

유연성 평발에 적용한 로우다이 테이핑에 의한 균형 수행력의 변화

엄주리 · 문동철¹ · 김종순^{2†}

부산가톨릭대학교 대학원 물리치료학과, ¹김해대학교 물리치료과
²부산가톨릭대학교 보건과학대학 물리치료학과

The Changes of Balance Performance by Low-dye Taping Application on Flexible Flatfoot

Ju-Ri Eom, PT, BS, Dong-Chul Moon, PT, MSc¹, Jong-Soon Kim, PT, PhD^{2†}

Department of Physical Therapy, Graduate School, Catholic University of Pusan

¹Department of Physical Therapy, Gimhae College

²Department of Physical Therapy, College of Health Sciences, Catholic University of Pusan

Received: April 14, 2014 / Revised: May 8, 2014 / Accepted: July 14, 2014

© 2014 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: The purpose of this study was to determine the immediate effect of low-dye taping on balance performance in subjects with flexible flatfoot.

METHODS: Fifteen asymptomatic volunteers who had flexible flatfoot (age, 21.7±1.81years; height, 164.80±7.57cm; weight, 56.47±10.48kg) were participated for this study. Navicular drop test was used to evaluate pronation of foot in three different conditions; non-weight bearing position without low-dye taping, weight bearing position without low-dye taping, weight bearing position with low-dye taping. And balance performance (anterio/ posterior, medial/lateral, and overall) was evaluated using the Biodex Balance System in three different conditions; one-leg standing without low-dye taping, one-leg standing with low-dye taping, and

one-leg standing with low-dye taping in one week later. Repeated-measures analysis of variance (ANOVA) was used to assess navicular height and balance performance across the three testing conditions.

RESULTS: Significant and clinically meaningful improvement in navicular height was found after application of the low-dye taping. However, there was no statistically significant change in balance performance.

CONCLUSION: The results of this study provide evidence to suggest that low-dye taping does not affect balance performance.

Key Words: Balance performance, Flatfoot, Low-dye taping, Navicular height

I. 서론

평발은 뒤쪽 발의 가쪽번짐과 함께 체중이 발의 내측으로 이동하여 안쪽 세로활이 비정상적으로 낮아지거나 완전히 소실되는 변형으로 인구의 약 15~25% 정도

†Corresponding Author : ptjskim@cup.ac.kr

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

에서 나타나며 정확한 원인은 아직 밝혀지지 않고 있다 (Dunn 등, 2004; Magee, 2008). 평발은 크게 강직성 평발과 유연성 평발로 나누는데 강직성 평발은 체중부하와 무관하게 발의 안쪽 세로활이 하강된 상태를 보이는 반면 유연성 평발은 체중부하시 발의 안쪽 세로활이 사라지나 체중부하를 제거하면 다시 안쪽 세로활이 형성된다(Kuhn 등, 1999).

평발의 치료 방법 중 재활 및 스포츠 영역에서 그 효과가 많이 보고되고 있는 것이 비탄력 테이핑을 이용하는 로우다이 테이핑(low-Dye taping)이다. 로우다이 테이핑은 Ralph Dye에 의해 처음 고안되어 평발치료는 물론 족저근막염의 치료에도 사용되고 있다(Lange 등, 2004). 로우다이 테이핑의 원리는 발목 아래에 발목의 뒤침을 유도하는 테이핑을 부착시켜 목말밑관절에서 옆침을 조절할 수 있도록 해주는데 있다(Ator 등, 1991). 선행 연구들(Lange 등, 2004; Scranton 등, 1982; Walters 등, 2008)을 살펴보면 로우다이 테이핑 적용으로 발의 안쪽 세로활 지지 및 발의 옆침 감소, 관절 보호 효과가 보고되고 있다.

발은 닫힌 운동 사슬에서 가장 먼쪽부에 있는 해부학적 구조물로서 발의 문제는 운동 사슬 전체에 영향을 미쳐 무릎관절, 엉덩관절, 그리고 허리 등에 문제를 야기시킬 수 있다(Kaufman 등, 1999; Nakhostin-Roohi 등, 2013). 그러나 이러한 관절들의 문제와 발의 연관성은 간과되기 쉬워 적절한 검사나 치료를 받지 못하는 것이 흔한 실정이다(O'Leary 등, 2013). 평발의 경우도 다리의 통증, 퇴행성 관절염, 스트레스 골절 등(Kitaoka 등, 1998)과 같은 근골격계의 문제뿐만 아니라 안쪽 세로활의 이상으로 기능적으로 발의 불안정성을 초래하여 (Franco, 1987) 균형의 문제를 초래하는 것으로 보고되고 있다(Hertel 등, 2002; Hillstrom 등, 2013).

적절한 균형을 유지하기 위해서는 지지면 위에서 신체 정렬과 중력 중심의 조절을 위해 신경계의 중추 요소와 말초 요소가 지속적으로 상호작용을 하여야 한다(Alexander와 LaPier, 1998). 말초 요소로는 몸감각, 시각, 안뜰신경계가 포함되는데 이들 말초 요소로부터 유입된 정보들은 중추로 전달되어 지지면 위에서 신체의 자세와 위치를 조절하기 위한 최적의 근육 반응을

만들어 내게 된다(Shumway-Cook과 Horak, 1986). 따라서 과도한 발의 옆침이나 뒤침은 관절의 가동성 변화나 접촉면의 변화로 인해 몸감각과 같은 말초 입력에 영향을 미치게 되고(Hertel, 2002) 이로 인해 안정적인 지지면을 유지하도록 해주는 근육의 작용에 영향을 미치게 된다(Franco, 1987).

전술한 바와 같이 로우다이 테이핑은 비탄력 테이핑을 이용한 평발 교정 치료방법이다. 그러므로 생역학적인 관점에서 로우다이 테이핑을 통한 평발로 인한 과도한 옆침의 교정과 신경생리학적 관점에서의 과도한 옆침의 교정으로 인한 발바닥 접촉면의 변화와 비탄력 테이핑의 발바닥면 적용으로 인한 체성감각 입력의 변화는 로우다이 테이핑에 의한 균형수행력 변화 가능성을 생각해 볼 수 있게 한다. 그러나 로우다이 테이핑에 대한 수많은 연구 보고에도 불구하고 로우다이 테이핑에 의한 균형 수행력 변화에 대한 연구는 전무한 실정이다. 이에 본 연구는 로우다이 테이핑 적용 후 평발로 인한 과도한 옆침의 교정에 따른 즉각적인 균형 수행력 변화에 대해 연구하고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 로우다이 테이핑 적용 전·후 균형 수행력의 즉각적 변화 정도를 비교분석하는 유사 실험 연구로서 20대 유연성 평발환자 15명을 대상으로 실시하였다. 연구에 참여한 피검자들의 연령은 21.21 ± 1.81 세, 체중은 56.47 ± 10.48 kg, 신장은 164.80 ± 7.57 cm였다. 피검자의 선정을 위해 유연성 평발의 여부는 발배뼈 하강검사 결과 10mm 이상 발배뼈의 높이가 낮아지는 경우로 하였다. 또한, 본 연구에 영향을 줄 수 있는 신경계 및 근골격계 관련 질환, 그리고 기타 피부계 관련 질환이 있는 대상자는 배제하였으며 본 연구에 대해 충분히 이해하고 참여에 동의한 사람으로 한정하였다.

2. 실험 절차 및 측정방법

균형 수행력은 로우다이 테이핑을 적용하지 않은

상태에서 1차 측정 후, 로우다이 테이핑을 적용한 상태에서 2차 측정을 하였다. 2차 측정된 균형 수행력의 변화가 균형 수행력 측정의 반복에 의한 연습 효과인지의 여부를 배제하기 위해 일주일 후 로우다이 테이핑을 적용한 상태에서 3차 균형 수행력을 측정하였다. 발배뼈 하강검사는 먼저, 피검자의 선정 및 기초선 자료의 획득을 위해 비체중 부하 자세에서 발배뼈 거친 면의 높이를 1차 측정 후 다음 체중부하 자세로 발배뼈 거친 면의 높이를 2차 측정하였다. 3차 측정은 체중부하 자세로 로우다이 테이핑을 적용한 상태에서 측정하였다.

1) 발배뼈 하강검사

발배뼈 하강검사는 비체중 부하 자세(앉은 자세)에서 발을 중립위치에 두고 바닥에서 발배뼈 거친 면까지의 수직거리를 측정 후, 대상자를 일어서게 하여 양발을 편하게 벌리고 선 체중 부하 자세에서 같은 방법으로 발배뼈 거친 면의 높이를 측정하였다. 본 연구에서는 Boergers (2000)의 연구를 참고하여 두 번의 발배뼈 거친 면의 높이 측정에서 10mm 이상 차이를 보인 경우 유연성 평발로 정의하였다.

2) 로우다이 테이핑의 적용

로우다이 테이핑은 사용자에 따라 조금씩 다른 방법을 적용하고 있으나, 본 연구에서는 Kim (2011)의 연구에서 사용한 방법을 적용하였다. 피검자에게 테이핑의 가장자리 밖으로 발이 나오도록 다리를 펴고 앉은 자세를 취하도록 한 다음 발꿈치뼈의 가쪽변짐을 피하기 위한 첫 번째 테이프를 다섯 번째 발허리발가락관절에서 시작하여 발뒤꿈치를 돌아 첫 번째 발허리발가락관절까지 바짝 당겨 붙였다. 첫 번째 테이프를 보강해 주기 위하여 두 번째 테이프를 첫 번째 테이프와 절반 정도 겹치도록 평행하게 부착하였다. 세 번째 테이프는 세로활을 지지해 주기 위해 양쪽 복사뼈 바로 아래, 발의 가쪽에서 안쪽으로 발바닥 면에 적용하였으며, 네 번째 테이프는 세 번째 테이프와 반쯤 겹치도록 평행하게 하여 약간 더 앞쪽에 붙였다. 마지막으로 다섯 번째 테이프는 발바닥에서 올라온 테이프 위로 다섯

번째 발목발허리관절에서부터 첫 번째 발목발허리관절까지 붙였다.

3) 균형 수행력 평가

로우다이 테이핑 적용에 의한 균형 수행력의 변화를 알아보기 위해 Balance system (Biodex, USA)을 이용하여 한 다리로 선 자세에서 동적 균형 수행력을 측정하였다. 측정에 사용된 장비는 전, 후, 좌, 우로 동요되는 발판 위에서 피검자가 한발 또는 두 발로 서서 모니터에 표시된 원의 중심에 피검자의 체중심을 유지하려는 노력에 의해 정량화된 균형 수행력이 산출된다. 산출된 점수는 신체의 동요 정도를 나타내며 점수가 낮을수록 동요가 적어 균형 수행력이 높음을 의미한다. 점수는 내·외 동요를 나타내는 medial/lateral stability index, 전·후 동요를 나타내는 anterior/posterior stability index, 그리고 전·후·좌·우 모든 동요를 포함하는 overall stability index로 각각 표기된다. 발판의 안정성은 12단계로 구분되며 1단계는 최소 안정성을, 12단계는 최대 안정성을 제공한다. 발의 크기에 따라 지정된 위치에 발을 위치시켰으며 세 번의 측정 모두에서 동일한 발 위치를 유지하도록 하였다. 본 연구에서는 발판의 동요 수준을 3단계로 설정하여 피검자들이 20초 동안 실시한 균형수행력 자료를 수집 분석하였다.

3. 자료 분석

연구 과정에서 수집된 자료는 부호화한 후 자료 처리는 유의 수준을 0.05로 하여 통계 패키지 SPSS for Windows(ver. 19.0)를 이용하여 분석하였다. 먼저 피검자들의 일반적 특성은 평균±표준편차로 산출하였으며 로우다이 테이핑 적용 전 비체중부하 상태, 로우다이 테이핑 적용 전 체중부하 상태, 그리고 로우다이 테이핑 적용 후 체중부하 상태에서의 발배뼈 거친 면 높이 비교 및 로우다이 테이핑 적용 전, 로우다이 테이핑 적용 후, 그리고 일주일 후 로우다이 테이핑 적용 상태에서의 균형 수행력 비교를 위해 반복측정분산분석(repeated measured ANOVA)을 실시하였다. 로우다이 테이핑 적용 여부에 따른 조건별 차이는 대비검정을 시행하였다.

III. 연구 결과

1. 로우다이 테이핑 적용 여부에 따른 발배뼈 거치면 높이 변화 비교

로우다이 테이핑 적용 전 비체중부하 시(Pre), 체중부하 시(Post 1), 그리고 로우다이 테이핑 적용 후 체중부하 시(Post 2)의 세 가지 조건에 따른 발배뼈 높이는 각각 4.41cm, 3.07cm, 4.12cm로 로우다이 테이핑 적용에 따른 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 또한 각 조건별 대비검정을 실시한 결과 로우다이 테이핑 적용 전 비체중부하 상태와 체중부하 상태에서는 발배뼈 높이의 유의한 차이가 있었으나($p < .05$), 로우다이 테이핑 적용 전 비체중부하 상태와 로우다이 테이핑 적용 후 체중부하 상태 사이의 유의한 차이는 없었다($p > .05$)(Table 1).

2. 로우다이 테이핑 적용 여부에 따른 균형 수행력의 변화 비교

로우다이 테이핑 적용 전(pre), 첫 번째 테이핑 적용 후(Post 1), 그리고 일주일 뒤 두 번째 테이핑 적용 후(Post 2)에서의 균형 수행력은 내·외측 균형지수가 각각 1.78, 1.98, 1.72로 유의한 차이는 없었으며($p > .05$), 전·후방 균형지수는 각각 2.93, 2.43, 2.23으로 로우다이 테이핑 적용에 의해 개선되는 경향은 보였으나 유의한 차이는 없었다($p > .05$). 전체 균형지수는 로우다이 테이핑 적용 전 3.32, 첫 번째 테이핑 적용 후 3.05, 두

번째 테이핑 적용 후 2.71로 균형지수는 유의한 차이가 없었다($p > .05$)(Table 2).

IV. 고찰

평발의 치료는 수술적 치료보다는 비수술적 치료가 주로 선호되고 있는데 로우다이 테이핑은 유연성 평발 환자에게 적용하는 일반적인 방법으로 안쪽세로활을 지지해 주는 효과가 있다(Walters 등, 2008). Franettovich 등(2010)은 로우다이 테이핑이 낮아진 안쪽세로활을 0.58cm 높게 유지하는데 효과적이라고 하였으나 Radford 등(2006)은 로우다이 테이핑의 적용 후 발배뼈 높이에 변화는 있었으나 이러한 결과가 임상학적 의미를 가질 만큼 유의한 결과는 아니었다고 보고하였다. 한편 로우다이 테이핑 적용 후 시간경과에 따른 발배뼈 높이의 변화에 대한 연구를 살펴보면 로우다이 테이핑 적용 후 즉각적인 안쪽세로활의 유지 효과는 있었으나 이러한 효과는 48시간 후 감소되었다는 보고(Yoho 등, 2012)도 있는 등 로우다이 테이핑 적용에 따른 안쪽세로활 유지 효과에 대한 연구 결과는 다소 상이한 경향을 보이고 있다.

본 연구에서는 로우다이 테이핑을 적용하였을 경우 발배뼈 거치면의 높이가 테이핑 적용을 하지 않았을 때보다 34.20% 유의하게 높게 유지되어 로우다이 테이

Table 1. Comparison of navicular height among the three different conditions

(Unit: cm)

Variables	Pre	Post 1	Post 2	F	p
NTH	4.41±0.68 ^a	3.07±0.57 ^b	4.12±0.48 ^a	44.02	.00

NTH; navicular tuberosity height

Values within a column with different superscript letters are significantly different each other at $p < .05$

Table 2. Comparison of balance ability according to application of low-dye taping

Variables	Pre	Post 1	Post 2	F	p
ML	1.78±.81	1.98±.62	1.72±.57	2.06	.14
AP	2.93±1.99	2.43±2.54	2.23±.63	1.74	.20
OA	3.32±2.13	3.05±1.59	2.71±.77	1.33	.27

ML; medial / lateral stability index

AP; anterior / posterior stability index

OA; overall stability index

핑의 적용이 안쪽세로활을 유지하는데 효과적임을 알 수 있었다. 이러한 결과는 로우다이 테이핑이 안쪽세로활을 높게 유지하는데 효과적이었다는 연구들(Lee, 2005; Franettovich 등, 2010)과 일치하는 결과이다. 그러나 본 연구의 로우다이 테이핑 적용에 따른 안쪽세로활 유지에 대한 결과는 일과성 로우다이 테이핑 적용에 따른 즉각적인 결과이므로 차후 장시간의 적용에 따른 안쪽세로활 유지 효과에 대한 연구가 지속되어야 할 것으로 사료된다.

인간은 일상의 대부분을 두발을 이용하여 중력으로 부터 우리의 몸을 지탱하며 필요한 활동 수행을 한다. 인간의 이러한 직업 형태의 활동은 발을 닫힌 운동 사슬의 최말단부에 놓이게 하며 발의 약화나 손상은 이러한 닫힌 운동 사슬의 다른 하부 요소에 영향을 미친다. 그러므로 비정상적으로 높거나 낮은 발의 세로활은 운동 수행력에 영향을 미칠 수 있다(Tudor 등, 2009). 특히 균형은 지지면에 발을 고정하는 형태의 닫힌 운동 사슬이므로 낮거나 높은 안쪽세로활의 교정을 통한 간단한 발의 생역학적 변화 유도는 이차적으로 관절의 움직임이나 지지면의 변화를 유도하여 균형 수행 전략에 영향을 미칠 수 있다(Cote 등, 2005; Franco, 1987; Hertel, 2002). 이에 본 연구는 로우다이 테이핑 적용을 통한 유연성 평발의 안쪽세로활 교정이 균형 수행력에 미치는 즉각적 효과를 검증하고자 하였다.

본 연구에서는 로우다이 테이핑 적용 전, 로우다이 테이핑 적용 직후 그리고 균형 수행력 평가의 연습 효과를 배제하기 위해 일주일 후에 로우다이 테이핑 적용 상태에서 다시 한 번 더 균형 수행력을 평가하였다. 본 연구의 결과 내·외측 균형지수는 로우다이 테이핑 적용 후 유의한 차이는 없었다($p>.05$). 전·후방 균형지수는 로우다이 테이핑 적용으로 각각 17.06%와 23.89% 개선되는 경향은 보였으나 통계학적인 유의한 차이는 없었다($p>.05$). 전체 균형지수도 로우다이 테이핑 적용으로 각각 8.13%와 18.37% 개선되는 경향을 보였으나 마찬가지로 통계학적인 유의한 차이는 없었다($p>.05$). 따라서 전·후방 균형지수와 전체 균형지수의 개선은 자세를 유지하는 동안 신체동요가 상대적으로 줄었음을 의미하지만, 그 개선 정도가 임상적 의미를 부여할

만큼의 효과로 보기에는 무리가 있을 것으로 사료된다. 연구 결과를 비교 분석해 보면 Lee (2005)는 로우다이 테이핑을 통해 개선된 균형 및 자세조절 능력은 일시적이었으며 시간 경과에 따른 큰 변화는 유도하지 못했다고 본 연구 결과와 유사한 결과를 보고하였으나 Takata 등(2012)은 발의 안쪽세로활의 교정으로 선 자세의 균형이 개선되었다고 보고하였으며 Mulligan과 Cook (2013)도 안쪽세로활의 개선은 균형 수행력 개선을 유도한다고 보고하여 본 연구의 결과와 다소 차이를 보이고 있다. 다만, 이들 연구는 깔창 적용(Takata 등, 2012)과 운동(Mulligan과 Cook, 2013) 적용에 의한 효과 보고이므로 본 연구와의 단순 결과 비교에는 무리가 있을 것으로 사료된다. 이와는 달리 Franettovich 등(2012)은 로우다이 테이핑 적용에 의한 뒤정강근의 작용 감소를 보고하였으며 Park (2013)도 로우다이 테이핑 적용에 의한 앞정강근 작용 감소를 보고하였다. 앞정강근은 발의 발등쪽 굽힘과 안쪽번짐을 일으키고 발의 세로활 유지에 중요한 역할을 하며 뒤정강근은 발의 발바닥쪽 굽힘과 안쪽번짐을 수행하고 안쪽세로활 유지와 균형에 중요한 역할을 하는 근육이다(Kohls-Gatzoulis 등, 2004). 따라서 로우다이 테이핑에 의한 앞정강근과 뒤정강근의 작용 감소는 이들 근육들의 과사용을 감소시킬 수는 있으나 균형 수행력에는 긍정적인 영향을 미치지 않을 것으로 사료된다. 본 연구에서는 로우다이 테이핑 적용이 얽힘 교정과 이로 인한 발바닥 접촉면 변화 유도 그리고 테이프의 발바닥면 적용으로 인한 몸감각 입력 변화로 균형 수행력에 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각하였으나 임상적 의미를 부여할 만한 변화는 없었다. 발바닥을 통한 몸감각의 입력 강화는 신체의 동요를 감소시켜주는데 효과적이었다는 많은 보고가 있었으나(Corbin 등, 2007; Hijmans 등, 2008; Palluel 등, 2009; Qiu 등 2012; 2013) 이들 연구들은 거친 깔창이나 진동과 같은 로우다이 테이핑에 사용하는 비탄력 테이프에 비해 상대적으로 강한 발바닥 자극을 장기간 적용하여 본 연구와는 차이를 보였다. 따라서 선행 연구들과 본 연구의 결과를 종합해 보면 로우다이 테이핑에 의한 근육 작용의 억제 및 불충분한 발바닥 자극 등으로 인해 로우다이 테이핑 적용을 통한 즉각적 균형

수행력 개선 효과는 미미한 것으로 사료된다.

V. 결론

본 연구는 유연성 평발을 가진 성인을 대상으로 로우다이 테이핑에 따른 안쪽세로활의 개선과 이를 통한 균형 수행력의 변화를 알아보고자 시도 되었다. 본 연구의 결과 로우다이 테이핑은 유연성 평발의 안쪽세로활 유지에 효과적인 방법임을 알 수 있었으나 안쪽세로활의 개선을 통한 균형 수행력의 개선은 임상적 의미를 가질 만큼 크지 않았다.

References

- Alexander KM, LaPier TL. Differences in static balance and weight distribution between normal subjects and subjects with chronic unilateral low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;28(6):378-83.
- Ator R, Gunn K, McPoil TG, et al. The effect of adhesive strapping on medial longitudinal arch support before and after exercise. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1991;14(1):18-23.
- Boergers RJ. Effect of arch taping on peak force, contact surface area and neuromuscular activity at midstance. University of Winsconsin-LA Crosse. Dissertation of Master's Degree. 2000.
- Corbin DM, Hart JM, McKeon PO, et al. The effect of textured insoles on postural control in double and single limb stance. *J Sport Rehabil.* 2007;16(4):363-72
- Cote KP, Brunet ME, Gansneder BM, et al. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *J Athl Train.* 2005;40(1):41-6.
- Dunn JE, Link CL, Felson DT, et al. Prevalence of foot and ankle conditions in a multiethnic community sample of older adults. *Am J Epidemiol.* 2004;159(5):491-8.
- Franco AH. Pes cavus and pes planus. Analyses and treatment. *Phys Ther.* 1987;67(5):688-94.
- Franettovich M, Chapman A, Blanch P, et al. Continual use of augmented low-dye taping increases arch height in standing but does not influence neuromotor control of gait. *Gait Posture.* 2010;31(2):247-50.
- Franettovich MM, Murley GS, David BS, et al. A comparison of augmented low-dye taping and ankle bracing on lower limb muscle activity during walking in adults with flat-arched foot posture. *J Sci Med Sport.* 2012;15(1):8-13.
- Hertel J, Gay MR, Denegar CR. Differences in postural control during single-leg stance among healthy individuals with different foot types. *J Athl Train.* 2002;37(2):129-32.
- Hijmans JM, Geertzen JH, Zijlstra W, et al. Effects of vibrating insoles on standing balance in diabetic neuropathy. *J Rehabil Res Dev.* 2008;45(9):1441-9.
- Hillstrom HJ, Song J, Kraszewski AP, et al. Foot type biomechanics part 1: structure and function of the asymptomatic foot. *Gait Posture.* 2013;37(3):445-51.
- Kaufman KR, Brodine SK, Shaffer RA, et al. The effect of foot structure and range of motion on musculoskeletal overuse injuries. *Am J Sports Med.* 1999;27(5):585-93.
- Kim MS. Changes of inversion angle of ankle joint and foot pressure on individuals with flexible platypodia by low-dye taping. Catholic University of Pusan. Dissertation of Master's Degree. 2011.
- Kitaoka HB, Luo ZP, An KN. Reconstruction operations for acquired flatfoot: biomechanical evaluation. *Foot Ankle Int.* 1998;19(4):203-7.
- Kohls-Gatzoulis J, Angel JC, Singh D, et al. Tibialis posterior dysfunction: a common and treatable cause of adult acquired flatfoot. *BMJ.* 2004;329(7478):1328-33.
- Kuhn DR, Shibley NJ, Austin WM, et al. Radiographic evaluation of weight-bearing orthotics and their effect on flexible pes planus. *J Manipulative Physiol Ther.* 1999;22(4):221-6.

- Lange B, Chipchase L, Evans A. The effect of low-dye taping on plantar pressures, during gait, in subjects with navicular drop exceeding 10 mm. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2004;34(4):201-9.
- Lee JH. The effect of low-dye taping technique on navicular bone height of foot and balance. *J Korean Soc Sports Phys Ther.* 2005;1(1):39-47.
- Magee DJ. *Orthopedic physical assessment* (5th ed). Philadelphia. W.B. Saunders. 2008.
- Mulligan EP, Cook PG. Effect of plantar intrinsic muscle training on medial longitudinal arch morphology and dynamic function. *Man Ther.* 2013;18(5):425-30.
- Nakhostin-Roohi B, Hedayati S, Aghayari A. The effect of flexible flat-footedness on selected physical fitness factors in female students aged 14 to 17 years. *J Hum Sports Exercise.* 2013;8(3):788-96.
- O'Leary CB, Cahill CR, Robinson AW, et al. A systematic review: the effects of podiatric deviations on nonspecific chronic low back pain. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2013;26(2):117-23.
- Palluel E, Olivier I, Nougier V. The lasting effects of spike insoles on postural control in the elderly. *Behav Neurosci.* 2009;123(5):1141-7.
- Park MC. The effect of low-dye taping on muscle activity during single-leg standing in people with flatfoot. *J Korean Phys Med.* 2013;8(4):533-8.
- Qiu F, Cole MH, Davids KW, et al. Enhanced somatosensory information decreases postural sway in older people. *Gait Posture.* 2012;35(4):630-5.
- Qiu F, Cole MH, Davids KW, et al. Effects of textured insoles on balance in people with Parkinson's disease. *PLoS One.* 2013;8(12):e83309
- Radford JA, Burns J, Buchbinder R, et al. The effect of low-dye taping on kinematic, kinetic, and electromyographic variables: a systematic review. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006;36(4):232-41.
- Rubenstein LZ, Robbins AS. Falls in the elderly : A clinical perspective. *Geriatrics.* 1984;39(4):67-78.
- Scranton PE Jr, Pedegana LR, Whitesel JP. Gait analysis. Alterations in support phase forces using supportive devices. *Am J Sports Med.* 1982;10(1):6-11.
- Shumway-Cook A, Horak FB. Assessing the influence of sensory interaction of balance. Suggestion from the field. *Phys Ther.* 1986;66(10):1548-50.
- Takata Y, Matsuoka S, Okumura N, et al. Standing balance on the ground-the influence of flatfeet and insoles. *J Phys Ther Sci.* 2013;25(12):1519-21.
- Tudor A, Ruzic L, Sestan B, et al. Flat-footedness is not a disadvantage for athletic performance in children aged 11 to 15 years. *Pediatrics.* 2009;123(3):e386-92.
- Yoho R, Rivera JJ, Renschler R et al. A biomechanical analysis of the effects of low-dye taping on arch deformation during gait. *Foot(Edinb).* 2012;22(4):283-6.
- Walters JL, Lange BS, Chipchase LS. Effect of a low-dye application of Scotchcast Soft Cast on peak and mean plantar pressures in subjects with a navicular drop greater than 10 mm. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2008;98(6):457-65.