

음악 청취가 교감신경 활성화에 대한 심혈관 및 자율신경 반응 완화에 미치는 영향

권정인^{1,*} · 김현정² · 조민정² · 오유성^{3,†} · 제세영^{3,†}

¹서울시립대학교 스포츠과학과, 학생

²서울시립대학교 스포츠과학과, 강사

³서울시립대학교 스포츠과학과, 교수

(2023년 7월 20일 접수: 2023년 8월 21일 수정: 2023년 8월 23일 채택)

The effect of listening to music on cardiovascular and autonomic reactivity to sympathoexcitation in young adults

Jeong In Kwon^{1,*} · Hyun Jeong Kim² · Min Jeong Cho³ · Yoo Sung Oh^{4,†} · Sae Young Jae^{5,†}

Department of Sport Sciences, University of Seoul, Seoul, Korea

(Received July 20, 2023; Revised August 21, 2023; Accepted August 23, 2023)

요약 : 스트레스 자극에 대한 심혈관계 및 교감신경계 과활성화 반응은 향후 심혈관계 질환 발생 및 심장 돌연사의 위험을 증가시킨다. 음악 청취는 자율신경계 기능을 향상시켜 안정 시 긴장 이완을 유도하는 것으로 알려져 있으나 음악이 스트레스 상황에서의 과도한 심혈관 반응을 완화시킬 수 있는지에 대한 연구는 부족하다. 본 연구는 음악청취가 스트레스 자극에 대한 심혈관 반응성을 완화시켜 줄 수 있는지 검증하였다. 15명의 건강한 성인(남자 9명, 여성 6명)을 대상으로 무작위 교차 실험 설계로 진행하였다. 음악 처치는 음악을 30분간 청취하였고 통제 처치는 30분간 휴식을 취하였다. 냉압박 검사로 교감신경계를 자극하였으며, 변인으로 심박수, 상완 및 중심동맥 혈압과 심박변이도(heart rate variability)를 측정하였다. 연구 결과, 음악 처치와 통제 처치 모두 냉압박 검사 중 심박수와 혈압 반응이 유의하게 증가하였으나($p < .001$), 처치와 시기 간 상호작용 효과는 유의하지 않았다. 회복 구간에서 상완동맥 수축기혈압이 음악처치 그룹에서만 유의하게 감소하였다($p = 0.008$). 나머지 혈압 변인들도 음악중재 그룹에서 더 완화되는 경향이 나타났으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 심박변이도는 음악 처치 전후로 음악 처치 그룹에서만 SDNN(standard deviation of the NN intervals), TP(total power)와 HF(high frequency)값이 유의하게 증가하였다($p = 0.001$, $p = 0.002$, $p = 0.011$). 따라서 음악 청취는 스트레스 이후의 회복력을 촉진시킬 가능성이 있다. 음악 처치의 구체적인 변인들을 고려하여 과도한 심혈관 반응에 대한 보호 효과로서의 음악 청취에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

주제어 : 음악 청취, 심혈관 반응성, 냉압박 검사, 자율신경 활성화, 부교감 신경, 심박변이도

[†]Corresponding author

(E-mail: cowsung61@uos.ac.kr)

Abstract : The purpose of this study was to investigate the effect of acute listening to music on the cardiovascular reactivity to sympathoexcitation. In this crossover design study, 15 healthy adults(23.1 ± 1.94 (yrs)) were randomized to either (1)acute listen to the subject's preferred music for 30 minutes and (2)sat as a time control by an experiment coordinator. After completing each trial, the cold pressor test(CPT) was conducted. Heart rate(HR) and blood pressure(BP) were measured for 4 times at baseline, during and after the CPT. Heart rate variability(HRV) were measured for 3 times at baseline, prior and after the CPT. HR and BP increased during the CPT in both trial and returned to baseline after CPT(time effect, $p < .001$). After CPT, brachial systolic BP reactivity to the CPT was attenuated in listening to music trial compared to control trial($p = .008$). As a result of heart rate variability(HRV), the difference values between the baseline and prior to the CPT showed a significant increase in standard deviation of the NN intervals(SDNN), total power(TP) and high frequency(HF) only in the music trial ($p = .001$, $p = .002$, $p = .011$). The difference value between prior to and after the CPT did not show significance. But compared with the control trial, the music trial was confirmed that SDNN, TP and HF were more activated. Therefore, listening to music alleviated anxiety and tension before the CPT, and it is estimated that it had a favorable effect on stability after the CPT. This findings showed that listening to music may have a positive effect on brachial systolic BP and HRV to sympathoexcitation.

Keywords : *listening to music, cardiovascular reactivity, sympathoexcitation, cold pressor test, heart rate variability*

1. 서론

만성적인 교감신경계 과활성화(hyperactivity)는 심혈관계 질환 및 심장돌연사의 위험을 증가시키는 것으로 알려져 있다. 특히, 스트레스 자극에 혈압과 심박수가 과도하게 증가하는 경우 추후 고혈압 발생 및 심혈관계 질환 위험도는 높아진다[1]. 심혈관 반응성(cardio vascular reactivity)이란 인체에 스트레스 자극이 가해졌을 때 심박수, 혈압과 같은 심혈관계에 나타나는 혈액 동역학적 반응을 의미한다. 일반적으로 교감신경자극 검사인 냉압박 검사(cold pressor test)를 이용하여 심혈관 반응성을 평가한다. 일부 연구에서 냉압박 검사 동안 과도한 혈압 반응(blood pressure reactivity)은 고혈압, 관상동맥질환 및 경동맥 동맥경화 발생과 관련이 있다고 제시하였다[2, 3]. 따라서 스트레스로 인한 심혈관 반응을 억제하는 것이 심혈관계 질환을 예방하는데 있어 매우 중요하다[4]. 규칙적인 운동 참여나 심상 안정 치료와 같은 일부 생활습관 요소들은 신체적·심리적 스트레스에 대한 과도한 심혈관 반응을 억제하는 효과를 보인다고 제시하고 있다[5, 6, 7].

음악 청취는 긍정적인 감정과 생리적인 기능을

개선하는 것으로 잘 알려져 있다[8, 9]. 선행 연구에서 음악 청취는 긍정적인 감정을 유도하고, 통증을 감소시키며[10], 불안이나 우울과 같은 부정적인 심리상태를 완화시켜 심리적인 안정감을 주는 것으로 나타났다[11]. 특히, 음악 청취는 안정 시 교감신경계 활성도를 낮추고 부교감 신경계를 활성화하여 자율신경계를 안정시키며 혈압과 심박수를 떨어뜨린다[12]. 최근 음악 청취가 고혈압 환자의 혈압을 낮추고 혈관내피세포 및 혈관경직도를 개선시킨다는 연구들이 점차 제시되고 있다[13, 14]. 즐거운 음악을 듣는 것은 건강한 사람에게서 상완동맥 내피 기능이 향상되는 것으로 나타났으며, 운동 중 좋아하는 음악을 듣는 것은 혈관내피세포에서 나오는 산화질소 배출량을 증가시켜 관상동맥질환 환자에게 혈관확장 효과를 일으킨다[15]. 또한 30분 동안 음악을 듣는 것은 혈관경직도의 지표인 파동 반사 지수를 급격히 감소시키는 것으로 입증되었다[14].

그러나 음악청취가 스트레스로 유도된 혈류역학적 반응(hemodynamic response)을 약화시켜 스트레스 자극에 대한 보호 역할을 할 수 있는지에 대해서는 현재까지 연구된 바가 없다. 음악치료가 의료적인 대안 치료 수단으로서 잠재적인

가능성이 점차 부각되고 있는 실정이지만 치료 효과에 대한 근거는 부족한 실정이다. 따라서 음악치료의 효과를 증명할 수 있는 추가적인 근거들이 필요하다. 특히, 음악청취가 스트레스 자극에 대한 심혈관 반응성을 완화시켜 줄 수 있는지에 대한 증거는 매우 의미가 있을 것이다. 음악청취가 스트레스에 대한 심혈관 반응 완화 효과를 보인다면 대안적인 치료 방법으로서의 음악치료를 적용할 수 있는 근거를 제시할 뿐만 아니라, 음악청취의 효과 근거를 창출 할 수 있을 것이다. 본 연구의 목적은 건강한 성인에서 냉압박 검사를 이용한 교감신경 활성화로 유도된 스트레스에 대해 선호하는 음악을 듣는 것이 혈관반응성과 자율신경계 반응을 완화시킬 수 있는지 검토하는 것이다. 본 연구는 음악을 듣는 것이 냉압박 검사 시 과도한 혈류역학적 반응성을 약화시키고 자율신경 회복을 촉진할 것이라는 가설을 세웠다.

2. 연구방법

2.1. 연구대상

본 연구는 건강한 20대 성인 15명(남 9명, 여 6명)을 대상으로 하였으며 심혈관계, 호흡기 관련, 근골격계, 대사성 질환을 처방 받거나 관련 치료 약물을 복용하는 사람은 없었다. 평소 음악청취에 대한 기간이나 정도는 고려하지 않았다. 모든 대상자는 실험 전 연구에 대한 설명을 충분히 듣고 사전 동의서에 서명을 한 후 실험에 참

여하였다. 본 연구는 서울시립대학교의 연구윤리 위원회의 승인을 받은 후 시행하였다(No. UOS IRB 2020-10). 대상자들의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

연구 대상자의 표본크기는 G*Power 3.1을 이용하여 산출하였다. 효과크기를 0.25로 설정하고 유의수준을 0.05, 검정력을 80%로 하였을 때 24명으로 산출되었다. 연구 설계에 맞춰 각각의 처치 시 12명이 필요한 것으로 나타났으나, 중도 탈락자를 고려하여 15명으로 선정하였다.

2.2. 실험설계

본 연구는 무작위 교차 설계(randomized cross-over design) 연구로 진행 되었고, 대상자는 통제 처치과 음악 처치 총 두 번의 실험에 모두 참여하였다. 음악 처치의 효과를 상쇄(washout)시키기 위하여 측정 사이의 기간은 최소 3일로 하였으며, 시간 주기에 따른 측정 변동성을 제어하기 위해 동일한 시간대에 검사를 실시하였다.

교감신경계 활성화를 위해 보편적으로 사용되는 방법인 냉압박 검사(cold pressor test)를 사용하여 심혈관 반응성을 측정하였고 검사는 각각의 처치 30분 후에 실시하였다. 통제 처치의 경우 편안하게 앉은 상태에서 어떠한 자극 없이 30분의 휴식을 취하도록 하였고, 음악 처치의 경우 통제 처치와 동일한 상태에서 선호하는 음악을 개인 장비로 30분간 청취하도록 하였다.

모든 대상자는 실험 참여 전 8시간 이상 공복 상태를 유지하고, 알코올과 카페인 섭취, 흡연을

Table 1. Physical characteristics of the subjects

Variables	data(mean±SD)
Male/Female	9/6
Age (yrs)	23.1±1.94
Weight (cm)	68.9±12.61
Height (kg)	173.1±8.80
BMI (kg/m ²)	22.6±2.60
Body Fat (%)	21.7±6.87
SBP (mmHg)	114.4±9.20
DBP (mmHg)	72.0±7.70

Note. Values are presented as mean±standard deviation. BMI: body mass index, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure.

삼가도록 하였다. 전체적인 실험 설계는 <Figure. 1>에 제시하였다. 대상자들은 실험 당일 실험실에 도착하여 최소 30분 이상 휴식을 취한 뒤 측정하였다. 심박수와 혈압 측정은 30분 안정 후 (baseline), 냉압박 검사 시작 후 30초, 냉압박 검사 완료 후 회복 30초와 120초 총 4회에 걸쳐 실시되었다. 심박변이도는 30분 안정 후 (baseline), 냉압박 검사 전, 냉압박 검사 후 총 3회가 측정 되었다.

2.3. 냉압박 검사

대상자는 안정 시 혈압과 심박수를 측정한 뒤, 누운 자세에서 수은 4°C 정도의 얼음물에 왼손을 손목까지 넣었다가 3분 후 즉시 얼음물에서 손을 빼고 2분간 회복기 동안의 지표들의 변화를 측정하였다. 심혈관 반응성 측정 지표로서 심박수와 상완 및 중심 수축기 혈압과 이완기 혈압을 측정하였으며, 냉압박 검사 중 30초, 회복기 30초, 120초에 측정하였다.

수온은 막대온도계를 이용하여 지속해서 확인하였으며, 냉압박 검사 동안 발살바 호흡을 하지 않고 정상 호흡 패턴을 유지하도록 하였다.

2.4. 처치 방법

기저 측정은 냉압박 검사 30분 전에 실시하였다. 통제 처치는 기저 측정 후 30분간 앉은 자세로 휴식을 취하였으며 음악 처치는 30분간 앉은 자세로 개인 장비와 이어폰을 사용하여 본인이 선호하는 음악을 연속해서 듣도록 하였다. 음악의 장르는 별도로 제한하지 않았으나 격렬한 비트나 템포가 급속히 빠른 음악은 청취 목록에서 제한

하도록 요청하였다.

2.5. 신체조성

신장은 신장 자동 측정기(DS-102, Jenix, Seoul, Korea)를 이용하여 신장(cm)을 측정하였고 체중(kg)과 근육량 및 체지방율은 가벼운 복장을 한 상태에서 체성분 분석기(Inbody 3.0, Biospace, Seoul, Korea)를 이용하여 측정하였다. 체질량지수는(BMI) = 체중(kg)/신장(m²)공식을 이용하여 산출하였다.

2.6. 심박수와 혈압

기저 상완동맥 혈압 측정은 10분간 충분히 휴식을 취한 뒤 누운 상태에서 좌측 상완에 자동혈압계(JPN601, Omron, Kyoto, Japan)를 이용하여 측정하였다. 안정 시 혈압은 2분 간격으로 총 2회 측정하여 평균값을 이용하였다. 1차와 2차 측정 간 오차가 10mmHg 이상 일 경우 1회 추가 측정하여 낮은 값들의 평균을 자료로 이용하였다. 중심동맥혈압은 SphygmoCor System (AtCor Medical, Sydney, Australia)을 이용하여 요골동맥에서 맥파를 검출한 뒤 generalized transfer function 공식에 상완동맥 혈압을 대입하여 자동 산출된 값을 자료로 이용하였다[16]. 심박수는 혈압 측정과 동일한 기기로 실험 중 측정된 값을 사용하였다.

2.7. 심박변이도

심박변이도는 Biopac system, Inc(BIOPAC Systems, Santa Barbara, CA, USA)을 이용하여 누운 상태에서 5분간 측정하였으며 피험자의 안

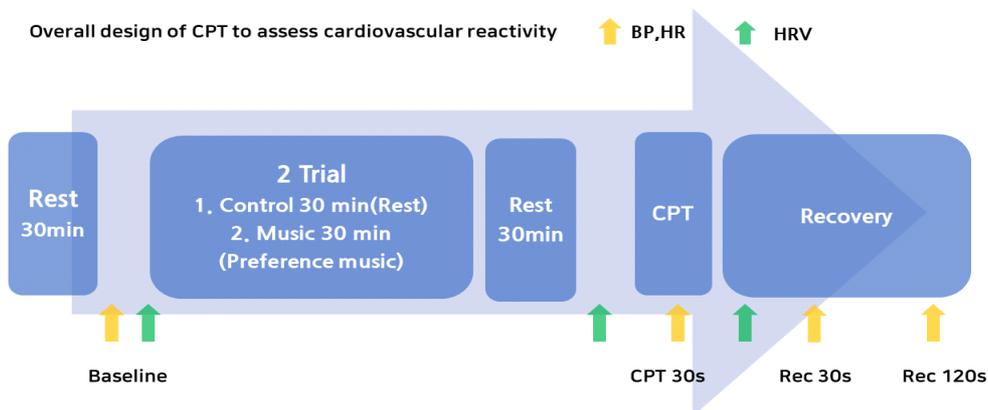


Fig. 1. Overall design of cold pressor test(CPT) to assess cardiovascular reactivity.

정을 위하여 측정 장소의 조명을 낮추고 호흡 컨트롤을 실시하였다. 심박변이도는 시간영역 분석과 주파수 영역 분석으로 제시하였고 분석 소프트웨어는 Kubios 3.1(Biosigna Analysis and Medical Image Froup, Department of Physics, University of Kuopio, Finland)를 이용하였다.

2.8. 자료 처리

측정된 모든 자료는 평균과 표준편차로 제시하였다. 통제와 음악 처치에 따른 시간별 종속변인들의 변화를 알아보기 위해 두 개의 처치(통제, 음악 청취)와 네 번의 측정시간(냉압박 검사 전, 검사 중 30초, 종료 후 30초, 120초)을 독립변인으로 하는 2×4 반복측정 이원배치분산분석(two-way ANOVA with repeated measures)을 실시하였다. 음악처치와 통제 처치 간 차이검정을 위해 측정 시기 별 차이 값을 이용한 대응 t-검정으로 사후분석을 실시하였다. 모든 통계처리는 SPSS-PC version 26.0(SPSS Inc., Chicago, USA)를 이용하였으며, 유의수준은 ≤ 0.05 로 설정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 냉압박 검사에 따른 심혈관 반응성

냉압박 검사 전 후, 통제 처치와 음악 처치 모두 심박수, 상완동맥 수축기 혈압, 상완동맥 이완기혈압, 중심동맥 수축기혈압 그리고 중심동맥 이완기혈압이 시기에 따라 유의하게 증가하였다($p < .001$)<Table 2>. 그러나 처치와 시기 간 상호작용 효과는 유의하지 않았다.

3.2. 회복기 구간에서의 혈압 변화

냉압박 검사 이후 회복기 구간에서의 혈압 변화를 살펴본 결과<Table 3>, 음악 처치에서 상완동맥 수축기 혈압의 유의한 감소가 나타났으나($p = .008$) 통제 처치는 유의한 변화가 관찰되지 않았다. 상완동맥 이완기 혈압, 중심동맥 수축기 혈압과 중심동맥 이완기 혈압이 음악 처치가 통제 처치 보다 혈압이 더 완화되는 경향을 나타냈으나 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다<Table 3>.

Table 2. Cardiovascular reactivity in response to cold pressor test and recovery at each time period in following music or control trials

Variables	Trial	Baseline	CPT-30s	Rec-30s	Rec-120s	p-value		
						Time	Trial	Interaction
HR (bpm)	MU	62±8	69±12	58±7	59±8	<.001	0.970	0.925
	CON	62±9	68±12	58±9	59±9			
bSBP (mmHg)	MU	112±9	129±14	117±10	115±9	<.001	0.585	0.099
	CON	114±9	132±12	116±11	115±10			
bDBP (mmHg)	MU	72±8	92±12	76±8	73±8	<.001	0.804	0.924
	CON	72±8	92±9	76±7	74±6			
cSBP (mmHg)	MU	98±9	119±16	104±10	100±8	<.001	0.819	0.337
	CON	100±9	120±11	103±10	100±9			
cDBP (mmHg)	MU	73±8	93±12	77±8	74±8	<.001	0.893	0.918
	CON	73±8	93±9	77±7	75±6			

Note. Value are presented as mean±standrad deviation. CPT: cold pressor test, HR: heart rate, MU: music listening, CON: control, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, bSBP: brachial SBP, bDBP: brachial DBP, cSBP: central SBP, cDBP: central DBP.

Table 3. Blood pressure in response to recovery time period(REC-30sec, 120sec) in following music or control trials

Variables	Trial	Difference	t	d.f	p-value
bSBP (mmHg)	MU	2.3±2.9	3.095	14	0.008
	CON	1.7±3.4	1.956	14	1.956
bDBP (mmHg)	MU	3.5±3.5	3.879	14	0.002
	CON	2.5±3.4	2.846	14	0.013
cSBP (mmHg)	MU	4.0±3.0	5.205	14	<.001
	CON	2.9±3.0	3.735	14	0.002
cDBP (mmHg)	MU	3.5±3.5	3.954	14	0.001
	CON	2.5±3.3	2.942	14	0.011

Note. Value are presented as mean±standrad deviation. MU: music control, CON: control, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, bSBP: brachial SBP, bDBP: brachial DBP, cSBP: central SBP, cDBP: central DBP.

Table 4. Heart rate variability in response to cold pressor test and recovery at each time period in following music or control trials

Variables	Trial	Baseline	Pre-CPT	Recovery	p-value		
					Time	Trial	Interaction
SDNN (ms)	MU	51.7±24.3	69.5±29.3	59.3±20.7	0.010	0.997	0.481
	CON	55.4±22.3	65.2±15.8	60.0±22.9			
TP (ms ²)	MU	2900.1±2930.7	5153.7±3860.3	3565.3±2343.6	0.027	0.720	0.247
	CON	3076.2±2398.6	3989.9±1754.5	3845.5±2968.0			
HF (ms ²)	MU	2376.3±2834.5	4052.8±3852.1	2379.2±1880.9	0.252	0.661	0.094
	CON	2467.7±2242.9	2711.8±1377.1	2831.9±2750.8			

Note. Value are presented as mean±standrad deviation. MU: music control, CON: control, CPT: cold pressor test, SDNN: standard deviation of the NN intervals, TP: total power, HF: high frequency.

3.3. 심박변이도

심박변이도 측정 결과 음악 처치 및 통제 처치 모두에서 냉압박 검사 동안 SDNN(standard deviation of the NN intervals)과 TP(total power)는 시기에 따라 유의한 변화를 나타냈으나 HF(high frequency)는 유의하지 않았다. 또한 처치와 시기 간 상호작용 효과는 유의하지 않았다(Table. 4).

기저 측정부터 냉압박 검사 전까지의 구간에서 실시한 처치에 대한 분석 결과 음악 처치가 통제 처치에 비해 SDNN, TP, HF가 통계적으로 유의하게 증가하였다(Table 5). 그러나 냉압박 검사 전 후 시기에서 처치 간의 차이는 유의하지 않았다.

Table 5. Changes in heart rate variability before CPT with music or control trials

Variables	Trial	Difference	t	df	p-value
SDNN(ms)	MU	16.4±14.7	4.300	14	0.001
	CON	9.8±18.4	1.924	12	0.078
TP(ms ²)	MU	1950.3±2036.3	3.709	14	0.002
	CON	913.8±1743.5	1.890	12	0.083
HF(ms ²)	MU	1452.9±1928.9	2.917	14	0.011
	CON	244.1±1777.0	0.495	12	0.629

Note. Value are presented as mean±standrad deviation. MU: music control, CON: control
SDNN: standard deviation of the NN intervals, TP: total power, HF: high frequency.

3.4. 고찰

본 연구는 음악청취가 교감신경 활성화에 대한 심혈관 및 자율신경 반응에 미치는 영향을 알아 보고자 하였다. 음악 처치와 통제 처치 모두에서 혈압과 심박수 및 교감신경계 활성화가 증가하였으며 회복 종료 시기에 사전 측정값 수준으로 돌아왔으나 두 처치간의 차이는 없었다. 냉압박 검사 이후 회복 구간에서 통제 처치에 비해 음악 처치에서 상완동맥 수축기 혈압이 더 빠르게 회복되는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구결과 음악 청취가 교감신경 활성화에 따른 혈류역학적 반응성을 약화 시키지는 못하지만 회복력을 촉진시키는 것으로 제시할 수 있을 것이다.

본 연구에서 음악 청취가 냉압박 검사 시 과도한 혈류역학적 및 자율신경계 반응을 약화시킬 것이라는 가설과 달리 차이가 없었던 이유는 다음과 같이 생각해 볼 수 있다. 본 연구에서는 음악의 특정 요소를 조절한 것이 아니라 선호하는 음악을 청취했다는 점에서 선행 연구와 차이가 있다. 음악과 혈압에 대한 Suguna와 Deepika[17]의 연구에서는 음악의 비트에 따라 심박수와 혈압의 유의한 변화가 있었다고 제시하였다. 이러한 요소로 인해 연구 가설이 기각되는 결과로 보여진다. 따라서 본 연구 결과를 추가적으로 확인하기 위해서는 비트가 낮은 음악을 동일하게 모든 대상자들에게 일정하게 지속적으로 제공하는 것을 고려하는 추가적인 연구가 진행되어야 할 것이다. 스트레스 자극으로부터 심혈관 회복에 음악 청취의 영향을 연구한 선행 연구에서 음악의 요소가 실시간으로 지속적으로 제공될 때 혈압에 직접적인 영향을 주는 것으로 보인다. 스트레스 자극 시부터 회복 시까지 지속적으로 음악 청취

를 제공한 Chafin 외[9]의 연구에서 상완동맥 수축기 혈압 반응이 가장 분명하게 나타났으며, 심박수 회복에는 차이가 없었다고 한다. 이러한 결과는 음악 처치에서만 회복기 상완동맥 수축기 혈압의 유의한 감소가 나타난 결과와 부분적으로 일치한다. 따라서 음악 청취가 교감신경 활성화에 따른 혈류역학적 반응의 회복력을 촉진시키는 것으로 효과를 제시할 수 있을 것이다.

흥미로운 것은 Chafin 외[9]의 연구는 회복기에도 지속적으로 음악 청취가 제공되었지만, 본 연구에서는 음악 청취가 교감신경 활성화 이전에 제공되었다. 기존의 선행 연구들에서는 음악 처치가 이루어지는 상태에서 심혈관 변인들의 변화를 관찰한 연구들이 다수였으나, 본 연구는 음악청취의 보호 효과를 보기 위해 스트레스 전에 음악 청취를 제공하였고 이후 스트레스 중이나 회복 시에 음악이 제공되지 않는 상태에서의 변화를 관찰하였다는 점에서 의의가 있다. 따라서 본 연구 결과는 스트레스 자극 전 음악 청취의 효과 가능성을 제시할 수 있을 것으로 보인다. 그러나 이와 관련된 추후 연구가 진행되어 본 연구 결과를 확인해야 할 것이다.

음악이 스트레스 자극으로부터 심리적, 생리적 회복을 촉진하는 이유에 대해 음악 청취는 기분을 좋게 할 뿐만 아니라 효과적으로 인지를 분산시키기 때문이라는 견해도 있다[18]. 스트레스 요인이 종료된 후 그 상황을 다시 돌이켜 생각하고 떠올리는 반추를 방지하는 것이 회복속도를 높이는지에 대한 연구 결과에서 정서적 스트레스 노출이 혈압을 상승시키고 상승된 혈압의 회복을 지연시키는 것으로 나타났다[8]. 운동 자극이나 냉압박 검사와 같은 스트레스 노출은 스트레스

요인에 대한 반추가 낮기 때문에 회복 구간에서 큰 차이를 나타내지 않은 것으로 추정하였다.

냉압박 검사 전 후로 두 처치 간의 혈압과 심박수의 변화가 관찰되지 않았고, 회복기에 수축기 혈압을 제외한 다른 변인들의 유의한 차이가 없었던 것에 대해 다음 요인들의 영향으로 인한 가능성을 제시해 보고자 한다.

첫째, 교감신경 활성화를 위한 방법에 따른 영향의 차이이다. 선행 연구에 따르면 스트레스의 유형에 따라 심박변이도 지표 값이 다르게 나타났으며[19], 스트레스 요인이 감정적, 정서적인 경우 이후 반추하게 되면서 심혈관계에 더 큰 영향을 주는 것으로 나타났다[8, 18]. 감정적인 수준이 낮은 운동 자극이나 냉압박 검사는 상대적으로 더 나은 회복을 보였다[8]. 본 연구에서 사용된 교감신경 활성화 방법은 냉압박 검사로 즉각적인 교감신경 활성화는 유도할 수 있었으나 이후 회복에서는 통제 처치와 비슷하게 회복하는 양상을 나타낸 이유로 추정할 수 있다.

둘째, 음악의 처치가 적용된 시기에 따른 차이이다. 음악 청취로 심혈관 변인의 변화가 나타난 선행 연구들의 경우 처치가 진행되는 시기에 변화가 관찰되었다[9, 17]. 그러나 본 연구는 음악의 보호 효과를 보기 위한 것으로 처치가 먼저 이루어지고 이후 음악이 제공되지 않았다. 따라서 음악 청취는 보호의 효과보다 스트레스 자극이 진행되는 상황이거나 자극이 종료된 후 회복기에 제공되는 것이 더 효과적일 것으로 추정된다.

셋째, 음악 처치의 제공 회기에 따른 차이이다. 고혈압 환자들을 대상으로 한 다회기의 음악 중재 프로그램은 혈압 감소 경향을 나타냈다고 한다[13]. 12회기의 음악 중재 프로그램에 참여한 고혈압 환자는 수축기혈압과 이완기 혈압 모두 통제 그룹에 비해 유의한 감소를 나타냈다[20]. 본 연구의 건강한 대상과는 다르지만 혈압의 개선을 나타냈다는 점에서 일시적인 음악 처치가 아닌 다회기의 음악 중재의 영향을 본다면 다른 결과를 기대할 수도 있을 것이다.

자율신경계의 변화를 관찰하기 위하여 본 연구에서는 비침습적이고 보편적인 검사인 심박변이도를 측정하였다. 심박동수는 건강한 사람일수록 인체 내외적 변화에 대응하여 역동적으로 변한다[21]. 연구 결과 심박변이도의 측정값 중 SDNN, TP, HF는 음악청취 전 후로 음악 처치에서만 유의한 증가를 나타냈다. 이 지표들은 심박변이도 검사의 변수 중 우선적으로 의미 있게 활용되는

변수이다[22, 23, 24].

SDNN은 음악청취 전 후로 음악 처치와 통제 처치 모두 증가하였으나 교감신경 활성화 이후 회복기에는 감소하며 처치 간 차이가 나타나지 않았다. SDNN은 시간영역 분석의 대표적인 변인이고 NN간격의 표준편차로서 주파수영역의 TP와 수학적으로 비슷한 의미를 가진다[21]. HRV가 크고 불규칙하면 SDNN 값이 증가하게 된다. 따라서 SDNN은 스트레스에 대한 생리적 탄력성의 지표라고 할 수 있다[25]. 처치 전 후로 음악 처치에서만 유의한 향상을 나타낸 것은 안정 시 음악 청취가 자율신경계에 긍정적인 영향을 줄 수 있음을 시사한다. 그러나 교감신경 활성화 이후 통제 처치와 유사하게 감소하는 경향을 보였기에 스트레스에 대한 보호 효과는 기대할 수 없었다.

주파수영역 분석 변인인 TP는 음악 처치에서만 음악청취 전 후로 유의한 증가가 나타났고 교감신경 활성화 이후 회복기에 감소하였다. 통제 처치는 처치 전부터 회복기까지 큰 변화를 나타내지 않았다. TP는 시간영역 분석의 SDNN과 유사한 의미를 갖고 있으며, 주파수 영역들의 합으로써 자율신경계의 전체적인 활동성과 조절능력을 반영한다[26]. SDNN 결과와 유사한 경향을 나타냄으로써 음악 처치가 안정 시에 자율신경계의 향상에 영향을 미치는 것을 확인 할 수 있었다. 그러나 교감신경 활성화에 대한 보호 효과는 나타나지 않았다.

주파수 영역의 지표로서 부교감 신경계의 활성성을 나타내는 HF는 TP와 유사한 변화를 나타냈다. 음악청취 전 후로 음악 처치에서만 유의한 증가를 보였고, 이후 회복기에 감소를 나타냈다. 통제 처치의 경우 유의한 변화가 관찰되지 않았다. HF의 유의한 증가는 TP의 증가와도 관련이 있는 것으로 보인다.

본 연구와 유사한 젊고 건강한 성인을 대상으로 한 연구에서 스트레스 자극 이후 회복 시 선호하는 편안한 음악을 청취 하였을 때 통제 처치보다 부교감 신경 지표인 HF에서 더 높은 수준을 나타냈고 감정에서도 긍정적인 변화를 나타냈다[27]. 음악 처치가 스트레스 회복에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났으나 본 연구의 음악 청취 시기와는 다르게 회복 시기에 적용 되었으므로 스트레스에 대한 보호효과를 관찰할 수는 없었다. Thoma 외[28]의 연구에서 스트레스 자극 전에 편안한 음악을 청취하였을 때 자율신경

회복 속도가 빨라지는 경향을 관찰할 수 있었으나 본 연구와 같은 냉압박 검사가 아닌 심리와 인지적 스트레스 자극이 제공되었다.

선행 연구들에서는 음악이 심장 자율 반응에 영향을 주는 기전에 대해 다음과 같이 제시하고 있다. 첫째, 음악이 가지고 있는 구조적 요소와 음량의 변화로 감정을 일으키고 전율을 느끼게 되는데[29], 이러한 음악적 요소로 이루어진 음악 구절은 심혈관의 리듬과 호흡에 지속적인 동적 영향을 미치며 내재된 심혈관 리듬을 동기화하여 심혈관 통제를 조절할 수 있다[30, 31]. 둘째, 음악적 청각 자극과 심박변이도 사이의 관계를 연구한 결과 음의 강도와 미주신경 균형 사이에 강한 상관관계가 있는 것으로 나타났으며 즐거운 노래로 유발된 선조체 시스템의 도파민 방출이 심장 자율 신경 조절에 관여 할 가능성도 제시하였다[32]. 음악적 중재가 심박변이도에 미치는 영향에 대한 다수의 연구들을 체계적으로 검토한 연구결과에서도 음악이 부교감신경과 심박변이도를 증가시켜 심장의 자율 신경 시스템에 작용하는 것으로 나타났다[12]. 그러나 음악 청취가 교감신경 활성화에 따른 심혈관 반응을 완화시키기 위한 보호 효과로서의 역할에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 교감신경 활성화 방법으로 냉압박 검사를 진행하였기에 인지적, 심리적 교감신경 활성화에 대한 반응과는 차이가 있을 수 있다. 둘째, 일시적인 음악 청취가 적용되었기에 다회기의 지속적인 음악 중재가 보호 효과를 가지는지에 대해서는 확인할 수 없다. 셋째, 젊고 건강한 성인을 대상으로 하였기에 다른 연령대나 질환을 가지고 있는 대상에게 일반화 할 수 없다. 넷째, 대상자가 선호하는 음악으로 진행하였기에 음악적 조건이 동일하지 않았다. 본 연구에서는 대상자가 선호하는 편안한 음악으로 진행하였는데 선행 연구를 참조하여 동일한 구조와 강도(음량)의 음악을 제공하는 연구도 필요하다. 이러한 제한점에도 불구하고 본 연구는 교감신경 활성화에 대한 보호 효과로서 음악청취의 영향을 연구했다는 점에서 연구적 가치가 있다. 음악 청취가 심장 자율 반응과 밀접한 관련이 있다는 점에서 음악 청취는 다양한 스트레스 상황을 회복시키는데 도움이 될 것으로 생각된다.

4. 결론

본 연구는 건강한 성인 15명을 대상으로 음악 청취가 교감신경계 과활성화에 대한 심혈관 및 자율신경 반응에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 그 결과, 냉압박 검사 이후 회복 구간에서 통제 처치에 비해 음악 처치에서 상완동맥 수축기 혈압이 더 빠르게 회복되는 것으로 나타났다. 자율신경계의 변화를 관찰하기 위한 심박변이도 측정 결과 음악 청취 전후로 음악 처치 그룹에서만 SDNN, TP, HF 값이 유의한 증가가 나타났으나 교감신경 활성화 이후로는 두 그룹의 차이가 나타나지 않았다.

따라서 음악청취는 스트레스 자극 이후 상완동맥 수축기 혈압 회복에 도움을 줄 수 있을 것으로 생각되며, 안정 시 자율신경계의 향상에 도움을 주는 것을 확인할 수 있었다.

스트레스 자극 이후의 심혈관과 자율신경계 보호 효과로서의 음악 청취에 대한 추후 연구에서는 스트레스 자극 방법, 음악적 요소의 고려, 음악 청취시기에 따른 다양한 검증 연구가 필요할 것으로 사료된다.

References

1. G. Grassi, G. Seravalle, G. Mancia, "Sympathetic activation in cardiovascular disease: evidence, clinical impact and therapeutic implications", *European journal of clinical investigation*, Vol.45, No.12, pp. 1367-1375, (2015).
2. S. Pouwels, Genderen Van, E. M, H. G. Kreeftenberg, R. Ribeiro, C. Parmar, B. Topal, ... S. Ugale, "Utility of the cold pressor test to predict future cardiovascular events", *Expert review of cardiovascular therapy*, Vol.17, No.4, pp. 305-318, (2019).
3. D. L. Wood, S. G. Sheps, L. R. Elveback, A. Schirger, "Cold pressor test as a predictor of hypertension", *Hypertension*, Vol.6, No.3, pp. 301-306, (1984).

4. M. S. Menkes, K. A. Matthews, D. S. Krantz, U. Lundberg, L. A. Mead, B. Qaqish, ... T. A. Pearson, "Cardiovascular reactivity to the cold pressor test as a predictor of hypertension", *Hypertension*, Vol.14, No.5, pp. 524-530, (1989).
5. M. J. Cho, Y. W. Kim, J. I. Kwon, H. J. Kim, S. Y. Jae, "The effect of acute aerobic exercise on central blood pressure reactivity to sympathetic activation in healthy adults: a randomized crossover trial", *The Korean Journal of Sports Medicine*, Vol.39, No.1, pp. 27-33, (2021).
6. M. Vilella, A. Vilella, "Exercise and cardiovascular diseases", *Kidney and Blood Pressure Research*, Vol.39, No.2-3, pp. 147-153, (2014).
7. C. J. Lavie, R. Arena, D. L. Swift, N. M. Johannsen, X. Sui, D. C. Lee, ... S. N. Blair, "Exercise and the cardiovascular system: clinical science and cardiovascular outcomes", *Circulation research*, Vol.117, No.2, pp. 207-219, (2015).
8. L. M. Glynn, N. Christenfeld, W. Gerin, "The role of rumination in recovery from reactivity: Cardiovascular consequences of emotional states", *Psychosomatic medicine*, Vol.64, No.5, pp. 714-726, (2002).
9. S. Chafin, M. Roy, W. Gerin, N. Christenfeld, "Music can facilitate blood pressure recovery from stress", *British journal of health psychology*, Vol.9, No.3, pp. 393-403, (2004).
10. A. Yamasaki, A. Booker, V. Kapur, A. Tilt, H. Niess, K. D. Lillemoe, ... C. Conrad, "The impact of music on metabolism", *Nutrition*, Vol.28, No.11-12, pp. 1075-1080, (2012).
11. L. A. Mitchell, R. A. MacDonald, E. E. Brodie, "A comparison of the effects of preferred music, arithmetic and humour on cold pressor pain", *European journal of Pain*, Vol.10, No.4, pp. 343-351, (2006).
12. H. Mojtavavi, A. Saghazadeh, V. E. Valenti, N. Rezaei, "Can music influence cardiac autonomic system? A systematic review and narrative synthesis to evaluate its impact on heart rate variability", *Complementary Therapies in Clinical Practice*, Vol.39, pp. 101162, (2020).
13. A. Y. Kühlmann, J. R. Etnel, J. W. Roos-Hesselink, J. Jeekel, A. J. Bogers, J. J. Takkenberg, "Systematic review and meta-analysis of music interventions in hypertension treatment: a quest for answers", *BMC cardiovascular disorders*, Vol.16, pp. 1-9, (2016).
14. C. Vlachopoulos, A. Aggelakas, N. Ioakeimidis, P. Xaplanteris, D. Terentes-Printzios, M. Abdelrasoul, ... D. Tousoulis, "Music decreases aortic stiffness and wave reflections", *Atherosclerosis*, Vol.240, No.1, pp. 184-189, (2015).
15. M. Miller, C. C. Mangano, V. Beach, W. J. Kop, R. A. Vogel, "Divergent effects of joyful and anxiety-provoking music on endothelial vasoreactivity", *Psychosomatic medicine*, Vol.72, No.4, pp. 354-356, (2010).
16. J. E. Sharman, S. Laurent, "Central blood pressure in the management of hypertension: soon reaching the goal?", *Journal of Human Hypertension*, Vol.27, No.7, pp. 405-411, (2013).
17. S. Suguna, K. Deepika, "The effects of music on pulse rate and blood pressure in healthy young adults", *Int J Res Med Sci*, Vol.5 No.12, pp. 5268-72, (2017).
18. M. Radstaak, S. A. Geurts, J. F. Brosschot, M. A. Kompier, "Music and psychophysiological recovery from stress", *Psychosomatic medicine*, Vol.76, No.7, pp. 529-537, (2014).
19. H. M. Koh, H. C. Shin, "Correlation of stress and HRV in Korean between the age 30s and 40s", *The Korean journal of stress research*, Vol.19, No.4, pp. 273-279, (2011).
20. C. R. D. O. Zanini, P. C. B. V. Jardim, C. M. Salgado, M. C. Nunes, F. L. D. Urzêda, M. V. C. Carvalho, ... W. K. S. B. D. Souza, "Music therapy effects on the

- quality of life and the blood pressure of hypertensive patients”, *Arquivos brasileiros de cardiologia*, Vol.93, pp. 534–540, (2009).
21. W. J. Choi, B. C. Lee, K. S. Jeong, Y. J. Lee, “Minimum measurement time affecting the reliability of the heart rate variability analysis”, *Korean Journal of Health Promotion*, Vol.17, No.4, pp. 269–274, (2017).
 22. N. Montano, T. G. Ruscone, A. Porta, F. Lombardi, M. Pagani, A. Malliani, “Power spectrum analysis of heart rate variability to assess the changes in sympathovagal balance during graded orthostatic tilt”, *Circulation*, Vol.90, No.4, pp. 1826–1831, (1994).
 23. L. Salahuddin, J. Cho, M. G. Jeong, D. Kim, “Ultra short term analysis of heart rate variability for monitoring mental stress in mobile settings”, *IEEE*, In 2007 29th annual international conference of the IEEE engineering in medicine and biology society, pp. 4656–4659, (2007).
 24. C. Lee, W. S. Choi, B. C. Lee, K. S. Jeong, Y. J. Cho, “Clinical use of Heart rate variability by comparison of measurement for 3 and 5 minutes”, *Korean Journal of Family Practice*, Vol.5, No.3, pp. 523–528, (2015).
 25. H. G. Kim, E. J. Cheon, D. S. Bai, Y. H. Lee, B. H. Koo, “Stress and heart rate variability: a meta-analysis and review of the literature”, *Psychiatry investigation*, Vol. 15, No.3, pp. 235, (2018).
 26. J. M. Woo, “The Concept and Clinical Application for the Measurement of Heart Rate Variability”, *Korean Journal of Psychosomatic Medicine*, Vol.12, No.1, pp. 3–14, (2004).
 27. A. De la Torre-Luque, C. Diaz-Piedra, G. Buela-Casal, “Effects of preferred relaxing music after acute stress exposure: A randomized controlled trial”, *Psychology of Music*, Vol.45, No.6, pp. 795–813, (2017).
 28. M. V. Thoma, R. La Marca, R. Brönnimann, L. Finkel, U. Ehlert, U. M. Nater, “The effect of music on the human stress response”, *PloS one*, Vol.8, No.8, pp. e70156, (2013).
 29. O. Grewe, F. Nagel, R. Kopiez, E. Altenmüller, “How does music arouse “chills”? Investigating strong emotions, combining psychological, physiological, and psychoacoustical methods”, *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol.1060, No.1, pp. 446–449, (2005).
 30. H. J. Trappe, “The effects of music on the cardiovascular system and cardiovascular health”, *Heart*, Vol.96, No.23, pp. 1868–1871, (2010).
 31. J. A. Etzel, E. L. Johnsen, J. Dickerson, D. Tranel, R. Adolphs, “Cardiovascular and respiratory responses during musical mood induction”, *International Journal of psychophysiology*, Vol.61, No.1, pp. 57–69, (2006).
 32. V. E. Valenti, H. L. Guida, A. C. Frizzo, A. C. Cardoso, L. C. M. Vanderlei, L. C. D. Abreu, “Auditory stimulation and cardiac autonomic regulation”, *Clinics*, Vol.67, pp. 955–958, (2012).