임신과 출산 후 걷기 강도에 따른 운동 및 회복 반응

윤소미¹, 손윤선², 황은진¹, 이윤빈¹, 황봉연¹, 이대택¹

¹국민대학교 운동생리학실, ²휴스턴대학교

Exercise and Recovery Responses to the Intensity of Walking during Pregnancy and Postpartum

Somi Yun¹, Younsun Son², EunJin Hwang¹, Yun-Bin Lee¹, Bong-Yoen Hwang¹, Dae-Taek Lee¹

¹Lab of Exercise Physiology, Kookmin University, Seoul, Korea; ² University of Houston, Houston, USA

PURPOSE: To examine the influence of the walking exercise intensity during pregnancy and postpartum on physiological and perceived exertion responses.

METHODS: Nine participants walked on a treadmill at 3, 5, and 6 km/h for 10 minutes followed by resting for 10 minutes after each speed. During exercise and resting, heart rate (HR), oxygen uptake (VO₂), and perceived exertion (RPE) were measured.

RESULTS: During pregnancy, HR at 5 and 6 km/h walking and the recovery HR from walking was higher at 3, 5, and 6 km/h than postpartum ($p < .05$). VO₂ during pregnancy was higher than postpartum at 3 and 5 km/h walking ($p < .05$, $p < .01$). During pregnancy, RPE at 5 and 6 km/h walking was higher than postpartum ($p < .001$). Three pregnant women, due to abdominal cramp during walking at 6 km/h, no statistical comparisons in VO₂ and RPE were adequate. During pregnancy, HR was higher as the exercise intensity increased, and the recovery was delayed. VO₂ of pregnant women was higher during exercise than postpartum.

CONCLUSIONS: Since pregnancy changes many aspects of physiological and physical status, long term and systemic longitudinal studies providing objective index are warranted.

Key words: Pregnancy, Heart rate, Oxygen uptake, Rating of perceived exertion, Exercise intensity index

서론

규칙적인 운동은 일반인은 물론 전 연령층과 특정 질환을 가진 사람들에게도 권장된다[1]. 임신부 역시 운동을 통하여 임신부와 태아에게 모두 긍정적인 영향을 미친다고 하여 적극적으로 추천된다[2-4]. 국내에서는 과거 임신부의 활동을 위험하게 생각하여 신체활동 및 운동과 같은 몸을 움직이는 행동이 많이 제한되었지만[5], 최근 연구들에서는 운동이 임신부의 분만 자신감이나 산후 우울증과 같은 심리적 요인에 긍정적 효과를 미치고, 체력상승 및 출산 후 비만의 감소 등 신체적 요소가 개선된다고 발표되었다[6,7]. 이와 더불어 임신성 당뇨

(gestational diabetes) 관리와 전자간증(pre-eclampsia)과 같은 임신성 합병증을 예방하기 위한 운동의 필요성이 강조되면서 국내에서도 임신부의 운동참여를 권장하고 태교의 일환으로 운동 프로그램이나 임신부들에게 권장되는 구체적인 운동법도 제안되고 있다[8-10]. 국외 연구들은 이미 임신부 운동의 효과에 대한 보고가 다양한 측면으로 제시되었다. 근골격계 통증 및 부종 감소, 기준 이상의 체중 증가를 예방하고 임신으로 오는 합병증 개선에 도움이 된다고 하였다. 또한 분만 시간 단축과 출산 후 회복에 도움이 되며 산모의 스트레스 해소와 더불어 태아에게도 스트레스 내성을 강화해주기 때문에 임신부들에게 운동은 더욱 권장되고 있다[2,11-14].

Corresponding author: Dae-Taek Lee Tel +82-2-910-4781 Fax +82-2-910-4789 E-mail dtlee@kookmin.ac.kr

Keywords 임신부, 심박수, 산소섭취량, 운동자각도, 운동강도

Received 31 Jul 2017 Revised 21 Aug 2017 Accepted 10 Nov 2017

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

임신부들은 출산 후 6주에서 8주의 산욕기에 많은 생리적, 형태적 변화를 거치는데 이 시기에도 운동이 권장된다. 가이드라인에 따르면 개인에 차이는 있지만, 본인이 운동을 시작할 수 있다는 느낌을 받으면 출산 직후나 며칠이 지난 이후부터 운동을 시작할 수 있으며 의학적으로 문제가 없는 산모일 경우 간단한 운동부터 시작하여 점차 강도를 높여 주당 150분의 중등도 운동이 제안되기도 한다. 선행 연구에서 회복기 운동은 복부 근육 강화와 에너지 소비 향상, 산후 우울증 예방 및 스트레스 해소에 도움이 되고, 심혈관 건강 증진과 체중감소 효과가 있고, 수면의 질을 높일 수 있음이 발표되었다[15,16].

이처럼 임신 중 및 출산 후에도 운동의 긍정적인 측면과 중요성은 더욱 강조되고 있으며 최근 들어 활발한 임상 연구들이 증가되고 있다. 비체중 부하 운동인 고정식 자전거나 수영을 포함하여 임신부들이 가장 많이 참여하는 걷기와 함께[10,17,18] 최근 연구에서는 근력 운동의 긍정적 효과도 증명되면서 다양한 운동프로그램이 제안되고 있다[19].

임신부들의 운동은 공통으로 중강도 안의 범위에 수행되도록 권장된다. Society of Obstetricians and Gynaecologists of Canada (SOGC)와 Canadian Society for Exercise Physiology (CSEP)에서는 30-39세 기준으로 임신부들의 심박수를 130-145 bpm으로 제안한다[20]. 또한 ACSM [1]에서는 3-6 METs의 범위인 최대산소섭취량의 40-60%의 강도 및 운동 자각도(Rating of Perceived Exertion, RPE)에서 6-20단계의 범위 중 12-14단계인 중강도 운동의 범위를 추천하고 있다. 하지만 임신부들은 일반인과 다르게 운동 강도가 높아질수록 회복이 느리며, 힘들게 인식할 수 있다. 더불어 운동 수행 시 배움침이나 요통, 부종과 같은 증상을 포함하여 개인에 따라 생리적인 반응이 다르게 나타날 수 있으므로 주의 깊게 관찰되어야 한다[10]. 그럼에도 불구하고 운동 후 임신부들의 생리적, 신체적 반응에 대한 연구는 여전히 부족하며, 한국 여성을 대상으로 한 연구는 더욱 찾기 힘든 실정이다.

이에 본 연구는 임신 중에 권장되는 걷기 운동을 일반인들도 쉽게 이해하여 적용할 수 있도록 트레드밀의 속도를 정하여 알맞은 중강도 운동의 접근을 하였다. 또한 동일한 대상자들이 임신 중과 출산 후에 나타나는 운동 및 회복기의 신체적 반응과 운동자각인지도를 비교하여, 한국인 임신부들에게 적당한 운동 강도를 제안하고, 운동이 유발할 수 있는 이상증세에 관한 객관적 지표와 적합한 운동지침에 대한 근거를 마련하는 데 목적이 있다.

연구 방법

1. 연구 대상

이 연구 대상자들은 서울, 경기도 거주하는 11명의 임신 중 여성으로 선정하였다. 이 중 개인적인 사정으로 거부 의사를 밝힌 2명을 제외

한 9명이 출산 후 사후 연구까지 참여하였다. 임신 중 대상자들은 연구 취약 군에 속하므로 윤리적 절차에 맞추어 진행되었다. 연구윤리 교육 과정을 이수한 연구자만 실험에 참여하였으며, 피험자에게 연구목적과 절차에 대하여 자세히 설명하고, 연구 참가동의서에 서명을 한 대상자만 참여할 수 있도록 하였다. 피험자의 안전을 위하여 임신 합병증이 없고 건강상 문제가 없으며 실험 전 주치의에게 운동할 수 있다는 진단을 받은 23-32주차의 중·후기에 접어든 임신부들을 대상으로 선정하였다. 또한 ACOG [21]의 지침에 명시되어 있는 절대 금기와 상대 금기사항에 해당하지 않는 대상자들로 선정하였다. 위험 요소를 최소로 하기 위하여 대상자들의 임신부 기록카드를 통하여 임신 전과 병원 방문 시마다 기록된 체중으로 임신 전 대상자들의 체질량지수는 $21.55 (\pm 2.10) \text{ kg/m}^2$ 로 정상 체중 범위에 포함되었으며, Institute of Medicine [22]에서 임신부들에게 권장되는 체중증가의 범위 내에 있음을 확인하였다. 이후 임신 중 참여하였던 대상자들이 출산하고 완전히 회복된 18-24개월 사이에 같은 측정을 하였다. 연구 대상자의 신체적 특성은 Table 1과 같다.

2. 연구절차

이 연구의 모든 피험자는 임신 중 1회, 출산 후 회복기가 완전히 지난 18-24개월 사이에 같은 방법으로 반복 측정하였다. Fig. 1과 같이 피

Table 1. Subject characteristics

Variables	Pregnancy	Postpartum
Age (yr)	31.0±0.5	32.9±.8**
Height (cm)	163.6±3.7	163.4±3.8
Weight (kg)	68.9±6.7	60.68±7.48*
Body mass index (kg/m ²)	25.8±2.8	22.7±3.2*
Resting systolic blood pressure (mmHg)	107.9±10.8	115.7±7.7
Resting diastolic blood pressure (mmHg)	62.8±9.3	65.9±7.9
Resting heart rate (bpm)	79.3±5.6	72.7±10.6
Resting oxygen uptake (mL/kg/min)	4.5±1.2	3.5±.3*
Breast circumference (cm)	96.3±5.9	90.9±7.6
Waist circumference (cm)	94.8±6.2	73.2±6.9**
Hip circumference (cm)	101.6±4.5	96.1±5.95*
Pregnant period (week)	27.8±4.3	
Pre-pregnancy body mass index (kg/m ²)	21.6±2.1	

Values are means and SD.

* $p < .05$; ** $p < .01$.

Fig. 1. Treadmill walking and recovery of subjects.

험자들은 트레드밀에서 10분씩 세 가지 강도의 걷기(3, 5, 6 km/h)를 수행하였으며 운동 종료 후 최초 10분의 휴식 기간 동안 변인들이 측정되었다. 순서에 따른 오류를 최소화하기 위하여 피험자들의 걷기 강도의 순서는 무작위로 배치되었으며, 10분의 회복 이후 실험 전 측정항 안정 시 심박수와 산소섭취량으로 돌아오는 것을 완전한 회복으로 간주하였다. 심박수와 산소섭취량 측정을 위해 심박수 측정기(Polar, Finland)와 가스호흡 분석기(k4b², Italy)를 착용하였으며 운동자각도는 6-20의 척도로 이루어진 Borg scale을 사용하였다. 또한 걷기 속도의 설정은 3-6 METs 중강도 걷기 운동으로 제안하는 5-7 km/h (3-4 mph)를 적용하였으며[16,23]. 저강도 비교를 위하여 3 km/h를 추가하였다. 2명의 건강한 임신부가 2-3차례에 걸친 파일럿 테스트를 통과하였고, 5 km/h의 속도에서 심박수와 운동자각도의 기준이 ACSM [1]에서 제안하는 저강도에 미치는 경우가 발생하여 6 km/h의 걷기 속도를 추가로 정하였다. 각각의 속도에서 걷기를 진행하는 10분과 회복 초기 10분 동안 심박수, 산소섭취량, 운동자각도를 측정하였으며 추가로 임신부는 신체적 상태를 좀 더 구체적으로 확인하기 위하여 배뭉침 정도를 파악하였다. 더불어 ACOG [21]에서 권고한 운동 중 중지사항에 관한 내용을 지속적으로 확인하고 안전사고에 대비하였다. 특히 운동 중에 이상 증세가 느껴질 때 손을 들어 운동을 중단할 수 있고, 연구자에게 바로 알려야 함을 거듭 당부하였다.

3. 자료처리방법

이 연구에서는 임신부의 걷기 운동 강도와 심박수, 산소섭취량, 운동자각도의 변화를 알아보기 위해 SPSS 통계패키지 ver. 18.0을 이용하였

다. 정규성 검정(Shapiro-Wilk)을 통해 연구결과가 정규분포를 따름을 확인하였고($p > .05$), 모수 검정 방법인 대응표본 t -검정(paired samples t -test)을 이용하여 임신 중과 출산 후의 차이를 분석하였다. 피험자의 모든 측정항목은 평균(Mean)과 표준편차(SD)로 제시하였고, 통계적 유의수준은 $p < .05$ 로 하였다.

연구결과

이 연구는 11명의 중·후기에 해당하는 임신부들이 출산 전에 연구에 참여하였다. 이 중 출산 후 개인적인 사정으로 측정에 대한 거절 의사를 밝혀 2명이 사후 측정에 참여하지 못하였으며, 그들을 제외한 9명의 피험자가 출산 후 사전과 동일한 연구에 참여하였다. 이 연구는 트레드밀에서 3, 5, 6 km/h의 세 가지 강도로 10분씩 걷고 휴식 동안 생리학적 반응을 살피고 있다. 그러나 임신부의 걷기 측정 중 6 km/h에서 3명의 임신부가 배뭉침을 호소하며 진행할 수 없다는 의사를 밝히고 중단하게 되어 이들의 데이터를 제외하고 분석하였다. 그러므로 최종 분석에는 걷기 운동 시 3 km/h, 5 km/h에서는 9명, 6 km/h는 총 6명의 데이터를 사용하였으며 회복 시에는 6 km/h에서 중지한 3명의 임신부도 중지한 시점에서 10분의 회복시간을 갖고 동일하게 측정하였다. 결과는 각각의 운동 단계에서 심박수와 산소섭취량, 운동자각도로 구별하여 나타내었으며 Table 2와 같다.

가장 낮은 강도인 3 km/h에서 트레드밀 걷기는 임신 중인 그룹이 회복 시 심박수가 유의하게 더 높았고($p < .05$), 산소섭취량은 운동 시에 유의하게 높았다($p < .05$). 운동자각에서는 차이가 나타나지 않았다.

Table 2. The result of exercise and recovery

Variables			Pregnancy	Postpartum	<i>p</i>
Resting HR (bpm)			79.3 ± 5.6	72.7 ± 10.6	.145
Resting VO ₂ (mL/kg/min)			4.5 ± 1.2	3.5 ± 0.3	.060
3 km/h	HR (bpm)	EX	103.5 ± 8.4	94.5 ± 12.8	.067
		REC	88.5 ± 4.9	77.7 ± 11.6	.025*
	VO ₂ (mL/kg/min)	EX	119.7 ± 10.1	108.0 ± 12.2	.018*
		REC	4.9 ± 0.6	4.6 ± 0.8	.355
5 km/h	RPE	EX	8.6 ± 2.3	7.3 ± 1.1	.235
		EX	119.7 ± 10.1	108.0 ± 12.2	.018**
	VO ₂ (mL/kg/min)	EX	95.1 ± 6.9	83.3 ± 13.0	.029*
		EX	15.7 ± 1.1	13.8 ± 1.0	.008**
6 km/h	RPE	EX	12.2 ± 0.7	9.5 ± 1.6	.000***
		EX	135.1 ± 12.6	122.8 ± 14.7	.039*
	VO ₂ (mL/kg/min)	EX	101.7 ± 9.7	89.2 ± 13.0	.024*
		EX	19.0 ± 1.6	17.8 ± 1.9	.198
	RPE	EX	6.2 ± 0.6	5.7 ± 0.7	.134
		EX	14.2 ± 0.8	12.1 ± 1.1	.000***

Values are means and SD.

EX, Exercise; REC, Recovery.

* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$.

5 km/h는 임신 중 운동 시에 심박수, 산소섭취량이 모두 높게 증가하였고($p < .05, p < .01$), 같은 강도에서 더 힘들게 느껴 유의한 차이가 나타났다($p < .001$). 회복 시에도 임신부들은 심박수의 회복이 느리게 나타나 통계적으로 유의하였지만($p < .05$), 산소섭취량에서는 차이가 나타나지 않았다.

이 연구에서 가장 높은 운동 강도인 6 km/h에서는 임신 중의 피험자들이 트레드밀에서 걷는 중에 배뭉침으로 인하여 중지한 3명을 제외한 결과이다. 임신 중에 같은 강도에서 운동 시 심박수는 높게 상승하고 회복이 느렸으며($p < .05$), 운동자각도 결과, 더 힘들게 느껴 유의한 차이를 나타냈다($p < .001$). 산소섭취량에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

논 의

이 연구는 임신 중, 및 출산 이후 두 차례에 걸쳐 3, 5, 6 km/h의 서로 다른 운동 강도에서 트레드밀 걷기 운동을 수행하였을 때, 운동 및 회복 시의 반응을 비교하였다. 이를 통해 임신과 출산에 따른 운동 반응을 관찰하고 임신부들에게 추천될 수 있는 걷기 운동 강도를 검증하는 종단적 연구이다.

여성 9명이 임신 중·후기 및 출산 후 완전히 회복된 후 각각 한 차례 씩 총 2회에 걸쳐 측정하였다. 세 속도에서 10분 동안 트레드밀 걷기 운동을 수행하였고, 각 단계에서 걸을 때와 운동종료 후 초기 회복시간을 갖는 10분 동안 심박수, 산소섭취량, 운동자각도를 측정하였다. 임신 중일 경우, 배뭉침 정도를 추가로 확인하였으며 이외에 다른 신체적 반응이 나타나면 금기 사항인지 확인하고 나타나는 현상에 대하여 기록하였다.

본 연구에서 임신 중의 심박수가 출산 후보다 운동 시 5, 6 km/h의 속도로 걸을 때와 회복 시 3, 5, 6 km/h의 모든 단계에서 유의하게 높았다. 선행연구에서는 임신부는 안정 시 심박수가 10-15 bpm 높게 나타난다고 하였다[10,24,25]. 본 연구의 안정 시 심박수를 살펴보면 임신 중일 경우 약간 높은 경향을 보이지만 통계적으로 유의하지는 않았다. 하지만 운동 강도가 높아질수록 임신부는 심박수가 일반인에 비해 높게 상승하고, 운동 후 회복 시에 심박수의 회복이 느리게 나타나 임신부들에게 운동 후 충분한 회복시간이 필요하다는 선행연구와 일치하였다[10].

임신 중과 출산 후의 산소섭취량에 대한 반응은 이 연구에서 운동 중에 3 km/h, 임신 중일 경우 5 km/h에 산소섭취량이 높게 나타났다. 하지만 회복 시에는 모든 단계에서 유의한 차이가 나타나지는 않았다. 선행 연구에서는 안정 시 산소섭취량의 경우 상대적 수치($\text{mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)는 임신부의 경우 유지되거나 약간 증가한다고 하였다[26]. 이 연구에서는 안정 시에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지는 않았지

만 약간 증가하는 경향을 보였다. 또한 운동 시 산소섭취량에 관한 결과는 임신부가 운동 시는 산소섭취량이 높다고 하여 본 연구와 일치한 결과를 나타냈다[27]. 하지만 운동 시 산소섭취량에는 유의한 차이가 없었던 선행연구도 있으므로[28] 추후 좀 더 세밀한 연구가 필요한 부분으로 사료된다.

3, 5 km/h에서 운동 시 산소섭취량은 유의한 차이가 있었으나 6 km/h는 차이가 없었다. 앞서 언급한 바와 같이 운동수행을 하지 못한 임신부들이 제외되었기 때문에 이러한 결과가 나온 것으로 사료된다. 그럼에도 불구하고 끝까지 운동수행을 한 임신 중 대상자들 운동자각도의 반응은 5 km/h, 6 km/h에서 유의하게 높았다. 이는 운동 강도가 높아질수록 임신부들은 더 힘들게 느낀다는 선행연구와 일치하였다[10].

서론에서 언급한 임신부들의 중강도 운동의 기준은 본 연구에 참여한 대상자의 임신 중 나이가 31.00 ± 0.5 로 비교하였을 때 SOGC & CSEP [20]에서 130-145 bpm의 심박수를 제안하고, 3-6 METs의 범위인 최대산소섭취량의 40-60%의 강도와 12-14단계의 운동자각도를 추천하고 있다[1]. 본 연구에 따른 결과로 볼 때, 임신부들에게 트레드밀에서 6 km/h의 속도가 빠를 수 있다고 인식되지만 중등도의 범위 안에 속하는 결과로 강도가 높아져도 스스로 수행할 수 있는 강도이면 가능함을 보여준다. 단, 임신부들에게는 중등도의 운동 범위를 나타낼 수 있는 심박수, 산소섭취량, 대사당량 등의 변인들뿐 아니라 개인의 인지적인 요소 및 신체의 반응에 따른 접근이 추가되어야 할 것이다.

피험자의 측정 결과 임신 중과 출산 후의 수축기 혈압(Systolic Blood Pressure, SBP)이 통계적으로 유의한 차이가 나타나지는 않았지만 임신 중의 혈압은 평균 107.9 ± 10.8 로 출산 후의 혈압인 115.7 ± 7.7 보다 낮은 경향을 나타냈다. 이는 선행연구에서 임신 2분기 중간에 이르면 동맥압이 5-10 mmHg 감소하는데 이는 자궁 혈관과 태반의 순환이 증가되고 주로 피부와 신장의 혈관 저항이 감소되어 일어나는 결과이지만 시간이 지남에 따라 제자리를 찾는다고 하여 본연구와 유사한 경향을 보였다[16]. 이에 관한 연구도 대상자 수가 부족함으로 명확한 근거를 찾기 힘들었다. 그러므로 추후 구체적인 연구를 통한 접근이 필요할 것으로 생각된다.

본 실험 중 경도의 배뭉침이나 부종, 허리 통증과 같은 증상을 느끼는 대상자들이 발생하기도 했지만 본인들의 의사표현에 따라 계속적으로 진행하였고, 6 km/h에서 3명은 배뭉침으로 역시 본인의 의사표현에 따라 중단하였다. 이에 대하여 중강도에서 배뭉침으로 중단을 한 대상자들의 특성을 비교해 보았으나, 신체활동수준이나 임신주수, 체중과 관련된 요소 및 컨디션이 다른 대상자들과 비교하여 유의한 차이를 나타내지 않았다. 추후 운동을 중단하게 만드는 요인들과 관련된 후속 연구가 필요하다. 그럼에도 불구하고 임신부들은 강도가 높아져도 스스로 운동가능 여부를 조절할 수 있다는 가이드라인에 따라 본 연구에 참여한 임신부들 역시 스스로 운동 가능 여부를 인지할 수 있

었기 때문에 건강한 임신부들은 중등도 운동 강도가 가능함을 시사한다[15]. 본 연구는 동일한 대상자가 임신 중과 출산 후에 반복 측정하여 서로 다른 운동 강도에 따른 운동 시 및 운동 후 회복 시의 심박수와 산소섭취량, 운동자각도에 대한 생리학적 반응을 살펴보았다. 더불어 임신부에게 추천되는 운동 강도와 운동 시 나타날 수 있는 배통침과 같은 이상 증세의 언급과 동일 한 대상자가 임신 중과 출산 후의 운동반응에 대하여 비교된 의미 있는 연구이다. 하지만 임신부들의 운동 수준 평가나 이상 증세에 이용될 수 있는 객관적 지표가 부족하고 대상자들의 수가 많지 않으므로 추가적인 연구가 필요할 것이다. 본 연구의 대상자들은 임신 중에 사전 측정이 종료되고, 출산 후 18-24개월에 사후검사가 진행되었다. 피험자들은 출산 후 고강도 운동에 참여하지는 않았으나, 정기적인 운동 참여 유무에 따른 운동 능력 향상 또는 운동 기능 개선에 보조적으로 영향을 미칠 수 있는 영양 섭취 유무는 확인하지 못하였다. 추후 연구에서는 임신부들의 신체활동 참여 및 영양 섭취변화 등을 포함한 추적 연구 조사가 필요하다고 생각된다. 또한, 선행 연구에서 언급된 운동이 출산 시간의 경감과 회복을 도와준다는 Gaston & Cramp [2]의 내용을 토대로 신체활동 및 운동의 경험에 따른 출산 속도와 회복에 대한 생리학적 근거를 찾는 연구와 함께 임신 전과 후, 출산 후에 대한 장기적이고 구체적인 연구가 진행된다면 임신부에 대한 명확하고 구체적 근거에 따른 운동 적용이 가능할 것으로 사료된다.

결론

임신 중 대상자들의 심박수는 5, 6 km/h 속도의 걷기 운동과 3, 5, 6 km/h로 운동을 마친 후의 회복 시에 높았으며, 산소섭취량은 3, 5 km/h로 운동 시 높았다. 운동 강도가 증가함에 따라 심박수의 상승이 높아지고 회복이 느렸고, 운동을 더욱 힘들게 느꼈다. 또한, 임신부는 본인이 운동의 지속 여부를 스스로 결정할 수 있는 ACSM의 가이드라인과 일치하게 본인이 수행할 수 없을 경우 의사 표시를 하고 중지하였다. 임신 중에도 중등도 운동을 수행한 대상자들은 출산 후 회복기가 충분히 지난 후와 심박수의 상승과 회복을 제외하고 유의한 차이가 없었다. 그리고 출산을 겪은 대상자들은 기능적인 면에서는 임신 중과 확실히 구분되며 이는 일반인들의 운동 수행력과 크게 다르지 않았다. 임신 중에도 수행이 가능하다면 트레드밀에서 5-6 km/h 정도의 중강도 운동이 권장되지만 심박수, 산소섭취량, 대사당량 등의 변인들뿐 아니라 개인의 인지적인 요소 및 신체의 반응에 따른 접근이 추가되어야 할 것이다. 그러므로 임신부의 주수의 세분화를 포함한 임신 전·후, 출산 후에 대하여 장기적이고 구체적인 종단 연구와 함께 임신부들의 권장 지침 내에서 운동 수준 평가나 이상 증세에 이용될 수 있는 객관적 지표를 마련해야 할 것이다.

REFERENCES

1. ACSM. Guidelines for exercise testing and prescription. 9th ed., Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2014.
2. Gaston A, Cramp A. Exercise during pregnancy: a review of patterns and determinants. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2011;14(4): 299-305.
3. Helen MB, Jean LB, Stephanie LS. Land-based exercise during pregnancy. *International Journal of Childbirth Education* 2015;30(3):37-41.
4. Kumaran PS, Tamilvanan M. Effects of exercise on infant birth weight and gestational age in pregnant women. *International Journal of Scientific and Research Publications* 2013;3(8):1-4.
5. Jin YS. Sports health medicine: the correct exercise for pregnant women. *The Korean Journal of Sports Science* 2008;104:88-93.
6. Jun SH. The effect of exercise of pregnancy on delivery efficacy and mental health. *Journal of Korean Physical Education Association for Girls and Women* 2008;22(5):49-62.
7. Jun YN, Park JJ, Yang JH. Effects of exercise on the health-related fitness, postpartum depression and body weight in puerperium period during pregnancy. *The Official Journal of the Korean Association of Certified Exercise Professionals* 2013;15(3):123-130.
8. Nam SW. The effect of prenatal exercise programs on stress, anxiety, and fetal attachment of pregnant women [dissertation]. Gyeonggi-do: Myung-Ji University 2016.
9. Bae YJ, Son JE, Lee DT. Exercise for management of gestational diabetes mellitus and postpartum care. *The Official Journal of the Korean Association of Certified Exercise Professionals* 2007;9(2):49-56.
10. Yun SM, Son YS, Hwang EJ, Hwang BY, Lee DT. Responses of heart rate, oxygen uptake, and perceived exertion during varied walking intensity in pregnant women. *The Korean Journal of Physical Education* 2015;54(6):515-523.
11. Dempsey FC, Butler FL, Williams FA. No need for a pregnant pause: physical activity may reduce the occurrence of gestational diabetes mellitus and pre-eclampsia. *Exercise and Sport Sciences Review* 2005; 33(3):141-149.
12. Liu J, James N, Laditka DA, Mayer-Davis EJ, Pate RR. Does physical activity during pregnancy reduce the risk of gestational diabetes among previously inactive women?. *Birth* 2008;35(3):188-195.
13. Melzer K, Schutz Y, Boulvain M, Kayser B. Physical activity and pregnancy: cardiovascular adaptations, recommendations and pregnancy

- outcomes. *American Journal of Sports Medicine* 2010;40(6):493-507.
14. Safflas AF, Logsdon-Sackett N, Wang W. Work, leisure time physical activity and risk of pre-eclampsia and gestational hypertension. *American Journal of Epidemiology* 2004;160(8):758-765.
15. ACOG. Exercise after pregnancy: frequently asked questions labor, delivery, and postpartum care 2015; from <http://www.acog.org>
16. Artal R, O'Toole M. Guidelines of the American college of obstetricians and gynecologists for exercise during pregnancy and the postpartum period. *British Journal of Sports Medicine* 2003;37(1):6-12.
17. Nascimento SL, Surita FG, Godoy AC, Kasawara KT, Morais SS. Physical activity patterns and factors related to exercise during pregnancy: a cross sectional study. *Plos One* 2015;17(6):e0133564.
18. Weiss Kelly AK. Practical exercise advice during pregnancy: guidelines for active and inactive women. *Physician & Sportsmedicine* 2005;33(6):24-30.
19. Ward-Ritacco C, Poudevigne MS, O'Connor PJ. Muscle strengthening exercises during pregnancy are associated with increased energy and reduced fatigue. *Journal of Psychosomatic Obstetrics and Gynaecology* 2016;37(2):68-72.
20. Davies GA, Wolfe LA, Mottola MF, MacKinnon C. Joint SOGC/CSEP clinical practice guideline: exercise in pregnancy and the postpartum period. *Canadian Journal of Applied Physiology* 2003;28(3):330-341.
21. ACOG. Exercise during pregnancy and the postpartum period. Committee Opinion No. 267. 2002;99(1):171-173.
22. Institute of Medicine. Weight gain during pregnancy: Reexamining the guidelines. Washington, DC: National Academy Press 2009.
23. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American college of sports medicine and the American heart association. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2007;39(8):1423-1434.
24. Avery ND, Wolfe LA, Amara CE, Daves GAL, McGrath MJ. Effects of human pregnancy on cardiac autonomic above and below the ventilatory threshold. *Journal of Applied Physiology* 2001;90(1):321-328.
25. Lotgering FK, Struijk PC, Van Doorne MB, Wallenburg HC. Errors in predicting maximal oxygen consumption in pregnant women. *Journal of Applied Physiology* 1992;72(2):562-567.
26. Brown SP, Miller WC, Eason JM. Exercise physiology basic of human movement in health and disease. USA: Lippincott Williams & Wilkins 2006.
27. Sady MA, Haydon BB, Sady SP. Cardiovascular response to maximal cycle exercise during pregnancy and at two and seven months post partum. *American Journal of Obstetrics & Gynecology* 1990;162(5):1181-1185.
28. Finkelstein I, Figueiredo PA, Alberton CL, Bgeginski R, Stein R, et al. Cardiorespiratory responses during and after water exercise in pregnant and non-pregnant women. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*, 2011;33(12):388-394.