

높은 굽 신발이 감각계의 변화와 균형에 미치는 영향

김원호, 박은영
연세대학교 대학원 재활학과 물리치료학전공

Abstract

Effects of the High-Heeled Shoes on the Sensory System and Balance in Women

Kim Won-ho, B.H.Sc., R.P.T.
Park Eun-young, B.H.Sc., R.P.T.

Dept. of Rehabilitation Therapy, The Graduate School, Yonsei University

The purpose of this study were to compare light touch, two-point discrimination, position sense, and static balance ability and to examine the relationship of static balance ability and different senses in those who are wearing various heights of high-heeled shoes. Each 29 women was classified two different heights (below 3 cm, above 7 cm) by experience in wearing shoes. A t-test was used to determine the differences between low- and high-heeled shoe in light touch, two-point discrimination, position sense, and static balance ability. Pearson correlation was used to examine the relationship of static balance ability to these sensation. The results were as follows: 1) No significant differences in average light touch, position sense between two groups were found($p > 0.05$). But significant differences in average two-point discrimination, static balance ability were found($p < 0.05$). 2) Static balance ability was not significantly correlated with light touch, position sense, two-point discrimination($p > 0.05$). The results suggest that long time experience in wearing high-heeled shoe may be caused local sensory change and decreased static balance ability. Even though, static balance ability was not significantly affected but correlated with two-point discrimination, position sense, and light touch in order.

Key Word: Balance; Two-point discrimination; Position sense; Light touch.

I. 서론

대부분의 여성들이 매일 높은 굽 신발을 착용하고 보행한다(Franklin 등, 1995). 신발 재질에 따른 특성이나 모양, 특히 굽의 높이는 기동성(mobility)과 발의 안정성에 많은 영향을 미친다(Edelstein, 1987; Finaly, 1986). 보행과 적절한 균형유지를 위한 신발은 지면과 닿는 면적이 넓고 굽이 낮고, 그리고 재질은 부드럽고 유연성이 있는 것이다(Grarner, 1994).

적절하지 않은 신발을 장기간 착용하는 것은 발의 변형과 통증을 유발시키는 주요 원인이 된다(Frey 등, 1995). Kapandji(1970)는 높은 굽 신발을 착용하는 것이 발바닥 내측궁을 높게 만드는 원인이라고 하였다. 편평족(flat feet) 혹은 내측궁이 높아진 발(medial longitudinal arch)은 기능적인 문제들과 근골격계 손상을 유발한다(Cowan 등, 1994). Loy와 Voloshin(1987)은 높은 굽 신발이 보행동안 수직적 충격량을 증가시키고 이로 인한 발 주변의 소성 조직(soft tissue)의 변화를 유발한다고 보고하였다. 발목에서의 근력약화, 인대손상, 관절유착, 부적절한 신체정열 등 근골격계의 다양한 변화는 만성적 발목 불안정성의 원인이 되고(Garn와 Newton, 1988), 높은 굽 신발을 착용하는 것은 발목관절의 발바닥쪽 굴곡을 증가시켜 관절 내에서 뼈의 상대적 위치와 근육의 기시부를 변화시킨다(D' Amico와 Sussman, 1984). 결국 장기간 높은 굽 신발을 착용하면 신체분절의 위치, 무게중심에 변화가 있게 되고 이를 보상하기 위한 운동학적(kinematics) 및 동력학적(kinetics)인 변화가 있게 된다(Snow 등, 1994).

균형유지는 정적 그리고 동적 움직임 동안 기저면 위에 중력중심을 유지하는 능력이다. 이는 감각, 운동, 중추신경계 그리고 역학적인 면에서 협응된 활동에 의해 발생하는 복합적인 과정이다(Nashner, 1994). 높은 굽 신발의 착용으로 인한 작아진 지지면은 외측 운동량을 높이고 결국 발목 염좌 발생률을 증가시킨다. Barrack 등(1989)에 의하면 발목의

불안정성은 관절 움직임과 위치감각을 손상시킨다고 하였다. 이것은 발목 관절의 국소적 감각을 변화시키는 요인이고 발목 관절과 중추신경계간의 되먹임 체계에 변화와 재인식에 영향을 미친다. 감각 되먹임의 손상은 움직임을 조정하고 적절하게 적응하는 능력을 방해한다(Bullock-Saxton, 1994).

이전의 연구들은 장기간 높은 굽 신발의 착용이 발목 주변의 근골격계에 미치는 영향을 동력학적(kinetic)과 운동학적(kinematic)인 측면에서 이루어 졌다. 그러나 발목 주변 조직의 국소 감각 변화와 이러한 변화들이 정적 균형유지 능력에 어떠한 영향을 미치는 지에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다.

이 연구의 목적은 첫 번째 장기간 높은 굽을 착용한 여성의 발목부위의 감각계의 변화를 알아보고, 두 번째 감각계와 정적 균형유지 능력간의 상관관계를 알아보는 것이다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

본 연구는 연세대학교 원주캠퍼스에 재학 중인 20대 성인 여자 29명을 대상으로 실시하였다. 이중 실험군은 19명이고 대조군은 10명이었다. 실험군은 높은 굽(7 cm 이상)을 최근 1년 전부터 주 20시간 이상 착용한 자이고, 대조군은 주 20시간 이상 낮은 굽(3 cm이하)을 신는 자로서 신경학적, 정형외과적으로 이상이 없는 사람으로 선정하였다.

2. 실험 장비

1) 가벼운 접촉감각 검사도구

Preston사의 PC F745899를 사용하였다. 이 도구는 Semmes-Weinstein Monofilaments를 사용하였다. 이 도구는 1.65에서 4.08까지 총 20개로 구성되어 있다.

2) 두점분별능력 검사도구

Preston사의 PC L16012를 사용하였다. 이 도구는 최소 0.1 cm 까지 측정 할 수 있다.

3) 위치감각 측정

관절 위치감각은 De Domenico와 McCloskey(1987)가 고안한 방법을 사용하였다.

4) 정적균형능력 검사

정적균형능력을 검사하기 위해서 신체 흔들림(body sway)을 측정하였다. 측정방법은 Lord 등(1996)이 사용한 방법을 사용하였다.

3. 실험절차

본 연구에 참여한 29명의 여성을 대상으로 개개인에 대하여 아래항목을 측정하여 기록하였다.

1) 가벼운 접촉감각 검사

- (1) 피험자의 눈을 감게 하고 바로 눕게 하였다.
- (2) 5번째 발바닥뼈의 머리부분에 무엇인가 닿는 느낌이 있을 경우에 실험자에게 반응을 표시하도록 지시하였다.
- (3) Semmes-Weinstein Monofilaments를 이용하여 다섯 번째 발바닥뼈의 머리부분을 자극하였다.
- (4) 자극방법은 근위부에서 원위부로 자극하였고 Semmes-Weinstein Monofilaments가 약간 구부러질 정도의 압력을 가하였다.
- (5) 자극 시간은 2초간 적용하였다.
- (6) 측정은 2.83부터 시작하였다.
- (7) 피험자가 자극을 받은 후 3초 이내에 반응이 없을 때는 다음 자극 단위로 자극하였다.
- (8) 측정결과는 피험자가 처음으로 반응한 수치를 선택하였다.

(9) 단 피험자가 2.83에서 반응을 나타낼 경우 아래 단계의 자극 단위로 자극하여 반응이 보이지 않을 경우까지 측정하였다.

2) 두점분별능력 검사도구

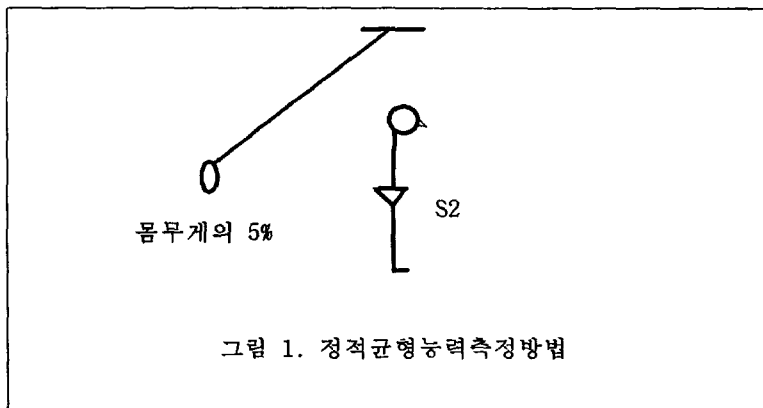
- (1) 피험자의 눈을 감게하고 바로 눕게 하였다.
- (2) 측정위치는 가벼운 접촉감각 검사와 동일하였다.
- (3) 측정은 도구의 두 점이 동시에 자극위치에 닿도록 하였다.
- (4) 두 점 사이의 간격은 0 cm부터 시작하여 0.2 cm간격으로 늘려서 측정하였다.
- (5) 측정결과는 피험자가 처음으로 두 점이라고 분별한 수치를 선택하였다.

3) 위치감각 측정

- (1) 피험자의 눈을 감게 하고 가로 세로 0.1 cm의 눈금이 표시되어 있는 모눈종이(60cm x 60cm)앞에 서게 하였다.
- (2) 아래의 지시에 따라 수행하게 하였다.
 - ① ‘오른쪽 발을 모눈종이 위에 올리시오’
 - ② ‘왼쪽 발을 어깨 넓이만큼 벌리면서 오른쪽 엄지발가락과 같은 선상이라고 느껴지는 위치에 왼쪽 엄지발가락을 내려놓으시오’
 - (3) 모눈종이 위에 위치한 두 엄지발가락의 위치 차이를 측정하였다.

4) 균형능력 측정

- (1) 피험자는 외부자극의 중심선에 눈을 감고, 양발을 붙이고, 팔짱끼고 서게 하였다(그림1).



- (2) 바닥이 단단한 곳에 맨발로 서 있게 하였고, 서있는 위치를 일정하게 하기 위해 발 뒤꿈치의 위치를 표시하였다.
- (3) 외부자극은 몸무게의 5% 무게의 모래주머니를 2 m/s 각속도로 2번째 천추부위에 자극하였다.
- (4) 신체 흔들림 정도를 측정하기 위해 피험자의 허리에 벨트를 감게 하였다. 벨트는 허리를 두르는 끈과 좌측으로 15 cm 튀어나온 막대기로 구성되었다. 이 막대기 끝에 40 cm의 실을 부착하였고, 이 실의 끝에 1.5 kg의 추를 달았다. 추의 끝에는 펜이 달려있어 신체 흔들림에 따른 추의 흔들림을 모눈종이 위에 기록되게 하였다.
- (5) 피험자의 좌측에는 높이를 조절할 수 있는 탁자 위에 가로 세로 0.1 cm의 눈금이 표시되어 있는 모눈종이를 설치하였다.
- (6) 외부자극을 적용한 후 추가 앞으로 진행한 거리를 측정하였다. 단, 외부자극 후 균형을 유지하기 위한 팔의 움직임은 제한을 두지 않았으며 바닥에서 발이 떨어지는 피험자는 제외하였다.

4. 분석방법

본 실험에서 사용한 측정도구의 신뢰도를 측정하기 위해서 급간내상관계수(ICC_s)를 계산하였다. 두 집단간의 가벼운 접촉감각, 두점분별능력, 위치감각, 균형능력을 차이를 알아보기 위해서 t-test를 사용하였다. 가벼운 접촉감각, 두점분별능력, 그리고 위치감각과 균형능력간의 상관관계를 알아보기 위해서 Pe-

arson 상관계수를 구하였다.

III. 결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 29명 중 실험군은 19명(65%)이었고, 대조군은 10명(45%)이었다. 실험군의 평균신장은 158.57 cm, 대조군의 평균신장은 162.50 cm이었다(표1).

2. 신뢰도 검정

두점분별능력 측정도구인 PC L16012의 검사-재검사 신뢰도는 ICC_{2,1} = 0.90 이었고 95% 신뢰구간은 0.10에서 0.99 사이였다. 가벼운 접촉감각 검사 도구인 PC F745899의 검사-재검사 신뢰도는 ICC_{2,1} = 1 이었다. De Domenico 와 McCloskey(1987)의 방법에 따른 위치감각 검사의 측정-재측정 신뢰도는 ICC_{2,1} = 0.97 이었고 95% 신뢰구간은 0.63 에서 0.99 사이였다. Lord 등(1996)의 방법에 따른 정적 균형능력검사의 검사-재검사 신뢰도는 ICC_{2,1} = 0.96 이었고 95% 신뢰구간은 0.38 에서 0.99 사이였다.

3. 두 집단간의 감각과 균형능력 차이

1) 두 집단간의 가벼운 접촉감각 차이

가벼운 접촉감각 검사 결과, 실험군의 평균은 3.55±0.37이었다. 대조군의 평균은 3.48±0.30이었다. 평균의 차이가 있었지만 통계적으로 유의하지 않았다(p> 0.05)(표2).

표. 1 대상자의 일반적인 특성

	대상자수	나이(세)	신장(cm)±표준편차	무게(kg)±표준편차	염좌횟수(회)
실험군	19	22.70	158.57±5.04	52.26±5.21	0.53
대조군	10	23.50	162.50±4.05	54.30±2.87	0.60

표 2. 두 집단간의 촉각차이

	대상자수(명)	평균±표준편차	자유도	t-값	Prob.
실험군	19	3.55±0.37	27	-0.56	0.58
대조군	10	3.48±0.30			

2) 두 집단간의 두점분별능력 차이

두점분별능력 검사의 결과 실험군의 평균은 1.52 ± 0.39 이었고, 대조군의 평균은 1.13 ± 0.51 이었다. 두 집단간의 두점분별능력 차이는 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$)(표3).

3) 두 집단간의 위치감각 차이

위치감각 측정결과 실험군의 평균은 2.06 ± 0.95 이었고 대조군의 평균은 1.54 ± 0.91 이었다. 두 집단간의 위치감각차이는 통계적으로 유의하지 않았다($p > 0.05$)(표4).

표 3. 두 집단간의 두점분별능력차이
(단위: cm)

	대상자수(명)	평균±표준편차	자유도	t-값	Prob.
실험군	19	1.52 ± 0.39	22.3	-2.32	0.03
대조군	10	1.13 ± 0.51			

표 4. 두 집단간의 위치감각차이
(단위: cm)

	대상자수(명)	평균±표준편차	자유도	t-값	Prob.
실험군	19	2.06 ± 0.95	19.2	-1.43	0.16
대조군	10	1.54 ± 0.91			

4) 두 집단간의 정적 균형능력 차이

정적 균형능력의 측정결과 실험군의 평균은 11.30 ± 2.35 이었고 대조군의 평균은 8.18 ± 1.33 이었다. 두 집단간의 정적 균형능력차이는 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$) (표5).

표 5. 두 집단간의 균형능력차이(단위: cm)

	대상자수(명)	평균±표준편차	자유도	t-값	Prob.
실험군	19	11.30 ± 2.35	26.8	-4.6	0.00
대조군	10	8.18 ± 1.33			

4. 가벼운 접촉감각, 두점분별능력, 그리고 위치감각과 정적 균형능력간의 상관관계

가벼운 접촉감각, 두점분별능력, 위치감각과 정적균형 능력간의 상관관계는 통계적으로 유

의하지 않았지만 정적균형 능력은 두점분별능력, 위치감각, 가벼운 접촉감각 순으로 상관도가 높게 나타났다(표7).

표 7. 가벼운 접촉감각, 두점분별능력, 위치감각과 정적균형능력과의 상관관계

	가벼운 접촉감각	두점분별능력	위치감각
상관계수	0.13	0.36	0.21

IV. 고찰

본 연구는 20대 여성 29명을 대상으로 실시하였다. 실험군과 대조군 사이의 감각계와 정적 균형능력의 차이와 감각계와 정적 균형능력간에 상관성을 알아보았다. 본 연구에서는 감각계의 검사를 위해서, 피상감각 중에서 가벼운 접촉감각(light touch)을 선택했고, 심부감각으로는 위치감각(position sense), 연합감각은 두점분별감각(two point discrimination)을 선택하여 측정하였다(Schmitz, 1988). 본 연구에서 촉각 측정의 결과는 대조군보다 실험군의 평균값이 낮게 나타났지만 이 차이가 통계적으로 유의하지는 않았다($p > 0.05$). 위치감각의 측정결과는 대조군보다 실험군의 평균값이 낮게 나타났지만 통계적으로 유의하지 않았다($p > 0.05$). 이러한 결과는 실험군과 대조군의 분류기준인 신발 착용시간이 너무 짧은 것이 원인일 수 있다. 또한 신발 재질과 굽의 넓이에 제한을 두지 않은 원인일 수 있다. 두점분별능력의 측정결과는 대조군보다 실험군의 평균값이 낮게 나타났고 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$). 균형능력의 측정결과는 대조군보다 실험군의 평균값이 낮게 나타났고 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$).

본 연구에서 촉각, 두점분별능력, 위치감각의 평균값이 대조군보다 실험군에서 낮게 나타난 것은 Opila-Correia(1990)와 Garn 와 Newton(1988)이 높은 굽 신발을 신는 것이 발목 불안정성을 증가시키고 소성 조직을 변화시킨다고 보고한 연구와 일치한다. 노인 여성에서 신발 굽의 높이에 따른 균형 능력의 차이를 연구한 Lord와 Bashford(1996)의 실험 결과를 보면 높은 굽 신발을 신었을 경우 피험자의 정적 균형과 동적 균형 능력이 모두 떨어지는 것으로 나타났다. 이는 높은 굽 신발을 신었던 실험 집단에서 균형능력이 유의하게 낮은($p < 0.05$) 본 연구의 결과와 유사함을 보인다. 본 연구의 피험자가 신발을 착용하지 않은 상태에서 정적 균형능력을 측정하였는 데

도 Lord와 Bashford(1996)의 연구 결과와 일치하게 나타난 것은 높은 굽 신발을 착용하는 것은 발을 배측 굴곡 상태로 위치시켜 발목 관절의 불안정성을 증가시키고(Loy 와 Volschin, 1987), 소성 조직의 변성을 초래하기 때문일 것이다(Opila-Correia, 1990).

본 연구에서 각각의 감각과 균형과의 상관관계 분석결과를 보면 가벼운 접촉감각과 정적균형 능력의 상관관계($r = 0.13$), 두점분별능력과 정적 균형능력의 상관관계($r = 0.36$), 위치감각과 정적 균형능력과의 상관관계($r = 0.21$)로 나타났다. 균형유지능력은 전정계, 시각계, 그리고 체감각계에 의존한다(Sonn 등, 1995). 균형을 유지하기 위해서는 명확한 감각 입력에 대한 적절한 반응이 나타나야 한다(Woollacott, 1993). 균형유지를 위해서는 시각계에 가장 많이 의존한다. Daleiden(1990)에 의하면 젊은 층은 체감각계에 그리고 노인은 시각계에 더 많이 의존한다. 또한 정적균형유지는 체감각계에 크게 의존한다고 하였다. 본 연구는 눈을 감게 함으로서 시각계의 의존을 제거하여 체감각계에 대한 의존도를 높여 체감각계와 정적 균형능력 간에 상관관계를 알아보고자 하였다. 그러나 본 연구의 실험 결과는 체감각계와 정적 균형 능력간의 낮은 상관 관계를 보였다.

본 실험 결과에서 신장과 정적 균형 능력과의 상관관계($r = -0.44$)로 다른 감각과 균형능력과의 상관관계보다는 높게 나타났지만 유의한 차이를 나타내지는 않았다($p > 0.05$). 이는 권오윤과 최홍식(1996)이 20대 연령을 대상으로 실험한 결과 중 신장과 정적 균형 능력과 상관 관계가 낮다는 결과와 일치하였다. Berger 등(1992)의 실험에서는 외부 자극의 세기에 따른 키와 균형능력간의 상관관계를 조사하였다. 키와 균형능력과의 상관 관계의 결과를 보면 2 m/s의 자극 세기에서는 $r = 0.56$, 3 m/s의 자극 세기에서는 $r = 0.67$, 4 m/s의 자극 세기에서는 $r = 0.61$ 의 높은 상관관계를 보였다. 그러나 Berger 등(1992)의 연구는 나이(5세 - 45세)를 제한하지 않았다.

장기간 높은 굽 신발을 착용할 경우 발목 주변 체감각계에 이상을 초래한다. 발의 정상 기전을 변화시키고 그 결과는 관절에서의 과부하를 초래하게 된다(Saunders, Inman, Eberhart, 1953). 높은 굽 신발을 신고 걷는 동안에 가해지는 증가된 수직 충격을 흡수하기 위해서 척추의 생체 역학적 적응이 필요하다(Opila-Correia, 1990).

본 연구에서 높은 굽 신발을 신은 군은 낮은 굽 신발을 신은 군보다 두점분별능력과 정적 균형유지능력이 떨어졌다. 또한 감각계와 정적균형유지능력간의 상관관계는 낮았지만 두점분별능력은 비교적 높은 편이었다. 앞으로의 연구에서는 균형유지를 위한 생체 역학적인 적응방법, 더 다양한 감각계 검사, 그리고 신발 착용기간, 재질, 그리고 굽의 넓이를 고려한 연구가 필요할 것이다.

V. 결론

본 연구는 20대 정상인을 대상으로 평소 신발착용 습관(높은 굽과 낮은 굽)에 따른 감각계의 변화, 그리고 체감각계와 정적 균형 유지 능력간의 상관관계를 알아보았다. 감각계 중 두점분별능력에서만 두 군간의 유의한 차이를 보였지만, 높은 굽 신발을 착용한 집단이 감각계의 민감도가 떨어졌다. 또한 정적 균형유지 능력은 높은 굽 신발을 착용한 집단이 감소하였다. 감각계와 정적 균형 유지 능력간의 상관관계는 유의한 관계가 없었지만 두점분별능력, 위치감각, 가벼운 접촉감각 순으로 상관도가 높았다.

인용문헌

권오윤, 최홍식. 불안정 발판에서 20대 연령의 균형능력 평가. 한국전문물리치료학회지. 1996;3:1-11.
Barrack RL, Skinner HB, Budkley SL. Proprioception in the anterior cruciate defici-

ent knee. *Am J Sports Med.* 1989;17:1-6.
Berger W, Trippel M, Discher M, et al. Influence of subjects' height on the stabilization of posture. *Acta Otolaryngol(Stockh).* 1992;112:22-30.
Bullock-Saxton JE. Local sensation changes and altered hip muscle function following severe ankle sprain. *Phys Ther.* 1994;74:17-31.
Cowan DN, Robinson JR, Jones BH, et al. Consistency of visual assessments of arch height among clinicians. *Foot Ankle Int.* 1994;15:213-7.
D' Amico JC, Sussman RE. The influence of the height of the heel on the first metatarsophalangeal joint. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1984;74:504-508.
De Domenico G, McCloskey DI. Accuracy of voluntary movements at the thumb and elbow joints. *Exp Brain Res.* 1987;65:471-478.
Edelstein JE. If the shoe fits: Footwear considerations for the elderly. *Phys Occup Ther Geriatr.* 1986;5:1-16.
Finlay OE. Footwear management in the elderly care programme. *Physiotherapy.* 1986;72:172-178.
Franklin ME, Chenier TC, Braunger L, et al. Effect of positive heel inclination on posture. *J Orthop Sport Phys Ther.* 1995;21:94-99.
Frey C, Thompson F, Smith J. Update on women's footwear. *Foot Ankle Int.* 1995;16:328-321.
Garn SN, Newton RA. Kinesthetic awareness in subjects with multiple ankle sprains. *Phys Ther.* 1988;21:23-27.
Garner E. *Stay on Your Feet.* Lismore: NSW, 1994.
Hageman PA, Leibowitz M, Blanke D. Age and gender effects on postural control measures. *Arch Phys Med Rehabil.* 1995;

76:961-965.

Lord SR, Bashford GM. Shoe characteristics and balance in older women. *J am Geriatr Soc.* 1996;44:429-433.

Lord SR, Ward JA, Williams P, Anstey KJ. Physiologic factors associated with falls older community-dwelling women. *J American Geriatrics Society.* 1994;42:1110-1117.

Loy DJ, Voloshin AS. Biomechanical aspects of high heel gait. *Am Soc Biomech.* 1987: 135-136.

Nashner L. Evaluation of postural stability, movement, and control. In: Hasson SM, editor. *Clinical exercise physiology.* St. Louis: Mosby, 1994:199-234.

Opila-Correia KA. Kinematics of high-heeled gait with consideration for age and experience of wearers. *Arch Phys Med Rehabil.* 1990;71:905-909.

Saunders JBDeC, Inman VT, Ebehart HD. The major determinants in normal and pathological gait. *J Bone Joint Surg.* 1953; 35:543-558.

Schmitz TJ. Sensory assessment. In: O'sullivan SB, Schmitz TJ, eds. *Physical Rehabilitation: assessment and treatment*, ed 2. 1988:779-92.

Snow RE, Williams KR. High heeled shoes: their effect on center of mass position, posture, three-dimensional kinematics, rearfoot motion, and ground reaction forces. *Arch Phys Med Rehabil.* 1994;75:568-576.

Sonn U, Svatesson U, Grimby G. Functional balance tests in 76-year-olds in relation to performance, activities of daily living and platform tests. *Scand J Rehab Med.* 1995; 27:231-241.

Woollacott MH. Age-related changes in posture and movement. *J Gerontol.* 1993;48: 50-60.