

Satisfaction Evaluation of Diabetic Foot Disease Measurement using AI-based Application

Hyeun-Woo Choi^{1,3,5}, Hyo-jin Lee², Min-jeong Kim³, Jong-Min Lee^{1,4}, Dong-hyun Kim^{1,5,*}

¹Kyungpook National University Chilgok Hospital

²B&T Korea

³Department of Biomedical Engineering, Kyungpook National University

⁴Department of Radiology, School of Medicine, Kyungpook National University

⁵Department of Orthopaedic Surgery, Kyungpook National University Hospital

Received: May 20, 2024. Revised: July 05, 2024. Accepted: August 31, 2024.

ABSTRACT

The purpose of this study is to develop a customized foot disease analysis and management system for diabetic patients to prevent foot ulcers in diabetic foot disease patients. This system utilizes image analysis technology to measure not only foot pressure, but also ankle deformation, body balance, and foot wounds. Through various data, it is possible to accurately analyze the state of foot deformation, and based on this, the exact state of deformation of the foot of a patient with diabetic foot disease was identified and a customized insole was produced. This study was conducted to examine the satisfaction level of using an application that checks the status of diabetic foot disease wounds and to identify the degenerative status of diabetic foot disease patients and foot disease patients by wearing customized insoles and to survey the satisfaction of wearing insoles. As a result of the study, the knee angle measured for plantar pressure was -0.8 ± 1.3 degrees and ranged from a minimum of -2.4 degrees to a maximum of 1.1 degrees, and there was no significant difference in valgus knee between both lower extremities ($p = 0.534$). There was a significant difference in tibial angle between both lower extremities ($p < 0.001$). Ankle angle on the left side was 2.6 ± 2.0 degrees, ranging from a minimum of 0 degrees to a maximum of 6.3 degrees, and on the right, it was 4.5 ± 2.1 degrees, with a distribution of minimum 1.5 degrees to a maximum of 9.1 degrees. There was a significant difference in ankle angle between both lower extremities ($p = 0.011$). They responded that they felt an average of 4.3 points of satisfaction with the plantar pressure measurement application. Respondents responded that they felt an average of 3.9 points of satisfaction with the use of customized insoles.

Keyword: Diabetes, Foot disease, Insole, Foot measurement system

I. INTRODUCTION

당뇨병학회의 ‘당뇨병 팩트 시트 2022’에 따르면 국내 당뇨병 유병률은 매년 증가하고 있으며, 2020년 기준 570만 1,000명으로, 30세 이상 성인 16.7%가 당뇨병 환자로 추정되며. 당뇨병으로 이환 될 수 있는 전 단계 인구는 1,497만 명으로서 향후 당

뇨병 환자는 급증할 것으로 추정된다. 당뇨병은 완치가 되지 않는 질환으로 이로 인한 다양한 합병증이 발생하게 되고 합병증에 의한 사망률이 높아져 합병증의 조기진단 및 예방이 매우 중요하다[1].

발 케양 관리가 중요한 당뇨병성 족부질환 “당뇨발” 당뇨병 환자의 약 25%가 평생 한 번 이상의 발 케양 발생 당뇨병성 족부질환 환자는 감각이 저하

* Corresponding Author: Dong-hyun Kim E-mail: oskdh87090@gmail.com Tel: +82-53-422-2677
Address: Kyungpook National University Hospital 130, Dongdeok-ro, Jung-gu, Daegu Rep. of Korea 41944

되어 발에 발생한 상처를 잘 느끼지 못하고, 관리가 어려워 발 궤양이 발생하게 되고 발 궤양으로 인한 약 20%의 환자는 절단에 이르게 되고, 발 궤양으로 인해 다리를 절단하였을 때 5년 이내에 사망할 확률은 55%로 절단을 예방하는 것이 매우 중요하다. 발 궤양을 조기에 관리하게 되면 절단율을 49~85% 감소시킬 수 있어 당뇨병 족부질환 환자의 발 궤양 발생에 대한 조기진단이 매우 중요. 족부 절단 환자의 재발 방지를 위한 재활이 필요하다.

당뇨병성 족부질환 환자 관리를 위한 시스템 개발 필요한데 당뇨병성 족부질환 환자의 족부변형 상태 분석 시스템은 없다. 일반적인 족부변형 상태 분석 시스템은 시중에 나와 있으나, 대부분 FSR 센서를 활용하여 발의 족압을 분석해 불균형을 파악하여 균형 교정에 사용되고 있다. 당뇨병성 족부질환으로 인한 절단 환자의 발 궤양 재발 방지를 위해서는 발의 전반적인 상처와 변화된 상태에 따른 발목 회내·외각, 무릎의 불균형 등의 다양한 하체 데이터 분석이 필요하여 당뇨병성 족부질환 예방을 위한 시스템 개발이 필요하다^[2].

당뇨병성 족부질환 환자의 궤양은 지속적인 깁스 치료로 3주 이내에 간단한 치료법으로 치유되었다^[3]. 생체역학적 분석을 통해 궤양에 도움이 되는 깁스 치료를 대신할 수 있는 인솔 개발과 신발의 개발로 대처할 수 있다.

당뇨병성 족부질환 환자의 경우 감각이 저하되어 발 궤양의 진행 상황을 느끼지 못하므로 지속적인 발의 피부 상태, 상처 발생, 모양 변화 등의 관찰이 필요한 환자 개인이 병원을 방문 하지 않고도 지속적인 발 관리를 수행하기 위해 스마트폰 애플리케이션(App)을 활용한 영상분석을 통해 궤양 위험도를 파악할 수 있는 시스템 개발이 필요하다. 그리고 당뇨병 환자의 맞춤형 족부질환 분석 및 관리 시스템 개발로 당뇨병성 족부질환 환자의 발 궤양 예방해 본 시스템은 영상분석 기술을 활용하여 족압뿐만 아니라, 발목의 변형, 신체의 균형, 발의 상처 여부 등의 다양한 데이터를 통하여 정확한 족부변형 상태 분석이 가능하고, 이를 기반으로 당뇨병성 족부질환 환자의 발의 정확한 변형 상태를 파악하여 맞춤형 인솔 제작을 통해 발 궤양을 예방하

고, 족부 절단 환자의 재발 방지 및 정상 발기능 제공이 필요하다고 보고되고 있다^[4-10].

본 연구는 당뇨병 족부질환의 상처를 상태 확인 애플리케이션(App)의 사용 만족도 검사와 당뇨병성 족부질환 환자 및 족부질환 환자의 변형 상태를 파악하여 인솔을 착용하여 인솔 착용 만족도 조사를 하였다.

II. MATERIAL AND METHODS

1. 연구 설계

본 연구는 당뇨병 족부질환의 궤양 상태 확인 애플리케이션(App)의 사용 만족도 검사를 하였다. 그리고, 당뇨병성 족부질환 환자 및 족부질환 환자의 변형 상태를 파악하고 인솔을 착용하여 만족도를 조사하였다.

당뇨병성 족부질환 환자의 임상 및 시스템 평가의 전향적 조사연구이다.

2. 연구 대상 및 표본 수 선정

본 연구 대상자는 대구의 한 K 대학병원의 당뇨병 발 환자와 일반 족부질환 환자 대상으로 연구자가 편의 추출하였다. 대상자 수는 최소 표본 수를 12명으로 하였다.

3. 연구 도구

3.1. 인구 사회학적 특성

선행 연구를 기초로 일반적 사회 인구학적 특성으로 나이, 성별, 결혼 상태, 교육 기간, 타 질병 유무 등 5문항으로 구성하였다.

3.2. 족부 궤양 분석을 위한 Segmentation Network

App로 전송된 당뇨병성 족부 궤양 분석을 위한 네트워크로서 적은 양의 훈련 데이터에서도 우수한 성능을 나타내어 많은 의료 영상분석에 활용되고 있는 U-Net 네트워크가 사용되었다.

Segmentation 모델 학습을 위한 데이터 세트로는 Medetec Dataset^[11] 을 사용하였으며, VGG-16을 백

본 네트워크로 사용하고, Sigmoid를 활성화 함수로 사용하였다.

3.3. 인술 제작을 위한 족저부 변형 상태 분석

족저부 변형 상태 분석을 위해서는 비엔티코리아(대구)의 영상분석 기반의 족압 및 하지 분석 장비(easyScope Pro)^[12]를 활용하였다.

측정된 영상분석 데이터에 따른 당뇨병성 족부 질환 예방 인술 제작 방안을 수립하고, 당뇨병 환자의 족압 및 체형 변화 데이터 분석으로 변형된 상태에 따른 위험도 파악 및 개선을 위한 인술 제작 데이터를 수립하였으며 족부 궤양 발생 방지를 위한 인술 소재, 인술 제작 시 유의 사항 및 인술 제작 데이터 등의 인술 제작 기준을 수립하였다.

3.4. 족저 궤양 분석 애플리케이션(App)의 만족도 평가

어플(App)실행 방법, 회원가입, 로그인, 궤양 촬영 방식, 궤양 촬영 이후 데이터 확인, 촬영기록 확인, 직전 촬영한 궤양 데이터 확인, 이전 궤양과의 비교 분석. 이력 관리 기능, 병원 검색 기능, 동작 시간 또는 궤양 분석 시간이 접합 등 편리성을 분석하였다.

3.5. 맞춤형 인술 사용 만족도 평가

당뇨병성 족부질환 및 족부질환 환자의 임상을 위한 IRB 신청, 임상 현장 요구사항 분석, 임상 대상자 선별 및 임상 방안 수립, 시스템 평가 및 인술 적용 후 환자 만족도 검증 평가를 하였다.

4. 자료수집 및 절차

본 연구의 자료수집 기간은 2024년 4월 16일부터 5월 31일까지로, 조사 대상 K 병원에서 진단받은 당뇨병 환자에게 연구자가 연구 목적과 연구 윤리에 대한 부분을 설명하고, 동의를 받은 후 설문지를 배부하였다. 설문지 첫 장에 연구 목적과 연구 참여의 자율성, 무기명으로 설문 조사에 참여하며,

연구에 참여하지 않아도 불이익이 없다는 것을 제시하였고 자발적으로 연구 참여에 동의할 때 한하여 서면 동의서 하단의 동의 여부란에 체크 한 후 설문지를 작성하도록 안내하였다. 총 12부의 설문지를 배부하였으며, 자발적으로 설문지에 응답하도록 하였기 때문에 분석에 이용한 회수된 설문지는 총 12부 응답률이 100%였다.

5. 자료 분석 방법

수집된 자료는 SPSS 22.0 프로그램(IBM, Armonk, NY, USA)을 이용하여 분석하였다. 대상자의 인구 사회학적 특성과 족저압력 측정 결과는 평균, 표준편차, 빈도, 백분율, 최대값 및 최소값을 산출하여 분석하였다. 데이터의 정규성 검정은 Kolmogorov-Smirnov & Shapiro-Wilk로 분석하였고, 양하지 변수 간의 차이는 Paired t-test로 분석하였다. 만족도 평가 결과는 평균, 빈도, 백분율을 산출하여 분석하였다. 통계 검정의 유의 수준은 0.05로 설정하여 P-값이 0.05 미만이면 유의하다고 해석하였다.

III. RESULT

1. 일반적 특성

족부 분석 장비를 이용하여 제작된 인술을 착용한 대상자에게 족부 분석 장비 시스템 이용 시의 사용 만족도 평가를 진행하였다. 총 12명이 본 연구에 참여하였고, 조사대상자의 인구학적 특성은 다음과 같다. 조사대상자는 52.9 ± 18.9 세의 연령분포를 보였고, 조사대상자 중 9명(75%)은 남성이었으며, 기혼자는 9명(75%)이었다. 조사대상자의 최종 교육 기관은 대학교 6명(50%), 대학원 3명(25%), 고등학교 2명(16.7%), 초등학교 1명(8.3%) 이었으며, 조사대상자 모두 당뇨 질환을 보유하고 있고, 당뇨 외 타 질환을 보유한 자는 1명(고혈압, 8.3%) 이었다. Table 1에 나타내었다.

Table 1. General characteristics

		n	%	Range
Sex	Male	35	70.0	
	Female	15	30.0	
Age (Mean ± SD)		52.9 ± 18.9		(68.0-26.0)
Spouse	Yes	9	75.0	
	No	3	25.0	
Educational background	Elementary school	1	8.3	
	Midle school	0	0	
	High school	2	16.7	
	University school	6	50.0	
	Graduate school	3	8.3	
Other disease	Hypertension	1	8.3	

2. 환자 케양 확인 애플리케이션(App) 환자 만족도 분석

족저 압력 측정 어플리케이션의 만족도 평가에 응답한 2명의 조사대상자는 족저 압력 측정 애플리케이션에 평균 4.3점의 만족도를 느낀다고 응답하였다. 조사대상자들이 평균 4.5점의 만족도를 보인 항목은 ①App의 실행방법, ② 회원가입의 편의성, ③App 로그인 편의성, ④회원가입 및 로그인의 가시성, ⑨케양의 비교 분석의 편이성, ⑩이력 관리 기능의 편이성, ⑪병원 검색 기능의 편이성, ⑫ App 동작 및 케양 분석 시간의 적절성이었다. 조사대상자들이 평균 4점의 만족도를 보인 항목은 ⑤케양 촬영 방식의 편이성, ⑥데이터 확인의 편이성, ⑦촬영기록 확인의 편이성, ⑧직전에 촬영한 케양 데이터 확인의 편이성이었다.

3. 족저 압력 측정 애플리케이션(App) 만족도 평가 결과

족저 압력 측정 애플리케이션의 만족도 평가에 응답한 2명의 조사대상자는 족저 압력 측정 애플리케이션에 평균 4.3점의 만족도를 느낀다고 응답하였다. 조사대상자들이 평균 4.5점의 만족도를 보인 항목은 ①App의 실행방법, ② 회원가입의 편의성, ③App 로그인 편의성, ④회원가입 및 로그인의 가시성, ⑨케양의 비교 분석의 편이성, ⑩이력 관리 기능의 편이성, ⑪병원 검색 기능의 편이성, ⑫ App 동작 및 케양 분석 시간의 적절성이었다. 조사대상자들이 평균 4점의 만족도를 보인 항목은 ⑤케양 촬영 방식의 편이성, ⑥데이터 확인의 편이성, ⑦촬영기록 확인의 편이성, ⑧직전에 촬영한 케양 데이터 확인의 편이성이었다. Table 2에 나타내었다.

Table 2. The results of plantal pressure data(N=12)

Variables		Mean ± SD	Range
Knee angle (deg)		-0.8 ± 1.3	(-2.4, 1.1)
Knee distance (mm)		170.4 ± 13.9	(154.7, 208.3)
Genu valgum (deg)	Left	6.8 ± 1.8	(3.1, 9.6)
	Right	7.4 ± 2.6	(3.5, 11.0)
Tibia angle (deg)	Left	-3.9 ± 1.8	(-6.0, -0.8)
	Right	4.2 ± 3.0	(0.9, 10.2)
Ankle angle (deg)	Left	2.6 ± 2.0	(0, 6.3)
	Right	4.5 ± 2.1	(1.5, 9.1)
Ankle (pronation : supination: neutral)	Left	5 : 6 : 1	
	Right	5 : 7	
Heel distance (mm)		142.2 ± 19.9	(106.7, 177.1)

4. 맞춤형 인솔 사용 만족도 평가 결과

맞춤형 인솔 사용 만족도 평가에 응답한 12명의 조사대상자들은 맞춤형 인솔 사용에 대해 평균 3.9점의 만족도를 느낀다고 응답하였으며, 다음의 문항 순으로 높은 만족도를 보였다. ② 인솔을 바꾸는 데 불편함이 없는가? (Convenience) > ① 기존 신발 안에 있는 인솔 제거 후 제작된 인솔 적용 방식이 적합한가? (Suitability of insole application method) > ③ 인솔을 사용해도 평소와 같이 걸을 수 있는가? (Gait comfort) > ⑤ 인솔 사용 시 발 통증 저하에 도움이 되는가? (Reduced foot pain) > ⑥ 인솔 사용 시 무릎 통증 저하에 도움이 되는가? (Reduced knee pain) > ④ 인솔 사용 시 궤양 부위의 통증 저하에 도움이 되는가? (Reduced pain in ulcers). 조사대상자들은 본 연구의 맞춤형 인솔의 편리함에 평균 4.6점 가장 높은 만족도를 보였으며, '매우 편리하다'에는 7명(58.3%), '편리하다'에는 5명(41.7%)이 응답하였다. 인솔의 적용 방식에는 평균 4.2점의 높은 만족도를 보였으며, '매우 만족'에는 5명(41.7%), '만족'에는 5명(41.7%), '보통'에는 1

명(8.3%), '불만족'에는 1명(8.3%)이 응답하였다. 대상자 대부분이 맞춤형 인솔을 착용하는 기간 보행이 편리했다고 응답하였으며(평균 4점), '보행이 매우 편리함'에는 3명(25%), '보행이 편리함'에는 6명(50%), '보통'에는 3명(25%)이 응답하였다. 또한 조사대상자 대부분이 맞춤형 인솔 사용 시 발 통증이 경감된다고 응답하였고(평균 3.9점), '발 통증이 매우 경감된다'에 4명(33.3%), '발 통증이 경감된다'에 3명(25%), '발 통증이 보통 수준으로 경감된다'에 5명(41.7%)이 응답하였다. 대상자 대부분이 맞춤형 인솔 사용 시 무릎 통증 역시 경감된다고 응답하였고(평균 3.8점), '무릎 통증이 매우 경감된다'에 1명(8.3%), '무릎 통증이 경감된다'에 7명(58.3%), '무릎 통증이 보통 수준으로 경감된다'에 4명(33.3%)이 응답하였다. 하지만, 맞춤형 인솔 사용 시 '궤양 부위의 통증이 경감된다'라고 응답한 대상자는 1명(8.3%), '궤양 부위의 통증이 보통 수준으로 경감된다'라는 9명(75%), '궤양 부위의 통증이 경감되지 않는다'는 2명(16.7%)으로 평균 2.9점의 가장 낮은 만족도를 보였다. Fig. 1에 나타내었다.

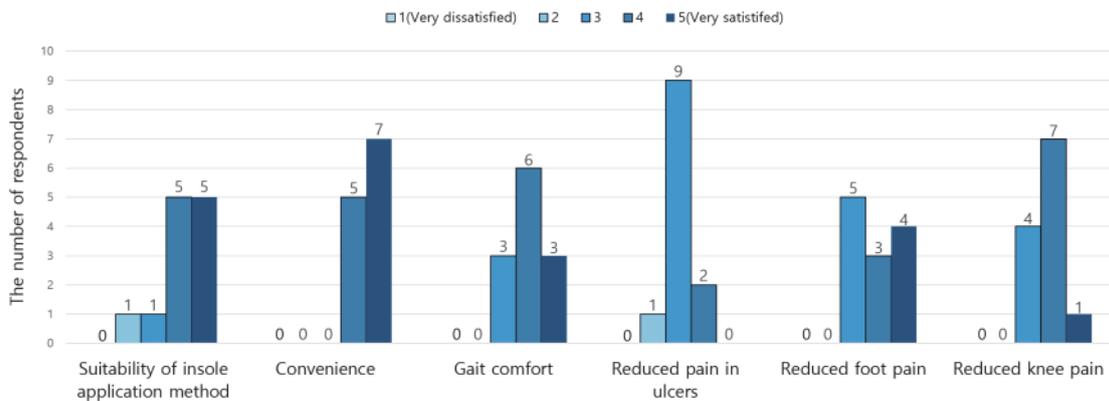


Fig. 1. Degree of satisfaction in usability for custom insole.

IV. DISCUSSION

선행 연구로 발다닥 부위를 세분화 하여 족압을 측정하는 연구는 당화혈색소 단계별로 발바닥의 이상 족압 부위를 밝힐 수 있는 연구로, 역시 당뇨 발의 진단, 예측, 치료에 가치가 높다고 할 수 있다^[13]. 본 연구는 당뇨병 환자의 맞춤형 족부질환 분

석 및 관리 시스템 개발로 영상분석 기술을 활용하여 족압, 발목의 변형, 신체의 균형, 발의 상처 여부 등의 다양한 데이터를 통하여 정확한 족부변형 상태 분석이 가능하고, 이를 기반으로 당뇨병성 족부 질환 환자의 발의 정확한 변형 상태를 파악한 맞춤형 인솔 제작으로 발 궤양을 예방하고, 족부 절단 환자의 재발 방지 및 정상 발기능 제공하고자 한다.

선행 연구로 족압을 측정하는 연구는 당화혈색소 단계별로 발바닥의 이상 족압 부위를 밝힐 수 있는 연구로, 역시 당뇨발의 진단, 예측, 치료에 가치가 높다고 할 수 있다

본 연구 참여자의 당뇨병 환자의 족부 궤양 확인을 위한 어플(App) 실행방법, 회원가입, 로그인, 궤양 촬영 방식, 궤양 촬영 이후 데이터 확인, 촬영기록 확인, 직전 촬영한 궤양 데이터 확인, 이전 궤양과의 비교 분석. 이력 관리 기능, 병원 검색 기능, 동작 시간 또는 궤양 분석 시간이 접합 한지의 편리성을 분석하였다.

당뇨발 환자 맞춤형 인솔 설계로는 분석 데이터에 따른 맞춤형 인솔 제작 방안 수립, 당뇨병성 족부질환 예방 인솔 제작 방안 수립, 당뇨병 환자의 족압 및 체형 변화 데이터 분석, 변형된 상태에 따른 위험도 파악 및 개선을 위한 인솔 제작 데이터 수립, 당뇨병 환자의 족부궤양 발생 방지를 위한 인솔 소재, 인솔 제작시 유의 사항 및 인솔 제작 데이터 등의 인솔 제작 가이드라인을 수립하여 인솔을 제작하였다.

당뇨병성 족부질환 환자 임상 및 시스템 평가로 당뇨병 족부질환 및 족부질환 환자의 임상을 위한 IRB 신청, 임상 현장 요구사항 분석, 임상 대상자 선별(12명 이상) 및 임상 방안 수립, 당뇨병 족부질환의 상처를 상태 확인 어플(App)의 사용 만족도 검사와 당뇨병성 족부질환 환자 및 족부질환 환자의 변성 상태를 파악하여 맞춤형 인솔을 착용하여 인솔 착용 만족도 조사를 하였다.

본 연구는 경북대학교병원 생명윤리위원회에 승인을 받아 시행되었다. (IRB승인번호: 2024-03-030)

V. CONCLUSION

연구 결과로 족저압력 측정 Knee angle은 -0.8 ± 1.3 도였으며 최소 -2.4 도에서 최대 1.1 도의 분포를 보였고, 외반슬은 양쪽 하지 간에 유의미한 차이가 없었다($p = 0.534$). 경골 각도는 양쪽 하지에 유의미한 차이가 있었다 ($p < 0.001$). 발목 각도(Ankle angle)는 왼쪽이 2.6 ± 2.0 도였으며 최소 0도에서 최대 6.3 도의 분포를 보였고, 오른쪽은 4.5 ± 2.1 도였

고 최소 1.5 도에서 최대 9.1 도의 분포를 보였다. 발목 각도는 양쪽 하지에 유의미한 차이가 있었다 ($p = 0.011$). 족저 압력 측정 애플리케이션에 평균 4.3 점의 만족도를 느낀다고 응답하였으며. 맞춤형 인솔 사용에 대해 평균 3.9 점의 만족도를 느낀다고 응답하였다.

본 연구는 인공지능 기반 족부궤양 이미지 분석 알고리즘 개발을 통해 향후 다른 궤양 분석 시스템 개발에 적용할 수 있고, 데이터베이스 서버 구축을 통한 당뇨병성 족부질환 통합관리 데이터베이스 및 당뇨병성 족부질환 환자의 전반적인 족부 관리 및 발 궤양 재발 방지 가능성을 기대한다.

Acknowledgement

이 논문은 2023년 차세대선도기술개발사업으로 대구테크노파크의 지원을 받아 수행한 연구임

References

- [1] J. H. Bae, K. D. Han, S H. Ko, Y. S. Yang, J. H. Choi, K. M. Choi, H. S. Kwon, K. C. Won, "Diabetes Fact Sheet in Korea 2021", DIABETES & METABOLISM JOURNAL, Vol. 46, No. 3, pp. 417-426, 2022. <https://doi.org/10.4093/dmj.2022.0106>
- [2] B. K. Kim, D. M. Seo, T. G. Kang, "Movement measurement method for each foot standing state using FSR line and image analysis", Proceedings of the Korean Society of Control and Robot Systems Conference, pp. 704-706. 2022.
- [3] G. P. Guyton, "An Analysis of Iatrogenic Complications from the Total Contact Cast", Foot and Ankle International, Vol. 26, No. 11, pp. 903-910, 2005. <http://dx.doi.org/10.1177/107110070502601101>
- [4] C. M. Lee, Y. J. Oh, "Development of insoles to reduce walking load through biomechanical analysis", Journal of the Korean Ergonomics Society, Vol. 24, No. 4, pp.23-24, 2005. <https://www.dbpia.co.kr/pdf/pdfView.do?nodeId=NODE00666787&googleIPSandBox>
- [5] G. S. Moon, S. O. Kim, H. S. Song, "Development of insoles to prevent musculoskeletal disorders through foot type analysis", Proceedings of the

Korean Ergonomics Society Conference, pp. 191-194, 2009.

- [6] I. H. Lee, S. Y. Jeong, "Development of a personalized sensor placement insole for measuring foot pressure", Proceedings of the Korean Society of Precision Engineering Conference, pp. 599-599, 2021.
- [7] S. j. Han, et al., "Comparison of sole pressure between normal and diabetic people after wearing diabetic shoes", *Annals of Rehabilitation Medicine*, 2003, Vol. 27, No. 3, pp. 23-437, 2003.
<https://www.e-arm.org/upload/pdf/Jkarm027-03-23.pdf>
- [8] D. G. Armstrong, A. J. M. Boulton, S. A. Bus, "Diabetic Foot Ulcers and Their Recurrence", *New England journal of medicine*, Vol. 376, No. 24, pp. 2367-2375, 2017.
<http://dx.doi.org/10.1056/NEJMra1615439>
- [9] A. J. M. Boulton, R. A. Malik, J. C. Arezzo, J. M. Sosenko, "Diabetic somatic neuropathies", *Diabetes Care*, Vol. 27, No. 6, pp. 1458-1486, 2004.
<http://dx.doi.org/10.2337/diacare.27.6.1458>
- [10] M. L. Brown, W. Tang, A. Patel, J. F. Baumhauer, "Partial foot amputation in patients with diabetic foot ulcers", *Foot and Ankle International*, Vol. 33, No. 9, pp. 707-716, 2012.
<http://dx.doi.org/10.3113/FAI.2012.0707>
- [11] Medetec Wound Database, Available at :
<https://medetec.co.uk/files/medetec-image-databases.html>
- [12] easyScope Pro., Available at :
<https://bntkorea.kr/default/product/easyscope1.php>
- [13] K. O. Yi, Y. H. Kang, Y. S. Hong, O. Kwon, J. W. Kim, Y. Z. Jin, "Validation of Foot Pressure Variables during Walking according to Glycated Hemoglobin Levels", *Journal of Korean Diabetes*, Vol. 23, No. 4, pp. 266-277, 2022.
<http://dx.doi.org/10.4093/jkd.2022.23.4.266>

AI기반 애플리케이션을 활용한 당뇨병성 족부질환 측정의 만족도 평가

최현우^{1,3,5}, 이효진², 김민정³, 이종민^{1,4}, 김동현^{1,5*}

¹칠곡경북대학교병원

²비엔티코리아

³경북대학교 의용생체공학과

⁴경북대학교 의학전문대학원 영상의학교실

⁵경북대학교 의학전문대학원 정형외과교실

요 약

본 연구의 목적은 당뇨병 환자의 맞춤형 족부질환 분석 및 관리 시스템 개발로 당뇨병성 족부질환 환자의 발 케양 예방본 시스템은 영상분석 기술을 활용하여 족압뿐만 아니라, 발목의 변형, 신체의 균형, 발의 상처 여부 등의 다양한 데이터를 통하여 정확한 족부변형 상태 분석이 가능하고, 이를 기반으로 당뇨병성 족부질환 환자의 발의 정확한 변형 상태를 파악하여 맞춤형 인솔 제작을 하였다. 당뇨병 족부질환의 상처를 상태 확인 애플리케이션(App)의 사용 만족도 검사와 당뇨병성 족부질환 환자 및 족부질환 환자의 변형 상태를 파악하여 맞춤형 인솔을 착용하여 인솔 착용 만족도 조사연구이다. 연구 결과로 족저압력 측정 Kne e angle은 -0.8 ± 1.3 도였으며 최소 -2.4 도에서 최대 1.1 도의 분포를 보였고, 외반슬은 양쪽 하지 간에 유의미한 차이가 없었다($p = 0.534$). 경골 각도는 양쪽 하지에 유의미한 차이가 있었다 ($p < 0.001$). 발목 각도(Ankle angle)는 왼쪽이 2.6 ± 2.0 도였으며 최소 0 도에서 최대 6.3 도의 분포를 보였고, 오른쪽은 4.5 ± 2.1 도였고 최소 1.5 도에서 최대 9.1 도의 분포를 보였다. 발목 각도는 양쪽 하지에 유의미한 차이가 있었다 ($p = 0.011$). 족저 압력 측정 애플리케이션에 평균 4.3점의 만족도를 느낀다고 응답하였으며, 맞춤형 인솔 사용에 대해 평균 3.9점의 만족도를 느낀다고 응답하였다.

중심 단어: 당뇨병, 족부질환, 인솔, 족부 측정 시스템

연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(제1저자)	최현우	칠곡경북대학교병원	방사선사/연구원/박사
(공동저자)	이효진	비엔티코리아	연구원
	김민정	경북대학교 의용생체공학과	박사과정 연구원
	이종민	경북대학교 의학전문대학원 영상의학의학교실	교수
(교신저자)	김동현	경북대학교 의학전문대학원 정형외과의학교실	교수