



에어딕 무선 공기압 마사지기 기능 적용에 따른 생리학적 변화 분석

실험결과보고서

책임연구원 이대택
공동연구원 윤소미, 이윤빈
참여연구원 강태종, 조현만



국민대학교 운동생리학연구실



목 차

I. 요약	1
II. 서론	4
1. 연구개발의 필요성	4
2. 연구 목적	5
III. 연구 절차	6
1. 연구 설계	6
2. 연구 진행 일정	9
3. 연구용 주요 기자재	10
4. 연구 방법	11
IV. 결과	18
1. 혈류량 변화 결과	18
2. 둘레 변화 결과	27
3. 근긴장도 변화 결과	29
4. 체온 변화 결과	31
V. 결론	36

그림 목차

그림 1. 연구설계	6
그림 2. 실험장소(국민대학교 운동생리학 실험실)	8
그림 3. 공기압 마사지기 처치 사진	13
그림 4. 혈류량 측정 위치 및 측정 사진	14
그림 5. 하퇴 둘레 측정 위치 및 측정 사진	15
그림 6. 하퇴 근긴장도 측정 위치 및 측정 사진	16
그림 7. 하퇴 체온 측정 사진	17
그림 8. 각 조건에 따른 종아리 중앙위치의 시기별 혈류량 변화	19
그림 9. 각 조건에 따른 종아리 내측위치의 시기별 혈류량 변화	21
그림 10. 각 조건에 따른 대퇴후면과 손등의 시기별 혈류량 변화	22
그림 11. 종아리 중앙 위치의 조건 별 혈류량 변화 비교	24
그림 12. 종아리 내측 위치의 조건 별 혈류량 변화 비교	25
그림 13. 공기압마사지기 사용 처치 및 시기에 따른 혈류량 변화	26
그림 14. 시기에 따른 둘레 변화 결과	28
그림 15. 시기에 따른 근긴장도 변화 결과	30
그림 16. 공기압 마사지기 사용 유무에 따른 체온 변화	31
그림 17. 처치방법에 따른 체온 변화 결과(처치 1)	33
그림 18. 처치방법에 따른 체온 변화 결과(처치 2)	34
그림 19. 처치방법에 따른 체온 변화 결과(처치 3)	35

표 목차

표 1. 연구 참여자 정보	9
표 2. 연구 진행 일정	9
표 3. 측정 장비	10
표 4. 측정 절차	11
표 5. 공기압 마사지기 처치 방법	13
표 6. 종아리 중양위치의 각 조건에 따른 시기별 혈류량 변화	19
표 7. 종아리 내측위치의 각 조건에 따른 시기별 혈류량 변화	20
표 8. 대퇴후면과 손등의 각 조건에 따른 시기별 혈류량 변화	22
표 9. 각 조건 별 혈류량 변화(종아리 중양)	23
표 10. 각 조건 별 혈류량 변화(종아리 내측)	24
표 11. 공기압 마사지기 사용 조건에 따른 혈류량 변화율(종아리 중양)	25
표 12. 공기압 마사지기 사용 처치 1과 처치 3의 시기별 혈류량 변화(손등)	26
표 13. 시기에 따른 하퇴 둘레 변화 결과	27
표 14. 시기에 따른 근긴장도 변화 결과	29

I. 요약

의뢰업체	(주) 더블유아일랜드	개요
제품명	에어딕 무선 공기압 마사지기	
명칭	에어딕 무선 공기압 마사지기 기능 적용에 따른 생리학적 변화 분석	
연구 목적	본 연구는 무선 공기압 마사지기의 이용 시 하지의 생리학적 변화 요인을 분석하여 현장 활용의 과학적 근거를 마련하는데 목표가 있음	
실시기관 및 주소, 연구원	<p>실시 기관 : 국민대학교 체육대학 운동생리학 실험실</p> <p>주 소 : 서울시 성북구 정릉로 77</p> <p>책임연구원 : 이대택</p> <p>공동연구원 : 윤소미, 이윤빈</p> <p>참여연구원 : 강태중, 조현만</p>	
연구 기간	2021. 12. 30 - 2022. 01. 29	
참여자	<p>▶ 선정기준</p> <p>1) 30~40대 여성 3명</p> <p>2) 신체적으로 대사성 질환 및 기저질환이 없는 건강한 자</p> <p>3) 공기압 마사지기 사용에 문제가 없는 자</p>	
참여자 수	총 3명	
연구 설계	<div> <div> <div>문헌조사</div> <div>실험설계</div> <div>파일럿테스트</div> <div>대상자선정</div> <div>본실험</div> <div>데이터분석</div> <div>결과보고서 작성</div> </div> <div> <ul style="list-style-type: none"> 본 실험 변인 추출 및 실험 설계 확정 30~40대 여성 신체적으로 대사성 질환 및 기저질환이 없는 건강한 자 공기압 마사지기 사용에 문제가 없는 자 대상자 실험 설명 및 동의서 작성 신체계측 (신장, 체중, BMI) 사전 측정(혈류량, 둘레, 근긴장도, 체온) 의자에 앉아있기 처치 전 측정(혈류량, 둘레, 근긴장도, 체온) 공기압 마사지기 처치- 4가지 경우 무작위 처치 처치 후 측정(혈류량, 둘레, 근긴장도, 체온) 회복 - 누운자세 회복 후 측정(혈류량, 둘레, 근긴장도, 체온) </div> </div>	

연구 방법

1) 공기압 마사지기 처치 방법

- 3명의 참여자가 처치 방법에 따라 4회씩 측정하였으며, 순서는 대상자별 무작위로 진행하였음

측정 구분	공기압	진동	온열
처치 없음	X	X	X
처치 1	중	중	중
처치 2	중	강	약
처치 3	중	약	중

2) 하지 혈류량 변화 측정

- 공기압 마사지기 착용 부위에 대한 혈류량을 측정하기 위해 하퇴에서 정맥이 지나가는 두 부위(종아리 중앙, 종아리 안쪽) 선정
- 체내 혈액순환을 알아보기 위해 대퇴후면근과 손등 위치에 정맥이 지나가는 부위를 선정하여 측정
- 레이저 도플러(laser-Doppler) 기술을 이용한 혈류량 측정기기를 사용하였으며, 레이저 도플러 플로우 프로브(flow probe)를 부착하여 혈류량 데이터를 수집함

3) 하지 둘레 변화 측정

- 하퇴에서 가장 두꺼운 부분을 줄자로 측정
- 참여자가 서 있는 상태에서 하퇴의 둘레를 측정할 경우 줄자가 지면과 평행하게 되었는지 확인하고 측정함

4) 근긴장도 변화 측정

- 하퇴의 주요 근육두 부위(비복근, 넙치근) 중 혈류량 측정 부위와 유사하면서 근육의 주요 수축이 있는 두 곳을 선정함
- 근긴장도 측정기를 사용하여 해당 근육 부위에 측정기를 대고, 초록색 불이 켜지면서 3회의 진동과 함께 측정이 되면 화면의 나타난 결과 값을 확인하여 기록함

5) 체온 변화 측정

- 하퇴의 높이와 열화상 카메라의 높이를 동일하게 하기 위하여 참여자는 스텝 위로 올라가서 서 있는 상태를 유지하였으며, 연구자는 열화상 카메라의 초점을 양쪽의 하퇴에 맞춰 촬영하였음

결과

1) 하지 혈류량 변화 결과

- 공기압 마사지기 사용 여부에 따른 혈류량 차이는 미사용 15분 직후와 비교해 평균적으로 사용 15분 직후에서 높은 혈류량을 보임

	<ul style="list-style-type: none"> • 혈류량 변화율은 각 처치 조건으로 비교하였을 때, 처치 없음이 가장 낮게 나타남. • 혈류 유지량을 비교한 결과 공기압 마사지기 사용이 사용하지 않았을 때와 비교해 평균적으로 높은 혈류 유지량을 보임 <p>2) 하지 둘레 변화 결과</p> <ul style="list-style-type: none"> • 공기압 마사지기 사용 직후, 하퇴의 사이즈 감소가 나타남 • 온열과 공기압, 진동의 세기에 따른 차이는 미비하였음 • 마사지기 사용 후 10분 정도의 시간이 지난 후에도 사이즈 감소가 유지되기도 하고, 증가하기도 하여 개인의 차이가 있을 수 있음 <p>3) 근긴장도 변화 결과</p> <ul style="list-style-type: none"> • 공기압 마사지기 사용 직후, 처치 방법에 따라 가자미근과 비복근의 근긴장도가 감소한 결과를 보임 • 처치 1과, 처치 3에서는 비복근의 근긴장도가 마사지기 사용 후 10분이 지난 후에도 근긴장도가 감소한 상태로 유지되어 단시간의 근육 이완에 도움을 줄 수 있을 것으로 보임 <p>4) 체온 변화 결과</p> <ul style="list-style-type: none"> • 공기압 마사기를 사용하지 않은 경우 종아리의 체온변화는 미비함 • 최고온의 지점은 처치를 하지 않았을 경우 사용이 잦은 관절부위에 나타났지만 공기압 마사지기를 사용하였을 경우 최고온은 처치 부분에 나타남 • 공기압 마사지기의 착용 방법에 따라 온열 위치가 부착된 위치에 맞춰 15분 처치 직후에는 종아리의 국소적 체온변화 위치가 다르게 나타남. 하지만 10분경과 후 하퇴의 체열의 분포는 종아리 전체에서 균일하게 나타나는 경향을 보임 • 마사지기의 설정 조건(압력, 진동, 온열)에 따른 차이는 미비하였음
--	--

II. 서 론

1. 연구개발의 필요성

- 현대인은 장시간 서 있거나 앉아있는 자세가 많음. 또한 노화나 체중 증가 등으로 혈액순환이 원활하게 이뤄지지 않아 피로감 증가, 부종, 다리저림과 같은 증상이 나타날 수 있음
- 다리 피부 아래에 있는 정맥 혈관은 판막과 종아리 근육의 수축과 이완이 협력하여 순환을 이루게 됨. 판막은 정맥 혈관을 통해 흐르는 혈액이 원활하게 심장으로 도달할 수 있도록 역류를 방지하는 역할을 담당하고 종아리 근육은 수축과 이완을 통해 심장 방향으로 혈액이 올라갈 수 있도록 펌프 역할을 함. 판막과 종아리 근육 중 하나의 역할이 제대로 이뤄지지 않을 경우 지속적인 순환장애로 인한 증상들이 나타날 수 있으며, 하지정맥류의 발병 위험이 높아지게 됨
- 종아리의 대표적 근육인 넙치근(soleus muscle)은 족저굴곡을 하고, 기립 자세를 유지하며, 보행할 때는 안정근으로 활용이 됨. 과도한 사용이나 피로도가 증가할 경우 넙치근 수축·반복에 의해 기능하는 근정맥 펌프기능이 제한되어 발과 발목이 쉽게 부을 수 있고, 심하면 발뒤꿈치와 아킬레스건에 통증이 나타날 수 있음. 또한 비복근(gastrocnemius)의 경우 족저굴곡을 하고, 발뒤꿈치를 들거나 무릎을 굽히는 역할을 하여 걷고 달리고 뛰어오르는 동작 등 움직임을 원활하게 도와줄 수 있도록 도와줌. 그러나 과도한 수축이나 피로가 누적되면 움직임의 기능에 제한이 올 수 있음

- 종아리 정맥의 판막과 근육들의 기능을 돕기 위한 다양한 방법들이 제시되고 있음. 이 중 마사지기를 통해 혈액순환을 원활하게 하여 피로를 최소화할 수 있는 방법이 제안됨. 그러나, 시중에서 판매되고 있는 제품들에 대한 기능들은 과학적 근거가 부족하여 이용자들에게 객관적 정보를 전달하기 어려움
- 이에 본 연구는 에어딕 무선 공기압 마사지기의 기능을 통해 하퇴의 생리학적인 변화가 나타나는 요인을 분석하여 현장에서의 활용을 돕고자 함

2. 연구 목적

공기압 마사지기 이용 시 하퇴의 생리학적 변화 요인을 분석하여 현장 활용의 과학적 근거를 마련하는데 목표가 있음

Ⅲ. 연구 절차

1. 연구 설계

이 연구는 <그림 1>과 같이 설계되었음

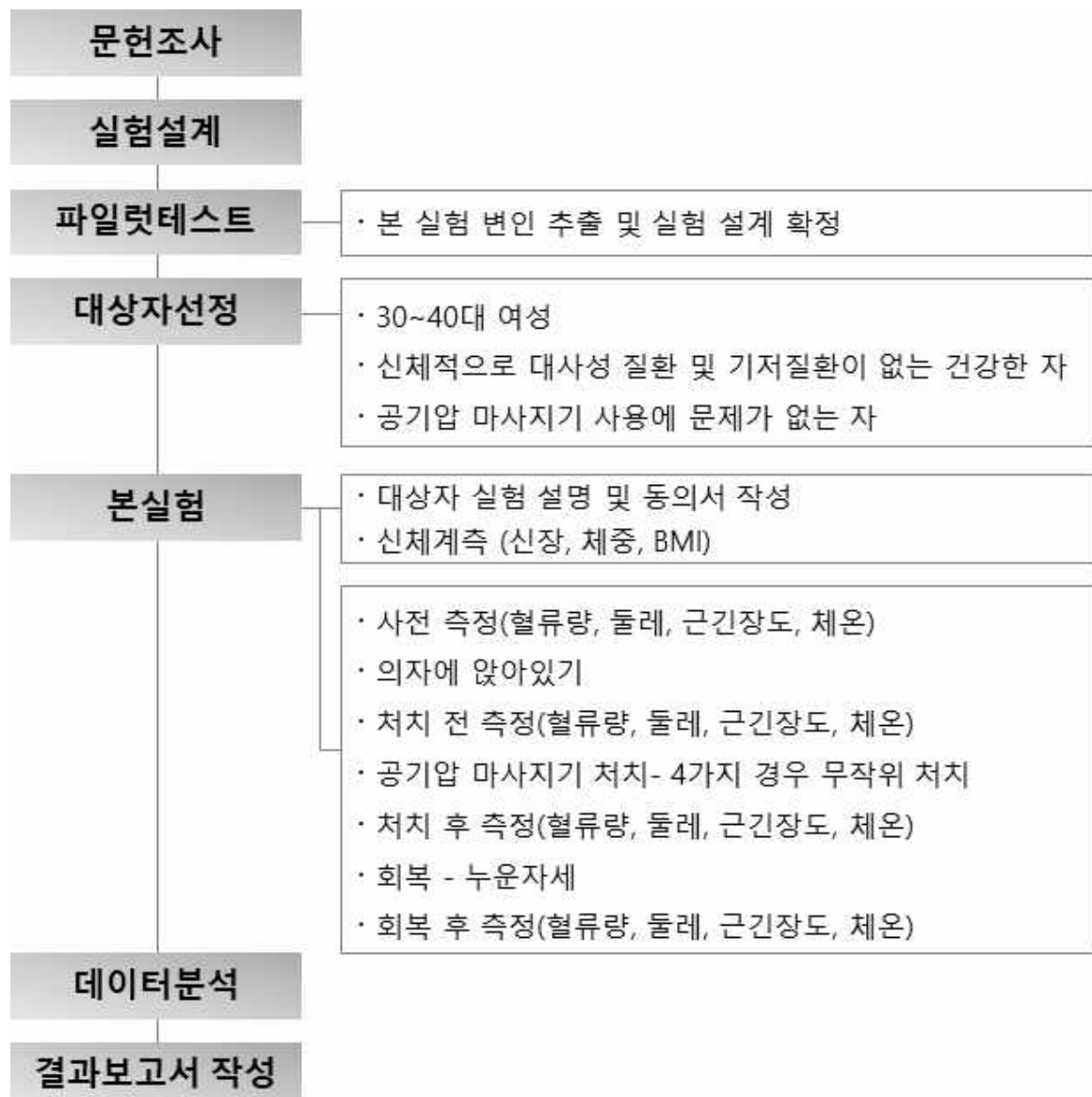


그림 1. 연구 설계

1) 생명윤리사항 검토

- 생명윤리심의위원회(Institutional Review Board, IRB)는 임상연구에 참여하는 연구참여자의 권리 · 안전 · 복지를 위하여 인간을 대상으로 하는 모든 생명연구의 윤리적, 과학적 측면을 심의하여, 연구계획을 승인할 수 있는 독립된 합의제 의결기구로써 본 연구는 인간을 대상으로 하는 연구이기 때문에, IRB 심의 대상임
- 본 연구는 PM의 신체 검증을 위한 예비연구로 추후 본 연구에 들어가기 위한 안전 사항을 검토하는 것을 포함함. 이에 IRB 심의를 진행하지 않았지만, 추후 본 심의에 들어갈 경우를 대비하여 실험의 안정성에 대한 검증의 결과로 활용할 수 있도록 모든 실험 절차를 IRB 심의 절차를 준수하여 진행하였음

2) 실험환경 조성

- 본 연구의 모든 참여자들은 국민대학교 운동생리학 실험실에서 실험에 참여하였음. 실험을 진행하기 전에 안전한 환경을 조성하기 위하여 참여연구원들이 사전에 테스트를 실시하여 실험을 원활하게 진행될 수 있도록 준비하였음
- 실험 시 발생할 수 있는 사고를 예방하기 위해 IRB에서 규정하는 지침을 준수하여 진행하였음. 실험장비(혈류량 측정기, 근긴장도 측정기, 열화상측정기 등)를 전문성 있게 다룰 수 있는 연구자들이 실험에 참여하였음
- COVID-19에 따라 실험의 모든 과정에서 방역지침을 준수하여 진행하였음



그림 2. 실험 장소(국민대학교 운동생리학 실험실)

3) 연구대상

(1) 연구 참여자 선정기준

- 30~40대 여성 3명
- 신체적으로 대사성 질환 및 기저질환이 없는 건강한 자
- 공기압 마사지기 사용에 문제가 없는 자

(2) 연구 참여자 모집조건

- IRB 권고 사항에 따라 모든 연구 참여자들은 자발적 참여에 의해 모집되었음
- 인간 대상 연구자는 서면 동의를 받기 전에 동의권자에게 본 연구의 사항에 대하여 충분히 설명하였으며, 참여자와 참여연구자는 동의서에 해당 날짜와 서명을 자필로 작성하였음

- 참여자에게 본 연구 소개 내용, 동의서를 설명하는 절차, 참여자의 동의를 요청할 때 사용하게 될 설명문 및 동의서 양식은 국민대 연구윤리심의위원회에서 제공하는 양식을 사용하였음

(3) 연구 참여자 신체적 특성

- 이 연구에 참여한 연구 참여자의 신체적 특성은 <표 1>과 같음

표 1. 연구 참여자 정보

번호	성별	연령 (yrs)	신장 (cm)	체중 (kg)	신체질량지수 (kg/m ²)
1	여	41	158.0	55.0	22.0
2	여	39	167.0	62.0	22.2
3	여	38	163.0	78.0	29.4
Mean ± SD		39.3 ± 1.5	162.7 ± 4.5	65.0 ± 11.8	24.5 ± 4.2

2. 연구 진행 일정

연구 진행 일정은 <표 2>와 같이 진행되었음

표 2. 연구 진행 일정

구분 \ 주차	1	2	3	4	가중치 (%)
실험 설계 및 장비 확인					10
참여자 모집					5

본 실험					25
실험데이터 분석					30
결과보고서 작성					30

3. 연구용 주요 기자재

연구에 사용된 도구와 장비들은 <표 3>과 같음

표 3. 측정 장비

측정장비 (모델명)	장비사진	제조사 (제조국)	용도
에어딕 무선마사지기 (VIL21-001HA)		(주)더블유아일랜드 (한국)	실험용
혈류량측정기 (ALF21R)		Advance company limited (Japan)	혈류량측정용
근경도계 (Myoton PRO)		Myoton AS (Estonia)	근긴장도측정용
줄자 (Picco)		Hoechstmass (Germany)	둘레측정용

4. 연구 방법

1) 측정 절차

본 실험의 측정 절차는 <표 4>와 같음

표 4. 측정 절차

측정 절차	측정 요인
실험 전 측정	동의서 작성, 신장, 체중, BMI
사전 측정	혈류량, 둘레, 근긴장도, 체온
의자에 앉아 있기	15분~20분
처치 전 측정	혈류량, 둘레, 근긴장도, 체온
공기압 마사지기 처치	15분
처치 직후 측정	혈류량, 둘레, 근긴장도, 체온
회복	10분
회복 10분 후 측정	혈류량, 둘레, 근긴장도, 체온

2) 실험 전 측정 및 연구 환경 확인

(1) 신체 계측

- 신장 · 체중: 신장은 신장계(DS-102, Jenix, Korea)를 사용하여 측정하였으며, 체중은 체성분 측정시에 계측되는 체중을 사용함
- 신체질량지수(Body Mass Index, BMI): BMI는 신장과 체중을 측정 후, 이를 기초로 $BMI = \text{체중(kg)} / \text{신장(m}^2\text{)}$ 공식을 통해 산출하였음

(2) 연구 환경 확인

- 실험이 겨울에 측정되었으므로 실내 온도가 낮은 것을 고려하여 실험실내의 온도를 동일하게 설정하였음
- 실험 시작 30분 전, 실험실 내의 온도를 23~26℃로 설정하였으며, 온도변화가 유지되도록 실내 난방기를 활용하여 조절하였음

3) 공기압 마사지기 처치

(1) 측정 위치

- 공기압 마사지기로 양쪽 하퇴(무릎 아래~발목)에 맞추어 측정을 진행함
- 측정 위치 및 처치 환경을 동일하게 하기 위하여 모든 참여자들은 동일한 반바지를 착용하였으며, 공기압 마사지기를 하퇴 부위의 피부에 직접적으로 부착하여 진행하였음

(2) 처치 방법

- 공기압 마사지기의 매뉴얼에 따라 공기압, 진동, 온열의 각각 3단계(저, 중, 고)를 참고하였으며, 다양한 경우에 따른 반응을 확인하기 위하여 파일럿 테스트 후에 처치 강도를 선정하였음
- 마사지기를 참여자의 피부에 직접 부착하는 것을 고려하여 파일럿 테스트 실시 후, 공기압과 온열의 강도는 '중'을 넘지 않도록 하였음

○ 처치는 3명의 참여자가 처치 방법에 따라 4회씩 측정하였으며, 순서는 참여자별 무작위로 진행하였음

○ 공기압 마사지기의 처치는 <표 5>와 같음

표 5. 공기압 마사지기 처치 방법

측정 구분	공기압	진동	온열
처치 없음	X	X	X
처치 1	중	중	중
처치 2	중	강	약
처치 3	중	약	중



그림 3. 공기압 마사지기 처치 사진

3) 혈류량 측정

(1) 측정 목적

○ 공기압 마사지기 사용 전과 후, 일정 시간이 경과 후에 대한 혈류량 변화를 관찰하여 공기압 마사지기 사용이 체내 혈액순환의 활성화에 영향을 미

치는지 알아보고자 함

(2) 측정 절차

- 공기압 마사지기 착용 부위에 대한 혈류량을 측정하기 위해 하퇴에서 정맥이 지나가는 두 부위(종아리 중앙, 종아리 안쪽)로 선정하여 진행하였음
- 체내 혈액순환을 알아보기 위해 대퇴후면근과 손등 위치에 정맥이 지나가는 한 부위를 선정하여 추가로 혈류량을 측정하였음<그림 4>
- 피부 혈류량을 측정하기 위하여 레이저 도플러(laser-Doppler) 기술을 이용한 혈류량 측정기기를 사용하였으며, 레이저 도플러 플로우 프로브(flow probe)를 부착하여 혈류량 데이터를 수집하였음

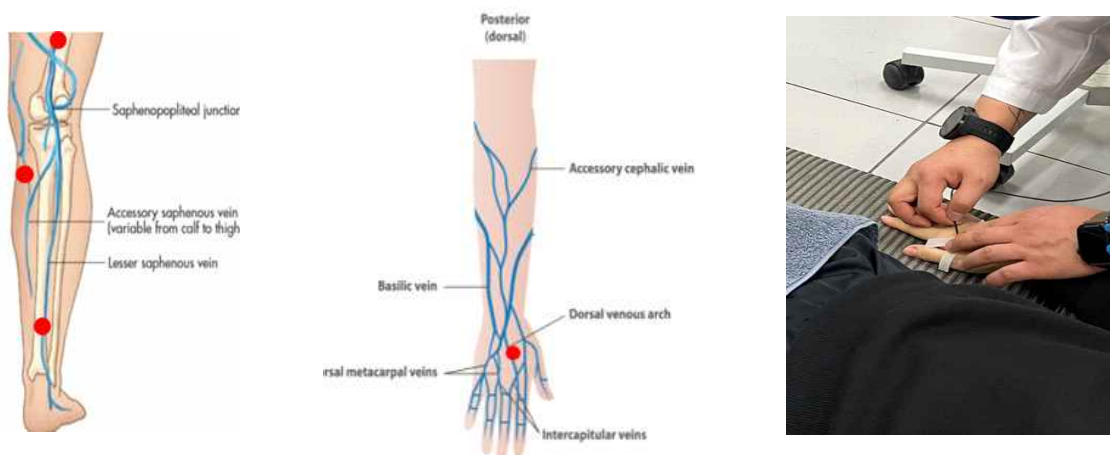


그림 4. 혈류량 측정 위치 및 측정 사진

4) 하퇴 둘레 측정

(1) 측정 목적

- 공기압 마사지기 이용 시 사용 전과 후, 일정 시간 경과 후에 종아리 둘레

의 변화를 관찰하여 공기압 마사지기 기능이 종아리 둘레의 감소에 영향을 미치는지 알아보기 위함임

(2) 측정 절차

- 공기압 마사지기 착용 부위에 대한 둘레의 변화를 관찰하기 위해 신체 계측의 표준 절차에 따라 하퇴에서 가장 두꺼운 부분을 줄자로 측정하였으며, 측정 위치 및 측정 사진은 <그림 5>와 같음
- 측정 방법을 동일하게 하기 위하여 참여자가 서 있는 상태에서 하퇴의 둘레를 측정할 경우, 줄자가 지면과 평행하게 되었는지 확인하고 측정하였으며, 총 4회에 걸쳐서 동일한 방법으로 측정하였음



그림 5. 하퇴 둘레 측정 위치 및 측정 사진

5) 하퇴 근긴장도 측정

(1) 측정 목적

- 공기압 마사지기 사용 전과 후, 일정 시간이 경과 후에 근긴장도 변화를

관찰하여 공기압 마사지기 사용이 근육의 긴장과 강성에 영향을 미치는지 알아보고자 함

(2) 측정 절차

- 공기압 마사지기 착용 부위에 대한 근긴장도를 측정하기 위해 하퇴의 주요 근육 두 부위(비복근, 넙치근) 중 혈류량 측정 부위와 유사하면서 근육 수축이 있는 두 곳을 선정하여 진행하였음<그림 6>
- 근긴장도 측정기를 사용하여 해당 근육 부위에 측정기를 대고, 초록색 불이 켜지면서 3회의 진동과 함께 측정이 되면 화면의 나타난 결과 값을 확인하여 기록함
- 총 4회에 걸쳐서 동일한 방법으로 측정하였으며, 측정의 오차를 최소화 하기 위하여 매트에서 엎드린 상태로 진행하였음



그림 6. 하퇴 근긴장도 측정 위치 및 측정 사진

6) 하퇴 체온 측정

(1) 측정 목적

- 공기압 마사지기 사용 전과 후, 일정 시간 경과 후에 하퇴 체온 변화를 관찰하여 공기압 마사지기 사용이 하퇴 체온의 상승에 영향을 미치는지 알아보고자 함

(2) 측정 절차

- 열화상 카메라를 사용하여 하퇴 체온 변화를 측정하였으며, 처치 조건 당 총 4회씩 촬영하였음
- 하퇴의 높이와 열화상 카메라의 높이를 동일하게 하기 위하여 참여자는 스텝 위로 올라가서 서 있는 상태를 유지하였으며, 연구자는 열화상 카메라의 초점을 양쪽의 하퇴에 맞춰 촬영하였음<그림 7>

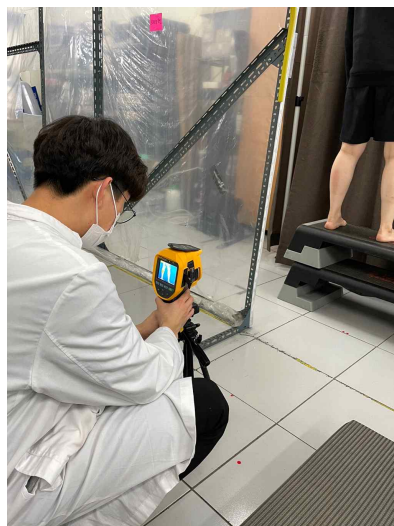


그림 7. 하퇴 체온 측정 사진

IV. 결 과

공기압 마사지기 이용 시 생리학적 변화 요인을 분석하기 위하여 혈류량, 둘레, 근긴장도, 체온의 결과를 확인하였음. 1차, 2차의 사전 측정 결과의 평균, 처치 직후 및 사용 후 10분 동안 휴식을 취한 뒤 분석 결과는 아래와 같음

1. 혈류량 변화 결과

1) 종아리 중앙부위의 혈류량 변화

○ 공기압 마사지기 사용 처치 1에서의 종아리 중앙위치의 혈류량 변화는 사용 전 2.23 ± 0.19 ml/100g/min에서 15분 사용 직후 3.02 ± 0.28 ml/100g/min로 증가하였고, 사용 10분 후 3.69 ± 0.53 ml/100g/min로 증가하였음. 처치 2에선 사용 전 2.35 ± 0.20 ml/100g/min에서 15분 사용 직후 4.61 ± 0.89 ml/100g/min로 증가하였으나, 사용 10분 후 2.03 ± 0.34 ml/100g/min로 감소함. 처치 3에선 사용 전 3.37 ± 0.13 ml/100g/min에서 15분 사용 직후 6.67 ± 0.21 ml/100g/min 증가하였으며, 사용 10분 후 7.43 ± 0.32 ml/100g/min로 점차 증가함. 처치 없음의 미사용 2.15 ± 0.24 ml/100g/min에선 미사용 15분 직후 2.57 ± 0.21 ml/100g/min로 증가하였으며, 미사용 25분 후 3.65 ± 0.28 ml/100g/min으로 증가함<표 6>, <그림 8>

○ 공기압 마사지기를 사용할 때(처치 1, 2, 3)와 사용하지 않았을 때(처치 없음) 종아리 중앙위치의 혈류량은 마사지기를 사용할 때 혈류량을 평균적으로 증가시키는 것으로 나타남. 또한, 평균적으로 일정 시간 동안 혈류량을

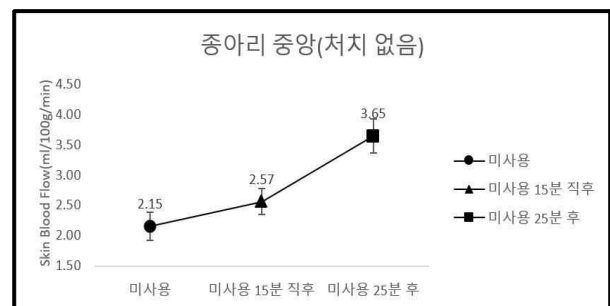
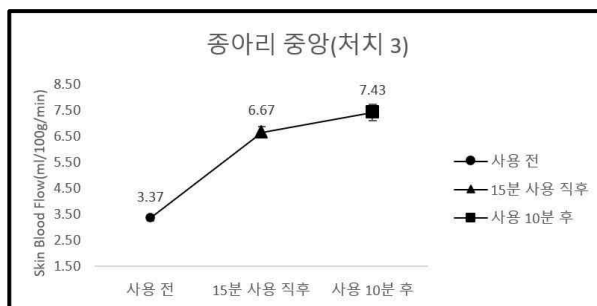
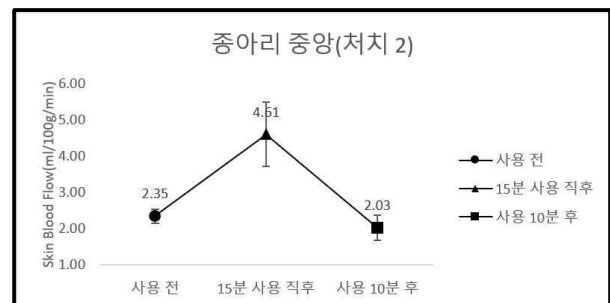
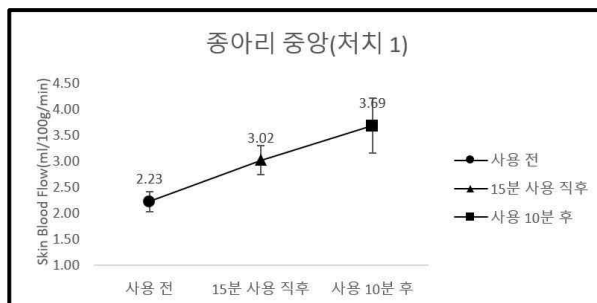
유지하거나 증가시킴

표 6. 종아리 중양위치의 각 조건에 따른 시기별 혈류량 변화

구분	종아리 중양 (ml/100g/min)			종아리 중양 (ml/100g/min)	
	처치 1	처치 2	처치 3	처치 없음	
사용 전	2.23 ± 0.19	2.35 ± 0.20	3.37 ± 0.13	미사용	2.15 ± 0.24
15분 사용 직후	3.02 ± 0.28	4.61 ± 0.89	6.67 ± 0.21	미사용 15분 직후	2.57 ± 0.21
사용 10분 후	3.69 ± 0.53	2.03 ± 0.34	7.43 ± 0.32	미사용 25분 후	3.65 ± 0.28

Values are mean±SD

처치 1: 공기압 중, 진동 중, 온열 중 / 처치 2: 공기압 중, 진동 강, 온열 약 / 처치 3: 공기압 중, 진동 약, 온열 중



처치 1: 공기압 중, 진동 중, 온열 중 / 처치 2: 공기압 중, 진동 강, 온열 약 / 처치 3: 공기압 중, 진동 약, 온열 중

그림 8. 각 조건에 따른 종아리 중양위치의 시기별 혈류량 변화

2) 종아리 내측 부위의 혈류량 변화

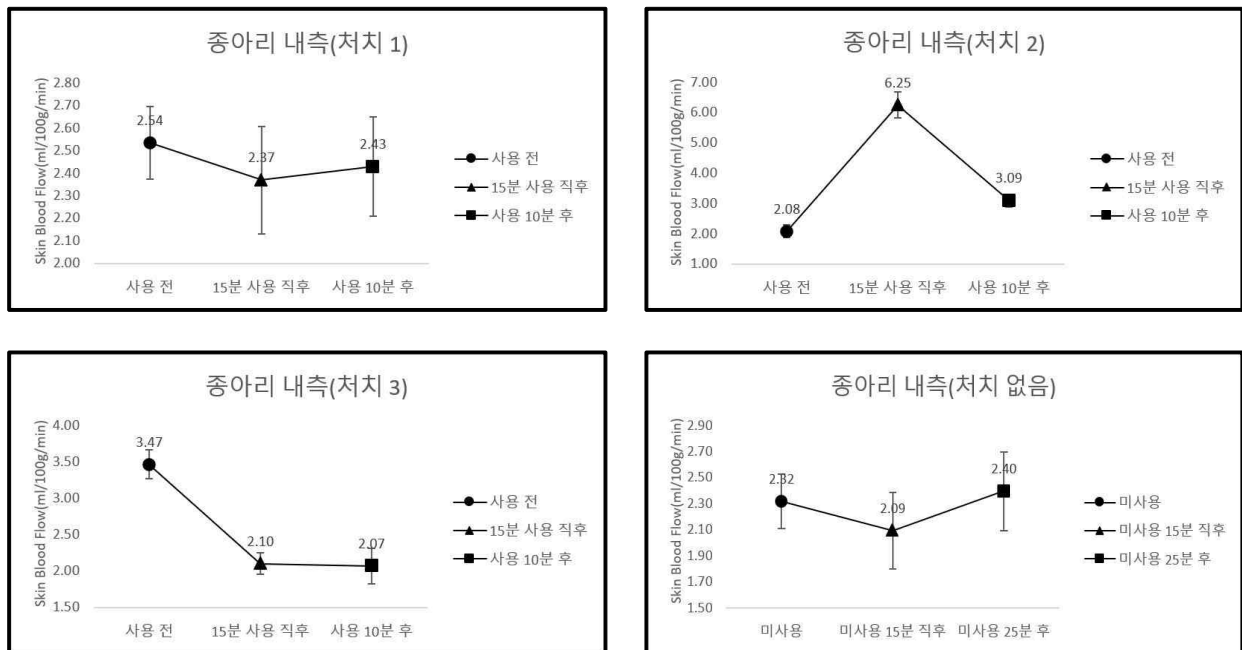
- 종아리 내측에서의 혈류량 변화는 처치 1에서 사용 전(2.54 ± 0.16 ml/100g/min)과 비교해 15분 사용 직후(2.37 ± 0.24 ml/100g/min)에서 감소하였고, 사용 10분 후(2.43 ± 0.22 ml/100g/min) 15분 사용 직후와 비교해 평균적으로 증가함. 처치 2에선 사용 전(2.08 ± 0.20 ml/100g/min)과 비교해 15분 사용 직후(6.25 ± 0.43 ml/100g/min)에서 증가하였으며, 사용 10분 후(3.09 ± 0.22 ml/100g/min) 점차 감소함. 처치 3은 사용 전(3.47 ± 0.20 ml/100g/min)과 비교해, 15분 사용 직후(2.10 ± 0.14 ml/100g/min)로 감소하였고, 사용 10분 후(2.07 ± 0.25 ml/100g/min) 지속하여 감소함. 처치 없음에선 미사용 전(2.32 ± 0.21 ml/100g/min)과 비교해 미사용 15분 직후(2.09 ± 0.29 ml/100g/min)에서 감소하였으며, 미사용 25분 후 (2.40 ± 0.30 ml/100g/min) 다시 증가함<표 7>, <그림 9>

표 7. 종아리 내측위치의 각 조건에 따른 시기별 혈류량 변화

구분	종아리 내측 (ml/100g/min)			종아리 내측 (ml/100g/min)	
	처치 1	처치 2	처치 3	처치 없음	
사용 전	2.54 ± 0.16	2.08 ± 0.20	3.47 ± 0.20	미사용	2.32 ± 0.21
15분 사용 직후	2.37 ± 0.24	6.25 ± 0.43	2.10 ± 0.14	미사용 15분 직후	2.09 ± 0.29
사용 10분 후	2.43 ± 0.22	3.09 ± 0.22	2.07 ± 0.25	미사용 25분 후	2.40 ± 0.30

Values are mean \pm SD

처치 1: 공기압 중, 진동 중, 온열 중 / 처치 2: 공기압 중, 진동 강, 온열 약 / 처치 3: 공기압 중, 진동 약, 온열 중



처치 1: 공기압 중, 진동 중, 온열 중 / 처치 2: 공기압 중, 진동 강, 온열 약 / 처치 3: 공기압 중, 진동 약, 온열 중

그림 9. 각 조건에 따른 종아리 내측위치의 시기별 혈류량 변화

3) 대퇴 후면 부위의 혈류량 변화

○ 대퇴후면 위치의 혈류량 변화는 처치 1의 사용 전 2.36 ± 0.15 ml/100g/min에서 15분 사용 직후 2.75 ± 0.19 ml/100g/min로 증가하였으며, 사용 10분 후 2.50 ± 0.20 ml/100g/min로 감소함. 처치 3의 경우 사용 전 2.02 ± 0.10 ml/100g/min에서 15분 사용 직후 3.27 ± 0.15 ml/100g/min로 증가하였고, 사용 10분 후 2.46 ± 0.15 ml/100g/min로 감소함<표 8>, <그림 10>

4) 손등 부위의 혈류량 변화

○ 손등 위치의 혈류량 변화는 처치 1의 사용 전 4.44 ± 0.22 ml/100g/min에서 15분 사용 직후 5.23 ± 0.47 ml/100g/min로 증가하였으며, 사용 10분

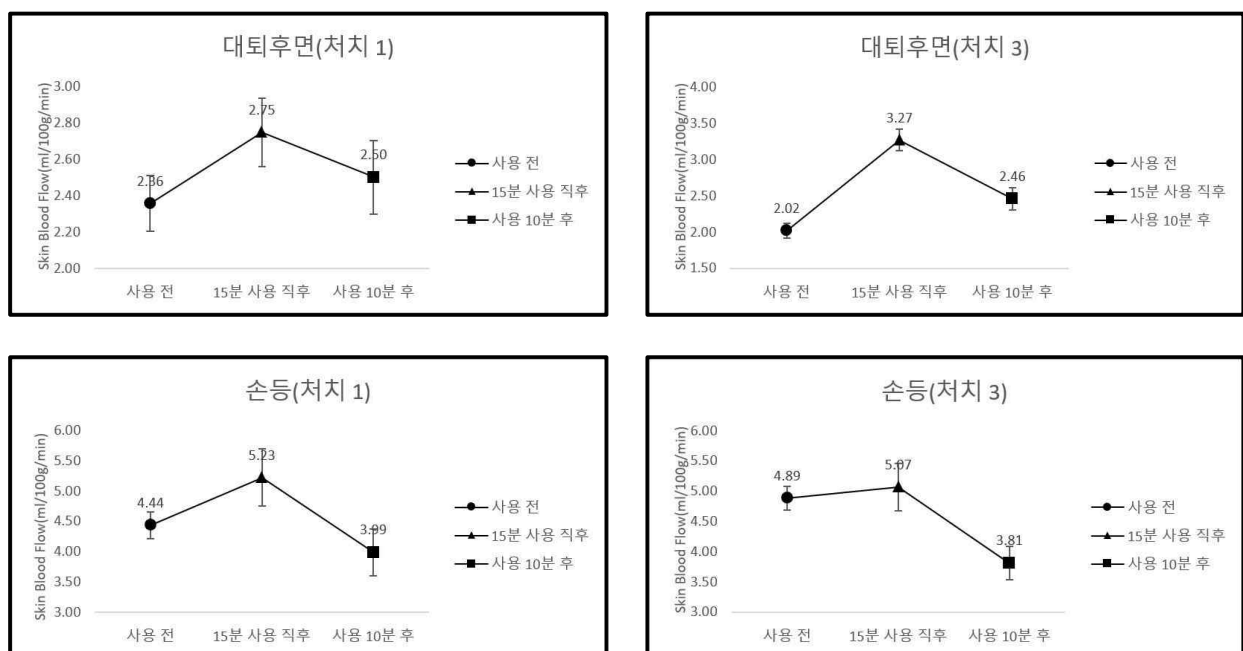
후 3.99 ± 0.39 ml/100g/min로 점차 감소함. 처치 3의 경우 사용 전 4.89 ± 0.20 ml/100g/min에서 15분 사용 직후 5.07 ± 0.39 ml/100g/min로 증가하였고, 사용 10분 후 3.81 ± 0.28 ml/100g/min로 점차 감소함<표 8>, <그림 10>

표 8. 대퇴후면과 손등의 각 조건에 따른 시기별 혈류량 변화

구분	대퇴후면 (ml/100g/min)		손등 (ml/100g/min)	
	처치 1	처치 3	처치 1	처치 3
사용 전	2.36 ± 0.15	2.02 ± 0.10	4.44 ± 0.22	4.89 ± 0.20
15분 사용 직후	2.75 ± 0.19	3.27 ± 0.15	5.23 ± 0.47	5.07 ± 0.39
사용 10분 후	2.50 ± 0.20	2.46 ± 0.15	3.99 ± 0.39	3.81 ± 0.28

Values are mean \pm SD

처치 1: 공기압 중, 진동 중, 온열 중 / 처치 3: 공기압 중, 진동 약, 온열 중



처치 1: 공기압 중, 진동 중, 온열 중 / 처치 3: 공기압 중, 진동 약, 온열 중

그림 10. 각 조건에 따른 대퇴후면과 손등의 시기별 혈류량 변화

- 추가로 시행한 대퇴후면과 손등의 혈류량 변화는 사용 전과 비교해 15분 사용 직후에서 평균적으로 증가하는 경향을 나타냄. 사용 10분 후에선 점차적으로 감소하는 경향을 보임

5) 각 조건별 혈류량 변화

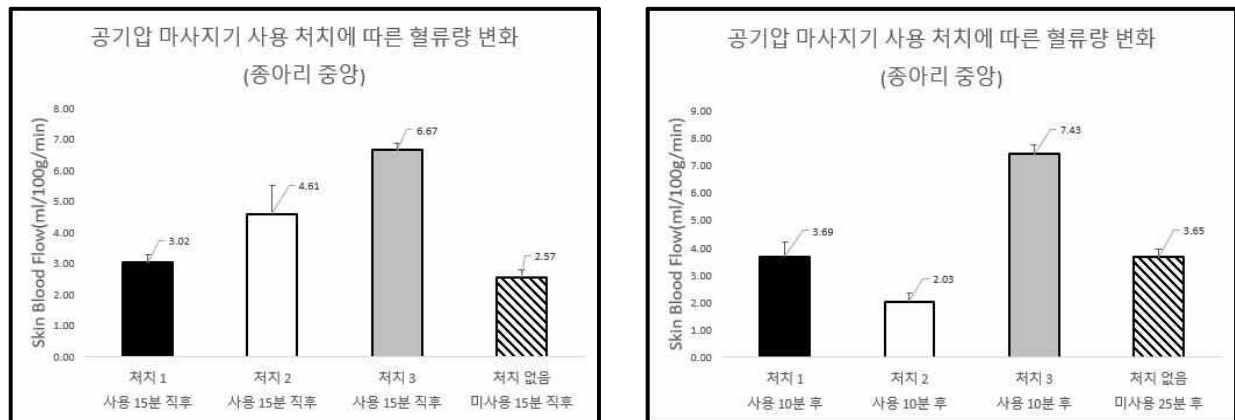
- 공기압 마사지기 사용 조건에 따른 혈류량 변화를 조건별 비교함. 이에, 종아리 중앙위치의 혈류량 변화는 15분 경과 후에선 처치 3, 처치 2, 처치 1, 처치 없음 순으로 높게 나타남. 10분 경과 후에선 처치 3, 처치 1, 처치 없음, 처치 2 순으로 높게 나타남<표 9>, <그림 11>

표 9. 각 조건 별 혈류량 변화(종아리 중앙)

구분	종아리 중앙 (ml/100g/min)				종아리 중앙 (ml/100g/min)
	처치 1	처치 2	처치 3		처치 없음
15분 사용 직후	3.02 ± 0.28	4.61 ± 0.89	6.67 ± 0.21	미사용 15분 직후	2.57 ± 0.21
사용 10분 후	3.69 ± 0.53	2.03 ± 0.34	7.43 ± 0.32	미사용 25분 후	3.65 ± 0.28

Values are mean±SD

처치 1: 공기압 중, 진동 중, 온열 중 / 처치 2: 공기압 중, 진동 강, 온열 약 / 처치 3: 공기압 중, 진동 약, 온열 중



처치 1: 공기압 중, 진동 중, 온열 중 / 처치 2: 공기압 중, 진동 강, 온열 약 / 처치 3: 공기압 중, 진동 약, 온열 중

그림 11. 종아리 중앙 위치의 조건 별 혈류량 변화 비교

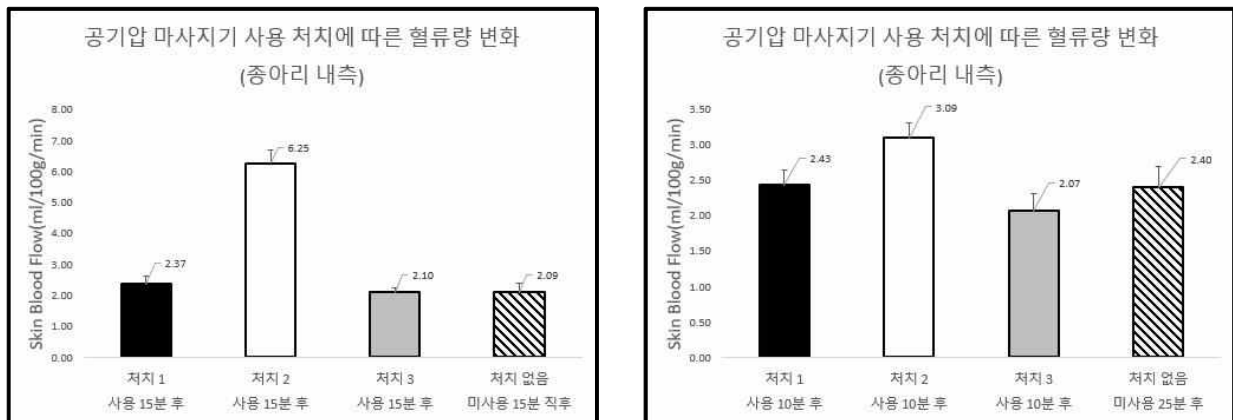
- 종아리 내측은 15분 경과 후에선 처치 2, 처치 1, 처치 3, 처치 없음 순으로 높았음. 10분 경과 후에선 처치 2, 처치 1, 처치 없음, 처치 3 순으로 높게 나타남<표 10>, <그림 12>

표 10. 각 조건 별 혈류량 변화(종아리 내측)

구분	종아리 내측			종아리 내측
	처치 1	처치 2	처치 3	처치 없음
15분 사용 직후	2.37 ± 0.24	6.25 ± 0.43	2.10 ± 0.14	미사용 15분 직후 2.09 ± 0.29
사용 10분 후	2.43 ± 0.22	3.09 ± 0.22	2.07 ± 0.25	미사용 25분후 2.40 ± 0.30

Values are mean±SD

처치 1: 공기압 중, 진동 중, 온열 중 / 처치 2: 공기압 중, 진동 강, 온열 약 / 처치 3: 공기압 중, 진동 약, 온열 중



처치 1: 공기압 중, 진동 중, 온열 중 / 처치 2: 공기압 중, 진동 강, 온열 약 / 처치 3: 공기압 중, 진동 약, 온열 중

그림 12. 종아리 내측 위치의 조건 별 혈류량 변화 비교

- 공기압 마사지기 사용 조건에 따른 혈류량 변화율은 종아리 중앙 위치에서 수집한 데이터를 분석하였음. 변화율을 계산하기 위해 사용 전에서 15분 사용 직후에 대한 변화율로 계산하였음. 이에, 처치 1, 조건, 3, 처치 3에서 산출하였으며, 처치 없음은 미사용에서 미사용 15분 직후에서 변화율을 산출함. 이에, 처치 3의 혈류량 변화율이 $98.3 \pm 9.2 \%$ 로 나타나 가장 높은 수치를 보였으며, 이 다음 처치 2에서 $96.5 \pm 34.8 \%$ 의 변화율을 나타냄. 처치 1은 $35.6 \pm 8.3 \%$ 를 나타내 처치 3과 처치 2와 비교해 현저히 낮은 변화율을 보였으나, 혈류량 증가를 나타냄. 처치 없음은 $20.0 \pm 12.5 \%$ 로 나타나, 가장 낮은 혈류량 변화를 보임<표 11>, <그림 13>

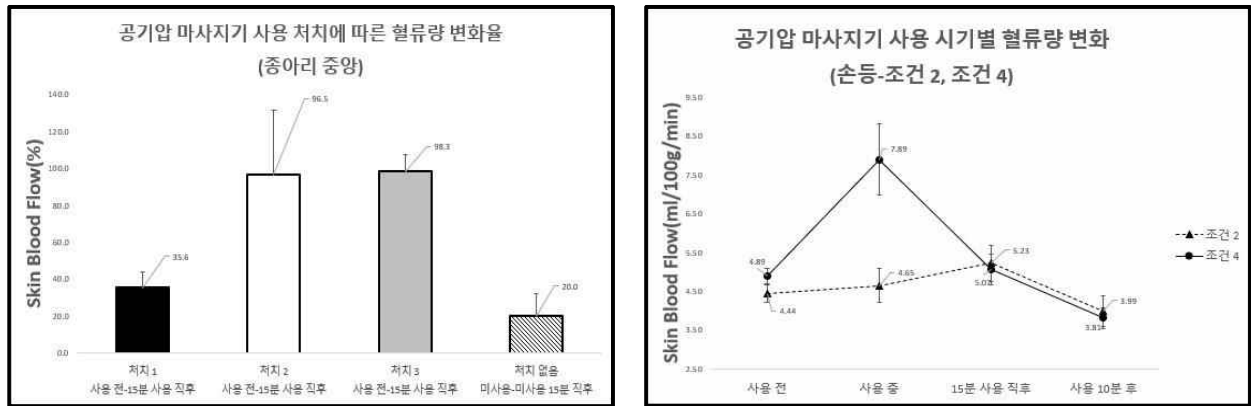
표 11. 공기압 마사지기 사용 조건에 따른 혈류량 변화율(종아리 중앙)

구분	처치 1	처치 2	처치 3	처치 없음
혈류량 변화율(%)	35.6 ± 8.3	96.5 ± 34.8	98.3 ± 9.2	20.0 ± 12.5

사용 전-15분 사용 직후: 처치 1, 3, 4, 미사용-미사용 15분 직후: 처치 없음

처치 1: 공기압 중, 진동 중, 온열 중 / 처치 2: 공기압 중, 진동 강, 온열 약 / 처치 3: 공기압 중, 진동 약, 온열 중

Values are mean \pm SD



처치 1: 공기압 중, 진동 중, 온열 중 / 처치 2: 공기압 중, 진동 강, 온열 약 / 처치 3: 공기압 중, 진동 약, 온열 중

그림 13. 공기압마사지기 사용 처치 및 시기에 따른 혈류량 변화

○ 손등 위치에 대한 공기압 마사지기 사용 시기별 혈류량 변화는 처치 1과 처치 3에서 분석하였으며, 결과는 다음과 같음. 사용 전 처치 1의 혈류량은 4.44 ± 0.22 ml/100g/min이었으며, 처치 3의 혈류량은 4.89 ± 0.20 ml/100g/min로 큰 차이를 보이지 않는 것으로 판단됨. 사용 중에선 처치 1에서 4.65 ± 0.44 ml/100g/min로 낮은 증가량을 보였으나, 처치 3에선 7.89 ± 0.91 ml/100g/min로 처치 1과 비교해 높은 증가량을 보임. 15분 사용 직후에선 처치 1은 5.23 ± 0.47 ml/100g/min 점차 증가하는 경향을 보였으나, 처치 3에선 5.07 ± 0.39 ml/100g/min로 감소함. 사용 10분 후에선 처치 1은 3.99 ± 0.39 ml/100g/min로 감소하였고, 처치 3 또한, 3.81 ± 0.28 ml/100g/min로 감소함<표 12>, <그림 13>

표 12. 공기압 마사지기 사용 처치 1과 처치 3의 시기별 혈류량 변화(손등)

구분	사용 전 (ml/100g/min)	사용 중 (ml/100g/min)	15분 사용 직후 (ml/100g/min)	사용 10분 후 (ml/100g/min)
처치 1	4.44 ± 0.22	4.65 ± 0.44	5.23 ± 0.47	3.99 ± 0.39
처치 3	4.89 ± 0.20	7.89 ± 0.91	5.07 ± 0.39	3.81 ± 0.28

Values are mean±SD

처치 1: 공기압 중, 진동 중, 온열 중 / 처치 3: 공기압 중, 진동 약, 온열 중

2. 하퇴 둘레 변화 결과

- 시기에 따른 참여자들의 하퇴 둘레의 변화 결과는 <표 13>, <그림 14>와 같음
- 시기에 따른 변화 결과, 공기압 마사지기 처치 직후 하퇴 둘레는 전체적으로 감소하였음(0.3 cm ~ 1.0 cm). 처치 후 시간이 지나면서 둘레가 유지되거나 조금 늘어나는 경향을 보임
- 진동, 온열, 압력의 세기를 조절한 처치 방법에 따른 차이는 개인차 및 좌우에 따른 편차가 있으므로 본 연구에서는 처치 방법에 따른 효과 결과를 명확하게 제시할 수 없음

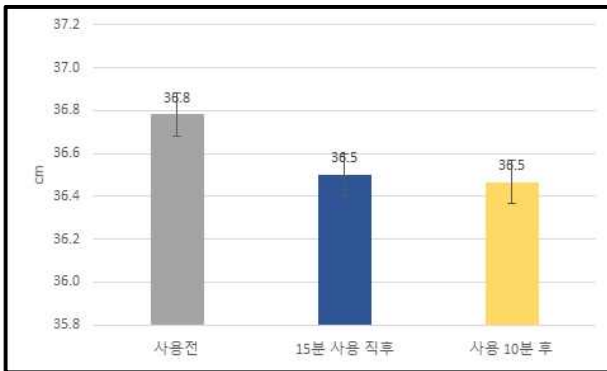
표 13. 시기에 따른 하퇴 둘레 변화 결과

단위: cm

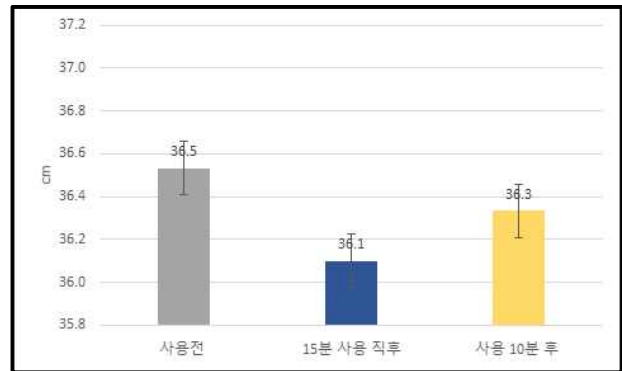
구분				구분	
처치 1				처치 없음	
사용 전	R	36.8 ± 3.2	36.7 ± 3.1	미사용	R 37.0 ± 3.3
	L	36.5 ± 2.7	36.9 ± 2.9		L 36.6 ± 2.7
15분 사용 직후	R	36.5 ± 3.7	36.1 ± 3.1	미사용 15분 직후	R 37.0 ± 3.2
	L	36.1 ± 2.6	35.9 ± 2.7		L 36.7 ± 2.6
사용 10분 후	R	36.5 ± 3.4	36.3 ± 3.2	미사용 25분 후	R 37.1 ± 3.9
	L	36.3 ± 2.8	36.0 ± 2.5		L 36.8 ± 2.9

Values are mean±SD, R: right, L: left

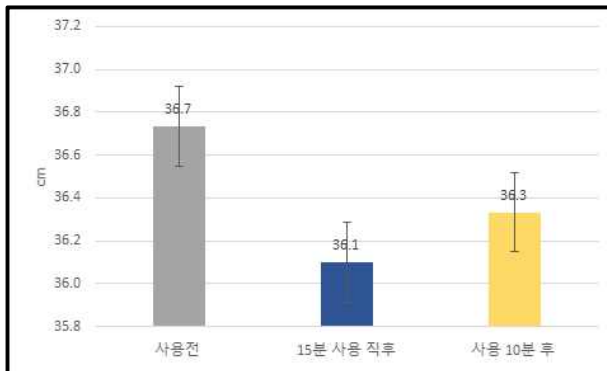
처치 1: 공기압 중, 진동 중, 온열 중 / 처치 2: 공기압 중, 진동 강, 온열 약 / 처치 3: 공기압 중, 진동 약, 온열 중



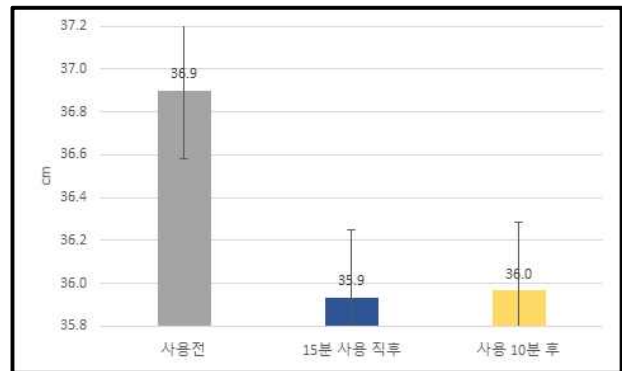
처치 1-R



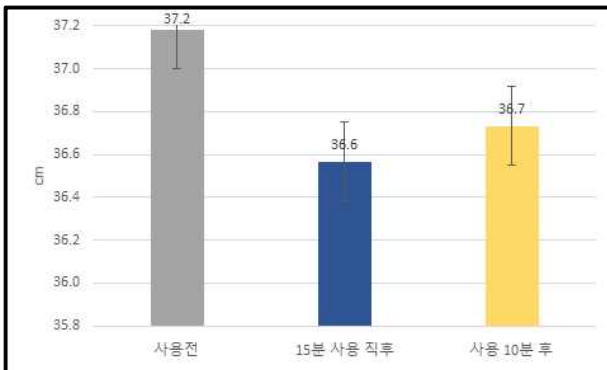
처치 1-L



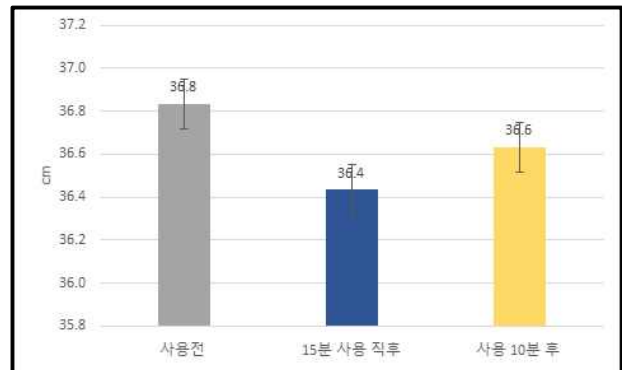
처치 2-R



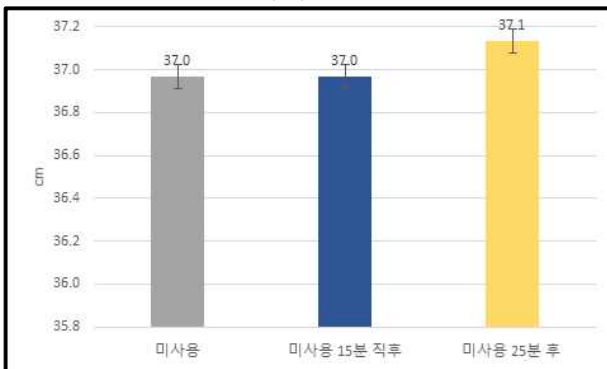
처치 2-L



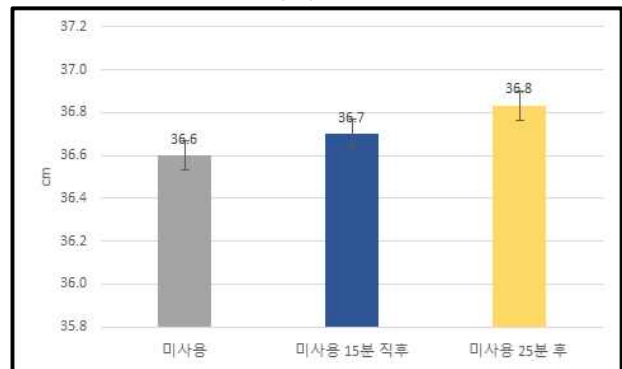
처치 3-R



처치 3-L



처치 없음-R



처치 없음-L

R: right, L: left

처치 1: 공기압 중, 진동 중, 온열 중 / 처치 2: 공기압 중, 진동 강, 온열 약 / 처치 3: 공기압 중, 진동 약, 온열 중

그림 14. 시기에 따른 둘레 변화 결과

3. 근긴장도 변화 결과

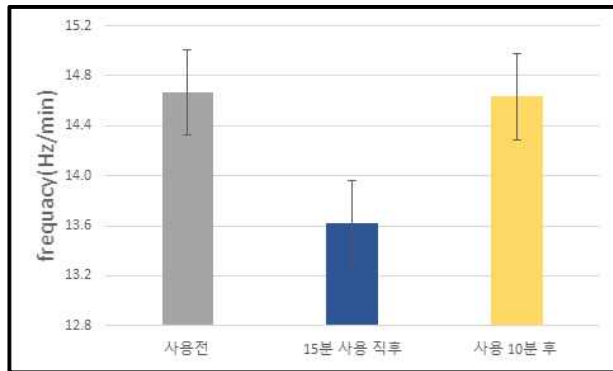
- 공기압 마사지기 사용에 따라 하퇴의 주요 근육인 비복근과 가자미근의 근긴장도 변화 결과를 사용 전, 마사지기 사용 직후, 마사지기 사용 후 10분 후의 결과를 분석하였음. 결과 값은 참여자의 양쪽 다리의 비복근과 가자미근의 근긴장도 평균 값을 제시하였으며, 다음 <표 14>, <그림 15>와 같음
- 시기에 따른 근긴장도 변화 결과, 공기압 마사지기 처치 직후 근긴장도는 가자미근과 비복근 모두에서 대부분 감소하였음. 처치 후 시간이 지나면서 근긴장도가 유지되거나 조금 늘어나는 경향을 보였으나, 일부는 사용 전과 비슷하게 돌아오는 결과도 나타남
- 처치 1과 처치 3에서 마사지기 처치 직후 모든 근육에서 근긴장도 감소가 명확히 나타남. 특히 비복근에서는 사용 후 10분이 지나도 근긴장도가 감소가 된 상태로 유지되었음

표 14. 시기에 따른 근긴장도 변화 결과

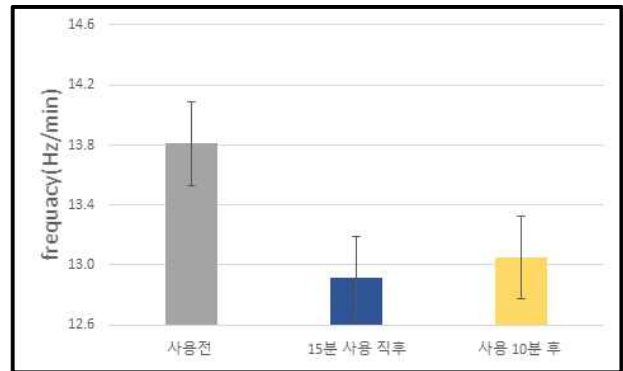
					frequency(Hz/min)	
구분		처치 1	처치 2	처치 3	구분	처치 없음
사용 전	가자미근	14.7 ± 0.6	14.8 ± 0.4	15.0 ± 1.2	미사용	가자미근 14.8 ± 0.8
	비복근	13.8 ± 1.9	13.9 ± 1.0	13.8 ± 1.5		비복근 14.4 ± 1.1
15분 사용 직후	가자미근	13.6 ± 0.7	14.6 ± 1.4	13.7 ± 1.2	미사용 15분 직후	가자미근 14.5 ± 0.8
	비복근	12.9 ± 1.2	13.9 ± 1.1	13.0 ± 1.2		비복근 14.0 ± 0.9
사용 10분 후	가자미근	14.6 ± 0.9	14.8 ± 1.0	14.9 ± 1.5	미사용 25분 후	가자미근 14.6 ± 1.1
	비복근	13.1 ± 1.2	13.8 ± 1.9	13.1 ± 1.3		비복근 14.0 ± 1.4

Values are mean±SD

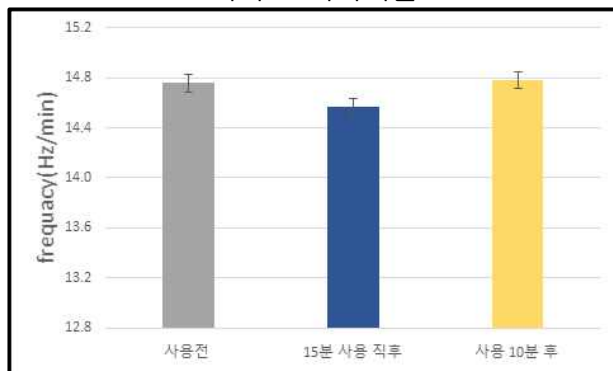
처치 1: 공기압 중, 진동 중, 온열 중 / 처치 2: 공기압 중, 진동 강, 온열 약 / 처치 3: 공기압 중, 진동 약, 온열 중



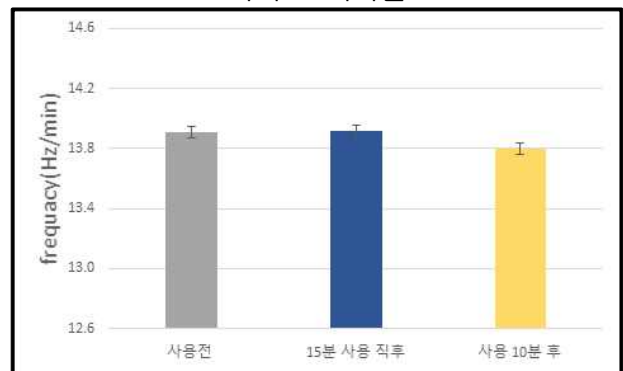
처치 1-가자미근



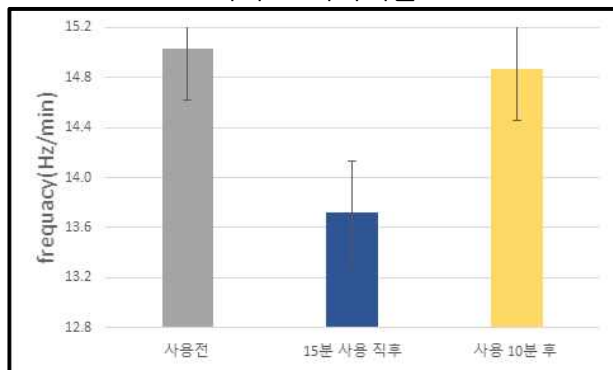
처치 1-비복근



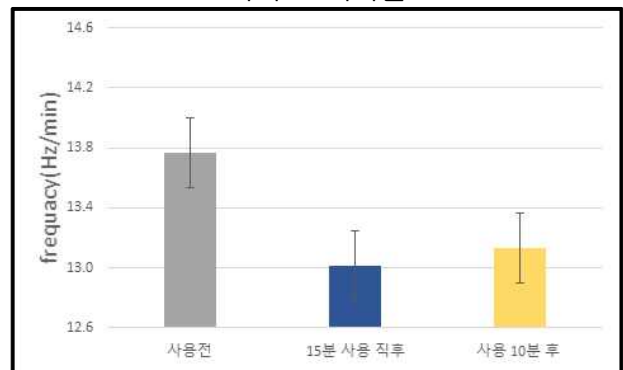
처치 2-가자미근



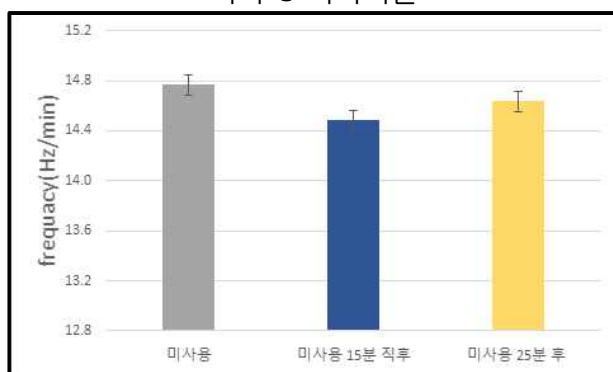
처치 2-비복근



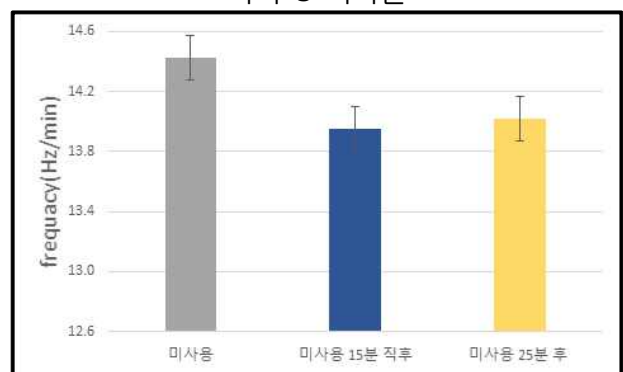
처치 3-가자미근



처치 3-비복근



처치 없음-가자미근



처치 없음-비복근

처치 1: 공기압 중, 진동 중, 온열 중 / 처치 2: 공기압 중, 진동 강, 온열 약 / 처치 3: 공기압 중, 진동 약, 온열 중

그림 15. 시기에 따른 근긴장도 변화 결과

4. 체온 변화 결과

1) 공기압 마사지기 사용 유무에 따른 하퇴의 체온 분포 변화

- 공기압 마사지기의 사용 유무에 따라 하지의 체온 분포 변화를 사용 전, 사용 10분 후로 나누어 분석하였음
- 하퇴의 체온 분포 변화의 결과 값은 참여자의 양쪽 다리의 후면을 열화상 카메라로 촬영하여 제시하였으며, 다음 <그림 16> 과 같음

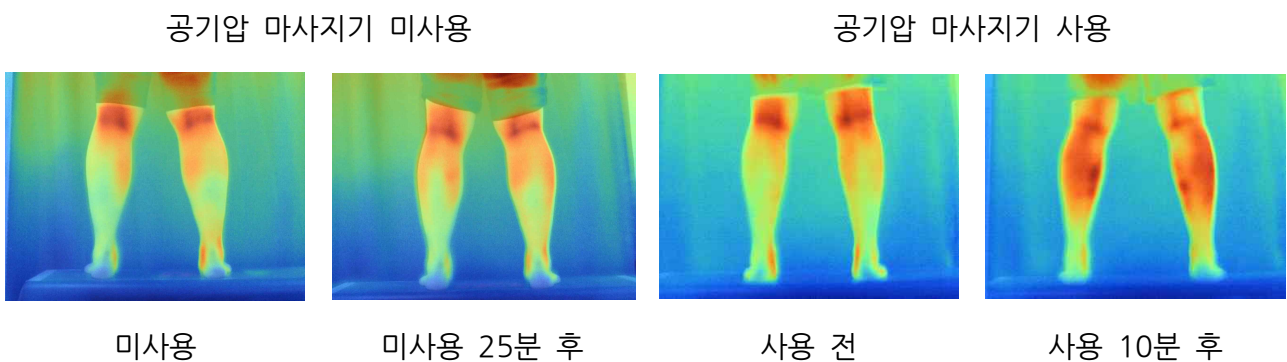


그림 16. 공기압 마사지기 사용 유무에 따른 체온 변화

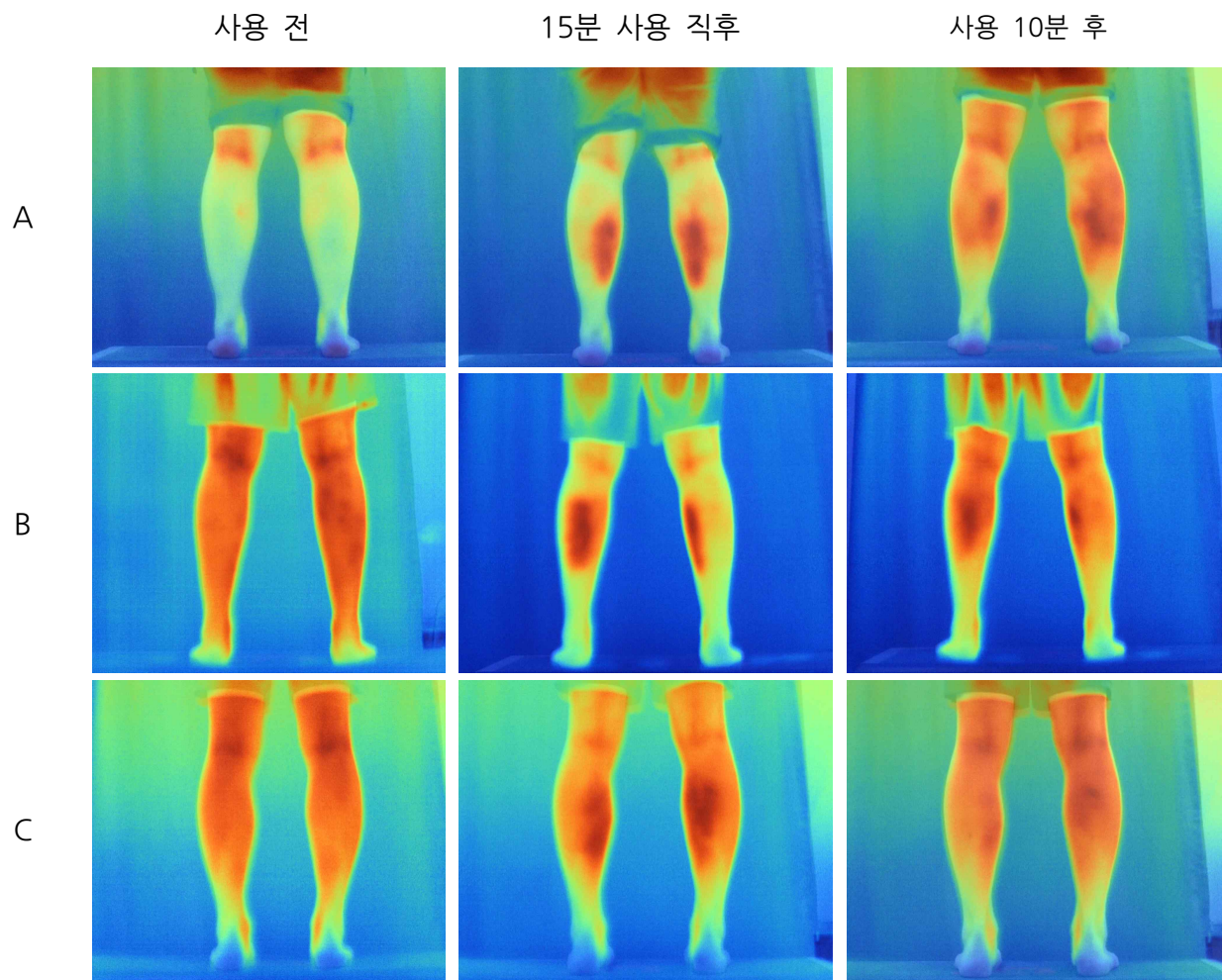
- 공기압 마사지기의 미사용 시 사용이 많은 관절부위의 열감과 국소적인 체온의 분포 등이 나타났으며, 25분 경과 후 하지의 체온 변화는 큰 차이를 보이지 않았음. 반면 실험군은 공기압 마사지기를 15분 동안 사용하고, 10분이 지난 후 하퇴 부위에서 체온이 상승하였으며, 열화상 카메라에서 전체적으로 고르게 분포되어 있는 것을 확인할 수 있음. 이를 통해 마사지기의 사용은 하퇴의 전체적인 체온 변화에 영향을 미치는 것을 확인하였음

2) 공기압 처치 조건에 따른 최고온 지점 변화

- 참여자의 사전 열화상 카메라 측정 시 참여자들은 사용이 많은 무릎과 발목 부위에 높은 열감이 있으며, 가장 높은 온도의 측정 지점 또한 관절 부위로 확인하였음
- 이후 미사용자의 경우 별다른 처치 없이 25분 경과 후에도 최고온의 측정 지점은 변화가 없었음. 반면 실험군의 경우 체온의 분포 또한 달라졌으며 최고온이 측정된 지점 또한 관절에서 근육의 분포가 많은 종아리 지점으로 변화가 있었음을 확인하였음

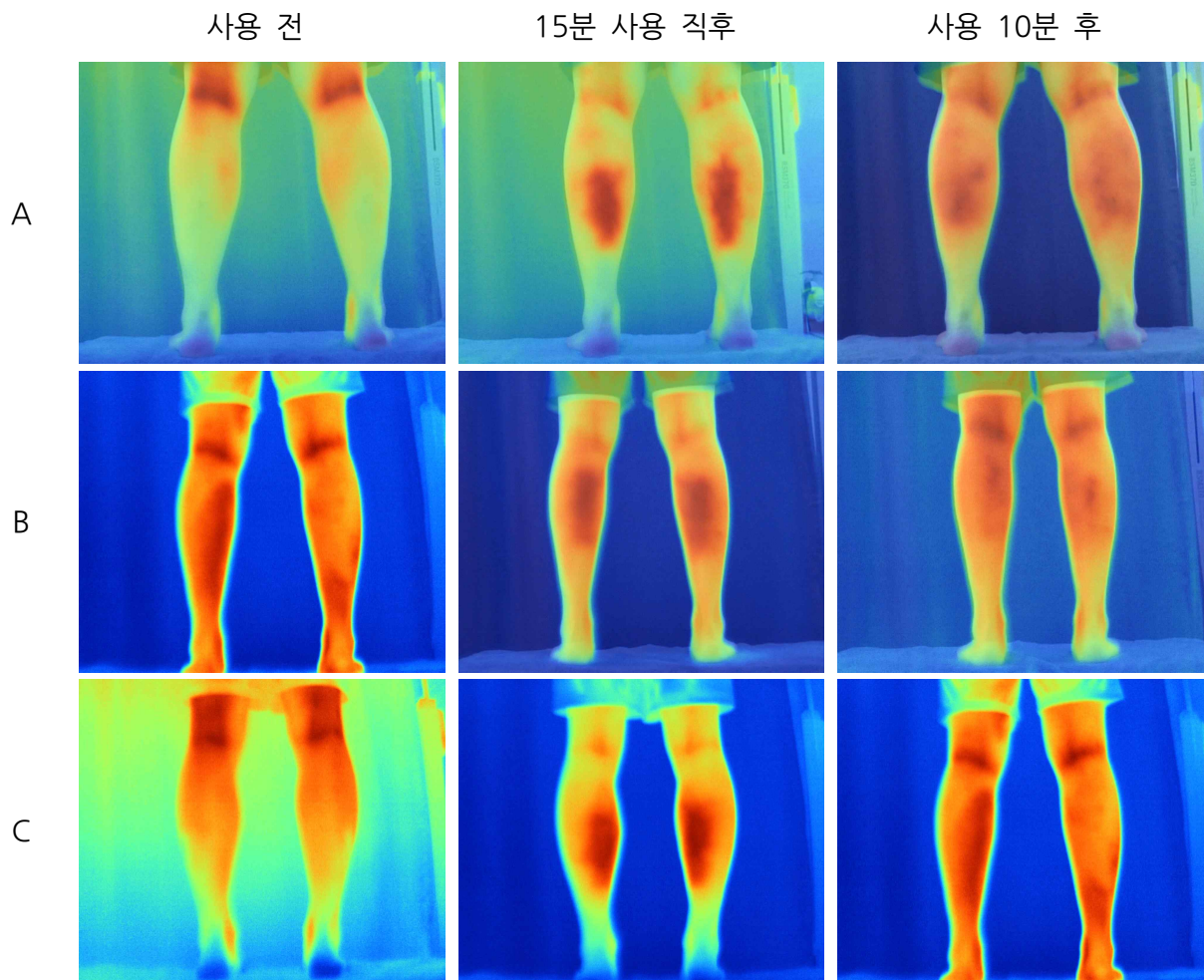
3) 공기압 마사지기의 조건에 따른 하퇴의 체온 변화

- 참여자들의 하퇴 체온 분포를 확인하기 위하여 3명의 참여자들을 A, B, C로 표기하였으며, 각각 처치방식에 따라 처치 1, 2, 3으로 나누었음. 각각의 결과는 다음<그림 17>, <그림 18>, <그림 19>와 같음
- 처치 방법에 따른 하퇴의 체온 변화 결과, 공기압 마사지기 처치 직후 체온의 최고온과 최고온 지점 모두 가자미근과 비복근에서 나타남. 처치 후 시간이 지나면서 국소적인 체온 분포에서 전체적으로 균일하게 체온 분포가 나타나는 경향을 보임
- 처치 1, 처치 2, 처치 3에서 처치방법에 따른 차이는 착용 방법, 착용 부위 등에 따라 체온 변화의 위치 등 개인의 차이가 있지만 각각 조건에서의 체온 분포 및 최고온 지점 등의 변화의 차이점은 미비한 것으로 나타남



처치 1: 공기압 중, 진동 중, 온열 중

그림 17. 처치방법에 따른 체온 변화 결과(처치 1)



처치 2: 공기압 중, 진동 강, 온열 약

그림 18. 처치방법에 따른 체온 변화 결과(처치 2)

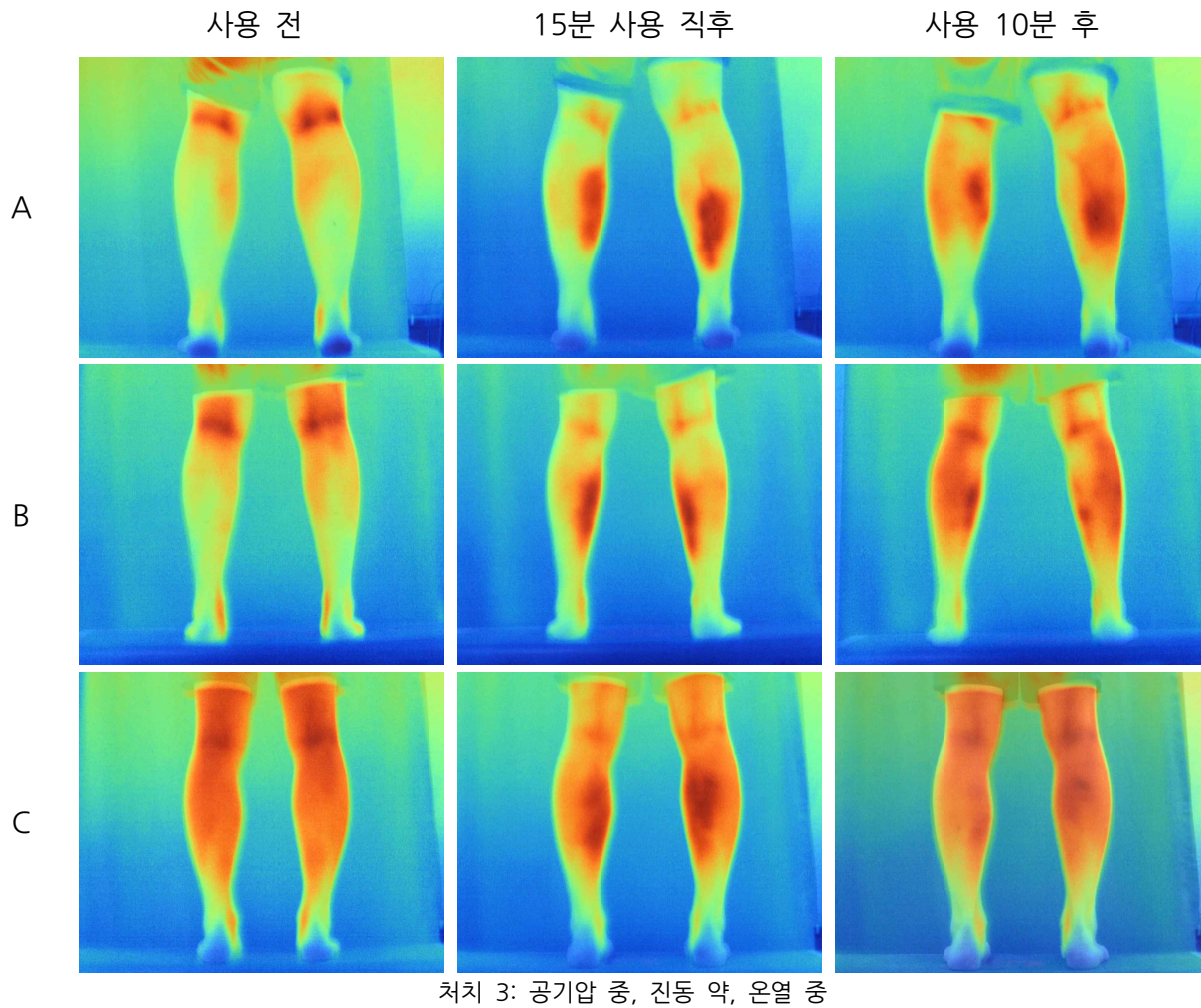


그림 19. 처치방법에 따른 체온 변화 결과(처치 3)

V. 결 론

이 연구는 공기압 마사지기의 기능에 따른 하지의 생리적 변화 요인 분석을 위한 목적으로 진행되었으며, 다음과 같은 결론을 얻음

○ 혈류량 변화 결과

- 공기압 마사지기 사용 여부에 따른 혈류량 차이는 미사용 15분 직후와 비교해 평균적으로 사용 15분 직후에서 높은 혈류량을 보임
- 혈류량 변화율은 각 처치 조건으로 비교하였을 때, 처치 없음이 가장 낮게 나타남.
- 혈류 유지량을 비교한 결과 공기압 마사지기 사용이 사용하지 않았을 때와 비교해 평균적으로 높은 혈류 유지량을 보임

○ 둘레 변화 결과

- 공기압 마사지기 사용 직후, 하퇴의 사이즈 감소가 나타남
- 온열과 공기압, 진동의 세기에 따른 차이는 미비하였음
- 마사지기 사용 후 10분 정도의 시간이 지난 후에도 사이즈 감소가 유지되기도 하고, 증가하기도 하여 개인의 차이가 있을 수 있음

○ 근긴장도 변화 결과

- 공기압 마사지기 사용 직후, 처치 방법에 따라 가자미근과 비복근의 근긴장도가 감소한 결과를 보임
- 처치 1과, 처치 3에서는 비복근의 근긴장도가 마사지기 사용 후 10분이 지난 후에도 근긴장도가 감소한 상태로 유지되어 단시간의 근육 이완에 도움을 줄 수 있을 것으로 보임

○ 체온 변화 결과

- 공기압 마사기를 사용하지 않은 경우 종아리의 체온변화는 미비함
- 최고온의 지점은 처치를 하지 않았을 경우 사용이 잦은 관절부위에 나타났지만 공기압 마사지기를 사용하였을 경우 최고온은 처치 부분에 나타남
- 공기압 마사지기의 착용 방법에 따라 온열 위치가 부착된 위치에 맞춰 15분 처치 직후에는 종아리의 국소적 체온변화 위치가 다르게 나타남. 하지만 10분경과 후 하퇴의 체열의 분포는 종아리 전체에서 균일하게 나타나는 경향을 보임
- 마사지기의 설정 조건(압력, 진동, 온열)에 따른 차이는 미비하였음

결론적으로

공기압 마사지기의 사용은 온열, 공기압력, 진동의 복합적 처치를 통해 일시적으로 혈류량을 증가시킬 수 있고, 종아리 통증을 감소에 도움이 될 수 있으며, 종아리 근육의 근긴장도를 감소시켜 근육 이완에 도움을 줄 수 있음. 또한 하퇴의 체열의 분포를 고르게 하여 하지의 체온을 증가 시키는데 도움을 줄 수 있음. 단, 이 연구의 결과는 개인의 차이가 있으며 단시간의 효과를 분석한 것으로, 모든 사람에게 똑같은 효과는 나타나지 않을 수 있음. 추후 많은 대상자들에게 장시간의 처치 및 구체적 연구 설계를 통한 검증이 요구됨