한국전문물리치료학회지 제9권 제1호
KAUTPT Vol. 9 No. 1 2002.

한센병 환자의 족저궤양과 최대 족저압력과의 관계

정도영
연세대학교 보건과학대학 재활학과
박경희
원주기독병원 재활의학과
이강성
순천향대학교 대학원 환경보건학과

Abstract

Relationship Between Plantar Foot Pressures and Plantar Ulceration in Patients With Hansen's Disease

Jung Do-young, B.H.Sc., P.T.
Dept. of Rehabilitation Therapy, The Graduate School, College of Health Science Yonsei University
Park Kyoung-hee, M.Sc., P.T.
Dept. of Rehabilitation, Wonju College of Medicine, Yonsei University
Lee Kang-sung, M.Sc., P.T., C.P.O.
Dept. of Environmental Health Science, The Graduate School, Soonchunhyang University

Foot ulceration results in substantial morbidity in patients with peripheral neuropathy. The purpose of this study was to find the relationship of plantar foot pressures during walking to plantar ulceration in patients with Hansen's disease. The subjects were recuruited from two Welfare Clinic for Hansen's disease in Wonju and Uiwang city. Ten subjects (5 females, 5 males) with plantar ulceration and a mean age of 63 years were evaluated in this study. The mean duration of Hansen's disease in these subjects was 30 years. Plantar pressures were measured during self-selected comfortable walking speed by using MatScan system. Three subjects had plantar ulceration under the first metatarsal head. Five subjects had plantar ulceration under the second and third metatarsal head. Two subjects had plantar ulcers under the fifth metatarsal head. Eight of 10 subjects had plantar ulceration at highest pressure point that measured during walking. This result suggests that the abnormal high plantar pressure could be related factor to plantar ulceration in patients with Hansen's disease. Also the foot pressure measurement may be useful to evaluate the risk of plantar ulceration in patients with Hansen's disease.

Key Words: Hansen's disease; Peak plantar pressure; Peripheral neuropathy; Plantar ulceration.

Ⅰ. 서론

한센병(Hansen's disease)은 만성 전염성 면역질환이며, 저항력이 없거나 약한 체질 즉 감수성 체질을 가진 사람에게 나균이 침입하여 감염되며 약 3~7년의 잠복기를 거쳐서 임상적인 증세가 발현된다. 2000년 한센병 관리사업지침에 의하면 세계적으로 약 10,600,000명이 살고 있으며, 우리 나라의 2000년말 기관등록자수는 18,290명이고 매년 그 수가 감소하는 추세이다(국립보건원, 2001). 나균(microbacterium laprae)이 1차적으로 침범하는 곳은 말초신경이며, 2차적으로 피부와 때로는 기타조직 특히 눈, 상기도 점막, 근육, 골 및 고환 등을 침범한다(김도일, 1988).

나균이 1차적으로 말초신경을 침범하면, 운동신경과 감각신경 그리고 교감신경까지 침범하여 근력의 약화 및 근 위축, 감각저하 및 소실, 발한 감소가 특히 상지와 하지의 말단부인 손과 발에 주로 발생한다. 교감신경 손상으로 인한 발한 감소는 피부 각질화를 유발하여 갈라지기 쉽게되어 감염을 일으키게 한다. 운동신경마비로 인해 손발의 근력 감소와 손과 발의 내재근(intrinsic muscle) 위축은 손가락과 발가락의 구축을 일으켜 칼퀴발(claw toe), 망치 발가락(hammer toe)등과 같은 기형을 초래한다. 그리고 감각신경마비로 인해 통증감각 소실을 일으킨다. 결국 한센병은 당뇨병성 신경증(diabetic neuropathy)의 경우와 같이 족부의 감각 손실뿐만 아니라 발의 기형으로 특정 부위에 압력이 집중되어 족저부에 상처를 유발하고, 이 상처가 지속적인 압력을 받게 되면 조직의 궤사(necrosis)가 진행되어, 결과적으로 절단이라는 극단적인 처치가 필요하게 된다(Pecoraro 등, 1990).

족부질환과 족저압력에 대한 선행연구들 중에 당뇨병 환자의 족저궤양에 관련한 연구들이 많았다. 그 중 Veves 등(1992)은 전향적 연구에서 86명의 당뇨병 환자를 평균 30개월 동안 추적 관찰하였는데 이중 15명에서 족부 병변이 발생하였고 이들 모두에서 초기 족저압력 측정결과 과도하게 높은 족저압력을 보였으며, 초기에 과도하게 높은 족저압력을 보였던 환자의 35%에서 족저궤양이 발생하여 높은 족저압력은 향후 족저궤양의 발생과 밀접한 관계가 있음을 보고하였다. Valerie 등(2000)도 말초신경증 환자에 있어서 궤양을 불러일으키는 주요 원인으로 과도한 족저압력을 꼽았다. 여러 연구자들은 다양한 실험을 통해 당뇨병 환자의 경우 높은 족저압, 과도한 굳은 살(callus)의 형성, 족부 관절가동범위의 저하, 균형감각의 소실에 의한 보행이상, 족부기형, 감염, 족부 연부조직의 위축 등 여러 가지 요인에 의해 발생한다고 보고했다(Devaka 등, 1991; Frag 등, 2001; Reiber 등, 1999).

이전 연구에서는 선진국에서 많이 발병하는 당뇨병 환자의 족저궤양에 미치는 다양한 원인에 대해서 연구가 되어진 반면, 한센병 환자들은 아시아 및 아프리카 등지의 낙후된 나라에서 발병하기 쉽기 때문에 이에 대한 연구가 부족한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 족저궤양이 있는 한센병 환자를 대상으로 최대 족저압력 위치와 족저궤양 위치와의 상관성을 알아봄으로써 족저압력 측정이 족저궤양의 예방 및 치료에 필요한 평가도구로써의 활용성을 알아보고자 실시하였다.

Ⅱ. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 강원도 원주시에 소재한 복지의원과 경기도 의왕시 성라자로 마을에서 한센병으로 진단을 받은 환자 가운데 족저 궤양으로 치료를 받고 있는 남·여 각각 5명씩 환자 총 10명을 대상으로 하였다. 대상자의 평균 연령은 62.7세, 체중은 61.7 ㎏ 이었으며, 한센병이 발병한 기간은 29.7년, 족저궤양이 발생한 기간은 12년이었다(표 1). 각 대상자에게 실험에 대한 충분한 설명을 한 다음

표 1. 연구대상자의 일반적 특성 (N=10)

특성	평균±표준편차	범위
연령(세)	62.7±8.5	50～78
체중(㎏)	61.7±6.7	50～71
한센병 발병 기간(년)	29.7±17.9	8～52
족부궤양 발생기간(년)	12.0±8.5	2～25

자발적인 동의를 얻었다.

2. 측정도구 및 실험방법

먼저 연구대상자들의 궤양의 위치를 파악하기 위하여 양말을 제거하고 궤양의 위치를 파악한후 디지털 카메라로 촬영하였다. 입각기 동안 대상자의 궤양 부위에 가해지는 최대 압력을 보기 위해 matrix 형태의 저항식 압력 센서인 MatScan system[1)]을 사용하였다. 압력 센서의 너비는 702,597 ㎟(8,382 ㎜ × 8,382 ㎜)이며 센서는 가로 44개, 세로 52개로 구성되어 있다(MatScan user manual). Tekscan 압력 센서의 오차범위는 300 kPa 이하의 압력에 대해서 최대 20%이나 압력이 작은 경우(100kPa 이내)에는 약 8%이다(정진호 등, 2000). 압력 분포는 Tekscan의 상용 프로그램을 이용하여 40 frame/sec로 자료를 수집하였다. 6 m의 평평한 실내에 MatScan 압력 판을 가운데 위치시켰다. 대상자의 발에 양말만 착용한 상태에서 각 대상자에게 편안한 보행속도로 궤양이 있는 쪽의 발이 MatScan 압력 판 위를 지나도록 지시하였다. 총 3번 실시하여 평균값을 대표값으로 사용하였다. 궤양 부위의 최대 족저압력을 수치화하기 위해 F-scan TAM 4.19 프로그램(HanCit I.T.M. Co. Ltd)을 사용하여, 그 결과를 ASCII 형태로 전환하여 분석하였다.

Ⅲ. 결과

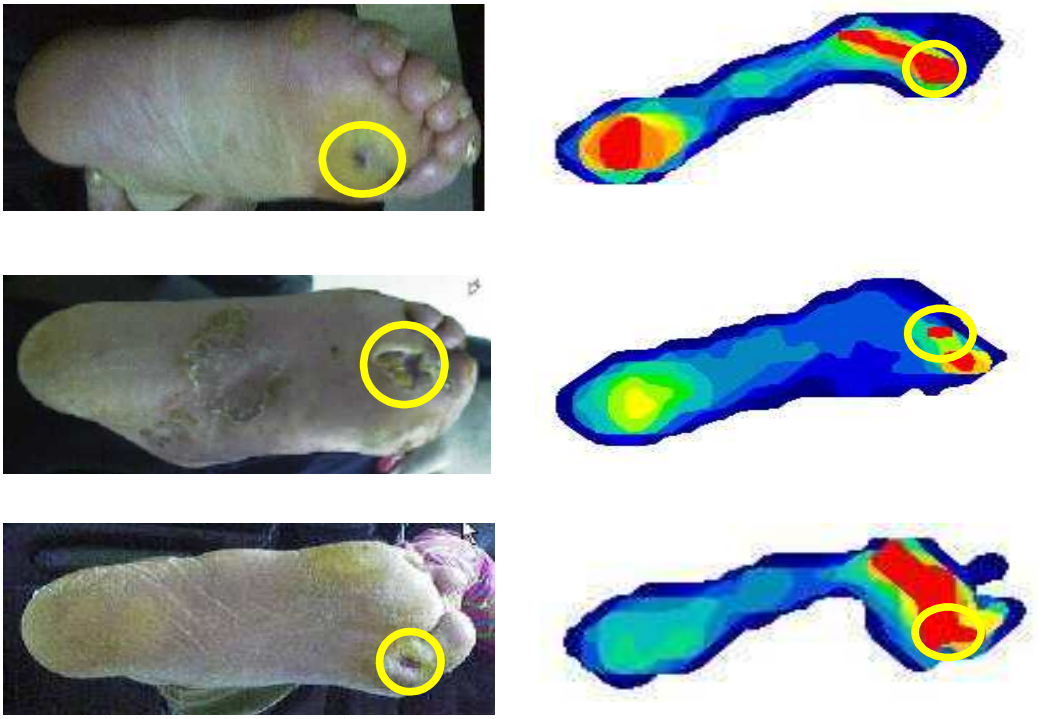
10명의 대상자 가운데 양측 발 모두 족저궤양이 있는 환자는 3명, 오른쪽 발에만 궤양이 있는 환자는 2명, 왼쪽 발에만 궤양이 있는 환자는 3명으로, 총 13개의 발을 검사하였다. 양측발 모두 족저궤양이 있는 환자는 오른쪽발만 측정하였다. 그림 1은 디지털 카메라로 촬영한 대상자들의 궤양 부위와 MatScan system에서 나타난 최대 족저압력 부위를 대치시킨 그림이다. 10명 중 8명에서 족저궤양의 위치와 최대 족저압력이 발생하는 부위가 일치하였다.

대상자 가운데 200 kPa이상의 최대 족저압력을 보이는 발은 8개로, 가장 높은 경우 254 kPa의 최대 족저압력을 나타냈다. 두명의 경우 200 kPa 미만의 최대 족저압력을 나타냈다(표 2).

Ⅳ. 고찰

이 연구는 족저궤양이 있는 한센병 환자를 대상으로 족저궤양의 위치와 최대 족저압력과의 관련성을 알아보기 위하여 시행하였다. 족저궤양의 중요한 요인은 당뇨성 신경증(diabetic neuropathy), 한센병에 의한 말초신경증(peripheral neuropathy), 발의 구조적인 기형, 그리고 말초혈관질환등이 있다. 원인을 감별하는 방법으로는 세심한 이학적 검사, monofilament 검사. 혈관장애 검사 등이 있다. 발위생에 관한 환자 교육, 세심한 발관리, 그리고 적절한 신발을 제공함으로써 궤양형성을 방지할 수 있으며, 조기에 궤양을 감지하거나 치료를 하게 되면 절단의 85%를 예

1) Tekscan Inc. USA



1) 디지털 카메라로 촬영한 궤양위치(원) 2) Matscan에 의한 최대족저압력 발생위치(원)

그림 1. 궤양위치에 따른 족저압력 분포

표 2. 각 대상자의 궤양 위치에 따른 최대 족저압력 (단위: kPa)

대상자	궤양 위치	최대 족저압력 위치	최대 족저압력
1	1 MTH(R)	1 MTH	229
2	1 MTH(R)	1 MTH	209
3	2, 3 MTH(L)	2, 3 MTH	254
4	2, 3 MTH(R)	1 MTH	228
5	5 MTH(R)	2, 3 MTH	171
6	1 MTH(R)	1 MTH	222
7	5 MTH(R)	5 MTH	181
8	2, 3 MTH(L)	2, 3 MTH	221
9	2, 3 MTH(R)	2, 3 MTH	221
10	2, 3 MTH(L)	2, 3 MTH	222

R: right foot, L: left foot, MTH: metatarsal head

방할 수 있다고 보고되었다(Amstrong과 L avery, 1998).

Bett 등(1980)은 동적 족저압력을 측정하는데 있어서 시간에 따른 발의 각 부분에 대한 족저압력의 변화를 시간에 대한 백분위 곡선을 이용해 분석했고, 족저압력의 분석에는 부위별 최대압력, 압력분포, 힘-시간 적분(force-time integral), 압력-시간 적분(pressure-time integral) 등의 여러 가지 많은 변수들이 사용되고 있다고 보고하였다. 그 중 최대 족저압력에 미치는 요소로써는 말초신경병증과 말초혈관 질환의 발생여부가 가장 중요하고 그로 인한 족부 관절가동범위의 저하, 과도한 굳은 살(callus)의 형성, 균형감각의 소실에 의한 보행이상, 족부기형, 감염, 족부 연부조직의 위축 등의 여러 가지 요인들이 있다고 보고한다(Devaka 등, 1991; Frag 등, 2001; Reiber 등, 1999).

Armstrong 등(1998)은 정상인 149명과 당뇨환자 70명의 족저압력을 측정한 결과 정상인의 경우 최대 족저압력이 62.7±24.4 N/㎠인데 반해 당뇨성 발 궤양이 있는 경우 최대 족저압력이 83±24.7 N/㎠이었으며, 궤양유무를 판단하는 임계압력으로 70 N/㎠을 제시하였다. 그러므로 말초신경 병변이 있거나 발기형이 있는 환자의 족저궤양 예방과 치료는 최대 족저압력을 줄이는데 중점을 두어야 한다고 한다(Lavery 등, 1997). Frykberg 등(1998)은 다양한 당뇨병 집단(백인, 흑인, 스페인)을 대상으로 족저압력을 측정하였는데 높은 족저압력과 신경병증은 궤양과 밀접한 연관이 있으며, 백인의 경우 다른 집단과 비교할 때 관절가동범위가 궤양의 예후에 미친다고 하고, 60 N/㎠이상의 발바닥 압력을 받는 환자들에 있어서 궤양이 약 2배 더 발견된다고 보고하였다. 위 두 경우의 문헌에서 말하는 임계압력이 다르게 제시된다. 이는 수직 족저압력(vertical plantar pressure)은 궤양의 유무와 그 상관 관계는 높으나 절대적인 임계압력을 정의하기는 어려운 실정이다. 왜냐하면 족저압력 못지 않게 전단력(shear force)이 발바닥의 궤양을 유발하는데 있어서 중요한 원인이기 때문이다(Jacqueline 등, 1995).

본 연구에서도 10명중 8명에서 족저궤양의 위치와 최대 족저압력 위치가 동일하였다. 그리고 상이한 위치를 보이는 2명의 대상자는 궤양보다는 족부기형, 굳은 살, 신발 등의 다른 외적인 요인 때문이라고 사료된다. 그리고 10명 모두 족부궤양의 위치가 중족골두 하부에 위치하였는데 이에 대한 병리적 가설은 신경병증과 연부조직 변형에 의해서 족부변형이 중족골 부위에 가장 먼저 발생하고 이러한 변형으로 과도한 압력이 초래되어 족부궤양이 발생한다는 것이다(Boulton, 1996).

전족부의 압력을 줄이기 위한 방법으로 캐스팅, Insole, Rocker shoe 등이 사용되고 있는데, 캐스팅(total contact casting: TTC)을 사용했을 때 제 5중족관절에서 32%, 제 4중족관절에서 63%, 엄지발가락에서 65%, 발뒤꿈치에서 45%의 족저압력이 감소된다고 하나 이는 수직 족저압력은 줄었지만, 전단력 또한 족저궤양에 중요한 역할을 하므로 더 나아가 캐스팅이 전단력에 미치는 영향에 대해서 선행연구가 필요하다고 하였다.(Jacqueline 등, 1995)

앞으로의 연구에서는 더 많은 한센병 환자를 대상으로 캐스팅, insole 같은 치료적인 신발을 이용하여 착용전·후의 효과를 비교분석하고 더 나아가 전단력을 측정하는 장비를 이용하여 전단력과 족저궤양과의 관계를 알아보는 연구가 필요할 것이다.

Ⅴ. 결론

이 연구는 족저궤양이 있는 한센병 환자를 대상으로 보행 시 족저궤양의 위치와 최대 족저압력 위치와의 관계를 알아보기 위해 실시하였다. 족저압력을 측정하기 위해 MatScan system을 이용하였고, 측정 후 최대 족저압력을 보이는 곳을 수치화하고 표시하여 족저궤양 위치와의 관계를 알아보았다. 연구결과

로 대상자 10명 중 8명에서 궤양의 위치와 최대 족저압력의 위치가 동일하였다. 대상자 가운데 200 kPA이상의 최대 족저압력을 보이는 발은 8개로, 가장 높은 경우 254 kPA의 최대 족저압력을 나타냈다.

이상의 결과로 볼 때 족저궤양이 있는 한센병 환자에서 보행 시 족저 압력측정은 족저궤양의 예방 및 치료 시 유용하게 활용될 수 있을 것이다. 또한 족저압력 평가는 비정상적으로 높은 족저압력을 감소시키기 위한 보조기 제작 시 유용한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

인용문헌

김도일. 한센병 임상학. 유림. 1988

정진호, 이기원, 김영호. 압력분포 측정시스템의 개발. 대한의용생체공학회. 2000;2:213-218.

Amstrong DG, Lavery LA, Diabetic foot ulcer: Prevention, diagnosis and classification.Am Fam Physician. 1998;57(6):1325-1332.

Armstrong DG, Peters EJ, Athanasiou KA, et al. Is there a critical level of plantar foot pressure to identify patients at risk for neuropathic foot ulceration? J Foot Ankle Surg. 1998;37(4):303-307.

Betts RP, Franks CI, Duckworth T. Analysis of pressure and loads under the foot part 2: Quantitation of the dynamic distribution. J Clin Phys Physiol Meas. 1980;1:113-124.

Boulton, AJ. The pathogenesis of diabetic foot problems: An overview. 1996;13:S12-S16.

Devaka JS, Ewan A, Veves A, et al. Relationship of limited joint mobility to abnormal foot pressures and diabetic pressures and diabetic foot ulceration. Diabetes Care. 1991;14(1):8-11.

Frag A, Robert J, Carine HM, et al. Plantar tissue thickness is related to peak plantar pressure in the high-risk diabetic foot. Diabetes Care. 2001;24:1270-1274.

Jacqueline J, Lawrence W, Hongsheng Zhu, et al. Plantar pressure with total contact casting. J Rehabil Res Dev. 1995;32(3):205-209.

Lavery LA, Armstrong DG, Vela SA, et al. Reducing plantar pressure in the neuropathic foot. Diabetes Care. 1997;20:1706-1710.

Frykberg RG, Lavery LA, Pham H, et al. Role of neuropathy and high foot pressures in diabetic foot ulceration. Diabetes Care. 1998;12(10):1717-1719.

Pecoraro RE, Reiber GE, Burgess EM. Pathways to diabetic limb amputation: Basis for prevention. Diabetes Care. 1990;13(5):153-521.

Reiber GE, Vileikyte L, Boyko, EJ, et al. Causal pathways for incident lower-extremity ulcers in patients with diabetes from two settings. Diabetes Cares. 1999;22(1):157-162.

Valerie E, Michael J. David R. Timing of peak plantar pressure during the stance phase of walking. J Am Podiatric Med Assoc. 2000;90(1):18-23.

Veves A, Murray HJ, Young MJ, et al. The risk of foot ulceration in diabetic pationts with high foot pressure: A prospective study. Diabetologia. 1992;35:660-663.