



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

걷기운동시 음악템포가 남자대학생의
심박수, 심박변이도(HRV),
젖산 및 유산소성 변인에 미치는 영향

지도교수 김 영 표

제주대학교 대학원

체육학과

정 세 영

2021년 2월



걷기운동시 음악템포가 남자대학생의 심박수, 심박변이도(HRV), 젓산 및 유산소성 변인에 미치는 영향

지도교수 김 영 표


정 세 영

이 논문을 체육학 석사학위 논문으로 제출함

2020년 12월

정세영의 체육학 석사학위논문을 인준함

심사위원장 서 태범 

위 원 김 미애 

위 원 김 영표 

제주대학교 대학원

2020년 12월



<초록>

걷기운동시 음악템포가 남자대학생의 심박수,
심박변이도(HRV),
젓산 및 유산소성 변인에 미치는 영향

정 세 영

제주대학교 대학원 체육학전공

지도교수 김 영 표

본 연구의 목적은 남자 대학생을 대상으로 걷기 운동 시 음악 템포 적용이 운동 전·중·후의 심박수, 심박변이도(HRV), 젓산 및 유산소성 변인에 미치는 영향을 연구 하는데 있다. J지역 20대 건강한 남자 대학생 총10명을 대상으로 서로 다른 음악템포를 적용하여 총3회 반복 측정하였다. 트레드밀을 이용하여 최대심박수의 60~70% 강도에서 총30분 동안 걷기 운동을 할 때 빠른템포(120~160bpm), 느린템포(60~70bpm), 통제(음악 없음)집단으로 구분하고, 무작위 교차 혼합설계(Randomized crossover design)방식을 적용하였다. 측정 자료는 SPSS Ver. 22.0을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였고, 집단 간, 시기 간에 대한 상호작용검증은 이원 반복측정 분산분석(Two-way repeated measures ANOVA), 집단 간 차이비교는 일원 반복측정 분산분석(One-way repeated measures ANOVA)을 시행하였다. 사후검증은 Tukey 방법을 사용하였으며, 모든 분석의 유의수준(p)은 .05로 설정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

첫째, 음악템포에 따른 운동 시 최대산소섭취량의 상호작용에서 유의한 차이가 나타났다.
둘째, 음악템포에 따른 회복기 젓산의 상호작용에서 유의한 차이가 나타났다.
셋째, 음악템포에 따른 운동 시 심박수, 환기량, MET, 산소소비량은 빠른템포 집단이 느린템포나 통제 집단보다 기술통계적으로 높은 경향을 나타내었다.
넷째, 음악템포에 따른 회복기 심박수의 상호작용에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.
다섯째, 음악템포에 따른 심박변이도의 상호작용에서 유의한 차이가 나타나지 않았으나 운동 시에 빠른템포에서 느린템포나 통제집단보다 기술통계적으로 높은 경향을 나타내었다.
여섯째, 음악템포에 따른 운동 시 젓산의 상호작용에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.
위의 결과는 운동 시에는 빠른템포 음악, 회복기에는 느린템포 음악이 긍정적인 효과를 나타냄을 보여준다.

목 차

I. 서 론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구의 목적	3
3. 연구의 가설	4
4. 연구의 제한점	5
5. 용어의 정의	6
II. 이론적 배경	8
1. 음악	8
2. 걷기	10
3. 음악템포와 운동	11
4. 운동과 심박변이도관련성	15
5. 운동과 젓산	16
6. 음악과 운동부하검사의 관련성	18
III. 연구 방법	20
1. 연구 설계	20
2. 운동 강도 및 음악 템포 적용	22
3. 측정항목 및 방법	23
4. 자료처리	25
5. 연구결과	26

IV. 논의	56
V. 결론 및 제언	61
1. 결론	61
2. 제언	62
VI. 참고문헌	65

List of Tables

Table 1. Characteristics of participants	22
Table 2. Karvonen Target Heart Rate	22
Table 3. Heart rate change according to exercise time difference	26
Table 4. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and heart rate according to exercise	27
Table 5. Heart rate change according to recovery time difference	28
Table 6. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and heart rate according to recovery time	28
Table 7. Stress change according to exercise and recovery time difference	30
Table 8. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and stress according to exercise	30
Table 9. LF change according to exercise and recovery time difference	32
Table 10. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and LF according to exercise and recovery	32
Table 11. HF change according to exercise and recovery time difference	34
Table 12. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and HF according to exercise and recovery	34
Table 13. SDNN change according to exercise and recovery time difference	36
Table 14. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and SDNN according to exercise and recovery	36
Table 15. RMSSD change according to exercise and recovery time difference	38
Table 16. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and RMSSD according to exercise and recovery	38

Table 17. Lactate change according to exercise time difference	40
Table 18. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and lactate according to exercise	40
Table 19. Lactate change according to recovery time difference	42
Table 20. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and lactate according to recovery	42
Table 21. VE change according to exercise time difference	44
Table 22. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and VE according to exercise	44
Table 23. VE change according to recovery time difference	46
Table 24. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and VE according to recovery	46
Table 25. VO ₂ change according to exercise time difference	48
Table 26. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and VO ₂ according to exercise	48
Table 27. VO ₂ max change according to exercise time difference	50
Table 28. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and VO ₂ max according to exercise	50
Table 29. RQ change according to exercise time difference	52
Table 30. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and RQ according to exercise	52
Table 31. MET rate change according to exercise time difference	54
Table 32. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and MET according to exercise	54

List of Figure

Figure 1. The experimental design	21
Figure 2. Heart rate change according to exercise time difference	27
Figure 3. Heart rate change according to recovery time difference	29
Figure 4. Stress change according to exercise and recovery time difference	31
Figure 5. LF change according to exercise and recovery time difference	33
Figure 6. HF change according to exercise and recovery time difference	35
Figure 7. SDNN change according to exercise and recovery time difference	37
Figure 8. RMSSD change according to exercise and recovery time difference	39
Figure 9. Lactate change according to exercise time difference	41
Figure 10. Lactate change according to recovery time difference	43
Figure 11. VE change according to exercise time difference	45
Figure 12. VE change according to recovery time difference	47
Figure 13. VO ₂ change according to exercise time difference	49
Figure 14. VO ₂ max change according to exercise time difference	51
Figure 15. RQ change according to exercise time difference	53
Figure 16. MET rate change according to exercise time difference	55

I. 서론

1. 연구의 필요성

현대인들은 스마트 폰을 통해 간단하고 편리하게 인터넷에 접속하고 SNS(사회관계망서비스)활동과 쇼핑, 교육, 뉴스 검색, 금융, 게임, 영화, 음악 감상까지 많은 온라인 활동을 하고 있다. 또한 2018년 통계청 자료에 의하면 60대 이상 고령자의 이용률도 크게 증가 하고 있는 추세이다(통계청, 2019). 이러한 생활습관으로 인해 신체활동이 현저히 줄어들었으며(여성 가족부, 2018), 또한 코로나19 바이러스 확산으로 인한 공공실내체육시설 이용제한과 스포츠클럽 단체 활동 자제로 인해 생활체육 활동이 줄어들고 운동부족 현상도 가중되고 있다. 신체활동과 운동부족으로 인해 생겨나는 체지방량 증가는 비만, 고혈압, 관상동맥질환, 당뇨병 등과 같은 생활 습관병 유병률을 높인다고 보고하였다(김홍인, 김설향, 2004). 또한 김동일(2015)의 연구에서도 한국 성인들의 신체활동 종류와 참여하는 횟수가 신체구성의 개선을 가져오며, 성인질환, 대사증후군 위험요인 발병률에 영향을 미친다고 하였다. 박인호(2016)의 연구에 따르면 신체활동과 운동 참여 정도가 건강상태에 긍정적인 영향을 주는 중요한 요인이라고 하였다. 김남익(2011)의 성장기 생활습관 관련 교육과 운동참여에 관한 연구에서는 운동 참여 집단이 통제 집단에 비해 더 성장하였다는 결과와 함께 성장기에 형성된 운동습관의 중요성을 강조하였다. Imamura(2017)의 연구에서는 성인이 시작되는 대학생 시기는 스스로의 생활습관을 선택하고 결정할 수 있는 시기이기 때문에 이 시기에 형성된 생활습관은 개인의 삶의 질과 건강에 많은 영향을 미친다고 보고하였다.

유산소 운동은 정신적인 스트레스 및 외적 압박을 감소시키는 작용과 더불어 근섬유 내 모세혈관의 밀도와 수를 증가시켜 근세포에 충분한 산소와 에너지가 효율적으로 공급된다(Shono, Vrata, Sohin, Mizuno, Harada, Shindo & Tanaka, 2002). 또한 다수의 연구 결과에서 체지방량을 감소시켜 고혈압, 관상동맥질환, 당뇨병 등과 같은 생활습관병을 예방하고, 심혈관계 기능이 강화된다는 보고가 있다(Wong,

Chia, Tsou, Tan, Wang, & Lim et al., 2008; Laaksonen, 2003; Wessel, Arant, Olson, Johnson, Reis, & Pepine et al., 2004). 유산소 운동 종목에서 달리기나 자전거 타기, 등산에 비해 걷기운동이 관절에 주어지는 충격과 부상의 위험성이 적고, 일상 생활에서 쉽고 안전하게 실시할 수 있어 운동실천에 효과적인 운동이다(이형국, 2007). 그리고 걷기운동은 운동 강도 조절이 용이하며 환경, 날씨, 장소, 시간에 구애 받지 않아 건강증진에 도움을 주는 운동으로써 운동처방 시 빈번하게 사용 되고 있다(전종귀, 박희근, & 이상기, 2004). Henriksen(2002)은 걷기운동에서 최대심박수(HRmax)의 60~70% 중강도 운동은 혈액 속 혈당이 세포 속으로 들어가 에너지로 사용되기 위해서 필요한 인슐린 감수성이 증진된다고 보고하였으며, 20대 남성을 대상으로 유산소 운동을 최대심박수 70%에서 30분간 진행한 결과 평균 심박수와 에너지 소비량이 향상되었다고 보고하였다(이형국, 2019).

이렇듯 많은 현대인들은 운동의 중요성을 자각하고 운동을 통해 건강을 유지하고 있다. 건강한 신체 유지를 위해 다양한 운동방법을 적용하고, 운동지속을 위해 피로 회복에도 시간과 노력을 들이고 있으며, 운동을 지속하기 위해서 즐겁고 재미있게 미디어 영상을 시청하거나 음악을 청취 하면서 운동을 하는 장면을 어렵지 않게 볼 수 있다. 박상규(2018)연구에서는 성인여성에게 음악을 청취하면서 중강도 유산소 운동을 실시하게 하였더니 음악이 재미와 즐거움을 더해 주어 도파민(dopamine)분비에 긍정적인 영향을 미쳤다고 보고 하였다. 또한 음악적인 요소 중 멜로디, 음색, 리듬, 템포 등은 인체에 다양한 영향을 미치며, 자율신경계 반응에도 영향을 미친다는 결과 보고가 있다(정혜영, 김춘섭, & 김맹규, 2015; 박수진, 김지현, 하수민, 김정숙, & 김도연, 2017). 음악을 적용한 고강도 유산소 운동은 근력, 근지구력, 유산소 능력이 향상 되고, 체지방 감소에도 효과적이라고 보고하였다(최봉길, 윤형기, 2012). 반면 이형국(2014)의 에르고미터와 트레드밀 운동을 하면서 음악 청취와 영상 시청 시 신체에 미치는 영향에 관하여 비교 연구에서는 음악자극이 있는 경우에 에르고미터 운동에서 총 심박수와 에너지소모량이 상대적으로 증가하였으며, 운동자각도와 혈중 젖산을 감소시키는 효과가 있다는 결과가 있지만, 트레드밀 운동에서는 음악이 없는 경우가 운동 수행능력이 좋게 나타났다고 보고하였다.

이렇게 음악을 적용한 운동 종목들은 많아지고, 신체변화가 긍정적으로 나타났다고 하였으나, 음악 요소 중에서 음악템포가 운동능력이나 신체적인 변화, 운동효과

에 절대적인 영향을 미친다는 것에 관하여서는 논쟁의 여지가 있다.

음악 템포를 적용한 선행연구를 살펴보면, 최대하 유산소운동 시 빠른템포 음악 적용이 느린템포 음악보다 더 효과적이라고 보고하였으며(남상남, 심승용, 2007), 남자대학생을 대상으로 한 연구에서 6km/h 속도의 걷기운동을 40분 동안 진행하며, 4/4박자의 대중음악을 60±5db로 설정하여 운동을 수행한 결과, 부신피질자극호르몬(Adrenocorticotrophic hormone: ACTH), 에피네프린, 스트레스 호르몬 분비가 감소되었다고 보고하였다(조성봉, 2008). 따라서 음악템포에 따라 운동의 효과에 관한 선행 연구들은 많으나, 서로 다른 결과보고로 인해 논쟁의 여지가 없지 않다. 그리고 음악 템포가 심박변이도(Heart rate variability: HRV), 젖산 및 유산소성 변인에 미치는 영향에 관한 연구와 운동 시와 회복기에 긍정적인 영향을 미치는 음악템포에 관한 연구가 필요한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 최대심박수(maximum heart rate)의 60~70% 중강도 걷기 운동을 수행할 때, 느린템포(60~70bpm)와 빠른템포(120~160bpm)의 음악청취가 생리학적 변인과 유산소성 변인에 미치는 영향에 대해 비교·분석을 하고자 한다. 또한, 신체활동이 부족한 대학생이 유산소 운동을 수행할 때와 운동 후 회복기에 긍정적인 영향을 미치는 음악 템포를 제시하고자 한다.

2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 남자 대학생을 대상으로 걷기 운동 시 서로 다른 음악 템포 적용이 운동 전·중·후의 심박수, 심박변이도, 젖산 및 유산소성 변인에 미치는 영향을 규명하는데 있다.

3. 연구의 가설

본 연구 가설은 다음과 같이 설정하였다.

- 1) 걷기 운동에서 음악템포의 변화 유무에 따라 심박수(Heart rate: HR)에 유의한 차이가 있을 것이다.
- 2) 걷기 운동에서 음악템포의 변화 유무에 따라 심박변이도(Heart rate variability: HRV)에 유의한 차이가 있을 것이다.
- 3) 걷기 운동에서 음악템포의 변화 유무에 따라 혈중젖산농도(Blood lactate concentration)에 유의한 차이가 있을 것이다.
- 4) 걷기 운동에서 음악템포의 변화 유무에 따라 최대산소섭취량(VO_{2max})에 유의한 차이가 있을 것이다.
- 5) 걷기 운동에서 음악템포의 변화 유무에 따라 환기량(Ventilation: VE)에 유의한 차이가 있을 것이다.
- 6) 걷기 운동에서 음악템포의 변화 유무에 따라 호흡률(Respiratory quotient: RQ)에 유의한 차이가 있을 것이다.
- 7) 걷기 운동에서 음악템포의 변화 유무에 따라 산소소비량(VO_2)에 유의한 차이가 있을 것이다.
- 8) 걷기 운동에서 음악템포의 변화 유무에 따라 MET(Metabolism)에 유의한 차이가 있을 것이다.
- 9) 걷기 운동에서 음악템포의 변화 유무에 따라 피로회복에 유의한 차이가 있을 것이다.

4. 연구의 제한점

본 연구를 수행하는데 다음과 같은 제한점이 있다.

- 1) 측정 대상자들의 신체활동에 대한 사항을 통제하지 못하였다.
- 2) 측정 대상자들의 환경적 변수를 통제하지 못하였다.
- 3) 측정 대상자들의 생리적 요인을 통제하지 못하였다.
- 4) 측정 대상자들의 심리적 요인을 통제하지 못하였다

5. 용어의 정의

본 연구에서 사용되는 용어에 대한 정의는 다음과 같다.

1) 음악템포(Tempo)

템포는 이탈리아어이며 사전적의미로 ‘시, 시간, 기간, 간격’의 뜻을 가지며, 음악이 진행되는 빠르기, 악곡을 연주하는 속도나 박자의 빠르기로 정의한다.

2) 분당 음악 박자(Beats per minute: bpm)

음악템포를 표시하는 단위로 정의한다. 분당 연주되는 속도를 나타내며, 박자를 표시해주는 메트로놈을 이용하여 bpm을 확인 할 수 있다. ♩=60으로 표시된 음악일 경우 4분음이 1분에 60번 연주되는 것을 말하며, 60bpm은 1분과 같으며 1박자에 1초를 의미한다.

3) 심박변이도(Heart rate variability: HRV)

심장박동의 변화를 측정하여 자율신경계의 상태와 스트레스에 반응하는 인체의 능력을 숫자와 그래프로 표시하는 측정방법으로 정의한다. 일반적으로 스트레스 검사 시 활용되는 객관적인 측정 방법이다.

4) 유산소성 변인

운동 시 체내에 공급되는 산소의 작용으로 나타나는 변화요인이라 정의한다. 산소 소비량, 최대산소섭취량, 환기량, 호흡률, MET 등이 있다.

5) 최대산소섭취량(VO_2 max)

개인의 운동 강도를 높여 달성할 수 있는 최대한의 산소섭취능력을(mL/min/kg) 단위로 나타내는 것으로 정의한다. 운동능력 중 유산소성 능력이나 심폐지구력을 판단하는 지표로 이용한다.

6) 환기량(Ventilation: VE)

1분 동안 흡기(Inspiration) 혹은 호기(Expiration)되는 공기의 양을 분당 환기량이라고 정의한다. 일반적으로 흡기시 보다는 호기시 공기량을 표시한다. 환기량은 1회 환기량(Tidal volume: TV)에 호흡수(Frequency)를 공급함으로써 구할 수 있다.

다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다. [$VE(L/min) = TV(1/회) \times f(회/min)$]

7) 산소소비량(VO_2)

단위 시간당 폐에서 흡수되는 산소량(mL/min)으로 정의한다. 에너지 소비가 증가될수록 산소 소비량도 증가하게 된다.

8) 호흡률(Respiratory quotient: RQ)

운동 시 인체가 산소호흡을 할 때 흡수되는 산소량의 양과 방출되는 이산화탄소의 비로 정의한다. 즉 $[CO_2]/[O_2]$ ([]은 그 물질의 mole수), 각 유기물의 산화에 의한 이론적 RQ값은 탄수화물이 1.0, 지질이 0.7, 단백질이 0.8이다.

9) MET(Metabolism)

1분간 소비되는 단위, 체중당 에너지 소모량으로 정의한다.

$kcal/min/kg$ 로 나타낼 수 있으며, 1met는 “안정시 산소섭취량”으로 체중1kg당 1분에 3.5ml의 산소를 섭취하는 것으로 $1mets=3.5ml/kg/min$ 이다.

10) 심박수(Heart rate: HR)

심장의 분당 박동 횟수로 운동 종목 또는 개인의 체력수준을 고려한 운동 강도에 맞게 운동을 할 때 유산소 운동의 중요한 지표로 사용되는 것으로 정의한다.

11) 젖산(Lactate)

운동 시 생성되는 물질이며, 에너지 대사과정에서 에너지원이 되는 APT의 생성 속도보다 에너지 소모가 심할 경우 체내에 쌓여 피로를 유발하는 피로물질로 정의한다.

II. 이론적 배경

1. 음악

1) 음악의 의의

인간과 음악은 공존한다. 태중에서부터 죽음에 이르는 순간까지 인간은 원하던 원치 않던 음악을 듣게 된다. 그만큼 음악은 우리의 일상생활에 깊이 녹아 있다. 음악은 사람들의 잠자는 감성을 깨우고, 동기 유발시키며 유대감을 갖게 해준다. 특히 여러 사람들과 함께 공유하는 음악적 경험은 역동력을 가지고 바람직한 행동의 변화를 가져오도록 유도하기도 한다. 또한 가치 표현을 위한 활동 안에서 음악은 또 하나의 도구로서 문화적 매개 역할을 한다고 볼 수 있다(남상남, & 심승용, 2007).

음악은 인간이 감성 및 정서를 음이라는 소재로 표현 할 수 있는 예술이며, 인간의 마음속에 깊은 인간미를 형성하는데 미치는 영향이 크다. 양질의 음악은 우리의 정서, 감정을 순화시켜주는 역할을 하고, 음악은 그 자체로서 하나의 완전한 세계이다. 음악의 역동적인 흐름 속에 흥분과 진정, 긴장과 이완 등의 상반되는 요소들이 조화를 이루어 카타르시스와 밸런스 효과를 얻을 수 있게 하며(유선숙, 2004), 리듬, 템포, 음색, 화성, 멜로디, 강도들의 음악적 요소를 치료적으로 활용하는 과정을 통해 인간의 내부의 조화와 균형을 위한 생리적 변화를 유도하는데 유용하게 사용될 수 있다(최병철, 2006). 따라서 음악은 의학적인 면에서의 꾸준히 연구대상이 되었고, 스포츠 관점에서도 지속적으로 연구되고 있다(이봉현, & 정문용, 2014).

음악은 상당히 다양한 요소들로 구성되어 있지만, 대개의 연구자들은 나머지를 통제 후 하나의 구성요소만을 조작하여 음악의 효과를 연구하고 있으며 그 가운데 가장 효과적으로 조작될 수 있는 음악의 요소는 템포이다. 연구자들은 이를 ‘음악의 속도’ 또는 ‘시간관련 요소’로 정의하고 있다. 다수의 선행 연구에서는 음악이 심장박동과 혈류변화 뿐만 아니라 호흡에도 영향을 끼친다는 것을 증명하였고, 다양한 형태로 연주되는 음악을 통해 맥박수와 혈압의 변화를 관찰한 바 있다. 보다 구체화된 리듬과 선율 및 빠르기의 음악은 비교적 뚜렷한 생리적 변화를 가져온다는 것을 알 수 있다.

2) 음악의 템포

음악은 소리의 조합이라 할 수 있으며, 태초부터 인간의 존재와 삶속에 함께 존재해 왔다. 음악의 역사는 구체적으로 나와 있는 것은 없으나 지구의 탄생과 더불어 음악이 탄생되었을 것이라 추정이 된다. 물소리, 바람소리, 나뭇잎 부딪치는 소리 또한 음악의 한 종류로 볼 수 있을 것이다. 인간의 탄생과 더불어 시작된 소리는 현재 자연음악이 치료음악으로 쓰이면서 인간은 음악과 함께 공존하고 있음을 알 수 있다(박현경, & 이주영, 2014). 음악이 갖는 비언어적인 특성으로 인해 음악은 가장 자연스러운 자기표현과 의사소통의 수단이며, 동시에 유용한 치료적 도구로 사용된다(양은아, & 최병철, 2009). 음악과 인간의 직접적인 관계 연구를 위해 의학적뿐만 아니라 스포츠분야에서도 꾸준한 연구를 이어왔다. 또한 의학과 생리학의 발달로 인해 음악적 영향에 관한 인간의 신체적 반응에도 관심을 가지게 됐다. 이 분야의 학자들은 고도화된 테크놀로지를 활용하여 음악적 자극에 대한 개인의 생리적 반응(심박동·맥박·피부전기반응·혈압·호흡·근육의 수축과 이완운동·뇌파 등의 변화)을 측정할 수 있게 되었다.

음악은 매우 다양한 요소들로 구성되어 있지만, 대개의 연구자들은 나머지를 통제 한 후 하나의 구성 요소만을 조작하여(Operating)음악의 효과를 연구하고 있다. 그 가운데 가장 효과적으로 조작될 수 있는 요소가 바로 음악 템포이며, 연구자들은 이를 '음악 속도', 또는 '시간관련 요소'로 정의 하고 있다. 음악의 템포 변화를 통해 신체의 변화를 연구한 Simpson, & Karageorghis(2006)은 음악이 혈액순환과 심장박동뿐만 아니라 호흡에도 영향을 준다는 것을 증명하였으며, 다양한 형태의 음악이 연주될 때 맥박수와 혈압의 변화를 관찰한 결과 정확한 리듬과 선율의 음악이 상대적으로 선명한 생리적 변화를 가져온다는 것이다.

음악 템포는 곡이 얼마나 빠르니 느린지에 대한 음악의 속도를 의미하는 것이며, 일반적으로 음악 청취자가 규칙적으로 반복된다고 지각한 박의 속도와 관련된다. 현재 우리가 사용하는 템포는 1분 동안 반복된 박의 숫자를 나타내며 메트로놈 표기에 의하여 bpm으로 주어진다. 전형적인 메트로놈의 표기는“M.M.=60”과 같이 나타내는데, M.M.=60으로 표기할 때 이것은 4분 음표가 각 단위가 되며 박의 지속 시간이 1초일 때 1분당 60의 속도로 반복된다는 것이다(Repp, 1994).

또한 음악의 템포는 리듬을 조직화하는 데 있어서 시간을 분할해 주는 일련의 기준점이 되므로 중요한 의미를 가지며, 뿐만 아니라 주기적 자극이 단계를 결정하는 기본적인 변인이 되므로 박자 지각에도 영향을 미친다고 보고된 한 있다(Radocy & Boyle, 1997). 이와 같이 음악의 템포에 의해서 리듬과 박이 다르게 나타날 수 있음은 음악의 템포 자체가 지각체계에 영향을 주는 중요한 변인 요소가 되기 때문인 것이다.

음악전문가들에 따르면 음악은 뇌파에도 직접적인 영향을 미치게 되어 모차르트 음악을 듣게 될 때 엄마의 심박수(60-70회/분)와 비슷한 72bpm의 곡과 태아의심박수(140회/분)와 비슷한 144bpm의 곡을 듣는 것이 태아의 신체건강 및 정서 발달에 도움을 준다고 하였다. 또한 명상음악은 자궁내 혈류음, 양수의 소리가 들어 있으므로 음악을 듣고 자란 태아는 심박수가 안정되고, 뇌파도 안정된 상태가 된다고 하였다.

2. 걷기

1) 걷기운동

걷기는 인간이 이동의 수단으로 사용하는 움직임의 한 형태이다. 일반적으로 인간의 이동은 개인의 선택적인 필요에 의해 진행되며 그 패턴은 이동의 목적이 무엇인가에 따라 선택적으로 이루어진다. 예를 들어 시간에 쫓기는 경우 인간은 빨리 걸을 것이며 반대로 시간적 제약이 없는 경우 천천히 걷는 것을 선택하게 될 것이다. 어떠한 경우이던 걷기는 일정량의 에너지소비를 요구하게 되는데 이때 사용되는 에너지는 최적의 효율성을 유지하는 수준이다. 즉 일정 거리를 이동하는데 가능하면 가장 적은에너지를 소비하는 전략을 이용한다는 것이다. 많은 연구들은 인간의 걸음에서 최적의 에너지 소비량, 즉 에너지 효율성을 보이는 속도가 약1.4m/sec임을 제시하고 있다(김도윤, 조용인, & 김영욱, 2007).

걷기운동은 인간 활동의 기본이 되는 중심이동운동으로 세상에 태어난 지 1년 정도면 걷기 시작하여 한평생을 보행으로 이동하게 된다. 그러나 가장 자연스럽게 이

루어지고 가장 많이 행해지고 있는 걷기운동이 인간의 건강에 영향을 미치고 있다는 것을 깨닫는 사람은 많지 않다. 걷기운동은 조깅, 자전거타기, 에어로빅댄스, 수영 혹은 유산소성 운동의 다른 어떤 형태의 운동보다 우수하지도 열등하지도 않다. 다른 유산소성 운동과 비교했을 때, 강도에 있어서 걷기에 부족한 점들은 횟수와 시간을 증가시킴으로서 보완되며, 높은 수준의 훈련된 선수들을 위해서는 향상된 걷기 운동기술이 동등한 효과를 보장할 수 있다(박경훈, 박종완, 정성관, & 유주한, 2007).

걷기운동은 그 자체만으로도 확실한 장점을 가지고 있다. 특별한 옷이나 신발을 필요로 하지 않기 때문에 유산소성 운동 중 거의 최소의 경비만이 소요된다. 또한 장소에 구애받지 않기에 편리하고, 특별한 체력이나 기술을 요구하지 않기 때문에 간편하다. 따라서 평생 동안 지속하기에 적합하다. 또한 다른 트레이닝이나 스포츠와 비교해 볼 때 운동의 통증이나 상해 및 안전 관리의 입장에서 실용적 가치가 입증되었으며 650개의 근육과 206여개의 뼈들이 균형 있게 사용되는 효과적인 운동이다.

2) 걷기운동의 형태

김병성(2006)의 연구에 따르면 일반적으로 올바른 걷기란 상하좌우의 흔들림이 적고 안정적이며 균형 있는 자세를 유지하여 긴 시간 원 거리를 걷는다 할지라도 무릎과 발에 지나치게 무리가 가지 않는 자세를 말하며, 발뒤꿈치부터 내 딛고 발바닥 전체로 고르게 체중이 분산되게 하는 것이 좋은 자세라고 하였다. 그리고 앞다리는 곧게 뻗어 발끝이 위로 향하게 하고, 뒷다리는 발끝으로 지면을 차듯이 걷는 것이 좋으며, 상체는 곧게 세우고 팔을 자연스럽게 앞뒤로 흔드는 것이 좋고, 너무 큰 보폭으로 걷는 것보다 작은 보폭으로 빠르게 걷는 것이 더 바람직한 자세이라고 하였다.

3. 음악템포와 운동

음악이 운동수행능력에 미치는 효과에 대한 연구들은 다양하게 진행되어 왔다. 음악이 스포츠와 운동수행 능력에 긍정적인 효과를 가져 올 수 있다는 보고가 있고,

다수의 연구 중 음악의 리듬자극을 통한 운동수행능력의 효과연구에서는 음악 리듬에 맞춰 리드미컬한 움직임을 연속적으로 행할 경우 움직임 능력이 향상되며, 수준 이상의 힘든 운동이 요구될 경우 음악에 귀를 기울이면 즐거움이 동반된 집중력이 자극되어 운동효과를 볼 수 있다고 하였다. 이는 신체에 대한 의식을 향상시켜 협응성 향상 및 동기유발을 시킬 수 있을 뿐만 아니라 심리적으로도 즐거움과 흥분을 가져와 긴장감, 공포, 불안으로부터 해방시킴으로써 향상된 운동효과를 가져온다고 보고하였다(Karageorghis, 1999; 이주호, & 민현주, 2008; 조아라, 김광찬, & 현광석, 2015).

또한 신체는 리듬자극이 없을 때보다 리듬자극이 있을 때 대 근육 과제수행에 있어 이두박근의 지속시간이 증가되었다고 하였다. 이는 인체의 신경계가 외부의 즐거운 자극을 통해 활성화되면 구심성 신경은 다른 불유쾌한 자극을 차단시키는 기능을 하는 것에 기인한다고 할 수 있다(Safranek, Koshland & Raymond, 1982). 특히 음악을 이용한 지구력 테스트에서 구심성 신경은 즐거운 자극으로부터 활성화되면 근육 피로나 힘겨움 등을 덜 느끼게 되고 그로 인해서 운동지속시간을 늘릴 수 있다고 연구 되어진 바가 있다(Hernandez-Peon, 1961). 이 밖에도 국내에서 전인혜, & 장인현(2010)에 의한 연구는 음악을 청취한 집단이 음악을 청취하지 않은 통제집단에 비해 걷기 운동 속도가 통계적으로 유의하게 높다고 보고한 바 있다.

음악의 템포에 따른 빠른 템포 음악이 운동수행능력에 미치는 영향에 대한 연구들을 살펴보면, 심승용(2007)은 무 음악 또는 템포가 느린 발라드음악에 비해 댄스 음악을 청취하는 경우가 심폐기능이 상승되어 효과적인 운동을 실시할 수 있다고 하였으며, Copeland & Franks(1991)은 배경음악의 형태와 강도에 따른 트레드밀 부하 운동에 미치는 영향에 관한 연구에서 빠른 박자와 높은 음량의 배경음악이 느린 박자와 낮은 음량의 음악에 비해 심박수가 유의하게 높게 나타났다고 보고하였다. 이는 낮은 강도의 음악의 청취가 높은 강도의 음악 청취보다 심박수가 더 낮게 나타났다고 보고한 Wilson & Aiken(1977)의 연구와 일치하는 결과이다. 또한 음악의 템포에 따른 걷기 운동 시 운동속도, 심박수, 운동 강도의 변화를 연구한 전인혜(2010)는 빠른 템포의 음악을 적용한 집단이 느린 템포의 음악을 적용한 집단에 비해 운동속도가 증가하였으며 심박수와 운동 강도가 높은 것으로 나타났다고 보고하였다. 이는 빠르고 큰 소리의 음악이 운동수행능력을 향상시켜 달리기의 속도 및 심박수

의 증가를 가져온다고 한 Edworthy & Waring (2006)의 연구와 일치하는 결과이다. 이렇듯 음악의 속도에 따른 빠른 템포 음악의 청취는 신체에 긍정적인 다양한 영향을 끼쳐 운동수행능력을 향상시키는데 효과가 있다.

1) 음악에 대한 인체의 생리적 반응

현대의 과학과 의학의 발달로 인하여 비교적 쉽게 질환을 치료하고 회복 될 수 있지만 다수의 사람들은 대기과 수질 오염 등 각종 오염에서 벗어나 자연적인 치유 방법을 택하는 경우가 많다. 현대에 와서는 각종 음악치료, 기공치료 및 명상음악과 같은 자연과 더불어 이루어지는 대체의학으로 하여금 좋은 결과를 가져왔고, 많은 발전을 거두고 있는 실정이다.

음악이 개인들이 어렵거나 고통스러운 움직임을 시도할 때 기분전환이나 청각 진통제로서 이용될 수 있음을 밝혔다. 그리고 음악으로 산모의 불안이 덜어질 때 스트레스 반응에 관련된 심장혈관과 내분비물의 변화가 현저히 줄어들면서 근육이완을 가져와 출산에 유익하였음을 보고 하였다(Spintge, 2012). 이러한 음악적 경험은 악기나 음성으로써 소리를 내어 연주하거나 그것을 듣는 과정으로 이루어진다. 음악은 인체의 감각·지각·운동·생리반응 등 다양한 기능영역과 서로 연관되어 상호작용하면서 경험을 일으킨다(김현섭, 2004).

그리고 다섯 가지 다른 종류의 음악을 녹음한 것과 음악 없이 긴장이완을 가져오는 것을 비교 실험한 결과, 음악이 긴장이완에 도움이 되었다고 하였다(Stratton, & Zalanowski, 1984). 또한 병원 환자가 다양한 음악과 심상조건하에 노출되어 있을 때 통증감소에 유의미한 치료효과를 나타냈다고 하였다. 신아라 와 최명애(2012)의 실험연구에서 호흡곤란을 호소하는 아동입원환자를 위한 처치과정으로 음악 감상을 사용하였을 때 부드러운 음악을 청취한 환자들이 음악을 듣지 않은 환자들에 비하여 호흡의 횟수가 감소하고, 호흡률이 유의하게 향상되었다고 보고하였다. 음악에 대한 적용과 활용을 운동의 측면에서 함께 사용한다면 삶의 질 향상에 도움이 될 것이다.

2) 음악에 의한 생리적 반응

과학의 발달로 소리자극, 리듬자극과 같은 음악적 요소는 운동기능을 자극하고 조직화하는데 사용되어왔다(Hurt, Rice, McIntosh, & Thaut, 1998). 음악 자극은 우리 몸의 반응을 이끌어내는 중요한 요소로서 청각과 운동 사이에는 상호작용관계가 있고, 청각과 운동의 동조과정은 잠재의식 수준에서 일어난다는 보고가 있다 (Thaut, Kenyon, Schauer, & McIntosh, 1999). 음악적 자극은 신체 반응을 이끌어내고 구조화하며 신체활동을 통합하고 조직화하는 생물학적인 고유특성을 지니고 있다. 음악으로 인해 발생하는 신체적인 반응은 공동 작업을 할 때 사람들의 신체적인 조화와 협력을 가능하게 하게하며, 음악적 자극은 심박수와 혈압, 호흡률, 뇌파반응과 근육 반응 등에 변화를 가져온다. 이와 같은 자율신경계의 변화는 심리적인 현상으로 재반영되며, 음악이 신진대사 증가, 근력 증가, 정상적인 호흡회복, 감각자극, 내분비선의 분비물 증가 등 심장혈관의 다양한 변화를 이끌어내는데 활용된다고 하였다 (Thaut, McIntosh, & Hoemberg, 2015; 안정훈, 2005).

음악의 리듬자극이 운동경로에 미치는 영향에 관한연구에 따르면 리듬은 운동척수뉴런의 흥분을 증가시켜 근육의 반응 소요시간을 단축시킨다고 한다. 호흡패턴에서 근육운동을 조절하는 생리적 리듬신호로서 리듬자극이 영향을 미친다고 보고하였으며, Rossignol & Jones(1976)는 청각적인 음악 자극이 근육의 반응시간을 단축하는 기능을 수행하며, 리듬 청각자극이 제공된 운동수행 과정에서 생리적 운동근육작용은 외부의 리듬신호와 일치되어짐을 제안했다.

선행연구에서는 자신에게 익숙한 음악과 생소한 음악을 들었을 경우 똑 같은 음악이라도 익숙한 음악이 생소한 음악보다 자극적인 반응으로 나타나 심장박동이나 근육반응을 활발하게 하는 경향을 보이고, 익숙한 음악일지라도 상황이나 사람에 따라서는 침체 시키는 반응으로 나타나는 현상을 보고하였다(Crust, 2004). 이렇게 결과에 차이를 보이는 이유는 자율신경반응이 획일적인 것이 아니어서 각개인마다 나이, 성별, 몸의 상태, 심리적 상태 등에 따라 달리 나타나게 되기 때문이다(Harrer & Harrer, 1997). 또한 평소 음악을 듣는 취향도 많은 영향을 준다. 김현지(2017)는 선호도가 높은 음악을 들을수록 개인적 상태에 영향을 받지 않고 더 높은 운동 강도를 측정 할 수 있음 보고하였다.

장철과 신현석(2016)의 연구에서는 음악은 심리적 반응과 밀접한 관련이 있으며, 음악이 가진 비언어적 요소는 언어적으로 소통이 불가능한 것을 가능하게 하여 스트레스를 낮춰주고 감정의 표현을 할 수 있도록 기회를 제공하는 중요한 요소라고 하였다. 이 외에도 음악은 스트레스 상태에서 긴장을 이완시키는 역할을 하고, 인간의 정서를 자극하여 자연스럽게 감정을 발산하도록 유도하여 정신기능의 균형을 이루게 한다고 보고하였다.

4. 운동과 심박변이도 관련성

심박변이도(Heart rate variability: HRV)는 심장의 교감신경계와 부교감신경계의 활동 수준을 평가하는 방법(변재중, 황부근, & 이재현, 2016)으로 심박 변동을 시간 영역과 주파수영역으로 해석하여 심장의 전기적인 안정성을 평가하는 것이다. 따라서 심박변이도(HRV)의 결과 자료를 통해 운동선수의 컨디션을 조절하고, 당뇨병, 고혈압 및 심근 경색, 만성 심부전과 같은 질환자들에게는 운동 중에 갑자기 발생할 수 있는 심장사고 발생을 예방하는 근거 자료로 이용할 수 있다고 보고하였다(송상협, 이혁중, & 이호성, 2013).

인체는 자율신경계의 활동을 통해 외부환경과 자극으로부터 불수의적으로 각각의 기관을 조절함으로써 체내의 항상성을 유지한다. 특히 미세한 교감신경과 부교감신경의 균형과 조절 능력은 외부자극에 대한 항상성을 유지하기 위한 중요한 조절 기전이며, 감소된 심혈관 자율신경 조절능력은 당뇨병, 고혈압, 심근경색, 부전증(변재중, 황부근, & 이재현, 2016; Kwak, Mori, Pei, Leonhardt, Torres, & Schroeder et al., 2003; 황부근, & 이재현, 2013)과 같은 질환의 유병률을 높이는 요인이 된다고 하였다. 송상협 등(2013)의 스포츠 활동과 심장자율신경계 활동 연구에서는 운동 시에 심박수가 증가하고 운동이 종료된 후에는 감소하는 것이 일반적이며(양윤권, 2018), 이러한 심박수의 변화에는 심장자율신경계가 관여한다는 결과와 지구성 운동을 하는 선수의 경우는 심장부교감신경계 활동이 높게 나타났다는 결과를 보고 하였으며, 지구성 운동 당뇨병, 고혈압, 심근경색 등의 질환자는 심장부교감신경계 활

동을 개선하는데 효과가 있다고 보고하였다. 또한 심장부교감신경계의 활동이 생체의 피로상태를 반영하고 있기 때문에 운동선수의 컨디션 관리를 위한 유용한 지표로 사용할 수 있다고 보고하였다.

심박수의 변동은 호흡에 의해 변화가 생기고 심장의 자율신경계 활동에 영향을 끼친다는 것은 이미 잘 알려진 사실이다. 심박변동이란 동방결절을 보조하는 심장주기의 변동으로 호흡에 의한 심박변동은 주로 심장부교감신경계의 활동으로 조절된다. 호흡성 심박변동의 진폭이 심장 부교감신경계활동과 상관관계가 있으며, 시간영역 해석법은 어떤 현상의 시간적 변화를 관찰하여 얻은 값의 계열자료를 시간적 순서에 따라 분석하는 방법이라고 하였다. 시간적 변화자료의 표준편차는 주로 질병예후의 지표로 활용 될 수 있으며 주변 심박의 간격 차이의 평균이나 분포는 심장의 부교감신경계의 활동 지표로 활용되어 질환이 있는 환자들의 자율신경균형 평가에 사용된다고 하였다. 시간영역 해석법은 심장의 부교감신경계활동을 평가에는 유용하지만 교감신경계의 활동평가에는 적합하지 않다고 보고하였다. 반면 주파수 영역 해석법은 시간변화 자료를 주파수로 해석하고 심박변동 주파수의 주파수 강도 분포를 산출하는 방법이다(전중선, 전세일, 조경자, 진미령, 김태선, & 이명호 등., 1997). 심박변동 스펙트럼 해석 결과 고주파 및 중주파 성분은 심장부교감신경계를 저주파 성분은 심장의 부교감신경계와 교감신경계의 양쪽 모두의 활동을 반영한다고 보고하였다.

5. 운동과 젖산

혈중 젖산(lactate)은 무산소성 해당과정(Lactic acid system)중에 근육내의 낮은 산소량으로 인해 발생하고 축적되어 근육에 피로를 유발한다. 또한 선행연구에서는 낮은 제거비율은 젖산 역치의 잠재적 요인이라고 보고하였다(윤선아, & 신원태, 2011). 운동수행능력과 운동 후 회복력을 관찰하기 위해 혈중 젖산 대사 특성에 관한 연구는 다각도에서 진행되었으며, 짧은 시간에 고강도로 진행되는 무산소성 최대 운동부터, 저강도 유산소성 운동까지 다양한 운동부하 방법을 적용하였다(김경호, &

김현준, 2018). 백광현, 최건식, & 박철빈(1997)의 연구에서는 절대부하 운동 시 훈련 군에서 혈중 젖산 축적량이 더 적게 나타나고, 회복기에는 저항도 운동의 동적 휴식이 젖산을 제거하는데 효과적이라고 보고하였다. 선행 연구를 통해 젖산은 운동 시 피로를 발생시키는 물질 중 하나로 관찰되면서 젖산의 빠른 제거가 빠른 피로회복을 유도하는 것으로 보고되었다. 반면 의 연구에서는 젖산이 에너지원으로 보고되고 있다. 즉 젖산은 세포 내에서 발생하는 산증(acidosis)으로부터 근섬유를 보호하는 보호물질이며, 포도당이 분해되는 과정에 일시적인 발생하여, 빠르게 에너지를 공급할 수 있는 에너지원이라고 하였다(박종수, 이성우, 김낙훈, 조영덕, 신준현, & 홍윤식 등., (2007). 또한 운동에 의한 적응조절신호 분자로 정의하였으며, 운동 후의 젖산의 섭취는 젖산 수송체(monocarboxylate transporters)와 글리코겐의 농도를 증가시키며, 운동능력도 향상시킨다고 보고하였다.

젖산은 무산소 에너지 대사과정 중에 생성된 피루브산 (Pyruvate)이 젖산탈수소효소(Lactate dehydrogenase: LDH)의 작용에 의해 생성된다. 일반적으로 근육 내의 젖산 생성속도보다 젖산 제거 속도가 떨어질 때 혈중 젖산 농도가 증가한다. 또한 MCT(Monocarboxylate transporter: 막운반단백질), LDH 의 농도 및 조직의 산화 능력 등과 같은 요인에 의해 젖산 감소속도는 변화한다. 혈중 젖산 농도는 평균적으로 안정 시는 0.5-2mmol/L 이며, 격렬한 운동시에는 20mmol/L 이상까지 상승한다. 안정 시에는 무산소성 해당과정이 일어나지 않으므로 근육 내의 젖산이 생성되지 않을 것이라고 추측할 수 있지만, 적혈구 대사 과정에 미토콘드리아가 없는 높은 해당 능력을 갖는 근 섬유의 효소 활성화에 의해서도 약간의 젖산이 생성된다. 때문에 안정 시에도 혈중 에 소량이 젖산이 생성되고 있다. 또한 짧은 시간에 많은 에너지가 필요로 하는 100m달리기나 역도 같은 강한 무산소성 운동이나 파워 운동을 할 경우에는 근육 내의 해당과정을 통한 젖산 생성이 증가되어(권영우, 2016), 혈중 젖산 농도가 급격하게 상승하여, 운동 시 혈중 젖산 수치의 증가는 운동 강도와 비례하는 것으로 보고되고 있다. 젖산 역치는 유산소성 운동 능력 지표로 이용되어 왔으며(진정권 등, 2006), 운동 시나 회복 시의 혈중 젖산제거 능력은 운동수행능력과 정적 상관을 나타낸다고 보고하였다.

6. 음악과 운동부하검사의 관련성

일반적으로 심폐관련 체력을 확인하기 위해서는 유산소성 운동능력 검사를 하는데 운동부하검사(GXT)가 대표적인 검사방법이다. 운동부하검사(GXT)를 통해 최대 산소섭취량($VO_2 \max$), 심박수(HR), 환기량(VE)등을 측정할 수 있다. 최대산소섭취량($VO_2 \max$)량은 유산소 능력을 객관적으로 평가하는 중요한 지표 중 하나이다. 단위시간당 산소를 섭취하는 능력으로 개인의 심폐체력을 측정하는 가장 정확한 지표이며, 운동처방 시 개인에게 적합한 운동의 강도와 수준을 결정하는 요소로 활용된다(ACSM, 2013).

심박수(HR)는 심장의 분당 박동 횟수를 말하며 심박수 또한 유산소 능력을 객관적으로 평가하는 지표로 순환기능을 측정하는데 가장 보편적이고 일반적인 자료로 활용한다(이온, 장창용 & 정진욱, 2019), 운동부하검사 방법 중 트레드밀(Treadmill) 검사는 호흡가스분석기를 착용하고 대상자들의 체력상태에 따라 속도를 조절할 수 있어, 안정성과 신뢰성이 높은 검사방법이다(김민선, 2003). 또한 대상자의 연령, 성별, 신체구성, 목표심박수가 고려된 설정이 가능하다. 운동 강도는 미국스포츠의학회(American college of sports medicine: ACSM) 검사·운동처방지침에 따른 신체건강을 위한 운동으로 권장한 운동 강도인 HRmax 60%의 중강도로 운동 강도를 설정하는 것이 일반적이다(ACSM, 2013). 나이와 함께 최대산소섭취량($VO_2 \max$)은 절대적·상대적으로 감소하게 되며, 최대산소섭취량이 감소하면 운동선수의 경우에는 경기에서 최대 운동능력이, 좌업 생활자에서는 일상생활 활동능력이 떨어지게 된다. 고령자의 생리학적 특성을 운동측면에서 생각해 보면 체력수준이 낮다는 점을 들 수가 있으며, 나이가 들면 젊었을 때 쉽게 할 수 있었던 운동이 점차 힘들어지게 되는데, 이것은 최대산소섭취량($VO_2 \max$)이 감소하는 것으로도 확인할 수 있다. 비활동적인 사람들과 활동적인 사람들 사이에서 나이 증가에 따른 최대산소섭취량의 저하율은 현저한 차이를 보이며, 특히 좌업 생활자에게서 나이증가에 따른 최대산소섭취량의 저하율은 활동적인 사람의 거의 2배나 된다. 나이와 함께 유산소성 운동능력이 떨어지는 것은 주로 산소운반과 관련이 있는 생리적 기능의 저하 때문이며, 낮은 1회 박출량(SV), 심박수(HR), 그리고 동정맥산소차($A-VO_2 \text{ diff}$)등이 모두 나이

의 증가에 따른 최대산소섭취량의 저하에 관여하게 된다. 이들은 30~40세와 비교하여 최대산소섭취량이 좌업생활자는 40~41%, 트레이닝을 한 사람은 25~32%를 차지한다. 나머지 50%는 최대심박수(HRmax)의 감소와 산소이용의 감소 때문이며, 나이에 따른 최고심박수의 저하는 이미 잘 알려져 있는 사실이다(이재문, 2003).이 감소에 대한 기전은 분명하지 않지만, 심장자체보다 신경계와 관련이 있는 것으로 보여지며, 누워서 측정한 심박수는 나이에 의해 변하지 않지만, 선 자세에서는 남녀 모두 감소하는 경향이 있다.

최대산소섭취량의 감소는 연령에 따른 산소섭취량의 감소에 가장 영향을 미친다. 고령자는 최대운동 중 1회 박출량이 작는데, 이것은 전부하의 감소와 후부하의 증가가 한 원인이다. 고령자는 대체로 최대운동에 대한 순환계 반응은 젊은 사람과 비슷하지만, 고령 여성은 최대운동 중 수축기 혈압이 낮고 심실 확장말기, 1회 박출량의 변화와 상관없이 총 말초저항이 증가하게 되며 고령자의 하지 근의 혈류는 최대운동에서 젊은 사람보다 적게 나타난다. 즉 고령자의 최대운동 중 하지혈류(4.461/min)는 최대운동 중인 젊은 사람(5.561/min)보다 적다고 할 수 있으며, 이것은 최대산소섭취량을 감소시키는 한 원인이 된다.

또 다른 연구에서는 익숙한 음악과 생소한 음악을 들었을 경우 같은 음악이라도 할지라도 익숙한 음악이 생소한 음악보다 효과적인 반응으로 나타나 심장박동이나 근육반응을 활발하게 하는 경향을 보이고(이형국, 2014), 익숙한 음악일지라도 상황이나 사람에 따라서는 침체 시키는 반응으로 나타나는 현상을 보인다고 보고하였다(김태곤, 2003). 박상규(2018)의 연구에서는 유산소운동 중 낮은 음악 템포보다 빠른 음악 템포 적용 시 운동의 지속성(순응)을 높이는데 효과적이라고 보고하였다.

III. 연구 방법

1. 연구 설계

1) 실험설계

본 연구 실험설계의 운동 강도는 미국스포츠의학회(America college of sports medicine: ACSM) 운동처방지침에서 권장하는 최대심박수의 60~70%강도에서 30분 걷기 시 음악 템포에 따라 심박수, 심박변이도(Heart rate variability: HRV), 젓산, 최대산소섭취량, 환기량에 미치는 영향을 알아보기 위하여 연구 참여자들을 모두 동일한 환경과 조건에서 실시하였으며, 걷기 운동을 적용하기 전에 신체특성을 측정하고, 총 3회의 반복 걷기운동을 진행하였다. 운동의 세부적인 내용은 다음과 같다.

운동전 안정기 심박수와 심박변이도(HRV), 혈중젓산 농도를 측정하였으며, 걷기 운동시작 전 호흡가스분석용 마스크와 블루투스 헤드셋을 착용하고 느린템포(60~70bpm), 빠른템포(120~160bpm), 음악 없음을 무작위 교차 혼합설계(Randomized crossover design)방식으로 칭취하게하고 회복시간이 종료될 때까지 지속적으로 칭취하게 하였다. 운동방법은 10분씩 총3세트 걷기운동을 하고, 세트 간 3분의 휴식시간을 가졌으며 운동 종료 후 15분 동안 회복시간을 가졌다. 운동전 안정 시와 세트 직후, 회복기 3분, 5분, 15분에 심박수와 혈중젓산 농도, 심박변이도(HRV)를 측정하였다. 같은 대상자 10명에게 다른 음악템포 적용을 하여 총3회 반복 측정하였다. 각 회마다 2주간의 휴식기간을 설정하였다.

측정 항목 중 심박수와 혈중젓산 농도, 최대산소섭취량 및 환기량은 걷기 운동 전인 안정 시와 각 세트 직후, 회복기 3분, 5분, 15분에 측정하였고, 심박변이도(HRV)는 걷기 운동 전·후와 휴식 종료 후에 측정하여 운동 시와 회복기의 변화를 관찰하였다.

본 연구의 전체적인 실험설계는 <Figure 1>과 같다.

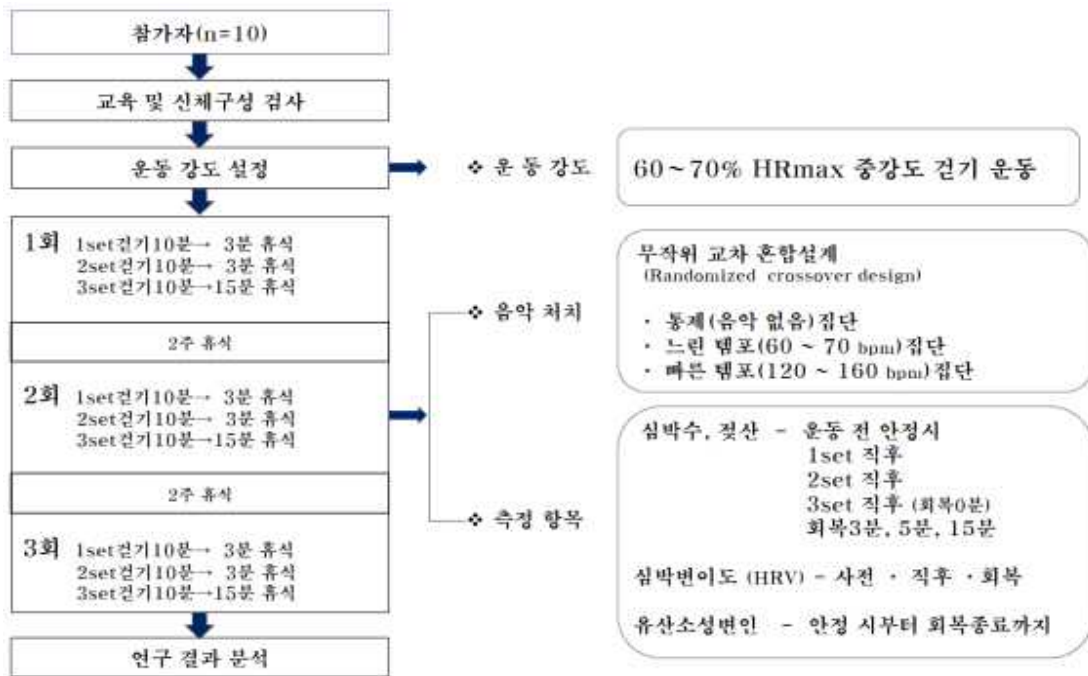


Figure 1. The experimental design

2) 연구대상

본 연구는 J지역 20대 성인 남자 대학생 중 총 10명을 심혈관계 질환 및 근골격계 질환이 없는 건강한 남자 대학생으로 선정하여 느린 템포(60~70bpm), 빠른 템포(120~160bpm), 통제그룹(Control group) 처치를 무선할당 교차 분석(Randomized crossover design)으로 수행하였다. 연구 참여자에게는 실험의 내용과 목적을 충분히 설명하고 자발적 참여 동의서를 작성하도록 한 후 신체구성, 혈중 젖산농도, 심박수 및 심박변이도(HRV), 유산소성 변인을 측정하였다. 연구는 제주대학교 윤리위원회의 IRB (JJNU-IRB-2020-042-001) 승인을 얻은 후 연구를 수행하였다.

본 연구의 참여대상자의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Characteristics of participants

Variables	Group (Mean±SD)
Age (yr)	23.1±1.65
Height (cm)	172.9±3.5
Weight (kg)	76.5±6.3
BMI (kg/m ²)	21.7±2.2
% Fat (%)	19.8±4.1
60~70% HRmax (bpm)	147.8±4.1
Speed (km/h)	6.9±0.3
Exercise distance (km)	3.5±0.3

BMI, Body Mass Index; % Fat, body fat percentage; HRmax, Maximum heart rate

2. 운동 강도 및 음악 템포 적용

1) 운동 강도 설정

각 대상자의 중강도 유산소 운동을 설정하기 위해 Karvonen(1957)공식을 이용하였으며, 대상자의 최대심박수(HRmax)의 65%에 해당하는 목표심박수와 30분간 걷는 거리를 산출하였다.

Karvonen의 공식은 [목표 심박수(THR) = {(최대심박수 - 안정시 심박수) × 운동 강도(%)} + 안정시 심박수] 이다. 공식에 의한 계산 방법은 <Table 2>과 같다.

Table 2. Karvonen Target Heart Rate

구분	계산 방법
최대심박수(HRmax)	220 - 대상자 연령(age)
여유심박수(HRR)	최대심박수(HRmax) - 안정시 심박수(HRrest)
목표심박수(THR)	여유심박수(HRR) × 운동강도(%) +안정시심박수

HRR, Heart Rate Reserv; THR, Target Heart Rate; HRmax, Maximum heart rate

2) 음악청취 유·무

음악 템포는 1분당 비트(Beats per minute: bpm)를 측정하는 음악의 빠르기를 의미하는 것으로 모든 대상자는 1차 실험에서는 120~160bpm의 빠르고 경쾌한 음악을 2차 실험에서는 60~70bpm의 느리고 차분한 음악을 청취하였으며, 3차 실험에서는 음악 미청취 등 총 3가지 유형으로 분류하여 무작위 교차 혼합설계(Randomized crossover design)방식 처치하였다.

음악 선곡은 대상자의 취향이나 선호도를 고려하지 않고 각 그룹에 맞는 템포만을 고려하여 대중음악, 팝송, 클래식 곡을 혼합하여 무작위로 선정하였다. 운동시작 전부터 블루투스 헤드셋을 착용하고 운동 중과 운동 후, 회복종료 15분까지 중단 없이 지속적으로 음악을 청취하게 하였다.

3. 측정항목 및 방법

1) 신체구성 (Body composition)

연구 대상자들은 신체구성을 측정하기 위하여 신장은 자동신장계(DS-103M, Dong San Jenix, Seoul, Korea)을 사용하여 발바닥으로부터 머리끝까지의 수직 최대 거리를 측정 하였다. 체성분 검사는 전기 저항을 이용한 다주파수 생체 전기 임피던스 분석원리를 적용한 체성분 분석기(Inbody 270, Inbody, Seoul, Korea)를 사용하여 체중(Body weight), 체질량지수(Body Mass Index: BMI), 체지방률(Percent body fat: % Body Fat)을 측정하였다.

2) 측정 항목

측정 항목과 도구의 세부적인 내용은 다음과 같다.

(1) 혈중젖산농도(Blood lactate concentration)

혈중젖산농도 변화의 측정은 안정시, 걷기 10분 1set 직후, 2set 직후, 3set 직후와 총30분 운동 종료 후 3분, 5분, 15분에 각각 strip을 이용하여 채혈한 후 Biosen C_line(EKF Dianostics, Germany)를 사용하여 측정하였다.

(2) 심박수(Heart rate)

심박수 측정은 안정시, 걷기 10분 1set 직후, 2set 직후, 3set 직후와 총30분 운동 종료 후 3분, 5분, 15분에 심박수 변화를 알아보기 위해 Polar system(Finland)을 이용하였다.

(3) 심박변이도(Heart rate variability: HRV)검사

HRV 측정은 (주)바이오센스크리에티브 ubiomacpa와 ubioclip을 사용하여 걷기 운동 전과 3set종료직후와 휴식 15분 종료 후에 측정하였다. HRV는 시간 영역 분석과 주파수 영역 분석으로 구분하여 제시하고, 시간 영역 분석은 심박수와 심박수 간의 간격(R-R간격)을 통계적으로 처리하는 방법으로 SDNN(전체 R-R 간격의 표준편차; Standard deviation of the node to node intervals), RMSSD(연속적인 R-R 간격의 평균 제곱근의 차이; Square root of the mean squared difference of successive R-R intervals)을 산출하였다. 주파수영역(Frequency domain) 분석은 0.04-0.15 Hz의 저주파수영역(low frequency band: LF), 0.15-0.4 Hz의 고주파수영역(high frequency band: HF)과 교감 - 부교감신경의 균형을 반영하는 저주파/고주파 비(LF/HF ratio)를 산출하여 분석에 사용하였다.

(4) 운동부하검사

유산소성 변인을 측정하기 위해 제주대학교 운동부하검사 검사실의 온도 (22~25℃)와 습도(45~50%)를 동일하게 유지하고, 트레드밀과 호흡가스 분석기(Quark

CPET, COSMED, Italy)를 이용하여 측정하였다. 호흡가스분석기를 이용하여 10초 간격으로 자동으로 데이터를 수집하고, Exercise auto B/P Monitor를 이용하여 심박수(HR), 산소소비량(VO_2), 호흡률(RQ), 환기량(VE), 최대산소섭취량(VO_2 max), MET을 측정하였다.

4. 자료처리

본 연구에서 얻은 측정 자료는 SPSS for windows(Version 22.0) 통계프로그램을 이용하여 집단내 기술통계분석(Descriptive statistics)을 통한 각 변인의 평균(Mean)과 표준편차(Standard deviation)를 산출하였으며, 구체적인 방법은 다음과 같다.

음악 템포에 따른 집단 간, 시기 간에 대한 상호작용을 확인하기 위해 이원반복 측정 분산분석(Two-way repeated measures ANOVA)을 실시하였다. 또한, 집단 간의 차이를 확인하기 위해 일원반복측정 분산분석(One-way repeated ANOVA)을 실시하였다. 사후검증은 *Tukey* HSD를 사용하였으며, 모든 분석의 통계적 유의수준(p)은 .05로 설정하였다.

5. 연구결과

남자대학생을 대상으로 걷기운동 시 빠른템포(120~160bpm), 느린템포(60~70bpm), 음악통제(Control group)처치를 무선할당 교차 분석(Randomized crossover design)으로 처치하여 심박수, 심박변이도(HRV), 젓산 및 유산소성 변인에 미치는 영향을 규명하기 위하여 실시한 결과는 다음과 같다.

1) 걷기 운동 시 음악템포와 심박수 상호작용 효과

중강도 걷기 운동 시 음악템포 적용에 따라 심박수 변화를 알아보기 위해 운동 시 심박수와 회복기 심박수를 측정하였다.

① 심박수

음악템포 적용 시 걷기 운동 시간 차이에 따른 심박수 변화에 대한 결과는 <Table 3>, <Table 4>, <Figure 2>에 제시하였다.

Table 3. Heart rate change according to exercise time difference

Group	Period	안정시	1set	2set	3set	Total
Fast Tempo ¹		77.0±8.1	146.0±17.9	142.2±8.6	145.3±7.18	127.6±10.5
Slow Tempo ²		74.7±5.1	143.1±16.1	139.5±9.1	141.6±10.8	124.7±10.3
Control ³		80.2±12.6	138.7±9.9	142.6±9.1	141.5±11.3	125.8±10.7
Total		77.3±9.1	142.6±14.7	141.4±8.7	142.8±9.7	126.0±10.6

FT, Fast Tempo; ST, Slow Tempo

(bpm)

Table 4. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and heart rate according to exercise

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2	β
Between Subject							
Group	139.3	2	69.65	.315	.733	.029	.094
Error	24645.5	21	221.2				
Within Subject							
Period	76015.0	1	25338.3	281.5	.001	.931	1.000
Group×Period	320.85	2	85.54	.594	.659	.054	.175
Error	5669.0	21	143.9				

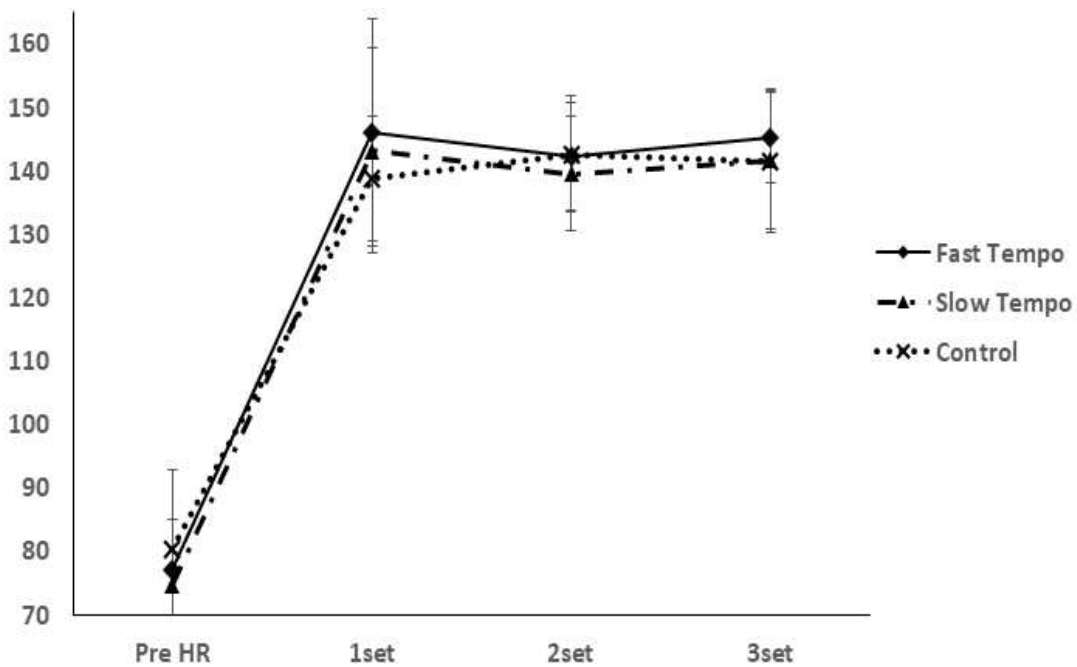


Figure 2. Heart rate change according to exercise time difference.

중강도 걷기 운동 시 음악템포에 따라 측정 시기별로 심박수의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 3>에 제시하였으며, <Table 4>는 심박수 차이를 알아보기 위해 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다. <Table 4>의 결과는 집단 간에 따른 변화 [$F(2,21)=.315, p=.733$]는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 측정시기 간 [$F(1,21)=281.5, p=.001$]에서는 유의한 차이가 나타났다. 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과 [$F(1,21)=.594, p=.659$]에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 기술통계 결과에서 빠른 템포 집단이 다른 두 집단 보다 높은 경향을 나타내었다.

② 회복기 심박수

음악템포 적용 시 운동 후 회복 시간 차이에 따른 회복기 심박수 변화에 대한 결과는 <Table 5>, <Table 6>, <Figure 3> 제시하였다.

Table 5. Heart rate change according to recovery time difference

Group	Period				
	0min	3min	5min	15min	Total
Fast Tempo ¹	145.3±7.18	96.7±6.9	92.6±7.7	87.5±7.9	105.5±7.4
Slow Tempo ²	141.6±10.8	92.2±8.4	88.6±10.5	83.3±7.4	101.4±9.3
Control ³	141.5±11.3	97.1±11.0	93.1±9.9	87.6±7.3	104.8±9.9
Total	142.8±9.7	95.3±8.8	91.4±9.3	86.1±7.5	103.9±8.9

FT, Fast Tempo; ST, Slow Tempo

(bpm)

Table 6. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and heart rate according to recovery time

Variable	SS	df	MS	F	p	η^2	β
Between Subject							
Group	305.7	2	152.88	.630	.542	.057	.141
Error	5097.0	21	242.71				
Within Subject							
Period	49385.5	1	30977.2	582.3	.001	.965	1.000
Group×Period	80.479	2	25.24	.474	.713	.043	.138
Error	1780.9	21	53.19				

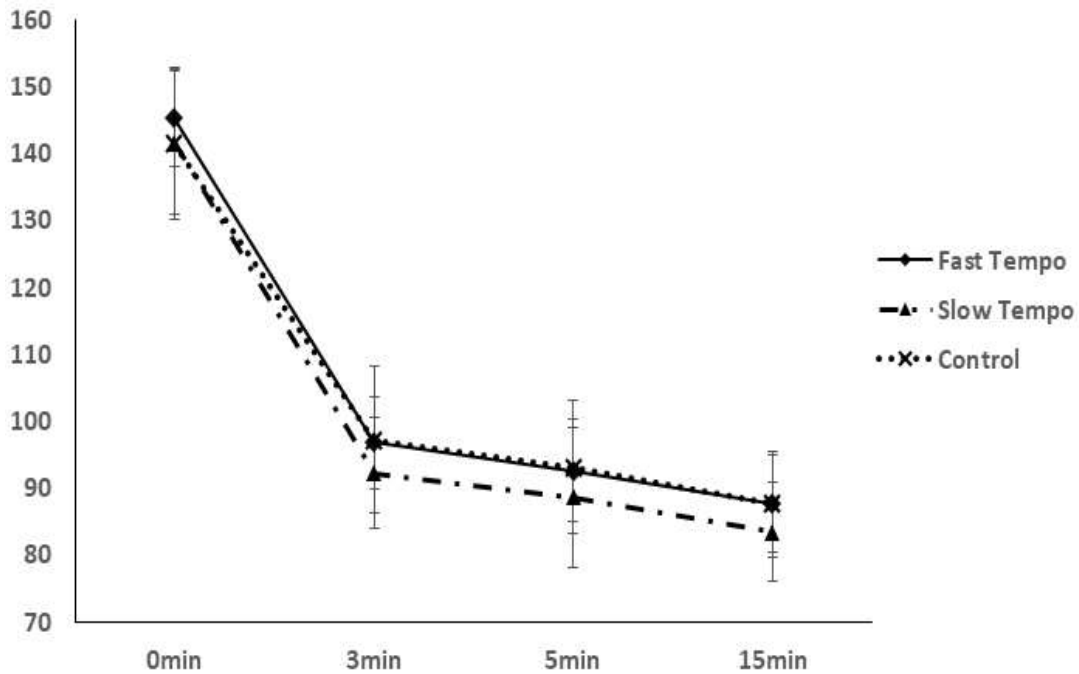


Figure 3. Heart rate change according to recovery time difference

중강도 걷기 운동 시 음악템포에 따라 측정 시기별로 회복기 심박수의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 5>에 제시하였으며, <Table 6>는 회복기 심박수 차이를 알아보기 위해 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 6>의 결과는 집단 간에 따른 변화 [$F(2,21)=.630, p=.542$]는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 측정시기 간 [$F(1,21)=582.3, p=.001$]에서는 유의한 차이가 나타났다. 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과 [$F(1,21)=.474, p=.713$]에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 기술통계 결과에서 느린 템포 집단이 다른 두 집단보다 낮은 경향을 나타내었다.

2) 걷기 운동 시 음악템포와 심박변이도(Heart rate variability: HRV)상호작용 효과

중강도 걷기 운동 시 음악템포 적용에 따라 심박변이도(HRV)를 보기 위해 스트레스지수, 교감활성도(Low frequency band: LF), 부교감활성도(High frequency band: HF), 자율신경균형도(LF/HF ratio), 맥백표준편차(Standard deviation of the R-R intervals: SDNN), 맥백평균편차(Square root of the mean squared difference of successive R-R intervals: RMSSD)를 측정하였다.

① 스트레스지수

음악템포 적용 시 걷기 운동 시간 차이에 따른 스트레스지수 변화에 대한 결과는 <Table 7>, <Table 8>, <Figure 4>에 제시하였다.

Table 7. Stress change according to exercise and recovery time difference

Group \ Period	안정시	회복 0min	회복 15min	Total
	Fast Tempo ¹	34.5±5.3	42.9±6.5	36.8±6.0
Slow Tempo ²	34.2±5.4	37.5±5.6	33.5±3.5	35.1±4.8
Control ³	35.0±7.2	38.8±6.0	37.1±5.7	37.0±6.3
Total	34.6±5.8	39.7±6.2	35.8±5.1	36.7±5.7

FT, Fast Tempo; ST, Slow Tempo (%)

Table 8. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and stress according to exercise

Variable	SS	df	MS	F	p	η^2	β
Between Subject							
Group	107.528	2	53.764	.850	.442	.075	.176
Error	1328.417	21	63.258				
Within Subject							
Period	344.528	1	214.683	10.023	.001	.323	.953
Group×Period	84.972	2	26.469	1.236	.313	.105	.310
Error	721.833	21	21.414				

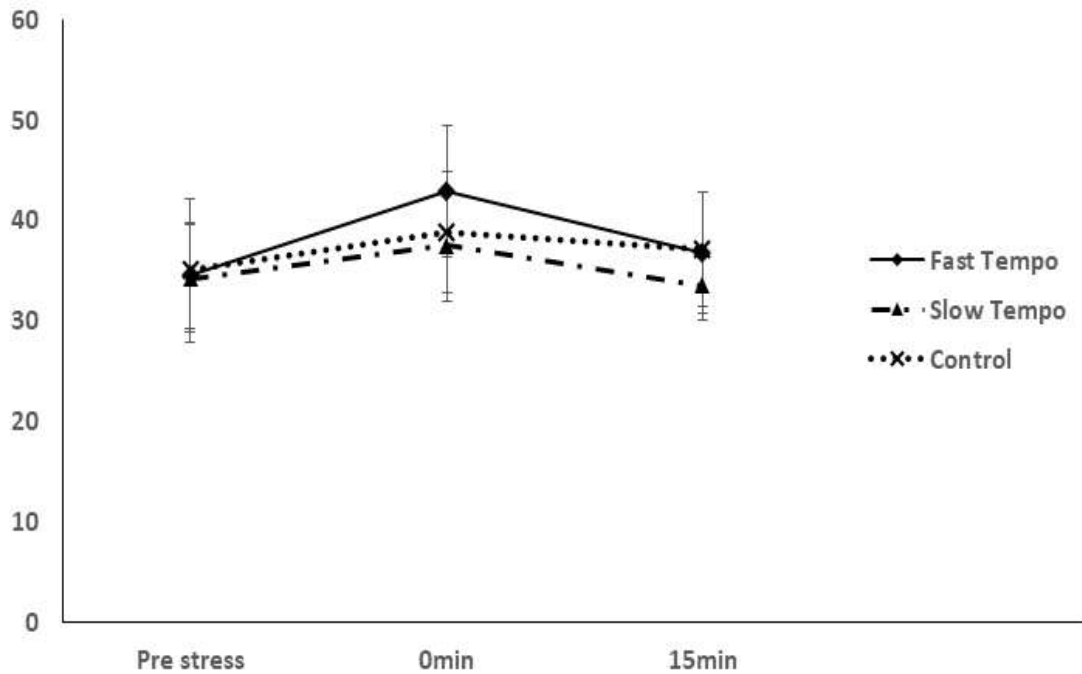


Figure 4. Stress change according to exercise and recovery time difference

중강도 걷기 운동 시 음악템포에 따라 측정 시기별로 스트레스지수의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 7>에 제시하였으며, <Table 8>는 스트레스지수 차이를 알아보기 위해 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 8>의 결과는 집단 간에 따른 변화 [$F(2,21)=.850, p=.442$]는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 측정시기 간 [$F(2,21)=10.023, p=.001$]에서는 유의한 차이가 나타났다. 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과 [$F(2,21)=1.236, p=.313$]에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 기술통계 결과에서 느린 템포 집단이 다른 두 집단 보다 낮은 경향을 나타내었다.

② 교감활성도(Low frequency band: LF)

음악템포 적용 시 걷기 운동 시간 차이에 따른 교감활성도 변화에 대한 결과는 <Table 9>, <Table 10>, <Figure 5>에 제시하였다.

Table 9. LF change according to exercise and recovery time difference

Group	Period			
	안정시	회복 0min	회복 15min	Total
Fast Tempo ¹	6.7±0.3	8.5±0.7	8.1±0.7	7.8±0.6
Slow Tempo ²	6.5±0.3	8.3±0.8	7.9±0.5	7.6±0.5
Control ³	6.8±0.2	8.1±1.3	8.1±0.5	7.7±0.7
Total	6.7±0.3	8.3±0.9	8.0±0.5	7.7±0.6

FT, Fast Tempo; ST, Slow Tempo,

(ms²)

Table 10. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and LF according to exercise and recovery

Variable	SS	df	MS	F	p	η^2	β
Between Subject							
Group	.543	2	.271	.523	.600	.047	.125
Error	10.891	21	.519				
Within Subject							
Period	38.173	1	25.167	56.288	.000	.728	1.000
Group×Period	1.192	2	.393	.879	.464	.077	.221
Error	14.242	21	.304				

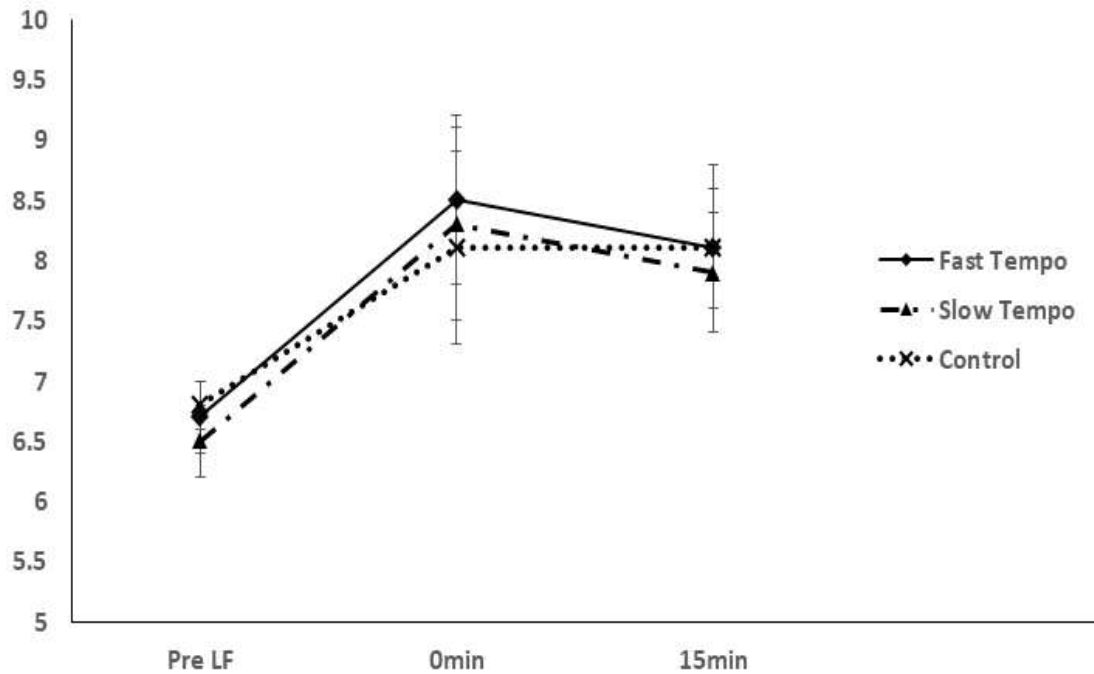


Figure 5. LF change according to exercise and recovery time difference

중강도 걷기 운동 시 음악템포에 따라 측정 시기별로 교감활성도의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 9>에 제시하였으며, <Table 10>는 교감활성도 차이를 알아보기 위해 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 10>의 결과는 집단 간에 따른 변화 [$F(2,21)=.523, p=.600$], 측정시기 간 [$F(2,21)=56.288, p=.001$], 집단과 측정시기 [$F(2,21)=.879, p=.464$]에 따른 상호작용 효과에서는 통계적으로 모두 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 기술통계 결과에서 빠른 템포 집단이 다른 두 집단 보다 높은 경향을 나타내었다.

③ 부교감활성도(High frequency band: HF)

음악템포 적용 시 걷기 운동 시간 차이에 따른 부교감활성도 변화에 대한 결과는 <Table 11>, <Table 12>, <Figure 6>에 제시하였다.

Table 11. HF change according to exercise and recovery time difference

Group \ Period	Period			
	안정시	회복 0min	회복 15min	Total
Fast Tempo ¹	7.9±0.4	6.7±0.8	6.9±0.4	7.8±0.6
Slow Tempo ²	8.0±0.5	6.8±0.6	7.5±0.5	6.8±0.6
Control ³	7.6±0.8	6.9±0.6	7.2±0.4	7.2±0.5
Total	7.8±0.6	6.8±0.6	7.2±0.4	7.3±0.6

FT, Fast Tempo; ST, Slow Tempo, (ms²)

Table 12. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and HF according to exercise and recovery

Variable	SS	df	MS	F	p	η^2	β
Between Subject							
Group	.871	2	.436	1.198	.322	.102	.233
Error	7.633	21	.363				
Within Subject							
Period	11.715	1	5.459	19.240	.000	.478	1.000
Group×Period	1.505	2	.415	1.236	.312	.105	.332
Error	12.787	21	.336				

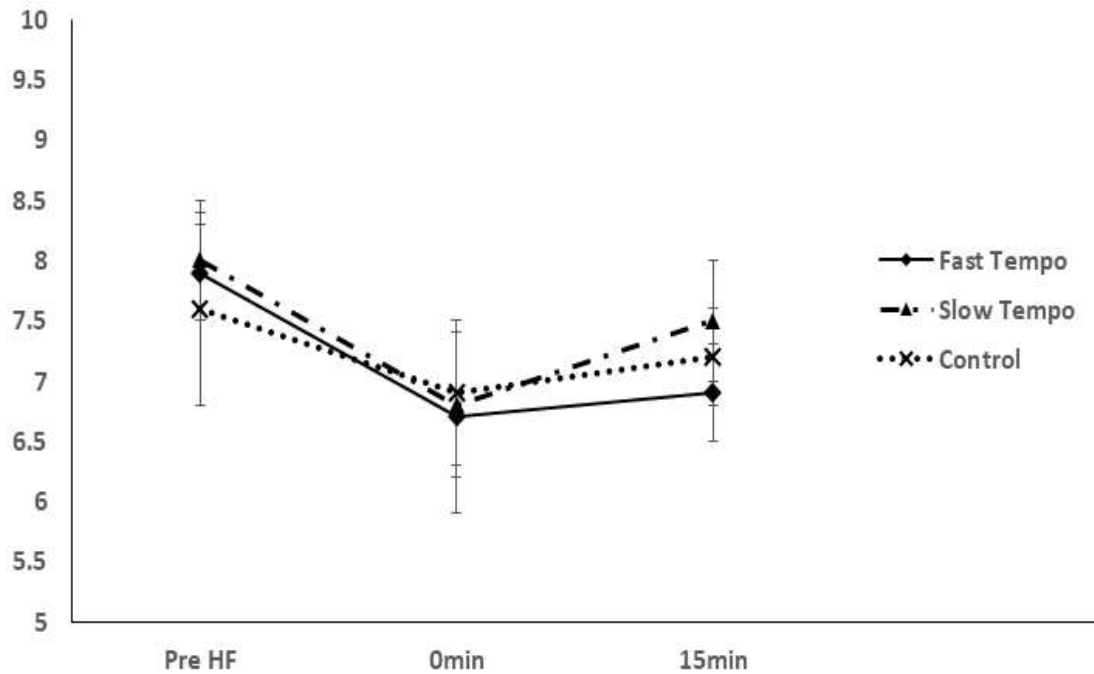


Figure 6. HF change according to exercise and recovery time difference

중강도 걷기 운동 시 음악템포에 따라 측정 시기별로 부교감활성도의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 11>에 제시하였으며, <Table 12>는 부교감활성도 차이를 알아보기 위해 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 12>의 결과는 집단 간에 따른 변화 [$F(2,21)=1.198, p=.322$]는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 측정시기 간 [$F(2,21)=19.240, p=.001$]에서는 유의한 차이가 나타났다. 집단과 측정시기에 [$F(2,21)=1.236, p=.312$] 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 안정시와 회복기 기술통계 결과에서 느린 템포 집단이 다른 두 집단 보다 높은 경향을 나타내었다.

④ 맥박표준편차(Standard deviation of the R-R intervals: SDNN)

음악템포 적용 시 걷기 운동 시간 차이에 따른 맥박표준편차도 변화에 대한 결과는 <Table 13>, <Table 14>, <Figure 7>에 제시하였다.

Table 13. SDNN change according to exercise and recovery time difference

Group	Period	안정시	회복 0min	회복 15min	Total
	Fast Tempo ¹		60.7±26.3	41.5±15.2	52.6±16.1
Slow Tempo ²		64.0±18.9	45.2±6.3	46.4±11.5	51.9±12.2
Control ³		53.7±31.1	45.1±28.8	49.3±25.1	49.4±28.3
Total		59.5±25.1	43.9±18.4	49.4±17.8	50.9±20.4

FT, Fast Tempo; ST, Slow Tempo,

(ms)

Table 14. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and SDNN according to exercise and recovery

Variable	SS	df	MS	F	p	η^2	β
Between Subject							
Group	88.56	2	44.28	.045	.956	.004	.056
Error	20687	21	985.1				
Within Subject							
Period	2989.5	1	1729.5	7.49	.003	.263	.896
Group×Period	578.8	2	167.4	.726	.561	.065	.200
Error	8373.9	21	230.6				

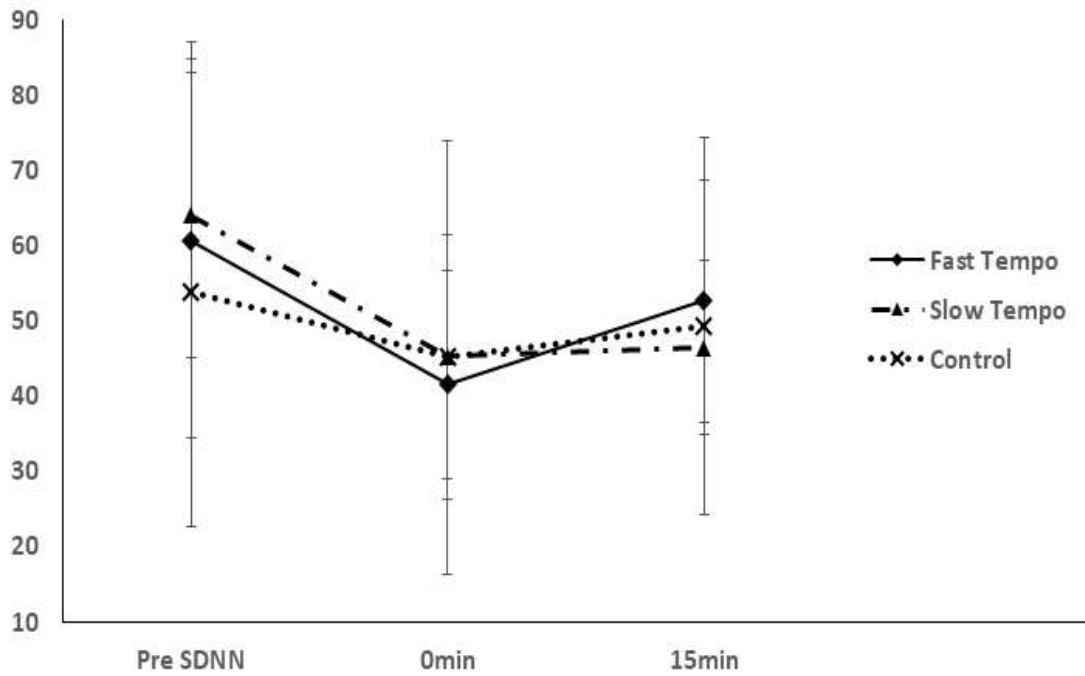


Figure 7. SDNN change according to exercise and recovery time difference

중강도 걷기 운동 시 음악템포에 따라 측정 시기별로 맥박표준편차의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 13>에 제시하였으며, <Table 14>는 맥박표준편차차이를 알아보기 위해 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다. <Table 14>의 결과는 집단 간에 따른 변화 [$F(2,21)=.045, p=.956$]는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 측정시기 간 [$F(1,21)=7.49, p=.003$]에서 유의한 차이가 나타났다. 그러나 집단과 측정시기에 [$F(2,21)=.726, p=.561$] 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

⑤ 맥박평균편차(Square root of the mean squared difference of successive R-R intervals: RMSSD)

음악템포 적용 시 걷기 운동 시간 차이에 따른 맥박평균편차 변화에 대한 결과는 <Table 15>, <Table 16>, <Figure 8>에 제시하였다.

Table 15. RMSSD change according to exercise and recovery time difference

Group	Period	안정시	회복 0min	회복 15min	Total
	Fast Tempo ¹		39.8±16.6	16.5±4.7	32.8±14.3
Slow Tempo ²		43.5±17.5	17.4±4.7	30.9±8.6	30.6±10.3
Control ³		40.8±33.0	17.8±12.4	27.0±15.7	28.5±20.4
Total		41.4±22.6	17.2±8.4	30.2±12.9	29.6±14.7

FT, Fast Tempo; ST, Slow Tempo

(ms)

Table 16. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and RMSSD according to exercise and recovery

Variable	SS	df	MS	F	p	η^2	β
Between Subject							
Group	51.8	2	25.9	.041	.960	.004	.055
Error	13437	21	639.8				
Within Subject							
Period	6987.9	1	5000.7	40.22	.001	.657	1.000
Group×Period	150.9	2	54.0	.434	.717	.040	.124
Error	3648.1	21	124.3				

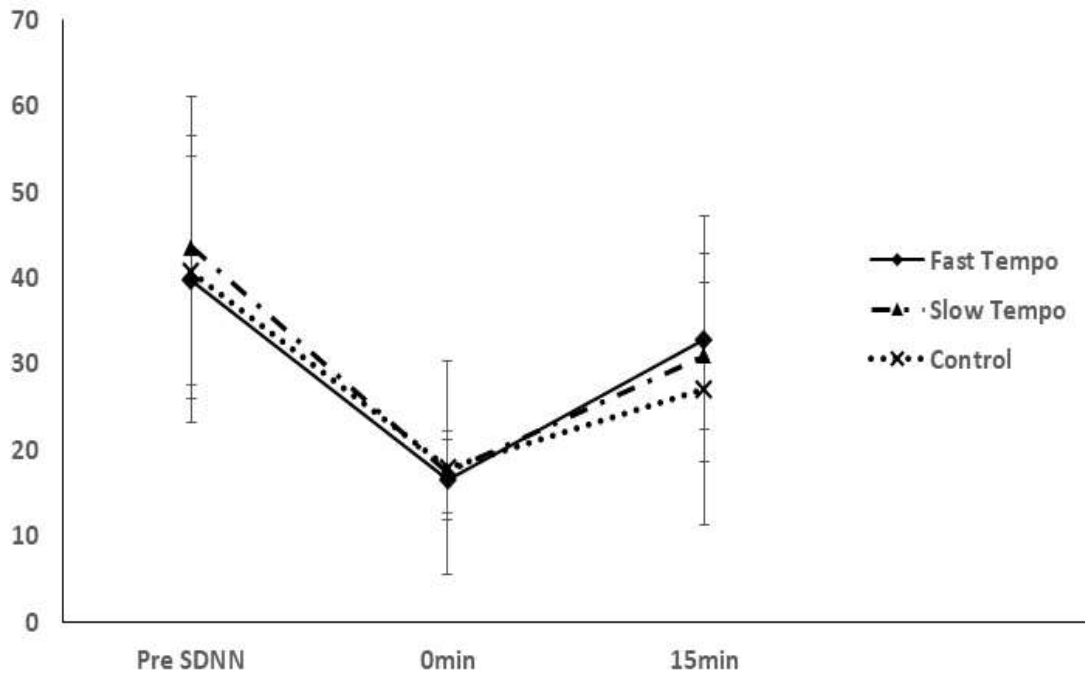


Figure 8. RMSSD change according to exercise and recovery time difference

중강도 걷기 운동 시 음악템포에 따라 측정 시기별로 맥박평균편차의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 15>에 제시하였으며, <Table 16>는 맥박평균 편차 차이를 알아보기 위해 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 16>의 결과는 집단 간에 따른 변화 [$F(2,21)=.041, p=.960$] 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 측정시기 간 [$F(1,21)=40.22, p=.001$]에서 유의한 차이가 나타났다. 그러나 집단과 측정시기에 [$F(2,21)=.434, p=.717$] 따른 상호작용 효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

3) 걷기 운동 시 음악템포와 혈중젖산농도 상호작용 효과

중강도 걷기 운동 시 음악템포 적용에 따라 피로지수와 회복기 젖산감소율을 알아보기 위해 혈중젖산농도를 측정하였다.

① 젖산(Lactate)

음악템포 적용 시 걷기 운동 시간 차이에 따른 젖산농도 변화에 대한 결과는 <Table 17>, <Table 18>, <Figure 9>에 제시하였다.

Table 17. Lactate change according to exercise time difference

Group	Period				
	안정시	1set	2set	3set	Total
Fast Tempo ¹	1.7±0.5	2.1±0.4	1.9±0.4	1.7±0.5	1.8±0.4
Slow Tempo ²	1.8±0.5	2.3±1.2	1.9±0.9	1.6±0.6	1.9±0.8
Control ³	1.9±0.7	2.3±0.4	2.4±0.6	2.4±1.2	2.2±0.7
Total	1.8±0.5	2.2±0.6	2.1±0.6	1.9±0.7	1.9±0.6

FT, Fast Tempo; ST, Slow Tempo,

(mmol/L)

Table 18. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and lactate according to exercise

Variable	SS	df	MS	F	p	η^2	β
Between Subject							
Group	3.074	2	1.537	1.488	.249	.124	.281
Error	21.695	21	1.033				
Within Subject							
Period	2.499	1	.953	2.071	.122	.090	.469
Group×Period	1.849	2	.353	.766	.584	.068	.261
Error	25.338	21	.460				

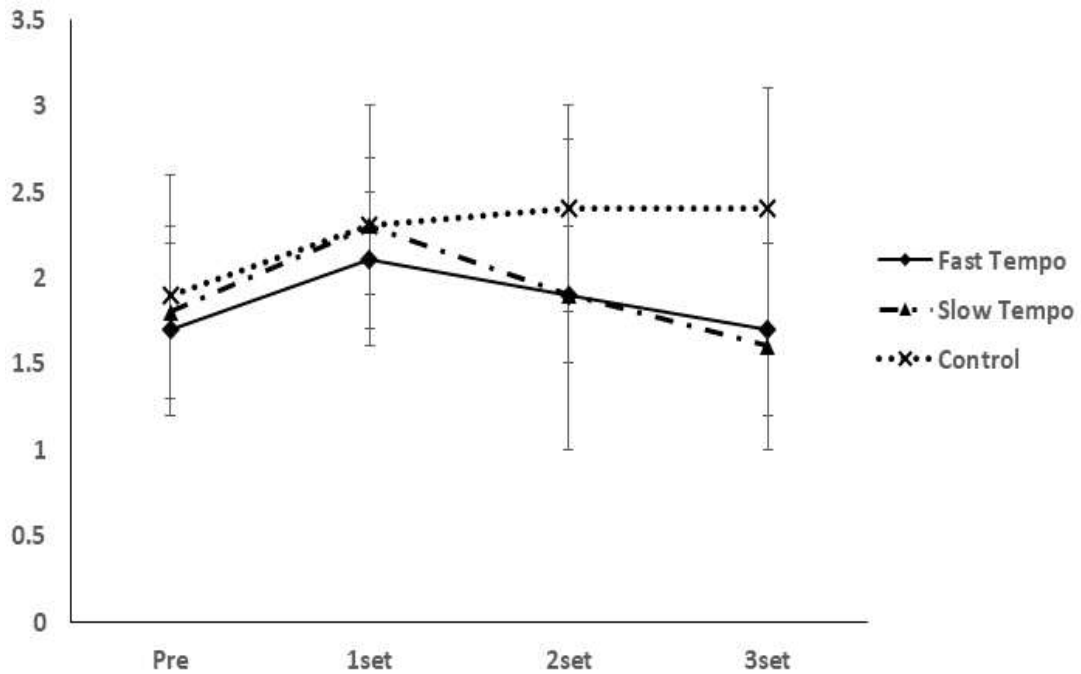


Figure 9. Lactate change according to exercise time difference

중강도 걷기 운동 시 음악템포에 따라 측정 시기별로 혈중젖산농도의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 17>에 제시하였으며, <Table 18>는 피로지수 차이를 알아보기 위해 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 18>의 결과는 집단 간에 따른 변화 [$F(2,21)=1.488, p=.249$]와 측정시기 간 [$F(1,21)=2.071, p=.122$], 그리고 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과 [$F(1,21)=.766, p=.584$]에서도 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 기술통계 결과에서 음악을 듣지 않은 통제 집단보다 빠른 템포와 느린 템포의 두 집단이 낮은 경향을 나타내었다.

② 젓산감소율(Lactate removal concentration)

음악템포 적용 시 회복 시간 차이에 따른 젓산감소율 변화에 대한 결과는 <Table 19>, <Table 20>, <Figure 10>에 제시하였다.

Table 19. Lactate change according to recovery time difference

Group	Period				
	회복 0min	회복 3min	회복 5min	회복 15min	Total
Fast Tempo ¹	1.7±0.5	1.3±0.2	1.2±0.1	1.4±0.3	1.4±0.3
Slow Tempo ²	1.6±0.6	1.3±0.4	1.0±0.2	1.0±0.4	1.2±0.4
Control ³	2.4±0.9	1.6±0.5	1.5±0.3	1.5±0.6	1.8±0.7
Total	1.9±0.7	1.4±0.4	1.3±0.3	1.3±0.5	1.5±0.5

FT, Fast Tempo; ST, Slow Tempo

(mmol/L)

Table 20. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and lactate according to recovery

Variable	SS	df	MS	F	p	η^2	β
Between Subject							
Group	4.354	2	2.177	4.001	.034	.246	.650
Error	11.425	21	.544				
Within Subject							
Period	6.528	1	4.107	10.355	.001	.330	.958
Group×Period	.898	2	.282	.712	.559	.064	.189
Error	13.240	21	.397				

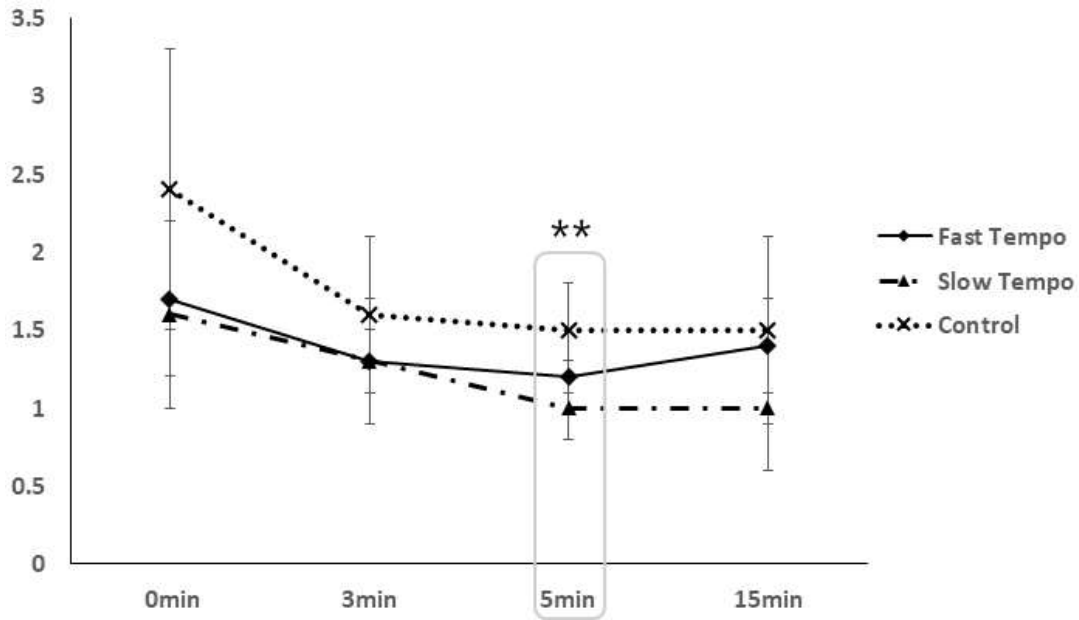


Figure 10. Lactate change according to recovery time difference

중강도 걷기 운동 시 음악템포에 따라 측정 시기별로 젖산감소율의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 19>에 제시하였으며, <Table 20>는 젖산감소율 차이를 알아보기 위해 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 20>의 결과는 집단 간에 따른 변화 [$F(2,21)=4.001, p=.034$]와 측정시기 간 [$F(1,21)=10.355, p=.001$]에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다 [$F(2,21)=1.488, p=.249$]. 젖산감소율의 집단 간 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 일원배치 분산분석(One-way repeated ANOVA)을 실시한 결과, 30분의 걷기 운동 후 5분 휴식에서 유의한 차이가 나타났다 ($F=8.974, p=.002$). 사후 집단 간의 유의한 수준이 나타난 측정값에 대한 Tukey 사후검증을 한 결과 회복5분에서 느린 템포 집단이 다른 두 집단 보다 낮은 수치를 나타내었다.

4) 걷기 운동 시 음악템포와 유산소성 변인의 상호작용 효과

중강도 걷기 운동 시 음악템포 적용에 따라 남자대학생의 유산소성 변인을 알아보기 위해 환기량(VE)과 산소소비량(VO_2), 최대산소섭취량($VO_2 \text{ max}$), 호흡률(RQ), 운동시 MET을 측정하였다.

① 운동시 환기량(Ventilation: VE)

음악템포 적용 시 걷기 운동 시간차이에 따른 환기량 변화에 대한 결과는 <Table 21>, <Table 22>, <Figure 11>에 제시하였다.

Table 21. VE change according to exercise time difference

Group	Period				
	안정시	1set	2set	3set	Total
Fast Tempo ¹	10.2±2.3	49.0±8.2	49.3±9.0	51.1±9.0	39.9±7.1
Slow Tempo ²	9.9±2.2	47.1±8.2	48.9±7.1	48.1±8.6	38.5±6.5
Control ³	10.2±1.8	46.9±6.6	48.9±5.6	46.3±7.5	38.1±5.4
Total	10.1±2.0	47.7±7.4	49.1±7.1	48.5±8.3	38.8±6.3

FT, Fast Tempo; ST, Slow Tempo

(L/min)

Table 22. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and VE according to exercise

Variable	SS	df	MS	F	p	η^2	β
Between Subject							
Group	58.75	2	29.38	.209	.813	.020	.078
Error	2952.26	21	140.59				
Within Subject							
Period	26414.47	1	19534.69	547.850	.001	.963	1.000
Group×Period	59.010	2	21.820	.612	.597	.055	.156
Error	1012.510	21	35.660				

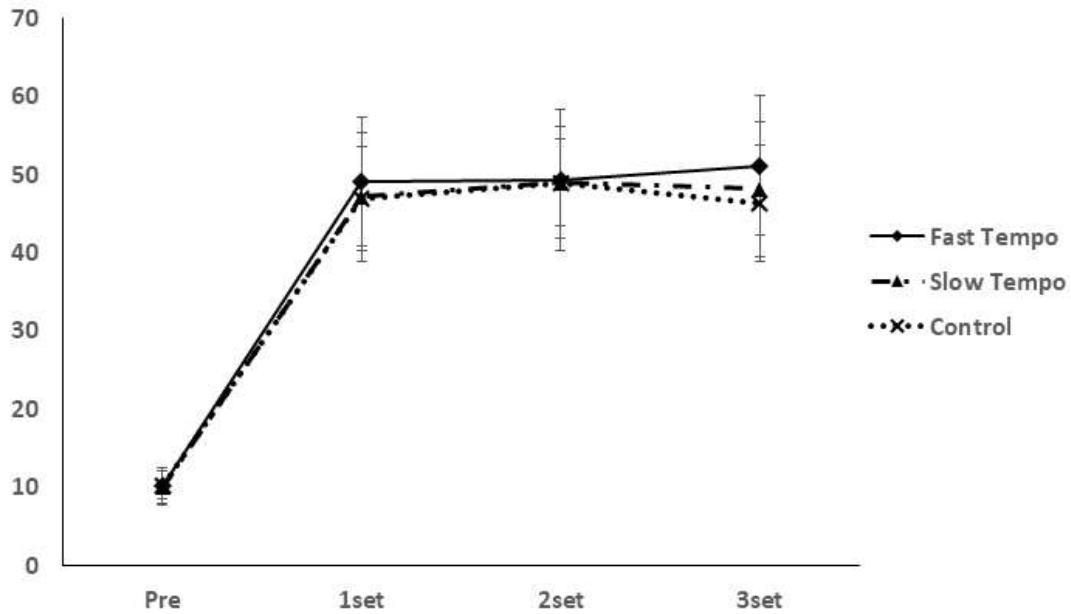


Figure 11. VE change according to exercise time difference

중강도 걷기 운동 시 음악템포에 따라 측정 시기별로 환기량의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 21>에 제시하였으며, <Table 22>는 환기량 차이를 알아보기 위해 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 22>의 결과는 집단 간에 따른 변화 [$F(2,21)=.209, p=.813$]는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 측정시기 간 [$F(1,21)=547.850, p=.001$]에서는 유의한 차이가 나타났다. 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과 [$F(1,21)=.612, p=.597$]에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 기술통계 결과에서 빠른 템포 집단이 다른 두 집단 보다 높은 경향을 나타내었다.

② 회복기 환기량(VE)

음악템포 적용 시 걷기 운동 시간차이에 따른 회복기 환기량 변화에 대한 결과는 <Table 23>, <Table 24>, <Figure 12>에 제시하였다.

Table 23. VE change according to recovery time difference

Group	Period					Total
	회복 0min	회복 3min	회복 5min	회복 15min		
Fast Tempo ¹	52.5±11.2	22.5±3.6	14.8±2.3	13.5±2.1		25.8±4.8
Slow Tempo ²	49.8±8.1	23.3±4.0	14.3±2.2	12.5±2.3		24.9±4.2
Control ³	48.7±7.9	25.7±4.3	15.1±2.5	13.6±2.7		25.8±4.4
Total	50.3±8.9	23.8±4.1	14.7±2.3	13.2±2.3		25.5±4.4

FT, Fast Tempo; ST, Slow Tempo

(L/min)

Table 24. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and VE according to recovery

Variable	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2	β
Between Subject							
Group	13.84	2	6.92	.146	.865	.014	.070
<i>Error</i>	992.92	21	47.28				
Within Subject							
Period	21249.76	1	16825.90	332.101	.001	.941	1.000
Group×Period	102.25	2	40.48	.799	.487	.071	.186
<i>Error</i>	1343.70	21	50.67				

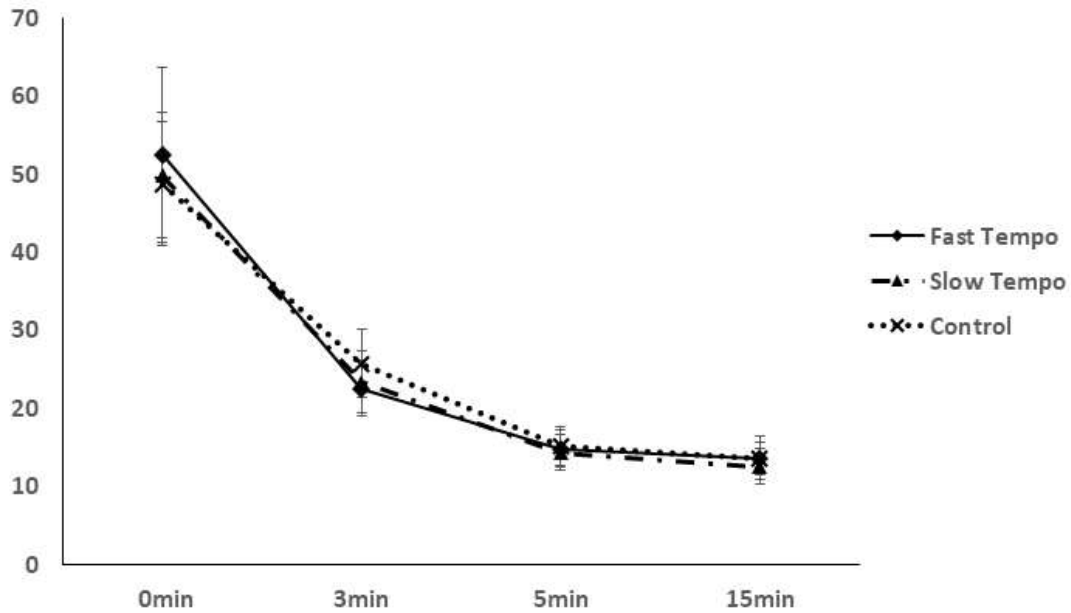


Figure 12. VE change according to recovery time difference

중강도 걷기 운동 시 음악템포에 따라 측정 시기별로 회복기 환기량의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 23>에 제시하였으며, <Table 24>는 회복기 환기량 차이를 알아보기 위해 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 24>의 결과는 측정시기 간 [$F(1,21)=.146, p=.865$]에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났으나, 집단 간에 따른 변화 [$F(2,21)=332.101, p=.001$]와 집단 간과 측정시기에 따른 상호작용 효과 [$F(2,21)=.799, p=.487$]에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 기술통계 결과에서 느린 템포 집단이 다른 두 집단 보다 낮은 경향을 나타내었다.

③ 운동 시 산소소비량(VO_2)

음악템포 적용 시 걷기 운동 시간차이에 따른 평균 산소소비량 변화에 대한 결과는 <Table 25>, <Table 26>, <Figure 13>에 제시하였다.

Table 25. VO_2 change according to exercise time difference

Group	Period	안정시	1set	2set	3set	Total
	Fast Tempo ¹		331.6±90.4	1931.2±227.5	1919.5±227.9	1989.9±241.3
Slow Tempo ²		288.8±31.4	1879.8±160.7	1894.0±202.2	1862.4±273.4	1481.3±166.9
Control ³		310.9±30.3	1897.5±164.9	1915.7±195.1	1807.9±268.7	1483.0±164.8
Total		310.4±58.2	1902.8±179.9	1909.7±199.9	1886.8±261.8	1501.7±175.5

FT, Fast Tempo; ST, Slow Tempo,

(mL/min)

Table 26. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and VO_2 according to exercise

Variable	SS	df	MS	F	p	η^2	β
Between Subject							
Group	79283.5	2	39641.7	.398	.676	.037	.106
Error	2089709.6	21	99509.9				
Within Subject							
Period	45475269	1	29558390	895.08	.001	.997	1.000
Group×Period	81640.6	2	26532.7	.803	.504	.071	.206
Error	1066920	21	33023.1				

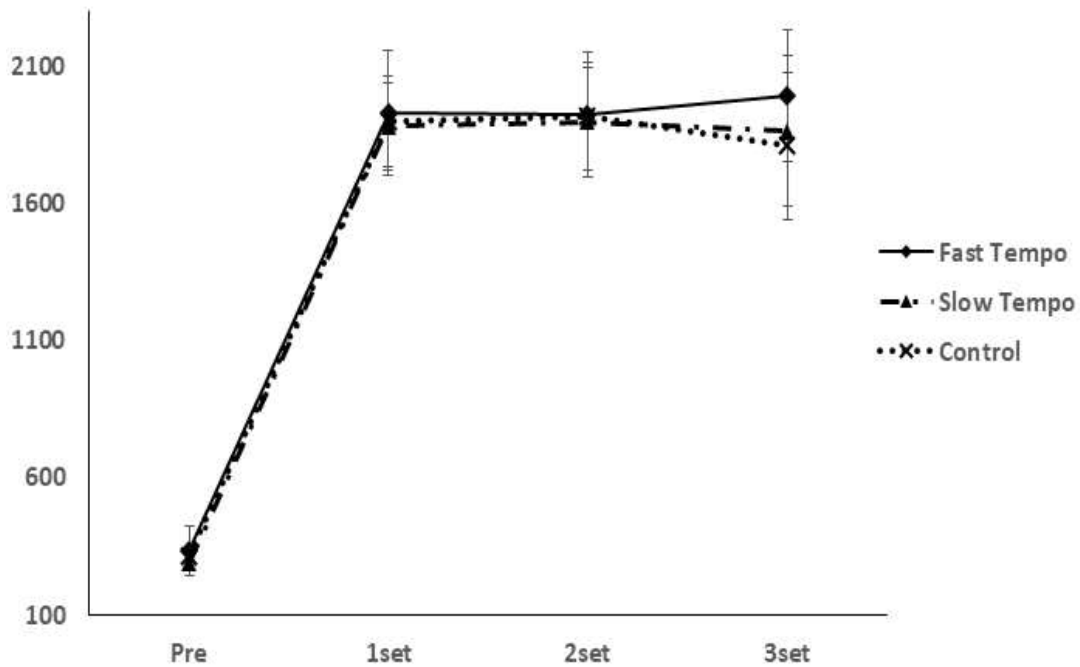


Figure 13. VO₂ change according to exercise time difference

중강도 걷기 운동 시 음악템포에 따라 측정 시기별로 산소소비량의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 25>에 제시하였으며, <Table 26>는 산소소비량 차이를 알아보기 위해 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 26>의 결과는 측정시기 간 [$F(1,21)=895.08, p=.001$]에 따른 상호작용 효과에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타났으나, 집단 간에 따른 변화 [$F(2,21)=.398, p=.676$] 과 집단과 측정시기에 [$F(1,21)=.803, p=.504$] 따른 상호작용 효과에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 기술통계 결과에서 빠른 템포 집단이 다른 두 집단 보다 높은 경향을 나타내었다.

④ 운동 시 최대산소섭취량(VO_2 max)

음악템포 적용 시 걷기 운동 시간차이에 따른 최대산소섭취량 변화에 대한 결과는 <Table 27>, <Table 28>, <Figure 14>에 제시하였다.

Table 27. VO_2 max change according to exercise time difference

Group	Period	안정시	1set	2set	3set	Total
	Fast Tempo ¹		5.8±1.3	27.0±3.4	28.1±2.9	31.4±2.9
Slow Tempo ²		5.3±0.9	25.4±1.7	24.9±3.4	26.5±4.8	20.5±2.7
Control ³		7.2±2.1	25.1±3.2	28.3±2.5	24.8±3.0	21.4±2.7
Total		6.1±1.7	25.9±2.9	27.1±3.3	27.6±4.5	21.7±3.1

FT, Fast Tempo; ST, Slow Tempo

(mL/min/kg)

Table 28. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and VO_2 max according to exercise

Variable	SS	df	MS	F	p	η^2	β
Between Subject							
Group	108.6	2	54.32	3.718	.041	.262	.616
Error	306.8	21	14.61				
Within Subject							
Period	7781.8	1	2855.6	404.5	.001	.951	1.000
Group×Period	169.3	2	31.06	4.402	.001	.295	.963
Error	403.9	21	7.058				

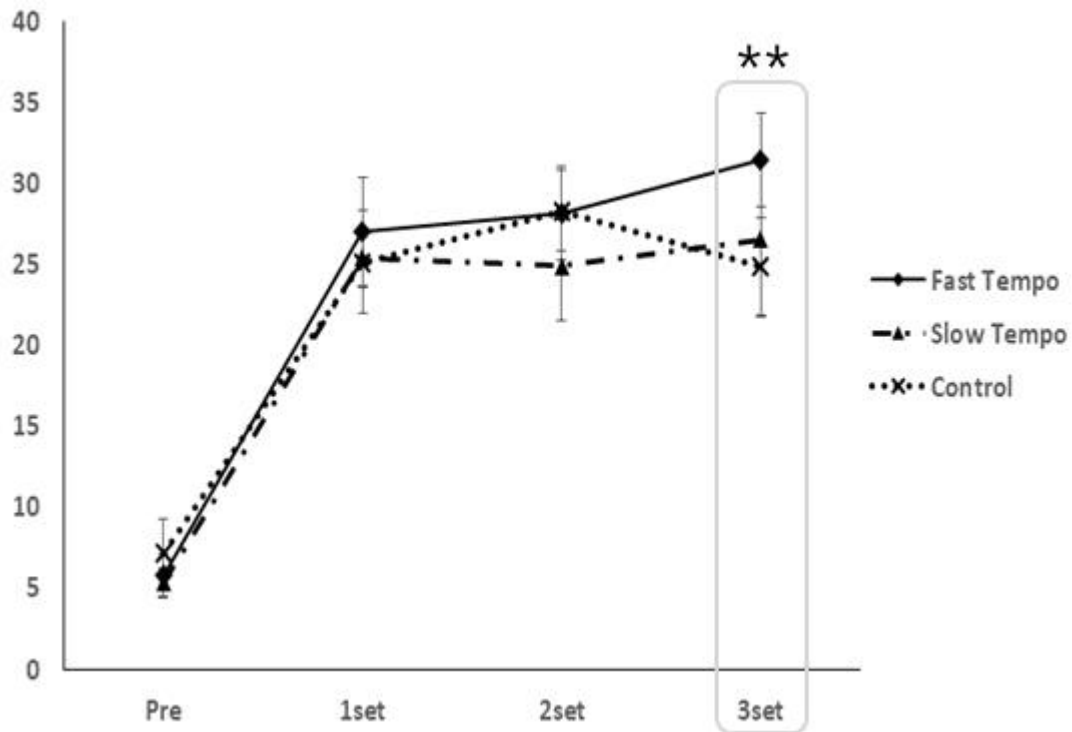


Figure 14. VO₂ max change according to exercise time difference

중강도 걷기 운동 시 음악템포에 따라 측정 시기별로 최대산소섭취량의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 27>에 제시하였으며, <Table 28>는 최대산소섭취량 차이를 알아보기 위해 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 28>의 결과는 집단 간에 따른 변화 [$F(2,21)=3.718, p=.041$], 측정시기 간 [$F(1,21)=404.5, p=.001$], 그리고 집단과 측정시기에 [$F(1,21)=4.402, p=.001$] 따른 상호작용 효과에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다.

최대산소섭취량의 집단 간 변화를 구체적으로 살펴보기 위해서 일원배치 분산분석 (One-way repeated ANOVA)을 실시한 결과, 걷기 3set 운동 후 최대산소섭취량에서 유의한 차이가 나타났다 ($F=6.772, p=.005$). 사후 집단 간의 유의한 수준이 나타난 측정값에 대한 Tukey 사후검증을 한 결과 통제 집단이나 느린 템포 집단보다 빠른 템포 집단이 기술통계적으로 높은 수치를 나타내었다.

⑤ 운동 시 호흡률(RQ)

음악템포 적용 시 걷기 운동 시간차이에 따른 호흡률 변화에 대한 결과는 <Table 29>, <Table 30>, <Figure 15>에 제시하였다.

Table 29. RQ change according to exercise time difference

Group	Period	안정시	1set	2set	3set	Total
	Fast Tempo ¹		0.89±0.04	0.93±0.07	0.93±0.06	0.91±0.06
Slow Tempo ²		0.91±0.05	0.96±0.08	0.91±0.04	0.92±0.07	0.93±0.07
Control ³		0.95±0.06	0.98±0.08	0.97±0.06	0.89±0.07	0.95±0.07
Total		0.92±0.05	0.96±0.08	0.93±0.06	0.91±0.07	0.93±0.07

FT, Fast Tempo; ST, Slow Tempo

Table 30. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and RQ according to exercise

Variable	SS	df	MS	F	p	η^2	β
Between Subject							
Group	.013	2	.007	.609	.553	.055	.138
Error	.230	21	.011				
Within Subject							
Period	.032	1	.014	3.273	.040	.135	.636
Group×Period	.022	2	.005	1.161	.342	.100	.361
Error	.203	21	.004				

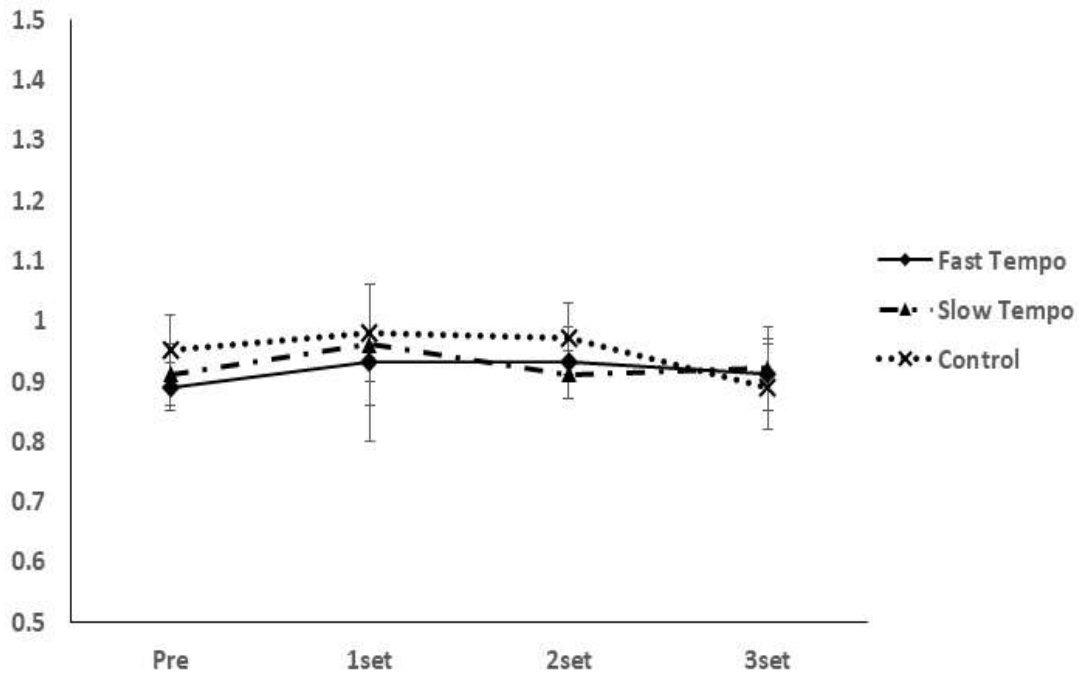


Figure 15. RQ change according to exercise time difference

중강도 걷기 운동 시 음악템포에 따라 측정 시기별로 호흡률의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 29>에 제시하였으며, <Table 30>는 호흡률 차이를 알아보기 위해 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 30>의 결과는 측정시기 간 [$F(1,21)=3.273, p=.040$]에 따른 상호작용 효과에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타났으나, 집단 간에 따른 변화 [$F(2,21)=.609, p=.553$]과 집단과 측정시기에 [$F(1,21)=1.161, p=.342$] 따른 상호작용 효과에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

⑥ 운동 시 MET

음악템포 적용 시 걷기 운동 시간 차이에 따른 MET 변화에 대한 결과는 <Table 31>, <Table 32>, <Figure 16>에 제시하였다.

Table 31. MET rate change according to exercise time difference

Group	Period	안정시	1set	2set	3set	Total
	Fast Tempo ¹		1.2±0.4	7.3±0.6	7.3±0.5	7.6±0.7
Slow Tempo ²		1.2±0.1	7.2±0.6	7.3±0.7	7.1±0.9	5.7±0.6
Control ³		1.2±0.1	7.3±0.5	7.4±0.5	6.9±0.8	5.7±0.5
Total		1.2±0.2	7.3±0.5	7.3±0.6	7.2±0.8	5.8±0.5

FT, Fast Tempo; ST, Slow Tempo

Table 32. The result of two-way repeated ANOVA for Music tempo and MET according to exercise

Variable	SS	df	MS	F	p	η^2	β
Between Subject							
Group	.63	2	.31	.40	.67	.04	.11
Error	16.3	21	.78				
Within Subject							
Period	667.9	1	391.1	1098.2	.001	.981	1.000
Group×Period	1.2	2	0.36	1.0	.404	.088	.268
Error	12.8	21	0.36				

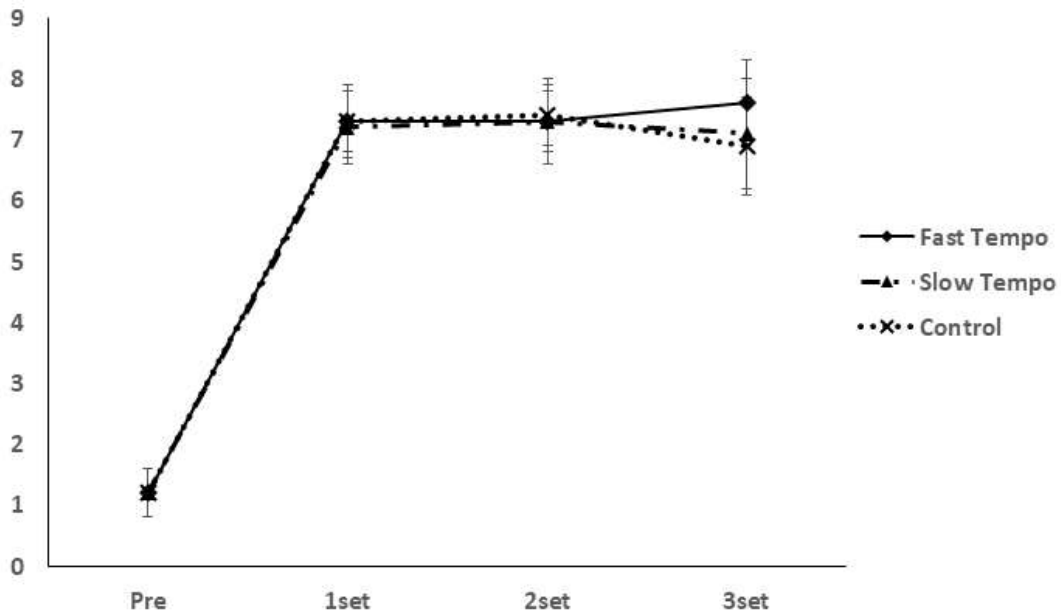


Figure 16. MET rate change according to exercise time difference

중강도 걷기 운동 시 음악템포에 따라 측정 시기별로 회복기 MET의 변화를 나타낸 평균과 표준편차의 값은 <Table 31>에 제시하였으며, <Table 32>는 회복기 MET차이를 알아보기 위해 집단 간 요인이 있는 이원반복측정분산분석을 실시한 결과이다.

<Table 32>의 결과는 집단 간에 따른 변화 [$F(2,21)=.40, p=.67$]는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 측정시기 간 [$F(1,21)=1098.2, p=.001$]에서는 유의한 차이가 나타났다. 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과 [$F(1,21)=1.0, p=.404$]에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 기술통계 결과에서 빠른 템포 집단이 다른 두 집단보다 높은 경향을 나타내었다.

IV. 논의

본 연구는 걷기 운동 시 음악 템포가 남자대학생의 심박수, 심박변이도, 젓산 및 유산소성 변인에 미치는 영향을 규명하는데 있다. 본 연구에서 얻은 결과를 바탕으로 다음과 같이 논의하고자 한다. 본 연구에서 얻은 결과는 걷기운동을 통한 결과이므로 효과 적용은 최대심박수 60~70% 중강도 걷기 운동으로 제한 한다.

걷기 운동은 대표적인 유산소성 운동으로 비교적 간단하여 남녀노소가 모두 즐길 수 있는 쉬운 운동이지만 100여개의 골격근과 상지와 하지의 여러 관절의 협응을 통해 이루어지는 운동이다. 규칙적인 걷기운동은 심장병, 당뇨병, 비만 등을 감소시키고, 심폐기능 및 건강 증진에 긍정적인 영향을 미친다고 다수의 선행연구에서 보고하였다(Manson, Greenland, Lacroix, Stefanick, Mouton, Oberman & Siscovick (2002); Ussher, West, Mcewen, Taylor & Steptoe, 2003). Katzel, Bleecker, Colman, Rogus, Sorkin & Goldberg(1995)의 연구에서는 중강도의 유산소성 운동이 지방을 에너지원으로 많이 동원함으로써 장기적인 체중감량에 효과적이라고 보고하였다. Karageorghis, Jones & Low(2006)은 강한 운동 시 빠른템포 음악이 느린템포 음악보다 더 효과적이라고 보고하였으며, 운동 강도가 증가함에 따라 135~140bpm의 빠른템포의 선호도가 높다고 보고하였다(Karageorghis, Jones, Priest, Akers, Perry & Lim, 2011). Edworthy & Waring(2006)의 연구에서는 운동 시 음악자극은 심폐능력에도 영향을 미치며, 빠른템포 집단의 달리기 속도와 심박수가 느린템포 집단이나 통제 집단보다 증가하였음을 보고하고 있다.

본 연구에서는 최대심박수 60~70% 중강도 걷기 운동 중 집단과 측정시기에 따른 상호작용 효과에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지는 않았으나, 느린템포 집단과 통제 집단보다 빠른템포 집단의 심박수가 운동 중 1set 직후와 3set 직후에 증가하므로 다른 두 집단보다 높은 경향을 나타내었다. 또한 음악템포에 따른 회복 시 심박수 측정된 결과에서는 전체적으로 회복0분, 3분, 5분, 15분의 순차적 감소율을 보였고, 특히 느린 템포 집단의 회복기 심박수가 가장 낮게 나타났다. 따라서 회복 시에는 빠른템포나 통제집단처럼 음악이 없는 상태에서 휴식을 취하는 것보다 느린

템포의 음악을 청취하면서 휴식을 취하는 것이 효과적이라고 볼 수 있다. Copeland & Franks(1991)의 연구에서는 높은 음량과 빠른 박자의 배경음악이 낮은 음량과 낮은 박자의 음악에 비해 유의하게 높은 심박수를 나타냈다고 보고하였으며, Edworthy & Waring(2006)의 연구에서도 음악 템포와 음량에 따라 달리기 속도와 심박수에 상호작용이 나타났다고 하였다. 이렇게 음악 템포가 빨라질수록 심박수가 빠르게 나타나는 것은 음악이 없거나, 느린템포 보다 빠른템포에서 운동속도가 증가하고(김지혁, 손지은, 이대택 2008), 빠른템포의 음악을 듣는 것이 지구력운동 시 더욱 효율적이라고 보고하였다. 이러한 선행연구의 결과는 본 연구를 통해 확인한 운동 중에는 빠른템포 음악을 듣고, 회복기에는 느린템포의 음악을 듣는 것이 효과적이라는 주장을 뒷받침해 주는 결과라고 생각한다.

유산소성 운동은 자율신경계의 교감신경과 부교감신경에 긍정적인 영향을 주며, 운동 중에는 교감신경계가 활성화되어 심박수와 심박출량이 증가하고 대사 작용이 활발하여 세포로 가는 혈류가 증가되며, 회복기에는 부교감신경계가 활성화되어 심박수와 심박출량이 감소된다고 하였다(최환석, 옥선명, 김철민, 이병채, 정기삼, 이순주, 2005). 그리고 자율신경계 조절 능력은 항상성 유지를 위한 중요한 조절 기전이며, 자율신경계 불균형 증상은 심혈관계 질환의 위험성을 높이고 생활습관병과 신장 질환을 유발한다고 하였다(Vinik, Maser, Mitchell & Freeman, 2003). 이와 같이 자율신경계 해석은 심박변이도를 측정하여 확인할 수 있다. 심박변이도는 미심조율 전기생리학회와 유럽심장학회의 대책위원회(task force)를 통해 심박변이도의 측정 방법과 생리적 해석 그리고 임상적 사용의 표준을 1996년도에 제정하였다. 심박변이도는 교감활성(Low frequency: LF), 부교감활성(High frequency: HF), 자율신경균형(LF/HF), 분당 심장 박동수(Mean beats per minute: Mean BPM), 맥박표준편차(Standard deviation of N-N interval: SDNN), 맥박평균편차(Root mean square of standard deviation: RMSSD)의 수치를 시간 범위에서 분석한다. 본 연구에서도 스트레스지수, LF, HF, LF/HF, SDNN, RMSSD을 측정하였다. 그 결과 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 하지만, 기술통계적으로 운동 시 음악템포에 따른 심박변이도의 변화를 확인한 결과 스트레스 지수에서는 안정 시 모든 집단이 일시적 스트레스 지수 범위에 해당하는 25%이상~35%이하의 수치를 보였고, 운동 시에는 초기 스트레스 지수에 해당하는 35%이상~45%이내의 수치를 보였다. 회복기

에는 느린템포 집단이 일시적 스트레스 지수 범위 내에 해당되었고, 모든 집단이 운동 시보다 회복기에 스트레스 지수가 감소된 것을 확인할 수 있다. 그리고 운동 직후에는 느린템포 집단과 통제 집단보다 빠른템포 집단이 교감활성도 수치가 높게 나타나 심박수가 증가하였고, 회복시에는 느린템포 집단이 다른 두 집단보다 부교감활성도가 높게 나타나면서 심박수가 감소된 것을 확인할 수 있었다. 송상협, 이혁중, 이호성(2013)의 스포츠 활동과 심장자율신경계 활동 연구에서는 운동시 교감 활성도가 높게, 부교감 활성도가 낮게 나타나고, 회복기에는 교감 활성도가 낮게, 부교감 활성도가 높게 나타나는 것이 자율신경계 균형이 높은 것이라고 보고하였다. 이는 본 연구의 결과와 일치하였다. 황부근, 변재중, 이재현(2016)은 체중과 체지방 증가에 따라 SDNN, RMSSD, HF가 감소하고 교감신경의 활성지표인 LF의 증가 그리고 교감 및 부교감신경의 균형을 반영한 LF/HF가 증가하였다고 보고하였다. 스트레스 지수를 분석하는 자율신경계의 활성이 감소되면 교감신경계의 활성 증가 및 부교감신경계의 활성이 상대적으로 감소해 있어 자율신경계의 감소된 활성도를 조절하는 것은 건강증진에 매우 중요하다(김용찬, 김재원, 송영은, 김진성, 김병완, 김창환, 2013; 이희혁, 정일규, 오명진, 윤상운, 이부용, 2011). 이와 같이 음악을 청취하면서 지속적이고 규칙적으로 운동을 한다면 자율신경계 균형에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 생각한다.

본 연구에서는 걷기 운동을 최대심박수 60~70% 강도로 설정하고 음악템포에 따른 혈중젖산농도가 미치는 영향을 알아보기 위해 피로지수와 젖산감소율 변화에 대해 측정하였다. 혈액 내 젖산 축적은 운동피로의 화학적 원인으로 평가되는 중요한 지표가 되며(최재현 & 양점홍, 2005), 근육과 체액에 생성된 젖산은 해당과정 효소들의 기능을 저하시켜 글리코젠의 추가적인 분해를 방해하며, 근섬유의 칼슘 결합 능력을 감소시킴으로써 근육 수축을 방해한다. 즉, 혈중 젖산농도의 변화량을 통해 운동 후 피로 회복 정도를 해석할 수 있는 대표적인 피로물질이라 할 수 있다. 본 연구는 걷기운동을 트레드밀에서 6.9±0.3km/h의 속도로 10분씩 3set 총 30분 실시하였고, 혈중젖산농도 측정은 안정 시, 운동 직후(3번), 회복기(3번)에 확인하였다. 그 결과 피로지수는 안정 시와 운동직후 변화에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 하지만 회복 0분, 3분, 5분, 15분에 측정한 젖산감소율은 집단 간, 시기 간 ($p<.001$)에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 또한, 빠른템포와 느린템포, 통제

집단 간 비교에서는 걷기 운동 후 휴식 5분에서 빠른템포 집단과 통제 집단 보다 느린템포 집단이 가장 낮은 수치를 보이며 유의한 차이가 나타났다. 이러한 결과는 운동 후 5분 이내에 느린템포의 음악을 청취한다면 보다 빠르게 젓산이 감소하여 피로회복에 도움이 될 것으로 생각된다. Silva, Ferreira, Alves, Follador, & DA silva (2016)의 연구에서는 운동 후 혈중 젓산 농도가 유의하게 감소하여 음악이 운동 후 회복에 영향을 줄 수 있다고 보고하였다. Eliakim, Bodner, Eliakim, Nemet, & Meckel(2012)도 운동 후 회복하는 동안 음악이 젓산농도에 미치는 영향에 관한 연구를 한 결과 음악을 청취하는 것이 젓산 제거에 효과적이며, 회복을 향상시키기 위해서는 음악이 필요하다고 보고하였다. 또한 다수의 선행연구에서도 피로회복을 위해서는 음악이 효과적이라고 하였으며(Eliakim, Bodner, Meckel, Nemet, & Eliakim, 2013; Hutchinson & O'Neil, 2020) 템포에 따른 회복에서도 느린템포의 음악이 피로회복에 효과적이라고 보고하여(Bhavsar, Abhange, & Afroz, 2014; Atan, 2013), 본 연구 결과를 지지하였다. 따라서 운동수행 후 회복을 위해서는 느린템포 음악을 청취하는 것이 피로회복에 도움이 될 것이라고 생각한다.

운동의 형태는 유산소 운동과 무산소 운동으로 구분되며 신체기능의 향상과 목적에 따라 구분되어 사용된다. 특히, 스트레스 해소를 위한 운동 중 유산소 운동이 대표적이다. 유산소 운동은 전신의 큰 근육들을 반복적으로 사용하는 운동으로서 심폐기관에 지속적인 자극을 주며, 체내에 많은 양의 산소를 공급하고 많은 양의 에너지를 생성하여 강한 혈관조직을 형성하는 효과가 있다(Andersson, Sjodin, Hedman, Olsson & Vessby, 2000). 유산소 운동을 지속적으로 하게 되면 호흡량, 폐활량이 커지면서 폐의 기능을 향상시키며 기초 대사량도 증가한다(김현섭, 2004). 이에 따라 운동의 효과를 극대화하기 위한 방법으로 음악 청취 효과에 관한 연구들이 주목받고 있다(박종석, 김상호, 2010; 신원, 김홍록, 2012). 음악은 스트레스를 감소시키는데 효과적이고(Pelletier, 2004), 스트레스는 운동수행력, 운동성 피로 등에 다양한 영향을 주기 때문에 운동 분야에서도 주된 관심사가 되고 있다(고민구, 오봉석, 2013). 본 연구에서는 최대심박수 60~70%강도의 걷기 운동을 수행할 때, 음악템포에 따른 유산소성 변인에 미치는 영향을 알아보기 위해 환기량과 산소소비량, 최대산소섭취량, 호흡률, MET변화에 대해 측정하였다. 그 결과 운동 시 환기량변화에 대한 결과는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 빠른템포 집단이 다른 두 집단 보

다 기술통계 결과에서 높은 경향을 보였고, 회복시 환기량은 느린템포 집단이 다른 두 집단보다 낮은 경향을 나타내었다. 운동 시 산소소비량은 집단과 측정시기에 따른 상호 작용 효과에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 빠른템포 집단이 다른 두 집단보다 높은 경향을 나타내었다. 운동 시 최대산소섭취량은 집단 간, 시기 간, 집단과 시기 간에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 운동 시 호흡률, MET의 변화는 상호작용 효과에서 유의차가 나타나지 않았으나, 3set에서 빠른템포 집단이 다른 두 집단보다 더 높은 수치를 나타내었다.

이러한 결과는 선행연구의 결과들과 상당히 일치하는 결과이며, 음악처치를 통한 유산소 운동 참여가 심폐기능에 영향을 미칠 수 있다는 것을 알 수 있다.

따라서 본 연구결과에 나타난 음악 템포에 따른 심폐기능의 변화는 빠른템포의 음악이 유산소성 운동 기능 향상에 긍정적인 영향을 미칠 수 있고, 느린템포의 음악이 유산소 운동 후 회복능력에 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것이라고 생각된다.

V. 결론 및 제언

1. 결 론

본 연구는 걷기 운동 시 음악 템포가 남자대학생의 심박수, 심박변이도, 젖산 및 유산소성 변인에 미치는 영향을 분석하였다.
본 연구에서 실험한 결과를 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 걷기 운동 시 빠른템포와 느린템포의 음악을 적용하여 운동 시 심박수와 회복기 심박수를 비교한 결과 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았지만, 기술통계상 운동 시에는 빠른템포 집단이 가장 높은 심박수를 보였고, 회복기에는 느린템포 집단이 통제와 빠른템포 집단보다 낮은 심박수를 보였다.

둘째, 걷기 운동 시 빠른템포와 느린템포의 음악을 적용하여 스트레스지수, 교감활성도, 부교감활성도, 자율신경균형도, 맥파표준편차, 맥파평균편차를 비교한 결과 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았지만, 기술통계상 운동 시에는 빠른템포 집단이 다른 두 집단보다 높은 교감활성도를 보이고, 회복시에는 느린템포 집단에서 다른 두 집단보다 높은 부교감활성도를 보였다.

셋째, 걷기 운동 시 빠른템포와 느린템포의 음악을 적용하여 피로지수와 젖산감소율을 비교한 결과 운동 시 피로지수는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았지만, 회복기 5분의 젖산감소율에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다.

넷째, 걷기 운동 시 빠른템포와 느린템포의 음악을 적용하여 호흡률, 운동 시 환기량, 회복기 환기량, 산소소비량, 최대산소섭취량, 운동시 MET를 비교한 결과 운동 시 3set의 최대산소섭취량의 상호작용 효과 검증에서 통계적으로 유

의한 차이가 나타났다. 호흡률, 운동 시 환기량, 회복기 환기량, 산소소비량, 운동시 MET에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 기술통계적으로 의미 있는 수치가 나타났다.

2. 제 언

본 연구의 결과를 종합해 보면, 걷기 운동 시 빠른템포와 느린템포의 음악 적용 시 운동 중에는 빠른템포 음악이 효과적이고, 운동 후 회복기에는 느린템포 음악이 효과적이라는 것을 제시할 수 있다. 따라서 걷기운동 시 음악청취는 긍정적이며, 음악을 들으며 규칙적인 운동을 실시한다면 건강증진에 도움이 될 것이라 생각한다.

하지만, 본 연구는 남자 대학생만을 대상으로 하였기에, 여자, 연령, 운동종목, 선호 음악 등을 고려하지 못하였다. 그러므로 차후에는 보다 다양한 종목과 연령, 성별, 선호도 등을 고려한 연구가 필요해 보인다.

<Abstract>

The music tempo during the walking exercise
is the heart rate, heart rate variability (HRV),
Effects on lactic acid and aerobic variables

Jeong Se-Young

Department of kinesiology

General graduate school of Jeju National University

Jeju, Korea

(Supervised by professor Young-Pyo, Kim)

The purpose of this study is to study the effect of applying different music tempo to the heart rate, heart rate variability (HRV), lactate and aerobic variables before, during and after exercise in walking exercise for male college students. A total of 10 healthy male college students in their 20s in J region were measured repeatedly three times by applying different music tempos. When walking for a total of 30 minutes at an intensity of 60-70% of the maximum heart rate using a treadmill, it is divided into fast tempo (120-160 bpm), slow tempo (60-70 bpm), and control (no music) groups, and random cross-mix design (Randomized crossover design) method was applied. Measurement data is SPSS Ver. 22.0 was used to calculate the mean and standard deviation, and two-way repeated measures ANOVA was used to verify the interaction between groups

and periods, and one-way repeated measures ANOVA was used to compare differences between groups. repeated measures ANOVA) was performed. The Tukey method was used for post-mortem verification, and the significance level (p) of all analyzes was set to .05, and the following results were obtained.

First, there was a significant difference in the interaction of the maximum oxygen intake during exercise according to the music tempo.

Second, there was a significant difference in the interaction of lactic acid in the recovery phase according to the music tempo.

Third, the fast tempo group was higher than the slow tempo or control group in heart rate, ventilation, MET, and oxygen consumption during exercise according to music tempo.

Fourth, there was no significant difference in the interaction of heart rate during recovery according to music tempo.

Fifth, there was no significant difference in the interaction between the heart rate variability according to the music tempo, but the result was statistically higher at the fast tempo during exercise than the slow tempo or the control group.

Sixth, there was no significant difference in the interaction of lactic acid during exercise according to music tempo.

The above results show that fast-tempo music during exercise and slow-tempo music during recovery have a positive effect.

VI. 참고문헌

- 고민구, & 오봉석. (2013). 운동 후 청취 음악 유형과 스트레스 호르몬, 칼슘 및 혈류 동태의 관계. **한국사회체육학회지**, 51(2), 699-711.
- 권영우. (2016). 일회성 내리막 (downhill) 과 오르막 (uphill) 운동이 당과 젖산, CK 에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 25(6), 1269-1277.
- 김경호, & 김현준. (2018). 일회성 트레드밀 운동과 음악줄넘기 운동이 BDNF 와 젖산농도 및 인지기능에 미치는 영향. **한국생활환경학회지**, 25(4), 449-456.
- 김도윤, 조용인, & 김영옥. (2007). 걷기운동시 보행보수계를 이용한 운동강도 설정. **체육과학연구**, 18(3), 27-38.
- 김동일. (2015). 한국 성인들의 신체활동 종류 및 주당 참여 횟수에 따른 대사증후군 위험요인 및 발생위험률에 미치는 영향: 제 5 기 국민건강영양조사 (2010-2012년) 자료를 바탕으로. **한국체육과학회지**, 24(2), 1171-1181.
- 김민선. (2003). 트레드밀 운동부하검사 프로토콜 비교. **운동사대회**, 454-458.
- 김병성. (2006). 걷기 운동의 생역학. **대한가정의학회지**, 27(11), 465-468.
- 김용찬, 김재원, 송영은, 김진성, 김병완, & 김창환. (2013). 수중운동이 비만중년여성의 신체조성과 심박변이도에 미치는 영향. **한국웰니스학회지**, 8(3), 219-228.
- 김현섭. (2004). 최대하 운동 후 음악 유형이 호르몬과 심박수에 미치는 영향. **미간행 석사학위논문, 대전대학교 보건스포츠대학원**.
- 김현섭. (2004). 최대하 운동 후 음악 유형이 호르몬과 심박수에 미치는 영향. **미간행 석사학위논문, 대전대학교 보건스포츠대학원**.
- 김현지. (2017). 전자 드럼 연주 시 노래부르기 유무에 따른 만성 뇌졸중 환자의 피로도 및 운동 수행력 비교. **인간행동과 음악연구**, 14(2), 71-90.
- 김홍인, 김설향. (2004). 스트레칭운동과 유산소 운동이 중년여성의 신체조성에 미치는 영향. **대한비만학회지**, 13(3), 211-219.
- 남상남, 심승용. (2007). 최대하운동시 음악템포별 청취로 인해 심폐기능에 미치는 영향. **한국생활환경학회지**, 14(3), 239-243.

- 박경훈, 박종완, 정성관, & 유주한. (2007). 걷기활동 증진을 위한 보행환경 평가지표의 개발. **한국환경과학회지**, 16(11), 1231-1238.
- 박상규. (2018). 성인여성의 중강도 유산소운동 중 음악템포가 감정적 반응 및 신경 전달물질에 미치는 영향. **한국웰니스학회지**, 13(4), 391-400.
- 박수진, 김지현, 하수민, 김정숙, & 김도연. (2017). 음악템포가 조정선수의 로잉 에르고미터 2,000m 수행 후 회복기 심박수, 카테콜라민 및 코티졸에 미치는 영향. **한국여성체육학회지**, 31(4), 187-200.
- 박인호. (2016). 신체활동과 좌식생활에 따른 비만남성과 여성의 건강상태의 차이 비교. **디지털융복합연구**, 14(11), 619-626.
- 박종석, & 김상호. (2010). 운동 후 회복시 선호 및 비선호 음악청취가 자율신경변화에 미치는 영향. **한국사회체육학회지**, 40(2), 741-753.
- 박종수, 이성우, 김낙훈, 조영덕, 신준현, 최성혁, & 홍윤식. (2007). 중증 폐혈증과 폐혈쇼크 환자에서 병원 내 사망 예측 및 조기치료 지표로서 젯산산증의 의의. **대한응급의학회지**, 18(6), 546-553.
- 박현경, & 이주영. (2014). 스트레스 감소를 위한 음악치료 연구 메타분석. **한국음악치료학회지**, 16(1), 29-47.
- 백광현, 최건식, & 박철빈. (1997). 스포츠 생리학: 여대생의 트레드밀운동후 회복방법에 따른 혈중젯산 및 Epinephrine, Norepinephrine 의 변화. **한국체육학회지-인문사회과학**, 36(4), 277-291.
- 변재종, 황부근, & 이재현. (2016). 젊은 남자 성인의 신체활동 수준이 심박변이도 및 심박수 회복율에 미치는 영향. **한국사회체육학회지**, 66, 723-732.
- 송상협, 이혁중, & 이호성. (2013). 스포츠 활동과 심장자율신경계 활동. **운동학 학술지**, 15(2), 47-60.
- 신아라, & 최명애. (2012). 음악요법이 인공호흡기 이탈기 환자의 생리적 지수, 불안 및 호흡곤란에 미치는 효과. **기초간호자연과학회지**, 14(1).
- 신원, & 김홍록. (2012). 스트레스 감소를 위한 템포의 적용이 Cortisol 및 ACTH 와 Aldosterone 호르몬에 미치는 영향. **한국사회체육학회지**, 47(2), 929-938.

- 안정훈. (2005). 12 주간의 음악줄넘기운동이 중년여성의 혈중지질에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 14(2), 591-597.
- 양윤권. (2018). 여대생의 심박변이도와 스트레스 지수 및 신체적·심리적 스트레스의 상관성 연구. **한국체육과학회지**, 27(4), 915-922.
- 양은아, & 최병철. (2009). 음악치료 프로그램이 자폐 유아의 상호작용 촉진에 미치는 효과. **한국음악치료학회지**, 11(2), 1-20.
- 여성 가족부 (2019). “2019년 인터넷·스마트폰 이용습관 진단조사”
- 유선숙. (2003). 음악활동이 성인의 자율신경계 반응에 미치는 영향. **숙명여대 음악치료대학원, 석사학위 논문.**
- 윤선아, & 신원태. (2011). 젯산역치 수준의 강도를 이용한 운동 프로그램이 운동 중 피로물질 생성에 미치는 효과. **한국체육과학회지**, 20(1), 765-773.
- 이봉현, & 정문용. (2014). 스포츠센터 실내음악의 친숙도와 조화도가 감정, 고객만족, 재구매 의도 및 구전의도에 미치는 영향. **스포츠과학논문집**, 26, 21-39.
- 이은, 장창용, & 정진욱. (2019). 트레드밀 걷기 운동시 심박수를 이용한 최대산소섭취량 추정. **한국여성체육학회지**, 33(4), 165-176.
- 이재문. (2003). 노인여성의 연령증가에 따른 생활체력 변화 연구. **한국사회체육학회지**, 19(1), 797-807.
- 이주호, & 민현주. (2008). 음악줄넘기 운동이 아동 신체활동의 즐거움 및 자아실현에 미치는 영향. **한국무용학회지**, 8(1), 89-98.
- 이형국 (2009). 걷기유형에 따른 심박수 및 에너지소비량 변화에 관한 연구. **한국콘텐츠학회 종합학술대회 논문집**, 7(1), 405-409.
- 이형국 (2019). 유산소 운동시 운동수행 방법에 따른 평균심박수와 에너지소비량 비교. **한국발육발달학회**, 27(1): 51-55.
- 이형국. (2014). 중강도 유산소 운동시 음악듣기 및 영상보기가 에너지 소모량, 심박수, 운동자각도 및 젯산농도 변화에 미치는 영향. **한국발육발달학회지**, 22(1), 23-28.

- 이희혁, 정일규, 오명진, 윤상윤, & 이부용. (2011). 비만 중년여성의 12 주간 운동프로그램 참여가 심박 변이도에 미치는 영향. **한국사회체육학회지**, 43(2), 833-842.
- 장철, & 신현석. (2016). 음악청취가 학업스트레스와 우울증에 미치는 영향. **대한통합의학학회지**, 4(3), 31-37.
- 전인혜, & 장인현. (2010). 남자 중학생의 걷기운동 시 음악템포가 운동속도, 심박수, 운동강도 및 코티졸 농도에 미치는 영향. **운동학 학술지**, 12(3), 100-100.
- 전종귀, 박희근, & 이상기. (2004). 걷기운동유형과 속도에 따른 호흡순환계 반응. **운동과학**, 13(3), 289-300.
- 전중선, 전세일, 조정자, 진미령, 김태선, 김덕용, & 이명호. (1997). 심박변동의 Power Spectrum 분석에 의한 정상 성인의 자율신경기능 평가. **대한재활의학회지**, 21(5), 928-35.
- 정혜영, 김춘섭, & 김맹규. (2015). 운동 후 음악청취가 회복기 자율신경계에 미치는 영향. **한국생활환경학회지**, 22(3), 413-424.
- 조성봉. (2008). 음악을 이용한 걷기운동의 스트레스 호르몬 변화. **한국체육과학회지**, 17(3), 925-933.
- 조아라, 김광찬, & 현광석. (2015). 음악줄넘기 프로그램이 비만 지적장애 학생의 신체조성 및 협응력에 미치는 영향. **한국사회체육학회지**, 59(2), 711-719.
- 진정권, 이대택, & 이명천. (2006). 운동과 젓산 순환. **운동학 학술지**, 8(2), 85-92.
- 최병철. (2006). 음악치료 이론의 발달과 치료사의 인식. **한국음악치료학회지**, 1(1), 7.
- 최봉길, 윤형기. (2012). 에어로빅 운동 중 음악템포가 노인여성의 신체구성과 기능적 체력에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 21(2), 1059-1066.
- 최재현, & 양점홍. (2005). 발육·발달학: 근대 5 중선수의 수영과 달리기 시 동일 심박수에 따른 혈중젓산·젓산탈수소효소·암모니아의 비교 분석. **한국체육학회지-인문사회과학**, 44(3), 843-853.
- 최환석, 옥선명, 김철민, 이병채, 정기삼, & 이순주. (2005). 유산소 운동이 Heart Rate Variability (HRV) 에 미치는 영향. **가정의학회지**, 26(9), 561-566.

황부근, & 이재현. (2013). 성인 여성의 체력과 심박변이도로 측정된 자율신경기능의 관계. *한국사회체육학회지*, 53(2), 861-870.

황부근, 변재중, & 이재현. (2016). 젊은 성인 남자의 최대산소섭취량 수준과 심박변이도 및 운동 후 심박수 회복율의 관련성. *한국생활환경학회지*, 23(5), 645-651.

통계청 (2019). 사회통계국 2019년 3월 21일 배포 “2018 한국의 사회지표”

ACSM.(1998). ACSM's resource manual for guidelines for exercise testing and prescription. *Lippincott Williams & Wilkins*

Andersson, A., Sjodin, A., Hedman, A., Olsson, R., & Vessby, B. (2000). Fatty acid profile of skeletal muscle phospholipids in trained and untrained young men. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, 279(4), E744-E751.

Atan, T. (2013). Effect of music on anaerobic exercise performance. *Biology of sport*, 30(1), 35.

Bhavsar, S. D., Abhange, R. S., & Afroz, S. (2014). Effect of different musical tempo on post-exercise recovery in young adults. *Journal of Dental and Medical Sciences*, 13(5), 60-64.

Copeland, B. L., & Franks, B. D. (1991). Effects of types and intensities of background music on treadmill endurance. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 31(1), 100-103.

Crust, L. (2004). Carry-over effects of music in an isometric muscular endurance task. *Perceptual and motor skills*, 98(3), 985-991.

Edworthy, J., & Waring, H. (2006). The effects of music tempo and loudness level on treadmill exercise. *Ergonomics*, 49(15), 1597-1610.

Eliakim, M., Bodner, E., Eliakim, A., Nemet, D., & Meckel, Y. (2012). Effect of motivational music on lactate levels during recovery from intense

- exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(1), 80-86.
- Eliakim, M., Bodner, E., Meckel, Y., Nemet, D., & Eliakim, A. (2013). Effect of rhythm on the recovery from intense exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(4), 1019-1024.
- Hernández Peón, R., Brust Carmona, H., Peñaloza Rojas, J., & Bach y Rita, G. (1961). The efferent control of afferent signals entering the central nervous system. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 89(5), 866-882.
- Hurt, C. P., Rice, R. R., McIntosh, G. C., & Thaut, M. H. (1998). Rhythmic auditory stimulation in gait training for patients with traumatic brain injury. *Journal of music therapy*, 35(4), 228-241.
- Hutchinson, J. C., & O'Neil, B. J. (2020). Effects of respite music during recovery between bouts of intense exercise. *Sport, Exercise, and Performance Psychology*, 9(1), 102.
- Imamura, T. (2017). A study of view of health and lifestyle in woman's university students. *Bulletin of Faculty of Education and Care of Early Childhood Tokoha University*. (4), 61-78.
- Karageorghis, C. I., Jones, L., & Low, D. C. (2006). Relationship between exercise heart rate and music tempo preference. *Research quarterly for exercise and sport*, 77(2), 240-250.
- Karageorghis, C. I., Jones, L., Priest, D. L., Akers, R. I., Clarke, A., Perry, J. M., ... & Lim, H. B. (2011). Revisiting the relationship between exercise heart rate and music tempo preference. *Research quarterly for exercise and sport*, 82(2), 274-284.
- Katzel, L. I., Bleecker, E. R., Colman, E. G., Rogus, E. M., Sorkin, J. D., & Goldberg, A. P. (1995). Effects of weight loss vs aerobic exercise training on risk factors for coronary disease in healthy, obese, middle-aged and

- older men: a randomized controlled trial. *Jama*, 274(24), 1915-1921.
- Kwak, J. M., Mori, I. C., Pei, Z. M., Leonhardt, N., Torres, M. A., Dangl, J. L., ... & Schroeder, J. I. (2003). NADPH oxidase AtrbohD and AtrbohF genes function in ROS dependent ABA signaling in Arabidopsis. *The EMBO journal*, 22(11), 2623-2633.
- Laaksonen, D. E.(2003). Role of physical exercise, fitness and aerobic training type 1 diabetic and healthy men in relation to the lipid profile peroxidation and metabolic syndrome. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2, 1-65.
- Manson, J. E., Greenland, P., LaCroix, A. Z., Stefanick, M. L., Mouton, C. P., Oberman, A., ... & Siscovick, D. S. (2002). Walking compared with vigorous exercise for the prevention of cardiovascular events in women. *New England Journal of Medicine*, 347(10), 716-725.
- Pelletier, C. L. (2004). The effect of music on decreasing arousal due to stress: A meta-analysis. *Journal of music therapy*, 41(3), 192-214.
- Radoocy, R. E., & Boyle, J. D. (1997). Functional applications of music in contemporary life. *Psychological foundations of musical behavior*, 31-64.
- Rossignol, S., & Jones, G. M. (1976). Audio-spinal influence in man studied by the H-reflex and its possible role on rhythmic movements synchronized to sound. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 41(1), 83-92.
- Safranek, M. G., Koshland, G. F., & Raymond, G. (1982). Effect of auditory rhythm on muscle activity. *Physical Therapy*, 62(2), 161-168.
- Shono, N., Vrata, H., Sohin, B., Mizuno, M., Harada, T., Shindo, M., Tanaka, H.(2002). Effects of low intensity aerobic training on skeletal muscle capillary and blood lipoprotein profiles. *Journal of atherosclerosis and thrombosis*, 9(1), 78-85.
- Silva, A. C., Ferreira, S. D. S., ALVES, R. C., FOLLADOR, L., & DA SILVA, S. G. (2016). Effect of music tempo on attentional focus and perceived

- exertion during self-selected paced walking. *International journal of exercise science*, 9(4), 536.
- Simpson, S. D., & Karageorghis, C. I. (2006). The effects of synchronous music on 400-m sprint performance. *Journal of sports sciences*, 24(10), 1095-1102.
- Spintge, R. (2012). Clinical use of music in operating theatres (pp. 277-286). *New York, NY: Oxford University Press*.
- Stratton, V. N., & Zalanowski, A. H. (1984). The relationship between music, degree of liking, and self-reported relaxation. *Journal of Music Therapy*, 21(4), 184-192.
- Thaut, M. H., Kenyon, G. P., Schauer, M. L., & McIntosh, G. C. (1999). The connection between rhythmicity and brain function. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 18(2), 101-108.
- Thaut, M. H., McIntosh, G. C., & Hoemberg, V. (2015). Neurobiological foundations of neurologic music therapy: rhythmic entrainment and the motor system. *Frontiers in psychology*, 5, 1185.
- Ussher, M., West, R., McEwen, A., Taylor, A., & Steptoe, A. (2003). Efficacy of exercise counselling as an aid for smoking cessation: a randomized controlled trial. *Addiction*, 98(4), 523-532.
- Vinik, A. I., Maser, R. E., Mitchell, B. D., & Freeman, R. (2003). Diabetic autonomic neuropathy. *Diabetes care*, 26(5), 1553-1579.
- Wessel, T. R., Arant, C. B., Olson, M. B., Johnson, B. D., Reis, S. E., Sharaf, B. L., Shaw, L. J., Hanberg, E., Spoko, G., Kelsey, S. F., & Pepine, C. J. (2004). Relationship of physical fitness vs body mass index with coronary artery disease and cardiovascular events in women. *Journal of American Medicine Association*, 292(10), 1179-1187.
- Wilson, C. V., & Aiken, L. S. (1977). The effect of intensity levels upon physiological and subjective affective response to rock music. *Journal of*

Music Therapy, 14(2), 60-76.

Wong, P. C., Chia, M. Y., Tsou, I. Y., Wansaicheong, G. K., Tan, B., Wang, J. C., Tan, J., Kim, C. G., Boh, G., & Lim, D. (2008). Effects of a 12-week exercise training programme on aerobic fitness, body composition, blood lipids and C-reactive protein in adolescents with obesity. *Ann Acad Med Singapore, 37* (4), 286-293.