

대한정형도수치료학회지 제13권 제1호 (2007년 6월)
Korean J Orthop Manu Ther, 2007;13(1):36-43

기능적 전기자극 치료기를 이용한 증풍구두가 편마비 환자의 보행에 미치는 영향

김정선, 박지환¹⁾
충남대학교 대학원, 대전보건대학 물리치료과¹⁾

Abstract

The Effects Where the Stroke Shoes Which Use Functional Electric Stimulation Goes Mad to Walking of the Hemiplegia

Jeong-Seon Kim, Ji-Whan Park¹⁾
Graduate School, ChungNam National University
Dept. of Physical Therapy, Daejeon Health Sciences College¹⁾

Purpose: An objective analysis and observations were to be done on hemiplegia patients that are wearing a walking support device, Stroke shoes. Their improvements in walking pace, the reduction of distance between the two knee joint, the increase of curve angle of the knee joint and their steps and the reduction of ankle joint upon swing phase were analyzed using a 2D walking analyzer. **Methods:** An examination was carried out to see the patients' communication skill and independent walking and then let them walk with the Stroke shoes on to get results before and after wearing it. Simi Reality Motion Systems GmbH (Germany, 2007) was used to analyze the results regarding knee joint and ankle joint angle changes of sagitta plane and coronal plane, stepping distances, distances between the knees and walking pace. **Results:** 1. The articulation angle of ankle joint during swing phase decreased and knee joint has shown a statistically significant increase in such value($p < 0.05$). 2. Only knee joint showed a significant increase in articulation angle during heel strike($p < 0.05$). 3. Knee joint showed a significant increase in articulation angle during toe off($p < 0.05$). 4. The distance between the two knees as well as their foot steps significantly decreased compared with when Stroke shoes were not worn($p < 0.05$). 5. Stroke shoes with FES have shown positive effects on the patients in improving their walking styles overall. ($p < 0.05$). **Conclusion:** There was an improvement in rotation walking pattern by a reduction in the distance between the knees after wearing Stroke shoes with FES. Plantar flexion reduced that occurred in ankle joint during walking and flexion angle increased in knee joint, both of which improved foot drop which was a major problem in hemiplegia patients. Also it is believed that the device will have some positive influences on knee joint stiffening

paralysis to aid in improving inefficient walking phases.

Key Words: Hemiplegia, Stroke Shoes, FES, Gait Analysis

교신저자: 김정선(충남대학교 대학원, 042-580-8267, E-mail: cabbykjs@yahoo.co.kr)

I. 서 론

눈부신 과학의 발달은 우리에게 평균수명의 연장을 가져다주었지만 삶의 질을 객관적으로 판단할 수 있는 건강수명은 아직까지 그에 미치지 못하고 있다. 더군다나 인구의 노령화 및 식습관과 생활 습관의 변화 그리고 환경오염의 증가는 오히려 평균연령의 증가와 더불어 생활습관 병의 유병률을 더욱 높이고 있는 실정이다. 2005년도 통계청이 발표한 만성질환 사망률 통계에 의하면 심혈관질환에 의한 사망률은 인구 10만명당 64.3명으로 134.5명으로 1위를 차지한 암 다음으로 사망률이 높은 것으로 나타났다. 뇌혈관질환에 의해 수반되는 뇌졸중의 임상증상은 의식장애, 감각장애, 운동장애, 언어장애, 인지장애 등(Kotila 등, 1984)이 복합적으로 나타나고, 기능장애로 인해 일상생활 동작(Activities of Daily Living : ADL)의 독립적 수행에 장애를 초래한다(Baum과 Hall, 1981; Bernspöng 등, 1987). 특히 뇌졸중 환자의 운동기능 장애 중 보행 장애는 뇌졸중 후 갖게 되는 최대의 상실감으로(Mumma, 1986), 편마비 환자의 재활 치료 단계에서 독립적 보행은 그 첫째 목적이기도 하며 뇌졸중 발병 후 환자나 가족 및 치료사에게 있어서도 보행기능의 회복 정도는 가장 관심 있는 부분이 된다(Bohannonetal, 1988).

임상적으로 성인 편마비 환자의 가장 큰 특징 중의 하나는 마비측과 비 마비측의 비대칭성이다(Kapandji, 1982). 정상 보행의 경우 양발 뒤꿈치 사이 거리는 5~10cm, 평균적인 보폭은 약 38cm로 성인의 평균 보행수는 1분간에 약 90~120걸음 정도이다. 정상적인 보행 주기의 60%는 입각기(stance phase)에 해당하고, 나머지 40%는 유각기(swing phase)에 해당되는데 입각기에서 고관절은 20°~40° 굴곡 되어있는 상태에서 대둔근과 슬관절의 작용으로 신전이 이루어지고, 슬관절은 초기 완전 신전으로 시작하여 대퇴사두근의 원심성 수축을 통해 슬관절이 급격히 굴곡 되는 것을 예방하며 발이 바닥에 닿은 후 대퇴사두근의 구심성 수축을 통해 체중을 앞으로 이동시키게 된다. 족관절에서는 뒷꿈치 닿기 시 배측 굴곡근의 작용에서 저측 굴곡근의 작용으

로 옮겨가며 입각기의 마지막인 발끝 들기까지 이루어지게 된다. 유각기에서 고관절은 초기 굴곡각 0°~15°에서 고관절 굴곡근(장요근 등)의 작용으로 굴곡이 이루어지며, 슬관절은 중간 유각기까지 슬관절 굴곡근(슬관근)의 작용으로 굴곡이 일어나다가 감속기에서 슬관절신전근(대퇴사두근)에 의해 신전이 일어난다. 족관절에서는 배측굴곡근의 작용으로 배측굴곡이 일어나 유각기의 마지막 단계인 감속기까지 이루어지게 된다.

그러나 편마비 환자의 보행은 고관절은 신전근, 내전근 및 내회전근, 슬관절은 신전근, 족관절은 족저굴근이 경직성 마비를 보이게 되며 이로 인해 입각기가 시작될 때 발뒤꿈치가 지면에 닿지 않고 발바닥이나 발끝으로 닿게 되어 입각기가 짧아지고 발끝밀기가 이루어지지 않는다. 또한 건축 발을 환측 발 앞에 적당한 거리로 떼어놓는 것이 어려워 보폭도 균일하지 않게 되며, 건축 다리의 유각기는 너무 급속히 경과하여 그것이 또한 자연스러운 보행리듬을 방해하게 되고, 환측의 유각기에는 전 경골근의 현저한 작용과 슬관절의 굴곡이 부족하여 발이 지면에 닿게 되므로, 이를 막기 위해서 회선보행을 하게 되어 보행속도가 느려지고 비효율적인 보행양상을 보이게 된다(박승규, 2005).

이러한 중풍 환자의 보행 장애 현상을 치료하기 위해 운동 치료와 더불어 전기적 치료 요법이 병행되고 있다. 전기적 치료 요법은 저주파 등의 펄스를 신경이나 근육 등에 주게 되면 이에 자극 받은 족관절이 배측 굴곡되는 반사반응을 가져오는 원리를 이용한 것으로 Liberson 등(1961)은 최초로 편마비 보행에 대해 기능적 전기 자극(Functional electrical stimulation; FES)을 실시함으로써 유각기 중 족하수를 교정하였다고 발표하였고, 이후 Waters 등도 기능적 전기자극을 유각기 동안 비골신경에 자극한 후 족하수가 호전되는 것을 보여 단하지보조기로서의 기능을 대신할 수 있었다고 하였다. 그러나 이러한 종래의 전기적 치료요법은 병원 등의 물리적 치료가 이루어지는 공간 내에서 타인의 도움을 받아 운동 기능을 회복할 수 있도록 한 것으로 환자가 의료기관이 아닌 곳에서 스스로 보행하는 데에는 도움을 줄 수 없는 한계가 있다는 것에 본 연구를

시작하게 되었다. 중풍 환자 보행 보조 장치(가칭 중풍 구두)는 통전 스위치를 신발 굽에 연결, 신발을 신은 환자의 발이 땅에서 떨어지게 되면 통전스위치가 회로를 접속하고 스위치에 감지되어 유각기에 현저하게 감소된 전경골근의 기능을 보조하고 대퇴사두근의 경직성마비로 인한 신전근 패턴의 감소를위해 비골신경과 슬괵근에 자극 출력을 주어서, 유각기 동안에 슬관절은 굴곡시키고, 족관절은 배측굴곡 시켜서 보행을 개선시키는 방식이다. 따라서 전류는 족부스위치에 의해 유각기(swing phase) 동안만 전류가 흐르도록 하였고, 입각기(stance phase) 동안에는 전류의 흐름이 차단되도록 하였다.

따라서 본 연구 목적은 이러한 중풍환자에게 중풍 구두를 착용시킨 후 2D 보행분석기를 통하여 편마비환자의 보행개선 즉, 유각기 시 족관절의 굴곡각도 감소 및 슬관절의 굴곡각도의 증가와 보폭의 증가, 두 슬관절 사이의 거리 감소, 그리고 보행 속도를 어느 정도 개선시켜주는지를 객관적으로 분석하여 보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

연구 대상은 편마비 환자로서 남녀 구분 없이 좌측 마비 3명과 우측마비 4명으로 총 7명을 대상으로 하였고 평균 연령은 47세로 하지의 근력이 아직 현저하게 감소되지 않은 다소 젊은 층을 연구대상으로 하였다.

연구기간은 2007년 7월 2부터 13일까지 총 2주간 대전 소재 A병원과 B병원에 입원하거나 통원 치료하는 환자 중 의사소통이 가능하고 독립적 보행이 가능한 환자로 환측 하지만 측정하였다.

2. 연구방법

대상 환자의 의사소통 및 독립적 보행을 사전 검사하여 실험에 불편함이 없는지 확인한 뒤에 처음엔 중풍 구두를 착용하지 않은 상태에서 보행형태를 측정하여 기록하고, 1주일 동안 보행훈련을 실시 한 뒤, 이번엔 중풍구두를 착용한 상태에서 보행형태를 측정하여 착용 전과 착용후의 결과 값을 비교 하였다. 구체적인 연구 방법은 다음과 같다.

1) FES전극의 부착지점은 비골신경의 원위부와 근위

부에 각 1개씩 2개를 부착하였고, 나머지 두 개는 대퇴이두근의 근복에 각각 하나씩 부착하여 측정하였다.

2) 중풍구두의 작동은 FES에 연결된 스위치에 의해 발꿈치가 지면에서 떨어지는 순간 자극이 시작되며, 발꿈치가 지면에 닿는 순간 작동이 멈추게 된다(Fig 1).

3) 본 연구에서는 비골신경과 슬괵근을 중심으로 전극을 부착하여 대상자에게 연구 전 3차례 훈련을 시행하였으나 불쾌감과 근피로에 대한 문제점을 발견할 수 없었다.



Fig 1. Hemiplegia shoes with FES

4) 대상자들의 보행검사장비는 Simi Reality Motion Systems GmbH(독일, 2007)의 시스템을 이용하여 시상면과 관상면에서의 슬관절과 족관절의 각도변화를 측정하여 결과를 분석하였다(Fig 2, 3).

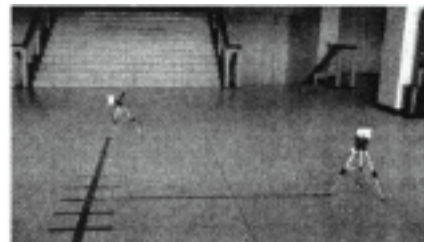


Fig 2. Simi reality motion systems



Fig 3. Experimentation tools

5) 표식자는 슬개골과 경골부위로 15cm에 직경 0.7cm의 형광스티커를 3개 붙여서 직경 1.5cm로 표시하였으며 각 측정지점에도 형광스티커를 붙여 표시하였다.

6) 측정 시점은 뒤꿈치 닿기(heel strike), 중기 유각기(mid swing), 발끝밀기(toe off)의 세 시점에서 슬관절과 족관절의 굴곡각도를 측정하였다.

7) 측정방법에서 슬관절의 굴곡각도는 대퇴부 외측, 슬관절 외측, 하퇴부 외측에 부착 후 예각으로 측정하였다. 족관절의 굴곡각도는 하퇴부 외측, 외과, 외과와 평행한 지점에 부착하여 측정하였다. 무릎과 무릎사이의 거리는 양측 슬개골 중앙지점에 스티커를 부착하여 회선 보행 시 두 지점사이의 최대거리를 측정하였고, 보폭은 보행 시 뒤꿈치와 다음 걸음 후 동측 뒤꿈치의 거리를 측정하였으며 보행속도는 5m의 거리를 통과하게 한 후 시간을 계산하여 평균보행속도를 측정하였다(Fig 4).

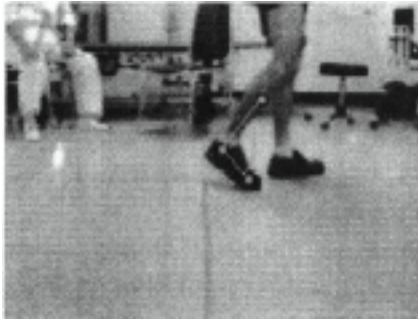


Fig 4. Point of maker

4. 분석방법

연구대상으로 부터 얻어진 자료는 SPSS for Window(ver 13.0)을 이용하여 대상자의 수가 적어 비모수 검정인 Wilcoxon signed rank test를 실시하였으며 중풍구두 착용전과 착용후의 값의 차이를 비교분석하였다.

5. 연구의 제한점

1) 보행분석이 일상생활 장소가 아닌 조작된 공간에서 이루어짐으로써 실제로 보행속도를 측정하기 위한 최소한의 거리인 25m가 되지 못해 평균 보행속도의 측정의 객관성이 부족하였다.

2) FES기기와 중풍구두를 연결하는 선들로 인해 대상자가 보다 자연스러운 보행을 하는데 지장을 초래하였다.

3) 단기간의 연구로 인해 충분한 대상자를 확보하지 못했고 보행훈련도 1주일로 제한하여 중풍구두의 익숙한 작용에 약간의 부족함이 있었다.

III. 연구 결과

1. 유각기 시 중풍구두 착용 전과 착용후의 관절각도 변화

족관절의 경우 중풍구두 착용 전에는 관절각도가 $89.43 \pm 9.91^\circ$ 이었으나 착용 후에는 $86.23 \pm 9.09^\circ$ 로 감소하여 정상인 경우인 100° 에 근접하는 경향을 보였고, 슬관절의 관절각도도 중풍구두 착용 전에는 $42.71 \pm 16.80^\circ$ 였으나, 중풍구두 착용 후에는 $46.70 \pm 16.48^\circ$ 로 증가하여 정상인 경우인 60° 와는 아직 차이가 있었지만 유의한 결과를 얻었다 ($p < 0.05$)(Table 1, Fig 5).

Table 1. Change of joint angle before and after wearing stroke shoes : swing phase

Joint	Without FES	With FES	Normal
Ankle*	89.43 ± 9.91	86.23 ± 9.09	100
Knee*	42.71 ± 16.80	46.70 ± 16.48	60

* $p < 0.05$

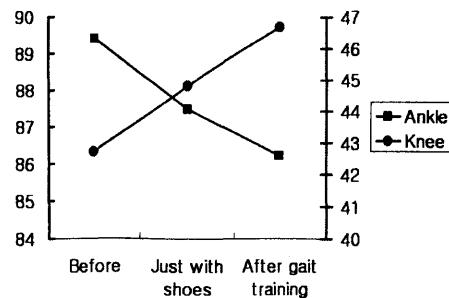


Fig 5. Change of joint angle(mid swing)

2. 뒤꿈치 닿기 시 증풍구두 착용 전과 착용 후 관절각도 변화

슬관절의 경우 증풍구두 착용 전의 관절각도는 $19.43 \pm 13.91^\circ$ 이었으나, 착용 후에는 $21.50 \pm 14.96^\circ$ 으로 증가하여 정상의 경우인 93.4° 와는 약각 차이가 있었지만 통계적으로 유의한 결과를 보였으나($p < 0.05$), 족관절의 경우 관절각도의 감소는 있었지만 유의한 차이는 없었다(Table 2, Fig 6).

Table 2. Change of joint angle before and after wearing stroke shoes : Heel Strike

Joint	Without FES	With FES	Normal
Ankle	89.80 ± 1.51	89.29 ± 1.68	93.4
Knee	19.43 ± 13.91	21.50 ± 14.96	25

* $p < 0.05$

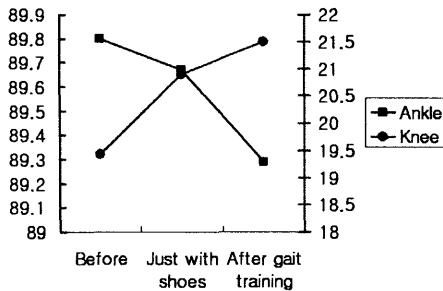


Fig 6. Change of joint angle(heel strike)

3. 발끝 밀기 시 FES 착용 전과 착용 후 관절각도 변화

슬관절은 증풍구두 착용 전에 관절각도가 $40.43 \pm 12.95^\circ$ 였으나, 증풍구두 착용 후에는 $42.33 \pm 13.48^\circ$ 로 증가되어 유의한 결과를 보였으나($p < 0.05$),

족관절의 경우에는 관절각도 감소는 있었지만 유의한 결과를 얻지는 못했다(Table 3, Fig 7)

Table 3. Change of joint angle before and after wearing stroke shoes : Toe off

Joint	Without FES	With FES	p
Ankle	97.30 ± 12.62	96.23 ± 12.50	0.074
Knee	40.43 ± 12.95	42.33 ± 13.48	0.028

* $p < 0.05$

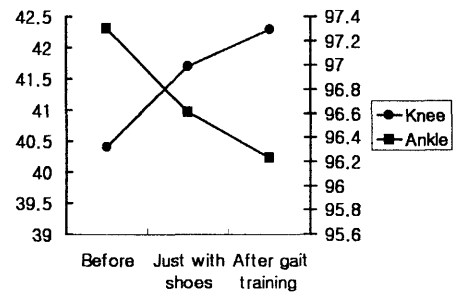


Fig 7. Change of joint angle : toe off

4. FES의 착용전과 착용후의 보폭, 무릎과 무릎사이 거리, 보행속도 변화.

보폭의 경우 증풍구두 착용 전 거리는 $34.14 \pm 14.00\text{cm}$ 이었으나, 증풍구두 착용 후에는 $36.49 \pm 12.56\text{cm}$ 로 증가하였고, 무릎과 무릎사이의 거리는 착용 전 거리가 $32.16 \pm 10.67\text{cm}$ 이었으나 착용 후에는 $30.63 \pm 9.23\text{cm}$ 로 통계적으로 유의한 감소를 보였다 ($p < 0.05$).

보행속도의 경우는 증풍구두 착용후의 속도가 착용 전과 비교하여 약간 증가하는 양상을 보였지만 유의한 차이는 없었다(Table 4, Fig 8).

Table 4. Change of length of pace, walking speed of the joint, and distance change between the knee and the knee 2D it used it analyzed.

Distance, Speed	Without FES	With FES	p
Step length(cm)*	34.14 ± 14.00	36.49 ± 12.56	0.046
Knee to Knee(cm)	32.16 ± 10.67	30.63 ± 9.23	0.027
Gait speed(cm/min)	11.53 ± 6.30	12.19 ± 5.78	0.249

* $p < 0.05$

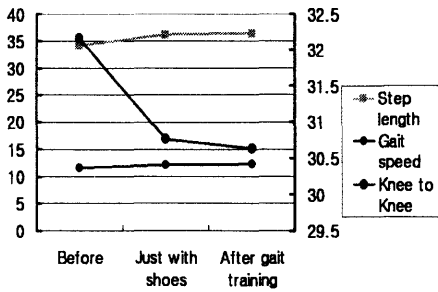


Fig 8. Change of length : distance, knee to knee, gait speed

IV. 고찰

FES는 임상에서 주로 근력과 근 지구력 증진(Ferguson 등, 1989), 관절가동범위 증진(Munsat, 1970)과 근 경직의 완화(Schker 등, 1999), 중추신경계 환자의 기능적 근 활동의 증진(Granat 등, 1992)등에 사용되고 있다.

최근 여러 연구를 통하여 기능적 전기 자극이 편마비 환자의 보행패턴에 긍정적인 영향을 주는 것으로 알려져 있으며 그 효과가 입증되면서 임상적용의 사례가 증가하고 있다. 본 연구에서는 입증된 기능적 전기자극의 효과를 구두에 적용시킨 중풍구두를 이용하여 착용 전·후 편마비 환자의 보행 패턴 개선에 미치는 영향을 연구하고자 하였다.

1. 보행양상의 변화

뇌졸중으로 인한 편마비 환자는 걷는 동안 공동패턴 현상이 나타나 고관절의 경우 신전근, 내전근 및 내회전근, 슬관절의 경우 신전근, 족관절의 경우 족저굴곡근이 경직성 마비를 보이게 되며 이로 인해 입각기 시작 시 발뒤꿈치가 지면에 닿지 않고 발바닥이나 발끝으로 닿게 되어 입각기가 짧아지고 발끝밀기(toe off)가 안 된다고 하였다(박승규, 2005). 본 연구에서는 슬관절 신전근의 경직성 마비에 긍정적인 영향을 주어 비효율적인 보행양상을 개선하는데 도움을 줄 것으로 사료된다.

박승규(2005)는 편마비 환자의 유각기에는 슬관절의 굴곡각도가 부족하여 발이 지면에 끌리게 되므로, 이를 막기 위해 회선보행(circumduction gait)을 하게 되어 정상인과 다른 비효율적인 보행패턴양상을 보이게 된다

고 하였는데 본 연구에서는 중풍구두를 착용한 결과 슬관절의 굴곡각도가 증가되었고 무릎과 무릎사이의 거리도 감소하여 회선보행패턴이 개선되는 결과를 얻어 김용옥 등(2000)의 연구결과와 일치 하였다.

Brunnstrom(1964)은 편마비환자의 보행은 느린 보행속도, 부조화된 하지운동, 유각기 중 환측의 족하수(foot drop)와 그를 보상하기 위한 환측 하지의 슬관절과 고관절, 건측 하지와 족관절, 슬관절과 고관절의 움직임으로 특징지어진다고 하였다. 하지만 본 연구에서는 중풍구두 착용 후 보행시에 족관절에서 발생되었던 족저굴곡이 감소하였고, 슬관절에서는 굴곡각이 증가하여 편마비 환자의 가장 큰 문제점인 족하수가 개선됨을 보였다.

편마비환자의 보행에 대한 기능적 전기 자극의 치료 효과에 대한 연구에서 김봉옥 등(1996)은 기능적 전기 자극의 적용이 병적 보행에 따른 시간변수와 거리변수에 호전을 보여 보행속도가 증가하였다고 하였고 Taylor 등(1999a, b)은 FES 적용 시 뇌졸중 환자의 보행속도가 27%가 증가되었다고 하였으며, Burrige 등(1997a, b)은 20.5%가 증가되었다고 하였는데 본 연구에서는 보폭은 중풍구두 착용 전보다 착용 후에 약간 증가되는 결과를 얻었으나 보행속도에서는 속도 측정을 위한 최소한의 거리인 25m를 확보하지 못해 객관적으로 충분한 값을 얻지 못하여 유의한 차이는 없었다.

이러한 비효율적인 보행양상, 즉 슬관절의 경우 신전근, 족관절의 경우 족저굴곡근이 경직성 마비를 보이게 되며 이로 인해 입각기 시작 시 발뒤꿈치가 지면에 닿지 않고 발바닥이나 발끝으로 닿게 되어 입각기가 짧아지고 발끝밀기(push off)가 되지 않은 현상을 FES를 장착한 중풍구두를 통해 움직임을 만들어 주어, 비효율적인 보행양상을 줄여주고, 그에 따라 비정상적인 보행패턴의 개선에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 알았다.

2. 전극 배치와 근피로의 유발

Susan과 Thomas(1994)는 편마비 환자는 운동장애가 나타남에 따라 일반적으로 하지에서는 저측굴곡 구축이 보행에 가장 큰 문제라고 지적하였다. 그리고 Granat 등(1996)은 비골신경 자극이 유각기 시 직접적으로 족배굴곡과 족외반 효과를 나타냈다고 보고하였다.

또한 Kljajić 등(1992)은 기능적 전기자극의 효과가 주로 전경골근에 의해 이루어짐을 증명하였는데 FES

적용 시 간과되어서는 안 될 문제 중 하나가 바로 Waters 등(1985)이 제기한 전류의 흐름에 따른 피부의 불쾌감과 근피로의 문제점에 관한 것이다. 이를 고려하여 본 연구에서는 비골신경과 슬괵근을 중심으로 전극을 부착하여 실험군에게 실험 전 3차례 훈련을 시행하였으나 불쾌감과 근피로의 발생은 없었다.

안창식 등(2002)의 연구에서 정상인과 편마비 환자의 보행분석 시 3D동작분석기를 이용한 것과 비교하여 본 연구에 사용된 2D 동작분석기는 2차원적인 분석만 가능하여 편마비 환자의 보행분석 및 각도측정에서는 객관적인 값을 얻을 수 있었지만, 3D 동작분석기에 비해 좀 더 정밀한 값을 얻는 데는 제한점이 있었다.

또한 보행분석 시 일상생활이 이루어지는 공간만큼의 충분한 실험공간을 확보하지 못하였고 또한 측정을 위한 표식자들과 FES기기에 연결되었던 선들로 인해 대상자가 보다 자연스러운 보행을 하는데 불편함을 주어, 결과 분석 시 그로 인한 편견을 배제할 수 없었다.

본 연구에서는 단순한 FES전극을 환자의 피부에 직접 부착하는 방식이었던 기존의 연구들과는 달리 FES를 이용한 중풍구두를 직접 제작하여 뇌졸중환자에게 적용했다는 점에서 다른 연구와의 차별을 두었다. 하지만 여러 가지 문제점이 보완되어야 할 것이라고 생각되는데 특히 신발과 전극 사이에 연결된 선들을 신발 밑 센서를 이용한 무선방식으로 대체하고 또 어느 정도의 균일한 압력이 가해져야만 정상 작동이 가능한 버튼식의 단점을 부드럽게 작동하는 압력센서 등으로 보완한다면 더욱 긍정적인 결과를 얻을 수 있을 것이라 사료된다.

따라서 앞으로 보다 많은 대상자와 충분한 공간이 마련된 장소에서 좀 더 진보된 보행 분석 장비를 이용하여 보행 분석을 실시하고 기존의 연구 자료들과 비교 분석한다면 뇌졸중 환자의 보행패턴을 보다 더 정상에 가깝게 개선시키는데 도움을 줄 것이라고 사료된다.

V. 결 론

40세 이상 55세 이하의 편마비 환자 7명을 대상으로 총 2주간 4회에 걸쳐 FES를 이용한 중풍구두의 착용 전과 후의 족관절과 슬관절의 관절각의 변화와 보폭, 보행속도, 무릎과 무릎사이 거리의 변화를 측정 한 후 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 유각기 시 중풍구두 착용 후에 족관절의 저측 굴곡은 감소하였고 슬관절의 굴곡은 증가를 보여 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$).
2. 뒤꿈치 닿기 시에는 중풍구두 착용 후 슬관절 굴곡이 유의하게 증가하였다($p < 0.05$).
3. 발끝 밀기 시에는 중풍 구두 착용 후 슬관절 굴곡이 유의하게 증가 하였다($p < 0.05$).
4. 중풍구두의 착용 전에 비해 착용 후에 보폭이 유의하게 증가하였고 무릎과 무릎 사이의 거리도 유의하게 감소하였다($p < 0.05$).

참 고 문 헌

- 김용옥, 원종혁, 정보인. 기능적 전기자극이 뇌졸중 환자의 보행에 미치는 영향. 한국 전문물리치료학회지. 2000;7(3):72-80.
- 박승규. 편마비 환자의 균형 및 보행에 관한 고찰. 대 불대학교논문집. 2005;(3):395-414.
- 안창식, 정석. 정상인과 편마비 환자의 보행분석 연구. 대한물리치료학회지. 2000;14(3):143-148.
- Baum B, Hall KM. Relationship between constructional praxis and dressing in the head-injured adult. Am J Occup Ther. 1981;35(7):438-442.
- Bernspång B, Asplund K, Eriksson S, Fugl-Meyer AR. Motor and perceptual impairments in acute stroke patients: effects on self-care ability. Stroke. 1987;18(6):1081-1086.
- Brunnstrom S. Recording gait patterns of adult hemiplegic patients. Phys Ther. 1964;44:11-18.
- Burrige JH, Taylor PN, Hagan SA, Wood DE, Swain ID. The effects of common peroneal stimulation on the effort and speed of walking: a randomized controlled trial with chronic hemiplegic patients. Clin Rehabil. 1997(a);11 (3): 201-210
- Burrige JH, Taylor PN, Hagan SA, Wood DE.,Swain. ID. The effect of common peroneal nerve stimulation on quadriceps spasticity in hemiplegia. Physiotherapy. 1997(b);83(2):82-89.
- Burrige JH, McLellan DL. The relationship

- between abnormal patterns of muscle activation and response to common peroneal nerve stimulation in hemiplegia. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2000;69:353-361.
- Kathryn A. Sawner, Jeanne M. LaVigne. *Brunnstrom's Movement Therapy in Hemiplegia*(2nd ed.), p9.
- Kljajić M, Malezic M, Aćimović R, Vavken E, Stanic U, Pangrsic B, Rozman J. Gait evaluation in hemiparetic patients using subcutaneous peroneal electrical stimulation. *Scand J Rehabil Med.* 1992;24(3):121-126.
- Kotila M, Waltimo O, Niemi ML, Laaksonen R, Lempinen M. The profile of recovery from stroke and factors influencing outcome. *Stroke.* 1984;15(6):1039-1044.
- Liberson WT, Holmquest HJ, Scott D, Dow M. Functional electrotherapy stimulation of the peroneal nerve synchronized with the swing phase of the gait of hemiplegic patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 1961;42:101-105.
- Taylor PN, Burridge JH, Dunkerley AL, Wood DE, Norton JA, Singleton C, Swain ID. Clinical use of the Odstock dropped foot stimulator: its effect on the speed and effort of walking. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999a;80(12):1577-1583.
- Taylor PN, Burridge JH, Dunkerley AL, Lamb A, Wood DE, Norton JA, Swain ID. Patients' perceptions of the Odstock Dropped Foot Stimulator (ODFS). *Clin Rehabil.* 1999b;13(5): 439-446.
- Waters RL, McNeal DR, Faloon W, Clifford B. Functional electrical stimulation of the peroneal nerve for hemiplegia. Long-term clinical follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 1985;67(5):792- 793.

