

The Effects of Resting Physical Factors on Distance and Intensity of Six-Minute Walk Test in Healthy Female Subjects

Dong-Yeon Kang¹, Hye Young Lee²

¹Department of Health Care and Science, College of Health Science, Dong-A University, Busan; ²Department of Physical Therapy, Keimyung University Dongsan Medical Center, Deagu Korea

Purpose: The purpose of this study was to examine the correlations among the resting physical factors related to a six-minute walk test (6MWT) and to determine the effects of the resting physical factors on the distance and intensity related to the 6MWT in healthy female subjects.

Methods: A total of 43 healthy female subjects (22.84 ± 3.90 yrs) participated in this study. They performed the 6MWT, and the physical factors related to the 6MWT were assessed. SPSS 20.0 was used to analyze the data, and the mean and standard deviation were calculated, and the collected data were analyzed by the Pearson's correlation coefficient (among physical factors related to 6MWT) and independent t-test (between six-minute walk distance [6MWD] groups and six-minute walk intensity [6MWI] groups).

Results: The 6MWD had a significant negative correlation with the resting HR (beat/min) in healthy female subjects ($r = -0.49$, $p < 0.05$). The 6MWI had a significant negative correlation with the resting systolic blood pressure (SBP) ($r = -0.45$, $p < 0.01$). A comparison of the 6MWD revealed the long distance group (LDG, 700-799 m) to be significantly higher than the middle distance group (MDG, 600-699 m) in the 6MWI (%), %predicted distance (%), predicted VO₂max (mL/kg/min), resting HR (beat/min), and resting SBP (mmHg) ($p < 0.05$). In the comparison of 6MWI, the moderate intensity group (MIG, 64-75%HRmax) was significantly lower than the low intensity group (LIG, 50-63%HRmax) in the resting SBP (mmHg) ($p < 0.05$).

Conclusion: These results suggest that the resting physical factors are related to the 6MWD and 6MWI of the 6MWT in healthy females. In particular, SBP is associated with not only the 6MWD but also the 6MWI in 6MWT.

Keywords: Six-minute walk test, Submaximal oxygen uptake, Cardiopulmonary rehabilitation, Resting blood pressure

서론

6MWT는 최대운동부하검사(maximal exercise test)가 불가능한 허약한 노인이나 질환자의 최대산소섭취량(maximal oxygen uptake, VO₂max)을 비교적 안전하게 적은 비용과 장비로 추정할 수 있는 필드검사 방법 중 하나이다.^{1,5} 심혈관, 호흡계 및 근골격계의 기능에 영향을 받는 VO₂max는 심폐지구력(cardiorespiratory fitness)을 평가하는 기준이다. 따라서 VO₂max 평가는 물리치료가 심장호흡질환 예방 및 재활프로그램을 계획하고 평가하는 과정에서 필요한 기본 요소이기 때문에 6MWT에 대한 다양한 연구가 필요하다. 이미 환자를 대상으로 한 연구들이 있지만 특히, 젊은 심장호흡질환자의 재활치료가 진행될수록 참고할 건강한 대상자의 6MWT자료는 매우 필요하다.^{1,6,7}

6MWT에 관한 선행연구는 심장 및 호흡기질환자뿐만 아니라 뇌

졸중이나 파킨슨병환자와 같은 신경계 질환자의 운동능력평가, 재활 치료의 효과검증 그리고 노인의 6MWD추정방정식에 관한 연구가 대부분이다.^{2,3,8-15} 그러나 최근에는 건강한 한족 남성(179명, 23.9 ± 3.7 세)과 여성(176명, 23.8 ± 3.7 세)의 6MWD추정방정식 그리고 22-59세, 건강한 한국인 259명(남성: 95명, 여성: 164명)을 대상으로 실시한 연구와 같은 건강한 대상자의 6MWD추정방정식에 관한 연구가 진행되었다.^{4,16}

이와 같은 6MWD는 나이, 성별 및 신장 등과 같은 체격적 인자와 인구학적 인자(demographic factor)가 관련성이 높은 것으로 현재까지 보고되고 있지만 6MWT가 VO₂max추정을 목적으로 하는 심폐지구력검사는 관점에서 볼 때 심박수(HR), 혈압(BP)과 같은 생리적 인자에 영향을 받는다는 점을 고려하지 않을 수 없다.^{1-5,15-17} 이러한 것은 20대 폐동맥성 고혈압환자 82명(27.3세, BMI: 23.0 kg/m^2)에게 6MWT

Received Sep 21, 2017 Revised Oct 25, 2017

Accepted Oct 30, 2017

Corresponding author Hye Young Lee

E-mail happypt@hanmail.net

Copyright ©2017 The Korea Society of Physical Therapy

This is an Open Access article distribute 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.

를 실시하여 평균 6MAWD는 459.7 (m), 평균 HR은 안정 시 83 (beat/min), 사후 137 (beat/min)로 나타났으나 20대 건강한 259명(23.8세, BMI: 21.2 kg/m²)에게 6MWT를 실시하여 평균 6MWD가 627.3 (m), 평균 HR은 안정 시 75 (beat/min), 사후 116 (beat/min)으로 나타났다는 결과에서 6MWT에 대한 생리적 인자의 반응은 대상자의 컨디션에 따라 다르며 6MWD에 영향을 미칠 수 있다는 것을 알 수 있다.^{4,18} 특히 생리적 인자 중 HR과 BP은 심혈관계 상태를 알 수 있는 대표적인 지표로 신체활동이 증가함에 따라 HR과 수축기 혈압(systolic blood pressure, SBP)은 점진적으로 증가한다.¹ 선행연구에서 105명(68.9세, 남성: 27명, 여성: 78명)의 6MWD와 안정 시 SBP와의 관련성을 보고 하고 있어 노인을 대상으로 하여 연령에 따른 차이가 있기는 하지만 안정 시 SBP와 6MWD의 관련성에 대한 의문점이 제기된다.¹⁹ 왜냐하면 혈압(blood pressure, BP)은 대상자의 연령에 관계없이 심폐지구력과의 관련성이 높은 생리적 인자로 알려져 있기 때문에 6MWD에 대한 안정 시 HR과 SBP의 영향에 대한 연구의 필요성은 더욱 제기된다.¹⁹

한편, 6MWT는 스스로 걷는 속도를 조절할 수 있는 검사¹⁶로 미국 흉부학회(American Thoracic Society, ATS)의 6MWT 측정 가이드라인에서는 측정 시 대상자가 가능한 빠르게 걷기를 권고하는데 6MWT 동안 빠른 보행을 유지하면서 대상자가 느끼는 힘든 정도(intensity of the effort exerted)도 6MWD에 영향을 미치는 것으로 보고된다.^{20,21} 이것은 7개국에서 444명(58세, 남성: 238명, 여성: 206명)의 대상자에게 6MWT를 실시하여 나이, 성별, 신장 및 %HRmax와 관련된 6MWD 추정방정식을 보고함으로써 걷기강도(%HRmax)가 6MWD와 관련이 있음이 확인되었지만 대상자의 안정 시 생리적 인자가 6MWD와 6MWI에 미치는 영향을 구체적으로 확인한 연구는 찾기 어렵다.¹⁵

따라서 이 연구의 목적은 심호흡 및 근골격계 문제가 없는 20대 여성을 대상으로 6MWT관련 안정 시 생리적 요인과 6MWD의 상호관련성을 파악하고 6MWD와 6MWI에 따라 생리적 요인을 비교하여 6MWD 및 6MWI와 생리적 요인의 관련성을 분석하는 데 있다. 또한 이를 기초로 하여 건강한 20대 여성의 6MWT의 기초자료와 심호흡 질환자 재활치료프로그램의 참고자료를 제공하는 데 있다.

연구방법

1. 연구대상

이 연구에서 6MWT관련 안정 시 생리적 요인의 상관관계분석에 참여한 건강한 20대 여성 43명과 6MWD와 6MWI에 따른 6MWT관련 요인 비교에 참여한 31명의 신체적 특성은 다음과 같다(Table 1).

이들의 선정 기준은 선행연구를 참조하였으며 내용은 다음과 같다.^{4,16,19,20}

- 1) 지난 1년간 호흡 및 순환계 관련질환, 보행과 관련된 정형외과적 진단을 받지 않은 20대 여성.
- 2) 지난 3개월 동안 규칙적인 운동프로그램에 참여하지 않은 자.
- 3) 검사 전 8시간 동안 검사결과에 영향을 미칠 수 있는 약물, 카페인섭취, 신체조성에 영향을 미칠 정도의 과다한 음료섭취 및 흡연하지 않은 자.
- 4) 6MWD가 최소 500 m 이상, 6MWT 강도는 최소 50%HRmax 이상에 해당하는 자
- 5) 이 연구에 대한 목적을 이해하고 참여에 자발적으로 동의한 자로 하였다.

이 연구에서 변수간의 상호관련성 검증에는 43명을 대상으로 하였다. 그리고 ATS는 6MWT측정 가이드라인에서 측정 시 대상자가 가능한 빠르게 걸을 것을 권고하고 있다.²⁰ 따라서 이 연구에서는 이러한 점을 조금이라도 보완하고자 43명 중 선행연구에서 제시한 한국인 및 한족의 평균 6MWD를 참고하여 600 m 이상에 해당하지 않는 대상자를 제외한 31명을 6MWD와 6MWI에 대한 생리적 인자 비교를 위해 선정하였다.^{4,16} 그리고 이들 중 6MWD에 따른 비교를 위해 선행연구에서 평균 6MWD로 제시하는 범위 600-699 m에 해당하는 16명을 MDG, 700-799 m에 해당하는 15명을 LDG로 분류하였다.¹⁶ 그리고 6MWI에 따른 비교는 ACSM'S Guidelines for Exercise Testing and Prescription 9th를 참고하여 저강도에 해당하는 50-63%HRmax의 17명을 LIG로, 중강도에 해당하는 64-75%HRmax의 14명을 MIG로 분류하여 안정 시 생리적 인자를 비교하였다.¹

Table 1. The characteristics of subjects

| | | Age (yr) | Height (cm) | Weight (kg) | BMI (kg/m ²) |
|--------------|------------|------------|-------------|-------------|--------------------------|
| Total (n=43) | | 22.84±3.90 | 161.14±4.15 | 55.20±6.77 | 16.90±4.78 |
| 6MWD (n=31) | MDG (n=16) | 23.50±5.50 | 161.75±3.47 | 55.78±7.56 | 21.45±3.02 |
| | LDG (n=15) | 21.40±1.18 | 161.20±3.91 | 52.22±4.76 | 20.09±1.89 |
| 6MWI (n=31) | LIG (n=17) | 22.29±1.72 | 161.82±4.14 | 53.62±5.97 | 20.83±2.32 |
| | MIG (n=14) | 22.71±5.94 | 162.28±2.86 | 54.60±7.37 | 20.74±2.97 |

Values are presented as mean ± standard deviation.

6MAWD: six-minute actual walk distance, 6MWI: six-minute walk intensity, MDG: middle distance group (600-699m), LDG: long distance group (700-799m), LIG: low intensity group (50-63%HRmax), MIG: moderate intensity group (64-75%HRmax).

2. 실험방법

1) 측정도구

(1) 6MWT

ATS의 6MWT 측정가이드라인을 참고하였다.²⁰ 사전에 검사 시 주의 사항을 설명하였고 팔걸이가 있는 의자에 앉아 10분 정도 휴식 후 안정 시 BP (mmHg)는 3분 간격 3회를 왼쪽 상완동맥(brachial artery)에서 측정. HR (beat/min)은 3분 간격 3회를 왼쪽 요골동맥(radial artery)에서 검사자가 측정하여 평균값을 기록지에 기입하였다. 그리고 병력 및 현재 불편함 점 등에 대한 설문지를 작성하였다. 검사는 실내체육관에서 걷는 거리를 35 m로 설정하고 콘을 3 m마다 놓고 대상자가 그 콘을 따라 6분 동안 가능한 빠르게 걷도록 하였으며 35 m를 지날 때 마다 준비한 나무막대기를 대상자에게 주어 걸은 거리를 정확히 계산할 수 있도록 하였다. 대상자가 검사종료 신호음을 듣고 멈추서면 안정 시 측정자세와 위치를 동일하게 하여 검사자가 대상자의 BP (mmHg)와 HR (beat/min)을 측정하였고 멈춘 지점에서 가까운 콘과의 거리를 줄자로 1 cm까지 측정하여 6MWD를 기록지에 기입하였다. 이 검사의 검사 및 재검사 간 신뢰도는 $r = -0.97-0.99$ 이다¹

예측 6MWD, %예측 6MWD (%) 및 예측 VO_{2max} 는 다음의 산출공식을 참고하였다.^{1,22}

$$\text{예측 6MWD (m)} = (2.11 \times \text{키 cm}) - (2.29 \times \text{체중 kg}) - (5.78 \times \text{나이 yr}) + 667 \text{ m}$$

$$\% \text{예측 6MWD (\%)} = (6\text{MWD} / \text{예측 6MWD}) \times 100$$

$$\text{예측 } VO_{2max} \text{ (mL/kg/min)} = (0.02 \times \text{거리 m}) - (0.191 \times \text{나이 yr}) - (0.07 \times \text{체중 kg}) + (0.09 \times \text{키 cm}) + (0.26 \times \text{XRPP} \times 10^{-3}) + 2.45$$

$$\text{※ 심근부담지수(rate pressure product, RPP)} = \text{HR (beat/min)} \times \text{SBP (mmHg)}$$

(2) 6MWI

6MWT 직후 왼쪽 요골동맥(radial artery)에서 60.0 sec 동안 측정된 HR (beat/min)을 $220 - \text{나이}(\text{beat/min})$ 로 계산한 HRmax (beat/min)에 적용

하여 %HRmax를 산출 후 6MWI (%HRmax)로 사용하였다¹

3. 자료처리

모든 변수의 자료처리는 SPSS 20.0 Ver.을 이용하여 평균(M)과 표준편차(SD)를 구하였다. 6MWT관련 안정 시 생리적 변수간의 상호관련성을 검증하기 위하여 상관분석을 실시하였으며 Pearson's correlation coefficient를 산출하였다. 그리고 6MWT관련 안정 시 생리적 변수를 6MWD와 6MWI에 따라 비교하기 위하여 independent-t test를 실시하였다. 모든 통계적 유의수준은 $\alpha = 0.05$ 로 설정하였다.

결 과

1. 6MWT관련 안정 시 생리적 요인의 상관관계 분석

건강한 20대 여성(43명)의 6MWT관련 안정 시 생리적 요인의 상관관계를 분석한 결과는 다음과 같다(Table 2). 6MWD (m)는 안정 시 HR (beat/min) 및 HRmax (beat/min)와 유의한 상관을 보였다($p < 0.05$). 그리고 6MWI (%HRmax)도 안정 시 SBP (mmHg)와 유의한 음의 상관을 보였다($p < 0.01$).

2. 6MWT관련 안정 시 생리적 요인의 6MWD와 6MWI에 따른 비교

건강한 20대 여성 43명 중 31명의 6MWT관련 요인을 6MWD와 6MWI에 따라 비교한 결과는 다음과 같다(Table 3). 6MWD를 MDG (16명)와 LDG (15명)로 분류하여 비교한 결과는 나이(yr), 키(cm), 체중(kg), BMI (kg/m^2), 골격근량(kg) 및 HRmax (beat/min)를 제외한 항목에서 유의한 차이가 나타났다($p < 0.05$) 그리고 6MWI (%HRmax)를 LIG (17명)와 MIG (14명)로 비교한 결과는 안정 시 SBP (mmHg)에서 유의한 차이를 보였다($p < 0.01$).

Table 2. Correlations among physical factors related to 6MWT in subjects

| Total (n=43) | 6MWD (m) | 6MWI (%HRmax) | Predict distance (m) | %Predict distance (%) |
|-------------------------|----------|---------------|----------------------|-----------------------|
| Age (yr) | -0.37* | -0.16 | -0.79** | -0.18 |
| Height (cm) | -0.01 | 0.17 | 0.30* | -0.09 |
| Weight (kg) | -0.19 | 0.18 | -0.19 | -0.08 |
| BMI (kg/m^2) | -0.10 | 0.07 | -0.57** | -0.05 |
| Skeletal muscle (kg) | -0.01 | 0.23 | -0.24 | 0.04 |
| %body fat (%) | -0.28 | -0.04 | -0.28 | -0.18 |
| HRmax (beat/min) | 0.36* | 0.16 | 0.79** | 0.18 |
| Resting HR (beat/min) | -0.49** | -0.28 | -0.09 | -0.51** |
| Resting SBP (mmHg) | -0.42** | -0.45** | -0.10 | -0.42** |

Values are presented as mean ± standard deviation.

6MWD: six-minute walk distance, 6MWI: six-minute walk intensity.

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$.

Table 3. Comparisons of resting physical factors related to 6MWT, 6MWD and 6MWI in subjects

| | 6MWD (n=31) | | | 6MWI (n=31) | | |
|---|------------------|-----------------|---------|------------------|-----------------|---------|
| | MDG (n= 16) | LDG (n= 15) | p-value | LIG (n= 17) | MIG (n= 14) | p-value |
| Age (yr) | 23.50±5.50 | 21.40±1.18 | 0.159 | 22.29±1.72 | 22.71±5.94 | 0.783 |
| Height (cm) | 161.75±3.47 | 161.20±3.91 | 0.682 | 161.82±4.14 | 162.28±2.86 | 0.273 |
| Weight (kg) | 55.78±7.85 | 52.22±4.76 | 0.141 | 53.62±5.97 | 54.60±7.37 | 0.693 |
| BMI (kg/m ²) | 21.45±3.02 | 20.09±1.89 | 0.149 | 20.83±2.32 | 20.74±2.97 | 0.923 |
| Skeletal muscle (kg) | 20.89±2.48 | 20.44±1.68 | 0.559 | 20.42±2.32 | 20.97±1.86 | 0.487 |
| %body fat (%) | 30.61±4.80 | 26.96±4.04 | 0.030 | 29.35±4.50 | 28.22±5.15 | 0.519 |
| 6MWD (m) | 652.14±32.48 | 736.86±30.19 | 0.000 | 687.68±54.82 | 699.75±51.86 | 0.537 |
| 6MWI (%HRmax) | 59.36±5.38 | 64.94±6.89 | 0.017 | 57.08±3.85 | 68.11±3.60 | 0.000 |
| Predicted distance (cm) | 744.70±31.73 | 763.84±16.06 | 0.045 | 754.67±18.99 | 753.10±34.82 | 0.874 |
| % Predicted distance (%) | 87.63±4.12 | 96.50±4.37 | 0.000 | 91.11±6.81 | 92.90±5.28 | 0.430 |
| Predict VO ₂ max (mL/kg/min) | 24.39±1.58 | 26.27±0.94 | 0.000 | 25.31±1.45 | 25.29±1.84 | 0.981 |
| HRmax (beat/min) | 196.50±5.50 | 198.60±1.18 | 0.159 | 197.70±1.72 | 197.28±5.94 | 0.783 |
| Resting HR (beat/min) | 88.87±6.46 | 82.00±7.55 | 0.011 | 86.11±7.14 | 84.85±8.60 | 0.659 |
| Post HR (beat/min) | 116.62±10.82 | 129.00±13.87 | 0.009 | 112.88±8.07 | 134.42±8.90 | 0.000 |
| Resting SBP (mmHg) | 118.37±8.86 | 108.93±11.67 | 0.016 | 118.11±10.48 | 108.57±10.07 | 0.016 |
| RPP | 10512.75±1026.94 | 8950.06±1359.68 | 0.001 | 10171.00±1239.99 | 9253.42±1507.47 | 0.073 |

6MWD: six-minute walk distance, 6MWI: six-minute walk intensity, MDG: middle distance group (600-699 m), LDG: long distance group (700-799 m), LIG: low intensity group (50-63%HRmax), MIG: moderate intensity group (64-75%HRmax), RPP: rate pressure product.

고찰

6MWT는 Lipkin 등에 의해 처음 소개되었으며 기능을 평가하고 치료효과를 관찰하고 심장호흡계 질환의 경과를 예측하기 위해 개발되었다. 이것은 고정식 자전거나 트레드밀을 이용한 운동부하검사 및 12분간 걷기검사와 높은 상관관계를 보이는 최대하 운동검사이지만 질환이나 신체기능이 저하된 사람의 경우에는 거의 최대수준의 유산소 운동능력에까지도 도달하는 검사이다.¹⁷

이 연구에서는 6MWT관련 안정 시 생리적 요인과 6MWD 및 6MWI의 상호관련성을 파악하는 목적으로 건강한 20대 여성, 43명(22.8세)의 6MWT관련 안정 시 생리적 요인의 상관관계를 분석하였다. 그리고 그 중 31명(22.4세)의 6MWD에 따라 MDG (600-699 m, 16명)와 LDG (700-799 m, 15명)로 분류하고 강도에 따라 LIG (저강도, 50-63%HRmax, 17명)와 MIG (중강도, 64-75%HRmax, 14명)로 분류하여 6MWT관련 요인을 비교하여 얻은 결과는 다음과 같다.

이 연구에서 43명(22.8세)의 6MWT관련 안정 시 생리적 요인의 상관관계 분석결과는 안정 시 HR은 6MWD와, 안정 시 SBP는 6MWI와 유의한 음의 상관을 보였다($p < 0.05$). 그리고 31명의 6MWT관련 요인을 6MWD에 따라 분류하여 비교한 결과, LDG (15명)의 6MWI가 MDG (16명)보다 유의하게 높았으며 LDG의 안정 시 HR 및 SBP는 MDG보다 유의하게 낮게 나타났다($p < 0.05$). 마지막으로 31명의 6MWT관련 안정 시 생리적 요인을 6MWI에 따라 분류하여 비교한 결과는 LIG (17명)의 안정 시 SBP가 MIG (14명)보다 유의하게 높게 나타났다($p < 0.05$). 따라

서 이러한 결과를 참고로 다음과 같이 논의하였다.

선행연구에서는 6MWD에 강력한 영향을 미치는 요인으로 나이는 6MWD와 음의 상관관계를, 신장과는 양의 상관관계를 보이는 것으로 보고되고 있다. 이러한 이유는 나이의 증가와 함께 일반적으로 근량(muscle mass), 근력 및 VO₂max의 감소에 있으며 신장(height)은 긴 보폭 등에 영향을 미치는 데 있다고 하였다.^{4,15-18,21} 이와 관련하여 이 연구의 결과를 살펴보면 6MWD에 따른 MDG (23.5세, 161.7 cm)와 LDG (21.4세, 161.2 cm)의 신장(height) 비교의 결과는 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$). 하지만 평균 6MWD가 MDG (23.5세, 161.7 cm)는 652 m, LDG (21.4세, 161.2 cm)는 736 m로 나타났고 이러한 결과는 164명의 건강한 한국 여성(37.7세, 159.2 cm)의 평균 6MWD인 580 m보다 길고 95명의 건강한 한국 남성(34.8세, 173.6cm)의 628 m보다도 길다.⁴ 뿐만 아니라 179명의 건강한 한족 남성(23.9세, 172.6 cm)의 평균 6MWD인 646 m와 이 연구의 MDG 결과는 유사하다.¹⁶ 이러한 측면에서 이 연구의 평균 6MWD결과는 나이와 신장(height)이 영향을 미친 것으로 볼 수는 없다. 하지만 이 연구의 결과는 6MWT를 176명의 건강한 한족 여성(23.8세, 160.4 cm)에게 실시하여 6MWD와 안정 시 SBP가 유의한 음의 상관관계를 나타냈다는 것과 유사하다($r = -0.134$, $p < 0.05$).¹⁶ 그리고 105명(68세, 157 cm)을 대상으로 안정 시 HR과 SBP가 6MWD와 유의한 음의 상관관계를 보고한 연구는 비록 연구대상 이 노인이지만 이 연구의 결과와 유사하였다($p < 0.05$).¹⁹

한편 6MWD는 65%HRmax 이하에서보다 75%HRmax 이상에서 더 길게 보고된다.¹⁵ 즉 선행연구에서는 6MWD와 6MWI는 관련성이 있는

것으로 보고된다.^{15,20} 6MWT 동안 빠른 보행을 유지하면서 대상자가 느끼는 힘든 정도(intensity of the effort exerted)가 6MWD에 영향을 미치는 요인에 포함된다.^{15,21} 이 연구에서도 LDG와 MDG의 6MWT가 유의한 차이를 보였다($p < 0.05$). 뿐만 아니라 이 연구에서 MDG의 6MWD가 652 cm, 6MWT가 59%HRmax인 결과는 179명의 건강한 한쪽 남성(23.9세, 172.6 cm)의 평균 6MWD가 646 m이고 6MWT는 57%HRmax이었던 점과 유사하다는 것을 고려한다면 이 연구의 6MWD결과는 선행연구에서 관련성이 높게 제시되는 나이와 신장(height)보다는 6MWT와 관련이 있다고 생각된다.^{4,15-18,21} 이러한 것은 6MWD가 700-799 m인 그룹이 600-699 m인 그룹보다 6MWT와 6MWT 직후 HR이 상대적으로 유의하게 높게 나타난 결과에서도 확인할 수 있다($p < 0.05$).

한편 이 연구의 안정 시 HR과 SBP 비교에서 LDG가 MDG보다 유의하게 낮고 MIG가 LIG보다 안정 시 SBP가 유의하게 낮게 나타났다($p < 0.05$). 따라서 안정 시 SBP는 6MWD와 6MWT에 따른 그룹 간 비교에서 모두 유의한 차이를 보이는 안정 시 생리적 요인이다($p < 0.05$).

BP는 심장, 폐, 그리고 운동과 관련된 근육에 대한 생체정보를 제공하는 생리적 인자로 혈류와 압력을 만드는 능력을 나타내며 심장의 펌핑능력을 반영한다.²³ 뿐만 아니라 안정 시 높은 HR은 동맥경화 위험인자로 사망, 심혈관질환 이환율 및 장애와도 관련이 있고 특히 안정 시 SBP는 유산소 능력이 증가함에 따라 감소하는 것으로 보고된다.^{19,24,25}

SBP 증가의 주된 원인은 심박출량(cardiac output)의 증가이며 HR의 증가는 교감신경계 활성화에 있다. 그리고 심박출량은 HR과 1회 심박출량(stroke volume, SV)에 의해 좌우되는데 일반적으로 유산소 능력이 뛰어난 사람은 HR보다 SV가 증가된다. 따라서 이들의 HR의 증가는 심폐지구력이 덜 우수한 사람에 비해 상대적으로 낮은 편이다.^{26,27} 이러한 측면에서 본다면 이 연구의 결과는 6MWD가 700-799 m인 그룹은 600-699 m인 그룹보다 상대적으로 유산소 능력이 우수하여 안정 시 HR과 SBP가 낮고 검사 직후 HR이 높으며 64-75%HRmax (중강도)인 그룹의 안정 시 SBP가 50-63%HRmax (저강도)인 그룹보다 상대적으로 낮다고 해석할 수 있다. 비록 이러한 해석이 연구 집단이 작아 보편성을 가질 수는 없지만 이 연구 결과에서 건강한 20대 여성의 안정 시 SBP는 이들의 6MWT와 관련이 있다는 것과 유산소 능력이 좋은 20대 여성은 유산소 능력이 상대적으로 낮은 여성보다 안정 시 HR과 SBP가 더 낮으며 6MWT 동안 더 높은 강도를 유지하면서 걸을 수 있다는 것을 확인하였다.

참고문헌

- American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 9th ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins. 2014;76-7.
- Sperandio EF, Arantes RL, Matheus AC et al. Intensity and physiological responses to the 6-minute walk test in middle-aged and older adults: a comparison with cardiopulmonary exercise testing. *Braz J Med Biol Res.* 2015;48(4):349-53.
- Zainulldin R, Mackey MG, Alison JA. Prescription of walking exercise intensity from the 6-minute walk test in people with chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2015;35(1):65-9.
- Kim AL, Kwon JC, Park I et al. Reference equations for the six-minute walk distance in healthy Korean adults, aged 22-59 years. *Tuberc Respir Dis.* 2014;76(6):269-75.
- Kim K, Kang DY, GU HM et al. Cardiovascular and pulmonary physical therapy. Seoul, Jungdam media, 2013:143-50.
- Um KM, Kim GD, Hwang MH. A comparative study on the cardiovascular function response to maximal exercise of chronic low back pain patients and normal group. *J Kor Phys Ther.* 2000;12(3):379-86.
- Lee HY, Kang DY, Kim K. Analysis of correlation between respiratory characteristics and physical factors in healthy elementary school childhood. *J Kor Phys Ther.* 2013;25(5):330-6.
- Vegh EM, Kandala J, Orencole M et al. Device-measured physical activity versus six-minute walk test as a predictor of reverse remodeling and outcome after cardiac resynchronization therapy for heart failure. *Am J Cardiol.* 2014;113(9):1523-8.
- Russo D, Simonelli C, Paneroni M et al. Is there an optimal level of positive expiratory pressure (PEP) to improve walking tolerance in patients with severe COPD? *Arch Bronconeumol.* 2016;52(7):354-60.
- Kim BR, Park J. Effect of the high frequency chest wall oscillation (HFCWO) on pulmonary function and walking ability in stroke patients. *J Kor Phys Ther.* 2017;29(2):50-4.
- Song YH, Lee HM. The effect of treadmill training applied simultaneously with action observation on walking ability in chronic stroke patients. *J Kor Phys Ther.* 2016;28(3):176-82.
- Bang DH, Noh HJ. Effects of aerobic exercise on disease severity and walking ability in patients with Parkinson's disease. *J Kor Phys Ther.* 2016;28(4):227-31.
- Kobayashi E, Himuro N, Takahashi M. Clinical utility of the 6-min walk test for patients with moderate Parkinson's disease. *Int J Rehabil Res.* 2017;40(1):66-70.
- Kang DY, Cheon SM, Sung HR et al. Correlations among respiratory function, UPDRS and senior fitness in Parkinson's disease patients. *J Kor Phys Ther.* 2016;26(2):48-55.
- Casanova C, Cell BR, Barria P et al. The 6-min walk distance in healthy subjects: reference standards from seven countries. *Eur Respir J.* 2011; 37(1):150-6.
- Zou H, Zhang J, Chen X et al. Reference equations for the six-minute walk distance in the healthy Chinese Han population, aged 18-30 years. *BMC Pulm Med.* 2017;17(1):119.
- Ajiboye OA, Anigbogu CN, Ajuluchukwu JN et al. Prediction equations for 6-minute walk distance in apparently healthy Nigerians. *Hong Kong Physiotherapy Journal.* 2014;32(2):65-72.
- Zapico AG, Fuentes D, Rojo-Tirado MA et al. Predicting peak oxygen uptake from the 6-minute walk test in patients with pulmonary hypertension. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2016;36(3):203-8.
- Wanderley FA, Oliveira J, Mota J et al. Six-minute walk distance (6MWD) is associated with body fat, systolic blood pressure, and rate-

- pressure product in community dwelling elderly subjects. *Arch Gerontol Geriatr.* 2011;52(2):206-10.
20. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166:111-7.
21. Biswas D, Dey A, Chakraborty M et al. Habitual physical activity score as a predictor of the 6-min walk test distance in healthy adults. *Respir Investig.* 2013;51(4):250-6.
22. Enright PL, Sherrill DL. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998;158:1384-7.
23. Kato Y, Suzuki S, Uejima T et al. Variable prognostic value of blood pressure response to exercise. *J Cardiol.* 2017;9:1-5.
24. Wang A, Tao J, Guo X et al. The product of resting heart rate times blood pressure is associated with high brachial-ankle pulse wave velocity. *PLoS One.* 2014;9(9):1-7.
25. Asayama K, Hozawa A, Taguri M et al. Blood pressure, heart rate, and double product in a pooled cohort: the Japan arteriosclerosis longitudinal study. *J Hypertens.* 2017;35(9):1808-15.
26. Anatomy & Physiology Professor Association of the Korea. *Physiology.* 5th ed. Seoul, Jungdam media, 2017:337-8.
27. Kisner C, Colby L. *Therapeutic exercise foundations and techniques* sixth edition. Philadelphia, The F.A. Davis Company, 2016:200-5.