고강도 운동시 트레드밀의 속도와 경사도에 따른 호흡 변수 및 운동자각도의 차이

https://doi.org/10.32337/KACPT.2020.8.2.23
대한심장호흡물리치료학회지 제8권 제2호 2020. PP.23-27

신정우[1*]
[1]충북대학교병원

Differences in Respiratory Parameters and RPE for Treadmill Speed and Slope

Jung-Woo Shin PT, MS[1*]
[1]*Chungbuk University Hospital*

Purpose : This study aims to verify the difference in respiratory parameters and rating of perceived exertion (RPE) according to the treadmill speed and slope in the same heart rate section. **Methods :** A total of 7 subjects were enrolled in this random assignment study. The respiratory parameters and RPE were evaluated after applying 60%–70% of heart rate reserve for 6–10 minutes under the conditions of speed and slope. The maximal oxygen uptake ($VO2_{max}$) and minute ventilation (VE) were used to evaluate the respiratory parameters, and the 10-point scale of dyspnea and leg pain was used to evaluate the RPE. **Results :** Although it was not significant in all variables ($p < 0.05$), the $VO2_{max}$ and RPE for dyspnea were high for the slope, and VE and RPE for leg pain were high for speed. **Conclusion :** It is necessary to study various settings and parameters for treadmill speed and slope to provide an individualized evaluation program and personal assessment of cardiopulmonary disease patients.

Key words : Exercise prescription, Maximal oxygen uptake, Minute ventilation, Rating of Perceived Exertion

Received : June 2, 2020 / Revised : June 18, 2020 / Accepted : June 25, 2020

Ⅰ. 서 론

모든 건강한 성인은 주 5일 최소 30분이상 중등도 강도의 유산소성 육체활동에 참가해야만 한다(Haskell WL 등, 2007). 이러한 정기적인 신체 활동 및/또는 운동은 최대산소 섭취량 증가, 최대 하 강도에서 분당 환기량 및 심박수와 혈압 감소, 골격근 모세혈관 밀도 증가, 운동 역치 증가, 질병 징후 또는 증상 발생에 대한 운동 역치 증가와 같은 심폐기능을 향상시키는 이점이 있다(Blair 등, 1989; Blair 등, 1995; Sesso 등, 2000; Kodama S 등, 2009; Wang 등, 2010; Gaber 등, 2011; Wiliams, 2013).

유산소 운동을 수행하기 위해 심폐운동부하검사를 보통 시행한다. 운동검사를 위해 선택되어지는 장비는 대상자의 선호와 검사목적에 근거해서 선택되어야하며(Fletcher 등, 2013), 검사장비는 트레드밀, 자전거, 상지 에르고미터, 듀얼-액션(dual-action) 에르고미터 등이 고려될 수 있다(American Collage Sports Medicine, 2018). 그렇지만, 검사에서 가장 흔하게 사용된 장비는 고정식 자전거 또는 트레드밀이다(Golding 등, 1989). 자전거는 트레드밀보다 혈압청진이 쉽고, 공간을 덜 차지하며, 작동하기 위한 조정이 덜 필요하고, 저렴하다는 장점이 있지만 대부분의 사람들에게 일상적인 기능적 활동이 아니다(Ellen, 2016). 또한 좋지 않은 균형, 좋지 않은 신경조절 협응, 손상된 시각, 손상된 보행패턴, 체중-부하 제한적인 사람에게 자전거는 트레드밀보다 바람직할 수 있지만 국소 근육 피로로 조기 검사 종료를 위한 요인이 될 수 있다(Skinner, 2005). 따라서 대부분의 검사에서 트레드밀을 많이 이용한다.

운동부하를 결정하기 위해 트레드밀은 속도와 경사도를 조절해 많은 연구자들에 의해 방법이 개발되어왔다(이용수 등, 1999). 낮은-수준 검사를 위해 modified Naughton과 modified Sheffield-Bruce 프로토콜, 정상인을 위한 Bruce 프로토콜과 운동선수에서 널리 사용되는 Balke 프로토콜은 트레드밀 속도, 경사도에서 차이가 있다(Ellen, 2016). 이 중 고정된 경사도 상태에서 속도만 증가시키는 Ellested 프로토콜, 고정된 속도 상태에서 경사도를 증가시키는 Balke 프로토콜이 있으며, Ellested 프로토콜은 대상자가 달리는 동작을 유지할 수 없어 최대수준에 도달하기 어려우며, Balke 프로토콜은 달리기 기전에 영향을 받아 측정치의 타당성이 의문시 된다는 문제점이 있다(조기선, 2002). 이

교신저자: 신정우
주소: 28644 충청북도 청주시 서원구 1순환로 776 충북대학교병원, E-mail: skydudu@hanmail.net

렇게 트레드밀의 속도와 경사도에 의해 검사가 수행되어지고 이를 근거해 운동처방 강도가 설정된다.

운동처방시 설정된 강도를 바탕으로 건강상의 이익을 얻기 위해 고강도의 주당 75분, 중등도 강도의 주당 150분의 유산소 활동에 참여해야하며 추가적인 건강이익을 얻기 위해 중등도 강도의 주당 300분 또는 고강도의 150분 유산소 활동에 참가해야 한다(Department of Health and Human Services, 2008). 이러한 내용을 바탕으로 미국 스포츠 의학회에서는 이러한 건강이익을 얻기 위해 대상에 따른 운동 유형, 강도, 빈도, 시간에 관한 권고를 하고 있다(American Collage Sports Medicine, 2018). 하지만 대상자별 트레드밀 속도와 경사도의 관계는 설명하고 있지 않다.

국내에서의 연구들은 트레드밀 속도와 경사도의 조절로 보행의 운동역학적 분석(이경옥과 김지연, 2001), 근육의 근활성도(김병곤 등, 2007) 등이 주로 연구되었으며, 대상도 무릎관절염과 당뇨에 관한 연구들이 있었다. 따라서 유산소 건강 이익을 얻기 위한 운동 시 트레드밀 속도 및 경사도에 따른 호흡 변수와 운동자각도 연구가 필요하다.

이에 본 연구는 동일한 심박수 구간에서 트레드밀 속도와 경사도에 따른 호흡 변수 및 운동자각도의 차이를 검증하고 대상자에게 더 나은 운동방법을 적용시키는 근거를 마련하기 위한 목적으로 한다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상자는 현재 C대학병원에서 근무 중인 물리치료사 7명 이었다(표 1). 본 연구는 헬싱키 선언을 따르며 연구 진행 과정에 있어서 실험에 참여한 피험자에게 연구 목적과 실험에 대한 사항에 대해 설명하였으며 자발적 참여 의지에 대한 동의서를 받아 진행하였다. 측정 당일 피험자들에게 심혈관계 반응에 영향을 미칠 수 있는 음주, 카페인, 흡연 등을 8시간 전 제한했고 실험 전날 충분한 수면을 통해 실험 당일 피로를 최소화할 수 있도록 했다.

표 1. 연구대상자의 일반적 특성 (n=7)

	대상자(명)
성별(남자:여자)	5 : 2
연령	남
신장	166.14±8.57
몸무게	67.14±7.86

2. 연구 설계

대상자 총 7명은 측정의 신뢰도를 위해 오후 4~6시 사이에 맞추어 측정되었다. 피험자는 SNOSE(Sequentially Numbered, Opaque Sealed Envelops)라는 방법으로 미리 겉에서 비춰지지 않도록 검은 종이로 속지 처리한 봉투에 A와 B라고 쓰여진 종이를 미리 넣어서 실험 전 개봉했다. 이렇게 무작위로 결정된 A의 경우 트레드밀 속도를 올려서 목표 심박수에 도달했다. 이와는 반대로 B의 경우 트레드밀 경사부터 올려 목표 심박수에 도달했다. 1차 측정 한 후 일주일 내외로 나머지를 교차 측정했다. 목표 심박수는 예비 심박수(Heart Rate Reserve; HRR)방법을 통해 60~70%로 정해졌다. 트레드밀 속도와 경사도에 따른 호흡변인들을 측정하기 위해 호흡가스분석시스템(TrueOne2400, Parvo Medics, USA)과 운동부하시스템(Q-stress, Cardiac Science, USA)을 사용했다. 그리고 운동자각도는 호흡곤란 및 다리통증 10점 척도를 사용해서 측정했다.

3. 연구 절차

본 연구에서 호흡변인들과 운동자각도를 평가하기 위해 대상자는 3분간 휴식 후, 3분간 2.7km/hour 속도로 준비운동을 시행하였다. 6분~10분 사이에 예비 심박수 방법으로 최대 심박수의 60~70%에 도달하기까지 해당 트레드밀 속도 및 경사도를 조작해서 운동부하가 결정됐다. 결정된 운동부하강도에서 운동자각도가 평가됐다.

4. 분석 방법

본 연구는 동일한 연구대상자에게 속도와 경사도를 변화시켜 고강도 운동을 유도한 후 호흡변수와 운동자각도 변화에 차이가 있는지를 알아보기 위한 것으로 대상자가 7명으로 적었기 때문에 비모수 방법인 Mann-Whitney U test를 이용해 분석하였다. 통계분석에 사용한 프로그램은 SPSSWIN(ver. 21.0)이었으며, 유의수준은 $p<.05$ 이었다.

Ⅲ. 연구결과

1. 운동시 최대산소섭취량

트레드밀의 속도와 경사도의 운동시 최대산소섭취량의 변화에 대한 평균과 표준편차는 다음과 같다(표 2). 속도에서 최대산소섭취량은 26.5±2.41, 경사도에서 최대산소섭취량은 27.6±3.1로 경사도에서 더 높았지만 유의하지 않았다($p>0.05$).

표 2. 최대산소섭취량의 변화 (단위: mL/min)

변수	평균	Z	p
속도	26.54±2.41	−0.576	0.564
경사도	27.57±3.10		

2. 운동시 분당 환기량

트레드밀의 속도와 경사도의 운동시 분당 환기량의 변화에 대한 평균과 표준편차는 다음과 같다(표 3). 속도에서 분당 환기량은 42.2±8.53, 경사도에서 분당 환기량은 39.1±7.76으로 속도에서 더 높았지만 유의하지 않았다(p>0.05).

3. 호흡곤란 운동자각도

트레드밀의 속도와 경사도 운동시 호흡곤란 운동자각도에 대한 평균과 표준편차는 다음과 같다(표 4). 속도에서 호흡곤란 운동자각도는 3.3±1.11점, 경사도에서 호흡곤란 운동자각도는 4±0.81점으로 경사도에서 더 높았지만 유의하지 않았다(p>0.05).

4. 다리통증 운동자각도

트레드밀의 속도와 경사도 운동시 다리통증 운동자각도에 대한 평균과 표준편차는 다음과 같다(표 5). 속도에서 다리통증 운동자각도는 3.9±1.35점, 경사도에서 다리통증 운동자각도는 3.6±1.51점으로 속도에서 더 높았지만 유의하지 않았다(p>0.05).

표 3. 분당 환기량의 변화 (단위: L/min)

변수	평균	Z	p
속도	42.20±8.53	−0.319	0.749
경사도	39.11±7.76		

표 4. 호흡곤란 운동자각도의 변화 (단위: 점)

변수	평균	Z	p
속도	3.29±1.11	−1.263	0.206
경사도	4.00±0.82		

표 5. 다리통증 운동자각도의 변화 (단위: 점)

변수	평균	Z	p
속도	3.86±1.35	−0.277	0.782
경사도	3.57±1.51		

Ⅳ. 고 찰

본 연구는 동일한 심박수 구간에서 트레드밀 속도와 경사도에 따른 호흡 변인 및 운동자각도의 차이를 알아보고자 하는데 있다. 이를 위해, 속도와 경사도의 조건에서 6~10분간 HRR의 60~70% 운동부하를 적용 한 후 호흡변인 및 운동자각도를 평가했다. 호흡변인을 평가하기 위해 최대산소섭취량, 분당 환기량을 사용했고 운동자각도를 평가하기 위해 호흡곤란 및 다리통증 10점 척도를 실시했다.

최대산소섭취량은 속도에서보다 경사도에서 더 높았으나 유의하지는 않았다. 이러한 결과는 심박수와 최대산소섭취량의 상관관계에 관한 기존의 연구와 같은 결과를 나타낸다. 551명의 운동심박수와 최대산소섭취량간의 상관분석 결과 6분의 최대 심박수 64~75% 강도인 운동강도에서 가장 높은 관련성을 보였다고 보고했다(이온 등, 2019). 그리고 30명의 여성을 대상으로 유산소 운동 중 경사도에 따른 산소섭취량의 차이는 유의하지 않았다고 보고했다(안하나, 2016). 심박수로 운동강도를 동일하게 설정했기 때문에 최대산소섭취량에서도 비슷한 결과가 나타났다고 볼 수 있다.

분당 환기량은 경사도에서보다 속도에서 더 높았으나 유의하지는 않았다. 이러한 결과는 속도보다 경사도 위주로 증가하는 운동부하방법에서 분당 환기량이 높았다는 기존의 연구와 다른 결과를 나타낸다. 체육학과 10명의 대학생을 대상으로 트레드밀 운동부하 방법에 따른 환기량을 비교한 결과 속도와 경사도가 높아지는 Bruce 프로토콜이 일정한 경사에서 속도가 높아지는 한국체육과학연구원 방법보다 분당 환기량이 더 높았다고 보고했다(이용수 등, 1999). 또한 13명의 남학생을 대상으로 휠체어 트레드밀 운동부하방법 적용시 경사도만 증가시키는 경우가 속도만 증가시키는 경우보다 환기량이 더 높았다고 보고했다(주성진 등, 2012). 이러한 것을 볼 때 경사도와 속도보다 팔의 움직임이 분당 환기량에 영향을 미칠 수 있다고 생각할 수 있다.

호흡곤란 운동자각도는 속도에서보다 경사도에서 더 높았으나 유의하지는 않았다. 이러한 결과는 30명의 여성을 대상으로 유산소 운동시 경사도에 따른 운동자각도의 차이가 유의하지 않았다고 보고와 일치한다(안하나, 2016). 그러나 유의하지 않지만 경사도가 높아지는 운동부하방법시 최대 환기량이 더 높았다는 기존의 연구와 일맥상통한다고 볼 수 있다(이용수 등, 1999; 주성진 등, 2012).

다리통증 운동자각도는 경사도에서보다 속도에서 더 높았지만 유의하지 않았다. 24명의 대학생을 대상으로 경사도가 증가할수록 무릎관절의 근력은 유의한 차이를 보이지 않았고 경사도가 크다고 하여 운동의 효율이 더 좋은 것만은 아니라고 했으며(고태성 등, 2010), 반면에 30명의 대학생을 대상으로 경사도가 증가할수록 발목관절가동범위가 유의하게 증가했다고 보고했다(김태

호 등, 2008). 30명의 여성을 대상으로 유산소 운동시 경사도에 따른 강도별 운동자각도에 유의한 차이가 있었다고 보고했다(안하나, 2016). 이러한 결과는 경사도 증가에 따른 각 관절가동범위의 변화와 상대적인 속도 및 보폭의 변화가 영향을 주었을 것으로 사료된다.

본 연구는 몇 가지 제한점을 갖는다. 첫 번째로, 모집단을 대표하기에는 부족한 표본을 대상으로 실험이 시행되었다. 두 번째로, 호흡 변인을 측정하기 위해 마스크를 착용해 평소 유산소 운동 환경과 차이가 있었다. 세 번째로, 실험의 표준화를 위해 일정한 프로토콜로 운동부하가 결정되지 못하고 개별적으로 결정되었다. 네 번째로, 실험시간은 총 15~20분이었지만 준비운동 및 정리운동을 포함한 운동시간은 12분~16분으로 30분 이상 권장되는 유산소 운동시간과 격차가 있었다.

Ⅴ. 결 론

본 연구는 7명의 동일한 심박수 구간에서 트레드밀 속도와 경사도에 따른 호흡 변인 및 운동자각도의 차이를 조사한 결과 유의한 차이가 없었다. 속도와 경사도에 따른 차이가 없었기 때문에 대상자에게 덜 부담이 적용되는 운동방법을 선택하는 것이 바람직할 것이다.

이러한 점을 볼 때 추후에는 본 연구의 제한점을 극복하기 위한 충분한 표본, 일정한 프로토콜, 30분 이상의 실제 운동시간을 통한 연구가 필요하다.

참고문헌

고태성, 이동진, 유종호, 등. 트레드밀 경사도에 따른 발목 중량부하 걷기 후 신체 기능에 미치는 영향. 대한임상전기생리학회지, 8(2);25-31, 2010.

김병곤, 공원태, 정연우. 트레드밀 보행시 경사도와 속도에 따른 체간근육과 대퇴사두근의 근활동성 분석. 대한정형도수물리치료학회지, 13(1);44-57, 2007.

김태호, 김병곤. 트레드밀보행 시 경사도에 따른 족저압과 발목관절의 관절가동범위의 변화. 대한정형도수물리치료학회지, 14(1);39-47, 2008

김호봉. 심장호흡물리치료의 비전. 대한심장호흡물리치료학회지, 2(1);41-45, 2014.

안하나. 동일한 강도의 유산소 운동 중 경사도와 연령이 여성의 에너지소비량과 지방대사에 미치는 영향. 경희대학교 체육대학원, 석사학위논문, 2016.

이경옥, 김지연. 경사도와 속도에 따른 트레드밀 보행의 운동역학적 분석. 한국체육학회지, 40(3);911-922, 2001.

이온, 장창용, 정진욱. 트레드밀 걷기 운동시 심박수를 이용한 최대산소섭취량 추정. 한국여성체육학회지, 33(4);165-176, 2019.

이용수, 이용진, 이상현. 트레드밀 운동부하 방법에 따른 생리학적 요인의 비교분석. 한국체육과학회지, 8(2);505-514, 1999.

조기선. 걷기 방향에 따른 비만여성의 산소소비량, 혈압, 심박수, 운동자각도, 호흡교환율 차이. 국민대학교 교육대학원, 석사학위논문, 2002.

주성진, 최승권. 휠체어 트레드밀 최대운동부하검사 시 운동부하 방법에 따른 생리적 반응 비교. 한국특수체육학회지, 20(3);93-109, 2012.

American College of Sports Medicine. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 10th ed. Wolters Kluwer, Lippincott Williams & Wilkins, 2018.

Blair SN, Kohl HW Ⅲ, Barlow CE, et al. Changes in physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy and unhealthy men. JAMA, 273(14);1093-1098, 1995.

Blair SN, Kohl HW Ⅲ, Paffenbarger RS Jr, et al. Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. JAMA, 262(17);2395-2401, 1989.

Ellen H. Essentials of cardiopulmonary physical therapy 4th ed. W. B Saunders company, 2016.

Fletcher FG, Ades PA, Kligfield P, et al. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation, 128(8);873-934, 2013.

Gaber CE. Blissmer B, Deschenes MR, et al. American College of Sports Medicine position stand. The quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. Med Sci Sports Exerc, 43(7);1334-1559, 2011.

Golding L.A, Myers C.R, Sinning W.E. Y's way to physical fitness. 3rd ed. Champaign: Human Kinetics; 1989.

Haskell WL, Lee IM, Pate RR, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicined and the American Heart Association. Med Sci Sports Exerc, 39(8);1423-1434, 2007.

Kodama S, Saito K, Tanaka S, et al. Cardiorespiratory

fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. JAMA, 301(19);2024-2035, 2009.

Sesso HD, Paffenbarger RS Jr, Lee IM. Physical activity and coronary heart disease in men: the Harvard Alumni Health Study. Circulation, 102(9);975-980, 2000.

Skinner Js. Aging for exercise testing and exercise prescription. In: Skinner Js, editor. Exercise Testing and Exercise Prescription for Special Cases: Theoretical Basis and Clinical Application. 3rd ed. Baltimore (MD), Lippincott Williams & Wilkins; 2005.

U.S. Department of Health and Human Services. 2008 physical activity guidelines for americans. Washington: U.S. Department of Health and Human Services, 2008

Wang CY, Haskell WL, Farrel SW, et al. Cardiorespiratory fitness levels among US adults 20-49 years of age: findings from the 1999-2004 National Health and Nutrition Examination Survey. Am J Epidemil, 171(4);426-435, 2010.

Williams PT. Dose-response relationship of physical activity to premature and total all-cause and cardiovascular disease mortality in walkers. PLoS One, 8(11);e78777, 2013.