

만성 뇌졸중 환자에서 경직에 따른 족저근막의 두께 변화에 관한 연구

김태곤¹, 심기철¹, 김경윤^{1*}
¹동신대학교 물리치료학과

A Study on Change of Plantar Fascia Thickness in Chronic Stroke Patient Based on Spasticity

Tae-Gon Kim¹, Ki-Cheol Sim¹ and Kyung-Yoon Kim^{1*}

¹Dept. of Physical Therapy, Dongshin University

요 약 본 연구의 목적은 불균형 상태의 근 긴장도와 무리한 보행훈련에 자주 노출되는 만성 뇌졸중 환자에서 경직에 따른 족저근막의 두께 변화를 알아보고자 하였다. 연구대상은 만성 뇌졸중 환자 54명에서 Group I(MAS G0) 18명, Group II(MAS G1) 18명, Group III(MAS G3) 18명으로 선정하였다. 측정방법으로는 임상증상 및 이학적 검사, MAS(Modified Ashworth Scale), 초음파영상 촬영장치, ROM(Range of Motion), VAS(Visual Analogue Scale), TUG(Timed Up and Go test)로 측정하였다. 연구결과, 각 그룹 간 정상측과 마비측의 족저근막의 두께는 통계학적으로 유의하게 두꺼워졌다($p<.001$). 각 그룹 간 정상측과 마비측의 족관절 배측굴곡 ROM은 통계학적으로 유의하게 작아졌으며($p<.001$), VAS($p<.001$), TUG($p<.001$)는 통계학적으로 유의하게 커졌다($p<.001$). 본 연구는 족저근막에 대한 병리역학(pathokinesiology)적 내용을 제시함으로써 뇌졸중 환자의 보행훈련 시 고려해야 할 내용 중 하나임을 제시하였다.

Abstract The purpose of this study was to investigate the imbalance of muscle tone and frequent exposure to excessive gait training in patients with chronic spasticity due to stroke, the thickness of the plantar fascia to change and to evaluate. The subjects of this study was in 54 patients with chronic stroke from 18 patients Group I(MAS G0), 18 patients Group II(MAS G1), and 18 patients Group III(MAS G2) were selected. Measurement of clinical symptoms and physical examination, MAS(Modified Ashworth Scale), ultrasonographic, ROM(Range of Motion), VAS(Visual Analogue Scale), TUG(Timed Up and Go test) was measured. The study results were each group between the unaffected side and the affected side on plantar fascia thickness was statistically significantly thicker($p<.001$). Each group between the unaffected side and the affected side on ankle dorsiflexion ROM was statistically significantly decrease($p<.001$), VAS($p<.001$), TUG($p<.001$) statistically significantly increase($p<.001$). In this study, the plantar fascia pathokinesiology ever presented by the contents of gait training in stroke patients is one of the information that you need to consider when presented.

Key Words : Plantar fascia, Ultrasonographic, Spasticity

1. 서론

뇌졸중 환자는 경직과 같은 비정상적인 근긴장도, 골격근 마비에 의한 근약화, 비정상적인 움직임 패턴 등으

로 운동기능 장애를 초래한다[1]. 이러한 운동기능 장애는 부적절한 근활성과 자발적인 근수축 능력의 감소 및 경직과 같은 근육의 특성 변화를 나타낸다[2]. 뇌졸중 환자는 마비측 족관절의 경우 족저굴곡근의 경

*Corresponding Author : Kyung-Yoon Kim (Dongshin Univ.)

Tel: +82-10-8600-7739 email: redbead7@daum.net

Received July 30, 2013

Revised (1st August 26, 2013, 2nd September 3, 2013)

Accepted November 7, 2013

직성 마비를 보이는데 특히, 비복근과 가자미근으로 이루어지는 하퇴삼두근의 근긴장도가 비정상적으로 증가하여 족관절 배측굴곡의 능동적 조절이 잘 안된다[3]. 이러한 족관절 배측굴곡의 어려움은 발뒤꿈치 닿기 시(heel strike) 발뒤꿈치가 지면에 닿지 못해 전족부로 닿기를 하게하고 발바닥이나 발끝으로 딛게 하여 입각기가 짧아지게 만든다[4].

한편, 뇌졸중 환자의 독립적인 보행은 궁극적인 치료 목표이며 운동기능의 회복을 평가하는 중요한 지표가 된다[5]. 대부분의 뇌졸중 환자의 보행 양상은 경직, 마비, 공동운동 패턴에 의한 선택적 근육 조절능력의 소실로 비대칭적인 보행주기가 나타난다[6].보행에서 가장 먼저 시작되는 것 중 하나가 heel strike, 즉, 발뒤꿈치가 바닥에 접촉하는 단계이다[4].

현재 임상에서 시행하고 있는 뇌졸중 환자의 보행훈련은 전반적인 근긴장이나 기능적으로 불안정한 상태에서 특히, heel strike를 반복적으로 자주시킨다. 이는 발바닥의 충격을 흡수해주고, 발의 아치를 유지해주는 족저근막[7]의 미세파열(microtear)이 일어날 여지를 주며[8], 퇴행성 변화를 이끌어 족저근막에 무리하게 영향을 주어 염증반응을 일으켜 결국 족저근막염이 발생할 수 있다[9]. 박지원 등[10]은 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 경직에 따른 정상측과 마비측의 족저근막의 두께 변화를 초음파 영상 검사를 통하여 비교하였다. 위의 내용들을 통하여 뇌졸중 환자에서 하지의 경직에 따른 족저근막의 두께 변화의 의미는 족저근막염으로 진행될 수 있으며, 이로 인한 하지의 기능에 영향을 줄 것이라고 생각해볼 수 있다.

최근에는 초음파영상 촬영장치를 사용하여 족저근막의 두께를 측정하여 족저근막염을 검사하고 있다[11]. Wearing 등[12]은 초음파영상을 사용하여 체중부하 시 발뒤꿈치에 통증이 있을 경우 정상보다 족저근막의 두께가 더 두꺼워져 있음을 보고하였다. 윤광섭 등[13]은 근위 족저근막염의 비수술적 치료 결과로 족저근막 두께에 따른 비교 분석을 연구하였다.

따라서 만성 뇌졸중 환자의 보행훈련을 위해 노력하는 물리치료사는 위의 내용들을 중요하게 생각해볼 필요가 있을 것이다. 이러한 점들이 간과된 상태에서 현재 임상에서 뇌졸중 환자에게 보행훈련 시 대부분 하지 전체 근육에 대한 저항훈련이나 근긴장훈련, 정렬(alignment), 감각훈련 등에만 고려를 많이 하고 있다. 본 연구는 보행훈련 시 족저근막에 대한 병리역학적 내용을 제시함으로써 보행훈련 시 고려해야할 내용 중 하나임을 제시하고자 하였다.

2. 연구방법

2.1 연구 대상

본 연구의 대상자 특성은 [Table 1]과 같다. 대상자는 성인 뇌졸중 환자 54명을 선정하였으며, 선정 조건은 다음과 같다. (1) 뇌졸중으로 인한 편마비 진단을 받은 후 6개월~2년의 만성단계이면서 독립적인 보행이 가능한 자; (2) 족관절 저측굴곡의 MAS 평가 시 G0~G2인 자; (3) 임상증상 및 이학적 검사상 마비측 발뒤꿈치 바닥쪽에 통증을 호소하는 자; (4) 족부 외상, 족근관 증후군, 아킬레스건염, 신경 포착 증후군 등과 같이 족부에 통증을 유발하는 다른 족부 질환이 의심되거나 동반되지 않은 자; (5) 연구자가 지시하는 내용을 이해하고 수행할 수 있는 자[14-15]

본 연구에 대한 충분한 설명을 한 후 실험을 실시하였다. 본 연구에 참여하기 전 모든 대상자는 자발적으로 동의하였다.

[Table 1] General and Medical Characteristics of Subjects

	MAS G0 (n=18)	MAS G1 (n=18)	MAS G2 (n=18)
Age(Years)	63.6±3.8	63.7±3.4	64.1±3.2
Sex(male/female)	10/8	7/11	9/9
Height(cm)	163.5±6.6	163.6±5.8	164.0±6.4
Weight(kg)	60.1±8.1	60.8±8.2	61.0±7.8
since onset(month)	17.2±2.3	17.6±1.8	18.2±2.1
Affected side (Left/Right)	7/11	10/8	8/10
Causes (Infarction/Hemorrhage)	10/8	9/9	8/10

All values are mean±SD.

MAS : Modified Ashworth Scale

2.2 측정방법

2.2.1 임상증상 및 이학적 검사

족저근막염의 임상증상은 특징적으로 아침에 기상할 때와 오래 앉았다 일어날 때 마비측 발뒤꿈치 바닥쪽에 통증이 심하고[9, 14], 이학적 검사는 종골 조면의 내측부의 압통을 기준으로 하였다[15-16].

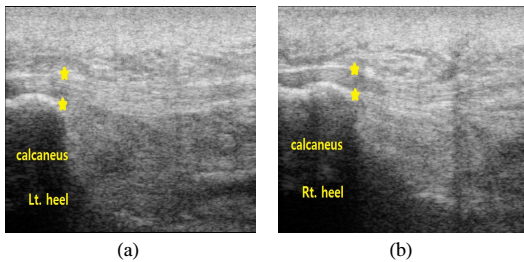
2.2.2 MAS 측정

마비측 족관절 저측굴곡의 경직정도를 측정하기 위하여 MAS를 사용하였다. 대상자를 충분히 이완시켜 수의적 근 수축을 배제한 상태에서 검사자가 한 손으로 경골 내과 바로 위를 잡고 한 손은 발바닥 원위부를 잡은 후

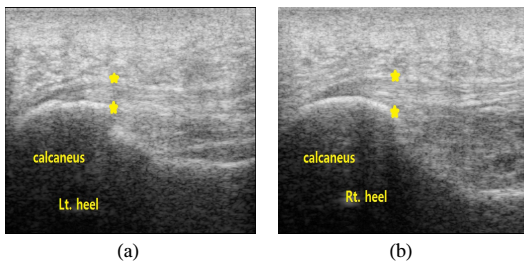
최대 척골위에서 최대 배골위까지 최대한 빨리 수동적 관절운동을 가하면서 느껴지는 저항에 따라 등급 0부터 4까지 평가하였다[17].

2.2.3 초음파영상 측정

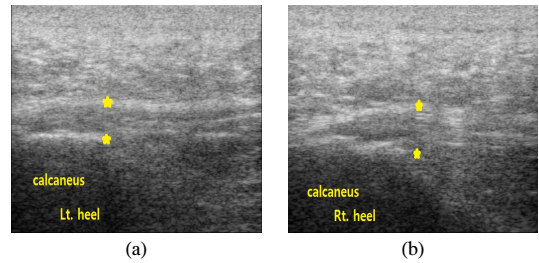
족저근막의 두께를 측정하기 위하여 7.5 MHz 선형탐촉자(linear transducer)의 변환기가 연결된 초음파영상 촬영장치(ACCUVIX V10; Medison co., Korea)를 사용하였다. 측정자세는 대상자는 침대 위에 바로누운 자세에서 양발을 침대 모서리 바깥으로 뻗은 자세를 취하게 하여 족저근막이 종골조면에 부착하는 근위부의 내측에서 종축(longitudinal)으로 스캔하여 근막의 외측 변연에서 가장 두꺼운 부위의 두께를 측정하였다. 그 밖에 근막 내부의 근막 파열, 석회화 여부를 확인하였다. 모든 측정은 정상측에서 마비측 순으로 3회 반복 측정하여 평균값으로 정하였다[Fig 1-3][18].



[Fig. 1] Comparison of ultrasonographic plantar fasciitis show plantar fascia thickness on spasticity(MAS G0)
(a) unaffected side plantar fascia thickness, (b) affected side plantar fascia thickness



[Fig. 2] Comparison of ultrasonographic plantar fasciitis show plantar fascia thickness on spasticity(MAS G1)
(a) unaffected side plantar fascia thickness, (b) affected side plantar fascia thickness



[Fig. 3] Comparison of ultrasonographic plantar fasciitis show plantar fascia thickness on spasticity(MAS G2)
(a) unaffected side plantar fascia thickness, (b) affected side plantar fascia thickness

2.2.4 ROM 측정

대상자는 바로누운자세를 취하고 슬관절을 신전시킨 상태에서 발을 침대의 가장자리에 걸쳐 놓은 자세를 유지하였다. 대상자의 거골하관절을 중립 상태에 놓은 후 견고함이 느껴지는 관절범위의 끝지점까지 검사자가 최대한 족관절을 수동적으로 배측굴곡시켰다. 디지털 정측고니오메터(Baseline[⊕]DigitalAbsolute+AxisGoniometers; Preston Co., USA)를 사용하여 족관절 외측각을 축으로 발목의 외측에 위치시킨 상태에서 ROM을 정상측과 마비측 모두 측정하였다[19].

2.2.5 VAS 측정

족저근막의 주관적인 통증척도를 측정하기 위해VAS를 사용하였다. 0은 통증이 없는 정도, 10은 참을 수 없는 통증을 의미하고, 대상자에게 아픈 정도를 30초 이내에 표시하도록 하였다. 검사자는 0부터 그 사이의 거리를 mm 단위로 측정하여 단위는 빼고 점수화하였다[20].

2.2.6 TUG 검사

동적균형이나 기능적 이동성을 평가하기 위해 TUG를 사용하였다. 대상자는 팔걸이가 있는 의자에 앉은 상태에서 검사자의 출발신호와 함께 의자에서 일어나 3 m 왕복하여 다시 앉는 시간을 측정하였다. 이 검사는 측정자 내 신뢰도($r=0.99$)와 측정자 간 신뢰도($r=0.98$)가 높다[21].

2.3 통계방법

실험에서 얻어진 자료값은 SPSS 18.0 ver.을 사용하여 평균과 표준편차를 계산하였다. 통계적 검증 방법으로는 하지의 경직에 따른 족저근막 두께, ROM에 대한 정상측과 마비측의 비교 검정은 independent t-test를 실시하였다. 각 그룹간 족저근막 두께, ROM, VAS, TUG의 비교

검정은 One-way ANOVA를 실시하였고, 사후검정으로 Tukey's Honestly Significant Difference test를 실시하였다. 모든 통계학적 수준은 $\alpha = .05$ 로 하였다.

3. 결과

3.1 경직에 따른 족저근막의 두께 비교

Group I에서 족저근막의 두께는 정상측은 3.08 ± 0.32 mm, 마비측은 3.43 ± 0.25 mm으로 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < .001$). Group II에서 족저근막의 두께는 정상측은 3.46 ± 0.29 mm, 마비측은 4.47 ± 0.25 mm으로 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < .001$). Group III에서 족저근막의 두께는 정상측은 3.78 ± 0.08 mm, 마비측은 5.67 ± 0.42 mm으로 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < .001$). 각 그룹 간 정상측과 마비측의 족저근막의 두께는 통계학적으로 유의하게 두꺼워졌으며($p < .001$), 사후검정을 실시한 결과 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < .001$)[Table 2].

[Table 2] Comparison of plantar fascia thickness according to spasticity

Group	plantar fascia thickness (mm)	
	NPS	PS
I ###	3.08±0.32	3.43±0.25***
II ###	3.46±0.29	4.47±0.25***
III ###	3.78±0.08	5.67±0.42***

All values are mean±SD.
 Test by independent t-test(***; $p < .001$, **; $p < .01$, *; $p < .05$)
 Test by one-way analysis of variance. The tukey's honestly significant difference test was performed for post hoc assessment(###; $p < .001$, ##; $p < .01$, #; $p < .05$)
 NPS : Non-Paretic Side, PS : Paretic Side
 Group I : MAS G0, Group II : MAS G1, Group III : MAS G2

3.2 경직에 따른 족관절 배측굴곡 ROM 비교

Group I에서 족관절 배측굴곡 ROM은 정상측은 18.51 ± 0.83 °, 마비측은 16.99 ± 1.09 °으로 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < .001$). Group II에서 족관절 배측굴곡 ROM은 정상측은 17.15 ± 0.89 °, 마비측은 12.60 ± 1.38 °으로 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < .001$). Group III에서 족관절 배측굴곡 ROM은 정상측은 15.73 ± 1.50 °, 마비측은 7.98 ± 0.96 °으로 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < .001$). 각 그룹 간 정상측과 마비측의 족관절 배측굴곡 ROM은 통계학적으로 유의하게 작아졌으며($p < .001$), 사후검정을 실시한 결과 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < .001$)[Table 3].

[Table 3] Comparison of ankle dorsiflexion Range of Motion according to spasticity

Group	ROM (°)	
	NPS	PS
I ###	18.51±0.83	16.99±1.09***
II ###	17.15±0.89	12.60±1.38***
III ###	15.73±1.50	7.98±0.96***

All values are mean±SD.
 Test by independent t-test(***; $p < .001$, **; $p < .01$, *; $p < .05$)
 Test by one-way analysis of variance. The tukey's honestly significant difference test was performed for post hoc assessment(###; $p < .001$, ##; $p < .01$, #; $p < .05$)
 NPS : Non-Paretic Side, PS : Paretic Side
 ROM : Range of Motion
 Group I : MAS G0, Group II : MAS G1, Group III : MAS G2

3.3 경직에 따른 VAS 비교

Group I에서 VAS는 2.77 ± 0.87 , Group II에서 VAS는 5.11 ± 1.02 , Group III에서 VAS는 7.77 ± 0.92 이었다. 각 그룹 간 VAS는 통계학적으로 유의하게 커졌으며($p < .001$), 사후검정을 실시한 결과 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < .001$)[Table 4].

[Table 4] Comparison of Visual Analogue Scale according to spasticity

Source	Group I	Group II	Group III
VAS	2.77±0.87###	5.11±1.02###	7.77±0.94###

All values are mean±SD.
 Test by one-way analysis of variance. The tukey's honestly significant difference test was performed for post hoc assessment(###; $p < .001$, ##; $p < .01$, #; $p < .05$)
 VAS : Visual Analogue Scale
 Group I : MAS G0, Group II : MAS G1, Group III : MAS G2

3.4 경직에 따른 TUG 비교

Group I에서 TUG는 15.78 ± 1.95 sec, Group II에서 TUG는 20.569 ± 1.89 sec, Group III에서 TUG는 29.45 ± 2.03 sec이었다. 각 그룹 간 TUG는 통계학적으로 유의하게 커졌으며($p < .001$), 사후검정을 실시한 결과 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < .001$)[Table 5].

[Table 5] Comparison of Time Up and Go test according to spasticity

Source	Group I	Group II	Group III
TUG(sec)	15.78±1.95###	20.69±1.89###	29.45±2.03###

All values are mean±SD.
 Test by one-way analysis of variance. The tukey's honestly significant difference test was performed for post hoc assessment(###; $p < .001$, ##; $p < .01$, #; $p < .05$)
 TUG : Time Up and Go test
 Group I : MAS G0, Group II : MAS G1, Group III : MAS G2

4. 논의

족저근막은 종골의 내측에서 기원한 섬유 조직의 강한 구조물로서 종골 결절의 내측 돌기에서 시작하여 가운데 두꺼운 부분과 양측의 약한 부분으로 구성되어 있다[18, 22]. 조직학적으로는 족저근막 내 과부하로 인하여 탄성 섬유의 배열이 변화되면서 근막의 경직을 유발하게 된다[23]. 이러한 족저근막은 족저궁의 충격흡수 역할과 지지 역할을 하는데 특히 보행 주기 중 발뒤축 접지기, 체중부하기, 전출기에서 중요한 역할을 한다[22]. 이 족저부 근막 자체나 근막 주위 구조물에 염증이 있을 때 족저근막염이라 한다[24].

족저근막염 검사를 임상증상 및 이학적 검사가 시행되고 있지만 일부 족저근막염 환자에게서는 이러한 특징이 나타나지 않으므로 정확한 검사가 필요하다[25]. 초음파 영상 촬영장치는 족저근막염의 검사하는데 유용하며 족저근막의 두께 변화를 비침습적이며 다루기 쉽고 빠른 시간에 확인할 수 있다[26-27].

Soretino 등[26]은 일반적으로 정상 족저근막 두께는 4 mm 이하라고 보고하였으며, Tsai 등[28]이 4 mm 기준으로 정상 족저근막과 족저근막염으로 나눌 수 있다고 보고하였다. 뇌졸중 환자는 체중지지 능력감소, 부적절한 자세에 의한 통증, 비효율적인 동작양상, 과도한 신장 반사동의 이유로 보행을 하는데 어려움이 있으며[6], 원시적 공동 패턴과 선택적 근육조절의 저하로 인하여 특징적인 뇌졸중 환자 보행 양상을 보인다[29]. 특히, 족관절에서 족저굴근의 경직성 마비를 나타내며 동적 내반을 동반하는 족저굴곡 변형이 흔하며 체중지지를 하는데 어려움이 있다[30].

본 연구에서는 만성 뇌졸중 환자에서 하지의 경직에 따른 족저근막의 두께 변화와 함께 ROM, VAS, TUG를 평가하였다.

본 연구 결과 각 그룹 간 정상측과 마비측의 족저근막의 두께는 통계학적으로 유의하게 두꺼워졌다($p < .001$). 특히, Group II에서 마비측의 족저근막의 두께는 4.47 ± 0.25 mm, Group III에서 마비측의 족저근막의 두께는 5.67 ± 0.42 mm로 두꺼워졌다.

이와 같은 결과는 박지원 등[10]이 경직정도에 따른 뇌졸중 환자군의 정상측 및 마비측의 족저근막의 두께는 통계학적으로 유의하게 두꺼워졌다는 연구와 일치한 결과를 나타냈다. 또한, 이경태 등[31]이 통증이 있는 쪽에서 족저근막의 두께가 5.1 ± 1.12 mm, Gibbon 등[25]은 5.9 ± 0.97 mm, Cardinal 등[18]은 5.2 ± 1.13 mm로 두꺼워졌다는 선행연구들과 일치한 결과를 나타냈다. 즉, 경직에 따른 족저근막의 두께 변화로 족저근막의 두꺼워짐은 족저

근막염으로 진행될 수 있으며, 근막 다발이 경직되면서 족저근막이 긴장되어 족저근막의 두께 변화에 영향을 미치는 것이라고 생각된다. 또한, 뇌졸중 환자가 보행 시 정상측과 마비측의 족저근막에 과도한 부하가 가해져서 족저근막의 두께 변화에 영향을 미치는 것이라고 생각된다.

Riddle 등[32]은 정상인에서 족관절의 배측굴곡 정도가 감소함에 따라 족저근막염의 발생 위험이 높다고 보고하였으며, Irving 등[33] 등도 족관절 배측굴곡 ROM의 감소가 족저근막염의 발병과 유의한 연관성이 있다고 보고하였다. 또한, 족저근막염은 휴식 후 일어나서, 혹은 수면 후 일어나서 보행을 할 때 처음 수 분간 후족부에 통증을 느끼다가 계속 보행을 하면 통증이 사라지는 것이 특징적이며, 종골의 족저근막 기시부 내측 결절에 압통이 있다[14, 28]. TUG는 영국이나 미국의 노인협회에서 낙상의 위험을 검사하기 위해 이용되고 있으며 신뢰도가 매우 높다[34].

본 연구 결과 각 그룹 간 정상측과 마비측의 족관절 배측굴곡 ROM은 통계학적으로 유의하게 작아졌다($p < .001$). 각 그룹간 VAS($p < .001$), TUG($p < .001$)는 통계학적으로 유의하게 커졌다($p < .001$).

이와 같은 결과는 이종화 등[35]의 연구에서도 환자군의 족관절 배측굴곡 ROM이 대조군에 비해 유의하게 감소하였다는 선행연구와 일치한 결과를 나타냈다. 즉, 보행 시 족관절의 배측굴곡의 감소가 거골하관절의 비정상적인 회내를 보상적으로 유발함으로써 족저근막에 스트레스를 직접적으로 증가시킴으로 하지의 기능에 영향을 미치는 것이라고 생각된다. 또한, 마비측에서는 잘못된 입각기의 진행으로 발의 앞쪽에 많은 체중지지가 일어나며, 정상측에서는 마비측에 대한 상대적인 체중지지의 증가가 족저근막의 장력을 증가시킴으로 하지의 기능에 영향을 미치는 것이라고 생각된다.

이상의 결과를 통해 평소 불안정한 상태에서 보행훈련과 같은 반복적인 과사용은 족저근막에 무리를 일으키고, 하지의 경직에 따른 족저근막의 두께 변화와 함께 ROM, VAS 그리고 TUG에 부정적 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 즉, 족저근막에 대한 병리역학적 내용을 제시함으로써 보행훈련 시 고려해야 할 내용 중 하나임을 제시하였다. 또한, 족저근막의 두께 변화에 대한 관리가 매우 중요하며, 이러한 변화는 결국, 경직에 영향을 받기 때문에 물리치료사에게 환자의 경직 관리가 치료 못지않게 중요하다.

본 연구의 의의 중 하나는 기존의 연구는 족저근막에 대한 내용을 중심으로 기술했다면, 본 연구는 경직에 따른 족저근막의 두께를 초음파영상을 통해 객관화하려는 시도와 이를 바탕으로 하지의 기능평가를 통해 환자의

문제점을 제시하려고 했음에 의미가 있다. 따라서 경직 관리는 뇌졸중 환자들의 기능적 손실을 최소화하고 성공적인 재활 목적 달성을 위해 필수적이라고 생각된다.

References

- [1] S. A. Sharp, B. J. Broumer, "Isokinetic strength training of the hemiparetic knee: effects on function and spasticity", *Arch Phys Med Rehabil*, Vol. 78, No. 11, pp. 1231-1236, 1997.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0003-9993\(97\)90337-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0003-9993(97)90337-3)
- [2] B. O. Kim, T. M. Kim, J. M. Chae, K. H. Cho, "Kinetic characteristics during initiation of gait in stroke patients", *J Korean Acad Rehab Med*, Vol. 25, No. 2, pp. 227-235, 2001.
- [3] Gage JR. *Gait analysis in cerebral palsy*. New York : Mackeith Press, 1991.
- [4] C. Norkin, "Gait analysis. In : S. B. O'Sullivan and T. J. Schmitz, *Physica Rehabilitation : Assessment and treatment(3rd Ed.)*", Philadelphia : FA DAVIS Co, pp. 167-191, 1994.
- [5] J. H. Lee, S. W. Park, D. A. Kim, S. J. Jang, Y. H. Kim, J. B. Yi, "Gait analysis using accelerometer in stroke patients", *J Korean Acad Rehab Med*, Vol. 28, No. 5, pp. 488-493, 2004.
- [6] J. C. Wall, G. I. Turnbull, "Gait asymmetries in residual hemiplegia", *Arch Phys Med Rehabil*, Vol. 67, No. 8, pp.550-553, 1986.
- [7] M. R. Hedrick, "The plantar aponeurosis", *Foot Ankle Int*, Vol. 17, No. 10, pp. 646-649, 1996.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/107110079601701012>
- [8] N. Karabay, T. Toros, C. Hurel, "Ultrasonographic evaluation in plantar fasciitis", *J Foot Ankle Surg*, Vol. 46, No. 6, pp. 442-446, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1053/j.jfas.2007.08.006>
- [9] M. Roxas, "Plantar fasciitis: diagnosis and therapeutic considerations", *Altern Med Rev*, Vol. 10, No. 2, pp. 83-93, 2005.
- [10] J. W. Park, S. H. Park, M. H. Ko, "Change of plantar fascia thickness in hemiplegic patients", *J Kor Soc Phys Ther*, Vol. 21, No. 3, pp. 41-46, 2009.
- [11] J. A. Ogden, R. G. Alvarez, M. Marlow, "Shockwave therapy for chronic proximal plantar fasciitis: a meta-analysis", *Foor Ankle Int*, Vol. 23, No. 4, pp. 301-308, 2002.
- [12] S. C. Wearing, J. E. Smeathers, P. M. Sullivan, B. Yates, S. R. Urry, P. Dubois, "Plantar fasciitis: are pain and fascial thickness associated with arch shape and loading?", *Phys Ther*, Vol. 87, No. 8, pp. 1002-1008, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2522/ptj.20060136>
- [13] K. S. Yoon, H. G. Jung, E. J. Bae, T. H. Kim, "Outcome of nonoperative treatment for proximal plantar fasciitis: comparative analysis according to plantar fascia thickness", *J Kor Foot Ankle Soc*, Vol. 12, No. 2, pp. 122-127, 2008
- [14] M. DeMaio, R. Paine, R. E. Mangine, D. Drez, "Plantar fasciitis", *Orthopedics*, Vol. 16, No. 10, pp. 1153-1163, 1993.
- [15] S. D. Karr, "Subcalcaneal heel pain", *Orthop Clin North Am*, Vol. 25, No. 1, pp. 161-175, 1994.
- [16] W. G. Ward, F. W. Clippinger, "Proximal medial longitudinal arch incision for plantar fascia release", *Foot Ankle*, Vol. 8, No. 3, pp. 152-155, 1987.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/107110078700800309>
- [17] R. W. Bohannon, P. A. Larkin, M. B. Smith, M. G. Horton, "Relationship between static muscle strength deficits and spasticity in stroke patients with hemiparesis", *Phys Ther*, Vol. 67, No. 7, pp. 1068-1071, 1987.
- [18] E. Cardinal, R. K. Chhem, C. G. Beaugard, B. Aubin, M. Pelletier, "Plantar fasciitis: sonographic evaluation", *Radiology*, Vol. 201, No. 1, pp. 257-259, 1996.
- [19] Root ML, Orien WP, Weed JH, Hughes RJ. *Biomechanical examination of the foot*. Los Angeles: Clinical Biomechanics, 1971.
- [20] K. D. KEELE, "The pain chart", *Lancet*, Vol. 2, No. 6514, pp. 6-8, 1948.
- [21] D. Podsiadlo, S. Richardson, "The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons", *J Am Geriatr Soc*, Vol. 39, No. 2, pp. 142-148, 1991.
- [22] C. Brown, "A review of subcalcaneal heel pain and plantar fasciitis", *Aust Fam Physician*, Vol. 25, No. 6, pp. 875-885, 1996.
- [23] R. Buchbinder, R. Ptasznik, J. Gordon, J. Buchanan, V. Prabakaran, A. Forbes, "Ultrasound-guided extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis: a randomized controlled trial", *JAMA*, Vol. 288, No. 11, pp. 1364-1372, 2002.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1001/jama.288.11.1364>
- [24] M. P. Snider, W. G. Clanct, A. A. McBeath, "Plantar fascia release for chronic plantar fasciitis in runners",

- Am J Sports Med, Vol. 11. No. 4, pp. 215-219, 1983.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/036354658301100406>
- [25] W. Gibbon, G. Long, "Plantar fasciitis: US evaluation", Radiology, Vol. 203, No. 1, pp. 290, Radiology, 1997.
- [26] F. Sorentino, A. Iovance, A. Vestro, A. Caccari, R. Mantia, M. Midiri, "Role of high-resolution ultrasound in guiding treatment of idiopathic plantar fasciitis with minimally invasive techniques", Radiol Med, Vol. 113, No. 4, pp. 486-495, 2008.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11547-008-0277-2>
- [27] C. F. Hyer, R. Vancourt, A. Block, "Evaluation of ultrasound-guided extracorporeal shock wave therapy (ESWT) in the treatment of chronic plantar fasciitis", J Foot Ankle Surg, Vol. 44, No. 2, pp. 137-143, 2005.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1053/j.jfas.2005.01.005>
- [28] W. C. Tsai, M. F. Chiu, C. L. Wang, F. T. Tang, M. K. Wong, "Ultrasound evaluation of plantar fasciitis", Scand J Rheumatol, Vol. 29, No. 4, pp. 255-259, 2000.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/030097400750041415>
- [29] M. E. Brandstater, H. de Bruin, C. Gowland, B. M. Clark, "Hemiplegic gait: analysis of temporal variables", Arch Phys Med Rehabil, Vol. 64, No. 12, pp. 583-587, 1983.
- [30] J. Perry, "The mechanics of walking in hemiplegia", Clin Orthop Relat Res, Vol. 63, pp. 23-31, 1969.
- [31] K. T. Lee, S. S. Ong, K. W. Young, J. Y. Yoon, "Sonographic evaluation and conservative treatment of plantar fasciitis", J Kor Orthop Assoc, Vol. 35, No. 5, pp. 807-812, 2000.
- [32] D. L. Riddle, M. Pulisic, P. Pidcoe, R. E. Johnson, "Risk factors for Plantar Fasciitis: a matched case-control study", J Bone Joint Surg Am, Vol. 85-A, No. 5, pp. 872-877, 2003.
- [33] D. B. Irving, J. L. Cook, H. B. Menz, "Factors associated with chronic plantar heel pain: a systematic review", J Sci Med Sport, Vol. 9, No. 1-2, pp. 11-22, 2006.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2006.02.004>
- [34] E. Nordin, E. Rosendahl, L. Lundin-Olsson, "Timed "Up & Go" test: reliability in older people dependent in activities of daily living-focus on cognitive state", Phys Ther, Vol. 86, No. 5, pp. 646-655, 2006.
- [35] J. H. Lee, S. B. Kim, K. W. Lee, D. W. Han, "Biomechanical factors associated with plantar fasciitis in non-obese patients", J Kor Sports Med, Vol. 29, No. 1, pp. 9-14, 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5763/kjism.2011.29.1.9>

김 태 곤(Tae-Gon Kim)

[정회원]



- 2012년 2월 : 동신대학교 물리치료학과(이학석사)
- 2012년 3월 : 동신대학교 물리치료학과 박사과정
- 2012년 2월 ~ 현재 : 여수 동인요양병원 운동치료실 근무

<관심분야>
신경과학, 운동치료학

심 기 철(Ki-Cheol Sim)

[정회원]



- 2008년 2월 : 동신대학교 물리치료학과 (이학석사)
- 2011년 2월 : 동신대학교 물리치료학과 (이학박사)
- 2011년 5월 ~ 2012년 2월 : 청연한방병원 재활치료 팀장
- 2013년 3월 ~ 현재 : 동신대학교 물리치료학과 초빙교수

<관심분야>
신경계물리치료, 운동치료

김 경 윤(Kyung-Yoon Kim)

[정회원]



- 2004년 2월 : 동신대학교 물리치료학과 (물리치료학석사)
- 2007년 2월 : 동신대학교 물리치료학과 (이학박사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 동신대학교 물리치료학과 교수

<관심분야>
운동치료학, 신경과학