

# 라틴댄스 활동이 비만여성의 혈관내피세포 변인 및 혈관조절인자에 미치는 영향<sup>+</sup>

장용우\*·한소망\*\* 전주교육대학교

**초록** 본 연구의 목적은 16주간의 라틴댄스 활동이 비만 여성들의 혈관내피세포 변인 및 내피기능 조절인자에 미치는 효과를 분석하는 것이다. 이러한 목적을 수행하기 위해 모집광고를 통해 수집된 비만여성을 대상으로 신체적 동질성 여부를 검사한 후 모집단 내의 체계적 표집(systematic sampling)방법을 이용하여 선정된 비만 실험군 10명, 비만 통제군 10명을 대상으로 In body 3.0을 이용한 체지방률의 측정과 pulse wave doppler를 이용하여 FMD를 검사하고 VEGF, NO 및 ET-1을 혈액 분석에서 나타난 자료를 이원반복분산분석(two-way repeated ANOVA)으로 처리한 결과는 다음과 같다. 첫째, 비만여성의 혈관내피세포 변인의 변화를 살펴본 결과, 상완동맥의 혈류매개 혈관확장반응(FMD)에서 실험군은 36.2%의 다소 높은 증가 비율을 나타냈으며, 혈중의 혈관내피성장인자(VEGF)도 실험군의 경우 13.7%로 증가하는 것으로 나타났다. 둘째, 비만여성의 혈관조절인자의 변화를 살펴본 결과 산화질소(NO)는 실험군은 24.4%의 높은 증가 비율을 나타냈으며, 엔도텔린1(ET-1)의 경우 실험군은 46.7%의 유의하게 높은 감소하는 것으로 나타났다. 셋째, 체지방률의 변화를 살펴본 결과, 체지방률은 실험군의 경우 사전에 비해 사후 21.1%로 유의하게 높은 비율로 감소하는 것으로 나타났다. 각 변인 별 통제군의 통계적인 변화는 없었다. 요약하면, 비만여성의 체지방률의 감소와 FMD 및 VEGF의 증가와 연관된 NO와 ET-1의 변화를 통해 장기간의 라틴댄스 활동에 적응된 혈관내피세포 변인은 혈관조절인자의 변화에 민감하게 반응하는 연관성을 관찰 할 수 있었다. 따라서 본 연구의 라틴댄스 프로그램은 여성들의 비만 해소와 함께 혈관내피세포의 개선 및 혈관조절인자들의 혈관 내피기능 조절에 매우 유익한 효과를 미친 것으로 해석되며, 이후 비만 인의 체내 지방조절과 더불어 혈관내피의 탄력성과 혈관조절인자의 기능적 개선을 위한 효과적인 유산소 운동으로 제시된다.

**주요어** : 라틴댄스, 비만여성, 혈관내피세포, 혈관조절인자

## I. 서론

### 1. 연구의 필요성 및 목적

혈관내피세포 기능의 주요 평가지표로 활용되고 있는 혈류매개 혈관확장반응(flow-mediated dilation: FMD)은 신체의 스트레스 요인과 혈관조절 물질의 자극에 반응하는 내피세포의 확장 능력을 의미한다. 규칙적인 운동은 혈관내피 벽의 산화질소(nitric oxide: NO)의 분비를 통해 FMD가 반복적으로 발생함으로써 FMD의 개선을 유도하기도 하지만, 비만, 고혈압, 인슐린저항 등의 대사증후군에 의한 NO의 생물학적 활용도의 감소가 FMD에 부정적인 영향을 미쳐 내피세포의 기능적 저하를 초래하는 것으로 보고하고 있다(조은아, 2015). 혈관내피 변인의 연계 변인으로서 혈관내피 성장인자(vascular endothelial growth factor: VEGF)의 발현은 비만을 야기하는 고지질혈증, 고혈압, 당뇨, 동맥경화 등의 개선과 관련되며, 혈관생성을 강하게 자극하는 인자이다(김영일, 2021). 주기적

<sup>+</sup> 이 논문은 2022년도 전주교육대학교 국립대학 육성사업의 연구비 지원으로 수행하였음.

\* 전주교육대학교 체육교육과 교수, piapong@jnue.kr

\*\* 전주교육대학교 컴퓨터교육과 석사과정, 1052hsm@hanmail.net

인 운동 스트레스는 골격근 주변 세포의 모세혈관의 신생 및 재생에 관여하며, 운동성 혈관형성(angiogenesis)을 통해 혈관내피 세포 성장에 개입한다(양상훈, 김종식, 2020).

혈관 조절인자로서 NO는 동맥혈관으로 유입되는 혈류량에 따라 혈관내피세포에서 신경전달물질로써 작용하여 혈관내피의 확장과 이완을 통해 혈류의 순환에 긍정적인 작용을 한다. 반면에 혈관내피 벽의 수축물질인 ET-1은 혈관내피의 강력한 수축작용을 통해 NO의 확장기능과 혈관내피의 유동성을 조절하는 수축성 신경조절물질이다(Hanna et al., 2017). 상반된 두 물질은 지속적인 운동 자극을 통해 NO의 증가와 ET-1의 농도가 감소되면서 혈관내피의 동맥벽으로부터 단백질 수축물질이 감소되고 산화질소 합성효소(endothelial nitric oxide synthase: eNOS)가 높게 활성화된다. 장기간의 운동 시 eNOS의 활성화에 따른 NO의 분비는 FMD의 확장 기능과 혈중 VEGF의 발현을 유도하고 근 세포 주변의 모세혈관의 신생작용에 기여하는 것으로 알려져 있다(D'Antoni et al., 2017). 이러한 기전은 운동에 적응된 혈관내피 조절인자의 영향으로 내피세포의 확장기능이 증가하여 혈관내피의 탄성에 긍정적인 효과가 나타날 수 있으며, 운동 시 다량의 혈류량의 유입과 운동 근의 혈류 이 동시 혈관탄성에 따른 완충적이고 원활한 혈관내피세포의 기능적 적응이 예측된다. 그러나 Ahmadi-Abhari 등(2017), Zaros 등(2009) 등의 연구에서 FMD, VEGF, NO, ET-1 등의 혈관내피 변인과 조절기능의 활성수준 및 변인 간의 상호작용이 유산소운동 형태와 강도, 기간에 따라 매우 다르게 나타남을 시사함으로써 최근 유산소 효과가 많고 비만여성의 참여도가 높은 라틴댄스 활동은 임상질환에 대한 효과가 많은 것으로 보고(박종임, 2018; 김은숙, 최희연, 2014)되고 있어 그 효과적인 측면에서 혈관내피세포와 내피조절 기능의 다양한 연구 분석이 제기되며, 이러한 유산소적 댄스활동의 분석과정은 비만 인의 라틴댄스 활동에 따른 혈관내피세포와 조절인자의 개선을 위한 핵심적인 정보를 제공해 줄 수 있을 것이다(김기진, 2019). 비만과 혈관내피 관련 최신 연구들의 경우 유산소 운동을 통해 대부분 유의한 수준의 긍정적인 정보를 제공하고 있지만 라틴댄스 활동에 따라 다양하게 변화하는 혈관기능의 확실한 기전에 대해서는 명확하게 특정하지 않고 있다. 특히, 라틴댄스 활동과 혈관계 관련 최근 연구는 매우 소수에 불과하여 혈관내피세포 변인의 생리적인 효과 규명은 제한될 수밖에 없는 실정이다. 따라서 흥미롭고 유의한 유산소 운동으로서 라틴댄스 활동에 의한 혈관내피기능의 세부적인 기전과 정확한 분석을 위해서는 라틴댄스에 대한 지속적이고 다양한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

이에 본 연구는 장용우 등(2020)의 연구를 재검증하는 측면에서 운동 경험이 전혀 없는 비만 여성들을 대상으로 매우 역동적인 유산소성 운동 형태인 라틴댄스 활동이 혈관내피세포 변인 인 FMD 및 VEGF의 발현과 혈관조절인자 인 NO와 ET-1에 미치는 효과를 제시하고, 상호 관련성을 분석함으로써 비만여성의 혈관내피기능의 활성화에 대한 라틴댄스의 효율성과 혈관기능의 개선을 위한 기초자료를 제공하는데 목적이 있다.

## 2. 연구 문제

본 연구는 라틴댄스 활동에 따른 혈관내피세포, 혈관조절인자, 체지방률의 변화에 대한 다음과 같은 연구문제를 제기하고자 한다.

- 연구문제 1. 라틴댄스는 비만여성의 혈관내피세포 변인의 변화에 어떠한 영향을 미치는가?
- 연구문제 2. 라틴댄스는 비만여성의 혈관조절인자의 변화에 어떠한 영향을 미치는가?
- 연구문제 3. 라틴댄스는 비만여성의 체지방률의 변화에 어떠한 영향을 미치는가?

## II. 연구방법

### 1. 연구 대상

본 연구의 대상은 H대학 평생교육원 라틴댄스 반의 모집광고를 통해 참여하고 있는 45-50세 범위의 비만여성을 대상으로 신체적 동질성 여부를 검사한 후 체계적 표집(systematic sampling) 방법을 통해 선정된 비만여성 10명을 실험군, 동일연령의 좌업생활에 종사하는 비만여성 10명을 통제군으로 선정하였다. 각 집단별 사전 동질성 검증 결과 라틴댄스 활동 후 체지방률을 제외한 각 집단 간, 변인 별 통계적인 차이는 없었다. 대상자들의 신체적 특징은 <표 1>과 같다.

표 1. 대상자들의 신체적 특징

변인		연령 (yrs)	신장 (cm)	심박수 (beat/min)	체중 (kg)	체지방률 (%)
실험군(10명)	Mean	47.4	159.4	85.0	65.3	30.4
	±SD	2.33	3.11	3.21	3.32	3.22
통제군(10명)	Mean	47.1	158.1	86.1	66.1	30.9
	±SD	2.51	3.33	3.66	3.12	3.55

\*\*\* $\alpha$ .001

### 2. 실험 절차

본 연구는 16주간의 라틴댄스 활동 전·후 J병원의 종합검진실의 체지방 측정기(In body 3.0)를 이용하여 체지방률을 측정하였다. 혈관내피세포 기능검사는 pulse wave doppler(Clear Vue 550, USA)를 이용하여 혈관내피세포 변인인 혈류매개 혈관확장반응(FMD)을 검사하였으며, 혈중의 혈관내피세포 변인인 혈관내피 성장인자(VEGF)와 혈관조절인자인 산화질소(NO)와 엔도텔린1(ET-1)의 검사는 8시간 이상의 공복을 유지하고 혈액채취를 하여 0주, 16주 총 2회에 걸쳐 동일하게 실시하였다. 각 집단별 운동 처치 기간에 따라 실험군은 평생교육원에서 실시하는 16주간 라틴댄스 활동을 진행하였으며, 통제군은 시기별 측정에만 참여하였다. 실험군은 라틴댄스 활동 예비 적응기간인 1주를 제외하고 댄스스포츠 2급 생활스포츠지도사 자격을 겸비한 평생교육원의 댄스스포츠 전담 강사를 통해 라틴댄스 프로그램을 진행하였다. 비만의 평가는 비만여성의 경우 체중에 대한 지방의 비율이 30%이상을 차지하면 비만으로 판정하였다(체육과학원, 2000).

### 3. 혈관내피세포 기능 검사

혈관내피세포 변인인 FMD의 검사는 안정 시 휴식을 취한 상태에서 혈관의 내·외경과 혈류량을 측정한 후 좌측 팔 상완(brachial)에 커프를 채우고 200mmHg의 압력으로 5분간 상완동맥을 폐색시켰다. 5분 후 커프를 제거하였고, 제거한 직후 약 10초 간격으로 2분 동안 pulse wave doppler를 이용하여 상완동맥의 혈관 직경과 혈류량을 측정하였다. %FMD는 최대 혈관 직경에서 안정 시 혈관 직경을 뺀 뒤 안정 시 혈관 직경으로 나누는 Bots et al.(2005)의 공식[%FMD=(peak diameter-rest diameter)/rest diameter ×100]을 적용하여 산출하였다(윤관수, 김경애, 이만균, 2020).

### 4. VEGF와 NO 및 ET-1 검사

혈청 VEGF 농도의 측정은 단 클론 항VEGF 항체(Monoclonal AntiVEGF Antibodies)가 포함된 Human

ELISA kit (Enzyme-linked immunosorbent assay; ELISA, R&D Systems Minneapolis, USA) 방식을 이용하여 분석하였다(김영일, 2021). 혈장 NO 분석은 상용화된 Kit(Nitrate/Nitrite Colorimetric Assay Kit Cayman chemical, Immuno -Biological Laboratories, Fujioka, Japan)을 사용하여 Griess법[(1% sulfanilic acid+5% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>)+(0.1% naphthyl ethylene diamine dihydrochloride+Distilled water)]를 이용한 방법으로 측정하였으며(장용우, 2022) 혈장 ET-1 분석은 Sandwich enzyme immunoassay(sandwich-EIA)으로 측정방식을 이용하여 분석하였다(김은희, 홍가람, 이슬희, 정현훈, 박상갑, 2018).

## 5. 라틴댄스 프로그램

표 2. 라틴댄스 세부 프로그램

단계	세부 종목	운동 빈도	운동 강도	운동기간	운동시간
준비운동	스트레칭			16주	5(분)
복습	종합	주3회	8주까지는 HRmax 50-70% (104-146beat /min), 9주 HRmax 50-80%(140-159beat/min)		5(분)
라틴댄스	자이브	주3회			45(분)
	차차차	주3회			
	룸바	주3회			
정리운동	스트레칭				5(분)

라틴댄스 프로그램은 장용우 등(2020)의 댄스스포츠 프로그램을 수정·보완하였다. 평생교육원의 라틴댄스 진행은 주 3회(월, 수, 금), 16주간 진행하였으며, 준비운동 5분, 복습 5분, 본 운동 45분, 정리운동 5분으로 총 60분간 실시하였다. 라틴댄스 프로그램 구성은 자이브(Jive), 차차차(Cha Cha Cha), 룸바(Rumba) 세 가지 종목을 대상으로 진행하였으며, 1-4주는 자이브, 5-8주는 차차차, 9-12주는 룸바, 13-16주는 종합 종목으로 실시하였다(장용우, 2013). 라틴댄스 운동 강도는 실험 전 2주간의 예비기간을 이용하여 스텝과 음악이 이루어진 상태에서 5명씩 3일간 10명 전원에게 무선 심박계(Polar 600, Finland)를 착용시키고 운동 강도를 산출하였다. 운동 강도 범위는 실험 대상이 체지방율 30% 이상의 비만 여성이란 점과 안정시 높은 심박수를 감안하여 실험 8주까지는 최대심박수(HRmax 220-나이×0.50~0.70)의 약 50~70%의 범위(104~146beat /min)의 리듬을 유지하도록 하였다(장용우(2013)). 또한 실험 전 예비기간 및 본 실험 중 운동 지각도(Rating of Perceived Exertion)가 적혀진 메뉴얼을 근거리에 걸어두고 가볍다(심박수80-100beat/min)~힘들다(심박수140-146 beat/min)의 11-15의 범위에 들어올 수 있도록 지속적인 질의를 통해 운동강도 범위를 유지하도록 하였으며, 9주부터는 운동 강도를 증가시켜 힘들다와 매우 힘들다 중간 범위인 11-16(심박수 140-159 beat/min)의 50-80%의 운동강도를 유지하도록 재설정하여 운영하였다(장용우, 2013; 체육과학원, 2000).

## 6. 통계 처리

SPSS/WIN Program Ver. 17.0 통계프로그램을 통해 각 변인별 평균과 표준편차를 구하였다. 각 처치 시기 및 집단 간의 비교를 위해 이원반복 분산분석(Two-way repeated ANOVA)을 적용하였으며, 시기 및 집단 간 상호작용효과가 유의한 경우 각 집단 내 기간별 차이는 종속 t검증을 실시하였다. 통계적인 유의 수준은  $p < .05$ 로 설정하였다.

### III. 연구 결과

#### 1. 혈관내피세포 변인

표 3. 각 집단 별 혈관내피세포 기능의 변화

변인			사전	사후	F 값
%FMD (%)	실험군 (10명)	Mean	13.8	18.8***	시기: 17.11*** 집단: 1.222 시×집: 1.311
		±SD	3.44	3.21	
		▲%		36.2	
	통제군 (10명)	Mean	13.7	13.7	
		±SD	3.22	3.32	
		▲%			
VEGF (pg/m)	실험군 (10명)	Mean	175.4	199.4***	시기: 13.11*** 집단: 1.110 시×집: 1.112
		±SD	4.75	4.66	
		▲%		13.7	
	통제군 (10명)	Mean	175.5	175.4	
		±SD	4.27	4.72	
		▲%		0.57	

\*\*\* $p < .001$

〈표 3〉에서 제시한 바와 같이 비만 여성들의 라틴댄스 활동 전, 후 FMD는 실험군의 경우 사전에 비해 사후 36.2%로 유의하게( $p < .001$ ) 높게 증가하였으며, 통제군은 통계적인 변화가 없었다. 반복 측정 결과 각 처치시기별 유의한 차( $p < .001$ )가 나타났다. 집단 간의 유의한 차는 없었으며, 처치시기와 집단 간의 상호작용효과는 유의한 차가 나타나지 않았다. VEGF는 실험군의 경우 사전에 비해 사후 13.7%로 유의하게( $p < .001$ ) 증가하였으며, 통제군은 통계적인 변화는 없었다. 반복 측정 결과 각 처치시기별 유의한 차( $p < .001$ )가 나타났으며, 집단 간의 유의한 차는 없었다. 처치시기와 집단 간의 상호작용효과 또한 유의한 차는 나타나지 않았다.

#### 2. 혈관조절인자

표 4. 각 집단 별 혈관조절인자의 변화

변인			사전	사후	F 값
NO ( $\mu\text{mol/l}$ )	실험군 (10명)	Mean	23.4	29.1***	시기: 11.10*** 집단: 1.011 시×집: 1.222
		±SD	3.77	3.11	
		▲%		24.4	
	통제군 (10명)	Mean	23.3	23.2	
		±SD	3.71	2.22	
		▲%		0.43	
ET-1 (pg/ml)	실험군 (10명)	Mean	2.92	1.99***	시기: 15.22*** 집단: 1.011 시×집: 0.111
		±SD	2.33	2.43	
		▲%		-46.7	
	통제군 (10명)	Mean	2.93	2.94	
		±SD	2.06	2.11	
		▲%		0.34	

\*\*\* $p < .001$

〈표 4〉에서 제시한 바와 같이 비만 여성들의 라틴댄스 활동 전, 후 NO는 실험군의 경우 사전에 비해 사후 24.4%로 유의하게( $p < .001$ ) 높게 증가하였으며, 통제군은 통계적인 변화는 없었다. 반복 측정 결과 각 처치시기별 유의한 차( $p < .001$ )가 나타났으며, 집단 간의 유의한 차는 없었다. 처치시기와 집단 간의 상호작용효과는 유의한

차가 나타나지 않았다. ET-1은 실험군의 경우 사전에 비해 사후 -46.7%로 유의하게( $p<.001$ ) 높게 감소였으며, 통제군은 통계적인 변화는 없었다. 반복 측정 결과 각 처치시기별 유의한 차( $p<.001$ )가 나타났으며, 집단 간의 유의한 차는 없었다. 처치시기와 집단 간의 상호작용효과는 유의한 차가 나타나지 않았다.

### 3. 체지방률

표 5. 각 집단 별 체지방률의 변화

변인		사전	사후	F 값	
%Body Fat (%)	실험군 (10명)	Mean	30.4	25.1***	
		±SD	3.22	3.42	
		▲%		21.1	
	통제군 (10명)	Mean	30.9	30.7	시기: 15.11*** 집단: 1.101 시×집: 1.110
		±SD	3.55	3.19	
		▲%		0.65	

\*\*\* $p<.001$

〈표 5〉에서 제시한 바와 같이 비만 여성들의 라틴댄스 활동 전, 후 체지방률은 실험군의 경우 사전에 비해 사후 21.1%로 유의하게( $p<.001$ ) 높게 감소하였으며, 통제군은 통계적인 변화는 없었다. 반복 측정 결과 각 처치시기별 유의한 차( $p<.001$ )가 나타났으며, 집단 간의 유의한 차는 없었다. 처치시기와 집단 간의 상호작용효과는 유의한 차가 나타나지 않았다.

## IV. 논의

유산소 운동과 FMD 관련 연구에서 라틴댄스와 같은 유산소운동 형태는 혈류량의 증가를 통해 반복적으로 FMD를 자극함으로써 eNOS와 NO를 활성화시켜 혈류매개 혈관확장반응(FMD)의 개선을 유도하는 것으로 알려져 있지만(장용우 등, 2020; 김은숙, 최희연, 2014). 유산소운동 형태나 운동 강도에 따라 FMD의 기능이 매우 유동적이며, 운동종목에 따라 명확한 효과 분석이 필요하다고 볼 수 있다. 이와 관련하여 조은아(2015)는 남·여 고혈압 환자를 대상으로 12주간의 인터벌 운동을 통해 FMD의 유의하게 개선되는 효과가 나타났으나 Green 등(2004)은 규칙적인 유산소운동이 FMD를 효과적으로 개선시키지 못하는 것으로 보고된 바도 있다. 이 의미는 규칙적인 유산소운동이 혈관내피세포 기능에 미치는 영향을 일반화시키기에는 제한적이며, 그 효과를 확실하게 규명하기 위해서는 다양한 운동형태의 연구가 필요하다는 것을 의미한다(김기진, 2019).

비만여성들을 대상으로 유산소 형태의 라틴댄스 활동과 혈관내피세포의 기능적 효과를 살펴보기 위하여 진행된 본 연구의 라틴댄스 프로그램은 8주까지는 HRmax 50%-70%사이의 중강도와 9주 이후부터는 HRmax 50%-80% 유형의 운동 강도를 설정하여 16주간을 진행한 결과 FMD는 36.2%의 높은 증가를 나타내어 라틴댄스에 적용된 혈관내피의 확장 반응이 매우 유효한 것을 관찰할 수 있었다. 운동 강도 측면에서 본 연구와 유사한 강도로 실시한 윤관수 등(2020)의 비만노인의 복합운동을 통해 1~2주에 HRmax 60%, 3~5주에 HRmax 70%, 그리고 6~10주에 HRmax 80%로 점차 증가시킴으로서 운동 군의 FMD가 매우 증가한 것을 보고하여 본 연구와 일치됨을 알 수 있었다. 또한 본 연구와 동일한 강도의 라틴댄스 활동을 연구한 김은숙 등(2014)은 혈관내피세포의 기능적 확장에 따라 비만여성들의 혈류속도와 혈관저항이 매우 감소하였고, 혈관내피의 동맥협착 또한 매우 감소한 것으로 보고하여 내피세포의 FMD의 증가를 간접적으로 살펴볼 수 있었으며, HRmax 50-80% 사이의 라틴댄스

강도로 진행한 본 연구와 유사한 결과를 제시하였다. 선행연구와 본 연구결과가 의미하는 것은 라틴댄스의 상·하지의 이용 빈도가 높은 격렬한 동작이 비만 여성들에게는 중·고강도의 유산소운동으로 작용할 확률이 높아 혈관내피의 eNOS의 활성화와 NO의 분비력이 증가되어 궁극적으로 FMD가 증가한 것으로 볼 수 있다. 따라서 Kemi 등(2005), Goto 등(2003)의 연구에서 제기한 VO<sub>2</sub>max 65~70%의 중강도에서 실시한 운동 강도에서 혈관내피기능이 유의하게 개선됐다는 점과 본 연구의 중·고강도의 라틴댄스 활동이 혈관 내피의 FMD에 미치는 직·간접적인 영향을 살펴볼 때 라틴댄스의 유산소적인 효과가 비만여성의 혈관내피세포 개선에 깊이 관여함을 확인할 수 있었다.

혈관내피성장인자(VEGF)는 강력한 혈관생성인자로 체지방조직 증식과 관련되어 비만형성에 관여하는 것으로 보고하고 있으며(Silha et al., 2005: 재인용), 비만 관련 VEGF의 선행 연구들을 살펴보게 되면, 과체중 또는 비만자의 혈중 VEGF는 내장지방 및 피하지방의 축적비율과 관계가 많은 것으로 알려져 있다(Miyazawa-Hoshimoto et al., 2003). 이러한 결과는 체지방조직의 변화에 따라 VEGF 또한 변화한다는 의미로도 볼 수 있다. 유산소 운동이 체지방에 미치는 효과는 이미 여러 연구에서 밝혀졌듯이 비만, 고혈압, 인슐린저항과 같은 대사증후군(metabolic syndrome)의 위험성을 예방하는데 매우 효율적이며(김기진, 2019), 혈관내피세포의 기능을 증가시키고, 주 모세혈관으로부터 미세혈관이 생성되는 세포생성과 혈관신생에 관여하는 것으로 보고되고 있다(우민정, 2010). 그러나 Brixius 등(2007: 재인용)의 연구에서 비만 남성을 대상으로 달리기와 자전거 운동집단을 주 3회, 24주간 유산소운동을 수행한 결과 두 집단의 VEGF에는 변화가 없었으며, 김태수, 윤진환, 이병기, 장창현(2014) 등도 12주간 걷기 운동 결과 비만 여성들의 혈관내피 성장인자에는 영향이 없는 것으로 보고하고 있다. 반면에 VEGF 관련 최신연구에서 김영일(2021)은 일회성 유산소 운동과 저항성 운동 형태에서 VEGF의 효과적인 증가, 전용균, 박상규(2020) 등의 12주간 중강도의 유산소운동에서 VEGF의 긍정적인 영향, 양상훈 등(2020)의 8주간의 HRmax 65~75% 수준의 중강도의 유도훈련 후 VEGF가 유의하게 증가한 것으로 볼 때 VEGF에 대한 운동의 영향이 명확하진 않지만 비만 인의 피하지방과 내장지방의 분포도, 운동의 형태와 강도, 운동 빈도에 있어서 본 연구의 실험대상이 과체중과 비만이라는 점에서 VEGF 증가의 공통적인 유의성을 찾아볼 수 있었다.

선행연구를 토대로 살펴본 본 연구의 16주간의 라틴댄스 활동에 참여한 비만 실험군의 VEGF의 경우 동제군에 비해 13.7%의 긍정적인 증가 양상을 보였다. 선행연구의 중강도의 유산소운동에서 변화가 나타났듯이 본 연구에서 설정한 중등도의 라틴댄스의 운동 강도에서도 VEGF의 증가 추이와 매우 일치한 것으로 확인되었다. 이 같은 결과는 라틴댄스의 힙을 중심으로 이루어지는 동작형태에서 리듬에 따라 변화되는 팔, 다리의 지속적인 변화와 상·하체의 끊임없는 좌·우, 상·하작용 등에 따른 유산소 효과가 체지방조직, 복부지방, 혈관내피기능 등 비만을 동반한 대사증후군의 감소에 긍정적인 영향을 미치고 혈관신생을 보조하기 위한 모세혈관 밀도와 근 섬유 당 모세혈관 비율 등의 혈관 변인들이 증가됨으로서 VEGF가 유의하게 발현된 것으로 볼 수 있다.

장기간의 유산소성 운동 시 혈관 조절인자로서 NO와 ET-1의 동시측정은 혈관내피세포의 기능적 개선 상태를 살펴보기 위함이다. 혈관내피 벽의 신경성 전달물질로서 혈관 확장과 수축에 대한 상호작용과 관련되며, 운동 형태나 강도, 운동 기간에 따라 1회 박출량과 관상혈류량, 동맥에 유입된 혈류의 유동성과 밀접하게 관련되어있다(장용우 등, 2020). 유산소성 운동과 유입 혈류량, 혈관저항 및 혈관내피세포의 관계는 상호 보완적이다. 좌심실에서 박출된 혈류는 운동 근육에 분배되는 과정에서 혈관내피세포의 심한 마찰 스트레스(shear stress)가 지속적으로 이루어지게 되며, 운동의 유형과 강도, 시간에 따라 내피세포의 FMD의 증가와 혈관신생작용을 유발하는 VEGF 생성 조절이 다양하게 변화하는 것으로 보고되고 있다. 그러나 운동에 의한 FMD와 VEGF의 활성화 유동성은 NO의 분비 수준에 달려있으며, 혈관내피의 엔도텔린1(endothelin: ET-1), 엔지오텐신II(angiotensin-II)과 같은 혈관 수축조절인자들의 비활성화에 의존하고 있다. 운동 형태와 운동 강도에 따라 활성화되는 FMD와 VEGF와 NO, ET-1의 변화는 혈관의 확장, 이완 및 협착 등의 혈관 변인이 서로 상호작용하여 반응하지만 운동

형태의 지속적인 수행력과 강도 설정에 따라 혈관내피세포에서 분비되는 NO, ET-1의 개선 정도가 매우 다르게 진행됨을 여러 연구보고에서 관찰 할 수 있다(장용우 등, 2022; 안나영, 김기진, 2008; D'Antoni et al., 2017; Barhoumi et al., 2014).

본 연구의 라틴댄스 활동에 참여한 비만 여성들의 NO의 경우 통제군은 변화가 없었으나 실험군은 24.4%의 유의한 분비증가를 나타내어 혈관내피의 FMD의 변화와 동일한 확장반응을 나타냈다. ET-1은 통제군에 비해 -46.7%의 유의하게 높은 감소를 통해 상대적으로 비만여성들의 혈관의 협착과 수축비율이 억제됨으로써 NO의 활성화 함께 혈관내피세포의 이완과 확장 기능이 매우 높게 나타나 혈관내피 관련 선행연구들에게서 나타나는 라틴댄스의 효과적인 영향을 살펴볼 수 있었다. 그러나 몇몇 연구의 경우 장기간의 유산소 운동처치에도 불구하고 본 연구와 상반된 결과를 제기하여 유산소 운동과 NO, ET-1의 관계를 명확하게 규정하지 못하고 있다. 혈관의 조절 변인의 최근 연구에서 김보성, 하수민, 김종원, 김수진, 김도연(2020)은 type II형 당뇨병환자를 대상으로 12주간의 복합운동 결과 실험군에서 ET-1의 증가 및 VEGF의 감소가 나타났고, Brinkley 등(2009)은 50세 후반의 남·여를 대상으로 24주간에 걸쳐 24주간 50-70%의 운동 강도를 유지하면서 유산소운동을 수행한 결과 NO의 유의한 증가가 나타나지 않았다고 보고하였다. 반면에 장용우(2022)의 연구에서 16주간의 웨이트트레이닝을 통해 비만 여성들의 혈관조절변인을 측정 분석한 결과 NO의 증가와 ET-1의 유의한 감소결과를 제기하였으며, 김은희 등(2018)은 근력운동, 에어로빅스, 춤, 체조 등이 포함된 16주간의 중강도 장수운동 프로그램에서 고혈압 노인의 NO의 증가와 ET-1의 유의한 감소를 밝힌바 있어 운동과 혈관조절인자의 변화에 대해 논쟁의 여지는 있으나 본 연구에서 나타난 NO와 ET-1의 긍정적인 변화는 16주간의 라틴댄스 초기 8주간의 저·중강도의 운동에 비해 9주 이후 중·고강도의 라틴댄스의 격렬한 움직임이 비만 여성들에게는 다소 고강도로 작용할 수 있지만 상·하지 근육의 격렬한 근 수축과 이에 따른 운동 근육에 대한 혈류배분의 적응과정에서 심박출량과 혈관으로 유입되는 혈류의 지속적인 마찰 스트레스의 완화된 작용이 이루어진 것으로 보이며, 혈관내피의 긴장도와 탄성력을 완충하면서 NO와 ET-1의 원활한 길항작용과 함께 혈관내피세포의 기능적 적응과정이 이루어지는 것으로 해석된다.

유산소 운동 형태와 체지방율의 변화양상은 다수의 연구자로부터 보고되어 왔으며, 특히 유산소성 운동 형태 및 운동 강도에 따라 체지방률의 긍정적인 효과는 이미 검증된바 있다. 장기간의 라틴댄스 관련 연구에서 박종임(2018)은 차차차, 자이브, 룸바 등으로 구성된 10주간의 댄스스포츠를 통해 체지방률과 체질량지수, 체중등이 효과적으로 감소하였으며, 이채산, 이경희(2017) 등은 12주간의 차차차 댄스스포츠를 통해 체중, 체지방률이 높게 감소하여, 비만여성을 대상으로 한 규칙적인 라틴댄스 수행이 체지방률을 감소시키는 것으로 주요 운동형태로 살펴볼 때 지속적인 라틴댄스 활동은 비만 여성의 체중 및 체지방률 감소에 매우 효과적이라고 볼 수 있다(김혜빈, 윤재량, 2016). 본 연구에서 16주간의 라틴댄스 프로그램에 참여한 실험군의 비만여성의 체지방율은 21.1%의 유의하게 높게 감소하였다. 이러한 라틴댄스의 효과는 8주까지의 신체적 적응 기간을 걸쳐 9주 이후 다소 고강도의 격렬한 힙턴의 움직임(hip turn movement)을 중심으로 상체의 목과 팔 동작, 하체의 힙과 다리 동작을 이용하여 전신 신체활동으로 이어지는 고강도의 유산소 운동의 효율성이라고 볼 수 있으며, 장기간의 댄스스포츠 활동에 참여한 비만 성인여성과 여중생들의 체지방률의 변화에서 통계적으로 유의한 차이가 나타난 박종임(2018)과 오수일, 신혜숙, 황예선(2012) 연구와 일치함을 알 수 있었다. 특히 본 연구의 체지방률의 감소 현상은 두 쌍을 축으로 상·하지의 화려한 율동과 전진, 후진, 회전 등의 다양한 액션을 지속하여 유산소적인 요소가 매우 많은 라틴댄스의 고유의 동작을 통해 중성지방으로 저장되어 있는 체지방 조직을 에너지원으로 전환하는 지방대사의 향상을 의미한 것으로 볼 수 있다(김기진, 2019).



## V. 결론

본 연구는 16주간의 라틴댄스 활동이 비만여성들의 혈관내피세포 변인 및 혈관조절인자에 미치는 영향을 분석하기 위하여 실험군 10명, 통제군 10명으로 구성된 비만여성을 대상으로 In body 3.0을 이용하여 체지방률의 측정과 pulse wave doppler를 이용한 상완동맥의 혈류매개 혈관확장반응(FMD)과 혈중의 혈관내피성장인자(VEGF), 산화질소(NO) 및 엔도텔린1(ET-1)을 분석한 결과 FMD의 경우 실험군은 36.2%의 다소 높은 증가 비율을 나타냈으며, VEGF는 실험군의 경우 13.7%로 증가하였다. NO는 실험군은 24.4%의 높은 증가 비율을 나타냈으며, ET-1의 경우 실험군은 -46.7%의 유의하게 높은 감소 비율을 나타냈다. 체지방률은 실험군의 경우 -21.1%의 높은 감소비율을 나타냈으며, 각 변인별 통제군은 전반적으로 통계적인 변화는 없는 것을 살펴볼 때 비만여성의 체지방률의 감소와 FMD 및 VEGF의 증가 비율과 연계된 NO의 증가와 ET-1의 감소를 통해 장기간의 라틴댄스 활동에 적응된 혈관내피세포 변인은 혈관조절인자의 변화에 민감하게 반응하는 상호 연관성을 관찰할 수 있었다. 따라서 본 연구에서 진행된 라틴댄스 프로그램은 여성들의 비만 해소와 함께 혈관내피세포의 기능적 개선 및 NO와 ET-1의 혈관기능 조절에 긍정적인 영향을 미친 것으로 해석되며, 추후 비만여성의 체지방 조절, 혈관내피의 탄력성과 혈관조절인자의 개선을 위한 효율적인 유산소성 운동프로그램으로 제시된다.

## 참고문헌

- 김기진(2019). 12주간의 복합운동이 대사증후군 동반 40대 비만여성의 경동맥 내중막 두께, 혈관기능관련 염증 유발요인 및 체력에 미치는 영향. **대한스포츠의학회지**, 37(4), 184-194.
- 김보성, 하수민, 김종원, 김수진, 김도연(2020). 걷기와 탄력밴드 운동이 제2형 당뇨병 여성노인의 혈중지질, 엔도텔린-1 및 혈관내피 성장인자에 미치는 영향. **한국여성체육학회지**, 34(4), 123-139.
- 김은희, 홍가람, 이슬희, 정현훈, 박상갑(2018). 고혈압 노인의 장수운동프로그램이 산화질소(NO) 및 엔도텔린(ET-1) 농도에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 57(33), 335-344.
- 김영일(2021). 운동형태의 차이가 뇌신경성장인자 및 혈관신생인자에 미치는 영향. **코칭능력개발지**, 23(3), 190-198.
- 김은숙, 최희연(2014). 댄스스포츠 참여가 비만 중년여성의 혈관계 변인 및 렙틴 수준에 미치는 영향. **한국무용과학회지**, 30(4), 67~80.
- 김태수, 윤진환, 이병기, 장창현(2014). 걷기운동이 신경영양인자 조절을 통한 여성노인의 신경인지적인 영향. **한국사회체육학회지**, 55(2), 559-571.
- 김혜빈, 윤재량(2016). 16주간 댄스스포츠 트레이닝이 여자 초등학생의 신체구성, 신체정렬 및 유산소성 능력에 미치는 영향. **한국스포츠학회지**, 14(3), 525-534.
- 박종임(2018). 댄스스포츠 프로그램이 비만 중년여성의 신체구성, 혈중지질 및 스트레스 호르몬에 미치는 영향. **한국스포츠학회지**, 16(3), 503-512.
- 이채산, 이경희(2017). 차차차 댄스운동이 비만남자대학 생의 신체구성, 동맥경직도 및 사이토카인에 미치는 효과. **한국웰니스학회지**, 13(2), 573-585.
- 오수일, 신혜숙, 황예선(2012). 무용과 댄스스포츠 전공별 여중생의 신체구성 및 체력 분석. **한국무용과학회지**, 26, 135-144.
- 우민정(2010). 운동과 인지기능과의 관계: 뇌 과학적 증거에 관한 문헌고찰. **한국체육학회지**, 49(2), 133-146.
- 윤관수, 김경애, 이만균(2020). 10주간의 복합운동이 제2형 당뇨병 노인의 인슐린 저항성, 심혈관기능 및 혈관내피세포 기능에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 59(3), 363-374.
- 안나영, 김기진(2008). 규칙적인 운동이 순환계 질환의 내피 기능에 미치는 영향. **대한비만학회지**, 17(1), 1-9.
- 양상훈, 김중식(2020) 유도훈련이 경호전공 비만 남자대학생들의 대사증후군, 인슐린 저항성 및 혈관내피 성장인자에 미치는 영향. **시큐리티 연구**, 65, 425-451.

- 조은아(2015). 인터벌트레이닝이 고혈압환자의 혈압 및 혈관내피기능에 미치는 영향. 부산대학교 대학원 미간행 석사학위논문.
- 전용균, 박상규(2020). 강도별 유산소운동이 청소년의 NGF, VEGF와 DHEAs에 미치는 영향. *한국웰니스학회지*, 15(2), 525-533.
- 장용우(2022). 16주간의 웨이트트레이닝이 비만여성의 동맥혈류 및 혈관조절변인에 미치는 영향. *한국웰니스학회지*, 17(1), 425-435.
- 장용우, 송지환(2020). 댄스스포츠 활동이 비만 아동의 혈류속도 및 혈관 조절인자에 미치는 영향. *한국초등체육학회지*, 26(2), 159-168.
- 장용우(2013). 댄스스포츠 참여가 중년여성들의 대퇴부 근력 및 동맥 혈류속도에 미치는 영향. *한국웰니스학회*, 8(3), 199-208.
- 체육과학연구원(2000). *전문가를 위한 최신 운동처방론*. 서울: 21세기교육사.
- Ahmadi-Abhari, S., Sabia, S., Shipley, M. J., et al.(2017). Physical activity, sedentary behavior, and long-term changes in aortic stiffness: the Whitehall II study. *J Am Heart Assoc*, 6:e005974.
- Barhoumi, T., Briet, M., Kasal, D. A., Fraulob-Aquino, J. C., Idris-Khodja, N., Laurant, P. & Schiffrin, E. L.(2014). Erythropoietin-induced hypertension and vascular injury in mice overexpressing human endothelin-1: Exercise attenuated hypertension, oxidative stress, inflammation and immune response. *Journal of hypertension*, 32(4), 784-794.
- Bots, M. L., Westerink, J., Rabelink, T. J. & de Koning, E. J.(2005). Assessment of flow-mediated dilatation (FMD) of the brachial artery: Effects of technical aspects of the FMD measurement on the FMD response. *European Heart Journal*, 26(4), 363-368.
- Brinkley, T. E., Fenty-Stewart, N. M., Park, J. Y., Brown, M. D. & Hagberg, J. M.(2009). Plasma nitrate/nitrite levels are unchanged after long-term aerobic exercise training in older adults. *Nitric Oxide*, 21(3-4), 234-238.
- Brixius, K., Schoenberger, S., Ladage, D., Knigge, H., Falkowski, G., Hellmich, M., Graf, C., Latsch, J., Montiel, G., Predel, G. & Bloch, W.(2007). Longterm Endurance Exercise decreases the Antiangiogenic Endostatin Signaling in adipose men aged between 50-60 years. *British Journal of Sports Medicine*, 23, 1-12.
- D'Antoni, S., Ranno, E., Spatuzza, M., Cavallaro, S. & Catania, M. V.(2017). Endothelin-1 Induces Degeneration of Cultured Motor Neurons Through a Mechanism Mediated by Nitric Oxide and PI3K/Akt Pathway. *Neurotoxicity research*, 32(1), 58-70.
- Goto, C., Higashi, Y., Kimura, M., Noma, K., Hara, K. & Nakagawa, K.(2003). The effect of different intensities of exercise on endothelium-dependent vasodilation in humans: role of endothelium-dependent vasodilation nitric oxide and oxidative stress. *Circulation*, 108(5), 530-5.
- Green, D. J., Maiorana, A., O'Driscoll, G. & Taylor, R.(2004). Effect of exercise training on endothelium-derived nitric oxide function in humans. *The Journal of Physiology*, 561(1), 1-25.
- Hanna, K., Gaggin, H. K., Truong, Q. A., Gandhi, P. U., Motiwala, S. R., Belcher, A. M., Weiner, R. B. & Januzzi, J. L.(2017). Systematic Evaluation of Endothelin 1 Measurement Relative to Traditional and Modern Biomarkers for Clinical Assessment and Prognosis in Patients With Chronic Systolic Heart Failure Serial Measurement and Multimarker Testing. *American journal of clinical pathology*, 147(5), 461-472.
- Kemi, O. J., Haram, P. M., Loennechen, J. P., Osnes, J. B., Skomedal, T. & Wisløff, U.(2005) Moderate vs. high exercise intensity: Differential effects on aerobic fitness, cardiomyocyte contractility, and endothelial function. *Cardiovasc Res*, 67(1), 161-72.
- Miyazawa-Hoshimoto, S., Takahashi, K., Bujo, H., Hashimoto, N. & Saito, Y.(2003). Elevated serum vascular endothelial growth factor is associated with visceral fat accumulation in human obese subjects. *Diabetologia*, 46(11), 1483-1488.
- Silha, J. V., Krsek, M., Sucharda, P., & Murphy, L. J.(2005). Angiogenic factors are elevated in overweight and obese individuals. *Int. J. Obes.*, 29(11), 1308-1314.
- Zaros, P. R., Pires, C. E. R., Bacci, M., Moraes, C. & Zanesco, A.(2009). Effect of 6-months of physical exercise on the nitrate/nitrite levels in hypertensive postmenopausal women. *BMC Women's Health*, 9(1), 17.

## ABSTRACT

## Effects of Latin Dance Activity on Vascular Endothelial Cell Variables and Vascular Regulatory Factors in Obese Women<sup>+</sup>

Yongwoo Jang\* · Somang Han\*\* Jeonju National University of Education

The purpose of this study was to analyze the effects of 16 weeks of Latin dance activity on vascular endothelial cell variables and endothelial function regulators in obese women. To carry out this purpose, after examining the physical homogeneity of obese women collected through recruitment advertisements, 10 obese experimental groups and 10 obese control groups were selected using the systematic sampling method in the population. As a result, the measurement of body fat percentage using In body 3.0 and the FMD test using pulse wave doppler, and the data shown in blood analysis for VEGF, NO, and ET-1 were processed by two-way repeated ANOVA. As follows. first. As a result of examining the changes in vascular endothelial cell parameters in obese women, the experimental group showed a rather high increase rate of 36.2% in the brachial artery blood flow-mediated vascular dilation(FMD), and the vascular endothelial growth factor(VEGF) in the blood also increased in the experimental group was increase found in 13.7% of cases. Second, as a result of examining changes in vasomodulators in obese women, nitric oxide(NO) showed a high increase rate of 24.4% in the experimental group, and endothelin 1(ET-1) showed a significantly high decrease of 46.7% in the experimental group. Third, as a result of examining the change in body fat percentage, it was found that the body fat percentage decreased at a significantly higher rate in the experimental group by 21.1% post-mortem than before. There was no statistical change in the control group for each variable. In summary, through changes in NO and ET-1 associated with a decrease in body fat percentage and an increase in FMD and VEGF in obese women, vascular endothelial cell variables adapted to long-term Latin dance activities are sensitive to changes in vascular regulators. Therefore, it is interpreted that the Latin dance program in this study had a very beneficial effect on the improvement of vascular endothelial cells and the regulation of vascular endothelial function of vascular regulators, along with the relief of obesity in women. It is suggested as an effective aerobic exercise for functional improvement of blood pressure and vascular control factors.

**Key words** : Latin dance, Obese women, Vascular endothelial cells, Vascular regulators

논문투고일: 2022.11.30

논문심사일: 2023.01.02

심사완료일: 2023.01.17

<sup>+</sup> This thesis was carried out with the research fund support of Jeonju National University of Education in 2022.

\* Professor, Department of Physical Education, Jeonju National University of Education, piapong@jnue.kr

\*\* Jeonju National University of Education, Department of Computer Education, Master's Course, 1052hsm@hanmail.net