Journal of The Korean Society of Integrative Medicine, 2014, 2(3), 75~82 ISSN : 2288-1174
http://dx.doi.org/10.15268/ksim.2014.2.3.075

필라테스 매트 운동과 불안정 지지면 운동이 65세 이상 노인의 균형에 미치는 영향

이채우[1]·김현수[‡]·배원식[2]
대구대학교 대학원 재활과학과, 경남정보대학교 물리치료과

The Effect of Pilates Mat Exercise and Instability Support Surface Exercise on Balance for the Elderly Person Aged 65 or More

Lee Chaewoo, PT, MSc·Kim Hyeonsu, PT, MSc[‡]·Bae Wonsik, PT, MPH
[‡]Dept. of Rehabilitation Science, Graduate School, Daegu University
Dept. of Physical Therapy, Kyungnam College of Information & Technology

Abstract

Purpose : The purpose of this study was to investigate the effect of pilates mat exercise (PME) and instability support surface exercise (ISSE) for TUG (Time up & go) and static balance in the elderly person aged 65 or more.

Method : 30 subjects in Y-equestrian were randomly divided two group, pilates mat exercise (PME) group and instability support surface exercise (ISSE) group. Each group carried out 40 minutes exercise two times a week for 12 weeks. TUG (Time up & go) and Biorescue were measured for static balance.

Result : The results were as follows, the TUG between pilates mat exercise (PME) group and instability support surface exercise (ISSE) group in post-test, were significantly different in measures ($p<.05$). And there were significant in two group after exercise ($p<.05$). The static balance between pilates mat exercise (PME) group and instability support surface exercise (ISSE) group in post-test, were significantly different in measures ($p<.05$). And there were significant in two group after exercise ($p<.05$).

Conclusion : These finding revealed that pilates mat exercise was effective on TUG and static balance in the elderly person aged 65 or more so that these exercise can be new alterative exercise for obesity management in the elderly person.

Key Words : pilates mat exercise, instability support surface exercise, TUG, static balance, elderly person aged 65 or more

[‡]교신저자:
김현수 khs3378@naver.com, 051-902-7777

논문접수일 : 2014년 9월 17일 | 수정일 : 2014년 9월 24일 | 게재승인일 : 2014년 9월 29일

Ⅰ. 서 론

1. 연구의 배경 및 필요성

노인은 노화(aging)와 운동부족의 원인으로 질병에 걸릴 위험인자를 많이 가지고 있는 자를 말하며, 노화란 몸을 구성하는 세포의 수가 감소되고 각 세포의 활동력이 쇠퇴하여 신체적 적응력이 점차 손실되면서 죽음에 이르는 과정이다(Spiduso, 2005).

이러한 노화에 따라 발생하는 많은 문제점 중 균형능력의 감소는 노인에게 운동장애와 보행 장애를 유발하는 가장 대표적인 원인으로 일상생활 중 이동성에 문제를 가지는 노인에게 운동 프로그램을 적용할 때 넘어짐 예방과 보행에 효과적으로 작용하는지에 우선적으로 초점을 둘 필요가 있다고 하였다(Rose, 2003).

넘어짐에 영향을 주는 신체적 요인은 하지 근력의 약화, 보행능력의 저하, 균형능력의 저하, 감각 운동조절의 감소 등이 있다고 하였고(Horlings 등, 2009), 넘어짐을 예방하기 위해서 근력강화운동, 보행훈련, 약물치료, 예방 교육 등 다양한 중재방법들이 사용되고 있는데, 이 중 일반적으로 운동을 통한 근력 강화운동, 균형훈련이 주로 사용되어 왔다.

노인들의 넘어짐 방지를 위한 균형성 향상에 운동의 효과는 이미 일반화되어 있으며(Sherrington 등, 2008), 여러 연구를 통해 노인에게 균형 운동 프로그램을 적용하여 균형능력과 보행 능력이 향상됨을 확인할 수 있었다(Madureira 등, 2007). 특히 Sherrington 등(2008)은 노인의 넘어짐을 감소시키는데, 근력훈련보다는 균형훈련이 포함된 훈련이 넘어짐의 위험률을 17% 낮추며 넘어짐을 예방하기 위해서는 균형훈련이 먼저 되어야 한다고 하여 균형능력의 중요성을 강조 하였다.

균형능력은 신경계와 근골격계가 서로 연합하여 다양한 기능요소를 통해 자세를 유지하는 매우 복잡한 기능으로 알려져 있으며(Carr와 Shepherd, 2003), 균형능력의 조절은 감각 정보와 적절한 자세적 반응 실행의 통합을 필요로 하는 복합과정이라고 할 수 있는데, 직립자세를 유지하기 위해서 시각적 체성감각과 전정계 시스템에 의해 시각 정보와 관절 및 근육의 감각 정보들이 중추신경계를 통해 통합되어 과제 수행의 기능에 따라 다르게 나타나는 것이다(Akram 등, 2008). 또한 균형조절은 잘 조절된 수의운동과 반사적 근육 반응이 요구되고(Fransson 등, 2000), 일반적으로 다양한 감각운동 신경들의 상호작용을 통해 중력, 지지면, 시각, 외부적 환경에 대해 신체적 안정성과 긴장성을 능동적으로 조절하여 신체 중심의 안정화가 일어나는 것이다(Horak, 2006).

이러한 신체 안정성의 증가는 체간 안정화 운동이 균형능력의 향상에 도움이 되는데, 여러 요인들 중 체간의 근력은 균형과 기능적 활동에 관련이 있으며(Hodges와 Richardson, 1997), 체간 근육의 활동은 중력에 대해 균형을 유지하여 자세를 조절하고 일상생활활동을 위한 사지의 움직임을 준비한다고 하였다(Verheyden 등, 2006).

균형능력의 향상을 위한 운동들의 대부분은 체간의 안정성 확보에 있고, 여러 운동들 중 필라테스 역시 코어 운동을 통한 체간의 안정성 근육들의 강화를 강조하고 있으며(Crichley 등, 2011), 불안정한 지지면에서의 균형 운동 역시 체간의 안정성 확보를 위해 임상에서 보편적으로 많이 사용하고 있다(Janda, 1998).

따라서 본 연구에서는 노인분들을 대상으로 체간의 안정성을 중심으로 한 매트에서의 필라테스 운동과 불안정 지지면에서의 체간 안정성을 위한 균형 운동이 균형능력 향상에 어떠한 영향을 주는지 비교하고자 한다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상자들은 부산광역시의 지역사회에 거주중인 만 65세 이상의 노인 30명을 대상으로 필라테스 매트 운동(pilates mat exercise; PME) 군 15명, 불안정 지지면 운동(instability support surface exercise; ISSE) 군 15명으로 총 30명 선정하여 각 운동 프로그램을 실시하였으며 각 군에서 2명씩 개인적인 사정에 의해 중도 탈락하여 필라테스 매트 운동 군 13명, 불안정 지지면 운동 군 13명으로 총 26명으로 실시하였다. 모든 대상자는 실험에 참가하기 전 연구 목적과 방법에 대하여 충분한 설명을 듣고 이에 자발적 동의를 한 후 연구를 실시했다. 본 실험을 위해 1) 만 65세

이상이며 최근 1년 이내 낙상경험이 없으며 2) 수행에 영향을 미칠 정도의 특별한 질환이 없으며 3) 시각 또는 청각 손상이 없고 4) 신경계 및 안뜰기관(vestibular system)질환과 관련된 과거력이 없으며 5) 실험 내용을 이해할 수 없는 사람은 제외하였다. 본 연구대상자의 일반적 특성은 표 1과 같다.

표 1. 대상자의 일반적 특성

	PME (n=13)	ISSE (n=13)	p
M/F	6/7	7/6	
Age	70.4±2.1	69.7±2.5	.45
Height	157.5±4.5	158.1±3.7	.71
Weight	56.3±4.1	55.1±3.3	.44

*p<.05
PME: pilates mat exercise
ISSE: instability support surface exercise

2. 실험방법

1) Pilates Mat Exercise(PME)

본 연구에서 필라테스 매트 운동 프로그램의 구성은 ACSM(2010)에 제시되어 있는 노인의 건강증진을 위한 운동 권장량을 준수하여 준비운동 5분, 본 운동 30분, 정리운동 5분으로 총 40분간 실시하였으며, 운동은 주 2회의 빈도로 12주간 적용하였다(표 2).

운동집단의 연구 대상자들에게 적용된 필라테스 매트 운동 항목은 조셉 필라테스의 기본 동작을 기초로 하여 알맞게 응용시킨 Cathleen(2007)의 저서에서 노인들이 수행하기에 적합한 동작을 선별하여 구성하였다.

표 2. Pilates Mat Exercise Program

프로그램 단계		동작항목
준비운동(5분)		1. Breathing : 2reps 2. Imprint & Releas : 4reps×2sets 3. Supine spinal : 2reps×2sets 4. Arm circles : 8reps×2sets 5. Knee over knee twist stretch : 4reps×2sets 6. Pelvic peel and hinge : 4reps×2sets 7. Spine spinal with arms crossed : 4reps×2sets 8. Seated hip stretch : 4reps
본 운동 (30분)	0~4주	1. Hundred : 10reps×1sets 2. Roll up & Roll down : 3reps×2sets 3. Single leg circle : 5reps×2sets
마무리운동(5분)		1. Breathing : 2reps 2. Imprint & Releas : 4reps×2sets 3. Supine spinal : 2reps×2sets 4. Arm circles : 8reps×2sets 5. Knee over knee twist stretch : 4reps×2sets 6. Pelvic peel and hinge : 4reps×2sets 7. Spine spinal with arms crossed : 4reps×2sets 8. Seated hip stretch : 4reps

실험기간에는 필라테스 동작들의 움직임의 범위 및 횟수를 증가시키고, 동작의 종류를 바꾸면서 운동 강도를 증가하는 점증적 운동부하 원리를 적용시키면서, 설정된 최대 운동 강도가 벗어나지 않도록 구성하였다. 또한 각 동작을 수행하는데 있어 정확성보다 안전성에 중점을 두어 노인들이 따라 하기 힘든 동작 부분에서는 변형을 하여 실시하였다.

2) Instability Support Surface Exercise(ISSE)

본 연구에 사용된 균형운동 프로그램은 안정면에서의 균형운동보다 불안정면에서의 균형운동이 더 효과적이라고 한 허병훈(2008)의 연구에서 Janda(1998)의 감각운동 훈련 프로그램을 참고하여, 본 연구의 특성을 고려하여 수정 보완한 것으로 정적, 동적, 기능적 단계에서의 자세 변화를 통해 기저면과 체중심의 변화를 제공하였다. 대상자는 주 2회 12주간 그림 1과 같은 에어스텝(Aero-step XL, TOGU, Germany) 위에서 표 3의 프로그램으로 균형운동을 실시하였다(그림 2).

그림 1. Aero-step

그림 2. Aero-step balance exercise

3) 측정 도구

가. 일어나 걸어가기 검사(Time Up & Go test : TUG)

팔걸이가 있는 의자에 앉아 실험자의 출발 신호와 함께 의자에서 일어나 3m 거리를 걸어서 다시 되돌아와 의자에 앉는 시간을 측정하는 방법으로 수행하는데 걸리는 시간이 빠를수록 기능이 우수하다고 할 수 있다(Podsiadlo & Richardson, 1991).

나. 균형 능력 평가

균형능력 평가는 AP1153 BIORESCUE (RM INGENIERIE, FRANCE)을 이용하였으며, 환자 및 일반인 운동선수를 대상으로 균형 능력을 정적 및 동적으로 측정하기에 적합한 장비이다. 양적인 균형능력만 아니라 질적인 균형 능력을 수치화하여 측정할 수 있다. 측정기능으로는 Footprint, Romberg TEST, Eye Open/Close, Limits of stability, Quarter turn이 있다(그림 3).

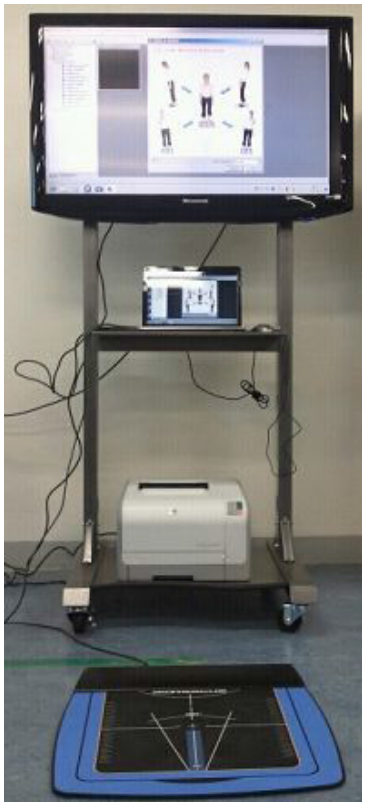

그림 3. AP1153 BIORESCUE SYSTEM

3. 자료분석

본 연구의 자료 통계처리를 위해 SPSS Ver 18.0 프로그램으로 분석하였다. 대상자의 일반적인 특성에 대한 집단 간 차이 검정은 독립 표본 t-검정(Independent Samples t-test)을 실시하였다. 각 집단에서 실험 전과 후의 결과의 차이를 대응표본 t-검정(paired t-test)을 사용하여 분석하였고, 집단 간 결과 비교를 위해 독립 표본 t-검정(Independent Samples t-test)을 실시하였으며, 통계학적 유의 수준은 α=.05로 설정하였다.

표 3. Balance Exercise Program

구 분	내 용	시 간
준비운동	맨손체조 및 스트레칭	5분
1. 양발서서 균형 잡기	양발을 적당히 벌리고 서서 균형을 유지한다	3분
2. 양발서서 중심이동 하기	양발을 적당히 벌리고 서서 무게중심을 전후, 좌우로 이동하면서 균형을 유지한다	5분
3. 한발서기	한 발로 서서 균형을 유지하고 짧은 시간으로 나누어 자세를 유지하도록 한다	3분
4. 스쿼트(squats) 운동	무릎을 가볍고 천천히 구부렸다 폈다를 반복하면서 균형을 유지한다	3분
5. 제자리 걷기	처음 1분 동안에는 가만히 서서 양팔을 가볍게 흔들며 균형을 유지하고 3분동안 제자리 걷기를 한다	4분
6. 쪼그려 앉기	쪼그려 앉아서 균형을 유지하고 체중을 전후좌우로 이동하며 균형을 유지한다	3분
정리운동	맨손체조 및 스트레칭	5분

Ⅲ. 연구 결과

1. 운동 전·후 TUG의 변화 비교

각 군의 운동 전·후 TUG의 측정 결과, 실험 전과 후의 TUG값은 필라테스 매트 운동 군, 불안정 지지면 운동 군의 두 군 모두 유의하게 감소하였다(p<.05). 그룹 간의 비교에서는 운동 후 필라테스 매트 운동 군과 불안정 지지면 운동 군 사이에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p<.05)(표 4).

표 4. 필라테스 매트 운동 군과 불안정 지지면 운동 군의 운동 전·후 TUG 변화 비교 (unit: sec)

운동그룹	운동 전	운동 후	변화량	t	p
PME	20.83±1.56	15.84±2.22	4.99±1.75	10.28	0.00*
ISSE	21.00±1.54	16.42±0.98	4.57±1.10	14.88	0.00*
t	-0.30	-0.91¶			

Value are Mean ± SD. Paired t-test: *, p<0.05. Independent sampling t-test: ¶, p<0.05.

2. 운동 전·후 동요거리 및 평균동요속도 변수의 비교

1) 운동 전·후 동요거리 검사의 변화 비교

운동 전·후 동요거리 검사 결과는 두 그룹에서 모두 운동 전에 비해 운동 후에 유의하게 감소하였고(p<0.05). 두 그룹 간의 비교에서는 필라테스 매트 운동군이 불안정 지지면 운동군보다 더 유의하게 향상되었다(p<.05)(표 5).

2) 운동 전·후 평균 동요속도 검사의 변화 비교

평균 동요속도 결과는 두 그룹에서 모두 운동 전에 비

해 운동 후에 유의하게 감소하였고(p<0.05). 두 그룹 간의 비교에서는 필라테스 매트 운동군이 불안정 지지면 운동군보다 더 유의하게 향상되었다(p<.05)(표 6).

표 5. 필라테스 매트 운동군과 불안정 지지면 운동군의 운동 전·후 동요거리 변화 비교 (unit: cm)

운동그룹	운동 전	운동 후	변화량	t	p
PME	51.37±2.64	44.49±2.31	6.88±2.06	12.01	0.00*
ISSE	50.51±2.51	46.79±2.24	3.72±1.12	11.90	0.00*
t	0.99	-3.78¶			

Value are Mean ± SD. Paired t-test: *, p<0.05. Independent sampling t-test: ¶, p<0.05.

표 6. 필라테스 매트 운동 군과 불안정 지지면 운동군의 운동 전·후 동요속도 변화 비교 (unit: cm/sec)

운동그룹	운동 전	운동 후	변화량	t	p
PME	0.83±0.04	0.68±0.03	0.14±0.03	15.13	0.00*
ISSE	0.83±0.04	0.75±0.02	0.08±0.02	9.75	0.00*
t	-0.43	-5.43¶			

Value are Mean ± SD. Paired t-test: *, p<0.05. Independent sampling t-test: ¶, p<0.05.

Ⅳ. 고 찰

균형은 감각, 근골격계 그리고 신경계의 통합에 의한 복잡한 현상이다(Akuthota & Nadler, 2004). 노화로 인해 이러한 기능들이 떨어지고 특히 고유수용성감각의 저하로 균형능력을 유지시켜주는 신체기능이 손상되어 낙상이 발생하는데, 낙상은 남성 노인들보다 여성 노인들에게 특히 많이 발생하며, 이를 심각한 보건 문제로 인식하여 세계 각국에서 다양한 예방 프로그램을 진행하고 있다(Parra & Stevens, 2000).

여성 노인들의 낙상을 예방은 균형 능력 향상을 위한 체간 안정화 운동이 필요하다는 것은 많은 연구들에서 입증되고 있다(류명인과 소희영, 2008). 본 연구에서는 체간 안정화 운동을 위해 불안정 지지면 상에서의 운동과 체간의 코어 활성화에 중점을 두고 있는 필라테스 매트 운동이 정적, 동적 균형능력에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보고자 하였다.

본 연구에서는 체간의 안정화를 위한 필라테스 매트 운동과 불안정지지면에서의 운동의 정적 균형 능력이 두 그룹 모두에서 기간이 지남에 따라 유의한 감소를 나타내어 균형능력이 향상되었음을 알 수 있었고 ISSE그룹보다 PME그룹에서 더 많은 균형능력의 향상이 있었다.

이러한 결과는 불안정 지지면 보다 필라테스 매트 운동이 프로그램 수행 중 지속적인 통제가 가능하였고 안정 지지면에서의 필라테스 매트 운동이 더 효과적이었다고 할 수 있다. Cressey 등(2007)의 연구를 보았을 때 통제되지 않은 불안정 지지면에서 보다 안정 지지면에서의 운동이 정적 균형 능력에 더 효과적이었다는 결과는 본 연구의 내용과 일치하고 통제되지 않은 불안정 지지면은 체간의 심부근 강화보다 전정기관의 긍정적인 자극을 통한 정적 균형 능력의 향상에 이 되었을 것이고 통제된 안정 지지면인 필라테스 매트 운동은 체간의 심부 근육들의 유기적인 활성화에 의한 정적 균형 능력 향상을 가져왔으므로 여성 노인들의 불안정 지지면에서의 운동 보다는 필라테스 매트 운동에서 정적 균형 능력의 더 많은 향상이 되었으리라 생각된다.

본 연구에서는 운동의 전과 후에 동적 균형능력을 측정하기 위해 TUG를 사용하였고 결과는 두 그룹 모두 기간에 따라 유의한 감소를 나타내었고 ISSE그룹보다 PME 그룹의 동적 균형능력의 향상이 있었다. 하지만 Shumway-

Cook 등(1988)이 말한 TUG의 기준을 보았을 때 14초 이상의 시간이 소요되면 넘어짐의 위험성이 높다고 하였고 20~29초는 보행 장애가 생길 가능성이 있으며 30초 이상은 보행능력이 손상되었음을 의미한다고 하였다.

본 연구에서의 TUG 결과를 보았을 때 운동 시행 전 30초 이상의 수행 능력이 있었으나 12주간 주 3회 운동을 시행한 후 20~29초의 수행 능력을 보여 보행 능력의 손상 가능성 단계에서 보행 장애가 생길 가능성의 단계로 하향되어 긍정적인 효과를 나타내었다.

따라서 본 연구에서 적용된 두 종류의 운동 모두 긍정적인 효과를 보였으나 정적, 동적 균형능력 모두에서 불안정지지면 보다 더 좋은 결과를 보인 필라테스 매트 운동을 꾸준히 하면 더 좋은 결과를 나타낼 것이라 생각된다.

본 연구의 PME와 ISSE는 여성 노인 대상자들에게 적용하였을 때 정적, 동적 균형능력에 있어서 유의한 효과를 가져와 균형능력 증진에 효과적이었다. 그러므로 두 운동 모두 여성 노인환자에게 적용 가능한 균형 운동이라 생각한다. 하지만 안전성을 고려 해 보았을 때 두 운동 중 불안정 지지면에서의 운동 보다 필라테스 매트 운동이 더 안전하였고 특히 개별 균형능력에 따른 프로그램의 적용이 용이하였다.

추후 이상의 연구를 토대로 좀 더 많은 대상자들의 선정과 여성 노인뿐만 아니라 특정 질환을 가지고 있는 근골격계 환자를 대상으로 안전성이 좋은 필라테스 매트 운동 프로그램을 적용하여 균형능력 뿐만 아니라 이와 관련된 운동 기능의 효과 등에 대한 연구와 좀 더 다양한 프로그램의 적용을 통한 대상자들의 균형능력 증진에 좀 더 적합한 동작을 적용하였으면 한다.

V. 결 론

본 연구에서는 노인들의 불안정한 균형으로 인한 낙상과 그와 관련된 2차적인 손상을 줄이기 위해 필라테스 매트 운동과 불안정 지지면 운동을 이용한 프로그램을 진행하여 노인들의 TUG 및 정적균형에 미치는 영향을 알아보기 위해 만 65세 이상의 대상자 26명을 필라테스 매트 운동군 13명, 불안정 지지면 운동군 13명을 주 3회 12주간 실시한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 운동 전·후 TUG 측정에서 필라테스 매트 운동군과 불안정 지지면 운동군 모두 시간이 감소하였다.
2. 운동 전·후 동요거리 측정에서 필라테스 매트 운동군과 불안정 지지면 운동군 모두 동요거리가 감소하였다.
3. 운동 전·후 평균 동요속도 측정에서 필라테스 매트 운동군과 불안정 지지면 운동군 모두 평균 동요속도가 감소하였다.
4. 운동 전·후 TUG 측정에서 필라테스 매트 운동군이 불안정 지지면 운동군보다 시간이 더 감소하였다.
5. 운동 전·후 동요거리 측정에서 필라테스 매트 운동군이 불안정 지지면 운동군보다 동요거리가 더 감소하였다.
6. 운동 전·후 평균 동요속도 측정에서 필라테스 매트 운동군이 불안정 지지면 운동군보다 평균 동요속도가 더 감소하였다.

이상의 결과에서 필라테스 매트 군과 불안정 지지면 운동 군 모두 운동 시행 후 TUG 감소와 동요거리 및 평균동요속도에 긍정적인 효과를 주었으나 노인 대상자분들에게 지속적인 효과 검정을 하지 못해 차후 지속성에 대한 검정을 하였으면 한다.

참고문헌

류명인, 소희영(2008). 타이치 운동프로그램이 시설노인의 체력, 낙상관련 지각 및 건강상태에 미치는 효과. 대한간호학회지, 38(4), 620-628.

허병훈, 이석민, 진창원 등(2008). 불안정한 지지면에서의 균형운동이 시각장애인의 균형능력에 미치는 효과. 한국시각장애연구지, 24(1), 67-88.

Akram SB, Frank JS, Patla AE et al(2008). Balance control during continuous rotational perturbations of the support surface. Gait & Posture, 27(3), 393-398.

Akuthota V, Nadler SF(2004). Core strengthening. Arch Phys Med Rehabil, 85(sup1), 86-92.

Carr JH, Shepherd RB(2003). Stroke rehabilitation. London, Butterworth-Heinem Ann.

Cathleen M(2007). Morning pilates workouts. Champaign, Human Kinetics.

Cressey EM, West CA, Tiberio DP et al(2007). The effects of ten weeks of lower-body unstable surface training on markers of athletic performance. J Strength Cond Res, 21(2), 561-567.

Crichley DJ, Pierson Z, Battersby G(2011). Effect of pilates mat exercises and conventional exercise programmes on transversus abdominis and obliquus internus abdominis activity: pilot randomised trial. Man Ther, 16(2), 183-189.

Fransson PA, Johansson R, Hafstrom A et al(2000). Methods for evaluation of postural control adaptation. Gait & Posture, 12(1), 14-24.

Hodges PW, Richardson CA(1997). Contraction of the abdomianl muscles associated with movement of the lower limb. Phys Ther, 77(2), 132-142.

Horak FB(2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about control of balance to prevent falls? Age and ageing, 35(sup2), 7-11.

Horlings CG, Carpenter MG, Honegger F et al(2009). Vestibular and proprioceptive contibutions to human balance correction: aiding these with prosthetic feedback. Ann N Y Acad Sci, 1164, 1-12.

Janda V(1998). The swiss ball theory, basic exercises and clinical application. New York, Springer.

Madureira MM, Takayama L, Gallinaro AL et al(2007). Balance training program is highly effective in improving functional status and reducing the risk of falls in elderly women with osteoporosis: a randomized controlled trial. Osteoporos Int, 18(4), 419-425.

Parra EK, Stevens JA(2000). Fall prevention program for senior. 1st ed, Atlanta, National center for injury prevention and control.

Spiduso WW(2005). Physical dimensions of aging. 2nd ed, champaign, Human Kinetics.

Podsiadlo D, Richardson S(1991). The timed 'Up and Go': a test of basic functional mobility for frail elderly persons. J Am Geriatr Soc, 39(2), 142-148.

Rose DJ(2003). Fall proof: a comprehensive balance and mobility training program. Champion, Human Kinetics.

Sherrington C, Whitney JC, Lord SR et al(2008). Effective exercise for the prevention of falls: A systematic review and meta-analysis. J Am Geriatr Soc, 56(12), 2234-2243.

Shumway-Cook A, Anson D, Haller S(1988). Postural sway biofeedback: its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. Arch Phys Med Rehabil, 69(6), 395-400.

Verheyden G, Vereeck L, Truijen S et al(2006). Trunk performance after stroke and the relationship with balance, gait functional ability. Clin Rehabil, 20(5), 451-458.