

경직형 뇌성마비에서 족저압 측정을 이용한 침족 변형 교정 수술의 평가

연세대학교 의과대학 재활의학교실 및 재활의학연구소

박은숙 · 나동욱 · 최종은 · 박찬우 · 정호익

The Changes of Foot Pressure Distribution in Spastic Cerebral Palsy with Equinus Deformity following Corrective Surgery

Eun Sook Park, M.D., Dong Wook Rha, M.D., Jong Eun Choi, M.D., Chan Woo Park, M.D. and Ho Ik Chung, M.D.

Department and Research Institute of Rehabilitation Medicine, Yonsei University College of Medicine

Objective: The aim of this study was to identify the changes of pressure distribution on the foot after orthopaedic surgery for equinus deformity in spastic cerebral palsy using F-scan system.

Method: Twenty-one children with spastic cerebral palsy were participated in this study. They had equinus deformity on foot and received soft tissue surgery. Pressure distribution on foot was measured before and after operation using F-scan system (Tekscan Inc., USA). Paired t-test was used in comparison of preoperative and postoperative measurements for statistical analysis.

Results: Total contact area, contact length, midfoot and hindfoot contact width were significantly increased after

operation. Relative impulses of medial and lateral forefoot were significantly decreased and relative impulse of hind-foot significantly increased after operation ($p < 0.05$). Anteroposterior distance of center of pressure (COP) and velocity of COP were significantly increased and mediolateral distance and slope of COP were significantly decreased after operation ($p < 0.05$).

Conclusion: This study revealed that patterns of foot pressure distribution during walking were significantly improved after operation. Therefore, these findings suggested that F-scan system might be useful for surgical outcome measurement for foot deformities in the children with spastic cerebral palsy. (*J Korean Acad Rehab Med* 2005; 29: 507-512)

Key Words: Cerebral palsy, Equinus deformity, Foot pressure distribution, F-scan system

서 론

족부는 신체를 지지하는 기초가 되는 구조로서, 족부의 이상은 양하지 및 체간의 균형 유지에 영향을 미치게 되어 보행 패턴의 변화를 초래할 수 있다. 동물실험에서 경직이 있는 근육은 뼈 성장의 55% 정도의 성장을 보이므로, 경직형 뇌성마비 환아가 성장함에 따라 관절 구축 및 변형이 진행되는 것으로 알려졌다.²³⁾ 뇌성마비는 족부 근육 수축의 부조화, 경직 및 근력 약화 등으로 인하여 족부의 이상을 초래하고 이러한 족부 이상은 성장하면서 연부조직 및 근골격계의 변형을 유도하여 영구적인 족부 변형을 초래하게 된다. 또한 변형은 체간의 균형 유지 및 보행양상에 변화를 가져오는 것으로 보고되었다.^{5,6,14)}

경직형 뇌성마비 환아에서 가장 흔한 족부 변형의 하나인 침족 변형은 족부의 족저 굴곡이 증가된 변형을 말하

며,¹⁴⁾ 이러한 침족 변형은 발목관절에서 근육의 불균형, 즉 족저 굴근의 활성 증가, 골과 근육의 성장의 차이, 근섬유 특성의 변화, 하퇴삼두근의 경직 및 이로 인한 관절의 구축에 의해 유발된다.^{9,10)}

발목관절의 구축이 발생하기 이전에 하퇴삼두근 경직의 치료로 보조기 착용, 석고붕대 적용, 신경차단술, 보툴리눔 독소 주사 등의 보존적 치료가 시도될 수 있으며, 이러한 치료가 실패하여 발목관절의 구축이 진행되었을 경우 수술적 치료의 적응증이 된다.⁷⁾ 하퇴삼두근 구축의 수술적 치료에는 아킬레스건 연장술, 비복근 연장술 등의 근건 연장술이 있으며 수술 전 치료계획의 수립과 치료의 평가에 있어 이학적 검사소견, 단순 방사선 영상의 비교, 보행분석의 비교 등이 널리 이용되고 있다.^{18,21)} 그러나 단순 방사선 영상은 체중지지 여부에 따라 차이가 있고, 기립시의 상태는 평가가 가능하나 보행할 때 나타나는 동적 변형은 관찰하기가 어려운 단점이 있고, 보행분석은 하지 전체의 움직임에 파악하는 데는 유용하나 족부변형을 관찰하기에는 어려움이 있다. 따라서 뇌성마비 환아의 족부 변형에 대한 재활 및 수술적 치료 계획의 수립과 수술 효과의 평가에는 보행 분석과 더불어 족부의 이상을 평가할 수 있는 객관적이면서 신뢰성이 높은 검사법이 필요하다.

접수일: 2005년 5월 14일, 게재승인일: 2005년 10월 6일
교신저자: 최종은, 서울시 서대문구 신촌동 134번지
☎ 120-752, 연세의료원 재활병원 재활의학과
Tel: 02-2228-3731, Fax: 02-363-2795
E-mail: verdandi94@hanmail.net

그동안 당뇨병이나 말초신경병변 환자들을 대상으로 한 족저압 측정에 대한 연구들이 활발하게 진행되어 왔다.^{13,17} 최근에 개발된 F-scan system을 이용한 족저압의 측정은 이러한 환자들의 치료 평가에 있어 신뢰도가 높은 객관성 있는 검사로 많이 이용되고 있다.^{4,15} 저자들은 이전의 연구에서 F-scan system을 이용하여 뇌성마비 환자의 보행 시 족저압 분포의 특성을 관찰하여 F-scan system이 뇌성마비 환자에서의 보행 시 족부의 특성을 파악하는 데 객관적이며, 정량적인 자료를 제공하여 줄 수 있고, 임상적으로 잘 관찰되지 않는 발의 변형을 발견할 수 있는 유용성이 있음을 보고하였다.¹⁾

이에 본 연구는 발목관절 구축에 의한 침착 변형을 보이는 경직형 뇌성마비 환자를 대상으로 하퇴삼두근 근건연장술 전·후의 족저압 분포의 변화 양상을 F-scan system을 이용하여 평가하여, 수술 후 보행 시 족부 기능의 호전 양상을 확인하고자 하였다.

연구대상 및 방법

1) 연구대상

2001년 6월부터 2003년 11월까지 본원 재활의학과에서 경직형 뇌성마비 환자 중 침착 변형으로 인한 발목관절 구축을 보여 하퇴삼두근 근건연장술을 시행한 21명의 35 하지를 대상으로 하였으며, 수술 전·후에 보조기 등의 도움 없이 독립적 보행이 가능한 환자를 대상으로 하였다. 이들의 수술 당시 연령 분포는 6세에서 26세까지로 평균 연령은 10.00±5.49세였으며, 수술 후 족저압 측정 추적검사까지의 기간은 평균 14.83±5.69개월이었다. 남아가 11명, 여아가 10명이었고, 양지마비가 14명, 편마비가 7명이었다.

2) 연구방법

족저압 및 족저압 중심의 이동경로는 Tekscan사(Tekscan Inc., USA)의 F-scan system을 이용하여 측정하였다. F-scan system은 족저압을 측정할 수 있는 재단이 가능한 압력 탐색자, 다리에 부착할 수 있는 변환 장치, 변환 장치와 컴퓨터를 연결하는 케이블, 족저압 분석을 위한 소프트웨어와 컴퓨터로 구성되어 있다. 960개의 압력 감지점이 5 mm 간격의 격자형식으로 균일하게 분포되어 있는, 두께가 0.02 mm로 얇고 잘 구부러지는 압력 탐색자를 연구 대상자의 발 크기에 맞게 잘라서 굵이 1 cm인 실내화(Attix, China)에 부착시켰다. 족저압 측정 장치를 장착하고 압력 탐색자의 보정을 실시하였으며 10분간 보행 적응을 시킨 후 검사를 하였다. 검사는 연구 대상자가 단단하고 고른 바닥에서 자연스러운 속도로 직선 방향으로 걷도록 하였으며, 중간 걸음부터 시작하여 1초당 100 Hz로 6초 동안 좌우 양측을 합하여 10~12 걸음이 될 때까지 실시하였다.

족저압 평가를 위하여 족저를 5부위로 나누어 분석하였

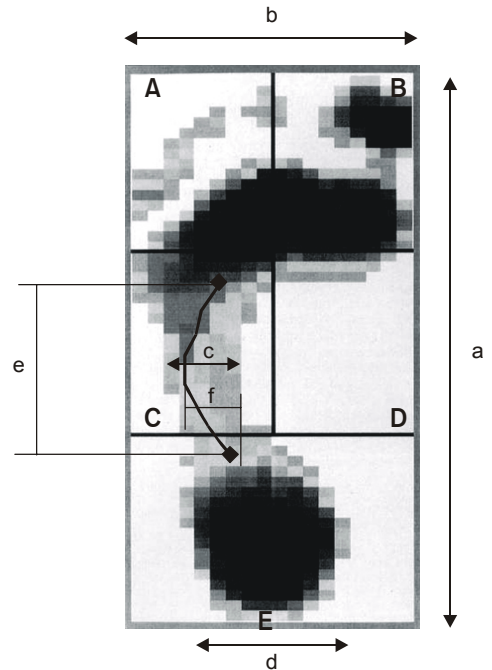


Fig. 1. Relative distribution of peak pressure in all five segments of the foot. A: Lateral forefoot, B: Medial forefoot, C: Lateral midfoot, D: Medial midfoot, E: Hindfoot, a: Contact length, b: Forefoot contact width, c: Midfoot contact width, d: Hindfoot contact width, e: Anteroposterior distance of center of pressure, f: Mediolateral distance of center of pressure.

다. 족저를 반으로 나누어 내측과 외측으로 구분하고, 족저를 전후로 삼등분하여 전족부, 중족부, 종골부로 구분하였다. 내측과 외측 종골부를 하나의 부위로 하여 족저를 내측 전족부, 외측 전족부, 내측 중족부, 외측 중족부, 종골부의 5부위로 나누어 분석하였다(Fig. 1).⁸⁾

족저압의 측정은 보행주기 가운데 입각기의 전 기간에 걸쳐 발바닥의 각 부분이 지면과 접촉되는 시기에 시행하였고, 각 부위의 족저압 측정 장치에 전달된 압력의 합이 전체 발의 압력이 되었다. 자료 분석은 처음과 마지막을 제외한 3걸음을 선택하여 각 부위별 힘-시간 적분 값을 전체 발의 힘-시간 적분값으로 나눈 비인 비례 추진력(relative impulse: %)을 구하여 차이를 분석하였다.

입각기 동안 발의 전체 접촉 면적(cm²) 및 접촉 길이(cm)를 구하였으며, 전족부, 중족부 및 후족부에서의 접촉 너비(cm)를 구하였다. 압력 탐색자(insole)에는 변환기(transducer)가 0.2 인치의 간격으로 일정하게 분포되어 있으며, 각각의 변환기는 두 개의 고유한 좌표 값을 갖고 있다. 족저압 중심(COP, center of pressure)은 한 시점에서 각각의 변환기에서 측정된 압력과 그 좌표 값의 곱을 전체 압력의 합으로 나눈 것이 되며, 이는 발바닥 내에서 한 위상으로 표시될 수 있다. 이러한 족저압 중심 값을 아스키 값으로 전환한 후, 족저압 중심의 전후, 좌우의 이동거리(cm) 및 기울기,

이동속도(cm/sec) 등을 구하였다. 족저압 중심의 전후, 좌우의 이동거리는 각각 접촉 길이 및 너비에 대한 백분율로 환산하였으며, 기울기는 발의 장축에 대한 각도로 환산하였다.

3) 통계처리

SPSS 11.0 for window을 이용하여 수술 전과 수술 후에 측정된 족저압의 분포 및 족저압 중심의 이동경로를 비교하기 위해 paired t-test로 통계 분석하였으며, p value가 0.05 미만인 것을 통계학적으로 의미 있는 것으로 하였다.

결 과

1) 발바닥 접촉양상

보행 시 발바닥 전체의 접촉 면적은 수술 전 평균 62.53 cm²에서 수술 후 평균 76.13 cm²로 통계적으로 유의하게 증가하였다(p<0.05). 접촉 길이는 수술 전 평균 15.23 cm에서 수술 후 평균 18.28 cm로 통계적으로 유의하게 증가하였다(p<0.05). 접촉 너비에서는 중족부에서 수술 전 평균 3.44 cm에서 수술 후 평균 4.15 cm로, 종골부에서 수술 전 평균 2.94 cm에서 수술 후 평균 4.87 cm로 모두 통계적으로 유의하게 증가하였으나(p<0.05), 전족부에서는 수술 전 평균 5.93 cm에서 수술 후 평균 6.04 cm로 통계적으로 의미있는

변화를 보이지 않았다(Table 1).

2) 비례추진력

비례추진력은 내측 전족부에서 수술 전 평균 43.63%에서 수술 후 평균 33.94%로, 외측 전족부에서 수술 전 평균 28.27%에서 수술 후 평균 20.12%로 의미 있게 감소하였다(p<0.05). 종골부에서의 비례추진력은 수술 전 평균 8.30%에서 수술 후 평균 26.36%로 의미 있게 증가하였으나(p<0.05), 내측 중족부와 외측 중족부에서는 수술 전·후에 통계학적으로 의미 있는 차이를 보이지 않았다(Table 2).

3) 족저압 중심의 이동경로 및 속도

족저압 중심의 전후 이동 거리는 수술 전 평균 5.90 cm (발바닥 접촉 길이의 39%)에서 수술 후 평균 11.93 cm (발바닥 접촉 길이의 65%)로 의미 있게 증가하였고(p<0.05), 좌우 이동 폭은 수술 전 1.02 cm (전족부 접촉 너비의 17%)에서 수술 후 0.87 cm (전족부 접촉 너비의 14%)로 의미 있게 감소하였다(p<0.05). 입각기 동안 족저압 중심의 기울기는 수술 전 17.7도에서 수술 후 4.3도로 의미 있게 감소하였다(p<0.05). 보행 시 입각기 동안의 족저압 중심 이동 속도는 수술 전 8.57 cm/sec에서 수술 후 17.56 cm/sec로 의미 있게 증가하였다(p<0.05)(Table 3).

고 찰

하퇴삼두근 근건연장술은 발목관절의 구축이 진행되어 보존적 치료로 침족 변형을 교정할 수 없는 경우 시행하게 되고, 이에 대한 유용성은 많은 저자들이 보고하였다. Barton 등⁷⁾은 침족 변형이 있는 뇌성마비 환아에서 하퇴삼두근 근건연장술 시행 후 기립 시 경골, 발목, 족부의 외측 방사선 영상에서 장딴지 길이의 연장을 보고하였다. Rose 등¹⁶⁾은 15명의 경직형 양지마비 환아와 5명의 경직형 편마비 환아를 대상으로, Steinwender 등²⁰⁾은 29명의 경직형 양지마비 환아를 대상으로 하퇴삼두근 근건연장술 시행 전·후에 보행분석을 시행하여, 운동형상학적 분석 상 입각기 및 유각

Table 1. Comparison of Foot Contact Parameters between Preoperative and Postoperative Measurements

	Preoperative data	Postoperative data
Total contact area (cm ²)	62.53±30.57	76.13±28.67*
Contact length (cm)	15.23±5.47	18.28±2.99*
Contact width (cm)		
Forefoot	5.93±0.96	6.04±0.92
Midfoot	3.44±2.42	4.15±1.83*
Hindfoot	2.94±2.24	4.87±0.90*

Values are mean±standard deviation. *p<0.05

Table 2. Comparison of the Relative Impulses between Preoperative and Postoperative Measurements

	Preoperative data	Postoperative data
Medial forefoot	43.63±13.06	33.94±11.04*
Lateral forefoot	28.27±11.38	20.12±7.55*
Medial midfoot	9.29±6.19	8.61±4.58
Lateral midfoot	10.51±7.34	10.97±4.93
Hindfoot	8.30±6.59	26.36±10.11*

Values are mean±standard deviation (%). *p<0.05

Table 3. Comparison of the Parameters of Center of Pressure between Preoperative and Postoperative Measurements

	Preoperative data	Postoperative data
Anteroposterior distance (cm)	5.90±3.86	11.93±2.77*
Mediolateral distance (cm)	1.02±0.52	0.87±0.41*
Slope of center of pressure (°)	17.7±15.9	4.3±2.4*
Velocity (cm/sec)	8.57±5.84	17.56±4.89*

Values are mean±standard deviation. *p<0.05

기에 발목관절 배측 굴곡이 증가하며, 운동역학적 분석 상 중간입각기에 비정상적인 발목관절의 에너지 생성이 감소하고 진출기에는 증가한다고 보고하였다. 그러나 단순 방사선 영상은 체중지지 여부에 따라 차이가 있고, 보행할 때 나타나는 동적 변형은 관찰하기가 어려운 단점이 있으며, 보행분석은 하지 전체의 움직임을 파악하는 데는 유용하나 족부 자체의 변화를 관찰하기에는 어려움이 있다. 따라서 이런 뇌성마비 환자의 족부 이상에 대한 문제점을 파악하여 여러 치료 계획을 수립하기 위해 직접 족부의 상태 및 변화를 객관적으로 평가할 수 있는 검사 방법이 필요하다.

F-scan system을 이용한 족저압의 측정은 이러한 환자들의 치료 평가에 있어 신뢰도가 높은 객관성 있는 검사로 많이 이용되고 있다.^{4,15)} 본 저자들은 이전 연구에서 F-scan system을 이용하여 뇌성마비 환자의 보행 시 족저압 분포의 특성을 연구하여 보고한 바 있다. 즉 6세 미만의 정도의 뇌성마비 환자 24명과 정상 대조군 38명의 보행 시 족저압과 족저압 중심의 이동경로를 비교한 결과 뇌성마비 환자에서 정상 대조군에 비해 발바닥의 접촉 면적과 중족부의 접촉 너비가 의미 있게 증가되었고, 무지부와 내측 중족부의 비례추진력이 의미 있게 증가되었으며, 종골부에서는 감소되어 있었고, 족저압 중심의 전후 이동 거리와 이동 속도는 의미 있게 감소되었다고 보고하였다.¹⁾ 박 등²⁾의 연구에서는 7세 이상의 정도의 뇌성마비 환자 20명과 정상 대조군 14명의 보행 시 족저압과 족저압 중심의 이동경로를 비교하여 뇌성마비 환자에서 정상 대조군에 비해 무지부와 내측 중족부의 비례추진력이 의미 있게 증가되었고, 종골부에서 감소되었으며, 족저압 중심의 전후 이동 거리와 이동 속도는 의미 있게 감소되었다고 보고하였다. 그러나 아직까지 여러 가지 치료적 중재 후의 변화에 대한 연구는 시행되지 않았다. 이에 본 연구에서는 침족 변형을 보이는 경직형 뇌성마비 환자에서 하퇴삼두근 근건연장술 전·후에 족저압 분포양상의 변화를 관찰하여 수술이 보행 중 족부에 미치는 영향에 대해 살펴보았다.

본 연구에서 발바닥 접촉양상의 변화를 보면 보행 시 발바닥 전체의 접촉 면적과 접촉 길이가 수술 후 통계적으로 유의하게 증가하였다. 본 연구에서는 관절 구축으로 인한 침족 변형을 보이는 환자를 대상으로 하였기 때문에, 보행 시 종골부의 접촉이 되지 않거나 감소하였다가, 수술 후 발목 관절의 운동 범위가 증가되고, 입각기 및 유각기의 배측 굴곡이 증가되어 발바닥 전체 접촉 면적 및 접촉 길이의 증가가 나타난 것으로 생각된다. 본 연구에서 중족부 접촉 너비는 수술 전 3.44 cm에서 수술 후 4.15 cm로, 종골부 접촉 너비는 수술 전 2.94 cm에서 수술 후 4.87 cm로 통계적으로 유의하게 증가하였다($p < 0.05$). 저자들의 이전 연구¹⁾에서는 뇌성마비 환자에서 중족부 접촉너비는 정상 대조군에 비해 증가되어 있고(뇌성마비 : 정상대조군=3.85 cm : 2.74 cm), 종골부 접촉너비는 정상 대조군과 차이를 보이지 않았

는데(뇌성마비 : 정상대조군=4.27 cm : 4.36 cm), 저자들은 이에 대해 대상 뇌성마비 환자들의 발목관절 구축이 진행되지 않아 중족부와 종골부의 접촉이 가능한 상태였으며, 족관절의 회내전과 내측 종아치(mid foot arch)의 무너짐에 의해 기인한 것으로 보고하였다.¹⁾ 하지만, 본 연구의 대상 환자들은 침족 변형으로 인해 보행 시 중족부 및 종골부의 접촉이 되지 않거나 감소하였다가, 수술 후 배측 굴곡의 증가로 인해 중족부와 종골부에서의 접촉너비의 증가를 보인 것으로 생각된다.

본 연구에서는 전체 보행주기동안 발의 특정 영역에서만 일(work)을 의미하는 비례추진력을 구하였는데, 이것은 앞에서 기술한 바와 같이 각 부위별 힘-시간 적분 값을 전체발의 힘-시간 적분 값으로 나누어 구하였다. 일정 시점에서 발의 특정 부위에 가해지는 압력뿐만 아니라 그 압력이 가해진 시간도 족부의 병변을 초래하는 데 중요한 요소이기 때문에, 비례추진력의 측정이 단순 압력의 측정보다 임상적으로 더 중요하며, 족부의 병태생리를 좀 더 반영하는 지표라고 할 수 있다.^{11,12,19)} 본 연구에서 비례추진력의 변화는 내측 전족부 및 외측 전족부에서 수술 후 의미 있게 감소하였고, 종골부에서는 수술 후 의미 있게 증가하였다($p < 0.05$). 박 등²⁾은 뇌성마비 환자에서는 정상 아동에 비해 족저 굴근의 경직성으로 인하여 보행 시 지면과 종골부 접촉의 감소에 의해 종골부의 비례추진력이 감소하고, 무지부에서의 비례추진력이 증가한다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 수술 후 종골부에서의 비례추진력이 증가하였는데, 이것은 수술 후 침족의 호전으로 인하여 종골부의 접촉이 증가하였기 때문에 의한 것으로 생각되며, 실제로 접촉 너비의 증가를 본 연구의 결과에서 확인할 수 있었다. 비정상적으로 증가를 보였던 내측 전족부 및 외측 전족부의 비례추진력은 수술 후 통계학적으로 의미 있는 감소를 보였는데, 이는 전족부 접촉 너비는 수술 후 변화를 보이지 않았던 본 연구의 결과로 볼 때, 수술 후 비정상적으로 증가되었던 내측 전족부 및 외측 전족부의 압력 분포의 감소로 인한 것이라 생각된다.

족저압 중심의 이동 경로는 보행 주기 동안 족부의 움직임에 따른 압력 분산의 전진 이동을 보여 주는 것으로써,²²⁾ 족저압 중심의 전후 이동 폭은 족저압 중심의 진행 정도를 반영하고, 족저압 중심의 좌우 이동 폭은 내외측의 불안정성을 반영하며, 기울기는 족저압 중심의 진행방향을 대변한다고 가정하였다.³⁾ 본 연구에서는 족저압 중심의 전후 이동폭은 수술 후 의미 있게 증가하였다($p < 0.05$). 이는 뇌성마비 환자에서 족저 굴근의 경직으로 인하여 입각기 초기에 종골부 접촉이 감소되었다가,¹⁾ 수술 후 입각기 초기의 종골부 접촉이 증가되면서 족저압 중심의 전후 이동 폭이 증가한 것으로 생각된다. 이는 앞의 결과에서 종골부의 비례추진력이 수술 후 증가된 것과 같은 이유로 생각된다. 또한 보행시의 안정성을 반영하는 족저압 중심의 내외측

이동 경로는 수술 후 의미있게 감소하였는데, 이는 수술로 인하여 입각기 안정성이 증가되어 나타난 결과로 생각된다. 보행 시 입각기 동안의 족저압 중심 이동 속도는 수술 후 의미 있게 증가하였다. 이는 수술 이후 족저압 중심의 전후 이동 폭의 증가로 인하여 족저압 중심의 이동 속도가 증가되었거나, 수술 후 보행속도가 증가한 결과로 생각된다.^{1,2)} 족저압 중심 경로의 기울기는 수술 전 발의 장축에 대해 내측으로 17.7도에서 수술 후 내측으로 4.3도로 통계적으로 의미있게 감소하였는데, 이는 정상 아동의 보행 시 족저압 중심 경로의 기울기와 유사하게 호전된 결과이다.^{1,2)}

본 연구는 수술 후 평균 14개월의 추적관찰 기간동안의 변화를 분석한 것으로 장기적인 수술의 효과를 평가하기 위해서는 추후 지속적인 추적관찰에 의한 분석이 필요하리라고 생각된다. 또한 본 연구에서 관찰한 족저압 분포의 호전만으로 수술 후 전반적인 보행양상이 호전되었다고 해석하기에는 한계가 있다. 따라서 추후 상부 관절의 변화를 포함한 보행양상의 호전 정도와 족저압 분포간의 연관성에 대한 연구가 필요하리라고 생각된다.

결 론

본 연구에서는 경직형 뇌성마비 환자 중 침족 변형으로 인한 관절 구축을 보여 하퇴삼두근 근건연장술을 시행한 21명의 35하지를 대상으로 수술 전·후 보행 시 족저압 및 족저압 중심의 이동경로를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

첫째, 수술 후 보행 시 발바닥 전체의 접촉 면적과 접촉 길이는 의미 있게 증가하였고, 접촉 너비는 중족부, 종골부에서 의미 있게 증가하였다. 둘째, 수술 후 비례추진력은 내측 전족부와 외측 전족부에서 의미 있게 감소하였고, 종골부에서 의미 있게 증가하였다. 셋째, 수술 후 족저압 중심의 전후 이동 폭은 의미있게 증가하였고, 좌우 이동 폭은 의미 있게 감소하였으며, 입각기 동안 내측으로 증가되었던 족저압 중심의 기울기는 의미 있게 호전되었고, 입각기 동안의 족저압 중심 이동 속도는 의미 있게 증가하였다.

본 연구 결과를 통해 침족 변형에 대한 수술 후 족부의 압력 변화 양상과 족저압 중심의 이동이 호전되었음을 확인할 수 있었고, F-scan system이 뇌성마비 환자의 수술치료 효과를 객관적이고 정량적으로 평가할 수 있는 족부 검사법임을 확인하였다. 향후 여러 족부 변형을 보이는 뇌성마비 환자의 치료 계획을 수립하고, 치료의 효과를 평가하는 데 F-scan system이 유용하게 이용될 수 있을 것이라 생각한다.

참 고 문 헌

1) 박은숙, 박창일, 김종연, 박지웅, 김은주: 경직형 뇌성마비 환

아의 보행 시 족저압 분포 및 족저압 중심의 이동경로. 대한재활의학회지 2002; 26: 127-132

2) 박창일, 배하석, 고영훈, 김용욱, 박지웅, 이진우: 경도의 경직형 양하지 뇌성마비의 내측 종아치 형성과 관련된 족저압 특성. 대한재활의학회지 2003; 27: 33-37

3) 백남중, 임민식: 보행 시 족저압 중심의 이동 경로에 관한 연구. 대한재활의학회지 1997; 21: 762-771

4) Ahroni JH, Boyko EJ, Frosberg R: Reliability of F-scan in-shoe measurements of plantar pressure. Foot Ankle Int 1998; 19: 668-673

5) Bennet C, Rang M, Jones D: Varus and valgus deformities of the foot in cerebral palsy. Dev Med Child Neurol 1982; 24: 499-503

6) Bly L: The components of normal movement during the first year of life and abnormal development, Chicago: Neurodevelopmental Treatment Association, 1983, pp1-51

7) Borton DC, Walker K, Pirpiris M, Nattrass GR, Graham HK: Isolated calf lengthening in cerebral palsy-Outcome analysis of risk factors. J Bone Joint Surg Br 2001; 83: 364-370

8) Bowen TR, Miller F, Castagno P, Richards J, Lipton G : A method of dynamic foot-pressure measurement for the evaluation of pediatric orthopedic foot deformities. J Ped Ortho 1998; 18: 789-793

9) Chang CH, Albarracin JP, Lipton GE, Miller F: Long-term follow-up of surgery for equinus foot deformity in children with cerebral palsy. J Ped Ortho 2002; 22: 792-799

10) Duffy CM, Cosgrove AP: The foot in cerebral palsy. Curr Orthop 2002; 16: 104-113

11) Duckworth T, Betts RP, Franks CI, Burke J: The measurement of pressures under the foot. Foot Ankle 1982; 3: 130-141

12) Franks CL, Betts RP, Duckworth T: Microprocessor-based image processing system for dynamic foot pressure studies. Med Biol Eng Comput 1983; 21: 566-572

13) Lord M, Hosein R: Pressure redistribution by molded inserts in diabetic footwear: a pilot study. J Rehabil Res Dev 1994; 31: 214-221

14) O'Connell PA, D'Souza L, Dudeney S, Stephens M: Foot deformities in children with cerebral palsy. J Ped Ortho 1998; 18: 743-747

15) Randolph AL, Nelson M, Akkapeddi S, Levin A, Alexandrescu R: Reliability of measurements of pressures applied on the foot during walking by a computerized insole sensor system. Arch Phys Med Rehabil 2000; 81: 573-578

16) Rose SA, DeLuca PA, Davis RB 3rd, Ounpuu S, Gage JR: Kinematic and kinetic evaluation of the ankle after lengthening of the gastrocnemius fascia in children with cerebral palsy. J Ped Ortho 1993; 13: 727-732

17) Sharma M, Dhanendran M, Hutton WC, Corbett M: Changes in load bearing in the rheumatoid foot. Ann Rheum Dis 1979; 38: 549-552

18) Skrotzky K: Gait analysis in cerebral palsied and nonhandicapped children. Arch Phys Med Rehabil 1983; 64: 291-295

- 19) Soames RW: Foot pressure patterns during gait. J Biomed Eng 1985; 7: 120-126
 - 20) Steinwender G, Saraph V, Zwick EB, Uitz C, Linhart W: Fixed and dynamic equinus in cerebral palsy: evaluation of ankle function after multilevel surgery. J Ped Ortho 2001; 21: 102-107
 - 21) Sutherland DH: Gait analysis in cerebral palsy. Dev Med Child Neurol 1978; 20: 807-813
 - 22) Young CR: The F-SCAN system of foot pressure analysis. Clin Podiatr Med Surg 1993; 10: 455-461
 - 23) Ziv I, Blackburn N, Rang M, Koreska J: Muscle growth normal and spastic muscle. Dev Med Child Neurol 1984; 26: 94-99
-