 주시는 원종혁 선생님, 정연길 선생님, 김태호 선생님, 신현석 선생님과 KEMA 식구분들에게 머리 숙여 감사드립니다.

새로운 길을 함께 가길 청해주었고 가장 가까이에서 필요한 것들을 가르쳐준 재섭오빠, 형제자매 같이 동고동락해준 원휘오빠, 성민오빠, 홍영주 선생님에게 감사드립니다. 나보다 더 꼼꼼하게 나의 일을 챙겨준 대학 동기이자 대학원 선배인 민희에게 고맙고, 늘 부탁만 하게 되는 이병규 선생님, 유원규 선생님, 이정아 선생님, 최문석 선생님, 수진이, 미희언니, 사소한 고민에도 아낌없는 조언을 해준 수정언니, 정란언니, 선배처럼 든든한 홍석이, 윤정이에게도 감사드립니다.

저의 가장 큰 후원자이신 부모님, 두 분께서 주시는 사랑과 믿음은 제가 살아 가는 자양분이 됩니다. 제가 바람에 흔들릴 때마다 단단한 대지가 되어주시고 그럴때마다 오히려 뿌리를 더욱 견고히 다지도록 해주시는 두 분을 사랑하고 존경합니다. 지치고 힘들때 주저없이 손내밀게 되는 친구 같은 가족 은아언니, 윤행이, 수래언니, 바쁜 생활 중에도 보석같은 웃음을 만들어준 나의 친구들, 실험을 하는데 큰 힘이 되어준 많은 후배들에게도 고마운 마음을 전합니다.

세계 주신 은혜를 잊지 않고 믿음에 보답하는 사람이 되도록 노력하겠습니다.

2007년 6월
김수정 드림

차 례

그림 차례	iii
표 차례	iv
국문 요약	v
제1장 서론	1
제2장 연구 방법	5
2.1 연구 대상	5
2.1.1 연구 대상자	5
2.2 실험 기기 및 도구	6
2.2.1 표면 근전도 신호 수집 및 분석 시스템	6
2.2.2 지지면	7
2.2.3 다리 들기	7
2.3 실험 방법	9
2.3.1 근전도 전극 부착	9
2.3.2 실험 과정	10
2.4 분석 방법	11
2.4.1 자료 처리 및 정량화	11
2.4.2 통계 방법	12
제3장 결과	13
3.1 지지면에 따른 근활성도	13

3.1.1 우측 다리 들기 운동시 복근 근활성도	13
3.1.2 좌측 다리 들기 운동시 복근 근활성도	13
3.2 복근의 근활성도 증가율	17
제4장 고찰	18
제5장 결론	23
참고문헌	24
영문 요약	29

그림 차례

그림 1. 폼롤의 형태	7
그림 2. 다리 들기 목표 지점(target)과 무릎 위치 유지선	8
그림 3. 좌·우측 다리 들기 운동 시 지지면에 따른 복근의 근활성도 비교	16

표 차례

표 1. 연구 대상자의 일반적 특성	5
표 2. 우측 다리 들기 운동 시 복근의 근활성도 일원분산분석	14
표 3. 좌측 다리 들기 운동 시 복근의 근활성도 일원분산분석	15
표 4. 바닥과 반원형 폼롤 간의 복근의 근활성도 증가율	17
표 5. 바닥과 원형 폼롤 간의 복근의 근활성도 증가율	17

국문 요약

바닥과 폼롤에 누워서 한쪽 다리 들기 운동 시 복근의 근활성도

임상에서는 체간의 안정성을 증진시키기 위하여 다양한 운동을 실시하고 있다. 특히 체간과 요부의 안정성을 증진시키기 위하여 불안정한 지지면에서의 요부 안정화 운동이 널리 시행되고 있다. 한쪽 다리를 천천히 올렸다가 내려놓는 운동은 체간 안정화 운동의 하나로 운동의 난이도를 높이기 위하여 폼롤(foam roll)이나 치료용 공(gym ball)을 사용한다.

본 연구의 목적은 바닥과 반원형 폼롤, 원형 폼롤의 3가지 지지면에서 무릎을 세우고 누워서 한쪽 다리 들기 운동 시 복근의 근활성도 변화를 알아보기 위하여 실시하였다. 요통 과거력이 없는 건강한 성인 19명을 대상으로 우측 다리와 좌측 다리를 들었을 때 양측 복직근, 외복사근, 내복사근의 근활성도를 표면 근전도 분석 시스템을 이용하여 측정하였다. 정량화된 각 근육의 근활성도는 반복측정된 일원 분산분석(one-way repeated ANOVA)을 사용하여 지지면 간의 차이를 비교하였다.

연구 결과 대상자들의 우세 다리인 우측 다리를 들었을 때에는 바닥에서 보다 원형 폼롤에서 좌측 복직근과 내복사근, 우측 외복사근의 근활성도가 유의하게 증가하였으며 반원형 폼롤에서는 좌측 복직근과 우측 외복사근의 근활성도가 바닥에서보다 유의하게 증가하였다($p_{adj} < 0.05/3$). 그러나 좌측 다리를 들었을 때에는 원형 폼롤에서 우측 외복사근을 제외한 모든 복근의

근활성도가 바닥에서보다 유의하게 증가하였으며 반원형 폼롤에서는 좌측 외복사근의 근활성도만 바닥에서보다 유의하게 증가하였다($p_{adj}<0.05/3$). 반원형 폼롤과 원형 폼롤 사이에서 복근 근활성도는 유의한 차이가 없었다($p_{adj}<0.05/3$).

그러므로 한쪽 다리 들기 운동은 원형 폼롤 위에 누워서 실시하는 것이 바닥에서 운동을 하는 것 보다 체간의 안정성을 증진시키는데 효과적인 것이다.

핵심되는 말 : 근전도, 복근, 체간 안정화 운동, 폼롤, 불안정 지지면.

제1장 서론

최근 운동 수행(athletic performance) 능력의 증진이나 부상 예방, 요부의 통증 치유를 위한 운동 프로그램에서 체간 안정성(stability)과 체간 중심 근력강화(core strengthening)를 강조하고 있고 그것의 효과에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다(Barr, Griggs, and Cadby 2005; Bliss, and Teeple 2005; Tse, McManus, and Masters 2005). 체간의 지구력 강화 운동을 한 선수들이 그렇지 않은 선수들보다 기능적인 동작 수행에 더 좋은 결과를 냈으며, 경기 중 부상을 입은 운동 선수들과 그렇지 않은 선수들을 분류하여 근력을 비교한 결과 체간 근력의 평균값이 부상을 입지 않은 선수들에서 더 높았다. 그리고 체간 안정화 운동을 시행한 요통 환자들의 요통 재발률이 시행하지 않은 환자들보다 9배가 낮았다(Hides Richardson, and Jull 1996; Leetun et al. 2004; Tse, McManus, and Masters 2005). 안정성을 깨뜨리는 외적 토크(torque)가 발생될 때 척추는 사지를 움직이는 근육들을 위한 기저부로서 작용해야 하는데 척추 분절이 불안정하면 척추 주변 연부조직에 미세손상이 반복적으로 발생하므로 체간 안전성을 유지하는 운동의 중요성이 부각되는 것이다(Neumann 2002).

체간의 안정성은 세 가지 요소에 의해 결정된다. 첫번째 요소는 뼈와 인대이고 두번째 요소는 척추를 둘러싼 근육의 기능이며 세번째 요소는 신경계의 조절 체계(neural control system)이다(Panjabi 1992). 이 요소들 중에서 뼈와 인대에 의한 안정성은 변화시킬 수 없는 수동적인 요소이고 안정성에 필요한 힘을 만드는 근육과 그것을 조절하는 신경계의 조절 체계는 변화시킬 수 있는 능동적인 요소이다. 관절의 안정성을 유지하기 위해서는 서로 반대되는 움직임

만드는 근육들의 공동수축(co-contraction)이 필요하고 신경계는 다양한 상황에서 근육들이 적절한 시기에 적절한 강도로 협응(coordination)하여 반응하도록 조절하므로 신경계의 조절을 통한 체간 근육들의 협응작용이 체간 안정성에 매우 중요하다(Akuthota, and Nadler 2004; Barr, Griggs, and Cadby 2005).

근육이 관절의 안정성을 증가시키기 위해서는 관절의 각 방향에서 서로 대항하는 주동근(agonist)과 길항근(antagonist)이 동시에 적절한 비율로 공동수축(co-contraction)을 해야 한다(McGill et al. 2003; Richardson, and Jull 1995). 그런데 척추의 전면에는 경추 부위를 제외하고는 굴곡근들이 없으므로 척추의 뒤쪽 근육이 수축을 할 때 발생하는 신전력과 전방 전단력을 최소화 할 수 있는 근육은 오로지 복근들이다(Richardson, and Jull 1995). 따라서 체간의 안정성을 증진시키기 위한 운동에는 복근들의 근력과 협응능력을 증진시키는 것이 필수적이다.

복근은 복횡근, 내복사근, 외복사근, 복직근의 순서로 세 개의 층으로 되어있다(Richardson et al. 1999). 복횡근은 횡격막, 갈비뼈, 골반, 척추후면의 흉요근막(thoracolumbar fascia)에 이르기까지 복강(abdominal cavity)을 전체적으로 둘러싸고 있는 가장 심부의 복근으로 수축시 복벽(abdominal wall)을 내부로 당겨 복부의 둘레길이(circumference)를 감소시키므로 복부 내압(intra-abdominal pressure)을 높일 때 가장 기여도가 높고 체간의 회전이나 굴곡 움직임에 대항하는 작용을 한다. 하지만 수평방향으로 주행하는 근섬유의 방향 때문에 체간의 움직임은 거의 만들지 못한다. 내복사근은 복벽의 측면을 이루는 중간층의 근육으로 근육의 기시부(origin)와 정지부(insertion)가 복횡근과

맞닿아 있기 때문에 복횡근과 마찬가지로 복부 내압을 높이는데 작용을 한다. 하지만 몸의 중앙선에서 골반쪽으로 사선 방향으로 배열된 근섬유의 주행 방향 때문에 좌우 내복사근 중 편측 내복사근만 수축을 할 경우 체간의 측굴(lateral flexion)과 동측(ipsilateral) 회전이 발생하고 좌우 내복사근이 함께 수축을 하면 체간이 굴곡되는 점이 복횡근과 다르다. 외복사근은 복직근과 함께 가장 바깥층에 있는 근육으로 내복사근과 함께 측면 복벽을 이룬다. 근섬유는 갈비뼈에서 몸의 중앙선쪽으로 사선방향으로 주행하고 있어 내복사근과 교차한다. 좌우 외복사근 중 편측만 수축 할 경우 체간의 측굴과 반대측(contralateral) 회전이 발생하고 좌우 외복사근이 함께 수축할 경우 체간의 굴곡이 발생한다. 그러므로 체간의 회전에 있어서는 서로 반대쪽의 내복사근과 외복사근이 짝을 이루어 작용하게 된다. 복직근은 복벽의 앞쪽을 이루며 체간 굴곡에 주로 작용을 하며 편측 수축시 체간의 측굴과 회전이 약간 발생할 수 있으며 복부 내압을 높이는데는 기여도가 낮다(Richardson, Hodge, and Hides 2004; Richardson et al. 1999). 많은 연구들에서 복근들의 공동수축을 통한 복부 내압의 증가는 체간의 안정성을 증진시킨다고 하였다(Neumann 2002; Sahrman 2001).

복근의 공동수축을 훈련하는 체간 안정화 운동으로 골반경사 운동, 복부 당기기(abdominal hollowing), 누운 자세에서 한쪽 다리 들기 등이 일반적으로 제시되고 있다(Barnett, and Gilleard 2005; Hubley-Kozey, and Vezina 2002; Richardson et al. 1992; Richardson, Toppenberg, and Jull 1990). 척추가 굴곡되거나 신전된 상태로 운동을 하는 것은 척추 전반에 걸쳐 스트레스를 유발할 수 있기 때문에 운동시에는 척추의 중립 자세(neutral spine posture)가 유지되어야 한다(Richardson, Toppenberg, and Jull 1990). 체간 안정화 운동

중에서 복부 당기기(abdominal hollowing)와 한쪽 다리 들기 운동에서 척추의 중립 자세가 중요시 되고 있고, 특히 한쪽 다리를 천천히 들어 올리고 내려놓는 동작은 다리를 움직이는 동안 발생하는 요추의 신전과 회전에 대항하여 척추의 중립 자세를 유지해야하는 운동으로 복근의 근력과 협응 능력을 증진시킨다(Hubley-Kozey, and Vezina 2002).

체간 안정화 운동시에 점진적인 저항을 위해서는 저항의 강도와 운동 횟수를 증진 시키거나 치료용 공(gym ball), 전정균형판(vestibular board), 폼롤(foam roll)등과 같은 불안정한 도구(unstable equipment)를 사용하고 있다(Haynes 2004). 하지만 아직까지 불안정한 지지면을 사용한 체간 안정화 운동은 논란의 여지가 있다. 많은 연구자들이 근력, 지구력, 협응능력 등의 면에서 불안정한 지지면을 이용한 운동이 안정된 지지면에서의 동일한 운동보다 효과적이라고 보고한 반면, 안정된 지지면에서의 운동이 더 효과적이라는 보고도 있기 때문이다(Cosio-Lima et al. 2003; Cotts, Pettitt, and Willardson 2005; Willardson 2004). 더욱이 불안정한 도구에 대한 긍정적인 연구 결과들은 치료용 공을 사용한 것이 대부분 이어서 임상에서 흔히 사용되고 있는 폼롤이나 전정균형판에서의 운동에 대한 연구는 드문 실정이다(Ainscough-Potts, Morrissey, and Critchley 2006; Behm et al. 2005; Cosio-Lima et al. 2003; Haynes 2004; Vera-Garcia, Grenier, and McGill 2000). 그러므로 본 연구에서는 바닥과 폼롤에서 한쪽 다리 들기를 시행하였을 때 복근의 근활성도에 어떠한 변화가 생기는지 알아보기 위하여 실시하였다.

제2장 연구 방법

2.1 연구 대상

2.1.1 연구 대상자

연세대학교에 재학 중이며 요통 과거력이 없는 21명의 지원자를 모집하였고 지원자 중 원형 폼롤(foam roll)위에 등을 대고 누워서 좌측과 우측 다리를 교대로 들고 각각 10초를 안정되게 유지할 수 있는 19명의 연구 대상자를 선정하였다. 연구 대상자 19명 중 남자는 12명(63.2%), 여자는 7명(36.8%)이었으며 실험 1일 전 약 한 시간 정도 원형 폼롤에서 다리를 드는 동작에 친숙해지도록 하였다. 연구기간은 2006년 12월 1일부터 2007년 4월 10일까지 실시하였다. 연구 대상자의 일반적 특성은 다음과 같다(표 1).

표 1. 연구 대상자의 일반적 특성 (N=19)

일반적 특성	평균±표준편차	범위
나이(세)	23.2±2.3	20~27
키(cm)	168.2±7.3	155~178
몸무게(kg)	61.3±9.7	44~75

2.2 실험 기기 및 도구

2.2.1 표면 근전도 신호 수집 및 분석 시스템

체간의 양측 복직근, 외복사근, 내복사근의 근활성도를 측정하기 위하여 폭 1 mm, 길이 10 mm의 순은 막대 3개가 10 mm 간격으로 나란히 배열된 DE-3.1 이중차등(double differential) 전극들과 접지전극(reference electrode)을 사용하였으며 최대 8개의 근전도 신호를 처리할 수 있는 Bagnoli EMG System¹을 사용하였다. 그리고 각 근육에서 수집된 표면 근전도의 아날로그 신호들은 MP100WSW²에서 디지털 신호로 전환하였으며 전환된 신호는 개인용 컴퓨터에서 Acqknowledge 3.8.1³ 소프트웨어를 이용하여 수집 및 분석을 하였다.

근전도 신호의 표본 추출률(sampling rate)은 1000 Hz로 설정하였고, 60 Hz 노치 필터(notch filter)를 사용하였으며 각 근육별 근전도 신호는 제곱 평균 제곱근법(root mean square: RMS)으로 처리하여 아스키(ASCII) 형태로 전환하여 분석하였다.

¹ BIOPAC System Inc. CA, USA.

² Delsys Ind. Boston, MA, USA.

³ BIOPAC System Inc. Boston, MA, USA.

2.2.2 지지면

실험에는 매트를 깔 편평한 바닥(floor: FL), 반원형 폼롤(half round foam roll: HR, 6" × 36")과 원형 폼롤(round foam roll: RR, 6" × 12")의 3가지 지지면이 사용되었다(그림 1). 두 종류의 폼롤 위에 대상자가 머리에서 엉덩이까지 지지되도록 등을 대고 눕도록 하였으며 반원형 폼롤은 곡면 부분을 바닥으로 향하게 놓고 눕도록 하였다.

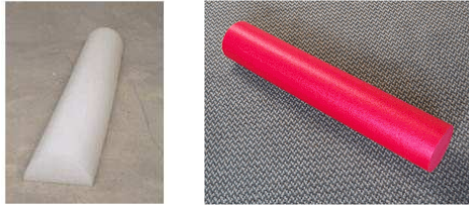


그림 1. 폼롤의 형태.

2.2.3 다리 들기

한쪽 다리를 들어 올리는 높이와 각도를 동일하게 하기 위하여 바닥과 폼롤에 누운 상태에서 대상자의 허리가 바닥에 닿고 척추의 바른 정렬 상태(neutral spine)가 되도록 고관절을 구부린 후 양측 고관절 각도와 무릎 각도를 고정하고 한쪽 다리의 무릎 관절을 신전(extension)시켜 다리를 들도록하였다. 그리고 무릎 관절이 완전히 신전되었을 때 들어 올린 다리의 발목 지점에 막대를 설치하였으며 각각의 지지면에서 양측 고관절의 굽힘, 내전과 외전 각도는 변화시키지 않고 한쪽 다리의 무릎 관절을 곧게 펴도록 하기 위하여 양측 무릎의 측면과 내측에 탄력있는 고무줄로 안내선을 설치하였다(그림 2).

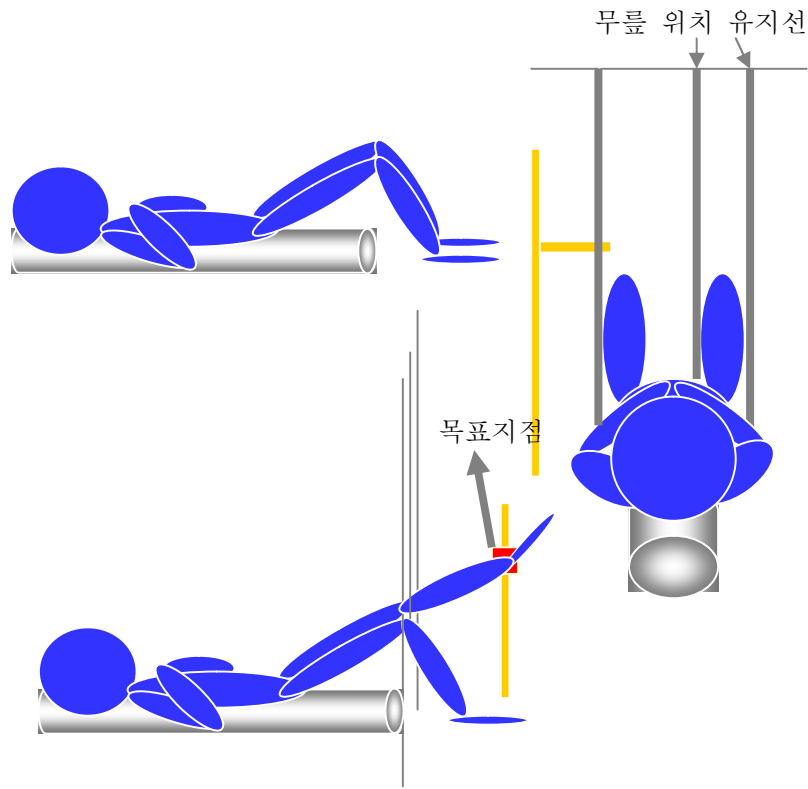


그림 2. 다리 들기 목표 지점(target)과 무릎 위치 유지선.

2.3 실험 방법

2.3.1. 근전도 전극 부착

각각의 지지면에서 등을 대고 누운 자세에서 한쪽 다리를 올리고 유지하는 동안 복근의 근활성도를 알아보기 위하여 양측 복직근, 외복사근, 내복사근에 각각 전극을 부착하였다. 선행 연구들을 참조하여 유성펜으로 배꼽과 검상돌기(xiphoid process)를 이은 몸의 중앙선에서 2cm 옆 지점에 복직근의 위치를 표시하고, 외복사근은 전상장골극(anterior superior iliac spine: ASIS)에서 약 45도 위 지점으로 배꼽과 비슷한 높이에 표시하였으며 내복사근은 ASIS와 치골돌기(pubic tubercle)의 중앙 지점에 표시하였다(Barnett, and Gillear 2005; Escamilla et al. 2006; Jeffrey, Glenn, and Jonathan 1998). 표시된 지점들을 측정한 상태에서 각 근육의 도수 근력 검사(manual muscle testing: MMT) 자세에서 최대 수의적 등척성 근수축(maximal voluntary isometric contraction: MVIC) 시 뚜렷이 느껴지는 근육(muscle belly) 지점을 확인하여 전극의 최종 부착 부위로 정하였다. 전극의 부착 부위에는 표면 근전도 신호에 대한 피부저항을 감소시키기 위하여 면도기로 피부의 털을 제거한 후 가는 사포로 2~3회 문지르고 소독용 알코올이 묻은 솜으로 2~3회 닦아 피부의 각질층을 제거하였다. 그리고 전극의 순은 막대에 소량의 근전도용 전해질 겔(electrolytic gel)을 얇게 바르고 미리 표시하여 둔 근육의 근육 부위에 전극을 부착하였고 접지전극은 우측 발목에 부착하였다.

2.3.2 실험 과정

전극 부착 후 대상자는 준비된 순서표를 뽑아서 지면의 조건을 무작위화 하였다. 한번 사용한 순서표는 다시 사용하지 않았다. 대상자는 자신이 뽑은 순서대로 지지면에 누워서 측정자가 "시작"이라고 구령하면 우측다리의 무릎 관절을 곧게 펴서 고정된 목표 지점(target)에 발목이 닿을 때까지 올리고 발목이 닿은 상태로 5초 동안 유지한 후 다리를 내렸다. 이 과정을 3번 반복한 후 동일한 지지면에서 좌측 다리도 3회 반복하여 들었다. 각각의 시도 사이에는 30초 동안 휴식을 취하였으며 지지면이 바뀔 때에는 3분 동안 휴식을 취하였다. 모든 지지면에서의 측정이 끝난 후 각 근육의 MVIC를 MMT 측정 자세에서 3회 반복 측정하였다. 각각의 측정 사이에는 3분 동안 휴식을 취하였다(Dankaerts et al. 2004).

2.4 분석 방법

2.4.1 자료 처리 및 정량화

바닥과 폼롤에서 한쪽 다리 들기 운동시 복근 근활성도를 알아보기 위한 본 연구에서 독립변수는 3가지의 지지면 종류였고 종속변수는 복직근, 내복사근, 외복사근 각각의 근활성도였다. 동일 지지면에서 좌측과 우측 다리를 3회씩 반복 측정된 한쪽 다리 들기 운동의 각 시도에서 발목이 목표 지점에 도달한 1초 이후부터 3초 동안 근활성도 평균값을 근육별로 계산하고 각 다리의 3회 평균값을 계산하였다. 그리고 그 값들은 %MVIC로 정량화하였다. 바닥과 비교한 반원형 폼롤과 원형 폼롤에서의 복근 근활성도 증가율을 알아보기 위하여 다음과 같은 수식을 사용하였다.

$$\begin{array}{l} \text{폼롤에서} \\ \text{복근의} \\ \text{근활성도} \\ \text{증가율} \end{array} = \frac{(\text{폼롤 복근의 근활성도} - \text{바닥 복근의 근활성도})}{\text{바닥 복근의 근활성도}} \times 100$$

2.4.2 통계 방법

한쪽 다리 들기 운동시 지지면의 종류에 따른 각 복근의 근활성도 변화를 알아보기 위해서 우측 다리를 들었을 때와 좌측 다리를 들었을 때로 나누어 반복측정된 일요인 분산분석(one-way repeated measure analysis of variance)을 하였고 지지면 종류별 사후 검정을 위하여 투키(Tukey)법을 적용하였다. 자료의 통계처리를 위해 윈도우용 SPSS(Statistical Package for the Social Sciences) 12.0 프로그램을 사용하였으며 유의수준 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

제3장 결과

3.1 지지면에 따른 근활성도

3.1.1 우측 다리 들기 운동 시 복근의 근활성도

우측 다리를 들고 유지할 때는 좌측 복직근, 우측 외복사근, 좌측 내복사근의 근활성도에서 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$) (표 2). 원형 폼롤에서는 좌측 복직근과 우측 외복사근, 좌측 내복사근의 근활성도가 바닥에서보다 유의하게 증가하였고, 반원형 폼롤에서는 좌측 복직근과 우측 외복사근의 근활성도가 바닥에서보다 유의하게 증가하였다. 반원형 폼롤과 원형 폼롤 사이에서는 근활성도가 유의한 차이가 없었다($p_{adj} < 0.05/3$) (그림 3).

3.1.2 좌측 다리 들기 운동 시 복근의 근활성도

바닥과 폼롤에서 좌측 다리를 들고 유지할 때 양측 복직근, 좌측 외복사근, 양측 내복사근의 근활성도는 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$) (표 3). 원형 폼롤에서는 우측 외복사근을 제외한 모든 복근의 근활성도가 바닥에서보다 유의하게 증가하였고 반원형 폼롤에서는 좌측 외복사근의 근활성도만 바닥에서보다 유의하게 증가하였다. 반원형 폼롤과 원형 폼롤 사이의 근활성도 변화에는 유의한 차이가 없었다($p_{adj} < 0.05/3$) (그림 3).

표 2. 우측 다리 들기 운동 시 복근의 근활성도 일원분산분석 (N=19)

근육	지지면	평균±표준편차 (%MVIC)	평방합	F	p
우측 복직근	FL	16.57±9.89	3825.89	2.61	0.082
	HR	21.76±7.64			
	RR	21.71±6.14			
좌측 복직근	FL	12.61±4.95	3384.30	4.44	0.016*
	HR	18.40±8.43			
	RR	19.06±8.12			
우측 외복사근	FL	27.05±13.09	12923.97	6.02	0.004*
	HR	41.13±13.72			
	RR	40.20±15.08			
좌측 외복사근	FL	25.22±14.73	12320.16	1.12	0.335
	HR	30.26±12.69			
	RR	32.16±16.71			
우측 내복사근	FL	16.89±12.28	17353.51	2.22	0.119
	HR	24.21±19.40			
	RR	28.54±19.07			
좌측 내복사근	FL	14.36±8.42	15567.08	6.57	0.003*
	HR	26.20±17.77			
	RR	31.91±17.58			

* p<0.05.

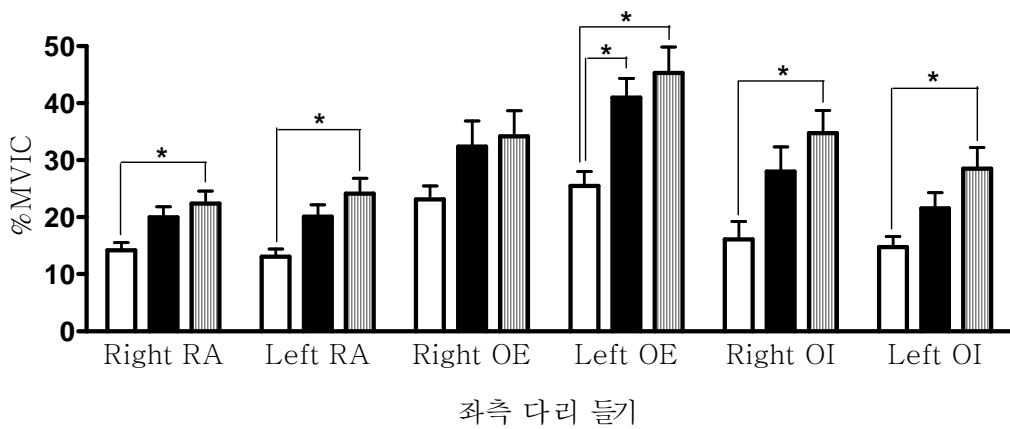
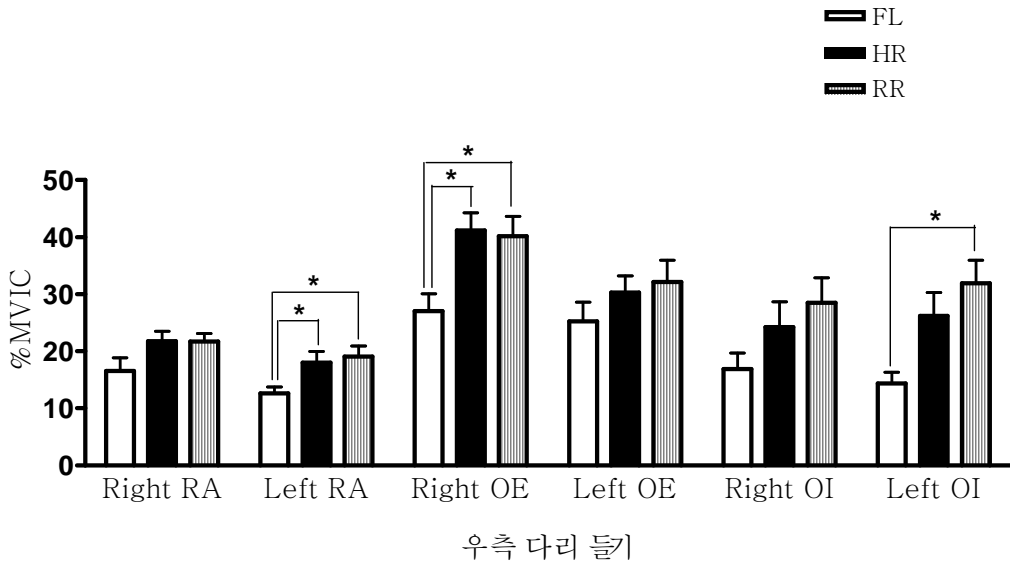
FL: 바닥, HR: 반원형 폼롤, RR: 원형 폼롤.

표 3. 좌측 다리 들기 운동 시 복근의 근활성도 일원분산분석 (N=19)

근육	지지면	평균±표준편차 (% MVIC)	평방합	F	p
우측 복직근	FL	14.19±5.78	4113.16	5.30	0.008*
	HR	19.96±8.08			
	RR	22.40±9.60			
좌측 복직근	FL	13.07±5.71	5703.42	7.12	0.002*
	HR	20.09±9.13			
	RR	24.13±11.61			
우측 외복사근	FL	23.13±10.30	16971.45	2.30	0.110
	HR	32.41±19.30			
	RR	34.13±19.75			
좌측 외복사근	FL	25.47±10.95	17375.91	8.37	0.001*
	HR	40.93±14.98			
	RR	45.27±19.81			
우측 내복사근	FL	16.12±13.58	18533.97	6.01	0.004*
	HR	28.01±18.81			
	RR	34.72±17.44			
좌측 내복사근	FL	14.76±7.95	10444.24	5.57	0.006*
	HR	21.51±12.28			
	RR	28.47±16.34			

* p<0.05.

FL: 바닥, HR: 반원형 폼롤, RR: 원형 폼롤.



* $p_{adj} < 0.05/3$.

Right: 우측, Left: 좌측, RA: 복직근, OE: 외복사근, OI: 내복사근.

FL: 바닥, HR: 반원형 폼롤, RR: 원형 폼롤.

그림 3. 좌·우측 다리 들기 운동 시 지지면에 따른 복근의 근활성도 비교.

3.2 복근의 근활성도 증가율

바닥과 비교한 반원형 폼롤과 원형 폼롤에서의 복근 근활성도 증가율은 표 4와 같다. 좌우의 복근을 다리를 들어 올린 동측과 지면에 지지하고 있는 측으로 나누어 보았을 때 우측 다리를 들었을 때는 반원형 폼롤에서는 지지측 내복사근, 동측 외복사근, 지지측 복직근, 동측 내복사근, 동측 복직근, 지지측 외복사근의 순서로 증가율이 높았다. 원형 폼롤에서는 지지측 내복사근, 동측 내복사근, 동측 복직근, 동측 외복사근, 지지측 외복사근, 동측 복직근, 지지측 외복사근의 순서로 증가율이 높았다. 그리고 좌측 다리를 들었을 때는 각각의 폼롤에서 복직근에 해당하는 순서만 지지측과 동측이 서로 바뀌었고 나머지 근육들의 증가율은 우측 다리를 들었을 때와 동일하였다.

표 4. 바닥과 반원형 폼롤 간의 복근의 근활성도 증가율 (단위: %)

들어 올린 다리	우측 복직근	좌측 복직근	우측 외복사근	좌측 외복사근	우측 내복사근	좌측 내복사근
우측	31.3	45.9	52.0	20.0	43.3	82.5
좌측	40.7	53.7	40.1	60.7	73.8	45.7

표 5. 바닥과 원형 폼롤 간의 복근의 근활성도 증가율 (단위:%)

들어 올린 다리	우측 복직근	좌측 복직근	우측 외복사근	좌측 외복사근	우측 내복사근	좌측 내복사근
우측	31.2	51.2	48.6	27.5	69.0	122.2
좌측	57.9	84.6	47.6	77.7	115.4	92.9

제4장 고찰

일반적으로 임상에서는 체간 안정화 운동의 난이도를 높이기 위하여 불안정한 도구들을 사용하고 있음에도 불구하고 그러한 운동이 복근에 미치는 영향에 대해서는 치료용 공을 이용한 연구를 제외하면 알려진 바가 없었다. 따라서 본 연구에서는 요통 과거력이 없는 건강한 성인을 대상으로 바닥과 2가지 종류의 폼롤에 누워서 한쪽 다리 들기 운동을 시행할 때 복근의 근활성도 변화를 표면 근전도 분석 시스템을 이용하여 알아보았다.

연구 결과 관찰된 복근의 근활성도의 변화는 들어 올린 다리에 따라 차이가 있었다. 원형 폼롤에서 우측 다리를 들었을 때에는 다리를 들어 올린 측의 외복사근과 지지면에 있는 다리측의 복직근과 내복사근의 근활성도가 바닥에서 다리를 들었을 때보다 유의하게 증가하였다. 좌측 다리를 들었을 때에는 지지면에 있는 다리측의 외복사근을 제외하고 모든 복근이 바닥에서 다리를 들었을 때보다 유의하게 증가하였다($p_{\text{adj}} < 0.05/3$). 반원형 폼롤에서 우측 다리를 들었을 때에는 다리를 들어 올린 측의 외복사근과 지지하고 있는 다리측 복직근의 근활성도가 바닥에서 다리를 들었을 때보다 유의하게 증가하였고, 좌측 다리를 들었을 때에는 다리를 들어 올린 측 외복사근의 근활성도만 유의하게 증가하였다($p_{\text{adj}} < 0.05/3$).

폼롤에서 일부 복근의 근활성도가 바닥에서보다 증가한 것은 다음의 네 가지 이유때문인 것으로 판단된다. 첫 번째는 지지면의 불안정성 때문이다. 지지면이 불안정한 상황일 때 신체가 균형을 유지하기 위해서는 신체 분절을 지나는 근육들이 더 많은 공동 수축을 하게 된다. 두 번째는 지지면 단면적의 차이이다.

바닥에서보다 폼롤에서는 지지면의 단면적이 좁기 때문에 다리를 들어 올렸을 때 폼롤의 좌우의 흔들림은 지지면 내에서 무게 중심을 유지하기 어렵게 한다. 따라서 균형을 유지하기 위해서 근활성도가 증가하게 되었을 것이다(Behm, and Anderson 2006; Shumway-Cook, and Woollacott 1995). 세 번째는 체성감각 정보량의 차이이다. 공간 균형을 유지하는데 중요한 체성감각 정보는 지지면의 단면적에 비례하여 들어온다. 바닥과 반원형 폼롤, 원형 폼롤에 등을 대고 누웠을 때 등에 닿는 지지면 면적의 순차적 감소로 인해 체성감각 정보량도 감소하였을 것이고 따라서 균형을 유지하는데 필요한 감각 정보가 부족한 상황에서는 근육들을 더욱 긴장시키게 되었을 것이다(Shumway-Cook, and Woollacott 1995). 마지막으로 네 번째는 전정감각(vestibular sensation)의 자극 때문으로 생각되는데 한쪽 다리를 들고 유지하는 동안 폼롤의 좌우 흔들림이 전정감각을 자극하여 전정척수로(vestibulospinal tract)를 통해 척추 주위의 근수축을 촉진시켰을 것이다(Shumway-Cook, and Woollacott 1995).

그리고 원형 폼롤에서 한쪽 다리 들기 운동 시 같은 지지면이었음에도 불구하고 우측 다리를 들었을 때 보다 좌측 다리를 들었을 때 더 많은 복근의 공동 수축이 발생한 결과는 좌측 다리를 들었을 때 균형을 유지하기가 더 힘들었다는 것을 의미한다고 생각되며 그 이유는 다음과 같다. 체간의 근육은 체간의 앞과 뒤에서 각각 수직 방향과 사선 방향("X" 형태), 수평 방향의 힘을 형성하여 안정성을 유지한다고 하였다(Pool-Goudzwaard et al. 1998). 체간의 앞쪽에서는 복직근이 수직방향으로 배열되어 있고 사선 방향의 근육으로는 외복사근과 내복사근이 있으며 수평 방향으로는 복횡근이 배열되어 있다. 폼롤에서 한쪽 다리를 들어 올리는 운동 시에는 다리를 들어 올린 측으로 부하가

증가하여 폼롤이 회전하게 된다. 그리고 복사근들은 체간이 회전할 때 복직근초(rectus sheath)를 중심으로 서로 반대방향의 외복사근과 내복사근이 짝을 이루어 작용하므로 폼롤에서 우측다리를 들 때 우측으로 체간이 회전하는 것에 대항하기 위해서 좌측 내복사근과 좌측 복직근, 우측 외복사근이 공동 수축하여 좌측 회전력을 만들어 힘의 평형 상태를 유지하려고 했을 것이다(Pool-Goudzwaard et al. 1998). 그런데 모든 대상자들은 선정과정에서 폼롤에서 우측 다리를 들고 유지하는 것이 좌측다리를 들고 유지하는 것보다 상대적으로 편하다고 하였으며 보행시 우측 발이 먼저 나가고 공을 찰 때도 우측다리를 주로 사용하였다는 점을 고려 할 때 대상자들의 우측 다리가 우세 다리였다. 그러므로 생활 중 우측다리를 드는 동작의 빈도수가 상대적으로 많아서 복부 근육들에 반복적인 학습의 효과가 있었을 것이라고 생각해 볼 수 있다(Sahrmann 2001; Shumway-Cook, and Woollacott 1995). 따라서 우측 다리를 들 때는 다리를 들어 올린 반대측 내복사근과 다리를 올린측 외복사근의 공동 수축만 증가시켜 체간에 가해진 회전력에 대항할 수 있었지만 좌측 다리 들기의 경우 상대적으로 사용 빈도가 낮았기 때문에 안정성을 유지하기가 더욱 어렵게 느껴져 회전력에 대항하기 위해서 사선 방향의 근육 수축을 이용한 안정화 전략 이외에 부가적인 지원이 필요했을 것이다. 따라서 좌측 다리 들기 운동 시에는 복부의 모든 근육을 동시에 수축시켜 복압을 높여서 척추를 견고하게 고정하였기 때문에 우측 외복사근을 제외한 모든 복근의 근활성도가 유의하게 증가한 것으로 생각된다(Hodges et al. 2005).

바닥과 비교한 폼롤에서 개별 복근의 근활성도 증가율은 반원형 폼롤과 원형폼롤에서 모두 지지면에 있는 다리측의 내복사근이 가장 높은 증가율을

보였다. 반원형 폼롤에서는 다리를 들어 올린 반대측 내복사근 다음으로 다리를 올린 동측 외복사근의 증가율이 높았고 원형 폼롤에서는 들어 올린 다리의 반대측 내복사근 다음으로 동측 내복사근의 증가율이 높았다. 내복사근은 복횡근과 해부학적으로 비슷하게 기시(origin)와 정지(insertion)를 하고 있기 때문에 복횡근과 같이 복부 내압을 높이고 요추분절의 안정성을 유지하는데 주된 역할을 한다(Ainscough-Potts, Morrissey, and Critchley 2006; Akuthota, and Nadler 2004). 내복사근은 한쪽 다리를 들었을 경우 다리 무게 때문에 체간이 다리를 올린 동측으로 회전하는 것에 대항하기 위해서 동측 외복사근과 짝을 이루어 작용을 하다가 지지면의 불안정성이 커질수록 복부 내압을 높여 안정성을 유지하게 되면서 양측 내복사근의 작용이 증가되었기 때문에 증가율의 순위 변화가 있었던 것으로 생각된다(Akuthota, and Nadler 2004; Barnett, and Gilleard 2005; Richardson, Hodges, and Hides 2004).

복근 운동 시에는 적절하게 척추를 안정시키고 골반과 척추사이에 최적의 정렬(alignment) 상태를 유지하는 것과 체간과 골반대의 근육들이 길이-긴장도 특성(length-tension property)을 변화시키지 않고 운동하는 것이 중요하다고 하였다(Hall, and Brody 1999; Sahrmann 2001). 바닥에 무릎을 세우고 누워서 시행하는 한쪽 다리 들기 운동은 척추의 중립자세로 유지할 수 있는 장점이 있지만, 선행 연구에 의하면 바닥에서는 한쪽 다리를 드는 운동 시 내·외복사근의 근활성도는 거의 없거나 MVIC의 10% 미만이었다(Andersson et al. 1997). 그러므로 복근의 근력 강화를 시키고자 한다면 근활성도를 높여 줄 수 있는 난이도 조절이 필요할 것이다.

본 연구의 결과에 따르면 바닥에서보다 반원형 폼롤과 원형 폼롤에서 한쪽 다리 들기 운동을 하는 것이 복근에 효과적인 저항을 제공할 것으로 생각된다. 그러나 원형 폼롤에서 한쪽 다리를 드는 운동 시 들어 올린 다리가 우세다리인 경우에는 동측 외복사근과 복직근 지지측 내복사근의 근활성도가 유의하게 증가하는데 반하여 비우세 다리를 올린 경우에는 지지측 외복사근을 제외한 모든 복근의 근활성도가 증가하여 공동 수축을 하게 되므로 그 동작을 수행할 만큼 복근이 충분하지 못하거나 협응 능력이 부족할 때에는 개인의 능력에 맞는 적절한 단계의 폼롤 운동 처방이 중요할 것이다.

본 연구는 요통 과거력이 없는 건강한 젊은 성인을 대상으로 실시하였으므로 환자나 일반인을 대상으로 일반화 하기에는 제한점이 있다. 그리고 체간의 안정성을 유지하는데에는 복횡근, 다열근, 골반 기저근(pelvic floor muscle) 등의 심부 근육들을 작용이 필요하며 체간 뒤쪽의 등배근(latissimus dorsi)과 대둔근(gluteus maximus)과 같이 체간 안정화시 복근의 길항근으로 작용하는 근육들의 역할도 중요하다. 하지만 등을 바닥에 대고 누운 자세로 한쪽 다리를 드는 운동의 특성상 체간 뒤쪽의 근육의 근활성도는 측정하기 어려웠고 표면 근전도 분석 시스템을 사용하였기 때문에 심부근육들의 근활성도 변화는 알아볼 수 없었다. 따라서 앞으로의 연구에서는 동일한 운동을 요통이 있는 환자나 다른 연령대의 사람들에게 시행하였을 때의 결과와 불안정한 지지면에서의 운동이 심부근육들에 미치는 영향에 대한 연구가 필요할 것이다.

제5장 결론

본 연구는 바닥과 폼롤에 누운자세에서 한쪽 다리 들기 운동 시 복근의 근활성도 변화를 알아보기 위하여 실시하였다. 연구 대상자는 요통 과거력이 없는 건강한 성인 19 명(남자 12 명, 여자 7 명)이었으며 대상자가 누워서 운동을 한 지지면은 바닥과 반원형 폼롤, 원형 폼롤의 3 가지 종류였다. 운동시 표면 근전도 시스템을 이용한 복근의 근활성도 측정 결과는 다음과 같다.

1. 복근의 근활성도는 우측 다리를 들었을 때 원형 폼롤에서 좌측의 복직근과 내복사근, 우측 외복사근에서 바닥보다 유의하게 증가하였고, 반원형 폼롤에서는 좌측 복직근과 우측 외복사근의 근활성도가 바닥에서보다 유의하게 증가하였다($p_{adj} < 0.05/3$). 좌측 다리를 들었을 때에는 원형 폼롤에서 우측 외복사근을 제외한 모든 복근의 근활성도가 바닥에서보다 유의하게 증가하였고, 반원형 폼롤에서는 좌측 외복사근의 근활성도만 바닥보다 유의하게 증가하였다. 반원형 폼롤과 원형 폼롤 사이에는 모든 복근 근활성도에 유의한 차이가 없었다($p_{adj} < 0.05/3$).

2. 바닥과 비교한 반원형 폼롤과 원형 폼롤에서의 복근 근활성도 증가율은 지지측의 내복사근에서 가장 높았다.

따라서 본 연구의 결과 무릎을 세우고 폼롤에 누워서 한쪽 다리를 드는 운동을 하는 것이 동일한 운동을 바닥에서 시행하였을 때보다 복근 강화 훈련에 효과적일 것이라고 사료된다.

참고문헌

- Ainscough-Potts AM, Morrissey MC, and Critchley D. 2006. "The response of the transverse abdominis and internal oblique muscles to different postures." *Man Ther*, 11(1): 54-60.
- Akuthota V, and Nadler SF. 2004. "Core strengthening". *Arch Phys Med Rehabil*, 85(3 Suppl 1): S86-92.
- Andersson EA, Nilsson J, Ma Z, and Thorstensson A. 1997. "Abdominal and hip flexor muscle activation during various training exercises." *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 75(2): 115-123.
- Barnett F, and Gilleard W. 2005. "The use of lumbar spinal stabilization techniques during the performance of abdominal strengthening exercise variations." *J Sports Med Phys Fitness*, 45(1): 38-43.
- Barr KP, Griggs M, and Cadby T. 2005. "Lumbar stabilization: Core concepts and current literature, Part 1." *Am J Phys Med Rehabil*, 84(6): 473-480.
- Behm DG, and Anderson KG. 2006. "The role of instability with resistance training." *J Strength Cond Res*, 20(3): 716-722.
- Behm DG, Leonard AM, Young WB, Bonsey WA, and MacKinnon SN. 2005. "Trunk muscle electromyographic activity with unstable and unilateral exercises." *J Strength Cond Res*, 19(1): 193-201.
- Bliss LS, and Teeple P. 2005. "Core stability: The centerpiece of any training program." *Curr Sports Med Rep*, 4(3): 179-183.

- Cosio-Lima LM, Reynolds KL, Winter C, Paolone V, and Jones MT. 2003. "Effects of physioball and conventional floor exercises on early phase adaptations in back and abdominal core stability and balance in women." ***J Strength Cond Res***, 17(4): 721-725.
- Cotts B, Pettitt R, and Willardson J. 2005. "Regarding – The effectiveness of resistance exercises performed on unstable equipment: Response." ***Strength and Conditioning Journal***, 27(4): 10-11.
- Dankaerts W, O'Sullivan PB, Burnett AF, Straker LM, and Danneels LA. 2004. "Reliability of EMG measurements for trunk muscles during maximal and sub-maximal voluntary isometric contractions in healthy controls and CLBP patients." ***J Electromyogr Kinesiol***, 14(3): 333-342.
- Escamilla RF, McTaggart MS, Fricklas EJ, DeWitt R, Kelleher P, Taylor MK, Hreljac A, and Moorman CT. 2006. "An electromyographic analysis of commercial and common abdominal exercises: Implications for rehabilitation and training." ***J Orthop Sports Phys Ther***, 36(2): 45-57.
- Hall C, and Brody L. 1999. *Therapeutic exercise: Moving toward function*. 1st ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins.
- Haynes W. 2004. "Core stability and the unstable platform device." ***Journal of Bodywork and Movement Therapies***, 8(2): 88-103.
- Hides JA, Richardson CA, and Jull GA. 1996. "Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain." ***Spine***, 21(23): 2763-2769.

- Hodges PW, Eriksson AE, Shirley D, and Gandevia SC. 2005. "Intra-abdominal pressure increases stiffness of the lumbar spine." *J Biomech*, 38(9): 1873–1880.
- Hubley–Kozey CL, and Vezina MJ. 2002. "Muscle activation during exercises to improve trunk stability in men with low back pain." *Arch Phys Med Rehabil*, 83(8): 1100–1108.
- Jeffrey R, Glenn S, and Jonathan H. 1998. *Introduction to Surface Electromyography*. 1st ed. Gaithersburg: Jones and Batlett.
- Leetun DT, Ireland ML, Wilson JD, Ballantyne BT, and Davis DM. 2004. "Core stability measures as risk factor lower extremity injury in athletes." *Med Sci Sports Exerc*, 36(6): 926–934.
- McGill SM, Grenier S, Kavcic N, and Cholewicki J. 2003. "Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine." *J Electromyogr Kinesiol*, 13(4): 353–359.
- Neumann D. 2002. *Kinesiology of the Musculoskeletal System*. 1st ed. St. Louis: Mosby.
- Panjabi MM. 1992. "The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis." *J Spinal Disord*, 5(4): 390–397.
- Pool–Goudzwaard AL, Vleeming A, Stoeckart R, Snijders CJ, and Mens JM. 1998. "Insufficient lumbopelvic stability: A clinical, anatomical and biomechanical approach to 'a-specific' low back pain." *Man Ther*, 3(1): 12–20.

- Richardson C, Hodges P, and Hides J. 2004. *Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization: A motor control approach for the treatment and prevention of low back pain.* 2nd ed. Philadelphia: Churchill Livingstone.
- Richardson CA, and Jull GA. 1995. "Muscle control–pain control. What exercises would you prescribe?" *Man Ther*, 1(1): 2–10.
- Richardson C, Jull G, Hodges P, and Hides J. 1999. *Therapeutic exercise for spinal segmental stabilization in low back pain: Scientific basis and clinical approach.* London: Churchill Livingstone.
- Richardson C, Jull G, Toppenberg R, and al e. 1992. "Techniques for active lumbar stabilisation for spinal protection: A pilot study." *Australian Physiotherapy*, 38(2): 105–112.
- Richardson C, Toppenberg R, and Jull G. 1990. "An initial evaluation of eight abdominal exercises for their ability to provide stabilisation for the lumbar spine." *Australian Physiotherapy*, 36(1): 6–11.
- Sahrmann S. 2001. *Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes.* 1st ed. St. Louis: Mosby.
- Shumway–Cook A, and Woollacott M. 1995. *Motor control: Theory and practical applications.* 1st ed. Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins.
- Tse MA, McManus AM, and Masters RS. 2005. "Developmental and validation of a core endurance intervention program: Implications for performance in college–age rowers." *J Strength Cond Res*, 19(3): 547–552.
- Vera–Garcia FJ, Grenier SG, and McGill SM. 2000. "Abdominal muscle

response during curl-ups on both stable and labile surfaces." *Phys Ther*, 80(6): 564-569.

Willardson J. 2004. "The effectiveness of resistance exercises performed on unstable equipment." *Strength and Conditioning Journal*, 26(5): 70-74.

ABSTRACT

Comparison of Abdominal Muscle Activity during Unilateral Leg Raising on Floor and Foam Roll

Kim Su-Jeong

Dept. of Rehabilitation Therapy

(Physical Therapy Major)

The Graduate School

Yonsei University

Various exercise protocols have been introduced into clinical practice for improving trunk stability. Trunk and lumbar stability exercises on unstable surfaces have been recommended for improving lumbar stability, and unilateral leg-raising exercise on the floor and a foam roll is often prescribed for improving trunk stability in clinic settings.

This study compared abdominal muscle activity during unilateral leg raising in a hooked lying position among three types of surface condition: floor (FL), half-round foam roll (HR), and round foam roll (RR). Nineteen able-bodied volunteers who had no medical history of lower extremity or lumbar spine disease were recruited for this study. Muscle activity was recorded using surface electromyography (EMG) from both sides of the

rectus abdominis (RA), obliquus externus abdominis (OE), and obliquus internus abdominis (OI) during unilateral leg raising. The normalized EMG activities were compared using a one-way repeated ANOVA.

The study showed that the EMG activities of the left RA, right OE, and left OI during right-leg raising were significantly higher in the RR condition than in the FL condition. During left-leg-raising exercise, the EMG activities of all abdominal muscles except for the right OE were significantly higher in the RR condition than in the FL condition. When subjects unilaterally raised a leg, the EMG activity of the contralateral OI muscle was markedly higher in the RR condition than in the FL condition.

These observations suggest that performing leg-raising exercise on a foam roll is a useful method for improving lumbar stability.

Key Words : Abdominal muscle, Electromyography, Foam roll, Trunk stability exercise, unstable surface.