

국가숲길 이용등급별 운동생리학적 특성 분석

Analysis of Exercise Physiology by Grade of Use of National Forest Trails

국민대학교 산학협력단
운동생리학연구실

국립산림과학원

제 출 문

국립산림과학원장 귀하

이 보고서를 “국가숲길 이용등급별 운동생리학적 특성 분석” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022년 10월 28일

연구용역기관명: 국민대학교 산학협력단

과제수행 참여연구원

구 분	성 명
책임연구원	이 대 택
선임연구원	윤 소 미
선임연구원	이 윤 빈
연구원	조 현 만
연구원	박 새 미
연구원	강 태 종
연구원	이 주 영
연구원	심 은 혜
연구원	이 승 희
연구원	박 지 환

요 약 문

I. 제 목

“국가숲길 이용등급별 운동생리학적 특성 분석”

II. 연구개발의 목적 및 필요성

- 산림생태와 역사 문화적 가치가 높은 숲길을 국가숲길로 지정하는 제도가 신설. 국립산림과학원에서 숲길 형태에 따라 이용등급의 기준을 마련. 2022년부터 전국 숲길에 배포·적용할 예정
- 국가숲길 활성화와 이용만족도 제고를 위해 국가숲길 이용등급을 적용한 등급별 운동효과 구명이 필요
- 국가숲길 이용등급에 따른 운동효과 검증을 위해 과학적인 방법을 통한 데이터 수집과 분석이 필요함
- 국가숲길 이용등급에 따른 산행 시 운동생리학적 데이터를 수집·분석. 국가숲길 이용자에게 정보제공의 기초자료로 활용

III. 연구개발 내용

- 선행연구 및 숲길 관련 문헌 조사
- 연구개발 적용 실내·외 실험절차 설계 및 실험 장비 준비
- 실험설계 프로토콜을 적용한 예비실험 진행 및 절차 수정·보완
- 현장(산행) 및 실내(걷기) 실험 진행
- 국가숲길 이용등급(오르막-쉬움< I >, 어려움< II >, 보통< III >, 내리막-쉬움< IV >, 어려움< V >, 쉬움< VI >)에 따른 구간별 생리적 반응 분석
- 국가숲길 이용의 생리적 반응 결과분석에 따른 운동효과 및 운동강도 제시
- 국가숲길 이용등급(오르막-쉬움< I >, 어려움< II >, 보통< III >, 내리막-쉬움< IV >, 어려움< V >, 쉬움< VI >)에 따른 걷기와 산행의 생리적 반응 비교 분석
- 걷기와 산행의 생리적 반응 결과분석에 따른 운동효과 및 운동강도 비교 제시

IV. 연구개발 결과

1. 이용등급에 따른 구간별 결과

1-1. 산행실험의 생리적 반응

○ 구간별 심박수 결과

- 오르막 구간: 구간에 따른 차이가 나타남. 사후분석결과, 심박수는 I 구간과 비교해 II, III 구간에서 높아 통계적 유의성이 나타남. II와 III 구간에서는 유의한 차이가 나타나지 않음
- 내리막 구간: IV, V, VI 구간에서의 통계적 유의성은 나타나지 않음

○ 구간별 산소포화도 결과

- 오르막 구간: I, II, III 구간에서 통계적 차이가 나타나지 않음
- 내리막 구간: IV, V, VI 구간에서 통계적 차이가 나타나지 않음

○ 운동강도 결과

- 최대심박수 대비 상대운동강도 오르막 구간: III, II, I 순으로 높게 나타나 구간별 차이가 있음이 확인되었음. 사후분석결과, I 구간과 II, I 구간과 III 구간에서 통계적 유의성이 나타남. II 구간과 III 구간에는 통계적 유의성이 나타나지 않음
- 최대심박수 대비 상대운동강도 내리막 구간: IV, V, VI에서 구간에 따른 통계적 차이가 나타나지 않음
- 여유심박수 대비 상대운동강도 오르막 구간: III, II, I 순으로 높게 나타나 구간별 차이가 있음이 확인되었음. 사후분석 결과, I 구간과 II 구간, I 구간과 III 구간에서 통계적 유의성이 나타남. II 구간과 III 구간에는 통계적 유의성이 나타나지 않음
- 여유심박수 대비 상대운동강도 내리막 구간: IV, V, VI에서 구간에 따른 통계적 차이가 나타나지 않음
- 주관적 운동강도 오르막 구간: 구간에 따른 통계적 차이가 확인되었음. 사후분석 결과, I 구간과 II, I 구간과 III 구간에서 통계적 유의성이 나타남. II 구간과 III 구간에는 통계적 유의성이 나타나지 않음
- 주관적 운동강도 내리막 구간: IV, V, VI 구간에 따른 통계적 차이가 나타나지

않음

1-2. 걷기실험의 생리적 반응

○ 구간별 심박수 결과

- 오르막 구간: 구간에 따른 차이가 나타남. 사후분석결과, 심박수는 I 구간과 비교해 II, III 구간에서 높아 통계적 유의성이 나타남. II 구간에서 III 구간보다 높아 통계적 유의성이 나타남
- 내리막 구간: 구간에 따른 차이가 나타남. V 구간에서 IV 구간과 VI 구간보다 HR이 높아 통계적으로 차이가 나타남. IV 구간과 VI 구간 사이에서 통계적 유의성은 나타나지 않음

○ 구간별 산소포화도 결과

- 오르막 구간: 산소포화도의 평균값에서 유의한 차이가 나타남. 사후분석결과, I 구간이 II 구간보다 산소포화도가 높아 통계적으로 유의한 나타남. I 구간과 III 구간, II 구간과 III 구간에는 통계적 차이가 나타나지 않음
- 내리막 구간: IV, V, VI 구간에서 통계적 차이가 나타나지 않음

○ 운동강도 결과

- 최대심박수 대비 상대운동강도 오르막 구간: II, III, I 순으로 높게 나타나 구간별 차이가 있음이 확인되었음. 사후분석결과, I 구간과 II, I 구간과 III 구간에서 통계적 유의성이 나타남. 또한 II 구간이 III 구간보다 높아 통계적 유의성이 나타남
- 최대심박수 대비 상대운동강도 내리막 구간: 구간별 차이가 나타남. 사후분석결과, V 구간에서 IV, VI 구간보다 높아 통계적 유의성이 나타남. IV 구간과 VI 구간에서는 통계적 차이가 나타나지 않음
- 여유심박수 대비 상대운동강도 오르막 구간: II, III, I 순으로 높게 나타나 구간별 차이가 있음이 확인되었음. 사후분석결과, I 구간과 II, I 구간과 III 구간에서 통계적 유의성이 나타남. 또한 II 구간이 III 구간보다 높아 통계적 유의성이 나타남
- 여유심박수 대비 상대운동강도 내리막 구간: 구간별 차이가 나타남. 사후분석결과, V 구간에서 IV, VI 구간보다 높아 통계적 유의성이 나타남. IV 구간과 VI 구간에서는 통계적 차이가 나타나지 않음
- 주관적 운동강도 오르막 구간: 구간에 따른 통계적 차이가 확인되었음. 사후분석

결과, I 구간과 II, I 구간과 III 구간에서 통계적 유의성이 나타남. 또한 II 구간이 III 구간보다 주관적 운동강도가 높아 통계적 유의성이 나타남

- 주관적 운동강도 내리막 구간: 통계적으로 유의한 차이가 나타남. 사후분석결과, V 구간에서 VI 구간보다 주관적 운동강도가 높아 통계적으로 차이가 보임. IV 구간과 V 구간 및 IV 구간과 VI 구간은 통계적 차이가 나타나지 않음

○ 구간별 산소섭취량 결과

- 오르막 구간: 통계적 유의성이 나타났음. 사후분석결과, II 구간이 I 구간과 III 구간보다 높아 통계적으로 유의함. III 구간도 I 구간보다 높아 통계적으로 유의함. II 구간과 III 구간에는 통계적 유의성이 나타나지 않음
- 내리막: 구간별 유의한 차이가 나타남. 사후분석결과, V 구간에서 VI 보다 높아 통계적으로 유의한 차이가 나타남. IV 구간과 V구간 및 IV 구간과 VI에서는 유의한 차이가 나타나지 않음

○ 구간별 대사당량 결과

- 오르막 구간: 통계적 유의성이 나타났음. 사후분석결과, II 구간이 I 구간과 III 구간보다 높아 통계적으로 유의함. III 구간도 I 구간보다 높아 통계적으로 유의함. II 구간과 III 구간에는 통계적 유의성이 나타나지 않음
- 내리막 구간: 통계적으로 유의한 차이가 나타남. 사후분석결과, V 구간에서 VI 보다 높아 통계적으로 유의한 차이가 나타남. IV 구간과 V구간 및 IV 구간과 VI에서는 유의한 차이가 나타나지 않음

○ 구간별 에너지소비량 결과

- 시간당 에너지소비량 오르막 구간: 구간에 따른 통계적 유의성이 나타났음. 사후 분석 결과, II 구간이 I, III 구간보다 높아 통계적 유의성이 나타남. I 구간보다 III 구간이 높아 통계적으로 유의한 차이가 나타남
- 시간당 에너지소비량 내리막 구간: 통계적 유의성이 나타나지 않음
- 분당 에너지소비량 오르막 구간: 구간에 따라 통계적 유의성이 나타났음. 사후분석 결과, II 구간이 I, III 구간보다 높아 통계적 유의성이 나타남. 또한 I 구간보다 III 구간이 높아 통계적으로 유의한 차이가 나타남
- 분당 에너지소비량 내리막 구간: 구간에 따라 통계적 유의성이 나타났음. 사후분석 결과, V 구간이 VI 구간보다 높아 통계적 유의성이 나타남. IV구간과 V, VI 구간은 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

2. 걷기와 산행 비교 결과

2-1. 반복측정에 의한 걷기와 산행의 생리적 반응 비교

○ 걷기와 산행의 심박수 결과 비교

- 오르막 구간: 모든 구간에서 걷기와 산행에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음
- 내리막 구간: 모든 구간에서 걷기와 산행에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

○ 걷기와 산행의 산소포화도 결과 비교

- 오르막 구간: 모든 구간에서 걷기와 산행에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음
- 내리막 구간: 모든 구간에서 걷기와 산행에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

○ 걷기와 산행의 운동강도 결과 비교

- 최대심박수 대비 상대운동강도 오르막 구간: 모든 구간에서 걷기와 산행에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음
- 최대심박수 대비 상대운동강도 내리막 구간: 모든 구간에서 걷기와 산행에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음
- 여유심박수 대비 상대운동강도 오르막 구간: 모든 구간에서 걷기와 산행에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음
- 여유심박수 대비 상대운동강도 내리막 구간: VI 구간에서 산행의 상대운동강도가 더 높아 통계적으로 유의한 차이가 나타남. IV, V 구간에서는 통계적으로 유의하게 나타나지 않음
- 주관적 운동강도 오르막 구간: II 구간에서 걷기의 주관적 운동강도가 더 높아 통계적으로 유의한 차이가 나타남. I, III 구간에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음
- 주관적 운동강도 내리막 구간: 모든 구간에서 걷기와 산행에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

2-2. 전체 연구대상자를 이용한 걷기와 산행의 생리적 반응 비교

○ 걷기와 산행의 심박수 결과 비교

- 오르막 구간: 모든 구간에서 걷기와 산행에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음
- 내리막 구간: VI 구간의 산행 시 심박수가 높아 통계적으로 유의한 차이가 나타남. IV, V 구간에서는 걷기와 산행에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

○ 걷기와 산행의 산소포화도 결과 비교

- 오르막 구간: 모든 구간에서 걷기와 산행에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음
- 내리막 구간: 모든 구간에서 걷기와 산행에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

○ 걷기와 산행의 운동강도 결과 비교

- 최대심박수 대비 상대운동강도 오르막 구간: 모든 구간에서 걷기와 산행에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음
- 최대심박수 대비 상대운동강도 내리막 구간: VI 구간에서 산행의 운동강도가 높아 통계적 유의성이 나타남. IV, V 구간은 걷기와 산행에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음
- 여유심박수 대비 상대운동강도 오르막 구간: 모든 구간에서 걷기와 산행에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음
- 여유심박수 대비 상대운동강도 내리막 구간: 산행에서 상대운동강도가 높아 IV 구간, VI 구간에서 통계적 유의성이 나타남. V 구간은 걷기와 산행에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음
- 주관적 운동강도 오르막 구간: II 구간에서 걷기의 주관적 운동강도가 더 높아 통계적으로 유의한 차이가 나타남. I, III 구간에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음
- 주관적 운동강도 내리막 구간: 모든 구간에서 걷기와 산행에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

목 차

I. 연구개발 개요	1
1. 연구개발의 목적	2
2. 연구개발의 필요성	2
3. 연구개발의 범위	3
II. 국내외 연구개발현황	4
1. 국내 연구개발 현황	5
2. 해외 연구개발 현황	7
III. 연구개발 내용	9
1. 연구설계	10
2. 연구방법	13
IV. 연구개발 결과	25
1. 이용등급에 따른 구간별 연구 결과	26
2. 걷기와 산행에 따른 연구 결과	64
V. 연구개발 결론 및 활용방안	125
1. 연구결과 논의	126
2. 결론	129
3. 제언	130
VI. 참고문헌	132

<표 차 례>

표 1. 연구진행 일정	11
표 2. 용어 정리	12
표 3. 연구대상자의 신체적 특성	13
표 4. 실내실험 걷기 구간별 경사도 및 거리 조건	16
표 5. 연구 변인 매트릭스	18
표 6. 측정 장비 및 연구 변인 계산 방법	19
표 7. 데이터 리덕션 방법	21
표 8. 산행 구간에 따른 심박수 변화	26
표 9. 산행 구간에 따른 산소포화도 변화	28
표 10. 산행 구간에 따른 상대운동강도 변화	29
표 11. 산행 구간에 따른 주관적 운동강도 변화	31
표 12. 산행 중 오르막 쉬는 구간의 상대운동강도	33
표 13. 산행 시 구간별 소요시간	34
표 14. 산행 구간에 따른 평균 보행수	35
표 15. 산행 구간에 따른 평균 보행속도	37
표 16. 산행 구간에 따른 한걸음 보폭 결과	38
표 17. 걷기 구간에 따른 심박수 변화	40
표 18. 걷기 구간에 따른 산소포화도 변화	42
표 19. 걷기 구간에 따른 상대운동강도 변화	44
표 20. 걷기 구간에 따른 주관적 운동강도 변화	46
표 21. 걷기 중 오르막 쉬는 구간의 상대운동강도	47
표 22. 걷기 시 구간별 소요시간	48
표 23. 걷기 구간에 따른 평균 보행수	50
표 24. 걷기 구간에 따른 평균 보행속도	51
표 25. 걷기 구간에 따른 한걸음 보폭 결과	52
표 26. 걷기 구간의 산소섭취량 결과 1	54
표 27. 걷기 구간의 산소섭취량 결과 2	55
표 28. 걷기 구간의 대사당량 결과	56
표 29. 걷기 구간의 걸음수대비 산소섭취량 결과	58
표 30. 걷기 구간의 심박수대비 산소섭취량 결과	59
표 31. 걷기 구간에 따른 시간당 에너지소비량 결과	60
표 32. 걷기 구간에 따른 분당 에너지소비량 결과	62

표 33. 걷기 구간의 평균동맥압 결과	63
표 34. 오르막 구간의 걷기와 산행 HR	64
표 35. 내리막 구간의 걷기와 산행 HR	65
표 36. 오르막 휴식 구간의 걷기와 산행 HR	67
표 37. 오르막 구간의 걷기와 산행 산소포화도	68
표 38. 내리막 구간의 걷기와 산행 산소포화도	70
표 39. 오르막 구간의 최대심박수 대비 상대운동강도 결과	71
표 40. 내리막 구간의 최대심박수 대비 상대운동강도 결과	73
표 41. 오르막 구간의 여유심박수 대비 상대운동강도 결과	74
표 42. 내리막 구간의 여유심박수 대비 상대운동강도 결과	76
표 43. 오르막 구간의 주관적 운동강도 결과	78
표 44. 내리막 구간의 주관적 운동강도 결과	79
표 45. 구간별 회복 시 최대심박수 대비 상대운동강도	81
표 46. 구간별 회복 시 여유심박수 대비 상대운동강도	83
표 47. 오르막 구간의 평균 보행수 결과	84
표 48. 내리막 구간의 평균 보행수 결과	86
표 49. 오르막 구간의 평균 보행속도 결과	88
표 50. 내리막 구간의 평균 보행속도 결과	89
표 51. 오르막 구간의 한걸음 보폭 결과	91
표 52. 내리막 구간의 한걸음 보폭 결과	92
표 53. 오르막 구간의 걷기와 산행 HR	94
표 54. 내리막 구간의 걷기와 산행 HR	96
표 55. 오르막 구간 휴식 구간의 걷기와 산행 HR	97
표 56. 오르막 구간의 걷기와 산행 산소포화도	99
표 57. 내리막 구간의 걷기와 산행 산소포화도	101
표 58. 오르막 구간의 최대심박수 대비 상대운동강도 결과	102
표 59. 내리막 구간의 최대심박수 대비 상대운동강도 결과	104
표 60. 오르막 구간의 여유심박수 대비 상대운동강도 결과	106
표 61. 내리막 구간의 여유심박수 대비 상대운동강도 결과	107
표 62. 오르막 구간의 주관적 운동강도 결과	109
표 63. 내리막 구간의 주관적 운동강도 결과	111
표 64. 구간별 회복 시 최대심박수 대비 상대운동강도	112
표 65. 구간별 회복 시 최대심박수 대비 상대운동강도	114
표 66. 오르막 구간의 평균 보행수 결과	116

표 67. 내리막 구간의 평균 보행수 결과	117
표 68. 오르막 구간의 평균 보행속도 결과	119
표 69. 내리막 구간의 평균 보행속도 결과	120
표 70. 오르막 구간의 한걸음 보폭 결과	122
표 71. 내리막 구간의 한걸음 보폭 결과	123

<그 립 차 례>

그림 1. 연구추진체계	10
그림 2. 대관령국가숲길 현장실험 구간 코스 지도	14
그림 3. 대관령국가숲길 현장실험 구간 코스 이용등급 및 거리 현황	15
그림 4. 실내 걷기실험 절차	17
그림 5. 산행 구간에 따른 심박수 변화	27
그림 6. 산행 구간에 따른 산소포화도 변화	28
그림 7. 산행 구간에 따른 상대운동강도 변화	31
그림 8. 산행 구간에 따른 주관적 운동강도 변화	32
그림 9. 산행 중 오르막 쉬는 구간의 상대운동강도	33
그림 10. 산행 시 구간별 소요시간	35
그림 11. 산행 구간에 따른 평균 보행수	36
그림 12. 산행 구간에 따른 평균 보행속도	37
그림 13. 산행 구간에 따른 한걸음 보폭 결과	39
그림 14. 걷기 구간에 따른 심박수 변화	41
그림 15. 걷기 구간에 따른 산소포화도 변화	43
그림 16. 걷기 구간에 따른 상대운동강도 변화	45
그림 17. 걷기 구간에 따른 주관적 운동강도 변화	46
그림 18. 걷기 중 오르막 쉬는 구간의 상대운동강도	48
그림 19. 걷기 시 구간별 소요시간	49
그림 20. 걷기 구간에 따른 평균 보행수	50
그림 21. 걷기 구간에 따른 평균 보행속도	52
그림 22. 걷기 구간에 따른 한걸음 보폭 결과	53
그림 23. 걷기 구간의 산소섭취량 결과 1	54
그림 24. 걷기 구간의 산소섭취량 결과 2	56
그림 25. 걷기 구간의 대사당량 결과	57
그림 26. 걷기 구간의 걸음수 대비 산소섭취량 결과	58
그림 27. 걷기 구간의 심박수대비 산소섭취량 결과	60
그림 28. 걷기 구간에 따른 시간당 에너지소비량 결과	61
그림 29. 걷기 구간에 따른 분당 에너지소비량 결과	62
그림 30. 걷기 구간의 평균동맥압 결과	63

그림 31. 오르막 구간의 걷기와 산행 HR	65
그림 32. 내리막 구간의 걷기와 산행 HR	66
그림 33. 오르막 휴식 구간의 걷기와 산행 HR	68
그림 34. 오르막 구간의 걷기와 산행 산소포화도	69
그림 35. 내리막 구간의 걷기와 산행 산소포화도	71
그림 36. 오르막 구간의 최대심박수 대비 상대운동강도 결과	72
그림 37. 내리막 구간의 최대심박수 대비 상대운동강도 결과	74
그림 38. 오르막 구간의 여유심박수 대비 상대운동강도 결과	75
그림 39. 내리막 구간의 여유심박수 대비 상대운동강도 결과	77
그림 40. 오르막 구간의 주관적 운동강도 결과	79
그림 41. 내리막 구간의 주관적 운동강도 결과	80
그림 42. 구간별 회복 시 최대심박수 대비 상대운동강도	82
그림 43. 구간별 회복 시 여유심박수 대비 상대운동강도	84
그림 44. 오르막 구간의 평균 보행수 결과	85
그림 45. 내리막 구간의 평균 보행수 결과	87
그림 46. 오르막 구간의 평균 보행속도 결과	89
그림 47. 내리막 구간의 평균 보행속도 결과	90
그림 48. 오르막 구간의 한걸음 보폭 결과	92
그림 49. 내리막 구간의 한걸음 보폭 결과	93
그림 50. 오르막 구간의 걷기와 산행 HR	95
그림 51. 내리막 구간의 걷기와 산행 HR	97
그림 52. 오르막 구간 휴식 구간의 걷기와 산행 HR	98
그림 53. 오르막 구간의 걷기와 산행 산소포화도	100
그림 54. 내리막 구간의 걷기와 산행 산소포화도	102
그림 55. 오르막 구간의 최대심박수 대비 상대운동강도 결과	103
그림 56. 내리막 구간의 최대심박수 대비 상대운동강도 결과	105
그림 57. 오르막 구간의 여유심박수 대비 상대운동강도 결과	107
그림 58. 내리막 구간의 여유심박수 대비 상대운동강도 결과	108
그림 59. 오르막 구간의 주관적 운동강도 결과	110
그림 60. 내리막 구간의 주관적 운동강도 결과	112
그림 61. 구간별 회복 시 최대심박수 대비 상대운동강도	113
그림 62. 구간별 회복 시 최대심박수 대비 상대운동강도	115
그림 63. 오르막 구간의 평균 보행수 결과	117
그림 64. 내리막 구간의 평균 보행수 결과	118

그림 65. 오르막 구간의 평균 보행속도 결과	120
그림 66. 내리막 구간의 평균 보행속도 결과	121
그림 67. 오르막 구간의 한걸음 보폭 결과	123
그림 68. 내리막 구간의 한걸음 보폭 결과	124

I. 연구개발 개요

I. 연구개발 개요

1. 연구개발의 목적

- 국가숲길 이용등급에 따른 산행 시 나타나는 운동생리학적 특성 데이터 수집
- 수집한 데이터 분석을 통한 국가숲길 이용등급별 운동 강도 및 효과 제시
- 국가숲길 이용자 목적과 이용등급에 따른 프로그램 개발 기초자료 마련

2. 연구개발의 필요성

- 국민의 신체활동과 생활체육 참여율은 증가하고 있으며 참여 종목은 간편하게 선택할 수 있는 걷기와 등산이 선호되고 있음. 국민생활체육조사(2021)에 따르면 참여경험이 있는 체육활동은 2019년 걷기: 56.7%, 등산: 32.4%, 2020년 걷기: 49%, 등산: 22.8%로 국민생활체육에서 걷기와 등산이 차지하는 비율이 가장 높음. 걷기와 등산은 국민 여가활동 참여 증진 및 건강관리를 위한 현실적이고 효과적인 방법으로 제안되고 있음
- 최근 전국의 숲길 중 산림생태와 역사 문화적 가치가 높은 곳을 국가숲길로 지정하는 제도가 마련되었고, 국립산림과학원은 건강하고 안전한 숲길 활용을 위해 숲길의 이용등급 기준을 마련함. 2021년부터 6곳의 국가숲길이 지정되고 향후 전국 숲길에 적용할 예정임
- 현재 국가숲길 이용등급은 숲길 조건과 환경에 따라 다양한 요인을 고려하여 체계적 기준에 근거하여 부여되고 있음. 그러나 국가숲길 이용자가 느끼고 경험하는 실제적 난이도와 어려움의 정도가 국가숲길 이용등급에 따라 구분되는지는 검증이 필요함
- 숲길과 같이 오르막과 내리막이 반복적인 지표면의 경우 지면 상태, 경사각, 이동속도, 이동거리에 따라 에너지소비량이 다르게 나타나며, 걷기 형태, 영양상태, 환경온도, 풍속 등이 에너지효율성에 영향을 미침. 또한 산행자의 신체조건, 체력, 운동 경험 등에 따라 숲길 이용자가 느끼는 운동강도와 어려움의 정도는 다를 수 있음
- 운동생리학 분야에서 운동효과(에너지소비량, 운동강도, 에너지효율성)를 평가하기 위한 운동형태로 야외 걷기와 실내 러닝머신 걷기가 매우 보편적으로 사용되고 있으며 이미 많은 연구가 수행되었음(Ainsworth et al. 2011). 최근 웨어러블 디바이스의 발달과 보편화로 인간의 걷기에 대한 운동효과와 현장적용 연구가 활발하며

다양한 프로그램에 적용하려는 시도가 증가함

- 특정 환경에서의 걷기에 대한 운동효과 검증은 걷기 환경과 세부 조건을 고려한 과학적인 운동생리학적 데이터를 기반으로 평가될 수 있으며, 분석 결과를 통해 목표에 대한 체계적인 운동 계획을 수립할 수 있고, 운동수행자의 성취도를 높여 지속적인 운동 참여를 유도할 수 있음
- 국가숲길 이용등급의 설정과 제시는 이용자의 편의와 건강 안전을 위한 것이며, 따라서 이에 대한 구체적이고 현실적인 운동생리학적 운동효과 및 운동강도 정보를 제공함이 마땅함
- 또한 숲길 걷기의 다양한 효과를 홍보하고 국가숲길 이용자 확대를 위한 프로그램 개발을 위해서는 국가숲길 이용등급에 따른 운동생리학적 기본 정보가 제시되어야 함
- 따라서 객관적이고 과학적인 방법을 통해 국가숲길 산행에서 나타나는 운동생리학적 데이터를 수집하여, 국가숲길 이용등급에 따른 운동효과와 운동강도를 검증하고, 이 자료를 이용해 국가숲길이 제공할 수 있는 프로그램 구성에 필요한 기초자료를 마련해야 함

3. 연구개발의 범위

연구개발의 목표	연구개발의 내용 및 범위
국가숲길 이용등급에 따른 생리적 지표의 데이터 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 국가숲길 이용등급(오르막-쉬움<Ⅰ>, 어려움<Ⅱ>, 보통<Ⅲ>, 내리막-쉬움<Ⅳ>, 어려움<Ⅴ>, 쉬움<Ⅵ>)에 따른 구간별 생리적 반응 분석 • 국가숲길 이용등급의 오르막 내리막 구간에 따른 생리적 반응 분석 • 국가숲길 이용의 생리적 반응 결과분석에 따른 운동효과 및 운동강도 제시
실내실험(걷기)와 국가숲길 현장(산행)에서의 생리적 반응 비교 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 국가숲길 이용등급(오르막-쉬움<Ⅰ>, 어려움<Ⅱ>, 보통<Ⅲ>, 내리막-쉬움<Ⅳ>, 어려움<Ⅴ>, 쉬움<Ⅵ>)에 따른 걷기와 산행의 생리적 반응 비교 분석 • 국가숲길 이용등급의 오르막 내리막 구간에 따른 걷기와 산행의 생리적 반응 비교 분석 • 걷기와 산행의 생리적 반응 결과분석에 따른 운동효과 및 운동강도 비교 제시

II. 국내외 연구개발 현황

II. 국내외 연구개발 현황

1. 국내 연구개발 현황

연구 제목	연구 내용
Influence of forest therapy on cardiovascular relaxation in young adults (Lee et al. 2014)	<ul style="list-style-type: none"> 성인 남성 48명을 대상으로 숲과 도시를 걸을 때 심혈관계 기능 변화 조사 숲길을 걸을 때 교감신경 활동은 21.1% 낮아지고 부교감신경 활동은 15.8% 높아짐 심박수는 평균 5.3% 낮아짐
The effects of viewing the forest landscape on physiological and psychological status in radiologists (Shin & Choi, 2017)	<ul style="list-style-type: none"> 숲 풍경 감상이 도시 풍경 감상보다 부교감 신경계의 활성을 높임 참가자의 스트레스 감소. 심리적 안정 상태 증가 숲 풍경을 보는 것으로 POMS 평가의 긍정적 감정 수준 증가 숲 경관 관찰만으로 밀폐된 공간 근무자의 스트레스 감소. 정서적 안정, 긍정적 심리상태에 기여함
직장인의 도심 숲길 걷기 프로그램이 건강증진행위, 신체적 건강, 우울과 삶의 질에 미치는 효과 (방경숙 등, 2016)	<ul style="list-style-type: none"> 54명의 직장인을 대상으로 5주간 도심 숲길 걷기 프로그램을 진행 신체적, 정신적 건강 증진 효과를 살펴본 결과 총 신체활동량 증가, 건강증진행위 향상, 삶의 질 향상 효과 나타남
오르막 걷기 시 경사도와 등산스틱 사용에 따른 성인 남성의 에너지소비량 비교(한용빈 등, 2019)	<ul style="list-style-type: none"> 건강한 성인 남성 10명 대상. 두 경사도(17%, 25%)와 등산스틱 사용 유무의 두 경우로 총 4회 실험 진행 4 실험 조건에서 시속 3km 속도로 40분간 걸음 17%와 25% 두 경사도에서 등산스틱 사용과 무관하게 시간 경과에 따라 심박수, 산소섭취량, 걸음효율성, 운동자각도가 증가, 산소맥은 감소함 걸음수는 두 경사 모두에서 차이 없었음
Effects of trekking pole use on	<ul style="list-style-type: none"> 등산 폴 사용에 따른 생리적 대사반응 영향 평가

metabolic cost in novice hikers on steep terrains (Han et al. 2017)	<ul style="list-style-type: none"> • 12명의 참가자, 3개 경사($7.0\pm0.7^\circ$, $12.9\pm0.7^\circ$, $18.8\pm1.3^\circ$) 왕복 트레킹 • 트레킹 소요 시간, 산소소비량, 심박수, 운동인지도, 걸음 길이, 걸음효율, 산소맥박 측정 • 등산 폴의 사용은 초보 등산객의 신진대사율을 가장 높은 등급에서만 감소
등산운동의 생리학적 분석(김완태와 남기용, 1971)	<ul style="list-style-type: none"> • 9명의 피험자 대상, 두 지점(고도 256m와 516m, 거리 1,300m, 수직 고도차 260m, 평균 경사도 20%) 산행 • 훈련 효과는 오르막 걷기에서 나타남. 산악 코스 걷기 훈련 후, 오르막 시간이 단축되고, 평균 심박수가 증가. 시간 대 심박수 곡선이 부드러워지고 유동성 있는 심박수의 빈도가 감소 • 건강증진을 위해 20% 등급 코스의 적당한 오르막 산책운동은 주 1회 40분 또는 50분의 산책으로 권장함
숲에서의 운동이 스트레스와 신체구성 및 건강관련체력에 미치는 영향(김보균, 양윤석, 2014)	<ul style="list-style-type: none"> • 14명 참여, 매일 숲에서 운동, 하루 60분씩, 3일 연속 • 산림운동으로 체지방률 크게 감소, 스트레스 요인 개선 • 산림운동이 신체활동을 유도하여 체력을 향상시킬 수 있으며 평생 스트레스 감소와 체력 향상 가능성 제시
50대 남·여의 불갑산 등산로별 운동강도와 에너지소비 프로그램 개발에 관한 연구(서충진, 고영완, 2010)	<ul style="list-style-type: none"> • 남녀 50대 각각 20명씩 참여 • 6개 코스 대상(총거리 5.8-8.2km, 125-210분 소요, 경사도 최대 94.5%, 최소 -94.5%, 평균 경사 14.5%와 -21.1%) 경사도와 운동강도에 따른 에너지소비량 평가 • 운동강도는 최대심박수 대비 평균 40.7-55.5%로, 권장 운동강도에 충분히 부합됨 • 본 연구의 등산로는 4.2-5.8 kcal/min의 에너지소비를 보임

2. 국외 연구개발 현황

연구 제목	연구 내용
<div data-bbox="167 421 295 499" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="355 443 443 477">폴란드</p> <p data-bbox="167 577 582 913">When Urban Environment Is Restorative: The Effect of Walking in Suburbs and Forests on Psychological and Physiological Relaxation of Young Polish Adults (Janeczko et al., 2020)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 두 개의 도시 환경에서 무작위 실험에서 걷는 동안 인간의 생리적, 심리적 이완에 영향을 측정하기 위해 두 개의 숲 (침엽수 및 낙엽수)에서 측정 • 실험 참가자는 75명의 젊은 폴란드인으로 실험 전, 후 4개의 심리적 질문(기분 상태 프로파일, 긍정적 및 부정적 영향 일정, 회복 결과 척도, 주관적 활력 척도)과 생리학적 측정(심박수, 혈압)이 평가 • 녹음이 우거진 도시 환경에 머무르는 것과 산림 환경에 머무르는 것은 모두 대상자의 생리적, 심리적 이완에 긍정적인 영향을 미침
<div data-bbox="167 992 295 1077" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="355 1014 443 1048">스위스</p> <p data-bbox="167 1182 582 1361">Restoration and Stress Relief through Physical Activities in Forests and Parks (Hansmann et al., 2007)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 스위스 취리히의 도시 숲과 도시공원을 방문했을 때의 회복 효과를 평가하기 위하여 두통, 스트레스 수준, 야외 장소를 방문하기 전과 인터뷰할 때 느끼는 균형 정도를 확인 • 두통과 스트레스로 고통받는 일이 크게 줄어들었고, 균형 잡힌 느낌이 크게 높아졌음. 스트레스 회복율은 87%, 두통 감소율은 52%로 나타남. 균형 잡힌 느낌은 40% 향상
<div data-bbox="167 1473 295 1547" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="355 1496 443 1529">중국</p> <p data-bbox="167 1608 582 1832">Physiological and Psychological Effects of Nature Experiences in Different Forests on Young People (Liu et al., 2021)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 베이징 임업 대학의 청년 30명을 대상으로 3가지 유형의 숲(혼합림, 낙엽수림, 침엽수림)과 도시 부지를 사용한 환경이 참가자의 활동(앉기 및 걷기 활동)후 생리적, 심리적 회복에 미치는 영향을 측정 • 회복 효과는 생리학적 지표(혈압 및 심박수)와 4개의 심리적 설문지(기분 상태 프로파일(POMS); 회복 결과 척도(ROS); 주관적 활력 척도(SVS); Warwick-Edinburgh 정신 웰빙 척도(WEMWBS)를 측정 • 모든 유형의 숲이 혈압과 심장 박동수를 낮추고 부정적인 감정을 줄이는 동시에 긍정적인 감정을 높이는 데 도움이 되는 것으로 나타남. 혼합 숲은 혈압과 심박수를 낮추고 활력을 높이는 데 가장 효과적

-
- 회복 및 긍정적인 정신 건강 수준은 크게 증가한 반면 POMS의 모든 하위 척도(활기력 제외)는 침엽수림에서 크게 감소. 걷기 활동 후에는 회복, 활력 및 정신 건강이 긍정적으로 유의하게 증가
-



미국

The effects of hiking poles on performance and physiological variables during mountain climbing (Duckham, 2006)

- 최대 노력으로 등반하는 동안 등산팡의 사용이 심박수, 추정에너지소비 및 혈액 젖산 축적과 같은 생리적 반응에 차이가 있는지 평가
 - 15명의 활동적인 남성과 여성(평균 연령 29 ± 6)이 폴의 사용 유무에 따라 4km 하이킹을 진행함
 - 폴을 사용하거나 사용하지 않고 하이킹을 할 때 테스트한 모든 변수에 대해 유의미한 차이가 발견되지 않았음. 완료까지의 시간(53.2 ± 5.3 vs. 52.7 ± 4.5 분), 혈중 젖산 축적(6.2 ± 2.5 vs. 7.2 ± 3.9 mmol/l)에 차이 없었음
 - 최대심박수, 평균심박수 및 추정에너지소비에 차이 없음. 비공식적으로 피험자들은 폴 사용으로 하이킹 다음날 허리와 하지 통증을 감소시켰다고 보고
-



일본

The effects of exercise in forest and urban environments on sympathetic nervous activity of normal young adults (Yamaguchi et al., 2006)

- 일본에서 건강 증진 활동으로 삼림욕과 걷기가 제안됨. 산림 환경에서 개인의 스트레스 수준의 지표로서 타액 아밀라아제 활성의 유용성을 조사
 - 타액 아밀라아제 활성의 일주기 리듬은 스트레스가 없는 조건에서 건강한 젊은 남성 대상에서 측정되었고, 휴대용 모니터를 사용하여 도시와 숲 환경 모두에서 걷기 전후에 타액 아밀라아제 활성을 측정함
 - 연구 결과, 타액 아밀라아제 활성의 일주기 리듬 변동이 스트레스 요인으로 인한 변동보다 훨씬 작게 나타남
-

Ⅲ. 연구개발 내용

Ⅲ. 연구개발 내용

1. 연구설계

가. 연구추진체계



그림 1. 연구추진체계

나. 연구일정

표 1. 연구진행 일정

연구내용	구분	추진일정								비고
		3	4	5	6	7	8	9	10	
착수보고서										
파일럿 테스트										
본 실험 점검 및 보완										
현장실험										
현장실험 분석										
중간보고서										
실내실험										
데이터 분석										
결과보고서										

다. 용어 정리

표 2. 용어 정리

용어 구분		용어 설명
그룹	A	걷기와 산행을 모두 수행한 피험자 (‘걷기’ ‘산행’ 정의, 아래 참조)
	B	걷기만 수행한 피험자
	A+B	그룹A와 그룹B 총합, 걷기실험만 해당
구간	I	대관령국가숲길 코스 시작과 함께 첫 번째 오르막 구간(이용등급 ‘쉬움’, 하계민원~주막터)
	II	I 구간과 연속된 두 번째 오르막 구간(이용등급 ‘어려움’, 주막터~쉽터)
	III	II 구간과 연속된 세 번째 오르막 구간(이용등급 ‘보통’, 쉽터~반정)
	IV	III 구간 도착지, 반정으로부터 하산 내리막 첫 구간(III 구간 왕복 하산길, 이용등급 ‘쉬움’, 반정~쉽터)
	V	IV 구간과 연속된 두 번째 내리막 구간(II 구간 왕복 하산길, 이용등급 ‘어려움’, 쉽터~주막터)
	VI	V 구간과 연속된 세 번째 내리막 구간(I 구간 왕복 하산길, 이용등급 ‘쉬움’, 주막터~하계민원)
휴식 지점	I - II	오르막 산행 중 I 구간과 II 구간 사이 휴식 지점, ‘주막터’
	II - III	오르막 산행 중 II 구간과 III 구간 사이 휴식 지점, ‘쉽터’
	III - IV	오르막 최종지, 휴식 지점, ‘반정’
	IV - V	내리막 산행 중 IV 구간과 V 구간 사이 휴식 지점, ‘쉽터’
	V - VI	내리막 산행 중 V 구간과 VI 구간 사이 휴식 지점, ‘주막터’
실험	산행	대관령국가숲길, 하계민원과 반정 사이 코스를 왕복하는 현장실험 중 발생한 연구대상자의 행위를 ‘산행’으로 정의
	걷기	국민대학교 운동생리학연구실 내 트레드밀을 이용한 실내실험 중 발생한 연구대상자의 행위를 ‘걷기’로 정의

2. 연구방법

가. 연구대상자

- 40~50대 건강한 남녀로 한정
- 본 연구의 목적, 실험 절차와 방법에 대한 설명을 구두와 서면으로 이해하고
- 연구참여동의서에 자발적으로 서명한 자로 한정
- 연구 및 실험 진행 과정에서 중도 포기 및 불참 자발적 결정 허용
- 연구대상자 분류: 그룹 A, 그룹 B
 - 그룹 A: 산행과 걷기 실험에 모두 참여한 연구대상자
 - 그룹 B: 걷기 실험만 참여한 연구대상자
- 연구대상자들의 신체적 특성은 <표 3>과 같음

표 3. 대상자의 신체적 특성

	그룹 A			그룹 B			그룹 A+B		
	여 (n=5)	남 (n=6)	전체 (n=11)	여 (n=5)	남 (n=4)	전체 (n=9)	여 (n=10)	남 (n=10)	전체 (n=20)
나이 (yrs)	42.8±4.3	47.2±8.5	45.2±7.0	47.4±5.5	45.8±7.4	46.7±6.3	45.4±5.3	46.7±7.8	46.1±6.6
신장 (cm)	162.2±3.8	174.5±5.5	169.2±8.1	159.0±6.0	170.7±2.3	164.2±7.6	160.0±4.8	172.5±4.9	166.2±8.0
체중 (kg)	64.0±4.3	81.7±9.5	73.7±11.7	59.1±10.5	72.8±9.0	65.2±11.6	61.8±8.1	77.4±8.8	69.6±11.5
신체질량지수 (kg/m ²)	24.3±1.2	26.8±2.1	25.7±2.1	23.2±2.9	24.1±3.4	24.0±3.1	24.1±2.3	26.0±2.7	25.0±2.6
다리길이 (cm)	83.9±2.0	89.9±7.3	87.2±6.2	84.4±8.0	87.1±3.5	85.6±6.2	84.2±5.5	88.8±6.2	86.5±6.1

나. 실험 절차 및 방법

1) 현장실험(산행) 절차 및 방법

가) 사전준비

- 연구대상자에게 [산길샘] 또는 [램블러] 어플 설치 안내
- 전자심박수측정기, 보행기록계(스트라이드, Stryd), 등산스틱
- 산소포화도측정기, 운동자각도(Ratings of Perceived Exertion; RPE)판
- 온·습도측정기
- 연구대상자에게 제공할 간단한 간식 및 물

나) 현장실험 장소 현황

- 대관령국가숲길 중 ‘하제민원’과 ‘반정’ 사이 왕복 구간을 선정<그림 2>
- 하제민원 발 오르막 이용등급은 순서별로 ‘쉬움’ ‘어려움’ ‘보통’으로 구성
- 반정 발 내리막 이용등급은 순서별로 ‘쉬움’ ‘어려움’ ‘쉬움’으로 구성
- 오르막 및 내리막 해당 구간에 대한 정보는 <그림 3>에서 제시

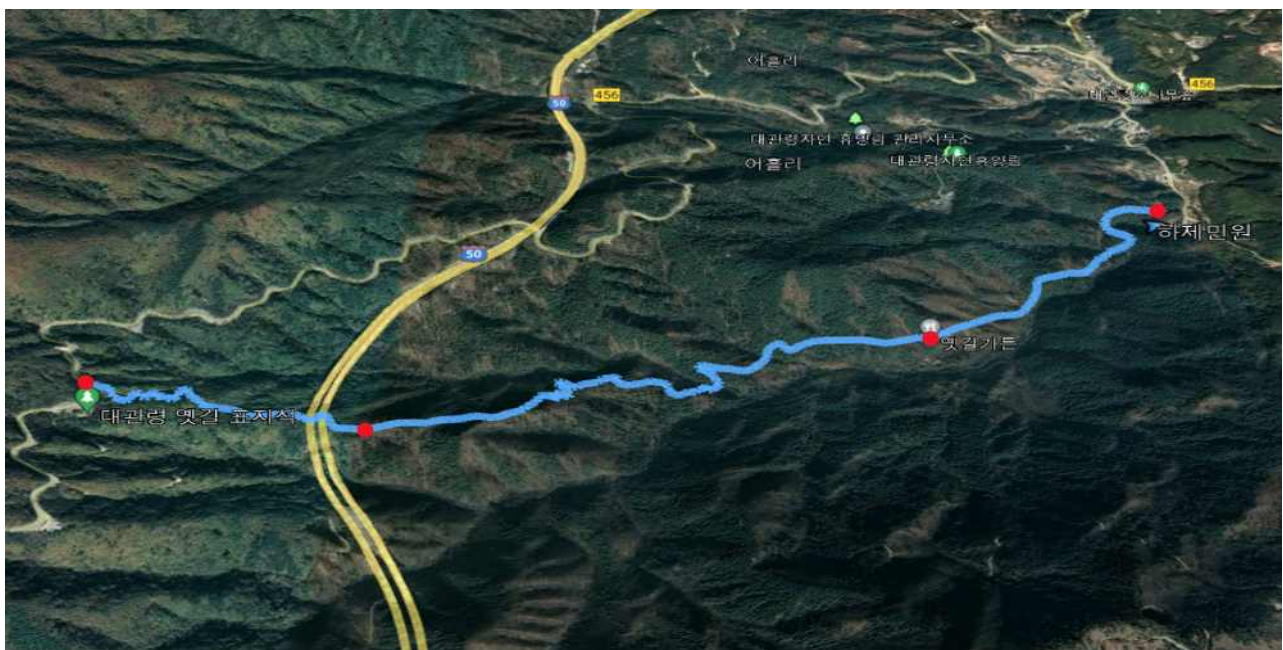


그림 2. 대관령국가숲길 현장실험 구간 코스 지도



그림 3. 대관령국가숲길 현장실험 구간 코스 이용등급 및 거리 현황

다) 현장실험 사전절차

- 실험목적 설명 후 연구대상자의 신체활동 설문지(PAR-Q) 및 동의서 작성
- 전자심박수측정기를 검상돌기 부근에 착용 후 안정 시 심박수 측정
- 산소포화도측정기를 오른손 검지손가락에 장착 후 안정 산소포화도 측정
- 보행기록계 어플에 대상자 키와 몸무게
- 보행기록계 센서를 오른쪽 신발에 장착
- 등산스틱을 대상자의 편의에 따라 길이 조정
- 연구대상자별 [산길샘] 또는 [램블러] 어플 로그인
- 모든 장비 장착 후 체중 측정

라) 산행 절차

- 출발 전 온·습도 측정 및 기록
- 출발 시 전자심박수기록계, 보행기록계, [산길샘] 또는 [램블러] 어플 시작
- 산행 중 10분마다 운동자각도 질의 및 기록
- 산행 각 구간 종료 직전 산소포화도, 운동자각도 측정
- 산행 구간과 구간 사이 휴식지점에서 안정 상태로의 휴식 진행
- 산행 구간 시작과 끝나는 순간 현재시간 기록
- 대상자 물 요청 시 제공

2) 실내실험(걷기) 절차 및 방법

가) 사전준비

- 실험 전 호흡가스분석기 교정시험(calibration tset) 및 장비 부품 연결 세팅
- 실내실험 환경; 온도 $20\pm 2^{\circ}$, 상대습도 $45\pm 20\%$ 조성 및 유지 확인
- 심박수측정기, 보행기록계, 산소포화도측정기, 운동자각도판 준비

나) 실내실험 진행 프로토콜

- 실내실험 걷기 경사도 및 거리는 <표 4>에 제시
- 실내실험 걷기 경사도는 산행 각 구간 평균을 적용하고 유지
- 실내실험 걷기 거리는 구간과 무관하게 모두 1 km로 설정
- 실내실험 II 구간 경사도는 구간 중간 200 meter를 24%로 설정
- 실내실험 V 구간 경사도는 구간 중간 200 meter를 -24%로 설정
- 그룹 A: 개인별 대관령국가숲길 현장실험 결과를 적용
- 그룹 A: 오르막에서 개인별 산행 속도 준용, 트레드밀 속도 일정 유지
- 그룹 A: 내리막 속도는 3.5~5.0 km/h 사이에서 대상자가 선택
- 그룹 B: 오르막에서 구간별 속도는 그룹 A의 평균속도 준용, 일정 속도 유지
- 그룹 B: 내리막 속도는 3.5~5.0 km/h 사이에서 대상자가 선택

표 4. 실내실험 걷기 구간별 경사도 및 거리 조건

걷기 구간		걷기 경사도 및 거리
오르막	I	경사도 8%, 1km
	II	경사도 16%, 400m → 경사도 24%, 200m → 경사도 16%, 400m
	III	경사도 12%, 1km
내리막	IV	경사도 -12%, 1km
	V	경사도 -16%, 400m → 경사도 -24%, 200m → 경사도 -16%, 400m
	VI	경사도 -8%, 1km

▶ 내리막 구간은 3.5~5km/h 사이의 속도로 대상자가 원하는 속도 선택하여 설정

▶ 그룹 A 오르막 구간 속도는 산행 시 개별속도를 기준으로 설정

▶ 그룹 B 오르막 구간 속도는 그룹 A 산행 평균속도를 기준으로 설정

다) 실내실험 사전절차

- 실험목적 설명 후 신체활동설문지(PAR-Q)와 연구참여동의서 작성
- 키, 몸무게, 다리길이, 안정 시 혈압 측정
- 전자심박수측정기를 검상돌기 부근에 착용
- 산소포화도측정기를 오른손 검지손가락에 장착 후 안정 시 산소포화도 측정
- 보행계측기 어플에 대상자 키, 체중 입력
- 보행계측기 센서 오른쪽 신발에 장착
- 대상자 편의에 맞추어 등산스틱 길이 조정
- 하네스를 이용하여 호흡가스분석기 장착 후 체중 측정
- 앉아서 휴식하며 안정 시 산소섭취량 및 심박수 측정

라) 걷기 절차

- 실내 걷기실험 절차는 <표 4>에서 제시
- III 구간 24% 경사도에서 혈압, 산소포화도, 운동자각도 추가 측정
- 연구대상자 요구 시 물 제공, 섭취량(ml) 측정

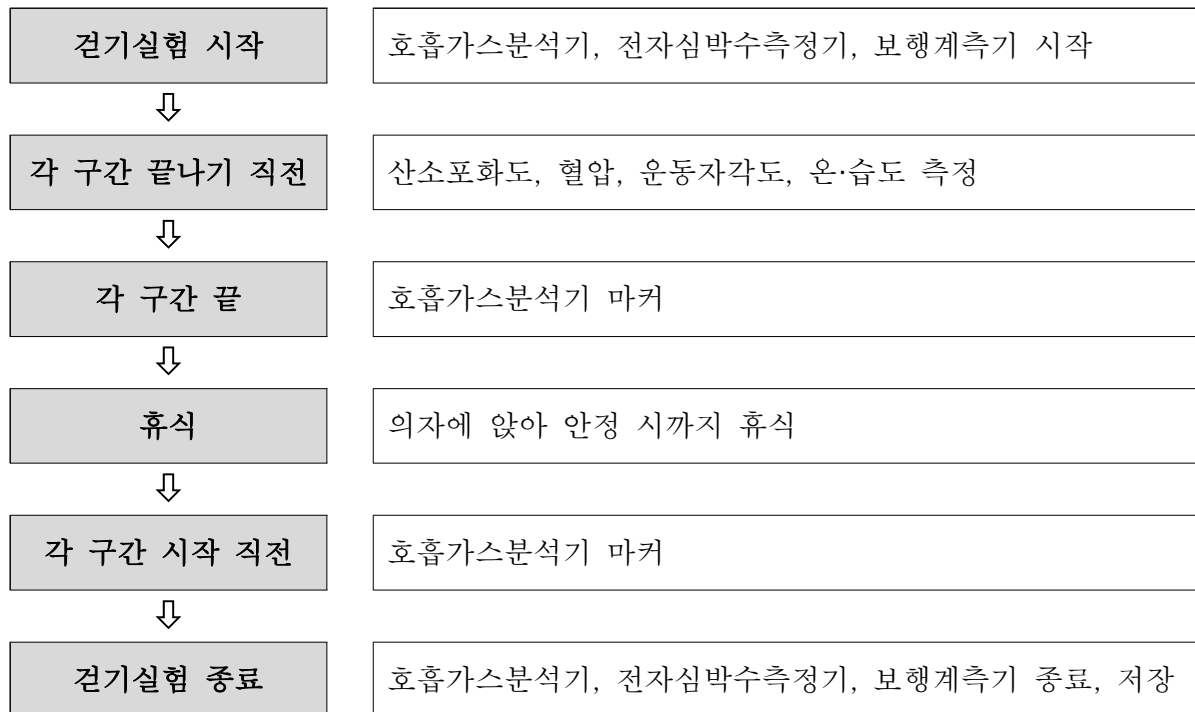


그림 4. 실내 걷기실험 절차

다. 연구변인

1) 연구변인 매트릭스

연구개발에 사용된 변인은 <표 5>에서 제시

표 5. 연구변인 매트릭스

	신체적 특성 변인	심혈관 및 대사 변인	물리적 변인
취득정보 변인			국가숲길 거리 국가숲길 경사도
연구대상자 보고 변인	나이 키	운동자각도	
장비의 직접 측정 변인	몸무게 다리길이	안정 시 심박수 안정 시 혈압 산행(걷기) 중 심박수 산행(걷기) 중 산소포화도 걷기 중 혈압	기온 습도 산행 시간 변인 산행 걸음 변인 걷기 시간 변인 걷기 걸음 변인 걷기 경사도
장비의 계산 변인		안정 시 산소섭취량 변인 걷기 중 산소섭취량 변인	산행(걷기) 속도
연구자 변형 변인	신체질량지수	예측 최대심박수 여분심박수 안정 시 맥압, 평균동맥압 걷기 맥압, 평균동맥압 산행(걷기) 상대 운동강도 걷기 대사당량 걷기 에너지소비량 걸음수 대비 심박수 걸음수 대비 산소섭취량 심박수 대비 산소섭취량	한걸음거리

가) 데이터 취득 속성별 5대 구분

- 취득정보 변인: 비연구 과정에서 취득된 정보
- 연구대상자 보고 변인: 연구대상자의 직접 보고에 근거한 데이터
- 장비의 직접측정 변인: 측정 장비의 특성에 기반한 데이터
- 장비의 계산 변인: 단순 환산을 포함, 특정 알고리즘에 의한 데이터
- 연구자 변형 변인: 연구자가 수학적으로 변형 및 계산한 데이터

나) 생리학 및 기능별 3대 변인

- 신체적 특성 변인
- 심혈관 및 대사 변인
- 물리적 변인

2) 변인 측정 장비 및 계산 방법

연구개발에 사용된 측정 장비와 계산 방법은 <표 6>에서 제시

표 6. 측정 장비 및 연구 변인 계산 방법

데이터성격		측정(계산)방법	단위	측정장비	약자
안정시 심박수	심혈관기능	안정시 5분 동안의 평균 심박수	beat/min	Polar	HRrest
회복심박수	심혈관기능	휴식 시 심박수	beat/min	Polar	HRc
키	신체적 특징	0.1cm 단위	cm	BSM370	
몸무게	신체적 특징	0.1kg 단위	kg	cas- PB150	
다리길이	신체적 특징	전상장골극- 안쪽복숭아뼈 사이	cm	rollfix 150cm	
운동자각도	연구대상자 보고 변인	10분마다 질문	6~20	운동자각도표	
안정 시 혈압	심혈관기능	실험 시작 직전	mmHg	GAMMAXLLF	
산소포화도	심혈관기능	실험 시작 직전,	%	PulseOximeter	SpO ₂

각 구간 종료 직후					
걷기 중 혈압	심혈관기능	구간 종료 30초 전	mmHg	Tango M2	
안정시 산소섭취량 (절대량)	심혈관 및 대사변인	안정 시 5분 간 평균 산소섭취량	liter/min	K5	VO ₂
안정시 산소섭취량 (상대량)	심혈관 및 대사변인	안정 시 5분 간 평균 산소섭취량	ml/kg/min	K5	VO ₂
걷기 중 산소섭취량 (절대량)	심혈관 및 대사변인	구간별 걷기 중 평균 산소섭취량	liter/min	K5	VO ₂
걷기 중 산소섭취량 (상대량)	심혈관 및 대사변인	구간별 걷기 중 평균 산소섭취량	ml/kg/min	K5	VO ₂
걷기 중 대사당량	심혈관 및 대사변인	구간별 걷기 중 평균 대사당량	MET	K5	MET
기온	물리적 변인	실험 전, 후	℃	testo608H1	
습도	물리적 변인	실험 전, 후	%	testo608H1	
산행 시간	물리적 변인	산행 시작부터 종료까지	min, s	Polar	
산행 걸음수	물리적 변인	구간별 기록 데이터 평균 환산	spm	Stryd	SR
걷기 거리	물리적 변인	걷기실험 절차에 따른 거리	km	COSMED treadmill	
걷기 시간	물리적 변인	측정 장비에 기록된 시간	hr, min, sec	COSMED treadmill	
걷기 경사도	물리적 변인	측정 장비에 기록된 경사도	%	COSMED treadmill	
트레드밀 걸음수	물리적 변인	측정장비에 기록된 데이터를 구간별 평균으로 환산	spm	Stryd	SR
산행 속도	물리적 변인	측정장비에 기록된 구간별 평균 데이터	km/h	Stryd	Spd
걷기 속도	물리적 변인	현장실험 구간별 평균속도 준용	km/h	COSMED treadmill	Spd

라. 데이터 리덕션 및 통계분석

1) 데이터 리덕션

연구개발에 사용된 변인의 데이터 리덕션 방법은 <표 7>에 제시

표 7. 데이터 리덕션 방법

최초 데이터 형식		변형방법	데이터 리덕션
구간별 심박수	1초 간격 데이터 기록	산행 기록: 산행 시작 전 심박수 데이터 제외, 산행 시작 직후의 데이터부터 산행 종료까지 모든 데이터 활용하여 구간별 평균값 환산	산행 기록: 개인 연구 대상자별 구간별 1개 평균값을 데이터 분석에 사용
나이	연구대상자에게 보고 받은 나이	만 나이	
키	실내실험 전 신발을 벗은 후 측정	소주점 첫 째 자리에서 반올림	그룹 A 연구대상자들은 2개의 데이터 평균 사용
몸무게	산행: 산행을 위한 의복 및 장비 착용 후 측정	의복 및 등산스틱 착용	그룹 A 연구대상자들은 2개의 데이터 평균 사용
신체질량지수 (BMI)	체중(kg)/{(키(m)*키(m))}	계산식 사용	
다리길이	전상장골극부터 안쪽복숭아뼈까지의 길이	cm 기록	실내실험에서 측정
안정시심박수 (HRr)	1초 간격 데이터 기록	안정상태 후 5분 간 데이터 평균값 사용	

예측최대심박수	공식 [220-나이] 사용	공식 이용 계산 값	
HR%	구간별 평균 심박수 데이터 기록	구간별 평균 심박수를 최대심박수 대비 %로 환산	개인 연구대상자별 구간별 1개의 값을 데이터 분석에 사용
Spd(스피드)	1초 간격 데이터 기록	산행 시작 직전부터 종료 직후의 데이터를 구간별로 나눈 후 평균값으로 환산	개인 연구대상자별 구간별 1개의 값을 데이터 분석에 사용
SR(케이던스, 보행수)	1초 간격 데이터 기록	산행 시작 직전부터 종료 직후의 데이터를 구간별로 나눈 후 평균값으로 환산	개인 연구대상자별 구간별 1개의 값을 데이터 분석에 사용
SpO ₂ (산소포화도)	구간별 종료 직후 데이터 기록	-	
휴식 시 심박수 (HRc)	1초 간격 데이터 기록	산행 기록: 산행 종료 직후에서 산행 시작 직전까지 모든 데이터 활용하여 평균값 환산	개인 연구대상자별 구간별 1개 평균값을 데이터 분석에 사용
여유심박수 (HRR)	심박수	최대심박수-안정시심박수	
목표심박수 (%HRR)	심박수	(여유심박수x운동강도) +안정시심박수	
휴식시 HR%	휴식 시 나타난 평균 심박수 데이터 기록	휴식 시 나타난 평균 심박수를 최대심박수 대비 %로 환산	개인 연구대상자별 구간별 1개의 값을 데이터 분석에 사용
휴식시 목표심박수 (HRc %HRR)	(여유심박수x운동강도)+ 안정시심박수	휴식 시 나타난 평균 심박수를 목표심박수 공식으로 계산하여 %로 환산	개인 연구대상자별 구간별 1개의 값을 데이터 분석에 사용
소요시간	1초 간격 데이터 기록	오로지 산행(걷기)만의 시간을 기록 후 구간별 시간을 분과 초로 환산	개인 연구대상자별 구간별 1개의 값을 데이터 분석에 사용

에너지소비량	3~4초 간격 데이터 기록	구간별 평균 에너지소비량을 사용	개인 연구대상자별 구간별 1개의 값을 데이터 분석에 사용
대사당량	3~4초 간격 데이터 기록	구간별 평균 에너지소비량을 사용	개인 연구대상자별 구간별 1개의 값을 데이터 분석에 사용
산소섭취량	3~4초 간격 데이터 기록	구간별 평균 에너지소비량을 사용	개인 연구대상자별 구간별 1개의 값을 데이터 분석에 사용
수축기혈압	mmHg	안정 시와 운동 종료 50미터 측정	개인 연구 대상자별 구간별 1개의 값을 데이터 분석에 사용
이완기혈압	mmHg	안정 시와 운동 종료 50미터 전 측정	개인 연구대상자별 구간별 1개의 값을 데이터 분석에 사용
맥압	mmHg	안정시, 구간별, [수축기혈압-이완기혈압]	개인 연구대상자별 구간별 1개의 값을 데이터 분석에 사용
평균동맥압	mmHg	(맥압/3)+이완기혈압	개인 연구대상자별 구간별 1개의 값을 데이터 분석에 사용
구간별 한걸음길이	cm	구간별 1초 간격 기록 걸음수를 60으로 나눠 초당 걸음수로 환산 후 구간별 거리/초당 걸음수로 환산	개인 연구대상자별 구간별 1개의 값을 데이터 분석에 사용
구간별 걸음수 대비 산소섭취량	ml/kg/step	구간별 평균 산소섭취량/구간별 평균 보행수	개인 연구대상자별 구간별 1개의 값을 데이터 분석에 사용
구간별 심박수 대비 산소섭취량	ml/kg/beat	구간별 평균 산소섭취량/구간별 평균 심박수	개인 연구대상자별 구간별 1개의 값을 데이터 분석에 사용

2) 통계분석

가) 데이터 정리

- 데이터의 자료처리는 Microsoft office excel Ver. 2016을 사용

나) 통계처리

- 연구개발 데이터의 통계처리는 IBM SPSS statistics(PC/Ver) 26을 이용하여 각 그룹과 구간에 대한 측정항목을 분석
- 구간에 따른 차이는 일원반복측정 분산분석(One-way Repeated Measure ANOVA)을 활용하여 분석
- 변인 간 차이가 세 구간에서 발견 시 일원분산분석(One-way ANOVA)을 사용하여 사후분석(Bonferroni) 실시
- 실험 유형(걷기와 산행)과 구간에 따른 차이는 독립표본 T 검정(Independent Sample T-test)으로 분석
- 통계적 유의 수준은 $\alpha=.05$ 로 정의

IV. 연구개발 결과

IV. 연구개발 결과

1. 이용등급에 따른 구간별 연구 결과

가. 산행실험의 구간에 따른 생리적 반응 결과

1) 구간별 HR 결과

- 산행의 구간별 HR 결과는 <표 8>, <그림 5>와 같음
- 오르막 구간의 통계 결과, 구간에 따른 차이가 나타남($p < 0.001$). 사후분석결과, HR이 I 구간과 비교해 II, III 구간에서 높아 통계적 유의성이 나타남($p < 0.001$). II와 III 구간에서는 유의한 차이가 나타나지 않음
- 내리막 구간의 통계 결과, IV, V, VI 세 구간에서의 통계적 유의성은 나타나지 않음
- 오르막 구간 사이의 휴식 시 회복심박수 변화에선 구간별 차이를 보임($p < 0.001$), 사후분석결과, I~II 구간보다 II~III 구간($p < 0.05$), III~IV 구간($p < 0.001$)에서 심박수가 높아 통계적 유의성이 나타남. II~III 과 III~IV 구간 사이에는 유의한 차이가 나타나지 않음

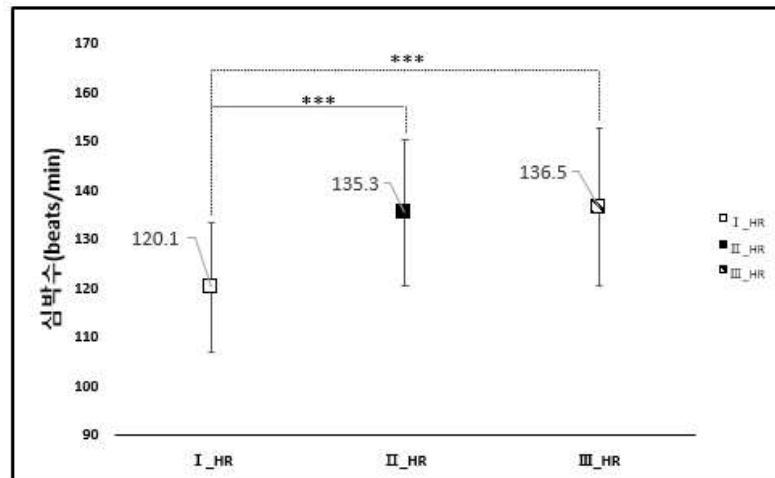
표 8. 산행 구간에 따른 심박수 변화

(beat/min)

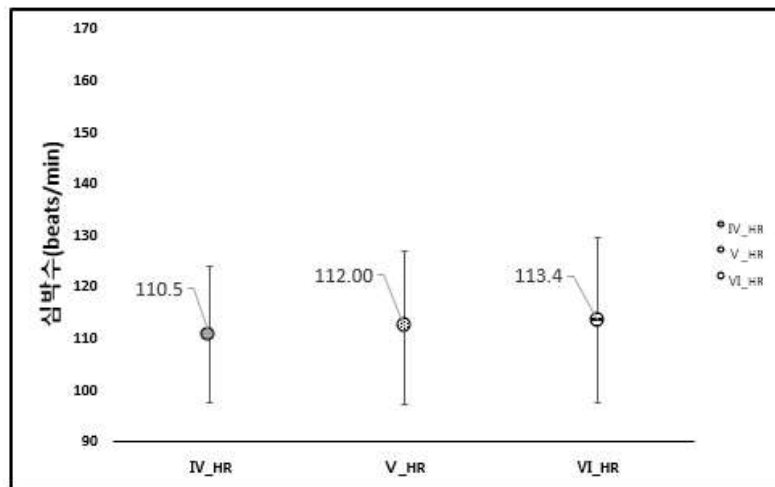
				<i>F</i>	<i>P-Value</i>	<i>post-hoc</i>
I_HR (a)	120.1	±	13.2	40.374	< 0.001	a < b***, c***
II_HR (b)	135.3	±	14.9			
III_HR (c)	136.5	±	16.1			
IV_HR (a)	110.5	±	14.4	1.964	0.166	ns
V_HR (b)	112.0	±	15.7			
VI_HR (c)	113.4	±	14.5			
I – II_HRc (a)	100.8	±	11.9	11.129	< 0.001	a < b*, c***
II – III_HRc (b)	108.3	±	15.8			
III – IV_HRc (c)	113.6	±	12.8			

Values are mean±SD, HR: Heart rate, HRc: HR recovery, significant difference: * $p < 0.05$, *** $p < 0.001$, ns: non significant

오르막 구간



내리막 구간



오르막
쉬는 구간

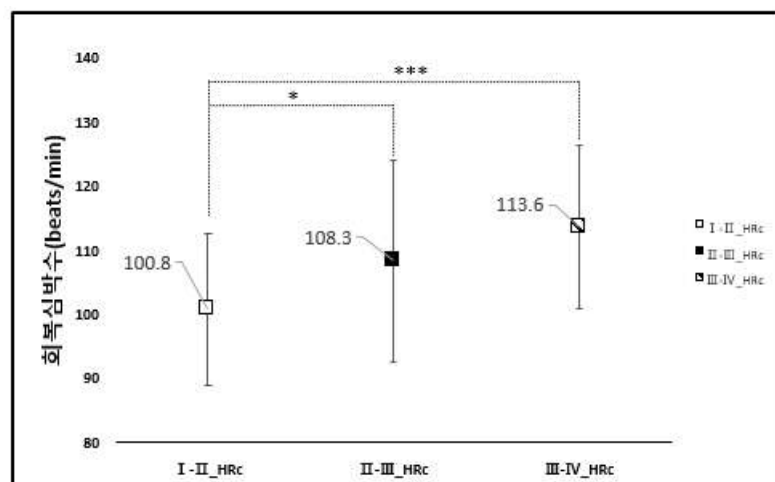


그림 5. 산행 구간에 따른 심박수 변화

2) 구간별 산소포화도 결과

- 산행의 구간별 산소포화도 결과는 <표 9>, <그림 6>과 같음
- 구간별 산소포화도는 오르막인 I, II, III 구간에서 통계적 차이가 나타나지 않음
- 내리막인 IV, V, VI 구간에서도 각 구간에 따른 통계적 차이가 나타나지 않음

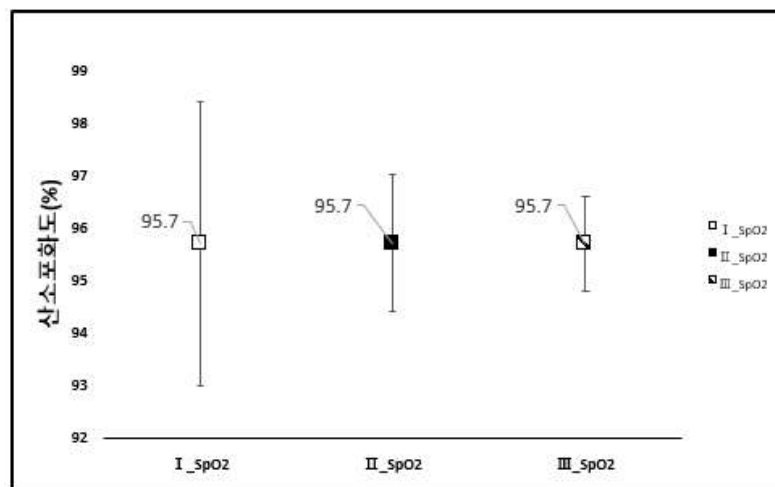
표 9. 산행 구간에 따른 산소포화도 변화

(%)

		<i>F</i>	<i>P-Value</i>	<i>post-hoc</i>
I_SpO ₂	95.7 ± 2.7	0.000	1.000	ns
II_SpO ₂	95.7 ± 1.3			
III_SpO ₂	95.7 ± 0.9			
IV_SpO ₂	96.4 ± 2.0	0.409	0.670	ns
V_SpO ₂	96.4 ± 1.6			
VI_SpO ₂	96.7 ± 1.1			

Values are mean±SD, SpO₂: peripheral oxygen saturation, ns: non significant

오르막 구간



내리막 구간

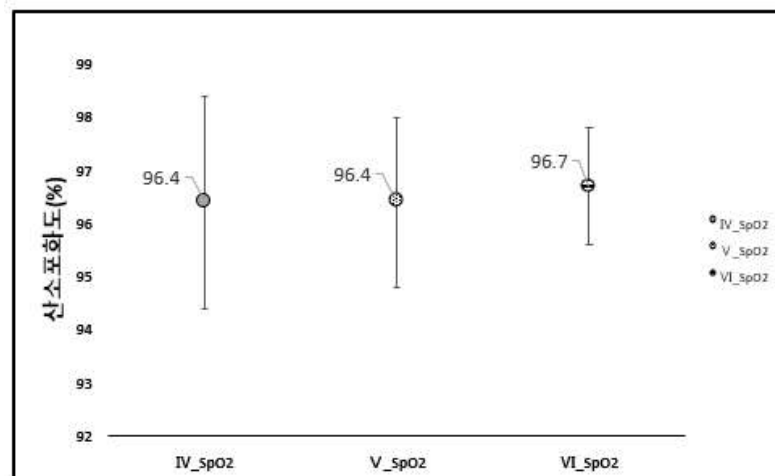


그림 6. 산행 구간에 따른 산소포화도 변화

3) 구간별 운동강도 결과

가) 구간별 상대운동강도 결과

- 산행의 구간별 상대운동강도 결과는 <표 10>, <그림 7>과 같음
- 산행에 따른 오르막에서 최대심박수 대비 상대운동강도는 III, II, I 순으로 높게 나타나 구간별 차이가 있음이 확인되었음($p < 0.001$). 사후분석결과, I 구간과 II, I 구간과 III 구간에서 통계적 유의성이 나타남($p < 0.001$). II 구간과 III 구간에는 통계적 유의성이 나타나지 않음
- 산행 중 내리막에서 최대심박수 대비 상대운동강도는 IV, V, VI에서 구간에 따른 통계적 차이가 나타나지 않음
- 산행 중 오르막에서 여유심박수 대비 상대운동강도는 III, II, I 순으로 높게 나타나 구간별 차이가 있음이 확인되었음($p < 0.001$). 사후분석 결과, I 구간과 II 구간, I 구간과 III 구간에서 통계적 유의성이 나타남($p < 0.001$). II 구간과 III 구간에는 통계적 유의성이 나타나지 않음
- 산행 중 내리막에서 여유심박수 대비 상대운동강도는 IV, V, VI에서 구간에 따른 통계적 차이가 나타나지 않음

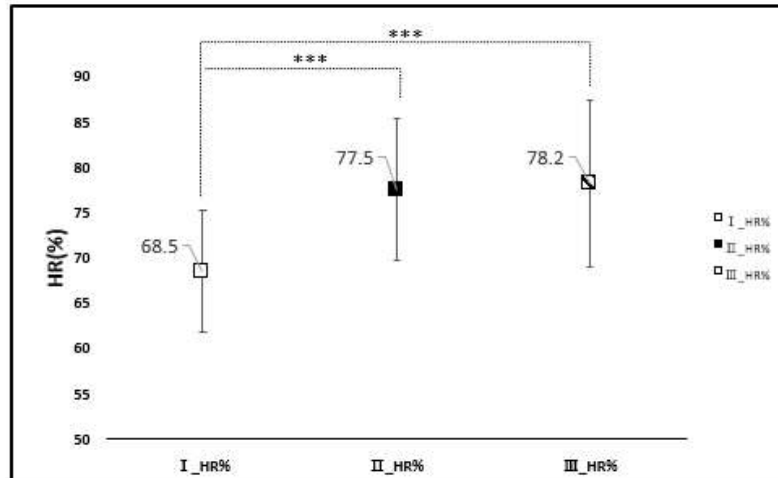
표 10. 산행 구간에 따른 상대운동강도 변화

(%)

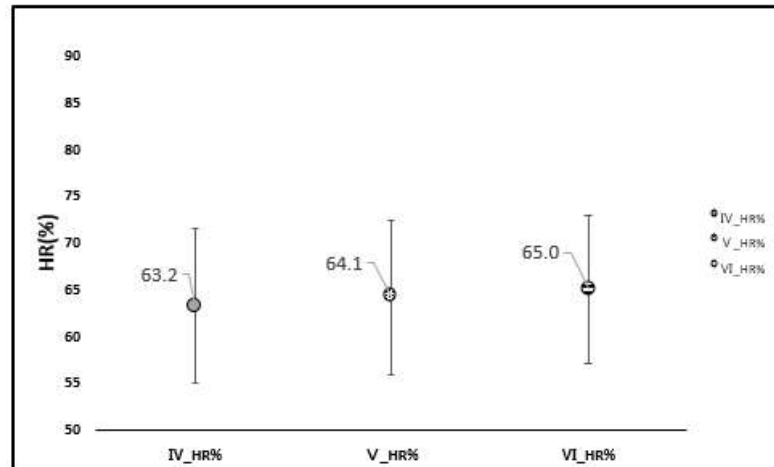
		<i>F</i>	<i>P-Value</i>	<i>post-hoc</i>
I_HR% (a)	68.5 ± 6.8	42.137	< 0.001	a < b***, c***
II_HR% (b)	77.5 ± 7.8			
III_HR% (c)	78.2 ± 9.2			
IV_HR% (a)	63.2 ± 8.2	2.357	0.121	ns
V_HR% (b)	64.1 ± 8.3			
VI_HR% (c)	65.0 ± 7.9			
I_HRR% (a)	42.1 ± 12.1	38.720	< 0.001	a < b***, c***
II_HRR% (b)	58.6 ± 12.4			
III_HRR% (c)	60.3 ± 14.1			
IV_HRR% (a)	32.7 ± 11.9	1.532	0.240	ns
V_HRR% (b)	34.0 ± 13.2			
VI_HRR% (c)	35.4 ± 12.3			

Values are mean±SD, HR%: Relative exercise intensity compared to maximum heart rate, HRR%: Relative exercise intensity compared to HRR, significant difference: *** $p < 0.001$, ns: non significant

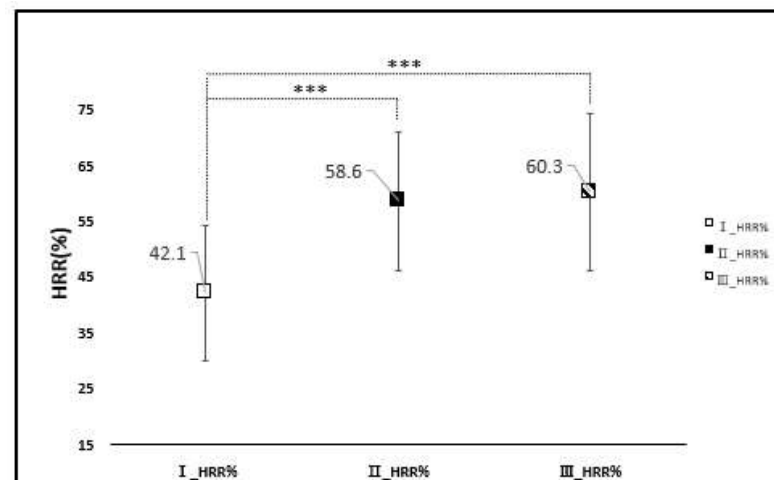
오르막 구간
HR%



내리막 구간
HR%



오르막 구간
HRR%



내리막 구간
HRR%

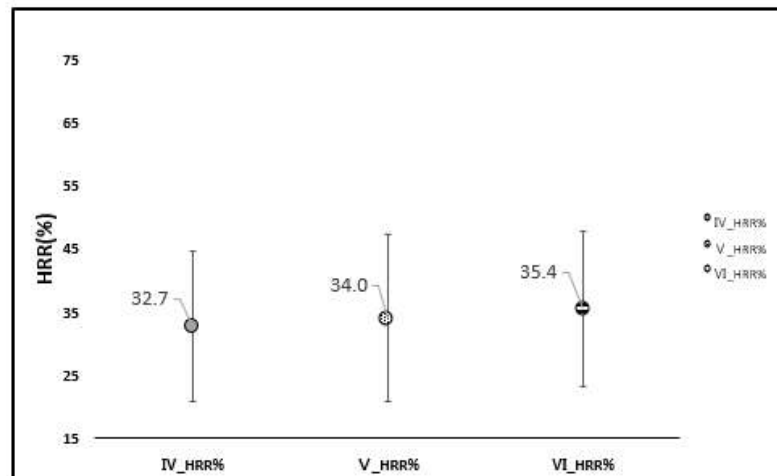


그림 7. 산행 구간에 따른 상대운동강도 변화

나) 구간별 주관적 운동강도 변화 결과

- 산행의 구간별 주관적 운동강도 결과는 <표 11>, <그림 8>과 같음
- 주관적 운동강도는 오르막에서 구간에 따른 통계적 차이가 확인되었음($p < 0.001$). 사후분석 결과, I 구간과 II, I 구간과 III 구간에서 통계적 유의성이 나타남($p < 0.001$). II 구간과 III 구간에는 통계적 유의성이 나타나지 않음
- 내리막에서 주관적 운동강도는 IV, V, VI 구간에 따른 통계적 차이가 나타나지 않음

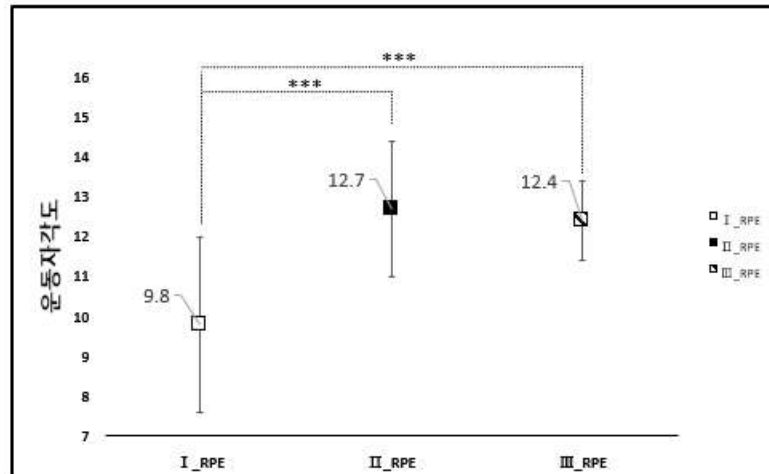
표 11. 산행 구간에 따른 주관적 운동강도 변화

(score)

				<i>F</i>	<i>P-Value</i>	<i>post-hoc</i>
I_RPE (a)	9.8	±	2.2			
II_RPE (b)	12.7	±	1.7	15.505	< 0.001	a < b***, c***
III_RPE (c)	12.4	±	1.0			
IV_RPE (a)	9.6	±	2.0			
V_RPE (b)	9.3	±	2.0	0.676	0.520	ns
VI_RPE (c)	9.3	±	1.9			

Values are mean±SD, RPE: Rating of perceived exertion, significant difference: *** $p < 0.001$, ns: non significant

오르막 구간



내리막 구간

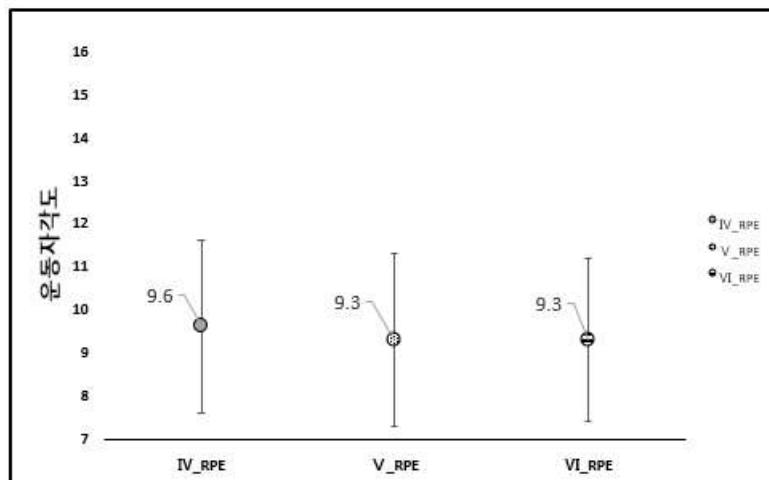


그림 8. 산행 구간에 따른 주관적 운동강도 변화

다) 구간별 회복 시 심박수 대비 상대운동강도 결과

- 산행의 구간별 회복 시 심박수 대비 상대운동강도 결과는 <표 12>, <그림 9>와 같음
- 산행 중 회복 구간에 대한 최대심박수 대비 상대운동강도는 오르막에서 구간에 따른 평균적 차이가 확인되었음($p < 0.001$) 사후분석결과, I ~ II 구간과 II ~ III 구간($p < 0.05$), III ~ IV 구간($p < 0.01$) 구간의 통계적 유의성이 나타남
- 산행 중 회복 구간에 대한 여유심박수 대비 상대운동강도는 오르막에서 구간에 따른 평균적 차이가 확인되었음($p < 0.001$). 사후분석결과, I ~ II 구간과 II ~ III 구간($p < 0.05$), III ~ IV 구간($p < 0.01$)의 통계적 유의성이 나타남

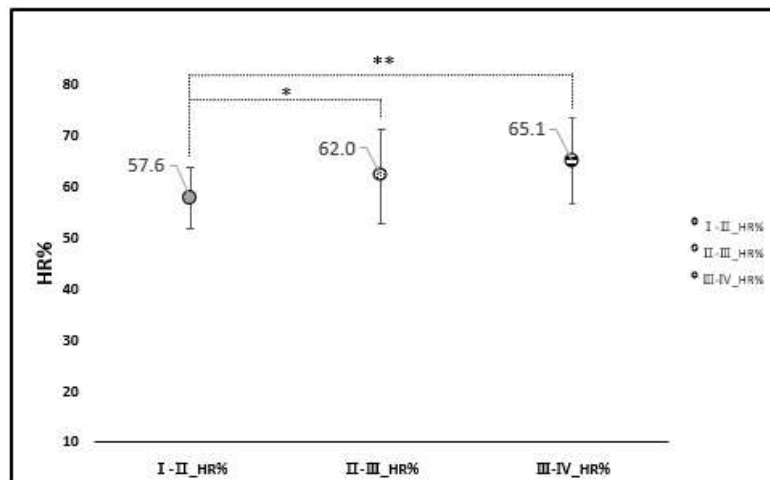
표 12. 산행 중 오르막 쉬는 구간의 상대운동강도

(%)

		<i>F</i>	<i>P-Value</i>	<i>post-hoc</i>
I - II_HR% (a)	57.6 ± 6.0	10.495	< 0.001	a < b*, c**
II - III_HR% (b)	62.0 ± 9.3			
III - IV_HR% (c)	65.1 ± 8.5			
I - II_HRR% (a)	21.9 ± 11.0	9.830	< 0.001	a < b*, c**
II - III_HRR% (b)	30.6 ± 13.0			
III - IV_HRR% (c)	36.5 ± 10.3			

Values are mean±SD, HR%: Relative exercise intensity compared to maximum heart rate, HRR%: Relative exercise intensity compared to HRR, significant difference: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, ns: non significant

오르막
쉬는 구간
HR%



오르막
쉬는 구간
HRR%

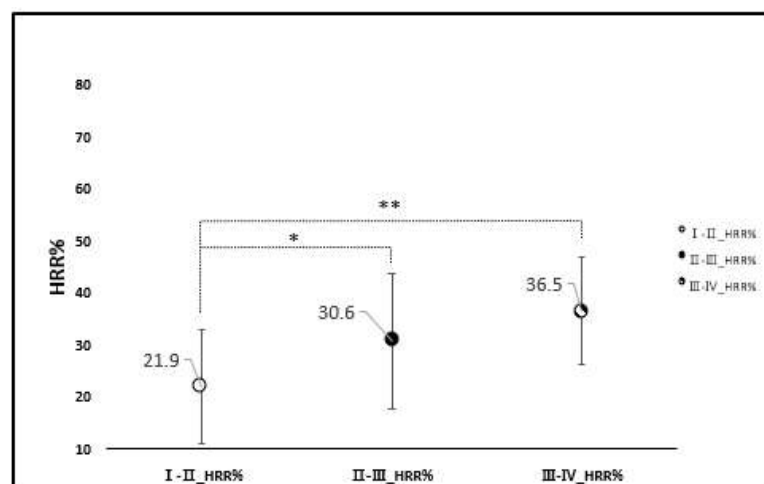


그림 9. 산행 중 오르막 쉬는 구간의 상대운동강도

4) 구간별 산행시간 결과

- 구간별 산행시간 결과는 <표 13>, <그림 10>과 같음
- 오르막에서 산행시간은 각 구간의 평균 소요시간에서 유의한 차이가 나타남 ($p<0.001$), 사후분석 결과, II구간의 산행시간이 I 구간 및 III 구간보다 소요시간이 길어 통계적 유의성을 나타냄($p<0.001$). I 구간과 III 구간의 산행시간에는 유의한 차이가 나타나지 않음
- 내리막에서 산행시간은 각 구간의 평균 소요시간에서 유의한 차이가 나타남 ($p<0.001$), 사후분석 결과, IV 구간보다 V, VI 구간에서 산행시간이 길었으며, V 구간이 VI 구간보다 산행시간이 길어 통계적 유의성이 나타남($p<0.001$).

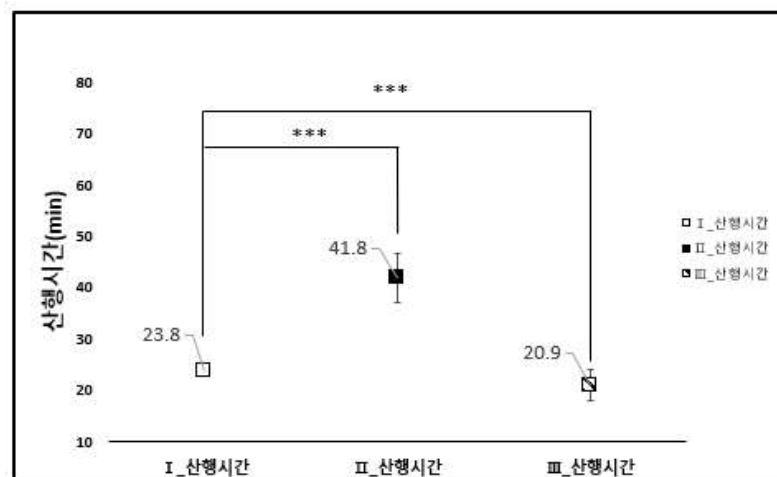
표 13. 산행 시 구간별 소요시간

(min)

				<i>F</i>	<i>P-Value</i>	<i>post-hoc</i>
I_산행시간 (a)	23.8	±	1.1			
II_산행시간 (b)	41.8	±	4.7	187.746	< 0.001	b > a***, c***
III_산행시간 (c)	20.9	±	3.0			
IV_산행시간 (a)	18.1	±	2.9			
V_산행시간 (b)	37.3	±	4.7	207.468	< 0.001	a < b***, c*** b > c***
VI_산행시간 (c)	22.6	±	3.1			

Values are mean±SD, significant difference: *** $p<0.001$

오르막 구간



내리막 구간

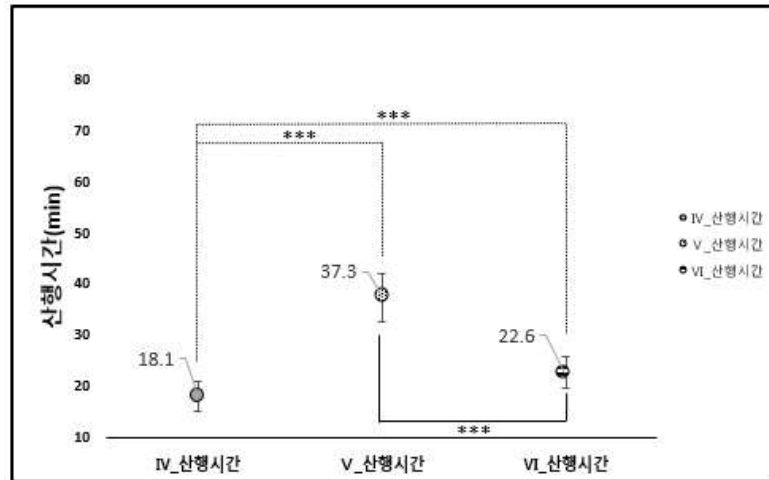


그림 10. 산행 시 구간별 소요시간

5) 구간별 보행 결과

가) 구간별 평균 보행수 결과

- 구간별 평균 보행수 결과는 <표 14>, <그림 11>과 같음
- 오르막에서 평균 보행수는 각 구간에 따른 통계적 차이가 확인되었음($p < 0.001$). 사후분석결과, I 구간과 II, I 구간과 III 구간에서 통계적 유의성이 나타남($p < 0.001$). II 구간과 III 구간에는 통계적 유의성이 나타나지 않음
- 내리막에서 평균 보행수는 각 구간에 따른 통계적 차이가 확인되었음($p < 0.05$). 사후분석결과, IV 구간과 V 구간에서 통계적 유의성이 나타남($p < 0.001$). IV 구간과 VI구간 및 V 구간과 VI 구간에는 통계적 유의성이 나타나지 않음

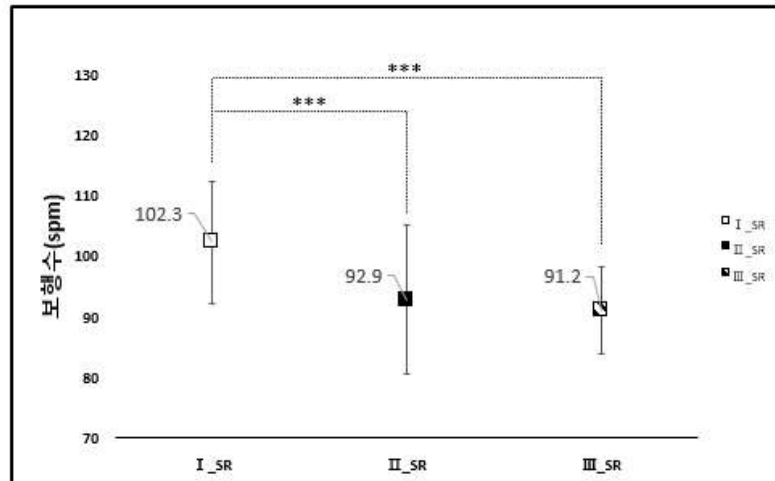
표 14. 산행 구간에 따른 평균 보행수

(spm)

				<i>F</i>	<i>P-Value</i>	<i>post-hoc</i>
I_SR (a)	102.3	±	10.1			
II_SR (b)	92.9	±	12.4	20.426	< 0.001	a < b***, c***
III_SR (c)	91.2	±	7.2			
IV_SR (a)	102.3	±	9.5			
V_SR (b)	107.6	±	8.3	4.524	0.024	a < b*
VI_SR (c)	106.9	±	8.5			

Values are mean±SD, SR: Step rate, significant difference: * $p < 0.05$, *** $p < 0.001$

오르막 구간



내리막 구간

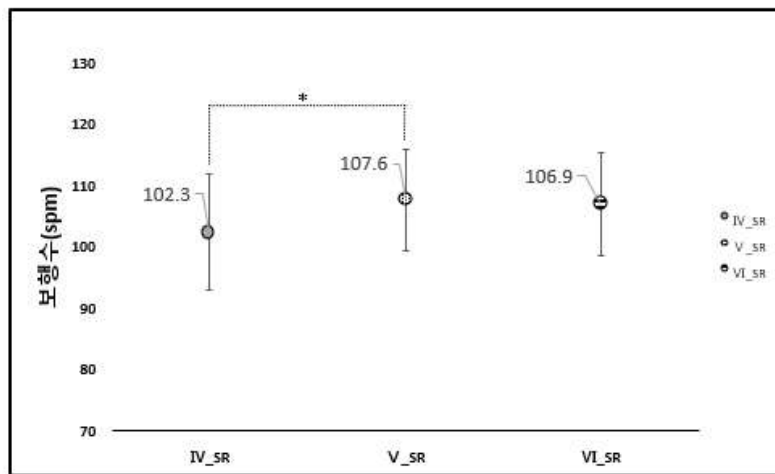


그림 11. 산행 구간에 따른 평균 보행수

나) 구간별 평균 보행속도 결과

- 구간별 평균 보행속도 결과는 <표 15>, <그림 12>와 같음
- 오르막에서 걷기속도는 구간에 따라 통계적 유의성이 나타났음($p < 0.001$). 사후분석 결과, I 구간이 II, III 구간보다 속도가 빨라 통계적 유의성이 나타남($p < 0.001$). II 구간과 III 구간에는 통계적 유의성이 나타나지 않음
- 내리막에서 걷기속도는 구간에 따라 통계적 유의성이 나타났음($p < 0.001$). 사후분석 결과, VI 구간에서 속도가 가장 빠르게 나타나 IV 구간($p < 0.001$)과 V 구간에서($p < 0.01$) 통계적으로 유의한 차이가 나타남. IV와 V 구간에는 유의한 차이가 나타나지 않음

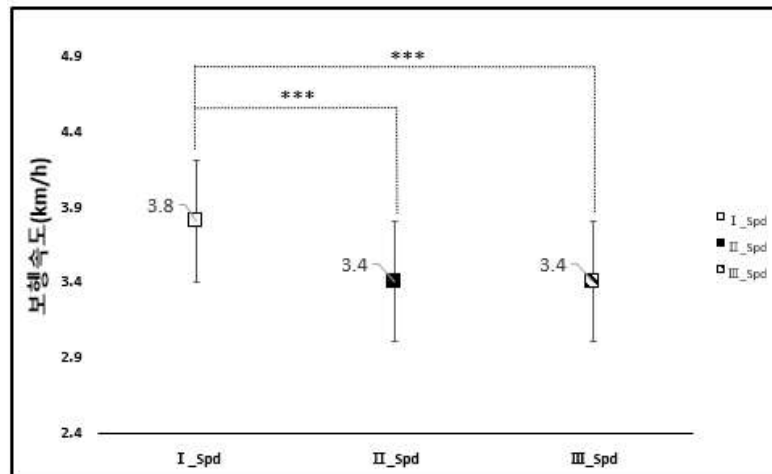
표 15. 산행 구간에 따른 평균 보행속도

(km/h)

		<i>F</i>	<i>P-Value</i>	<i>post-hoc</i>
I_Spd (a)	3.8 ± 0.4	14.240	< 0.001	a < b***, c***
II_Spd (b)	3.4 ± 0.4			
III_Spd (c)	3.4 ± 0.4			
IV_Spd (a)	3.5 ± 0.4	14.721	< 0.001	c < a***, b**
V_Spd (b)	3.6 ± 0.4			
VI_Spd (c)	4.0 ± 0.5			

Values are mean±SD, Spd: Step speed, significant difference: ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

오르막 구간



내리막 구간

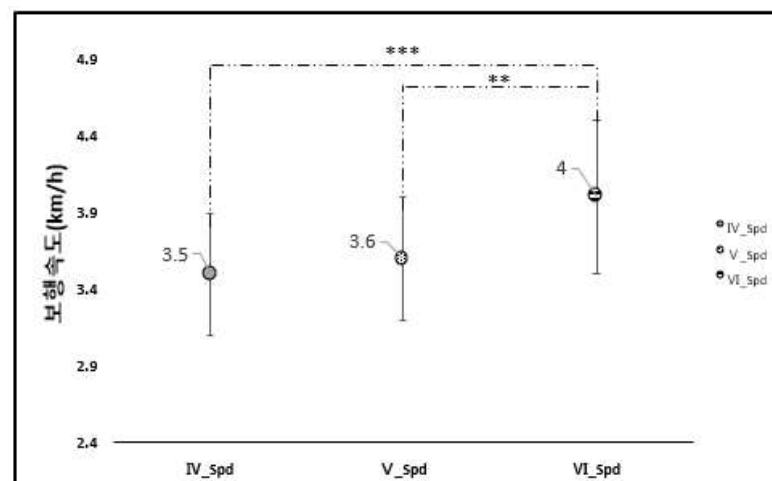


그림 12. 산행 구간에 따른 평균 보행속도

다) 구간별 한걸음 보폭 결과

- 구간별 한걸음 보폭 결과는 <표 16>, <그림 13>과 같음
- 구간별 한걸음 보폭은 오르막인 I, II, III 구간에서 통계적 차이가 나타나지 않음
- 내리막에서 한걸음 보폭은 구간별 유의한 차이가 나타남($p<0.01$). 사후분석결과, VI 구간에서 보폭이 가장 크게 나타나, V 구간($p<0.01$), IV 구간($p<0.05$)에서 통계적으로 유의한 차이가 나타남. V 구간과 VI에서는 유의한 차이가 나타나지 않음

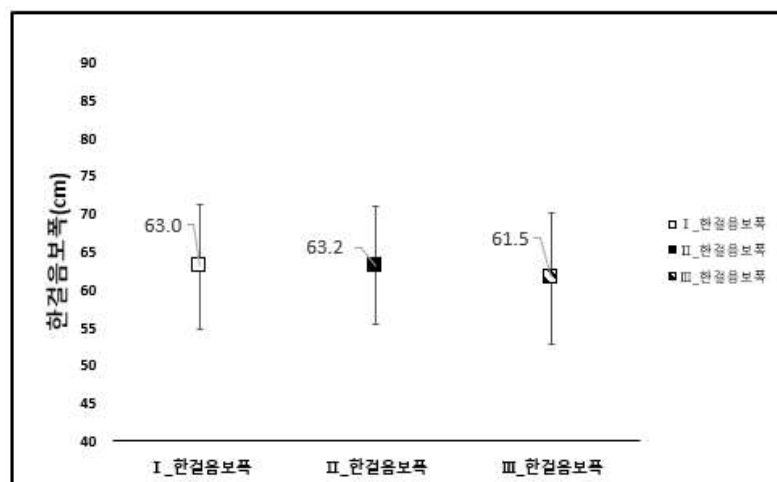
표 16. 산행 구간에 따른 한걸음 보폭 결과

(cm)

				<i>F</i>	<i>P-Value</i>	<i>post-hoc</i>
I_한걸음 보폭 (a)	63.0	±	8.2			
II_한걸음 보폭 (b)	63.2	±	7.8	0.425	0.660	ns
III_한걸음 보폭 (c)	61.5	±	8.7			
IV_한걸음 보폭 (a)	58.4	±	12.0			
V_한걸음 보폭 (b)	55.5	±	10.0	6.921	0.006	c > a*, b**
VI_한걸음 보폭 (c)	70.8	±	6.0			

Values are mean±SD, significant difference: * $p<0.05$, ** $p<0.01$, ns: non significant

오르막 구간



내리막 구간

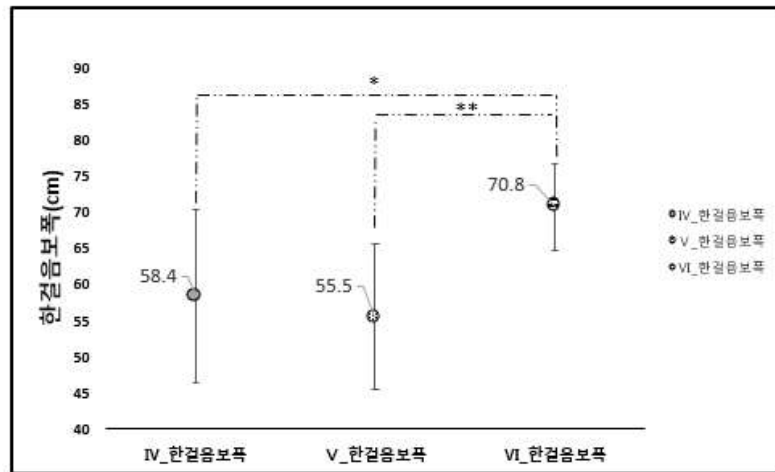


그림 13. 산행 구간에 따른 한걸음 보폭 결과

나. 걷기실험의 난이도에 따른 생리적 반응 결과

1) 구간별 HR 결과

- 걷기의 구간별 HR 결과는 <표 17>, <그림 14>와 같음
- 오르막 구간의 통계 결과, 구간에 따른 차이가 나타남($p<0.001$). 사후분석결과, HR이 I 구간과 비교해 II, III 구간에서 높아 통계적 유의성이 나타남($p<0.001$). II 구간에서 III 구간보다 높아 통계적 유의성이 나타남($p<0.001$).
- 내리막 구간의 통계 결과, 구간에 따른 차이가 나타남($p<0.001$). V구간에서 IV 구간과 VI 구간보다 HR이 높아 통계적으로 차이가 나타남($p<0.001$). IV 구간과 VI 구간 사이에서 통계적 유의성은 나타나지 않음
- 오르막 구간 사이의 휴식 시 회복심박수 변화에선 구간별 차이를 보임($p<0.001$), 사후분석결과, I~II 구간보다 II~III 구간, III~IV 구간에서 심박수가 높아 통계적 유의성이 나타남($p<0.001$). II~III 과 III~IV 구간 사이에는 유의한 차이가 나타나지 않음

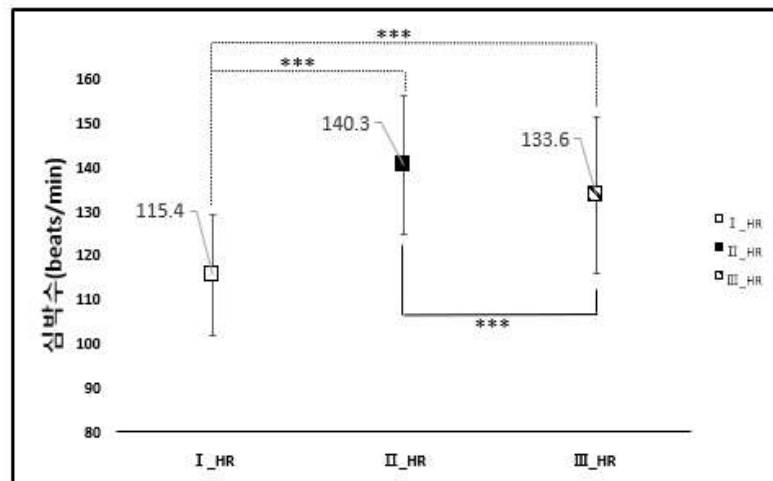
표 17. 걷기 구간에 따른 심박수 변화

(beat/min)

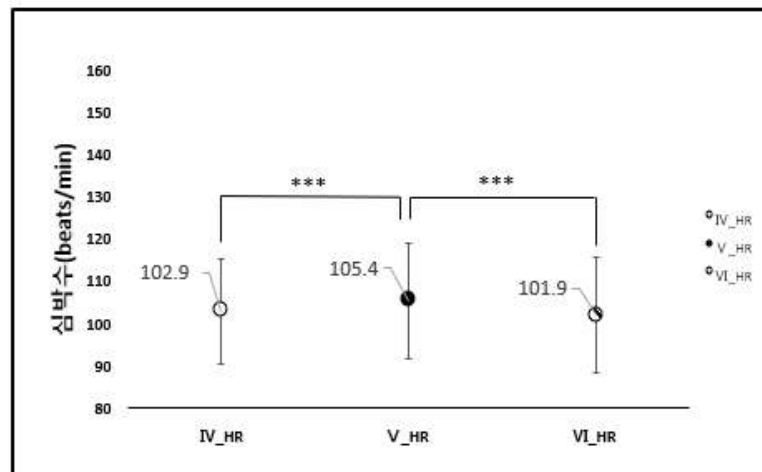
				<i>F</i>	<i>P-Value</i>	<i>post-hoc</i>
I_HR (a)	115.4	±	13.7			
II_HR (b)	140.3	±	15.6	113.674	< 0.001	a < b***, c*** b > c***
III_HR (c)	133.6	±	17.8			
IV_HR (a)	102.9	±	12.4			
V_HR (b)	105.4	±	13.8	39.850	< 0.001	b > a***, c***
VI_HR (c)	101.9	±	13.6			
I – II_HRc (a)	92.3	±	12.7			
II – III_HRc (b)	104.3	±	11.8	27.075	< 0.001	a < b***, c***
III – IV_HRc (c)	103.8	±	12.2			

Values are mean±SD, HR: Heart rate, HRc: HR recovery, significant difference: *** $p<0.001$

오르막 구간



내리막 구간



오르막
쉬는 구간

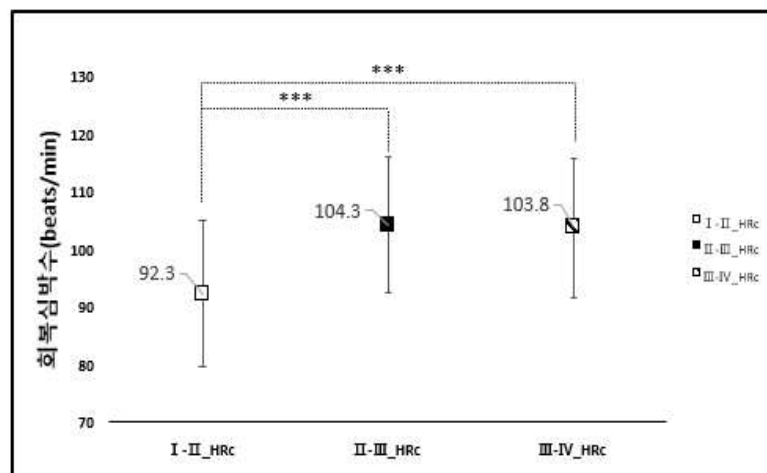


그림 14. 걷기 구간에 따른 심박수 변화

2) 구간별 산소포화도 결과

- 걷기의 구간별 산소포화도 결과는 <표 18>, <그림 15>와 같음
- 오르막에서 구간별 산소포화도의 평균값에서 유의한 차이가 나타남($p < 0.01$). 사후 분석결과, I 구간이 II 구간보다 산소포화도가 높아 통계적으로 유의한 나타남($p < 0.01$). I 구간과 III 구간, II 구간과 III 구간에는 통계적 차이가 나타나지 않음
- 내리막인 IV, V, VI 구간에서도 각 구간에 따른 통계적 차이가 나타나지 않음

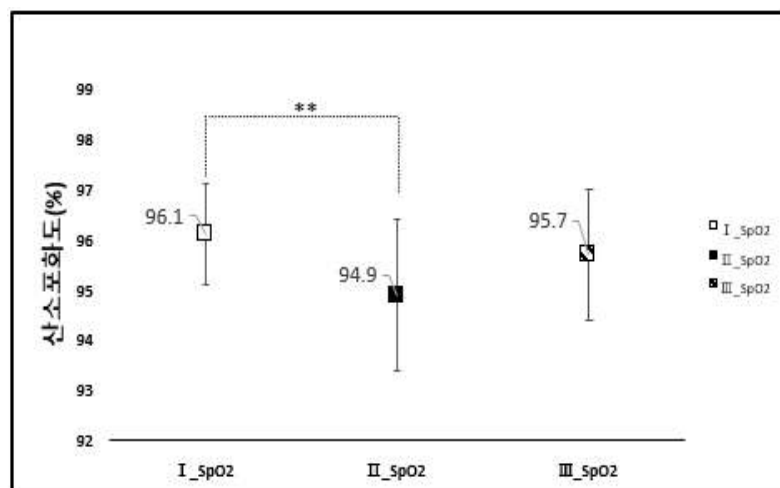
표 18. 걷기 구간에 따른 산소포화도 변화

(%)

				<i>F</i>	<i>P-Value</i>	<i>post-hoc</i>
I_SpO ₂	96.1	±	1.0	5.415	0.009	a > b**
II_SpO ₂	94.9	±	1.5			
III_SpO ₂	95.7	±	1.3			
IV_SpO ₂	96.4	±	1.0	<hr/>		
V_SpO ₂	96.3	±	1.2	1.455	0.260	ns
VI_SpO ₂	96.7	±	0.9			

Values are mean±SD, SpO₂: peripheral oxygen saturation, significant difference: ** $p < 0.01$, ns: non significant

오르막 구간



내리막 구간

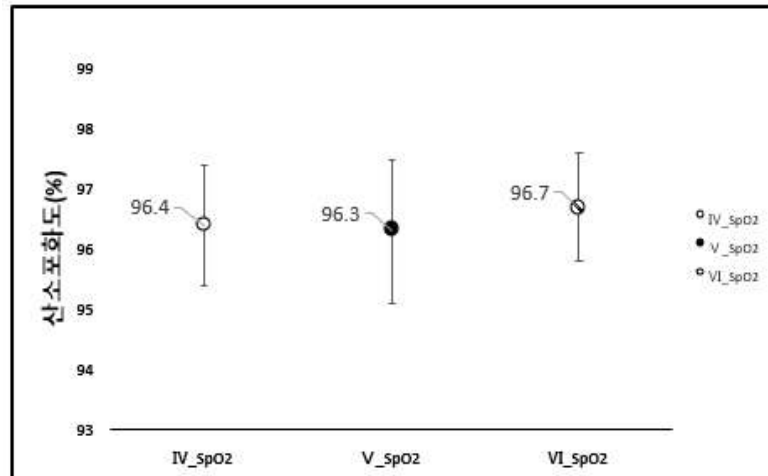


그림 15. 걷기 구간에 따른 산소포화도 변화

3) 구간별 운동강도 결과

가) 구간별 상대운동강도 결과

- 걷기의 구간별 상대운동강도 결과는 <표 19>, <그림 16>과 같음
- 걷기 구간에 따른 오르막에서 최대심박수 대비 상대운동강도는 II, III, I 순으로 높게 나타나 구간별 차이가 있음이 확인되었음($p < 0.001$). 사후분석결과, I 구간과 II, I 구간과 III 구간에서 통계적 유의성이 나타남($p < 0.001$). 또한 II 구간이 III 구간보다 높아 통계적 유의성이 나타남($p < 0.001$).
- 걷기 중 내리막에서 최대심박수 대비 상대운동강도는 구간별 차이가 있어 통계적으로 유의한 차이가 나타남($p < 0.001$). 사후분석결과, V 구간에서 IV, VI 구간보다 높아 통계적 유의성이 나타남($p < 0.001$). IV 구간과 VI 구간에서는 통계적 차이가 나타나지 않음
- 걷기 구간에 따른 오르막에서 여유심박수 대비 상대운동강도는 II, III, I 순으로 높게 나타나 구간별 차이가 있음이 확인되었음($p < 0.001$). 사후분석결과, I 구간과 II, I 구간과 III 구간에서 통계적 유의성이 나타남($p < 0.001$). 또한 II 구간이 III 구간보다 높아 통계적 유의성이 나타남($p < 0.01$).
- 걷기 중 내리막에서 여유심박수 대비 상대운동강도는 구간별 차이가 있어 통계적으로 유의한 차이가 나타남($p < 0.001$). 사후분석결과, V 구간에서 IV, VI 구간보다 높아 통계적 유의성이 나타남($p < 0.001$). IV 구간과 VI 구간에서는 통계적 차이가 나타나지 않음

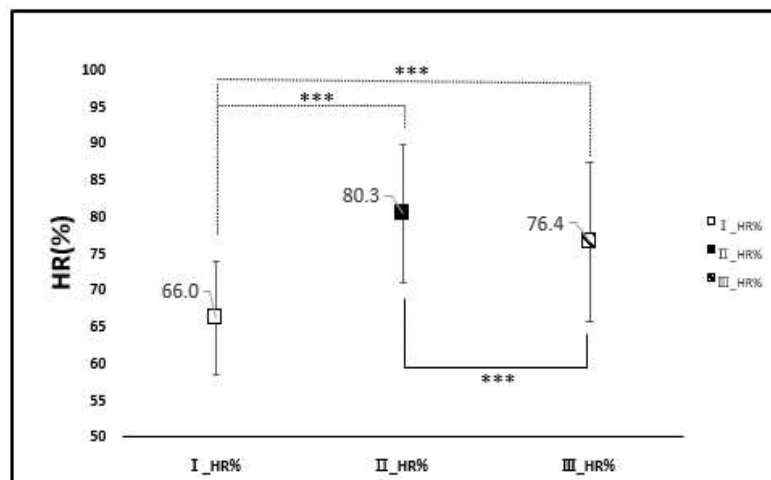
표 19. 걷기 구간에 따른 상대운동강도 변화

(%)

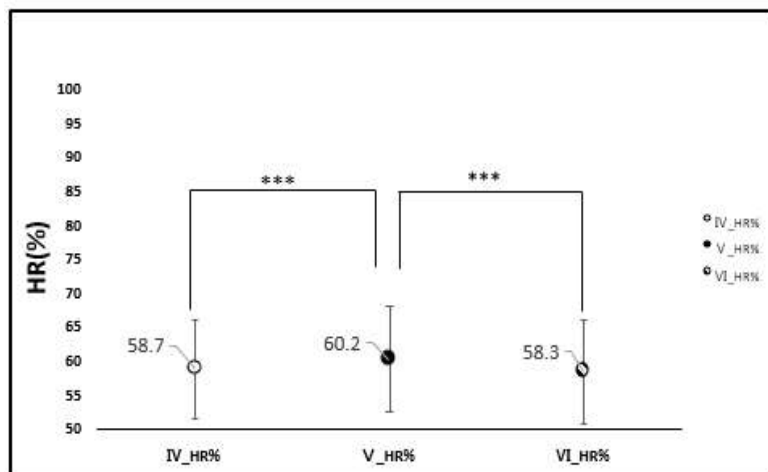
				<i>F</i>	<i>P-Value</i>	<i>post-hoc</i>
I_HR% (a)	66.0	±	7.7	104.340	< 0.001	a < b***, c*** b > c***
II_HR% (b)	80.3	±	9.4			
III_HR% (c)	76.4	±	10.8			
IV_HR% (a)	58.7	±	7.3	23.518	< 0.001	b > a***, c***
V_HR% (b)	60.2	±	7.7			
VI_HR% (c)	58.3	±	7.7			
I_HRR% (a)	38.9	±	9.8	111.740	< 0.001	a < b***, c*** b > c**
II_HRR% (b)	65.1	±	14.0			
III_HRR% (c)	58.3	±	15.9			
IV_HRR% (a)	25.1	±	8.4	17.722	< 0.001	b > a***, c***
V_HRR% (b)	28.2	±	10.0			
VI_HRR% (c)	24.4	±	9.4			

Values are mean±SD, HR%: Relative exercise intensity compared to maximum heart rate, HRR%: Relative exercise intensity compared to HRR, significant difference: ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

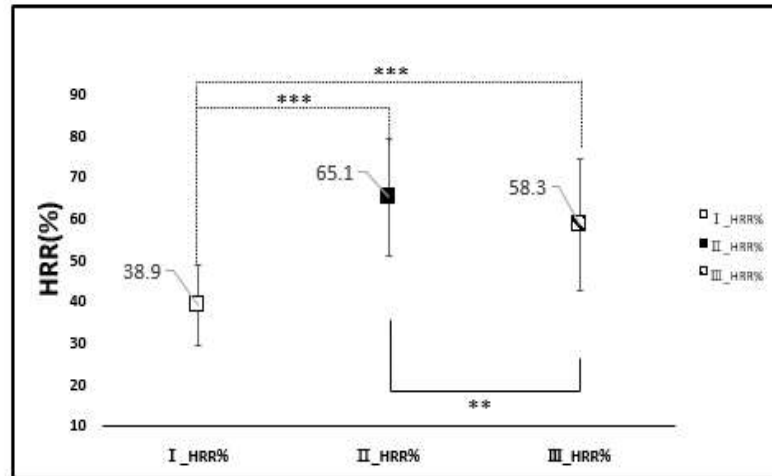
오르막 구간
HR%



내리막 구간
HR%



오르막 구간
HRR%



내리막 구간
HRR%

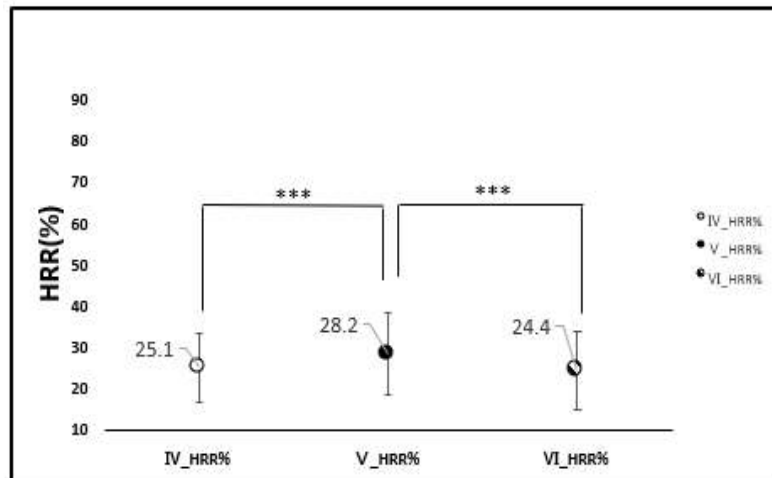


그림 16. 걷기 구간에 따른 상대운동강도 변화

나) 구간별 주관적 운동강도 변화 결과

- 걷기의 구간별 주관적 운동강도 결과는 <표 20>, <그림 17>과 같음
- 주관적 운동강도는 오르막에서 구간에 따른 통계적 차이가 확인되었음($p < 0.001$). 사후분석 결과, I 구간과 II, I 구간과 III 구간에서 통계적 유의성이 나타남($p < 0.001$). 또한 II 구간이 III 구간보다 주관적 운동강도가 높아 통계적 유의성이 나타남($p < 0.001$).
- 내리막에도 주관적 운동강도는 구간에 따라 통계적으로 유의한 차이가 나타남($p < 0.01$). 사후분석결과, V 구간에서 VI 구간보다 주관적 운동강도가 높아 통계적으로 차이가 보임($p < 0.01$). IV 구간과 V 구간 및 IV 구간과 VI 구간은 통계적 차이가 나타나지 않음

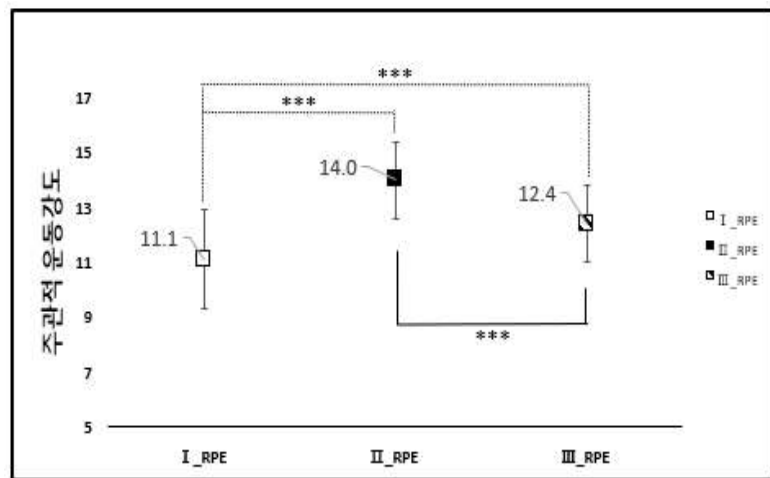
표 20. 걷기 구간에 따른 주관적 운동강도 변화

(score)

		<i>F</i>	<i>P-Value</i>	<i>post-hoc</i>
I_RPE (a)	11.1 ± 1.8	37.841	< 0.001	a < b***, c*** b > c***
II_RPE (b)	14.0 ± 1.4			
III_RPE (c)	12.4 ± 1.4			
IV_RPE (a)	9.2 ± 1.9	5.732	0.007	b > c**
V_RPE (b)	9.9 ± 2.0			
VI_RPE (c)	8.9 ± 1.9			

Values are mean±SD, RPE: Rating of perceived exertion, significant difference: ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

오르막 구간



내리막 구간

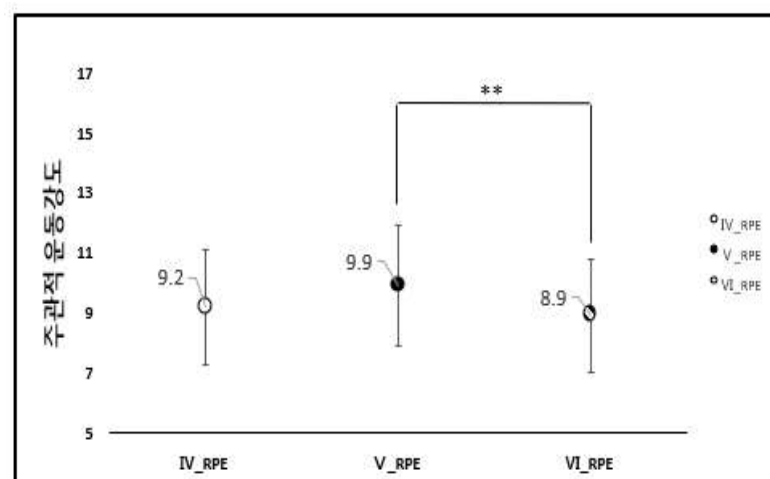


그림 17. 걷기 구간에 따른 주관적 운동강도 변화

다) 구간별 회복 시 심박수 대비 상대운동강도 결과

- 오르막에서 걷기의 구간별 회복 시 심박수 대비 상대운동강도 결과는 <표 21>, <그림 18>과 같음
- 걷기 중 회복 구간에 대한 최대심박수 대비 상대운동강도는 오르막에서 구간에 따른 평균적 차이가 확인되었음($p < 0.001$) 사후분석결과, I~II 구간보다 II~III 구간, III~IV 구간에서 운동강도가 높아 통계적 유의성이 나타남($p < 0.001$). II~III 구간과 III~IV 구간에서는 통계적 유의성이 나타나지 않음
- 걷기 중 회복 구간에 대한 여유심박수 대비 상대운동강도는 오르막에서 구간에 따른 평균적 차이가 확인되었음($p < 0.001$). 사후분석결과, I~II 구간보다 II~III 구간, III~IV 구간에서 운동강도가 높아 통계적 유의성이 나타남($p < 0.001$). II~III 구간과 III~IV 구간에서는 통계적 유의성이 나타나지 않음

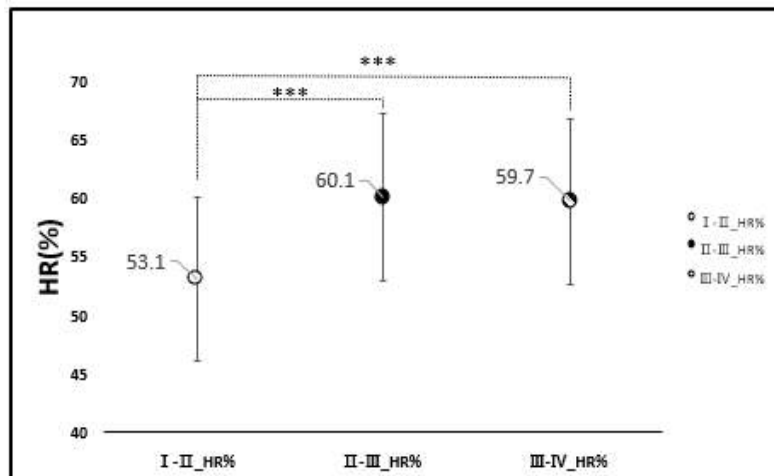
표 21. 걷기 중 오르막 쉬는 구간의 상대운동강도

(%)

		<i>F</i>	<i>P-Value</i>	<i>post-hoc</i>
I - II_HR% (a)	53.1 ± 7.0			
II - III_HR% (b)	60.1 ± 7.1	27.539	< 0.001	a < b***, c***
III - IV_HR% (c)	59.7 ± 7.0			
I - II_HRR% (a)	14.0 ± 6.8			
II - III_HRR% (b)	26.9 ± 8.1	26.884	< 0.001	a < b***, c***
III - IV_HRR% (c)	26.3 ± 8.2			

Values are mean±SD, HR%: Relative exercise intensity compared to maximum heart rate, HRR%: Relative exercise intensity compared to HRR, significant difference: *** $p < 0.001$

오르막
쉬는 구간
HR%



오르막
쉬는 구간
HRR%

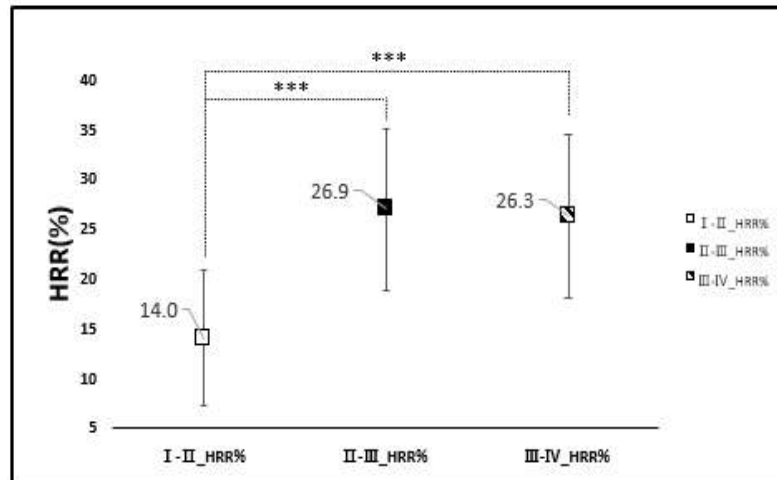


그림 18. 걷기 중 오르막 쉬는 구간의 상대운동강도

4) 구간별 소요시간 결과

- 구간별 소요시간 결과는 <표 22>, <그림 19>와 같음
- 오르막에서 걷기 시 소요시간은 각 구간의 평균 소요시간에서 유의한 차이가 나타남($p < 0.001$), 사후분석 결과, I 구간이 II 구간보다 소요시간이 짧아 통계적 유의성을 나타냄($p < 0.01$). I 구간과 III 구간, II 구간과 III 구간의 소요시간에는 유의한 차이가 나타나지 않음
- 내리막에서 걷기 소요시간은 각 구간의 평균 소요시간에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

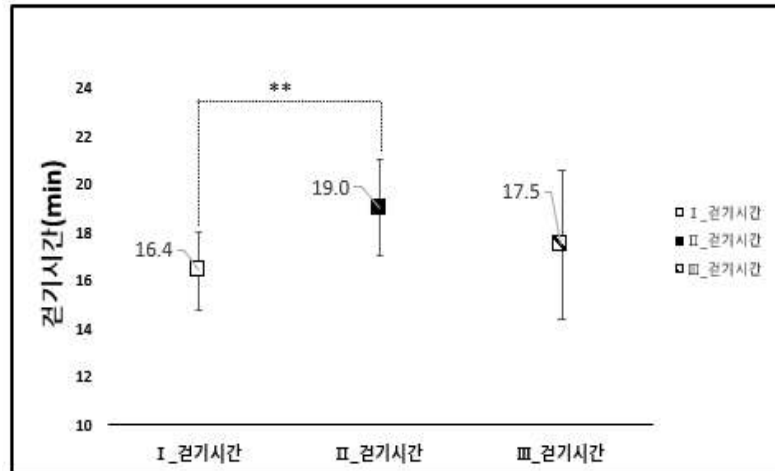
표 22. 걷기 시 구간별 소요시간

(min)

		<i>F</i>	<i>P-Value</i>	<i>post-hoc</i>
I_소요시간 (a)	16.4 ± 1.6	15.135	< 0.001	a > b**
II_소요시간 (b)	19.0 ± 2.0			
III_소요시간 (c)	17.5 ± 3.1			
IV_소요시간 (a)	15.1 ± 1.8	0.001	0.999	ns
V_소요시간 (b)	15.1 ± 2.0			
VI_소요시간 (c)	15.1 ± 1.9			

Values are mean±SD, significant difference: ** $p < 0.01$, ns: non significant

오르막 구간



내리막 구간

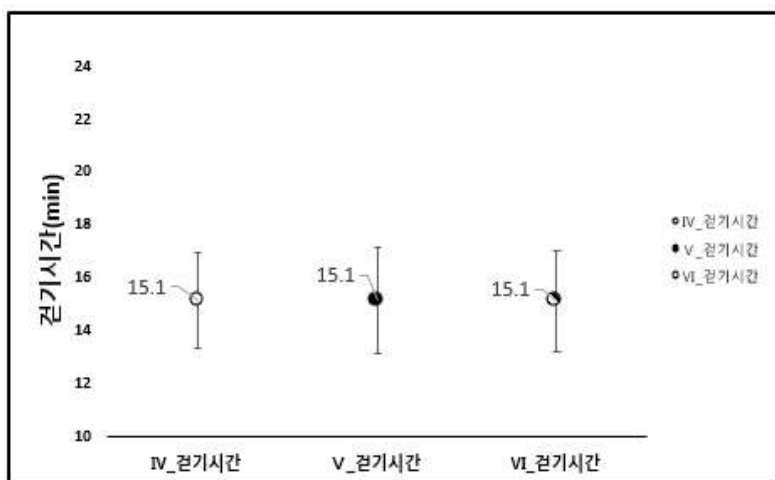


그림 19. 걷기 시 구간별 소요시간

5) 구간별 보행 결과

가) 구간별 평균 보행수 결과

- 구간별 평균 보행수 결과는 <표 23>, <그림 20>과 같음
- 오르막에서 평균 보행수는 각 구간에 따른 통계적 차이가 확인되었음 ($p < 0.001$). 사후분석결과, I 구간과 II, I 구간과 III 구간에서 통계적 유의성이 나타남 ($p < 0.001$). II 구간과 III 구간에는 통계적 유의성이 나타나지 않음
- 내리막에서 평균 보행수는 각 구간에 따른 통계적 차이가 확인되었음 ($p < 0.001$). 사후분석결과, V 구간에서 보행수가 가장 많아 IV 구간 ($p < 0.05$), VI 구간 ($p < 0.001$)에서 통계적 유의성이 나타남. 또한 IV 구간에서 VI 구간보다 보행수가 많아 통계적으로 유의하게 나타남 ($p < 0.01$).

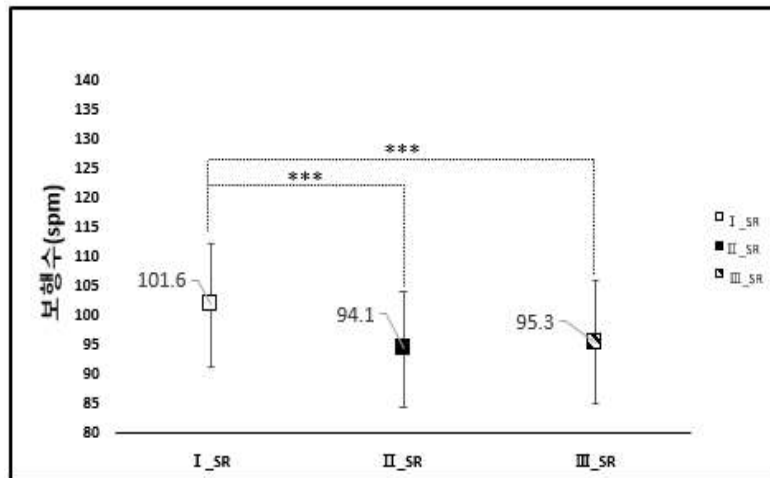
표 23. 걷기 구간에 따른 평균 보행수

(spm)

				<i>F</i>	<i>P-Value</i>	<i>post-hoc</i>
I_SR (a)	101.6	±	10.5			
II_SR (b)	94.1	±	9.8	14.850	< 0.001	a < b***, c***
III_SR (c)	95.3	±	10.3			
IV_SR (a)	117.7	±	7.9			
V_SR (b)	119.5	±	8.2	22.763	< 0.001	b > a*, c***
VI_SR (c)	115.1	±	7.4			a > c**

Values are mean±SD, SR: Step rate, significant difference : * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

오르막 구간



내리막 구간

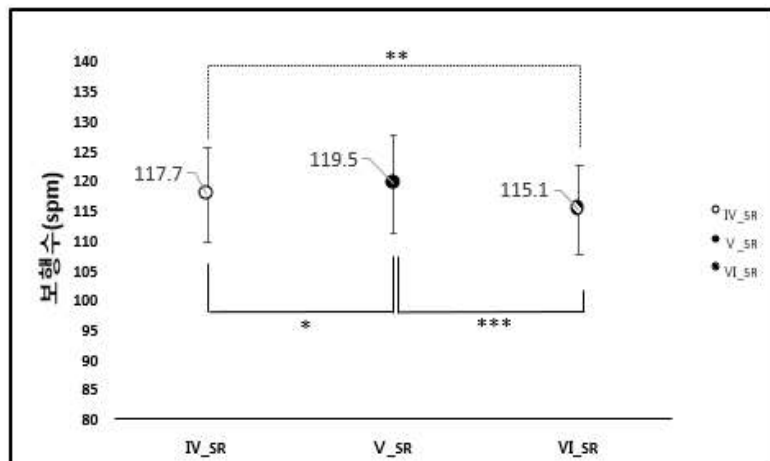


그림 20. 걷기 구간에 따른 평균 보행수

나) 구간별 평균 보행속도 결과

- 구간별 평균 보행속도 결과는 <표 24>, <그림 21>과 같음
- 오르막에서 걷기속도는 구간에 따라 통계적 유의성이 나타났음($p<0.001$). 사후분석 결과, I 구간이 II, III 구간보다 속도가 빨라 통계적 유의성이 나타남($p<0.001$). II 구간과 III 구간에는 통계적 유의성이 나타나지 않음
- 내리막에서 걷기속도는 구간에 따라 통계적 유의성이 나타났음($p<0.001$). 사후분석 결과, VI 구간에서 속도가 가장 빠르게 나타나 IV 구간($p<0.05$)과 V 구간에서($p<0.001$) 통계적으로 유의한 차이가 나타남. IV와 V 구간에는 유의한 차이가 나타나지 않음

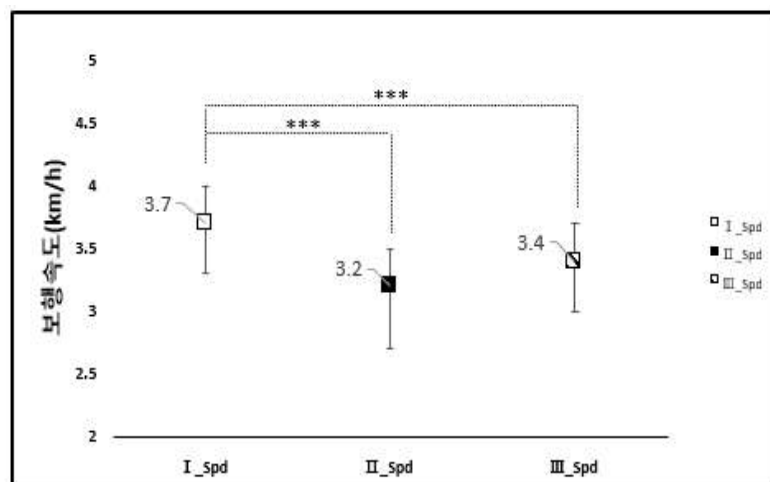
표 24. 걷기 구간에 따른 평균 보행속도

(km/h)

		<i>F</i>	<i>P-Value</i>	<i>post-hoc</i>
I_Spd (a)	3.7 ± 0.3			
II_Spd (b)	3.2 ± 0.3	11.925	< 0.001	a < b***, c***
III_Spd (c)	3.4 ± 0.3			
IV_Spd (a)	4.2 ± 0.4			
V_Spd (b)	4.1 ± 0.5	8.365	< 0.001	c < a*, b***
VI_Spd (c)	4.3 ± 0.4			

Values are mean±SD, Spd: Step speed, significant difference: * $p < 0.05$, *** $p < 0.001$

오르막 구간



내리막 구간

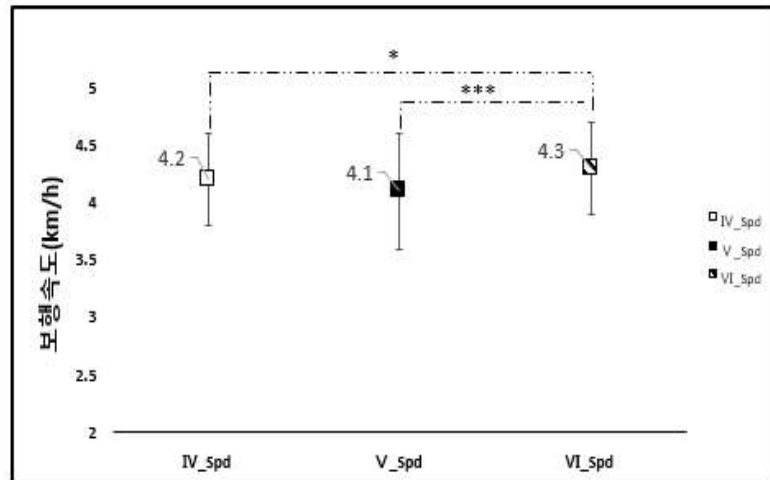


그림 21. 걷기 구간에 따른 평균 보행속도

다) 구간별 한걸음 보폭 결과

- 구간별 한걸음 보폭 결과는 <표 25>, <그림 22>와 같음
- 구간별 한걸음 보폭은 오르막 구간에서 통계적 유의성이 나타났음($p < 0.001$). 사후 분석결과, I 구간이 II 구간보다 보폭이 크게 나타나 통계적으로 유의함($p < 0.001$). I 구간과 III, II 구간과 III 구간에는 통계적 유의성이 나타나지 않음
- 내리막에서 한걸음 보폭은 구간별 유의한 차이가 나타남($p < 0.001$). 사후분석결과, VI 구간에서 보폭이 가장 크게 나타나 IV, V 구간에서 통계적으로 유의한 차이가 나타남($p < 0.05$). V구간과 VI에서는 유의한 차이가 나타나지 않음

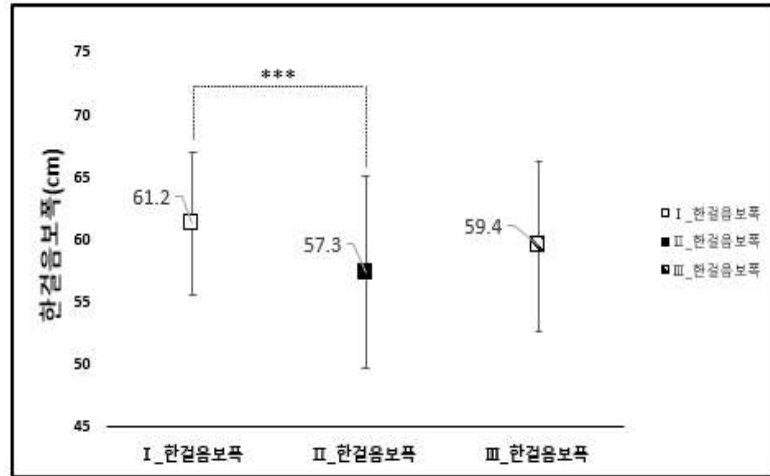
표 25. 걷기 구간에 따른 한걸음 보폭 결과

(cm)

		<i>F</i>	<i>P-Value</i>	<i>post-hoc</i>
I_한걸음 보폭 (a)	61.2 ± 5.7	9.441	< 0.001	a > b***
II_한걸음 보폭 (b)	57.3 ± 7.7			
III_한걸음 보폭 (c)	59.4 ± 6.8			
IV_한걸음 보폭 (a)	57.6 ± 7.4	33.843	< 0.001	c > a**, b**
V_한걸음 보폭 (b)	57.7 ± 8.0			
VI_한걸음 보폭 (c)	63.8 ± 6.6			

Values are mean±SD, significant difference : ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

오르막 구간



내리막 구간

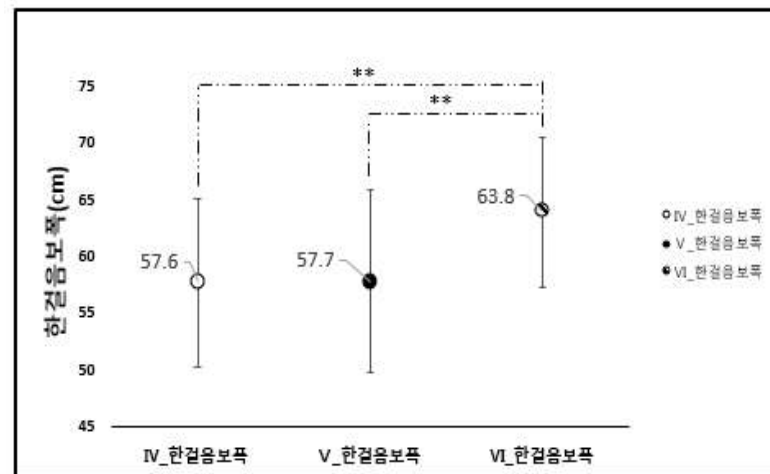


그림 22. 걷기 구간에 따른 한걸음 보폭 결과

6) 구간별 산소섭취량 결과

가) 걷기 구간의 산소섭취량(ml/kg/min) 결과

- 걷기 구간의 산소섭취량(ml/kg/min) 의 결과는 <표 26>, <그림 23>과 같음
- 오르막 구간에서 통계적 유의성이 나타났음($p < 0.001$). 사후분석결과, II 구간이 I 구간과 III 구간보다 높아 통계적으로 유의함($p < 0.001$). III 구간도 I 구간보다 높아 통계적으로 유의함($p < 0.01$). II 구간과 III 구간에는 통계적 유의성이 나타나지 않음
- 내리막에서도 구간별 유의한 차이가 나타남($p < 0.001$). 사후분석결과, V 구간에서 VI 보다 높아 통계적으로 유의한 차이가 나타남($p < 0.05$). IV 구간과 V 구간 및 IV 구간과 VI에서는 유의한 차이가 나타나지 않음

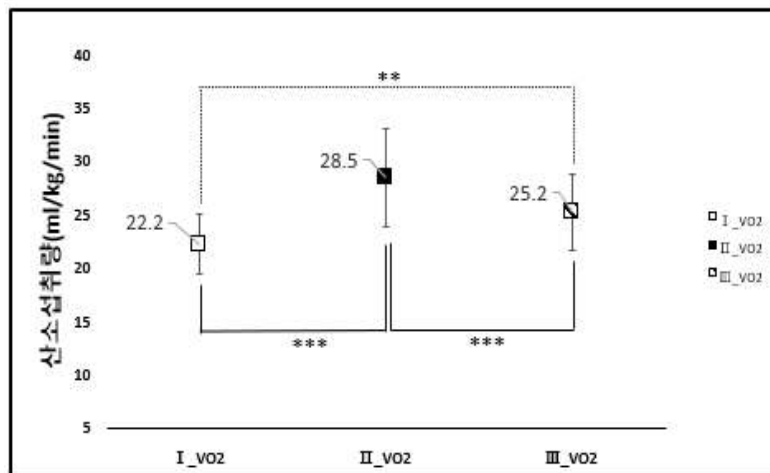
표 26. 걷기 구간의 산소섭취량 결과 1

(ml/kg/min))

		<i>F</i>	<i>P-Value</i>	<i>post-hoc</i>
I_VO ₂ (a)	22.2 ± 2.8	31.458	< 0.001	b > a***, c*** a < c**
II_VO ₂ (b)	28.5 ± 4.6			
III_VO ₂ (c)	25.2 ± 3.6			
IV_VO ₂ (a)	11.7 ± 3.2	15.201	< 0.001	b > c*
V_VO ₂ (b)	12.1 ± 2.6			
VI_VO ₂ (c)	11.1 ± 2.4			

Values are mean±SD, VO₂: oxygen uptake, significant difference: **p*<0.05, ***p*<0.01, ****p*<0.001

오르막 구간



내리막 구간

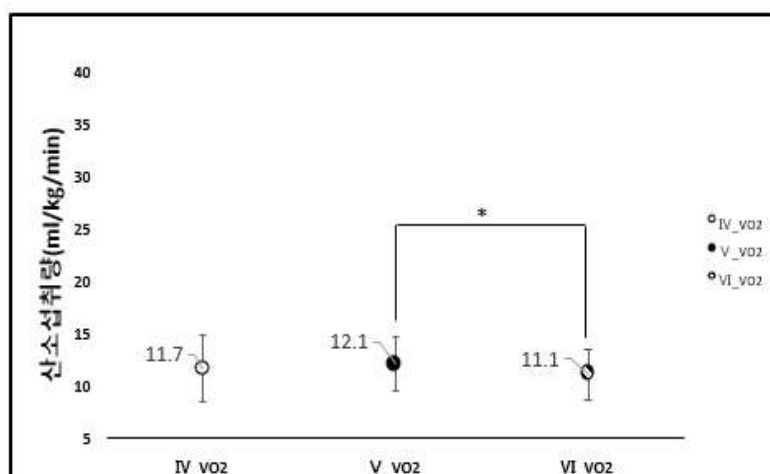


그림 23. 걷기 구간의 산소섭취량 결과 1

나) 걷기 구간의 산소섭취량(ml/min) 결과

- 걷기 구간의 산소섭취량(ml/min)의 결과는 <표 27>, <그림 24>와 같음
- 오르막 구간에서 통계적 유의성이 나타났음($p < 0.001$). 사후분석결과, II 구간이 I 구간과 III 구간보다 높아 통계적으로 유의함($p < 0.001$). III 구간도 I 구간보다 높아 통계적으로 유의함($p < 0.001$). II 구간과 III 구간에는 통계적 유의성이 나타나지 않음
- 내리막에서도 구간별 유의한 차이가 나타남($p < 0.001$). 사후분석결과, V 구간에서 VI 보다 높아 통계적으로 유의한 차이가 나타남($p < 0.01$). IV 구간과 V구간 및 IV 구간과 VI에서는 유의한 차이가 나타나지 않음

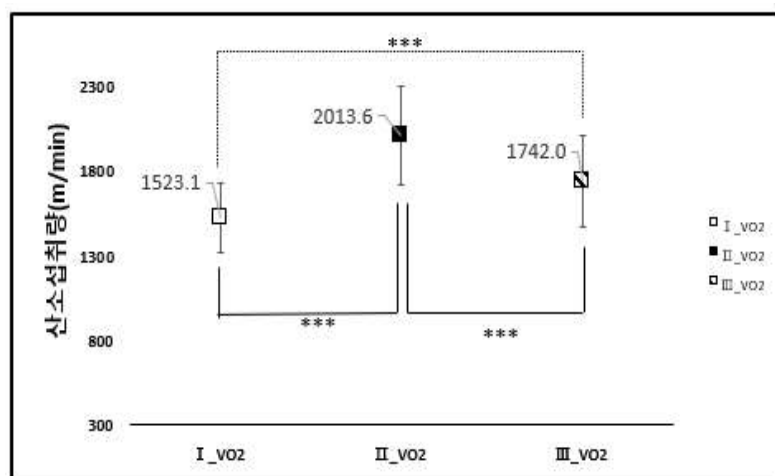
표 27. 걷기 구간의 산소섭취량 결과 2

(ml/min)

				<i>F</i>	<i>P-Value</i>	<i>post-hoc</i>
I_VO ₂ (a)	1523.1	±	203.2			
II_VO ₂ (b)	2013.6	±	288.9	70.436	< 0.001	b > a***, c***
III_VO ₂ (c)	1742.0	±	267.7			a < c***
IV_VO ₂ (a)	788.1	±	209.6			
V_VO ₂ (b)	841.9	±	195.9	19.028	< 0.001	b > c**
VI_VO ₂ (c)	763.3	±	187.1			

Values are mean±SD, VO₂: oxygen uptake, significant difference: ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

오르막 구간



내리막 구간

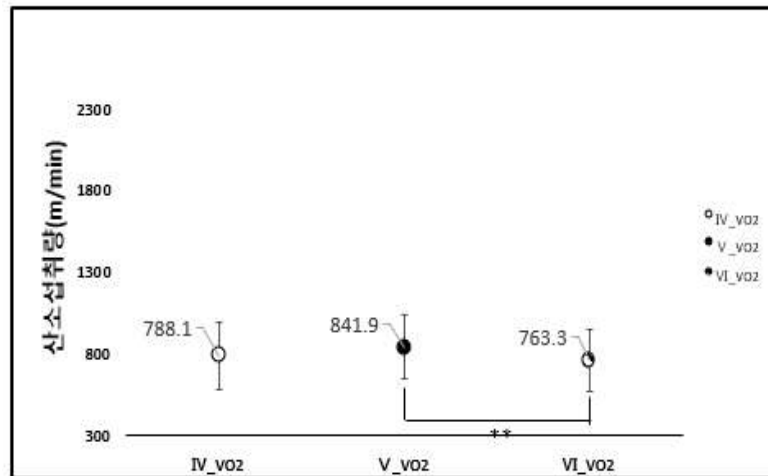


그림 24. 걷기 구간의 산소섭취량 결과 2

다) 걷기 구간의 대사당량 결과

- 걷기 구간의 대사당량 결과는 <표 28>, <그림 25>와 같음
- 오르막 구간에서 통계적 유의성이 나타났음($p < 0.001$). 사후분석결과, II 구간이 I 구간($p < 0.001$)과 III 구간($p < 0.01$)보다 높아 통계적으로 유의함. III 구간도 I 구간보다 높아 통계적으로 유의함($p < 0.05$). II 구간과 III 구간에는 통계적 유의성이 나타나지 않음
- 내리막에서도 구간별 유의한 차이가 나타남($p < 0.01$). 사후분석결과, V 구간에서 VI 보다 높아 통계적으로 유의한 차이가 나타남($p < 0.01$). IV 구간과 V구간 및 IV 구간과 VI에서는 유의한 차이가 나타나지 않음

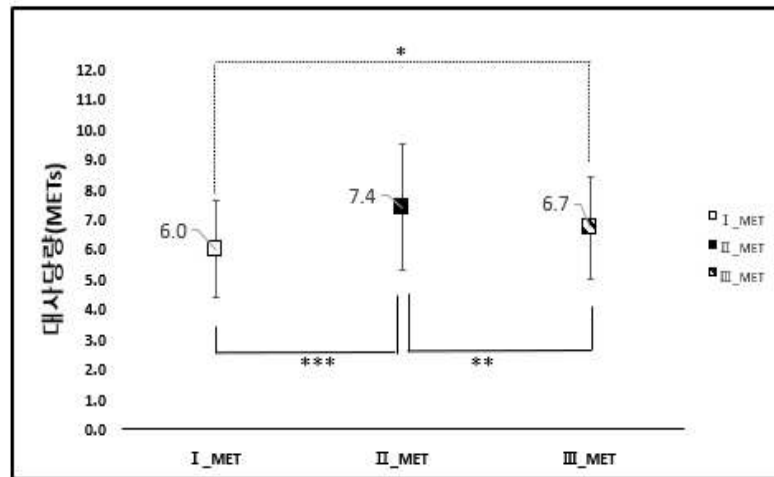
표 28. 걷기 구간의 대사당량 결과

(ml/kg/min)

		<i>F</i>	<i>P-Value</i>	<i>post-hoc</i>
I_METs (a)	6.0 ± 1.6	19.443	< 0.001	b > a***, c** a < c*
II_METs (b)	7.4 ± 2.1			
III_METs (c)	6.7 ± 1.7			
IV_METs (a)	4.0 ± 1.8	5.747	0.007	b > c**
V_METs (b)	4.2 ± 2.0			
VI_METs (c)	3.6 ± 1.2			

Values are mean±SD, METs: metabolic equivalent, significant difference: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

오르막 구간



내리막 구간

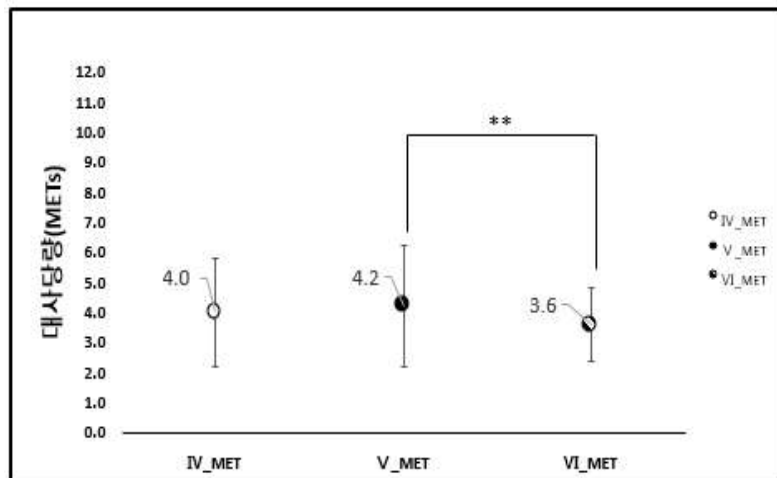


그림 25. 걷기 구간의 대사당량 결과

라) 걷기 구간의 걸음수대비 산소섭취량 결과

- 걷기 구간의 걸음수대비 산소섭취량의 결과는 <표 29>, <그림 26>과 같음
- 오르막에서 걷기 구간의 걸음수 대비 산소섭취량은 통계적 유의성이 나타났음 ($p < 0.001$). 사후분석결과, II 구간이 I 구간과 III 구간보다 높아 통계적으로 유의함($p < 0.001$). III 구간도 I 구간보다 높아 통계적으로 유의함($p < 0.001$). II 구간과 III 구간에는 통계적 유의성이 나타나지 않음
- 내리막에서 걷기 구간의 걸음수대비 산소섭취량은 통계적 유의성이 나타나지 않음

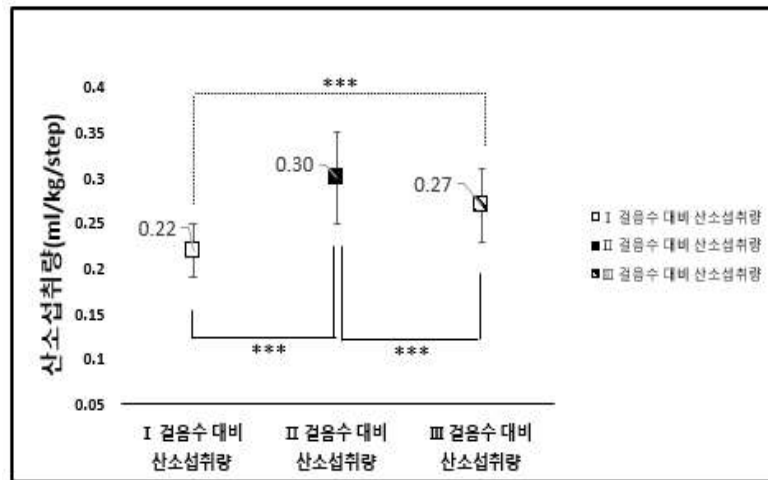
표 29. 걷기 구간의 걸음수대비 산소섭취량 결과

(ml/kg/step)

				<i>F</i>	<i>P-Value</i>	<i>post-hoc</i>
I_ 걸음수 대비 VO ₂ (a)	0.22	±	0.03	65.021	0.000	b > a***, c*** a < c***
II_ 걸음수 대비 VO ₂ (b)	0.30	±	0.05			
III_ 걸음수 대비 VO ₂ (c)	0.27	±	0.04			
IV_ 걸음수 대비 VO ₂ (a)	0.10	±	0.02	5.466	0.014	ns
V_ 걸음수 대비 VO ₂ (b)	0.10	±	0.02			
VI_ 걸음수 대비 VO ₂ (c)	0.10	±	0.02			

Values are mean±SD, VO₂: oxygen uptake, significant difference: ****p* < 0.001, ns: non significant

오르막 구간



내리막 구간

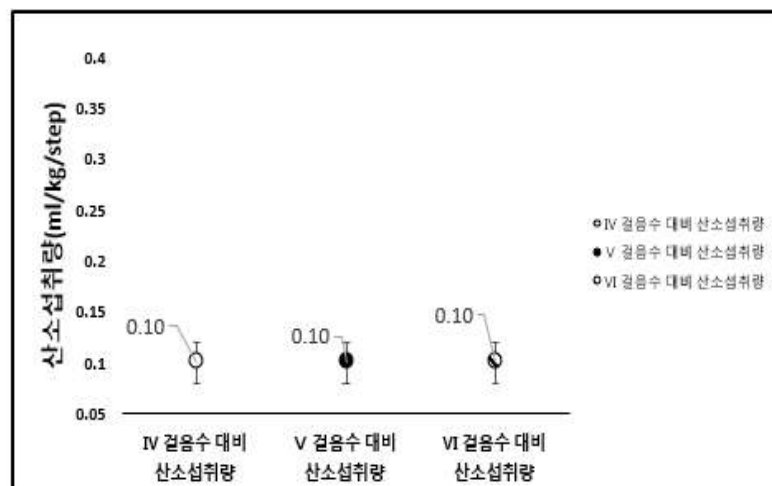


그림 26. 걷기 구간의 걸음수 대비 산소섭취량 결과

마) 걷기 구간의 심박수대비 산소섭취량 결과

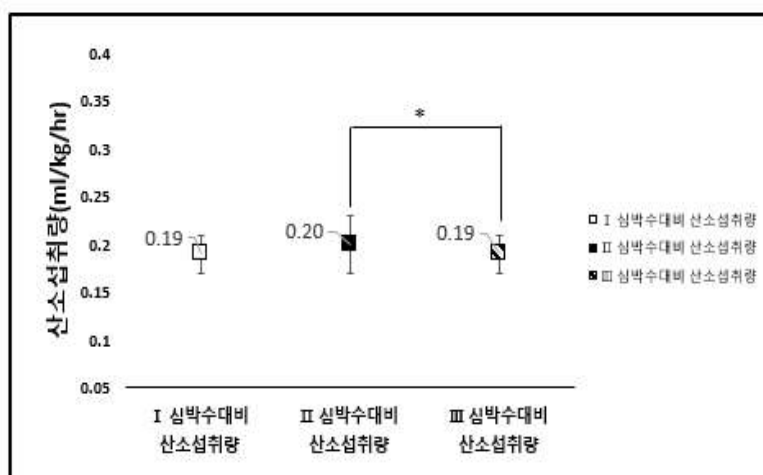
- 걷기 구간의 심박수대비 산소섭취량의 결과는 <표 30>, <그림 27>과 같음
- 오르막 구간에서 통계적 유의성이 나타났음($p < 0.05$). 사후분석결과, II 구간이 III 구간보다 높아 통계적으로 유의함($p < 0.05$). I 구간과 II, III 구간에는 통계적 유의성이 나타나지 않음
- 내리막에서 걷기 구간의 심박수대비 산소섭취량은 통계적 유의성이 나타나지 않음

표 30. 걷기 구간의 심박수대비 산소섭취량 결과 (ml/kg/h)

				<i>F</i>	<i>P-Value</i>	<i>post-hoc</i>
I_ 심박수 대비 VO ₂ (a)	0.19	±	0.02	3.485	0.041	b > c*
II_ 심박수 대비 VO ₂ (b)	0.20	±	0.03			
III_ 심박수 대비 VO ₂ (c)	0.19	±	0.02			
IV_ 심박수 대비 VO ₂ (a)	0.11	±	0.03	4.973	0.019	ns
V_ 심박수 대비 VO ₂ (b)	0.12	±	0.02			
VI_ 심박수 대비 VO ₂ (c)	0.11	±	0.02			

Values are mean±SD, VO₂: oxygen uptake, significant difference: * $p < 0.05$, ns: non significant

오르막 구간



내리막 구간

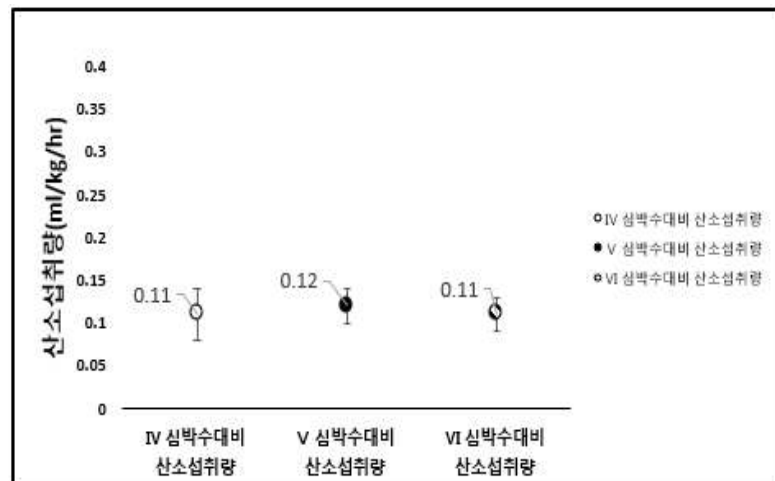


그림 27. 걷기 구간의 심박수대비 산소섭취량 결과

7) 구간별 에너지소비량 및 평균동맥압 결과

가) 걷기 구간의 시간당 에너지소비량 결과

- 구간별 시간당 에너지소비량 결과는 <표 31>, <그림 28>과 같음
- 오르막에서 에너지소비량은 구간에 따라 통계적 유의성이 나타났음($p < 0.001$). 사후분석 결과, II 구간이 I, III 구간보다 높아 통계적 유의성이 나타남($p < 0.001$). 또한 I 구간보다 III 구간이 높아 통계적으로 유의한 차이가 나타남($p < 0.05$)
- 내리막에서 걷기 구간의 시간당 에너지소비량은 통계적 유의성이 나타나지 않음

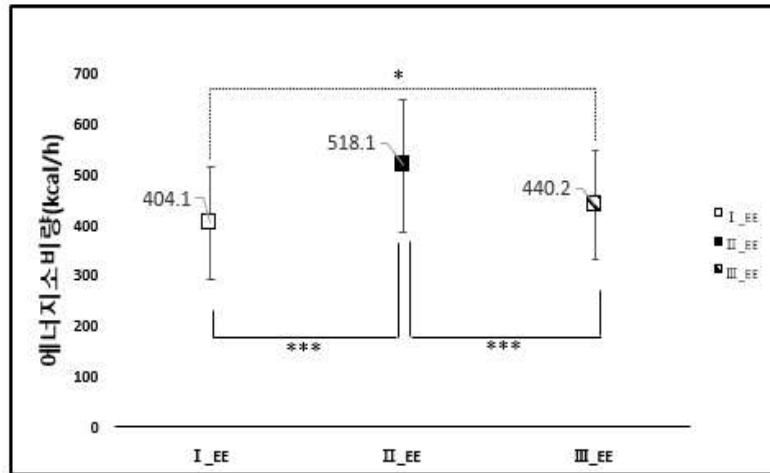
표 31. 걷기 구간에 따른 시간당 에너지소비량 결과

(kcal/h)

		<i>F</i>	<i>P-Value</i>	<i>post-hoc</i>
I_EE (a)	404.1 ± 112.2	39.042	< 0.001	b > a***, c*** a < c*
II_EE (b)	518.1 ± 131.0			
III_EE (c)	440.2 ± 107.2			
IV_EE (a)	289.7 ± 162.5	2.748	0.077	ns
V_EE (b)	286.5 ± 160.5			
VI_EE (c)	265.1 ± 128.4			

Values are mean±SD, significant difference: * $p < 0.05$, *** $p < 0.001$, ns: non significant

오르막 구간



내리막 구간

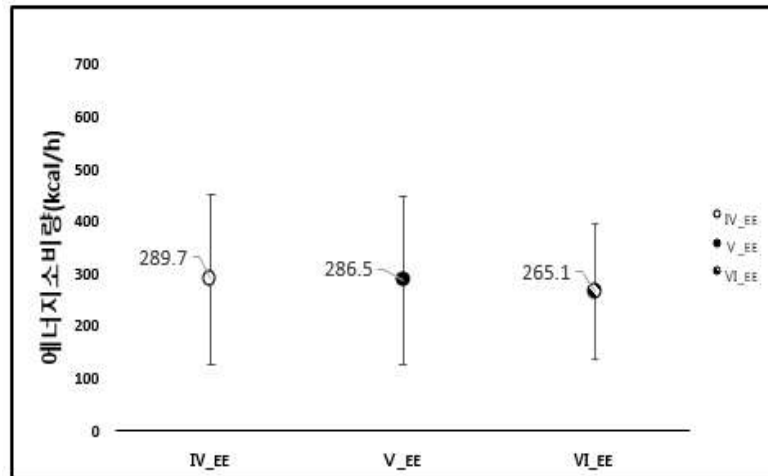


그림 28. 걷기 구간에 따른 시간당 에너지소비량 결과

나) 걷기 구간의 분당 에너지소비량 결과

- 구간별 분당 에너지소비량 결과는 <표 32>, <그림 29>와 같음
- 오르막에서 에너지소비량은 구간에 따라 통계적 유의성이 나타났음($p < 0.001$). 사후분석 결과, II 구간이 I, III 구간보다 높아 통계적 유의성이 나타남($p < 0.001$). 또한 I 구간보다 III 구간이 높아 통계적으로 유의한 차이가 나타남($p < 0.01$)
- 내리막에서 에너지소비량은 구간에 따라 통계적 유의성이 나타났음($p < 0.001$). 사후분석 결과, V 구간이 VI 구간보다 높아 통계적 유의성이 나타남($p < 0.05$). IV구간과 V, VI 구간은 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

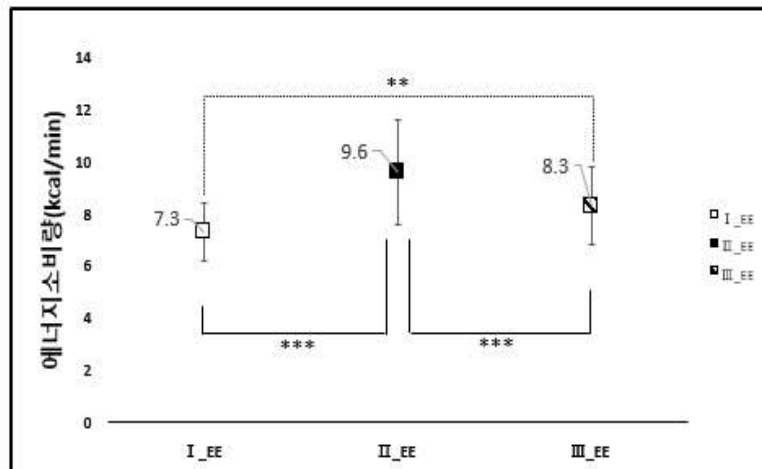
표 32. 걷기 구간에 따른 분당 에너지소비량 결과

(kcal/min)

		<i>F</i>	<i>P-Value</i>	<i>post-hoc</i>
I_EE (a)	7.3 ± 1.1	36.347	< 0.001	b > a***, c*** a < c**
II_EE (b)	9.6 ± 2.0			
III_EE (c)	8.3 ± 1.5			
IV_EE (a)	3.9 ± 1.1	15.397	< 0.001	b > c*
V_EE (b)	4.0 ± 1.0			
VI_EE (c)	3.7 ± 0.9			

Values are mean±SD, significant difference: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

오르막 구간



내리막 구간

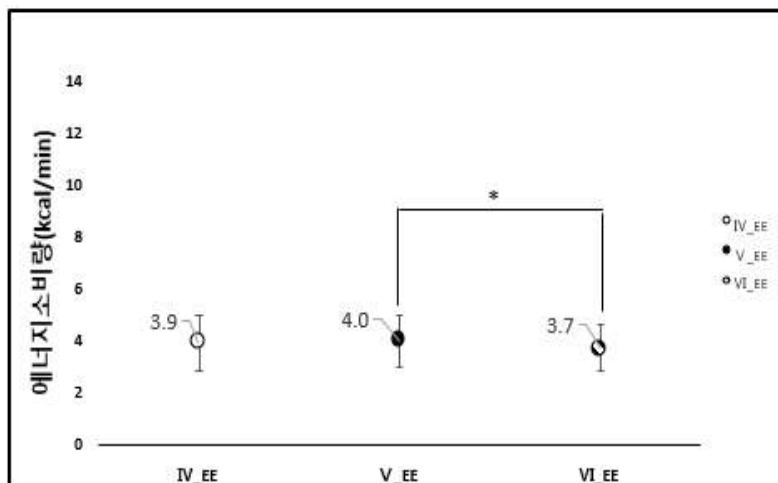


그림 29. 걷기 구간에 따른 분당 에너지소비량 결과

다) 걷기 구간의 평균동맥압 결과

- 걷기 구간별 평균동맥압 결과는 <표 33>, <그림 30>과 같음
- 오르막에서 평균동맥압의 구간별 차이는 통계적으로 유의하지 않음
- 내리막에서도 평균동맥압의 구간별 차이는 통계적으로 유의하지 않음

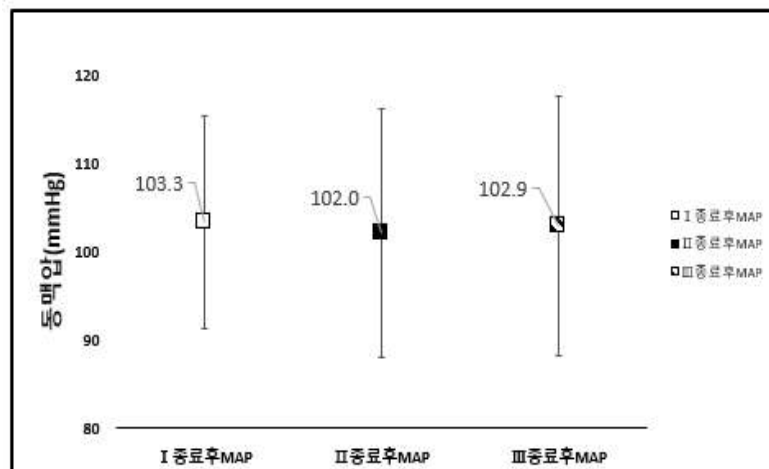
표 33. 걷기 구간의 평균동맥압 결과

(mmHg)

					<i>F</i>	<i>P-Value</i>	<i>post-hoc</i>
I_종료후 MAP	103.3	±	12.0				
II_종료후 MAP	102.0	±	14.1	1.794	0.181	ns	
III_종료후 MAP	102.9	±	14.7				
IV_종료후 MAP	100.5	±	16.2				
V_종료후 MAP	103.1	±	12.8	0.467	0.467	ns	
VI_종료후 MAP	100.9	±	15.4				

Values are mean±SD, MAP: mean arterial pressure, ns: non significant

오르막 구간



내리막 구간

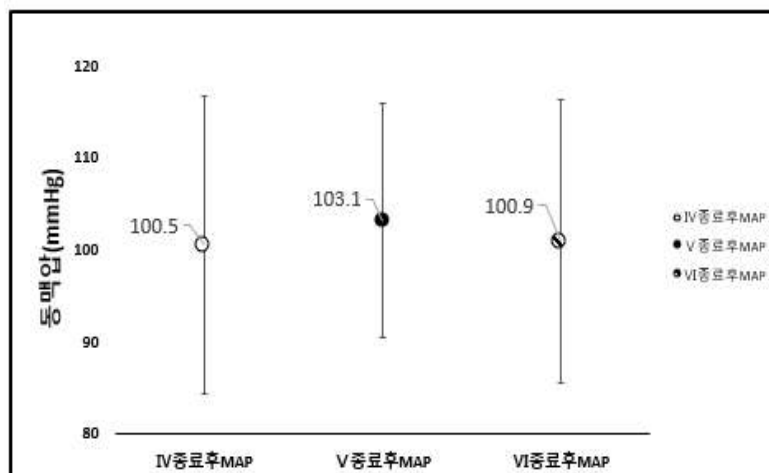


그림 30. 걷기 구간의 평균동맥압 결과

2. 걷기와 산행에 따른 연구 결과

가. 걷기 A와 산행 A의 비교 결과

1) 걷기와 산행의 HR 결과

가) 오르막 구간의 걷기와 산행 HR 비교

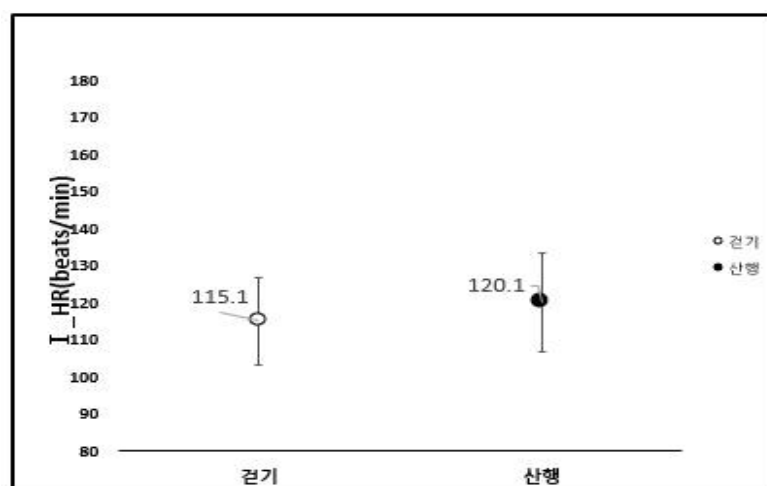
- 오르막의 걷기와 산행의 HR의 결과는 <표 34>, <그림 31>과 같음
- 오르막에서 HR은 모든 구간에서 걷기와 산행에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 34. 오르막 구간의 걷기와 산행 HR

(beat/min)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
I_HR	걷기	115.1	±	11.7	-0.941	0.358
	산행	120.1	±	13.2		
II_HR	걷기	138.9	±	13.2	0.588	0.563
	산행	135.3	±	14.9		
III_HR	걷기	132.5	±	16.0	-0.595	0.559
	산행	136.5	±	16.1		

Values are mean±SD, HR: Heart rate



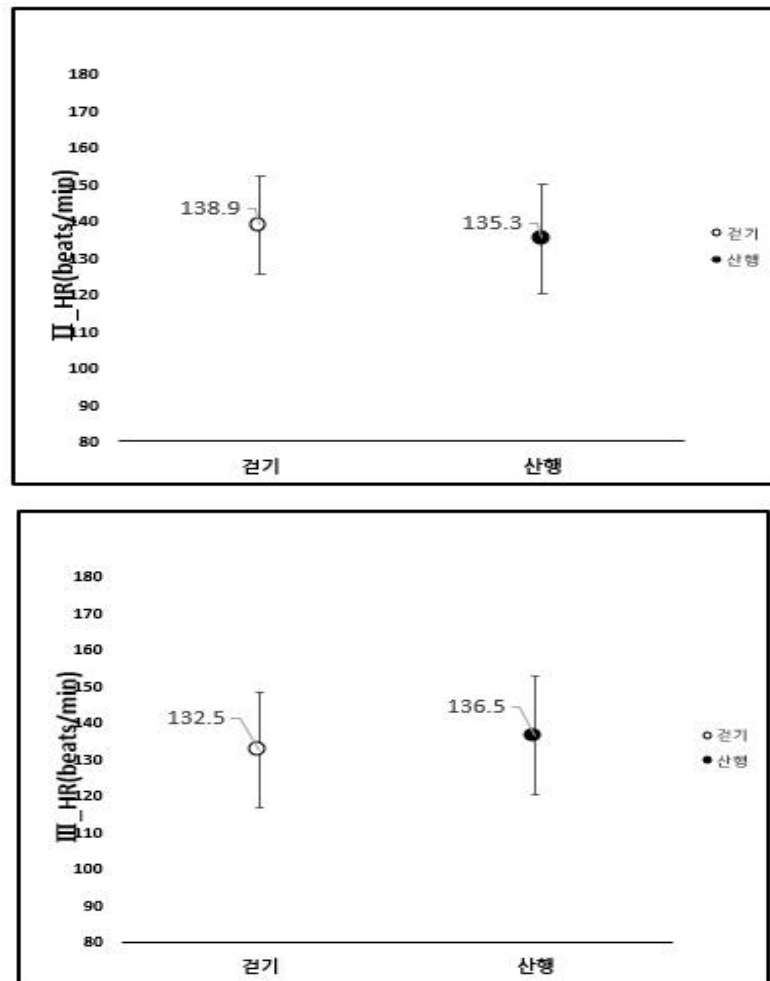


그림 31. 오르막 구간의 걷기와 산행 HR

나) 내리막 구간의 걷기와 산행 HR 비교

- 내리막의 걷기와 산행의 HR의 결과는 <표 35>, <그림 32>와 같음
- 내리막에서 HR은 모든 구간에서 걷기와 산행에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 35. 내리막 구간의 걷기와 산행 HR

					(beat/min)	
					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
IV_HR	걷기	103.2	±	11.9	-1.300	0.208
	산행	110.5	±	14.4		
V_HR	걷기	106.6	±	13.3	-0.880	0.389
	산행	112.0	±	15.7		
VI_HR	걷기	103.0	±	12.7	-1.776	0.091
	산행	113.4	±	14.5		

Values are mean±SD, HR: Heart rate

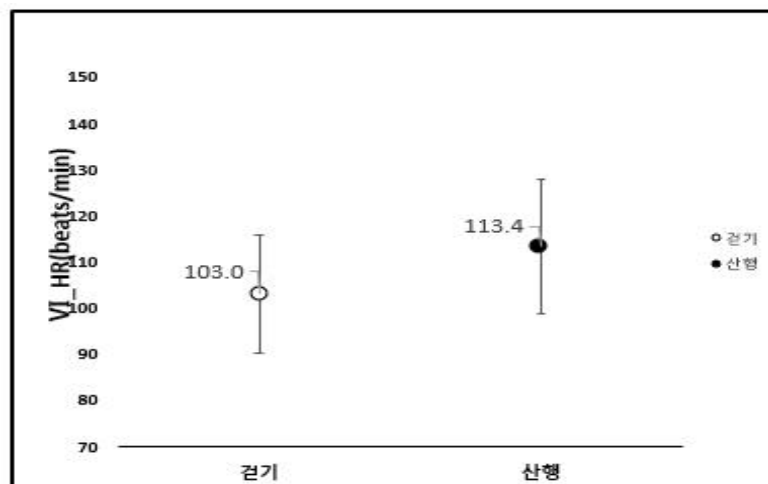
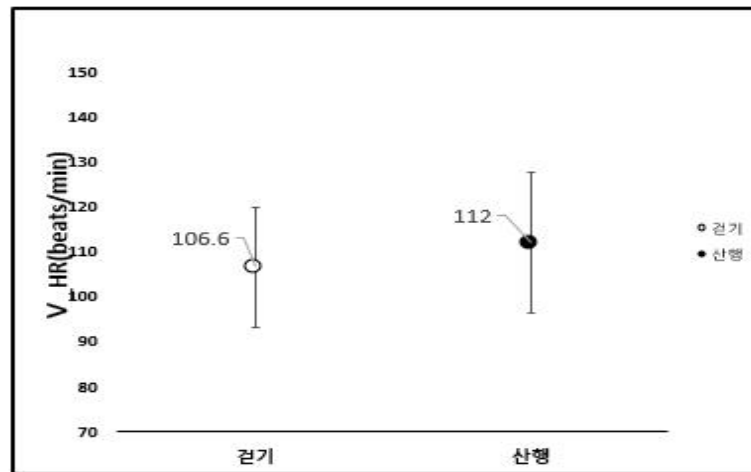
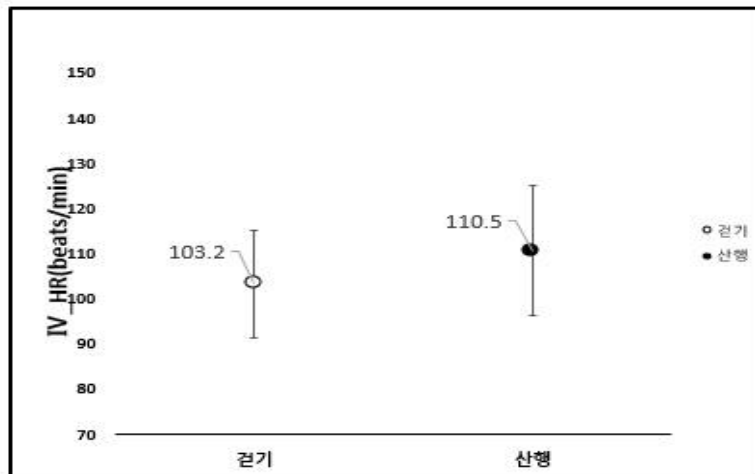


그림 32. 내리막 구간의 걷기와 산행 HR

다) 오르막 구간 사이의 휴식 시 걷기와 산행 HR 비교

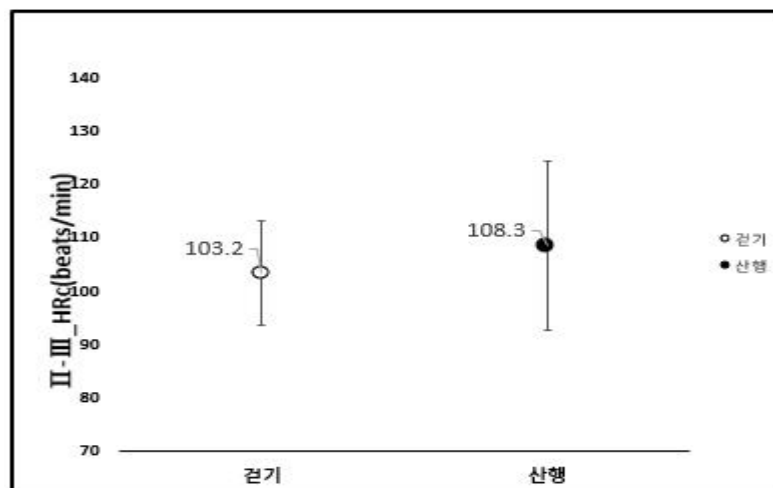
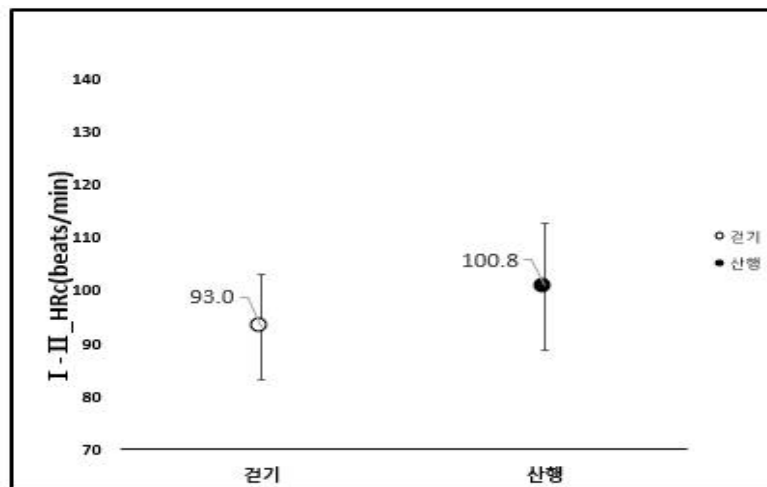
- 오르막 휴식 구간 걷기와 산행의 HR 결과는 <표 36>, <그림 33>과 같음
- 모든 오르막 휴식 간에서 걷기와 산행에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 36. 오르막 휴식 구간의 걷기와 산행 HR

(beat/min)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
I - II_HRc	걷기	93.0	±	10.0	-1.646	0.115
	산행	100.8	±	11.9		
II - III_HRc	걷기	103.2	±	9.8	-0.902	0.378
	산행	108.3	±	15.8		
III - IV_HRc	걷기	103.9	±	10.8	-1.905	0.071
	산행	113.6	±	12.8		

Values are mean±SD, HRc: HR recovery



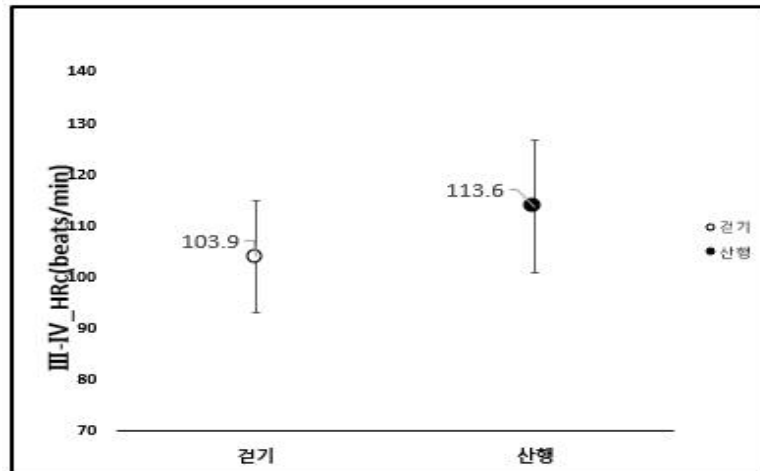


그림 33. 오르막 휴식 구간의 걷기와 산행 HR

2) 걷기와 산행의 산소포화도 결과

가) 오르막 구간의 걷기와 산행 산소포화도 비교

- 오르막 구간의 걷기와 산행의 산소포화도 결과는 <표 37>, <그림 34>와 같음
- 오르막에서 걷기와 산행의 산소포화도는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 37. 오르막 구간의 걷기와 산행 산소포화도 (%)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
I_SpO ₂	걷기	96.5	±	0.9	0.848	0.406
	산행	95.7	±	2.7		
II_SpO ₂	걷기	95.1	±	1.4	-1.127	0.273
	산행	95.7	±	1.3		
III_SpO ₂	걷기	95.3	±	1.5	-0.865	0.397
	산행	95.7	±	0.9		

Values are mean±SD, SpO₂: peripheral oxygen saturation

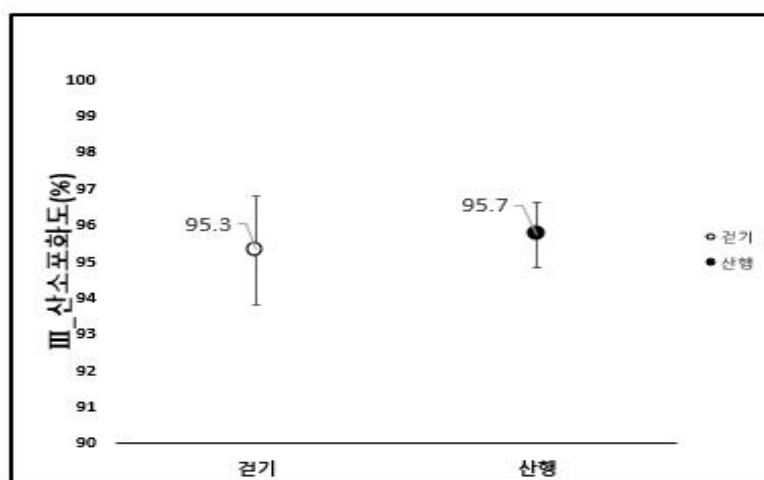
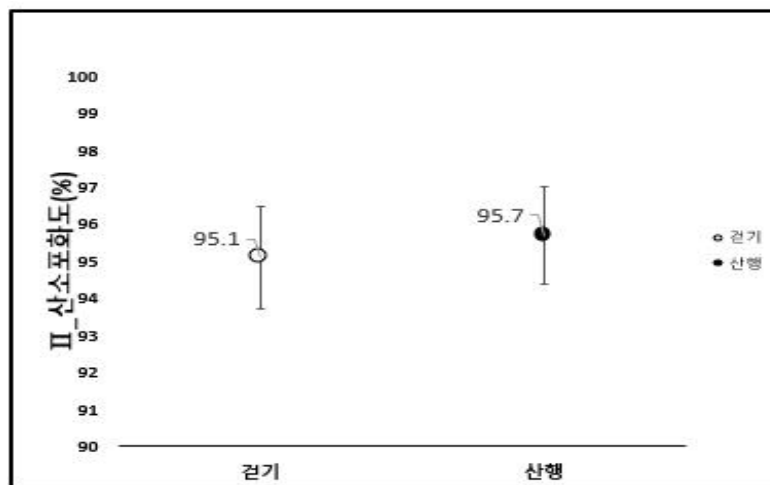
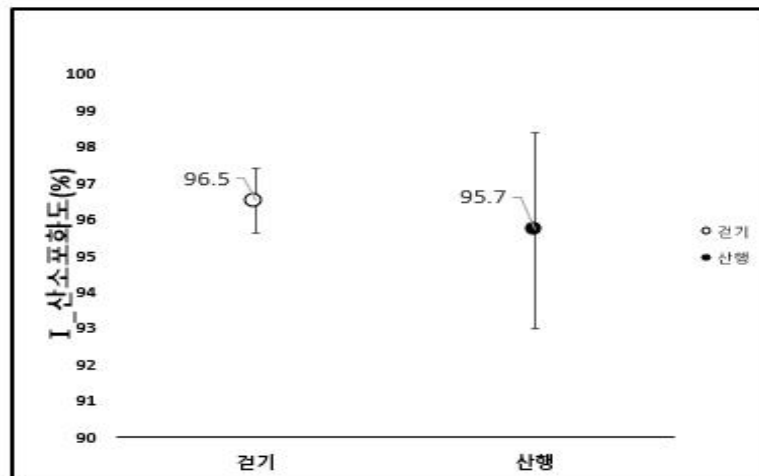


그림 34. 오르막 구간의 견기와 산행 산소포화도

나) 내리막 구간의 걷기와 산행 산소포화도 비교

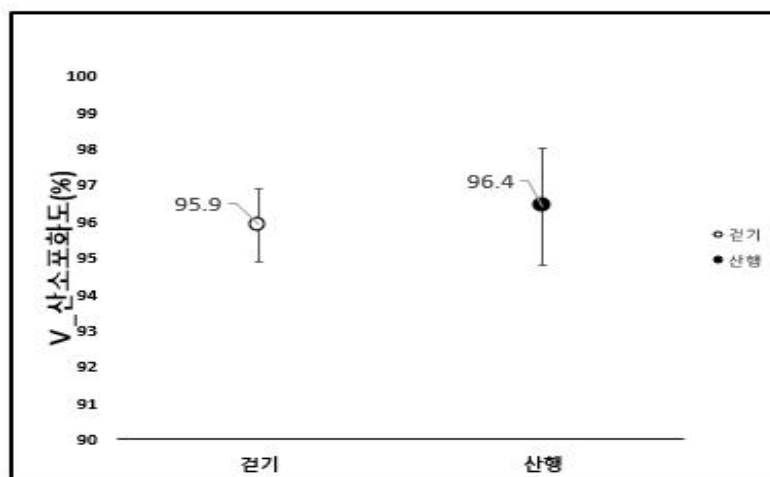
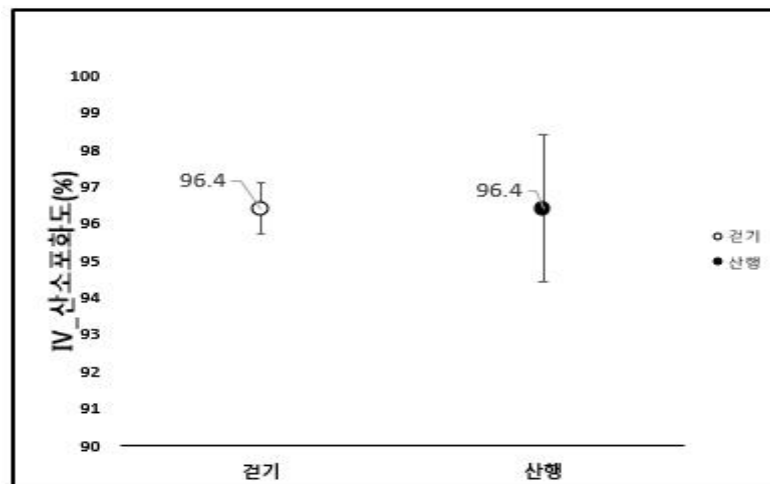
- 내리막 구간 걷기와 산행의 산소포화도 결과는 <표 38>, <그림 35>와 같음
- 모든 내리막 구간에서 걷기와 산행의 산소포화도 결과는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 38. 내리막 구간의 걷기와 산행 산소포화도

(%)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
IV_SpO ₂	걷기	96.4	±	0.7	0.000	1.000
	산행	96.4	±	2.0		
V_SpO ₂	걷기	95.9	±	1.0	-0.801	0.433
	산행	96.4	±	1.6		
VI_SpO ₂	걷기	96.5	±	1.0	-0.598	0.557
	산행	96.7	±	1.1		

Values are mean±SD, SpO₂: peripheral oxygen saturation



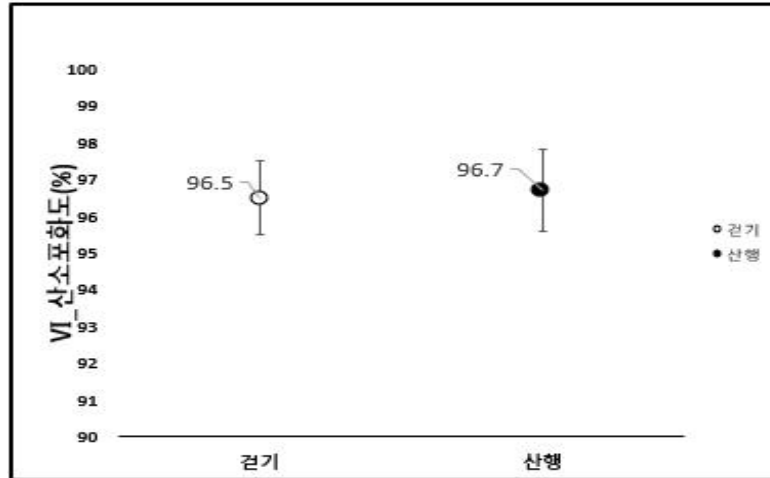


그림 35. 내리막 구간의 걷기와 산행 산소포화도

3) 걷기와 산행의 운동강도 결과

가) 오르막 구간의 최대심박수 대비 상대운동강도 비교

- 오르막 구간의 최대심박수 대비 상대운동강도 결과는 <표 39>, <그림 36>과 같음
- 오르막에서 걷기와 산행의 상대운동강도 결과는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 39. 오르막 구간의 최대심박수 대비 상대운동강도 결과 (%)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
I_HR%	걷기	65.3	±	6.5	-1.158	0.261
	산행	68.5	±	6.8		
II_HR%	걷기	79.0	±	8.1	0.455	0.654
	산행	77.5	±	7.8		
III_HR%	걷기	75.2	±	9.8	-0.741	0.467
	산행	78.2	±	9.2		

Values are mean±SD, HR%: Relative exercise intensity compared to maximum heart rate

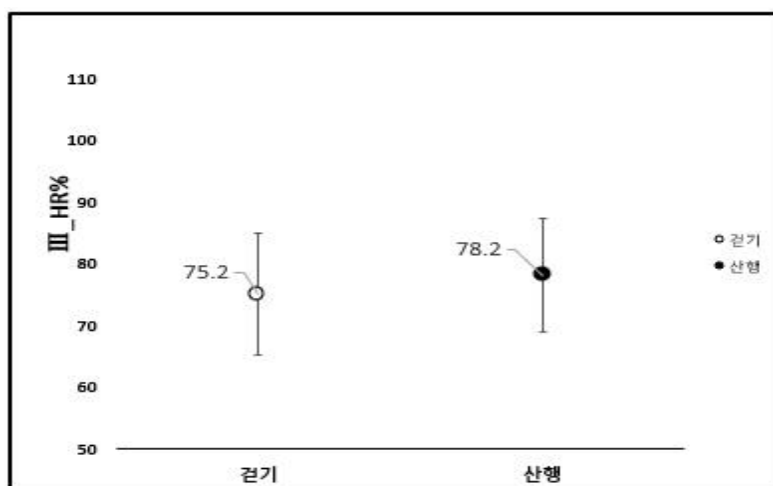
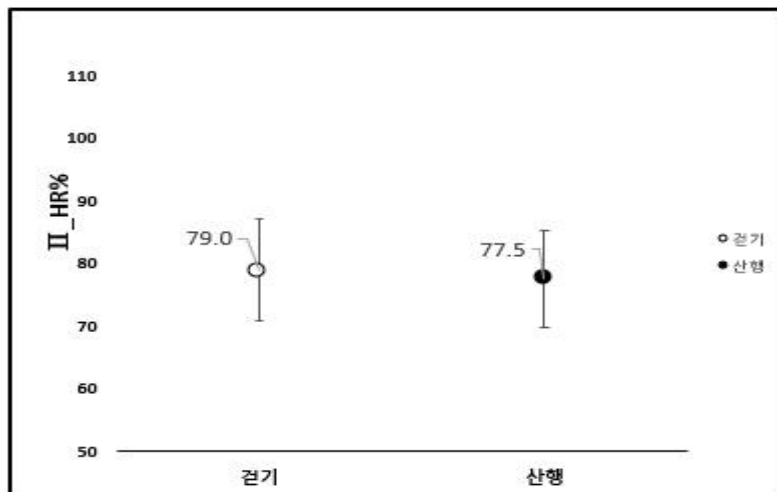
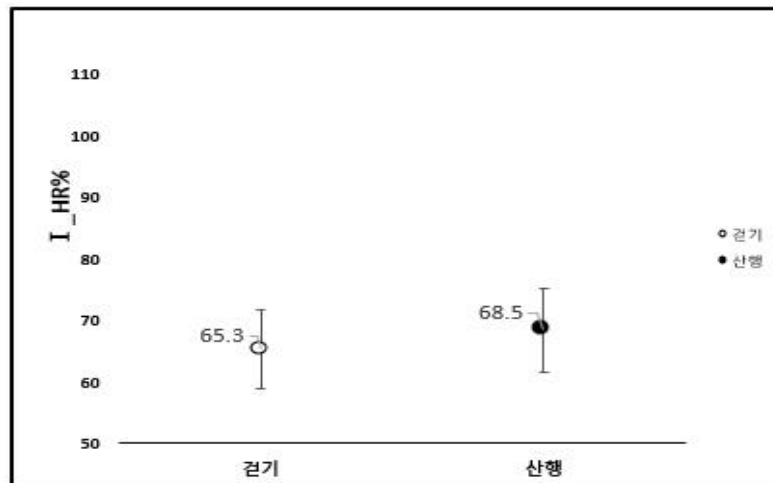


그림 36. 오르막 구간의 최대심박수 대비 상대운동강도 결과

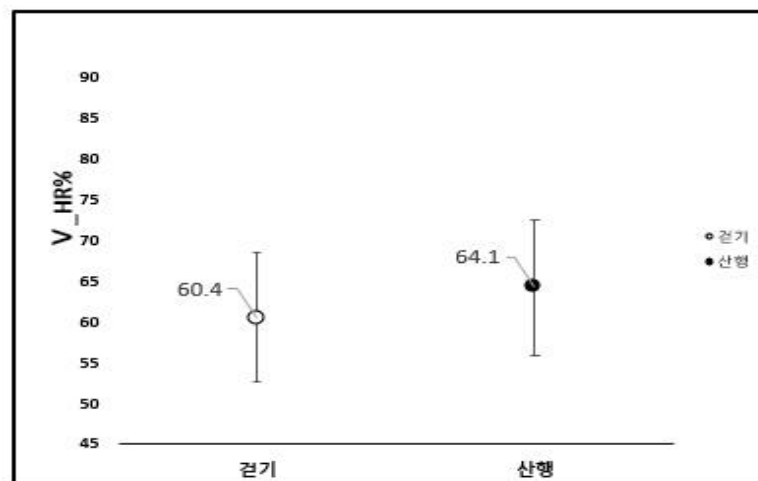
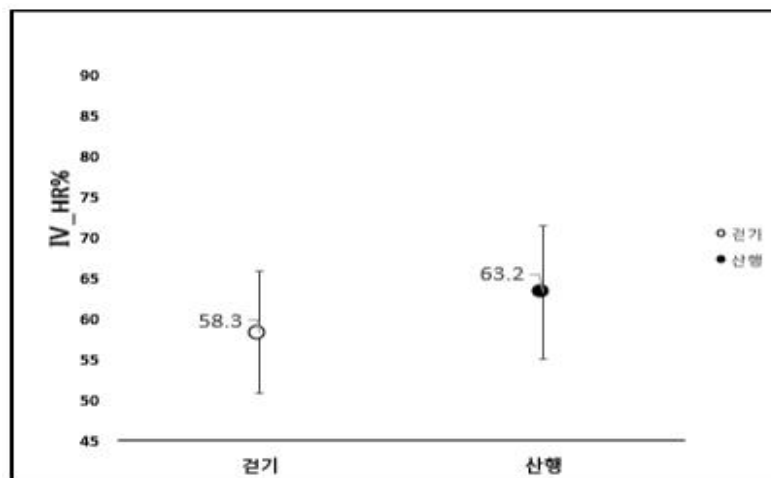
나) 내리막 구간의 최대심박수 대비 상대운동강도 비교

- 내리막 구간의 최대심박수 대비 상대운동강도 결과는 <표 40>, <그림 37>과 같음
- 오르막에서 걷기와 산행의 상대운동강도 결과는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 40. 내리막 구간의 최대심박수 대비 상대운동강도 결과 (%)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
IV_HR%	걷기	58.3	±	7.5	-1.466	0.158
	산행	63.2	±	8.2		
V_HR%	걷기	60.4	±	7.9	-1.078	0.294
	산행	64.1	±	8.3		
VI_HR%	걷기	58.5	±	7.6	-1.976	0.062
	산행	65.0	±	7.9		

Values are mean±SD, HR%: Relative exercise intensity compared to maximum heart rate



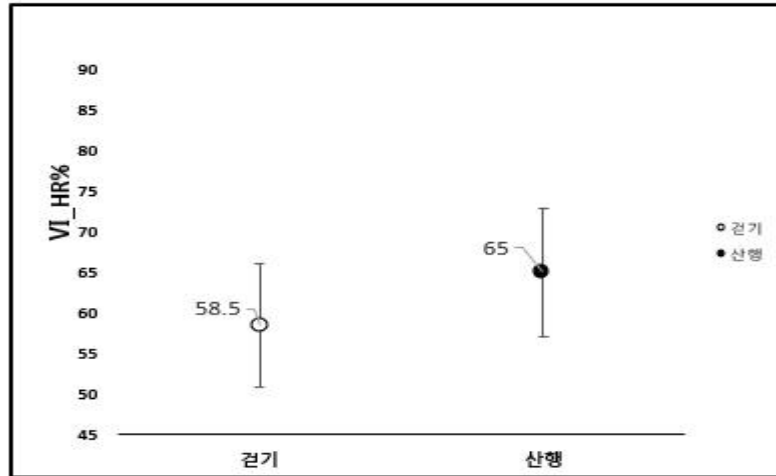


그림 37. 내리막 구간의 최대심박수 대비 상대운동강도 결과

다) 오르막 구간의 여유심박수 대비 상대운동강도 비교

- 오르막 구간의 여유심박수 대비 상대운동강도 결과는 <표 41>, <그림 38>과 같음
- 오르막에서 걷기와 산행의 상대운동강도 결과는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 41. 오르막 구간의 여유심박수 대비 상대운동강도 결과

(%)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
I_HRR%	걷기	37.4	±	9.8	-1.010	0.325
	산행	42.1	±	12.1		
II_HRR%	걷기	62.4	±	11.5	0.744	0.466
	산행	58.6	±	12.4		
III_HRR%	걷기	55.9	±	13.8	-0.745	0.465
	산행	60.3	±	14.1		

Values are mean±SD, HRR%: Relative exercise intensity compared to HRR

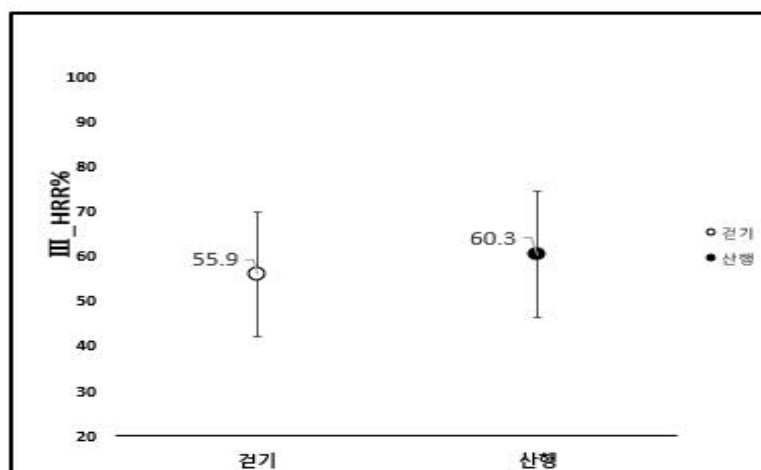
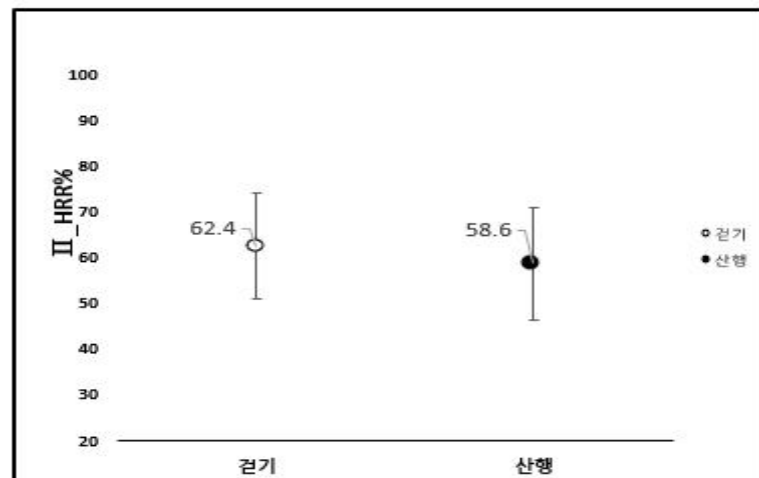
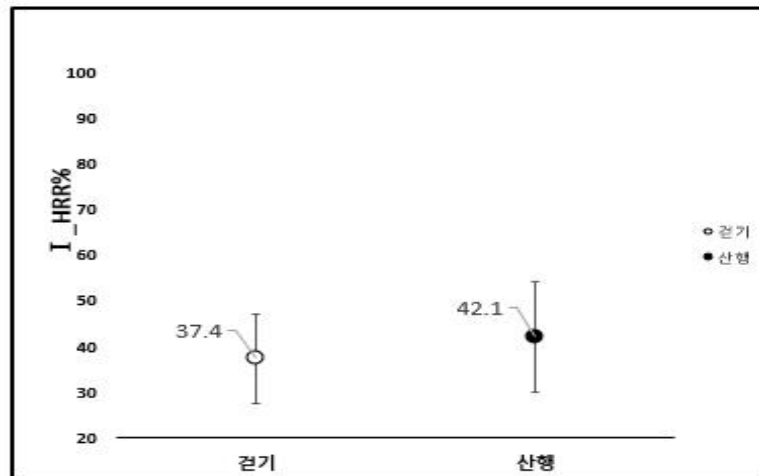


그림 38. 오르막 구간의 여유심박수 대비 상대운동강도 결과

라) 내리막 구간의 여유심박수 대비 상대운동강도 비교

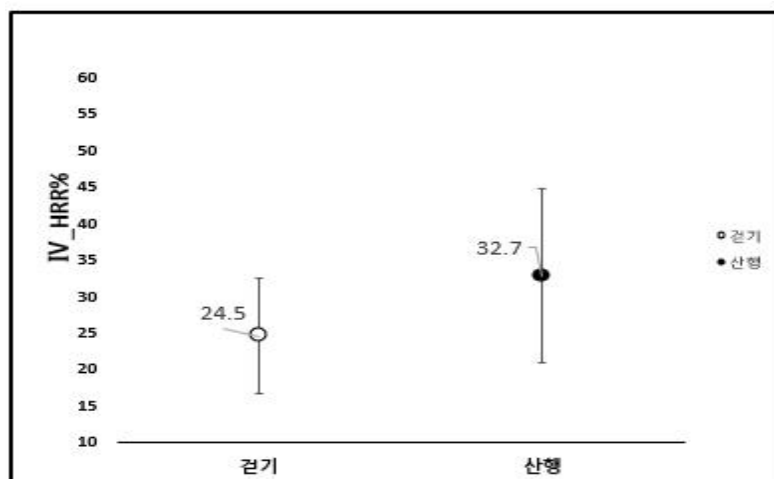
- 내리막 구간의 여유심박수 대비 상대운동강도 결과는 <표 42>, <그림 39>와 같음
- 오르막에서 걷기와 산행의 상대운동강도 결과는 VI 구간에서 산행의 상대운동강도가 더 높아 통계적으로 유의한 차이가 나타남($p < 0.05$). IV, V 구간에서는 통계적으로 유의하게 나타나지 않음

표 42. 내리막 구간의 여유심박수 대비 상대운동강도 결과

(%)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
IV_HRR%	걷기	24.5	±	8.0	-1.893	0.073
	산행	32.7	±	11.9		
V_HRR%	걷기	28.0	±	9.9	-1.209	0.241
	산행	34.0	±	13.2		
VI_HRR%	걷기	24.3	±	9.1	-2.400	0.026
	산행	35.4	±	12.3		

Values are mean±SD, HRR%: Relative exercise intensity compared to HRR, significant difference: $*p < 0.05$



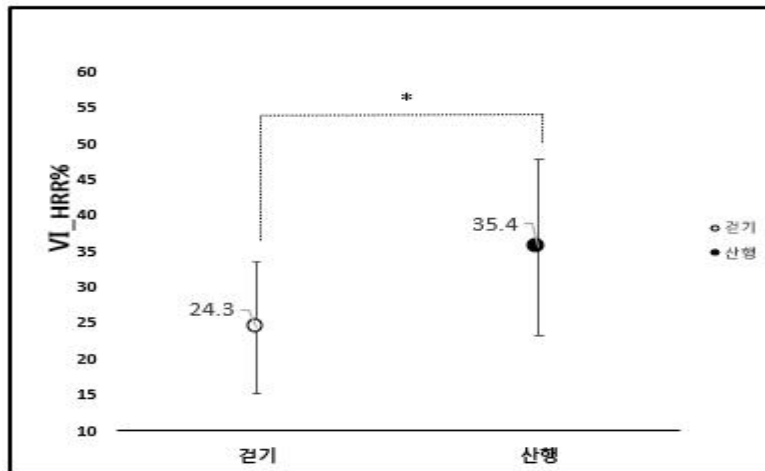
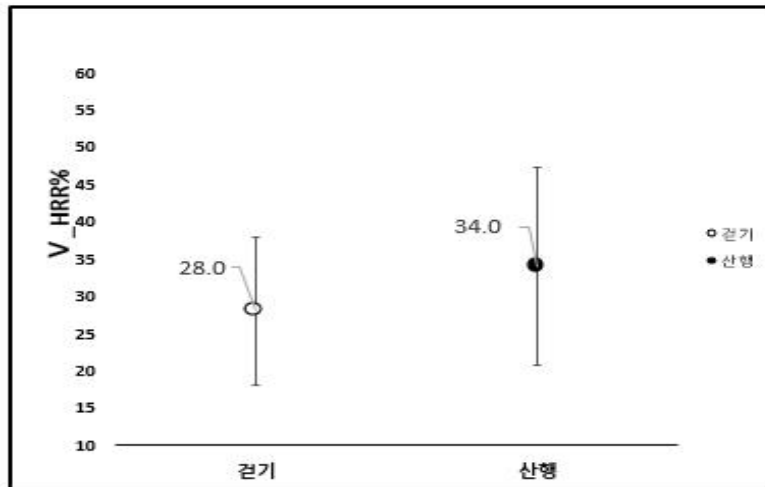


그림 39. 내리막 구간의 여유심박수 대비 상대운동강도 결과

마) 오르막 구간의 주관적 운동강도 비교

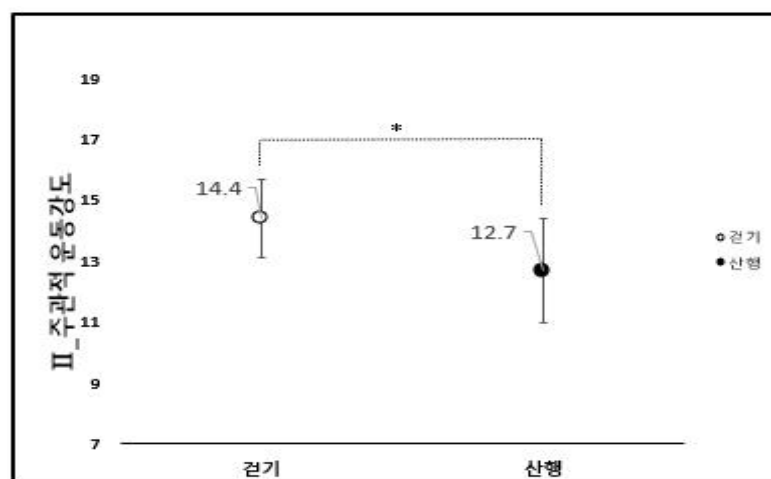
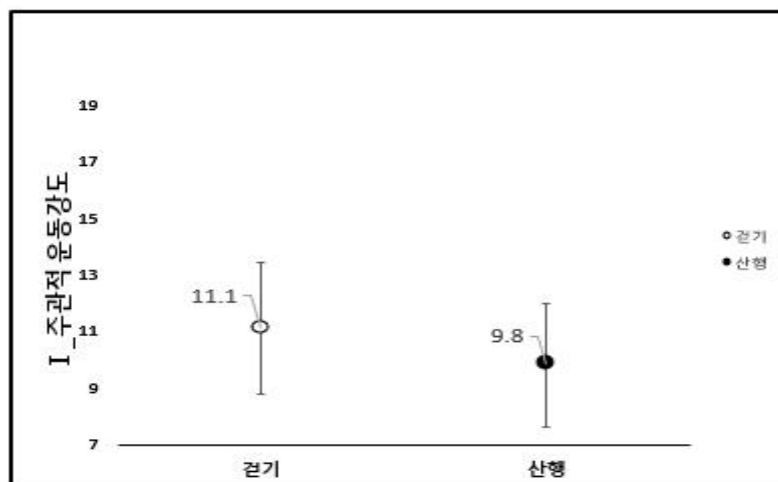
- 오르막 구간의 주관적 운동강도 결과는 <표 43>, <그림 40>과 같음
- 오르막에서 걷기와 산행의 주관적 운동강도 결과는 II 구간에서 걷기의 주관적 운동강도가 더 높아 통계적으로 유의한 차이가 나타남($p < 0.05$). I, III 구간에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 43. 오르막 구간의 주관적 운동강도 결과

(score)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
I_RPE	걷기	11.1	±	2.3	1.345	0.194
	산행	9.8	±	2.2		
II_RPE	걷기	14.4	±	1.3	2.606	0.017
	산행	12.7	±	1.7		
III_RPE	걷기	12.7	±	1.7	0.588	0.563
	산행	12.4	±	1.0		

Values are mean±SD, RPE: Rating of perceived exertion, significant difference: * $p < 0.05$



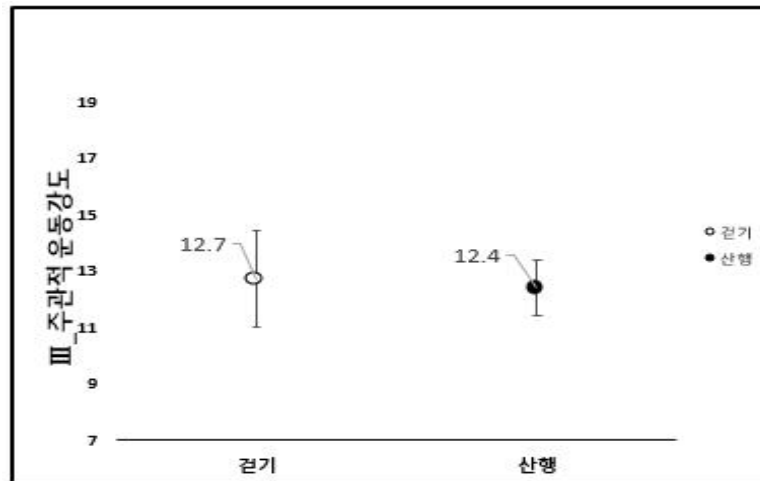


그림 40. 오르막 구간의 주관적 운동강도 결과

바) 내리막 구간의 주관적 운동강도 비교

- 내리막 구간의 주관적 운동강도 결과는 <표 44>, <그림 41>과 같음
- 내리막에서 걷기와 산행의 주관적 운동강도 결과는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 44. 내리막 구간의 주관적 운동강도 결과 (score)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
IV_RPE	걷기	9.6	±	1.8	0.056	0.956
	산행	9.6	±	2.0		
V_RPE	걷기	9.9	±	2.0	0.760	0.456
	산행	9.3	±	2.0		
VI_RPE	걷기	9.2	±	1.9	-0.084	0.934
	산행	9.3	±	1.9		

Values are mean±SD, RPE: Rating of perceived exertion

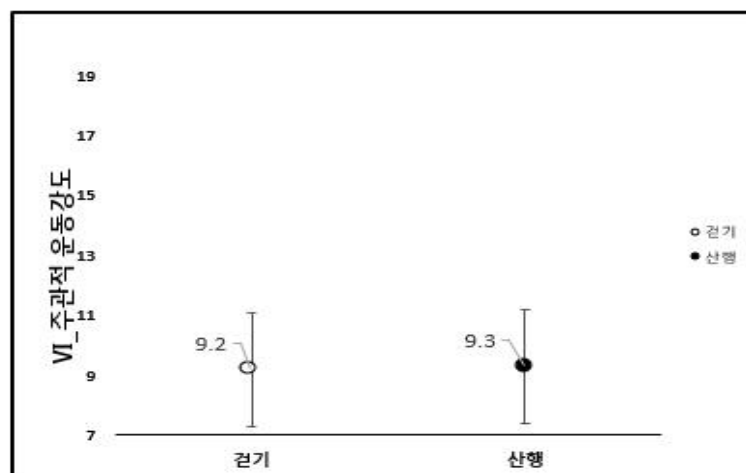
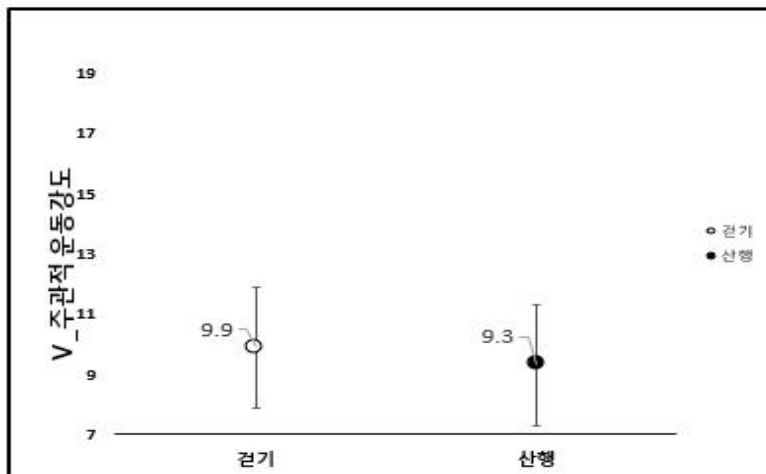
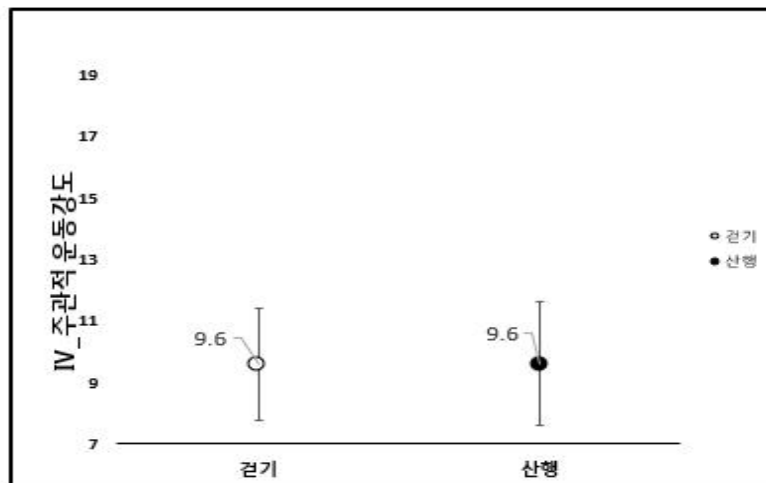


그림 41. 내리막 구간의 주관적 운동강도 결과

사) 구간별 회복 시 최대심박수 대비 상대운동강도 결과

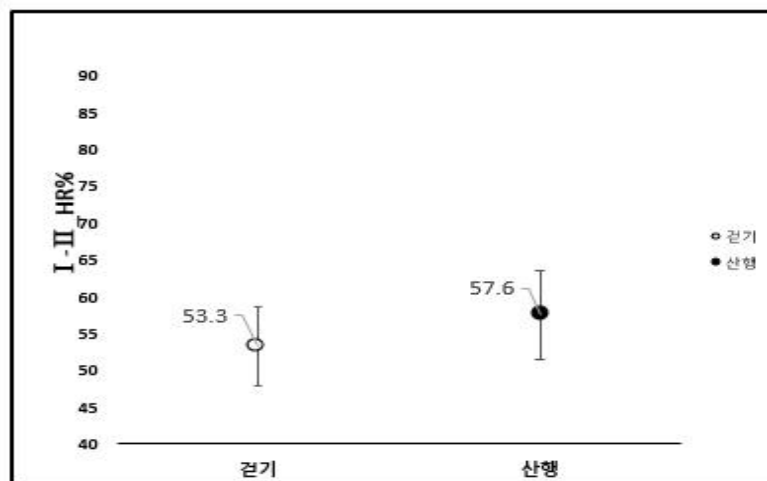
- 오르막에서 걷기와 산행의 구간별 회복 시 최대심박수 대비 상대운동강도 결과는 <표 45>, <그림 42>와 같음
- 오르막에서 걷기와 산행의 구간별 회복 시 상대운동강도 결과는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 45. 구간별 회복 시 최대심박수 대비 상대운동강도

(%)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
I - II_HR%	걷기	53.3	±	5.4	-1.797	0.087
	산행	57.6	±	6.0		
II - III_HR%	걷기	59.4	±	6.4	-0.772	0.449
	산행	62.0	±	9.3		
III - IV_HR%	걷기	59.6	±	6.2	-1.711	0.102
	산행	65.1	±	8.5		

Values are mean±SD, HR%: Relative exercise intensity compared to maximum heart rate



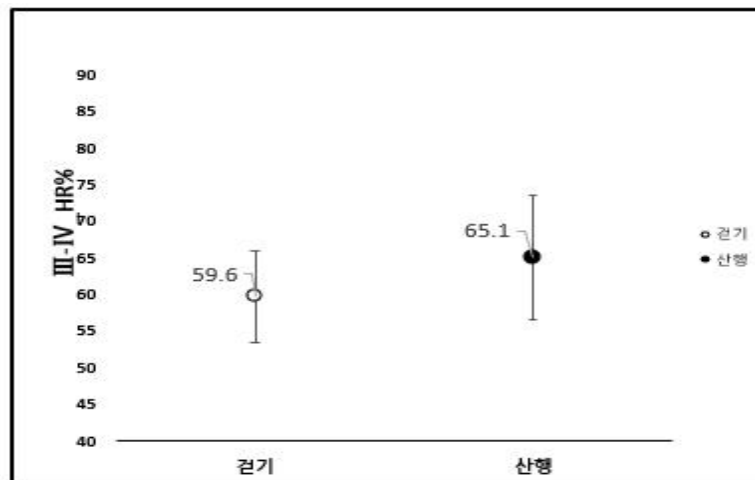
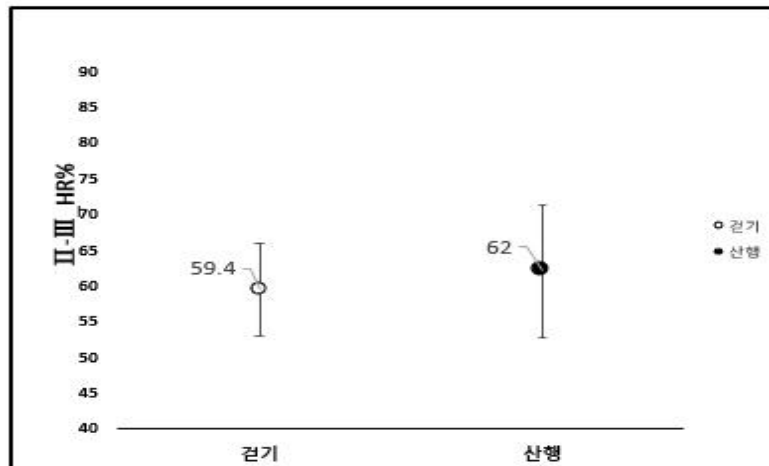


그림 42. 구간별 회복 시 최대심박수 대비 상대운동강도

아) 구간별 회복 시 여유심박수 대비 상대운동강도 비교

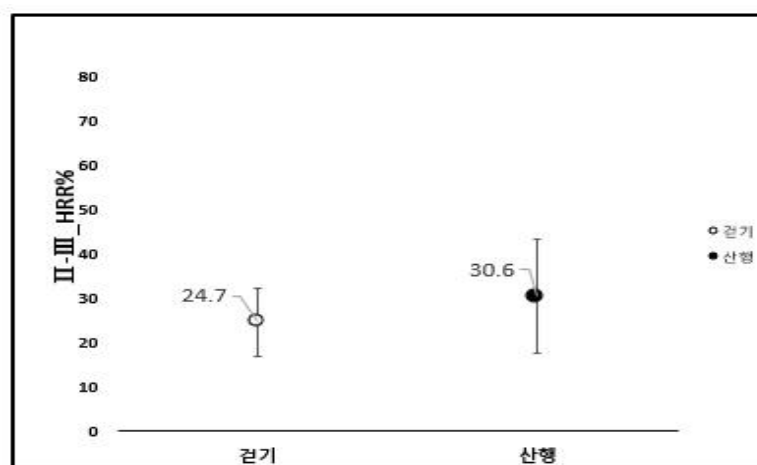
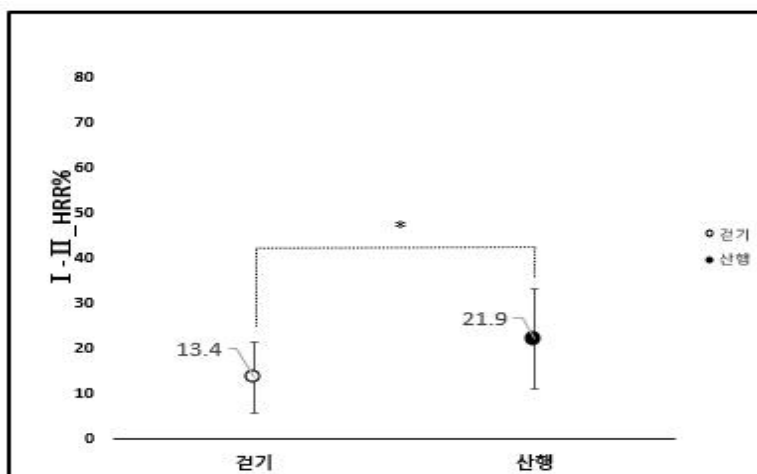
- 오르막에서 걷기와 산행의 구간별 회복 시 여유심박수 대비 상대운동강도 결과는 <표 46>, <그림 43>과 같음
- 오르막에서 걷기와 산행의 구간별 회복 시 상대운동강도 결과는 I-II 구간 ($p<0.05$), III-IV 구간($p<0.01$)에서 통계적으로 유의한 차이가 나타남. II-III 구간에서는 통계적 유의성이 나타나지 않음

표 46. 구간별 회복 시 여유심박수 대비 상대운동강도

(%)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
I - II_HRR%	걷기	13.4	±	7.7	-2.108	0.049
	산행	21.9	±	11.0		
II - III_HRR%	걷기	24.7	±	7.8	-1.288	0.212
	산행	30.6	±	13.0		
III - IV_HRR%	걷기	25.4	±	8.0	-2.824	0.010
	산행	36.5	±	10.3		

Values are mean±SD, HRR%: Relative exercise intensity compared to HRR, significant difference: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$



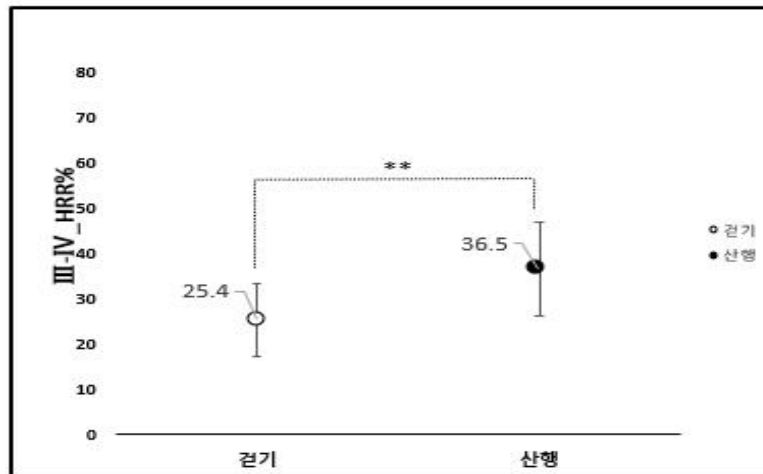


그림 43. 구간별 회복 시 여유심박수 대비 상대운동강도

5) 걷기와 산행 보행 결과

가) 오르막 구간의 평균 보행수 비교

- 오르막 구간의 평균 보행수 결과는 <표 47>, <그림 44>와 같음
- 오르막에서 걷기와 산행의 평균 보행수 결과는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 47. 오르막 구간의 평균 보행수 결과 (spm)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
I_SR	걷기	101.6	±	11.1	-0.152	0.880
	산행	102.3	±	10.1		
II_SR	걷기	94.9	±	10.6	0.413	0.684
	산행	92.9	±	12.4		
III_SR	걷기	96.3	±	9.8	1.374	0.185
	산행	91.2	±	7.2		

Values are mean±SD, SR: Step rate

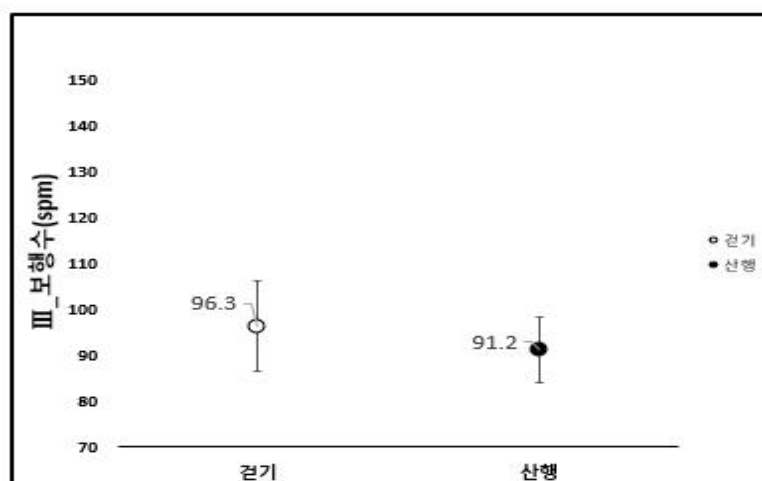
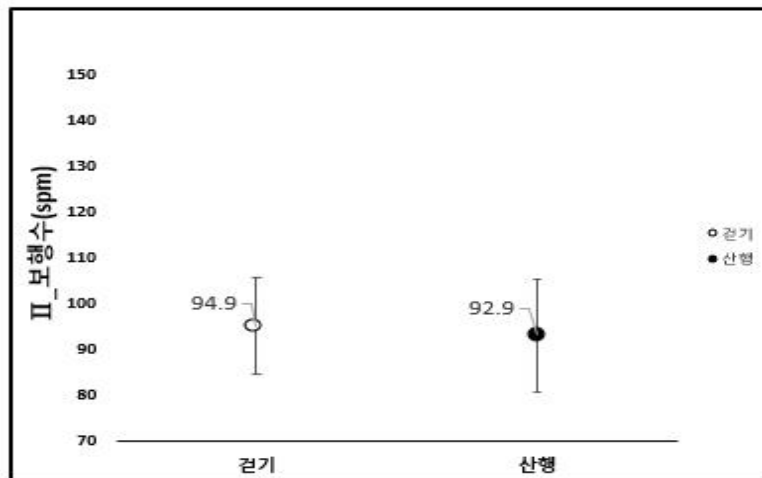
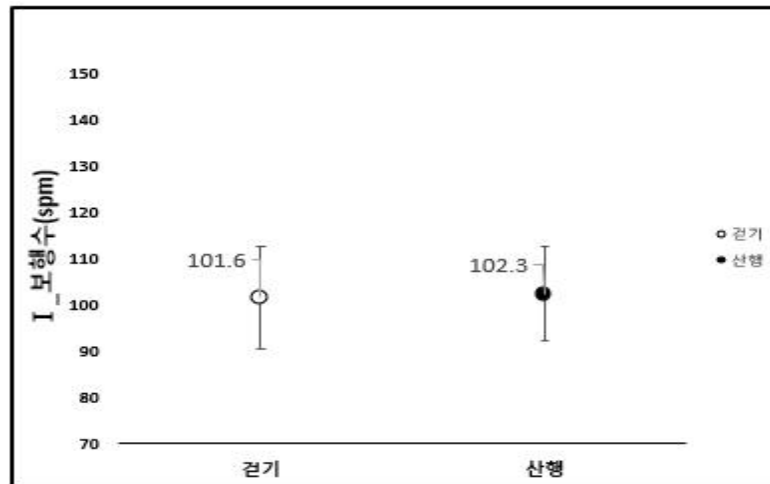


그림 44. 오르막 구간의 평균 보행수 결과

나) 내리막 구간의 평균 보행수 비교

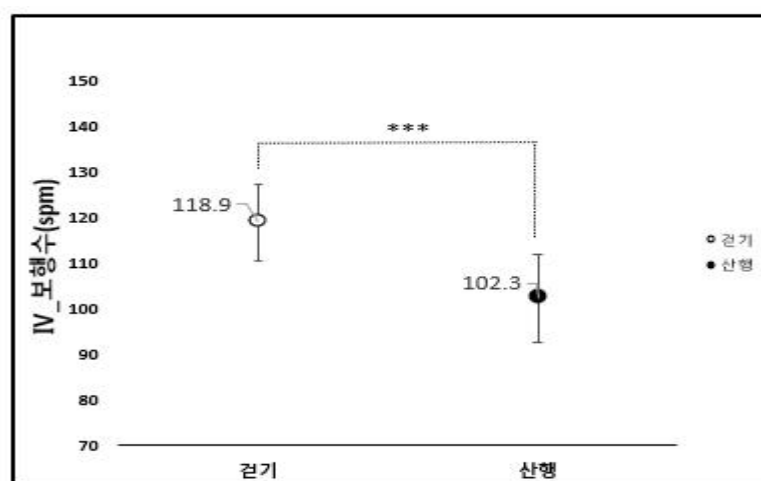
- 내리막 구간의 평균 보행수 결과는 <표 48>, <그림 45>와 같음
- 내리막에서 걷기와 산행의 평균 보행수 결과는 모든 구간에서 통계적으로 유의한 차이가 나타남. 걷기가 산행보다 보행수가 많아 IV 구간과 V 구간($p<0.001$) 및 VI 구간($p<0.01$)에서 유의한 차이가 나타남

표 48. 내리막 구간의 평균 보행수 결과

(spm)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
IV_SR	걷기	118.9	±	8.4	4.326	< 0.001
	산행	102.3	±	9.5		
V_SR	걷기	121.0	±	8.0	3.874	< 0.001
	산행	107.6	±	8.3		
VI_SR	걷기	116.4	±	7.1	2.860	0.010
	산행	106.9	±	8.5		

Values are mean±SD, SR: Step rate, significant difference: ** $p<0.01$, *** $p<0.001$



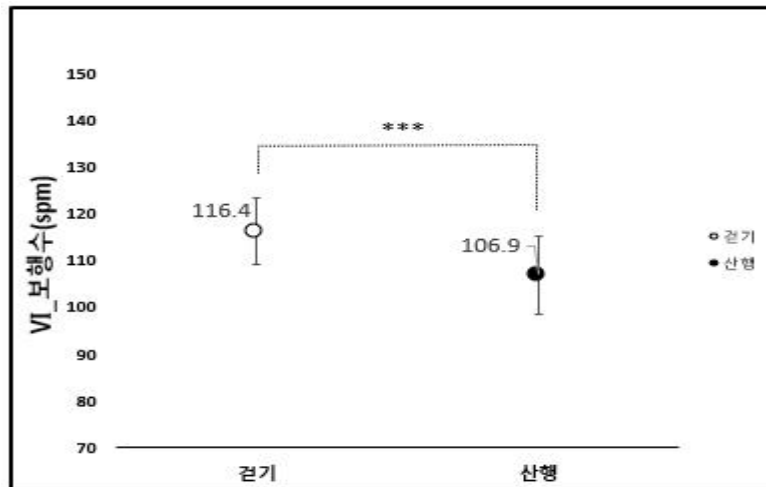
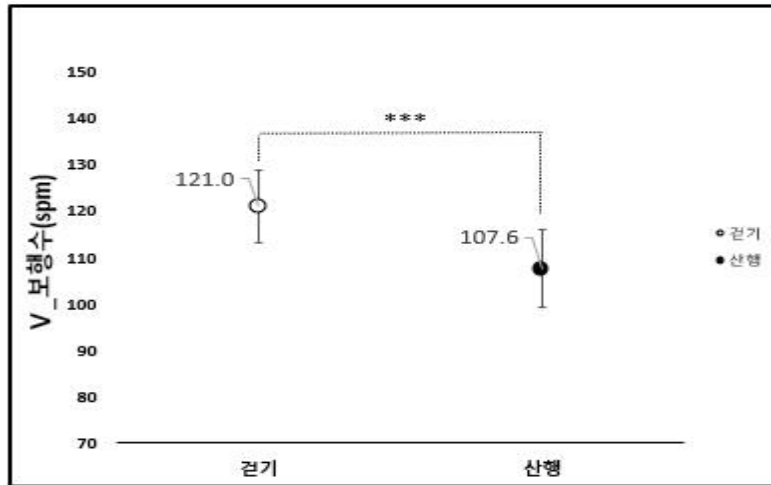


그림 45. 내리막 구간의 평균 보행수 결과

다) 오르막 구간의 평균 보행속도 비교

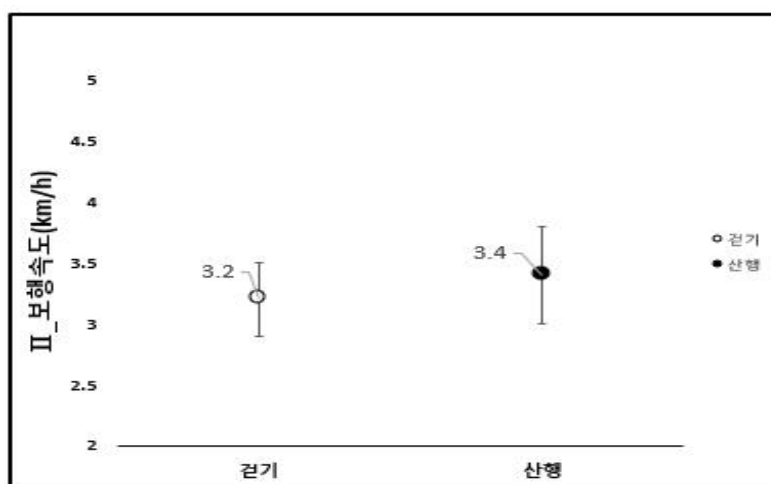
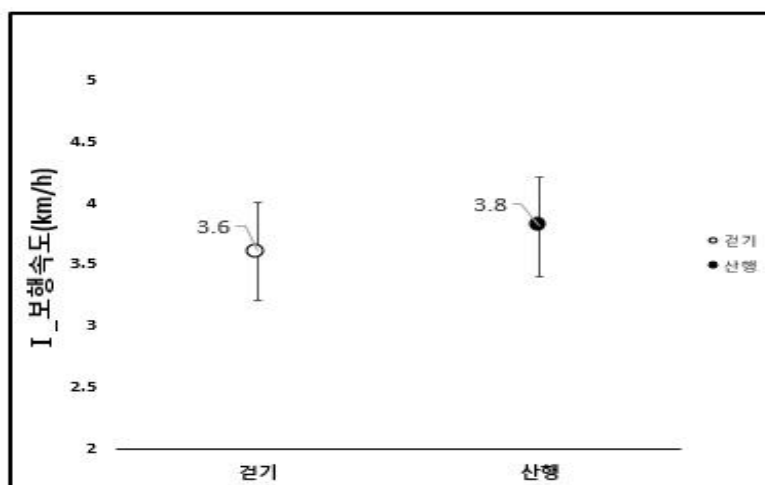
- 오르막 구간의 평균 보행속도 결과는 <표 49>, <그림 46>과 같음
- 오르막에서 걷기와 산행의 평균 보행속도 결과는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 49. 오르막 구간의 평균 보행속도 결과

(km/hr)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
I_Spd	걷기	3.6	±	0.4	-1.126	0.274
	산행	3.8	±	0.4		
II_Spd	걷기	3.2	±	0.3	-0.912	0.373
	산행	3.4	±	0.4		
III_Spd	걷기	3.4	±	0.4	-0.017	0.986
	산행	3.4	±	0.4		

Values are mean±SD, Spd: Step speed



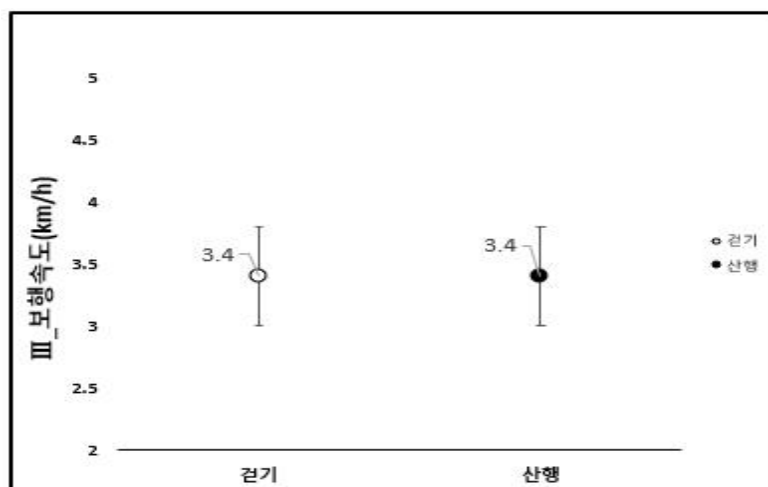


그림 46. 오르막 구간의 평균 보행속도 결과

라) 내리막 구간의 평균 보행속도 비교

- 내리막 구간의 평균 보행속도 결과는 <표 50>, <그림 47>과 같음
- 걷기와 산행의 평균 보행속도 결과는 모든 구간에서 통계적으로 유의한 차이가 나타남. 걷기가 산행보다 보행속도가 빠르며 IV 구간과 V 구간($p < 0.001$) 및 VI 구간($p < 0.05$)에서 유의한 차이가 나타남

표 50. 내리막 구간의 평균 보행속도 결과

(km/h)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
IV_Spd	걷기	4.3	±	0.4	4.661	< 0.001
	산행	3.5	±	0.4		
V_Spd	걷기	4.3	±	0.4	4.128	< 0.001
	산행	3.6	±	0.4		
VI_Spd	걷기	4.4	±	0.3	2.229	0.041
	산행	4.0	±	0.5		

Values are mean±SD, Spd: Step speed, significant difference: * $p < 0.05$, *** $p < 0.001$

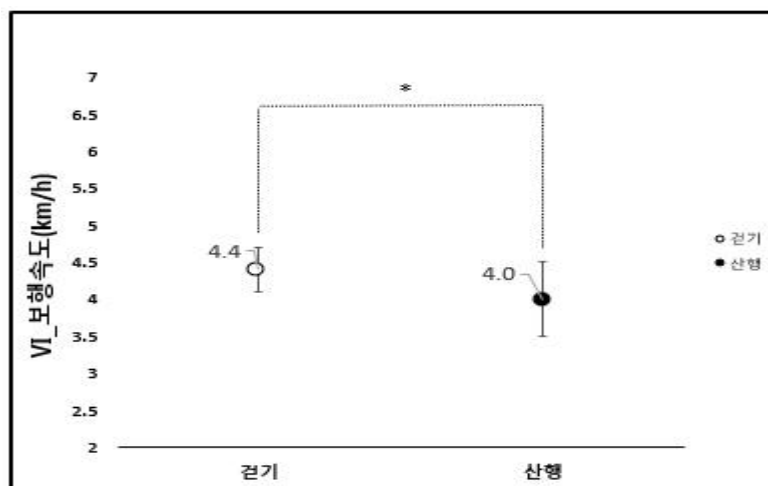
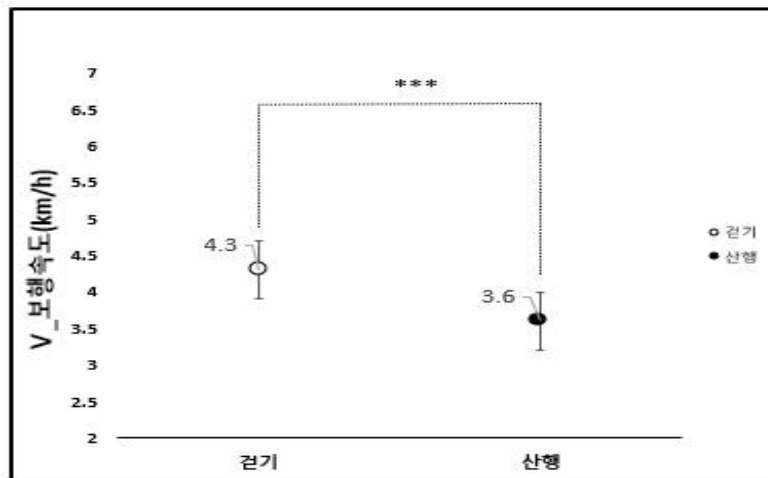
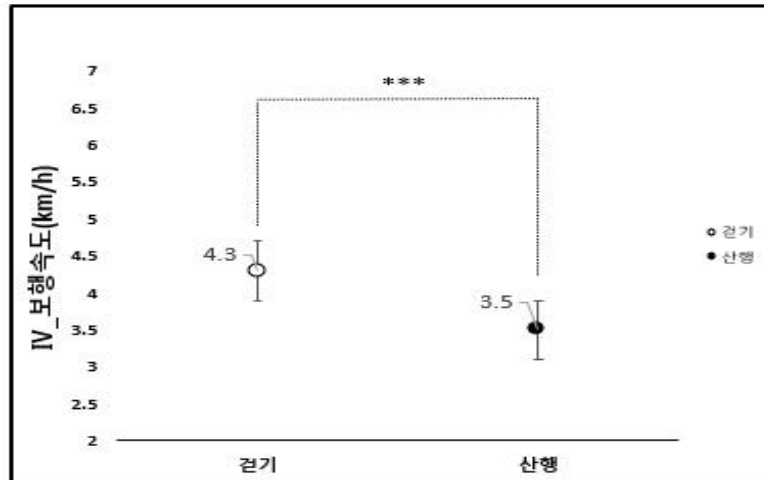


그림 47. 내리막 구간의 평균 보행속도 결과

마) 오르막 구간의 한걸음 보폭 비교

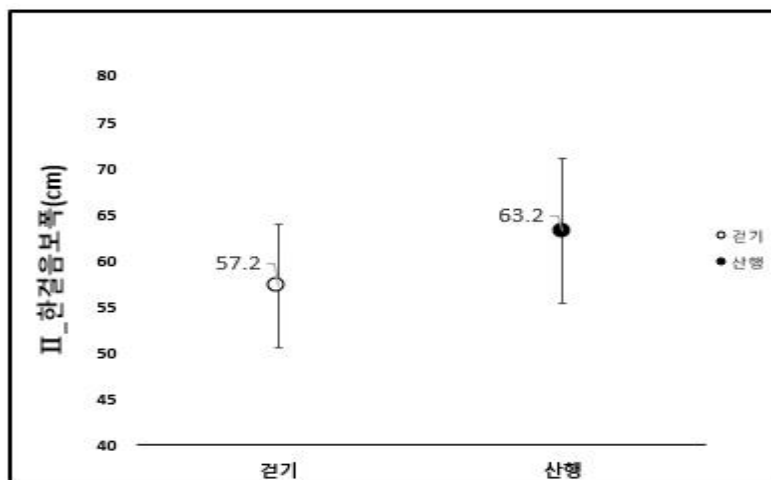
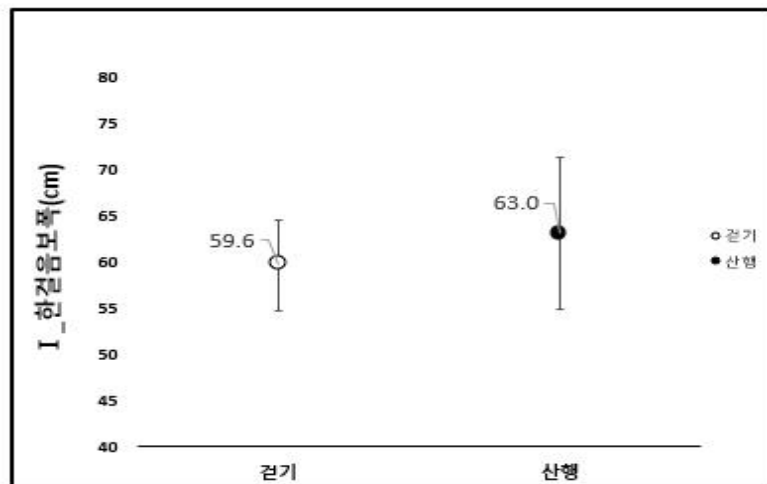
- 오르막 구간의 한걸음 보폭 결과는 <표 51>, <그림 48>과 같음
- 오르막에서 걷기와 산행의 한걸음 보폭 결과는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 51. 오르막 구간의 한걸음 보폭 결과

(cm)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
I_한걸음 보폭	걷기	59.6	±	4.9	-1.136	0.271
	산행	63.0	±	8.2		
II_한걸음 보폭	걷기	57.2	±	6.7	-1.859	0.079
	산행	63.2	±	7.8		
III_한걸음 보폭	걷기	58.7	±	6.5	-0.819	0.424
	산행	61.5	±	8.7		

Values are mean±SD



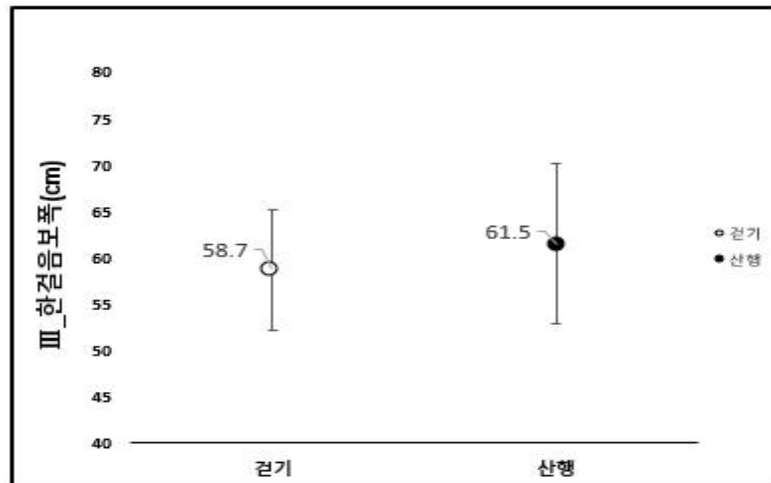


그림 48. 오르막 구간의 한걸음 보폭 결과

바) 내리막 구간의 한걸음 보폭 비교

- 내리막 구간의 한걸음 보폭 결과는 <표 52>, <그림 49>와 같음
- 내리막에서 걷기와 산행의 한걸음 보폭 결과는 VI 구간에서 산행 시 보폭이 더 큰 결과를 나타내 통계적으로 유의함($p < 0.05$). IV, V 구간에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 52. 내리막 구간의 한걸음 보폭 결과

(cm)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
IV_한걸음 보폭	걷기	60.5	±	5.5	0.525	0.606
	산행	58.4	±	12.0		
V_한걸음 보폭	걷기	59.7	±	4.5	1.187	0.251
	산행	55.5	±	10.0		
VI_한걸음 보폭	걷기	64.6	±	3.6	-2.802	0.012
	산행	70.8	±	6.0		

Values are mean±SD, significant difference: * $p < 0.05$

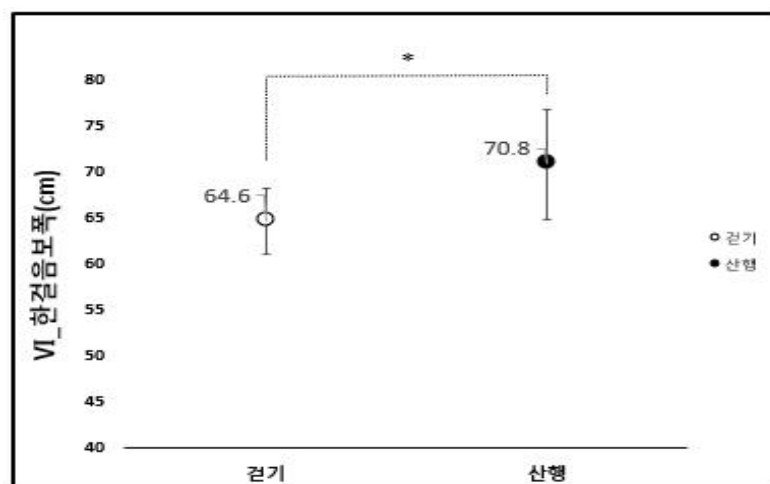
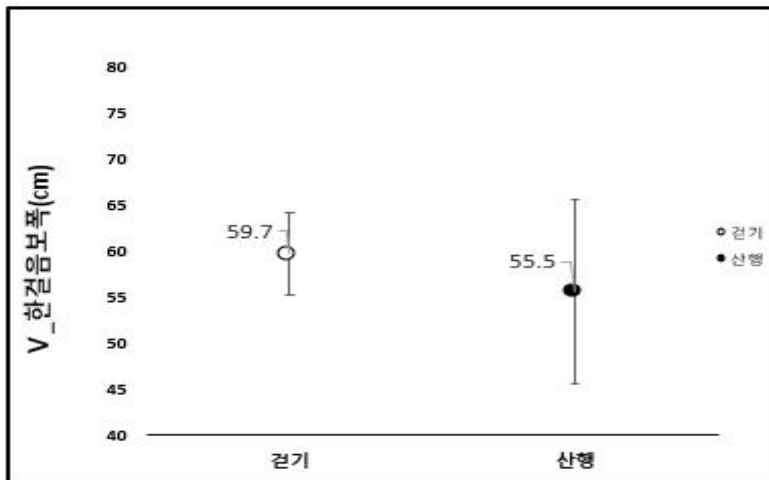
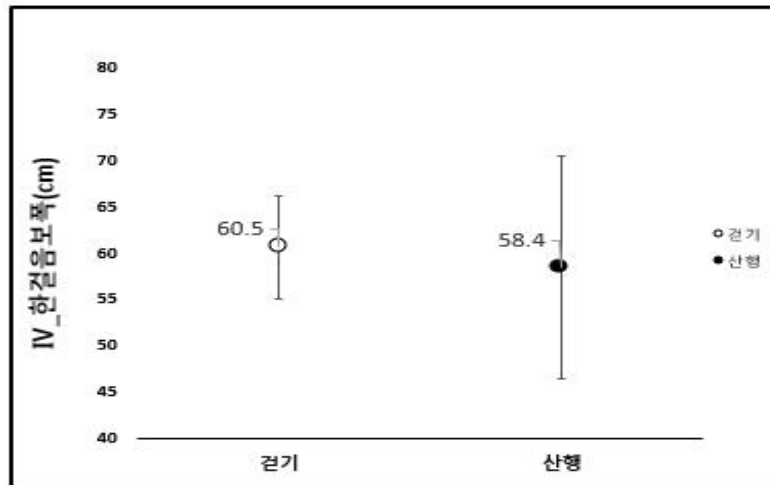


그림 49. 내리막 구간의 한걸음 보폭 결과

나. 산행 A와 걷기 전체(걷기 A +B 그룹)의 비교 결과

1) 걷기와 산행 산소포화도 결과

가) 오르막 구간 걷기와 산행의 HR 비교

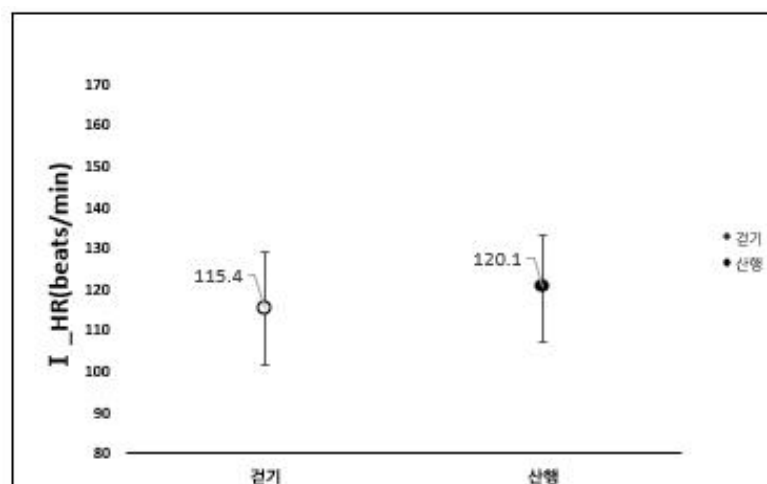
- 오르막의 걷기와 산행의 HR의 결과는 <표 53>, <그림 50>과 같음
- 오르막에서 HR은 모든 구간에서 걷기와 산행에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 53. 오르막 구간의 걷기와 산행 HR

(beat/min)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
I_HR	걷기	115.4	±	13.7	-0.925	0.362
	산행	120.1	±	13.2		
II_HR	걷기	140.3	±	15.6	0.862	0.396
	산행	135.3	±	14.9		
III_HR	걷기	133.6	±	17.8	-0.461	0.648
	산행	136.5	±	16.1		

Values are mean±SD, HR: Heart rate



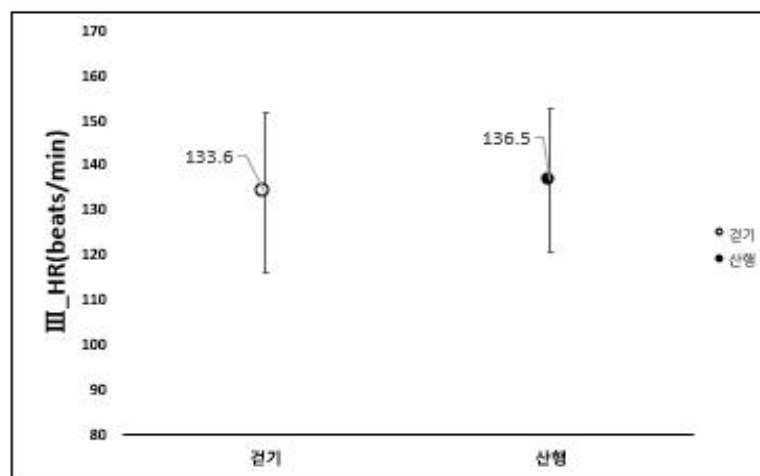
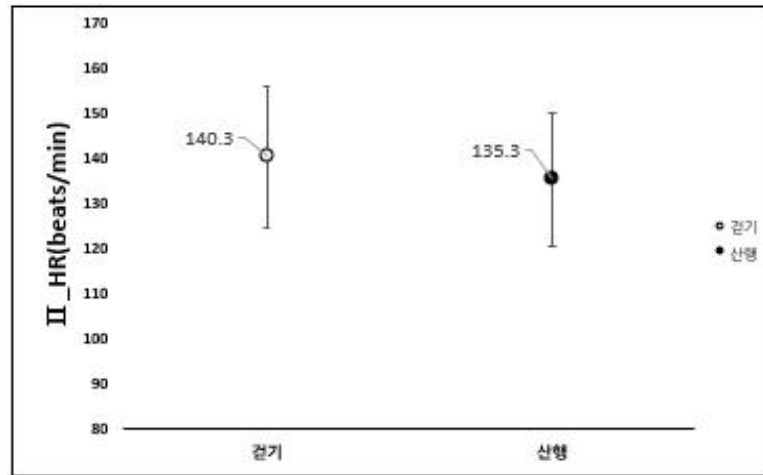


그림 50. 오르막 구간의 걷기와 산행 HR

나) 내리막 구간의 걷기와 산행 HR 비교

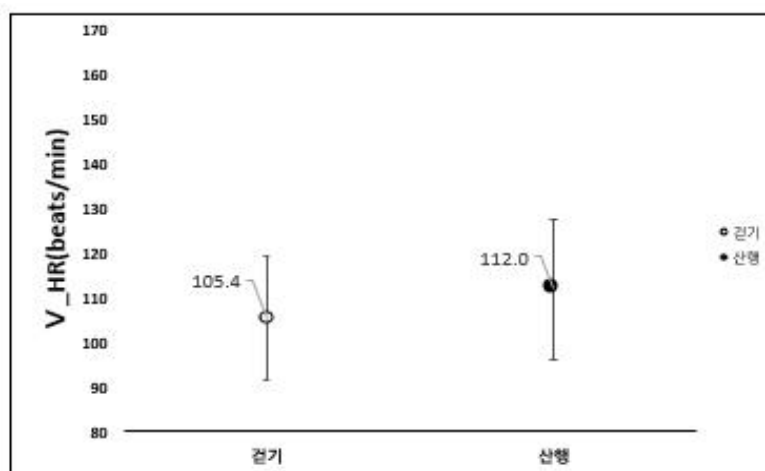
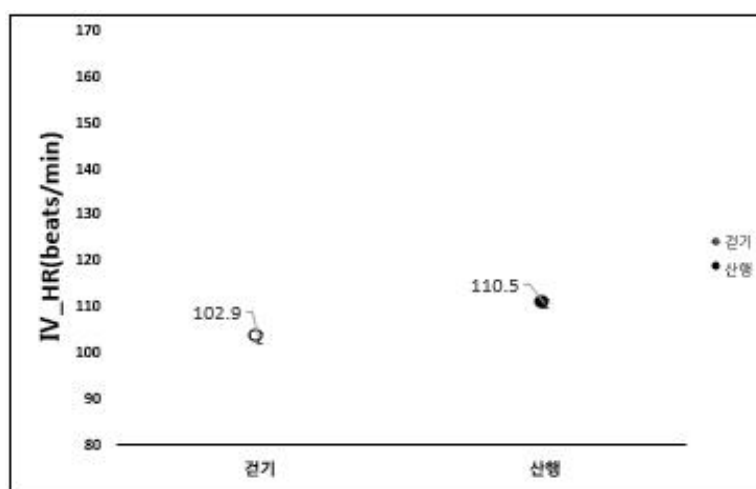
- 내리막 구간의 걷기와 산행의 HR의 결과는 <표 54>, <그림 51>과 같음
- 내리막의 모든 구간에서 걷기와 산행에서 VI 구간의 산행 시 심박수가 높아 통계적으로 유의한 차이가 나타남($p < 0.05$). IV, V 구간에서는 걷기와 산행에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 54. 내리막 구간의 걷기와 산행 HR

(beat/min)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
IV_HR	걷기	102.9	±	12.4	-1.550	0.132
	산행	110.5	±	14.4		
V_HR	걷기	105.4	±	13.8	-1.215	0.234
	산행	112.0	±	15.7		
VI_HR	걷기	101.9	±	13.6	-2.201	0.036
	산행	113.4	±	14.5		

Values are mean±SD, HR: Heart rate, significant difference: * $p < 0.05$



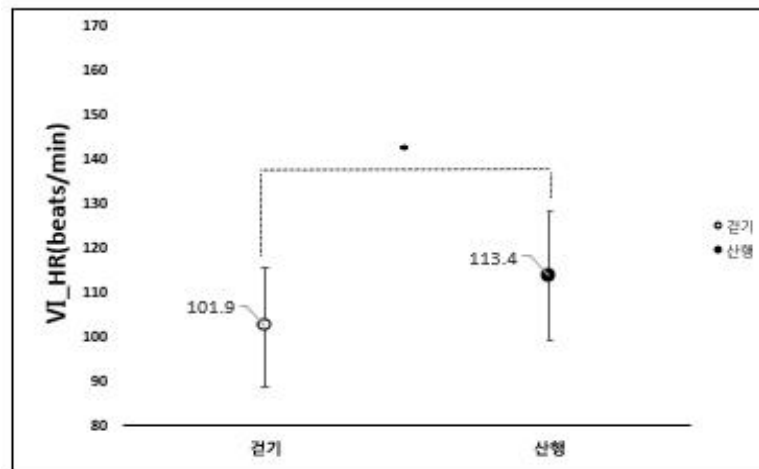


그림 51. 내리막 구간의 걷기와 산행 HR

다) 오르막 구간 사이의 휴식 시 걷기와 산행 HR 비교

- 오르막 휴식 구간 걷기와 산행의 HR 결과는 <표 55>, <그림 52>와 같음
- 오르막 휴식 간 걷기와 산행에 HR은 III~IV 구간의 회복시에 산행에서 더 높아 통계적으로 유의한 차이가 나타남($p < 0.05$). I~II, II~III 구간에서는 걷기와 산행의 차이가 나타나지 않음

표 55. 오르막 구간 휴식 구간의 걷기와 산행 HR (beat/min)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
I - II_HRc	걷기	92.3	±	12.7	-1.813	0.080
	산행	100.8	±	11.9		
II - III_HRc	걷기	104.3	±	11.8	-0.793	0.434
	산행	108.3	±	15.8		
III - IV_HRc	걷기	103.8	±	12.2	-2.088	0.046
	산행	113.6	±	12.8		

Values are mean±SD, HRc: HR recovery, significant difference: * $p < 0.05$

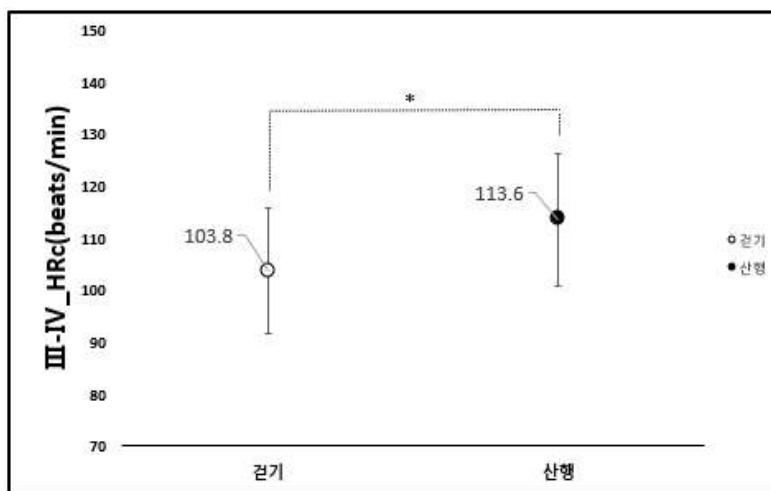
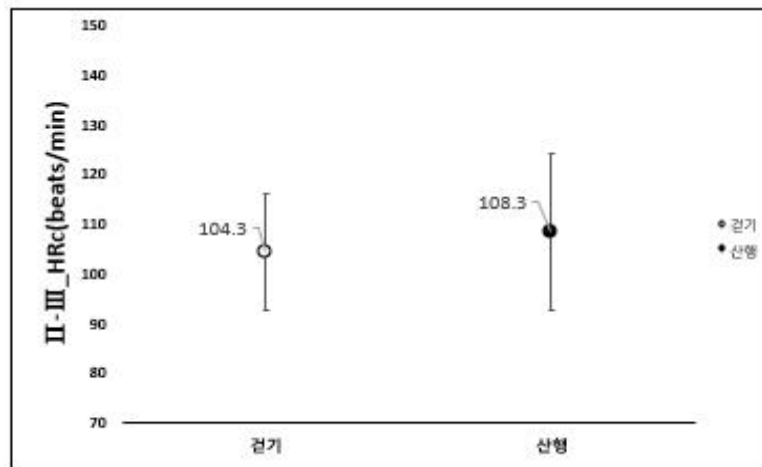
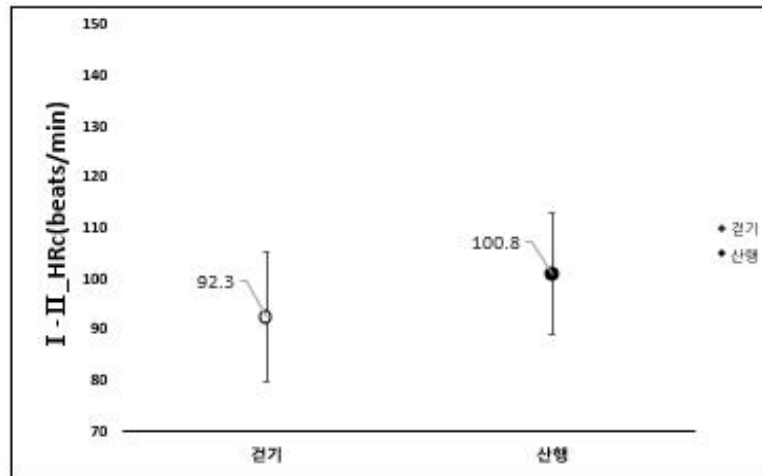


그림 52. 오르막 구간 휴식 구간의 걷기와 산행 HR

2) 걷기와 산행 산소포화도 결과

가) 오르막 구간의 걷기와 산행 산소포화도 비교

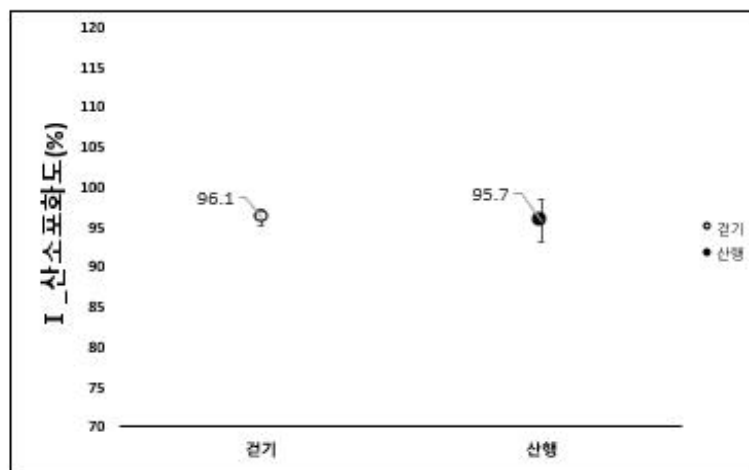
- 오르막 구간의 걷기와 산행의 산소포화도 결과는 <표 56>, <그림 53>과 같음
- 오르막에서 걷기와 산행의 산소포화도는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 56. 오르막 구간의 걷기와 산행 산소포화도

(%)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
I_SpO ₂	걷기	96.1	±	1.0	0.558	0.581
	산행	95.7	±	2.7		
II_SpO ₂	걷기	94.9	±	1.5	-1.559	0.130
	산행	95.7	±	1.3		
III_SpO ₂	걷기	95.7	±	1.3	-0.060	0.952
	산행	95.7	±	0.9		

Values are mean±SD, SpO₂: peripheral oxygen saturation,



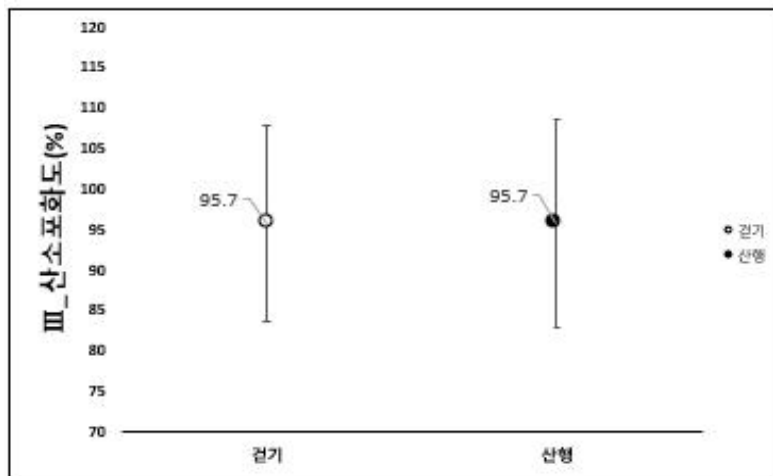
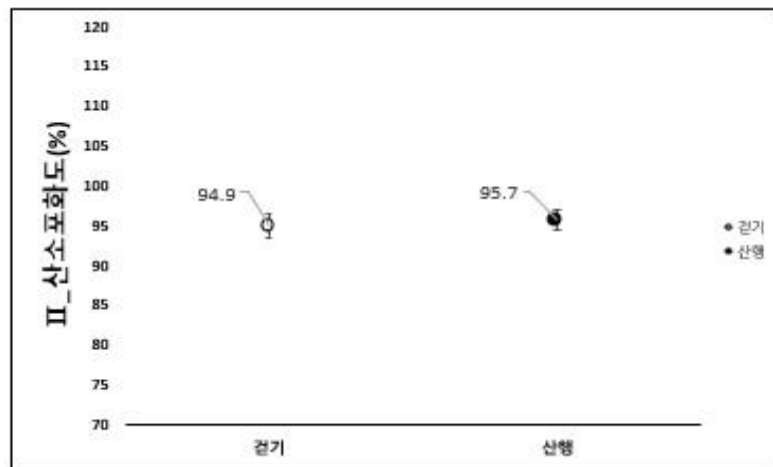


그림 53. 오르막 구간의 걷기와 산행 산소포화도

나) 내리막 구간의 걷기와 산행 산소포화도 비교

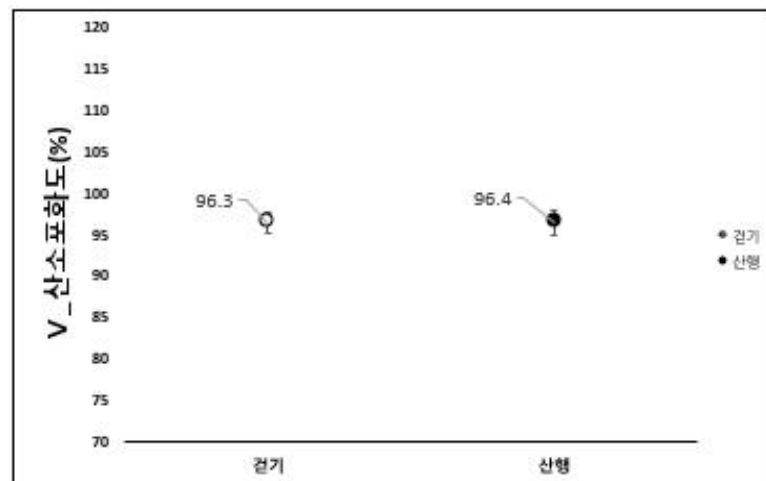
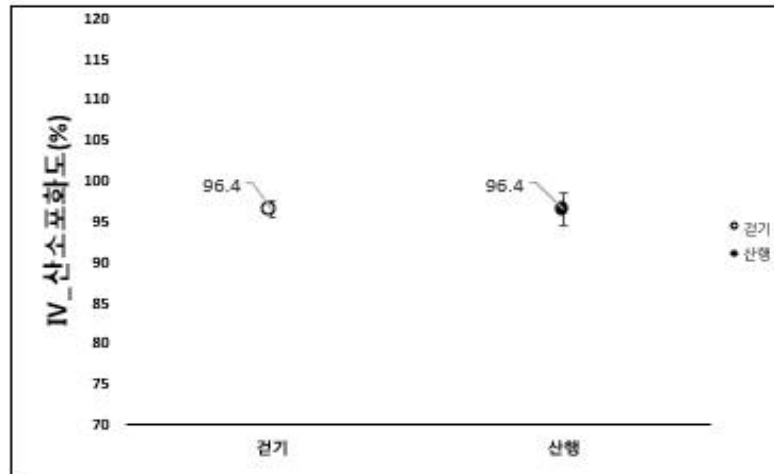
- 내리막 구간 걷기와 산행의 산소포화도 결과는 <표 57>, <그림 54>와 같음
- 모든 내리막 구간에서 걷기와 산행의 산소포화도 결과는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 57. 내리막 구간의 걷기와 산행 산소포화도

(%)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
IV_SpO ₂	걷기	96.4	±	1.0	-0.021	0.983
	산행	96.4	±	2.0		
V_SpO ₂	걷기	96.3	±	1.2	-0.230	0.820
	산행	96.4	±	1.6		
VI_SpO ₂	걷기	96.7	±	0.9	-0.207	0.838
	산행	96.7	±	1.1		

Values are mean±SD, SpO₂: peripheral oxygen saturation,



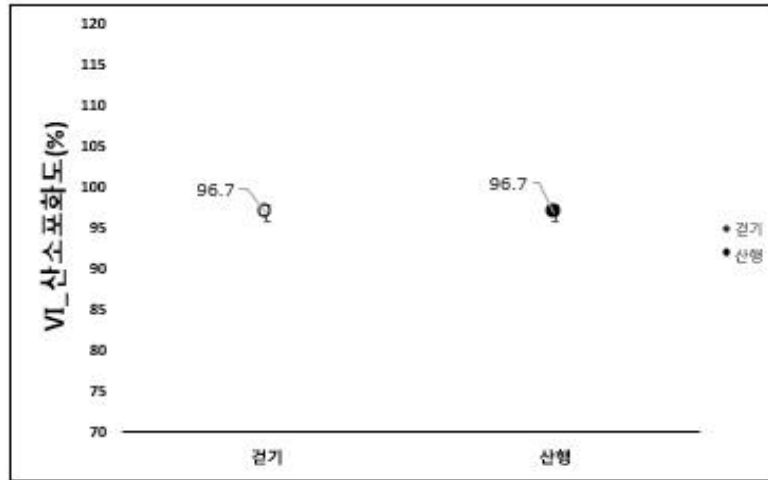


그림 54. 내리막 구간의 걷기와 산행 산소포화도

3) 걷기와 산행 운동강도 결과

가) 오르막 구간의 최대심박수 대비 상대운동강도 비교

- 오르막 구간의 최대심박수 대비 상대운동강도 결과는 <표 58>, <그림 55>와 같음
- 오르막에서 걷기와 산행의 상대운동강도 결과는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 58. 오르막 구간의 최대심박수 대비 상대운동강도 결과 (%)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
I_HR%	걷기	66.0	±	7.7	-0.913	0.369
	산행	68.5	±	6.8		
II_HR%	걷기	80.3	±	9.4	0.856	0.399
	산행	77.5	±	7.8		
III_HR%	걷기	76.4	±	10.8	-0.476	0.637
	산행	78.2	±	9.2		

Values are mean±SD, HR%: Relative exercise intensity compared to maximum heart rate

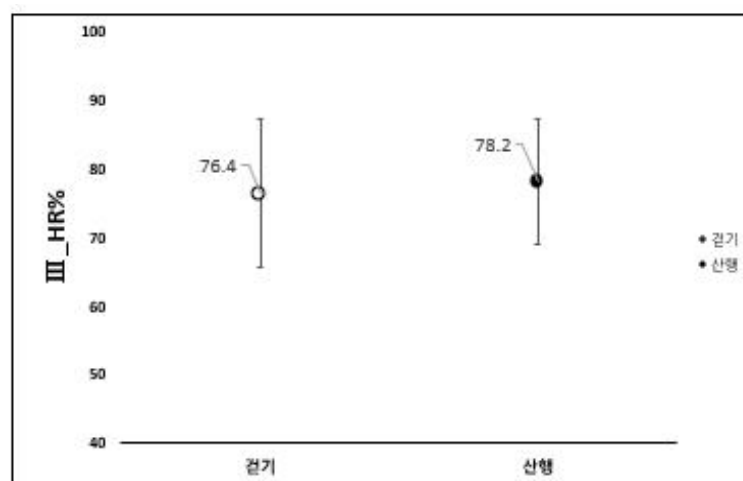
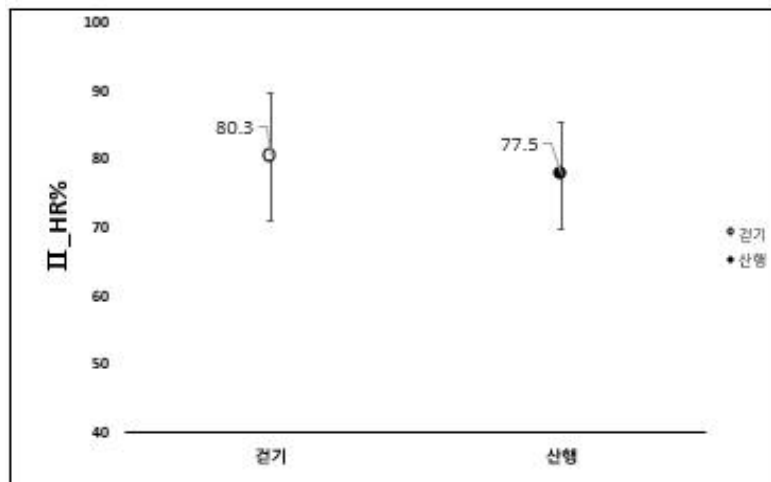
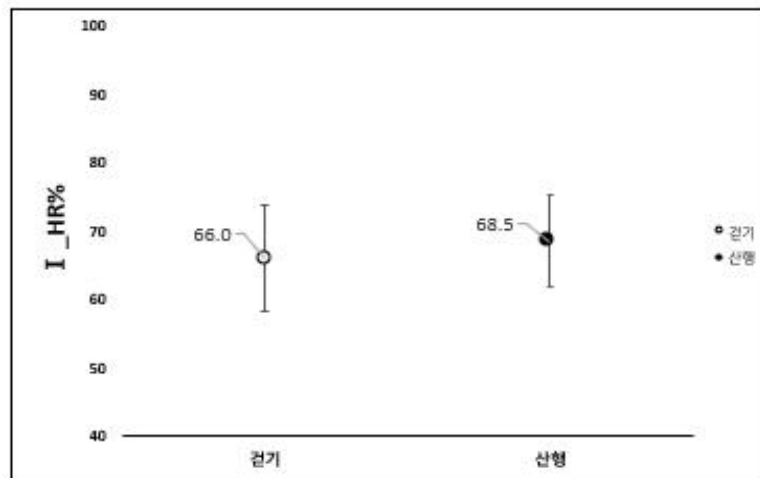


그림 55. 오르막 구간의 최대심박수 대비 상대운동강도 결과

나) 내리막 구간의 최대심박수 대비 상대운동강도 비교

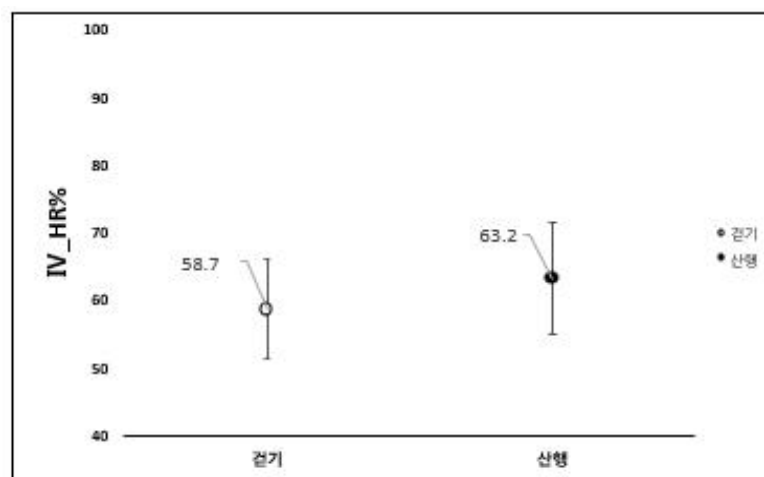
- 내리막 구간의 최대심박수 대비 상대운동강도 결과는 <표 59>, <그림 56>과 같음
- 오르막에서 걷기와 산행의 상대운동강도 결과 VI 구간에서 산행의 운동강도가 높아 통계적 유의성이 나타남($p < 0.05$). IV, V 구간은 걷기와 산행에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 59. 내리막 구간의 최대심박수 대비 상대운동강도 결과

(%)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
IV_HR%	걷기	58.7	±	7.3	-1.583	0.124
	산행	63.2	±	8.2		
V_HR%	걷기	60.2	±	7.7	-1.322	0.197
	산행	64.1	±	8.3		
VI_HR%	걷기	58.3	±	7.7	-2.311	0.028
	산행	65.0	±	7.9		

Values are mean±SD, HR%: Relative exercise intensity compared to maximum heart rate, significant difference: * $p < 0.05$



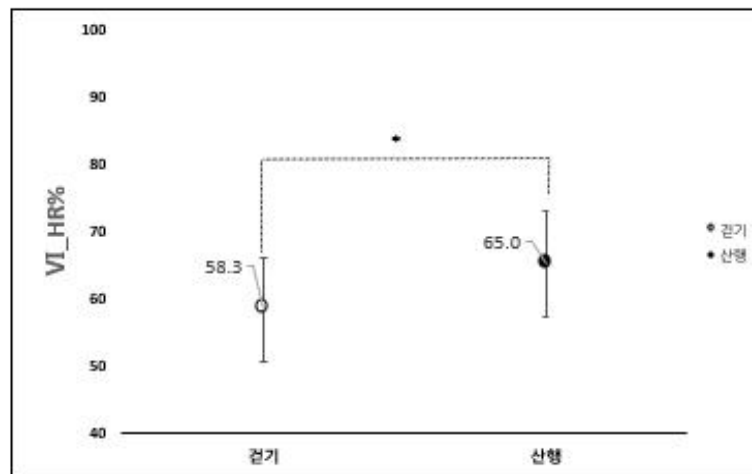
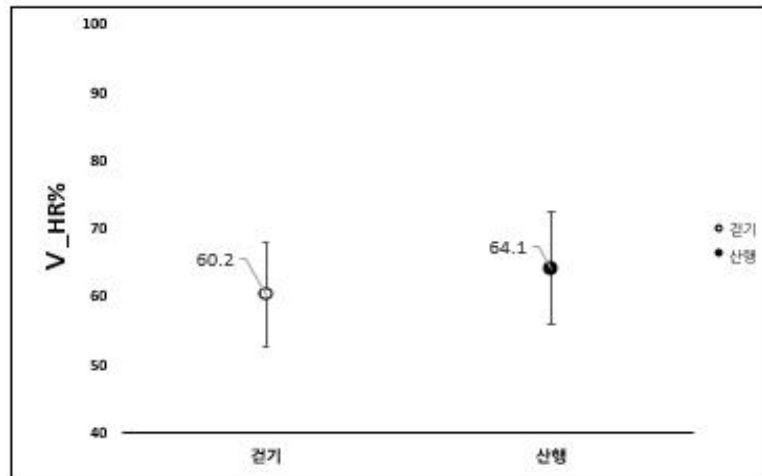


그림 56. 내리막 구간의 최대심박수 대비 상대운동강도 결과

다) 오르막 구간의 여유심박수 대비 상대운동강도 비교

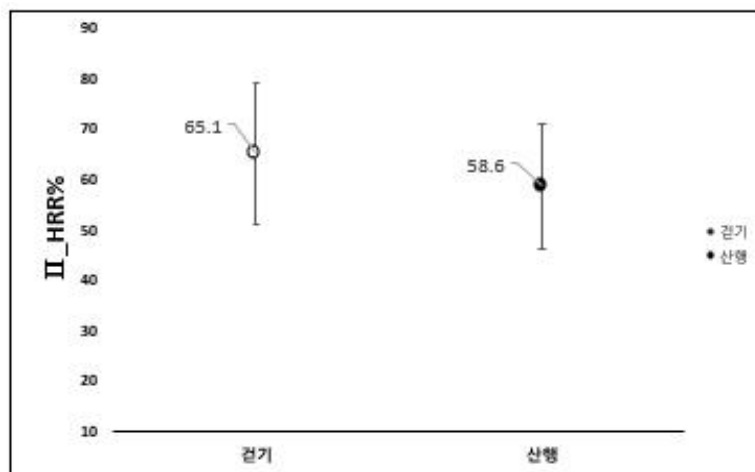
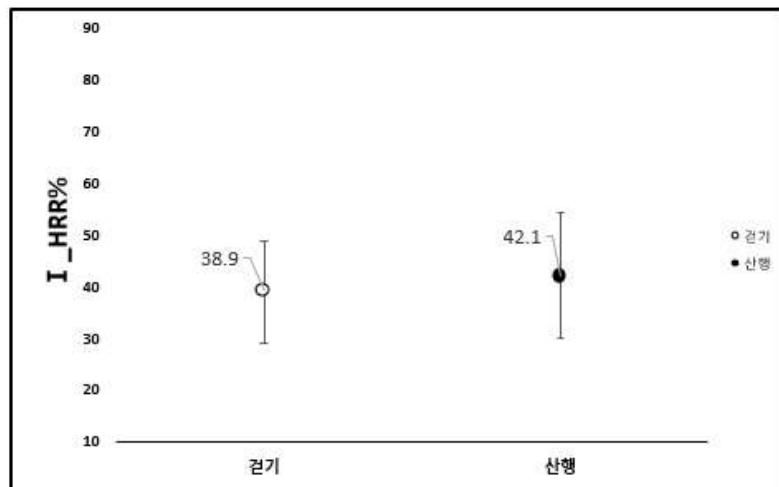
- 오르막 구간의 여유심박수 대비 상대운동강도 결과는 <표 60>, <그림 57>과 같음
- 오르막에서 걷기와 산행의 상대운동강도 결과는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 60. 오르막 구간의 여유심박수 대비 상대운동강도 결과

(%)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
I_HRR%	걷기	38.9	±	9.8	-0.802	0.429
	산행	42.1	±	12.1		
II_HRR%	걷기	65.1	±	14.0	1.296	0.205
	산행	58.6	±	12.4		
III_HRR%	걷기	58.3	±	15.9	-0.348	0.730
	산행	60.3	±	14.1		

Values are mean±SD, HRR%: Relative exercise intensity compared to HRR



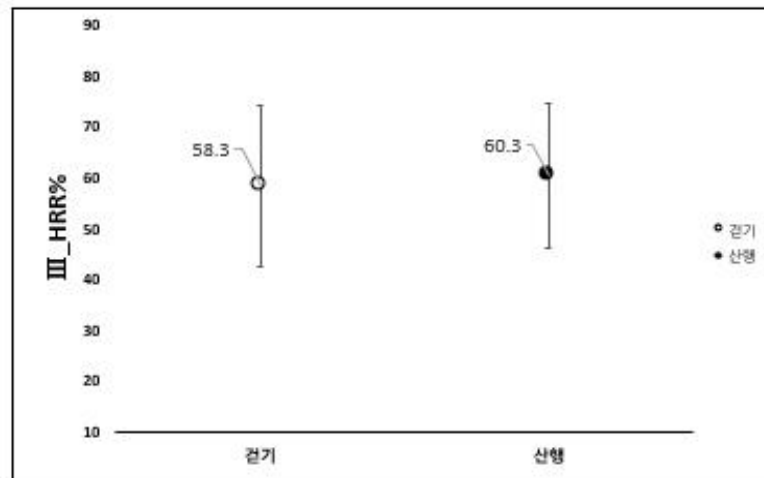


그림 57. 오르막 구간의 여유심박수 대비 상대운동강도 결과

라) 내리막 구간의 여유심박수 대비 상대운동강도 비교

- 내리막 구간의 여유심박수 대비 상대운동강도 결과는 <표 61>, <그림 58>과 같음
- 내리막에서 걷기와 산행의 상대운동강도 결과, 산행에서 상대운동강도가 높아 IV 구간($p < 0.05$), VI 구간에서 통계적 유의성이 나타남($p < 0.01$). V 구간은 걷기와 산행에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 61. 내리막 구간의 여유심박수 대비 상대운동강도 결과

(%)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
IV_HRR%	걷기	25.1	±	8.4	-2.070	0.047
	산행	32.7	±	11.9		
V_HRR%	걷기	28.2	±	10.0	-1.371	0.181
	산행	34.0	±	13.2		
VI_HRR%	걷기	24.4	±	9.4	-2.785	0.009
	산행	35.4	±	12.3		

Values are mean±SD, HRR%: Relative exercise intensity compared to HRR, significant difference: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

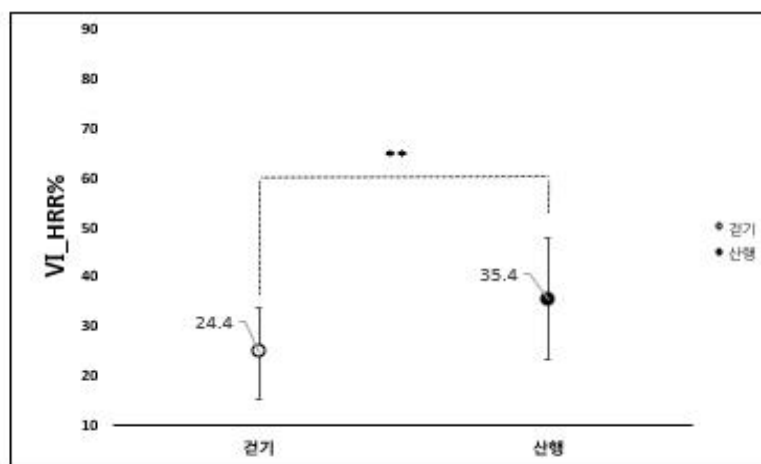
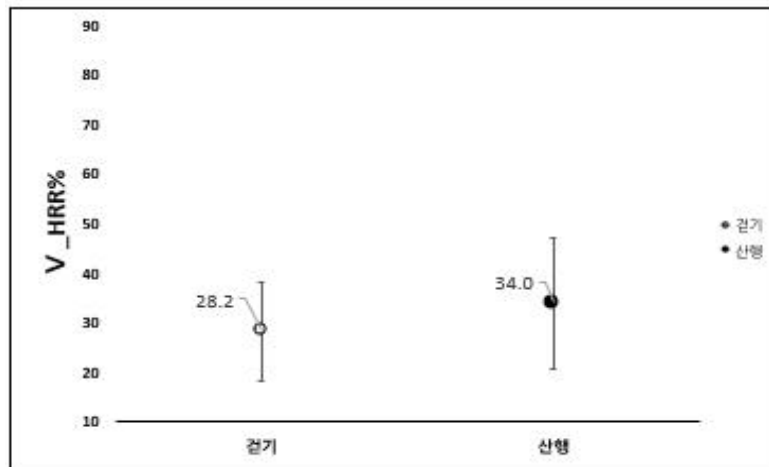
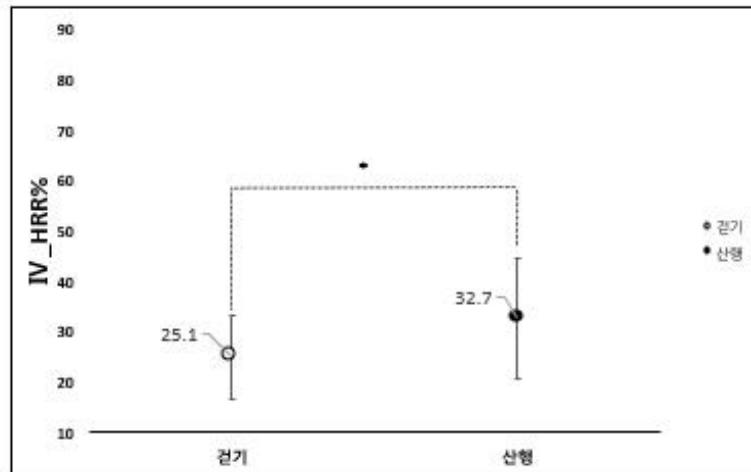


그림 58. 내리막 구간의 여유심박수 대비 상대운동강도 결과

마) 오르막 구간의 주관적 운동강도 비교

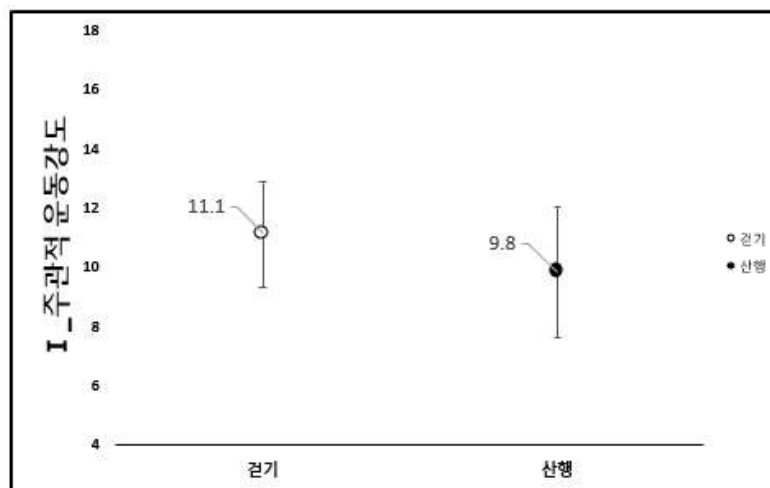
- 오르막 구간의 주관적 운동강도 결과는 <표 62>, <그림 59>와 같음
- 오르막에서 걷기와 산행의 주관적 운동강도 결과는 II 구간에서 걷기의 주관적 운동강도가 더 높아 통계적으로 유의한 차이가 나타남($p < 0.05$). I, III 구간에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 62. 오르막 구간의 주관적 운동강도 결과

(score)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
I_RPE	걷기	11.1	±	1.8	1.696	0.101
	산행	9.8	±	2.2		
II_RPE	걷기	14.0	±	1.4	2.280	0.030
	산행	12.7	±	1.7		
III_RPE	걷기	12.4	±	1.4	-0.060	0.952
	산행	12.4	±	1.0		

Values are mean±SD, RPE: Rating of perceived exertion, significant difference: * $p < 0.05$



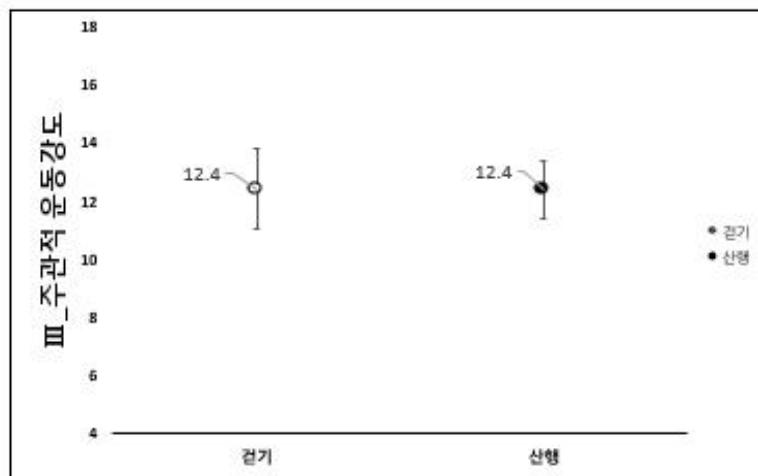
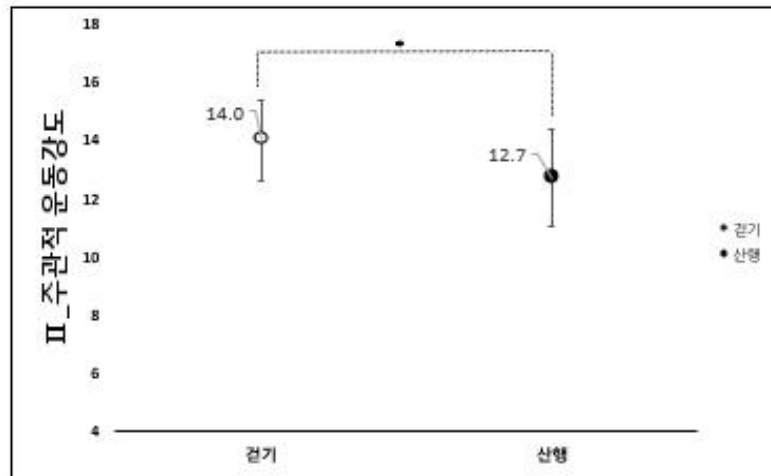


그림 59. 오르막 구간의 주관적 운동강도 결과

바) 내리막 구간의 주관적 운동강도 비교

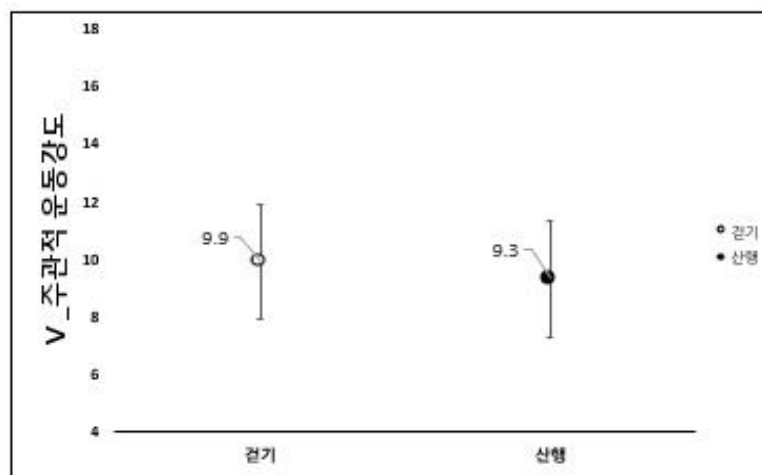
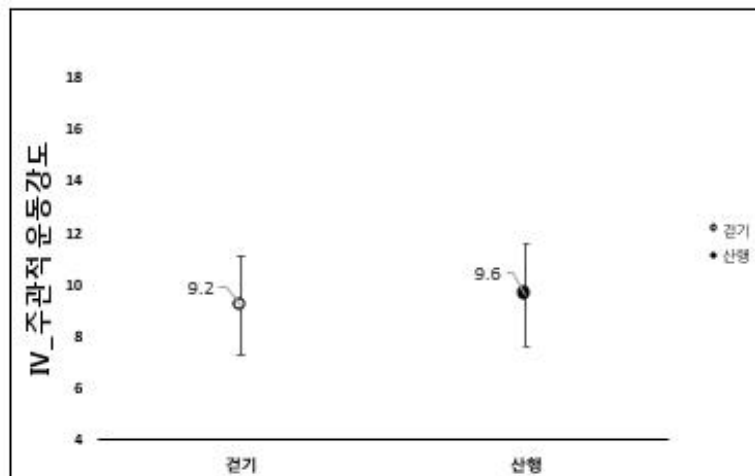
- 내리막 구간의 주관적 운동강도 결과는 <표 63>, <그림 60>과 같음
- 내리막에서 걷기와 산행의 주관적 운동강도 결과는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 63. 내리막 구간의 주관적 운동강도 결과

(score)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
IV_RPE	걷기	9.2	±	1.9	-0.548	0.588
	산행	9.6	±	2.0		
V_RPE	걷기	9.9	±	2.0	0.860	0.397
	산행	9.3	±	2.0		
VI_RPE	걷기	8.9	±	1.9	-0.559	0.581
	산행	9.3	±	1.9		

Values are mean±SD, RPE: Rating of perceived exertion,



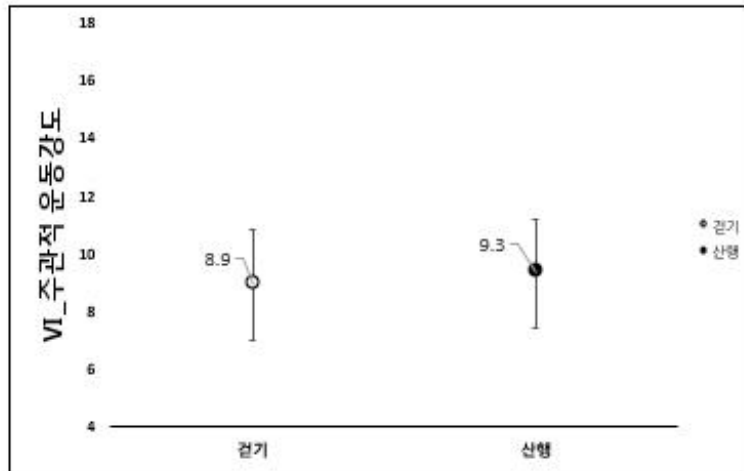


그림 60. 내리막 구간의 주관적 운동강도 결과

사) 구간별 회복 시 최대심박수 대비 상대운동강도 비교

- 오르막에서 걷기와 산행의 구간별 회복 시 최대심박수 대비 상대운동강도 결과는 <표 64>, <그림 61>과 같음
- 오르막에서 걷기와 산행의 구간별 회복 시 상대운동강도 결과는 걷기와 산행에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 64. 구간별 회복 시 최대심박수 대비 상대운동강도

(%)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
I - II_HR%	걷기	53.1	±	7.0	-1.829	0.078
	산행	57.6	±	6.0		
II - III_HR%	걷기	60.1	±	7.1	-0.656	0.517
	산행	62.0	±	9.3		
III - IV_HR%	걷기	59.7	±	7.0	-1.902	0.067
	산행	65.1	±	8.5		

Values are mean±SD, HR%: Relative exercise intensity compared to maximum heart rate, significant difference: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

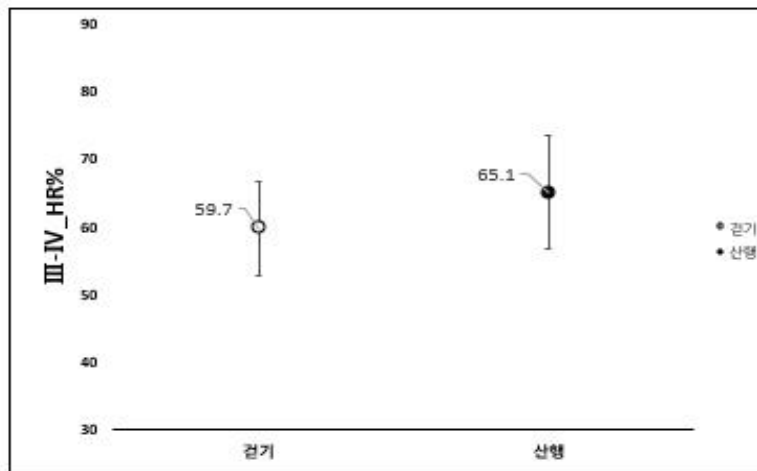
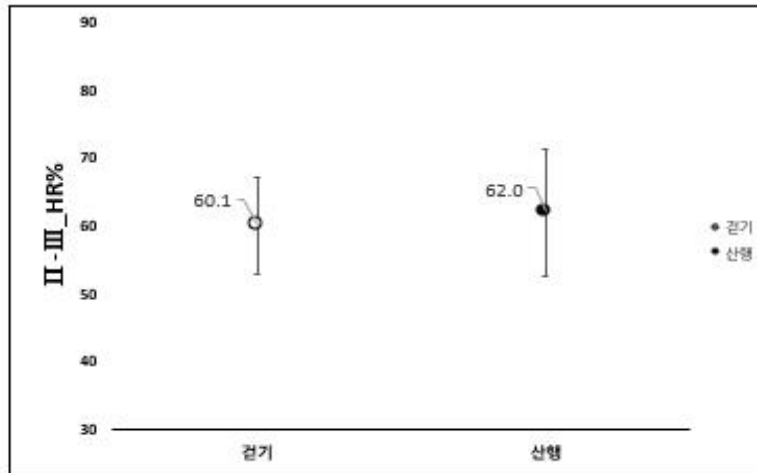
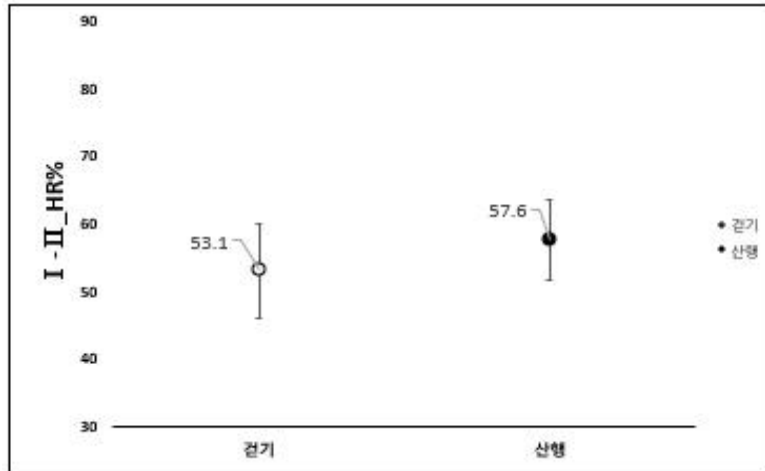


그림 61. 구간별 회복 시 최대심박수 대비 상대운동강도

아) 구간별 회복 시 여유심박수 대비 상대운동강도 비교

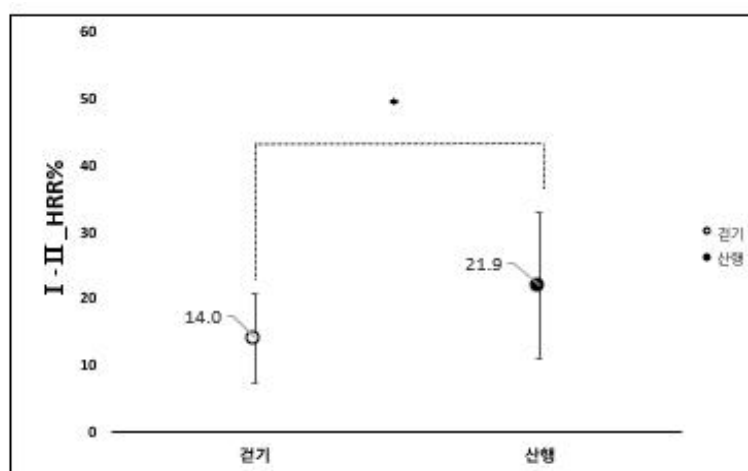
- 오르막에서 걷기와 산행의 구간별 회복 시 최대심박수 대비 상대운동강도 결과는 <표 65>, <그림 62>와 같음
- 오르막에서 걷기와 산행의 구간별 회복 시 상대운동강도 결과는 산행에서 상대운동강도가 높아 I-II 구간($p<0.05$), III-IV 구간에서 통계적 유의성이 나타남($p<0.01$). II-III 구간은 걷기와 산행에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 65. 구간별 회복 시 최대심박수 대비 상대운동강도

(%)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
I-II_HRR%	걷기	14.0	±	6.8	-2.171	0.047
	산행	21.9	±	11.0		
II-III_HRR%	걷기	26.9	±	8.1	-0.980	0.335
	산행	30.6	±	13.0		
III-IV_HRR%	걷기	26.3	±	8.2	-3.024	0.005
	산행	36.5	±	10.3		

Values are mean±SD, HR%: Relative exercise intensity compared to maximum heart rate, significant difference: * $p<0.05$, ** $p<0.01$



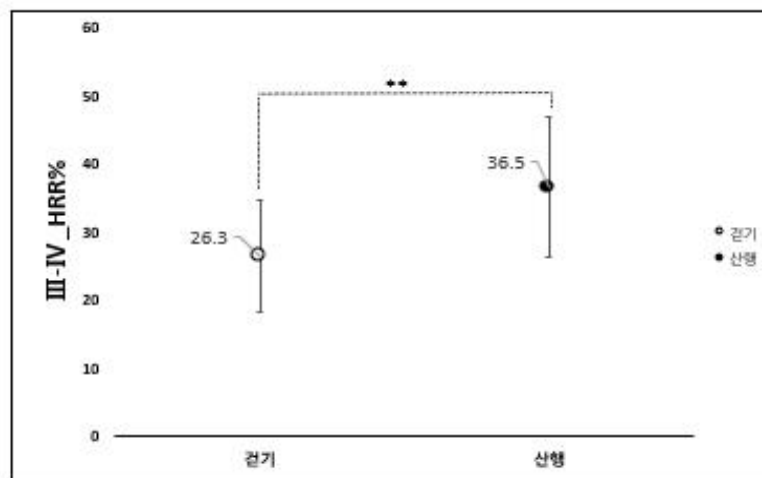
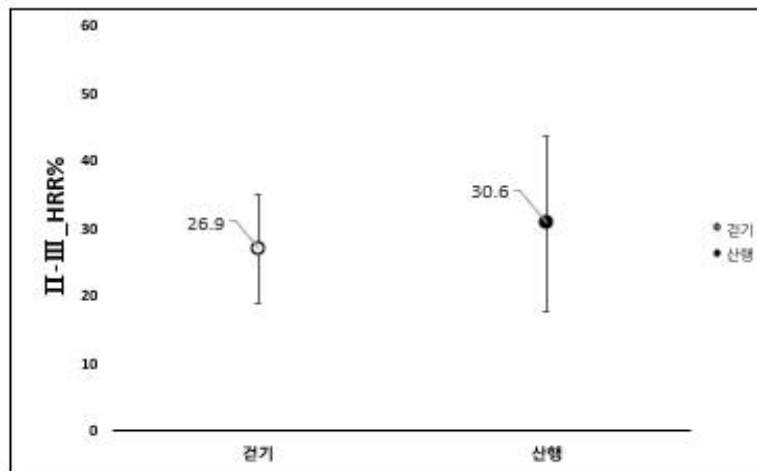


그림 62. 구간별 회복 시 최대심박수 대비 상대운동강도

5) 걷기와 산행 보행 결과

가) 오르막 구간의 평균 보행수 비교

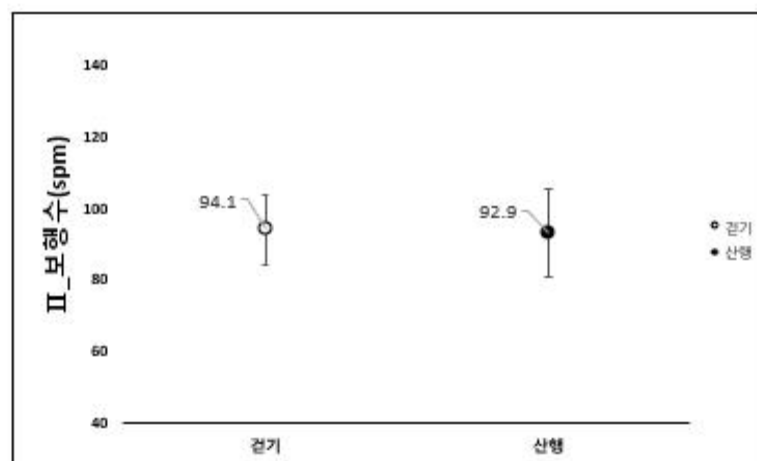
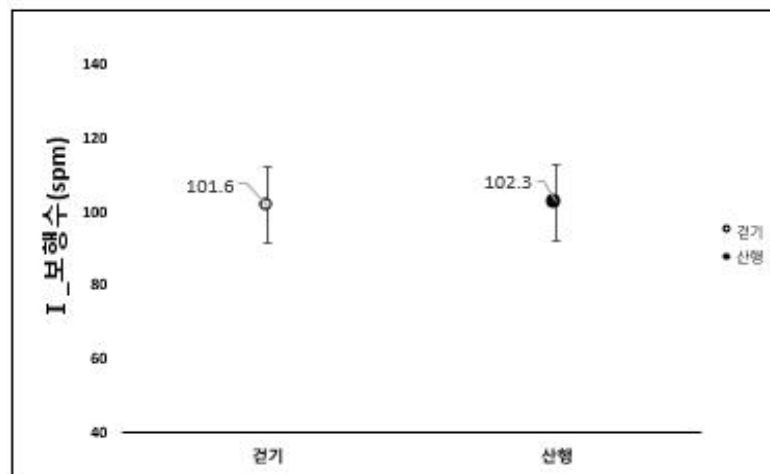
- 오르막 구간의 평균 보행수 결과는 <표 66>, <그림 63>과 같음
- 오르막에서 걷기와 산행의 평균 보행수 결과는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 66. 오르막 구간의 평균 보행수 결과

(spm)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
I_SR	걷기	101.6	±	10.5	-0.164	0.870
	산행	102.3	±	10.1		
II_SR	걷기	94.1	±	9.8	0.289	0.775
	산행	92.9	±	12.4		
III_SR	걷기	95.3	±	10.3	1.162	0.255
	산행	91.2	±	7.2		

Values are mean±SD, SR: Step rate



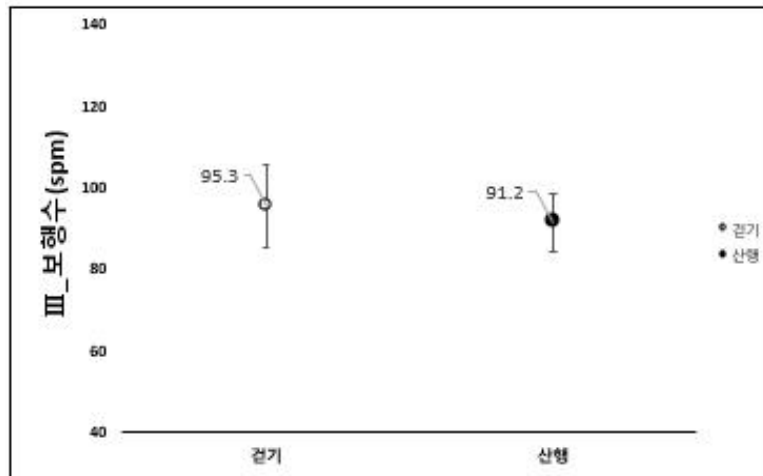


그림 63. 오르막 구간의 평균 보행수 결과

나) 내리막 구간의 평균 보행수 비교

- 내리막 구간의 평균 보행수 결과는 <표 67>, <그림 64>와 같음
- 내리막에서 걷기와 산행의 평균 보행수 결과는 모든 구간에서 통계적으로 유의한 차이가 나타남. 걷기가 산행보다 보행수가 많아 IV 구간과 V 구간($p < 0.001$) 및 VI 구간($p < 0.01$)에서 유의한 차이가 나타남

표 67. 내리막 구간의 평균 보행수 결과 (spm)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
IV_SR	걷기	117.7	±	7.9	4.832	< 0.001
	산행	102.3	±	9.5		
V_SR	걷기	119.5	±	8.2	3.883	< 0.001
	산행	107.6	±	8.3		
VI_SR	걷기	115.1	±	7.4	2.809	0.009
	산행	106.9	±	8.5		

Values are mean±SD, SR: Step rate, significant difference: ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

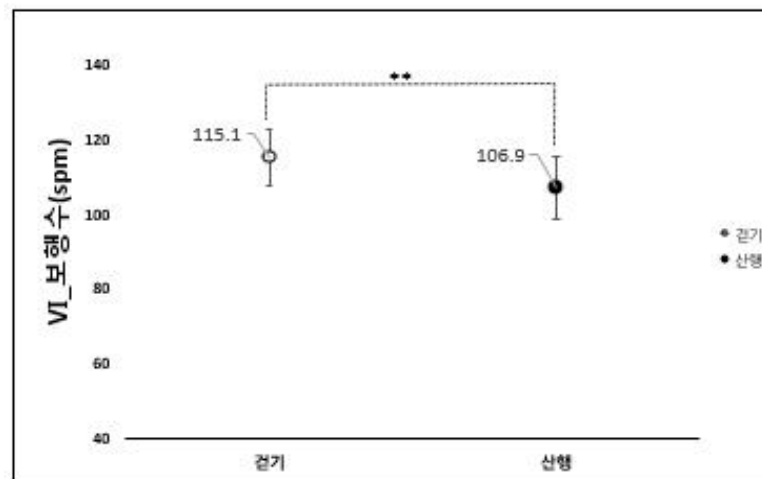
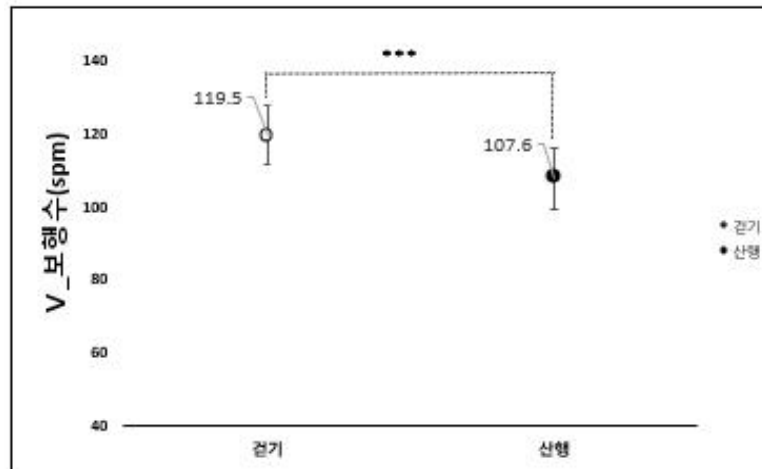
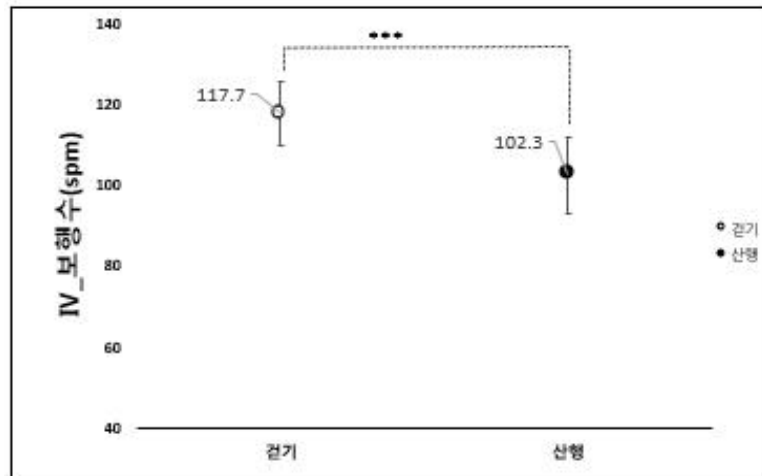


그림 64. 내리막 구간의 평균 보행수 결과

다) 오르막 구간의 평균 보행속도 비교

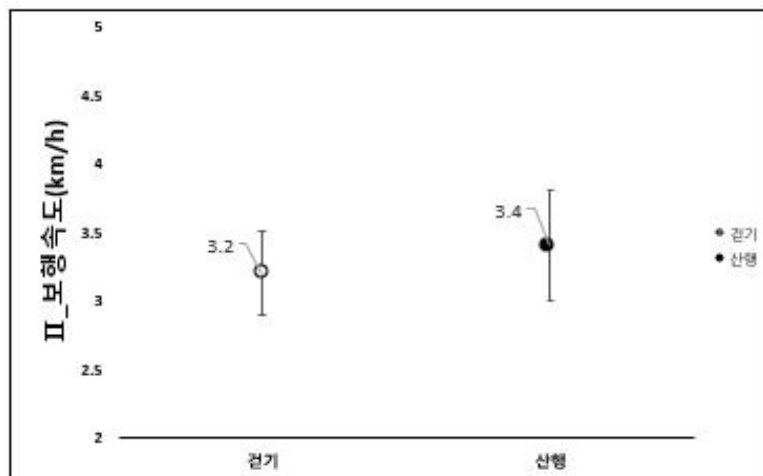
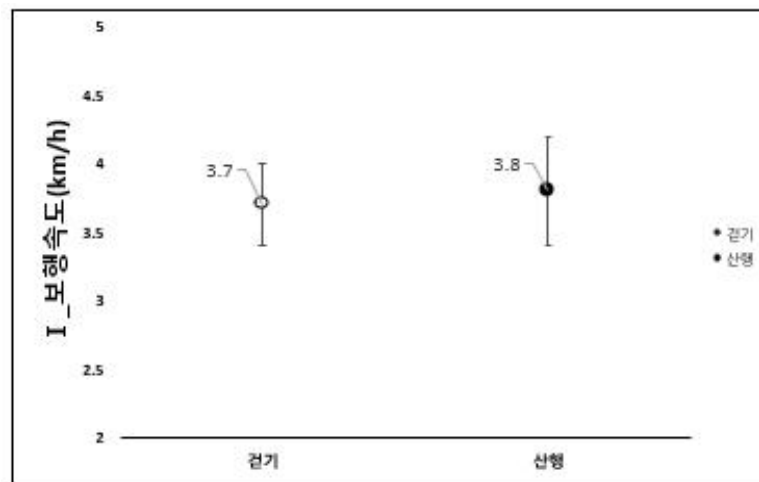
- 오르막 구간의 평균 보행속도 결과는 <표 68>, <그림 65>와 같음
- 오르막에서 걷기와 산행의 평균 보행속도 결과는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 68. 오르막 구간의 평균 보행속도 결과

(km/hr)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
I_Spd	걷기	3.7	±	0.3	-1.025	0.314
	산행	3.8	±	0.4		
II_Spd	걷기	3.2	±	0.3	-1.472	0.152
	산행	3.4	±	0.4		
III_Spd	걷기	3.4	±	0.3	-0.122	0.904
	산행	3.4	±	0.4		

Values are mean±SD, Spd: Step speed



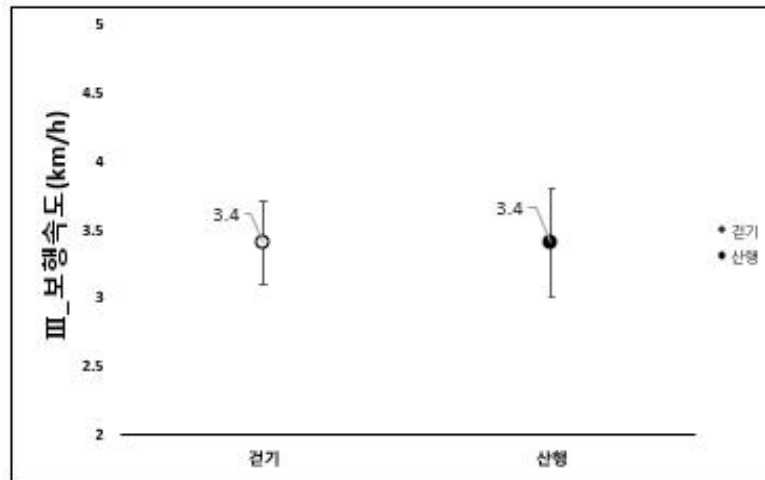


그림 65. 오르막 구간의 평균 보행속도 결과

라) 내리막 구간의 평균 보행속도 비교

- 내리막 구간의 평균 보행속도 결과는 <표 69>, <그림 66>과 같음
- 걷기와 산행의 평균 보행속도 결과, 걷기가 산행보다 보행속도가 빠른 결과가 나타나 IV 구간($p < 0.001$) 및 V 구간($p < 0.05$)에서 유의한 차이가 나타남. VI 구간에서는 걷기와 산행의 차이가 나타나지 않음

표 69. 내리막 구간의 평균 보행속도 결과

(km/h)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
IV_Spd	걷기	4.2	±	0.4	4.259	< 0.001
	산행	3.5	±	0.4		
V_Spd	걷기	4.1	±	0.5	2.654	0.013
	산행	3.6	±	0.4		
VI_Spd	걷기	4.3	±	0.4	1.784	0.095
	산행	4.0	±	0.5		

Values are mean±SD, Spd: Step speed, significant difference: * $p < 0.05$, *** $p < 0.001$

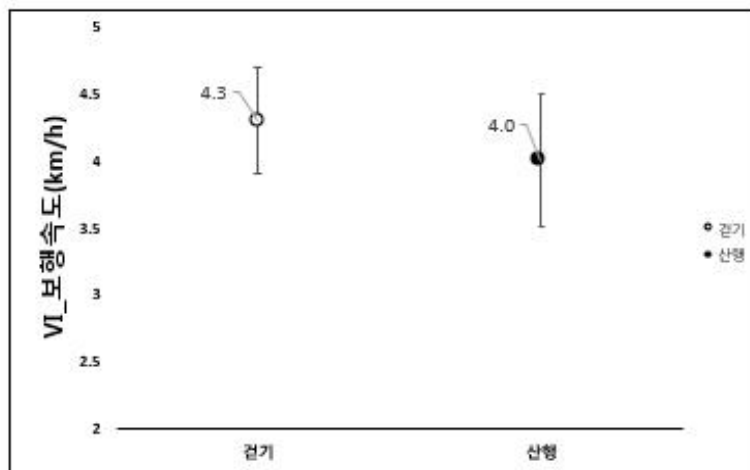
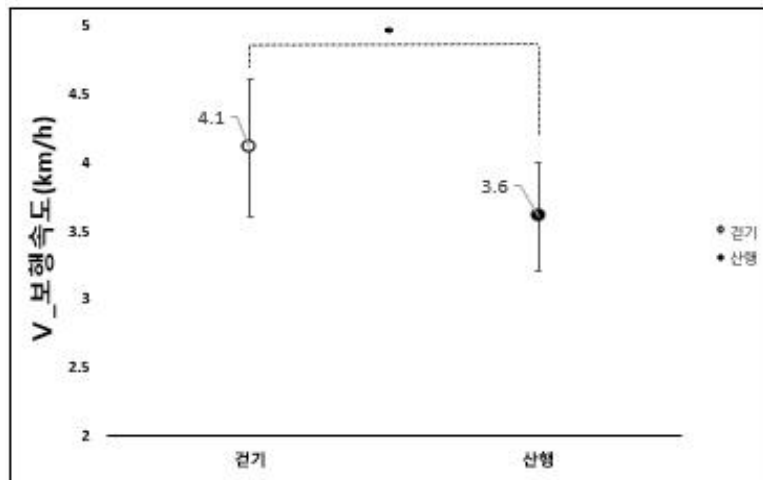
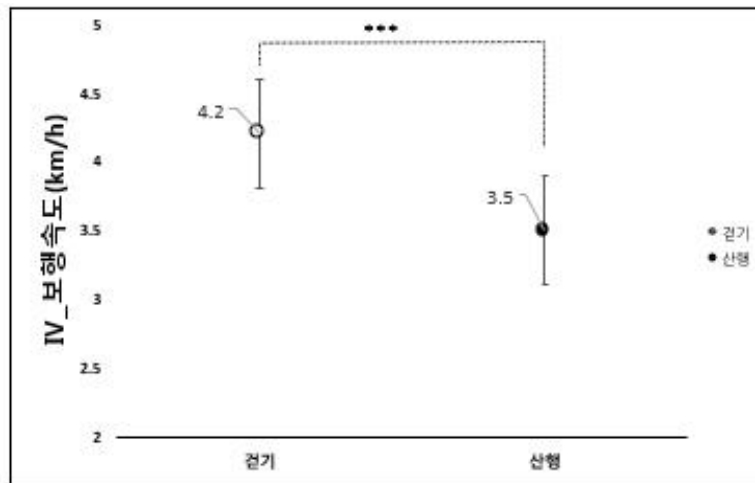


그림 66. 내리막 구간의 평균 보행속도 결과

마) 오르막 구간의 한걸음 보폭 비교

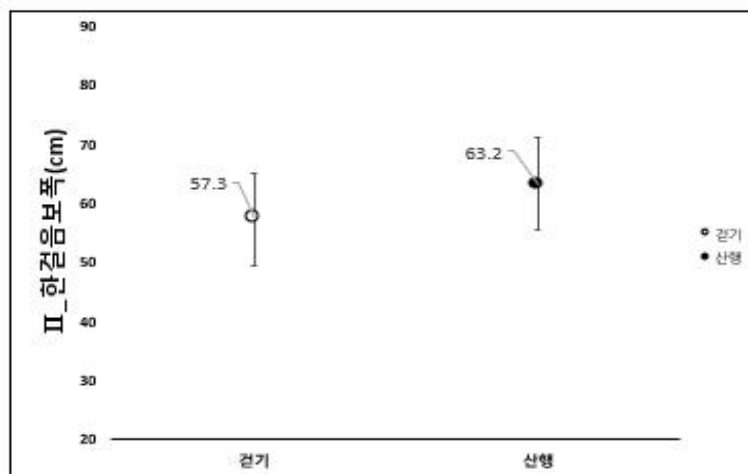
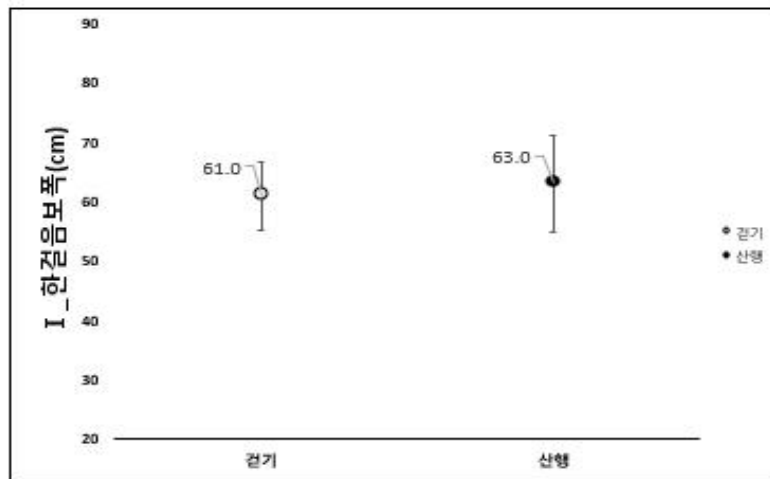
- 오르막 구간의 한걸음 보폭 결과는 <표 70>, <그림 67>과 같음
- 오르막에서 걷기와 산행의 한걸음 보폭 결과는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 70. 오르막 구간의 한걸음 보폭 결과

(cm)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
I_한걸음 보폭	걷기	61.0	±	5.7	-0.767	0.450
	산행	63.0	±	8.2		
II_한걸음 보폭	걷기	57.3	±	7.9	-1.935	0.064
	산행	63.2	±	7.8		
III_한걸음 보폭	걷기	59.4	±	7.0	-0.695	0.493
	산행	61.5	±	8.7		

Values are mean±SD



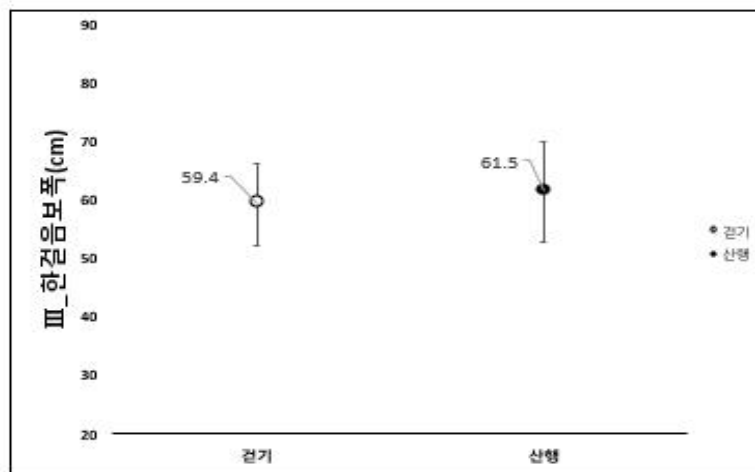


그림 67. 오르막 구간의 한걸음 보폭 결과

바) 내리막 구간의 한걸음 보폭 비교

- 내리막 구간의 한걸음 보폭 결과는 <표 71>, <그림 68>과 같음
- 내리막에서 걷기와 산행의 한걸음 보폭 결과는 VI 구간에서 산행 시 보폭이 더 큰 결과를 나타내 통계적으로 유의한 차이를 보임($p < 0.05$). IV, V 구간에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않음

표 71. 내리막 구간의 한걸음 보폭 결과 (cm)

					<i>t</i>	<i>P-Value</i>
IV_한걸음 보폭	걷기	57.5	±	7.6	-0.247	0.807
	산행	58.4	±	12.0		
V_한걸음 보폭	걷기	57.8	±	8.2	0.645	0.524
	산행	55.5	±	10.0		
VI_한걸음 보폭	걷기	64.0	±	6.7	-2.692	0.012
	산행	70.8	±	6.0		

Values are mean±SD, significant difference: * $p < 0.05$

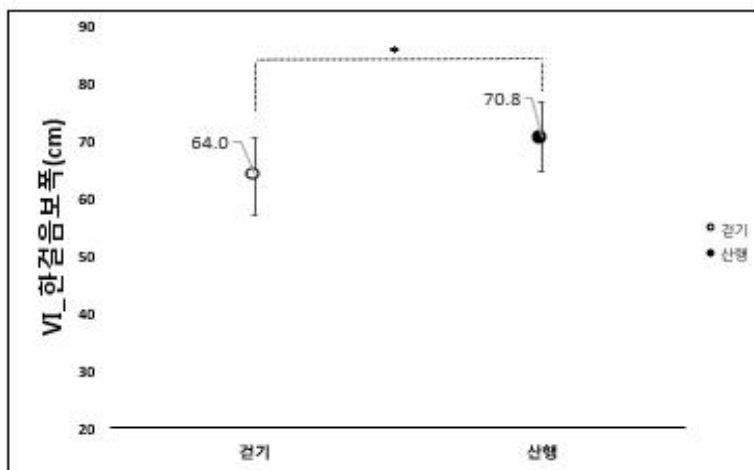
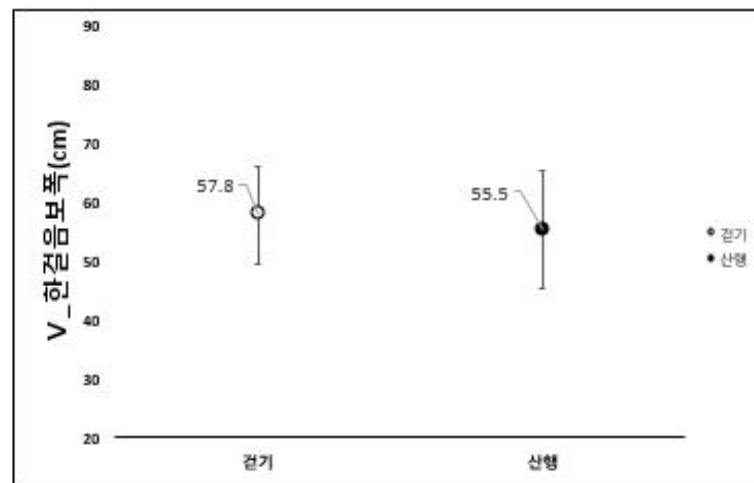
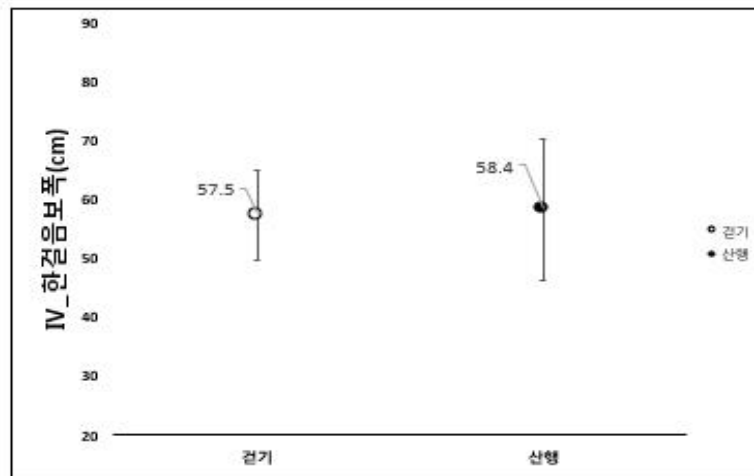


그림 68. 내리막 구간의 한걸음 보폭 결과

V. 연구개발 결론 및 활용방안

V. 연구개발 결론 및 활용방안

1. 연구결과 논의

가. 연구 방법에 따른 쟁점

1) 대관령국가숲길 선정과 산행 코스

- 본 연구는 대관령국가숲길 일부 구간을 현장실험 대상으로 사용. 오르막의 경우 연속된 코스로, 국가숲길 이용등급 쉬움, 어려움, 보통의 순서로, 내리막의 경우 연속된 코스로 쉬움, 어려움, 쉬움으로 구성
- 현장실험 대상지의 산행 코스 이용등급 순서에 따른 차이가 존재할 수 있다는 우려 존재
- 이 점을 고려하여 현장실험의 경우 각 이용등급 코스 변경 구간에서 충분한 휴식 허용
- 오르막 산행 시 구간별 평균 휴식(회복) 심박수는 산행 중 구간별 평균 심박수에 비해 20 beat/min 이상 차이가 존재하며<표 8>, 휴식(회복) 시 상대적 운동강도는 약 36% 이하로 유지<표 12>
- 운동생리학적 관점에서 심혈관기능의 운동 부하에 대한 반응은 정비율적이며 따라서 운동강도의 변화 및 누적에 의한 심혈관 반응의 변화는 존재하지 않음(ACS M, 2007)
- 장시간의 운동 지속에 의한 심혈관계의 표류(cardiovascular drift)와 탈수(dehydration)에 의한 변화는 존재하나, 이 또한 본 연구에서 진행한 실험 시간과 탈수 등에 의한 변화를 없었을 것으로 평가(Montain & Coyle, 1992)
- 다만, 이용등급 순서에 따라, 피로의 누적에 따른 연구대상자별 인지적, 심리적 변화는 존재 가능성이 있음

2) 실내 걷기실험 프로토콜 구성의 영향

- 실내실험이 국가숲길 현장 산행을 모의할 수 있는지에 대한 평가를 위해 트레드밀을 이용한 실내실험이 진행
- 실내실험은 국가숲길 이용등급 구간의 평균 경사도를 이용하였으며, 단 실내실험

중 오르막 ‘어려움’ 구간은 국가숲길 오르막 ‘어려움’ 구간은 평균 경사도를 이용하는 동시에 추가로 25%의 경사를 추가

- 이로 인해 연구대상자의 오르막 이용등급 ‘어려움’의 심박수<표 8>, <표 17>가 이용등급 ‘보통’과 실내실험 걷기에서만 나타남
- 국가숲길 현장의 실제 경사도 기록 여부를 실내실험에서 평균 경사도로 반영하고 있으나, 추후 연구에서는 현장의 경사도 변화를 반영하는 것도 제안됨

3) 실내 걷기실험 환경의 영향

- 국가숲길 현장과 실내실험의 환경은 많은 차이가 존재. 기온, 습도, 바람은 물론 소리와 냄새까지 인간의 인지적 심리적 상태와 반응에 영향을 미칠 수 있는 다양한 변인이 존재
- 환경의 영향을 최소화 하기 위하여 현장실험시 적용된 온도와 습도를 실내실험에 동일하게 적용하여 측정하였음
- 본 연구의 목적상, 운동생리학적 측정 변인에는 이러한 환경 조건의 영향이 최소화 될 것으로 예측하나, 그럼에도 여전히 개인의 동기부여와 무드에 영향을 미쳤을 것으로 평가
- 특히 걷기와 같은 움직임에도 불구하고 고정된 시선과 주위 환경의 고정, 무료함, 단순함은 연구대상자의 주관적 운동강도(RPE)에 영향을 미쳤을 것으로 이해됨. 실제 실내 걷기에서 현장 산행에 비해 오르막 ‘어려움’ 구간에서 주관적 운동강도가 높음<표 43>
- 또한, 실내실험의 경우 다양한 실험 장비가 장착되었으며, 이로 인해 연구대상자의 피로감과 번거로움이 증가했을 것임. 예로 산소섭취량 측정을 위한 마스크 착용은 연구대상자의 불편함을 가중시킴

나. 연구결과 요약

1) 구간에 따른 결과

- 산행의 오르막 구간에서 심박수, 상대운동강도, 보행 등 대부분의 변인에서 쉬운-보통, 쉬움-어려움에서 차이를 보임. 보통-어려움의 구간은 차이가 나타나지 않음. 내리막 구간에서는 심박수, 상대운동강도, 주관적 운동강도 차이 없음. 보행에서 쉬운 구간에서 빠르고 걸음수가 적고, 보폭이 큼

- 걷기의 오르막 구간에서 심박수, 상대운동강도, 보행 등 대부분의 변인에서 쉬운-보통, 쉬움-어려움, 보통-어려움의 차이가 나타남. 내리막 구간에서는 심박수, 상대운동강도, 주관적 운동강도, 쉬움-어려움(V-VI)에서 차이 나타남 보행에서 쉬운 구간에서 빠르고 걸음수가 적고, 보폭이 큼

2) 걷기와 산행의 비교 결과

- 걷기와 산행의 구간, 오르막 구간에서 심박수, 산소포화도, 최대심박수 및 여유심박수 대비 상대운동강도에서 통계적 차이가 나타나지 않음. 주관적 운동강도에서 어려움 구간일 때 걷기가 더 힘들게 느껴져 차이가 나타남. 내리막에서는 여유심박수 대비 상대운동강도 내리막 구간과 보행 요인에서 차이가 나타났으며, 이외의 생리적 변인에서는 차이가 나타나지 않음
- 전체 연구대상자들의 걷기와 산행 비교 결과, 오르막 구간에서 심박수, 산소포화도, 최대심박수 및 여유심박수 대비 상대운동강도에서 통계적 차이가 나타나지 않음. 주관적 운동강도에서 어려움 구간일 때 걷기가 더 힘들게 느껴져 차이가 나타남. 내리막 구간에서는 산소포화도와 주관적 운동강도에서는 차이가 없었으나, 심박수, 최대심박수와 여유심박수 대비 상대운동강도, 보행 요인에서 차이가 나타남

2. 결론

가. 국가숲길 이용등급에 따른 생리적 반응

- 국가숲길 오르막의 경우, 심박수, 운동강도, 주관적 운동강도는 이용등급에 따른 단계별 차이 존재하며, 따라서 이 생리학적 변인들을 국가숲길 이용등급 구분 방법 요인으로 활용 가능함. 단, 이용등급 ‘보통’과 ‘어려움’의 차이는 명확하지 않음
- 국가숲길 내리막의 경우, 심박수, 운동강도, 주관적 운동강도는 이용등급에 따라 차이 없음
- 국가숲길 오르막의 경우, 기능성 지표 중 분당 보행수, 보행속도가 이용등급에 따라 차이가 존재하며, 따라서 이 기능성 변인들을 국가숲길 이용등급 구분 방법 요인으로 활용 가능함
- 국가숲길 내리막의 경우, 기능성 지표 중 보행속도와 한걸음거리가 이용등급에 따라 차이가 존재하며, 따라서 이 기능성 변인들을 국가숲길 이용등급 구분 방법 요인으로 활용 가능함

나. 실내 걷기실험의 국가숲길 이용등급 모의평가 효용성

- 국가숲길 현장 산행실험과 실내 걷기실험의 비교에서, 심박수의 경우 국가숲길 이용등급에 따라 약 3-5 beat/min의 차이가 나타나며, 이는 국가숲길 경사도와 산행 평균속도를 모의한 실내 걷기실험이 현장 산행실험을 대변할 수 있는 수준으로 평가됨
- 대부분의 측정 변인에서 국가숲길 현장 산행실험과 실내 걷기실험의 결과가 차이가 없었으며, 이는 실내실험이 국가숲길 현장실험과 차이가 없음을 의미함

3. 제언

가. 연구 결과 활용방안

1) 심박수

- 국가숲길 이용등급 오르막 ‘쉬움’의 심박수는 약 120 beat/min 내외
- 국가숲길 이용등급 오르막 ‘보통’의 심박수는 약 135 beat/min 내외
- 국가숲길 이용등급 오르막 ‘어려움’의 심박수는 약 135 beat/min 내외
- 국가숲길 이용등급에 따른 심박수 활용은 오르막에서만 제안됨

2) 운동강도

- 생리적 변인들의 결과를 기반으로 미국스포츠의학회(American College of Sports Medicine, ACSM)의 기준으로 산행과 걷기 실험 결과의 운동강도는 <표 72>와 같음. 국가숲길의 운동강도는 구간에 따라서 저강도~ 고강도로 다양하게 적용됨

표 72. 운동강도 기준과 구간별 운동강도

변인	운동강도기준			구간			
	저강도	중강도	고강도	I	II	III	내리막
HR%	~63	64~76	77~	중강도	고강도	중,고강도	저,중강도
HRR%	~39	40~59	60~	저,중강도	중,고강도	중,고강도	저강도
METs	~2.9	3.0~5.9	6.0~	중,고강도	고강도	고강도	중강도
RPE	~11	12~13	14~	저강도	중,고강도	중강도	저강도

HR%: Relative exercise intensity compared to maximum heart rate, HRR%: Relative exercise intensity compared to HRR, METs: metabolic equivalent, RPE: Rating of perceived exertion

- 국가숲길 이용등급 오르막 ‘쉬움’의 주관적 운동강도는 ‘가벼움’(운동자각도 ‘10’ 내외)
- 국가숲길 이용등급 오르막 ‘보통’과 ‘어려움’의 주관적 운동강도는 ‘약간 힘들’(운

동자각도 '13' 내외)

- 국가숲길 이용등급 내리막에서 주관적 운동강도는 사용성이 낮음
- 국가숲길 이용등급 오르막 '쉬움' '보통' '어려움'의 개인별 예측 최대심박수 대비 운동강도는 순서대로 약 65%, 75%, 80%
- 국가숲길 이용등급 오르막 '쉬움' '보통' '어려움'의 개인별 여유심박수 대비 운동강도는 순서대로 약 40%, 60%, 65%
- 국가숲길 이용등급 내리막의 운동강도는 사용성이 낮음

3) 에너지소비량

- 국가숲길 이용등급 오르막 '쉬움' '보통' '어려움'의 에너지소비량은 순서대로 약 400, 440, 520 kcal/h
- 국가숲길 이용등급 내리막 '쉬움' '보통' '어려움'의 에너지소비량은 이용등급과 무관하게 약 260-290 kcal/h
- ACSM에서 제시하는 신체활동을 통한 에너지소비량 기준은 1,000/week로 국가숲길을 이용하면서 목적에 따라 활용 가능

4) 보행패턴

- 국가숲길 이용등급 오르막 '쉬움' '보통' '어려움'에서 보행수는 순서대로 약 102, 91, 93 step/min.
- 국가숲길 이용등급 오르막 '쉬움' '보통' '어려움'에서 보행속도는 순서대로 약 3.8, 3.4, 3.4 km/h

나. 추후 연구 제언

- 다수의 국가숲길을 대상으로 이용등급별 이용자의 생리학적 반응에 대한 연구 필요
- 향후 국가숲길 이용자의 이용 목적에 부합되고 현장에서 사용성이 높은 정보를 도출할 수 있는 방향으로 연구 설계 필요
- 국가숲길이 제공할 수 있는 산과 숲의 물리적 환경을 포함하고 고려한 연구의 필요
- 나이와 등산 경력 등 다양한 개인 차이를 고려한 연구 필요

VI. 참고문헌

<참고문헌>

- 2021 국민생활체육조사 결과보고서 (2021). 문화체육관광부
- 김보균, 양은석. (2014). 숲에서의 운동이 스트레스와 신체구성 및 건강관련체력에 미치는 영향. 한국사회체육학회지, 58(2):1015-1024.
- 김완태, 남기용. (1971). 등산운동의 생리학적 분석. 대한생리학회지, 5(2):15-27.
- 방경숙 등 (2016). 직장인의 도심 숲길 걷기 프로그램이 건강증진행위, 신체적 건강, 우울과 삶의 질에 미치는 효과. 대한간호학회지, 46(1):140-148.
- 서충진, 고영완. (2010). 50대 남·여의 불갑산 등산로별 운동강도와 에너지소비 프로그램 개발에 관한 연구. 한국발육발달학회지, 18(4):305-311.
- 한용빈 등 (2019). 오르막 걷기 시 경사도와 등산스틱 사용에 따른 성인남성의 에너지소비량 비교. 한국웰니스학회지, 14(3):465-472.
- American College of Sports Medicine (2007). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. Med. Sci. Sports Exerc., 39(2):377-390.
- American College of Sports Medicine (2021). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription 11th edition. Lippincott, USA.
- Ainsworth et al. (2011). 2011 Compendium of Physical Activities: A Second Update of Codes and MET Values. Med. Sci. Sports Exerc., 43(8):1575-1581.
- Duckham RL. (2006). The Effects of Hiking Poles on Performance and Physiological Variables During Mountain Climbing. Master's Thesis, University of Tennessee, Knoxville.
- Han et al. (2017). Effects of trekking pole use on metabolic cost in novice hikers on steep terrains. J. Sports Sci. 5:256-264.
- Hansmann et al. (2007). Restoration and stress relief through physical activities in forests and parks. Urban Forestry & Urban Greening, 6(4):213-225.
- Janeczko et al. (2020). When Urban Environment Is Restorative: The Effect of Walking in Suburbs and Forests on Psychological and Physiological Relaxation of Young Polish Adults. Forests, 11, 591; doi:10.3390/f11050591.
- Lee et al. (2014). Influence of forest therapy on cardiovascular relaxation in young adults. Evid. Based Complement Alternat. Med., 2014:2014:834360. doi: 10.1155/2014/834360.
- Liu et al. (2021). Physiological and Psychological Effects of Nature Experiences in Different Forests on Young People. Forests, 12(10), 1391;
- Montain SJ, Coyle EF. (1992). Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. J. Appl. Physiol., 73(4):1340-1350.
- Shin JW, Choi JH. (2017). The effects of viewing the forest landscape on physiological and psychological status in radiologists. J. Kor. Soc. People Plants Environ., 20(3):283-291.
- Yamaguchi et al. (2006). The effects of exercise in forest and urban environments on sympathetic nervous activity of normal young adults. J. Int. Med. Res., 34(2):152-159.