

엄지발가락 굽힘근의 제한이 한발서기 균형에 미치는 영향

정형국¹ · 김용수²

안산1대학¹ · 신성대학²

The Effect of Big Toe Flexors on Single Limb Balance

Hyung-Kuk Chung¹ · Yong-Soo Kim²

¹*Department of Physical Therapy, Ansan College*

²*Department of Physical Therapy, Shingsung University*

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study was to examine changes of postural sway between the normal group and treatment group of same people through COP movements. **Methods:** Fifty men with no history of sensory, neurological and orthopedic disorders were participated in this study. Participants were tested on single limb balance during 30 seconds on EMED system with bared foot. Each of them performed two methods and 5 trials totally each method: ① non-treated group ② treated group(with big toe flexion limitation). Data on the moving length, average velocity, instantaneous maximum velocity, mediolateral(x axis) maximum velocity, and anteroposterior(y axis) maximum velocity of COP were measured in single limb standing position. **Results:** The moving length and average velocity of COP were significant difference between normal and treatment group($p < 0.05$). On correlation of parameters, the faster average velocity of COP, the higher moving length, instantaneous maximum velocity, mediolateral maximum velocity, and anteroposterior maximum velocity of COP increase. The more Instantaneous maximum velocity of COP, the faster is anteroposterior maximum velocity of COP. **Conclusions:** Limitation of big toe flexors function affected single limb balance of the normal.

Key words : Balance, Big toe flexors, COP, Postural sway

I. 서론

일반적으로 임상에서 사용되는 균형검사는 정적균형과, 동적균형, 도수동요에 대한 균형반응의 3가지이다. 정적균형검사는 자세를 유지하는 검사이고, 동적균형은 체중이동이나 움직임이 일어나는 동안에 균형을 유지하는 검사이다. 그리고 세 번째인 도수동요에 대한 균형반응 검사는 외부의 자극에 반응하면서 균형을 유지하는 것이다. 균형에 대한 정의는 여러 학자들이 저마다 자신의 관점에서 다양하게 정의를 내리고 있다. 1989년도 Tennessee주 Nashville시에서 열린 APTA 포럼의 주제인 “Balance”에서 Duncon(1989)은 균형을 감각 정보, 신경처리 및 생체역학적 요소들의 통합에 의해 일어나는 복잡한 운동조절이라고 했고, Nashner(1989)는 균형을 정의하기로, 신체의 평형상태를 유지하고, 감각기관을 통해 인체의 움직임을 감지한 후, 그 정보를 중추신경계로 보내어 통합한 후, 근육뼈대계로 신호를 보내 반응하도록 하는 일련의 복잡한 과정이라고 했다. 그리고 Herman(1994)은 똑바로 선 자세를 유지하기 위해 인식과 감각 정보의 구조화, 운동계획과 수행을 포함하는 복잡한 과정으로써 주어진 감각 환경에서 기저면 안에 인체중심을 조절하는 능력이라고 했다. 균형은 동적과제를 수행하는데 꼭 필요한 기능이며, 우리가 넘어지지 않고 잘 걸을 수 있도록 만들어 주고 일상의 모든 작업을 적절하게 수행할 수 있도록 돕는다고 했다(Berg 등, 1992). 사실 균형은 신체의 여러 기관들이 협동적으로 작용해야 유지된다. 균형을 간단하게 정의한 학자들도 있다. Nichols 등(1996)은 최소한의 흔들림으로 기저면 내에서 인체 중심을 유지하는 능력이라고 했다. Bertoti(2004)는 중력에 대항하거나 정위자세를 유지하면서 체중부하위치를 변화시키거나 그 자세를 유지하는 능력을 균형이라고 했다. 이렇듯 균형 및 자세조절 능력을 종합해 보면, 다음과 같이 정의를 내릴 수 있다: 제자리에서 있거나, 수의적 움직임을 할 때, 혹은 외부로부터 가해지는 힘에 반응할 때, 자신의 무게중심을 기저면내에서 최소의 자세동요로 유지할 수 있는 능력, 즉 안정성 범위 내로 유지하는 능력이라고

말할 수 있다(Nichols 등, 1996; Shumway-Cook과 Horak, 1986). 특히 Sullivan 등(1982)은 균형과 평형에 대한 차이점은 설명하면서, 균형이란 기저면(BOS) 내에서 인체중심을 유지하는 능력이고, 평형은 인체중심이 기저면 밖으로 벗어났을 때, 신체의 균형을 유지하는 능력이라고 했다. 실제로 균형과 평형을 구분한다는 것에는 약간의 무리가 따를 수 있지만, 많은 학자들이 이들을 구분하여 설명하고 있다. O'Sullivan과 Schmitz(2001)는 평형반응(equilibrium reaction)을 인체중심이나 기저면의 변화에 대해 균형을 유지하는 능력이라고 했고, Bertoti(2004)는 평형반응을 공간에서 신체 지남력의 변화에 대응하는 능력이고, 상실된 균형을 다시 회복하는 움직임이라고 했다. Eils 등(2000)과 정형국(2009)의 연구에서도 발바닥의 감각 기능 감소가 정적 균형에 중요한 영향을 준다고 했다. Dietz 등(1991)도 고유수용성 감각과 안뜰-척수반사가 균형과 보행에 있어, 중요한 역할을 한다고 했다. Diner(1984)는 뇌졸중환자의 정적 균형에 고유수용성 감각이 어떤 영향을 주는지를 연구했다. 본 연구는 엄지발가락이 보행과 서기 균형에 미치는 영향은 매우 클 것으로 생각되어, 엄지발가락 굽힘근의 작용에 영향을 맞추고 있다. 뇌졸중이나 통증 등의 문제로 인해 발가락이 제대로 작용을 하지 못하면 다리 기능에 심각한 문제를 초래할 것이다. 손가락에서 엄지손가락이 다른 손가락에 비해 매우 중요하듯이, 발가락에서 엄지발가락의 중요성은 엄지손가락 못지 않게 중요하다. 특히 보행의 종말입각기(terminal stance)와 전유각기(preswing)에서 체중의 많은 부분이 엄지발가락에 집중되기 때문에 엄지발가락의 굽힘근이 중요한 역할을 한다. 그리고 유각기(swing period) 때 엄지발가락의 편근이 제대로 작용을 하지 못하면, 정상적인 toe clearance에 문제가 발생하여, 무릎관절과 엉덩관절의 굽힘이 초래되어 에너지 소비가 크게 일어날 것이다. 이렇듯 엄지발가락은 입각기와 유각기 모두에서 중요한 역할을 한다. 그리고 엄지발가락은 다른 발가락과 마찬가지로, 발의 파악력에 중요한 영향을 미친다. 발의 파악력은 지면이나 신발안에서 마찰력을 증가시켜 지면에 대한 발의 접촉력을 높여 균형에 중

요한 영향을 미친다. 그래서 본 연구는 엄지발가락의 파악력에 영향을 주는 엄지발가락 굽힘근의 작용을 연구한 것이다.

그러나 본 연구가 엄지발가락의 작용이 제한된 환자를 대상으로 연구한 것이 아니기 때문에, 엄지발가락의 작용을 적절하게 제한하는지에 대한 논란이 있을 수 있다. 그리고 본 연구의 제한점이나 연구상의 문제점을 살펴보면 다음과 같다:

1. 근육의 작용을 근전도로 연구하는 것이 가장 좋은 방법일 것이라고 생각하지만, 본 연구의 주제인 엄지발가락 굽힘근은 종아리의 가장 깊은 곳에 위치하는 근육이기 때문에, 표면 근전도를 적용할 수 없었다.

2. 엄지발가락의 작용을 제한하는 처치 방법에 있어서, 본 연구에 가장 큰 영향을 줄 수도 있는 발바닥의 피부와 근막의 신장을 어느 정도 제한한다고 했지만, 실제로 엄지발가락 굽힘근의 장애를 가진 사람을 완전하게 재현했는지에 따른 의문점이 존재한다.

끝으로, 엄지발가락의 작용이 본 연구에서 정적 균형에 대한 연구 뿐만 아니라, 동적 균형이나 외부 자극에 대한 균형반응에 어떤 영향을 주는지, 그리고 다양한 변수에 대한 연구도 이루어졌으면 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구는 남성과 여성에서 나타날 수 있는 실험결과에 대한 문제점이나 차이점을 제한하기 위해, 50명의 20-30대 남성만을 대상으로 연구하였고, 각 연구대상자들은 특별한 신경학적 문제나 정형외과적 문제를 경험하지 않은 사람으로서, 사전에 본 연구에 대한 내용을 충분히 인지한 후 연구에 참여하였다. 표 1은 연구대상자의 일반적인 특성에 대한 자료이다.

표 1. 연구대상자의 일반적인 특성(n=50)

	평균±표준편차	최대값	최소값
연령(yrs)	23.8±2.46	32	20
신장(cm)	174±4.68	188	165
체중(kg)	70.60±5.96	86	53
발길이(mm)	261.4±7.02	280	240

2. 연구방법

50명의 모든 각 대상자를 아무런 처치를 하지 않은 상태에서 실험을 했고(정상군), 그 다음 엄지발가락의 작용을 제한한 상태로 다시 실험을 했다(처치군). 엄지발가락의 작용을 제한하는 방법으로서, 1인치의 비탄력 테이프로 엄지발가락 두덩부위와 정강뼈(½지점)의 둘레를 감싸는 방식으로 테이핑한 후, 그 두 지점을 다시 비탄력 테이프로 연결시켰다. 이런 처치를 할 때 일어날 수 있는 발바닥의 피부와 근막이 신장되지 않도록 하기 위해 발아치를 최대유지한 상태로 처치를 적용했다. 한발서기 자세동요(균형) 검사를 하기 전에, 처치에 따른 어색함이나 부자연스러움을 가급적 해소하기 위해, 처치한 후 30분이 지난 다음에 실험에 임했다. 한발서기 균형검사의 시간은 정형국(2009)의 방법대로 30초간 검사했고, 검사의 정확도를 높이기 위해, 검사 시작후 5초 지난 다음부터의 데이터를 수집했다. 정상군과 처치군의 각 실험은 5회에 걸쳐 이루어졌고, 그 중 편차가 가장 심한 2회를 제외하고, 나머지 3회의 데이터만을 연구에 이용했다. 한발서기 균형검사를 할 때, 대상자가 입고 있는 옷을 동일시키기 위해, 실험실에서 제공하는 사각형 반바지를 입혔다. 대개 한발서기 균형은 양발서기 균형에 비해 자세동요가 심하게 일어남으로, 양 눈을 뜬 상태로 검사했고, 그 자세동요가 육안으로 확인했을 때 너무 심하였을 때, 다시 실험을 실시했다. 그리고 한발서기를 하는 다리는 대상자가 주로 사용하는 우성 다리를 대상으로 했다.

3. 연구장비

연구대상자의 신체 치수를 측정하기 위해, 줄자와 체중계를 이용했고, 평균이동속도, 이동거리, 순간최대이동속도, 안가쪽 최대이동속도 및 앞뒤쪽 최대이동속도 등을 측정하기 위해 Novel사의 360×190mm 족압분포 측정장비인 EMED System 장비를 이용했다.

4. 자료분석

본 연구대상자의 연령, 신장, 체중, 우성 발길이 등을 기술통계 방식으로 분석했고, SPSSwin 12.0으로 paired T-test와 상관분석을 실시하였다. paired T-test의 유의수준은 $\alpha=0.05$ 수준으로 했고, 상관분석의 유의수준은 $\alpha=0.01$ 과 $\alpha=0.05$ 로 했다.

Ⅲ. 연구결과

COP 이동거리, COP 평균이동속도, COP 순간최대이동속도, COP 안가쪽 최대이동속도(X축), COP 앞뒤쪽 최대이동속도(Y축) 등의 변수 중에서, COP의 평균이동속도와 이동거리에서만 유의성이 나타났다(표 2). COP 평균이동속도가 정상군 보다 처치군에서 높게 나타났는데, 이것은 자세동요가 처치군에서 크게 일어났음을 의미한다($P<0.05$). COP 이동거리에서도 정상군보다 처치군에서 높게 나타났는데, 이것은 COP가 더 먼거리를 움직였다는 의미로서 자세동요, 즉 정적 균형 능력이 다소 떨어진다는 의미로 해석할 수 있다($P<0.05$). 나머지 3개의 변수에서는 통계학적으로 유의성이 떨어졌지만($P>0.05$), 처치군이 정상군보다 높게 나타났다. 모든 변수에서 t값이 (-)값이 나왔다는

표 2. COP 변수에 대한 paired T test 결과

	정상군	처치군	t값	p값
평균이동속도(m/s)	0.0321±0.00511	0.0365±0.00770	-5.006	0.000*
이동거리(cm)	129.147±20.379	149.886±33.633	-5.212	0.000*
순간최대이동속도(m/s)	0.2215±0.1176	0.2380±0.1296	-0.728	0.470
안가쪽 최대이동속도(m/s)	0.1003±0.0332	0.1080±0.0277	-1.362	0.179
앞뒤쪽 최대이동속도(m/s)	0.2113±0.1184	0.2276±0.1319	-0.697	0.489

* 통계학적으로 유의함

표 3. 실험변수간의 상관관계 분석

	평균이동속도(m/s)	이동거리(cm)	순간최대이동속도(m/s)	안가쪽 최대이동속도(m/s)	앞뒤쪽 최대이동속도(m/s)
평균이동속도(m/s)	1				
이동거리(cm)	0.959**	1			
순간최대이동속도(m/s)	0.224*	0.210*	1		
안가쪽 최대이동속도(m/s)	0.387*	0.435**	0.333**	1	
앞뒤쪽 최대이동속도(m/s)	0.198*	0.177	0.990**	0.244*	1

** 상관계수는 0.01 수준에서 유의함

* 상관계수는 0.05 수준에서 유의함

의미는 통계학적ccccccc 유의성과 관계없이 처치군이 정상군보다 더 큰 값이었음을 의미한다.

표 3의 상관분석결과에 따르면, COP 평균이동속도는 COP 이동거리와 매우 높은 상관관계를 보였고, 나머지 변수사이에서도 어느 정도 상관관계를 보였다. 그리고 COP 이동거리는 다른 변수에 비해 COP 안가쪽 최대이동속도와 비교적 높은 상관관계를 나타냈다. COP 순간최대이동속도는 COP 앞뒤쪽 최대이동속도와 매우 높은 상관관계를 보였다. 이것은 엄지발가락의 작용 제한으로 인해 COP 안가쪽 최대이동속도 보다는 앞뒤쪽 최대이동속도가 더 상관을 보였음을 의미하고, 엄지발가락이 앞뒤쪽의 자세동요에 더 큰 영향을 주는 것으로 사료된다.

IV. 고 찰

서기자세에서의 자세동요는 시각, 안뜰기관, 감각 운동시스템 등의 다양한 들신경 정보과 날신경과 뼈대근육의 조절에 의해 조절되는데, 본 연구는 이들 중 엄지발가락 근육이 정적 균형을 유지하는데 어느 정도 작용함을 알 수 있었지만, 육안적으로 큰 차이는 보이지 않았다. 그러나 정적 균형의 유지는 개인의 심리적 특성 뿐만 아니라, 전반적인 특성과의 밀접한 관계가 있다고 했다(Ekdahl 등, 1989; Ostlund, 1979). 특히 Juntunen 등(1987)은 주위 환경이 정적 균형에 미치는 영향을 연구하기 위해 소음이 큰 공장에서 실험한 결과, 소음의 강도에 따라 정적 균형 능력이 떨어짐을 밝혀냈는데, 이것은 시각 뿐만 아니라, 청각도 균형에 영향을 줄 수 있다는 의미였다. 대상자의 신체적 특징이 정적 균형에 어떤 영향을 주는가? Era와 Heikkinen(1985)은 신장과 체중이 정적 자세균형에 부분적으로 영향을 준다고 했지만, Begbie(1969)는 영향을 주지 않는다고 했다. 그러나 본 연구는 대상자의 신장과 체중 및 발길이를 제시했는데, 특히 발길이는 기저면의 크기를 결정하는 중요한 요소가 되기 때문이다. 본 연구는 정적 균형을 자세동요로 대체할 수 있다는 Shumway-Cook과 Horak(1992)의 언급에 근거

된다. 그러나 자세동요와 정적 균형을 동의어는 아니다. 자세를 유지하는 정적 균형의 기본이 자세동요이기 때문에, 많은 연구들이 정적 균형 연구의 일환으로 자세동요를 이용하고 있다(Juntunen, 1987; 김연희 등, 1995; 정형국, 2009). Berg 등(1989)에 따르면, 임상의 균형검사는 주로 정적 균형과 동적 균형, 도수동요에 대한 균형반응으로 이루어진다고 했다. 즉, 정적 균형 검사는 자세를 유지하는 균형의 능력 검사이고, 동적 균형은 체중이동이나 움직임이 일어나는 동안의 균형을 유지하는 검사이고, 마지막으로 도수동요에 대한 반응검사는 외부의 자극에 반응하면서 균형을 유지하는 것이다. 특히 Hork 등(1997)은 균형장애를 가진 사람을 대상으로 임상적인 자세동요 검사를 제시했다. 본 연구에서 처럼 정적 균형검사로 주로 사용되는 서기 자세로는 양발서기검사, 한발서기검사, 일자서기(heel-to-toe) 검사가 있는데, 본 연구는 한발서기에 대한 균형검사 일환으로 COP의 변화를 관찰했다. 그리고 동적 검사로는 일어서기, 걷기, 멈추기, 몸 돌리기, 출발하기 등이 있다. 특히 Berg 등(1989)은 정적 균형과 동적 균형을 객관적으로 측정했고, 또 임상적 검사와 실험적 검사간의 차이점을 비교했다. 본 연구는 한발서기 정적 균형에 초점을 맞추었지만, 임상에서 주로 이루어지는 균형검사를 이용하기 보다는 김연희 등(1995)처럼 힘판을 이용한 방법을 사용했다. 정형국(2009)이 말했듯이, 정상인을 대상으로 한 정적 균형 반응은 육안으로 균형의 정도를 객관적으로 확인할 수 없기 때문에, 족압 분포나 힘판을 통한 COP의 변화로 추정하는 것이 유리하다. 균형에 대한 연구는 각 분야에서 활발히 이루어지고 있는데, 특히 노인학, 운동조절, 스포츠분야, 물리치료 및 재활분야 등에서 많이 이루어지고 있다. 물리치료 및 재활 분야의 연구로써 Payne과 Turner(2000)는 발의 상태가 정적 균형에 얼마나 중요한 역할을 하는지를 연구하기 위해 당뇨병환자의 발을 이용했다. 그리고 운동 및 스포츠 분야에서는 다리의 기능에 관점에서 균형을 연구하고 있다. 본 연구에서처럼, 한발서기 균형은 운동 및 스포츠 분야에서 주로 다리 기능에 대한 일환으로 연구되어져 왔지만, 본 연구는 한발서기 자세를 다리 기능의

관점에서 본 것이 아니라, 균형의 관점에서 연구했다.

Era과 Hikkenen(2000)은 예기치 못한 상황에서의 균형 유지능력에 대해 연구했고, Guskiewicz와 Perrin(1996)은 발목 인대손상을 입은 환자를 대상으로 보조기의 착용이 균형 능력에 어떤 영향을 주는지를 연구했다. 그리고 Wollacott 등(1983)은 몸통감각, 시각 및 안뜰기능이 균형 조절능력에 어떤 영향을 주는지를 자세반응을 통해 연구했고, 또 그들은 노화에 따른 정적 균형을 능력을 연구했다. Nashner(1989)는 균형에 미치는 요소로서, 감각정보, 신경근육계, 생체역학적 요소를 통합하였고, 특히 다리와 몸통의 근육이 동적 균형과 외부 자극에 대한 균형반응에 있어 중요한 역할을 한다고 했다. 그러나 그도 엄지발가락의 작용에 대해서는 어떠한 언급하지 않았다. 그렇다고 해서 엄지발가락의 작용에 중요하지 않다는 것은 아닐 것이다. 본 연구의 결과에 따르면 정적 균형에서도 자세동요에 중요한 역할을 했는데, 동적 균형이나 외부 자극에 대한 균형반응에서는 더욱 큰 역할을 할 것으로 사료된다. Nurse와 Nifgg(2001)가 다리 근육과 족압분포를 연구했듯이, 많은 연구들이 다리 근육에 대해 거론을 하고 있지만, 지면에 닿아 있고 지면을 잡아주는 발가락 근육의 역할에 대한 연구가 거의 존재하지 않는다는 것은 근전도를 이용해 이들 근육을 연구하기가 매우 어렵다는 것으로 사료된다. 그래서 본 연구는 엄지발가락의 작용을 제한하는 방법으로 연구를 실시했고, 그 결과 엄지발가락 굽힘근의 작용이 자세동요에 중요한 역할을 하는 것을 밝혀냈다. 그러나 정적 균형(자세동요)의 관점에서 엄지발가락이 한발서기 자세를 취하는데 어떤 영향을 주는지를 연구했으나, 엄지발가락의 작용이 균형에 미치는 영향에 대한 논문은 거의 존재하지 않았다. Nashner(1977; 1989)는 서기 자세를 취하는 동안 다리 근육들의 자세 반응을 비교했으나, 엄지발가락 굽힘근에 대한 연구는 이루어지지 않았다. 정적 균형에 대한 엄지발가락의 작용을 연구하기 위해서는 임상에서 사용되는 일반적인 균형 검사로는 한계가 있을 것으로 생각되어, 족압분석장비를 이용했다. 힘판 및 족압분석장비의 사용은 1980년부터 주로 이루어져 왔다(Dickstein 등, 1984; Goldie

등, 1989; Norre, 1993). 특히 Dickstein 등(1984)은 편마비 환자의 서기 균형을 연구하기 위해 힘판을 사용했다. 그리고 Goldie 등(1989)은 힘판을 이용한 균형 검사가 다른 임상적 검사보다 신뢰도와 타당도가 훨씬 높게 나타났다고 했지만, 임상에 적용하기가 용이하지 못하다고 했다. 최근에는 많은 연구자들이 다양한 종류의 족압분석장비를 이용해 자세동요, 즉 정적 균형을 측정하고 있다. Ekdahl 등(1989)도 힘판을 이용한 균형 검사가 다른 임상적 검사보다 신뢰도가 매우 우수하다고 했다. 국내에서는 김연희 등(1995)이 힘판을 이용한 자세균형을 측정하였다. 정형국(2009)도 발의 냉적용이 자세동요와 체중분포에 대한 연구를 한 결과, 자세동요를 보는 관점을 COP의 궤적 범위로 정의했고, 그리고 COP의 이동거리를 측정하여, 연구대상이 얼마나 많이 자세동요를 보였는지를 측정했다. 본 연구도 정형국의 방법대로 COP의 이동거리와 평균이동속도를 통해 정적 균형의 정도를 측정했다. 젊은 성인을 대상으로 한 Nichols 등(1995)와 마찬가지로, 본 연구에 따르면 COP의 변화는 처치군과 정상군 모두에서 위치 변화가 크게 나타나지 않았지만, COP의 이동거리에서는 처치군이 정상군보다 더 많이 움직였음을 알 수 있었다.

V. 결 론

1. 엄지발가락의 작용 제한이 한발서기의 균형에서 COP 평균이동속도와 이동거리에 영향을 주었다.
2. 순간최대이동속도, 안가쪽 최대이동속도와 앞뒤쪽 최대이동속도에서는 엄지발가락의 제한 작용이 영향을 주지 않았다.
3. 각 변수들의 상관관계에서 볼 때, 평균이동속도가 빠를수록, 이동거리, 순간최대이동속도, 안가쪽 최대이동속도, 앞뒤쪽 최대이동속도가 커졌고, 이동거리가 멀수록, 순간최대이동속도, 안가쪽 최대이동속도가 빨라졌다.
4. 순간최대이동속도가 빠를수록, 앞뒤쪽 최대이동속도가 빨라졌다.

결론적으로, 엄지발가락 굽힘 작용의 제한이 한발서기 균형에 중요한 역할을 한다는 것이다. 그리고 상관분석으로 통해, 엄지발가락의 작용은 COP의 안가쪽 움직임보다는 앞뒤쪽 움직임을 더 잘 조절한다는 것을 알 수 있었다.

참고문헌

- 김연희, 김남균, 차은중. 힘판을 이용한 자세균형 제어력의 정량적 평가와 임상 균형지수와의 비교 연구. 대한 재활의학회지 1995;19:782-792.
- 정형국. 발의 냉 적용이 자세동요와 체중분포에 미치는 영향. 대한물리치료과학회지 2009;16(4): 19-27.
- Begbie GH. The assessment of imbalance. *Physiotherapy* 1969;55:411-414.
- Berg KO, Wood-Dauphine SL, Williams JL, Gayton D. Measuring balance in the elderly. Preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada* 1989;41:304.
- Bergl KO, Maki BE, Williams JI, Holliday PJ, Wood-Dauphinee SL. A Comparison of clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 1992;73: 1073.
- Bertoti DB. *Functional Neurorehabilitation - through the life span*. FA Davis. Philadelphia; 2004.p387-389.
- Dickstein R, Nissan M, Pillar T, Scheer D. Foot ground pressure pattern of standing hemiplegic patients: Major characteristics and patterns of Movement. *Physical Therapy* 1984;64:19-23.
- Dietz M, Trippel M, Horstmann GA. Significance of proprioceptive and vestibulo-spinal reflexes in the control of stance and gait. Amsterdam, Elsevier 1991;37-52.
- Diner HC, Dichgans J, Guschlbauer B, Mau H.. The significance of proprioception on postural stabilization as assessed by ischemia. *Brain Research* 1984;103:109.
- Duncon P. BALANCE. *Proceedings of the APTA Forum*. Nashville, Tennessee. 1989;June.
- Eils E, Nolte S, Tewes M, Rosenbaum D. Cooling the sole of the foot leads to increased postural sway and modified pressure distribution patterns. *EMED Scientific Meeting* 2000.
- Ekdahl C, Jarnlo GB, Andersson SI. Standing balance in healthy subjects: Evaluation of a quantitative test battery on a force platform. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine* 1989;21:187-195.
- Era P, Hikkaenen E. Postural sway during standing and unexpected disturbance of balance age. *EMED Scientific Meeting* 2000.
- Goldie PA, Bach TM, Evans OM . Force platform measures for evaluating postural control: Reliability and Validity. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 1989;70:510.
- Guskiewicz KM, Perrin DH, Effect of orthotics on postural sway following inversion ankle sprain. *Journal of Sport Physical Therapy* 1996;23:326-331.
- Herdman S. *Vestibular Rehabilitation*. FA Davis. Philadelphia;1994.
- Horak FB, Henry SM, Shumway-Cook A. Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. *Physical Therapy* 1997;77:517.
- Juntunen J, Ylikoski J, Ojala M et al. Postural body sway and exposure to high-energy impulse noise. *Lancet* ii 1987;261-264.
- Nashner LM. Fixed patterns of rapid postural responses among leg muscles during stance. *Experimental Brain Research* 1977;30:13.
- Nashner LM. Sensory, Neuromuscular, and Biomechanical Contributions to Human Balance. *APTA Forum*. Nashville, Tennessee 1989;5-11.

- Nichols DS, Glenn TM, Mutchinson KJ. Changes in the mean center of balance during testing in young adults. *Physical Therapy* 1995;75:699-706.
- Norre ME. Sensory interaction test inf in platform posturography. *Journal of Laryngology and Otology* 1993;107:496-501.
- Nurse MA, Nifgg BM, The Effect of Changes in FootSensation on Plantar Pressure and muscle activity. *Clinical Biomechanics* 2001;16:719-727.
- Ostlund H. A study of aim and strategy of stability control in quasistationary standing. University of Lund, Sweden 1979.
- O'Sullivan SO, Schmitz TJ. *Physical Rehabilitation - Assessment and Treatment(4th ed.)* FA Davis, Philadelphia;2001.p186.
- Payne C, Turner D. Structural and Functional Predictions of higher plantar pressures in the Diabetic Foot. EMED Scientific Meeting. Simoneau GG et al: *Gait and Posture* 2000;3:115-122.
- Shumway-Cook A, Horak FB. Assessing the influence of sensory interaction on balance: Suggestion from the field. *Physical Therapy* 1986;66:1548-1550.
- Shumway-Cook A, Horak FB. *Balance rehabilitation in the neurologic patient: Corse syllabus.* Seattle: NERA 1992.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor control : Theory and practical applications.* 1st ed. Baltimore, Williams& Wikins;1995.p119-206.
- Sullivan PE, Markos PD, Minor MAD. *An Integrated Approach to Therapeutic Exercise - Theory and Clinical Application.* Reston Pulishing Co., Reston, Virginia;1982.p44-46,
- Wollacott MH, Shumway-Cook A, Nashner LM. Postural responses and aging: Changes in the contributions o somatosensory, visual and vestibular inputs to balance control. *Behavioural Brain Research* 1983;8(2):286-287.

논문투고일: 2010. 11. 15

최종수정일: 2010. 12. 10

논문개제일: 2010. 12. 20
