

Research Article

Open Access

템포의 차이가 20대 남녀 성별에 따른 보행에 미치는 영향

박명환 · 신형수 · 조희서 · 김기현[†]

경운대학교 물리치료학과

Effects of Tempo differences on Gait by Gender in Their 20s

Myeong-Hwan Park · Hyung-Soo Shin, PT, PhD · Hee-Seo Cho · Ki-Hyun Kim, PT, PhD[†]

Department of Physical Therapy, Kyungwoon University

Received: October 23 2024 / Revised: October 29 2024 / Accepted: November 28 2024

© 2025 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study examined the effects of the difference in tempo using a metronome on the gait of men and women in their 20s.

METHODS: Thirty-two healthy persons were studied, consisting of 16 females and 16 males in the 20-year age group. The subjects took a 10m walking test (10MWT), walking on paper, three times each at a slow tempo (70 BPM), and a fast tempo (130 BPM). After walking at different tempos, the gait velocity, step length, step width, and the average of the step angles of both legs were calculated. The effects of accelerators and decelerators were avoided by taking measurements at 6 m, excluding 2 m after the start and 2 m before the end of the 10 m walk. A paired T-test was conducted to analyze the difference between fast-tempo and slow-tempo walking using a metronome.

RESULTS: The gait velocity, step length, and step width were significantly different for both slow and fast tempos, regardless of gender. On the other hand, the average of the step angles of both legs was not significant.

CONCLUSION: The gait patterns of men and women in their 20s were tested and compared from the tempo difference using a metronome during level walking, and the differences were then analyzed to provide basic data. Regardless of sex, the walking speed and stride length increased when walking at a faster tempo than at a slow tempo, and the width of both feet decreased. Accordingly, applying the gait using tempo to patients with an abnormal gait has a positive influence.

Key Words: Gait, Gait variable, Metronome, Tempo, Rhythmic auditory stimulation(RAS)

[†]Corresponding Author : Ki-Hyun Kim

khpt05@ikw.ac.kr, <http://orcid.org/0000-0002-9834-2126>

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. 서론

현재 기술의 발달로 이어폰 또는 헤드셋과 같은 음향 기기의 보급이 급증하고 많은 20대 남녀들이 디지털 환경에 노출되어 있다 보니, 음악과 영상의 접근성이 쉬운 특징을 지니고 있다[1].

대부분 20대 남녀들은 이러한 음향 기기들을 활용해 음악 또는 영상 소리를 들으며 자신의 일상생활을 보내고 있다. 특히, 일상생활에서의 신체 활동 중 보행은 가장 대표적인 이동수단이자 어디에서든 값싸고 손쉽게 이용할 수 있는 중요한 신체 활동이다[2]. 보행은 인간이 걷는 동작을 말하는데, 통상적으로 걷기에서 효율적인 생체 역학적 과정은 매우 적은 양의 에너지를 소비한다. 걷기 과정이 자발적이고 수월해 보이지만, 사실 보다 복잡하고 높은 수준의 운동기능을 요구하고 있다[3]. 보행 조건이 좋지 못한 경우에는 신체의 중심이 불안정하여 신체의 각 부위에 평형성 및 심장활동, 호흡에 영향을 끼쳐 에너지 소비 증가에 대한 원인이 되어 피로도가 증가하고, 좋지 못한 보행 조건이 계속해서 누적될 경우 인체에 상당한 영향을 끼친다[4]. 20대 남녀가 일상생활에서 많이 접하는 음악과 일상생활의 대표적인 신체 활동인 보행과의 관계를 알아보는 것이 필요한 시점이다. 인간의 움직임은 주변 환경에 의해 영향을 받는다고 한다[5]. 인간의 움직임 중 하나인 보행의 주위 환경요인 중 한 가지로서 템포의 차이를 들 수 있다. 일반적인 의미에서 템포는 단순히 환경 내 속도를 의미한다. 또한, 음악적인 의미에서 템포는 빠르고 느린 음악의 속도를 전달하며 일반적으로 청취자가 일정한 시간 속에서 인식하는 속도라는 것을 의미한다[6]. 리듬청각자극(RAS) 중 음악은 많은 연구들에 의해 카테콜라민(catecholamine)과 코티졸(cortisol)과 같은 통증 조절, 스트레스 호르몬 조절, 자율신경계 조절과 신경인지에 긍정적인 영향을 주어 스트레스 관리 및 조절에 도움이 된다[7]. 운동 수행 중 음악의 적용은 비약물적인 치료법으로서, 빠른 템포의 음악은 교감신경을 자극하여 심박수 및 운동 수행능력 증가를 가져온다[8]. 반면, 느린 템포의 음악은 부교감신경을 자극하여 안정화되고 편안한 상태로 유도한다고 하였다[9,10]. 현재까지 리듬청각자극(RAS)과 보행 패턴에 대한 연구가 연구자들에 의해 많이 입증되고 있다. 리듬청각자극(RAS)의 형태로는 메트로놈, 음악, 리듬이 있는 소리, 구두 신호(verbal cue)등 다양한 종류로 나뉜다. 다양한 선행 연구에서 리듬청각자극(RAS) 중 음악 템포에 따른 보행에 대한 연구들을 보고하였지만

[11,12], 클래식 음악이나 박자감이 있는 음악을 사용하는 연구가 대부분이었고, 음악 또는 음을 가미하지 않고 오직 메트로놈을 이용해 템포에만 차이를 두어 보행에 미치는 영향을 분석한 연구는 아직 미흡하다. 본 연구는 템포의 속도 차이에 따라 보행 패턴을 분석하고자 하는 반면, 앞선 연구되었던 선행 연구는 일정한 패턴의 리듬을 가진 메트로놈이 트레드밀 보행 시 보행 패턴에 끼치는 영향에 대해서 연구되었다[13]. 20대 남녀 30명에게 메트로놈을 가지고 청각 자극을 주면서 보행 변수들의 차이를 연구하였는데, 연구 대상자들의 보행을 분석하기 위해 보행분석 트레드밀을 이용하여 연구를 진행하였다[13]. 선행 연구처럼 트레드밀을 사용하여 일정한 속도로 굴러가는 제한된 장소에서 정해진 시간 동안 느린 템포와 빠른 템포를 들려주어 보행을 진행하게 되면, 보행을 분석 시 연구에서 확인하려고 하는 템포의 속도에만 차이를 두고 결과값을 내는 것에 대한 한계점이 있다. 이처럼 통제되지 않은 현장에서는 어떠한 결과가 나타날지 확실하지 않기 때문에, 보행분석 트레드밀을 사용하여 연구를 진행하지 않고 일반적인 평지보행을 연구 대상자에게 진행하여 보행 변수들을 측정, 분석할 수 있는 연구가 요구되어야 한다고 판단하였다. 또한, 준비 시간이 다소 긴 프로그램이나 여러 기간에 걸쳐 분석하는 보행분석기나 별다른 센서를 사용하지 않고 물감을 사용하여 종이 위에 직접 환자를 걷게 하여 보행을 분석해 보는 과제를 만들어냄으로써 단기간에 시각적으로 바로 공통점과 차이점을 검증하는 것이다. 따라서 본 연구의 목적은 템포의 차이가 20대 남녀의 보행에 미치는 영향을 분석하는 것이다. 구체적으로, 빠른 템포와 느린 템포 조건에서 20대 남녀의 보행 속도, 보폭, 양발 너비, 양하지 보각의 차이를 분석하여 템포의 차이가 20대 남녀 성별에 따른 보행에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

이번에 진행한 본 연구는 경상북도 구미시에 소재의

K대학교에 재학 중인 학생 중 근골격계·신경계 질환 여부와 청각, 시각의 이상 여부를 인터뷰를 통해 확인하였다. 그 중 근골격계·신경계 질환 없이 정상적인 보행을 하고 시각과 청각에 장애가 없는 20대 여학생과 남학생 각각 16명, 총 32명을 대상으로 실험하였다. 적절한 대상자 수를 결정하기 위해 G-power 3.1.9.7를 사용하였다. Cohen이 제시한 검정력 분석을 근거로 효과 크기 0.6, 유의수준 0.05, 검정력 95%로 계산하여 총 32명의 대상자가 산출되었다[14]. 템포 차이에 따른 보행 패턴 변화를 보기 위해서 남녀 모두 빠른 템포를 적용한 보행 후 10분간 휴식하고 느린 템포를 적용한 보행을 한다. 실험자는 대상자에게 연구 목적 및 진행되는 절차에 대해 설명하고, 참여 동의한 대상자로 선정하였다. 본 연구에서 이러한 연구 대상자를 선정하게 된 이유는 연구의 주요 목적이 일반적인 건강한 성인의 보행 패턴을 관찰하고 템포의 영향을 분석하는 것이었기 때문이다. 일반적인 건강한 성인의 보행 패턴과 템포의 관계에 대한 기초 데이터를 수집함으로써, 향후 신경계 또는 근골격계 환자들의 재활에 적용할 수 있는 기반을 마련하고 템포를 이용한 보행 훈련의 잠재적 효과를 폭넓게 탐색하고, 궁극적으로 다양한 환자군의 재활에 긍정적인 영향을 미치고자 하였다.

2. 연구 도구

본 연구를 측정하기 위해 사용되어진 연구 도구는 다음과 같다. 실험자에게 템포에 따른 보행의 형태를 기록하기 위해 진행되는 10m 보행 검사 (10 MWT)를 실행할 수 있는 크기의 폭 53cm, 길이 10m 종이를 사용한다. 실험 시 보행을 통해 종이가 찢어지거나 벗어나는 것을 방지하여 종이를 박스 테이프로 단단히 고정시킨다. 실험자의 보행을 기록하기 위해 흔적을 남길 수 있는 물감과 맨발 측정으로는 물감이 장시간 유지되지 않아 흔적을 오래 남기기 위해 면으로 된 발가락 양말을 착용한다. 본 연구에서 보행분석을 위해 사용한 방법은 선행연구에서 동적 잉크 매트(dynamic Ink Mat)의 평가자 내 상관관계수(ICC)가 ICC, 0.74-0.99로 높은 신뢰도를 나타냈다[15]. 느린 템포와 빠른 템포의 차이를 비교하기 위한 청각적 자극을 줄 수 있는 노트북 메트로놈

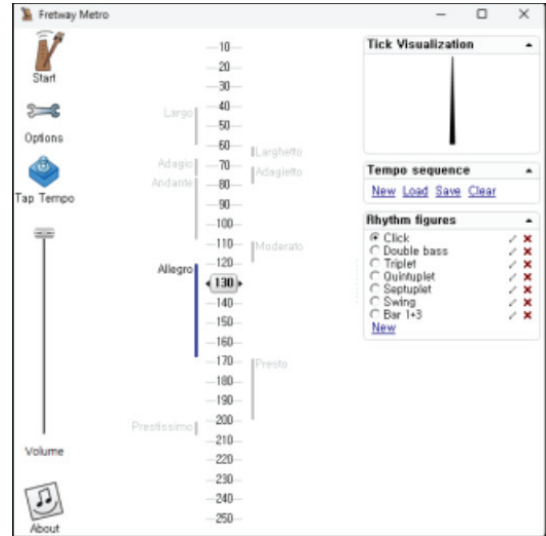


Fig. 1. Fretway Metro(Fretway software, USA).

프로그램인 Fretway Metro(Fretway software, USA)를 사용한다(Fig. 1). 발의 보폭과 양발의 너비의 측정을 위한 10m 줄자, 보각을 측정하는 PVC 투명 고니오메타(Anymedi, Republic of Korea), 10m를 걷는 동안 보행의 속도를 측정하기 위해 휴대폰(Apple, USA)에 내장되어 있는 타이머 어플리케이션을 가지고 보행을 분석한다. 측정된 기록을 입력하고 실험자의 평균을 통계화 시켰다.

3. 연구 절차

보행측정을 시작하기에 앞서 대상자들의 신체 계측(성별, 나이, 신장, 발 크기)을 진행하였다.

K 대학교 강의실에 10m의 종이를 배치해두고 대상들이 발가락 양말을 착용 후 발바닥에 물감을 3초 동안 적시게 한다. 이후 실험자는 메트로놈으로 빠른 템포(130 BPM)를 활용해 청각적 자극을 주며 대상자들을 오른쪽 발을 시작으로 10m 걷게 한 후 10분간 휴식을 취하게 하고, 느린 템포(70 BPM)를 활용해 청각적 자극을 주며 대상자들을 오른쪽 발을 시작으로 10m 걷도록 하여 족적을 측정하였다. 가속기와 감속기의 효과를 피하기 위해 10m 보행 시작 후 2m와 보행이 끝나기 전 2m를 제외한 6m의 보행속도와 족적의 보폭, 양발너비, 보각을 측정한다(Fig. 2). BPM 설정은 음악 템포 중 일반 걸음걸이의 속도인 Andante(느리게)를 기준으



Fig. 2. Gait analysis.

로, BPM 수가 Andante보다 한 템포 빠른 박자인 Moderato(보통 빠르기)와 한 템포 느린 박자인 Adagio(매우 느리게) 범위 안에 맞는 속도로 각각 70 BPM과 130 BPM으로 설정하였다[16]. 대상자들에게는 10m 보행에 앞서 템포에 적응하기 위해 1분 30초간 선 자세에서 메트로놈을 들으며 좌·우측으로 상체를 움직이거나 무게중심을 이동하게 하였다[19].

4. 평가 방법

먼저 템포 속도 차이에 따라 정상인 20대 남녀를 구분하여 평가하였으며, 이때 보행 중 동반자 유무는 고려되지 않았다. 연구를 실행한 후, 보행 속도는 휴대폰 타이머 어플리케이션을 이용하여 10m 보행 시작 후 2m부터 타이머를 시작하여 보행이 끝나기 전 2m 제외한 6m까지의 보행 속도를 측정한다. 보폭은 오른쪽 발뒤꿈치부터 다음에 오는 왼쪽 발뒤꿈치까지의 거리를 줄자를 이용하여 측정하고, 양발 너비는 양쪽 발 뒤꿈치 사이의 거리를 줄자를 이용하여 측정한다(Fig. 3). 보각은 고니오메타를 이용하여 양발 발뒤꿈치부터 두 번째 발가락까지의 각도를 측정한다. 측정의 신뢰도

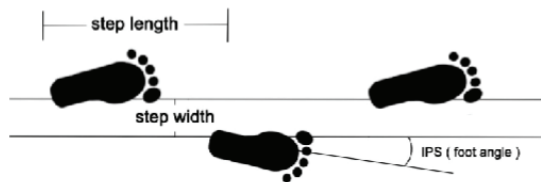


Fig. 3. Step length, Step width, and IPS.

를 높이기 위해 각 대상자들은 3회씩 측정하여 평균값으로 결과를 도출했다.

5. 분석 방법

본 연구에서 수집된 자료들은 SPSS(IBM, SPSS Statistics, 29.0)를 이용하여 분석하였다. 이때 개인적 특성을 고려하여, 정확한 측정값을 구하기 위해 3회 측정 후 평균값을 사용한다. 또한 측정 오류를 줄이기 위해 3회 모두 동일한 측정자로 실행한다. 본 통계 분석 과정은 다음과 같다.

첫째, 전체 대상의 일반적인 특성인 연령, 키, 발에 대한 기술통계(descriptive statistics)를 통해 변수들의 특성치를 파악하였다. 모든 변인은 평균과 표준 편차(Mean $\pm$ SD)로 표현하였다.

둘째, 빠른 템포와 느린 템포를 적용한 여성 그룹과 남성 그룹 각각의 보행속도, 보폭, 양발 너비, 보각에 대한 차이를 검증하기 위해 paired t-test를 사용하였으면 $p < .05$ 로 유의수준을 설정하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구 대상자 총 32명 중 남성, 여성 모두 16명이었다. 남성의 평균 연령은 22.6세였으며, 평균 신장은 173.9 cm 이었고, 평균 발 크기는 262.5 mm이었다. 여성의 평균 연령은 21.4세였으며, 평균 신장은 161.4 cm 이었고, 평균 발 크기는 234.3 mm이었다(Table 1).

Table 1. General characteristics of the subjects

	MG(n16)	FG(n16)
Age (years)	22.6 $\pm$ 1.59	21.4 $\pm$.73
Height (cm)	173.9 $\pm$ 5.16	161.4 $\pm$ 5.33
Foot size (mm)	262.5 $\pm$ 7.96	234.3 $\pm$ 20.62

* $p < .05$

Mean $\pm$ SD: mean $\pm$ standard deviation

MG: male group

FG: female group

2. 보행패턴의 변화

1) 남성

남성을 대상으로 한 빠른 템포 적용 보행 시 보행 속도의 평균은 1.14 ㎓로 나타났고, 느린 템포 적용 보행 시 보행 속도의 평균은 0.58 ㎓로 나타났다. 느린 템포 적용 보행과 빠른 템포 적용 보행 시 보행 속도는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p < .05$). 빠른 템포 적용 보행 시 보폭의 평균은 62.67 cm로 나타났고, 느린 템포 적용 보행 시 보폭의 평균은 55.01 cm로 나타났다. 느린 템포 적용 보행과 빠른 템포 적용 보행 시 보폭은 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p < .05$).

빠른 템포 적용 보행 시 양발 너비의 평균은 9.17 cm로 나타났고, 느린 템포 적용 보행 시 양발 너비의 평균은 13.67 cm로 나타났다. 느린 템포 적용 보행과 빠른 템포 적용 보행 시 양발 너비는 통계적으로 유의한

차이가 나타났다($p < .05$). 빠른 템포 적용 보행 시 양 하지 보각의 평균은 8.03°로 나타났고, 느린 템포 적용 보행 시 양 하지 보각의 평균은 8.33°로 나타났다. 느린 템포 적용 보행과 빠른 템포 적용 보행 시 양 하지 보각의 평균은 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$)(Table 2.).

2) 여성

여성을 대상으로 한 빠른 템포 적용 보행 시 보행 속도의 평균은 1.71 ㎓로 나타났고, 느린 템포 적용 보행 시 보행 속도의 평균은 0.65 ㎓로 나타났다. 느린 템포 적용 보행과 빠른 템포 적용 보행 시 보행 속도는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p < .05$). 빠른 템포 적용 보행 시 보폭의 평균은 54.95 cm로 나타났고, 느린 템포 적용 보행 시 보폭의 평균은 48.76 cm로 나타났다. 느린 템포 적용 보행과 빠른 템포 적용 보행 시 보폭은

Table 2. Change in the Velocity, Step length, Step width, IPS according to the tempo differences of Males

	FG(n16)	SG(n16)	p
Velocity (㎓/s)	1.14 ± .16	.58 ± .07	< .001*
Step length (cm)	62.67 ± 6.23	55.01 ± 7.08	.002*
Step width (cm)	9.17 ± 2.28	13.67 ± 2.31	< .001*
IPS (°) ^a	8.03 ± 3.46	8.33 ± 2.74	.753

*p < .05

Mean ± SD: mean ± standard deviation

FG: fast tempo gait

SG: slow tempo gait

IPS : angle of gait relative to ipsilateral line of progression

^a : average of the step angles of both legs

Table 3. Change in the Velocity, Step length, Step width, IPS according to tempo differences of Female

	FG(n16)	SG(n16)	p
Velocity (㎓/s)	1.71 ± .42	.65 ± .07	<.001*
Step length (cm)	54.95 ± 11.76	48.76 ± 9.34	.042*
Step width (cm)	9.72 ± 1.77	11.99 ± 1.98	.005*
IPS (°) ^a	7.12 ± 1.81	8.05 ± 2.50	.207

*p < .05

Mean ± SD: mean ± standard deviation

FG: fast tempo gait

SG: slow tempo gait

IPS : angle of gait relative to ipsilateral line of progression

^a : average of the step angles of both legs

통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p < .05$). 빠른 템포 적용 보행 시 양발 너비의 평균은 9.72 cm로 나타났고, 느린 템포 적용 보행 시 양발 너비의 평균은 11.99 cm로 나타났다. 느린 템포 적용 보행과 빠른 템포 적용 보행 시 양발 너비는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p < .05$). 빠른 템포 적용 보행 시 양 하지 보각의 평균은 7.12°로 나타났고, 느린 템포 적용 보행 시 양 하지 보각의 평균은 8.05°로 나타났다. 느린 템포 적용 보행과 빠른 템포 적용 보행 시 양 하지 보각의 평균은 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$)(Table 3.).

IV. 고 찰

본 연구는 메트로놈을 이용하여 템포 차이를 두고 20대 남녀 대상자의 보행에 있어서 템포 차이가 영향을 미치는지 알아보기 위해 연구를 진행하였다. 기존 연구들은 본 연구와 달리 리듬 청각 자극을 신경학적 질환을 가지고 있는 환자에게 적용하여 보행 변수에 대한 분석을 진행한 연구가 다수였다[12,18]. 본 연구는 기존 연구와 달리 정상 보행이 가능한 성인들을 대상으로 진행하였다. 또한, 최대한 객관적인 척도를 사용하여 템포 속도에 따른 대상자들의 움직임이 어떻게 변화될 것인지를 평가하였고, 이와 비슷한 이전의 연구가 존재하지 않는다는 점에서 연구 자료의 가치를 확보하였다. 인간의 도시에서의 움직임에 대한 평가는 몇 차례 시도된 적이 있다[19,20,21]. 하지만, 서론에서 말했듯 본 연구와 같이 메트로놈의 템포 속도의 변화를 유도함으로써 보행 변수를 트레드밀이나 자전거 에르고미터 등 제약 없이 관찰한 연구는 미비한 실정이다. 보행은 두 다리의 리드미컬한 움직임을 통한 이동으로 규칙적인 패턴이 존재한다. 보행을 할 때 땅에 다리가 닿아 체중을 지지하는 입각기 또는 디딤기와 땅에서 다리가 떨어져 앞으로 나가는 유각기 또는 흔들기를 통해 보행주기가 완성된다. 본 연구에서 사용된 보행 변수는 1초당 이동 거리인 보행 속도, 연속된 두 발 사이의 거리인 보폭, 양발 너비, 발의 기준선과 이동 방향의 각도인 보각을

측정하였다. 본 연구를 통해, 남성 그룹과 여성 그룹을 상대로 메트로놈을 이용한 템포 속도에 따른 보행 차이를 알아본 결과 남성 그룹과 여성 그룹 모두 보행 속도, 보폭, 양발너비에서 유의한 차이가 나타났고, 양 하지 보각의 평균에선 유의한 차이가 나타나지 않았다. 따라서 본 연구는 청각적 자극과 보행과의 관계성을 보여주고 있는데, 박자를 가진 음은 청각을 통해 지각되며, 청각은 중추신경계에서 운동계를 활성화한다고 한다. 즉, 청각적 자극이 운동 신경원을 흥분시켜 근육들을 수축 준비 상태가 되게 하며, 음악과 같은 리듬이 있는 청각적 자극을 통해 근육이 리듬과 함께 공식적으로 수축하도록 훈련된다는 것이다[22]. 이러한 이유로 인해 보행 속도나 보폭, 양발 너비는 템포 속도에 따라서 유의한 차이를 나타내는 것으로 보이고 있다. 보행 속도를 측정하기 위해 선행 연구자들의 이전의 연구에 따라 부분 거리 측정법으로 10M 보행 검사 평가 방법을 사용하였는데[12], 빠른 템포 음향을 적용한 대상자가 느린 템포 음향을 적용한 대상자보다 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 리듬청각자극(Rhythmic Auditory Stimulation)은 보행의 속도, 보장, 보행의 비대칭성과 같이 보행 능력 향상에 효과적이었다[23]. 리듬청각자극의 효과적 원리에 관하여 외부에서 제시된 청각적 자극이 뇌줄기의 많은 핵들과 그물 척수로를 통해 움직임의 동조화를 형성하기 때문이라고 하였다[24]. 대뇌의 신체 움직임과 운동조절영역 사이에 명백한 기준점을 제공함으로써, 규칙적이고 조직적인 근육의 움직임을 통한 효과적인 보행 패턴을 유도하게 된다. 동조화는 서로 다른 움직임의 사이클을 갖는 2개의 독립적인 개체가 상호적인 작용을 할 때 공통 사이클을 가지는 것을 의미하고 리듬은 일차적으로 감상자가 반응하는 음악 요소로, 일정한 리듬 신호가 외부로부터 제공될 때 청각 자극과 신체의 움직임이 동조화 되는 것을 리듬 동조화라고 설명하였다[24]. 신체의 청각 구조는 리듬적인 소리의 반복되는 규칙성을 감지하고 이를 구성하는데 지각적으로 맞추어져 있기 때문에 리듬의 타이밍에 따라 동작을 야기하는데 적용될 수 있다[25]. 때문에 RAS는 움직임에 자극을 주는 박자와 신호에 맞추어 다양하게 사용할 수 있다는 선행연구의 주장처럼 템포

의 차이가 보행 패턴의 변화를 야기했다는 본 연구의 결과를 뒷받침한다. 보폭이란 앞발 뒤꿈치부터 뒷발 뒤꿈치까지의 거리를 말하는데, 보행 시 보폭의 연구 결과는 남성 그룹과 여성 그룹 모두 느린 템포를 적용하여 보행했을 때와 빠른 템포를 적용하여 보행했을 때 보폭에서 유의한 차이가 있었다. 개인에 따라 각 보폭 차이가 있을 수 있지만, 일반적으로 속도가 빨라지면 보폭이 넓어지고, 속도가 느려지면 보폭이 줄어든다고 하였다[26]. 따라서, 남성 그룹과 여성 그룹 모두 느린 템포를 적용하여 보행했을 때와 빠른 템포를 적용하여 보행했을 때 보행 속도에서 유의한 차이가 있고, 평균 보행 속도는 남녀 모두 빠른 템포를 적용하여 보행했을 때 더 빨랐으므로 느린 템포를 적용하였을 때보다 빠른 템포를 적용한 보행에서 보폭이 더 넓어졌음을 알 수 있다. 본 연구에서는 남성 그룹과 여성 그룹 모두 안에서 빠르고 느린 템포의 차이에서 양발 너비는 유의한 차이를 보였다. 양발 너비의 평균적인 값을 보면 느린 템포에서 빠른 템포보다 더 양발 너비가 넓어진다는 것을 알 수 있다. 양발 너비를 좁게 하고 운동할 경우, 상대적으로 안정성이 저하되면서 안정성을 확보하기 위해 앞정강근과 넙다리곧은근이 활성화되고, 넓은 양발 너비가 좁은 양발 너비보다 높은 근전도 값을 보인다고 한다. 이러한 차이는 자세의 안정성이 양발 너비에 영향을 끼친다[27]. 이에 따라, 좁은 양발 너비가 넓은 양발 너비에 비해 발의 너비가 좁아 자세 유지에서의 불안정성이 증가한다고 나타났다[28]. 일반적인 걸음의 평균 템포인 92BPM와 차이를 두기 위해 본 연구에선 그보다 작은 템포인 70BPM을 느린 템포로 사용하였기 때문에 한발로 서 있는 시간이 빠른 템포보다 느린 템포에서 더 길기에 자세 안정화가 떨어진다. 한 발로 선 자세와 양 발로 지탱하고 서있는 자세 사이의 자세 흔들림에 유의한 차가 있음을 보고함으로써, 한 발로 섰을 때 흔들림이 더욱 크다는 것을 알 수 있다[26]. 따라서, 느린 템포일 때 빠른 템포일 때보다 양발 너비가 더 넓어진 것이라고 사료된다. 보각은 인체가 진행되는 방향과 발이 만들어내는 각도로 간주하며, 입각기 동안에 하지 관절의 회전 정도를 반영한다. 그래서 엉덩관절(hip joint)의 움직임, 무릎관절(knee joint), 정강

이뼈(tibia) 등으로부터의 비정상적인 상태의 영향을 받는다[29]. 본 연구에서 남성 그룹과 여성 그룹 모두 양하지의 보각의 평균을 내어 결과값을 내었는데, 느린 템포와 빠른 템포에서 미세한 평균 차이가 있었지만, 통계학적으로 유의한 차이가 나타나지 않은 것을 확인할 수 있었다. 남성과 여성의 보각을 비교하면 느린 템포보다 빠른 템포일 때 보각이 미세하게 더 큰 것을 알 수 있었다. 주행 시 보행 속도가 빨라질수록 보각은 커진다고 하였다[30,31]. 따라서, 빠른 템포일 때 느린 템포일 때보다 보행 속도가 더 빠르고 이에 따라 빠른 템포 때의 보각이 더 큰 것이라고 사료된다. 보각이 통계학적으로 유의한 차이가 나타나지 않은 것은 정상적인 보행의 보각은 7도~15도로, 이보다 높은 각도인 20도 이상은 아웃토잉(Out-toeing), 이보다 작은 각도인 0도 이하는 인토잉(In-toeing)이라고 하는데[31], 이는 아웃토잉과 인토잉을 가진 대상자 없이 정상인을 상대로 연구를 실행한 본 연구에선 템포의 속도에 차이를 준다고 하여도 통계학적으로 보각에 대한 유의한 차이가 없었다.

본 연구는 메트로놈 즉, 리듬청각자극(RAS) 기법이 보행에 있어서 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 진행되었다. 본 연구의 제한점 및 후속 연구를 위한 제언은 다음과 같다.

첫째, 보행변수 중 족압을 고려하지 않았다.

보각에만 초점을 두어 측정한 결과는 단편적인 측면에서만 본 결과값이므로 정확한 신뢰도를 가지고 있다고 보기 어렵다. 이에 따라 족압에 대한 추가적인 연구가 반드시 필요하다.

둘째, 정상 보행이 가능하고 질병이 없는 정상인들을 대상으로 두어 연구를 진행했기 때문에 대상자가 제한된 연령층과 지역으로 구성되었고 신경계, 근골격계 증상을 호소하는 환자층 대상자가 포함되지 않았다. 따라서, 다양한 지역, 연령층, 질병을 가진 연구 대상으로 대상자의 조건을 확장하여 진행한 연구가 필요하다.

셋째, 단기간 보행검사를 통해 기록하고 평가한 것이므로 장기효과를 판단할 수 없다.

따라서 제한점들을 보완하여, 앞으로의 연구에선 다양한 지역과 다양한 연령층, 질병을 가진 연구 대상자

로 대상자들의 조건을 확장한 연구 진행이 필요하다.

V. 결론

본 연구에서는 평지 보행 중 메트로놈을 이용한 템포 차이를 이용하여 20대 남녀의 보행 패턴을 실험 및 비교 후, 그에 따른 차이를 분석해 기초 자료로 제공하고자 하는 것에 목적이 있다. 사전 인터뷰를 통해 신경계 또는 근골격계 관련 질환을 가지고 있지 않은 20대 성인 남녀 32명을 대상으로 템포에 따른 보행속도, 보폭, 양발 너비, 보각을 알아보았으며, 주요 결과는 다음과 같다. 남녀 상관없이 보각은 유의한 변화가 보이지 않았다. 하지만, 느린 템포보다 빠른 템포를 적용한 보행 시 보행 속도가 증가하였고 이와 비례하게 느린 템포보다 빠른 템포를 적용한 보행 시 보폭이 넓어졌다. 반대로 양발 너비는 빠른 템포보다 느린 템포를 적용한 보행 시 양발 너비가 더 넓어졌다. 즉 남녀 상관없이 느린 템포보다 빠른 템포를 적용한 보행 시 보행 속도와 보폭이 증가했고, 양발 너비는 감소했다. 따라서, 메트로놈을 이용한 빠른 템포와 느린 템포 즉 리듬 청각 자극(RAS)은 보행하는 것에 유의한 영향을 끼친다는 본 연구의 결과가 기초가 되어, 차후 신경계 또는 근골격계 환자와 비정상적인 보행을 하는 환자에게 템포를 이용한 보행을 적용하여 더욱 지속적인 보행이 가능하게 하고 효율적이고 올바른 보행을 하기 위한 재활을 가능하게 하는 등 긍정적인 영향으로 활용될 수 있을 것이라 사료된다.

References

- [1] Eun-Seo Koo, Seung-In Kim. A Study on the User Experience through Analysis of Earphones Use Behavior of Generation Z. *Journal of Digital Convergence*. 2020;18(3):317-23.
- [2] Hyungun Sung. Impacts of Walking Activity in Daily Life on Individual Health Improvement. *The Korea Spatial Planning Review*. 2009;43-63.
- [3] Paul Jackson Mansfield, Donald Neumann. *Essentials of kinesiology For the Physical Therapist Assistant* (3th ed). Hyunmoon. 2020.
- [4] Novin Kim. Influence of speed and step length during walking on kinetics of joints of lower limbs. *Doctor's Degree*. Yonsei University. 2000.
- [5] Copeland B. L., Franks B. D.. Effects of types and intensities of background music on treadmill endurance. *J Phys Fit Sports Med*. 1991;31(1):100-3.
- [6] McAuley J. D.. Tempo and rhythm. *Music Percept*. 2010;165-99.
- [7] Yamasaki A, Booker A, Kapur V, et al. The impact of music on metabolism. *Nutrition*. 2012;28(11-12):1075-80.
- [8] Edworthy J., Waring, H.. The effects of music tempo and loudness level on treadmill exercise. *Ergonomics*. 2006;49(15):1597-610.
- [9] In-hye Joen. The effect of music tempo on exercise-speed, heart-rate, exercise intensity and concentration of cortisol in male middle school students during walking excise. *Master's Degree*. Daegu Catholic University. 2012;8(2): 41-50.
- [10] Iwanaga M, Kobayashi A, Kawasaki C, et al. Heart rate variability with repetitive exposure to music. *Biol Psychol*. 2005;70(1):61-6.
- [11] Jihyuk Kim. The impact that presence of music and tempo weigh in walk-pattern when walking freely. *Master's Degree*. Kookmin University. 2008.
- [12] Bok-kyun Oh, Hae-Sung Nam. Effect of Fast-Tempo Auditory Stimulation during Treadmill Gait Training in Patients with Hemiplegia. *JKAIS*. 2014;15(7):4346-52.
- [13] Won-Chan Yoon, Park Sun Wook. Effect of Treadmill Walking Training using the Metronome on Gait Pattern. *J Korean Soc Phys Med*. 2002;15(2):101-8.
- [14] Faul F, Erdfelder E, Buchner A, Lang A. G* Power 3.1 kullanılarak istatistiksel güç analizleri: Korelasyon ve regresyon analizleri için testler. *Davranış Araştırma*

- Yöntemleri 2009;414(11):9-1.
- [15] Jeanna M. F., Ryan T. C., James S. W. Dynamic Footprint Measurement Collection Technique and Intrarater Reliability. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 2012;102(2):130-38
- [16] Jiyeok Kim, Daetaek Lee, Jieun Son, et al. Tempo of Music Played in Inner City Park Walking Trail and Age and Sex Variations of Walking Patterns in Unrestricted Free Walkers. *J.KSLES*. 2008;15(2):233-41.
- [17] Holden, J. P.. Foot angle during walking and running. *Biomechanics*. 1985;451-7.
- [18] Jiyeon Lee. An Analysis of Research Using the Rhythmic Auditory Stimulation Technique:A Comparison of Music Therapy and Physical Therapy Approaches. *JMHB*. 2020;17(1):71-96.
- [19] J Kataoka , M Suzuki, S Shibata, et al. Observation study on natural walking in the Tokyo metropolitan. *Ann Physiol Anthropol*. 1994;13(5):219-31.
- [20] H Sato , K Ishizu. Gait patterns of Japanese pedestrians. *J Hum Ergol (Tokyo)*. 1990;19(1): 13-22.
- [21] Wirtz P., Ries G.. The pace of life-reanalysed: why does walking speed of pedestrians correlate with city size?. *Behaviour*. 1992;123(1-2):77-83.
- [22] William B. Davis. An Introduction to Music Therapy Theory and Practice, NY: Music Ther Perspect. 2008:251-72.
- [23] Thaut M. H. et al. Rhythmic auditory stimulation improves gait more than NDT/Bobath training in near-ambulatory patients early poststroke: a single-blind, randomized trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2007;21(5):455-9.
- [24] Thaut, M. H.. Rhythm, Music, and the Brain. New York: Routledge. 2005.
- [25] Thaut, M. H.. Entrainment and the motor system. *Music Ther Perspect*. 2013;31(1):31-4.
- [26] M P Murray, R C Kory, B H Clarkson, et al. Walking patterns in healthy old men. *J Gerontol*. 1969;24(2): 169-78.
- [27] Nanyeon Kim. Effect of different types of Squat Exercise by Stance width on Lower Body Muscle Activity. Master's Degree. Chungnam University. 2020.
- [28] Miji Kwon. Change of Postural Stability according to Feet Position and Platform Speed. *JKPT*. 2000; 12(1): 57-63.
- [29] Cavanagh P. R.. The biomechanics of lower extremity action in distance running. *Foot Ankle*. 1987;7(4):197-217.
- [30] Kenedi, R. M.. Perspectives in Biomedical Engineering: Proceedings of a Symposium organised in association with the Biological Engineering Society and held in the University of Strathclyde, Glasgow, June 1972. Springer. 1973.
- [31] Byung-chul Jung. Kinetic analysis of walking toe angle in walking. Master's Degree. Inje University. 2008.