

기능적 팔 뻗기 시 지면에 따른 앞정강근과 장딴지근의 근활성도 비교

■박정서, 남연경¹, 김문정², 윤세원¹

영동대학교 물리치료학과, ¹광주여자대학교 물리치료학과, ²광주여자대학교 대학원 물리치료학과

Analysis of Muscular Activity of Tibialis Anterior Muscle and Gastrocnemius Muscle in Functional Reach Test of Elderly According to Different Surfaces

Jeong-Seo Park, PT, MS; Yeon-Kyeong Nam, Student¹; Moon-Jeong Kim, PT²; Se-Won Yoon, PT, PhD¹

Department of Physical Therapy, Yeongdong University; ¹Department of Physical Therapy, Kwangju Women's University; ²Department of Physical Therapy, Graduate School, Kwangju Women's University

Purpose : This study aims to examine the changes of muscle activity of the tibialis anterior muscle and the gastrocnemius muscle on the ground and unstable ground for functional reach test.

Methods : This study chose 24 elderly men and 24 elderly women who could walk independently, reach their arm over 25 cm, show shoulder joint 90° flexion, had no operations on lower limb joints, and don't take medication affecting the ability to keep balance.

Muscular activity of the tibialis anterior muscle and the gastrocnemius muscle was measured using functional reach test and electromyogram. Functional reach test was conducted at a total of four sections, 0cm, 15cm, 20cm, and 25cm.

Results : It was known that the gastrocnemius muscle was used more than the tibialis anterior muscle to keep balance and the elderly with good balance ability showed no great change of muscular activity on both the stable and unstable ground.

Conclusion : It was found that the subjects used their gastrocnemius muscle more and lower limbs of frequently used parts to keep their balance. As the elderly have good balance ability, they showed no great change of muscular activity on both the stable and unstable ground.

Key words : Functional reaching test, EMG, Balance

논문접수일 : 2011년 11월 29일

수정접수일 : 2011년 12월 5일

게재승인일 : 2011년 12월 15일

교신저자 : 윤세원, ptyoon2000@hanmail.net

1. 서론

균형은 일상생활의 모든 동작수행에 중요한 영향을 주며 신체를 평형상태로 유지시키는 능력 즉, 바른 자세로 그 기저면 위에서 중력중심을 유지하는 능력이다.¹⁻³ 또한 균형은 흔들리며 서있거나 멈추어서 수의적인 움직임을 하는 동안 자세의 안정성을 유지하기 위한 건강한 노인들과 허약한 노인들의 능력으로 정의된다.⁴ 이러한 균형 능력이 감소되면 낙상을 자주 경험하게 된다.^{5,6}

낙상은 노인에게 있어서 사망의 원인이 되며, 낙상을 경험한 노인들의 20~30%는 엉덩관절 손상등과 같은 가동성과 독립성이 제한 받는 중증의 상해를 입게 되고, 그로 인해 신체적 활동이 제한되거나 이차 합병증으로 사망의 위험이 증가된다.⁷

Maki⁸는 기능적 능력을 측정할 등속성 하지근력은 낙상을 예측할 수 있는 위험 인자라고 보고 하였다. Frontera 등⁹과 Macaluso 와 De Vito¹⁰는 하지 근력의 약화는 노인들에게 있어 일상생활을 하는데 매우 중요한 유연성, 민첩성의 부족과 보행의 불안정성 등

여러 기능 체력의 약화와도 상관있으며, 따라서 낙상경험에도 영향을 미친다고 하였다. Hauer등¹¹은 평균 82세 노인을 대상으로 9주간 운동을 실시한 결과 하지근력의 향상으로 균형능력이 증가하였다고 보고 하였다.

균형조절은 시각, 전정기관, 고유수용성감각, 근 골격계 기능으로부터의 통합된 정보에 의해서 이루어진다.¹² 이렇게 다양한 구조들이 복합적으로 작용하고 있기 때문에 균형을 효과적으로 이해하고 평가하기 위하여 많은 균형평가도구들이 개발되어왔다.¹³⁻¹⁶

균형은 크게 정적 균형과 동적 균형으로 나뉜다.¹⁷ 정적 균형은 지지기저면내에 중력 중심을 두어 신체가 움직이지 않게 자세를 유지하는 능력이며 동적균형은 신체가 움직이는 동안 중력 중심을 지지 기저면 내에 두어 원하는 자세를 유지하는 능력이다.¹⁷ 정적 균형은 중요한 기능의 감퇴가 일어날 때까지 노인에게서 유지되는 반면, 동적 균형 손실은 더 일찍 발생한다.¹⁸

이러한 동적 균형능력을 평가하는 방법으로는 Wolfson 등¹⁶의 자세긴장검사(postural stress test, PST), 압력중심편위(center of pressure excursion, COPE), 플랫폼 자세 동요검사(platform perturbation test), 기능적 팔 뻗기 검사(functional reach test)가 있다.¹⁹ 이들 중에서 기능적 전방 팔 뻗기 검사는 고가의 장비가 필요 없고 임상에서 쉽게 적용할 수 있는 방법이다.^{19,20}

기능적 팔 뻗기 검사는 실험자가 선 자세에서 고정된 지지대를 유지하는 동안 팔의 길이를 넘어서 앞으로 도달 할 수 있는 최대 거리이며, 경제적이고 신뢰도와 타당도가 높아 낙상을 예측하는데 가장 많이 사용하는 균형 측정 방법이다.²¹ Duncan 등²¹은 특히 노인에게서 전통적인 임상적 평형능력의 평가와 상당한 관련이 있다고 하였다.

노인 낙상에서 균형 능력의 손상과 하지근력의 관련이 있는 것으로 보고 되고 있다.²² Park 등²³은 대퇴사두근의 근력강화운동을 실시한 후 기능적 팔 뻗기 검사, 10m 걷기검사 등의 기능 평가를 통해 균형능력 향상에서 유의한 효과가 있었다고 보고하였다. 또한 Kim과 Oh²⁴는 슬관절 근력강화를 위한 등속성 운동을 적용한 후 기능적 팔 뻗기 검사 등을 평가한 결과 근력과 균형능력이 유의하게 향상되었다고 보고하였다.²⁴

이처럼 노인의 낙상 예방을 위한 운동의 효과 및 위험인자를 밝히기 위한 노력이 활발하게 이루어지고 있다. 그러나 낙상과 하지 근력의 상관성에 대한 연구는 미흡한 실정이며 지금까지 진행된 선행 연구는 대부분 기능적 팔 뻗기 검사, 의자에서 일어나 걷기 검사, Berg 균형척도 검사 등 기능평가 중심의 연구로 국한되어 있다. 또한 균형능력과 발목관절 근력과의 관련성 등에 관한 연구가

부족한 실정이다.

이에 본 연구는 낙상과 관련이 큰 동적 균형 평가도구인 기능적 팔 뻗기 검사를 이용하여 안정된 지면과 불안정한 지면에서 발목관절과 관련이 큰 앞정강근과 장딴지근의 근활성도를 비교 분석하여 여러 낙상예방프로그램 개발의 기초 자료를 얻고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 2011년 6월 20일~7월 20일까지 광주광역시 소재 B노인건강타운을 이용하여 연구 참여에 동의한 사람 60세 이상의 노인 99명 중 선정기준에 해당하는 남성노인 24명, 여성노인 24명, 전체 48명을 무작위로 선정하여 연구에 동의를 구한 후 진행하였다. 대상자 선정시 기준은 자립 보행과 기능적 팔 뻗기 시 25cm이상 가능하고 어깨관절(shoulder joint) 굴곡이 90° 이상 가능하며, 하지 관절에 수술 경험이 없고 균형 유지 능력에 영향을 주는 약물을 복용하지 않는 자로 한정하였다. 연구대상자들의 일반적 특성은 다음과 같다(표 1).

표 1. 연구 대상자의 일반적 특성(n=48)

특성	남자(n=24)	여자(n=24)
나이(세)	73.2±7.1	69.2±5.5
신장(cm)	166.3±4.1	155.2±3.3
체중(kg)	66.7±8.4	58.6±7.5

평균±표준편차

2. 실험도구

1) 기능적 팔 뻗기(functional reach test)

어깨높이로 벽에 붙여진 cm가 표시된 쇠자를 사용하여, 실험대상자가 가까이 서도록 하였다. 어깨관절(shoulder joint)은 90° 굽힘하고 팔꿈관절(elbow joint)은 완전 신전 하고 손을 짝 편 상태로 벽에 닿지 않도록 하였다. 손을 평행하게 앞으로 뻗었을 때 세 번째 손허리뼈(metacarpal head)의 끝을 측정하여 시작 점을 표시 하였다. 실험대상자가 측정도구와 수평으로 가능한 한 앞쪽으로 뻗도록 지시한다. 0, 15, 20, 25cm를 막대 자에 표시하여 각 cm에 해당되는 만큼 팔 뻗기를 진행 하였다. 각 표시간격에 따라 10초씩 유지하며 팔 뻗기를 진행 하였다. 25cm이상 팔 뻗기가 가능한 경우, 10초 동안 유지할 수 있는 지점에 표시 하였다. 실험대상자들이 발을 움직일 때, 실험을 다시 시도하였다.

불안정한 지지대 위에서 실험을 진행하기 위해 쿠션이 있는 매트 (가로-18cm 세로-35cm) 두 개를 제작하여 양 발을 올려놓은 상태로 이전과 같은 방법으로 실험을 진행하였다.

총 대상자들에게 한 번의 연습시도가 주어지고 각 측정 사이는 근 피로를 방지하기 위하여 15초 동안 휴식을 취하게 하였다.

2) 근전도(electromyogram) 측정

근전도 측정은MP-150 (biopac, 미국)을 사용하였으며, 수집된 자료의 개인용 컴퓨터와 연동하여 근전도 소프트웨어 Acknowledge을 사용하였다. 표본추출률(sampling rate)은 1000Hz로 하였으며, 대역통과(band-pass) 필터는 20~500Hz로 설정하였다. 전극은 직사각형 모양의 이극표면전극인 TSD150B 를 사용하였다.

본 연구에서 사용한 표면 근전도 신호에 대한 피부 저항을 감소시키기 위해 체모와 각질을 제거하고, 의료용 알코올 솜으로 청결하게 세척하고 완전하게 마른 후에 전극 배치를 하였다. 전극의 부착 부위는 양쪽 앞 앞정강근과 장딴지근에 최대 저항을 줄 수 있는 자세를 취한 후 최대로 수축시켜 가장 활성화되는 부위인 근육 (muscle belly)에 근육의 방향과 평행하게 부착하였다. 앞정강근과 장딴지근에 표면전극을 부착하여 10초씩 유지하는 각각의 5개의 구간 동안 근전도의 실효치진폭 (Root Mean Square, RMS)값을 이용하여 이때 나타나는 하지근육의 활성도를 측정하였다. 근 활성도의 오차를 줄이기 위하여 각각의 구간에 처음 3초와 마지막 2초를 제외한 5초 동안의 평균값을 분석하였다.

3. 자료분석

본 연구는 측정된 자료를 SPSS version 12.0을 이용하여 통계처리 하였다. 실험대상자의 일반적인 특성은 기술통계를 실시하였으며, 기능적 팔 뻗기 시 안정된 지면과 불안정한 지면에 따른 각 구간별 앞정강근과 장딴지근의 근활성도 비교는 반복측정분산분석을 실시하였다. 모든 통계학적 유의성을 검증하기 위해 유의수준 α 는 0.05로 하였다.

III. 결과

1. 기능적 팔 뻗기 시 안정된 지면과 불안정한 지면에 따른 근 활성도 비교

기능적 팔 뻗기 시 안정된 지면과 불안정한 지면에 따른 두 근육의 근 활성도 비교를 반복측정분산분석 한 결과는 다음과 같다(표2,

표 3).

앞정강근과 장딴지근 모두 주효과 검증에서 구간에는 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 지면과 구간에 교호작용 및 주효과에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

표 2. 기능적 팔 뻗기 시 안정된 지면과 불안정한 지면에 따른 앞정강근 근활성도 비교

(단위 : μV)

	기능적 팔 뻗기 구간				F		
	0cm	15cm	20cm	25cm	구간	지면	구간x지면
안정된 지면	0.002 ± 0.001	0.003 ± 0.003	0.005 ± 0.004	0.006 ± 0.004	51.452*	0.056	0.111
불안정한 지면	0.002 ± 0.002	0.004 ± 0.003	0.005 ± 0.004	0.006 ± 0.006			

* $p<0.05$

표 3. 기능적 팔 뻗기 시 안정된 지면과 불안정한 지면에 따른 장딴지근 근활성도 비교

(단위 : μV)

	기능적 팔 뻗기 구간				F		
	0cm	15cm	20cm	25cm	구간	지면	구간x지면
안정된 지면	0.004 ± 0.002	0.009 ± 0.004	0.012 ± 0.006	0.017 ± 0.021	44.025*	0.446	0.386
불안정한 지면	0.004 ± 0.003	0.008 ± 0.004	0.011 ± 0.005	0.015 ± 0.007			

* $p<0.05$

2. 기능적 팔뻗기 시 구간별 근활성도 비교

기능적 팔 뻗기 시 앞정강근과 장딴지근의 근활성도 비교를 반복 측정분산분석 한 결과는 다음과 같다(표4, 표5).

안정된 지면과 불안정한 지면 모두에서 주효과 검증에 근육에 따른 변화에서 유의한 차이가 있었으며($p<0.05$), 구간에 따른 변화에서도 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 근육과 구간에 상호작용에서도 유의한 차이가 있었다 ($p<0.05$).

표 4. 안정한 지지면에서 구간별 앞정강근과 장딴지근의 근활성도 비교
(단위 : μV)

		기능적 팔 뻗기 구간				F		
		0cm	15cm	20cm	25cm	구간	지면	구간x지면
안정한 지면	TA	0.002 ± 0.001	0.003 ± 0.003	0.005 ± 0.004	0.006 ± 0.004	22.344*	34.758*	7.443*
	GCM	0.004 ± 0.002	0.009 ± 0.004	0.012 ± 0.006	0.017 ± 0.021			

*p<0.05

TA : Tibialis Anterior

GCM : Gastrocnemius

표 5. 불안정한 지지면에서 구간별 앞정강근과 장딴지근의 근활성도 비교
(단위 : μV)

		기능적 팔 뻗기 구간				F		
		0cm	15cm	20cm	25cm	구간	지면	구간x지면
안정한 지면	TA	0.002 ± 0.002	0.004 ± 0.003	0.005 ± 0.004	0.006 ± 0.006	119.055*	46.807*	27.440*
	GCM	0.004 ± 0.003	0.008 ± 0.004	0.011 ± 0.005	0.015 ± 0.007			

*p<0.05

TA : Tibialis Anterior

GCM : Gastrocnemius

IV. 고찰

본 연구에서는 동적 균형 능력을 평가하는 기능적 팔 뻗기 시 각 구간에 따른 앞정강근과 장딴지근의 근활성도의 차이를 알아보고자 하였다. 정상 노인 48명을 대상으로 안정된 지면과 불안정한 지면에서 기능적 팔 뻗기를 수행하여 지면과 구간에 따른 두 근육의 근 활성도를 비교 분석 하였다.

기능적 팔 뻗기시 안정된 지면과 불안정한 지면에서 앞정강근과 장딴지근의 근활성도를 비교 결과 두 근육 모두 지면에서 유의한 차이를 나타내지 않았다. 이러한 결과는 Shumway-Cook와 Woollacott²⁵은 안정성이 다른 지면에서 균형 감각을 측정하여 고 유수용성 감각이 균형 조절에 미치는 영향을 살펴본 연구에서 지면이 불안정 할수록 균형능력이 유의하게 감소하다고 하였다. 또한 Gribble와 Hertel²⁶은 균형조절의 전략요소로서 젊은 사람들은 발목관절 전략을 이용하는 경향을 보이는데 반해 노인들은 엉덩관절 전략을 이용하는 경향의 조절기전을 보인다고 보고한 결과와 비슷한 결과를 보였다.

또한 kim²⁷은 앞정강근과 장딴지근의 경우 안정된 지면에 비해 불안정한 지면에서 근활성도가 높다고 하였다. 또한 Kim 등²⁸은 불안정한 지면에서 편마비 환자를 대상으로 한 근활성도 분석에서 일반적으로 불안정을 보완하기 위해서는 하지 근육의 활성화에 의해 균형 또는 보행시에 안정성을 제공하게 되어 그에 따라 불안정한 면에서 높은 근 활성도를 보인 것으로 보고하였다.

이러한 연구 결과 불안정한 지면에서 균형을 잡기 위해 발목관절 근육인 앞정강근과 장딴지근이 더 활성화 되는 반면 노인들은 엉덩관절 전략을 이용하게 되면서 안정된 지면과 불안정한 지면에서 통계학적으로는 큰 차이를 보이지 않은 것으로 생각되며 또한 실험 대상자들이 한번의 연습시도 후 안정된 지면에서 측정하고, 마지막으로 불안정한 지면에서 측정하여 운동학습의 효과로 동작의 익숙해짐에 의해 동적 균형이 향상 되었을 것이라고 생각한다.

본 연구에서 기능적 팔 뻗기 수행 시 앞정강근과 장딴지근의 근 활성도 비교 한 결과는 유의한 차이를 보였다. 기능적 팔뻗기 시 장딴지근이 앞정강근 보다 구간이 길어질수록 높은 근 활성도를 나타내었다. 이러한 결과는 Woo 등²⁹이 균형 유지시 활동하는 근육은 안정 기립 시 장딴지근이 주로 활성화 된다고 하였으며, 앞정강근은 신체가 뒤쪽으로 동요가 발생할 때 작용하여, 장딴지근의 경우 체 중심이 앞으로 움직일 때 많이 활성화 된다고 보고하였던 것과 같이 기능적 팔 뻗기 시 점차 체중심이 앞으로 이동하면서 장딴지근이 주로 활성화 되는 결과를 보였다. 또한 불안정한 지면에서는 기능적 팔 뻗기 구간이 점차 길어질수록 앞정강근의 근활성도가 증가한 것으로 나타났으며 이는 팔뻗기 구간이 길어 질수록 신체 동요가 더욱 크게 발생하여 앞정강근과 장딴지근이 함께 자세 균형유지에 기여 하며 이는 균형능력이 좋을수록 발목관절의 배측굴곡을 하는 앞정강근의 근력을 높여야 하는 것으로 생각된다.

이 연구의 제한점으로는 기능적 팔뻗기 검사를 한 방향으로만 동적 안정성을 측정한다는 것이다. 또한 기능적 팔 뻗기시 체간의 회전 만으로도 기능적 팔뻗기 검사값이 증가하는데 본 연구에서는 체간 회전의 움직임을 제한하지 못하였고, 장애가 있거나 균형능력이 떨어지는 노인이 아닌 25cm 이상 기능적 팔 뻗기가 가능한 균형능력이 좋은 노인만을 대상으로 하였다. 노인들을 낙상의 위험 요인에 두는 많은 활동들은 외측 방향으로의 움직임과 안정성 한계 밖으로의 움직임을 포함하므로 앞으로의 연구에서는 기능적 팔 뻗기 검사에서 미치는 요인들을 사전에 충분히 고려하여 실험하고 그 대상과 수행방법에 대한 더욱 많은 연구가 이뤄져야 할 것이다. 또한 실험 대상자의 평균 나이가 60대와 70대가 대부분으로 80대에 실험 대상자가 부족하였다. 추후 연구에서는 다양한 연령을 맞추어 비교 실험한다면 또 다른 유의한 변화가 있을 것으로 생각된다.

V. 결론

본 연구는 65세 이상 남성노인 24명, 여성노인 24명을 대상으로 균형능력이 좋은 노인의 기능적 팔 뻗기 검사 시 지면에 따른 앞정강근과 장딴지근의 근활성도를 비교 분석하기 위하여 표면 근전도를 이용하여 연구한 결과 안정된 지면과 불안정한 지면에 따른 기능적 팔 뻗기 시 안정된 지면과 불안정한 지면 모두 장딴지근에 높은 근활성도를 보였으며 구간이 길어질수록 장딴지근의 근활성도가 더욱 증가되는 것으로 나타났다. 따라서 향후 이러한 자료들은 노인들의 낙상프로그램 개발 등과 관련한 연구에서 기초자료로서 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

- Cohen H, Blatchly CA, Gombash LL. A study of the clinical test of sensory interaction and balance. *Phys Ther.* 1993;73(6):346-51; discussion 51-4.
- O'Sullivan S, Thomas, J., & Schmitz. *Physical rehabilitation assessment and treatment.* FA DAVIS. 1994:3.
- Umphred DA. *Neurological rehabilitation.* 3rd ed. Missouri, St. Louis: Mosby, 1995:3.
- Woolacott MH, Tang PF. Balance control during walking in the older adult: Research and its implications. *Phys Ther.* 1997;77(6):646-60.
- Tinetti ME. Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *J Am Geriatr Soc.* 1986;34(2):119-26.
- Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med.* 1988;319(26):1701-7.
- Sterling DA, O'Connor JA, Bonadies J. Geriatric falls: Injury severity is high and disproportionate to mechanism. *J Trauma.* 2001;50(1):116-9.
- Maki BE. Gait changes in older adults: Predictors of falls or indicators of fear. *J Am Geriatr Soc.* 1997;45(3):313-20.
- Frontera WR, Hughes VA, Fielding RA et al. Aging of skeletal muscle: A 12-yr longitudinal study. *J Appl Physiol.* 2000;88(4):1321-6
- Macaluso A, De Vito G. Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. *Eur J Appl Physiol.* 2004;91(4):450-72.
- Hauer K, Rost B, Rutschle K et al. Exercise training for rehabilitation and secondary prevention of falls in geriatric patients with a history of injurious falls. *J Am Geriatr Soc.* 2001;49(1):10-20.
- Wernick-Robinson M, Krebs DE, Giorgetti MM. Functional reach: Does it really measure dynamic balance? *Arch Phys Med Rehabil.* 1999;80(3):262-9.
- Nashner LM. Fixed patterns of rapid postural responses among leg muscles during stance. *Exp Brain Res.* 1977;30(1):13-24.
- Nashner LM, Black FO, Wall C, 3rd. Adaptation to altered support and visual conditions during stance: Patients with vestibular deficits. *J Neurosci.* 1982;2(5):536-44.
- Shumway-Cook A, Horak FB. Assessing the influence of sensory interaction of balance. Suggestion from the field. *Phys Ther.* 1986;66(10):1548-50.
- Wolfson LI, Whipple R, Amerman P et al. Stressing the postural response. A quantitative method for testing balance. *J Am Geriatr Soc.* 1986;34(12):845-50.
- Murray MP, Seireg AA, SB S. Normal postural stability and steadiness: Quantitative assessment. *J Bone Joint Surg.* 1975;57-A:510-6.
- Hageman PA, Leibowitz JM, Blanke D. Age and gender effects on postural control measures. *Arch Phys Med Rehabil.* 1995;76(10):961-5.
- Wernick-Robinson M, Krebs DE, Giorgetti MM. Functional reach: Does it really measure dynamic balance? *Arch Phys Med Rehabil.* 1999;80(3):262-9.
- Duncan PW, Weiner DK, Chandler J et al. Functional reach: A new clinical measure of balance. *J Gerontol.*

- 1990;45(6):M192-7.
21. Duncan PW, Studenski S, Chandler J et al. Functional reach: Predictive validity in a sample of elderly male veterans. *J Gerontol.* 1992;47(3):M93-8.
22. Gehlsen GM, Whaley MH. Falls in the elderly: Part i, gait. *Arch Phys Med Rehabil.* 1990;71(10):735-8.
23. Park JS, Choi, EY, Hwang TY. The effects of strengthening leg muscular strength on the elderly's walking and balance ability. *The Journal of Korean Society of Physical Therapy.* 2002;14(2):71-9.
24. Kim TH, Oh DS. Effects of exercise training on strength and balance for the elderly. *Journal of the Korean Academy of University Trained Physical Therapists.* 2000;7(1):32-7.
25. Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor control: Theory and practical applications.* 2nd ed. Pennsylvania, Philadelphia: Lippincott williams & Wilkins, 2001:2.
26. Gribble PA, Hertel J. Effect of hip and ankle muscle fatigue on unipedal postural control. *J Electromyogr Kinesiol.* 2004;14(6):641-6.
27. Kim TY. Effect that get in ankle muscle by knee angle stability and the unstable floor. *Journal of Korea Sport Research.* 2006;2006(17):1.
28. Kim EJ, Hwang-Bo G, Lee SY et al. The effects of gait component and muscular activity on unstable surface balance training in stroke patients. *Journal of Rehabilitation Research.* 2010;14(4):329-46.
29. Woo YK, Park JW, Choi JD et al. Electromyographic activities of lower leg muscles during static balance control in normal adults. *Journal of the Korean Academy of University Trained Physical Therapists.* 2004;11(2):35-45.