

Effects of weight-bearing exercise and CareRing treatment on cardiovascular variables in 30-40s women with prolonged standing at work

Ko-Eun Choi¹, Byung-Sun Lee¹, & Man-Gyoon Lee^{1*}

¹Kyung Hee University

[Purpose] This study was designed to investigate the effects of weight-bearing exercise and CareRing treatment on cardiovascular responses, popliteal vein functions, and vascular elasticity of 30-40s women who had worked longer than eight hours a day in a standing position. **[Methods]** Thirteen subjects participated in 30 min of standing up treatment (STAND), weight-bearing exercise treatment (EX), and weight-bearing exercise with CareRing treatment (EX+RING). Each subject took part in the three trials repeatedly in a counter-balanced order and proceeded with a wash-out period of at least one week between the respective trials. **[Results]** The main results were as follows: 1) Significant reduction in EDV, no change in the diameter of popliteal vein, trend of reduction in blood flow of popliteal vein, and increased baPWV, indicating reduction of vascular elasticity of whole body, were shown in the STAND. 2) CO and EF increased significantly, and TPR decreased significantly in the EX. Blood flow velocity and blood flow volume of popliteal vein increased significantly, and baPWV decreased significantly from immediately after the treatment throughout the recovery phase in the EX. 3) HR, CO, and EF increased significantly in the EX+RING. Blood flow velocity and blood flow volume increased significantly in the EX+RING. Diameter of popliteal vein increased significantly immediately after the treatment and decreased significantly at 40 minutes of recovery. TPR and baPWV decreased significantly immediately after treatment compared to the STAND. **[Conclusion]** It was concluded that weight-bearing exercises would be effective in preventing venous or cardiovascular diseases occurred due to long-standing in 30-40s women, who are at high risk for such diseases. Furthermore, it would be more effective to combine pressure treatment with CareRing during weight-bearing exercises.

Key words: weight-bearing exercise, CareRing, cardiovascular function, popliteal vein, vascular elasticity

서론

현대 사회에서 여성의 경제활동 참여 비율이 점차 높아지고 있으며, 여성의 종사율이 높은 직업군의 특징은 정적 기립 자세가 장시간 유지된다는 점이다(Jeremy et

al., 2018). 장시간 지속되는 기립 자세의 결과 정맥벽이 점차 확장되어 판막의 손상 및 기능상실이 유발되고, 근육의 혈관펌프 기능이 저하되며(Winterborn & Smith, 2010), 결과적으로 정맥기능 이상과 하지혈행 장애로 인한 만성 정맥질환의 발병 확률이 증가되는 것으로 나타났다(Chen & Guo, 2014).

하지 정맥질환의 치료 시스템은 침습적 치료와 비침습적 치료로 구성된다. 수술 치료, 열치료, 그리고 경화 요법 등의 침습적 치료는 보편적으로 사용되는 치료법으로

논문 투고일 : 2019. 07. 04.

논문 수정일 : 2019. 09. 28.

게재 확정일 : 2019. 10. 25.

* 교신저자 : 이만균(mlee@khu.ac.kr).

서 일시적인 효과가 좋지만 부작용과 재발률이 높게 보고되고 있어(Micheal et al., 2012), 하지 정맥질환의 치료 시스템에서 침습적 치료 후 관리와 하지 정맥질환의 예방 목적으로 비침습적 치료의 중요성이 강조되고 있다(Kathleen et al., 2018). 대표적인 비침습적 치료법으로서, 장시간 기립 자세로 인하여 나타나는 하지 정맥질환의 예방 및 관리를 위하여 혈관의 판막과 근육펌프를 이용하여 정맥혈 회귀를 증가시키는 운동요법이 권장된다(Oleg & Anat, 2018). 근육펌프 강화운동은 발목의 굴곡을 통하여 종아리 근육 수축을 유도하는 운동방법으로서, 앉은 자세(발목굴곡운동, 페달 밟기)와 기립한 자세(체중부하운동)에서 모두 실시가 가능하며, 이 운동들은 하지 근육을 강화해 근육펌프 기능을 향상시킨다(Zuj et al., 2017). 근육펌프 강화운동을 통하여 종아리 근육의 펌프기능이 개선되면, 발병 초기에 하지 정맥질환의 진행을 지연시킬 수 있다(Kan & Delis, 2001).

한편, 다른 하나의 대표적인 비침습적 치료법으로 압박요법이 있다. 압박요법은 부작용이 적고 접근성이 높아 가장 보편적이면서 효과적인 하지 정맥질환 관리방법으로 알려져 있으며(National Institute for Health and Care Excellence, 2013), 그 동안 정맥 질환의 예방, 치료 및 관리를 위하여 적극적으로 권장되어 왔다(Kelechi & Bonham, 2008). 압박요법은 탄성이 좋은 탄력압박도구를 착용하는 처치(Berntsen et al., 2016)와 간헐적 압박을 병행하는 비탄력압박도구를 사용하는 처치(Mosti et al., 2008)로 구분되며, 탄력압박 처치에 비하여 비탄력압박 처치가 정맥 부전증 환자의 정맥압 감소와 정맥의 펌프기능 개선에 더 효과적이기 때문에 보다 광범위하게 권장되고 있다(Mosti & Hugo, 2019). 그러나 비탄력압박 처치 중에는 근육의 과도한 긴장, 동맥 폐색, 그리고 근육 혈류의 감소가 유발될 수 있기 때문에 적절한 압력과 처치 시간을 조절하는 것이 중요하며, 또한 이와 같은 처치 중의 문제점을 줄이기 위하여 운동요법과 병행 처치하는 것이 권장된다(Ramaswami et al., 2005).

이 연구에서 적용한 압박 도구인 케어링은 체중부하운동과 압박처치의 병행을 위하여 고안된 소도구로서, 신체의 특정 부위에 착용하고 체중부하운동을 실시하면 운동을 하는 동안 주동근을 외부에서 압박하여 근육의 수축력

을 높이는 형태로 사용된다(CareRing-Korea, 2016). 예를 들어, 종아리에 케어링을 착용하고 스쿼트(squat)를 실시하면 운동 중 종아리 근육의 수축력을 더욱 증가시켜 하지 혈관의 수축력을 증가시키며, 결과적으로 정맥혈 회귀량을 증가시킬 것으로 기대할 수 있다. 또한, 운동 중 케어링의 착용은 혈액 순환의 향상뿐만 아니라 근막의 이완을 통하여 부상의 예방과 관리 및 운동 재활을 위한 소도구로서도 사용되고 있다. 케어링은 탈착이 용이하여 착용방법이 간단하며, 비탄력적이기 때문에 형태가 변형되지 않아 반영구적으로 사용이 가능하다는 장점을 내포하고 있다(Ryu et al., 2018).

이상에서 살펴본 바와 같이, 장시간 기립 자세를 지속하는 것은 정맥 판막 기능과 근육펌프 기능을 저하시켜 하지의 혈행 장애를 유발함으로써 하지 정맥질환의 원인이 된다. 일단 하지 정맥질환이 발병되면 외관상의 문제와 통증에 기인하여 그 자체로 고통스러우며, 또한 침습적 치료를 받는 과정에서 부작용과 합병증이 나타날 확률이 높아 개인의 삶의 질이 크게 저하된다(Robert et al., 2005). 따라서 하지 정맥질환의 예방을 위하여 비침습적이면서 효과적이라고 알려진 발목 굴곡을 이용한 체중부하운동을 비롯한 다양한 유형의 운동 효과를 규명하는 연구가 필요하며, 특히 장시간 기립 직업군을 대상으로 하지 혈관기능을 개선하기 위한 운동의 효과를 규명한 연구가 절실하게 요청된다. 이와 더불어 비탄력적이며 간헐적인 압박요법의 단일처치 또는 복합처치가 필요할 것으로 기대되지만, 아직까지 이와 같은 처치의 효과를 검증한 연구가 매우 미흡한 실정이다. 체중부하를 이용한 발목근육, 종아리근육, 그리고 허벅지근육의 펌프운동과 편리하게 탈착할 수 있는 비탄력 압력 도구인 케어링 처치를 결합한 처치가 정맥 혈관기능과 심혈관계 변인에 미치는 영향을 검증하는 것은 큰 의미가 있을 것으로 판단되지만 아직 관련 연구가 매우 부족한 실정이다.

이 연구의 목적은 장시간 기립 직업군 중년 여성을 대상으로 기립처치, 체중부하운동처치, 그리고 체중부하운동+케어링처치가 심혈관 반응, 오금정맥기능, 그리고 혈관탄성에 미치는 영향을 규명하는 것이다. 이를 통하여 30~40대 장시간 기립 직업군 여성에게 발생 가능성이 높은 하지 정맥질환의 예방을 위한 효과적인 방안을 제공하고자 하였다.

연구방법

연구 대상자

이 연구의 대상자는 G도에 거주하는 30~45세 여성 13명으로서, 1) 일일 8시간 이상 기립 자세로 근무하는 직업에 7년 이상 종사해 온 자, 2) 종아리 둘레가 26~42 cm인 자(Rastel & Lun, 2018), 3) 종아리 피하지방의 두께가 3 cm 이하인 자, 4) 체질량지수(body mass index: BMI)가 30 이하인 자(Takashi et al., 2013), 5) 최근 6개월 내 출산한 바 없는 자, 6) 규칙적인 운동 트레이닝 프로그램에 참여한 바 없는 자, 그리고 7) 심혈관계 질환의 병력이 없는 자로 선정하였다. 연구 대상자의 수는 관련 선행 연구(Zuj et al., 2017)를 근거로 G*power 3.1을 사용하여 산출하였다. Repeated measures, 그리고 within-between interaction을 사용하여 유의수준(α) 5%, 검정력(β) 80%, 그리고 효과크기 0.25를 적용하여 최소 대상자를 조사한 결과 12명으로 산출되었다. 탈락률을 고려하여 15명을 선정하여 이 연구를 시작하였으나, 연구 과정에서 2명이 탈락하여 최종 13명의 결과를 최종분석에 포함하였다. 실험 시작 전 연구의 목적과 절차에 대하여 설명하였으며, 이를 이해하고 자발적으로 참여하고자 하는 자로부터 검사동의서를 받은 후 실험에 참여하도록 하였다. 이 연구는 K대학교 생명윤리위원회로부터 승인을 받았다(KHSIRB-19-007). 연구 대상자의 신체적 특성은 <Table 1>에 제시된 바와 같다.

Table 1. Physical characteristics of participants

Variables	Mean±SD
Age(yrs)	38.75±4.43
Height(cm)	160.35±7.03
Body weight(kg)	60.70±9.80
Body mass index(kg·m ⁻²)	23.64±2.58
Calf circumference(cm)	36.94±2.00
Calf fat thickness(mm)	19.66±2.7
Systolic blood pressure(mmHg)	113.4±8.17
Diastolic blood pressure(mmHg)	79.25±7.69
Resting heart rate(beats/min)	64.08±7.18

SD: standard deviation

측정 항목과 방법

모든 대상자에게 기본적인 병력 조사와 근무환경 조사를 위한 설문지 작성을 하도록 하였다. 실험 24시간 전부터 음주, 흡연, 카페인 섭취, 그리고 고강도의 운동을 금하도록 하였다. 실험실에 도착하여 30분간 누운 자세로 안정을 취하도록 한 후 각종 검사를 진행하였다.

1) 체격

신장과 체중은 신체구성 측정기(X-Scan plus II, 자원메디칼, 한국)를 이용하여 측정하였다. 체중(kg)을 신장의 제곱(m²)으로 나누어 체질량지수(body mass index: BMI)를 산출하였다. 종아리 피하지방 두께는 skinfold caliper(Harpender caliper, 영국)를 이용하여 우측 종아리 중앙 부위에서 측정하였고, 2회 측정하여 평균값을 mm 단위로 기록하였다. 종아리 둘레는 유리섬유제 줄자를 이용하여 무릎을 직각으로 세우고 앉은 자세에서 우측 종아리 후면에서 돌출이 가장 큰 부위인 내·외 비복근부터 경골 전면에 이르는 둘레를 2회 측정하여 평균값을 cm 단위로 기록하였다.

2) 혈압

혈압은 의자에 앉은 상태에서 수은 혈압계(sphygmomanometer, 독일)를 이용하여 우측 상완에서 측정하였다. 수축기혈압(systolic blood pressure: SBP)과 이완기혈압(diastolic blood pressure: DBP)을 측정하였으며, 각각 2회 측정하여 평균값을 mmHg 단위로 기록하였다.

3) 심혈관 반응

심혈관 반응은 Physioflow(PF-05, Manatec Biomedical, 프랑스)를 이용하여 측정하였다. 이 장비는 Transthoracic impedance의 변화를 측정하는 비침습적 방법이 적용된다. 경동맥 부위에 2개의 전극과 심장 부위에 4개의 전극을 부착하여 흉부의 전기 및 임피던스 변화를 전송 및 감지하여 혈액학 파라미터를 측정하고 임피던스 파형의 형태와 차동의 분석을 기반으로 심박수(heart rate: HR)와 1회박출량(stroke volume: SV), 그리고 이완기말용적(end diastolic volume: EDV)을 측정하였

다. 심박출량(cardiac output: CO)은 HR과 SV의 곱으로 산출하였으며, 산출된 CO를 평균동맥압을 나누어 총말초혈관저항(total peripheral resistance: TPR)을 산출하였다. 심박출률(ejection fraction: EF)은 SV를 EDV로 나눈 뒤 100을 곱하여 산출하였다. 심혈관 반응은 안정시, 처치 직후, 회복기 15분, 30분, 그리고 45분의 5개 시점에서 측정하였다.

4) 오금정맥기능

오금정맥기능을 평가하기 위하여 대상자가 측정용 침대에 5분간 누운 자세로 안정을 취하도록 한 뒤 Pulse wave doppler(Clear Vue 550, Philips, 미국)를 이용하여 Triple x-mode 영상에서 측정하였다.

복재대퇴 접합부(sapheno-femoral junction)의 5 cm 하부에 4~12 MHz 탐촉자(linear transducer)를 대고 측정하였으며, probe의 각을 60°로 유지하여 3 cm 이내의 최소 압력(Sabatier et al., 2006)을 가하여 오금정맥의 혈관직경과 혈류속도를 측정하였다. 이 혈관직경과 혈류속도를 이용하여 time average mean velocity(TAMV)를 산출한 후, 이를 토대로 혈류량을 산출하였다. 오금정맥기능은 안정시, 처치 직후, 그리고 회복기 20분과 40분의 4개 시점에서 측정하였다.

5) 혈관탄성

혈관탄성은 동맥경화 진단기인 Omron VP-1000(Colin Co., 일본)을 이용하여 좌·우 상완-발목맥파속도(brachial-ankle pulse wave velocity: baPWV)와 좌·우 발목-상완지수(ankle-brachial index: ABI)를 측정하였다. 혈관탄성은 안정시, 처치 직후, 그리고 회복기 20분과 40분의 4개 시점에서 측정하였다.

처치 방법

모든 대상자는 이 연구에서 실시한 ① 기립처치, ② 체중부하운동처치, 그리고 ③ 체중부하운동+케어링처치에 counter-balanced order에 따라 반복 참여하였으며, 실험 간에 7일의 wash-out 기간을 두었다. 각 처치의 구체적인 절차는 다음과 같다.

① 기립처치 시 30분간 움직임을 제한하여 제자리에

기립한 자세를 유지하도록 하였다. ② 체중부하운동처치 시 2분간 warm-up을 한 후, 4분의 체중부하운동과 4분의 기립 자세 휴식을 4회 반복하여 30분간 진행하였으며, 마지막 기립 자세 휴식은 제외되었다. 4분간의 체중부하운동 중 1분간 제자리서서 발목들기(calf raise)와 1분간 squat를 110 bpm의 메트로놈에 맞춰 실시하였으며, 1세트에 2회를 반복하여 4분간 운동하도록 하였다. 마지막으로, ③ 체중부하운동+케어링처치 시 케어링(CareRing, 한국)을 종아리 부위에 착용한 상태로 전술한 체중부하운동처치 시 실시한 운동을 동일하게 수행하도록 하였다. 케어링의 탑(top)을 전방으로 향하게 하여 종아리에 세로로 착용하였다(Fig. 1).



Fig. 1. Weight-bearing exercise with CareRing

각 처치 전 안정시에 종속변인을 측정하였고, 30분간의 처치 직후, 그리고 회복기 45분 중 해당 시점에 심혈관반응, 오금정맥기능, 그리고 혈관탄성을 측정하였다. 회복기 중 편하게 눕도록 하였으며, 심혈관 반응은 회복기 15분, 30분, 그리고 45분에 측정하였고, 오금정맥기능과 혈관탄성은 회복기 20분과 40분에 측정하였다.

자료처리 방법

이 연구에서 얻은 자료는 SPSS PC⁺ for Windows (version 25.0)를 이용하여 분석하였다. 각 종속변인별로 기술통계량을 평균(mean)과 표준편차(standard

Table 2. Cardiovascular responses obtained during three trials (mean±SD)

Variables	Trials	Baseline	Immediately after treatment	Recovery (min)			p	
				15	30	45		
Heart rate (beats/min)	Standing	64.06±8.93	83.72±9.88 a ###	64.28±8.22	62.76±7.73	61.06±7.56 #	Trial	<.001
	Weight-bearing exercise	63.40±9.09	128.21±17.00 b ###	70.79±9.78 ##	65.14±8.84	63.98±9.43	Time	<.001
	Weight-bearing exercise + CareRing	64.16±8.40	131.55±17.89 b ###	71.78±8.74 #	67.42±8.42	65.37±8.20	Trial×Time	<.001
Stroke volume (ml)	Standing	58.30±5.56	56.59±8.04	59.46±9.71	58.49±9.98	59.02±8.49	Trial	.212
	Weight-bearing exercise	60.96±7.40	58.03±10.67	62.52±7.23	62.34±8.78	63.80±11.37	Time	.047
	Weight-bearing exercise + CareRing	59.84±7.40	60.66±14.10	65.37±8.31	64.72±10.41	65.89±11.93	Trial×Time	.810
Cardiac output (ml/min)	Standing	3.65±0.42	4.65±0.67 a ###	3.74±0.80 a	3.63±0.67 a	3.59±0.65 a	Trial	<.001
	Weight-bearing exercise	3.84±0.68	7.48±1.05 b ###	4.58±0.89 b ##	4.03±0.57 ab	4.07±0.75 ab	Time	<.001
	Weight-bearing exercise + CareRing	3.77±0.54	7.98±2.35 b ###	4.59±0.72 b ##	4.31±0.68 b	4.27±0.72 b	Trial×Time	<.001

SD: standard deviation; a, b: Different alphabet indicates significant difference between trials, same alphabet indicates no significant difference between trials;

p<.05, ## p<.01, ### p<.001: Significantly different from baseline within a trial.

deviation: SD)로 제시하였다. 세 처치 간, 그리고 각 시기 간 종속변인의 차이를 동시에 분석하기 위하여 반복이원변량분석(repeated two-way ANOVA)을 실시하였다. 처치의 주효과, 시기의 주효과, 그리고 처치와 시기의 상호작용이 유의한 경우, 처치 내 시기 간 평균 차이 분석을 위하여 반복 일원분산분석(repeated one-way ANOVA)과 최소유의차 분석법(least significant difference: LSD)을 실시하였다. 시기 내 처치 간 차이는 일원분산분석(one-way ANOVA)과 LSD로 검증하였다. 모든 통계분석의 유의수준(α)은 0.05로 설정하였다.

연구결과

심혈관 반응

HR, CO, 그리고 TPR에서 처치와 시기의 상호작용이 유의하게 나타났다. HR의 경우 처치 직후 체중부하 운동처치와 체중부하운동+케어링처치 간에 유의한 차이가 없었으며, 기립처치는 이 두 처치에 비하여 유의하게 낮았다. 회복기 중에는 통계적으로 유의한 수준의 차이는 아니었지만 체중부하운동처치와 체중부하운동+케어링처치가 기립처치에 비해 높은 경향을 보였다. CO와 TPR에서도 HR과 유사한 결과가 나타났지만, SV, EDV, 그리고 EF에서는 세 처치 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다(Table 2).

Table 3. Cardiovascular responses obtained during three trials (Cont'd) (mean±SD)

Variables	Trials	Baseline	Immediately after treatment	Recovery (min)			p	
				15	30	45		
End-diastolic volume (ml)	Standing	111.87±16.11	98.77±15.55 ##	104.30±17.90	103.11±19.43	104.73±16.40 #	Trial	.892
	Weight-bearing exercise	112.17±15.93	93.52±17.36 ###	108.70±13.01	110.08±16.84	111.15±19.73	Time	<.001
	Weight-bearing exercise + CareRing	109.99±18.80	94.45±12.87 ###	109.89±18.21	109.78±21.02	110.21±19.02	Trial×Time	.303
Total peripheral resistance (ml/min/mmHg)	Standing	24.44±3.18	21.34±3.24 a #	24.77±5.44 a	24.62±4.59 a	24.50±5.21 a	Trial	<.001
	Weight-bearing exercise	23.88±4.44	13.14±1.76 b ###	19.67±3.96 b ##	21.49±3.38 ab #	21.37±3.94 ab #	Time	<.001
	Weight-bearing exercise + CareRing	23.91±4.32	13.43±3.49 b ###	20.01±3.74 b #	20.86±3.80 b	20.56±3.96 b #	Trial×Time	.001
Ejection fraction (%)	Standing	53.02±8.30	58.01±8.82	57.20±4.50	57.09±4.86	56.57±4.45	Trial	.290
	Weight-bearing exercise	54.73±5.40	62.83±10.34 #	57.82±6.13 #	56.91±5.13 ##	57.52±4.28 #	Time	<.001
	Weight-bearing exercise + CareRing	55.09±5.98	64.63±13.17 #	60.56±10.18 #	59.97±9.77 #	60.42±9.42 #	Trial×Time	.704

SD: standard deviation; a, b: Different alphabet indicates significant difference between trials, same alphabet indicates no significant difference between trials;

p<.05, ## p<.01, ### p<.001: Significantly different from baseline within a trial.

오금정맥기능

오금정맥의 혈류속도, 혈관직경, 그리고 혈류량에서 처치와 시기의 상호작용이 유의하게 나타났다. 혈류속도에서 처치 직후 세 처치 간에 유의한 차이가 나타났으며, 회복기 중에도 체중부하운동처치와 체중부하운동+케어링처치가 기립처치에 비해 유의하게 높았다. 혈류량에서도 혈류속도와 유사한 결과가 나타났다. 체중부하운동처치와 체중부하운동+케어링처치의 혈관직경이 안정시에 비하여 처치 직후 유의하게 증가되었으나, 기립 처치에서는 이러한 증가가 나타나지 않았다(Table 3).

혈관탄성

RbaPWV와 LbaPWV에서 처치와 시기의 상호작용이 유의하게 나타났다. RbaPWV에서 처치 직후 체중부하운동처치와 체중부하운동+케어링처치가 기립처치에 비하여 유의하게 낮게 나타났다. 회복기 중에는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나 체중부하운동처치와 체중부하운동+케어링처치가 기립처치에 비해 낮은 경향을 보였다. LbaPWV에서도 RbaPWV와 유사한 결과가 나타났지만, 처치 직후에는 세 처치 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 회복기 중에는 체중부하운동

Table 4. Popliteal vein functions obtained during three trials (mean±SD)

Variables	Trials	Baseline	Immediately after treatment	Recovery (min)		p
				20	40	
Blood flow velocity (cm/sec)	Standing	2.53±0.88	3.26±0.66 a #	2.32±1.46 a	2.54±1.29 a	Trial <.001
	Weight-bearing exercise	2.51±0.81	5.21±1.36 b ###	3.47±0.70 b ##	3.30±1.09 ab #	Time <.001
	Weight-bearing exercise + CareRing	2.40±0.80	7.68±2.87 c ###	4.17±1.27 b ###	3.58±0.90 b ###	Trial×Time <.001
Blood vessel diameter (mm)	Standing	5.1±0.9	5.5±1.3	5.1±1.4	5.02±1.1	Trial .732
	Weight-bearing exercise	4.7±0.7	6.0±1.4 ###	5.0±1.0 #	4.6±0.7	Time <.001
	Weight-bearing exercise + CareRing	4.8±0.7	5.8±1.0 ###	4.6±0.06 #	4.4±0.7 #	Trial×Time .020
Blood flow volume (l/min)	Standing	0.048±0.073	0.058±0.056 a	0.023±0.015 a	0.038±0.038	Trial .085
	Weight-bearing exercise	0.029±0.012	0.090±0.046 ab ###	0.052±0.028 b ##	0.054±0.039 #	Time <.001
	Weight-bearing exercise + CareRing	0.033±0.026	0.121±0.057 b ###	0.066±0.026 b #	0.048±0.028	Trial×Time .007

SD: standard deviation; a, b, c: Different alphabet indicates significant difference between trials, same alphabet indicates no significant difference between trials;

p<.05, ## p<.01, ### p<.001: Significantly different from baseline within a trial.

동+케어링처치가 기립처치에 비하여 유의하게 낮게 나타났다.

한편, RABI와 LABI의 경우 세 처치 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다(Table 4).

논 의

심혈관 반응의 변화

장시간 기립 자세를 유지하는 경우 신체에 작용하는 중력의 영향이 증가되어 하지 정맥의 판막기능이 악화된

다고 보고되었다(David, 2018). 그 결과 나타나는 심혈관 반응의 부정적 변화는 고혈압과 정맥질환뿐만 아니라 관상동맥질환과 심근경색 등 심혈관 질환의 발병율을 증가시키는 원인이 된다(Greenland et al., 2000). 따라서 기립 자세가 심혈관 반응에 미치는 부정적인 영향을 줄이고 심혈관 질환의 발병을 예방·관리하기 위하여 다양한 운동요법과 압박요법에 대한 연구가 수행되었다.

이 연구에서 장시간 기립자세를 유지하는 직업군을 대상으로 기립처치, 체중부하운동처치, 그리고 체중부하운동+케어링처치가 심혈관 반응에 미치는 영향을 알아보기 위하여 안정시, 운동직후, 회복기 15분, 30분 45분의 총 5개 시점에서 심혈관반응을 측정하였다. 그 결과 HR,

Table 5. Vascular elasticity obtained during three trials (mean±SD)

Variables	Trials	Baseline	Immediately after treatment	Recovery (min)		p
				20	40	
Right brachial-ankle pulse wave velocity (cm/sec)	Standing	1115.38±116.68	1194.00±117.23 a ###	1117.77±143.70	1120.46±132.64	Trial .317
	Weight-bearing exercise	1153.00±158.50	1050.00±136.66 b ###	1039.69±139.75 ###	1081.92±152.11 ##	Time <.001
	Weight-bearing exercise + CareRing	1116.15±110.22	1056.31±144.01 b #	1035.54±132.77 ###	1046.08±106.39 ##	Trial×Time <.001
Left brachial-ankle pulse wave velocity (cm/sec)	Standing	1105.08±138.40	1169.34±123.81 #	1157.69±146.50 a #	1132.08±146.50	Trial .294
	Weight-bearing exercise	1160.62±161.73	1052.54±153.70 ###	1033.85±147.98 b ##	1080.92±176.96 #	Time .006
	Weight-bearing exercise + CareRing	1110.69±117.48	1054.77±138.21 #	1032.85±123.26 b ###	1052.08±109.86 ##	Trial×Time <.001
Right ankle-brachial index	Standing	1.13±0.10	1.07±0.09	1.09±0.07 ab	1.08±0.07	Trial .948
	Weight-bearing exercise	1.09±0.06	1.04±0.08	1.12±0.05 a	1.10±0.09	Time <.001
	Weight-bearing exercise + CareRing	1.15±0.08	1.03±0.09 ##	1.05±0.07 b ##	1.11±0.08	Trial×Time .054
Left ankle-brachial index	Standing	1.10±0.08	1.08±0.13	1.10±0.09	1.09±0.07	Trial .782
	Weight-bearing exercise	1.14±0.09	1.05±0.08 #	1.11±0.10	1.09±0.06	Time .008
	Weight-bearing exercise + CareRing	1.14±0.11	1.06±0.10 #	1.11±0.10	1.12±0.07	Trial×Time .798

SD: standard deviation; a, b: Different alphabet indicates significant difference between trials, same alphabet indicates no significant difference between trials;

p<.05, ## p<.01, ### p<.001: Significantly different from baseline within a trial.

CO, 그리고 TPR에서 처치와 시기의 상호작용 효과가 유의하게 나타났으며, 체중부하운동처치와 체중부하운동+케어링처치 간에 유의한 차이가 없었지만 기립처치는 다른 두 처치에 비해 유의하게 낮았다. 이는 기립자세를 지속적으로 유지하는 것에 비하여 운동처치를 하는 것이 심혈관 반응을 증가시키며, 케어링 착용을 통한 압박처치는 심혈관 반응의 추가적인 증가를 유도하지 않는다는 것

을 의미한다.

CO는 심혈관 반응을 나타내는 중요한 변인 중 하나이다. CO는 HR와 SV의 곱으로 산출되어, 두 변인의 증가에 비례하여 증가된다. HR은 신체를 안정시에서 운동 상태로 전환할 때 근육에 충분한 산소를 전달하기 위하여 증가되며, SV는 정맥혈의 회귀량에 따라 결정된다 (Madger., 2016). 운동 중 HR의 증가는 심장의 총혈 시

간을 감소하게 하지만, 근육의 산소 요구에 의해 CO는 증가되어야 하기 때문에, SV의 변화를 설명하는 대표적인 이론인 Frank-starling 법칙은 SV가 심실의 확장에 기인하여 변화된다고 설명하고 있다. 이완기 중 심실에 많은 혈액이 유입되면 심실벽이 확장됨으로써 더 많은 혈액을 방출하기 위하여 심실의 수축력이 커진다는 것이다 (Glower et al., 1985). 아울러 EDV의 변화가 없더라도 심실의 수축력이 커지면 SV는 증가되며, 정맥혈 회귀량의 증가와 TPR의 감소에 의해서도 SV는 증가될 수 있다 (Coyle et al., 1986).

운동 후 심혈관반응의 변화와 관련하여 Gavock et al.(2002)은 일회성 운동 후 HR과 SV, 그리고 CO가 유의하게 증가되었으며, 처치 이후에 EDV가 일시적으로 감소된 것으로 나타났다. EDV의 일시적 감소는 운동 중 증가된 HR과 CO의 영향으로 수축기 혈압이 증가되어 심장벽의 스트레스가 높아지는 것과, 이완기 혈압의 증가를 유도하기 위하여 심장수축 예비율이 증가되기 때문에 나타난다고 설명하였다. Stickland et al. (2006)은 중강도의 유산소운동이 심혈관 반응에 미치는 영향을 살펴본 결과 1회성 운동처치 이후 측정된 EDV가 운동 전과 유의한 차이가 없거나 일시적으로 감소되었으며, 이는 이완기 혈압의 증가를 위한 심장의 반응이며, 증가된 이완기 혈압으로 인하여 이완기의 좌심실 압력이 증가되어 최종적으로 EDV가 증가되었다고 설명하였다. 이는 Frank-starling 법칙에 의하여 좌심실 혈액 보유량이 증가되고 심실의 탄성 복원력이 커진 것을 의미한다고 주장하였다. EF는 심장 좌심실의 분출률을 의미하며, 이는 심장의 수축 능력과 효율을 나타내는 척도로 사용된다 (Piergiuseppe et al., 2017). Frank et al.(2004)은 탄력스타킹 착용과 종아리 펌프운동을 처치한 결과 두 가지 처치 모두에 의하여 종아리 펌프기능 지표가 정상범위로 회복되었으며, 특히 종아리 펌프운동처치에 의하여 다리 정맥과 좌심실의 평균 EF가 증가되었다고 보고하였다.

이 연구에서 HR과 CO의 경우 처치 직후 시점에서 기립처치에 비하여 두 처치의 수치가 높았으며, EDV는 처치 직후에 모든 처치에서 감소되었으나 처치 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 체중부하운동처치와 체중부하운동+케어링처치의 경우 국소 혈류량의 증가로 인하여 심혈관 반응이 증가되었으나, 이 연구의 대상자의 특성상

정맥판막기능이 약화되어 있을 가능성이 크다는 점, 그리고 선행연구에 비하여 운동 강도와 시간의 부족으로 인하여 SV의 변화가 나타나지 않아 EDV와 EF의 유의한 변화가 나타나지 않았다는 점 때문에 세 처치 간에 유의한 차이가 나지 않았을 것이라고 해석된다. 향후 장기간의 체중부하운동처치와 케어링 착용의 단일처치 또는 복합처치의 효과를 종단적으로 규명하는 후속 연구가 요청된다.

오금정맥기능의 변화

종아리 근육의 수축은 혈관 판막을 이용하여 심장으로 회귀하는 혈액의 흐름을 촉진하는 역할을 하며 (Rowell, 2004), 순환 시스템의 활성화, 정맥 혈류량의 증가, 그리고 정맥 혈류속도의 증가가 유도되어 결과적으로 동맥혈관이 확장되고 혈관탄성이 개선된다 (Laughlin, 2011). 압박처치는 운동과 마찬가지로 종아리 근육의 외부에서 하지정맥을 압박하는 것으로, 정맥혈 유출과 동맥혈 유입을 촉진하여 심장으로 회귀하는 혈액의 흐름을 개선한다 (Lurie, 2008).

이 연구에서 체중부하운동처치와 체중부하운동+케어링처치가 오금정맥기능에 미치는 영향을 확인한 결과, 혈류속도, 혈관직경, 그리고 혈류량에서 처치와 시기의 상호작용이 유의하게 나타났다. 혈류속도에서 처치 직후 세 처치 간 유의한 차이가 나타났으며, 회복기 중에도 체중부하운동처치와 체중부하운동+케어링처치가 기립처치에 비하여 유의하게 높았다. 혈류량에서도 혈류속도와 유사한 결과가 나타났다. 혈관직경의 경우 시기 간 차이에서는 유사한 결과가 나타났으나, 각 처치 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Bringard et al.(2006)은 지구력 훈련에 지속적으로 참여한 운동선수를 대상으로 정적기립 자세처치, 운동처치, 하지압박처치, 그리고 운동+하지압박처치를 기립한 상태에서 실시한 후 누운 상태로 정적 휴식을 취하는 것이 하지 정맥의 혈류에 미치는 영향을 살펴본 결과, 기립된 상태에서 실시한 네 가지의 처치 이후 누운 자세로 정적 휴식을 취하는 것 자체만으로도 하지에 작용하는 중력의 영향이 제거되어 정맥압을 낮추는 효과가 발생되어 심장으로 회귀하는 정맥의 혈류속도가 일시적으로 증가되었다고 보고하였다. 아울러 누운 자세에서 진행된 정적

휴식 상태에서 측정된 하지정맥 혈류를 보면, 압박의 여부와 상관없이 운동처치를 받은 경우에만 정맥 혈류속도가 증가되고, 역류가 개선되며, 종아리 근육 내 산소량이 증가되는 효과가 회복기까지 지속되었으며, 운동+하지 압박처치 집단에서 효과가 가장 큰 것으로 나타났다. 기립 자세 이후 누운 자세로 자세를 변경할 때 발생하는 정맥 혈류속도의 증가는 효과의 지속이 제한적이었으며, 압박과 운동이 정맥혈류 개선에 가장 긍정적인 영향을 미친 것으로 보고되었다. Nakanishi et al.(2016)은 대퇴의 간헐적 압박이 대퇴동맥과 오금정맥의 혈류속도에 미치는 영향을 살펴본 결과 대퇴에 간헐적 압박을 실시하는 경우 외측 대퇴 정맥 속도와 오금정맥 속도가 증가되었다고 보고하면서, 압박처치는 정맥 혈류속도를 증가시켜 울혈성 심부 정맥 혈전증의 예방에 긍정적 영향을 미친다고 제안하였다.

이상의 결과를 종합하면, 체중부하운동과 케어링처치를 통하여 오금정맥 혈류속도가 증가되었고, 정맥 역류가 개선되었으며, 종아리근육의 산소량이 증가되었다고 정리할 수 있다. 아울러 체중부하운동은 대퇴 근육의 수축을 유도함으로써 대퇴정맥 혈류속도를 증가시켜 정맥혈회귀량의 증가와 정맥의 울혈의 예방·개선에도 도움이 되었다.

정맥 혈류속도와 정맥 울혈이 변화되는 기전은 다음과 같은 세 가지의 변화로 설명된다. 첫째, '압박'은 심부의 정맥을 압박으로 혈액 박출량을 증가시켜 정맥의 직경을 변화시킨다(Morris & Woodcock, 2004). 둘째, '운동'은 근육 수축으로 근육 내 압력을 증가시켜 정맥 혈관을 압박함으로써 정맥 순환을 촉진한다(Bernhard & Hugo, 2005). 셋째, '중력'에 의한 변화이다. 보통 기립 자세에서 누운 자세로 자세를 변경하면 신체에 작용하는 중력의 영향이 제거되어 정맥압에 감소되고, 따라서 정맥 직경이 확장된다(Lord & Hamilton, 2004). 운동처치와 압박처치는 일시적으로 정맥직경을 증가시키지만 이후 회복기 중 정맥직경을 감소시키며, 이와 같은 혈관직경의 증가와 감소의 반복을 유도함으로써 혈관의 기능이 개선된다(Braid et al, 2011).

이 연구에서 나타난 오금정맥 직경의 변화를 살펴보면, 기립처치에서는 각 시기 별 혈관직경의 차이가 나타나지 않았으나, 기립 자세에서 누운 자세로 자세를 변경하며 중력의 영향이 제거되는 과정에서 오금정맥 직경이

확장되는 경향을 보여 선행 연구의 결과와 일치하였다.

혈류속도와 혈류량에서 처치직후 체중부하운동처치와 체중부하운동+케어링처치가 기립처치에 비해 유의하게 증가되었으며, 특히 체중부하운동+케어링처치는 다른 처치에 비하여 혈류속도와 혈류량이 더욱 증가됨으로써 오금정맥기능이 개선되어 하지 순환시스템의 개선에 효과적이라고 사료된다. 이 연구의 대상자인 장시간 기립 직업군 중년 여성의 경우 종아리와 대퇴 근육량이 적어 운동 중 근수축을 통한 정맥에 대한 압박이 충분하게 이루어지지 않았을 것이라 사료되며, 케어링을 통해 추가적인 압박을 가하여 종아리 근육의 수축 시 정맥에 대한 압력을 높여 체중부하운동을 진행하는 것이 오금정맥기능의 개선에 보다 효과적이었다고 정리할 수 있다. 따라서 장시간 기립하여 근무를 하는 직업군의 경우 근무 중 또는 휴식 시 종아리에 케어링을 착용하고 체중부하운동을 실시하는 것이 하지정맥류의 예방과 개선에 매우 효과적일 것이라고 판단된다.

혈관탄성의 변화

동맥경화가 진행되면 동맥의 탄성도가 감소되고 경직도가 증가되어 혈류 및 맥파 전도속도가 빨라지기 때문에, 상완-발목맥파속도(brachial-ankle pulse wave velocity: baPWV)를 이용하여 동맥압의 변화에 따른 동맥벽의 고유 탄성을 측정하여 동맥 경직도를 파악함으로써 동맥 경화를 판단할 수 있다(Vermeersch et al., 2008). baPWV는 동맥경직도(arterial stiffness)를 나타내는 요인으로서, 동맥경화증과 각종 심혈관 질환의 예측인자를 평가하는 안전하고 효과적인 방법으로 보고되었다(Marina & Phil, 2012).

동맥압이 변화되는 주요 요인은 노화와 혈관 스트레스이며, 이 두 가지 요인에 의하여 동맥벽의 탄성이 저하되고 동시에 baPWV가 증가된다(Harada & Takeda, 2004). 장시간 기립 자세를 지속함으로써 발생한 혈관 스트레스는 baPWV를 증가시키며, 이는 혈관탄성이 저하되었다는 것을 의미한다. 이와 관련하여 정적 기립 자세를 장시간 유지하는 것은 baPWV를 증가시키고 혈관탄성을 떨어뜨린다는 보고가 있었다(Gibbs et al., 2017).

이 연구에서 나타난 혈관탄성의 변화를 살펴보면,

RbaPWV와 LbaPWV에서 처치와 시기의 상호작용이 유의하게 나타났다. RbaPWV의 경우 처치 직후 체중부하 운동처치와 체중부하운동+케어링처치가 기립처치에 비해 유의하게 낮은 결과를 보였고, 회복기 중에는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나 체중부하운동처치와 체중부하운동+케어링처치가 기립처치에 비하여 낮은 경향을 보였다. LbaPWV는 처치 직후와 회복기 중 RbaPWV와 유사한 결과가 나타났으며, 특히 회복기 20분 시점에서 체중부하운동처치와 체중부하운동+케어링처치가 기립처치에 비해 유의하게 낮은 결과를 보였다. 이상의 결과는 체중부하운동처치와 체중부하운동+케어링처치에 따라 맥파속도가 감소되어 혈관탄성이 개선되었다는 것을 의미한다.

ABI는 상완의 BP를 하지 BP로 나눈 값으로, 말초동맥 폐쇄질환의 가능성을 반영한다(Heather et al., 1994). 안정시 ABI가 0.9 미만이거나, 운동 수행 시 ABI가 20% 이상 감소되는 것은 말초동맥 폐쇄질환의 발병 위험이 높은 것으로 진단하는 기준이 된다(Ankle Brachial Index Collaboration, 2008). Lane et al.(2017)은 혈관탄성 및 ABI와 관련된 총 32개의 연구를 분석한 결과, 운동처치와 압박처치를 통하여 혈관탄성이 개선되는 효과가 나타났지만 ABI에는 크게 영향을 미치지 않았으며, 이와 같은 결과는 일반인과 환자에게서 동일하게 나타났다고 보고하였다. 아울러 이들은 ABI가 노화에 따라 증가되는 경향을 보이며, 흡연과 심장관련 질병에 의하여 역시 증가된다고 주장하였다.

이 연구의 기립처치, 체중부하운동처치, 그리고 체중부하운동+케어링처치에서 시기 별 좌·우 ABI는 체중부하운동처치와 체중부하운동+케어링처치시 처치 직후 안정시에 비하여 유의하게 감소되었으나, 안정시부터 모든 시기에 좌·우 ABI가 정상 범위 내에 있는 것으로 나타났다. 이것은 선행연구의 결과와 일치하며 이 연구의 대상자인 장시간 기립 직업군 중년 여성의 경우 장시간 기립하는 작업환경의 영향만 받을 뿐, 전술한 선행연구(Lane et al., 2017)에서 밝힌 ABI에 영향을 미치는 노화, 흡연, 그리고 심장질환의 영향을 적게 받았을 것이라고 유추된다.

이상의 결과를 정리하면, 기립처치의 경우 처치 직후 baPWV가 증가되었으며, 체중부하운동처치와 체중부하운동+케어링처치의 경우에는 baPWV가 감소되었다. 이

는 이 연구의 대상자인 장시간 기립 직업군 중년 여성의 경우 작업환경으로 인하여 하지의 혈관 스트레스가 높기 때문에 30분의 기립만으로도 동맥경직도가 증가되었으며, 체중부하운동처치와 체중부하운동+케어링처치는 동맥경직도와 혈관탄성을 개선하는데 효과적이었다는 것을 의미한다. 특히, 체중부하운동+케어링처치에 의하여 회복기 중 동맥경직도의 개선이 가장 유의하게 나타난 것은 매우 의미 있는 결과라고 사료된다. 따라서 장시간 기립 직업군의 경우 작업환경에서 정적 기립을 하는 것보다 케어링과 같이 편하게 탈착할 수 있는 압박도구를 착용한 상태로 체중부하운동을 규칙적으로 실시하는 것이 혈관탄성 개선 및 관리에 유리하다고 정리할 수 있다.

결론

이 연구의 목적은 기립처치, 체중부하운동처치, 그리고 체중부하운동+케어링처치가 장시간 기립 직업군 중년 여성의 심혈관 반응, 오금정맥기능, 그리고 혈관탄성에 미치는 영향을 규명하는 것이었다. 이 연구에서 얻은 결과를 요약하여 기술하면 다음과 같다.

1) 기립처치 시 EDV의 감소, 회복기 중 오금정맥 혈관 직경의 불변, 오금정맥 혈류량의 감소 경향, 그리고 baPWV의 증가가 나타났다. 2) 체중부하운동처치 시 HR, CO, 혈류속도, 혈류량, 그리고 baPWV의 유의한 증가와 TPR의 유의한 감소가 나타났다. 3) 체중부하운동+케어링처치 시 HR, CO, 오금정맥 혈류속도, 혈류량, 그리고 baPWV의 유의한 증가와 TPR의 유의한 감소가 나타났다.

이상의 결과를 종합해 보면, 장시간 기립 직업군 중년 여성의 경우 장시간 유지한 기립 자세로 혈류량이 감소되고 혈관탄성이 저하되었지만, 체중부하운동을 실시한 경우 심박출량과 심박출률이 증가되고 말초혈관저항이 감소되는 등 심혈관계 변인이 개선되었다. 이에 더하여 체중부하운동 중 케어링을 이용한 압박처치를 병행한 경우 하지 혈관기능과 혈관탄성을 개선하는데 더욱 효과적이었다고 결론지을 수 있다.

향후 1회성 처치의 효과보다는 장기간의 체중부하운동처치와 케어링 착용의 단일처치 또는 복합처치의 효과를 종단적으로 규명하는 후속 연구가 요청된다. 즉, 장시

간 기립하여 근무하는 중년 여성을 대상으로 하루 30분씩 장기간에 걸쳐 적용하는 운동과 케어링 착용을 통한 압박의 복합 처치가 하지 혈관기능과 혈관탄성을 포함한 심혈관계 변인에 미치는 영향을 규명하는 후속 연구가 요청된다는 것이다.

참고문헌

- Ankle Brachial Index Collaboration (2008). Ankle brachial index combined with framingham risk score to predict cardiovascular events and mortality: A Meta-analysis. *The Journal of the American Medical Association*, 300(2), 197-208.
- Bernhard, P. & Hugo, P. (2005). Calf compression pressure required to achieve venous closure from supine to standing positions. *Journal of Vascular Surgery*, 42(4), 734-738.
- Berntsen, C. F., Kristiansen, A., Elie A. A., Sandset, D., Jacobsen, A. M., Guyatt, G., & Vandvik, O. (2016). Compression stockings for preventing the postthrombotic syndrome in patients with deep vein thrombosis. *The American Journal of Medicine*, 129(4), 447-467.
- Braid, A. M., James, D. C., & Raechel, M. L. (2011). Compression Garments and Exercise. *Sports Medicine*, 41(10), 815-843.
- Bringard, A., Denis, R., Belluye, N., & Perrey, S. (2006). Effects of compression tights on calf muscle oxygenation and venous pooling during quiet resting in supine and standing positions. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46(4), 548-554.
- CareRing-Korea (2016). *CareRing Procut: It Brings Your Life*. Retrieved from <http://recovering.co.kr/49>.
- Chen, C. L. & Guo, H. R. (2014). Varicose veins in hairdressers and associated risk factors: A cross-sectional study. *BMC Public Health*, 14(1), 885.
- Coyle, E. F., Hemmert, M. K., & Coggan, A. R. (1986). Effect of detraining on cardiovascular responses to exercise: Role of blood volume. *Physiology*, 60(1), 95-99.
- David, M. A., Lauren, C., Megan, F., Linda, L. M., & Julie, N. C. (2018). Lower limb blood flow and mean arterial pressure during standing and seated work: Implications for workplace posture recommendations. *Preventive Medicine Reports*, 10(23), 117-122.
- Frank, T. P., Johnston, M. V., & Sue, A. S. (2004). Clinical research studies from the society for vascular surgery Structured exercise improves calf muscle pump function in chronic venous insufficiency: A randomized trial. *Journal of Vascular Surgery*, 39(1), 79-87.
- Gavock, J. M., Warburton, D. E. R., Taylor, D., Welsh, R. C., Quinney, H. A., & Haykowsky, M. J. (2002). The effects of prolonged strenuous exercise on left ventricular function: A brief review. *Heart and Lung*, 31(4), 279-294.
- Gibbs, B. B., Robert, K. J., Sophy, P., John, T., Jeffrey, B., & John, J. (2017). Effect of alternating standing and sitting on blood pressure and pulse wave velocity during a simulated workday in adults with overweight/obesity. *Journal of Hypertension*, 35(12), 2411-2418.
- Glower, D. D., Spratt, J. A. Snow, N. D., Kabas, J. S., Davis, J. W., Olsen, C. O., Tyson, G. S., Sabiston Jr, D. C., & Rankin, J. S. (1985). Linearity of the Frank-Starling relationship in the intact heart: The concept of preload recruitable stroke work. *Circulation*, 71(5), 821-840.
- Greenland, P., Abrams, J., Aurigemma, G. P., Bond, M. G., Clark, L. T., Criqui, M. H., Crouse, JR 3rd., Friedman, L., Fuster, V., Herrington, D. M., Kuller, L. H., Ridker, P. M., Roberts, W. C., Stanford, W., Stone, N., Swan, H. J., Taubert, K. A., & Wexler, L. (2000). Beyond secondary prevention: Identifying the high-risk patient for primary prevention: Noninvasive tests of atherosclerotic burden: Writing Group III. *Circulation: Prevention*, 101(1), 16-22.
- Harada, S. & Takeda, K. (2004). Pulse wave velocity. *Journal of Japan Surgical Association*, 62(6), 1136-1142.
- Heather, S. F., Michael, H., Criqui, A. F., Robert, D. L., & Craig, A. M. (1994). Screening for peripheral arterial disease: The sensitivity, specificity, and predictive value of noninvasive tests in a defined population. *American Journal of Epidemiology*, 140(6), 526-534.
- Jeremy, Y. L., Richell, B., Pieter, C., & Leon, S. (2018). Use of a footrest to reduce low back discomfort development due to prolonged standing. *Applied Ergonomics*, 67(21), 218-224.
- Kan, Y. M. & Delis, K. T. (2001). Hemodynamic effects of supervised calf muscle exercise in patients with venous leg ulceration: A prospective controlled study. *Archives of Surgery*, 136(12), 1364-1369.
- Kathleen, G., Nick, M., Raghu, K., Michael, V., Robert, W., Daniel, C., Monte, M., & Andrew, J. (2018). Twenty-four month

- results from a randomized trial of cyanoacrylate closure versus radiofrequency ablation for the treatment of incompetent great saphenous veins. *Journal of Vascular Surgery: Venous and Lymphatic Disorders*, 6(5), 606-613.
- Kelechi, T. & Bonham, P. A. (2008). Lower extremity venous disorders: Implications for nursing practice. *The Journal of Cardiovascular Nursing*, 23(2), 132-143.
- Lane, R., Harwood, A., Watson, L., & Leng, G. C. (2017). Exercise for intermittent claudication. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 12. Art. No.: CD000990. DOI: 10.1002/14651858. CD000990.pub4.
- Laughlin, M. H., Korthuis, R. J., Duncker, D. J., & Bache, R. J. (2010). Control of blood flow to cardiac and skeletal muscle during exercise. *Comprehensive Physiology*, Suppl. 29, 705-769.
- Lord, S. A. & Hamilton, D. (2004). Graduated compression stockings (20–30 mmHg) do not compress leg veins in the standing position. *ANZ Journal of Surgery*, 74(7), 581-585.
- Lurie, F., Scott, V., & Kistner, R. L. (2008). On the mechanism of action of pneumatic compression devices: Combined magnetic resonance imaging and duplex ultrasound investigation. *Journal of Vascular Surgery*, 48(4), 1000-1006.
- Madger, S. (2016). Volume and its relationship to cardiac output and venous return. *Critical Care*, 20(1), 271.
- Marina, C. & Phil, C. (2012). Role of arterial stiffness in cardiovascular disease, *JRSM Cardiovascular Disease*, 1(4), 1-10.
- Micheal, K., Peter, T. F., & Tino, W. (2012). Varicose vein surgery. *Journal of the German Society of Dermatology*, 10(3), 157-164.
- Morris, R. J. & Woodcock, J. P. (2004). Evidence-based compression prevention of stasis and deep vein thrombosis. *Annals of Surgery*, 239(2), 162-171.
- Mosti, G. & Hugo, P. (2019). Wearable compression device to normalise calf muscle pump function in chronic venous insufficiency for each postural position. *European Society for Vascular Surgery*, 57(5), 702-707.
- Mosti, G., Mattaliano, V., & Partsch, H. (2008). Inelastic compression increases venous ejection fraction more than elastic bandages in patients with superficial venous reflux. *phlebology: Journal of Venous Disease*, 23(6), 287-294.
- Nakanishi, K., Takahira, N., Sakamoto, M., Masato, Y. M., & Kitagawa, K. J. (2016). Effects of intermittent pneumatic compression of the thigh on blood flow velocity in the femoral and popliteal veins: developing a new physical prophylaxis for deep vein thrombosis in patients with plaster-cast immobilization of the leg. *Journal of Thrombosis and Thrombolysis*, 42(4), 579-584.
- National Institute for Health and Care Excellence (2013). Varicose veins in the legs – The diagnosis and management of varicose veins. *National Clinical Guideline Centre*, 168.
- Oleg, P. & Anat, R. (2018). Prevention and treatment of the post-thrombotic syndrome. *Thrombosis Research*, 164(5), 116-124.
- Piergiuseppe, A., Carlo, V., Piero G., Costanza, B., Stefania, F., Elisabetta, S., Massimo, M., Damiano, M., Stefania, P., Nicoletta, C., Gianfranco., & Gaia, C. (2017). Original research: Pulmonary physiology. *Chest*, 151(6), 1329-1337.
- Ramaswami, G., D'Ayala, M., Hollier, L. H., Deutsch, R., & Elhinney, A. J. (2005). Rapid foot and calf compression increases walking distance in patients with intermittent claudication: Results of a randomized study. *Journal of Vascular Surgery*, 41(5), 794-801.
- Rastel, D. & Lun, B. (2018). Lower limb deep vein diameters beneath medical compression stockings in the standing position. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 9(17), 1-7.
- Robert, T., Eberhardt, J. D., & Raffetto. (2005). Chronic venous insufficiency. *Circulation*, 130(4), 2398-2409.
- Rowell, L. B. (2004). Ideas about control of skeletal and cardiac muscle blood flow (1876-2003): Cycles of revision and new vision. *Journal of Applied Physiology*, 97(1), 384-392.
- Ryu, J. S., Kim, C. R., Song, N. S., Kim, S. Y., Hwang, K. M., Chae, W. S. & Kim, J. G., (2018). Effects of calf pressure equipment on the lower extremity muscle strength during isokinetic exercise of female college students. *The Korea Journal of Sports Science*, 27(6), 1221-1229.
- Sabatier, M. J., Stoner, L. M., Reifenberger, M. A., & Kevin, M. (2006). Doppler ultrasound assessment of posterior tibial artery size in human. *Journal of Clinical Ultrasound*, 34(5), 223-230.
- Stickland, K. M., Welsh, R. C., Petersen, S. R., Tyberg, J. V., Anderson, W. D., Jones, R. L., Taylor, D. A., Bouffard, M., Mark J., & Haykowsky, M. J. (2006). Does fitness level modulate the cardiovascular hemodynamic response to exercise? *Journal of Applied Physiology*, 100(10), 1895-1901.
- Takashi, Y., Hisato, K., Atsuyoshi, O., Atsumori, H., Taro, K.,

- Kazutaka, S., Motohiro, N., & Hiroyuki, S. (2013). Measurements of calf muscle oxygenation during standing and exercise in patients with primary valvular insufficiency. *Journal of Vascular Surgery; Venous and Lymphatic Disorders*, 1(4), 333-340.
- Vermeersch, S. J., Rietzschel, E. R., Buyzere, M. L., Bacquer, D., Backer, G., Van-Bortel, L. M., Gillebert, T. C., Verdonck, P. R., & Segers, P. (2008). Age and gender related patterns in carotid-femoral PWV and carotid and femoral stiffness in a large healthy, middle-aged population. *Journal of Hypertension*, 24(7), 1411-1419.
- Winterborn, R. J. & Smith, C. T. (2010). Varicose vein. *Surgery*, 28(6), 259-262.
- Zuj, K. A., Prince, C. N., Hughson, R. L., & Peterson, S. D. (2017). Enhanced muscle blood flow with intermittent pneumatic compression of the lower leg during plantar flexion exercise and recovery. *Journal of Applied Physiology*, 124(2), 302-311.

체중부하운동과 케어링 처치가 30~40대 장시간 기립 직업군 여성의 심혈관계 변인에 미치는 영향

최고은 · 이병선 · 이만균 (경희대학교, 박사과정 · 연구원 · 교수)

【목적】 이 연구의 목적은 체중부하운동과 케어링 처치가 장시간 기립 직업군 중년 여성의 심혈관계 변인에 미치는 영향을 규명하는 것이다. **【방법】** 이 연구에 참여한 대상자는 하루 8시간 이상 기립 자세로 근무하는 30~45세의 중년 여성 13명으로서, 이들은 30분간의 기립처치, 체중부하운동처치, 그리고 체중부하운동+케어링처치에 counter-balanced order에 따라 반복적으로 참여하였다. 각 처치 전 안정시, 처치 직후, 그리고 회복기 45분 간 심혈관 반응, 오금정맥기능, 그리고 혈관탄성을 측정하여 반복 이원변량분석을 이용하여 세 가지 처치 간, 그리고 각 시점 간에 비교하였다. **【결과】** 이 연구의 주요 결과는 다음과 같다. 1) 기립처치 시 EDV의 감소, 회복기 중 오금정맥 혈관직경의 불변, 오금정맥 혈류량의 감소 경향, 그리고 baPWV의 증가, 즉 혈관탄성의 저하가 나타났다. 2) 체중부하운동처치 시 CO와 EF의 유의한 증가가 나타났으며, TPR이 유의하게 감소되었다. 오금정맥의 혈류속도와 혈류량이 유의하게 증가되었고, baPWV가 처치 직후부터 전 회복기에 걸쳐 유의하게 감소되어 혈관탄성이 개선되었다. 3) 체중부하운동+케어링처치 시 HR, CO, 그리고 EF가 유의하게 증가되었으며, TPR이 유의하게 감소되었다. 오금정맥의 혈류속도와 혈류량이 증가되었고, 혈관직경이 처치 직후 증가되었으며, 회복기 40분 시점에 안정시에 비하여 감소되었다. 그리고 baPWV가 처치 후 회복기 전반에 걸쳐 유의하게 감소되어 혈관탄성이 개선되었다. **【결론】** 이상의 결과를 종합해 보면, 30~40대 장시간 기립 직업군 여성의 경우 장시간 유지한 기립 자세에 따라 하지 혈류량이 감소되고 혈관탄성이 저하되었지만, 체중부하운동을 실시한 경우 심박출량과 심박출률이 증가되고 말초혈관저항이 감소되며, 하지 혈관기능과 혈관탄성이 개선되는 등 심혈관계 변인이 개선되었다. 이에 더하여 체중부하운동 중 케어링을 이용한 압박처치를 병행한 경우 체중부하운동만을 처치한 경우에 비하여 하지 혈관기능과 혈관탄성이 더 크게 개선되었다고 결론지을 수 있다.

주요어: 체중부하운동, 케어링, 심혈관 기능, 오금정맥, 혈관탄성