

NECA-의료기술재평가사업

NECA-R-25-001-47



의료기술재평가보고서 2025

동적 족저압 측정 - 족부질환 및 보행장애

의료기술재평가사업 총괄

김민정 한국보건의료연구원 보건의료평가연구본부 본부장

전미혜 한국보건의료연구원 보건의료평가연구본부 재평가사업팀 팀장

연구진

담당연구원

이민진/전미혜 한국보건의료연구원 재평가사업팀 부연구위원

부담당연구원

전미혜 한국보건의료연구원 재평가사업팀 부연구위원

주 의

1. 이 보고서는 한국보건의료연구원에서 수행한 의료기술재평가사업(NECA-R-25-001)의 결과보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 신문, 방송, 참고문헌, 세미나 등에 인용할 때에는 반드시 한국보건의료연구원에서 수행한 평가사업의 결과임을 밝혀야 하며, 평가내용 중 문의사항이 있을 경우에는 주관 부서에 문의하여 주시기 바랍니다.

요약문 (국문)	i
알기 쉬운 의료기술재평가	i

I. 서론 1

1. 평가배경	1
1.1 평가대상 의료기술	1
1.2 국내외 보험 및 행위 등재 현황	4
1.3 질병 특성	6
1.4 현존하는 의료기술	7
1.5 임상진료지침	8
2. 의료기술재평가 목적	9

II. 평가방법 10

1. 개요	10
1.1 신뢰도 및 타당도	10
1.2 치료모니터링에서의 활용	10
2. 권고등급 결정	14

III. 평가결과 15

1. 연구선정 결과	15
2. 신뢰도 및 타당도 검토 결과	16
2.1 신뢰도	16
2.2 타당도	19
3. 치료모니터링에서의 활용	23
3.1 선택연구특성	23
3.2 임상적 활용 현황	31

IV. 결과 요약 및 결론 34

1. 평가결과 요약	34
2. 결론 및 권고결정	35

V. 참고문헌 36

VI. 부록 39

1. 위원회 운영	39
-----------------	----

2. 소위원회	40
3. 연구검색 전략	41
4. 자료추출 양식	44
5. 최종 선택연구	45

표 차례

표 1.1 F-Scan 시스템 임상 활용 지침	2
표 1.2 주요 삽입형(in-shoe) 족저압 측정 시스템 특징 비교	3
표 1.3 소요장비에 대한 식품의약품안전처 허가사항	4
표 1.4 건강보험 요양 급여·비급여 비용 목록 등재 현황	4
표 1.5 건강보험심사평가원 고시항목 상세	5
표 1.6 국외 보험 등재 현황	5
표 1.7 국내 관련 질병 현황	7
표 1.8 GAMMA의 표준화 권고안 내 족저압 관련 내용	9
표 2.1 PIOTS-SD	11
표 2.2 국외 전자 데이터베이스	12
표 2.3 국내 전자 데이터베이스	12
표 2.4 선택·배제 기준	13
표 2.5 의료기술재평가 권고등급 체계	14
표 3.1 선택문헌 특성(신뢰도)	17
표 3.2 신뢰도 검토결과	18
표 3.3 선택문헌 특성(타당도)	19
표 3.4 타당도 검토결과	20
표 3.5 선택문헌 특성	23
표 3.6 대상질환 유형	31
표 3.7 소아청소년 대상 질환별 연구 수	32
표 3.8 중재 유형	32
표 3.9 동적 족저압지표 유형	33
표 3.10 병행검사 유형	33
표 3.11 의료결과 형태 유형	33

그림 3.1 연구 선정 흐름도	16
------------------------	----

요약문(국문)

평가배경

동적 족저압 측정은 보행 중 발생하는 족부의 역동적 압력을 정량적으로 측정하고 이를 컴퓨터로 분석하는 기술로, 다양한 족부질환 및 다양한 원인의 보행장애 환자에서 비정상적인 보행 패턴을 분석하는 검사이다.

본 기술은 신의료기술평가 제도 도입 이전인 2005년에 비급여 항목으로 등재되었다. 이후 의료기술 재평가 대상 선정을 위한 수요조사 과정에서 해당 기술이 제안되었으며, 재평가 대상 선정 절차를 거쳐 대상 기술로 결정되었다. 이에 따라 2025년 제5차 의료기술재평가위원회(2025.5.16.)에서 평가 계획서 및 소위원회 구성안이 심의·의결되었고, 이를 기반으로 본 재평가가 수행되었다.

본 평가는 동적 족저압 측정의 임상적 유용성을 검토하였다. 임상적 유용성은 검사의 신뢰도와 타당도, 그리고 치료 모니터링에서의 활용에 대한 효과성을 중심으로 평가하였다. 신뢰도와 타당도는 특정 질환에 국한하지 않고 검토하였으며, 치료 모니터링에서의 활용은 본 보고서의 평가범위에 따라 당뇨병 족부질환 환자를 제외한 족부질환 및 보행장애 환자를 대상으로 평가하였다.

평가목적

본 평가는 동적 족저압 측정 검사가 족부질환 및 보행장애 환자(당뇨병성 족부질환 제외)에서 치료 과정의 모니터링에 유용한지에 관한 근거를 제공하고 해당 기술의 사용에 대한 의료기술재평가 권고등급을 결정하는 것을 목적으로 한다.

평가방법

족부질환 및 보행장애 환자(당뇨병성 족부질환 제외)의 동적 족저압 측정 검사에 대한 효과성 평가를 위해 체계적 문헌고찰을 수행하였다. 아울러 본 검사가 치료 모니터링 도구로서 활용되는 데 적합한지 확인하기 위해 신뢰도 및 타당도 근거를 추가로 검토하였다. 모든 평가방법은 평가 목적을 고려하여 '동적 족저압 측정 검사 소위원회(이하 '소위원회')'의 논의를 거쳐 확정하였다. 소위원회는 재활의학과 2인, 정형외과 1인, 내분비내과(당뇨병 전공) 1인, 신경과 1인, 근거기반의학 1인의 전문가 총 6인으로 구성하였다.

동적 족저압 측정 검사의 신뢰도 및 타당도는 동 검사의 치료 모니터링에서의 활용에 대한 체계적 문

헌고찰 연구선정·배제 과정에서 확인된, 신뢰도 및 타당도 관련 선행 체계적 문헌고찰 및 리뷰 문헌을 중심으로 검토하였다. 검사의 신뢰도와 타당도는 특정 질환에 국한하지 않고 평가하였다.

동적 족저압 측정 검사의 유용성을 검토하기 위하여 당뇨병 족부질환을 제외한 족부질환 및 보행장애 환자를 중심으로 체계적 문헌고찰을 수행하였다. 동 검사가 특정 질환의 진단 목적보다는 치료 또는 증재 과정에서 족저압 변화 등을 추적·평가하기 위한 모니터링 도구로 활용되는 특성을 고려하여 치료 과정에서의 모니터링 활용 특성을 주요 평가 지표로 설정하였다. 동적 족저압 측정 검사는 특정 질환의 진단 목적보다는 치료 또는 증재 과정에서 족저압 변화 등을 추적·평가하기 위한 모니터링 도구로 활용되는 특성이 있어, 본 평가에서는 치료 과정에서의 모니터링 활용 특성을 주요 평가 지표로 설정하였다. 이를 위해 치료 또는 증재 전·후 비교 또는 추적 관찰을 통해 족저압 관련 지표의 변화를 분석한 연구를 포함하였으며, 연구대상 질환군, 증재 유형, 결과지표 등을 종합적으로 정리하여 동적 족저압 측정 검사의 임상적 모니터링 활용 양상을 검토하였다.

연구검색은 핵심질문을 토대로 국외 3개(Ovid-MEDLINE, Ovid-EMBASE, EBM Reviews - Cochrane Central Register of Controlled Trials), 국내 2개(KoreaMed, 학술연구정보서비스) 데이터베이스에서 수행하였다(최종검색일 2025. 7. 14.).

본 평가는 검사의 임상적 활용 목적, 즉 모니터링 도구로서의 역할을 확인하는 데 초점을 두었으므로 해당 연구에 대해서는 비뚤림위험 평가는 별도로 시행하지 않았다.

본 평가는 소위원회의 검토 결과를 바탕으로 재평가전문위원회에서 최종심의 후 의료기술재평가 권고등급을 결정하였다.

평가결과

최종적으로 선택연구는 총 276편이었다. 이 중 신뢰도 평가에는 4편, 타당도 평가에는 5편이 포함되었으며, 치료 모니터링에서의 활용을 검토한 체계적 문헌고찰에는 267편이 포함되었다.

신뢰도 검토 결과(4편, 총 대상자 수 95명), 건강한 성인을 대상으로 한 연구 3편과 무지외반증 환자를 대상으로 한 연구 1편에서 동적 족저압 측정의 반복측정 신뢰도는 급내상관계수 약 0.7~0.95, 반복측정 재현계수 10~17%로 보고되어, 전반적으로 임상적 활용이 가능한 수준의 재현성이 확인되었다.

타당도 검토 결과(5편, 총 대상자 수 4,508명), 동적 족저압 검사는 무릎관절염, 류마티스관절염, 족부 골절, 당뇨병 말초신경병증 등 다양한 근골격계 질환에서 건강대조군 대비 또는 질환 상태에 따른 보행역학의 차이 또는 변화를 반영할 수 있는 것으로 확인되었다.

체계적 문헌고찰을 통해 총 267편(대상자 8,716명)의 연구가 선택되었다. 연구대상은 족부변형 및 족부질환 111편, 관절질환 및 수술군 70편, 중추 및 말초신경계 질환군 60편, 기타 질환 25편으로 다양하였다. 동적 족저압 측정검사는 평발·내반족·무지외반증·족저근막염 등의 족부질환, 골관절염·류마티스관절염·골절 등의 관절질환, 뇌졸중·뇌성마비·파킨슨병 등의 신경계 질환에서 수술, 인솔·신발·보조기, 운동·물리 치료 및 재활치료 전후의 족저압과 하중 분포 변화를 평가하는 데 활용되었다. 소아 대상 연구는 주로 평발·내

반족·후족부 변형 등의 족부질환과 뇌성마비 등 신경계 질환에 집중되어 있었다.

주요 평가지표는 최대·평균 및 부위별 족저압, 힘·충격량, 접촉면적, 압력중심과 하중 분포, 접촉시간 및 압력-시간 적분 등이었다. 전체 연구 중 214편(80.1%)에서는 동적 족저압 측정과 함께 기능·설문평가, 통증평가, 보행분석, 영상검사, 관절가동범위 및 균형·자세평가 등을 병행하였다. 전반적으로 동적 족저압 측정검사는 다양한 족부·근골격계 및 신경계 질환에서 치료 또는 중재 전후의 보행과 족저부 하중 변화를 정량적으로 확인하고, 치료 경과를 객관적으로 모니터링하는 데 활용되고 있었다.

결론 및 권고결정

의료기술재평가 소위원회에서는 현재 평가 결과에 근거하여 다음과 같은 의견을 제시하였다.

소위원회는 동적 족저압 측정 검사가 반복측정 간 신뢰도와 타당도가 전반적으로 양호하며, 체계적 문헌고찰 검토 결과 다양한 족부질환 및 보행장애 환자를 대상으로 수술, 보조기, 인솔, 물리·운동치료 전후의 변화를 평가하는 데 활용되고 있음을 확인하였다. 또한 보행 중 하중 변화, 부하 대칭성, 압력중심 이동 등 세밀한 기능적 변화를 정량적으로 제시할 수 있어, 치료 모니터링 과정에서 보조적 평가수단으로 활용 가능성이 있다고 판단하였다.

2026년 제3차 재평가전문위원회*(2026.3.6.)는 임상적 효과성의 근거 및 그 외 평가항목 등을 종합적으로 고려하였을 때, 국내 임상 상황에서 대상 질환에 따라 다음과 같이 권고등급을 결정하였다.

재평가전문위원회는 임상적 효과성의 근거 및 그 외 평가항목 등을 종합적으로 고려하였을 때, 국내 임상 상황에서 당뇨병 족부질환을 제외한 족부질환 및 보행장애 환자에서 치료 모니터링 과정에서 보조적 평가수단으로서 동적 족저압 측정 검사의 사용을 ‘약하게 권고’한다.

*「신의료기술평가에 관한 규칙」(보건복지부령 제1098호, 일부개정, 2025.9.7. 시행) 개정으로 재평가전문위원회가 새로 구성되어 2025년 9월부터 운영되고 있다.

주요어

동적 족저압 측정, 족저압, 족부질환, 보행장애, 유용성

Pedobarography, Plantar pressure, Foot disease, Gait disorder, Clinical utility

알기 쉬운 의료기술재평가

동적 족저압 측정은 족부질환 및 보행장애 환자에서 유용한가요?

질환 및 의료기술

족부질환 및 보행장애는 발의 구조 이상이나 신경·근육 문제로 인해 걸을 때 통증이나 불균형이 나타나는 질환을 말한다. 예를 들어 무릎 관절염이 있는 경우 걸을 때 발바닥의 압력이 한쪽으로 치우치거나, 평발이나 요족과 같은 발 모양 이상이 있으면 특정 부위에 부담이 집중되어 통증이나 기능 저하가 발생할 수 있다. 또한 뇌졸중이나 뇌성마비와 같은 신경질환 환자에서는 발 기능이 저하되어 균형을 잡기 어렵고 보행이 불안정해질 수 있어 적절한 평가와 관리가 중요하다.

동적 족저압 측정 검사는 걷거나 움직일 때 발바닥에 가해지는 압력을 측정하여 어느 부위에 부담이 집중되는지를 확인하는 검사이다. 이를 통해 치료 전후 효과를 평가하거나 치료 과정 및 질병 진행 상태를 지속적으로 확인하는 데 활용된다. 현재 이 검사는 건강보험이 적용되지 않는 비급여 검사로 사용되고 있다.

의료기술의 효과성

총 275편의 연구를 검토한 결과, 동적 족저압 측정 검사는 다양한 질환에서 치료 전후의 변화를 확인하는 데 활용되었다. 족부변형이나 족부질환 환자에서는 수술, 인솔·신발 교정, 운동치료 이후 발바닥 압력의 변화를 확인하였고, 관절질환이나 수술 환자에서는 보행 시 압력 분포와 체중 이동의 변화를 평가하는 데 사용되었다. 또한 뇌졸중, 뇌성마비 등 신경계 질환 환자에서는 재활치료나 보조기 착용 전후의 균형과 보행 변화를 확인하는 데 활용되었다. 일부 연구에서는 영상검사나 통증, 기능 평가와 함께 사용되어 치료 효과를 보다 종합적으로 파악하는 데 도움이 되는 것으로 나타났다.

결론 및 권고문

재평가전문위원회는 임상적 안전성과 효과성의 근거 및 그 외 평가항목 등을 종합적으로 고려하였을 때, 국내 임상 상황에서 당뇨병 족부질환 외의 보행장애 및 족부질환 환자에서 치료 모니터링 과정에서 보조적 평가수단으로서 동적 족저압 측정의 사용을 ‘약하게 권고함’으로 결정하였다.

1. 평가배경

동적 족저압 측정(Dynamic Plantar Pressure Measurement)은 보행 중 발생하는 족부의 역동적 압력을 정량적으로 측정하고 이를 컴퓨터로 분석하는 기술로, 당뇨병 신경병증 등 족부질환 및 다양한 원인의 보행장애 환자에서 비정상적인 보행 패턴을 분석하는 검사이다.

동 기술은 신의료기술평가 제도 도입 이전인 2005년에 비급여 항목으로 등재되었다. 의료기술재평가 수요조사에서 재평가 대상으로 제안되었으며, 선정 절차를 거쳐 평가대상 기술로 결정되었다. 2025년 제5차 의료기술재평가위원회(2025.5.16.)에서 평가계획서 및 소위원회 구성안(재활의학과 2인, 정형외과 1인, 내분비내과(당뇨병 전공) 1인, 신경과 1인, 근거기반의학 1인, 총 6인)에 대한 심의를 거쳐 재평가를 수행하였다.

본 평가는 동적 족저압 측정이 다양한 질환에서 적용될 수 있는 검사기술임을 고려하여 수행되었으며, 그 중 당뇨병 족부질환 환자를 제외한 족부질환 및 보행장애 환자를 대상으로 한 치료과정 모니터링에서의 임상적 유용성에 관한 평가결과를 포함하였다.

1.1 평가대상 의료기술

1.1.1 동적 족저압 측정

인체의 발은 보행 동안 신체의 균형과 안정성을 유지하고 하지의 생체역학적 기능을 조절하는 핵심 구조물이다. 이러한 발의 해부학적·생리학적 특성은 성장, 발달, 연령, 그리고 하지 운동 조절 방식에 따라 변화를 겪으며, 이는 보행 시 족저압 분포에도 직접적인 영향을 미친다. 동적 족저압 측정 검사(dynamic plantar pressure measurement)는 보행이나 운동 중 발생하는 발바닥의 압력 분포를 정량적으로 기록하고 분석하는 기술로, 발의 기능적 상태를 평가하는 데 있어 중요한 도구로 활용되고 있다(Deepashini et al., 2014). 이 검사를 통해 얻어진 족저압 분석결과는 신발 평가(운동화 및 치료용 신발의 효능 결정), 스포츠 훈련을 통한 성과 최적화, 임상 보행 분석(정상 및 비정상 보행 양상 조사), 그리고 평발, 당뇨발, 내반족, 외반족 등 다양한 족부 병리 평가에 이르기까지 폭넓게 활용된다(Dragulinescu et al., 2020; Shu et al., 2010).

동적 족저압 측정에는 크게 족저압 플랫폼(pressure platforms), 신발 내 삽입형 시스템(in-shoe

systems), 족저압 러닝머신(pressure treadmills), 그리고 일반 유연 압력 센서(flexible pressure sensors)가 활용된다. 족저압 플랫폼은 단단한 매트나 판 형태로 구성되어 맨발 보행 시 족저압을 측정하는데 주로 사용되며, 임상적으로는 보행 분석, 치료 전후 비교, 보조기·의지 설계, 질환 진행 모니터링 등에 적용된다. 특히 당뇨발, 파킨슨병, 류마티스관절염 등 다양한 족부질환의 평가에도 유용하며, 스포츠 분야에서는 균형 평가 및 부상 위험 요인 선별에도 활용된다. 삽입형 시스템은 신발 내부에 센서를 장착하여 실제 보행이나 운동 환경에서 연속적인 족저압 데이터를 확보할 수 있으며, 스포츠 전용 신발(스케이트, 스노보드화 등)이나 치료용 신발, 교정 보조기 효과 평가에도 적합하다. 다만, 공간 해상도가 낮고 센서 내구성의 한계가 보고되고 있다. 족저압 러닝머신은 보행 훈련 중 시각적 피드백을 제공하거나 자세 교정을 통해 재활 효과를 모니터링하는 데 유용하며, 유연 압력 센서는 의지-사지 접촉면 압력이나 수술 중 관절 접촉 압력 분석 등 보다 특수한 의료적 목적에 활용된다(Burnie et al., 2023).

동적 족저압 측정 검사 장비 중 하나인 F-Scan 시스템(Tekscan, USA)은 임상에서 족저부 궤양 환자의 압력 분포 평가와 압력 완화 방안 제시에 활용되고 있다. 그러나 이 장비는 반복성, 타당성, 신뢰도 부족 등 측정값의 한계가 보고되어, 결과 해석 시 주의가 필요하다는 지적이 있었다. 이에 따라 임상 현장에서의 활용을 표준화하고 체계적 오류를 줄이기 위해 장치 보정, 센서 사용, 결과 해석 기준 등에 관한 합의 지침이 마련되었다(Palaya et al., 2022).

표 1.1 F-Scan 시스템 임상 활용 지침

구분	내용
장치의 설정 및 보정과 관련된 진술문	
진술문 1	각 F-Scan 신발 내 압력 평가는 외부 요인으로부터 방해가 최소화된 동일한 지정된 환경에서 수행되어야 한다.
진술문 2	발이 센서 위에 완전히 올라가도록 하고, 하중이 가해지지 않을 영역은 불필요한 센서를 최소한으로 잘라내야 한다.
진술문 3	센서는 센서와 깔창 사이에 양면 테이프를 부착하여 신발 내에 고정되어야 한다.
진술문 4	환자는 센서 보정을 수행할 때 관심 있는 보조기와 신발을 착용해야 한다.
진술문 5	보정은 새로운 환자 세션 전, 새로운 센서를 사용할 때마다, 그리고 결과가 부정확하거나 개연성이 없어 보일 경우 반드시 수행되어야 한다.
진술문 6	결과가 부정확하거나 개연성이 없어 보일 경우 재보정을 수행해야 한다.
진술문 7	보행의 스윙 단계 동안 센서에서 과도한 잔여 출력이나 과도한 압력이 감지되면 신발의 조임 정도를 확인해야 한다.
진술문 8	가능하다면 동일 환자의 경우 한 세션 동안 수행되는 모든 측정에 동일한 센서를 사용해야 한다.
진술문 9	보정을 시작하기 전 환자가 각 센서 위에서 약 20보 정도 걷게 하여 센서를 “길들이는(break them in)” 과정을 거쳐야 한다.
결과 해석과 관련된 진술문	
진술문 10	결과 해석 시 발바닥 최고 압력을 사용해야 하며, 이는 임상적 간 표준화를 높이기 위해 권장된다.
진술문 11	관심 부위의 전단/마찰은 F-Scan 압력 결과와 함께 평가의 일부로 고려되어야 한다.
진술문 12	절대값은 더 이상 이전 스캔과 비교하여 유효하지 않으며, 결과가 압력 값을 과소평가할 수 있다는 이해 하에 센서는 6회 이상의 스캔에도 사용할 수 있다.
진술문 13	동일 환자에서 다른 날에 수행된 스캔 결과를 비교할 때는, 연구에서 입증된 F-Scan 압력 시스템의 제한된 재현성으로 인해 주의해서 사용해야 한다.
진술문 14	중재 후 관심 부위에서 발바닥 최고 압력이 30% 이상 감소하는 것을 목표로 해야 한다. 절대 압력 값은 전체 압력 분포 평가와 함께 사용되어야 하며, 의사 결정의 유일한 요소로 사용되어서는 안 된다.

출처: Palaya et al., 2022

표 1.2 주요 삽입형(in-shoe) 족저압 측정 시스템 특징 비교

특성(Feature)	Medilogic	OpenGo/Insole3	Tekscan	Pedar
압력 센서 모델	SohleFlex Sport	Moticon proprietary	FScan 3000E Sport	Pedar-X
시스템 비용(현재 견적)	11,600 €	1795 € / 7500 €	15,500 €	14,000 €
가격에 포함된 항목	깔창(inoles)	깔창/깔창+소프트웨어	깔창(inoles)	-
압력 센서 기술	저항식(Resistive)	정전용량식(Capacitive)	저항식(Resistive)	정전용량식(Capacitive)
압력 센서 수/깔창	깔창 크기에 따라 다름(최대 240개)	13/16	깔창 크기에 따라 다름(최대 960개)	99
압력 센서 밀도	0.79 개/cm ²	0.1 개/cm ²	3.9 개/cm ²	0.57-0.78 개/cm ²
기타 센서	-	3D 가속도계, 3D 자이로스코프	-	-
통신 기술	WiFi	2.4 GHz ANT/BLE5.0	유선, 무선	블루투스, 광섬유, TTL
분석 소프트웨어	medilogic	Beaker/Moticon Science	F-Scan	Pedar
깔창 두께 (센서 위치)	1.6 mm	2-3 mm	0.2 mm	2.2 mm
최대 샘플링 속도	300 Hz	50 Hz/100 Hz	169 Hz	100 Hz
측정 범위	6-640 kPa	0-400 kPa / 0-500 kPa	345-862 kPa	20-600 kPa
보정(calibration) 방법	제조사(다중 압력 특성)	보정 불필요	장치: 공장용 깔창 - 사람 서기 또는 보정 장치	깔창 Tru-Blu (공압 보정)
권장 보정 주기	1년 또는 5000 보행(step)	-	일회용 깔창, 사용할 때마다 보정	가변적

출처: Dragulinescu et al., 2020

1.1.2 소요장비의 식품의약품안전처 허가사항

본 기술에 소요되는 장비 관련 식품의약품안전처(식약처) 허가받은 제품의 허가사항은 <표 1.3>에 제시하였다.

표 1.3 소요장비에 대한 식품의약품안전처 허가사항

구분	내용
품목명: 의료용 압력계(분류번호: A30230.01 (2등급))	
품목허가번호	제인16-4517호
업체명/모델명	(주)지하이웰/GW-550, GW-1100 (2개)
사용목적	인체의 조직 간, 인체와 지지대 간 등의 압력을 측정하는 기구
품목허가번호	제인15-4236호
업체명/모델명	(주)엑스바디/exbody GA
사용목적	인체의 조직 간, 인체와 지지대 간 등의 압력을 측정하는 기구
품목허가번호	제인09-1호
업체명/모델명	(주)바이오테크닉스/TPScan 48N
사용목적	인체의 조직 간, 인체와 지지대 간 등의 압력을 측정하는 기구
품목명: 보행분석계(분류번호: A30110.01 (1등급))	
품목허가번호	제신24-591호
업체명/모델명	(주)알푸스/AFA-100
사용목적	보행 능력의 감퇴와 치료에 따른 기능 회복을 객관적으로 알기 위한 분석 장치
품목허가번호	제신21-1620호
업체명/제품명	(주)솔티드/뉴로게이트 인솔(NEUROGAIT INSOLE)
사용목적	보행 능력의 감퇴와 치료에 따른 기능 회복을 객관적으로 알기 위한 분석 장치
품목허가번호	수신16-2740호(미국 Tekscan Inc)
업체명/모델명	(주)두리시스템테크놀로지/F-Scan VersaTek System
사용목적	보행 능력의 감퇴와 치료에 따른 기능 회복을 객관적으로 알기 위한 분석 장치

출처: 식품의약품안전처 의료기기안전심판방 의료기기통합정보시스템 누리집

1.2 국내외 보험 및 행위 등재 현황

1.2.1 국내 건강보험 등재 현황

동적 족저압 측정은 2005년부터 행위비급여(노-777)로 등재되어 있다.

표 1.4 건강보험 요양 급여·비급여 비용 목록 등재 현황

분류번호	코드	분류
		제3부 행위 비급여 목록
		제2장 검사료
		제3절 기능 검사료
		[외피, 근골기능검사]
노-771	EZ771	동작분석 에너지소모분석
노-772	EZ772	동작분석 운동역학(Kinetic)
노-773	EZ773	동작분석 역동적 근전도(Dynamic Electromyography)
노-774	EZ774	동작분석(생역학검사) Biomechanical Motion Analysis
노-777	EZ777	동적 족저압 측정 Dynamic Plantar Pressure Measurement

출처: 건강보험요양급여비용, 2025년 1월판

표 1.5 건강보험심사평가원 고시항목 상세

보험분류번호	노777	보험EDI코드	EZ777	급여여부	비급여
행위명(한글)	동적 족저압 측정			보건복지부 고시	제2005-89호 (2005.12.22.)
행위명(영문)	Dynamic Plantar Pressure Measurement			적용일자	2006.1.1
정의 및 적응증	- (정의) 족부의 생체역학을 검사하는 방법으로 보행 시 역동적 체중부하를 측정하여 컴퓨터로 분석하는 행위 로, 발바닥의 모든 접지면의 체중부하를 측정 하여 분석, 환자의 비정상적인 보행 패턴을 분석함 - (적응증) 당뇨병성 신경병증 환자, 뇌성마비 등 보행장애 환자 등에서 측정				
실시방법	① 환자의 발 크기에 맞는 깔창 형태의 압력 센서를 신발 속에 장착 ② 센서가 장착된 신발을 신도록 하고 압력 센서를 컴퓨터에 연결 ③ 자연스러운 보폭으로 지정된 보도를 왕복하여 보행 ④ 압력 센서에서 측정된 데이터를 컴퓨터로 분석하여 발바닥의 모든 접지면에 압력 분포를 도식화함 ⑤ 전문의 판독				

출처: 건강보험심사평가원, 요양기관업무포털. (검색일: 2025.7.4.)

1.2.2 국내 이용 현황

동적 족저압 측정 검사는 비급여 항목으로 검사 사용 현황은 확인되지 않으며, 비용은 전국 평균 금액 88,186원(5,800~900,000원)으로 확인된다(국민건강보험공단, 2025). 주요 사용 분야는 근골격계 및 결합조직 질환이었으며, 그 외 달리 분류되지 않는 증상, 징후와 임상 및 검사의 이상소견에서도 사용된 것으로 확인되었다(국민건강보험공단, 2025).

1.2.3 국외 보험 등재 현황

미국 행위분류 코드(Current Procedural Terminology, CPT)에서는 보행 시 동적 족저압 측정을 포함한 컴퓨터 기반 운동 분석(코드 96001)과 이에 대한 의사의 판독 및 해석(코드 96004)으로 구분되어 확인되었으며, 구체적인 내용은 <표 1.6>과 같다. 한편, 일본 후생노동성 진료보수 코드에서는 해당 기술과 직접적으로 일치하는 항목은 확인되지 않았다.

표 1.6 국외 보험 등재 현황

코드	내용
96001	Comprehensive computer-based motion analysis by video-taping and 3-D kinematics; with dynamic plantar pressure measurements during walking (비디오 촬영과 3차원 운동학을 활용한 종합적인 컴퓨터 기반 운동 분석; 동적 족저압 측정 포함)
CPT 96004	Physician review and interpretation of comprehensive computer-based motion analysis, dynamic plantar pressure measurements, dynamic surface electromyography during walking or other functional activities, and dynamic fine wire electromyography, with written report (보행 또는 기타 기능적 활동 중 수행된 종합적인 컴퓨터 기반 운동 분석, 동적 족저압 측정, 동적 표면 근전도, 동적 미세선 근전도에 대한 의사의 판독 및 해석, 서면 보고서 포함)

출처: American Medical Association, 2025

1.3 질병 특성

다양한 족부질환 및 보행장애에서는 하지 정렬 이상, 보행 패턴 변화 및 체중 부하의 불균형이 나타나며, 이러한 변화는 질환의 진행 정도 및 기능적 장애와 밀접한 관련이 있다. 따라서 이러한 기능적 변화를 객관적으로 평가하기 위한 검사로 동적 족저압 측정이 활용되고 있다.

동적 족저압 측정 검사는 하지의 생체역학적 변화와 족부 기능장애를 정량적으로 평가할 수 있는 도구로서, 다양한 근골격계 및 신경학적 질환의 병태생리 이해와 치료 효과 평가에 폭넓게 활용되고 있다. 특히 슬관절 골관절염(unilateral knee osteoarthritis) 환자에서는 병변 측과 비병변 측 모두에서 족저압이 외측화(lateralized)되는 경향을 보이며, 이러한 족저압 분포의 변화가 방사선학적 병기(radiological stage)와 상관관계를 나타내는 것으로 보고되었다(He et al., 2023). 또한, 동적 족저압 분석(dynamic pedobarographic evaluation)을 통해 슬관절 골관절염 환자에서 내반 추진(varus thrust)의 정도가 방사선학적 진행 정도와 유의하게 연관됨이 확인되었으며(Ohi et al., 2018), 노인에서는 평족(planus foot) 형태가 무릎 통증 및 내측 경골대퇴관절 손상(medial tibiofemoral joint damage)과 관련되는 것으로 나타났다(Gross et al., 2011). 이러한 결과는 족저압 분석이 하지 정렬 이상을 조기에 탐지하고, 인솔(insole)이나 운동치료 등 교정적 중재의 타당성을 평가하는 데 유용함을 시사한다. 더불어, 슬관절 전치환술(total knee arthroplasty) 환자에서 족저압 분석은 불안정성(instability)의 객관적 진단 및 수술 후 비정상적 하중 분포를 확인하는 평가도구로 활용되고 있으며, 수술 전 발·발목 상태를 정량적으로 평가함으로써 수술 후 통증 발생을 예방하는 근거자료로도 제시된다(Ruhling et al., 2023; Sehgal et al., 2021).

근골격계 질환 중에서는 족부의 구조적 변형이 족저압 분포에 직접적인 영향을 미친다. 평발(pes planus)의 경우 체중 부하 시 내측 종아치(medial longitudinal arch)가 무너져 전족부 및 후족부 압력이 증가하며, 반대로 요족(pes cavus)에서는 전체 접촉면적이 감소하고 족저압이 전·중·후족부 대부분에서 증가하는 반면 제5중족골 부위에서는 상대적으로 감소하는 양상이 보고되었다(Fernandez-Seguin et al., 2014; Buldt et al., 2018). 또한 내전중족(metatarsus adductus) 환자에서는 보행 중 전·중·후족부의 외측 열(lateral column)에 더 많은 하중이 집중되는 특징이 확인되었으며, 이는 발 외측부 통증의 병태생리 이해에 기여하였다(Fishco et al., 2015). 한편, 류머티즘성 관절염(rheumatoid arthritis) 환자에서는 보조기 및 신발 교정 후 전족부 족저압 감소와 통증 완화가 관찰되었으나, 삶의 질 향상은 단순히 압력 감소만으로 설명되지 않아 족저압 분석이 치료효과 평가의 보조적 역할을 수행함이 확인되었다(Tenten-Diepenmaat et al., 2020). 이처럼 동적 족저압 측정 검사는 하지 정렬, 보행 패턴, 체중 분포의 변화를 정량화함으로써 근골격계 및 신경계 질환의 기능적 병태를 명확히 규명하고, 수술 전후 및 재활 과정에서 치료 방향 설정의 근거자료로서 임상적 유용성을 지닌다.

신경학적 질환 영역에서도 동적 족저압 분석은 재활의학적 가치가 높다. 편마비(hemiplegia) 환자에서는 발 기능 상실 및 족부변형으로 인해 자세 불안정(postural instability)과 이동성 저하(mobility problems)가 발생하며, 반복측정을 통한 족저압 분석이 재활 프로그램의 진행 및 보행 회복 정도를 객관적으로 추적할 수 있는 유용한 지표로 활용되고 있다(Rogers et al., 2020). 뇌성마비(cerebral palsy)

환자의 경우, 족저압 보행 분석(pedobarographic gait analysis)을 통해 발의 초기 접촉이 전족부에서 시작되고, 압력중심(CoP)의 진행이 불규칙하며, 종골(heel)의 접촉 압력이 낮은 전형적인 보행 패턴이 확인된다(Look et al., 2021; Bennett et al., 2007). 이러한 분석은 경직성 침족(spastic equinus) 등 변형의 정도를 정량화하고, 교정적 중재나 보조기 착용의 치료 효과를 평가하는 데 필수적이다. 또한, 다발성경화증(multiple sclerosis) 환자에서는 뒤꿈치 착지 후 전족부로 하중 이동이 원활하지 않아 보행 주기 내 체중 이동 불균형이 나타나며, 동적 족저압 측정은 이러한 부하 이동의 결함을 조기에 탐지하여 재활훈련(gait training)의 목표를 설정하는 근거로 활용된다(Keklicek et al., 2018).

표 1.7 국내 관련 질병 현황

(환자 수, 명)

질병명(질병코드)	2020	2021	2022	2023	2024
내반침족(Q660)	373	418	404	343	349
종골내반족(Q661)	138	153	139	116	116
선천편평족(Q665)	5,837	6,645	6,680	6,642	6,187
요족(Q667)	2,131	2,453	2,388	2,479	2,526
발의 기타 선천변형(Q668)	3,387	3,195	3,252	3,404	3,256
외반무지(후천성)(M201)	52,732	54,746	54,020	54,665	51,054
발바닥근막성 섬유종증(M722)	250,829	265,346	271,850	280,071	289,338
원발성 전신(골) 관절증(M150)	58,309	56,316	49,775	48,245	45,067
기타 특발성 척추측만증(M412)	20,776	22,937	20,749	18,956	18,592
강직성 뇌성마비(G800)	6,247	6,221	6,275	6,402	6,139
골관절염(퇴행성 관절증)*	3,824,113	3,994,333	4,178,974	4,332,516	4,441,328
류마티스관절염*	238,984	248,909	247,655	253,971	246,858
뇌졸중*	607,862	620,342	632,119	653,409	653,275
파킨슨증*	125,927	131,548	136,130	142,013	143,441

*뇌졸중: I60~I64, 파킨슨증: G20~G22, G232 (건강보험심사평가원, 2024)

출처: 보건의료빅데이터개방시스템, 2025

1.4 현존하는 의료기술

동적 족저압 측정 검사(Dynamic Pedobarography)는 다양한 족부질환 및 보행장애 환자에서 보행 시 발생하는 동적 부하 분포를 정량적으로 평가하는 기술로 활용된다(Palanisami et al., 2020). 다만, 동적 검사는 주로 동적 기능 평가에 초점을 두고 있어, 하지의 정적 정렬 상태나 임상적 기능 결과를 종합적으로 판단하기 위해서는 보완적 검사와의 병행 평가가 필요하다. 이에 따라 대상 질환의 특성에 따라 다양한 검사가 임상에서 함께 적용되고 있다.

하지의 정적 정렬 평가는 표준 방사선 촬영(Static conventional radiography)을 통해 수행되며, 이는 정형외과 영역에서 기본적으로 필수적인 진단 방법으로 활용된다(Palanisami et al., 2020). 예를 들어, 무릎 내반 변형(varus knee) 환자에서는 대퇴골각 역학적 각(Femorotibial Mechanical Angle, FTMA)과 경골-후족부 각(Tibiocalcaneal Angle)을 측정하여 하지 정렬을 평가한다(Palanisami et al., 2020). 또한 류마티스관절염(Rheumatoid arthritis, RA) 환자의 족부 재건술 전후에는 전후방 족부 방사선 촬영을 통해 외반모지각(Hallux Valgus Angle, HVA), 제1-제2 중족골 각(M1/M2), 제1-제5 중족골 각(M1/M5) 등 전족부 정렬 상태를 평가하고(Lee et al., 2020; Shimoda et al., 2020), 종골 피치각

(Calcaneal Pitch Angle, CPA)과 제1중족골-중골각(Calcaneo-First Metatarsal Angle, CFMA)을 측정하여 종아치(longitudinal arch) 구조 변화를 정량적으로 확인한다(Lee et al., 2020). 평발(pes planus) 환자에서는 휴식 시 종골 입각 자세(Rest Calcaneal Stance Position, RCSP)를 통해 평발의 정도를 분류하고, Meary's angle을 이용하여 내측 종아치의 정렬 변화를 평가한다(Lee et al., 2017). 환자의 기능적 상태 및 주관적 증상 개선 정도는 표준화된 기능 점수와 도구를 사용하여 평가한다. 만성 족저 뒤꿈치 통증(Chronic Plantar Heel Pain) 환자에서는 미국정형외과족부족관절학회 발목-후족부 점수(American Orthopaedic Foot and Ankle Society Ankle-Hindfoot Score, AOFAS Ankle-Hindfoot Score)를 활용하여 기능을 평가하고, 시각적 통증 척도(Visual Analog Scale for pain, VAS)를 통해 통증 강도를 측정한다. 또한 건강 관련 삶의 질 도구(Short Form-36 Health Survey, SF-36) 등을 통해 전반적인 건강상태 및 삶의 질을 평가한다(Molund et al., 2018).

RA 환자군에서는 질병활동도 점수(Disease Activity Score 28 using Erythrocyte Sedimentation Rate, DAS28-ESR; Simplified Disease Activity Index, SDAI), 건강평가설문(Health Assessment Questionnaire, HAQ), 일본족부족관절학회 점수(Japanese Society for Surgery of the Foot scale, JSSF scale)를 활용하여 수술 전후 기능 개선을 평가하며(Lee et al., 2020), 수정된 건강평가설문(Modified Health Assessment Questionnaire, mHAQ)을 통해 일상생활 수행능력의 변화를 확인한다(Shimoda et al., 2020).

신경근육계 질환, 특히 뇌성마비(Cerebral Palsy, CP) 환자에서는 근긴장도와 운동 기능 수준을 평가하기 위해 신경학적 및 정형외과적 평가도구가 병행된다. 근긴장도는 수정된 Ashworth 척도(Modified Ashworth Scale, MAS)를 통해 평가하고, 근력은 근력등급시스템(Muscle Strength Grading System)을 이용하여 확인한다(Eid et al., 2018; Zhan et al., 2019). 또한 수동 및 능동 관절 가동범위(Range of Motion, ROM)를 측정하여 관절의 유연성을 평가하고, 대운동기능분류시스템(Gross Motor Function Classification System, GMFCS)과 대운동기능측정(Gross Motor Function Measure-66, GMFM-66)을 통해 전반적인 운동 기능 수준을 종합적으로 평가한다(Eid et al., 2018; Zhan et al., 2019). 균형능력 평가는 바이오텍스 안정성 시스템(Biodex Stability System, BSS)을 이용하여 전반적 안정성 지수, 전후방 안정성 지수, 내외측 안정성 지수를 측정하는 방식으로 수행된다(Eid et al., 2018).

아울러 만성 족저 뒤꿈치 통증 환자 중 비복근 단축이 의심되는 경우에는 Silfverskiöld 테스트를 통해 단독 비복근 구축 여부를 평가하고, 전기 각도계(electric goniometer)를 활용하여 발목 배측굴곡(ankle dorsiflexion)의 범위를 정량적으로 측정함으로써 생체역학적 요인을 평가한다(Molund et al., 2018).

1.5 임상진료지침

유럽 임상보행·동작분석협회(Gait and Movement Analysis for Medical Applications, GAMMA)의 표준화 권고안(Kranzl et al., 2025)에 따르면, 족저압판(pressure plate)은 제조사의 지침에 따라 정기적으로 교정해야 한다. 또한 오작동 센서가 잘못된 신호를 발생시켜 측정 과정을 방해할 수 있으므로 일일 점검을 실시하고, 측정 중에도 센서 상태를 지속적으로 모니터링하도록 권고하였다. 이러한 장비 점검 및 관리 절차는 의료기기 운영 프로토콜에 명시할 것을 제안하였다.

표 1.8 GAMMA의 표준화 권고안 내 족저압 관련 내용

GAMMA의 표준화 권고안
4.4 족저압판(Pressure plates) 족저압판은 제조사 지침(manufacturer's instructions)에 따라 정기적으로 교정(calibrated)해야 한다. 일일 점검(daily checks) 시에는 오작동 센서(faulty sensors)가 잘못된 트리거(false trigger)를 유발할 가능성이 있는지를 확인해야 하며, 이러한 센서의 상태는 측정 중 지속적으로 모니터링해야 한다. 이러한 점검 절차는 일반적으로 의료기기 운영 프로토콜(medical technology protocol)에 명시되어 있다.
GAMMA, Gait and Movement Analysis for Medical Applications, 유럽 임상보행·동작분석협회 출처: Kranzl et al., 2025

2. 의료기술재평가 목적

본 평가는 동적 족저압 측정 검사가 족부질환 및 보행장애 환자(당뇨병성 족부질환 제외)에서 치료 과정의 모니터링에 유용한지에 관한 근거를 종합적으로 검토하여 향후 관련 의사결정에 활용할 수 있는 근거를 제공하고자 하였다.

1. 개요

본 평가는 동적 족저압 측정 검사의 임상적 유용성을 검토하기 위해 수행되었으며, 검사의 신뢰도와 타당도 및 치료 모니터링에서의 활용을 평가하였다. 신뢰도와 타당도는 특정 환자군에 한정하지 않고 관련 체계적 문헌고찰 및 리뷰 문헌을 통해 폭넓게 검토하였다. 이후 당뇨병 족부질환을 제외한 족부질환 및 보행장애 환자를 대상으로 치료 경과를 모니터링하는 데 동 검사가 어떻게 활용되는지에 관한 근거를 체계적 문헌고찰을 통해 종합하였다. 모든 평가 과정과 방법은 소위원회의 논의를 거쳐 확정하였다.

1.1 신뢰도 및 타당도

신뢰도 및 타당도 검토를 위하여 연구 선정은 체계적 문헌고찰 과정에서의 선택·배제 과정을 통해 확인된 체계적 문헌고찰 및 리뷰 문헌, 수기검색, 그리고 관련 리뷰 문헌의 참고문헌을 활용하였다.

신뢰도 평가는 검사-재검사 신뢰도(test-retest reliability)를 중심으로 확인하였다. 타당도 평가는 족저압 검사 결과와 질환과의 연관성을 중심으로 검토하였으며, 문헌의 특성과 연구 설계를 고려하여 질적 분석(qualitative analysis)을 수행하였다.

1.2 치료모니터링에서의 활용

본 평가는 족부질환 및 보행장애 환자를 대상으로 동적 족저압 측정 검사의 임상적 유용성을 검토하기 위해 수행되었으며, 평가범위는 아래의 핵심질문을 중심으로 설정하였다.

1.2.1 PICOTS-SD

본 평가에서 핵심질문은 다음과 같다.

- 동적 족저압 측정 검사는 족부질환 및 보행장애 환자에서 치료 과정의 모니터링에 유용한가?

이와 관련하여, 핵심질문의 각 구성요소를 설정함에 있어 고려한 사항은 다음과 같다.

첫째, 연구대상은 당뇨병성 족부질환을 제외한 족부질환 및 보행장애 환자를 포함하였다.

둘째, 중재검사는 동적 족저압 측정 검사로 한정하였다. 이는 보행 시 족저부의 압력 분포 및 부하 특성을

평가하는 검사로, 정적 족저압 측정 검사는 본 평가 범위에서 제외하였다.

셋째, 의료결과 지표와 관련하여 동적 족저압 측정은 주로 치료 과정에서 나타나는 변화를 추적·평가하는 모니터링 도구로 활용되고 있으므로, 본 평가에서는 ‘치료 모니터링 활용 특성’을 주요 평가 지표로 설정하였다. 치료 모니터링에서의 활용을 평가하기 위해 치료 또는 중재 전후의 동적 족저압 측정 결과를 비교하거나, 일정 기간 추적관찰을 통해 최대 족저압, 압력 분포, 접촉 시간 등 족저압 관련 지표의 변화를 분석한 연구를 포함하였다. 아울러 연구대상 질환군, 중재 유형, 병행검사 유형 등을 체계적으로 검토하여 임상 현장에서 치료 경과와 중재 효과를 모니터링하는 수단으로서 동 검사가 어떻게 활용되고 있는지를 종합적으로 평가하였다.

한편, 일부 연구에서는 동적 족저압 검사 결과를 근거로 한 임상적 개입(예: 맞춤형 인솔 처방 등)이 임상적 결과 개선에 기여한 정도를 평가하고 있었으나, 이는 검사 자체의 모니터링 특성보다는 중재 효과를 평가하는 연구에 해당하여 본 평가의 목적 및 범위에 부합하지 않는 것으로 판단하여 본 평가에서는 제외하였다.

상기 핵심질문의 각 구성요소에 대한 PIOTS-SD 세부 사항은 <표 2.1>에 제시하였다.

표 2.1 PIOTS-SD

대상 환자 (Patients)	족부질환 및 보행장애 환자*
중재검사 또는 중재군 (Index test)	동적 족저압 측정
결과변수 (Outcomes)	치료 모니터링 활용 특성†
추적관찰기 간(Time)	제한 없음
임상 세팅(Setting)	제한 없음
연구 유형(Study Design)	비교군 연구, 단일군 연구(전후 연구)

*당뇨병성 족부질환 제외

† 동적 족저압 측정 검사가 활용된 연구의 대상자, 동적 족저압 결과 지표, 비교검사 유형, 치료 유형 등 현황 분석

1.2.2 연구검색

1.2.2.1 국외

국외 데이터베이스는 Ovid-Medline, Ovid-EMBASE, EBM Reviews - Cochrane Central Register of Controlled Trials를 이용하여 체계적 문헌고찰 시 주요 검색원으로 고려되는 데이터베이스를 이용하였다(표 2.2). 검색어는 Ovid- Medline에서 사용된 검색어를 기본으로 각 자료원의 특성에 맞게 수정하였으며 MeSH term, 논리연산자, 절단검색 등의 검색기능을 적절히 활용하였다. 최종 검색일은 2025년 7월 14일로, 구체적인 검색전략 및 검색결과는 [부록 3]에 제시하였다.

표 2.2 국외 전자 데이터베이스

국외 전자 데이터베이스	URL 주소
Ovid MEDLINE(R) In-Process & Other Non-Indexed Citations and Ovid MEDLINE(R)	http://ovidsp.tx.ovid.com
Ovid EMBASE	http://ovidsp.tx.ovid.com
EBM Reviews – Cochrane Central Register of Controlled Trials	http://ovidsp.tx.ovid.com

1.2.2.2 국내

국내 데이터베이스는 아래의 3개 검색엔진을 이용하였다(표 2.3). 검색전략은 국외 검색 시 사용한 검색 전략을 기본으로 하되 논리연산자나 절단검색 등이 지원되지 않는 데이터베이스의 경우 이를 적절히 수정하고 간소화하여 사용하였다. 각 데이터베이스의 특성에 맞추어 영문 및 국문을 혼용하였다. 최종 검색일은 2025년 7월 21일로, 구체적인 검색전략 및 검색결과는 [부록 3]에 제시하였다.

표 2.3 국내 전자 데이터베이스

국내 문헌 검색원	URL 주소
KoreaMed	http://www.koreamed.org/
학술연구정보서비스(RISS)	http://www.riss.kr/

RISS, Research information sharing service

1.2.3 검색기간 및 출판언어

연구검색은 연도 제한 없이 수행하였으며, 한국어 및 영어로 출판된 연구를 중심으로 검토하였다.

1.2.4 수기검색

전자검색원의 검색한계를 보완하기 위하여 선행 체계적 문헌고찰 및 문헌 검색과정에서 확인되거나 본 평가주제와 관련된 참고문헌 등을 토대로, 본 평가의 선택·배제 기준에 적합한 문헌을 추가로 검토하여 선정 여부를 판단하였다.

1.2.5 연구선정

연구선택은 검색된 모든 연구에 대해 두 명의 검토자가 독립적으로 수행하였다. 1차 선택·배제 과정에서는 제목과 초록을 검토하여 본 평가의 주제와 관련성이 없다고 판단되는 연구는 배제하고, 2차 선택·배제 과정에서는 초록에서 명확하지 않은 연구의 전문을 검토하여 사전에 정한 문헌 선정기준에 맞는 연구를 선택하였다. 의견 불일치가 있을 경우 소위원회 회의를 통해 의견 일치를 이루도록 하였다. 연구선정 과정은 Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) 흐름도로 제시하였다.

자세한 연구 선택·배제 기준은 <표 2.4>와 같다.

표 2.4 선택·배제 기준

선택기준(Inclusion criteria)	배제기준(Exclusion criteria)
- 당뇨병 족부질환을 제외한 족부질환 및 보행장애 환자를 대상으로 수행한 연구 - 동적 족저압 측정을 수행한 연구 - 적절한 의료결과를 보고한 연구	- 인간 대상 연구가 아닌 경우(세포실험, 동물실험 등 비임상연구) - 원저가 아닌 연구(총설, letter, comment 등) - 회색문헌(초록만 발표된 연구, 학위논문, 기관보고서 등 동료심사를 거치지 않은 경우) - 한국어 및 영어로 출판되지 않은 연구 - 증례보고(case report), 전후 비교 결과가 없는 증례연구(case series) - 중복 출판된 문헌: 대상자가 중복되고, 보고된 결과지표도 동일한 연구

1.2.6 비뚤림위험 평가

선택문헌은 동적 족저압 측정 검사가 치료나 증재의 효과를 추적·평가하는 치료 모니터링 연구로, 본 평가는 검사의 임상적 활용 목적(모니터링 도구로서의 역할) 확인에 초점을 두었기 때문에 이들 연구에 대해서는 비뚤림위험평가를 별도로 시행하지 않았다.

1.2.7 자료추출

자료추출과 관련하여 연구 국가, 대상 환자, 질환명, 연령, 추적 기간, 동적 족저압 측정 검사에 사용된 결과 지표, 치료 내용 등을 간략히 추출하였으며, 해당 연구들은 검사의 활용 목적 확인에 초점을 두었기 때문에 연구 유형이나 임상적 의료결과는 별도로 추출하지 않았다.

모든 자료추출은 1인의 평가자가 우선적으로 수행하였으며, 이후 별도의 평가자가 추출된 자료의 정확성과 일관성을 재검토하여 오류 여부를 확인하였다. 이를 통해 자료추출 과정의 신뢰성을 확보하고자 하였다.

1.2.8 자료합성

본 평가는 치료 모니터링의 활용 특성을 파악하기 위해 동적 족저압 측정 검사가 어떠한 질환군에서, 어떤 치료 유형(예: 수술, 교정용 인솔, 보조기, 운동·물리치료 등)의 과정 중에 적용되었는지를 확인하고, 질적으로 기술하였다.

2. 권고등급 결정

의료기술재평가위원회는 소위원회의 검토 의견을 고려하여 최종 심의를 진행한 후 <표 2.5>와 같이 의료기술재평가 권고등급을 결정하였다.

표 2.5 의료기술재평가 권고등급 체계

권고등급	설명
권고함 (recommended)	평가대상 의료기술의 임상적 안전성과 효과성 등의 근거가 충분하고, 이를 종합적으로 검토한 결과 현재 임상 상황에서 해당 의료기술의 사용을 권고함
약하게 권고함 (Weakly recommended)	평가대상 의료기술의 임상적 안전성과 효과성 등의 근거가 비교기술 대비 상대적으로 약하거나 유사하여, 현재 임상 상황에서 해당 의료기술의 제한적 사용을 권고함
권고하지 않음 (not recommended)	평가대상 의료기술의 임상적 안전성과 효과성 등의 근거를 종합적으로 검토한 결과, 현재 임상 상황에서 해당 의료기술의 사용을 권고하지 않음
권고보류 (Deferred recommendation)	평가대상 의료기술의 임상적 안전성 또는 효과성 등에 대한 근거가 충분하지 않아, 현재 임상 상황에서 해당 의료기술의 사용에 대한 권고등급을 결정할 수 없음 ※ 근거가 불충분한 사유로는 연구 결과의 질적·양적 부족 문제 등이 있으며, 추가 연구나 데이터가 필요한 부분에 대해 명시할 수 있음

1. 연구선정 결과

평가주제와 관련된 연구를 확인하기 위해 국내의 전자데이터베이스를 활용하여 총 10,582편의 연구를 검색하였다. 각 데이터베이스 간 중복된 3,950편을 제외한 6,632편이 연구선택 과정에 포함되었다. 이후 제목과 초록을 검토하여 평가대상 기술과 연관성이 확인된 709편을 1차적으로 선별하였으며, 원문 검토 및 연구선택 기준에 따른 심사를 거쳐 최종적으로 350편의 연구를 선정하였다.

본 평가에서는 이 중 동적 족저압 측정 검사의 신뢰도 및 타당도, 그리고 당뇨병 족부질환 외 족부질환 및 보행장애 환자 관련 치료 모니터링 연구를 중심으로 분석하였으며, 이에 해당하는 총 275편의 연구(신뢰도 4편, 타당도 5편, 치료 모니터링 266편)를 최종 포함하여 결과를 기술하였다. 신뢰도 및 타당도 연구는 검사결과의 재현성과 측정 정확성에 대한 근거를 제시하고, 족부질환 및 보행장애 환자 연구는 해당 기술의 치료 모니터링으로서의 활용 특성을 평가하는 데 초점을 두었다.

최종 연구선정 과정은 아래 <그림 3.1>과 같으며, 배제된 연구의 세부 내역은 [별첨 2], 최종 선택연구 목록은 [부록 5]에 별도로 제시하였다.

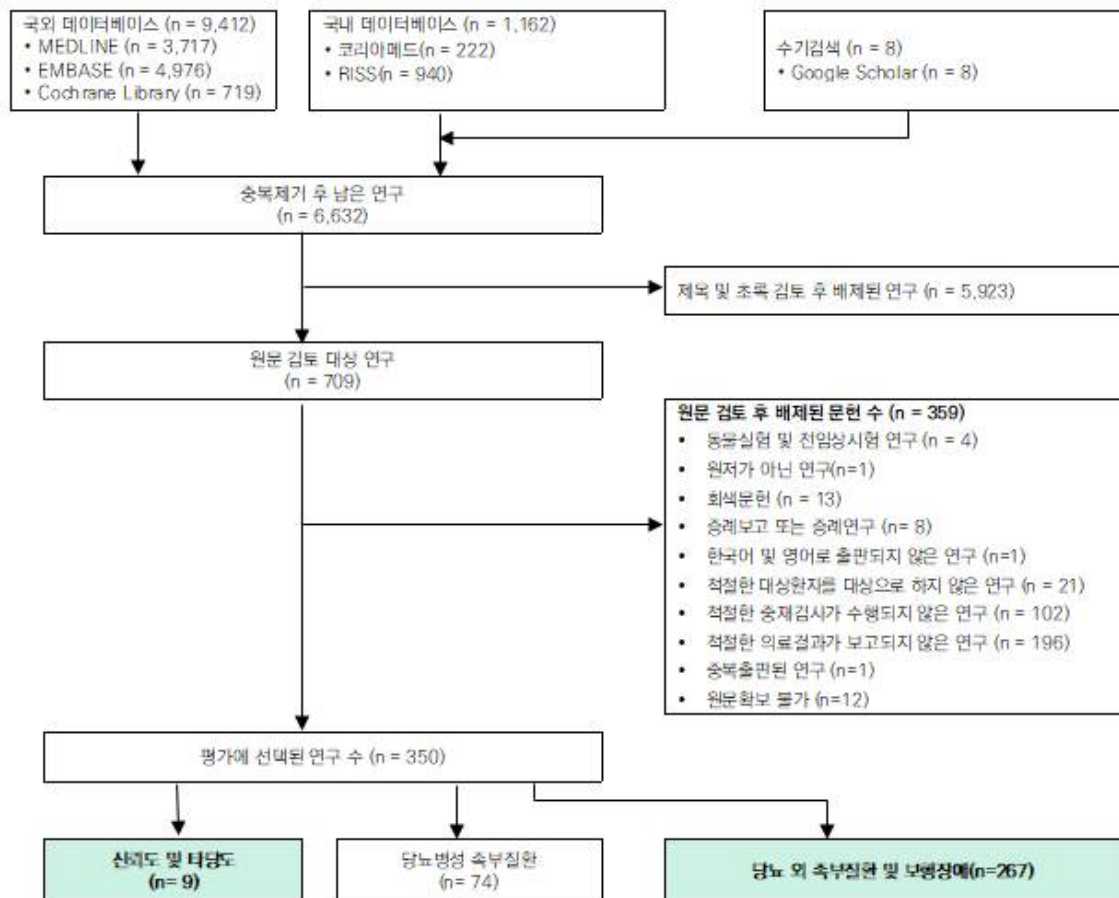


그림 3.1 연구선택흐름도

2. 신뢰도 및 타당도 검토 결과

2.1 신뢰도

2.1.1 선택문헌 특성

동적 족저압 측정의 신뢰도에 대해서는 Deepashini 등(2014)의 서술적 문헌고찰(narrative review)을 참고하였다. 이 연구는 임상에서 족저압 분포의 해석과 활용에 필요한 기초 지식을 종합적으로 정리한 연구로, 족저압 측정의 신뢰도를 평가한 총 5편의 연구 결과를 인용하였다. 그러나 이들 중 1편은 정적 족저압(static plantar pressure) 측정의 신뢰도를 다룬 연구로, 본 평가에서는 동적 족저압(dynamic plantar pressure) 측정의 신뢰도를 다룬 4편의 연구결과만을 대상으로 정리하였다.

해당 4편의 연구는 2008년부터 2010년 사이에 발표되었으며, 연구 수행 국가는 영국 2편, 벨기에 1편, 뉴질랜드 1편이었다. 선택문헌 대상자는 건강한 성인(3편)과 무지외반증 환자(1편)로 구성되었으며, 사용된 측정 장비는 Emed 시스템(Novel GmbH, Germany) 3편과 RSscan 시스템(Olen, Belgium)

1편이었다.

신뢰도에 대한 선택문헌 특성은 <표 3.1>과 같다.

표 3.1 선택문헌 특성(신뢰도)

연번	제1저자(연도)	연구 국가	대상자	검사	연구결과
1	Maetzer(2010)	영국	건강한 성인 23명	동적 족저압 측정 (Emed® ST2 system)	CR
2	Deschamps (2009)	벨기에	무지외반증 10명	동적 족저압 검사 (RS Scan)	ICC
3	Gurney (2008)	뉴질랜드	건강한 성인 9명	동적 족저압 검사 (EMED-AT)	ICC
4	Putti (2008)	영국	건강한 성인 53명	동적 족저압 측정 (Emed® ST2 system)	CR

CR, coefficient of repeatability; ICC, intraclass correlation coefficient

2.1.2 신뢰도 검토 결과

Maetzer 등(2010) 연구는 건강한 성인 23명을 대상으로 Emed-ST2 system을 이용하여 7일 간격 반복측정 신뢰도를 평가한 결과, 전체 변수 중 87.3%가 반복재현계수(coefficient of repeatability, CR) 기준(10%)을 충족하였다. 대부분의 변수에서 높은 일관성을 보여 임상 및 연구 활용에 충분한 반복측정 신뢰도가 확보되었다.

Deschamps 등(2009)은 무지외반증 환자 10명을 대상으로 RS Scan을 이용해 수동 마스킹 방식의 신뢰도를 검토하였다. 단일 마스킹(제3 중족골두 1개 부위 반복 표시)은 위치좌표의 급내상관계수(intraclass correlation coefficient, ICC)가 0.86~0.91로 높았으나, 압력지표(압력-시간 적분값(pressure-time integral, PTI))는 0.68로 낮았다. 다중 마스킹(제1~5 중족골두 동시 표시)은 X축 ICC 0.85~0.98로 양호하나, 최고압력(peak pressure, PP)(0.57~0.94), PTI(0.74~0.90)는 변동성이 컸다. 즉, 위치 신뢰도는 높지만 압력값의 재현성은 낮아 임상적 적용에는 제한적으로 평가되었다.

Gurney 등(2008)은 건강한 성인 9명을 대상으로 Emed-AT platform을 이용하여 5일 간격 반복측정 신뢰도를 분석하였다. PP와 최대하중(Maximum force)은 부위별 ICC가 0.70~0.95 범위로 양호하였으며, Impulse는 0.73~0.96으로 가장 높은 신뢰도를 보였다. 평균 변동계수(coefficient of variation, CV)는 약 10% 내외로 나타나, 반복측정 간 일관성이 전반적으로 양호한 수준이었다.

Putti 등(2008)은 건강한 성인 53명을 대상으로 Emed-ST4 system을 이용하여 12일 간격 반복측정 신뢰도를 평가한 결과, 122개 지표 중 91%(111개)가 CR(10%) 기준을 충족하였고, 모든 변수에서 CR ≤16.9%로 나타나, 임상 연구 모두에서 활용 가능한 매우 우수한 반복측정 신뢰도를 보였다.

2008~2010년에 수행된 4편의 연구 결과를 종합하면, Emed 시리즈(ST2, ST4, AT platform)를 이용한 동적 족저압 측정은 반복측정 신뢰도가 ICC 약 0.7~0.95, CR 10~17%를 보여 건강한 성인을 대상으로 한 연구에서 대부분 임상 활용에 가능한 재현성을 확인하였다. 반면 RS Scan을 이용한 Deschamps 등(2009)의 연구에서는 수동 마스킹 방식의 설정 오차로 인해 압력지표(특히 PTI)의 신뢰도가 낮게 나타나,

분석영역(ROI) 설정 방법이 결과 변동에 중요한 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 결과적으로, 장비 및 측정 방법이 표준화된 조건에서는 동적 족저압 검사의 반복측정 신뢰도는 전반적으로 양호한 수준으로 판단되며, 단 수동 마스킹 등 관찰자 의존적 절차에서는 신뢰도 저하 가능성이 있음을 고려해야 한다고 보고하고 있다.

표 3.2 신뢰도 검토결과

제1저자 (연도)	연구결과 요약
Maetzler (2010)	○ 연구대상: 건강한 성인(23명) ○ 사용장비: Emed-ST2 system ○ 결과지표: 7일 간격 반복측정 신뢰도 ○ 결과요약 • 87.3%의 변수(55/63)에서 CR<10% • 대부분의 변수에서 CR<16%로 매우 양호한 반복측정 신뢰도 확보
Deschamps (2009)	○ 연구대상: 무지외반증(10명) ○ 사용장비: RS Scan ○ 결과지표: Masking 위치에 따른 신뢰도(관찰자 간/내 차이) ○ 결과요약 [단일 마스킹(single-masking)]: - 관찰자 간 • X축(좌우방향): ICC=0.91 • Y축(전후방향): ICC=0.86 • 최고압력(peak pressure): ICC=0.79 • 압력-시간 적분(PTI): ICC=0.68 - 관찰자 내 • ICC 0.81 이상 [다중 마스킹(multi-masking)]: - 관찰자 간 • X축: ICC=0.85~0.98 (대체로 높음) • Y축: ICC=0.77~0.87 (보통~ 좋음) • PP: ICC=0.57~0.94 (MTH2·MTH5에서 낮음) • PTI: ICC=0.74~0.90 - 관찰자 내(intra-observer): 95% 하한 신뢰도가 대부분 0.8 이상 *단일 마스킹: 한 부위(제3 중족골두)에만 마스크 1개를 설정하여 같은 위치를 여러 번 측정하는 방식 → 한 지점을 반복측정했을 때 관찰자 간, 관찰자 내의 일관성을 평가 *다중 마스킹: 발바닥 그림 위에 마스크를 여러 개(제1~5 중족골두 각각) 동시에 설정하는 방식 → 발 전체의 하중 분포를 평가할 수 있으나, 마스크 위치 설정의 오차가 커질 수 있음.
Gurney (2008)	○ 연구대상: 건강 성인(9명) ○ 사용장비: Emed-AT platform ○ 결과지표: 5일 간격 반복측정 신뢰도 ○ 결과요약 ICC • PP (최대 압력): 0.687 (lateral toes) ~ 0.909 (central forefoot) (평균: 0.801) • Maximum Force (최대 힘): 0.708 (lateral forefoot) ~ 0.955 (lateral midfoot) (평균: 0.860) • Impulse (압력 적분): 0.738 (medial midfoot) ~ 0.964 (lateral midfoot) (평균: 0.880) (가장 높음) • Contact Time (접촉 시간): 0.766 (lateral midfoot) ~ 0.924 (lateral toes) (평균: 0.847) - CV • PP: 7% (lateral hindfoot) ~ 20.5% (lateral toes), 평균 12.2% • Maximum Force: 5.5% (medial hindfoot) ~ 25.7% (medial midfoot), 평균 13.0% • Impulse: 7.0% (central forefoot) ~ 30.9% (medial midfoot), 평균 14.1%

제1저자 (연도)	연구결과 요약
	Contact Time: 2.2% (central forefoot) ~ 10.6% (medial midfoot), 평균 5.8%
Putti et al. (2008)	○ 연구대상: 건강 성인(53명) ○ 사용장비: Emed-ST4 system ○ 결과지표: 12일 간격 반복측정 신뢰도 ○ 결과요약 122개 지표 중 91% (111개)에서 CR < 10%, 매우 우수 - 모든 변수에서 CR ≤ 16.9%, 임상적 활용에 충분히 수용 가능

CR, coefficient of repeatability(일치계수), CR값이 낮을수록 측정의 반복 신뢰도(repeatability)가 높음을 의미(Maetzler 등 2010); CV, coefficient of variation; ICC, intraclass correlation, 급내상관계수, 0.90 이상은 매우 높음(high), 0.89-0.80은 좋음(good), 0.79-0.70은 보통(fair), 0.69 이하(poor)는 낮은 신뢰도로 간주(Deschamps 등 2009); MTH, metatarsal head; PP, peak pressure; PTI, pressure time integral

2.2 타당도

2.2.1 선택문헌 특성

동적 족저압 측정 검사의 타당도를 확인하기 위해 질환과 족저압 간의 관련성을 평가한 체계적 문헌고찰 5편(Panyarachun et al. 2022; Sanders et al. 2020; Carroll et al. 2015; Fernando et al. 2014; Fernando et al. 2013)을 검토하였다. 이들 연구는 2013년부터 2022년 사이에 발표되었으며, 연구대상 질환은 무릎골관절염, 전위성 관절내 종골골절, 염증성 관절염, 족저궤양을 동반한 당뇨병 말초신경병증 및 당뇨병 말초신경병증으로 각각 1편씩이었다. 각 연구에서는 동적 족저압 측정을 주요 평가방법으로 활용하여 임상 기능지표와의 상관성 또는 질환·합병증 유무에 따른 족저압 차이를 분석하였다.

타당도에 대한 선택문헌의 특성은 <표 3.3>에 제시하였다.

표 3.3 선택문헌 특성(타당도)

연 번	제1저자(연도)	연구 국가	대상자	포함된 연구 수	총 대상자 수	연구결과
1	Panyarachun (2022)	태국	무릎골관절염 환자	9편	495명	질환 관련성
2	Sanders(2020)	네덜란드	전위성 관절내 종골 골절	9편	286명	비교검사와의 상관성
3	Carroll(2015)	뉴질랜드	염증성 관절염 환자 (류마티스관절염 등)	36편	2,275명	질환 관련성 비교검사와의 상관성
4	Fernando(2014)	오스트레일리아	당뇨병성 말초신경병증_활동성 족저궤양병력	8편	647명	질환과의 관련성
5	Fernando(2013)	오스트레일리아	당뇨병성 말초신경병증	16편	805명	질환과의 관련성

Fernando 등(2014)과 Fernando 등(2013)은 선택연구가 1편만 겹치고 나머지는 겹치지 않음

2.2.2 타당도 검토 결과

Panyarachun 등(2022)은 무릎골관절염 환자와 건강대조군을 비교한 9편의 연구를 질적으로 분석한 결과, 무릎골관절염 환자에서 뒤꿈치와 무지의 족저압은 낮고 중족부 또는 발 중앙부의 하중은 증가하며, 압력중심(center of pressure, COP)의 이동거리는 짧아지고 외측으로 이동하는 경향이 보고되었다.

Sanders 등(2020)은 전위성 관절내 종골골절 환자를 대상으로 한 9편의 연구에서 수술 후 동적 족저압 측정 결과와 기능적 회복 지표 간의 관련성을 검토하였다. 이 중 3편에서는 족저압 또는 보행수행 지표와 미국족부족관절학회 점수(American Orthopaedic Foot and Ankle Society score, AOFAS), 건강 관련 삶의 질 척도 36문항(Short Form-36, SF-36), Maryland Foot Score 등의 임상 기능지표 간에 유의한 상관성이 보고되었다. 반면, 4편에서는 부위별 최대 족저압과 기능점수 간에 통계적으로 유의한 상관성이 확인되지 않아 연구별 결과에 차이가 있었다.

Carroll 등(2015)은 염증성 관절염 환자를 대상으로 한 36편의 연구를 검토하였다. 이 중 류마티스관절염 환자와 건강대조군의 족저압을 비교한 연구를 측정부위별로 메타분석한 결과, 전족부 최대 족저압은 류마티스관절염 환자에서 유의하게 높았다(3편, 표준화 평균차[standardized mean difference, SMD]=1.09, 95% 신뢰구간[confidence interval, CI] 0.51~1.67, $p<0.001$). 반면, 후족부와 중족부 및 개별 중족지관절의 족저압은 두 군 간 유의한 차이가 확인되지 않았다.

Fernando 등(2014)은 당뇨병 말초신경병증 환자를 대상으로 한 8편의 연구를 메타분석한 결과, 과거 족저궤양 병력이 있는 환자는 궤양 병력이 없는 환자보다 전체 및 전족부의 최대 족저압과 PTI가 높았다. 반면, 활동성 족저궤양 환자에서는 유의한 차이가 확인되지 않았으며, 이는 통증 회피 또는 보호적 보행(guarded gait)에 따라 보행 시 족저압이 일시적으로 감소했을 가능성이 제시되었다.

Fernando 등(2013)은 16편의 연구(총 805명)를 메타분석한 결과, 당뇨병 말초신경병증 환자는 건강대조군보다 후족부, 중족부 및 전족부에서 최대 족저압과 PTI가 유의하게 높았다.

종합적으로, 동적 족저압 검사는 무릎골관절염, 류마티스관절염, 족부 골절, 당뇨병 말초신경병증 등에서 건강대조군 대비 또는 질환 상태에 따른 보행역학의 차이 또는 변화를 반영할 수 있는 것으로 확인되었다. 전반적으로 환자군은 건강대조군에 비해 뒤꿈치와 무지부 압력 감소, 중족/중앙부 하중 증가, COP의 이동거리 단축 및 외측화 경향을 보이는 것으로 보고되었다. 또한 염증성 관절염 등 검토된 일부 질환에서 족저압 지표(MPP, PTI 등)는 질병의 중증도나 기능적 회복(AOFAS, SF-36)과 유의한 상관성을 보여, 동적 족저압 검사가 기능평가 및 예후 추정의 객관적 도구로 활용 가능성이 확인되었다.

표 3.4 타당도 검토결과

제1저자 (연도)	연구결과 요약
Panyarachun (2022)	○ 연구대상: 무릎 골관절염/건강대조군 ○ 선택문헌 수: 9편 ○ 족저압 검사 유형: 동적 족저압 검사 ○ 연구결과: 연구별로 질적 분석. 무릎 골관절염 환자에서 뒤꿈치·무지(heel, hallux) 압력이 낮고 발의 중앙/중족부 압력이 더 높으며 COP 길이는 짧고 더 외측화(lateralized) 된 것으로 보고됨

제1저자
(연도)

연구결과 요약

Sanders
(2020)

○ 연구대상: 전위성 관절내 종골 골절 환자

○ 선택문헌 수: 9편

○ 족저압 검사 유형: 동적 족저압 검사

○ 연구결과:

• 비교검사와의 상관성

- 유의한 상관성이 있는 연구:

• Durr(2018): plantar pressure와 AOFAS correlation (p= 0.003), SF-36 PCS correlation(p= 0.015)

• Kinner (2002): Pedobarographic score와 Maryland Foot Score 간 상관(r= -0.62, p=0.04)

• Mittlmeier (1993): 중합 performance score*와 임상점수 간 상관 (r= 0.607, p < 0.001)

- 유의한 상관성이 없는 연구:

- Çolak (2018), Davies (2003), Rosenbaum (1995), Schepers (2008): 부위별 peak pressure와 기능점수 간 통계적 상관 없음

Carroll (2015)

○ 연구대상: 염증성 관절염 환자(류마티스 관절염 등)

○ 선택문헌 수: 36편

○ 족저압 검사 유형 및 지표: 동적 족저압 검사

○ 연구결과: 류마티스관절염 환자 vs 건강대조군, peak plantar pressure 차이

그림 1.2 측정부위	그림 1.3 연구 수	그림 1.4 통합 SMD(95% CI)	그림 1.5 I ²
전족부(whole foot)	3	1.09(95% CI, 0.51-1.67)	61%
후족부(heel)	3	-0.18(95% CI, -0.50, 0.13)	0%
중족부(midfoot)	2	0.33(95% CI, -0.04, 0.69)	0%
제1중족지관절	4	0.16(95% CI, -0.13, 0.46)	0%
제2중족지관절	3	0.13(95% CI, -0.19, 0.44)	0%

→ 류마티스관절염 환자는 건강대조군에 비해 보행 시 전족부 최대 족저압이 유의하게 높으며(SMD ≈ 1.1, p < 0.001), 후족·중족부 및 개별 중족지관절 압력은 유의 차가 없음. 이는 통증 회피와 관절 변형에 따른 전족부 과부하를 나타내는 전형적인 RA 보행 특징임

Fernando
(2014)

○ 연구대상: 당뇨병 말초신경병증 환자, 활동성 족저궤양 환자

○ 선택문헌 수: 8편

○ 족저압 검사 유형 및 지표: 동적 족저압 검사

○ 연구결과: 궤양군(활동성 또는 과거 병력) VS 비궤양 DPN

지표	연구 수	통합 SMD(95% CI)	그림 1.6 I ²
overall peak plantar pressure	8	0.55(95% CI, 0.29, 0.81)	46.2
overall pressure time integral	3	0.76(95% CI, 0.30, 1.22)	28.4
전족부 peak plantar pressure	6	0.64(95% CI, 0.39, 0.88)	31.4
전족부 PTI	3	0.72(95% CI, 0.20, 1.24)	44.4

Fernando
(2013)

○ 결론: 당뇨병 말초신경병증 환자 중 과거 족저궤양 병력이 있는 환자는 궤양 병력이 없는 환자보다 전체 및 전족부에서 동적 족저압이 유의하게 높았음. 반면, 활동성 궤양이 있는 환자에서는 유의한 차이가 없었으며, 이는 통증 회피 또는 '보호적 보행(guarded gait)'으로 인해 보행 시 족저압이 일시적으로 감소했을 가능성이 제시

○ 연구대상: 당뇨병 말초신경병증

○ 선택문헌 수: 16편

○ 족저압 검사 유형 및 지표: 동적 족저압 검사

○ 연구결과: 당뇨병 말초신경병증 vs 건강대조군

제1저자 (연도)		연구결과 요약		
구분		연구수	통합 SMD(95% CI)	그림 1.7 I^2
후족부	MPP	3	0.455(95% CI, 0.090, 0.821)	7%
	PTI	3	0.407(95% CI, 0.058, 0.756)	0%
중족부	MPP	3	0.729(95% CI, 0.373, 1.084)	0%
	PTI	3	0.503(95% CI, 0.152, 0.854)	0%
전족부	MPP	3	0.552(95% CI, 0.200, 0.903)	0%
	PTI	3	0.666(95% CI, 0.313, 1.020)	0%

AOFAS, American Orthopaedic Foot and Ankle Society score, 미국족부족관절학회 점수; CI, confidence interval; COP, center of pressure; MPP, mean peak plantar pressure, 최대 족저압; PCS, Physical Component Summary, 신체요약점수; PTI, pressure time integral, 압력-시간 적분; SF-36, Short Form-36, 건강 관련 삶의 질 척도 36문항; SMD, standardized mean difference

3. 치료모니터링에서의 활용

3.1 선택연구특성

본 평가에는 총 267편(총 대상자 수 8,716명)의 연구가 포함되었다. 연구대상은 족부변형 및 족부질환군, 관절질환 및 수술군, 그리고 중추 및 말초신경계 질환 등 다양한 임상 집단을 포괄하였다. 이들 연구는 주로 치료 또는 중재 전후의 효과를 판정하기 위해 동적 족저압 측정 결과를 활용하였으며, 치료 과정 중의 보행 변화나 압력 재분포 양상을 모니터링하는 도구로 활용하고 있었다.

연구 수행 국가 분포를 살펴보면, 한국에서 수행된 연구가 62편(23.2%)으로 가장 많았으며, 그 다음으로 미국(27편, 10.1%), 중국(21편, 7.9%), 영국(16편, 6.0%), 오스트레일리아(15편, 5.6%), 독일(14편, 5.2%), 대만, 일본, 튀르키예(각 9편, 3.4%) 순이었다. 그 외에도 이탈리아, 이란 등 유럽 및 아시아 주요 국가를 포함한 다양한 지역에서 연구가 수행되었으며, 전반적으로 동적 족저압 측정 검사가 전 세계적으로 폭넓게 활용되고 있음이 확인되었다.

출판 연도별 분포를 보면, 1989년부터 2025년까지 꾸준히 연구가 발표되었으며, 최근으로 갈수록 그 수가 증가하는 추세를 보였다. 특히 2020년 이후 발표된 연구가 105편(39.3%)에 달해, 동적 족저압 측정 검사가 최근에도 활발히 활용되고 있음을 확인할 수 있었다.

연령별로는 성인 대상 연구가 210편으로 대부분을 차지하였으며, 소아·청소년(20세 미만) 대상 연구는 56편, 연령이 명시되지 않은 연구는 1편이었다. 소아·청소년 연구의 평균 연령은 2~18세이었다.

사용된 장비 유형은 매트 타입을 활용한 연구가 153편(57.3%)으로 가장 많았으며, 인솔타입은 106편(39.7%), 두 가지를 병행한 연구는 2편이었으며, 기타로 트레드밀 내장형 4편, 소켓 내 부착형 인터페이스 압력 센서 방식을 사용한 경우 1편이 확인되었다.

선택문헌 특성표는 <표 3.5>에 제시하였다.

표 3.5 선택문헌 특성

연번	제1저자 (연도)	연구 국가	연구대상	N	연령, 세	추적기간
1	Alhassan (2025)	사우디아 라비아	전신적 관절과운동(일반 화 관절과운동)을 가진 소아	17	11.3	7.7년
2	Chen (2025)	대만	무지외반증	35	53.99	3개월
3	Ciftci (2025)	미국	관절구축증 환자에서 잔 여 만곡족 변형	20	15.1	3.9개월
4	Liu (2025)	중국	전방십자인대 재건 후 재활	40	33.2	6주
5	Onoi (2025)	일본	무릎 골관절염	70	72.9	1년
6	Park (2025)	한국	뇌성마비, 평내반족 변형	180	8.9	8년
7	Payen (2025)	캐나다	만성 중족부통증	23	50.5	단회성
8	Pu (2025)	중국	부주상골증후군	54	18.92	12개월
9	SunHae (2025)	한국	경직형 양하지 뇌성마비	10	15.9	단회성
10	Warmerdam (2025)	독일	경골간부 골절	24	44	6개월

연번	제1저자 (연도)	연구 국가	연구대상	N	연령, 세	추적기간
11	Boryczka-Trefler (2024)	폴란드	소아 유연성 평발	49	6.4	12개월
12	DeFrancesco (2024)	미국	소아 특발성 유연성 평발 환자	19	13.8	5.6-21.3개월
13	Golden (2024)	미국	제1중족지관절 관절유합 술을 받은 환자	11	59.4	29.1개월
14	Hou (2024)	중국	만성 발목 불안정	56	27.5	12개월
15	Hsu (2024)	대만	중등도에서 중증 무지외 반증이 있으나 전족부 통증(중족통)이 없는 성인	25	45.6	3개월
16	Jiang (2024)	중국	증상성 평발	80	38.61	8주
17	Mazzotti (2024)	이탈리아	경도~중등도의 증상이 있는 무지외반증 환자	18	53.9	12개월
18	Menz (2024)	오스트레일리아	증상이 있는 여성 무지외 반증 환자	28	60.7	단회성
19	Ni (2024)	중국	파킨슨병 발 이긴장 환자	25	50-80	3개월
20	Park (2024a)	한국	뇌졸중으로 인한 만성 편 마비 환자	36	55.86	단회성
21	Park (2024b)	한국	발등굽힘 제한 증후군	24	24.77	단회성
22	Tang (2024)	중국	유연성 평발	20	23.6	단회성
23	Warmerdam (2024)	독일	경골 또는 복사뼈 골절 환자	29	58.9	6개월
24	Baek (2023)	한국	뇌졸중, 만성 편마비	30	57.93	6주
25	Church (2023)	미국	선천성 다발성 관절 구축 증 아동의 재발성 침내반 족	46	6.1	10.3년
26	Deniz (2023)	튀르키예	회전근개 파열	45	57.78	6개월
27	Elsayed (2023)	사우디아라비아	증상이 있는 유연성 평발 환자	40	24.9	6주
28	Fernandez-Gorgojo (2023)	스페인	발목 양과 골절 수술 환자	22	43.5	12개월
29	Guner (2023)	튀르키예	경직형 뇌성마비 아동	8	9	단회성
30	Guo (2023)	중국	평발로 인한 발바닥 통증이 있는 아동	105	10	6개월
31	Hirai (2023)	일본	무지외반증 + 제2(±제3) MTP 관절 탈구 동반 사례	36	60.7	20.4개월
32	Jinteak (2023)	한국	편평족	6	21	단회성
33	Jo (2023)	한국	아급성 뇌졸중 환자	40	57.7	4주
34	Kachesov (2023)	러시아	망치발가락 변형 동반 전 족부 재건	35	53	3개월
35	Kang (2023)	한국	파킨슨병	4	54-73	6주
36	Kim (2023)	한국	만성 뇌졸중 환자	30	62.53	6주
37	Ko (2023)	한국	뇌졸중	20	56.5	6주
38	Lee (2023a)	한국	편마비 환자	16	50.8	3개월
39	Lee (2023b)	한국	족저근막염	42	51.19	6주
40	Lennon (2023)	미국	뇌성마비 아동	321	13.7	15.3개월
41	Li (2023)	중국	내반 슬관절 골관절염	100	59.1	18.2개월
42	Martinez-Nova (2023)	스페인	경도 무지외반증 환자	79	54.7	28.1개월
43	Nakhaee (2023)	이란	만성 족저근막염 환자	34	45.21	4주
44	Phuenpathom (2023)	태국	파킨슨병	40	72	단회성
45	Richter (2023)	독일	중증 제1중족지(MTP1)	142	54	47.3개월

연번	제1저자 (연도)	연구 국가	연구대상	N	연령, 세	추적기간
46	Suh (2023)	한국	관절 골관절염 환자 소아 유연성 평발 환자	27	9.45	1년 이상
47	Szesz (2023)	폴란드	증상이 있는 소아 유연성 평발 환자	30	10	8개월
48	Cherni (2022)	캐나다	유연성 평발	19	37.6	단회성
49	da (2022)	브라질	청소년 특발성 척추측만 증 환자	45	13.2	6개월
50	Dibello (2022)	이탈리아	증상성 소아 유연성 편평 족 환자	15	12	24개월
51	Dissaneewate (2022)	태국	무지외반증 환자	24	50.2	1개월
52	Eysel (2022)	독일	청소년 증상성 유연성 평 발 환자	18	12.5	3.9년
53	Fellas (2022)	오스트레 일리아	소아·청소년 특발성 관절 염 환자	66	11.97	6개월
54	Fu (2022)	대만	편마비 뇌졸중 환자	10	54	단회성
55	Hadamus (2022)	폴란드	무릎 전치환술 후 7-14 일 이내 환자	59	68.6	4주
56	Hsu (2022)	대만	무릎 내측 골관절염 환자	27	70	20주
57	Huang (2022)	중국	파킨슨병 환자	6	18-80	3개월
58	Kasai (2022)	일본	전족부질환	14	68.6	단회성
59	Knuckles (2022)	미국	만성 발목 불안정성	12	23.6	단회성
60	Midan (2022)	이집트	뇌졸중 후 편마비	30	52	4주
61	Park (2022)	한국	청소년 후만증 환자	51	17.35	12주
62	Pavone (2022)	이탈리아	청소년 특발성 척추측만 증 환자	12	13.4	단회성
63	Ribeiro (2022a)	브라질	여성 종골 골극 환자	43	48.9	6개월
64	Ribeiro (2022b)	브라질	족저근막염	36	46.4	6개월
65	Simonsen (2022)	덴마크	류마티스관절염	27	55.8	단회성
66	Song (2022)	한국	비특이적 만성 요통	7	38.43	6주
67	Sun (2022)	중국	특발성 정상압수두증	6	69-84	1개월
68	Torp (2022)	미국	만성 발목 불안정성	18	22.33	1주
69	Wen (2022)	중국	반월상연골 손상	16	24.26	8주
70	Yu (2022a)	중국	아급성 뇌졸중 후 편마비 보행을 보이는 환자	46	56.47	12주
71	Yu (2022b)	중국	아급성 뇌졸중 후 실행 기능을 보이는 환자	18	54.6	2주
72	Yu (2022c)	한국	전방머리자세	23	41.36	4주
73	Zhao (2022)	중국	뇌졸중 후 6개월 이내 환 자	40	18-75	4주
74	Bae (2021)	한국	불완전 척수손상 환자	4	42.3	단회성
75	Chraim (2021)	오스트리 아	거골하관절 유합술 환자	20	55.75	48.93개월
76	Dikici (2021)	튀르키예	뇌졸중 후 발목 족저굴곡 근 경직	23	55.13	4주
77	Feyzioglu (2021)	튀르키예	종골골단염 환자	34	11	4주
78	Franz (2021)	독일	유연성 소아 평발 환자	39	11.3	6개월
79	Gimunova (2021)	체코	고관절 골관절염 환자	18	54.17	24주
80	Jiang (2021)	중국	평발 환자	10	30세 미만	단회성
81	Khorasani (2021)	이란	유연성 편평족	18	22.44	단회성
82	Morone (2021)	이탈리아	파킨슨병 환자	20	70.95	1개월
83	Partovifar (2021)	이란	류마티스관절염	15	50	4주
84	Rajan (2021)	영국	무지강직증 환자	12	53.5	6.9개월
85	Song (2021)	미국	중등도~중증 편평족 성	20	24.9	단회성

연번	제1저자 (연도)	연구 국가	연구대상	N	연령, 세	추적기간
86	Vogt (2021)	독일	인 소아 증상성 유연편평족	73	10.8	29개월
87	Wang (2021)	중국	뇌졸중으로 편마비가 있 는 환자	50	40-80	4주
88	Wui (2021)	말레이시 아	Eichenholtz III기 Charcot 신경병증성 관절병증, 발목 불안정성 없음	10	60	3개월
89	Zeininger (2021)	미국	발목 골관절염	93	60.7	2년
90	Zlobinski (2021)	폴란드	무지외반증과 후족부 과 내반 환자	14	59.1	1개월
91	Brachman (2020)	폴란드	만성 족저근막염 환자	23	55.7	6주
92	Ebrahim (2020)	이란	60세 이상 척추 후만증 환자	19	68.53	단회성
93	Elnaggar (2020)	이집트	혈우병 A 아동	40	12.23	4주
94	Hagen (2020)	독일	청소년 유연성 평발환자	7	12.43	1개월
95	Hong (2020)	한국	편평족·정상족·요족	12	33.29	단회성
96	Laurent (2020)	스위스	아킬레스건 파열 환자	15	50.3	12주
97	Lee (2020a)	일본	류마티스관절염 전족부 변형.	105	61	1년
98	Lee (2020b)	한국	유연성 편평족	29	9.16	16개월
99	Lim (2020)	한국	영치영등관절 통증	24	39.25	4주
100	Lou (2020)	중국	뇌졸중 환자	32	50	4주
101	Palanisami (2020)	인도	내반 변형을 동반한 슬관 절 골관절염 환자	91	63.4	1년
102	Shimoda (2020)	일본	류마티스관절염	11	70	12개월
103	Yano (2020)	일본	류마티스관절염	18	60.3	12개월
104	Yesil (2020)	튀르키예	석회성 종골극	42	47.6	12주
105	Yoo (2020)	한국	무지외반증	21	30.1	단회성
106	Bucklitsch (2019)	독일	신경인성 수족하수 환자	8	58.7	25.8개월
107	de (2019)	브라질	모든 신경증 환자	72	52	6개월
108	Katoh (2019)	일본	내측 무릎 골관절염 여성 환자	20	68.7	단회성
109	Moerenhout (2019)	스위스	무지외반증 환자	10	51.3	12개월
110	Papamerkouriou (2019)	그리스	증상성 소아 편평족	6	11.05	6개월
111	Rajan (2019)	영국	무지강직증 환자	30	59.2	16개월
112	Richter (2019)	독일	제1중족지관절 중증 골 관절염	74	59	45.7개월
113	Xu (2019)	중국	증상성 평발 환자	80	38.61	8주
114	Yu (2019)	중국	경직성 편마비 환자	12	48.83	4주
115	Zhan (2019)	중국	뇌성마비 소아	11	5.7	19개월
116	Abousamra (2018)	미국	보행 가능한 경직성 뇌성 마비 아동	26	4.7	6년
117	Eid (2018)	사우디아 라비아	양하지 경직형 뇌성마비	30	7.34	12주
118	Han (2018)	한국	편평족	14	68.71	단회성
119	Hong (2018)	한국	무지외반증	23	22-29	4주
120	Lee (2018a)	한국	무릎 내반 변형	27	20대	8주
121	Lee (2018b)	한국	편평외반족	63	10.3	42개월
122	Molund (2018)	노르웨이	만성 족저부 통증	40	46	12개월
123	Notarnicola (2018)	이탈리아	무릎 골관절염 환자	60	58	6개월
124	Puchner (2018)	오스트리 아	무지외반증	50	56.7	6개월

연번	제1저자 (연도)	연구 국가	연구대상	N	연령, 세	추적기간
125	Saito (2018)	일본	말기 내측 무릎 골관절염 환자	64	74	1년
126	van (2018)	덴마크	무릎 골관절염 환자	21	63.4	단회성
127	Akra (2017)	영국	발목 관절염 환자	18	66	3-4개월
128	Cetin (2017)	튀르키예	전방십자인대 결손	80	27.25	14.5개월
129	Ebina (2017)	일본	류마티스관절염 환자	88	64.8	6개월 이상
130	Guven (2017)	튀르키예	무릎 골관절염	47	68	7개월
131	Kang (2017)	한국	편평발	15	20.93	단회성
132	Khodaei (2017)	이란	유연성 편평족 환자	19	22.89	단회성
133	Lee (2017a)	한국	편평족	13	24.77	단회성
134	Lee (2017b)	한국	전방머리자세	4	9.75	6주 전후비교
135	Nam (2017)	대한민국	뇌졸중 후 편마비	45	56.3	4주
136	Nuesch (2017)	스위스	무지강직증	10	62.1	52개월
137	Park (2017)	한국	내반슬	14	20.14	45일
138	Rajgopal (2017)	인도	말기 증상성 무릎 골관절염	105	NR	2년
139	Taspinar (2017)	튀르키예	평발	60	50.9	3개월
140	Angelova (2016)	불가리아	무릎 골관절염	72	65.11	3개월
141	Chapman (2016)	영국	중족부 골관절염	33	61	12주
142	Choi (2016)	한국	경직성 뇌성마비 동적 침 내반족	25	7.64	4개월
143	Chopra (2016)	스위스	무지외반증	21	51.3	6개월
144	Feger (2016)	미국	만성 발목 불안정성	10	21.5	단회성
145	Griebert (2016)	미국	정강이내측스트레스증후군	40	20.7	24시간
146	Halstead (2016)	영국	증상성 중족 골관절염	37	58.4	12주
147	Jung (2016)	한국	뇌성마비	24	9.9	16주
148	Khalil (2016)	프랑스	경직성 equinovarus 족 (주로 뇌졸중 등 편마비 관련)	39	45	10.7개월
149	Kim (2016)	한국	뇌졸중	15	62	4주
150	Menz (2016)	오스트레일리아	무지중족지관절 골관절염	87	57	단회성
151	Pauk (2016)	폴란드	경직성 양하지 마비	30	9.2	단회성
152	Rathleff (2016)	덴마크	슬개대퇴통증증후군	23	25.8	12주
153	Tenten-Diepenmaat (2016)	네덜란드	류마티스관절염	45	53	3개월
154	Wegener (2016)	오스트레일리아	샤르코-마리-투스병, 유전성 말초신경병증	10	55	4주
155	Chang (2015)	대만	경도 뇌성마비	9	8.73	단회성
156	Chen (2015a)	중국	선천성 침내반족	53	4.7	44개월
157	Chen (2015b)	대만	외상성 뒤꿈치 재건피판 환자	11	39.4	3개월
158	Cho (2015)	한국	천장관절 기능장애	30	45.4	단회성
159	Doty (2015)	미국	무지외반증	25	57	단회성
160	Erickson (2015)	미국	Charcot-Marie-Tooth 병에 의한 cavovarus형 족부변형	19	12	2.6년
161	Farzadi (2015)	이란	무지외반증	16	26.1	1개월
162	Karmakar (2015)	인도	한센병으로 인한 발처짐	8	40.88	4주
163	Kim (2015)	한국	뇌졸중 후 편마비	10	55.7	단회성
164	Lim (2015)	한국	유연성 편평족	20	23.2	단회성
165	Nolan (2015)	미국	뇌졸중 후 발처짐	22	60.5	단회성
166	Oliveira (2015)	브라질	족저근막염	74	48	180일

연번	제1저자 (연도)	연구 국가	연구대상	N	연령, 세	추적기간
167	Panichawit (2015)	태국	유연성 평발	5	28.3	8주
168	Son (2015)	한국	뇌성마비 환자의 경직성 첨내반족	18	8.79	3주
169	Tang (2015a)	대만	유연성 편평족	25	24.8	단회성
170	Tang (2015b)	대만	한센병	8	75	단회성
171	El (2014)	이집트	족근골간 융합증으로 인 한 강직성 편평외반족	27	12.88	27.44개월
172	Gray (2014)	오스트레 일리아	선천성 첨내반족	32	53	12개월
173	Jeans (2014)	미국	특발성 첨내전족	30	4.7	2년
174	Kelekis (2014)	그리스	골다공증성 척추 골절	66	75	단회성
175	Khallaf (2014)	이집트	뇌졸중 후 equinovarus 보행(경직성 내반족)/편 마비	16	40.38	12주
176	Kwon (2014)	한국	마비성 요족 기형	25	9	25개월
177	Lee (2014a)	오스트레 일리아	노인의 전족부 통증	37	73.5	단회성
178	Lee (2014b)	한국	요통	10	26.3	4주
179	Matheis (2014)	미국	Stage IIb 성인후천성편 평족	6	26-69	1년
180	Montagna (2014)	브라질	만성 뇌졸중환자	15	58.5	1주
181	Moon (2014)	한국	척추후만증	34	23.74	12주
182	Santos (2014)	영국	초기 류마티스관절염	35	52.4	6개월
183	Willerslev-Olsen (2014)	덴마크	뇌성마비	17	9.8	3개월
184	Yeom (2014)	한국	경직형 양하지 뇌성마비	5	12	6주 전후비교
185	Aminian (2013)	이란	유연성 평발	12	22.25	단회성
186	Fern (2013)	스페인	요족	34	24.21	1주
187	Jin (2013)	한국	전방십자인대 손상	7	NR	6개월
188	Lee (2013a)	한국	뇌졸중 후 편마비	39	49.3	6주
189	Lee (2013b)	한국	거북목 자세	42	21.31	4주
190	Song (2013)	한국	뇌졸중	12	48.33	8주
191	Cappellino (2012)	이탈리아	전방십자인대 파열	14	27	6개월
192	Chang (2012)	대만	류마티스관절염 환자의 중족골통	17	58.6	단회성
193	Fong (2012)	홍콩	족저근막염	15	50.6	단회성
194	Ha (2012)	한국	후족저부 통증	19	52	단회성
195	Lee (2012)	한국	뇌졸중 편마비	36	54.41	6주
196	Najafi (2012)	미국	통증성 요족	177	50	단회성
197	Wetke (2012)	덴마크	무지강직증/ 제1중족지 관절 골관절염	12	56	3.1년
198	Bek (2011)	튀르키예	슬개대퇴통증증후군	18	44.17	단회성
199	Bonanno (2011)	오스트레 일리아	족저뒤꿈치통	36	71	단회성
200	Chee (2011)	영국	제1중족지관절 골관절염	37	62	33개월
201	Kellermann (2011)	헝가리	소아 유연성 편평족	25	10	9.7개월
202	Kim (2011)	한국	배뼈 하강검사를 통해 15mm 이상, 과도하게 옆 침된 발	30	21.15	6주
203	Leitch (2011)	캐나다	무릎 골관절염(내측 구 획)	26	46	단회성
204	Lim (2011)	한국	뇌졸중 편마비 환자	27	55.21	8주
205	Martinez-Nova (2011)	스페인	경도 무지외반증	46	54.7	28.1개월

연번	제1저자 (연도)	연구 국가	연구대상	N	연령, 세	추적기간
206	Munteanu (2011)	오스트레일리아	제1 중족지관절 골관절염	151	53.7	6개월
207	Stolwijk (2011)	네덜란드	흔한 발 통증	223	54.9	단회성
208	Van (2011)	미국	족저근막염	17	34.8	단회성
209	Hwang (2010)	한국	편평외반족-전신적 인대 이완성 소아	24	10.5	51개월
210	Schuh (2010)	오스트리아	무지외반증 (hallux valgus)	29	58	1년
211	Shin (2010)	한국	경직성 양하지 뇌성마비 (Spastic diplegic cerebral palsy)	12	7.31	전후
212	Yoon (2010)	한국	편평외반족 동반 뇌성마비 경직형 양하지 마비	30	9	37개월
213	Kim (2009)	한국	뇌졸중 후 편마비	20	56.83	8주
214	Novak (2009)	슬로베니아	류마티스관절염(전족부 통증 동반).	40	56.23	6개월
215	Rao (2009)	미국	중족부 관절염	20	63	4주
216	Schuh (2009)	오스트리아	무지외반증	30	58.4	6개월
217	Wolf (2009)	독일	하지하절단 환자	12	43-59	2주
218	Cichy (2008)	폴란드	일측성 고관절 퇴행성 관절염	30	63.6	1개월
219	Farina (2008)	이탈리아	뇌졸중 후 하지 경직	13	62	4개월
220	Kun (2008a)	한국	수막류 동반 석고발 변형	18	7	47개월
221	Kun (2008b)	한국	뇌성마비 환자의 후족부 외반 변형	47	8	39개월
222	Martinez-Nova (2008)	스페인	무지외반증	26	50.3	12.1개월
223	Nawoczinski (2008)	미국	무지강직증	20	49	1.7년
224	Ramanathan (2008)	영국	제1중족지관절 병변 (주로 무지강직증)	6	38-60	26-40개월
225	Seong (2008)	한국	경중족 절단 환자	9	49.44	단회성
226	Walters (2008)	오스트레일리아	주상골 하강 10mm 초 과(과도한 회내 변형)	32	22.13	단회성
227	Bennett (2007)	아일랜드	뇌성마비(첨족보행을 동 반)	10	2-7	12주
228	Chan (2007)	미국	샤르코-마리-투스병 소아에서의 cavovarus형 족부변형	9	13.3	수술전후 비교
229	Hennessy (2007)	오스트레일리아	류마티스관절염과 전족 부 통증	20	59.9	단회성
230	Kim (2007)	한국	편마비(원인: 뇌졸중)	12	57.9	4주
231	Saro (2007)	스웨덴	무지외반증	22	49	12개월
232	Vicenzino (2007)	오스트레일리아	주상골 하강 10mm 초 과(과도한 회내 변형)	22	28	단회성
233	Brodsky (2006)	미국	무지외반증	32	41.7	29개월
234	Jannink (2006)	네덜란드	퇴행성 족부질환	77	60.5	3개월
235	Lorei (2006)	독일	무지외반증	32	54.1	33.3개월
236	Mittal (2006)	영국	무지외반증	19	49.7	7개월
237	Park (2006)	한국	뇌성마비 관련 족부변형	44	10.3	13.6개월
238	Bergami (2005)	이탈리아	슬관절 골관절염으로 인 한 슬관절 전치환술 환자	35	68	2년
239	Park (2005)	한국	경직형 뇌성마비_첨족 변형	21	10	14.83개월

연번	제1저자 (연도)	연구 국가	연구대상	N	연령, 세	추적기간
240	Lange (2004)	오스트레 일리아	주상골 하강 10mm 초 과(과도한 회내 변형)	60	21.5	단회성
241	Rammelt (2004)	독일	석회골 관절내 골절 후 변형에 따른 거골하 관절 증/후족부변형	31	38.5	32.7개월
242	Lee (2003)	한국	편마비_뇌졸중, 침족 동 반	12	49	1주
243	DeFrino (2002)	미국	제1 중족지관절 강직	9	56	34개월
244	Kernozek (2002)	미국	무지외반증	25	43	12개월
245	Abu-Faraj (2001)	미국	뇌성마비로 인한 편평외 반족	12	13.1	12개월
246	Davitt (2001)	미국	증상성 편평족 변형	9	14.1	11.1개월
247	Hutchinson (2001)	영국	재발성 선천성 내반침족	18	11	12개월
248	Lee (2001)	한국		7	68.1	12주
249	Li (2000)	일본, 중국	류마티스관절염	20	48.5	단회성
250	Redmond (2000)	오스트레 일리아	과도한 회내를 가진 성인	12	24	단회성
251	Woodburn (2000)	영국	류마티스관절염, 전족부 굳은살 동반	8	58.5	28일
252	Hodge (1999)	오스트레 일리아	류마티스관절염_전족부 증상 동반	12	65	단회성
253	Mittlmeier (1999)	독일	전방십자인대 결손	10	28.4	24주
254	Mulier (1999)	벨기에	무지강직증	20	30.9	5.1년
255	Rosenbaum (1999)	독일	만성 외측 발목 불안정성	20	25	10개월
256	Harris (1998)	영국	난치성 족저각화증	8	40	11개월
257	Kelly (1998)	영국	일차성 소족지 중족골통	33	51	8주
258	Kim (1998)	한국	양측발 편평족	13	44.4	단회성
259	Nyska (1998)	이스라엘	무지외반증	17	47.8	18.2개월
260	Dereymaeker (1997)	벨기에	류마티스관절염	38	58.6	35개월
261	Paik (1997)	한국	뇌졸중으로 인한 편마비 환자	21	55.1	단회성
262	Poon (1997)	오스트레 일리아	중족부 통증	14	55	15.5주
263	Saxelby (1997)	영국	족저근막염	8	61.2	단회성
264	Resch (1995)	스웨덴	무지외반증	24	52	25개월
265	Borton (1994)	아일랜드	무지외반증	31	53.1	9.9개월
266	Phillipson (1994)	영국	류마티즘성 발변형 및 전 족부 기형	15	52.3	2.58년
267	Stockley (1989)	영국	류마티스관절염에 의한 전족부변형	35	57.5	36.5개월

N, 총대상자 수

3.2 임상적 활용 현황

효과성 평가는 동적 족저압 측정검사가 치료 또는 중재 전후의 보행 변화, 족저압 분포 및 하중 재분포 양상을 정량적으로 확인하는 데 어떻게 활용되었는지를 중심으로 검토하였다. 당뇨병성 족부질환 이외의 질환을 대상으로 총 267편(대상자 8,716명)의 연구가 포함되었다. 연구대상은 족부변형 및 족부질환군이 111편으로 가장 많았으며, 평발·내반족·후족부 변형 53편, 무지외반증·무지강직증 33편, 족저근막염 9편, 기타 족부질환 16편이었다. 관절질환 및 수술군은 70편으로 골관절염 25편, 기타 관절질환 및 인대손상 20편, 류마티스관절염 17편, 골절 수술 후 4편, 관절치환술·유합술 4편이었다. 중추 및 말초신경계 질환군은 60편으로 뇌졸중 31편, 뇌성마비 21편, 파킨슨병 5편, Charcot 관련 질환 4편이었으며, 기타 질환은 척추측만증·후만증 5편, 하지 절단 2편 및 그 외 질환 18편이었다. 연구대상이 명확하게 기재되지 않은 연구는 1편이었다(표 3.6). 소아 대상 연구는 주로 평발·내반족·후족부 변형 등의 족부변형 및 족부질환군 23편과 뇌성마비 등의 신경계 질환군 21편에 집중되어 있었다(표 3.7).

중재별로는 인솔·신발·보조기·테이핑 및 고정치료가 106편, 수술적 중재가 102편, 운동·물리치료·재활 및 보행훈련이 63편, 주사·신경조절·에너지 기반 치료 등의 비수술적 중재가 30편이었다. 한 연구에서 여러 유형의 중재를 함께 적용하거나 비교한 경우에는 각 중재 유형에 중복 포함하였다(표 3.8). 동적 족저압 지표로는 최대·평균 및 부위별 족저압 등 압력의 크기와 분포를 평가한 연구가 201편으로 가장 많았고, 힘·충격량 관련 지표 101편, 접촉면적 75편, 압력중심·하중분포 및 정렬지표 59편, 접촉시간과 보행주기 37편, 압력·시간 적분 31편이었다. 이를 통해 족저부의 내·외측 하중 비율, 전족부·중족부·후족부 간 압력 변화 및 압력중심 이동경로 등을 정량적으로 평가하였다(표 3.9).

전체 연구 중 214편(80.1%)에서는 동적 족저압 측정과 함께 기능·설문평가, 통증평가, 보행분석, 영상검사, 관절가동범위 및 균형·자세평가 등을 시행하였다. 족부변형과 무지·전족부 질환에서는 영상검사, 기능검사 및 통증평가가 주로 병행되었고, 관절질환 및 수술군에서도 영상검사와 기능·통증평가가 복합적으로 활용되었다. 뇌졸중과 뇌성마비 등 신경계 질환에서는 보행분석, 운동기능 및 신체측정검사가 주로 병행되었다(표 3.10). 전반적으로 동적 족저압 측정검사는 다양한 족부·근골격계 및 신경계 질환에서 수술, 보조기구, 운동·재활치료 등에 따른 족저압과 하중 분포의 변화를 객관적으로 확인하고, 관련 기능 변화를 함께 모니터링하는 데 활용되고 있었다(표 3.11).

표 3.6 대상질환 유형

구분	연구 수	세부질환	
족부변형 및 족부질환군	111	구분	연구 수
		평발, 내반족 및 후족부변형	53
		무지외반증/무지강직증	33
		기타*	16
		족저근막염	9

*만성 중족부통증 부주상골증후군, 망치발가락 변형 동반, 전족부질환, 종골골극 환자, 종골골단염 환자, 석회성 종골극, 모든 신경종 환자, 만성 족저부 통증, 전족부 통증, 후족저부 통증, 발통증, 퇴행성 족부질환, 제1중족지관절 강직, 일차

구분	연구 수	세부질환
성 소족지 중족골통, 중족부 통증		
관절질환 및 수술군	70	구분 연구 수
		골관절염 25
		기타 질환 및 인대손상 등 20
		류마티스관절염 17
		골절 수술 4
		관절치환술/유합술 4
중추 및 말초신경계 질환군	61	구분 연구 수
		뇌졸중 31
		뇌성마비 21
		파킨슨병 5
기타	25	Charcot 관련 질환 4
		구분 연구 수
		기타 질환* 18
		척추측만증 및 후만증 5
		하지 절단(의족 포함) 2

*전신적 관절과운동(일반화 관절과운동)을 가진 소아, 발등굽힘 제한 증후군, 비특이적 만성 요통, 특발성 정상압수두증, 전방머리자세, 불안전 척추손상 환자, 혈우병 A 아동, 영치영덩관절 통증, 신경인성 수축하수 환자, 무릎 내반 변형, 내반슬, 슬개대퇴통증증후군, 한센병으로 인한 발처짐, 한센병, 요통, 거북목 자세

표 3.7 소아청소년 대상 질환별 연구 수

질환분류	연구 수
족부변형 및 족부질환군_평발, 내반족 및 후족부변형	23
중추 및 말초신경계 질환_뇌성마비	21
척추측만증후만증	3
기타 질환(전신적 관절과운동, 혈우병 A 아동, 전방머리자세)	3
족부변형 및 족부질환군_기타(부주상골증후군, 종골골단염 환자)	2
관절질환 및 수술군_기타 질환 및 인대손상 등(소아청소년 특발성 관절염 환자, 족근골간 융합증)	2
중추 및 말초신경계 질환_Charcot 관련 질환	2

표 3.8 중재 유형

세부 유형	연구 수	주요 내용
인솔·신발·보조기·테이핑 및 고정	106편	맞춤형·기성 인솔, 발 보조기, 치료용 신발, 발목-발 보조기, 테이핑, 석고고정 및 부목 등을 적용함
수술적 중재	102편	절골술, 관절유합술, 관절치환술, 건 이전·연장술, 족부 재건술 및 기타 교정수술을 포함함
운동·물리치료·재활 및 보행훈련	63편	근력·균형·고유수용성 운동, 관절가동술, 스트레칭, 보행훈련, 체중이동 훈련 및 생체피드백 등을 포함함
주사·신경조절·에너지 기반 및 기타 비수술 치료	30편	보툴리눔 독소 주사, 신경차단, 레이저·충격파치료, 전기·자기자극 및 침 치료 등을 포함함

표 3.9 동적 족저압지표 유형

세부 유형	연구 수	주요 내용
족저압 크기 및 부위별 압력	201편	최고·최대·평균 족저압과 전족부·중족부·후족부 등 부위별 압력 및 하중을 평가함
힘·충격량 및 힘-시간 적분	101편	최대 힘, 지면반력, 충격량, 상대수직충격량 및 힘-시간 적분 등을 평가함
접촉면적 및 족저면적	75편	전체 또는 부위별 접촉면적과 족저면적을 평가함
압력중심·하중분포 및 정렬지표	59편	압력중심과 이동경로, 전후방·내외측 하중분포, 아치지수 및 압력중심 이동지수 등을 평가함
접촉시간 및 보행주기	37편	접촉시간, 초기 접촉 시점, 양하지 지지기 및 유각기 등을 평가함
압력-시간 적분	31편	전체 또는 부위별 압력-시간 적분을 평가함

표 3.10 병행검사 유형

세부 유형	연구 수	주요 내용
기능·설문평가	128편	질환별 기능평가, 활동수준, 환자보고 기능 및 만족도 등을 평가함
통증평가	80편	통증 강도와 증상 변화를 평가함
보행분석	74편	보행속도, 보폭, 분속, 시공간적 보행변수 및 3차원 보행분석 등을 시행함
영상검사	70편	단순 방사선검사 및 기타 영상검사를 통해 구조적 변화를 평가함
관절가동범위	42편	발목, 중족지관절, 무릎 등 관련 관절의 가동범위를 평가함
균형·자세평가	24편	정적·동적 균형과 자세 안정성을 평가함
근력검사	10편	하지 및 족부 근력을 평가함
근전도검사	10편	표면근전도 등을 이용하여 근활성도를 평가함
경직도평가	8편	주로 수정 애쉬워스 척도 등을 이용하여 경직도를 평가함
기타	4편	약물 변경, 슬관절 이완도, 족부변형각 및 슬관절거리 등을 평가함

표 3.11 의료결과 형태 유형

세부 유형	연구 수	주요 내용
중재 전후 치료효과 확인	207편	수술, 운동·재활, 주사 및 기타 치료 전후의 족저압과 관련 지표 변화를 평가함
인솔·신발·보조기 등의 효과 확인	55편	보조기구 적용 조건에 따른 족저압 감소와 하중 재분포를 평가함
치료경과 확인	5편	수술 또는 보존적 치료 이후 시간 경과에 따른 족저압 변화를 평가함

IV

결과 요약 및 결론

1. 평가결과 요약

본 평가는 동적 족저압 측정 검사의 임상적 유용성을 검토하기 위해 수행되었으며, 검사의 신뢰도와 타당도 및 치료 모니터링에서의 활용을 평가하였다. 신뢰도와 타당도는 특정 환자군에 한정하지 않고 관련 체계적 문헌고찰 및 리뷰 문헌을 통해 폭넓게 검토하였다. 이후 당뇨병성 족부질환 환자를 제외한 족부질환 및 보행장애 환자를 대상으로 치료 경과를 모니터링하는 데 동 검사가 어떻게 활용되는지에 관한 근거를 체계적 문헌고찰을 통해 종합하였다.

최종적으로 총 276편의 연구가 평가에 포함되었다. 이 중 신뢰도 평가에는 4편, 타당도 평가에는 5편이 포함되었으며, 치료 모니터링에서의 활용을 검토한 체계적 문헌고찰에는 267편이 포함되었다.

신뢰도 검토 결과(4편, 총 대상자 수 95명), 건강한 성인을 대상으로 한 연구 3편과 무지외반증 환자를 대상으로 한 연구 1편에서 동적 족저압 측정의 반복측정 신뢰도는 급내상관계수 약 0.7~0.95, 반복측정 재현계수 10~17%로 보고되어, 전반적으로 임상적 활용이 가능한 수준의 재현성이 확인되었다.

타당도 검토 결과(5편, 총 대상자 수 4,508명), 동적 족저압 검사는 무릎골관절염, 류마티스관절염, 족부 골절, 당뇨병 말초신경병증 등 다양한 근골격계 질환에서 건강대조군 대비 또는 질환 상태에 따른 보행역학의 차이 또는 변화를 반영할 수 있는 것으로 확인되었다.

체계적 문헌고찰을 통해 총 267편(대상자 8,716명)의 연구가 선택되었다. 연구대상은 족부변형 및 족부질환 111편, 관절질환 및 수술군 70편, 중추 및 말초신경계 질환군 60편, 기타 질환 25편으로 다양하였다. 동적 족저압 측정검사는 평발·내반족·무지외반증·족저근막염 등의 족부질환, 골관절염·류마티스관절염·골절 등의 관절질환, 뇌졸중·뇌성마비·파킨슨병 등의 신경계 질환에서 수술, 인솔·신발·보조기, 운동·물리 치료 및 재활치료 전후의 족저압과 하중 분포 변화를 평가하는 데 활용되었다. 소아 대상 연구는 주로 평발·내반족·후족부 변형 등의 족부질환과 뇌성마비 등 신경계 질환에 집중되어 있었다.

주요 평가지표는 최대·평균 및 부위별 족저압, 힘·충격량, 접촉면적, 압력중심과 하중 분포, 접촉시간 및 압력-시간 적분 등이었다. 전체 연구 중 214편(80.1%)에서는 동적 족저압 측정과 함께 기능·설문평가, 통증평가, 보행분석, 영상검사, 관절가동범위 및 균형·자세평가 등을 병행하였다. 전반적으로 동적 족저압 측정검사는 다양한 족부·근골격계 및 신경계 질환에서 치료 또는 중재 전후의 보행과 족저부 하중 변화를 정량적으로 확인하고, 치료 경과를 객관적으로 모니터링하는 데 활용되고 있었다.

2. 결론 및 권고결정

의료기술재평가 소위원회에서는 현재 평가 결과에 근거하여 다음과 같은 의견을 제시하였다.

소위원회는 동적 족저압 측정 검사가 반복측정 간 신뢰도와 타당도가 전반적으로 양호하며, 체계적 문헌고찰 검토 결과 다양한 족부질환 및 보행장애 환자를 대상으로 수술, 보조기, 인솔, 물리·운동치료 전후의 변화를 평가하는 데 활용되고 있음을 확인하였다. 또한 보행 중 하중 변화, 부하 대칭성, 압력중심 이동 등 세밀한 기능적 변화를 정량적으로 제시할 수 있어, 치료 모니터링 과정에서 보조적 평가수단으로 활용 가능성이 있다고 판단하였다.

2026년 제3차 재평가전문위원회*(2026.3.6.)는 임상적 효과성의 근거 및 그 외 평가항목 등을 종합적으로 고려하였을 때, 국내 임상 상황에서 대상 질환에 따라 다음과 같이 의료기술재평가 권고등급을 결정하였다.

재평가전문위원회는 임상적 효과성의 근거 및 그 외 평가항목 등을 종합적으로 고려하였을 때, 국내 임상 상황에서 당뇨병 족부질환을 제외한 족부질환 및 보행장애 환자에서 치료 모니터링 과정에서 보조적 평가수단으로서 동적 족저압 측정의 사용을 ‘약하게 권고’한다.

*「신의료기술평가에 관한 규칙」(보건복지부령 제1098호, 일부개정, 2025.9.7. 시행) 개정으로 재평가전문위원회가 새로 구성되어 2025년 9월부터 운영되고 있다.



1. 건강보험심사평가원. 건강보험요양급여비용 2025년 1월판.
2. 건강보험심사평가원, 질병·진료행위통계 산출내역 표준안내서. 2024. 12.
3. 건강보험심사평가원 요양기관업무포털. 의료기준관리: 행위평가신청, 고시항목 조회 [인터넷]. [검색일: 2024년 11월 27일]. 이용 가능: <https://biz.hira.or.kr/index.do>
4. 국민건강보험공단. 동적 족저압 측정 [인터넷]. 원주: 국민건강보험공단; 2025 [cited 2025 Sep 29]. Available from: <https://nhis.or.kr/nbinfo/wbhfaa06200m28.do?mode=view&articleNo=11000785>
5. 보건의료빅데이터개방시스템. 질병 세분류(4단 상병) 통계 [인터넷]. 원주: 건강보험심사평가원; 2025 [인용 2025년 10월 11일]. 이용 가능: <https://opendata.hira.or.kr/op/olap4thDsInfoTab1.do>
6. 식품의약품안전처, 의료기기안전심책방/의료기기통합정보시스템. 알기 쉬운 의료기기: 정보검색 [인터넷]. [검색일: 2024년 11월 27일]. 이용 가능: <https://emedi.mfds.go.kr/search/data/MNU20237>
7. American Medical Association. CPT Professional 2025 and E/M Companion 2025 Bundle. Chicago: American Medical Association; 2025.
8. Bennett D, Walsh M, O'Sullivan R, Gallagher J, O'Brien T, Newman CJ. Use of a dynamic foot pressure index to monitor the effects of treatment for equinus gait in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*. 2007;27:288-94. doi:10.1097/BPO.0b013e3180342899.
9. Buldt AK, Allan JJ, Landorf KB, Menz HB. The relationship between foot posture and plantar pressure during walking in adults: A systematic review. *Gait Posture*. 2018;62:56-67. doi:10.1016/j.gaitpost.2018.02.026.
10. Burnie LC, N.Holder, A.Claypole, T.Kilduff, L.Bezodis, N. Commercially available pressure sensors for sport and health applications: A comparative review. *Foot*. 2023;56:102046.
11. Deepashini HO, B.Paungmali, A.Amaramalar, N.Ohnmar, H.Leonard, J. An insight into the plantar pressure distribution of the foot in clinical practice: Narrative review. *Polish Annals of Medicine*. 2014;21(1):51-6.
12. Dragulinescu AD, A. M.Zinca, G.Bucur, D.Feies, V.Neagu, D. M. Smart Socks and In-Shoe Systems: State-of-the-Art for Two Popular Technologies for Foot Motion Analysis, Sports, and Medical Applications. *Sensors (Basel)*. 2020;20(15):02.
13. Eid MA, Aly SM, Mohamed RA. Effect of twister wrap orthosis on foot pressure distribution and balance in diplegic cerebral palsy. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2018;18(4):543-50.
14. Fernández-Seguín LM, Diaz Mancha JA, Sánchez Rodríguez R, Escamilla Martínez E, Gómez Martín B, Ramos Ortega J. Comparison of plantar pressures and contact area between normal and cavus foot. *Gait Posture*. 2014;39:789-92. doi:10.1016/j.gaitpost.2013.10.018.
15. Fishco WD, Ellis MB, Cornwall MW. Influence of a metatarsus adductus foot type on plantar pressures during walking in adults using a pedobarograph. *J Foot Ankle Surg*. 2015;54:449-53. doi:10.1053/j.jfas.2014.11.007.

16. Gross KD, Felson DT, Niu J, Hunter DJ, Guermazi A, Roemer FW, et al. Association of flat feet with knee pain and cartilage damage in older adults. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2011;63:937-44. doi:10.1002/acr.20431.
17. He YJ, Zheng XL, Wang DF, Mu ZZ, Li GY, Fang ZZ, et al. Static and dynamic plantar pressure distribution in 94 patients with different stages of unilateral knee osteoarthritis using the Footscan® platform system: An observational study. *Med Sci Monit*. 2023;29:e938485. doi:10.12659/MSM.938485.
18. Kekliceck H, Cetin B, Salci Y, Balkan AF, Altinkaynak U, Armutlu K. Investigating the dynamic plantar pressure distribution and loading pattern in subjects with multiple sclerosis. *Mult Scler Relat Disord*. 2018;20:186-91. doi:10.1016/j.msard.2018.01.023.
19. Kranzl A, Stiefl F, et al. Recommendations of the GAMMA association for the standardization of clinical movement analysis laboratories. *Gait & Posture*. 2025;117:7-15. doi:10.1016/j.gaitpost.2024.11.002.
20. Lee H, Ishikawa H, Shibuya T, et al. Changes in radiographic findings and plantar pressure distribution following forefoot reconstructive surgery for patients with rheumatoid arthritis. *Mod Rheumatol*. 2020;30(6):967-974.
21. Lee S, Jeong D, Kim D, Yi K. Effect of Taping Therapy and Inner Arch Support on Plantar Lower Body Alignment and Gait. *Korean J Sport Biomech*. 2017;27(3):229-236.
22. Look N, Autruong P, Pan Z, Chang FM, Carollo JJ. Radiographic and plantar pressure assessment of pes planovalgus severity in children with cerebral palsy. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2021;85:105364. doi:10.1016/j.clinbiomech.2021.105364.
23. Molund M, Husebye EE, Hellesnes J, Nilsen F, Hvaal K. Proximal Medial Gastrocnemius Recession and Stretching Versus Stretching as Treatment of Chronic Plantar Heel Pain. *Foot Ankle Int*. 2018;39(12):1423-31.
24. Ohi H, Iijima H, Fukutani N, Aoyama T, Kaneda E, Ohi K, et al. Varus thrust visualized during gait was associated with inverted foot in patients with knee osteoarthritis: An exploratory study. *Gait Posture*. 2018;61:269-75. doi:10.1016/j.gaitpost.2018.01.020.
25. Palanisami DR, Rajasekaran RB, Reddy PK, et al. Foot loading pattern and hind foot alignment are corrected in varus knees following total knee arthroplasty: a pedobarographic analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2020;28:1861-7.
26. Palaya J, MacKenzie C, Pearson S, Murray L, Katsanos C. Assessment of in-shoe pressure: Development of a clinical user guide based on a DELPHI-derived consensus. *The Foot*. 2022;51:101892.
27. Rogers A, Morrison SC, Gorst T, Paton J, Freeman J, Marsden J, et al. Repeatability of plantar pressure assessment during barefoot walking in people with stroke. *J Foot Ankle Res*. 2020;13:39. doi:10.1186/s13047-020-00407-x.
28. Rühling M, Kirschbaum S, Perka C, Graef F. Functional gait analysis reveals insufficient hindfoot compensation for varus and valgus osteoarthritis of the knee. *Int Orthop*. 2023;47:1233-42. doi:10.1007/s00264-023-05738-5.
29. Sehgal A, Burnett R, Howie CR, Simpson AHRW, Hamilton DF. The use of pedobarographic analysis to evaluate movement patterns in unstable total knee arthroplasty: A proof of concept study. *Knee*. 2021;29:110-5. doi:10.1016/j.knee.2021.01.010.
30. Shimoda H, Mochida Y, Oritsu H, et al. Effects of forefoot arthroplasty on plantar pressure, pain, gait and disability in rheumatoid arthritis. *Mod Rheumatol*. 2020;30(2):301-304.
31. Shu L, Hua T, Wang Y, Li Q, Feng DD, Tao X. In-shoe plantar pressure measurement and analysis system based on fabric pressure sensing array. *IEEE Trans Inf Technol Biomed*. 2010;14(3):767-75.

32. Tenten-Diepenmaat M, Dekker J, Twisk JWR, Huijbrechts E, Roorda LD, van der Leeden M. Outcomes and potential mechanism of a protocol to optimize foot orthoses in patients with rheumatoid arthritis. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020;21:348. doi:10.1186/s12891-020-03364-5.
33. Zhan Q, Tang L, Wang Y, et al. Feasibility and effectiveness of a newly modified protocol-guided selective dorsal rhizotomy via single-level approach to treat spastic hemiplegia in pediatric cases with cerebral palsy. *Child's Nervous System.* 2019;35:2171-8.

1. 위원회 운영

‘동적 족저압 측정-족부질환 및 보행장애’ 재평가를 위해 기존 의료기술재평가위원회(19명) 및 관련 법령 개정에 따라 새로 구성된 재평가전문위원회*(20명)가 총 3회 개최되었다.

※ 「신의료기술평가에 관한 규칙」(보건복지부령 제1098호, 일부개정, 2025.9.7. 시행) 개정으로 재평가전문위원회가 새로 구성되어 2025년 9월부터 운영됨.

1.1 2025년 제5차 의료기술재평가위원회

- 회의일시: 2025년 5월 16일
- 회의내용: 재평가 평가계획서 및 소위원회 구성안 심의

1.2 2026년 제1차 재평가전문위원회

1.2.1 재평가전문위원회분과(서면)

- 회의일시: 2025년 12월 26일~2025년 12월 31일
- 회의내용: 최종심의 사전검토

1.2.2 재평가전문위원회

- 회의일시: 2026년 1월 9일
- 회의내용: 평가목적 및 근거범위 재검토 필요에 따른 소위원회 재검토 요청

1.3 2026년 제3차 재평가전문위원회

- 회의일시: 2026년 3월 6일
- 회의내용: 최종심의 및 권고결정

2. 소위원회

동적 족저압 측정 소위원회는 명단에서 무작위로 선정된 각 분야 임상전문가 6인(재활의학과 2인, 정형외과 1인, 신경과 1인, 내분비내과(세부전공 당뇨병) 1인, 근거기반의학 1인)으로 구성하였다. 소위원회 활동 현황은 다음과 같다.

2.1 제1차 소위원회

- 회의일시: 2025년 7월 4일
- 회의내용: 평가계획 및 방법 논의

2.2 제2차 소위원회

- 회의일시: 2025년 9월 5일
- 회의내용: 선택문헌 현황 검토 및 보고서 기술 방법 논의

2.3 제3차 소위원회

- 회의일시: 2025년 10월 22일
- 회의내용: 최종선택연구 확정 및 결론 검토

2.4 제4차 소위원회

- 회의일시: 2026년 2월 12일
- 회의내용: 평가목적 및 범위 재검토

3. 연구검색 전략

3.1 국외 데이터베이스

3.1.1 Ovid MEDLINE® (1946~ 현재까지)

(검색일: 2025. 7. 14.)

구분	연번	검색어	검색결과(건)
중재	족저압	1 exp Foot/ and exp Pressure/	2518
		2 (plantar pressure\$ or foot pressure\$ or plantar load\$).mp.	4073
		3 (pedobarograph\$ or pedobarographic or pedography\$ or baropodometr\$ or foot scan\$ or footscan\$).mp.	1123
		4 ((pressure distribution\$ or pressure mapping or pressure map\$) and (foot or plantar)).mp.	1311
		5 OR/1-4	5912
	보행	6 exp Gait Analysis/ or exp Walking/	74727
		7 (dynamic or gait or walking or in-shoe or inshoe or barefoot or bare-foot or bare foot).mp.	703340
	측정 기술	8 (smart insole or instrumented insole or pressure insole\$ or pressure sens\$ or wearable sens\$ or smart sock or walkway system or pressure-sensitive walkway).mp.	17458
		9 (Zebris or Tekscan or GaitRite or F-Scan or EMED\$ or RSscan or Novel or Pedar or MatScan).mp.	1950606
		10 OR/6-9	2603113
	중재 종합	11 5 AND 10	3717

3.1.2 Embase (1974 to 2025 July 03)

(검색일: 2025. 7. 14.)

구분	연번	검색어	검색결과(건)
중재	족저압	1 exp foot/ and exp pressure/	2412
		2 (plantar pressure\$ or foot pressure\$ or plantar load\$).mp.	5547
		3 (pedobarograph\$ or pedobarographic or pedography\$ or baropodometr\$ or foot scan\$ or footscan\$).mp.	1673
		4 ((pressure distribution\$ or pressure mapping or pressure map\$) and (foot or plantar)).mp.	1787
		5 OR/1-4	7498
	측정 기술	6 (dynamic or gait or walking or in-shoe or inshoe or barefoot or bare-foot or bare foot).mp.	927849
		7 exp pressure sense/	23442

(검색일: 2025. 7. 14.)

구분	연번	검색어	검색결과(건)
장비명	8	(smart insole or instrumented insole or pressure insole\$ or pressure sens\$ or wearable sens\$ or smart sock or walkway system or pressure-sensitive walkway).mp.	23198
	9	(Zebris or Tekscan or GaitRite or F-Scan or EMED\$ or RScan or Novel or Pedar or MatScan).mp.	2499320
	10	OR/6-9	3379567
중재 종합	11	5 AND 10	4976

3.1.3 EBM Reviews- Cochrane Central Register of Controlled Trials June 2025

(검색일: 2025. 7. 14.)

구분	연번	검색어	검색결과(건)
중재	1	exp Foot/ and exp Pressure/	207
	2	(plantar pressure\$ or foot pressure\$ or plantar load\$).mp.	947
	3	(pedobarograph\$ or pedobarographic or pedography\$ or baropodometr\$ or foot scan\$ or footscan\$).mp.	260
	4	((pressure distribution\$ or pressure mapping or pressure map\$) and (foot or plantar)).mp.	238
	5	OR/1-4	1196
	6	exp Walking/	8415
	7	(dynamic or gait or walking or in-shoe or inshoe or barefoot or bare-foot or bare foot).mp.	60098
	8	(smart insole or instrumented insole or pressure insole\$ or pressure sens\$ or wearable sens\$ or smart sock or walkway system or pressure-sensitive walkway).mp.	1246
	9	(Zebris or Tekscan or GaitRite or F-Scan or EMED\$ or RScan or Novel or Pedar or MatScan).mp.	68759
	10	OR/6-9	126978
	11	5 AND 10	719

3.2 국내 데이터베이스

(검색일: 2025. 7. 21.)

데이터베이스	연번	검색어	검색문헌수	비고
KoreaMed	1	"plantar pressure"[ALL] OR "foot pressure"[ALL]	79	advanced search
	2	"footscan"[ALL] OR "foot scan"[ALL] OR "plantar load*"[ALL]	15	
	3	"pedobarographic*"[ALL] OR "pedobarograph*"[ALL] OR "pedography*"[ALL] OR "baropodometry"[ALL]	9	
	4	"pressure distribution"[ALL]	35	
	5	"pressure map*"[ALL]	1	
	6	"inshoe"[ALL] OR "in-shoe"[ALL] OR "barefoot"[ALL] OR "bare-foot"[ALL] OR "bare foot"[ALL]	32	
	7	"smart insole"[ALL]	2	
	8	"instrumented insole"[ALL] OR "pressure insole"[ALL]	0	
	9	"pressure sens*"[ALL] OR "wearable sens*"[ALL] OR "smart sock"[ALL]	0	
	10	"walkway system"[ALL] OR "pressure-sensitive walkway"[ALL]	0	
	11	"F-Scan"[ALL] OR "Tekscan"[ALL]	21	
	12	"GaitRite"[ALL] OR "Zebris"[ALL]	9	
	13	"EMED*"[ALL] OR "RSscan"[ALL] OR "Pedar"[ALL]	19	
	14	"Novel"[ALL] OR "MatScan"[ALL]	0	
소계			222	
중복 제외 후(자동 30개, 수기 45개)			147	
한국교육학술 정보원 (RISS)	1	(족저압 OR 족압) (동적 OR 보행 OR 인솔)	139	상세검색 이용 국내학술논문 -결과내검색 이용 (전체)
	2	(발바닥압력 OR 족부압력) (동적 OR 보행 OR 인솔)	56	
	3	(plantar pressure OR foot pressure) (dynamic OR gait OR walking OR inshoe OR insole)	710	
	4	(foot scan OR footscan OR plantar load*) (dynamic OR gait OR walking OR inshoe OR insole)	35	
소계			940	

4. 자료추출 양식

자료추출 양식(안)

제1저자 (연도)	연구 대상 (질환명)	연구 국가	대상자수	연령	추적기 간	검사 장비	결과 지표	치료 종류	의료 결과	비교 검사

5. 최종 선택연구

연번	서지정보
신뢰도	
1	Deschamps K, Birch I, Mac Innes J, Desloovere K, Matricali GA. Inter- and intra-observer reliability of masking in plantar pressure measurement analysis. <i>Gait Posture</i> . 2009;30(3):379-382.
2	Gurney JK, Kersting UG, Rosenbaum D. Between-day reliability of repeated plantar pressure distribution measurements in a normal population. <i>Gait Posture</i> . 2008;27(4):706-709.
3	Maetzler M, Bochdansky T, Abboud RJ. Normal pressure values and repeatability of the Emed® ST2 system. <i>Gait Posture</i> . 2010;32(3):391-394.
4	Putti AB, Arnold GP, Cochrane LA, Abboud RJ. Normal pressure values and repeatability of the Emed® ST4 system. <i>Gait Posture</i> . 2008;27(3):501-505.
타당도	
1	Carroll MP, P.Dalbeth, N.Boocock, M.Rome, K. Gait characteristics associated with the foot and ankle in inflammatory arthritis: a systematic review and meta-analysis. <i>BMC Musculoskeletal Disorders</i> . 2015;16:134.
2	Fernando MC, R.Lazzarini, P.Sangla, K.Cunningham, M.Buttner, P.Golledge, J. Biomechanical characteristics of peripheral diabetic neuropathy: A systematic review and meta-analysis of findings from the gait cycle, muscle activity and dynamic barefoot plantar pressure. <i>Clinical Biomechanics</i> . 2013;28(8):831-45.
3	Fernando MEC, R. G.Pappas, E.Lazzarini, P. A.Cunningham, M.Sangla, K. S.Buttner, P.Golledge, J. Plantar pressure in diabetic peripheral neuropathy patients with active foot ulceration, previous ulceration and no history of ulceration: a meta-analysis of observational studies. <i>PLoS ONE [Electronic Resource]</i> . 2014;9(6):e99050.
4	Panyarachun P, Angthong C, Jindasakchai P, Rajbhandari P, Rungrattanawilai N. Abnormal foot pressure in older adults with knee osteoarthritis: a systematic review. <i>Eur Rev Med Pharmacol Sci</i> . 2022;26(18):6236-6241.
5	Sanders FR, Jess JSchallig, WouterMittlmeier, ThomasSchepers, Tim. What is the added value of pedobarography for assessing functional outcome of displaced intra-articular calcaneal fractures? A systematic review of existing literature. <i>Clinical biomechanics</i> . 2020;72:8-15.
치료 모니터링에서의 활용	
1	강유정, 김슬기, 노희정, 김수한, 최영은. 편평발에 적용한 로우다이 테이핑이 보행 시 족저압력에 미치는 영향. <i>대한재활치료과학학회지</i> . 2017;10(1):59-67.
2	강하은, 강경선. 리듬청각자극(RAS) 기법을 활용한 음악치료가 파킨슨병 환자의 보행, 균형 및 삶의 질에 미치는 영향. <i>재활심리연구</i> . 2023;30(3):1-16.
3	고현민, 이관우. 만성 뇌졸중 환자의 마비측 엉덩관절에 당김과 미끄러뜨림 적용이 족저압, 가동범위, 균형과 보행에 미치는 영향. <i>차세대융합기술학회논문지</i> . 2023;7(10):1650-8.
4	김선민, 강순희. 감각운동 훈련을 병행한 순환식 과제 지향 운동프로그램이 뇌졸중 환자의 보행 및 균형에 미치는 영향 : 예비연구. <i>대한통합의학학회지</i> . 2016;4(4):21-32.
5	김은정, 정재민, 김태호, 배성수. 트레드밀 보행훈련이 편마비 환자의 족저압과 하지 근활성도에 미치는 영향. <i>대한물리치료학회지</i> . 2009;4(3):165-74.
6	김지혜, 황병용, 오태영. 골반동작을 이용한 체간조절이 편마비 환자의 족저압에 미치는 영향. <i>대한물리치료학회지</i> . 2007;19(5):11-9.
7	김태호, 고은경, 정도영. 6주간의 활지지 테이핑(arch support taping) 적용이 과도하게 옆침된 발의 발바닥압력과 발배뼈 높이에 미치는 영향. <i>대한물리학회지</i> . 2011;6(4):489-96.
8	문형훈, 정석률, 방상서, 김보경, 박윤진. 교정운동 프로그램이 척추후만증 환자의 척추만곡 구조 및 족저압에 미치는 영향. <i>한국운동역학회지</i> . 2014;24(2):103-9.
9	박은숙, 나동욱, 최종은, 박찬우, 정호익. 경직형 뇌성마비에서 족저압 측정을 이용한 척추 변형 교정 수술의 평가. <i>Annals of Rehabilitation Medicine</i> . 2005;29(5):507-12.
10	백용익, 이관우. 관절가동술이 만성 뇌졸중 환자 발목관절의 관절가동범위, 족저압과 보행에 미치는 효과. <i>차세대융합기술학회논문지</i> . 2023;7(11):1869-76.
11	송주영. 뇌졸중 환자의 상하지 복합운동 및 체중부하 운동이 입각기 특성에 미치는 영향. <i>재활복지</i> . 2013;17(2):355-71.
12	신화경, 태기식. Toe Spreader가 경직성 뇌성마비 아동의 동적 족압 특성에 미치는 영향. <i>대한물리치료학회지</i> . 2010;22(1):47-51.

연번	서지정보
13	염주노, 임재길. 체간 안정화 운동 후 경직형 양하지 뇌성마비 아동의 정적, 동적 족저압의 변화. 대한물리치료학회지. 2014;26(4):274-9.
14	유재호, 이상빈. 탄력밴드를 이용한 등척성 엉덩관절 벌림 교각운동이 전방머리자세 환자의 족저압에 미치는 영향. 대한정형도수물리치료학회지. 2022c;28(3):41-9.
15	유태근, 조현석, 이만균. 일화성 교정운동과 테이핑 처치가 여성 중등도 무지외반증 환자의 보행 패턴, 족저압, 평형성 및 통증에 미치는 영향. 체육과학연구. 2020;31(2):153-68.
16	이대희, 임백빈. 능동적 신장운동과 동적안정성운동이 거북목자세 경도 이상 환자의 족저압력 분포와 자세에 미치는 효과. 아시아 운동학 학술지. 2013b;15(1):131-43.
17	이상빈. Effects of Joint Mobilization and Stretching on Static- Dynamic Foot Pressure and Static Balance in Patients with Plantar Fasciitis. Journal of International Academy of Physical Therapy Research(JIAPTR). 2023b;14(1):2718-23.
18	이소정, 정다운, 김동은, 이경옥. Effect of Taping Therapy and Inner Arch Support on Plantar Lower Body Alignment and Gait. 한국운동역학회지. 2017a;27(3):229-38.
19	이우진, 박설, 박지원. 체간 안정화 운동이 요통환자의 요부안정성과 족저압에 미치는 영향. 대한물리치료학회지. 2014b;26(1):21-6.
20	이윤상, 안승원, 정상모, 박현식, 주태성. 전방머리자세를 가진 초등학생에게 복합운동프로그램이 자세변화와 보행, 균형능력에 미치는 영향: 사례연구. 대한정형도수물리치료학회지. 2017b;23(1):63-72.
21	이인식. 편마비 환자에서 비복근의 선택적 운동신경 차단 후 보행 시 족저압 지표의 변화. Journal of stroke. 2003;5(2):183-8.
22	이진환, 이재홍, 권원안, 김진상. 발목관절의 근력 강화 훈련과 정적 근육 신장 훈련이 뇌졸중 환자의 족저압 및 보행에 미치는 영향. 한국산학기술학회논문지. 2012;13(3):1153-60.
23	이해인, 임비오. Effects of Self Myofascial Release, Elastic Band, and Stretching Exercises on Lower Extremity Alignment and Gait in Female Genu Varum. 한국운동역학회지. 2018a;28(4):207-11.
24	임재길. 관절가동술과 깔창적용이 영치영등관절통증환자의 통증과 골반경사각, 족저압에 미치는 효과: 무작위배정예비임상시험. 한국엔터테인먼트산업학회논문지. 2020;14(3):383-92.
25	임종수, 송주민, 김진상. 체간안정화 운동이 편마비 환자의 족저압에 미치는 효과. 대한물리학회지. 2011;6(2):109-18.
26	정태운, 조효구, 박제영, 김태수. 재활습마가 뇌성마비 아동의 평형성에 미치는 영향. 한국특수체육학회지. 2016;24(1):111-21.
27	진영완. 전방십자인대 수술자의 재활트레이닝 경과에 따른 운동역학적 분석. 한국운동역학회지. 2013;23(3):235-43.
28	한기훈, 배강호, 정하곤, 하민성, 최도열, 이종숙 et al., 편평족 노인의 계단 하강 보행 시 아치 지지형 인솔 종류에 따른 족저압력 및 균형성 평가. 한국응용과학기술학회지. 2018;35(3):948-55.
29	Abousamra OS, Church J, Lennon C, Henley N, Niler J, Miller T, et al. The effect of plantar flexor lengthening on foot pressure in ambulatory children with cerebral palsy. J Pediatr Orthop B. 2018;27(3):200-5.
30	Abu-Faraj ZH, Smith GF. Surgical rehabilitation of the planovalgus foot in cerebral palsy. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng. 2001;9(2):202-14.
31	Akra GAA, O A. Foot pressure changes before and after ankle fusion: a pedobarograph study. J Foot Ankle Surg. 2017;56(6):1151-7.
32	Alhassan MSP, Shah K, Park K, Park B, Rhee H, Kim I, et al. Surgical management of severe planovalgus foot deformity in children with generalised joint hypermobility. J Foot Ankle Surg. 2025;31(1):79-84.
33	Aminian GS, Farhoodi F, Pezeshk A, Saeedi H, Majdoleslam B. The effect of prefabricated and proprioceptive foot orthoses on plantar pressure distribution in patients with flexible flatfoot during walking. Prosthet Orthot Int. 2013;37(3):227-32.
34	Angelova AI, E M. Effectiveness of high intensity laser therapy for reduction of pain in knee osteoarthritis. Pain Res Manag. 2016;2016:9163618.
35	Bae YH, Hong S, M. Different effects of robot-assisted gait and independent over-ground gait on foot plantar pressure in incomplete spinal cord injury: a preliminary study. Int J Environ Res Public Health. 2021;18(22):117.
36	Bek NK, Callaghan MJ, Atay OA. Foot biomechanics and initial effects of infrapatellar strap on gait parameters in patients with unilateral patellofemoral pain syndrome. Foot. 2011;21(3):114-8.
37	Bennett DW, O'Sullivan M, Gallagher R, O'Brien J, Newman T, C J. Use of a dynamic foot

연번	서지정보
	pressure index to monitor the effects of treatment for equinus gait in children with cerebral palsy. <i>J Pediatr Orthop.</i> 2007;27(3):288-94.
38	Bergami EG, Zanolli A, Massari G, Traina L, C G. Static and dynamic baropodometry to evaluate patients treated by total knee replacement with a mobile meniscus. <i>Chir Organi Mov.</i> 2005;90(4):387-96.
39	Bonanno DR, Menant JC, B M. Pressure-relieving properties of various shoe inserts in older people with plantar heel pain. <i>Gait Posture.</i> 2011;33(3):385-9.
40	Borton DCS, Basal metatarsal osteotomy for hallux valgus. <i>Journal of Bone & Joint Surgery - British Volume.</i> 1994;76(2):204-9.
41	Boryczka-Trefler AK, M.Szczerbik, E.Stepowska, J.Lukaszewska, A.Syczewska, M. Comparison of 2 Conservative Treatment Approaches for the Flat Foot in Children Aged 5 to 10: Foot Orthoses Versus Foot Orthoses Supplemented With Zukunft-Huber Manual Therapy. <i>Clinical Pediatrics.</i> 2024;63(3):304-12.
42	Brachman AS, Marszalek G, Pawlowski W, Juras M, Bacik B. Plantar pressure distribution and spatiotemporal gait parameters after the radial shock wave therapy in patients with chronic plantar fasciitis. <i>J Biomech.</i> 2020;105:109773.
43	Brodsky JW, Robinson AH, Westra H, Negrine S, Shabat S. Surgery for hallux valgus with proximal crescentic osteotomy causes variable postoperative pressure patterns. <i>Clin Orthop Relat Res.</i> 2006;443:280-6.
44	Bucklitsch JM, Weitner A, Fillmann A, Patriciu N, E B, Seifert B, Marquardt G, et al. Significant impact of implantable functional electrical stimulation on gait parameters: a kinetic analysis in foot drop patients. <i>World Neurosurg.</i> 2019;127:e236-e41.
45	Cappellino FP, Zangrando F, Iosa M, Adriani E, Mancini A, Bellelli P, et al. Neurocognitive rehabilitative approach effectiveness after anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon: a randomized controlled trial. <i>Eur J Phys Rehabil Med.</i> 2012;48(1):17-30.
46	Cetin ED, Songur M, Ozer M, Turanli S. Evaluation of plantar pressure distributions in patients with anterior cruciate ligament deficiency: preoperative and postoperative changes. <i>Turk J Med Sci.</i> 2017;47(2):587-91.
47	Chan GS, Miller J, Riddle DL, Nagai K, Kumar S. The role of the dynamic pedobarograph in assessing treatment of cavarus feet in children with Charcot-Marie-Tooth disease. <i>J Pediatr Orthop.</i> 2007;27(5):510-6.
48	Chang BCW, Huang Y, Lin B, Lee YW, C. Dynamic impression insole in rheumatoid foot with metatarsal pain. <i>Clin Biomech.</i> 2012;27(2):196-201.
49	Chang WDC, Lin JN, Lai HY, T. Changes of plantar pressure and gait parameters in children with mild cerebral palsy who used a customized external strap orthosis: a crossover study. <i>Biomed Res Int.</i> 2015;2015:813942.
50	Chapman GJH, Redmond AC. Comparability of off-the-shelf foot orthoses in the redistribution of forces in midfoot osteoarthritis patients. <i>Gait Posture.</i> 2016;49:235-40.
51	Chee YHC, Nahmed A, Thomson I, Gibson CE, N A. Functional outcomes following ceramic total joint replacement for hallux rigidus. <i>Foot Ankle Surg.</i> 2011;17(1):8-12.
52	Chen HYC, Wang CK, Yen TF, Chuang HC, Wang C, Chiu TY, Peng YP, et al. Effects of customized full-contact insoles crafted with polyester fabric sheets on plantar pressure and gait in hallux valgus. <i>Bioengineering (Basel).</i> 2025;12(2):23.
53	Chen JTT, Hong C, Tang WF, H. The effects of heel-elevated total contact insole on rearfoot pressure reduction in heel injury patients who had neurosensory impairment after receiving reconstructive flap operations. <i>Clin Neurol Neurosurg.</i> 2015b;129 Suppl 1:S47-52.
54	Chen WP, Yang F, Yao Y, Wang J, Liu L, Fan H, Y. Correcting congenital talipes equinovarus in children using three different corrective methods: a consort study. <i>Medicine (Baltimore).</i> 2015a;94(28):e1004.
55	Cherni YD, Hajizadeh GH, Bleau M, Mercier J, Begon M. Effect of 3D printed foot orthoses stiffness on muscle activity and plantar pressures in individuals with flexible flatfeet: a statistical non-parametric mapping study. <i>Clin Biomech (Bristol, Avon).</i> 2022;92:105553.
56	Cho BY, Yoon JG. The effect of gait training with shoe inserts on the improvement of pain and gait in sacroiliac joint patients. <i>Journal of Physical Therapy Science.</i> 2015;27(8):2469-71.
57	Choi JY, Jung S, Rha DW, Park ES. Botulinum Toxin Type A Injection for Spastic Equinovarus Foot in Children with Spastic Cerebral Palsy: Effects on Gait and Foot Pressure Distribution. <i>Yonsei Medical Journal.</i> 2016;57(2):496-504.

연번	서지정보
58	Chopra SM, K.Crevoisier, X. Subjective versus objective assessment in early clinical outcome of modified Lapidus procedure for hallux valgus deformity. <i>Clinical Biomechanics</i> . 2016;32:187-93.
59	Chraim MR, S.Alrabai, H.Wenzel-Schwarz, F.Trnka, H. J.Bock, P. Midterm Outcome of Subtalar Joint Revision Arthrodesis. <i>Foot & Ankle International</i> . 2021;42(7):824-32.
60	Church CB, C.Butler, S.Salazar-Torres, J. J.Henley, J.Donohoe, M.Miller, F.Nichols, L. R. B. The Effectiveness of Serial Casting in the Treatment of Recurrent Equinovarus in Children With Arthrogryposis. <i>Journal of Pediatric Orthopedics</i> . 2023;43(2):117-22.
61	Cichy BW, M.Sliwinski, Z. Changes in gait parameters in total hip arthroplasty patients before and after surgery. <i>Medical Science Monitor</i> . 2008;14(3):CR159-69.
62	Ciftci SG, A.Church, C.Henley, J.Donohoe, M.Miller, F.Nichols, L. R. Evaluation of Foot Osteotomies for Treating Residual Clubfoot Deformities in Ambulatory Children With Arthrogryposis. <i>Journal of Pediatric Orthopedics</i> . 2025;45(7):403-9.
63	da Silveira GEA, R. M.Guilhermino, G. G.Schmidt, A. V.Neves, L. M.Ribeiro, A. P. The Effects of Short- and Long-Term Spinal Brace Use with and without Exercise on Spine, Balance, and Gait in Adolescents with Idiopathic Scoliosis. <i>Medicina</i> . 2022;58(8):29.
64	Davitt JSM, B. A.Armstrong, P. F. Plantar pressure and radiographic changes after distal calcaneal lengthening in children and adolescents. <i>Journal of Pediatric Orthopaedics</i> . 2001;21(1):70-5.
65	de Oliveira HAVN, J.Vassalli, M.Rosenfeld, A.Jennings, F.Jones, A. Effectiveness of customized insoles in patients with Morton's neuroma: a randomized, controlled, double-blind clinical trial. <i>Clinical Rehabilitation</i> . 2019;33(12):1898-907.
66	DeFrancesco CJ, M. S.Zanini, S.Blanco, J.Dodwell, E.Hillstrom, H. J.Scher, D. M. Flatfoot Reconstruction for Painful Pediatric Idiopathic Flexible Flatfoot: Prospective Study Demonstrates Improved Alignment, Function, and Patient-reported Outcomes. <i>Journal of Pediatric Orthopedics</i> . 2024;44(3):e267-e77.
67	DeFrino PFB, J. W.Polio, F. E.Crenshaw, S. J.Beischer, A. D. First metatarsophalangeal arthrodesis: A clinical, pedobarographic and gait analysis study. <i>Foot and Ankle International</i> . 2002;23(6):496-502.
68	Deniz GB, F.Esmez, O.Gulkesen, A.Gurger, M. Does Arthroscopic Rotator Cuff Repair Improve Kinesiophobia, Depression, and Spatiotemporal Parameters in the Long Term? <i>Journal of Clinical Practice and Research</i> . 2023;45(6):565-74.
69	Dereymaeker GM, T.Stuer, P.Peeraer, L.Fabry, G. Pedodynographic measurements after forefoot reconstruction in rheumatoid arthritis patients. <i>Foot & Ankle International</i> . 1997;18(5):270-6.
70	Dibello DDC, V.Pederiva, F. Are Pedobarographic and Gait Analyses Useful Tools to Evaluate Outcomes of Anterograde Calcaneo-Stop Procedure in Pediatric Symptomatic Flexible Flatfoot? <i>Children</i> . 2022;9(3):05.
71	Dikici OS, O.Ulasli, A. M.Eroglu, S.Toktas, H.Dundar, U. Clinical assessment and pedobarographic analysis after radial shock wave therapy of ankle plantar flexor spasticity in stroke. <i>Bangladesh Journal of Medical Science</i> . 2021;20(3):586-94.
72	Dissaneewate TNR, T.Cheunchokasan, P.Leelasamran, W. Comparison between the plantar pressure effects of toe separators and insoles in patients with hallux valgus at a one-month follow-up. <i>Journal of Foot & Ankle Surgery</i> . 2022;28(1):93-9.
73	Doty JFA, R. G.Ervin, T. B.Heard, A.Gilbreath, J.Richardson, N. S. Biomechanical Evaluation of Custom Foot Orthoses for Hallux Valgus Deformity. <i>Journal of Foot & Ankle Surgery</i> . 2015;54(5):852-5.
74	Ebina KH, M.Takagi, K.Ueno, S.Morimoto, T.Matsuoka, H.Kitaguchi, K.Iwahashi, T.Hashimoto, J.Yoshikawa, H. Comparison of the effects of forefoot joint-preserving arthroplasty and resection-replacement arthroplasty on walking plantar pressure distribution and patient-based outcomes in patients with rheumatoid arthritis. <i>PLoS ONE [Electronic Resource]</i> . 2017;12(8):e0183805.
75	Ebrahim Mousavi MAB, M.Aboutorabi, A.Zare, H.Head, J.Movahedi Yeghaneh, M.Ahmadi, E. The effect of a semi-rigid thoracolumbosacral orthosis (TLSO) on foot pressure in elderly subjects presenting with spinal hyperkyphosis. <i>Disability & Rehabilitation Assistive Technology</i> . 2020;15(2):205-10.
76	Eid MAA, S. M.Mohamed, R. A. Effect of twister wrap orthosis on foot pressure distribution and balance in diplegic cerebral palsy. <i>Journal of Musculoskeletal Neuronal Interactions</i> . 2018;18(4):543-50.
77	El Shazly OM, M.Abdelatif, N.Hegazy, M.El Hilaly, R.El Zohairy, A.Tawfik, E. Coalition resection

연번	서지정보
	and medial displacement calcaneal osteotomy for treatment of symptomatic talocalcaneal coalition: functional and clinical outcome. <i>International Orthopaedics</i> . 2014;38(12):2513-7.
78	Elnaggar RK. Pulsed Nd:YAG laser: effects on pain, postural stability, and weight-bearing pattern in children with hemophilic ankle arthropathy. <i>Lasers in Medical Science</i> . 2020;35(5):1075-83.
79	Elsayed WA, S.Shaheen, A.Farouk, M.Farrag, A. The combined effect of short foot exercises and orthosis in symptomatic flexible flatfoot: a randomized controlled trial. <i>European journal of physical & rehabilitation medicine</i> . 2023;59(3):396-405.
80	Erickson SH, P.Iwinski, H. J.Muchow, R. C.Talwalkar, V. R.Walker, J. L.Milbrandt, T. A. Dynamic pedobarography and radiographic evaluation of surgically treated cavovarus foot deformity in children with Charcot-Marie-Tooth disease. <i>Journal of Pediatric Orthopaedics, Part B</i> . 2015;24(4):336-40.
81	Eysel LOL, K. A.Braunschweig, L.Lorenz, H. M.Dorner, J.Hell, A. K.Stinus, H. Foot Typology, Dynamic and Static Weight Distribution, and Radiographic Changes After Subtalar Arthroereisis in Juvenile Symptomatic Flexible Flat Feet. <i>Journal of Foot & Ankle Surgery</i> . 2022;61(2):272-8.
82	Farina SM, C.Gandolfi, M.Bertolasi, L.Casarotto, M.Manganotti, P.Fiaschi, A.Smania, N. Combined effects of botulinum toxin and casting treatments on lower limb spasticity after stroke. <i>Functional Neurology</i> . 2008;23(2):87-91.
83	Farzadi MS, Z.Mousavi, M. E.Saeedi, H. Effect of medial arch support foot orthosis on plantar pressure distribution in females with mild-to-moderate hallux valgus after one month of follow-up. <i>Prosthetics & Orthotics International</i> . 2015;39(2):134-9.
84	Feger MAH, J. Surface electromyography and plantar pressure changes with novel gait training device in participants with chronic ankle instability. <i>Clinical Biomechanics</i> . 2016;37:117-24.
85	Fellas AS-G, D.Chaitow, J.Santos, D.Clapham, M.Coda, A. Effect of customised preformed foot orthoses on gait parameters in children with juvenile idiopathic arthritis: A multicentre randomised clinical trial. <i>Gait & Posture</i> . 2022;95:93-9.
86	Fernan, Seguiacute;n, L. M.Munuera, P. V.Pe,ntilde;a-Algaba, C.Ortega, J. R. iacute;az-Morales, J. A.Escamilla, Martiacute;nez, E. Effectiveness of neuromuscular stretching with symmetrical biphasic electric currents in the cavus foot. <i>Journal of the American Podiatric Medical Association</i> . 2013;Vol.103(3):191-6.
87	Fernandez-Gorgojo MS-G, D.Sanchez-Juan, P.Laguna-Bercero, E.Perez-Nunez, M. I. Analysis of Dynamic Plantar Pressure and Influence of Clinical-Functional Measures on Their Performance in Subjects with Bimalleolar Ankle Fracture at 6 and 12 Months Post-Surgery. <i>Sensors</i> . 2023;23(8):13.
88	Feyzioglu OO, O.Mugrabi, S. Effects of custom-made insoles on foot pressure redistribution, gait parameters, and pain in calcaneal apophysitis—a pretest and posttest study. <i>Prosthetics & Orthotics International</i> . 2021;45(6):532-7.
89	Fong DTP, K. Y.Chung, M. M.Hung, A. S.Chan, K. M. Evaluation of combined prescription of rocker sole shoes and custom-made foot orthoses for the treatment of plantar fasciitis. <i>Clinical Biomechanics</i> . 2012;27(10):1072-7.
90	Franz AH, D.Raabe, J.Seeberger, U.Bollmann, C. Pedobarographic outcome after subtalar screw arthroereisis in flexible juvenile flatfoot. <i>Journal of Foot & Ankle Surgery</i> . 2021;27(4):389-94.
91	Fu JCC, Y. J.Li, C. F.Hsiao, Y. H.Chen, C. H. The effect of three dimensional printing hinged ankle foot orthosis for equinovarus control in stroke patients. <i>Clinical Biomechanics</i> . 2022;94:105622.
92	Gimunova MV, T.Bozdech, M.Vespalec, T. Changes in plantar pressure, contact area and contact time symmetry during the gait 4 weeks before and 12 and 24 weeks after unilateral total hip arthroplasty. <i>Clinical Biomechanics</i> . 2021;89:105473.
93	Golden DC, R. O.Cooper, M. T.Hertel, J. Plantar pressure analysis of different orthoses in patients after first metatarsophalangeal joint arthrodesis. <i>Prosthetics & Orthotics International</i> . 2024;48(5):540-5.
94	Gray KB, J.Little, D.Bellemore, M.Gibbons, P. Is tibialis anterior tendon transfer effective for recurrent clubfoot? <i>Clinical Orthopaedics & Related Research</i> . 2014;472(2):750-8.
95	Griebert MCN, A. R.McConnell, J.Kaminski, T. W. Lower-leg Kinesio tape reduces rate of loading in participants with medial tibial stress syndrome. <i>Physical Therapy in Sport</i> . 2016;18:62-7.
96	Guner SA, S.Guven, E.Ozgun, A. K. Assessment of Five-Foot Plantar Morphological Pressure Points of Children with Cerebral Palsy Using or Not Dynamic Ankle Foot Orthosis. <i>Children</i> . 2023;10(4):13.
97	Guo JY, J.Pu, J.Ma, F. Biomechanical investigation of a custom-made insole to decrease plantar

연번	서지정보
	pain of children with flatfoot: A technical note. Medical Engineering & Physics. 2023;121:104070.
98	Guven MK, O.Akman, B.Sayli, U.Altintas, F. Pedobarographic Analysis in Total Knee Arthroplasty. The Journal of Knee Surgery. 2017;30(9):951-9.
99	Ha HSH, J. H.Kim, Y. B.Ha, Y. M.Hwang, J. M. Immediate Clinical and Biomechanical Effects of Low-dye Taping in Patients with Plantar Heel Pain. Korean J Sports Med. 2012(1):9-15.
100	Hadamus AB, M.Wydra, K. T.Kowalska, A. J.Lukowicz, M.Bialoszewski, D.Marczynski, W. Effectiveness of Early Rehabilitation with Exergaming in Virtual Reality on Gait in Patients after Total Knee Replacement. Journal of Clinical Medicine. 2022;11(17):23.
101	Hagen LP, J. P.Kostakev, M.Peterlein, C. D. Pedobarographic changes during first month after subtalar extra-articular screw arthroereisis (SESA) operation of juvenile flexible flatfoot. Archives of Orthopaedic & Trauma Surgery. 2020;140(3):313-20.
102	Halstead JC, G. J.Gray, J. C.Grainger, A. J.Brown, S.Wilkins, R. A.Roddy, E.Helliwell, P. S.Keenan, A. M.Redmond, A. C. Foot orthoses in the treatment of symptomatic midfoot osteoarthritis using clinical and biomechanical outcomes: a randomised feasibility study. Clinical Rheumatology. 2016;35(4):987-96.
103	Harris JB, R.Smith, T. W. D. A prospective clinical and pedobarographic evaluation of metatarsal shortening for the treatment of intractable plantar keratosis. Foot and Ankle Surgery. 1998;4(4):201-5.
104	Hennessy KB, J.Penkala, S. Reducing plantar pressure in rheumatoid arthritis: a comparison of running versus off-the-shelf orthopaedic footwear. Clinical Biomechanics. 2007;22(8):917-23.
105	Hirai YS, H.Togei, K.Yasuda, T.Neo, M. Plantar Pressure Distribution Before and After Surgery for Lesser Metatarsophalangeal Joint Dislocation With Hallux Valgus. Journal of Foot and Ankle Surgery. 2023;62(5):825-31.
106	Hodge MCB, T. M.Carter, G. M. novel Award First Prize Paper. Orthotic management of plantar pressure and pain in rheumatoid arthritis. Clinical Biomechanics. 1999;14(8):567-75.
107	Hong M, Yi K. The effects of neck traction and foot type on plantar pressure distribution during walking. Korean Journal of Sport Biomechanics. 2020; 30(4): 321-35.
108	Hong WP, Byeong HoLee, Sang Bin. Comparison of Joint Mobilization with Manual Stretching Exercises in the Treatment of Hallux Valgus. Journal of International Academy of Physical Therapy Research(JIAPTR). 2018;9(4):1614-8.
109	Hou ZR, S.Hu, Y.Jiao, C.Guo, Q.Li, N.Miao, X.Zhang, S.Jiang, D. Comparison of Subjective and Biomechanical Outcomes Between Proprioceptive Training and Modified Brostrom-Gould Surgery for Chronic Ankle Instability: a Randomized Controlled Trial. Orthopaedic journal of sports medicine. 2024;Vol.12(9):23259671241274138p.
110	Hsu WCC, L. W.Chiu, H. Y.Hsieh, C. W.Hu, W. P. A Study on the Effects of Lateral-Wedge Insoles on Plantar-Pressure Pattern for Medial Knee Osteoarthritis Using the Wearable Sensing Insole. Sensors. 2022;23(1):22.
111	Hsu WKT, T. A.Hsu, W. L.Chen, Y. Y. Minimally Invasive Chevron Akin (MICA) Osteotomy Corrects Radiographic Parameters but Not Central Metatarsal Loading in Moderate to Severe Hallux Valgus without Metatarsalgia. Life. 2024;14(6):07.
112	Huang PL, Y. Y.Park, J. E.Huang, P.Xiao, Q.Wang, Y.Chen, S.Chen, S. D.Liu, J.Wu, Y. W. Effects of Onabotulinum Toxin A on Gait in Parkinson's Disease Patients with Foot Dystonia. Canadian Journal of Neurological Sciences. 2022;49(1):123-8.
113	Hutchinson RJB, R. P.Donnan, L. T.Saleh, M. Assessment of Ilizarov correction of club-foot deformity using pedobarography. Journal of Bone and Joint Surgery - Series B. 2001;83(7):1041-5.
114	Hwang BHL, K. S.Kim, H. W. Surgical Treatment for Planovalgus Foot in Children with Generalized Ligamentous Laxity. J Korean Orthop Assoc. 2010(5):363-72.
115	Jannink MvD, H.Ijzerman, M.Groothuis-Oudshoorn, K.Groothoff, J.Lankhurst, G. Effectiveness of custom-made orthopaedic shoes in the reduction of foot pain and pressure in patients with degenerative disorders of the foot. Foot & Ankle International. 2006;27(11):974-9.
116	Jeans KAT-F, K.Crawford, L.Karol, L. A. Plantar pressures following anterior tibialis tendon transfers in children with clubfoot. Journal of Pediatric Orthopedics. 2014;34(5):552-8.
117	Jiang YW, D.Ying, J.Chu, P.Qian, Y.Chen, W. Design and Preliminary Validation of Individual Customized Insole for Adults with Flexible Flatfeet Based on the Plantar Pressure Redistribution. Sensors. 2021;21(5):04.
118	Jiang YY, J.Tian, H.Jiang, C.Wang, H. Comparative study of the effects of custom-made insole

연번	서지정보
	and ordinary insole in adults with flexible flatfoot on different slopes. <i>Technology & Health Care</i> . 2024;32(6):4063–75.
119	Jinteak K, KimJongduk, Choi. Preliminary Study on the Comparison of Calcaneus Taping and Arch Taping Methods for Flexible Flatfoot Subjects. <i>한국전문물리치료학회지</i> . 2023;30(4):281–7.
120	Jo YJK, D. H.Kim, S.Kim, J. H.Choi, J. H.Park, J. B.Baek, Y. S.Park, Y. G.Kim, D. Y. Effect of Anteroposterior Weight–Shift Training with Visual Biofeedback in Patients with Step Length Asymmetry after Subacute Stroke. <i>Journal of Personalized Medicine</i> . 2023;13(12):18.
121	Kachesov AVN, O. B.Bobrov, D. S.Artemov, K. D.Lekic, G. Clinical and biomechanics effects of modified Helal osteotomy with screw fixation in forefoot reconstruction. <i>International Orthopaedics</i> . 2023;47(10):2579–83.
122	Karmakar MJ, J.Mahato, N. Changes in plantar load distribution and gait pattern following foot drop correction in leprosy affected patients. <i>Leprosy Review</i> . 2015;86(3):213–9.
123	Kasai TT, M.Takeda, R.Chang, S. H.Anzai, E.Nakajima, K.Tanaka, S.Ohta, Y.Matsumoto, T. Effect of gait protocols and postoperative shoes on off–loading of forefoot in preoperative patients for forefoot disorders. <i>Modern Rheumatology</i> . 2022;32(6):1186–92.
124	Katoh H. Effect of lateral–wedge insole on the center of foot pressure and lower extremity muscle activity at gait initiation in patients with medial knee osteoarthritis. <i>Journal of Physical Therapy Science</i> . 2019;31(10):776–9.
125	Kelekis AF, D. K.Vergadis, C.Tsitskari, M.Nasis, N.Malagari, A.Kelekis, N. Comparative prospective study of load distribution projection among patients with vertebral fractures treated with percutaneous vertebroplasty and a control group of healthy volunteers. <i>Cardiovascular & Interventional Radiology</i> . 2014;37(1):186–92.
126	Kellermann PR, S.Gion, K.Boda, K.Toth, K. Calcaneo–stop procedure for paediatric flexible flatfoot. <i>Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery</i> . 2011;131(10):1363–7.
127	Kelly AW, I. Use of ready–made insoles in the treatment of lesser metatarsalgia: a prospective randomized controlled trial. <i>Foot & Ankle International</i> . 1998;19(4):217–20.
128	Kernozek TWS, S. A. Chevron (Austin) distal metatarsal osteotomy for hallux valgus: comparison of pre– and post–surgical characteristics. <i>Foot & Ankle International</i> . 2002;23(6):503–8.
129	Khalil NC, C.Le Chapelain, L.Guesdon, H.Speyer, E.Bouaziz, H.Mainard, D.Beis, J. M.Paysant, J. Plantar pressure displacement after anesthetic motor block and tibial nerve neurotomy in spastic equinovarus foot. <i>Journal of Rehabilitation Research & Development</i> . 2016;53(2):219–28.
130	Khallaf MEG, A. M.Fayed, E. E. Effect of Task Specific Exercises, Gait Training, and Visual Biofeedback on Equinovarus Gait among Individuals with Stroke: Randomized Controlled Study. <i>Neurology Research International</i> . 2014;2014:693048.
131	Khodaei BS, H.Jalali, M.Farzadi, M.Norouzi, E. Comparison of plantar pressure distribution in CAD–CAM and prefabricated foot orthoses in patients with flexible flatfeet. <i>Foot</i> . 2017;33:76–80.
132	Khorasani SGRC, M. B.Sharifnezhad, A.Saeedi, H.Farahmand, B. Comparison of the immediate effects of prefabricated soft medical insoles and custom–molded rigid medical insoles on plantar pressure distribution in athletes with flexible flatfoot: A prospective study. <i>Current Orthopaedic Practice</i> . 2021;32(6):578–83.
133	Kim JHS, W. S.Won, B. H. Effectiveness of elastic band–type ankle–foot orthoses on postural control in poststroke elderly patients as determined using combined measurement of the stability index and body weight–bearing ratio. <i>Clinical Interventions In Aging</i> . 2015;10:1839–47.
134	Kim KII, S. C.Kim, K. Effects of trunk stabilization exercises using laser pointer visual feedback in patients with chronic stroke: A randomized controlled study. <i>Technology & Health Care</i> . 2023;31(2):471–83.
135	Kim MYM, J. H.Kim, H. J.Park, J. S. The Changes of Foot Pressure Distribution after Orthotic Shoes Wearing in Flatfoot. <i>J Korean Acad Rehabil Med</i> . 1998(1):217–23.
136	Knuckles AMT, D. M.Hubbard–Turner, T.Donovan, L.Thomas, A. C. Multi–axis destabilisation device influences plantar pressure distribution in adults with chronic ankle instability. <i>Sports Biomechanics</i> . 2022;21(4):501–16.
137	Kun BPH, W. P.Ki, S. L.Sun, Y. J.Kim, H. W. Changes in dynamic foot pressure after surgical treatment of valgus deformity of the hindfoot in cerebral palsy. <i>Journal of Bone and Joint Surgery</i> . 2008b;90(8):1712–21.
138	Kun BPH, W. P.Sun, Y. J.Hyun, W. K. Surgical treatment of calcaneal deformity in a select group of patients with myelomeningocele. <i>Journal of Bone and Joint Surgery</i> . 2008a;90(10):2149–59.
139	Kwon YUK, H. W.Hwang, J. H.Park, H.Park, H. W.Park, K. B. Changes in dynamic pedobarography

연번	서지정보
	after extensive plantar medial release for paralytic pes cavovarus. Yonsei Medical Journal. 2014;55(3):766-72.
140	Lange BC, L.Evans, A. The effect of low-Dye taping on plantar pressures, during gait, in subjects with navicular drop exceeding 10 mm. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 2004;34(4):201-9.
141	Laurent DW, L.Muaremi, A.Beckmann, N.Weber, E.Chaperon, F.Haber, H.Goldhahn, J.Klauser, A.S.Blauth, M.Schieker, M. Relationship between tendon structure, stiffness, gait patterns and patient reported outcomes during the early stages of recovery after an Achilles tendon rupture. Scientific Reports. 2020;10(1):20757.
142	Lee HI, H.Shibuya, T.Takai, C.Nomura, Y.Kobayashi, D.Abe, A.Otani, H.Ito, S.Nakazono, K.Ryu, K.Ishii, T.Saito, S.Abe, K.Murasawa, A. Changes in radiographic findings and plantar pressure distribution following forefoot reconstructive surgery for patients with rheumatoid arthritis. Modern Rheumatology. 2020a;30(6):967-74.
143	Lee JP, J. E.Kang, B. H.Yang, S. N. Efficiency of botulinum toxin injection into the arm on postural balance and gait after stroke. Scientific Reports. 2023a;13(1):8426.
144	Lee NKK, J. W.Son, S. M.Nam, S. H.Choi, Y. W.Kim, C. S. Changes of plantar pressure distributions following open and closed kinetic chain exercise in patients with stroke. Neurorehabilitation. 2013a;32(2):385-90.
145	Lee PYL, K. B.Bonanno, D. R.Menz, H. B. Comparison of the pressure-relieving properties of various types of forefoot pads in older people with forefoot pain. Journal of Foot & Ankle Research. 2014a;7(1):18.
146	Lee SMK, J. C.Kim, T. K.Lee, J. G.Jang, S. H.Park, S. B.Lee, S. G.Hwang, S. J. The Effect of Isometric and Isotonic Mixed Exercise in Patients. J Korean Acad Rehabil Med. 2001(2):290-5.
147	Lee SWC, J. H.Kwon, H. J.Song, K. S. Effect of Pressure Based Customized 3-Dimensional Printing Insole in Pediatric Flexible Flat Foot Patients. J Korean Foot Ankle Soc. 2020b(3):113-9.
148	Lee WGet al. Evaluation of the Outcomes according to Etiology in the Pediatric Pes Planovalgus after Lateral Column Lengthening: By Radiologic and Pedobarographic Measurements. 2018b;53:407. 2018:407.-.
149	Leitch KMB, T. B.Jones, I. C.Giffin, J. R.Jenkyn, T. R. In-shoe plantar pressure measurements for patients with knee osteoarthritis: Reliability and effects of lateral heel wedges. Gait & Posture. 2011;34(3):391-6.
150	Lennon NC, C.Chua, T.Salazar-Torres, J. J.Henley, J.Gillooly, E.Shrader, M. W.Kalisperis, F.Miller, F.Howard, J. J. Is Standing Function Improved After Orthopaedic Surgery in Children With Cerebral Palsy at GMFCS Levels III/IV? Journal of Pediatric Orthopedics. 2023;43(1):e48-e53.
151	Li CYI, K.Shiba, N.Tagawa, Y.Maeda, T.Matsuo, S.Goto, T.Yamanaka, K. Biomechanical evaluation of foot pressure and loading force during gait in rheumatoid arthritic patients with and without foot orthosis. Kurume Medical Journal. 2000;47(3):211-7.
152	Li KS, F. L.Guo, H. B.Shi, Z. J.Yao, R.Zhang, H. Comparison of the plantar pressure distribution and mechanical alignment in patients with varus knee osteoarthritis following high tibial osteotomy. BMC Musculoskeletal Disorders. 2023;24(1) (no pagination)(479).
153	Lim OB, Kwon OY, Yi CH. Biomechanical Effectiveness of the Low-Dye Taping on Peak Plantar Pressure During Treadmill Walking Exercise in Subjects With Flexible Flatfoot. 한국전문물리치료학회지. 2015;22(2):41-51.
154	Liu CL, S.Li, J.Zhang, H.Li, G.Jiang, X. The effects of contralateral limb cross-education training on post-surgical rehabilitation outcomes in patients with anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled trial. Journal of Orthopaedic Surgery. 2025;20(1):118.
155	Lorei TJK, C.Klärner, H.Rosenbaum, D. Pedographic, clinical, and functional outcome after scarf osteotomy. Clinical Orthopaedics & Related Research. 2006;451:161-6.
156	Lou YTY, J. J.Ma, Y. F.Zhen, X. C. Effects of different acupuncture methods combined with routine rehabilitation on gait of stroke patients. World Journal of Clinical Cases. 2020;8(24):6282-95.
157	Martinez-Nova AG-LdL, J.Moran-Cortes, J. F.Pedreira-Zamorano, J. D.Sanchez-Rodriguez, R. Plantar pressures values related with appearance of mechanical hyperkeratosis before and after surgery of mild hallux valgus. Frontiers in Medicine. 2023;10:1141091.
158	Martinez-Nova AS-R, R.Leal-Muro, A.Pedreira-Zamorano, J. D. Dynamic plantar pressure analysis and midterm outcomes in percutaneous correction for mild hallux valgus. Journal of Orthopaedic Research. 2011;29(11):1700-6.

연번	서지정보
159	Martinez-Nova AS-R, R.Leal-Muro, A.Sanchez-Barrado, E.Pedrerá-Zamorano, J. D. Percutaneous distal soft tissue release-akin procedure, clinical and podobarometric assessment with the BioFoot in-shoe system: a preliminary report. <i>Foot & Ankle Specialist</i> . 2008;1(4):222-30.
160	Matheis EAS, E. M.Hayes, C. W.Adelaar, R. S.Wayne, J. S. Plantar measurements to determine success of surgical correction of Stage IIb adult acquired flatfoot deformity. <i>Journal of Foot & Ankle Surgery</i> . 2014;53(5):562-6.
161	Mazzotti AA, A.Artioli, E.Langone, L.Zielli, S. O.Martini, B.Traina, F.Faldini, C.Brognara, L. Hallux Valgus Plantar Pressure Distribution before and after a Distal Metatarsal Osteotomy. <i>Journal of Clinical Medicine</i> . 2024;13(6):17.
162	Menz HBA, M.Tan, J. M.Levinger, P.Roddy, E.Munteanu, S. E. Biomechanical Effects of Prefabricated Foot Orthoses and Rocker-Sole Footwear in Individuals With First Metatarsophalangeal Joint Osteoarthritis. <i>Arthritis care & research</i> . 2016;68(5):603-11.
163	Menz HBL, P. Q. X.Hurn, S. E.Mickle, K. J.Buldt, A. K.Cotchett, M. P.Roddy, E.Wluka, A. E.Erbas, B.Munteanu, S. E. Effectiveness of footwear and foot orthoses in reducing medial metatarsophalangeal joint pressure in women with hallux valgus. <i>Gait & Posture</i> . 2024;111:156-61.
164	Midan MESA, G. M.Fahmy, E. M.Elazab, E. M.Ameen, F. H.Abdelkader, S. M. I.Mostafa, A. H.Elbalawy, Y. M. Effect of Intrinsic Foot Muscles Facilitation on Center of Pressure Trajectory During Gait in Stroke Patients. <i>NeuroQuantology</i> . 2022;20(9):1588-95.
165	Mittal DR, S.Geary, N. P. The modified McBride procedure: clinical, radiological, and pedobarographic evaluations. <i>Journal of Foot & Ankle Surgery</i> . 2006;45(4):235-9.
166	Mittlmeier TW, A.Sohn, T.Kleinhans, L.Mollbach, S.Duda, G.Sudkamp, N. P. novel Award Second Prize Paper. Functional monitoring during rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction. <i>Clinical Biomechanics</i> . 1999;14(8):576-84.
167	Moerenhout KC, S.Crevoisier, X. Outcome of the modified Lapidus procedure for hallux valgus deformity during the first year following surgery: A prospective clinical and gait analysis study. <i>Clinical Biomechanics</i> . 2019;61:205-10.
168	Molund MH, E. E.Hellesnes, J.Nilsen, F.Hvaal, K. Proximal Medial Gastrocnemius Recession and Stretching Versus Stretching as Treatment of Chronic Plantar Heel Pain. <i>Foot and Ankle International</i> . 2018;39(12):1423-31.
169	Montagna JCS, B. C.Battistuzzo, C. R.Loureiro, A. P. Effects of aquatic physiotherapy on the improvement of balance and corporal symmetry in stroke survivors. <i>International journal of clinical and experimental medicine</i> . 2014;7(4):1182-7.
170	Morone GI, M.Cocchi, I.Paolucci, T.Arengi, A.Bini, F.Marinozzi, F.Ciancarelli, I.Paolucci, S.De Angelis, D. Effects of a posture shirt with back active correction keeper on static and dynamic balance in Parkinson's disease. <i>Journal of Bodywork & Movement Therapies</i> . 2021;28:138-43.
171	Mulier TS, A.Thienpont, E.Sioen, W.Hoore, K. D.Peeraer, L.Dereymaeker, G. Results after cheilectomy in athletes with hallux rigidus. <i>Foot & Ankle International</i> . 1999;20(4):232-7.
172	Munteanu SEZ, G. V.Menz, H. B.Landorf, K. B.Handley, C. J.Elzarka, A.DeLuca, J. Effectiveness of intra-articular hyaluronan (Synvisc, hylan G-F 20) for the treatment of first metatarsophalangeal joint osteoarthritis: A randomised placebo-controlled trial. <i>Annals of the Rheumatic Diseases</i> . 2011;70(10):1838-41.
173	Najafi BB, E.Wrobel, J. S.Burns, J. Dynamic plantar loading index: understanding the benefit of custom foot orthoses for painful pes cavus. <i>Journal of Biomechanics</i> . 2012;45(9):1705-11.
174	Nakhaee MM-B, M.Mousavi, M. E.Shakourirad, A.Safari, R.Kashani, R. V.Mimar, R.Amiri, H.Nakhaei, M. The effects of a custom foot orthosis on dynamic plantar pressure in patients with chronic plantar fasciitis: A randomized controlled trial. <i>Prosthetics & Orthotics International</i> . 2023;47(3):241-52.
175	Nam SHS, S. M.Kim, K. Changes of gait parameters following constrained-weight shift training in patients with stroke. <i>Journal of Physical Therapy Science</i> . 2017;29(4):673-6.
176	Nawoczenski DAK, J.Baumhauer, J. F. Dynamic kinematic and plantar pressure changes following cheilectomy for hallux rigidus: a mid-term followup. <i>Foot & Ankle International</i> . 2008;29(3):265-72.
177	Ni PX, Y. Y.Wang, L. N.Cao, J. Q.Luo, W. F.Zhang, Q. L.Li, X.Zhou, X. P.Liu, J. Evaluation of therapeutic benefits of botulinum toxin for foot dystonia associated with Parkinson's disease. <i>Toxicon</i> . 2024;238:107587.
178	Nolan KJY, M.McLaughlin, P. Changes in center of pressure displacement with the use of a foot

연번	서지정보
	drop stimulator in individuals with stroke. <i>Clinical Biomechanics</i> . 2015;30(7):755-61.
179	Notarnicola AM, G.Fiore, A.Spinarelli, A.Montenegro, L.Paoloni, M.Pastore, F.Tafuri, S.Moretti, B. Baropodometry on patients after total knee arthroplasty. <i>Musculoskeletal Surgery</i> . 2018;102(2):129-37.
180	Novak PB, H.Tomsic, M.Marincek, C.Vidmar, G. Influence of foot orthoses on plantar pressures, foot pain and walking ability of rheumatoid arthritis patientsa randomised controlled study. <i>Disability and Rehabilitation</i> . 2009;31(8):638-45.
181	Nuesch CM, A.Horisberger, M. Mid-term functional outcome of a total arthroplasty of the first metatarsophalangeal joint. <i>Clinical Biomechanics</i> . 2017;41:9-13.
182	Nyska ML, A.McCabe, C.Linge, K.Klenerman, L. Plantar foot pressure distribution in patients with hallux valgus treated by distal soft tissue procedure and proximal metatarsal osteotomy. <i>Foot and Ankle Surgery</i> . 1998;4(1):35-41.
183	Oliveira HAJ, A.Moreira, E.Jennings, F.Natour, J. Effectiveness of total contact insoles in patients with plantar fasciitis. <i>Journal of Rheumatology</i> . 2015;42(5):870-8.
184	Onoi YK, T.Nakano, N.Tsubosaka, M.Kuroda, Y.Hayashi, S.Kuroda, R.Matsumoto, T. Achieving a neutral hip-to-calcaneus axis in kinematically aligned total knee arthroplasty equalizes coronal hindfoot pressure balance at initial ground contact in the gait cycle. <i>Bone & Joint Journal</i> . 2025;107-B(6):604-14.
185	Paik NJL, J. M.Kim, C. W. Effect of Ankle Foot Orthosis on Hemiplegic Gait. <i>J Korean Acad Rehabil Med</i> . 1997(4):658-68.
186	Palanisami DRR, R. B.Reddy, P. K.Natesan, R.Sethuraman, A.Rajasekaran, S. Foot loading pattern and hind foot alignment are corrected in varus knees following total knee arthroplasty: a pedobarographic analysis. <i>Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy</i> . 2020;28(6):1861-7.
187	Panichawit CB, S.Vachalathiti, R.Limpasutirachata, K. Effects of Foot Muscles Training on Plantar Pressure Distribution during Gait, Foot Muscle Strength, and Foot Function in Persons with Flexible Flatfoot. <i>Journal of the Medical Association of Thailand</i> . 2015;98 Suppl 5:S12-7.
188	Papamerkouriou YMR, R.Chaudhry, S.Kodumuri, P.Evans, H.Kerr, M. Prospective Early Clinical, Radiological, and Kinematic Pedobarographic Analysis Following Subtalar Arthroereises for Paediatric Pes Planovalgus. <i>Cureus</i> . 2019;11(12):e6309.
189	Park BKA-B, S. W.Rhee, I.Park, K. B.Park, H.Kim, H. W. Outcomes of Calcaneal Lengthening Osteotomy in Ambulatory Patients with Cerebral Palsy and Planovalgus Foot Deformity. <i>Journal of Bone & Joint Surgery - American Volume</i> . 2025;107(10):1134-45.
190	Park CW, Y.Won, J.Kim, S. Immediate effects of insoles applied to the sound side lower extremity of patients with chronic hemiplegia during walking. <i>Restorative Neurology & Neuroscience</i> . 2024a;42(2):167-77.
191	Park ESK, H. W.Park, C. I.Rha, D. W.Park, C. W. Dynamic foot pressure measurements for assessing foot deformity in persons with spastic cerebral palsy. <i>Archives of Physical Medicine & Rehabilitation</i> . 2006;87(5):703-9.
192	Park S-R, Hyo-LyunNamkoong, Seung. The Effect of Stretching and Elastic Band Exercises Knee Space Distance and Plantar Pressure Distribution during Walking in Young Individuals with Genu Varum. <i>대한물리학회지</i> . 2017;12(1):83-91.
193	Park SY, J. H. Effects of Homologous instrument assisted mobilization (HIM) on ankle movement, gait-related muscle activation, and plantar pressure distribution in ankle dorsiflexion syndrome: A randomized single control trial. <i>Technology and Health Care</i> . 2024b;32(Supplement 1):511-22.
194	Park YJK, W. M.Yu, J. H.Moon, H. H.Seo, Y. G. Effects of Combined Exercise Program on Spinal Curvature and Balance Ability in Adolescents with Kyphosis. <i>Children</i> . 2022;9(12):19.
195	Partovifar MS, Z.Bagherzadeh Cham, M. The effect of pre-fabricated insole on plantar pressure distribution in patients with rheumatoid arthritis. <i>Foot</i> . 2021;49:101832.
196	Pauk JI, M.Daunoraviciene, K.Laskhousky, U.Griskevicius, J. Research of the spatial-temporal gait parameters and pressure characteristic in spastic diplegia children. <i>Acta of Bioengineering & Biomechanics</i> . 2016;18(2):121-9.
197	Pavone VC, A.Mangano, G. R. A.Maria, F. D.Panvini, F. M. C.Sapienza, M.Vescio, A.Roggio, F.Musumeci, G.Testa, G. The Incidence of Bracing Treatment on Static and Dynamic Baropodometric Parameters in Adolescent Idiopathic Scoliosis. <i>Children</i> . 2022;9(11):22.
198	Payen EA, M.Isabelle, P. L.Turcot, K.Begon, M.Abboud, J.Moisan, G. Impact of different foot orthoses on gait biomechanics in individuals with chronic metatarsalgia. <i>Gait & Posture</i> . 2025;118:17-24.

연번	서지정보
199	Phillipson AD, S.Linge, K.McCabe, C.Klenerman, L. Forefoot arthroplasty and changes in plantar foot pressures. <i>Foot & Ankle International</i> . 1994;15(11):595-8.
200	Phuenpathom WP, P.Vateekul, P.Surangsirat, D.Bhidayasiri, R. Residual effects of combined vibratory and plantar stimulation while seated influences plantar pressure and spatiotemporal gait measures in individuals with Parkinson's disease exhibiting freezing of gait. <i>Frontiers in aging neuroscience</i> . 2023;15.
201	Poon CL, B. Efficacy of foot orthotics for metatarsalgia. <i>Foot</i> . 1997;7(4):202-4.
202	Pu XX, W.Cheng, Z.Wang, Y.Zhang, Y.Jiang, L.Liu, B.Kang, Q. Effects of customized orthoses on foot morphology and pressure in patients with accessory navicular syndrome. <i>BMC Musculoskeletal Disorders</i> . 2025;26(1) (no pagination)(491).
203	Puchner SET, H. J.Willeger, M.Staats, K.Holinka, J.Windhager, R.Schuh, R. Comparison of Plantar Pressure Distribution and Functional Outcome after Scarf and Austin Osteotomy. <i>Orthopaedic Surgery</i> . 2018;10(3):255-63.
204	Rajan RAK, M.Evans, H.Outram, T. A prospective clinical and biomechanical analysis of feet following first metatarsophalangeal joint replacement. <i>Gait & Posture</i> . 2021;89:211-6.
205	Rajan RAK, P.Papamerouriou, Y.Kerr, M.Evans, H. A consecutive, prospective analysis of the Rotoglide 1st metatarsophalangeal joint replacement. <i>Foot</i> . 2019;39:72-5.
206	Rajgopal AA, K.Khurana, A.Rao, A.Vasdev, A.Pandit, H. Gait Parameters and Functional Outcomes After Total Knee Arthroplasty Using Persona Knee System With Cruciate Retaining and Ultracongruent Knee Inserts. <i>Journal of Arthroplasty</i> . 2017;32(1):87-91.
207	Ramanathan AKF, G. E.Jain, A. S.Abboud, R. J. Press-fit ceramic implant arthroplasty of the hallux metatarsophalangeal joint-Evaluation of outcomes. <i>Foot</i> . 2008;18(1):34-9.
208	Rammelt SG, R.Zawadski, T.Biewener, A.Zwipp, H. Foot function after subtalar distraction boneblock arthrodesis. A prospective study. <i>Journal of Bone and Joint Surgery - Series B</i> . 2004;86(5):659-68.
209	Rao SB, J. F.Becica, L.Nawoczinski, D. A. Shoe inserts alter plantar loading and function in patients with midfoot arthritis. <i>Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy</i> . 2009;39(7):522-31.
210	Rathleff MSR, C.Brushoj, C.Bencke, J.Bandholm, T.Holmich, P.Thorborg, K. Custom-Made Foot Orthoses Decrease Medial Foot Loading During Drop Jump in Individuals With Patellofemoral Pain. <i>Clinical Journal of Sport Medicine</i> . 2016;26(4):335-7.
211	Redmond AL, P. S.Landorf, K. Effect of cast and noncast foot orthoses on plantar pressure and force during normal gait. <i>Journal of the American Podiatric Medical Association</i> . 2000;90(9):441-9.
212	Resch SS, A. Evaluation of hallux valgus surgery with dynamic foot pressure registration with the Fscan system. <i>Foot</i> . 1995;5(3):115-21.
213	Ribeiro APdS, B. L.Joao, S. M. A. Effectiveness of mechanical treatment with customized insole and minimalist flexible footwear for women with calcaneal spur: randomized controlled trial. <i>BMC Musculoskeletal Disorders</i> . 2022a;23(1):773.
214	Ribeiro APJ, atilde;o, S. M. A. The Effect of Short and Long-Term Therapeutic Treatment with Insoles and Shoes on Pain, Function, and Plantar Load Parameters of Women with Plantar Fasciitis: a Randomized Controlled Trial. <i>Medicina</i> . 2022b;58(11).
215	Richter M. Total joint replacement of the first metatarsophalangeal joint with Roto-Glide as alternative to arthrodesis. <i>Fuss und Sprunggelenk</i> . 2019;17(1):42-50.
216	Richter MZ, S.Meissner, S. A.Naef, I. Comparison of Total Joint Replacement With Arthrodesis of the First Metatarsophalangeal Joint. <i>Foot & Ankle International</i> . 2023;44(1):32-9.
217	Rosenbaum DE, M.Becker, H. P.Claes, L.Gerngross, H. Clinical and functional outcome after anatomic and nonanatomic ankle ligament reconstruction: Evans tenodesis versus periosteal flap. <i>Foot & Ankle International</i> . 1999;20(10):636-9.
218	Saito IO, K.Wakasa, M.Abe, H.Saito, A. Foot pressure pattern, hindfoot deformities, and their associations with foot pain in individuals with advanced medial knee osteoarthritis. <i>Gait & Posture</i> . 2018;59:83-8.
219	Santos DC-F, V. Effects of off-the-shelf foot orthoses on plantar foot pressures in patients with early rheumatoid arthritis. <i>Journal of the American Podiatric Medical Association</i> . 2014;104(6):610-6.
220	Saro CA, B.Fellander-Tsai, L.Lindgren, U.Arndt, A. Plantar pressure distribution and pain after distal osteotomy for hallux valgus. A prospective study of 22 patients with 12-month follow-up.

연번	서지정보
	Foot. 2007;17(2):84-93.
221	Saxelby JB, R. P.Bygrave, C. J. 'Low-Dye' taping on the foot in the management of plantar-fasciitis. Foot. 1997;7(4):205-9.
222	Schuh RAJ, S.Hofstaetter, S. G.Krismer, M.Trnka, H. J. Plantar loading after chevron osteotomy combined with postoperative physical therapy. Foot and Ankle International. 2010;31(11):980-6.
223	Schuh RH, S. G.Adams Jr, S. B.Pichler, F.Kristen, K. H.Trnka, H. J. Rehabilitation after hallux valgus surgery: importance of physical therapy to restore weight bearing of the first ray during the stance phase. Physical therapy. 2009;89(9):934-45.
224	Seong WSY, H. S.Sung, H. K.Kim, H. J. Characteristics of Foot Pressure Distribution with or without Partial Prosthetic Foot in Transmetatarsal Amputee. J Korean Foot Ankle Soc. 2008(1):41-6.
225	Shimoda HM, Y.Oritsu, H.Shimizu, Y.Takahashi, Y.Wakabayashi, H.Watanabe, N. Effects of forefoot arthroplasty on plantar pressure, pain, gait and disability in rheumatoid arthritis. Modern Rheumatology. 2020;30(2):301-4.
226	Simonsen MB, Hirata RP, Næsborg-Andersen K, Leutscher PDC, Hørslev-Petersen K, Woodburn J, Andersen MS. Different types of foot orthoses effect on gait mechanics in patients with rheumatoid arthritis. Journal of biomechanics. 2022;139(110496).
227	Son SMP, I. S.Yoo, J. S. Short-term effect of botulinum toxin a injection on spastic equinovarus foot in cerebral palsy patients: a study using the foot pressure measurement system. Annals of Rehabilitation Medicine. 2015;39(1):1-9.
228	Song JL, J.Austin, T.Teter, R.Oshiokpekhai, K.An, M.Tran, H.Palamarchuk, H.Pettineo, S. Does QUICK TAPE Offer Comparable Support and Off-loading as Low-Dye Taping? Journal of the American Podiatric Medical Association. 2021;111(3):01.
229	Song S, Cho N, Kim HJ. Changes in Gait Patterns after Physical Therapy in Patients with Non-specific Chronic Low Back Pain: a Pilot Study. Physical therapy rehabilitation science. 2022;11(1):105-12.
230	Stockley IB, R. P.Getty, C. J. M.Rowley, D. I.Duckworth, T. A prospective study of forefoot arthroplasty. Clinical Orthopaedics and Related Research. 1989;248:213-8.
231	Stolwijk NML, J. W.Nienhuis, B.Duysens, J.Keijsers, N. L. Plantar pressure with and without custom insoles in patients with common foot complaints. Foot & Ankle International. 2011;32(1):57-65.
232	Suh JHY, S. Y. Comparing the effects of University of California Biomechanics Laboratory and custom-made semi-rigid insole on pedobarographic parameters in pediatric flexible flat foot. Prosthetics & Orthotics International. 2023;47(6):614-20.
233	Sun YL, S.Yu, Y.Yang, Y.Lu, J.Cheng, Y.Wang, Y.Wu, J.Han, J.Yu, N. Plantar pressure-based temporal analysis of gait disturbance in idiopathic normal pressure hydrocephalus: Indications from a pilot longitudinal study. Computer Methods and Programs in Biomedicine. 2022;217(no pagination)(106691).
234	SunHae S-Y, YoonSeok-Gi, ChoiSang-Ho, LeeDu-Hyun, YoonSang-Hong, ParkGa-Hee, KimDong-Ryun, ShinJi-Eun, JeonMin-Young, KimSo-Hyeon, Kim신두철. Effects of a Pelvic-Knee Elastic Band for Inducing Pelvic Posterior Tilt on Plantar Surface, Pressure, and Spatiotemporal Gait Parameters During Standing and Walking in Adolescents with Spastic Diplegic Cerebral Palsy. Physical therapy rehabilitation science. 2025;14(1):130-8.
235	Szesz AM, K.Sibinski, M.Niedzielski, K. R. An evaluation of subtalar titanium screw arthroereisis for the treatment of symptomatic paediatric flatfeet - early results. BMC Musculoskeletal Disorders. 2023;24(1):825.
236	Tang MZ, Z.Li, C.Hu, X.Wang, L. Acute effects of athletic taping on arch deformity and plantar pressure in young female adults with flexible flatfoot. Gait & Posture. 2024;108:250-6.
237	Tang SFC, C. H.Wu, C. K.Hong, W. H.Chen, K. J.Chen, C. K. The effects of total contact insole with forefoot medial posting on rearfoot movement and foot pressure distributions in patients with flexible flatfoot. Clinical Neurology & Neurosurgery. 2015a;129 Suppl 1:S8-11.
238	Tang SFC, C. P.Lin, S. C.Wu, C. K.Chen, C. K.Cheng, S. P. Reduction of plantar pressures in leprosy patients by using custom made shoes and total contact insoles. Clinical Neurology & Neurosurgery. 2015b;129 Suppl 1:S12-5.
239	Taspinar OK, D. D.Ozdemir, F.Tuna, H.Keskin, Y.Mercimek, O. B.Sut, N.Yavuz, S.Tuna, F. Comparing the efficacy of exercise, internal and external shoe modification in pes planus: A clinical and pedobarographic study. Journal of Back & Musculoskeletal Rehabilitation.

연번	서지정보
	2017;30(2):255-63.
240	Tenten-Diepenmaat MD, J.Steenbergen, M.Huybrechts, E.Roorda, L. D.van Schaardenburg, D.Bus, S. A.van der Leeden, M. In-shoe plantar pressure measurements for the evaluation and adaptation of foot orthoses in patients with rheumatoid arthritis: A proof of concept study. <i>Gait & Posture</i> . 2016;45:45-50.
241	Torp DMT, A. C.Hubbard-Turner, T.Donovan, L. Effects of gait training with auditory biofeedback on biomechanics and talar cartilage characteristics in individuals with chronic ankle instability: A randomized controlled trial. <i>Gait and Posture</i> . 2022;95:1-8.
242	Van Lunen BC, N.Andrus, T.Walker, M.Pasquale, M.Onate, J. Immediate effects of a heel-pain orthosis and an augmented low-dye taping on plantar pressures and pain in subjects with plantar fasciitis. <i>Clinical Journal of Sport Medicine</i> . 2011;21(6):474-9.
243	van Tunen JACP, K. L.Wrigley, T. V.Metcalf, B. R.Thorlund, J. B.Hinman, R. S. Effect of knee unloading shoes on regional plantar forces in people with symptomatic knee osteoarthritis – an exploratory study. <i>Journal of Foot & Ankle Research</i> . 2018;11:34.
244	Vicenzino BM, T.Buckland, S. Plantar foot pressures after the augmented low dye taping technique. <i>Journal of Athletic Training</i> . 2007;42(3):374-80.
245	Vogt BT, G.Gosheger, G.Rolfing, J. D.Rosenbaum, D.Schiedel, F.Laufer, A.Kleine-Koenig, M. T.Theil, C.Roedl, R.Frommer, A. Subtalar Arthroereisis for Flexible Flatfoot in Children-Clinical, Radiographic and Pedobarographic Outcome Comparing Three Different Methods. <i>Children</i> . 2021;8(5):30.
246	Walters JLL, B. S.Chipchase, L. S. 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. <i>Journal of the American Podiatric Medical Association</i> . 2008;98(6):457-65.
247	Wang JQ, L.Yu, L.Wang, Y.Taiar, R.Zhang, Y.Fu, W. Effect of Customized Insoles on Gait in Post-Stroke Hemiparetic Individuals: A Randomized Controlled Trial. <i>Biology</i> . 2021;10(11):15.
248	Warmerdam EB, S.Pohlemann, T.Ganse, B. Longitudinal weight and plantar pressure distribution while standing after tibial or malleolar fractures in patients with or without fracture union. <i>Scientific Reports</i> . 2024;14(1):25117.
249	Warmerdam EO, M.Muller, M.Pohlemann, T.Ganse, B. Gait analysis with smart insoles can identify patients at risk of tibial shaft fracture nonunion as early as six weeks after surgery: longitudinal and cross-sectional study. <i>Frontiers in Bioengineering & Biotechnology</i> . 2025;13:1536738.
250	Wegener CW, K.Smith, R.Schott, K. H.Burns, J. Biomechanical effects of sensorimotor orthoses in adults with Charcot-Marie-Tooth disease. <i>Prosthetics & Orthotics International</i> . 2016;40(4):436-46.
251	Wen LW, M.Yang, H.Yang, P. Functional Exercise on Patients after Sports Meniscus Injury. <i>Revista Brasileira de Medicina do Esporte</i> . 2022;28(6):698-701.
252	Wetke EZ, B.Kofoed, H. Prospective analysis of a first MTP total joint replacement. Evaluation by bone mineral densitometry, pedobarography, and visual analogue score for pain. <i>Journal of Foot & Ankle Surgery</i> . 2012;18(2):136-40.
253	Willerslev-Olsen ML, J.Nielsen, J. B. Gait training reduces ankle joint stiffness and facilitates heel strike in children with Cerebral Palsy. <i>Neurorehabilitation</i> . 2014;35(4):643-55.
254	Wolf SIA, M.Fradet, L.Siegel, J.Braatz, F. Pressure characteristics at the stump/socket interface in transtibial amputees using an adaptive prosthetic foot. <i>Clinical Biomechanics</i> . 2009;24(10):860-5.
255	Woodburn JS, Z.Helliwell, P. S. Preliminary investigation of debridement of plantar callosities in rheumatoid arthritis. <i>Rheumatology</i> . 2000;39(6):652-4.
256	Wui NBH, O.Naicker, A. S.Yuliawiratman, B. S.Bajuri, M. Y.Naicker, M. S.Rouf, N. A. Outcome of treatment of eichenholtz stage iii charcot neuroarthropathy by using bilayer insole: A single center study. <i>Bangladesh Journal of Medical Science</i> . 2021;20(3):646-50.
257	Xu RW, Z.Ren, Z.Ma, T.Jia, Z.Fang, S.Jin, H. Comparative Study of the Effects of Customized 3D printed insole and Prefabricated Insole on Plantar Pressure and Comfort in Patients with Symptomatic Flatfoot. <i>Medical Science Monitor</i> . 2019;25:3510-9.
258	Yano KS, H.Ikari, K.Okazaki, K. Impact of joint-preserving surgery on plantar pressure among patients with rheumatoid arthritis. <i>Modern Rheumatology</i> . 2020;30(3):604-6.
259	Yesil HD, U.Toktas, H.Eyvaz, N.Ye,scedil:il, M. The effect of high intensity laser therapy in the management of painful calcaneal spur: a double blind, placebo-controlled study. <i>Lasers in</i>

연번	서지정보
	medical science. 2020;Vol.35(4):841-52p.
260	Yoon HKP, K. B.Roh, J. Y.Park, H. W.Chi, H. J.Kim, H. W. Extraarticular subtalar arthrodesis for pes planovalgus: an interim result of 50 feet in patients with spastic diplegia. Clinics in Orthopedic Surgery. 2010;2(1):13-21.
261	Yu BFC, L. W.Qiu, Y. Q.Xu, J.Yin, H. W.Li, Q. Y.Xu, W. D. Contralateral seventh cervical nerve transfer can affect the pennation angle of the lower limb in spastic hemiplegia patients: An observational case series study. Brain and Behavior. 2019;9(12):e01460.
262	Yu HL, S.Dai, P.Wang, Z.Liu, C.Zhang, H. Effects of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation on Gait and Postural Control Ability of Patients with Executive Dysfunction after Stroke. Brain Sciences. 2022b;12(9):02.
263	Yu HXL, S. H.Wang, Z. X.Liu, C. B.Dai, P.Zang, D. W. Efficacy on gait and posture control after botulinum toxin A injection for lower-limb spasticity treatment after stroke: A randomized controlled trial. Frontiers in Neuroscience. 2022a;16:1107688.
264	Zeininger AS, D.Hughes-Oliver, C.Queen, R. M. The effect of ankle osteoarthritis and total ankle arthroplasty on center of pressure position. Journal of Orthopaedic Research. 2021;39(6):1245-52.
265	Zhan QT, L.Wang, Y.Xiao, B.Shen, M.Jiang, S.Mei, R.Lyu, Z. Feasibility and effectiveness of a newly modified protocol-guided selective dorsal rhizotomy via single-level approach to treat spastic hemiplegia in pediatric cases with cerebral palsy. Childs Nervous System. 2019;35(11):2171-8.
266	Zhao RL, J.Xiao, Y.Liu, X.Wang, Y.Xu, G. Effects of Gaze Stabilization Exercises on Gait, Plantar Pressure, and Balance Function in Post-Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. Brain Sciences. 2022;12(12):09.
267	Zlobinski TS-W, A.Hartman-Petrycka, M.Blonska-Fajfrowska, B. Effect of Hallux Valgus Correction with Kinesiology Taping on Hindfoot Position. Pilot Study. Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja. 2021;23(4):295-303.

발행일 2026. 7. 31.

발행인 이 재 태

발행처 한국보건의료연구원

이 책은 한국보건의료연구원에 소유권이 있습니다.
한국보건의료연구원의 승인 없이 상업적인 목적으로
사용하거나 판매할 수 없습니다.

ISBN : 979-11-7337-209-4