

보행 중 입각기 시 정상 성인과 편마비 환자의 환측과 건측의 족저압 분포 비교

윤향운·이상열¹·이현민²

고려대학교 사회체육대학원, ¹대구대학교 대학원 물리치료전공, ²한국국제대학교 물리치료학과

The Comparison of Plantar Foot Pressure in Normal Side of Normal People, Affected Side and Less Affected Side of Hemiplegic Patients During Stance Phase

Hyang-woon Yoon, PT, Sang-yeol Lee, PT, MS¹, Hyun-min Lee, PT, PhD²

Korea University Graduate School of Biomedical Science

¹*Major in Physical Therapy, Graduate School, Daegu University*

²*Department of Physical Therapy, International University of Korea*

<Abstract>

Objects : The purpose of this study is to investigate the values of foot pressure of the stance phase during a gait cycle in hemiplegic gait.

Method : 42 patients who had a stroke and 42 healthy adults were evaluated by the RSscan system to analyze the stance phase of hemiplegic gait. The stance phase was evaluated as plantar foot pressure.

Results : 1) Foot plantar pressure of toe area, affected side and less affected side showed low distribution of the plantar foot pressure which is lower than plantar foot pressure of normal adults($p < 0.05$).

2) Foot plantar pressure of metatarsal area, showed significantly differences among hemiplegic patient's affected side and less affected side and distribution of plantar foot pressure of normal adults($p < 0.05$).

3) Foot plantar pressure of heel area, hemiplegic patients' affected side and less affected side showed lower distribution of the plantar foot pressure than plantar foot pressure of normal adults($p < 0.05$).

Conclusion : The results of this study suggest that not only affected side but also less affected side in hemiplegic patients showed significantly differences in distribution of the plantar foot pressure of normal adults.

Key Words : Plantar foot pressure, Hemiplegic patient, Gait

I. 서 론

보행은 인체의 이동을 위한 가장 기본적인 운동으로 대부분의 생활은 인체의 이동을 전제로 한다. 인간의 신경계와 근골격계 등이 통합적으로 사용되는 과정으로, 많은 골격근이 상지와 하지의 여러 관절과 상호협력을 통해, 몸을 일정한 방향으로 속도를 유지하면서 움직이는 협응된 교대운동이다(Perry, 1992). 정상적인 보행을 수행하기 위해서는 기립 시 신체의 중심점이 정중선상에 있고, 발바닥에서부터 측정하여 신장의 약 55% 정도, 즉 제 2 천추체 전면에 위치하고 있어야 한다(배성수 외 45인, 2006). 이러한 신체의 중심은 보행 시 각 관절에서 속도와 상관없이 보행 주기에 맞추어 연속적으로 일정한 패턴의 관절각도 변화를 나타내 최소에너지 소모로 보행을 가능하게 한다(Perry, 1992). 부하의 조건에 따른 에너지 소모는 부하가 신체의 중심에 가까워질수록 줄어든다(Abe 등, 2008).

보행에 있어 발은 인간에게 가장 중요한 이동 수단 이 되고, 지지하는 지면과 맞닿는 인체의 유일한 부위이며 모든 체중 부하에 중요한 역할을 한다. 또한 발은 보행 시 체간 이동에 필요한 추진력을 제공할 뿐만 아니라, 이 때 발생하는 물리적 충격을 흡수하며 불규칙한 지면에 적응하는데 기여한다(Saltzman과 Nawoczenski, 1995). 또한 인간의 직립 자세는 발에 의해 제공되는 비교적 작은 기저면 위에서 높은 압력중심을 유지해야 하기 때문에 본질적으로 불안정하다(Winter, 1995). 이러한 불안정성을 보완하기 위하여 허리 근육과 다리 근육의 활성화에 의해 직립 또는 보행 시에 안정성을 제공하게 된다. 그리고 불안정한 상태에서 수의적인 움직임을 할 때 자세 조정은 복잡하고, 많은 근육들을 사용하며, 높은 근육 활성도를 보인다(Aruin과 Latash, 1998).

특히 편마비 환자에게 있어 독립적인 생활에 기분이 되는 보행에 큰 영향을 받게 된다(김봉욱 등, 1996). 정상 보행은 정상적인 항중력근의 긴장과 상호 교대적이고 잘 조화된 운동의 형태로 나타나게 된다. 그러나 편마비 환자는 경련과 신경의 상호 지배 능력이 제한되어 환측 하지의 족하수, 첩내반, 전반슬, 슬관절이 굴곡되지 않는 보행 형태가 특

적인데 이것을 보상하기 위해 몸통의 바깥쪽 굽힘과 회선 보행 등 비정상적인 보행 형태가 나타나게 된다(Perry, 1992). 이러한 편마비 환자의 보행은 비효율적인 동작 양상과 안정성 감소, 부적절한 자세에 의한 통증의 이유로 보행을 하는데 어려움을 가지게 된다. 또한 이러한 이유로 인하여 보행 속도의 감소, 입각기 시간의 감소, 체중 부하 감소, 유각기 시간의 증가 등이 생겨난다(홍대중 등, 1998).

이러한 특징적인 편마비 환자의 보행 양상을 분석하는데 흔히 시-공간적 측정, 운동 형상학, 운동역학, 동적근전도 등이 많이 사용되었다. 하지만 이러한 여러 가지 방법 중에서 보행 중 편마비 환자의 족저압 분석에 대한 연구는 그리 흔치 않았다.

본 연구의 목적은 편마비 환자의 보행 시 환측과 건측 그리고 정상 성인과의 족저압을 비교하여 편마비 환자의 보행 시 족저압의 문제점을 밝히고 이를 물리치료 시 보행 운동을 시키기 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

정상인 그룹은 20대의 신체 건강한 남녀로 신경학적인 병력이 없고 보행에 문제가 없는 성인 42명으로 하였고, 편마비 환자 그룹은 유병 기간이 6~12개월의 환자를 대상으로 하였으며, 보행 보조 도구 없이 10m 독립 보행이 가능한 환자로 실시하였고 실험 전 모든 대상자들에게 실험에 대한 자세한 설명 후 동의를 받았다.

2. 실험도구

본 연구에서 정상 성인과 편마비 환자의 환측과 건측의 족저 압력 차이를 알아보기 위하여, 보행 시 입각기 동안 가해지는 족저 압력을 측정하기 위해 2m 길이의 Plate형태인 RS-scan system(RS scan Ltd., German)을 사용하였다. RS-scan system은 2m의 Plate 위를 보행하는 동안 보행의 분석과 영역별 최고 압력, 최고 힘 그리고 체중 이동 경로를 분석

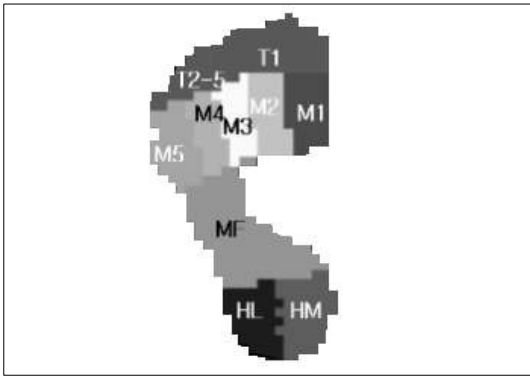


Fig 1. 10 areas of foot plantar pressure in this study

하는 장비이다(Blanc 등, 1999). 족저 영역은 10개 (T1(Toe 1), T2-5(Toe 2-5), M1(Metatarsal 1), M2(Metatarsal 2), M3(Metatarsal 3), M4(Metatarsal 4), M5(Metatarsal 5), MF(Midfoot), HM(Heel medial), HL(Heel lateral))로 나누어져 있으며, 각각의 영역은 다음 그림과 같다(Fig 1). 보행 시 압력 분포는 RS-scan system의 상용 프로그램인 footscan 7 gait 2nd generation을 이용하여 126 frame/sec로 자료를 수집하였다.

3. 실험방법

정확한 족저 압력을 측정하기 위해 보행 시작 전 대상자의 체중을 측정하여 프로그램에 입력하고 압력 측정관위에서 움직임 없이 양발로 서도록 하여 각 대상자의 체중을 보정하였다. 편안한 자세에서 2m의 족저 압력 판 위를 걷도록 하였다. 자료 처리를 위해 정상 성인은 2번째 왼발의 족저 압력값을 사용하였고, 편마비 환자는 2번째 보행 주기 동안 나타나는 환측과 건측의 압력값을 측정하였다. 각각의 조건에서 측정은 3회 실시하여 평균값을 사용하였다.

4. 분석 방법

각각의 상태에서 수집된 족저 압력값은 3회를 측정하여 평균값을 대표값으로 사용하였다. 각각의 상태에서 족저압력 값을 비교하기 위해 일원분산분석

(one-way ANOVA)을 사용하였고 사후검정으로 LSD를 이용하였으며, 통계학적 유의성을 검정하기 위해 유의수준 α 는 0.05로 하였다. 본 연구에서의 모든 자료는 평균 및 표준 오차로 제시하였고, 자료 통계 처리는 상용통계프로그램인 윈도우용 SPSS version 12.0을 이용하였다.

III. 결 과

1. 연구 대상의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 대상자는 총 84명으로 정상 그룹 42명, 편마비 환자 그룹 42명으로 실시하였다. 정상 그룹의 평균 연령은 24.52세, 신체 체질량 지수(Body Mass Index, BMI)는 23.31이었고, 편마비 환자 그룹의 평균 연령은 58.87세, 신체 체질량 지수는 22.03이었다.

2. 보행 중 편마비 환자의 환측, 건측과 정상 성인의 족저압 분포 비교

1) 발가락 영역

Toe 1 영역은 정상 성인 14.52 N/cm², 환측 10.72 N/cm², 건측 17.8 N/cm²로 환측과 건측 사이에서만 통계적 유의성을 보였고($p < .05$), Toe 2-5 영역은 정상 성인 4.04 N/cm², 환측 1.85 N/cm², 건측 5.53 N/cm²으로 환측이 건측과 정상 성인에 비하여 적은 압력 분포를 보였으며, 이는 통계적으로 의미 있는 차이였다($p < .05$)(Table 1).

2) 발허리 영역

M 1 영역은 정상 성인 12.63 N/cm², 환측 4.91 N/cm², 건측 12.53 N/cm²로 환측의 압력이 정상 성인과 건측에 비하여 감소되는 유의한 차이를 보였다($p < .05$). M 2 영역은 정상 성인 36.87 N/cm², 환측 9.97 N/cm², 건측 18.28 N/cm²으로 환측, 건측, 정상 성인 모두에서 서로간의 통계적 유의성을 보였다($p < .05$). M 3 영역은 정상 성인 47.12 N/cm², 환측 14.45 N/cm², 건측 22.93 N/cm²으로 세 그룹 모두에서 그룹 간 유의한 차이를 보였다($p < .05$). M 4 영역에서는

Table 1. Comparison of plantar foot pressure in normal side of normal people, affected side and less affected side of hemiplegic patients

Zone	normal side (mean±SE)	affected side (mean±SE)	less affected side (mean±SE)	p
Toe 1	14±1.52	10.72±1.50	17.8±2.21	.021*
Toe 2-5	4.04±0.61	1.85±0.43	5.53±0.94	.001*
M 1	12.63±1.45	4.91±0.91	12.53±1.65	.000*
M 2	36.87±2.47	9.97±1.50	18.28±2.27	.000*
M 3	47.12±2.69	14.45±2.01	22.93±2.55	.000*
M 4	31.88±2.86	13.44±1.71	20.45±2.44	.000*
M 5	15.34±1.87	7.64±1.15	12.64±1.75	.004*
MF	7.81±0.79	6.43±0.72	8.77±0.91	.129
HM	34.27±1.41	21.78±2.73	22.69±2.21	.000*
HL	31.2±1.44	21±2.54	21.92±1.99	.001*

정상 성인 31.88 N/cm², 환측 13.44 N/cm², 건측 20.45 N/cm²으로 세 그룹 모두에서 그룹간 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<.05). M 5 영역에서는 정상 15.34 N/cm², 환측 7.64 N/cm², 건측 12.64 N/cm²으로 편마비 환자의 환측이 건측과 정상 성인에 비하여 압력 분포가 유의하게 낮았다(p<.05).

3) 뒤꿈치 영역

MF 영역은 정상 7.81 N/cm², 환측 6.43 N/cm², 건

측 8.77 N/cm²으로 세 그룹 사이에 통계적 유의성이 없었다(p>.05). HM 영역은 정상 34.27 N/cm², 환측 21.78 N/cm², 건측 22.69 N/cm²으로 정상 성인이 환측과 건측에 비하여 통계적으로 높은 족저압 분포를 보였다(p<.05). HL 영역은 정상 31.2 N/cm², 환측 21 N/cm², 건측 21.92 N/cm²로 정상 성인에 비하여 통계적으로 유의하게 뒤꿈치의 족저압 분포가 낮았다 (p<.05).

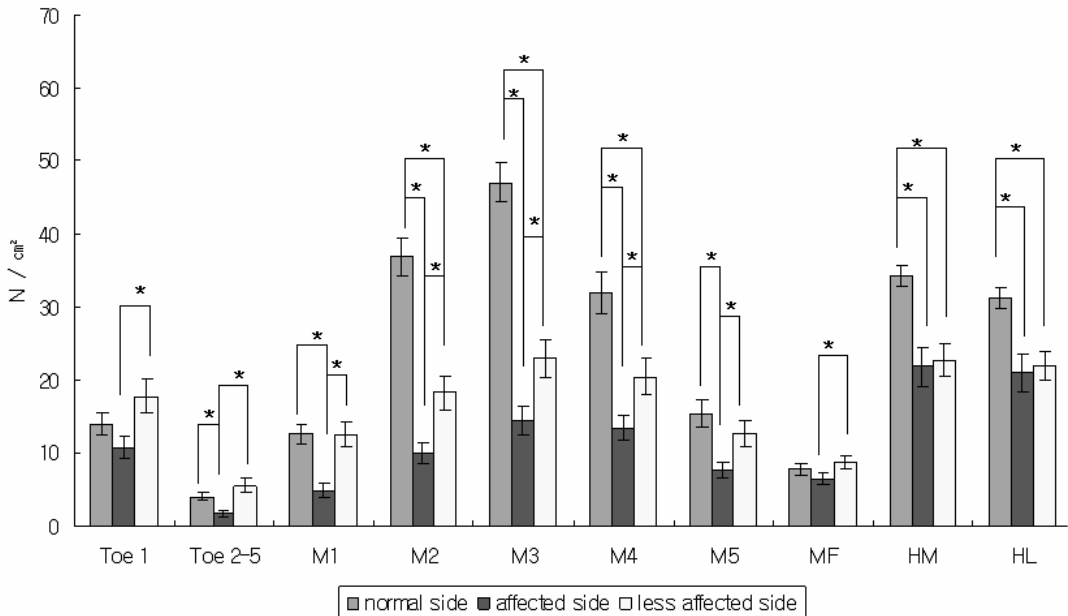


Fig 3. Comparison of plantar foot pressure in normal side of normal people, affected side and less affected side of hemiplegic patients

IV. 고 찰

정상인에서의 보행은 잘 조화된 사지의 움직임과 정상인에서의 보행은 잘 조화된 사지의 움직임과 무게 중심선이 전방으로 부드럽게 이동하는 특징을 보이지만 중추 신경계 이상으로 인한 질환, 특히 뇌졸중 환자의 보행은 편마비 보행 양상을 보이게 된다. 즉 엉덩 관절에서의 펴근, 모음근 및 안쪽돌림과 무릎 관절에서의 펴근, 발목관절에서의 발바닥쪽 굽힘근의 경직성 마비를 나타내어 입각기 말에 골반을 들어 올리게 되고 유각기에는 엉덩관절 또는 무릎관절의 굽힘이 잘 이루어지지 않아 골반을 회전시키는 회선보행 양상을 보이게 된다. 특히 내반족을 동반하는 발바닥쪽굽힘 변형이 가장 흔한 변형으로써 발이 지면과 접촉 시 전족부 또는 전족부의 외측면이 초기 접지를 나타내거나 편평족을 보이고 입각기 종안 지속되어 무게 부하를 지탱하는데 어려움이 발생한다(Perry, 1992). 본 연구에서 또한 정상 성인에 비하여 편마비 환자의 환측과 건측은 비정상적인 보행을 보상하기 위하여 발허리 영역의 안쪽 보다는 바깥쪽으로 많은 체중 부하를 하는 것으로 나타났다.

또한 편마비 환자의 변형에 의해 나타나는 전형적인 형태인 전방 체중 이동의 증가 또한 Perry (1992)의 연구 결과와 동일하였다. 편마비 환자는 뒤꿈치 닿기의 동작이 보행 중 잘 나타나지 않으며 정상 성인이 약 65 N/cm²의 압력을 뒤꿈치에 가하는 동안 편마비 환자는 환측으로 42 N/cm², 건측으로 43 N/cm²의 압력만을 가하면서 보행을 실시한 것으로 나타났다.

그리고 Winter(1995)는 이환된 하지의 경직성 증가로 장딴지 근육이 더 이상 신장되지 않을 때 발목관절 부위의 경골이 전방으로 이동되지 않아 체간의 전방 이동이 어려워짐을 제시하였다. 이는 중간 입각기 이후에 나타나는 발가락으로 지면을 밟는 동작이 나타나지 않기 때문으로 보행 속도 감소시 나타나는 현상이다. 본 연구에서는 환측의 발가락쪽 압력 분포가 건측과 정상 성인에 비하여 현저하게 낮게 나왔으며, 이는 Winter(1984)의 연구와 같이 보행 속도를 떨어뜨리는 원인이 되는 것으로

생각된다. 또한 본 연구의 결과 환측 뿐만 아니라 움직임이 불편한 환측이 유각기일 때 나타나는 건측 입각기 시 족저압의 분포를 확인해본 결과 정상 측에 비하여 더 많은 압력을 발가락쪽으로 가하고 있었으며, 이는 환측 입각기 시 작아진 추진력을 보상하기 위한 작용으로 해석된다. 또한 발허리 뼈 영역을 비롯한 발의 거의 모든 영역에서 정상 성인에 비하여 환측 뿐만 아니라 건측 또한 불편한 환측의 유각기를 안정시키기 위하여 정상 성인의 족저 압력 분포와 다른 양상을 보인 것으로 나타났다. 이는 편마비 환자의 환측 뿐만 아니라 건측 또한 치료에 주의해야 한다는 것을 의미한다.

본 연구는 편마비 환자의 가장 편한 속도로 보행시 정상 성인과 편마비 환자의 환측과 건측의 족저압 분포를 측정하여 비교하였으나 정상 성인 그룹이 편마비 환자 그룹의 연령과 비슷하지 않아서 연령차에 따른 영향이 있으리라 생각된다. 따라서 이러한 자료를 편마비 환자의 보행 훈련에 이용하기 위해서는 앞으로 더 많은 편마비 환자를 대상으로 환자의 경직 또는 변형의 정도, 연령별 비교 등을 고려하고 지속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 발병 1년 이내의 편마비 환자와 정상 성인을 대상으로 편마비 환자의 환측과 건측 그리고 정상 성인의 발에 나타나는 족저압력 분포를 비교하기 위해 실시하였다. 편마비 환자에게 있어 환측 뿐만 아니라 건측 또한 정상 성인의 족저압력 분포와 많은 차이가 난다는 것을 알 수 있었다. 이 연구를 바탕으로 편마비 환자의 치료 시 환측 뿐만 아니라 건측의 치료에도 주의를 기울여야 할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 김봉옥, 홍주현, 윤승호. 편마비 환자에서 보행 중 에너지 소모와 physiological cost index의 유용성. 대한재활의학회지. 1996;20:39-44.
- 배성수 외 45인. 물리치료학 개론 개정 제 7판. 서

- 울: 대학서림. 2006.
- 홍대중, 박시복, 이상건 등. 족저압 측정에 의한 편마비 환자의 입각기의 분석. 대한재활의학회지. 1998;22(5):1123-8.
- Abe D, Muaki S, Yasukouchi A. Ergonomic effects of load carriage on energy cost of gradient walking. *Ergonomics*. 2008;39(2):144-9.
- Aruin AS, Latash ML. Directional specificity of postural muscles in feed-forward postural reaction during fast voluntary arm movements. *Exp Brain Res*. 1995;103:323-32.
- Blanc Y, Balmer C, Landis T et al. Temporal parameters and patterns of the foot roll over during walking : normative data for healthy adults. *Gait Posture*. 1999;10:97-108.
- Perry J. *Gait analysis: Normal and pathological function*. NJ: SLACK Inc.. 1992.
- Saltzman CL, Nawoczenski DA. Complexities of foot architecture as a base of support. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1995;21:354-60.
- Winter DA. Biomechanics of human movement with applications to the study of human locomotion. *Crit Rev Biomed Eng* 1984;9:287-314.
- Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait Posture*. 1995; 3(4):193-214.