

# 당뇨화 인솔개발에 관한 연구 - 인솔 재료선택에 관하여

A study of insole design for diabetic - on choice of insole material

조창익

플러그디자인

Jo, Chang-Ik

PLUG DESIGN

윤정식

한국기술교육대학교 디자인공학과

Yoon, Jung-Sik

Dept. of Industrial Design Engineering, KUT

• Key words: diabetic, insole, checklist

## 1. 서론

현대에 들어서면서 기술의 발달과 더불어 우리의 삶이 윤택해지고 있고 또한 생활의 형태가 과거의 노동집약적인데 비해 현대는 육체적 노동보다는 정신적 노동에 초점이 맞추어져 있다. 이러한 이유로 현대 성인병이라 할 수 있는 당뇨병(diabetic mellitus)이 크게 확산되어 가고 있다. 또한 당뇨병자에게 있어서 발에서 발생하는 하지절단의 중요한 계기가 되는 당뇨병성 족부병변(diabetic foot)에 대한 예방과 치료는 발의 관리가 가장 우선이라 할 수 있으며, 신발이 당뇨병을 앓고 있는 환자에게 하지절단을 예방할 수 있는 중요한 역할을 수행하고 있는가를 짐작할 수 있다. 앞에서 언급하였듯이 이러한 현상에도 불구하고 국내에서는 아직 당뇨병에 대한 연구가 부족하고 신발 설계에 대한 개념도 미비한 상태이다.

따라서 본 연구는 한국인의 체형적 특성에 맞는 당뇨병의 개발을 전제로, 중요 부분인 안창(inside, 이하 인솔이라함) 설계 및 디자인에 있어서 중요한 고려점(보행특성, 재료, 형태적 측면)중 재료의 선택 방법을 제시하고 이를 바탕으로, 디자인 적용 방법을 제시하고자 한다.

## 2. 연구목적 및 방법

본 연구의 목적은 당뇨병자를 위한 신발 개발을 전제로, 당뇨병 인솔 설계 및 디자인 적용을 목적으로 하고 있으며, 접근 방법은 문헌 연구를 통한 고려점을 바탕으로 족저압력 분포 실험을 이용한 방법을 제시하고자 한다.

## 3. 보행특성과 인솔

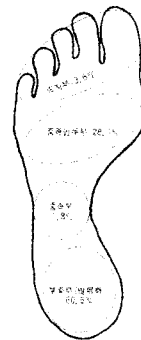
### 3-1. 인솔

신발은 크게 밀창(inside)과 갑피(upper)로 나뉘어지며, 발과 신발의 안정성 및 착용감(fitting)의 향상을 위해 삽입되는 안창(inside)은 보조재로서 다양한 재료적, 형태적 특성을 지니고 있다. 오늘날은 항균 및 충격흡수, 통기성에 뛰어난 다양한 재료들이 개발되어 그 구조와 적용 범위들이 다양화되고 특수한 목적으로 사용되는 부분도 늘어나고 있는 추세이다.

### 3-2. 보행특성과 인솔

사람의 보행특성을 보면 인간은 하루 보행거리를 8마일 본다면 보행의 보수는 1보를 3피트로 하여 14,080보가 된다. 1보마다 발로 200Lb지탱한다고 하면 하루에 740톤을 한 쪽 발이

지탱하는 셈이다. 그러나 걸을 때 발바닥 어느 부분이 가장 강하게 닿느냐에 따라 체중의 충격도 그 부위에 가장 강하게 나타나게 된다. 보행충격은 각 보행에 따른 뒷굽의 충돌충격으로 신체의 척추를 통해 전율적인 파동을 준다. 이는 이와 같은 충격을 감소시키거나 흡수하기 위한 신발 발바닥의 쿠션의 중요성을 지적케한다. 특히 기립시 정상 상태에서의 족저부 체중 부하 부담은 그림1.에서 보는 것처럼 후족부에 미치는 압력은 전족부(족지부, 종족골두부)의 2.6배에 이르고, 보행시는 기립시와는 달리 다른 요소들이 작용하기는 하지만 전족부보다 약 3배의 역할을 하는 것으로 알려져 있다.



<그림 1> 기립시 체중 부하 부담을

이러한 보행특성을 고려해 볼 때 당뇨병자에게서의 발 압력의 분산은 중요한 요소이다. 당뇨병자에게서 최고 압력이 10kg/cm<sup>2</sup>(약1200kPa) 이상일 때 괴양 발생 가능성이 높아진다는 보고도 있지만 압력이 650kPa일 경우 괴양 발생의 위험성이 6배 가량 증가하고 작은압력(약 400kPa)에서도 괴양의 발생한다는 보고도 있다.

따라서 당뇨병자를 위한 인솔 설계에서의 압력의 분산이 가장 중요한 요소이며 이러한 압력분산을 위한 밀창과 인솔의 설계에서 재료와 형태는 중요한 요인으로 작용한다.

### 3-3. 인솔 재료의 선택

신발에서의 재료의 변천은 꾸준히 이루어져 오고 있으며 현재는 다양한 재료들이 활용되고 있다. 특히 요즘은 항균 및 충격흡수 등 첨단 재료들이 적용되고 있다. 앞에서도 언급되었듯이 당뇨병자에게 있어서 족저 압력의 분산은 당뇨병성 족부병변의 방지를 위해 필수 요소이며 이를 위한 재료의 선택의 문제는 중요하다.

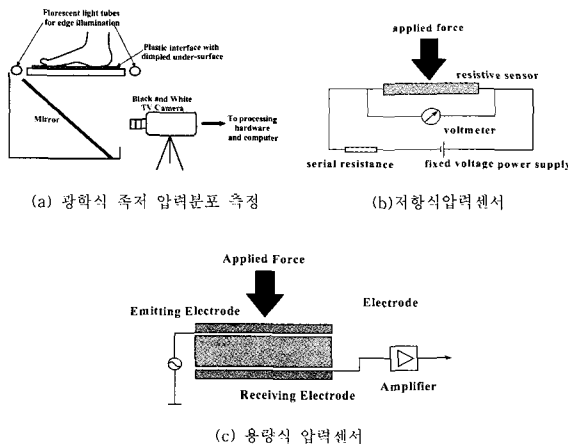
당뇨병자를 위한 신발에서 현재 사용되는 인솔 재료로는 폴리 에틸렌 폼, 코폴리머 폼과 결합형, 점탄성, 우레탄 폴리머와 합성 플라스틱, 합성폴리머 등이 있다. 이러한 인솔 재료들은 각각의 특성을 지니고 있으나 각 재료의 선택은 단독적으로 이루어지지 않으며 외부요소(밀창, 화형, 갑피 프로파일)에 따라 그 선택은 달라진다.

그러나 인솔 재료 선택에 있어서 공통적으로 적용되는 고려

요소는 ①충격흡수, ②압력분산, ③통기성, ④항균성, ⑤무게, ⑥안정성, ⑦무게 이며 이러한 고려 요소를 통한 재료의 선택은 필수적이다. 그리고 이러한 재료를 바탕으로 인솔의 형태와 재료의 사용 부위의 설정을 통해 설계 및 디자인이 이루어져야 한다.

#### 4. 족저압력 분포 실험과 인솔설계

족저압력 분포실험은 보행 및 직립시 발바닥에 미치는 압력을 산출해내는 실험방법으로, 지면 반발력 또는 압력 분포를 측정하기 위해서 <그림2>와 같은 여러 방법들이 이용되고 있는데, 스트레인케이지(Dall, 1984), 압전식 방법(Henning et al, 1982), 광학적 방법(Arcan and Brull, 1976), 저항식 방법(Kadaba, 1985), 용량식 방법(Allinger et al, 1988) 등이 있다.



<그림 2> 각종 족저압력측정 센서

특히 이러한 족저압력 분포 측정 실험은 정상인보다는 특정한 상태, 질환을 가진 환자들에게 유용하다. 이러한 환자들은 정상인에 비해 잘 전체 또는 일부분에 상이한 하중분포 특성을 지니고 있으며, 당뇨병환자의 경우 이러한 하중분포의 특성에 따라 의학적 처방이나 예방적 차원의 조치를 할 수 있기 때문이다. 이러한 예방적 차원에서의 당뇨화는 필요하고 이러한 당뇨화 설계에서 인솔 재료의 선택은 큰 영향을 끼칠 수 있다.

#### 5. 족저압력 분포 측정 실험

##### 5-1. 실험목적

인솔소재에 따른 족저압력 분포의 실험을 통해 족저 부위별 압력을 측정하고 비교하여 인솔 재료 선택에 적용함을 목적으로 한다.

##### 5-2. 실험방법

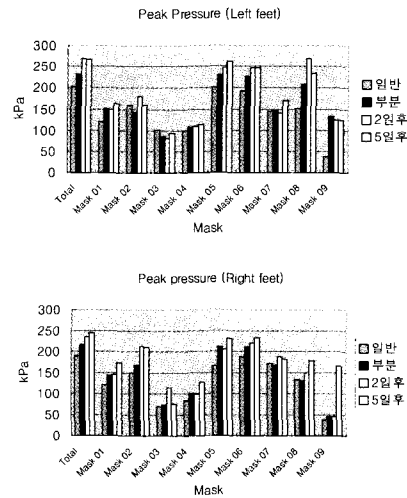
정상인 피험자 1인은 평소 자신이 즐겨신던 신발에 일반 인솔(EVA 계열)을 삽입한 경우와, 인솔의 일부분에 폴리에틸렌 계열 소재를 채운 인솔을 삽입하여, 착용 직후, 착용 2일 후, 착용 5일 후의 족저 압력을 측정한다.

#### 5-3. 실험재료

족저압력분포 실험의 실험재료로는 일반 인솔(eva 계열)과 인솔의 일부분에 폴리에틸렌 계열 소재를 채운 인솔 두 가지를 가지고 진행하였다.

#### 5-4. 실험결과

족저압력분포 측정 실험을 통해 특정부위의 소재를 채운 인솔과 일반 인솔과의 압력분포 차이를 분석하였다. <그림3>의 그래프는 한 피험자의 압력분포 데이터를 분석한 자료이다.



<그림3> 실험분석자료(peak pressure-left, right)

#### 6. 결론

신발에서의 인솔(insole)은 신발 설계에 있어서 중요한 요소이다. 더욱이 일반인이 아닌 당뇨라는 질병을 가진 환자에게는 특수한 상황에서 질병의 보호와 예방이라는 차원까지 확대 해석할 수 있다. 앞서도 언급했듯이 당뇨환자를 위한 신발이라는 분야에서의 연구는 아직 미비한 실정이며 이미 진행되었던 연구나 내용들도 모두 외국인의 신체에 기준을 두고 있으므로 한국인에 맞는 데이터들이 더욱 요구되어 지는 상황이다. 앞에서 언급했듯이 신발의 인솔 설계에 있어서 재료의 선택은 이론적 근거를 바탕으로 많이 이루어지고 있으나 많은 변수를 지니고 있어 실험을 통해 정확한 데이터를 추출하기란 어렵다. 또한 실험 데이터 또한 각 실험인자들의 비교 데이터이므로 절대값이 아닌 상대적 평가가 이루어지므로 정확한 데이터를 찾아내기 위한 연구가 선행되어야 할 것이다.

#### 참고문헌

- 이경태, 당뇨병성 족부질환, 이경태, 최신의학사, p58,59, 2000.
- Library and O'Neal's The diabetic foot-6th ed., Mosby., 164~172, 2001.
- Rebecca L.Craik et al, Gait Analysis, Mosby, 1994.
- 이종철, 제화공업학 개론, 도서출판글로벌, 2000.