

허리안정화운동이 노인의 낙상예방에 미치는 효과

강권영 · 권혜민 · 권오성

서남대학교 물리치료학과

Effect of Falls Prevention on Lumbar Stabilization Exercise in Elderly People

Kwon Young Kang, Msc., P.T. · Hye Min Kwon, Msc., P.T. · Oh Sung Kwon, Msc., P.T.

Dept. of Physical Therapy, Seonam University

ABSTRACT

Background : The aim of this study is to effect of lumbar stabilization exercise on double limb support, balance ability and risk of fall index in elderly people. **Methods** : A six-week lumbar stabilization program training for improvement of balance ability and prevention of fall down were applied by dividing into ten people of experimental group and ten people of control group for elderly aged below sixty-five more than eighty years who were capable of independent activity of daily living. for double limb support, balance ability and fall index assessment, the TETRAX were used. **Results** : The double limb support, balance ability and fall index in experimental group indicating changes in statistical significance($p < .05$), But changes in significance were not found of all parts in control group($p > .05$). **Conclusion** : The above results mean that the lumbar stabilization exercise was effective for promotion of elderly people's double limb support, balance ability and fall index and further study considered need to be more the study relative to effect of fall prevention exercise program.

Key words : Balance Ability, Elderly People, Lumbar Stabilization Exercise

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

신체는 연령이 증가함에 따라 그리고 노화와 관련된 생리적 변화에 따라 고유수용성 감각이 감소하고 근력이 약해지며 갑작스런 변화에 대처하는 반사 능력이 감소하게 되는데, 이러한 현상들은 균형성에 영향을 주고 낙상을 유발하는 원인이 되기도 한다(Steinweg, 1997). Balogun 등(1994)의 연구결과를 보면 40대까지는 균형능력이 잘 유지 되지만 40대 이후에는 균형능력이 남녀 모두에서 지속적으로 감소하는 것으로 나타났다. Woollacott와 Shumway(1990)에 의하면 신체가 넘어질 때 다시 균형을 유지하기 위해서 젊은 사람의 경우에는 근 수축 순서가 원위부에서 근위부 방향으로 일어나지만 노인에게서는 근위부에서 원위부 방향으로 근 수축이 일어나므로 균형을 다시 회복하는데 어려움이 있다고 하였다.

다시 말해 신체가 넘어질 때 다시 균형을 유지하기 위한 근육 수축이 노인의 경우는 정상적인 순서에 따르지 않는다는 것을 의미한다. 이러한 균형조절능력이 쇠퇴한 결과 낙상의 발생률은 높아지며(Patla 등, 1991), 이차적으로 낙상에 대한 두려움과 자신감의 결여로 인하여 신체적 활동성이 저하되고 독립적인 일상생활에 중요한 변화를 초래하게 된다고 하였다(Studenski 등, 1991). 따라서 노인의 근력을 유지시키거나 증가시키고 균형과 보행속도를 개선시키기 위해서 근력강화운동, 유연성운동, 유산소운동, 그리고 보행을 포함한 다양한 형태의 운동이 유용하다(Duncan 등, 1992). 그 중에 요부 근력(core muscle)강화는 재활의 치료방법으로 최근 운동선수들에게 적용되고 있고, 유럽에서는 뇌졸중, 척추 및 자세교정, 통증의 예방과 치료에 사용되었으며 이는 근력 및 관절 운동과 평형 감각 훈련을 할 수 있어 척추의 유연성과 안정성을 발달시킬 수 있다고 Michael과 Andre(2000)는 보고 하고 있다.

허리안정화 운동의 목적은 근육과 움직임 조절 능력을 회복시키는 것으로 최근에는 요통 환자의 치료

에 필수적인 접근 방법이 되고 있다(MacDonald 등, 2006; Richardson 등, 2002; Handa 등, 2000). 허리안정화(lumbar stabilization)와 운동 조절 훈련(motor control training)의 의미를 내포하고 있는 요부 근력강화(Core Strengthening) 훈련은 최근 들어 신체의 균형을 유지하기 위해 재활의 주요 운동 프로그램으로 자리매김하고 있다(Nadler 등, 2001; Nadler 등, 2002).

노인에게서의 낙상이란 문제점은 골절과 부동성, 손상과 관련된 사망률을 증가시키는 원인이며, 노인의 낙상사고는 어린이에 비해 사망률은 8배, 입원율은 10배나 높다(Tibbitts, 1996). 전미양 등(2001)은 낙상으로 입원한 60세 이상 골절 노인의 52.8%가 고관절 골절이었고 전체 노인 중 하지골절이 81.8%를 차지하여 상지골절보다 많다고 보고 하였다.

한편 국내에서 해마다 노인의 사고 및 손상으로 인한 의료보험 수진율이 증가하는 추세이며, 65세 이상 노인 낙상은 전체 낙상노인의 56.7%를 차지하여, 노인 낙상으로 인한 의료비용의 지출이 많음을 보여 주었다(이현숙, 1997). 또한 낙상으로 입원하는 노인의 평균 입원기간은 8~15일이다(Bayne, 1997).

낙상의 또 다른 문제는 불안과 낙상에 대한 두려움이 노인을 위축시키며, 우울함이 동반된다는 것이다(Tibbitts, 1996). 한번 낙상한 노인은 움직이려 하지 않으며 기본적인 생활조차도 하지 않으려 하여 사회생활로부터 고립된다(Blake, 1992). 오희영 등(2003)의 연구는 낙상 후 대퇴골절로 수술한 노인의 72.2%가 낙상에 대한 두려움을 가지고 있고 이 중 50.5%는 낙상의 두려움 때문에 활동을 제한한다고 보고했다.

낙상의 원인들은 다양하고 복잡하다. 낙상 위험인자는 환자요인과 관련된 내적인자와 환경적 요인과 관련된 외적인자로 나뉜다. 낙상을 일으키는 내적 위험요인으로는 환자의 연령, 성별, 장애정도, 보유질병, 복용 약물 종류 등이 있다(Ryynänen, 1994). 성별에서 75세까지는 여성이 남성보다 낙상의 비율이 높지만 그 이후의 빈도는 비슷하다(Tinetti와 Speechly, 1988).

우리나라 연구에서도 전체 낙상자는 남자가 많았으나 노년층에서는 여성이 2배정도 많았다. 양로원 거주

노인들을 대상으로 한 연구에서 유연성 저하, 하지근력 저하, 시각기능저하, 저 긴장성 자세, 약화된 무릎 관절 등을 반복적인 낙상위험인자로 분류하였다. 이 영진 등(1994)의 연구에서는 하지기능의 이상, 불편한 걸음걸이가 낙상의 요인으로 확인되었다.

낙상 시 활동의 형태는 걷는 도중에 발을 헛디디거나 미끄러진 경우가 가장 많다. 낙상 시 활동으로는 화장실 가려고 걷는 중이 45%, 의자나 침대에서 일어나거나, 앉으려다가, 변기에 앉거나 일어나다가, 욕조 밖으로 나오거나 안으로 들어가다가 등 자세 바꾸기가 낙상의 대다수의 원인이었다(Tideikassr, 1992).

또한 활동이 제한된 대상자가 느끼는 낙상공포 정도는 미끄러운 날 외출하기, 통 목욕하기, 머리보다 높이 있는 물건 내리기 순으로 나타났다(송경애 등, 2001) 이렇듯 노인과 낙상에 대한 문제는 오늘날까지 많은 연구자들에게 관심의 대상이 되고 있으며 낙상을 예방하기 위한 다양한 운동방법들에 대하여 여러 측면에서 연구의 필요성이 제기되고 있다. 따라서 이 연구에서는 허리안정화운동이 양하지 체중지지와 균형에 영향을 주어 낙상예방 프로그램으로 적용가능할지 그 효과를 알아보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

이 연구의 대상자는 경기도 성남 소재 종합병원에 내원하는 65세 이상 80세 이하의 노인들을 대상으로 2011년 1월부터 3월까지 6주간 대상자 선정기준을 적용하여 각 10명씩 총 20명을 선정하였다. 이들 대상자에게 이 연구의 목적과 방법을 설명하고 연구동의서에 서명을 받은 후 실험을 실시하였다(표 1).

대상자 선정 기준은 다음 조건으로 선정하였다.

독립적인 일상생활이 가능한 노인 중

- 1) 지시에 따라 행동할 수 있고 스스로 일어날 수 있는 자
- 2) 10m 이상 외부의 보조없이 보행이 가능한 자

(Toper 등, 1993)

- 3) 중추 또는 말초신경에 병변이 없는 자
- 4) 시각, 청각계 이상이 없고, 검사 수행에 따른 의사소통이 가능한 자
- 5) 최근에 하지골절 등 정형외과적 문제가 없는 자
- 6) 균형유지 능력에 영향을 주는 약물을 복용하지 않는 자
- 7) 하지 관절의 가동범위에 제한이 없는 자

표 1. 대상자의 일반적 특성 (n=20)

	실험군(N=10)		대조군(N=10)	
	남	여	남	여
성별	4	6	3	7
	65~70	71~75	2	3
나이	4	4	3	3
	76~80	4	4	4

2. 측정 방법

1) Tetrax(테트락스 검사)

체중지지와 균형검사 그리고 낙상위험도를 측정하기 위해 Sunlight사에서 개발한 균형 진단과 바이오피드백 훈련 시스템인 Tetrax를 사용하였다. 이 치료기는 낙상의 위험정도나 몸의 균형 상태를 측정하기 위해 고안된 기구로서 좌측발의 뒤쪽과 앞쪽, 우측발의 뒤쪽과 앞쪽에 각각 힘 측정판(force plate)이 설치되어 있어 각 영역별 체중지지와 균형검사가 가능하며, 전방의 모니터를 이용하여 바이오피드백 훈련을 시행할 수 있는 기구이다.

측정된 결과에서 체중지지는 좌·우측의 하지의 체중지지 정도를 나타내는 것으로 환측의 체중지지가 정상인의 체중지지인 50%에 가까울수록 향상된 값을 가진다. 균형은 네 개의 힘 측정판에서 자세의 흔들림을 측정한 것으로 흔들림의 영역, 길이, 속도와 중력 중심의 이동양상을 포괄적으로 측정하여 환자의 전체적 안정성을 나타내며 점수가 낮을수록 향상된 값을 가진다. 낙상 지수는 3단계로, 낮은 낙상위험도는 0~35, 중간 낙상위험도는 36~57, 높은 낙상위험도는 58

~100으로 분류한다.

3. 연구 절차

운동방법의 첫 번째 단계로 누워서 무릎세운자세와 네발기기자세에서 대상자의 생리적 만곡을 유지한 상태로 배가로근, 뭇갈래근, 골반가로막근의 동시 수축을 촉진시킨다. 두 번째 단계는 배가로근, 뭇갈래근, 골반가로막근의 동시 수축이 잘 이루어지면 누워서 무릎세운자세인 경우는 교각자세로 진행하고 네발기기자세인 경우는 상지 또는 하지를 펴는 것으로 진행한다. 세 번째 단계는 교각자세를 원만히 수행하면 각 무릎관절을 교차로 펴고 네발기기자세의 경우는 상지와 하지를 동시에 교차로 편다. 이렇게 3단계로 구분하고, 운동시간은 각 각의 단계마다 10분으로 총 30분으로 하였고, 중간에 휴식시간을 두어 대상자가 집중력 있게 실시할 수 있도록 지도하였다.

이 연구는 실제 실험에 들어가기 전에 대상자들에게 하지 근력과 균형에 대한 관계를 설명하고, 실험목적과 방법에 대해 환자의 동의를 받았다. Tetrax를 이용해 실험 전 평가를 실시하고 6주간 주 3회에 걸쳐 허리안정화 운동을 적용한 후 동일한 방법으로 실험 후 평가를 실시하였다. 체중지지(Weight bearing)와 안정화지수 측정을 위해 환자는 측정판위에 양 발을 올려놓고 눈을 뜬 상태에서 전방 상위 15도를 바라보도록 하고 양손은 몸 옆에 편안히 둔다. 측정동안 환자는 최소 30초 정도를 손을 잡지 않은 상태에서 서 있어야 한다. 환측의 체중지지는 50에 가까울수록 향상된 값을 가지며, 안정성은 수치가 낮을수록 향상된 값을 가진다.

4. 분석 방법

이 연구에서는 SPSS 버전 12.0을 사용하여 허리안정화운동을 한 실험군과 운동을 시행하지 않은 대조군의 차이점을 알아보기 위하여 실험 전·후의 차이를 대응표본 t-test를 이용하여 분석하였고, 실험 후 실험군과 대조군의 변화 차이를 비교하기 위해 독립표본

t-test를 이용하여 분석하였다. 통계학적 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 검정하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 실험군과 대조군의 전후 비교

실험군에서 지지율은 45.24 ± 4.30 에서 50.04 ± 2.52 로, 안정성은 20.97 ± 3.85 에서 16.15 ± 5.10 로, 낙상지수는 49.85 ± 2.57 에서 47.79 ± 3.05 로 유의한 향상을 보였고($p < .05$)(표 2), 대조군은 지지율이 49.18 ± 4.08 에서 50.68 ± 2.75 로 안정성은 19.56 ± 4.43 에서 19.69 ± 4.57 , 낙상지수는 49.19 ± 4.08 에서 48.90 ± 4.00 로 유의한 차이는 없었다($p > .05$)(표 3).

표 2. 실험군 전 후 비교 (n=10)

	전	후	t	p
지지율(%)	45.24 ± 4.30	50.04 ± 2.52	-3.901	.004*
안정성	20.97 ± 3.85	16.15 ± 5.10	4.354	.002*
낙상지수	49.85 ± 2.57	47.79 ± 3.05	2.974	.016*

* $p < .05$

표 3. 대조군 전 후 비교 (n=10)

	전	후	t	p
지지율(%)	49.18 ± 4.08	50.68 ± 2.75	-1.975	.080
안정성	19.56 ± 4.43	19.69 ± 4.57	-.241	.815
낙상지수	49.19 ± 4.08	48.90 ± 4.00	.914	.384

* $p < .05$

2. 실험군과 대조군간 변화량 비교

실험군과 대조군의 변화량을 비교하였다. 지지율 변화량은 -4.80 ± 3.89 에서 -1.50 ± 2.40 로, 안정성 변화량은 4.82 ± 3.50 에서 $.13 \pm 1.79$ 로, 낙상지수 변화량은 2.05 ± 2.18 에서 $-.29 \pm 1.00$ 로 유의한 차이를 보였다($p < .05$)(표 4).

표 4. 실험군과 대조군 간의 변화량 (n=20)

	전	후	t	p
지지율(%)	-4.80±3.89	-1.50±2.40	-2.283	.035*
안정성	4.82±3.50	.13±1.79	3.763	.001*
낙상지수	2.05±2.18	-.29±1.00	3.084	.006*

*p<.05

IV. 논 의

65세 이상의 노인 인구가 고령화 사회(Aging society)로의 진입기준인 7%를 넘어서 고령 사회(Aged society)로의 진입기준인 14%에 가까워지고 있는 지금, 나날이 늘어만 가는 노인 인구에 대한 문제는 그들만의 문제가 아닌 사회 구성원 전체가 안고 가야만 하는 문제라 생각된다.

일반적으로 노인은 다양한 만성질환으로 인하여 근력약화, 균형능력감소, 유연성감소, 그리고 운동성 감소 등의 퇴행성 변화가 동시에 발생한다(황수진과 이수영, 2004). 이러한 노인을 대상으로 한 많은 연구에서 다양한 운동방법을 적용하였을 때 근력, 유연성, 균형, 운동성 등이 개선되어 일상생활동작의 독립수행능력이나 기능적인 활동이 개선되었다고 보고하고 있음에도 불구하고 실질적으로 노인들에게는 원활한 운동프로그램이 적용되지 못하고 있는 실정이다.

그 이유는 노인들이 그들에게 나타나는 퇴행성 변화에 따라 선택적인 활동만을 하려는 경향이 두드러지기 때문이라 사료된다. 따라서 노인을 대상으로 실시해야 하는 운동은 퇴행성 변화로 약화된 기능으로도 안전하고 편안하게 수행 할 수 있는 운동이어야 할 것이다.

노인에서 체중지지 및 균형능력의 저하는 독립적인 기능적 활동 저하를 유발하여 추락과 낙상의 위험을 증가시키게 된다(Province 등, 1995). 또한 노화는 노인의 생리적 예비능력을 저하시켜 예기치 않게 생기는 상황에 잘 대처하지 못하게 만드는 데, 보행능력의 저하 역시 상해의 위험을 증가시키게 된다(Lord와 Castell, 1994).

운동의 효과에 대한 연구로 노인의 건강 상태와 운동능력을 고려해 노인 개개인에 맞는 운동을 하면 노인의 건강 증진에 효과적이라 한다(Kligman과 Pepin, 1992). 또한 규칙적인 운동과 요부근력의 강화운동 및 균형운동이 노인의 손상을 예방하는데 효과적이며(Wolfson 등, 1993), 신체가 안정성을 유지하는데 필요한 다양한 감각운동계의 기능을 증진시켜준다고 보고하고 있다.(Lord 등, 1993).

노인이 낙상 없이 건강하고 행복한 삶을 즐기기 위해서는 근력뿐만 아니라 균형능력이 꼭 필요하기 때문에 지난 수십 년간 자세와 균형조절 그리고 그와 관련된 장애와 관련된 연구는 많이 이루어졌고, 영역도 넓어졌다(Woollacott와 Shumway-Cook, 1990). 많은 운동방법 중 허리안정화운동은 체간의 자세조절기능 회복과 관절가동범위의 증가를 가져오며(Kisner과 Colby, 2002). 운동학습을 통하여 근육의 반응속도를 향상시킨다(양승훈, 2006)고 하였기 때문에 이 연구의 취지와 부합된다고 할 수 있으며, 허리안정화운동이 노인에게 적합한 운동이라 사료된다.

근력과 동적균형훈련에 기초를 둔 Skelton과 Dinan(1999)은 낙상관리를 위한 운동에서 노인들의 낙상을 감소시키는 자세 근육훈련과 동적 균형훈련을 추천하고 있기에 균형운동도 노인에게 필요한 운동이라 생각한다. 이 연구에서 허리안정화운동을 적용한 실험군의 양하지 체중지지 및 균형이 유의하게 향상(p<0.05)되었음을 알 수 있다.

이것은 건강한 성인남녀 90명을 무작위로 요천추부안정화운동군, 천장관절가동군, 대조군에 각각 30명씩 배치하여 3주간 실험한 결과 요천추부안정화운동군과 천장관절가동군이 대조군에 비교해서 균형수행능력에 통계학적으로 유의한 효과가 있었다(p<.05)는 연구와 일치하며(공원태, 2005), 김은주 등(1999)은 60세 이상의 노인들을 대상으로 45분간의 하지근력 강화운동을 6주간 주 3회 적용하여 외발서기 검사를 한 결과 유의한 결과를 얻었다는 것과는 일치한다.

황수진과 이수영(2004)은 노인 요양원에 있는 여성 노인 15명(실험군7명, 대조군8명)을 대상으로 공을 이용한 동적균형유지 훈련을 8주간 주5회 시행한 결과

Time up and go test(TUG)에서 실험군 평균값과 대조군 평균값에 유의한 차이가 있었으며($p < .05$), Berg 균형척도에서도 그룹 간 유의한 차이가 있었다($p < .05$)는 연구결과와도 일치한다.

요부근육은 일상생활 중 다양한 자세를 유지하는데 필수적이기 때문에 요부근육의 적절한 근력과 지구력의 유지는 매우 중요하며(최희수 등, 2005), 요부근육들의 협력수축(co-contraction)결여는 요부의 불안정성과 깊은 관련이 있다(Paul, 2003). Koumantakis 등(2005)은 이러한 요부 불안정성의 원인이 되는 체간근육들의 기능저하를 예방하기 위하여 허리안정화운동이 필요하다고 하였다.

이를 통해 얻어지는 체간 근육들의 협력수축은 기능적 과제수행 시나 척추가 중립자세를 유지하고 있을 때 동적복대(dynamic corset)의 역할을 하고(정연태, 2000), 운동학습을 통하여 근육의 반응속도가 향상되고 균형조절에 영향을 주는 고유수용성 감각을 촉진시키기 때문에 허리안정화운동이 균형능력 증진에 도움을 주는 운동이라 생각된다. 이 연구에서도 허리안정화운동을 노인에게 적용하여 균형능력증진에 유의한 결과를 얻었고, 허리안정화운동이 노인의 균형능력증진과 낙상예방을 위한 유용한 운동방법 중의 하나라고 제시할 수 있을 것이다.

V. 결 론

운동 프로그램 적용 전·후 체중지지와 안정성 및 낙상지수의 향상 정도를 Tetrax를 이용하여 측정하였으며 실험 전·후 실험군과 대조군을 비교 분석하여 실험군의 실험 전·후 체중지지와 안정성 및 낙상지수의 변화는 유의한 차이를 보였고, 대조군의 실험 전·후 체중지지와 안정성 및 낙상지수의 변화는 유의한 차이를 보이지 않았다. 실험군과 대조군의 체중지지와 안정성의 변화율 및 낙상지수의 변화율 또한 유의한 차이를 보였다. 이 연구는 노인이 체중지지율의 증가가 안정성의 증진을 가져왔고, 결과적으로 낙상 위험도가 낮아졌다는 결론을 얻게 되었다.

결론적으로 노인의 균형능력 증진과 낙상예방을 위한 운동을 실시함에 있어서 허리안정화 운동이 효과적인 것으로 나타났으며, 이 연구는 비교적 건강한 노인을 대상으로 실시하였으나, 앞으로는 낙상 경험자에 대한 추가적인 연구가 필요하리라 사료된다.

참고 문헌

- 공원태, 정연우, 배성수. 천장관절 가동술과 요추부부 안정화 운동이 균형 능력에 미치는 영향. 대한물리치료학회지 2005;17(3):285-295.
- 김은주, 이한숙, 김종열, 배성수. 근력 강화운동이 노인의 균형 수행력에 미치는 영향. 대한물리치료학회지 1999;11(2):149-161.
- 송경애, 문정순, 최정현, 강성실. 지역사회 재가 노인들의 낙상공포에 관한 연구. 한국보건의간호학회지 2001;15(2):324-333.
- 양승훈. 요부 안정화운동이 요통환자의 요추부 기능개선에 미치는 영향. 대한물리치료과학회지 2006;13(1):39-52.
- 이영진, 이호택, 장기정, 장인한. 노인군에서 낙상에 의한 고관절 골절환자의 특성. 가정의학회지 1994;15(4):273-279.
- 이현숙. 낙상 사고에 관한 조사[석사학위논문]. 서울대학교;1997.
- 오희영, 임영미. 낙상후 대퇴골절 수술 노인의 신체기능, 의료이용 및 낙상의 두려움. 성인간호학회지 2003;15(3):432-440.
- 전미양, 정현철, 최명애. 낙상 사고에 의한 골절로 입원한 노인 환자에 대한 조사 연구. 대한간호학회지 2001;31(3):443-453.
- 정연태. 요추부 안정성 운동이 요통 환자의 척추 불안정성에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지 2000;7(4):47-55.
- 최희수, 권오윤, 이충휘, 전해선, 오재섭. 요부 안정화 운동에 따른 몸통 근육들의 근활성도 비교. 한국전문물리치료학회지 2005;12(1):1-10.

- 황수진, 이수영. 노인의 공 운동치료가 균형과 기능적인 활동에 미치는 효과. 한국전문물리치료학회지 2004;11(3):25-32.
- Balogun JA, Akindele KA, Nihinlola JO, Marzouk DK. Age-related changes in balance performance. *Disability and Rehabilitation* 1994;16(2):58-62.
- Bayne CG. Falling: why and what to do about it. *Nursing Management* 1997;28(12):22-23.
- Blake AJ. Falls in the elderly. *British Journal of Hospital Medicine* 1992;47(4):268-272.
- Duncan PW, Studenski S, Chandler J, Prescott B. Functional reach: predictive validity in a sample of elderly male veterans. *Journal of Gerontology* 1992;47(3):93-98.
- Handa N, Tani T, Kawakami T. The effect of trunk muscle exercise in patients over 40years of age with chronic low back pain. *Journal of Orthopaedic science* 2000;5(3):210-216.
- Kisner C, Colby LA. *Therapeutic exercise: foundations and techniques*. Hardcover. Subsequent Edition. Spiral. 2002.
- Kligman EW, Pepin E. Prescribing physical activity for older patients. *Geriatrics* 1992;47(8):33-34, 37-44, 47.
- Koumantakis GA, Watson PJ, Oldham JA. Trunk muscle stabilization training plus general exercise versus general exercise only: randomized controlled trial of patients with recurrent low back pain. *Physical Therapy* 2005;85(3):209-225.
- Lord SR, Caplan GA, Colagiuri R, Colagiuri S, Ward JA. Sensori-motor function in older persons with diabetes. *Diabetic Medicine* 1993;10(7):614-618.
- Lord SR, Castell S. Physical activity program for older persons: effect on balance, strength, neuromuscular control, and reaction time. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 1994;75(6):648-652.
- MacDonald DA, Moseley GL, Hodges PW. The lumbar multifidus: does the evidence support clinical beliefs? *Manual Therapy* 2006;11(4):254-263.
- Michael J, Andre NP. *The great body ball handbook*. productive fitness products. 2000.
- Nadler SF, Malaga GA, Bartoli LA, Feinberg JH. Hip muscle imbalance and low back pain in athletes: influence of core strengthening. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2002;34(1):9-16.
- Nadler SF, Malanga GA, Feinberg JH, Prybicien M, Stitik TP, DePrince M. Relationship between hip muscle imbalance and occurrence of low back pain in collegiate athletes: a prospective study. *Am J Phys Med Rehabil* 2001;80(8):572-577.
- Patla AE, Prentice SD, Robinson C, Neufeld J. Visual control of locomotion: strategies for changing direction and for going over obstacles. *J Exp Psycho Hum Percept Perform* 1991;17(3):603-634.
- Paul SS. Multifidi muscles median frequency before and after spinal stabilization exercises. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84(9):1313-1318.
- Province MA, Hadley EC, Hornbrook MC, Lipsitz LA, Miller JP, Mulrow CD, Ory MG, Sattin RW, Tinetti ME, Wolf SL. The effects of exercise on falls in elderly patients. a preplanned meta-analysis of the FICSIT trials. frailty and injuries: cooperative studies of intervention techniques. *JAMA* 1995;273(17):1341-1347.
- Richardson CA, Snijders CJ, Hides JA, Damen L, Pas MS, Storm J. The relation between the transversus abdominis muscles, sacroiliac joint mechanics, and low back pain. *Spine* 2002;27(4):399-405.
- Ryynänen OP. Health, functional capacity, health behaviour, psychosocial factors and falling in old age. *Public Health* 1994;108(2):99-110.
- Skelton DA, Dinan SM. Exercise for falls management: Rationale for an exercise programme aimed at reducing postural instability. *Physiotherapy Theory and Practice* 1999;15(2):105-120.

- Steinweg KK. The changing approach to falls in the elderly. *American Family Physician* 1997;56(7):1815-1823.
- Studenski S, Duncan PW, Chandler J. Postural responses and effector factors in persons with unexplained falls: results and methodologic issues. *Journal of the American Geriatrics Society* 1991;39(3):229-34.
- Tibbitts GM. Patients who fall: how to predict and prevent injuries. *Geriatrics* 1996;51(9):24-28.
- Tideiksaar R. Falls among the elderly: a community prevention program. *American Journal of Public Health* 1992;82(6):892-893.
- Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *The New England Journal of Medicine* 1988;319(26):1701-1707.
- Topper AK, Maki BE, Holliday PJ. Are activity-based assessments of balance and gait in the elderly predictive of risk of falling and/or type of fall? *Journal of the American Geriatrics Society* 1993;41(5):479-487.
- Woollacott MH, Shumway-Cook A. Changes in posture control across the life span-a systems approach. *Physical Therapy* 1990;70(12):799-807.
- Wolfson L, Whipple R, Judge J, Amerman P, Derby C, King M. Training balance and strength in the elderly to improve function. *J Am Geriatr Soc* 1993;41(3):341-343.

논문접수일(Date Received) : 2011년 9월 16일
논문수정일(Date Revised) : 2011년 9월 22일
논문게제승인일(Date Accepted) : 2011년 9월 28일
