

## 단기간 스핀닝 운동이 젊은 여성의 혈관기능에 미치는 효과

서울시립대학교 스포츠과학과<sup>1</sup>, 서울시립대학교 도시보건대학원<sup>2</sup>김영우<sup>1</sup> · 조민정<sup>1</sup> · 김현정<sup>1</sup> · 제세영<sup>1,2</sup>

## Effects of Short-term Spinning Exercise on Vascular Function in Young Women

Young Woo Kim<sup>1</sup>, Min Jeong Cho<sup>1</sup>, Hyun Jeong Kim<sup>1</sup>, Sae Young Jae<sup>1,2</sup><sup>1</sup>Department of Sport Science, University of Seoul, Seoul,<sup>2</sup>Graduate School of Urban Public Health, University of Seoul, Seoul, Korea

**Purpose:** Regular aerobic exercise has been recommended as an effective lifestyle strategy for the prevention and treatment of cardiovascular disease. However, it is unclear whether short-term exercise (< 6 weeks) can also improve vascular function. Thus, we sought to evaluate the efficacy of short-term spinning exercise to improve vascular function and body composition in young women.

**Methods:** Twelve young women (age, 22±2 years; body mass index, 22.2±3.3 kg/m<sup>2</sup>) participated in 10 spinning exercise sessions (50 minutes per session including 5 minutes for warm up and cool down) at 60% to 85% age predicted maximal heart rate. Assessments were hemodynamics (heart rate [HR], rate-pressure product [RPP], brachial and central blood pressure) and vascular function (carotid to femoral pulse wave velocity [c-f PWV], augmentation index normalized to a HR of 75 beats [Alx@75], brachial artery flow-mediated dilation [FMD]), and body composition. All measurements were obtained at baseline before (test 1 [T<sub>1</sub>] and test 2 [T<sub>2</sub>]) and again after completion of the last spinning exercise session (test 3 [T<sub>3</sub>]).

**Results:** Short-term spinning exercise reduced c-f PWV (T<sub>1</sub>: 6.2±0.7 m/sec, T<sub>3</sub>: 5.7±0.6 m/sec, p=0.012), Alx@75 (T<sub>1</sub>: 2.4%±8.8%, T<sub>3</sub>: -5.9%±9.3%, p<0.001) and increased brachial artery FMD (T<sub>1</sub>: 8.0%±4.0%, T<sub>3</sub>: 11.8%±5.4%, p=0.002). Percent body fat also decreased after short-term spinning exercise (T<sub>1</sub>: 29.3%±6.0%, T<sub>3</sub>: 28.4%±6.1%, p=0.011). In addition, all participants achieved 100% adherence.

**Conclusion:** These findings provide preliminary evidence for the effects of short-term spinning exercise to improve vascular function and body composition in young women.

**Keywords:** Aerobic exercise, Cardiovascular disease, Vascular stiffness, Endothelial function, Body composition

Received: December 17, 2021 Revised: August 5, 2022 Accepted: August 12, 2022

Correspondence: Sae Young Jae

Department of Sport Science, University of Seoul, 163 Seoulsiripdae-ro, Dongdaemun-gu, Seoul 02504, Korea

Tel: +82-2-6490-2953, Fax: +82-2-6490-2949, E-mail: syjae@uos.ac.kr

Copyright ©2022 The Korean Society of Sports Medicine

© 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.

## 서론

세계보건기구(World Health Organization)에 따르면 심혈관계 질환은 주요 사망 원인 중 하나이며, 심혈관계 질환에 의한 사망률은 매년 꾸준히 증가하고 있다<sup>1</sup>. 최근 통계청 자료(2015-2019)에 따르면 과거에는 주로 남성에서 발생하는 질환으로 여겨진 심혈관계 질환이 남성보다 여성에서 더 많이 발생하고 있다고 제시되었다<sup>23</sup>. 더욱이 폐경기 이후 여성에서 심혈관계 질환의 위험도가 2배 이상 급격하게 증가한다고 보고되었다<sup>3</sup>. 미국심장협회(American Heart Association)에서는 심혈관계 질환의 위험인자로 고혈압, 당뇨, 비만, 신체활동 부족 등을 제시하는데<sup>4</sup>, 특히 젊은 성인기에 발생하는 고혈압, 당뇨병, 동맥경화 등의 만성질환은 향후 심혈관계 질환의 발생 위험도를 높인다고 보고되었다<sup>5</sup>. 또한 젊은 성인에서부터 심혈관계 질환의 위험인자를 전략적으로 관리하는 것이 미래의 심혈관계 질환 발병률 감소에 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것이라고 강조하였다<sup>6</sup>. 그러나 대부분의 젊은 여성들은 이에 대한 인식이 낮아 예방관리를 하지 않는 경우가 빈번하다. 따라서 여성에서의 심혈관계 질환 발생을 예방하기 위해 조기에(예: 20대) 심혈관계 질환의 위험인자를 적극적으로 관리하는 것이 무엇보다 중요하다.

규칙적인 유산소 운동은 이러한 만성질환 및 심혈관계 질환 발생률을 낮추는 데 효과적이라고 알려져 있다<sup>7</sup>. 한 메타분석 연구 결과에서는 4주 이상의 유산소 운동은 심혈관계 질환의 전통적인 위험인자인 혈압을 효과적으로 낮춘다고 보고하며 유산소 운동의 중요성을 강조하였다<sup>8</sup>. 특히 심혈관계 질환의 전통적인 위험인자 외에 혈관기능(vascular function)이 심혈관계 질환 위험의 독립적인 예측인자라고 제시하였으며, 내피세포 기능장애와 동맥경직도의 증가를 통해 심혈관계 질환의 유병률 및 사망률 증가를 예측할 수 있다고 보고되었다<sup>9,10</sup>. 규칙적인 운동은 혈관 내벽의 전단응력(shear stress)을 증가시킴으로써 혈관확장 물질인 산화질소(nitric oxide, NO) 생산을 통해 혈관 내피세포기능과 동맥경직도와 같은 혈관기능을 개선한다고 나타냈다<sup>11</sup>. 규칙적인 유산소 운동이 심혈관 건강을 증진한다는 많은 연구 결과에도 불구하고 여성에서의 유산소 운동 실천율은 약 44%로 매우 낮은 수준을 나타냈으며, 매년 하락 추세를 보이고 있다<sup>12</sup>. 이러한 이유로는 개인적, 환경적 요인 등이 있지만, 시간 부족 현상이 운동 참여와 지속의 주요 장애요인으로 꼽히고 있다고 보고하였다<sup>12</sup>. 이에 따라 짧은 기간의 운동만으로도 혈관기능 개선효과를 얻을 수 있는지에 대한 관심이 높아지고 있다.

최근 단기간(2주-6주 이내)의 운동 참여로도 건강 증진 효과를 기대할 수 있다는 연구들이 제시되었으며, 단기간의 유산소 운동

을 통해 신체조성, 혈중지질 및 혈압에 긍정적인 영향을 미친다고 보고되었다<sup>13,14</sup>. 그러나 단기간 운동이 혈관기능(동맥경직도, 혈관 내피세포 기능)에 미치는 효과에 대한 연구는 부족하며<sup>15</sup>, 이에 대한 국내 연구는 거의 없다. 따라서 본 연구는 3주간 스피닝 운동을 실시하여 단기간 유산소 운동이 젊은 여성의 혈관기능에 미치는 효과를 확인해보고자 한다.

## 연구 방법

### 1. 연구대상

본 연구는 서울시립대학교 모집공고를 통해 20대의 건강한 여성 총 12명(나이, 22±2세; 체질량지수, 22.2±3.3 kg/m<sup>2</sup>)을 모집하였다. 기초설문지 작성을 통해 연구 참여자의 개인 및 가족 병력, 현재 복용 중인 약물, 신체활동 수준을 조사하였고 심혈관계 질환, 대사성 질환 혹은 근·골격계 질환을 진단받거나 신체활동에 제한이 있는 자는 연구 참여를 제한하였다. 참여자들의 임상적 특징은 Table 1과 같다. 본 연구는 서울시립대학교 생명윤리위원회의 승인을 받았으며(No. UOS IRB 2020-11), 모든 참여자들에게 연구의 내용과 목적을 연구자가 직접 설명하고 실험 참가 동의를 받은 후에 실험을 진행하였다.

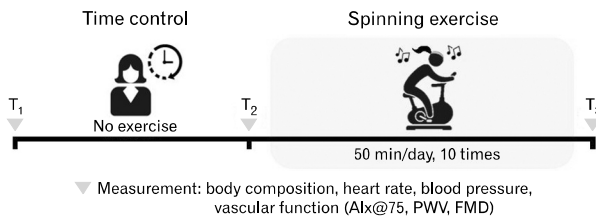
### 2. 연구설계 및 절차

본 연구는 단일집단 시간 통제-중재 처치 설계(one group time control-intervention trial)로 실시하였다. 피험자는 연구실에 총 3번 방문하여 실험에 참여하였다. 1차 사전검사(test 1, T<sub>1</sub>) 후 1주간 무처치 시간 경과에 따른 변화를 알아보기 위해 동일한 방식으로 2차 사전검사(test 2, T<sub>2</sub>)를 실시하였다. 두 차례의 사전검사 후 3주간(2021년 2월 9일-26일) 총 10회의 스피닝 운동을 실시하였다. 마지막 운동 회차(10회차) 다음 날에 사후검사(test

Table 1. Subjects' characteristics

| Characteristic                       | Value     |
|--------------------------------------|-----------|
| No. of subjects                      | 12        |
| Age (yr)                             | 22.1±2.1  |
| Height (cm)                          | 161.3±2.3 |
| Weight (kg)                          | 57.8±9.4  |
| Body mass index (kg/m <sup>2</sup> ) | 22.2±3.3  |
| Body fat (%)                         | 29.4±6.0  |
| Lean body mass (kg)                  | 37.6±3.2  |
| Resting heart rate (beats/min)       | 72.5±6.2  |

Values are presented as number only or mean±standard deviation.



**Fig. 1.** Experimental design. Alx@75: augmentation index adjusted to a heart rate of 75, PWV: pulse wave velocity, FMD: flow-mediated dilation.

3, T<sub>3</sub>)를 실시하였으며, 사전·사후검사는 모두 동일한 시간대(08:00–12:00)에 측정하였다. 모든 검사에서 동일한 장비와 방식으로 종속변인(신체조성, 심박수 및 혈압, 동맥경직도, 상완동맥 혈관 내피세포 이완능[flow-mediated dilation])을 측정하였다. 혼란변수의 영향을 최소화하기 위해 피험자들은 사전검사와 사후검사 당일 12시간 전부터 격렬한 운동을 제한하고 8시간 이상 공복상태를 유지하며 알코올과 카페인 섭취 및 흡연을 삼가하도록 하였다. 또한 사전 및 사후 검사기간 내의 실험실 실내 온도를 21℃에서 23℃로 유지하였다. 전반적인 실험 설계는 Fig. 1에 제시하였다.

### 1) 스피닝 운동

스피닝 운동은 실내 고정식 사이클(S-1 spin cycle; Donghwa Sports, Busan, Korea)을 이용하여 전문 강사의 지도 하에 3주간 총 10회 실시하였으며, 그룹 운동으로 진행하였다. 매회 운동 시간은 가벼운 페달링과 스트레칭으로 구성된 준비운동(5분)과 정리운동(5분)을 포함하여 약 50분 정도 진행하였다. 본 운동 내용은 페달링, 스프린트, 기본 및 응용동작, 안무동작과 앞/뒤, 좌/우 웨이브 동작으로 구성하였다. 스피닝 운동의 강도를 확인하기 위해 매 운동 세션마다 무선 심박동 장비(Fitbit Charge 2; Fitbit Inc., San Francisco, CA, USA)를 이용하여 무작위로 피험자 4명을 선정하여 5분 간격으로(운동 중 총 10회) 심박수를 확인하였으며, 운동 중 피험자의 심박수는 최대 심박수의 60%–85%로 관찰되었다. 스피닝 운동의 평균 운동 강도는 최대 심박수(220–나이)의 약 70%였으며, 최고 운동 강도는 최대 심박수의 약 85%로 나타났다.

### 3. 측정 변인

종속 변인으로 신체조성, 심박수 및 혈압, 혈관기능(동맥경직도, 상완동맥 혈관 내피세포 이완능)을 운동 전(T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>)과 후(T<sub>3</sub>)에 총 3번 측정하였다. 신체조성은 생체전기저항법(Inbody 3.0; Biospace, Seoul, Korea)을 사용하여 측정하였다. 심박수와 상완

동맥 혈압은 누운 자세로 자동혈압계(JPN601; Omron, Kyoto, Japan)를 이용하여 측정하였다. 상완동맥 혈압은 총 2회 측정하여 두 값의 평균값을 자료로 이용하였다. 중심동맥 혈압은 요골동맥에서 검출된 맥파에서 generalized transfer function (SphygmoCor System; AtCor Medical, Sydney, NSW, Australia)을 이용하여 산출하였다. 동맥경직도는 요골동맥 맥파증폭지수와 경동맥-대퇴동맥 맥파전파속도를 통해 평가하였다. 요골동맥 맥파증폭지수는 심박수의 영향을 보정하기 위해 75박 보정 값(augmentation index normalized to a heart rate of 75 beats, Alx@75)을 종속변수로 설정하였으며, 측정치의 정확도를 위하여 품질지수(quality index)가 80% 이상인 값을 자료로 이용하였다. 경동맥-대퇴동맥 맥파전파속도는 Clinical Application of Arterial Stiffness, Task Force III의 지침에 따라 SphygmoCor를 이용하여 측정하였다<sup>11</sup>. 상완동맥 혈관 내피세포 의존성 이완능은 초음파 장비(Arietta 60; Hitachi Aloka Medical, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 혈관 내피세포 의존성 이완능의 값(%)은 자동소프트웨어(FMD Studio; Quipu srl, Pisa, Italy) 프로그램을 이용하여 실시간으로 분석한 값을 사용하였다.

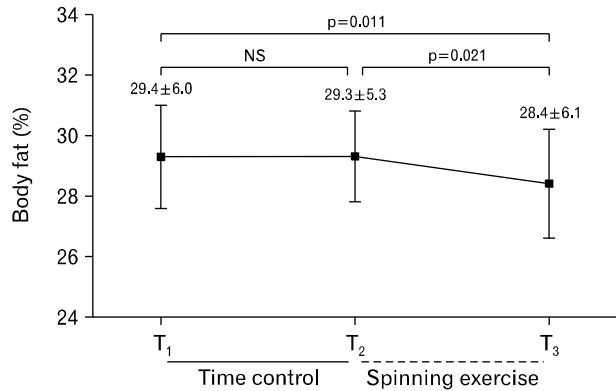
### 4. 자료 처리

모든 자료는 평균과 표준편차의 값으로 나타냈으며, Shapiro-Wilk 검사를 통해 정규성 분포를 확인하였다. 정규성 분포를 이루지 않는 데이터는 Friedman과 Wilcoxon 검정을 통해 측정 시기에 따른 시간별 종속변인의 차이를 확인하였다. 단기간 스피닝 운동 후 종속변인의 변화를 알아보기 위해 정규성 분포를 이루는 데이터는 처치 2개(무처치 시간 경과에 따른 통제, 스피닝 운동)와 측정 횟수 3회(T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>)를 선정하여 반복측정 분산분석(repeated measures ANOVA)을 실시하였으며, 집단 간 사후검정(post-hoc)은 least significant difference test를 이용하였다. 모든 통계 처리는 IBM SPSS for Windows version 26.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) 프로그램을 이용하였으며, 통계적 유의수준은  $\alpha < 0.05$  로 검정했다.

## 결 과

모든 자료에서 무처치 시간 경과에 따른 유의한 변화는 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ). 3주간 총 10회의 스피닝 운동 후 체지방률은 약 1% 감소하였으며, 통계적으로 유의한 감소효과를 보였다(time effect,  $p = 0.011$ ) (Fig. 2). 체중과 체질량지수는 감소하고 체지방량은 증가하는 경향을 보였으나, 시간에 따른 유의한 변화가 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ). 상완동맥 및 중심동맥의 수축기 혈압, 이완기

혈압, 그리고 맥압도 감소하는 경향을 보였으나, 시간에 따른 유의한 변화가 나타나지 않았다( $p>0.05$ ) (Table 2). 단기간의 스피닝 운동 후 동맥경직도의 지표인 요골동맥 맥파증폭지수



**Fig. 2.** Effects of spinning exercise on body fat. Values are presented as mean±standard deviation. NS: not significant.

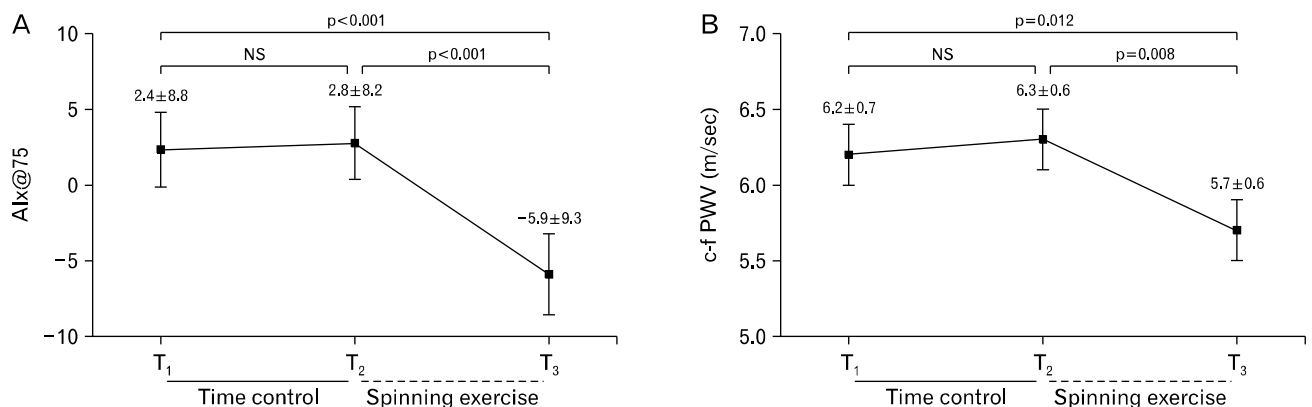
**Table 2.** Effects of spinning exercise on blood pressure

| Blood pressure (mm Hg) | T <sub>1</sub> | T <sub>2</sub> | T <sub>3</sub> | p-value, time |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| Brachial artery        |                |                |                |               |
| SBP                    | 103.5±7.5      | 103.0±8.0      | 101.9±7.7      | 0.585         |
| DBP                    | 69.3±9.5       | 70.0±6.6       | 68.5±7.7       | 0.826         |
| MBP                    | 149.7±13.2     | 149.4±12.1     | 147.6±12.4     | 0.625         |
| Pulse pressure         | 34.2±5.7       | 33.3±3.7       | 33.3±3.9       | 0.869         |
| Central artery         |                |                |                |               |
| SBP                    | 91.2±8.2       | 92.0±8.6       | 90.0±8.4       | 0.192         |
| DBP                    | 69.3±7.7       | 70.3±7.1       | 68.7±8.3       | 0.440         |
| MBP                    | 137.4±13.1     | 138.8±13.1     | 135.8±13.7     | 0.233         |
| Pulse pressure         | 21.8±3.2       | 21.7±3.4       | 21.3±3.1       | 0.856         |

Values are presented as mean±standard deviation.

SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, MBP: mean blood pressure.

Refer to Fig. 1 for the description of T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>.

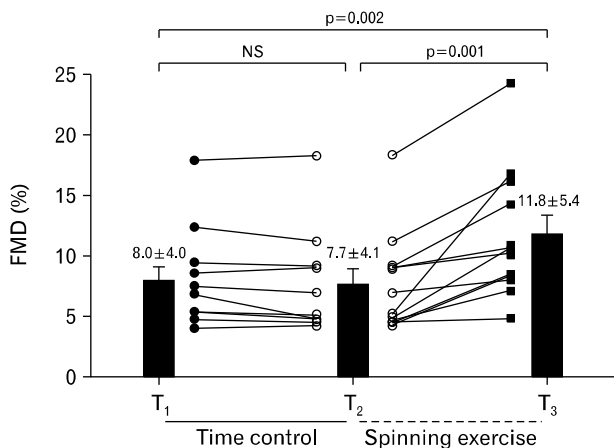


**Fig. 3.** Effects of spinning exercise on (A) augmentation index adjusted to a heart rate of 75 (AIx@75) and (B) carotid to femoral pulse wave velocity (c-f PWV). Values are presented as mean±standard deviation. NS: not significant.

(AIx@75)와 경동맥-대퇴동맥 맥파전파속도(carotid to femoral pulse wave velocity, c-f PWV) 모두 통계적으로 유의하게 감소하였다(time effect,  $p<0.001$  and  $p=0.012$ ) (Fig. 3). 상완동맥 혈관 내피세포 의존성 이완능은 3주간의 운동 전( $8.0\%\pm4.0\%$ )에 비해 운동 후( $11.8\%\pm5.4\%$ )에 약 3.8%가 증가하였으며, 시간에 따른 유의한 개선효과가 나타났다(time effect,  $p=0.002$ ) (Fig. 4). 연구에 참여한 피험자 총 12명의 운동 참여율(exercise adherence)은 100%로 나타났다.

## 고 찰

규칙적인 유산소 운동은 현대인의 만성질환을 예방하는 효과가 있을 뿐만 아니라 심혈관계 질환의 위험을 낮춘다고 제시되어 왔다. 그럼에도 불구하고 우리나라 성인의 절반 이상이 운동 권장량을 충족하지 않는 것으로 보고되었다<sup>11</sup>. 또한 많은 연구들을 통해 규칙적인 유산소 운동의 심혈관 건강 개선효과가 보고되



**Fig. 4.** Effects of spinning exercise on brachial artery flow-mediated dilation (FMD). Values are presented as mean±standard deviation. NS: not significant.

고 있으나<sup>14</sup>, 단기간 운동(6주 이하)에 대한 혈관기능 개선효과에 대한 연구는 매우 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 스피닝 운동을 실시하여 단기간 유산소 운동이 젊은 여성의 혈관기능에 미치는 효과에 대해서 알아보고자 하였다. 연구 결과, 3주간의 스피닝 운동은 체지방률, 동맥경직도(AIx@75, c-f PWV)와 혈관 내피세포 기능을 유의하게 개선시켰다.

본 연구에서 3주간의 스피닝 운동 후, 체지방률이 통계적으로 유의하게 감소하였다. 이러한 결과는 폐경기 여성을 대상으로 3주간 총 10회의 유산소 운동을 실시하였을 때 체지방률이 약 1.41% 감소하였다는 Jahangard 등<sup>16</sup>의 연구와 일치하는 것으로 나타났다. 또한 Kaya 등<sup>17</sup>의 연구에서 여성을 대상으로 6주간 주 3회 스피닝 운동을 실시한 결과, 운동 3주 후부터 신체조성의 유의한 개선효과가 나타났으며 체중과 체지방률이 유의하게 감소하였다고 보고하였다. Yeh 등<sup>18</sup>의 메타분석 연구에서 단기간의 운동은 체지방률 감소에 효과적이라고 보고하였으며, 이러한 기전으로 운동을 통해 발생하는 베타 산화(beta-oxidation) 과정에 의해 유리지방산 산화와 지방 분해가 유도되어 발생할 수 있다고 제시하였다. 본 연구에서는 단기간 운동의 신체조성 개선효과에 대한 기전 연구를 수행하지는 못하였으나, 비교적 짧은 운동 기간이 체지방률 감소에 효과적임을 입증하였다.

많은 선행 연구에서 규칙적인 유산소 운동은 혈압 강하에 효과적이라고 보고하였다<sup>19</sup>. 본 연구에서 상완동맥 및 중심동맥 혈압은 감소하는 경향이 나타났으나, 유의한 변화가 나타나지 않았다. Chavarrias 등<sup>20</sup>은 체적적 문헌고찰에서 운동 기간이 길수록 혈압 감소에 대한 운동의 효과는 더 커진다고 보고하였다. 본 연구에서 운동 기간은 비교적 짧은 3주간(총 10회) 실시되었다는 점에서 혈압 강하 효과가 나타나지 않은 것으로 생각된다.

더욱이 유산소 운동의 혈압 강하 효과는 중·노년의 대상자 혹은 비만, 고혈압을 가진 대상에서 더욱 잘 나타난다고 보고되었으나<sup>21,22</sup>, 본 연구는 평균 기저 혈압이 104/69 mm Hg인 젊고 건강한 20대 여성을 대상으로 하였기에 단기간 스피닝 운동에 따른 혈압 강하 효과가 유의하게 나타나지 않은 것으로 생각된다.

단기간의 스피닝 운동은 혈관기능에도 긍정적인 영향을 주었는데, 혈관기능의 지표인 동맥경직도와 혈관 내피세포기능을 유의하게 개선시켰다. 그 동안 여러 선행연구에서 규칙적인 유산소 운동이 혈관기능을 개선한다고 제시하였다<sup>23,24</sup>. 동맥경직도의 지표인 요골동맥 맥파증폭지수(AIx@75)와 경동맥-대퇴동맥 맥파전파속도(c-f PWV)가 통계적으로 유의하게 감소하였다. 그 중에서도 c-f PWV는 중심동맥 경직도를 측정하는 golden-standard로 여겨지고 있는데<sup>23</sup>, Siasos 등<sup>23</sup>의 메타분석 연구에 따르면 유산소 운동은 c-f PWV를 약 0.7 m/sec 정도 감소시킨다고 보고하였다. 본 연구에서도 선행연구와 유사하게 단기간 스피닝 운동 후 c-f PWV가 약 0.5 m/sec 정도 감소하는 결과가 나타났다. 유산소 운동의 혈관기능 개선효과에 대한 기전은 확실하게 밝혀지지 않았으나, 규칙적인 유산소 운동을 통한 혈류량(blood flow)과 혈관 내의 전단응력 증가로 산화질소 합성효소(endothelial NO synthase, eNOS)의 활성화와 NO의 생성을 촉진하여 NO 생체이용률을 증가시키고 혈관 확장을 촉진한 것으로 생각된다<sup>25</sup>. 또한 Lee 등<sup>25</sup>은 체지방률의 변화와 동맥경직도 변화 간에 유의한 정적 상관관계를 제시하였다. 단기간의 스피닝 운동을 통한 체지방률 감소가 동맥경직도 개선에 긍정적인 영향을 줄 수 있다는 설득력 있는 주장을 고려해볼 수 있다. 따라서 단기간 운동을 통한 체지방률의 감소는 혈관기능 개선에 중요한 요인이 될 수 있을 것이라고 생각된다. 그러나 아직까지 많은 연구에서 체지방률과 혈관기능의 상호작용 관계에 대해 논쟁하고 있으므로 이에 대한 추가적인 연구가 필요하다<sup>26</sup>.

Inaba 등<sup>27</sup>의 메타분석 연구에서는 이완능의 약 1% 증가는 심혈관계 질환의 위험률을 약 12% 낮춘다고 제시하였다. 더욱이 내피세포기능 장애는 심혈관계 질환의 독립적인 위험인자로 알려져 있다<sup>28</sup>. 이에 본 연구에서는 혈관 내피세포기능을 평가하기 위해 상완동맥 혈관 내피세포 의존성 이완능을 평가하였다. Pedralli 등<sup>29</sup>의 메타분석 연구 결과, 유산소 운동은 상완동맥 혈관 내피세포 의존성 이완능을 약 1.45% 정도 유의하게 증가시켰다고 보고하였다. 또한 O'Brien 등<sup>30</sup>은 6주간 주 3회 중강도의 유산소 운동을 실시한 결과, 이완능이 4.7%에서 7.1%로 약 2.4% 증가하였다고 보고하였다. 본 연구에서도 선행연구와 유사하게 단기간 스피닝 운동 후 이완능이 약 3.8% 증가하였다. 그러나 아직까지 운동 기간에 대한 내피세포기능 개선효과와 발생 기전

은 명확하지 않다. 선행 연구에서 젊은 남성을 대상으로 4주간 사이클 운동을 실시한 결과 상완에서의 NO 생성과 혈류량이 증가하였다<sup>31</sup>. 또한 7-10일간의 운동 후 eNOS의 활성화와 이완능의 증가를 나타낸 동물 연구를 통해 단기간의 운동이 혈관기능 개선에 기여할 수 있는 것으로 생각된다<sup>32</sup>.

이상의 결과를 종합해보면, 본 연구에서 비교적 짧은 기간인 3주간 총 10회의 스피닝 운동은 젊은 여성의 혈관기능 개선에 효과적임을 입증하였다. 그러나 본 연구는 다음과 같은 제한점이 있다. 첫째, 본 연구는 젊은 여성만을 대상으로 하기 때문에 다른 연령 및 질병이 있는 대상자에서는 다른 결과가 나타날 수 있다. 둘째, 본 연구는 그룹 운동으로 진행되어 피험자 각각의 운동에 대한 에너지 소비량을 동일하게 일치시키지 못하였다. 셋째, 본 연구는 피험자들의 여성 호르몬 주기 및 식이를 통제하지 못하였다. 넷째, 운동으로 나타날 수 있는 일시적 효과를 통제하지 못하였으며, 단기간 운동의 혈관기능 개선효과가 지속적으로 나타나는지에 대해 확인하지 못하였다. 그러나 본 연구는 단기간 스피닝 운동이 젊은 여성의 혈관기능 개선효과가 있다는 것을 증명한 첫 번째 국내 연구라는 점에 의의가 있다.

결론적으로, 본 연구에서 단기간의 유산소 운동은 젊은 여성의 신체조성과 혈관기능 개선에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 단기간 운동의 효과를 명확히 파악하기 위해서 추후 운동 기간, 유형 및 강도, 단기간 운동의 효과 지속성에 대한 추가적인 연구가 필요할 것이라고 생각된다. 하지만 이번 연구의 결과들로 볼 때 단기간의 운동으로도 신체조성과 혈관기능에 긍정적인 영향을 줄 수 있기 때문에 적극적으로 운동을 권유해야 하며, 앞으로 다양한 대상에 대한 많은 연구와 검증이 필요할 것이다.

## Conflict of Interest

Sae Young Jae is the Editor-in-Chief of *the Korean Journal of Sports Medicine* and was not involved in the review process of this article. No other potential conflict of interest relevant to this article was reported.

## ORCID

Young Woo Kim <https://orcid.org/0000-0002-2068-6594>

Sae Young Jae <https://orcid.org/0000-0003-0358-7866>

Min Jeong Cho <https://orcid.org/0000-0002-5562-4609>

Hyun Jeong Kim <https://orcid.org/0000-0001-5159-9525>

## Author Contributions

Conceptualization: HJK. Formal analysis: MJC. Project administration: SYJ. Writing-original draft: YWK. Writing-review & editing: all authors.

## References

1. OECD/WHO (2018). Health at a glance: Asia/Pacific 2018: measuring progress towards universal health coverage. Paris: OECD Publishing; 2018. Available from: [https://doi.org/10.1787/health\\_glance\\_ap-2018-en](https://doi.org/10.1787/health_glance_ap-2018-en)
2. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). 2019 Chronic disease status and issues. Cheongju: KDCA; 2019.
3. Mosca L, Barrett-Connor E, Wenger NK. Sex/gender differences in cardiovascular disease prevention: what a difference a decade makes. *Circulation* 2011;124:2145-54.
4. Bittner V. The new 2019 AHA/ACC guideline on the primary prevention of cardiovascular disease. *Circulation* 2020;142:2402-4.
5. D'Ascenzi F, Sciacaluga C, Cameli M, et al. When should cardiovascular prevention begin? The importance of antenatal, perinatal and primordial prevention. *Eur J Prev Cardiol* 2019 Dec 13 [Epub]. <https://doi.org/10.1177/2047487319893832>.
6. Perak AM, Ning H, Khan SS, et al. Associations of late adolescent or young adult cardiovascular health with premature cardiovascular disease and mortality. *J Am Coll Cardiol* 2020;76:2695-707.
7. Schuler G, Adams V, Goto Y. Role of exercise in the prevention of cardiovascular disease: results, mechanisms, and new perspectives. *Eur Heart J* 2013;34:1790-9.
8. Cornelissen VA, Fagard RH. Effects of endurance training on blood pressure, blood pressure-regulating mechanisms, and cardiovascular risk factors. *Hypertension* 2005;46:667-75.
9. Lim HE, Park CG, Shin SH, Ahn JC, Seo HS, Oh DJ. Aortic pulse wave velocity as an independent marker of coronary artery disease. *Blood Press* 2004;13:369-75.
10. Widmer RJ, Lerman A. Endothelial dysfunction and cardiovascular disease. *Glob Cardiol Sci Pract* 2014;2014:291-308.
11. Green DJ, Maiorana A, O'Driscoll G, Taylor R. Effect of exercise training on endothelium-derived nitric oxide function in humans. *J Physiol* 2004;561(Pt 1):1-25.
12. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA), Ministry of Health and Welfare. The 7th National Health and Nutrition Survey. Cheongju: KDCA; 2018.

13. Özdağ S. Effects of short-term exercise on heart-rate blood pressure oxidative stress paraoxonase activity and lipid hydroperoxide. *African J Pharm Pharmacol* 2010;4:658-61.
14. Görner K, & Reineke A. The influence of endurance and strength training on body composition and physical fitness in female students. *J Phys Educ Sport* 2020;20:2013-20.
15. Currie KD, Thomas SG, Goodman JM. Effects of short-term endurance exercise training on vascular function in young males. *Eur J Appl Physiol* 2009;107:211-8.
16. Jahangard T, Torkaman G, Ghoosheh B, Hedayati M, Dibaj A. The effect of short-term aerobic training on coagulation and fibrinolytic factors in sedentary healthy postmenopausal women. *Maturitas* 2009;64:223-7.
17. Kaya F, Nar D, Erzeybek MS. Effect of spinning cycling training on body composition in women. *J Educ Train Stud* 2018;6:154-60.
18. Yeh ML, Liao RW, Hsu CC, Chung YC, Lin JG. Exercises improve body composition, cardiovascular risk factors and bone mineral density for menopausal women: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Appl Nurs Res* 2018;40:90-8.
19. Whelton SP, Chin A, Xin X, He J. Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Ann Intern Med* 2002;136:493-503.
20. Chavarrias M, Carlos-Vivas J, Collado-Mateo D, Pérez-Gómez J. Health benefits of indoor cycling: a systematic review. *Medicina (Kaunas)* 2019;55:452.
21. Kaufman FL, Hughson RL, Schaman JP. Effect of exercise on recovery blood pressure in normotensive and hypertensive subjects. *Med Sci Sports Exerc* 1987;19:17-20.
22. McDonnell BJ, Maki-Petaja KM, Munnery M, et al. Habitual exercise and blood pressure: age dependency and underlying mechanisms. *Am J Hypertens* 2013;26:334-41.
23. Siasos G, Athanasiou D, Terzis G, et al. Acute effects of different types of aerobic exercise on endothelial function and arterial stiffness. *Eur J Prev Cardiol* 2016;23:1565-72.
24. Di Francescomarino S, Sciartilli A, Di Valerio V, Di Baldassarre A, Gallina S. The effect of physical exercise on endothelial function. *Sports Med* 2009;39:797-812.
25. Lee R, Kang Y, Hwang MH. The relationship between physical activity level and arterial stiffness in young female adults. 2019;28:232-9.
26. Zhang H, Jiang L, Yang YJ, et al. Aerobic exercise improves endothelial function and serum adipon levels in obese adolescents independent of body weight loss. *Sci Rep* 2017;7:17717.
27. Inaba Y, Chen JA, Bergmann SR. Prediction of future cardiovascular outcomes by flow-mediated vasodilatation of brachial artery: a meta-analysis. *Int J Cardiovasc Imaging* 2010;26:631-40.
28. Chrysant SG. Noninvasive vascular function tests for the future prediction of primary cardiovascular diseases. *Hosp Pract (1995)* 2020;48:113-8.
29. Pedralli ML, Eibel B, Waclawovsky G, et al. Effects of exercise training on endothelial function in individuals with hypertension: a systematic review with meta-analysis. *J Am Soc Hypertens* 2018;12:e65-75.
30. O'Brien MW, Robinson S, Mekary S, Kimmerly D. The effects of short-term high-intensity interval versus moderate-intensity continuous training on vascular function in older adults. *FASEB J* 2018;32:855.8.
31. Kingwell BA, Sherrard B, Jennings GL, Dart AM. Four weeks of cycle training increases basal production of nitric oxide from the forearm. *Am J Physiol* 1997;272(3 Pt 2):H1070-7.
32. Sessa WC, Pritchard K, Seyedi N, Wang J, Hintze TH. Chronic exercise in dogs increases coronary vascular nitric oxide production and endothelial cell nitric oxide synthase gene expression. *Circ Res* 1994;74:349-53.