

학령기 유연성 편평족 환아에서 치료용 깔창이 삽입된 실내화의 효과에 관한 융합 연구

이준영¹, 문정은², 조용진^{1*}

¹조선대학교 의과대학 의학과 정형외과학교실 교수

²호남대학교 간호학과 교수

A Convergence Study of Insole Inserted Indoor Sandal Effectiveness in School Aged Flexible Flat-foot Patients

Jun Young Lee¹, Jeong Eun Moon², Yong Jin Cho^{1*}

¹Professor, Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Chosun University

²Professor, Department of Nursing, Honam University

요 약 본 연구는 바닥에 치료용 깔창이 일체형으로 제작된 실내화를 이용한 유연성 편평족 환아의 착용 처치 전-후 임상 결과 및 영상의학 검사 결과에 대한 융합 연구이다. 유연성 편평족으로 진단받은 학령기 환아 35명에 대하여, 치료용 깔창이 일체형으로 제작된 실내화를 주중 5회 이상, 하루 4시간 이상 착용하게 하였다. 시행 전, 시행 후 제 4주째, 제 8주째, 영상의학 검사 및 FAOS 설문 조사를 시행하였고, 반복측정분산분석을 이용하여 통계 분석하였다. 임상 결과에서 FAOS 증상 항목과 통증 항목에서 통계적으로 유의한 향상이 관찰되었다. 영상의학 검사 결과에서 전후면 거골-제 1중족각, 측면 거골-제 1중족각, 거골-수평각이 호전되는 경향을 보이고 있었지만, 통계적 유의성은 찾을 수 없었다. 즉, 학령기 유연성 편평족 환아가 실내 생활 중 대부분의 시간 동안 치료용 깔창이 바닥에 일체형으로 제작된 실내화를 사용하는 것은 단기적으로 증상 완화 및 통증 경감에 효과가 있다.

주제어 : 편평족, 실내화, 정형외과, 통증, 융합

Abstract This study was a convergence study of pre- and post-treatment clinical outcomes and radiologic results of school aged flexible flat foot using insole inserted indoor sandal. Thirty five subjects were asked to wear insole inserted indoor sandals at least five times a week and at least four hours a day. Before and after the 4th and 8th week of the treatment, foot radiography and FAOS questionnaire were performed. Statistical analysis was performed using repeated measure ANOVA. The clinical results showed statistically significant improvement in FAOS symptom and pain category. Radiological results showed a tendency of improvement in the Anteroposterior Talo-1st Metatarsal angle, the Lateral Talo-1st Metatarsal angle, and the Talo-Horizontal angle, but no statistical significance was found. In this study, the use of insole inserted indoor sandal during the majority of the indoor life in school aged flexible flat foot patients is effective in alleviating symptoms and pain relief in the short term.

Key Words : Flatfoot, Shoes, Orthopedics, Pain, Convergence

*Corresponding Author : Yong Jin Cho(choisidoru@chosun.ac.kr)

Received September 2, 2019

Accepted November 20, 2019

Revised October 14, 2019

Published November 28, 2019

1. 서론

정형외과 외래를 방문하는 학령기 소아 환아에서 족부 변형은 가장 흔한 근골격계 질환 중 하나이다. 그 중 전족부, 중족부, 후족부 간 상호 복합적 작용에 의해 일어나는 편평족은 내측 종아치(Medial Longitudinal Arch)가 감소되거나 혹은 소실되는 변형이다. 내측 종아치는 출생 당시 확인이 되지 않으며, 보행을 시작하면서 발달되기 시작한다[1-3]. 지금까지 학령기 소아에서 편평족의 유병률은 12% ~ 45.5%까지 다양하게 보고되고 있다[4-7]. 편평족은 유발 원인이 밝혀진 병적 편평족과 골격계의 병적 변화 없이 내측 종아치의 발달이 또래에 비해 늦어지는 생리적 편평족으로 나누거나, 거골하 관절 운동의 보존성 여부에 따라 유연성과 강직성으로 나누기도 한다[8-11]. 병적 강직성 편평족의 원인 질환으로 선천적 골유합, 관절염, 수직 거골, 외상 후 구조적 결합 등이 주장되고 있다[12-14]. 반면에 유연성 편평족은 대부분 증상이 없으며, 경도 및 중등도의 편평족은 나이가 들어감에 따라 내측 종아치가 정상으로 호전된다. 유연성 편평족의 경우 체중 부하를 하지 않고 있을 때는 내측 종아치가 관찰되지만 체중을 부하시키면 내측 종아치가 사라진다. 거골하 관절의 제한을 보이는 강직성 편평족은 10% 미만을 차지한다고 보고되고 있고[11,15], 나머지 90%는 유연성 편평족이 차지하며 이 경우에는 족관절 및 거골하 관절의 운동 범위가 정상이며 증상이 없거나 경미하다[15]. 환아나 보호자들은 이러한 족부 변형을 교정해야 하는지, 혹은 치료 없이 지내는 경우 변형이 진행되지는 않는지, 적절히 치료한다고 하더라도 성인이 되었을 때 통증이 발생하거나 운동 장애를 일으키지 않는지를 궁금해하며 정형외과 외래를 방문하게 된다. 강직성 편평족의 경우 원인 질환에 따라 보존적 치료부터 수술적 치료까지 치료 계획에 대해 전문가 사이에서 합의가 이루어지고 있으나[10,11,16], 유연성 편평족 치료에 있어 보조기 착용의 필요성/효용성, 혹은 이를 통해 질환의 진행이나 예방이 가능한지에 대해 소아정형외과 전문의 사이에서도 일치된 의견을 찾기가 어렵다[17-20].

유연성 편평족 치료를 위한 보조기 사용에 대해 Kulcu 등은 편평족이 환아의 보행 유형에 영향을 미치지 않는다고 보고하면서 특별한 치료가 필요하지 않다고 주장한 반면[21], Kuhn 등은 유연성 보조기의 사용 전-후의 방사선 계측 비교를 통해 유의한 차이가 있음을 보고하면서 이에 대한 적극적인 보조기 사용을 주장하였다[22]. Song 등은 유연성 편평족 환아에서 내측 종아치 지지대

의 사용이 임상적 증상을 호전시킬 수 있으며 방사선 측정에서 수평면에서는 거골-제1중족골간각, 시상면에서는 거골-제1중족골간각, 거골 골간각, 및 종골 경사각에 유의한 차이가 있다고 보고하고 있다[23]. 더불어 학령기 환아는 주중 대부분의 시간을 학교에서 보내게 되며 특히 교실 내에서는 운동화나 구두 같은 실외화가 아닌 학교에서 규정하는 색깔과 소재의 실내화를 착용해야 한다. 따라서 고가의 맞춤형 내측 종아치 지지대를 구입, 거처했음에도 불구하고 사용하지 못하고 상당한 시간동안 적절한 조치가 되어 있지 않은 실내화를 신어야만 하는 실정이었다.

본 연구에서는 유연성 편평족으로 진단받은 초등학교 학령기 소아 환아에서 내측 종아치를 지지하는 내측 지지대 일체형 실내화의 효과를 검증하기 위하여 착용 처치 전-후의 임상적 결과 및 족부 영상의학 변화 결과를 보고하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구 기간 및 대상

본 연구는 2019년 3월부터 동년 8월까지 본원 정형외과에서 유연성 편평족으로 진단받은 학령기 환아를 대상으로 하였다. 선정 기준은 ① 주중 5회 이상, 하루 4시간 이상 실내화 착용이 가능한 대상자, ② 처치 시행 전, 시행 제 4주째, 시행 제 8주째 각 1차례씩 총 3차례 단순 방사선 검사 및 FAOS Korean version LK 1.0, July 2013 설문 조사에 응할 수 있는 대상자였다. 제외 기준은 ① 유연성 편평족 이외의 족부 변형 또는 티눈이나 압박증 등 다른 족부 질환이 있는 대상자, ② 이전에 족부 및 족관절에 대하여 외상을 포함하여 수술을 시행 받은 과거력이 있는 대상자, ③ 연구 기간 중 유연성 편평족에 대해 수술적 치료를 시행 받은 대상자였다. 기관 IRB에서 심사를 통과한 연구대상자용 설명문과 동의문을 통해서 적법한 설명과 동의를 얻었다.

2.2 연구 절차

연구 기간 중 본원 정형외과에 내원한 모든 편평족 환아에게 변형의 유형이 유연성인지 아니면 강직성 인지를 감별하기 위해 다음 세 가지 검사를 먼저 시행하였다. 첫 번째, 환아를 세워 두고 등 쪽에서 관찰하며, 이때 발목 및 발뒤꿈치의 외반과 내측 종아치의 소실 여부를 관찰

하고 발가락 부근이 외전되면서 정상 보다 바깥쪽의 발가락이 3개 이상 보이게 되는 Too Many Toe Sign을 확인하였다. 두 번째, 엄지발가락을 발등 쪽으로 굴곡 시키면 족저 근막이 짧아지면서 유연한 내측 종아치가 Windlass effect에 의해서 나타나는 족무지 거상 검사 (Jack Toe-Rise Test)를 시행하였다. 세 번째, 후경골건 기능 이상을 판단하는 검사로서 양측 뒤꿈치 거상 검사 (Double Heel Rise Test)를 시행하는데, 후경골건의 심한 기능 이상이 있을 때는 발뒤꿈치를 들어 올리지 못하는 것을 관찰할 수 있다. 또한 발뒤꿈치를 들어 올리면 발뒤꿈치의 내반이 일어나면서 내측 종아치가 다시 나타나게 된다. 위 세 가지 검사 상 거골하 관절의 운동성이 충분히 보존되어있는 유연성 편평족으로 진단된 경우에만 하여 연구를 진행하였다.

본 연구의 중재를 위하여 Fig. 1과 같이 주식회사 다원헬스케어(Dawon Health Care Co., Ltd.)에서 생산한 치료용 깔창이 바닥에 일체형으로 제작된 기능성 아동 실내화(이하 제품명 킹코이® (King Koi®))를 사용하였다. 대상자에 대해서 중재 전 족부 영상의학 검사 및 FAOS 설문 조사를 시행하였으며, 이후 기능성 아동 실내화 킹코이®를 주중 5회 이상, 하루 4시간 이상 착용하

게 하였다. 즉, 기능성 아동 실내화 킹코이® 시행 전, 시행 후 제4주 (±7일) 췌, 시행 후 제8주 (±7일) 췌 각 1차례씩 총 3차례 족부 영상의학 검사 및 FAOS 설문 조사를 시행하였다. 외래 추시는 환아 또는 보호자 사정상 예정된 일정에서 전/후 7일보다 더 오래 경과 한 경우 진료는 지속하되 본 연구에서는 제외하였다.

2.3 측정 방법

족부 영상의학 검사는 양측에 대하여 동시에 시행하였다. 환아는 양하지를 신전시키고 중립으로 위치시킨 후 체중을 부하 한 상태에서 족부 전-후면 및 족부 측면 사진을 촬영하였다. Fig. 2와 같이 족부 전-후면 사진에서는 거골-제1중족각(Talo-1st Metatarsal Angle, APTMA)을 측정하였다. 족부 측면 사진에서는 거골-제1중족각 (Talo-1st Metatarsal Angle, LTTMA), 종골-수평각 (Calcaneo-Pitch Angle, CPA), 거종각(Talo-Calcanal Angle, TCA), 거골-수평각 (Talo-Horizontal Angle, THA)을 측정하였다.

임상적 결과는 Lee 등이 2013년 미국 족부족관절학

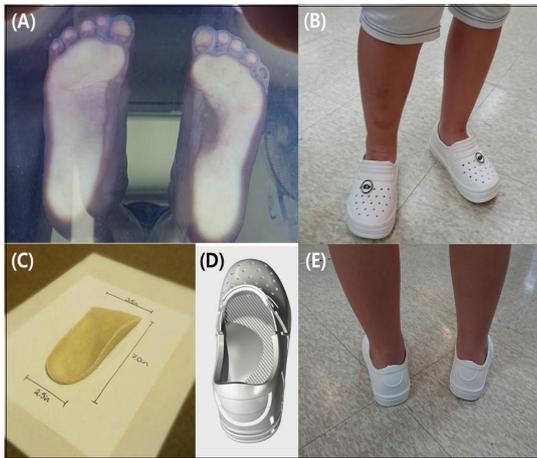


Fig. 1. The 7-year-old girl with flexible flatfoot complained of foot pain during walking and sports activity. (A) Podography of the foot shows the loss of medial longitudinal arch. (B) and (E) shows a picture of wearing insole inserted indoor sandal. (C) It shows the prototype insole appearance of the functional child insole inserted indoor sandal King Koi®. (D) The Sandal King Koi® are viewed from the top downward, with the insole supporting the medial longitudinal arch integrally attached to the foot.

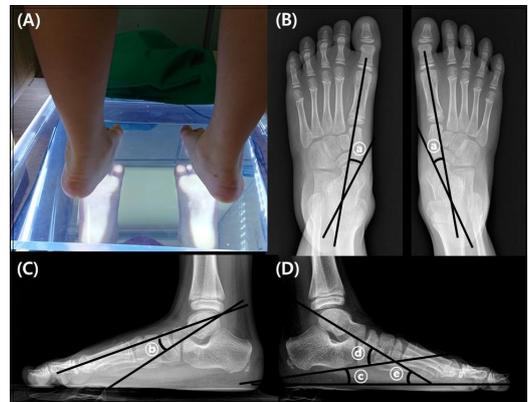


Fig. 2. The 9-year-old boy with flexible flatfoot complained of foot pain during walking and sports activity. (A) Clinical photograph of the foot shows the loss of medial longitudinal arch and excess hindfoot pronation. (B) Weight-bearing anteroposterior plane radiography of the foot. The angle (a) shows anteriorposterior talo-1st metatarsal angle (APTMA) (C) Lateral plane radiography of the right foot. The angle (b) shows lateral talo-1st metatarsal angle (LTTMA) (D) Lateral plane radiography of the left foot. The angle (c) shows calcaneal pitch (CPA) and angle (d) shows talocalcaneal angle (TCA) and angle (e) shows talohorizontal angle (THA).

회점수를 한글로 변환하고 일치도를 평가한 FAOS (Korean version of the Foot and Ankle Outcome Score) Korean version LK 1.0, July 2013를 이용하였다[24]. FAOS 설문 조사는 증상 항목(Symptoms, 5문항, 5점~25점), 강직 항목(Stiffness, 2문항, 2점~10점), 통증 항목(Pain, 9문항, 9점~45점), 기능 및 일상생활 항목(Function in Daily Living, 17문항, 17점~85점), 기능 및 스포츠/여가 활동 항목(Function in Recreational Activity, 5문항, 5점~25점), 삶의 질 항목(Quality of Life, 4문항, 4점~20점)으로 구성되어 있으며, 점수가 높을수록 증상이 심하고 일상 생활에 제한이 심함을 의미한다.

2.4 자료 분석

수집된 자료는 SPSS 18.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하여 분석하였다. 연구대상자의 일반적 특성을 파악하기 위해 빈도 분석을 사용하였으며, 중재 시행 전 임상적/족부 영상의학 결과를 파악하기 위해 기술적 통계를 사용하였다. 중재 시행 전, 중재 4주, 중재 8주째 임상적 결과 및 족부 영상의학 변화는 반복측정분산분석(Repeated measured ANOVA test)을 이용하여 분석하였다. *p* 값이 .05 또는 .01 이하일 때 통계적 유의성이 있다고 판정하였다.

3. 연구결과

3.1 연구대상자의 일반적 특성

연구 기간 중 본인 정형외과 외래에서 유연성 편평족으로 진단받은 7세~12세 환자 총 41명 중 연구에 동의하지 않은 2명, 연구 기간 중 수술적 치료를 시행 받은 1명, 그리고 외래 추시 중도 탈락한 3명을 제외한 35명에 대하여 연구를 진행하였다.

Table 1.에서 보여주는 바와 같이 연구대상자의 평균 나이는 9.1±1.6세였고, 전체 대상자 35명 중 9세 미만은 20명(57.1%), 10세 이상은 15명(42.9%)이었다. 남자는 15명(42.9%)이었으며, 여자는 20명(57.1%)이었다. 중재 전 영상의학 검사상 모든 대상자에서 유연성 편평족에 합당한 결과가 관찰되었다. 중재 전 족부 전-후면 사진에서 거골-제1중족각(APTMA)은 11.9±6.8°였다. 족부 측면 사진에서 거골-제1중족각(LTTMA)은 14.6±6.8°, 종골-수평각(CPA)은 12.5±5.1°, 거중각(TCA)은

47.5±6.5°, 거골-수평각(THA)은 34.9±5.9°였다. 중재 전 FAOS 설문 조사에서 증상(Symptoms, 5문항, 5점~25점)항목 13.2±1.5점, 강직(Stiffness, 2문항, 2점~10점)항목 3.5±0.5점, 통증(Pain, 9문항, 9점~45점)항목 21.2±1.7점, 기능 및 일상생활(Function in Daily Living, 17문항, 17점~85점) 항목 30.8±1.3점, 기능 및 스포츠/여가 활동(Function in Recreational Activity, 5문항, 5점~25점) 항목 9.5±0.8점, 삶의 질(Quality of Life, 4문항, 4점~20점) 항목은 7.9±0.7점이었다. 문항 수가 적고 배점 역시 상대적으로 적은 강직 항목, 기능 및 스포츠/여가 활동 항목과 삶의 질 항목에서 대상자 간 편차가 적었고, 문항 수가 많고 배점이 높은 항목인 기능 및 일상생활 항목에서 대상자 간 편차가 상대적으로 크게 측정되었다. 증상이나 통증은 다른 항목에 비해 점수가 높았으며 이것은 대상자들이 병원에 내원한 이유나 원인이 해당 항목에 의한 것으로 판단된다.

Table 1. Basic demographic Characteristics of participants (n=35)

Characteristic		
Age (years)		9.1 ± 1.6 years
	Under 9 years old	20 cases (57.1%)
	Over 10 years old	15 cases (42.9%)
Sex		
	Male	15 cases (42.9%)
	Female	20 cases (57.1%)
Baseline Values of Radiologic Indicators		degrees
	*APTMA	11.9 ± 6.8
	†LTTMA	14.6 ± 6.8
	‡CPA	12.5 ± 5.1
	§TCA	47.5 ± 6.5
	¶THA	34.9 ± 5.9
Baseline Values of FAOS		points
	Symptoms	13.2 ± 1.5
	Stiffness	3.5 ± 0.5
	Pain	21.2 ± 1.7
	Function in Daily Living	30.8 ± 1.3
	Function in Recreational Activity	9.5 ± 0.8
	Quality of Life	7.9 ± 0.7

*APTMA : Anteriorposterior Talo-1st metatarsal Angle (normal range 0 - 15 degree)

†LTTMA : Lateral Talo-1st metatarsal Angle (normal range 0 - 5 degree)

‡CPA : Calcaneal Pitch Angle (normal range 15 - 20 degree)

§TCA : Talo-calcaneal Angle (normal range 35 - 50 degree)

¶THA : Talo-horizontal Angle (normal range 20 - 25 degree)

3.2 중재 전-후 족부 영상의학 검사

Fig. 3에서 보여주는 바와 같이 족부 전-후면 사진에서 거골-제1중족각(APTMA)은 중재 전 11.9±6.8°에서 중재 4주 후 11.9±6.2°, 중재 8주 후 11.8±6.5°로

다소 감소 경향을 보이기는 하나 통계적인 의의는 관찰되지 않았다($p = .635$). 족부 측면 사진에서 거골-제1중족각(LTTMA)은 중재 전 $14.6 \pm 6.8^\circ$ 에서 중재 4주 후 $14.6 \pm 6.4^\circ$, 중재 8주 후 $14.3 \pm 6.4^\circ$ 로 역시 다소 감소 경향을 보이기는 하나 통계적인 의의는 관찰되지 않았다($p = .216$). 같은 사진에서 종골-수평각(CPA)은 중재 전 $12.5 \pm 5.1^\circ$, 중재 4주 후 $12.9 \pm 4.3^\circ$, 중재 8주 후 $12.9 \pm 4.2^\circ$ 로 다소 증가 경향을 보이지만 통계적인 의의는 관찰되지 않았다($p = .196$). 거중각(TCA)은 중재 전 $47.5 \pm 6.5^\circ$, 중재 4주 후 $47.8 \pm 5.7^\circ$, 중재 8주 후 $47.6 \pm 5.8^\circ$ 로 변화하였다($p = .591$). 역시 같은 사진에서 거골-수평각(THA)은 중재 전 $34.9 \pm 5.9^\circ$, 중재 4주 후 $34.9 \pm 5.8^\circ$, 중재 8주 후 $34.7 \pm 5.4^\circ$ 로 다소 감소 경향을 보이나 통계적인 의의는 관찰되지 않았다($p = .590$). 이렇듯 족부 영상의학적 검사에서 중재 전·후 진행목에서 통계적으로 의미 있는 변화는 관찰되지 않았다. 다만 족부 전·후면 사진에서 거골-제1중족각(APTMA), 측면 사진에서 거골-제1중족각(LTTMA), 종골-수평각(CPA), 거골-수평각(THA)이 다소 호전되는 경향을 보이나, 통계적 유의성을 찾을 수는 없었다.

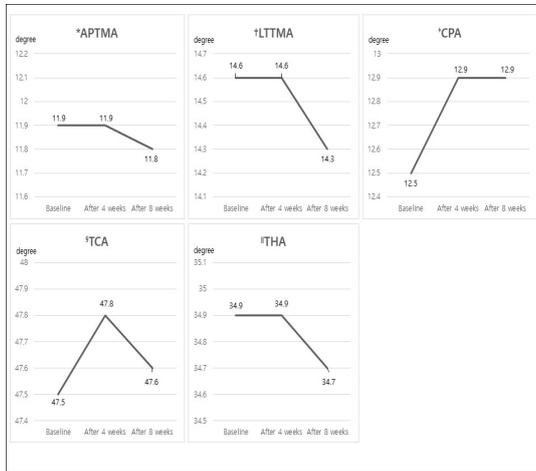
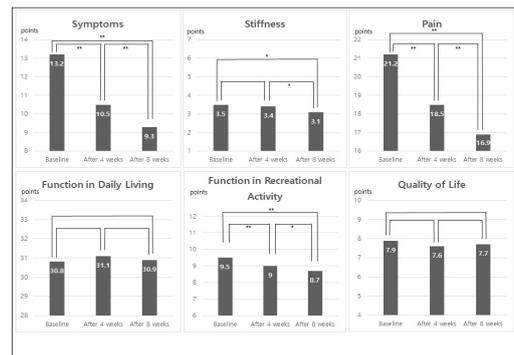


Fig. 3. Serial changes of radiographic results after insole inserted indoor sandal application. APTMA and TCA are in the normal range, but LTTMA, CPA and THA which best reflect Flatfoot deformity are appropriate for diagnosis.

3.3 중재 전-후 FAOS 점수

Fig. 4에서 보여주는 바와 같이 FAOS 설문 조사 점수 중 증상(Symptoms, 5문항, 5점~25점)항목 점수는 중재

전 13.2 ± 1.5 점, 중재 4주 후 10.5 ± 0.8 점, 중재 8주 후 9.3 ± 0.9 점으로 유의하게 향상되었다($p < .001$). 강직(Stiffness, 2문항, 2점~10점) 항목 점수는 중재 전 3.5 ± 0.5 점, 중재 4주 후 3.4 ± 0.5 점, 중재 8주 후 3.1 ± 0.6 점으로 유의하게 향상되었다($p = .023$). 통증(Pain, 9문항, 9점~45점) 항목 점수는 중재 전 21.2 ± 1.7 점, 중재 4주 후 18.5 ± 1.2 점, 중재 8주 후 16.9 ± 1.0 점으로 유의하게 향상되었다($p < .001$). 기능 및 일상생활(Function in Daily Living, 17문항, 17점~85점)항목 점수는 중재 전 30.8 ± 1.3 점, 중재 4주 후 31.1 ± 1.4 점, 중재 8주 후 30.9 ± 1.4 점으로 통계적 유의성은 발견되지 않았다($p = .396$). 기능 및 스포츠/여가 활동(Function in Recreational Activity, 5문항, 5점~25점) 항목 점수는 중재 전 9.5 ± 0.8 점, 중재 4주 후 9.0 ± 0.8 점, 중재 8주 후 8.7 ± 0.6 점으로 유의하게 향상되었다($p = .000$). 삶의 질(Quality of Life, 4문항, 4점~20점)항목 점수는 중재 전 7.9 ± 0.7 점, 중재 4주 후 7.6 ± 0.5 점, 중재 8주 후 7.7 ± 0.6 점으로 통계적 유의성은 발견되지 않았다($p = .696$). 8주간의 외래 추시를 통해 증상과 통증 항목에서 유의한 향상을 관찰할 수 있었다. 또한 강직 항목과 기능 및 스포츠/여가 활동 항목에서 유의한 향상이 관찰되기는 하였지만, 8주 동안 그 점수의 차이는 0.4점/0.8점으로 임상적 의미를 찾기는 어려웠다. 기능 및 일상생활 항목과 삶의 질 항목에서는 통계적 유의성이 발견되지 않았다.



* $p < 0.05$ and ** $p < 0.01$ of using repeated-measures analysis of variance. Fig. 4. Serial changes of FAOS after insole inserted indoor sandal application. Significant clinical outcome improvement was observed in Symptoms and Pain. In addition, significant improvement was observed in the items of Stiffness and Function in Recreational Activity, but the difference in score was 0.4/0.8 points for 8 weeks, which made it difficult to find clinical significance.

4. 논의

증상이 없는 유연성 편평족의 경우 대부분 특별한 치료 없이 지내기 쉽다. 오래 걸거나 장시간 서 있을 때 발의 내측에 통증이 있거나 신발을 신을 때 발의 어느 부위든 통증이 유발되는 경우에 병원에 내원하는 경우가 많다. 이런 경우 단순히 운동화와 같은 발이 편한 신발을 신는 것부터, 특수한 보조기, 특수 맞춤 신발까지 다양한 방법들이 시도되고 있다[17,19,25,26]. 신발 안쪽에 삽입 물을 넣어서 내측 종아치를 지지해 주는 것이 증상 완화에 도움이 되고, 거골하 관절 또는 족관절 유동성이 증가되어 있는 경우에는 족관절 까지 지지할 수 있는 보조기를 착용하는 것이 도움이 된다. 관절 불안정성 때문에 발목과 발에 자주 염좌가 발생하는 환자의 경우 관절의 과도한 스트레스를 해소할 목적으로 맞춤형 보조기나 특수 목적 신발을 사용할 수 있다. 지금까지 보조기의 착용이 내측 종아치 형성에 도움이 된다는 몇몇 연구들이 있지만, 이들 모두 무작위 임상 시험 결과는 아니었으며 단순히 관찰연구의 결과일 뿐이었다[19,25]. Wenger 등은 1-6세 사이 유연성 편평족 환아를 대상으로 교정 신발을 포함한 무작위 임상 시험 3년간 전향적 추시 관찰 결과, 실험군과 대조군의 방사선적 지표는 대조군을 포함한 모든 군에서 호전되었지만 각 군 간의 유의한 차이를 발견하지는 못하였다고 보고하였다[27]. Evans 등은 코크리뷰에서 통증을 호소하는 환아에서 맞춤 제작형 보조기가 통증을 경감시키고 운동 능력을 향상시키는데 효과적이라고 주장하였다[28].

이렇듯 유연성 편평족 환아에 대한 보존적 치료로서 깔창의 유용성에 대해서는 잘 알려져 있었으며, 지금까지 다양한 깔창이 시도되었다. 치료 목적의 깔창은 제작 방식에 따라 사전 조립식(Prefabricated), 반주문식(semicustom), 주문 제작식(custom-made) 방식으로 나눌 수 있다. 사전 조립식 깔창은 실리콘 또는 열가소성 수지를 이용해서 발의 길이에 따라 몇 가지 크기와 모양으로 제작되어 사용이 간편하고 제약 없이 폭넓게 사용이 가능하다. 반주문식 깔창은 대략적인 족문 검사기를 사용하여 사전에 제작된 몇 가지 깔창을 조합하여 개별화하는 방법으로 비용-효과 측면에서 우수하다. 주문 제작식 깔창은 3D 스캐너 또는 압착식 족문 검사기 등을 이용하여 개개인의 발 모양을 정확히 파악하고 거기에 기초하여 적절한 깔창의 높이와 길이 그리고 폭을 추정하여 제작한다[29-34]. 증상이 있는 유연성 편평족 환아의 통증과 삶의 질 측면에서 서로 다른 깔창을 비교한 연

구를 보면, 깔창의 종류와 관계없이 4주간의 단기 추시에서 Visual Analog Scale 과 The Short Form-36의 의미 있는 향상이 있음을 보고하고 있다[34,35]. 본 연구에서 사용된 주식회사 다원헬스케어(Dawon Health Care Co., Ltd.)에서 생산한 치료용 깔창이 바닥 일체형으로 제작된 기능성 아동 실내화 (제품명 킹코이® (King Koi®))는, 같은 회사의 맞춤형 3D 인솔 스마트퓏 앱을 통해 축적된 데이터를 바탕으로 최적의 크기와 높이, 너비를 갖는 바닥 일체형 치료용 깔창을 설계하였으며, 신발 사이즈 170mm의 경우 깔창의 높이는 20mm, 신발 사이즈 260mm의 경우 깔창의 높이는 25mm로 개별화하였다. 치료용 깔창이 바닥 일체형으로 제작되어 깔창이 이탈하거나 정해진 위치에서 미끄러져 오히려 발의 피로도를 높이고 통증을 유발하는 등의 오류를 없앨 수 있었으며, 맨발로 신더라도 이물감이 적고 감촉이 편안한 특징을 가지고 있다.

유연성 편평족은 정적 하지 정렬의 이상과 동시에 동적 기능적 측면에서 하지 전체의 이상 상태를 의미한다. 따라서 내측 종아치의 이상을 파악할 때 발이나 발목 관절뿐만 아니라 슬관절, 고관절 더불어 하방 척추 관절까지도 고려해야만 하며, 이러한 병태 생리적 다양성 때문에 유연성 편평족의 진단에 이견이 많았다[13,36,37]. 임상적으로 유연성 편평족은 족저경을 이용한 족문 검사와 같은 간접 증거 또는 보행 검사나 영상의학 검사 결과와 같은 직접 증거를 만족할 때 진단할 수 있다. 하지만 지금까지 소아 족부 전문의 모두가 동의하는 정확한 영상의학 검사 결과 수치가 결정되어 있지는 않으며[38] 종골-수평각, 전-후면 및 측면 거골-제1중족각, 거골-수평각, 거중각이 유연성 편평족 진단에 도움이 된다고 알려져 있으며 정상 수치에 대해서는 여러 보고가 있다[16,20,35]. Lee 등은 내측 종아치 발달이 종료되는 나이를 기준으로 7세부터 9세까지의 유연성 편평족 환아와, 10세부터 12세까지의 환아 사이의 깔창을 이용한 치료 후 영상의학 검사 결과 보고를 통해 대상 환아 모두에게 효과가 관찰되었지만 보다 어린 환아 그룹에서 현저한 영상의학 결과 향상이 관찰된다고 보고하면서, 영상의학 결과 해석에 있어서 나이의 증가에 따른 정상적인 골 발달과 이에 따른 내측 종아치의 발달에 대해 함께 고려해야 한다고 제안하였다[20]. 본 연구에서 9세 미만과 10세 이상, 2개 그룹으로 나누어 영상의학 검사 결과를 비교해 보면 거중각(under 9 group 7.6 ± 1.2 degree, over 10 group 4.7 ± 0.9 degree, $p=0.156$)을 제외한, 전후면 거골-제1중족각(under 9 group 7.2 ± 1.1

degree, over 10 group 5.0 ± 0.9 degree, $p=0.002$), 측면 거골-제1중족각(under 9 group 6.5 ± 1.0 degree, over 10 group 5.9 ± 1.1 degree, $p=0.000$), 종골-수평각(under 9 group 5.4 ± 0.9 degree, over 10 group 4.0 ± 0.7 degree, $p=0.008$), 거골-수평각(under 9 group 5.6 ± 0.9 degree, over 10 group 5.1 ± 0.9 degree, $p<0.001$)에서 두 그룹 간 유의한 차이를 관찰할 수 있었다. 이처럼 영상의학 검사 결과의 해석에 있어서 단기 추시가 아닌 장기 추시 시 나이의 증가에 따른 검사 결과의 변화를 고려해야만 할 것이다. 영상의학 지표들은 방사선 촬영을 시행할 때 발의 위치, 방사선 빔의 조사 각도, 환자의 체중 부하 정도에 영향을 받으며, 특히 영상검사 결과 판독에 있어서 판독자간 및 판독자내 불일치 등 변수가 있어서 정확하게 측정하기 어려운 경우가 있다. 영상의학적으로 변형이 심하게 측정된다 하더라도 임상적으로 오히려 증상이 경미하거나 없는 경우도 있다. 영상의학 지표들과 임상 양상과 연관성의 불분명에 대한 여러 보고가 있다[14,23,39]. 편평족 환아의 영상의학 검사는 서 있는 상태에서 환자의 체중을 부하하여 시행하므로 환아의 정적인 상태만을 보여주며 동적 상태인 환아의 보행 시 발의 상태를 반영하는 데는 역시 제한점이 있다[38]. 본 연구에서도 영상의학 지표들은 통계적 의미를 찾기 어려웠고 추시 기간이 상대적으로 짧기는 했지만 이처럼 판독의 어려움과 영상검사의 한계점도 이유가 될 수 있다고 판단된다.

FAOS 중 강직의 호전은 편평족의 병태 생리를 고려할 때 기대되지 않은 소견이었으나, 해당 항목의 설문 문항의 수가 적고 총점이 적어서 작은 점수 변화만으로도 통계적 의미를 갖게 되는 FAOS 설문지 강직 항목의 특성 때문일 것으로 생각된다.

학령기 환아의 경우 대부분의 시간을 학교 내에서 지내게 되며 편평족 변형이 일상생활을 현저히 저해하는 중대한 변형은 아니기 때문에 교우 관계, 교육 목적 상 교내 생활에서 치료적 처치를 드러내 놓고 시행하기에는 어려운 점이 많다. 기능성 아동 실내화 제품명 킹코이®(King Koi®)처럼 치료용 깔창이 바닥에 일체형으로 제작된 경우 걸보기에는 또래 친구들이 사용하는 실내화와 유사하지만 그 내부에 치료 목적의 깔창이 위치되어 있어 증상의 경감 및 통증의 호전을 기대할 수 있고 기능 및 스포츠/여가 활동의 향상을 기대할 수 있다.

Song 등은 편평족 환아에서 내측 종아치 지지대를 착용한 후 장기 추시 관찰 보고에서 임상적 증상 및 방사선학적 측정 계수의 향상을 보고하고 있다. 내측 종아치 지

지대가 거골의 경사 형성을 감소시키며, 이것이 증상의 호전을 가져온다고 하였으며, 거골의 경사 증가는 후족부 회내를 증가시키는 운동 역학의 변화를 유발한다고 보고하고 있다[23]. 이 연구에서 종골 경사각의 의미 있는 변화가 임상 증상을 반영하는 FAOS 점수의 향상에 통계적으로 유의한 연관성이 있으며, 이것이 종골 경사각이 증상 발현의 중요한 예측인자가 될 수 있다고 보고하고 있다[23]. 본 연구에서 영상의학 지표들은 호전 경향을 보이는 것이었으나 통계적 의미를 찾기 어려웠으나 이는 대상자 수가 적고 상대적으로 추시 기간이 짧은 한계점 때문으로 판단된다.

5. 결론 및 제언

유연성 편평족에서 깔창의 증상 완화 및 치료 효과에 대해서 잘 알려져 있었지만, 학령기 환아에서 학교 실내 생활 중 착용하는 실내화에 대해서는 그동안 적절한 조치가 어려웠다. 학령기 유연성 편평족 환아에 대한 치료용 깔창이 바닥에 일체형으로 제작된 실내화 (King Koi®) 사용의 단기 추시에서 영상의학 검사 상 의미 있는 변화가 관찰되지는 않았으나 임상 결과 중 증상과 통증 항목에서 유의한 호전이 관찰되었다. 깔창의 높이와 폭, 깔창의 재질, 표면 촉감 등에 대하여 추가 연구가 필요하며 이를 바탕으로 추후 치료용 깔창이 바닥에 일체형으로 제작된 실내화 착용 장기 추시 관찰 연구를 수행한다면 임상 결과 호전 뿐 아니라 영상의학 검사 상 의미 있는 변화 역시 기대할 수 있으리라 생각된다.

REFERENCES

- [1] L. T. Staheli, D. E. Chew & M. Corbett. (1987). The longitudinal arch. A survey of eight hundred and eighty-two feet in normal children and adults. *The Journal of bone and joint surgery American volume*, 69(3), 426-428.
- [2] Y. Cho, J. W. Park & K. Man. (2019). The Relationship between foot posture index and resting calcaneal stance position in elementary school students. *Gait Posture*, 74(5), 142-147. DOI:10.1016/j.gaitpost.2019.09.003
- [3] K. Han, K. Bae, N. Levine, J. Yang & J. S. Lee. (2019). Biomechanical Effect of Foot Orthoses on Rearfoot Motions and Joint Moment parameters in Patients with Flexible flatfoot. *Med Sci Monit*, 25(8),

- 5920-5928.
DOI:10.12659/MSM.918782
- [4] I. H. Park et al. (2004). Flat Foot Survey in 8 Year Old Primary School Children. *Journal of Korean Foot and Ankle Society*, 8(1), 7-10.
- [5] A. Morley. (1957). Knock-knee in children. *British medical journal*, 2(5051), 976.
- [6] U. B. Rao & B. Joseph. (1992). The influence of footwear on the prevalence of flat foot. A survey of 2300 children. *The Journal of bone and joint surgery British volume*, 74(4), 525-527.
- [7] G. Y. Park & W. C. Lee. (2001). Prevalence of the Flatfoot and Its Relation with the Practice of Wearing Footwear of Primary School Children in Korea. *Journal of the Korean Academy of Rehabilitation Medicine*, 25(5), 867-876.
- [8] H. Lee et al. (2015). The Effects of Combined Exercises of Elastic-Band and Short Foot Exercise on Plantar Foot Pressure, Toe Angle and Balance for Patients with Low to Moderate Hallux Valgus. *Journal of The Korean Society of Integrative Medicine*, 3(3), 73-88.
DOI:10.15268/ksim.2015.3.3.073
- [9] H. J. Lee, K. B. Lim, J. Yoo, S. W. Yoon, H. J. Yun & T. H. Jeong. (2015). Effect of custom-molded foot orthoses on foot pain and balance in children with symptomatic flexible flat feet. *Annals of rehabilitation medicine*, 39(6), 905-913.
DOI:10.5535/arm.2015.39.6.905
- [10] E. J. Harris et al. (2004). Diagnosis and treatment of pediatric flatfoot. *The Journal of foot and ankle surgery*, 43(6), 341-373.
DOI:10.1053/j.jfas.2004.09.013
- [11] S. Y. Joo & J. R. Kim. (2016). Management of Flexible Flatfoot in Children and Adolescent. *Journal of the Korean Orthopaedic Association*, 51(2), 109-116.
DOI:10.4055/jkoa.2016.51.2.109
- [12] A. J. Sullivan. (1999). Pediatric flatfoot, evaluation and management. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 7(1), 44-53.
- [13] R. A. Garcia, J. F. Martun, V. M. Carnero, G. E. Gómez, A. J. Gómez & C. J. Fernández. (1999). Flexible flat feet in children, a real problem? *Pediatrics*, 103(6), e84-e.
- [14] S. B. Kim, K. Yoon, H. S. Park, H. Kwak, N. J. Ha & J. S. Park. (2000). Radiologic Measurement of Flatfoot. *Journal of the Korean Academy of Rehabilitation Medicine*, 24(5), 995-1001.
- [15] R. I. Harris & T. Beath. (1948). Hypermobile flat-foot with short tendo achillis. *The Journal of bone and joint surgery American volume*, 30(1), 116-140.
- [16] F. Halabchi, R. Mazaheri, M. Mirshahi & L. Abbasian. (2013). Pediatric flexible flatfoot clinical aspects and algorithmic approach. *Iranian journal of pediatrics*, 23(3), 247-260.
- [17] J. Y. Choi, W. H. Hong, J. S. Suh, J. H. Han, D. J. Lee & Y. J. Lee. (2019). The long-term structural effect of orthoses for pediatric flexible flat foot, A systematic review. *Foot and Ankle Surgery*, 1268-7731.
DOI:10.1016/j.fas.2019.01.007
- [18] C. Mereday, C. M. Dolan & R. Lusskin. (1972). Evaluation of the University of California Biomechanics Laboratory shoe insert in "flexible" pes planus. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 82, 45-58.
- [19] S. K. Bok, B. O. Kim, J. H. Lim & S. Y. Ahn. (2014). Effects of custom-made rigid foot orthosis on pes planus in children over 6 years old. *Annals of rehabilitation medicine*, 38(3), 369-375.
DOI:10.5535/arm.2014.38.3.369
- [20] E. C. Lee, M. O. Kim, H. S. Kim & S. E. Hong. (2017). Changes in resting calcaneal stance position angle following insole fitting in children with flexible flatfoot. *Annals of rehabilitation medicine*, 41(2), 257-265.
DOI:10.5535/arm.2017.41.2.257
- [21] D. G. Kulcu, G. Yavuzer, S. Sarmer & S. Ergin. (2007). Immediate effects of silicone insoles on gait pattern in patients with flexible flatfoot. *Foot & ankle international*, 28(10), 1053-1056.
- [22] D. R. Kuhn, N. J. Shibley, W. M. Austin & T. R. Yochum. (1999). Radiographic evaluation of weight-bearing orthotics and their effect on flexible pes planus. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 22(4), 221-226.
- [23] H. R. Song, H. J. Kim & Y. C. Yoon. (2010). The Effect of Medial Arch Supports for Flexible Flat Foot of Children. *Journal of Korean Foot Ankle Society*, 14(2), 177-181.
- [24] K. M. Lee et al. (2013). Transcultural adaptation and testing psychometric properties of the Korean version of the Foot and Ankle Outcome Score (FAOS). *Clinical rheumatology*, 32(10), 1443-1450.
DOI:10.1007/s10067-013-2288-1
- [25] R. L. Bordelon & R. Lusskin. (1980). Correction of hypermobile flatfoot in children by molded insert. *Foot Ankle*, 1(3), 143-150.
- [26] D. Y. Lee, I. H. Choi, C. Y. Chung, M. G. Huh & Y. D. Koh. (1990). A Clinical Review of Grice Extra-articular Subtalar Arthrodesis. *Journal of the Korean Orthopaedic Association*, 25(6), 1602-1610.
- [27] D. R. Wenger, D. Mauldin, G. Speck, D. Morgan & R. L. Lieber. (1989). Corrective shoes and inserts as treatment for flexible flatfoot in infants and children. *The Journal of bone and joint surgery American volume*, 71(6), 800-810.
- [28] A. M. Evans & K. Rome. (2011). A review of the evidence for non-surgical interventions for flexible pediatric flat feet. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 47, 69-89.

- [29] C. MacLean, I. M. Davis & J. Hamil. (2006). Influence of a custom foot orthotic intervention on lower extremity dynamics in healthy runners. *Clinical biomechanics*, 21(6), 623-630.
- [30] M. A. Castro, P. V. Munuera & C. M. Albornoz. (2013). The short-term effect of custom-made foot orthoses in subjects with excessive foot pronation and lower back pain, a randomized, double-blinded, clinical trial. *Prosthetics and orthotics international*, 37(5), 384-390.
DOI:10.1177/0309364612471370
- [31] A. S Salles & D. E. Gyi. (2012). The specification of personalised insoles using additive manufacturing. *Work*, 41(Supplement 1), 1771-1774.
DOI:10.3233/WOR-2012-0383-1771
- [32] M. A. Johanson, R. Donatelli, M. J. Wooden, P. D. Andrew & G. S. Cummings. (1994). Effects of three different posting methods on controlling abnormal subtalar pronation. *Physical Therapy*, 74(2), 149-158.
- [33] B. Vicenzino. (2004). Foot orthotics in the treatment of lower limb conditions, a musculoskeletal physiotherapy perspective. *Manual therapy*, 9(4), 185-196.
- [34] Y. Yurt, G. Sener & Y. Yakut. (2019). The effect of different foot orthoses on pain and health related quality of life in painful flexible flat foot, a randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 55(1), 95-102.
DOI:10.23736/S1973-9087.18.05108-0
- [35] G. V. Zammit & C. B. Payne. (2007). Relationship between positive clinical outcomes of foot orthotic treatment and changes in rearfoot kinematics. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 97(3), 207-212.
- [36] D. H. Kim, S. J. Ryu, E. J. Kim, Y. K. Cho, S. H. Lee & E. Y. Kang. (2006). The Effect of Foot Orthosis on Spinal Curvature by Correction of Foot Pronation and Limb Length Discrepancy. *Journal of the Korean Academy of Rehabilitation Medicine*, 30(4), 392-397.
- [37] J. M. Park, K. W. Kim, Y. H. Lee & H. G. Chung. (1999). A Diagnostic Significance of Simple X-ray Examination for Children's Flatfoot in Footprint. *Journal of the Korean Academy of Rehabilitation Medicine*, 23(4), 835-841.
- [38] W. G. Lee & S. T. Jung. (2018). Evaluation of the Outcomes according to Etiology in the Pediatric Pes Planovalgus after Lateral Column Lengthening, By Radiologic and Pedobarographic Measurements. *Journal of Korean Orthopedic Association*, 53(5), 407-414.
DOI:10.4055/jkoa.2018.53.5.407
- [39] H. S. Kim, J. B. Shin, S. You & J. H. Nam. (2009). The Analysis of Relationship among the Anthropometric Index, the Foot Types and Dynamic Plantar Pressure in Normal Teenagers. *Journal of the Korean Academy of Rehabilitation Medicine*, 33(5), 578-583.

이 준 영 (Jun Young Lee)

[정회원]



- 1994년 2월 : 조선대학교 의과대학 의학과 (의학사)
- 1997년 2월 : 조선대학교 의과대학 의학과 (의학석사)
- 2007년 8월 : 전남대학교 의과대학 의학과 (의학박사)
- 2003년 3월 ~ 현재 : 조선대학교 의과

대학 의학과 교수

- 관심분야 : 족부족관절학, 정형외과의상
- E-Mail : leejy88@chosun.ac.kr

문 정 은 (Jeong Eun Moon)

[정회원]



- 1997년 2월 : 전남대학교 간호학과 (간호학 학사)
- 2007년 2월 : 전남대학교 간호학과(간호학석사)
- 2015년 2월 : 전남대학교 간호학과(간호학박사)
- 2015년 9월 ~ 2018년 8월 : 조선간

호대학교 조교수

- 2018년 9월 ~ 현재 : 호남대학교 간호학과 조교수
- 관심분야 : 간호관리, 의료관련감염, 환자안전, 간호교육
- E-Mail : moonjohan@gmail.com

조 용 진 (Yong Jin Cho)

[정회원]



- 1995년 2월 : 전남대학교 공과대학 산업공학과 (공학사)
- 2000년 2월 : 전남대학교 의과대학 의학과 (의학사)
- 2008년 2월 : 전남대학교 의과대학 의학과 (의학석사)
- 2016년 8월 : 전남대학교 의과대학 의

학과 (의학박사)

- 2011년 3월 ~ 2015년 12월 : 연세대학교 신촌세브란스병원 조교수
- 2018년 3월 ~ 현재 : 조선대학교 의과대학 의학과 조교수
- 관심분야 : 근골격계중앙, 소아정형외과학, 정형외과의상
- E-Mail : choisidoru@chosun.ac.kr