



Effects of Online Live Pilates Training during the COVID-19 Pandemic on Body Composition, Cardiovascular Function, and Physical Fitness in Sedentary Middle-aged Obese Women

Jung-Heon Choi, Ko-Eun Choi and Man-Gyoon Lee*

Kyung Hee University

Article Info

Received 2022.02.25.

Revised 2022.05.16.

Accepted 2022.05.22.

Correspondence*

Man-Gyoon Lee
mlee@khu.ac.kr

Key Words

Sedentary behavior,
Pilates training,
Obesity,
Middle aged,
Varicose veins

PURPOSE This study aimed to investigate how a 10-week online live Pilates training held during the COVID-19 pandemic affected body composition, cardiovascular function, and physical fitness in sedentary middle-aged obese women. **METHODS** Thirty obese women, aged 30 to 49 years (BMI : 25kg/m² or more; waist circumference: 85cm or more) who were leading a sedentary lifestyle for more than 8 hours a day were assigned to one of two groups—that is, the Pilates training group (TR) and the control group (CON). Four participants were dropped from the study during the intervention period. Participants in the TR group (n=13) performed online live mat Pilates exercises (3 sessions per week; 60 minutes per session for 10 weeks, whereas participants in the CON group (n=13) were asked to maintain their normal lifestyles during the same intervention period. Independent variables related to body composition, cardiovascular function, venous function in the lower body, physical fitness, and 1-RM (repetition maximum) were measured at pre-test and post-test, and data were compared between the two groups and between the two tests. **RESULTS** 1) Regarding body composition, body weight, body mass index, fat mass, and waist circumference decreased significantly in the TR group. 2) Regarding cardiovascular function, stroke volume and cardiac output increased significantly in the TR group, and total peripheral resistance decreased significantly in the TR group. 3) Regarding venous function in the lower body, blood flow velocity and blood flow volume of the parenchyma area increased significantly in the TR group. 4) Regarding physical fitness, cardiorespiratory endurance, muscular endurance, flexibility, and balance improved significantly in the TR group. 5) 1RM of biceps curl, lat pull-down, leg curl, and leg extension increased significantly in the TR group. **CONCLUSIONS** It was concluded that the 10-week online live Pilates training had positive effects on the body composition, cardiovascular function, venous function in the lower body, and physical fitness of middle-aged obese women leading sedentary lifestyles.

서론

현대사회는 고도의 산업 발전과 경제 발전, 그리고 첨단 기계화가 이루어져 삶이 윤택해졌으나, 반대급부로 신체활동량이 감소되고 좌식생활이 증가되고 있다(Borodulin et al., 2015). 더욱이 2020년

부터 전 세계로 확산된 코로나바이러스 감염증-19(Coronavirus disease-19: COVID-19)에 기인하여 외부활동이 줄어들고 가정이나 실내에서의 재택근무와 IT 디바이스의 청취시간이 늘어나는 등 좌식생활 시간이 더욱 증가되고 있다(Hall et al., 2021). 좌식생활은 깨어있는 시간 동안 앉아있거나 누워있을 때 임하는 행동이 1.5 METs 이하인 생활양식으로 정의되며(Gibbs et al., 2015), 좌식생활 자체만 포함하는 것이 아니라 신체활동 부족까지 포함하고 있다(Tremblay et al., 2017).

장시간의 좌식생활은 비만, 제2형 당뇨병, 심혈관질환 및 여러 유형

© 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.

의 압과 같은 다양한 만성질환을 초래하며, 건강에 부정적인 영향을 미치는 것으로 보고되었다(Levine, 2015). 이와 같이 좌식생활의 증가가 건강에 미치는 부정적인 영향이 커짐에 따라 최근 개정된 미국스포츠의학회(American College of Sports Medicine: ACSM)의 지침에서는 앉아있는 시간을 최소화하라고 권장하고 있다(Piercy et al., 2018).

장시간의 좌식생활은 신체활동량 저하를 동반하며, 이는 각종 생활습관병 발병의 주요 근원인 비만을 초래하는 원인이 된다(Van Dyck et al., 2015). 좌식생활과 비만은 모두 하지정맥의 기능에 부정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Davies et al., 2017). 하지정맥은 혈액 순환의 핵심으로서 정맥 판막과 근육의 펌프기능을 사용하여 심장으로 혈액을 회귀하도록 한다(Pfisterer et al., 2014). 따라서 하지정맥기능이 저하되는 경우 정맥 고혈압이 발생하며, 결과적으로 정맥 판막의 기능이 손상되고 하지 혈류가 중력 방향으로 역류하는 등 문제가 생겨 정맥류를 포함한 각종 정맥질환이 초래된다(Jacobs et al., 2017).

장기간의 좌식생활은 종아리 정수압의 증가 및 종아리 근육펌프의 약화와 관련이 있으며, 정맥류 발생의 주요 원인으로 지목되어 왔다(Monahan et al., 2001). Sudol-Szopińska et al.(2011)은 좌식 직업을 가진 96명의 대상자 중 59.4%가 만성 정맥질환을 앓고 있다고 보고하였으며, 특히 좌식직업자 중 여성이 남성보다 정맥질환의 발병 위험이 더 큰 것으로 보고되었다(Barco et al., 2019). 이에 더하여 Fukaya et al.(2018)은 여성의 체질량지수(body mass index: BMI)가 높을수록 정맥류 중증도가 더 높아진다고 보고하였고, Fowkes et al.(2001)은 비만에 의해 복강 내 압력이 증가함에 따라 하지정맥의 혈류량이 감소되며, 이는 정맥의 순환에 영향을 미쳐 심혈관기능 저하의 원인이 될 수 있다고 보고하였다. 즉, 정맥류는 좌식생활을 통하여 발병하거나 악화될 수 있으며, 특히 비만 여성에게서 더 심각한 문제가 된다는 것이다.

규칙적인 신체활동과 운동은 체력과 에너지대사를 개선하고, 심혈관질환의 발병 위험을 감소시키는 등 건강수준에 긍정적인 영향을 미친다(Adams & Linke, 2019). 다양한 유형의 운동 중 필라테스는 저항성운동과 스트레칭을 기본으로 실시되며, 올바른 자세와 호흡에 초점을 맞추어 느리고 통제된 움직임으로 구성되어 초보자도 쉽게 실시할 수 있다(de Souza & Viera, 2006).

필라테스는 코어 근육의 강화, 근력과 근지구력의 향상, 유연성의 증진, 자세의 개선, 그리고 심폐기능의 향상 등 다양한 효과를 나타내며(Fernández-Rodríguez et al., 2019), 지방대사를 촉진하여 과체중과 비만 여성의 체지방과 BMI를 감소시키고 근육량을 증가시키는 등 신체구성의 개선에도 효과적이다(Wang et al., 2021). 이와 더불어 심혈관 기능에도 긍정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. Giacomini et al.(2016)은 좌식생활을 하는 여성에게 8주간 매트 필라테스 트레이닝을 처치한 결과 복부근육이 강화되고, 호흡근의 근력이 증가되며, 심폐기능이 향상되었다고 보고하였다. Wang et al.(2021)은 매트 필라테스 트레이닝을 통하여 젊은 비만 여성의 혈관탄성과 혈압의 개선이 나타났다고 보고하였다. 이와 같은 선행 연구들은 매트 필라테스 트레이닝이 신체구성의 개선뿐만 아니라 비만에 기인하여 약해진 각종 혈관기능의 개선에 공헌하는데 효과적인 운동 방법이라는 점을 시사한다.

Mueller et al.(2021)은 매트 필라테스 트레이닝과 기구 필라테스 트레이닝 모두 체력과 신체구성의 유의한 개선을 가져왔으며, 기구의 사용여부 간에 효과의 차이가 없었다고 보고하였다. 매트 필라테

스 트레이닝은 기구 필라테스 트레이닝에 비하여 공간과 장소의 제약이 적게 받고, 비용이 저렴하며, 다수의 인원이 동시에 실시할 수 있다는 장점을 내포하고 있다(de Souza et al., 2018).

전술한 바와 같이, 장시간의 좌식생활과 비만은 독립적으로 하지정맥기능을 저하시키고 각종 심혈관질환의 발병 위험을 증가시키며, 좌식생활을 하는 비만 여성의 경우 심혈관기능의 저하가 더욱 심각하게 나타날 가능성이 크다. 심혈관기능과 신체구성의 개선에 효과적이라고 알려진 필라테스 트레이닝은 장시간 좌식생활을 하는 비만 여성의 심혈관기능과 하지정맥기능의 개선에 공헌할 것이라 기대되지만, 그 개선 효과를 규명한 연구가 매우 부족한 실정이다. 특히, COVID-19 시기에 실시한 비대면 실시간 매트 필라테스 트레이닝이 심혈관기능에 더하여 신체구성과 체력수준에 미치는 영향을 종합적으로 분석한 연구는 더욱 부족한 실정이다.

따라서 이 연구에서는 COVID-19 시기에 실시한 10주간의 비대면 실시간 필라테스 트레이닝이 좌식생활 중년 비만 여성의 신체구성, 심혈관기능, 하지정맥기능 및 체력에 미치는 영향을 규명하고자 하였다.

연구 방법

연구 대상자

이 연구의 대상자는 좌식생활을 하는 중년 비만 여성으로서, 연구의 목적과 절차를 social network service(SNS)에 홍보하여 참여 희망자를 모집하였다. 국제신체활동설문지(global physical activity questionnaire: GPAQ)를 사용하여 신체활동량을 조사한 결과 600 MET-min/week 미만의 신체활동을 한 자(Ministry of Health and Welfare, 2016), 그리고 하루 평균 8시간 이상 좌식생활을 하면서 주당 30분 이상 중등도 운동을 하지 않은 자(Park et al., 2017)를

Table 1. Physical characteristics of participants (mean±SD)

Variables	Groups	TR (n=13)	CON (n=13)	P
Age (yrs)		43.00±2.86	39.92±5.28	.081
Height (cm)		161.64±3.75	162.55±5.94	.645
Weight (kg)		68.53±5.70	70.32±5.31	.434
BMI (kg/m ²)		25.29±2.10	25.95±1.96	.434
Percent body fat (%)		34.18±2.11	33.94±2.42	.804
Fat mass (kg)		23.12±3.45	23.89±2.80	.564
Fat-free mass (kg)		45.41±3.03	46.43±3.82	.474
Waist circumference (cm)		91.05±6.32	90.30±4.98	.747
Amount of physical activity (MET-min/week)		470.77±239.28	381.54±176.32	.737
Duration of sedentary life (hrs/day)		8.38±0.39	8.77±0.41	.933

TR: Pilates training group, CON: control group, BMI: body mass index

좌식생활자로 선정하였다. 아울러 BMI가 $25\text{kg}/\text{m}^2$ 이상이고(WHO, 2020), 허리둘레가 85cm 이상이며(Korean Society for the Study of Obesity, 2018), 최근 6개월 내에 운동 트레이닝에 참여한 바 없는 자를 선정하였다. 한편, 뇌혈관질환, 심혈관질환 및 내분비질환이 있는 자, 당뇨병 진단을 받은 자, 그리고 심혈관계 관련 약물 복용자는 대상자에서 제외하였다.

대상자 수는 Wong et al.(2020)의 선행연구에서 혈압을 기준으로 효과크기 .5, 검정력 .80, 그리고 유의수준 .05를 적용하여 G*Power 3.1을 통해 26명으로 산출되었으나(Faul et al., 2009), 탈락률을 고려하여 총 30명의 대상자를 모집하였다. 이 대상자를 필라테스 집단과 통제 집단에 각각 15명씩 무선할당 하였으나, 각 집단에서 2명씩 탈락하여 집단당 13명씩, 총 26명의 결과를 최종 분석하였다. 실험 시작 전 K대학교 생명윤리위원회로부터 승인을 받았으며(승인번호: KHGIRB-21-274), 연구의 목적과 절차를 이해하고 자발적으로 참여하고자 하는 자로부터 검사동의서를 받고 실험을 진행하였다. 연구 대상자의 신체적 특성은 <Table 1>에 제시된 바와 같다.

측정 항목과 방법

모든 대상자는 실험실에 도착하여 30분간 안정을 취한 후 검사에 참여하였으며, 검사의 순서는 신체구성, 심혈관기능, 하지정맥기능 및 체력 순으로 실시하였다. 사후검사는 사전검사와 동일한 검사자가 동일한 순서로 진행하였다. 구체적인 측정 항목과 방법은 다음과 같다.

1) 체격과 신체구성

신장은 신장계(YM-1, KDS, 한국)로 측정하였고, 생체전기저항법에 따른 측정기(X-scan plus II, Jawon Medical, 한국)로 체중, 체지방량(fat mass: FM), 체지방률(percent body fat: %BF), 그리고 체지방량(fat free mass: FFM)을 측정하였다. BMI는 체중(kg)을 신장의 제곱(m^2)으로 나누어 산출(kg/m^2)하였다. 허리둘레는 인체측정용 줄자를 이용하여 측정하였으며, 2회 측정하여 평균값을 기록하였다.

2) 심혈관기능

수는 혈압계(sphygmomanometer, 독일)를 이용하여 수축기혈압(systolic blood pressure: SBP)과 이완기혈압(diastolic blood pressure: DBP)을 측정하였으며, 2회 측정 후 평균값을 기록하였다. SBP에서 DBP를 빼서 맥압(pulse pressure: PP)을 산출하였고, '(PP/3)+DBP'의 공식에 따라 평균동맥압(mean arterial pressure: MAP)을 산출하였다(Uen et al., 2003). 기타 심혈관기능과 관련된 변인은 Physioflow (PF-05, Manatec Bionedical, 프랑스)를 이용하여 측정하였다. 이 장비는 Transthoracic impedance의 변화를 측정하는 비침습적 방법이 적용되었다. 3년 이상의 숙련된 검사자 1인이 사전검사와 사후검사 모두 측정하였다. 경동맥 부위에 2개의 전극과 심장 부위에 4개의 전극을 부착하여 심박수(heart rate: HR)와 1회박출량(stroke volume: SV)을 측정하였다. 또한, 심박출량(cardiac output: CO)은 측정된 HR과 SV의 곱으로 산출하였다. 아울러 MAP를 CO로 나누어 총말초혈관저항(total peripheral resistance: TPR)을 산출하였다(Taylor et al., 2012).

3) 하지정맥기능

하지정맥기능을 평가하기 위하여 오금정맥(popliteal vein)에서

혈류량, 혈류속도, 그리고 혈관직경을 측정하였다. 3년 이상의 숙련된 검사자 1인이 사전검사와 사후검사 모두 측정하였다.

대상자가 측정용 침대에 엎드린 자세로 5분간 안정을 취하도록 한 후, 엎드린 상태에서 무릎을 약간 구부리는 측정 자세를 취하도록 하였다. 오금 부위에 저알레르기성 젤(Ultrasound Transmission Gel, 한국)을 바른 후 Doppler Ultrasound(Clear View 550, Phillips Healthcare, 미국)를 이용하여 측정하였다. Doppler Ultrasound를 4~12Hz 선형 변환기와 함께 사용하여 4.0MHz의 영상 주파수 및 4.0~6.0MHz의 가변 도플러 주파수에서 작동하였다. 측정 위치는 복재대퇴접합부(sapheno-femoral junction)의 5cm 아래에 프로브를 위치하고, 오금정맥과 프로브의 각을 60° 로 유지하여 3cm 이내의 최소 압력을 가하여 측정하였다(Sabatier et al., 2006). 영상의 확대 및 초점 영역이 최적화되도록 설정한 후 혈류속도와 혈관직경을 구하였다. 측정된 평균 혈류속도(time average mean velocity: TAMV)를 다음 공식에 대입하여 혈류량을 산출하였다(Wilson et al., 2007).

$$\text{▶ 혈류량} = \text{TAMV} \times \text{혈관 반지름}^2 \times 60$$

4) 체력

국민체력실태조사(Ministry of Culture, Sports and Tourism, 2017)의 검사항목인 윗몸일으키기, 제자리멀리뛰기, 그리고 앉아 윗몸앞으로굽히기를 측정하였으며, 이에 더하여 평형성을 평가하기 위하여 눈감고외발서기, 그리고 심폐지구력을 평가하기 위하여 YMCA 스텝테스트를 측정하였다.

근지구력을 측정하기 위하여 1분간 윗몸일으키기를 실시하였다. 순발력을 측정하기 위하여 제자리멀리뛰기를 실시하였으며, 2회 측정하여 높은 값을 0.1cm 단위로 기록하였다. 유연성을 측정하기 위하여 좌전굴계(FT-7300, Donghwa, 한국)를 이용하여 앉아윗몸앞으로굽히기를 실시하였으며, 2회 실시하여 높은 값을 0.1cm 단위로 기록하였다. 평형성을 측정하기 위하여 눈감고외발서기를 실시하였으며, 좌-우측의 결과를 0.1초 단위로 기록하였다.

YMCA 스텝테스트는 최대산소섭취량(VO_2max)을 직접 측정하는 최대운동부하검사와 .80의 R값을 보여 타당도가 높은 것으로 보고되었다(Van Kieu et al., 2020). 높이 31cm의 스텝 박스에 분당 96bpm의 박자에 따라 3분간 오르내리게 한 뒤, 운동을 마친 직후부터 1분간 측정된 심박수를 다음의 식에 대입하여 VO_2max 를 산출하였다(Korea Institute of Sport Science, 2014).

$$\text{▶ } \text{VO}_2\text{max} = 54.337 - (0.185 \times \text{나이}) + (0.097 \times \text{신장}) - (0.246 \times \text{체중}) - (0.122 \times \text{심박수})$$

5) 1-RM

1-RM은 Levinger et al.(2009)의 제안을 참고하여 bench press, biceps curl, lat pull down, leg press, leg curl, 그리고 leg extension의 총 6개 동작에서 측정하였다. 대상자가 운동 경험이 적은 좌식생활 중년 비만 여성임을 고려하여 최대한 부하의 반복횟수를 통하여 간접적으로 1-RM을 추정하는 방법을 적용하였으며, 그 추정식은 다음과 같다(Brzycki, 1993).

$$\text{▶ } 1\text{-RM} = \text{들어올린 중량(kg)} \div [1.0278 - (\text{반복횟수} \times 0.0278)]$$

Table 2. Pilates training programs

(mean±SD)

Weeks (intensity)	Exercise (duration)	Frequency	Movements
1st~3rd week (RPE 11~13)	Warm-up (5 min)	3 times/week	Breathing, Imprint & release, Spinal rotation, Arm circles
	Main exercise (50 min)		Spine stretch forward, Spine stretch side, Roll down, Curl up preparation, Criss cross, Single leg circle, Supine leg series, Hundred, Side leg series, Mini swan, Swan, Push up preparation, Squat
	Cool-down (5 min)		Breathing, Hamstring stretch, Hip flexor stretch, Calf stretch
4th~6th week (RPE 12~14)	Warm-up (5 min)	3 times/week	Breathing, Imprint & release, Spinal rotation, Arm circles
	Main exercise (50 min)		Spine twist, Saw, Half roll back, Curl up, Single leg stretch, Single straight leg stretch, Bridge, Bridging marching, Single leg kick, Double leg kick, Swimming, Push up, Lunge
	Cool-down (5 min)		Breathing, Hamstring stretch, Hip flexor stretch, Calf stretch
7th~10th week (RPE 13~15)	Warm-up (5 min)	3 times/week	Breathing, Imprint & release, Spinal rotation, Arm circles
	Main exercise (50 min)		Hundred, Double leg stretch, Double straight leg stretch, Roll up, Roll over, Jack knife, Teaser series, Swan, Swan dive, Swimming, Kneeling side kick, Leg pull down, Wide squat with heel raise
	Cool-down (5 min)		Breathing, Hamstring stretch, Hip flexor stretch, Calf stretch

RPE: ratings of perceived exertion

Table 3. Changes of body composition in two groups

(mean±SD)

Variables	Groups	Time		Δ%	<i>p</i>	<i>p</i>
		Pre-test	Post-test			
Body weight (kg)	TR	68.53±5.70	67.52±5.39	*	-1.46	Group .302
	CON	70.32±5.31	70.49±5.77		0.24	Time .124
						Group×Time .035
Body mass index (kg/m ³)	TR	25.29±2.10	24.92±1.99	*	-1.46	Group .302
	CON	25.95±1.96	26.01±2.13		0.24	Time .122
						Group×Time .036
Percent body fat (%)	TR	34.18±2.11	33.29±2.69		-2.60	Group .768
	CON	33.94±2.42	34.09±2.33		0.42	Time .126
						Group×Time .038
Fat mass (kg)	TR	23.12±3.45	22.24±3.68	*	-3.81	Group .394
	CON	23.89±2.80	23.74±2.60		-0.91	Time .039
						Group×Time .132
Fat-free mass (kg)	TR	45.41±3.03	45.11±2.76		-0.65	Group .410
	CON	46.43±3.82	46.45±4.12		0.03	Time .466
						Group×Time .416
Waist circumference (cm)	TR	91.05±6.32	87.45±6.36	**	-3.96	Group .669
	CON	90.30±4.98	90.14±4.61		-0.17	Time .001
						Group×Time .003

TR: Pilates training group, CON: Control group. **p*<0.05, ***p*<0.01: Significant difference between pre and post-test.+*p*<0.05, ++*p*<0.01: Significant main effect and/or interaction.

처리 방법

필라테스 집단의 대상자는 10주간 매트 필라테스 트레이닝에 참여하였다. 이 연구의 운동 프로그램은 Martins-Meneses et al.(2015)의 프로그램을 참고하여 연구 목적에 맞게 수정하였다. 주 3회, 회당

60분 실시하였고, 운동 강도를 점진적으로 증가시켰으며, 본운동은 12~13개 동작으로 구성하여 한 동작당 6~10회씩 반복 수행하였다. 구체적인 필라테스 트레이닝 프로그램은 <Table 2>에 제시된 바와 같다. 이 연구에서는 국제 자격증을 소지하고 5년 이상의 경력이 있는 전문가가 필라테스 트레이닝을 진행하였으며, 화상 채팅을 이용

한 비대면 양방향 실시간 운동증제를 진행하였다. 동작을 수행하는 동안 화면을 통해 손가락으로 운동 강도를 체크하며 누적 평균을 토대로 강도를 조절하였다.

한편, 통제 집단의 대상자는 동일한 처치 기간 동안 평소의 생활습관을 그대로 유지하도록 하였다. 두 집단의 모든 대상자에게 처치 기간 중 식이 습관과 신체활동 습관을 일정하게 유지하도록 지도하였다.

자료처리 방법

이 연구에서 얻은 결과는 SPSS PC⁺ for window(version 25.0) 통계 프로그램으로 분석하였다. 모든 기술통계량을 평균(mean)과 표준편차(standard deviation: SD)로 제시하였다.

두 집단 간과 두 시기간의 평균 차이를 동시에 분석하기 위하여 반복 이원변량분석(repeated measure two-way ANOVA)을 실시하였다. 집단과 시기의 주효과, 또는 집단과 시기의 상호작용이 유의한 경우 집단 내 두 시기 간의 평균 차이는 중속 t-검증(paired t-test)으로, 그리고 시기 내 두 집단 간의 평균 차이는 독립 t-검증(independent t-test)로 분석하였다. 모든 통계분석의 유의수준(α)을 .05로 설정하였다.

연구 결과

신체구성상과 관련하여 체중, 체질량지수, 그리고 체지방률에서 집단과 시기의 상호작용이 유의하게 나타났다. 체지방률에서 시기의 주효과, 그리고 허리둘레에서 시기의 주효과 및 집단과 시기의 상호작용이 유의하게 나타났다. 체중, 체질량지수, 체지방률, 그리고 허리둘레가 필라테스 집단에서 유의하게 감소되었다(Table 3).

심혈관기능과 관련하여 1회 박출량과 심박출량에서 시기의 주효과 및 집단과 시기의 상호작용이 유의하게 나타났다. 또한, 총말초혈관저항에서 시기의 주효과가 유의하게 나타났으며, 평균동맥압에서 집단의 주효과가 유의하게 나타났다. 1회 박출량과 심박출량은 필라테스 집단에서 유의하게 증가되었으며, 총말초혈관저항은 필라테스 집단에서 유의하게 감소되었다(Table 4).

하지정맥기능과 관련하여 오금부위 혈류속도에서 집단의 주효과, 시기의 주효과, 그리고 집단과 시기의 상호작용이 유의하게 나타났으며, 오금부위 혈류량에서 시기의 주효과 및 집단과 시기의 상호작용이 유의하게 나타났다. 오금부위 혈류속도와 오금부위 혈류량이 필라테스 집단에서 유의하게 증가되었다(Table 5).

체력과 관련하여 최대산소섭취량, 윗몸일으키기, 앉아윗몸앞으로 굽히기, 그리고 눈감고외발서기(좌)에서 시기의 주효과 및 집단과 시기의 상호작용이 유의하게 나타났다. 최대산소섭취량, 윗몸일으키기, 앉아윗몸앞으로굽히기, 그리고 눈감고외발서기(좌)가 필라테스 집단에서 유의하게 증가되었다(Table 6).

Table 4. Changes of cardiovascular function in two groups

(mean±SD)

Variables	Groups	Time		Δ%		p
		Pre-test	Post-test			
Heart rate (Beats/min)	TR	64.05±6.31	65.59±6.99	2.41	Group	.211
	CON	67.91±9.10	69.22±8.92	1.93	Time	.194
Stroke volume (ml)	TR	61.09±7.64	67.43±7.02	** 10.39	Group×Time	.916
	CON	64.39±6.68	64.77±6.45	0.59	Group	.901
Cardiac output (l/min)	TR	3.90±0.51	4.41±0.53	** 13.11	Time	.004
	CON	4.36±0.63	4.46±0.57	2.38	Group×Time	.009
Total peripheral resistance (mmHg/l/min)	TR	21.91±3.30	19.72±1.36	* -9.98	Group	.220
	CON	21.93±2.99	20.93±2.96	-4.53	Time	.002
Systolic blood pressure (mmHg)	TR	110.20±8.26	110.60±7.63	0.36	Group×Time	.030
	CON	115.63±4.45	115.34±4.93	-0.26	Group	.529
Diastolic blood pressure (mmHg)	TR	74.00±9.15	76.20±7.94	2.98	Time	.014
	CON	80.39±2.24	79.58±4.31	-1.01	Group×Time	.327
Mean arterial pressure (mmHg)	TR	84.28±5.66	86.05±5.30	2.10	Group	.065
	CON	92.14±1.93 ^{###}	91.50±3.26 ^{##}	-0.70	Time	.919
					Group×Time	.482
					Group	.066
					Time	.425
					Group×Time	.093
					Group	.001
					Time	.370
					Group×Time	.063

TR: Pilates training group, CON: Control group.

^{###} $p<0.01$, ^{##} $p<0.001$: Significant difference between TR and CON.

* $p<0.05$, ** $p<0.01$: Significant difference between pre and post-test.

⁺ $p<0.05$, ⁺⁺ $p<0.01$: Significant main effect and/or interaction.

Table 5. Changes of venous function of popliteal area in two groups

(mean±SD)

Variables	Groups	Time		Δ%		p		
		Pre-test	Post-test					
Blood flow velocity (cm/sec)	TR	7.38±2.76	11.65±4.42	**	57.71	Group	.017	+
	CON	7.01±1.77	7.09±1.85 ^{##}		1.05	Time	.002	++
						Group×Time	.002	++
Blood vessel diameter (mm)	TR	5.79±0.81	5.52±1.24		-4.53	Group	.338	
	CON	6.05±1.01	5.96±0.98		-1.44	Time	.346	
						Group×Time	.640	
Blood flow volume (l/min)	TR	0.11±0.03	0.14±0.04	**	23.30	Group	.422	
	CON	0.11±0.04	0.11±0.04		-3.48	Time	.023	+
						Group×Time	.003	++

TR: Pilates training group, CON: Control group.

^{##}p<0.01: Significant difference between TR and CON.^{**}p<0.01: Significant difference between pre and post-test.⁺p<0.05, ⁺⁺p<0.01: Significant main effect and/or interaction.**Table 6.** Changes of physical fitness in two groups

(mean±SD)

Variables	Groups	Time		Δ%		p		
		Pre-test	Post-test					
Maximal oxygen consumption (ml/kg/min)	TR	37.24±2.15	38.58±2.30	**	3.60	Group	.605	
	CON	38.56±2.50	38.18±2.18		-0.99	Time	.025	+
						Group×Time	.000	+++
Sit-up (times)	TR	11.67±7.93	20.04±7.78	***	71.74	Group	.558	
	CON	13.58±9.63	13.98±9.20		7.36	Time	.000	+++
						Group×Time	.000	+++
Standing long jump (cm)	TR	125.80±15.47	130.94±17.35		4.08	Group	.113	
	CON	112.49±28.87	115.85±25.94		2.99	Time	.048	+
						Group×Time	.668	
Sit-and-reach (cm)	TR	5.15±8.31	11.54±9.01	**	123.91	Group	.924	
	CON	8.54±12.49	8.95±12.26		4.77	Time	.000	+++
						Group×Time	.001	++
Left leg standing with eyes closed (sec)	TR	13.30±11.25	23.54±16.27	**	76.96	Group	.134	
	CON	11.46±8.98	11.79±7.43		2.96	Time	.005	++
						Group×Time	.008	++
Right leg standing with eyes closed (sec)	TR	12.33±8.54	23.35±19.78		89.30	Group	.285	
	CON	13.65±6.91	12.99±7.15		-4.78	Time	.053	
						Group×Time	.031	+

TR: Pilates training group, CON: Control group. ^{**}p<0.01, ^{***}p<0.001: Significant difference between pre and post-test.⁺p<0.05, ⁺⁺p<0.01, ⁺⁺⁺p<0.001: Significant main effect and/or interaction.

Table 7. Changes of 1RM in two groups

(mean±SD)

Variables	Groups	Time		Δ%		p		
		Pre-test	Post-test					
Bench press (kg)	TR	31.50±4.98	33.73±5.64	7.09	Group	.013	+	
	CON	27.44±5.42	26.99±5.10 ^{##}	-1.63	Time	.081		
					Group×Time	.012	+	
Biceps curl (kg)	TR	7.28±3.71	10.29±4.63	**	41.42	Group	.057	
	CON	5.77±2.81	6.31±3.57		9.20	Time	.002	++
					Group×Time	.023	+	
Lat pull down (kg)	TR	38.15±5.67	40.56±5.98	**	6.30	Group	.042	+
	CON	35.07±4.87	34.56±5.32 [#]		-1.44	Time	.027	+
					Group×Time	.001	++	
Leg press (kg)	TR	98.01±29.22	105.22±21.73		7.35	Group	.048	+
	CON	83.26±14.81	86.59±20.58 [#]		4.01	Time	.138	
					Group×Time	.579		
Leg curl (kg)	TR	34.87±10.20	41.47±9.71	***	18.92	Group	.253	
	CON	33.41±9.78	34.10±9.39		2.04	Time	.000	+++
					Group×Time	.000	+++	
Leg extension (kg)	TR	41.56±12.54	53.00±12.79	***	27.52	Group	.039	+
	CON	37.47±9.58	38.14±9.54 ^{##}		1.78	Time	.000	+++
					Group×Time	.000	+++	

TR: Pilates training group, CON: Control group. [#] $p<0.05$, ^{##} $p<0.01$: Significant difference between TR and CON.

^{**} $p<0.01$, ^{***} $p<0.001$: Significant difference between pre and post-test.

⁺ $p<0.05$, ⁺⁺ $p<0.01$, ⁺⁺⁺ $p<0.001$: Significant main effect and/or interaction.

1RM과 관련하여 bench press에서 집단의 주효과 및 집단과 시기의 상호작용이 유의하게 나타났고, biceps curl과 leg curl에서 시기의 주효과 및 집단과 시기의 상호작용이 유의하게 나타났다. Leg press에서 집단의 주효과가 유의하게 나타났고, lat pull down과 leg extension에서 집단의 주효과, 시기의 주효과, 그리고 집단과 시기의 상호작용이 유의하게 나타났다. Biceps curl, lat pull down, leg curl, 그리고 leg extension이 필라테스 집단에서 유의하게 증가되었다(Table 7).

논의

신체구성의 변화

이 연구에서 10주간 매트 필라테스 트레이닝을 실시한 집단의 체중, BMI, 체지방량, 그리고 허리둘레가 유의하게 감소되었다. 이와 관련하여 Şavkin & Aslan(2016)은 중년 여성을 대상으로 8주간 주 3회, 회당 90분 필라테스를 실시한 결과 체중, BMI, 체지방률, 허리둘레, 복부둘레, 그리고 엉덩이둘레가 유의하게 감소되었다고 보고하여

이 연구의 결과와 일치하였다.

필라테스 트레이닝은 선행 연구를 통하여 신체구성의 개선에 공헌한 것으로 알려져 왔다. 필라테스의 각 동작은 무산소성 운동에 가깝지만 Aladro-Gonzalvo et al.(2012)은 30~45분간 실시되는 필라테스 매트 운동 프로그램이 지방대사를 촉진하는데 충분한 에너지 소비를 유도한다고 보고하였다. 이 연구에서 10주간 주 3회, 회당 60분의 운동을 실시한 것은 체중과 체지방 감소에 적합한 양이었다고 판단된다. 한편, Barbosa et al.(2015)은 필라테스 트레이닝 중 호흡과 몸통의 굴곡이 복횡근(transverse abdominal: TrA)의 강한 수축을 유발하며, leg stretch series와 curl up을 포함한 코어 안정화 동작과 몸통 굴곡 동작이 TrA를 강화한다고 주장하였다. 이와 관련하여 Kamyab et al.(2021)은 TrA의 강한 수축이 허리둘레를 감소시킨다고 보고한 바 있다. 이 연구에서도 필라테스 프로그램에 포함된 다양한 몸통 굴곡 동작과 필라테스 호흡을 이용한 동작이 TrA를 수축하고 복압을 증가시켜 허리둘레를 감소시킨 것으로 해석된다. 신체구성과 관련된 이 연구의 결과는 매트 필라테스가 비만 여성의 신체구성에 긍정적인 영향을 미치며, 신체구성 개선을 위해 효과적으로 적용할 수 있는 운동이라는 점을 시사한다.

심혈관기능의 변화

이 연구에서 10주간 매트 필라테스 트레이닝을 실시한 집단의 심박수는 유의한 변화가 없었지만, 심박출량과 1회 박출량이 유의하게 증가되었고, 총말초혈관저항이 유의하게 감소되었다. 규칙적인 필라테스 트레이닝은 전신 혈류량의 증가와 shear stress의 감소를 통하여 혈관내피의 근육 매개 수축에 긍정적인 영향을 미쳐 혈관기능의 개선(Green et al., 2004)에 효과적인 것으로 보고되었다. 또한, 매트 필라테스 트레이닝의 실시 결과 산화질소(nitric oxide: NO) 농도가 증가되어 혈관내피세포기능의 개선에 효과적이었다고 보고되었다(Wong et al., 2020). 이 연구에서 사용한 매트 필라테스 프로그램에 포함된 leg series와 calf stretch 등의 동작은 하지정맥의 근육펌프를 강화하여 심장으로 회귀하는 혈류량을 증가시키는데 도움을 주는 대표적인 동작이다(Williams et al., 2014). 이를 통하여 이 연구에서 사용된 매트 필라테스 트레이닝이 전신의 근력증가와 더불어 혈관내피의 근육 매개 수축을 강화하는데 긍정적인 영향을 미쳤으며, 하지의 근수축 운동을 통해 근육펌프 작용을 개선하여 하지정맥에서 심장으로 회귀하는 혈액량 증가시켰을 것으로 판단된다. 이와 같은 기전에 따라 안정시 심박수의 변화없이 1회 박출량이 증가됨으로써 심박출량이 증가되는 긍정적인 결과가 나타났을 것으로 해석된다.

한편, 이 연구에서 나타난 총말초혈관저항의 변화와 관련하여 Laohachai et al.(2017)은 흡기 근육의 피로가 교감신경을 자극하여 말초혈관의 수축을 약화시킨다고 보고한 바 있다. 아울러 Giacomini et al.(2016)은 8주간 주 2회 실시한 매트 필라테스 트레이닝이 좌식생활을 하는 여성 대상자의 호흡근을 강화하는데 효과적이라 보고한 바 있다. 이 연구에서 각 대상자는 다양한 호흡법을 활용하면서 코어 안정화를 기반으로 동작을 실시하였으며, 이를 통하여 호흡근의 강화와 더불어 흡기 근육의 피로 감소가 나타났으며, 결과적으로 총말초혈관저항의 감소를 유도한 것으로 해석된다.

이 연구에서는 10주간 매트 필라테스 트레이닝을 실시한 집단에서 혈압과 관련된 모든 변인의 유의한 변화가 나타나지 않았다. Guimarães et al.(2012)은 심부전 환자를 대상으로 16주간 주 2회, 회당 60분 필라테스 트레이닝을 실시한 결과 최대산소섭취량이 증가되고 혈압이 유의하게 감소되었다고 보고하였다. 선행 연구와 달리 이 연구에서 혈압의 유의한 감소가 나타나지 않은 것은 대상자의 혈압이 정상 범위(필라테스 집단: SBP 110.20±8.26mmHg, DBP 74.00±9.15mmHg; 통제 집단: SBP 115.63±4.45mmHg, DBP 80.39±2.24mmHg)에 있어 변화에 제한이 있었다고 판단된다. 향후 필라테스 트레이닝이 경계성 고혈압자 또는 고혈압자의 혈압에 미치는 영향을 규명하는 후속 연구가 요청된다.

하지정맥기능의 변화

이 연구에서는 장시간 좌식생활을 하는 중년 비만 여성의 경우 하지정맥기능이 저하되어 있을 것이라는 가정 하에, 10주간의 매트 필라테스 프로그램을 구성하는 과정에서 대상자의 하지정맥기능의 회복을 위하여 발목의 가동성 증가와 종아리 근육의 수축을 유도할 수 있는 동작을 다수 포함하였으며, 점진적으로 하지의 근력을 강화하는 프로그램으로 진행하였다. 그 결과 안정시 오금부위 정맥의 혈관직경은 유지되었지만, 오금부위 정맥 혈류량과 혈류속도가 유의하게 증가되었다. 혈류량과 혈류속도가 증가되었다는 것은 정맥혈관기능이 크

게 개선되었다는 것을 의미한다. 이와 같은 결과를 통하여 매트 필라테스가 종아리 근육펌프기능을 유의하게 개선시킴으로써 하지정맥 질환의 발병 위험이 높은 장시간 좌식생활을 하는 중년 비만 여성의 혈관건강을 관리하는데 큰 도움이 되는 운동이라고 정리할 수 있다.

하지정맥기능이 약화된 자를 위한 운동 중재는 종아리 근육펌프 기능을 개선하기 위하여 권장된다(Orr et al., 2017). 종아리 펌프 운동을 통하여 발과 종아리의 근육펌프를 자극하면 하지정맥기능이 개선되어 심부정맥 혈전증을 예방하고 증상을 유의하게 감소시킨다(Ramadan et al., 2019). 이와 관련하여 Panny et al.(2009)은 6주간 종아리 운동을 실시한 결과 종아리 근육펌프기능이 유의하게 개선됨으로써 정맥혈 회귀량과 심장의 박출률(ejection fraction)이 증가되었다고 보고하면서, 종아리 근육펌프 운동 중 배측 굴곡은 정맥혈 회귀에 결정적인 요인으로 작용한다고 주장하였다. 또한, Kruse et al.(2016)은 발바닥 굴곡근 스트레칭을 통하여 오금부위의 평균 혈류량이 증가되었으며, 스트레칭 후 총혈반응을 생성하여 역행혈류가 감소되었다고 보고하였다.

이와 더불어, 필라테스는 대표적인 호흡근육 강화 운동이다(Tinoco-Fernández et al., 2016). 호흡운동으로 인한 흉부 내압과 복압의 감소는 정맥혈 회귀량을 증가시키는 등 안정시와 운동중 심혈관기능에 긍정적인 영향을 미친다(Aliverti & Macklem, 2001). 이와 관련하여 Aliverti et al.(2010)은 횡격막과 복부 근육의 동시 수축으로 구성된 호흡운동 중 나타나는 혈액 재분배 과정에서 내장 혈액량이 20% 감소되고 흉부 정맥의 혈류량이 증가된다고 주장하였다.

또한, 이 연구의 매트 필라테스 프로그램에 포함된 스트레칭은 선행 연구를 통하여 혈관기능과 혈류 개선에 긍정적인 영향을 미친다고 보고되었다(Wilson et al., 2016). 스트레칭 사이의 이완 단계 중에는 근육 긴장으로 인한 혈관 변형에 따라 말초혈관저항이 감소되며(Venturelli et al., 2019), 이는 일종의 '혈관훈련'으로 작용하여 혈관내피의 탄성과 구조의 개선을 유도함으로써 골격근 훈련과 유사한 방식으로 혈관기능을 향상시킬 수 있는 것이다(Bisconti et al., 2019).

10주간의 매트 필라테스를 처치한 이 연구에서는 하지의 근육운동을 중심으로 한 운동 프로그램에 발목의 배측 굴곡을 적극적으로 포함하여 종아리 근육의 펌프기능을 개선시켰으며, 동시에 필라테스의 횡격막 호흡운동을 병행하여 흉부와 복부의 압력을 감소시켜 하지에 정체되어있는 혈류를 심장으로 원활하게 회귀하도록 함으로써 오금부위의 정맥 혈류속도와 혈류량이 증가되었다고 정리할 수 있다. 또한 혈관 구조의 개선에 효과적인 스트레칭 동작을 다수 포함하여 좌식생활을 하는 비만 여성에게 취약한 하지정맥의 판막기능 및 혈관내피 근육의 구조적 개선을 가져왔을 것으로 사료된다.

체력의 변화

이 연구에서는 10주간 비대면 실시간 매트 필라테스 트레이닝이 좌식생활 중년 비만 여성의 체력에 미치는 영향을 규명하고자 하였으며, 필라테스를 실시한 집단의 최대산소섭취량, 윗몸일으키기, 앉아 윗몸앞으로굽히기, 그리고 눈감고외발서기(좌) 기록이 유의하게 증가되었다. 이와 관련하여 Bergamin et al.(2015)은 59~66세의 폐경 후 여성을 대상으로 12주간 주 2회, 회당 60분 필라테스 트레이닝을 실시한 결과 상지와 하지, 그리고 복부의 근력이 유의하게 증가되었다고 보고하였고, Barker et al.(2016)은 60대 노인에게 24주간 필라테스 트레이닝을 실시한 결과 눈감고외발서기, 눈뜨고 외발

서기, 하지근력, 그리고 유연성이 유의하게 향상되었다고 보고하여 이 연구의 결과와 유사하였다.

이 연구에서 최대산소섭취량이 증가된 것은 필라테스 호흡을 통하여 심폐지구력이 향상되었다고 보고한 Souza et al.(2021)의 설명으로 해석될 수 있다. 이들은 필라테스 호흡운동이 늑간근의 기능과 폐활량을 증가시키고, 환기 효율을 향상시킴으로써 근육 조직으로 가는 혈액량을 늘리며, 동시에 근육의 산화능력이 향상되고 에너지 낭비가 줄어 최대산소섭취량이 증가된다고 해석하였다. 이 연구에서 근지구력과 유연성이 증가된 것은 필라테스 동작에 저항성운동과 스트레칭이 상당 부분 포함되어 있어 복부 근지구력과 후방 체간의 유연성이 향상되었다고 한 Sekendiz et al.(2007)의 설명으로 해석될 수 있다. 이 연구에서 처치한 동작 중 측면굴곡 동작인 side leg series와 kneeling side kick 동작은 유연성 향상에 도움이 되었으며, roll series 동작은 몸통 굴곡상태를 유지하며 강한 등척성 수축과 함께 편심성 수축을 일으켜 복부 근지구력 향상에 도움이 되었을 것으로 판단된다. 아울러 이 연구에서 평행성이 향상된 것은 필라테스 동작을 통하여 고유수용성 감각이 향상되어 나타난 결과라고 사료된다.

한편, Rayes et al.(2019)은 과체중과 비만 여성에게 8주간 주 3회, 회당 60분 대면 필라테스 트레이닝을 실시한 결과 최대산소섭취량, 윗몸일으키기, 그리고 앉아윗몸앞으로굽히기 기록이 유의하게 증가되었다고 보고한 반면, Donahoe-Fillmore et al.(2007)은 건강한 여성에게 10주간 주 3회 비대면 비디오 기반 매트 필라테스 트레이닝을 실시한 결과 복부 근력의 유의한 향상이 나타나지 않았다고 보고하였다. 두 선행 연구를 비교하면, 장기간 필라테스 트레이닝을 실시하더라도 비대면 운동이 트레이너와 직접 대면하는 운동만큼의 효과를 나타내지 못한다는 것을 알 수 있다.

이 연구에서는 비대면 트레이닝을 실시하였지만, 단순한 비디오 재생이 아닌 실시간 양방향 화면 공유를 통하여 현장과 유사한 트레이닝 환경을 제공하였다. 트레이너는 대상자가 트레이닝에 참여하고 있는 상황을 실시간으로 감독하고 참여율을 확인할 수 있었으며, 대상자 역시 실시간으로 트레이너의 동작을 확인하고 본인의 운동 상태를 점검받을 수 있었다. 이 연구에서 실시한 비대면 실시간 양방향 소통 트레이닝은 단방향 비디오 트레이닝에 비하여 효과가 우수할 것으로 판단되며, 그 결과 대면 트레이닝과 유사한 결과를 나타냈다고 사료된다. 향후 한 연구에서 대면과 비대면 필라테스 트레이닝의 효과를 비교하는 후속 연구가 요청된다.

1RM의 변화

이 연구에서는 비대면 실시간 매트 필라테스 트레이닝이 좌식생활 중년 비만 여성의 1RM에 미치는 영향을 규명하고자 하였으며, 그 결과 bench press에서 집단과 시기의 상호작용이 유의하게 나타났고, 필라테스 집단의 biceps curl, lat pull down, leg curl, 그리고 leg extension이 유의하게 증가되었다. 즉, 대부분의 근력 변인에서 10주간의 매트 필라테스 트레이닝의 효과가 유의하게 나타난 것이다. Kwon et al.(2010)은 제2형 당뇨병이 있는 과체중 여성에게 12주간 저항도 저항성운동을 주 3회, 회당 60분 실시한 결과 상체(이두근, 삼두근, 흉근)와 하체(둔부, 햄스트링, 대퇴사두근)의 1RM이 모두 유의하게 증가되었다고 보고하여 이 연구의 결과와 유사하였다.

이 연구에서 처치한 필라테스 동작 중 상지 근육으로 지면을 누르면서 등척성 운동을 한 jack knife와 roll over 등의 동작이 상지 근

력의 향상에 도움이 것으로 판단된다. 또한, lunge와 squat 등의 체중부하 동작과 leg series 등의 하지 운동이 하지 근력의 향상에 도움이 것으로 판단된다. Yu & Lee(2012)는 코어 안정성에 효과적인 필라테스 운동이 하지 근력의 향상에 효과적이며, 코어 안정성이 높을수록 하지 근력에 더 긍정적인 영향을 미친다고 주장하였다. 따라서 이 연구에서 실시한 코어 안정화 동작과 체중부하 운동이 하지 근력의 향상에 공헌한 것으로 해석된다. 이상의 내용을 종합하면, 10주간의 비대면 실시간 매트 필라테스가 좌식생활 비만 중년 여성의 근력 향상에 도움이 되며, 나아가서 노인기의 근감소증 예방에도 공헌할 것이라고 기대된다.

결론

이 연구에서는 10주간의 비대면 실시간 필라테스 트레이닝이 장시간 좌식생활 중년 비만 여성의 신체구성, 체력 및 심혈관기능에 미치는 영향에 대해 규명하고자 하였으며, 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 필라테스 집단의 체중, 체지방률, 체지방량, 그리고 허리둘레가 유의하게 감소되었다.
- 2) 필라테스 집단의 1회박출량과 심박출량이 유의하게 증가되었고, 총말초혈관저항이 유의하게 감소되었다.
- 3) 필라테스 집단의 오금부위 정맥의 혈류속도와 혈류량이 유의하게 증가되었다.
- 4) 필라테스 집단의 최대산소섭취량, 윗몸일으키기, 앉아윗몸앞으로굽히기, 그리고 눈감고외발서기(좌)가 유의하게 증가되었다.
- 5) 필라테스 집단의 biceps curl, lat pull down, leg curl, 그리고 leg extension이 유의하게 증가되었다.

이상의 결과를 종합하면, 10주간의 비대면 실시간 매트 필라테스 트레이닝이 장시간 좌식생활을 하는 중년 비만 여성의 신체구성, 심혈관기능, 그리고 체력의 개선에 효과적이었다고 결론지을 수 있다. 이는 중년 비만 여성의 좌식생활로 인하여 발생할 수 있는 하지정맥 질환 및 심혈관 질환을 예방하는데 필라테스 트레이닝이 효과적이라는 점을 시사하며, 아울러 심혈관기능이 저하되어 유산소운동 수행이 어려운 대상자의 심혈관건강을 증진하는데 필라테스 운동이 추천될 수 있음을 시사한다.

향후 고혈압자 등 심혈관기능이 저하되어 있는 자, 그리고 하지정맥류 위험군이 아닌 하지정맥류 환자를 대상으로 필라테스 트레이닝의 효과를 규명하는 후속 연구가 요청되며, 대면 필라테스 트레이닝과 비대면 필라테스 트레이닝의 효과를 비교하는 후속 연구도 요청된다. 마지막으로, 이 연구에서는 대상자를 1일 8시간 이상 좌식생활을 하는 30~49세 비만 여성 26명으로 하였고, 처치기간 중 대상자의 식이습관 및 생활습관을 완벽하게 통제하지 못하였다는 제한점을 고려하여 일반화에 유의해야 할 것이다.

CONFLICT OF INTEREST

논문 작성에 있어서 어떠한 조직으로부터 재정을 포함한 일체의 지원을 받지 않았으며 논문에 영향을 미칠 수 있는 어떠한 관계도 없음을 밝힌다.

AUTHOR CONTRIBUTION

Conceptualization: JH Choi & MG Lee, Data curation: KE Choi, Formal analysis: JH Choi & KE Choi, Funding acquisition: JH Choi, Methodology: JH Choi & KE Choi, Project administration: MG Lee, Visualization: MG Lee, Writing-original draft: JH Choi, Writing-review & editing: MG Lee

참고문헌

- Adams, V., & Linke, A. (2019). Impact of exercise training on cardiovascular disease and risk. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease*, 1865(4), 728-734.
- Aladro-Gonzalvo, A. R., Machado-Díaz, M., Moncada- Jiménez, J., Hernández-Elizondo, J., & Araya-Vargas, G. (2012). The effect of Pilates exercises on body composition: A systematic review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 16(1), 109-114.
- Aliverti, A., & Macklem, P. T. (2001). How and why exercise is impaired in COPD. *Respiration*, 68(3), 229-239.
- Aliverti, A., Uva, B., Laviola, M., Bovio, D., Mauro, A. L., Tarperi, C., ... & Macklem, P. T. (2010). Concomitant ventilatory and circulatory functions of the diaphragm and abdominal muscles. *Journal of Applied Physiology*, 109(5), 1432-1440.
- Barbosa, A. W. C., Guedes, C. A., Bonifácio, D. N., de Fátima Silva, A., Martins, F. L. M., & Barbosa, M. C. S. A. (2015). The Pilates breathing technique increases the electromyographic amplitude level of the deep abdominal muscles in untrained people. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 19(1), 57-61.
- Barco, S., Klok, F. A., Mahé, I., Marchena, P. J., Ballaz, A., Rubio, C. M., ... & RIETE Investigators. (2019). Impact of sex, age, and risk factors for venous thromboembolism on the initial presentation of first isolated symptomatic acute deep vein thrombosis. *Thrombosis Research*, 173(24), 166-171.
- Barker, A. L., Talevski, J., Bohensky, M. A., Brand, C. A., Cameron, P. A., & Morello, R. T. (2016). Feasibility of Pilates exercise to decrease falls risk: A pilot randomized controlled trial in community-dwelling older people. *Clinical Rehabilitation*, 30(10), 984-996.
- Bergamin, M., Gobbo, S., Bullo, V., Zanotto, T., Vendramin, B., Duregon, F., ... & Ermolao, A. (2015). Effects of a Pilates exercise program on muscle strength, postural control and body composition: Results from a pilot study in a group of post-menopausal women. *Journal of the American Aging Association*, 37(6), 1-8.
- Bisconti, A. V., Cè, E., Longo, S., Venturelli, M., Coratella, G., Shokohyar, S., ... & Esposito, F. (2019). Evidence of improved vascular function in the arteries of trained but not untrained limbs after isolated knee-extension training. *Frontiers in Physiology*, 10, 727. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00727>.
- Borodulin, K., Kärki, A., Laatikainen, T., Peltonen, M., & Luoto, R. (2015). Daily sedentary time and risk of cardiovascular disease: The national FINRISK 2002 study. *Journal of Physical Activity and Health*, 12(7), 904-908.
- Brzycki, M. (1993). Strength testing—predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*, 64(1), 88-90.
- Davies, H. O., Popplewell, M., Singhal, R., Smith, N., & Bradbury, A. W. (2017). Obesity and lower limb venous disease: The epidemic of phlebesity. *Phlebology*, 32(4), 227-233.
- de Souza, M. V. S., & Vieira, C. B. (2006). Who are the people looking for the Pilates method? *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 10(4), 328-334.
- de Souza, R. O. B., de Faria Marcon, L., de Arruda, A. S. F., Junior, F. L. P., & de Melo, R. C. (2018). Effects of mat Pilates on physical functional performance of older adults: A meta-analysis of randomized controlled trials. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 97(6), 414-425.
- Donahoe-Fillmore, B., Hanahan, N. M., Mescher, M. L., Clapp, D. E., Addison, N. R., & Weston, C. R. (2007). The effects of a home Pilates program on muscle performance and posture in healthy females: A pilot study. *Journal of Women's Health Physical Therapy*, 31(2), 6-11.
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A. G. (2009). Statistical power analyses using G* Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*, 41(4), 1149-1160.
- Fernández-Rodríguez, R., Álvarez-Bueno, C., Ferri-Morales, A., Torres-Costoso, A. I., Cavero-Redondo, I., & Martínez-Vizcaíno, V. (2019). Pilates method improves cardiorespiratory fitness: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 8(11), 1761-1772.
- Fowkes, F. G. R., Lee, A. J., Evans, C. J., Allan, P. L., Bradbury, A. W., & Ruckley, C. V. (2001). Lifestyle risk factors for lower limb venous reflux in the general population: Edinburgh vein study. *International Journal of Epidemiology*, 30(4), 846-852.
- Fukaya, E., Flores, A. M., Lindholm, D., Gustafsson, S., Zanetti, D., Ingelsson, E., & Leeper, N. J. (2018). Clinical and genetic determinants of varicose veins: Prospective, community-based study of ~500,000 individuals. *Circulation*, 138(25), 2869-2880.
- Giacomini, M. B., da Silva, A. M. V., Weber, L. M., & Monteiro, M. B. (2016). The Pilates method increases respiratory muscle strength and performance as well as abdominal muscle thickness. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 20(2), 258-264.
- Gibbs, B. B., Hergenroeder, A. L., Katzmarzyk, P. T., Lee, I. M., & Jakicic, J. M. (2015). Definition, measurement, and health risks associated with sedentary behavior. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 47(6), 1295-1305.
- Green, D. J., Walsh, J. H., Maiorana, A., Burke, V., Taylor, R. R., & O'Driscoll, J. G. (2004). Comparison of resistance and conduit vessel nitric oxide-mediated vascular function in vivo: Effects of exercise training. *Journal of Applied Physiology*, 97(2), 749-755.
- Guimarães, G. V., Carvalho, V. O., Bocchi, E. A., & d'Avila, V. M. (2012). Pilates in heart failure patients: A randomized controlled pilot trial. *Cardiovascular Therapeutics*, 30(6), 351-356.
- Hall, G., Laddu, D. R., Phillips, S. A., Lavie, C. J., & Arena, R. (2021). A tale of two pandemics: How will COVID-19 and global trends in physical inactivity and sedentary behavior affect one

- another? *Progress in Cardiovascular Diseases*, 64(19), 108-110.
- Jacobs B. N., Andraska, E. A., Obi, A. T., & Wakefield, T. W. (2017).** Pathophysiology of varicose veins. *Journal of Vascular Surgery: Venous and Lymphatic Disorders*, 5(3), 460-467.
- Kamyab, M., McHugh, B., & Bowers, R. (2021).** Waist circumference, a clinical measurement for the activity of transversus abdominis. *Iranian Rehabilitation Journal*, 19(3), 273-278.
- Korea Institute of Sport Science (2014).** Report for development of model of fitness certification centers.
- Korean Society for the Study of Obesity (2018).** Guideline for the management of obesity in Korea 2018.
- Kruse, N. T., Silette, C. R., & Scheuermann, B. W. (2016).** Influence of passive stretch on muscle blood flow, oxygenation and central cardiovascular responses in healthy young males. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 310(9), H1210-H1221.
- Kwon, H. R., Han, K. A., Ku, Y. H., Ahn, H. J., Koo, B. K., Kim, H. C., & Min, K. W. (2010).** The effects of resistance training on muscle and body fat mass and muscle strength in type 2 diabetic women. *Korean Diabetes Journal*, 34(2), 101-110.
- Laohachai, K., Winlaw, D., Selvadurai, H., Gnanappa, G. K., d'Udekem, Y., Celermajer, D., & Ayer, J. (2017).** Inspiratory muscle training is associated with improved inspiratory muscle strength, resting cardiac output, and the ventilatory efficiency of exercise in patients with a Fontan circulation. *Journal of the American Heart Association*, 6(8), e005750.
- Levine, J. A. (2015).** Sick of sitting. *Diabetologia*, 58(8), 1751-1758.
- Levinger, I., Goodman, C., Hare, D. L., Jerums, G., Toia, D., & Selig, S. (2009).** The reliability of the 1RM strength test for untrained middle-aged individuals. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(2), 310-316.
- Martins-Meneses, D. T., Antunes, H. K. M., de Oliveira, N. R. C., & Medeiros, A. (2015).** Mat Pilates training reduced clinical and ambulatory blood pressure in hypertensive women using antihypertensive medications. *International Journal of Cardiology*, 179(24), 262-268.
- Ministry of Culture, Sports and Tourism (2017).** 2017 National physical fitness survey.
- Ministry of Health and Welfare (2016).** Integrated community health promotion (Physical activity).
- Monahan, K. D., Dinunno, F. A., Seals, D. R., & Halliwill, J. R. (2001).** Smaller age-associated reductions in leg venous compliance in endurance exercise-trained men. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 281(3), 1267-1273.
- Mueller, D., Redkva, P. E., de Borja, E. F., Barbosa, S. C., Krause, M. P., & da Silva, S. G. (2021).** Effect of mat vs. apparatus Pilates training on the functional capacity of elderly women. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 25, 80-86.
- Orr, L., Klement, K. A., McCrossin, L., O'Sullivan Drombolis, D., Houghton, P. E., Spaulding, S., & Burke, S. (2017).** A systematic review and meta-analysis of exercise intervention for the treatment of calf muscle pump impairment in individuals with chronic venous insufficiency. *Ostomy/wound Management*, 63(8), 30-43.
- Panny M., Ammer K., Kundi R., Katzenschlager R., & Hirschl M. (2009).** Severity of chronic venous disorders and its relationship to the calf muscle pump. *European Journal of Vascular Medicine*, 38(2), 171-176.
- Park, S. H., Yoon, E. S., & Jae, S. Y. (2017).** Seven days breaking up prolonged sitting improves systemic endothelial function in sedentary men. *Exercise Science*, 26(1), 61-68.
- Pfisterer, L., König, G., Hecker, M., & Korff, T. (2014).** Pathogenesis of varicose veins: Lessons from biomechanics. *European Journal of Vascular Medicine*, 43(2), 88-99.
- Piercy, K. L., Troiano, R. P., Ballard, R. M., Carlson, S. A., Fulton, J. E., Galuska, D. A., ... & Olson, R. D. (2018).** The physical activity guidelines for Americans. *The Journal of the American Medical Association*, 320(19), 2020-2028.
- Ramadan, R. M. E. S., Amr, T. E. S. E. S., & Ashour, E. S. S. (2019).** Calf muscle pump exercise and preventive measures: As means for prevention of deep vein thrombosis and its manifestations among a postpartum cesarean section. *International Journal of Nursing Didactics*, 9(4), 49-60.
- Rayes, A. B. R., de Lira, C. A. B., Viana, R. B., Benedito-Silva, A. A., Vancini, R. L., Mascarin, N., & Andrade, M. S. (2019).** The effects of Pilates vs. aerobic training on cardiorespiratory fitness, isokinetic muscular strength, body composition, and functional tasks outcomes for individuals who are overweight/obese: A clinical trial. *PeerJ*, 7, e6022.
- Sabatier, M. J., Stoner, L., Reifenberger, M., & McCully, K. (2006).** Doppler ultrasound assessment of posterior tibial artery size in humans. *Journal of Clinical Ultrasound*, 34(5), 223-230.
- Şavkin, R. & Aslan, U. B. (2016).** The effect of Pilates exercise on body composition in sedentary overweight and obese women. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(11), 1464-1470.
- Sekendiz, B., Altun, Ö., Korkusuz, F., & Akan, S. (2007).** Effects of Pilates exercise on trunk strength, endurance and flexibility in sedentary adult females. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 11(4), 318-326.
- Souza, C., Krüger, R. L., Schmit, E. F. D., Wagner Neto, E. S., Reischak-Oliveira, Á., de Sá, C. K. C., & Loss, J. F. (2021).** Cardiorespiratory adaptation to Pilates training. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 92(3), 453-459.
- Sudol-Szopińska, I., Bogdan, A., Szopiński, T., Panorska, A. K., & Kołodziejczak, M. (2011).** Prevalence of chronic venous disorders among employees working in prolonged sitting and standing postures. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 17(2), 165-173.
- Taylor, K., Manlhiot, C., McCrindle, B., Grosse-Wortmann, L., &**

- Holtby, H. (2012). Poor accuracy of noninvasive cardiac output monitoring using bioimpedance cardiography [PhysioFlow®] compared to magnetic resonance imaging in pediatric patients. *Anesthesia and Analgesia*, 114(4), 771-775.
- Tinoco-Fernández, M., Jiménez-Martín, M., Sánchez-Caravaca, M. A., Fernández-Pérez, A. M., Ramírez-Rodrigo, J., & Villaverde-Gutiérrez, C. (2016). The Pilates method and cardiorespiratory adaptation to training. *Research in Sports Medicine*, 24(3), 266-271.
- Tremblay, M. S., Aubert, S., Barnes, J. D., Saunders, T. J., Carson, V., Latimer-Cheung, A. E., ... & Chinapaw, M. J. (2017). Sedentary behavior research network (SBRN): Terminology consensus project process and outcome. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(1), 1-17.
- Uen, S., Baulmann, J., Dusing, R., Glanzer, K., Vetter, H., & Mengden, T. (2003). ST-segment depression in hypertensive patients is linked to elevations in blood pressure, pulse pressure and double product by 24-h Cardiotens monitoring. *Journal of Hypertension*, 21(5), 977-983.
- Van Dyck, D., Cerin, E., De Bourdeaudhuij, I., Hinckson, E., Reis, R. S., Davey, R., ... & Sallis, J. F. (2015). International study of objectively measured physical activity and sedentary time with body mass index and obesity: IPEN adult study. *International Journal of Obesity*, 39(2), 199-207.
- Van Kieu, N. T., Jung, S. J., Shin, S. W., Jung, H. W., Jung, E. S., Won, Y. H., ... & Chae, S. W. (2020). The validity of the YMCA 3-minute step test for estimating maximal oxygen uptake in healthy Korean and Vietnamese adults. *Journal of Hifestyle Medicine*, 10(1), 21-29.
- Venturelli, M., Rampichini, S., Coratella, G., Limonta, E., Bisconti, A. V., Cè, E., & Esposito, F. (2019). Heart and musculoskeletal hemodynamic responses to repetitive bouts of quadriceps static stretching. *Journal of Applied Physiology*, 127(2), 376-384.
- Wang, Y., Chen, Z., Wu, Z., Ye, X., & Xu, X. (2021). Pilates for overweight or obesity: A meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 12, 643555.
- WHO (2020). *Obesity and Overweight*.
- Williams, K. J., Ayekoloye, O., Moore, H. M., & Davies, A. H. (2014). The calf muscle pump revisited. *Journal of Vascular Surgery: Venous and Lymphatic Disorders*, 2(3), 329-334.
- Wilson, C., Lee, M. D., & McCarron, J. G. (2016). Acetylcholine released by endothelial cells facilitates flow-mediated dilatation. *The Journal of Physiology*, 594(24), 7267-7307.
- Wilson, M. J., Lopez, M., Vargas, M., Julian, C., Tellez, W., Rodriguez, A., ... & Moore, L. G. (2007). Greater uterine artery blood flow during pregnancy in multigenerational (Andean) than shorter-term (European) high-altitude residents. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 293(3), R1313-R1324.
- Wong, A., Figueroa, A., Fischer, S. M., Bagheri, R., & Park, S. Y. (2020). The effects of mat pilates training on vascular function and body fatness in obese young women with elevated blood pressure. *American Journal of Hypertension*, 33(6), 563-569.
- Yu, J. H., & Lee, G. C. (2012). Effect of core stability training using Pilates on lower extremity muscle strength and postural stability in healthy subjects. *Isokinetics and Exercise Science*, 20(2), 141-146.

코로나-19 시기의 비대면 실시간 필라테스 트레이닝이 좌식생활 중년 비만 여성의 신체구성, 심혈관기능 및 체력에 미치는 영향

최정현¹, 최고은², 이만균³

¹경희대학교, 석사과정

²경희대학교, 박사과정

³경희대학교, 교수

[목적] 이 연구의 목적은 10주간의 비대면 실시간 필라테스 트레이닝이 좌식생활 중년 비만 여성의 신체구성, 심혈관기능, 그리고 체력에 미치는 영향을 규명하는 것이다.

[방법] 이 연구의 대상자는 하루 8시간 이상 좌식생활을 하는 30~49세 중년 비만 여성으로서 BMI가 25kg/m² 이상이고 허리둘레가 85cm 이상인 자 30명이었으며, 이들을 필라테스 집단과 통제 집단으로 15명씩 무선 할당하였으나 처치 기간 중 4명이 탈락하였다. 필라테스 집단의 대상자 13명은 10주간, 주 3회, 회당 60분 비대면 실시간 매트 필라테스 운동을 실시하였고, 통제 집단의 대상자 13명은 동일한 처치 기간 동안 평소의 생활습관을 그대로 유지하도록 하였다. 사전검사와 사후검사에서 신체구성, 심혈관기능, 하지정맥기능, 체력, 그리고 1RM(최대반복횟수)과 관련된 종속변인을 측정하여 집단 간에, 그리고 검사 간에 평균 차이를 분석하였다.

[결과] 이 연구에서 얻은 주요 결과는 다음과 같다. 1) 신체구성과 관련하여 필라테스 집단의 체중, 체질량지수, 체지방량, 그리고 허리둘레가 유의하게 감소되었다. 2) 심혈관기능과 관련하여 필라테스 집단의 1회 박출량과 심박출량이 유의하게 증가되었고, 총말초혈관저항은 유의하게 감소되었다. 3) 하지정맥기능과 관련하여 필라테스 집단의 오금부위 정맥 혈류속도와 혈류량이 유의하게 증가되었다. 4) 체력과 관련하여 필라테스 집단의 심폐지구력, 근지구력, 유연성, 그리고 평형성이 유의하게 향상되었다. 5) 1RM과 관련하여 필라테스 집단의 biceps curl, lat pull down, leg curl, 그리고 leg extension이 유의하게 증가되었다.

[결론] 이상의 결과를 종합해보면, 10주간의 비대면 실시간 필라테스 트레이닝이 좌식생활을 하는 중년 비만 여성의 신체구성, 심혈관기능, 하지정맥기능, 그리고 체력의 개선에 공헌하였다고 결론지을 수 있다. 특히, 좌식생활과 비만으로 인하여 하지정맥류의 발생 위험이 큰 중년 여성에게 있어서 심혈관기능과 하지정맥기능이 개선된 것으로 임상적으로 큰 의미가 있다.

주요어

좌식생활, 필라테스 트레이닝, 비만, 중년, 정맥류