

메트로놈을 이용한 트레드밀 보행훈련이 보행패턴에 미치는 영향

윤원찬 · 박선욱^{1†}

은평성모병원 물리치료실, ¹삼성서울병원 물리치료실

Effect of Treadmill Walking Training using the Metronome on Gait Pattern

Won-Chan Yoon, PT, MS · Sun-Wook Park, PT, PhD^{1†}

Department of Physical Therapy, Eunpyeong St. Mary's Hospital

¹Department of Physical Therapy, Samsung Medical Center

Received: January 28, 2020 / Revised: February 3, 2020 / Accepted: February 28, 2020

© 2020 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: The purpose of this study was to investigate the effect of treadmill walking training using the metronome on the gait pattern.

METHODS: A total of 33 healthy persons were studied consisting of 17 female and 16 male in the 20-30 age group. A gait analysis program was installed on a treadmill with a built-in gait analysis sensor and laptop. After 9 minutes of treadmill walking, gait analysis was performed for 1 minute. The mean values of the differences in the step length, angle of COP, separation line standard deviation and step force of the lower legs affecting walking symmetry were calculated for treadmill walking and treadmill walking using the metronome. The Shapiro-Wilk test was used to test the normality of the collected data and a paired t-test was

performed to analyze the difference in walking before and after using the metronome.

RESULTS: As a result of the analysis, the mean of difference between the measured values of the bilateral lower extremity for step length, angle of COP, separation line standard deviation and step force were statistically significant before and after treadmill walking using the metronome.

CONCLUSION: Therefore, the treadmill walking training using the metronome is effective in decreasing the difference in the foot width, gait angle, gait distribution, and foot pressure. Because of this, the treadmill walking training using the metronome has a significant effect on walking symmetry among the elements for correct walking, which is a means for enabling efficient and continuous walking.

Key Words: Gait, Metronome, Treadmill, Walking symmetry

†Corresponding Author : Sun-Wook Park
assasun@hanmail.net, <https://orcid.org/0000-0003-3995-8905>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서 론

보행에 필요한 요소는 균형, 협응, 대칭적 자세 등이 있다. 비정상적 보행은 불균형, 비대칭적 자세 등을 야기하여 보행 시 에너지 소모를 증가시키고 이는 일상생활에서 제한된 움직임을 초래한다[1,2]. 한쪽 하지에서

다른 쪽 하지로의 원활한 체중이동은 의자에 앉기, 이동하기, 돌기, 계단 오르기, 걷기 등 일상적 움직임에 필수적이며 중요한 능력이다[3]. 병적 보행은 하나 이상의 비정상적 항진 또는 억제에 의해 비정상적 보행을 초래한다[4]. 그 중 비대칭적 보행은 몸의 중심이 변위되어 체중부하의 차이가 나타나고 이로 인해 보행 시 보폭이나 속도의 감소를 초래한다[5].

보행 대칭성이란 자세를 유지하고 양 하지의 수직적으로 움직이기 위한 자세안정과 체중부하가 지면에 균일하게 분포된 상태로 중력의 중심축이 상황에 따른 환경에서 적절히 조절되어 보행하는 것을 뜻한다[6,7]. 보행 대칭 훈련에 대한 객관적 데이터와 체계적인 치료를 위한 연구, 특히 청각적 피드백을 활용한 대칭 체중부하 훈련에 대한 연구가 진행되어 왔다[8,9].

비대칭적 보행의 교정을 위한 여러 임상도구 중 트레드밀은 보행속도나 경사도를 변경하여 대상자에게 정량적 운동 부하를 제공하고, 운동 부하량을 파악할 수 있을 뿐만 아니라 반복 측정 시 동일한 속도와 경사도를 제공할 수 있다는 장점 때문에 보행분석에서 많이 활용되고 있다[10]. 또한 트레드밀을 이용한 보행 훈련은 하지의 체중지지 시간 증가에 의한 보행 대칭성을 향상시킬 수 있는 중재 방법으로도 적용되고 있다[11]. 트레드밀은 객관적이고 정량적인 평가를 통해 보행과 관련한 데이터를 제공하고, 이를 통해 체계적인 치료 및 그에 따른 효과를 밝히는데 많이 사용되고 있다. 추가적인 중재를 적용한 트레드밀 보행훈련은 보행능력의 회복을 촉진하고 근력의 강화와 균형의 증진 및 보행패턴의 재인식이 일어나도록 한다[12].

비대칭 보행의 교정을 위한 또 다른 치료방법으로는 리듬청각자극(Rhythmic Auditory Stimulation, RAS)을 동반한 보행이 있다. 리듬청각자극은 빠른 템포의 음향 청각자극을 제공하여 운동모터 체계에 영향을 주고 운동영역과 지각영역 등 감각의 동기화를 통해 뇌의 활성화 유도하여 보행패턴을 안정화 하고 보행 대칭성에 도움을 준다[13,14]. 메트로놈(metronome)을 이용한 보행훈련은 즉각적인 보행 평가가 가능하고 보행속도와 보폭, 보장, 활동시간에 도움을 준다고 하였고, Thaut MH et al.에 의하면 리듬청각자극을 통한 보행 훈련은

보행 속도와 보폭을 유의하게 향상시킨다고 하였다 [15,16]. 리듬청각자극의 적용은 특히 리듬을 활용한 보행을 통해 보행속도, 패턴, 시간 등을 보다 조화롭게 함으로써 안정되고 부드러운 보행이 가능하도록 하여 보행 대칭성을 향상 시킨다[17]. 보행에 대한 리듬청각자극에 대한 효과와 실제 보행과 비슷한 환경을 제공하는 트레드밀 보행의 장점을 결합하여 최근에는 리듬청각자극을 동반한 트레드밀 보행에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다.

이와 같이 비대칭적 보행패턴을 바로잡아 대칭적 보행이 가능하도록 증대하는 연구는 오랜 기간 수행되어왔다. 기존의 트레드밀과 리듬청각자극을 이용한 선행연구들로는 편마비 및 척수손상 환자군을 대상으로 한 연구들이 있었다[18]. 또한 트레드밀 속도는 대상자가 주관적으로 편안함을 느끼는 속도를 선택하고, 리듬청각자극은 연구자나 대상자가 임의로 선택한 음악이나 비트를 제공한 후 보행패턴의 변화를 알아본 연구가 있었다[19]. 그러나 이러한 연구들은 보행속도와 리듬청각자극에 대한 일반화가 어려워 연구의 확장성이 부족하였고, 결과변수도 보행거리나 보행속도와 같은 양적인 변화값에 국한된 한계가 있었다[20,21].

따라서 본 연구는 성인남녀의 평균보행 속도에 맞춘 트레드밀 속도와 분속 수에 맞춘 메트로놈 비트를 제공할 때 보행패턴 중 보행의 대칭성에 해당하는 양 하지의 보폭, 보각, 보행분산, 족압을 차이를 분석하여 메트로놈을 이용한 트레드밀 보행이 보행대칭성에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

본 연구는 서울 및 경기 지역에 거주하면서 정상적인 보행이 가능하고, 시각 또는 청력의 장애가 없으며, 신경·근골격계 질환이 없는 20-30대 33명(남자16명, 여자 17명)을 대상으로 하였다. 대상자는 본 연구의 목적을 이해하였고, 연구에 참여하는 것을 서면으로 동의하였다. 본 연구는 삼성서울병원 생명윤리 심의 위원회의 승인을 받았다(승인번호 : SMC 2017-10-064-003).

2. 연구도구

연구 대상자의 보행을 분석하기 위해 보행분석 트레드밀(HERA7000, Health one, Korea)을 사용하였고, 리듬청각자극을 제공하기 위해 컴퓨터용 메트로놈 프로그램(Fretway Metro, USA)을 이용하였다. 보행분석은 트레드밀에 내장된 보행센서에서 보행주기 신호를 입력 받아 증폭 및 디지털 필터 처리를 하였고 무선으로 연결된 컴퓨터로 데이터가 입력되었다. 입력된 데이터는 Perry's Gait Analysis (GHT2020, GHiWell, Korea)를 이용하여 1분간 보행한 양하지 측정값 차이의 평균을 측정결과로 분석하였다.

3. 연구 절차

보행 측정에 앞서 연구 대상자의 신체 계측(나이, 성별, 신장, 발 크기, 체중)을 실시하였고, 보행에 영향을 줄 만한 신경·근골격계 질환 여부와 시간, 청각의 이상여부를 과거력 청취를 통해 확인하였다. 연구실의 평균 온도는 26°C로 설정하였고, 연구에 참가한 대상자는 트레드밀 보행에 대한 익숙한 정도의 개인별 차이를 줄이기 위해 보행 측정 전 5분간 보행연습 시간을 가졌다[22]. 보행 측정 시 안전을 고려하여 트레드밀에 비상정지 버튼, 비상정지 클립 등을 부착하였으며, 보행 측정 전 안전을 담당하는 연구 보조자를 대상자 뒤에 위치시켰다. 또한 보행분석 프로그램이 설치된 컴퓨터 앞에 보행분석을 실행하는 보조자를 위치시켰다.

보행은 연구 대상자가 편안함을 느끼는 빠르게 선 상태에서 0.5 km/h의 속도로 보행을 시작하였다. 1분마다 0.5 km/h씩 속도를 올려 성인 남녀의 평균 보행 속도인 4.5 km/h까지 도달하도록 속도를 올리며 보행을 실시하였다[23]. 보행을 지속하면서 대상자의 연구에 대한 긴장도 및 편견(Bias)을 최소화 하기 위해 보행분석의 시작시점을 알리지 않고 1분간 보행분석을 실시하였다.

연구대상자는 트레드밀에서 10분간의 보행 후 10분간 휴식을 취하였다[24]. 리듬청각 자극을 이용한 보행 훈련을 하기에 앞서 리듬청각자극에 적응하기 위해 2분간 앉은 자세에서 메트로놈을 들으며 좌·우측으로 어깨를 움직이거나 체중을 이동하게 하였다[25]. 이 때

메트로놈의 비트(beat) 속도는 성인 남녀 평균 분속 수 115 steps/min [26] 과 한 발(1 step)에 1비트로 메트로놈 비트 수를 맞추는 방식으로 설정하여 115 BPM (Beats Per Minute)으로 설정하였다[27]. 이 후 메트로놈을 들려준 채 앞서 설명한 것과 같은 방법으로 트레드밀 보행 및 보행분석을 하였다.

보행분석은 보행의 대칭성에 영향을 끼치는 입각기의 4가지 요소에 대하여 측정하였다. 4가지 요소는 보폭(Step length), 보각(Angle of COP), 보행분산(Separation line standard deviation), 족압(Step force)이다. 보폭은 한쪽 발 뒤꿈치 닿기부터 반대쪽 발 발뒤꿈치 닿기까지의 거리의 평균이며, 보각은 뒤꿈치와 엄지발가락이 이루는 각도의 평균이다. 보행분산은 보행의 중심점에서 벗어난 정도의 평균이고, 족압은 하지가 지면에 닿았을 때의 압력을 측정한 값의 평균이다. 모든 변수값은 트레드밀 보행의 피로를 고려하여 각각 1회씩 측정하였고, 통계분석을 위한 데이터의 수집은 4가지 측정항목의 양하지 측정값 차이의 평균값을 구하였다.

4. 통계분석

본 연구에서 수집된 자료는 기호화(Coding)하여 SAS 9.4 (SAS CARY, NC, USA)를 이용하여 통계분석을 실시하였다. 정규성 검정은 Shapiro-Wilk test를 실시하였고, 통계분석은 메트로놈 이용 전후의 보행패턴의 차이를 분석하기 위해 Paired T-test를 실시하였다. 유의수준은 $p < .05$ 로 정하였다.

III. 결 과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구 대상자 총 33명 중 여성은17명, 남성은16명 이었다. 여성의 평균 연령은 25세 였으며, 평균 신장은 164.5 cm, 평균 체중은 57.9 kg, 평균 발 크기는 238.8 mm이었다. 남성의 평균 연령은 27.3세 였으며, 평균 신장은 174.5 cm, 평균 체중은 67.8 kg, 평균 발 크기는 266.5 mm이었다(Table 1).

Table 1. General Characteristics of Subjects

Sex	N	Variables	Mean	SD	Minimum	Maximum	Median
Female	17	Age (year)	25	3.1	22	32	24
		Height (cm)	164.5	4.84	158	174	164
		Weight (kg)	57.9	1.2	50	90	55
		Foot size (mm)	238.8	11.5	225	270	240
Male	16	Age (year)	27.3	3.3	22	33	27
		Height (cm)	174.5	7.4	165	190	173
		Weight (kg)	67.8	7.3	58	80	69.5
		Foot size (mm)	266.5	13.6	240	300	265

Table 2. Change Step Length, Angle of COP, Separation Line SD, and Step force According to Female's Metronome Application (n = 17)

	Treadmill Walking		Treadmill Walking using Metronome		t	p
	Mean	SD	Mean	SD		
Step Length (cm) ^a	6.33	2.12	5.26	1.25	4.00	.001
Angle of COP (°) ^b	4.08	1.21	2.28	0.52	5.12	.0001
Separation Line SD (%) ^c	4.44	0.59	2.86	0.48	6.41	.0001
Step Force (%) ^d	2.91	0.23	2.27	0.45	4.62	.0003

^a: Differences in the Amount of Stride While Walking

^b: Differences in the Amount of Walking Angle While Walking

^c: Differences in the Degree of Deviation of the Legs from the Center Point While Walking

^d: Differences in foot Pressure between Legs While Walking

2. 보행패턴의 변화

1) 여성

여성을 대상으로 한 트레드밀 보행 시 양 하지의 보폭 간의 차이의 평균은 6.33 cm로 나타났고, 메트로놈을 동반한 트레드밀 보행 시 양 하지의 보폭 간의 차이의 평균은 5.26 cm으로 나타났고, 메트로놈 중재 전후 양 하지의 보폭 간의 차이는 통계적으로 유의하게 감소한 것으로 나타났고(p < .05).

양 하지의 보각의 차이의 평균은 4.08°로 나타났고, 메트로놈을 동반한 트레드밀 보행 시 양 하지의 보각의 차이의 평균은 2.28°로 나타났고, 메트로놈 중재 전후 양 하지의 보각의 차이는 통계적으로 유의하게 감소한 것으로 나타났고(p < .05).

양 하지의 보행분산 차이의 평균은 4.44%로 나타났고, 메트로놈을 동반한 트레드밀 보행 시 양 하지의

보행분산 차이의 평균은 2.86%로 나타났고, 메트로놈 중재 전후 양 하지의 보행분산 차이의 평균은 통계적으로 유의하게 감소한 것으로 나타났고(p < .05).

양 하지의 족압의 차이의 평균은 2.91%로 나타났고, 메트로놈을 동반한 트레드밀 보행 시 양 하지의 족압의 차이의 평균은 2.27%로 나타났고, 메트로놈 중재 전후 양 하지의 족압의 차이는 통계적으로 유의하게 감소한 것으로 나타났고(p < .05)(Table 2).

2) 남성

남성을 대상으로 한 트레드밀 보행 시 양 하지의 보폭 간의 차이의 평균은 6.13 cm로 나타났고, 메트로놈을 동반한 트레드밀 보행 시 양 하지의 보폭 간의 차이의 평균은 5.02 cm으로 나타났고, 메트로놈 중재 전후 양 하지의 보폭 간의 차이는 통계적으로 유의하게 감소한 것으로 나타났고(p < .05).

Table 3. Change Step Length, Angle of COP, Separation Line SD, and Step Force According to Male's Metronome Application (n = 16)

	Treadmill Walking		Treadmill Walking using Metronome		t	p
	Mean	SD	Mean	SD		
Step Length (cm) ^a	5.40	2.23	4.27	1.53	4.82	.0002
Angle of COP (°) ^b	3.34	0.98	1.91	0.23	5.49	.0001
Separation Line SD (%) ^c	4.58	1.12	3.20	0.86	3.91	.0014
Step Force (%) ^d	2.43	0.56	1.13	0.36	2.75	.0149

^a: Differences in the Amount of Stride While Walking

^b: Differences in the Amount of Walking Angle While Walking

^c: Differences in the Degree of Deviation of the Legs from the Center Point While Walking

^d: Differences in foot Pressure between Legs While Walking

양 하지의 보각의 차이의 평균은 3.71°로 나타났고, 메트로놈을 동반한 트레드밀 보행 시 양 하지의 보각의 차이의 평균은 2°로 나타났다. 메트로놈 중재 전후 양 하지의 보각의 차이는 통계적으로 유의하게 감소한 것으로 나타났다(p < .05).

양 하지의 보행분산의 차이의 평균은 4.65%로 나타났고, 메트로놈을 동반한 트레드밀 보행 시 양 하지의 보행분산의 차이의 평균은 3.14%로 나타났다. 메트로놈 중재 전후 양 하지의 보행분산 정도의 차이의 평균은 통계적으로 유의하게 감소한 것으로 나타났다(p < .05).

양 하지의 족압의 차이의 평균은 2.69%로 나타났고, 메트로놈을 동반한 트레드밀 보행 시 양 하지의 족압의 차이의 평균은 1.73%로 나타났다. 메트로놈 중재 전후 양 하지의 족압의 차이는 통계적으로 유의하게 감소한 것으로 나타났다(p < .05)(Table 3).

IV. 고 찰

본 연구는 메트로놈을 이용한 보행이 보행패턴 중 보행 대칭성에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해 시행하였다. 기존연구들은 메트로놈을 이용한 보행이 보행속도, 지구력, 균형능력에 미치는 정량적인 변화에 대한 연구들이 많이 수행되었다.

보행 능력 중 적절한 보행에 대한 질적인 연구에 따르면, 보행 대칭성이란 양 하지의 움직임의 차이의 최소화를 뜻하고 대칭적 보행이란 균형 잡힌 보행, 올

바른 보행이라 한다[24]. 이러한 대칭적 보행은 신체의 동요(Sway)가 최소화 되어 에너지 소모를 감소시킴으로써 효율적 보행이 가능하게 해준다.

본 연구에서 남성과 여성 각각 메트로놈 적용 전후의 보행 패턴의 차이를 알아본 결과 두 군 모두 메트로놈을 이용한 보행 후, 보행 간 양 하지 보폭 차이의 평균이 유의하게 감소함을 알 수 있었다. 이는 메트로놈을 이용한 트레드밀 보행을 통해 양 하지 보폭의 차이가 감소하였고, 이로 인해 보행의 대칭성의 향상되어 보행패턴이 유의하게 좋아졌음을 의미한다.

보각에 관한 선행연구를 살펴보면 보각이 나타내는 양 발의 각도는 하지의 내적 또는 외적 회전 정도를 나타내며, 양 하지의 보각의 차이가 커지면 고관절의 움직임, 경골과 복사뼈의 뒤틀린 정도가 커져 하지의 구조적 비정상상을 초래한다고 하였다[28]. 따라서 양하지 발의 각도 차이가 적을수록 하지의 회전 정도의 대칭이 이루어져 효율적 보행이 가능하고 구조적 비정상상을 예방하는 보행이라 할 수 있다. 본 연구에서 남성과 여성 두 군 모두 메트로놈을 이용한 보행을 하였을 때 보행 간의 양 하지의 보각의 차이의 평균이 유의하게 감소함을 알 수 있었다. 이는 메트로놈을 이용한 트레드밀 보행이 양 하지가 이루는 보각을 유의하게 감소시켜 보행의 대칭성이 향상되어 효율적이고 정상적인 보행이 가능하도록 함을 알 수 있다.

보행 시 양 하지의 흔들림이 적을수록, 처음 보행을 시작한 중심 위치에서 적게 벗어날수록 중심을 잡기

위해 몸통과 상지를 비롯한 체간의 움직임 또한 작아지고 이는 효율적 에너지 사용과 인체구조의 이상을 예방한다고 하였다. 따라서 양 하지의 보행분산의 차이의 감소는 적절한 인체구조의 사용과 효율적 보행을 할 수 있게 한다[27,29]. 본 연구에서 남성과 여성 두 군 모두 메트로놈을 이용한 보행을 하였을 때 보행 간의 양 하지의 보행분산의 차이의 평균이 유의하게 감소하였다. 이를 통해 메트로놈을 이용한 트레드밀 보행은 양 하지의 보행분산의 차이를 유의하게 감소시켜 보행의 대칭성을 향상시킬 수 있다.

보행 시 족압은 하지의 지면 압력 중 동적인 압력분포의 분산을 나타낸다. 양 하지가 지면에 닿았을 때 발바닥은 충격흡수장치의 역할을 하는데, 이 때 양 하지의 족압 차이가 클수록 족압이 상대적으로 큰 하지의 부하가 커지고, 이러한 움직임의 반복은 신경통, 족저근막염, 궤양 등과 높은 상관 관계가 있다고 하였다[28]. 본 연구에서 남성과 여성 두 군 모두 메트로놈을 이용한 보행을 하였을 때 보행 간의 양 하지의 족압의 차이의 평균이 유의하게 감소함을 알 수 있었다. 메트로놈을 이용한 트레드밀 보행은 양 하지의 족압의 차이를 유의하게 감소시켜 압력분포의 분산이 잘 이루어지도록 하여 보행의 대칭성이 향상되고 족압의 원활한 분산으로 지속적인 보행이 가능하도록 한다.

올바른 보행을 위해서는 다양한 요소들이 적절히 작용하여야 한다. 그 중 하지의 보행 대칭성은 적절한 보행의 한 부분이다. 따라서 양 하지의 보폭, 보각, 보행분산, 족압의 차이가 작을수록 보행 대칭성이 원활히 작용하여 지속적이고 정상적 보행이 가능하다. 즉, 메트로놈을 이용한 트레드밀 보행은 보행 시 보폭의 차이를 줄여 신체의 흔들림을 줄여주고 양 하지의 보각의 차이를 줄여 체간의 움직임을 최소화하여 효율적이고 지속적 보행이 될 수 있도록 하는 수단이 될 수 있다. 청각-운동 동기화(Auditory-motor synchronization)를 증대하는 신경 경로는 아직 완벽하게 알려져 있지는 않다. 그러나, 청각과 운동 영역 사이의 연결은 광범위하게 알려져 있으며, 보조 및 전-보조 운동 영역(Supplementary and pre-supplementary motor areas), 소뇌 및 바닥핵이 포함되며[29], 뒤쪽 위 관자이랑(Posterior superior temporal

gyrus) 및 운동 앞 겹질(Premotor cortex)이 핵심 구조로 확인되었다[29,30]. 리듬청각 자극이 들어오면 수의 운동을 조절하는 하행경로인 그물 척수로(Reticulospinal tracts)를 따라 중추 유형 발생기(Central pattern generator)로 전달되고 동시에 일차 청각 겹질(Primary auditory cortex)로 전달되어 운동패턴을 시간적으로 구조화하고 조절하며 운동학습을 통해 기능적인 운동 수행력을 향상시킨다[31,32]. 규칙적인 외부 자극에 의한 근육의 동조화는 대뇌의 운동조절 영역과 신체의 실질적인 움직임 사이에 뚜렷한 기준점을 제공하여 근육의 움직임이 조직적, 순차적으로 움직일 수 있도록 보조함으로써 결과적으로 대칭적인 보행 패턴을 유도할 수 있다고 하였다[29].

본 연구는 보각에 대한 측정을 발 뒤꿈치부터 엄지발가락이 이루는 각의 평균을 측정하였는데 일부 선행연구에서는 보각을 발 뒤꿈치부터 3번째 중족골이 이루는 각도로 측정한 결과값을 바탕으로 결과를 도출한 논문도 있어 평균의 결과값에 차이가 있을 수 있다[33]. 이를 보정하기 위해 양 하지가 이루는 보각의 차이의 평균을 이용하여 결과를 도출하였다. 또한 본 연구에서는 족압에 대한 측정을 보행 중 발바닥이 닿는 전체 압력의 평균을 측정하였는데 일부 선행연구들을 보행 시 중앙 발바닥이 닿는 시점이나 엄지발가락이 닿는 시점 등 다양하게 연구가 이루어져 측정치의 차이가 있을 수 있다[34,35]. 이를 보정하기 위해 양 하지가 이루는 족압의 차이의 평균을 이용하여 결과를 도출하였다. 하지만 양 하지의 입각기 전체 족압을 측정할 본 연구에서는 발바닥이 닿는 면적과 족압과의 관계를 고려하지 않았기 때문에 연구에 대한 해석 시 이를 염두에 두어야 하며 향후 추후 연구가 반드시 필요하다.

정상 보행이 가능하고 질병이 없는 서울 및 경기지역에 거주하는 성인 남녀를 대상으로 연구를 진행하였기 때문에 대상자가 제한된 지역과 연령층으로 구성되었고 신경·근골격계 증상을 호소하는 대상자가 포함되지 않았다. 앞으로의 연구에서는 다양한 지역의 연령층과 질병을 가진 연구대상자로 확장하여 연구를 진행할 수 있기를 기대한다. 연구중재에 있어 대상자 개인의 보행속도, 보폭, 생활환경 등을 고려하지 않았기 때문에 제한된 연구대상자를 통해 도출한 결과를 객관화

된 임상적 결과라고 보기 어렵다. 본 연구의 한계점을 극복하기 위하여 대상자 개개인의 보행속도, 보폭, 생활환경을 반영한 연구로 확장하여 추후 연구가 필요하다. 보행 시 메트로놈으로 제공하는 리듬청각자극 외에 다른 여러 감각 자극변수가 보행패턴에 영향을 미칠 수 있다. 하지만 통제된 연구실을 사용하여 다른 변수가 영향을 주는 것을 최소화하고 메트로놈이 주는 변수의 요인만을 측정하기 위하여 노력하였다. 또한 리듬청각자극을 이용한 보행패턴의 재인식은 청각 기능의 문제가 없는 대상자만 적용 가능하므로 추후 다른 감각자극을 반영한 연구가 필요하다.

V. 결 론

본 연구에서는 리듬청각자극 중 메트로놈이 보행패턴에 어떠한 영향을 미치는 지에 대한 기초 자료를 제공하고자 하였다. 연구 결과를 살펴보았을 때 대상자에게 메트로놈을 이용한 리듬청각자극을 제공한 보행은 양하지의 보폭, 보각, 보행분산, 족압의 차이의 감소에 효과가 있었다. 따라서 메트로놈을 이용한 트레드밀 보행은 올바른 보행을 위한 요소 중 보행 대칭성에 유의한 영향을 주어 효율적이고 지속적인 보행이 가능하게 하는 수단이 될 수 있을 것이라 사료된다.

References

- [1] Taub E. Somatosensory deafferetation research with monkeys: implications for rehabilitation medicine. Behavioral psychology in rehabilitation medicine: Clinical application. 1980.
- [2] Carr JH, Shepherd RB, Nordholm L, et al. Investigation of a new motor assessment scale for stroke patients. Physical therapy. 1985;65(2):175-80.
- [3] Eng JJ, Chu KS. Reliability and comparison of weight-bearing ability during standing tasks for individuals with chronic stroke. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2002;83(8):1138-44.
- [4] Scott SH, Winter DA. Internal forces of chronic running injury sites. Medicine and science in sports and exercise. 1990;22(3):357-69.
- [5] Finch L. Hemiplegic gait: new treatment strategies. Phys Ther Can. 1986;38:36-41.
- [6] Umphred 3rd D. Neurological rehabilitation 3rd ed. St. Louis, Mosby-Year Book. Inc. 1995.
- [7] Kim YH, Shin JE, Kim DH, et al. Effect of dynamic balance training using visual biofeedback of center of pressure in patients with stroke. J Korean Acad Rehabil Med. 2004;28(6):515.
- [8] Walker C, Brouwer BJ, Culham EG. Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. Physical therapy. 2000;80(9):886-95.
- [9] de Sèze M, Wiart L, Bon-Saint-Côme A, et al. Rehabilitation of postural disturbances of hemiplegic patients by using trunk control retraining during exploratory exercises. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2001;82(6):793-800.
- [10] Yoon NS, Yi KO, Kim JY. The Kinematic and Kinetic Analysis of Treadmill Gait with Various Inclination and Speed. J Kor Aero Exer. 2001;5:49-68.
- [11] Hesse S, Werner C, Paul T, et al. Influence of walking speed on lower limb muscle activity and energy consumption during treadmill walking of hemiparetic patients. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2001;82(11):1547-50.
- [12] Sullivan KJ, Knowlton BJ, Dobkin BH. Step training with body weight support: effect of treadmill speed and practice paradigms on poststroke locomotor recovery. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2002; 83(5):683-91.
- [13] Thaut M, Kenyon G, Hurt C, et al. Kinematic optimization of spatiotemporal patterns in paretic arm training with stroke patients. Neuropsychologia. 2002;40(7):1073-81.
- [14] Thaut MH, Stephan KM, Wunderlich G, et al. Distinct cortico-cerebellar activations in rhythmic auditory motor synchronization. Cortex. 2009;45(1):44-53.
- [15] Thaut MH, McIntosh GC, Rice RR. Rhythmic facilitation

- of gait training in hemiparetic stroke rehabilitation. *Journal of the neurological sciences*. 1997;151(2):207-12.
- [16] Bank PJ, Roerdink M, Peper C. Comparing the efficacy of metronome beeps and stepping stones to adjust gait: steps to follow! *Experimental brain research*. 2011;209(2):159-69.
- [17] Thaut M. *Training manual for neurologic music therapy*. Colorado State University: Center for Biomedical Research in Music. 1999.
- [18] Ha GH, Lee MM, Song CH. The Effects of Treadmill Walking and Bilateral Rhythmic Auditory Stimulation on Gait in Patients With Stroke *J Spec Educ Reh Sci*. 2013;52(1):295-315.
- [19] Yoon SK, Lee YM. Effects of Inclined-treadmill Walking Training with Rhythmic Auditory Stimulation on Balance and Gait in Stroke Patients. *PNF and Movement*. 2017; 15(1):41-50.
- [20] Kim Y-S. *Indoor Environmental Management of School*. *J Kor Soc Sch Health*. 1991;4(1):3-6.
- [21] Yoon NM, Yoon HJ, Park JS, et al. The Comparative Study on Age-associated Gait Analysis in Normal Korean. *J Kor Phys Ther*. 2010;22(2):15-23.
- [22] Lee GS. *Continuous Working and Break Time of VDT Tasks for Prevention CTDs* Master's degree. Dong A University. 1997.
- [23] Oh YS. *Effect of Rhythmic Auditory Stimulation whether Using Music or not on the Gait of Patients with Stroke*. Master's degree. Hallym University. 2013.
- [24] Bhave A, Paley D, Herzenberg JE. Improvement in gait parameters after lengthening for the treatment of limb-length discrepancy. *JBSJ*. 1999;81(4):529-34.
- [25] Holden J. Foot angle during walking and running. *Biomechanics*. 1985:451-7.
- [26] Cavanagh P, Williams K, Clarke T. A comparison of ground reaction forces during walking barefoot and in shoes. *Biomechanics VII-b*. University Park Press Baltimore. 1981. pp.151-6.
- [27] BROWN J. Comparison of gait in five-to-seven year-old children. *J. Human Movement Studies*. 1992;22:101-15.
- [28] Clarke TE. *The Pressure Distribution under the Foot during Barefoot Walking*. 1981.
- [29] Thaut M. *Rhythm, music, and the brain: Scientific foundations and clinical applications*. Routledge. 2013.
- [30] Chen J, Penhune V, Zatorre R. The role of auditory and premotor cortex in sensorimotor transformations. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2009;1169(1):15-34.
- [31] Luft AR, McCombe-Waller S, Whittall J, et al. Repetitive bilateral arm training and motor cortex activation in chronic stroke: a randomized controlled trial. *Jama*. 2004;292(15):1853-61.
- [32] Thaut M, Leins A, Rice R, et al. Rhythmic auditory stimulation improves gait more than NDT/Bobath training in near-ambulatory patients early poststroke: a single-blind, randomized trial. *Neurorehabilitation and neural repair*. 2007;21(5):455-9.
- [33] Perry J, Davids JR. Gait analysis: normal and pathological function. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1992;12(6):815.
- [34] Kim JH, Moon JH, Chun SI, et al. Measurement of Foot Pressure Distributions during Walking with Various Shoe Types. *Korean Acad of Rehab Med*. 1995;19(4):754-64.
- [35] Kim JS. *A comparative study on discomfort analysis and plantar pressure distribution according to arch height in foot* Master's Degree. Kyung Hee University. 2000.