



8주간의 복합운동이 80세 이상 초고령 여성 노인의 근력 및 신체기능 개선에 미치는 효과

김인규¹, 백경완¹, 성창수¹, 유준일², 김지석¹

¹경상대학교 체육교육과, ²경상대학교병원 정형외과

Effects of Combined Exercise on Muscular Strength and Physical Fitness of the Female Elderly Aged Over 80 Years

In-Gyu Kim¹, Kyung-Wan Baek¹, Changsu Sung¹, Jun-Il Yoo², Ji-Seok Kim¹

¹Department of Physical Education, Gyeongsang National University, Jinju; ²Department of Orthopaedic Surgery, Gyeongsang National University Hospital, Jinju, Korea

PURPOSE: The purpose of this study was to determine whether combined exercise-mediated acquisition on the body composition, muscular strength, blood variables and physical fitness occur in female elderly aged over 80 years.

METHODS: Total 63 elderly (Control group, CON, n=36; Exercise group, EXE, n=27) aged between 80 and 90 years participated in this study. EXE group performed combined exercise for an hour at a time, twice a week for 8 week.

RESULTS: Body composition was not significantly changed before and after 8-week treatment in both groups. However, systolic blood pressure was increased and HDL-cholesterol was decreased in CON group. Also, muscular strengths in quadriceps femoris, biceps femoris and triceps brachii were significantly decreased in CON group, while there was no statistical change in EXE group. Fasting blood-glucose in EXE group was significantly decreased. Physical-fitness factors determined by senior fitness test were all significantly improved only in EXE group, while there was no change in CON group. These results suggest that combined exercise is very effective prescription in the super-aged elderly.

CONCLUSIONS: Combined exercise is very effective prescription in the super-aged elderly. Based on our study, we propose that need to develop various programs using combined exercise for super-aged elderly.

Key words: Super-aged elderly, Combined exercise, Muscular strength, Physical fitness, Elastic band

서론

사망률의 감소 및 출산율의 감소로 인한 결과로 전세계적인 노화현상이 나타나고 있다[1]. 사망률의 감소는 기대수명의 증가로 인한 노인 인구의 증가만을 의미하지만 동시에 출산율의 감소가 두드러지게 나타나 상대적인 노인 인구의 비율은 최근 10년 사이에 급격히 증가하였

다. 대한민국은 65세 이상 노인 인구가 전체 인구의 14.9%로 2010년에 비해 4% 이상 급증한 것으로 나타났다[2]. 이러한 사실은 대한민국이 UN (united nations)이 제안한 “65세 이상 노인 인구비율 20% 이상인 초고령화 사회”에 도달할 날이 임박했다는 것을 의미하며, 통계청은 2025년에 전체 인구의 20.3%에 도달할 것으로 예측하고 있다[2].

초고령화 사회로의 진입이 임박함에 따라 노인의 다양한 건강문제

Corresponding author: Ji-Seok Kim Tel +82-55-772-2296 Fax +82-55-772-2299 E-mail kjs7952@gmail.com

Keywords 초고령 노인, 복합운동, 근력, 체력, 엘라스틱 밴드

Received 16 Nov 2019 **Accepted** 3 Jan 2020

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://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.

가 공중보건상의 쟁점이 되고 있다. 특히 노화로 인한 제지방량의 감소에 기인하는 노인성 근감소증과 이에 동반되는 근력, 근지구력, 유연성 및 평형성 보행능력 등의 건강기능체력의 저하는 대사성질환뿐만 아니라 낙상의 위험마저 증가시킨다[3-5]. 이는 노인의 장애발생 및 사망률을 크게 증가시키며, 이와 관련된 노인 의료비 증가 문제는 국가의 재정부담으로 작용하고 있다. 특히 우리나라의 경우 65세 이상의 건강보험 진료비가 31조 6,527억원으로 전체 건강보험 진료비의 40.8%를 차지하고 있을 정도로 재정부담이 크다[6].

노인의 장애발생 및 사망률 감소, 더 나아가 국가의 보건의료비 부담을 덜기 위해서는 노인의 체력관리를 위한 운동프로그램의 개발이 절실하다. 이러한 근거는 운동이 노화에 따른 근감소와 근력의 약화를 예방하고 기능체력을 개선하는데 가장 효과적인 방법으로 알려져 있기 때문이다[7,8]. 특히, 노인은 정상적인 보행기능을 유지하기 힘들어 낙상위험이 증가하기 때문에 운동을 통한 하지근력의 증가는 노인에게 중요한 치료목표가 될 수 있다[9]. 또한 운동은 누구나 시간과 장소에 구애됨 없이 쉽게 참여할 수 있으며 경제적으로 큰 비용이 발생되지 않는 중재 방법으로써 신체적, 기능적 제한이 있는 노인이라 하더라도 운동프로그램에 참여함으로써 얻을 수 있는 긍정적인 효과는 다양하다[10]. 따라서 노인에게 운동은 신체기능 향상에 효과적이며 경제적이고 실용적인 방법이다. 특히 하지근력의 증가는 중요한 목표가 될 수 있으며 이는 운동프로그램에 하지근력 향상을 위한 저항성 운동의 추가가 포함되어야 할 근거가 된다.

저항성 운동은 삶의 질을 향상시킬 뿐만 아니라 심혈관질환의 위험을 예방 또는 개선하는 것으로 잘 알려져 있다[11]. 또한 인슐린 감수성의 향상을 통한 노인의 제2형 당뇨의 개선[12]과 산화스트레스 감소에 기여하는 것으로 보고되었다[13]. 이처럼 노인에게 저항성 운동은 매우 효과적인 운동법이다. 그러나 노화에 의해 저하되는 체력요소들은 근력뿐만이 아니다. 일반적으로 노인은 노화로 인해 감소되는 제지방량에 의해 상대적으로 체지방률이 증가하게 되며, 비만인과 같이 혈중 중성지방(TG) 및 저밀도지단백 콜레스테롤(LDL-C, low density lipoprotein cholesterol)의 증가와 고밀도지단백 콜레스테롤(HDL-C, high density lipoprotein)의 감소가 일어난다. 유산소 운동은 이러한 혈액변인들의 개선에 효과적인 것으로 알려져 있다[14]. 따라서 저항성 운동과 유산소 운동이 결합된 복합운동의 형태가 선호되며, 이에 추가적으로 유연성, 평형성, 협응성 등의 다양한 체력요소가 포함된 운동을 권장하고 있다[15]. 앞서 언급한 바와 같이 노인에게는 복합운동이 권장된다. 이를 바탕으로 다양한 연구들이 수행되었다. 노인을 대상으로 12주간의 저항성 운동과 걷기를 병행한 운동을 실시한 집단에서 상완의 근지구력, 협응성, 유연성, 민첩성과 정적, 동적 평형성의 유의미한 증가가 일어나, 보행능력이 향상되었고 에어로빅과 요가만 실시한 집단에 비하여 일상생활 체력의 향상에 효과적이라고 보고한 연구가 있

었으며[16], 또한 평균 연령 75세 고령 여성 20명을 대상으로 유산소성, 저항성, 요가 등의 복합운동프로그램을 실시하여 체지방률과 복부 내장지방이 유의하게 감소하고, 인슐린 저항성과 혈압을 개선시켜 고령자의 복합운동이 체력향상과 건강증진에 효과적이라고 보고한 연구도 있었다[17]. 평균연령 78세의 남성 노인들을 대상으로 16주간 복합운동을 실시한 결과, 최대 근력이 증가되었다고 보고되기도 하였다[18]. 이와 같이 노인들의 운동프로그램에 대해 많은 연구들이 이루어졌지만, 80세 이상의 초고령 노인을 대상으로 한 연구는 없었다.

우리는 80세 이상인 노인의 활력(vital)이 노인의 최저기준인 65세와는 큰 차이가 있을 개연성이 높다고 판단하였다. 따라서 복합운동에 의한 반응이 고령노인과는 차이가 있을 수 있기 때문에 80세 이상의 초고령 여성 노인을 대상으로 복합운동을 실시하여 신체구성, 근력, 신체기능, 혈액변인 등에 미치는 영향을 확인하고자 하였다.

연구 방법

1. 연구 대상

본 연구를 위해 경상남도 H군의 보건소에서 H군에 거주하고 있는 운동경험이 없는 80세 이상 90세 이하의 신체활동에 제한이 없는 건강한 여성 노인 72명을 모집하였다. 이 중 36명은 비운동군(CON), 36명은 복합운동군(EXE)으로 무선할당하였다. 대상자들은 본 연구의 목적을 이해하였고 프로그램 참여에 동의하였다. EXE군은 H군 보건소와 2개의 마을에서 일일 1시간, 주 2회, 총 8주간의 복합운동을 실시하였고 CON군은 일상생활 외의 신체활동은 하지 않았다. 사전측정 후 참가자의 개인 사정으로 인해 EXE군 9명이 운동 처치를 중도 포기하였다. 일반적 신체 특성은 Table 1과 같았다. 본 연구는 국립 경상대학교병원 기관생명윤리위원회의 승인을 받았다(IRB No. GNUH 2015-02-001).

2. 연구절차

1) 운동 처치

EXE군은 사전측정 후, 스트레칭 위주의 유연성 운동, 제자리 걷기 위주의 유산소성 운동, 탄력밴드 및 맨몸운동으로 구성된 저항성 운동의 복합운동을 일일 1시간씩 주 2회 빈도로 총 8주간 실시하였다.

Table 1. Characteristics of participants

| | CON (n=36) | EXE (n=27) | p-value |
|------------------|---------------|---------------|---------|
| Age (yr) | 83.3±0.40 | 82.8±0.40 | .337 |
| Height (cm) | 145.81±1.10 | 147.43±1.01 | .274 |
| Body weight (kg) | 56.12±6.42 | 53.34±1.45 | .445 |

Value are mean ± SD.

CON, control group; EXE, combined exercise group.

운동프로그램의 구성은 스트레칭을 포함한 유연성 운동 형태의 준비 운동을 5분간 실시하고, 제자리 걷기 형태의 유산소 운동을 10분간 실시한 후, 탄력밴드와 맨몸운동으로 구성된 저항성 운동을 약 40분간 실시하였다. 마지막 5분은 다시 유연성 운동형태의 정리운동으로 마무리 하였다. 저항성 운동에서 상체는 탄성밴드 운동 위주로 실시하였고, 하체는 맨몸운동을 바탕으로 수행하였다. 저항성 운동은 노인에게는 무거운 기구나 머신을 이용할 수 없는 경우가 많기 때문에 탄성밴드를 이용하여 기구나 머신을 대체하였다[19]. 탄성밴드 운동은 머신을 이용한 근력운동보다 관절에 전달되는 부하가 상대적으로 적기 때문에 다양한 각도에서 동작을 실시하여도 관절이 부담이 적다[20]. 이를 근거로 노인의 저항성 운동은 탄성밴드와 맨몸운동을 실시하였다. 운동강도는 피험자가 노인임을 감안하여 최대소섭취량, 최대심박수, 최대여유심박수, 1 RM 등을 기준으로 하지 않고, 미국스포츠의학회(american college of sports medicine, ACSM)에서 제시하는 노인을 위한 운동강도 설정 권장사항인 Borg의 운동자각도(rating of perceived exertion, RPE)를 기준으로 설정하였다[21]. 운동 시작 전 RPE에 대한 충분한 설명 후, 운동 중에 지속적으로 대화를 통해 운동강도를 설정 유지하였다. 1-4주차는 11-13(편하다-약간 힘들다), 5-8주차는 13-15(약간 힘들다-힘들다)로 강도설정 하였다. 저항성 운동의 경우 운동 참가자가 모두 운동 경험이 없는 고령 노인인 점과 운동동작의 습득력이 미숙한 것을 고려해 탄성밴드 운동은 세트 당 15-20회 반복, 스쿼트와 같은 체중 부하 운동은 세트 당 10-15회 반복 실시하였다. 휴식시간은 세트 당 운동 소요시간의 3배에 해당되는 시간을 세트 간 부여하였다. 운동프로그램의 구성은 Table 2와 같다.

Table 2. Combined exercise program

| Type of exercise | Program | Intensity |
|---------------------------------|----------------|------------|
| Flexibility (5 min) | Stretch | 10 sec |
| Aerobic (10 min) | Walk | RPE 11-15 |
| Resistance Thera band (20 min) | Shoulder press | 1-4 weeks |
| | Front raise | 15-20 reps |
| | Lateral raise | 3 set |
| | Bent over low | |
| | Sited low | 5-8 weeks |
| | Kick back | 15-20 reps |
| | Arm curl | 3 sets |
| Resistance Body weight (20 min) | Squat | 1-4 weeks |
| | Half lunge | 10-15 reps |
| | Donkey kick | 3 sets |
| | Hip extension | |
| | Side heel kick | 5 weeks |
| | Calf raise | 15-30 reps |
| | Toe raise | 3 sets |
| Wall push up | | |
| Flexibility (5 min) | Stretch | 20 sec |

2) 신체조성 측정

신체조성은 InBody 420 (Cheonan, Korea)으로 측정하였다. 피험자의 성별, 연령, 신장을 연구자가 직접 기기에 입력한 후 맨발로 측정기기 위의 발바닥 전극을 밟고, 손잡이 전극을 움켜쥐고 엄지손가락의 전극을 가볍게 누른 후 양팔을 20도 정도 벌리고 2분 동안 부동자세를 유지하며 자동측정하였다.

3) 근력 측정

Digital hand held 테스트 기계인 Hoggan Scientific (Salt Lake City, UT, USA)사의 MicroFet2를 사용하여 근력을 측정하였다. 측정하기 위한 근육의 원위부에 측정기기를 밀착시키고 반동이나 목표 측정부위의 움직임을 최대한 통제하며 5초 동안 수축을 실시하여 최대근력을 측정하였다. 의자에 앉은 자세에서 대퇴사두근, 대퇴이두근, 바로 누운 상태에서 상완이두근, 상완삼두근 측정부위의 관절을 90도로 굽힌 상태에서 신전, 굴곡시켜 실시하였다.

4) 신체기능 측정

노인들의 신체기능 및 생활체력 측정을 위해 Rikli와 Jones의 senior fitness test를 사용하였다[22]. 의자에 앉은 상태에서 30초 동안 일어났다가 앉는 횡수(30-second chair stand), 의자에 앉아 2 kg 덤벨을 들어 올린 횡수(arm curl), 2분간 제자리걸음으로 슬개골(patella)과 장골능(ilic crest)의 중간 지점까지 왕복으로 무릎이 도달하는 횡수(2 min-step test), 의자에 앉아 무릎을 구부리지 않은 상태에서 양손을 겹쳐서 뻗은 후 손끝과 발의 엄지 사이의 거리(chair sit-and-reach), 양쪽 팔을 등으로 넘겨 각 손끝의 거리(back scratch)를 측정하였고, Gill의 연구에서 사용된 보행속도 검사인 10피트(약 3 m) 걷기는 의자에 앉은 상태에서 시작해 3 m 지점을 왕복하는 시간을 측정하였다.

5) 혈액분석

혈액측정기는 Osang healthcare (Anyang, Korea)의 Lipid pro를 사용하였다. TG, 총 콜레스테롤(TC), HDL-C, LDL-C의 측정을 위해 시료 주입용 막대를 이용해 손가락 끝에서 시료 주입용 막대에 혈액을 채취하였고 이를 본체에 삽입하고 2분간의 분석과정을 거쳐 측정되었다.

3. 자료처리방법

본 연구의 통계처리는 SPSS version 24.0 (IBM SPSS Statistics, Chicago, IL, USA)을 사용하였다. 연구대상의 일반적 신체 특성은 그룹 간 독립 t-검정을 통해 실시하였다. 그룹 내 사전 사후 비교는 대응 t-검정을 통해 실시하였다. 연구에 사용된 모든 데이터는 평균 ± 표준오차로 제시되었으며, 통계적 유의 수준은 $p < .05$ 로 설정하였다.

연구결과

1. 신체조성의 변화

80세 이상 초고령 여성 노인의 8주간 복합운동 실시에 따른 신체조성 변화는 Fig. 1과 같다. CON군과 EXE군 모두 중재 후 중재 전과의 신체조성의 차이가 없었다.

2. 혈액변인의 변화

80세 이상 초고령 여성 노인의 8주간 복합운동 실시에 따른 공복 시 혈액변인의 변화는 Fig. 2와 같다. CON군에서는 HDL-C 수치의 저하가 나타난 반면, EXE군에서는 수치가 유지되었으며, CON군에서는 공복 시 혈당이 증가하는 경향을 보인 반면, EXE군에서는 혈당이 유의하게 감소하여 8주간의 복합운동처치는 혈액변인의 긍정적인 변화를 나타내었다.

3. 근력의 변화

80세 이상 초고령 여성 노인의 8주간 복합운동 실시에 따른 근력의 변화는 Fig. 3과 같다. CON군에서는 대퇴사두, 대퇴이두, 상완삼두의

최대근력이 유의하게 감소된 것으로 나타난 반면, EXE군에서는 상하지의 최대 근력이 유지되어 8주간의 복합운동 처치는 근력에 긍정적인 영향을 나타내었다.

4. 신체기능의 변화

80세 이상 초고령 여성 노인의 8주간 복합운동 실시에 따른 신체기능 및 생활체력의 변화는 Fig. 4와 같다. Senior fitness test 결과, CON군에서는 어떠한 신체기능 및 생활체력의 긍정적 변화도 나타나지 않은 반면, EXE군에서는 8-foot up-and-go 기록의 단축, 2-min step test 결과 제자리 걸음 수의 증가, 30-sec chair stand 반복횟수의 증가, 30초간 arm curl 횟수의 증가, back scratch 시 양 손 끝 사이의 거리 감소, chair sit-and-reach 시 손 끝과 발 끝 사이의 거리 감소가 나타났다. 이는 EXE군에서 상·하지 근력 및 근지구력, 상·하지 유연성 및 민첩성의 유의한 향상이 나타났음을 의미한다.

5. 혈압의 변화

80세 이상 초고령 여성 노인의 8주간 복합운동 실시에 따른 안정 시 혈압의 변화는 Fig. 5와 같다. CON군에서는 안정 시 수축기 혈압의 증

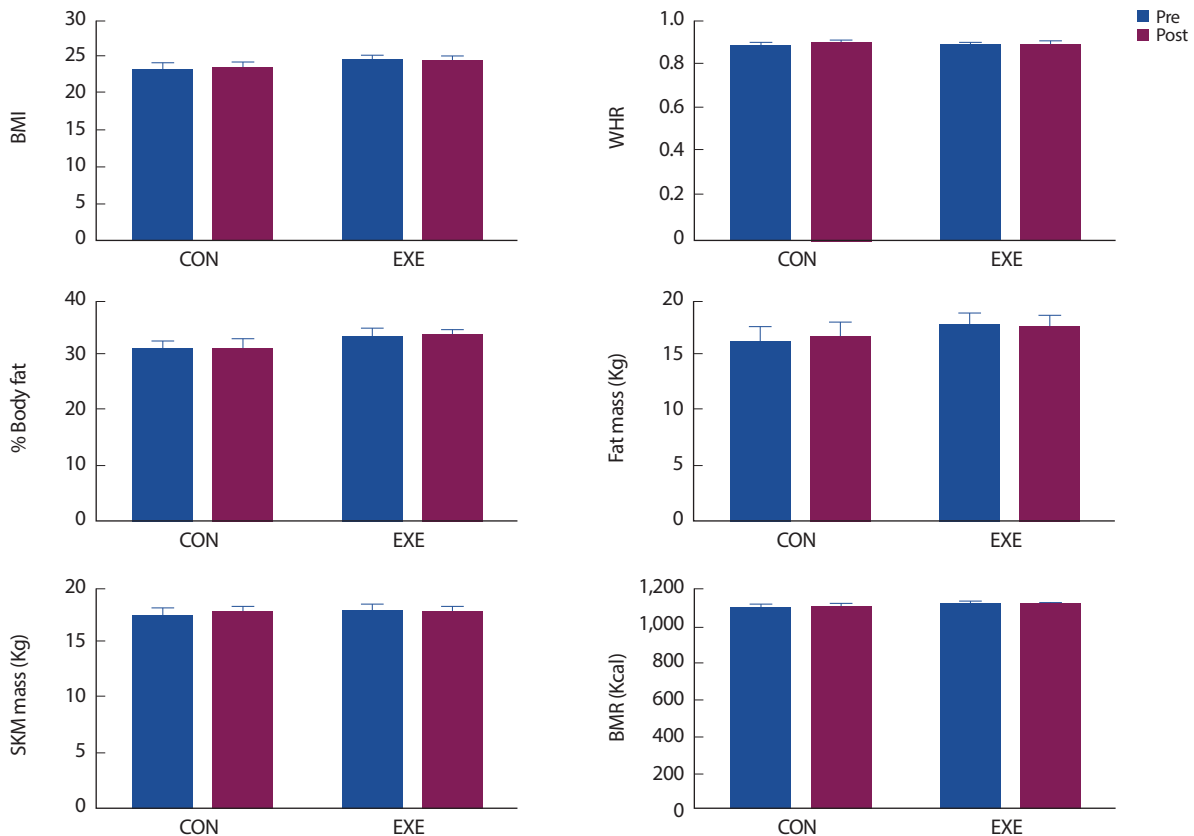


Fig. 1. Changes in body composition after 8 weeks of combined exercise. CON, control group; EXE, combined exercise group; BMI, body mass index; WHR, waist-hip ratio; SKM, skeletal muscle; BMR, basal metabolic rate.

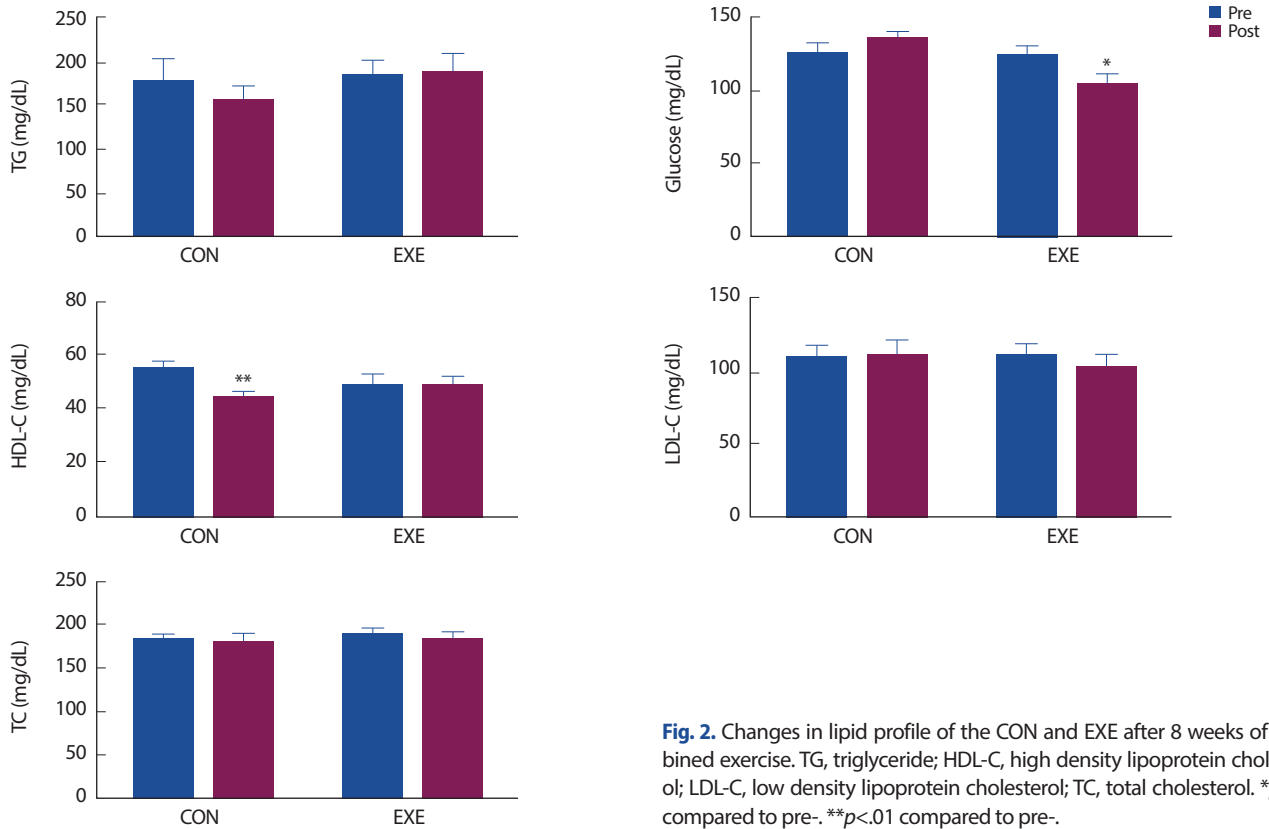


Fig. 2. Changes in lipid profile of the CON and EXE after 8 weeks of combined exercise. TG, triglyceride; HDL-C, high density lipoprotein cholesterol; LDL-C, low density lipoprotein cholesterol; TC, total cholesterol. * $p < .05$ compared to pre-. ** $p < .01$ compared to pre-.

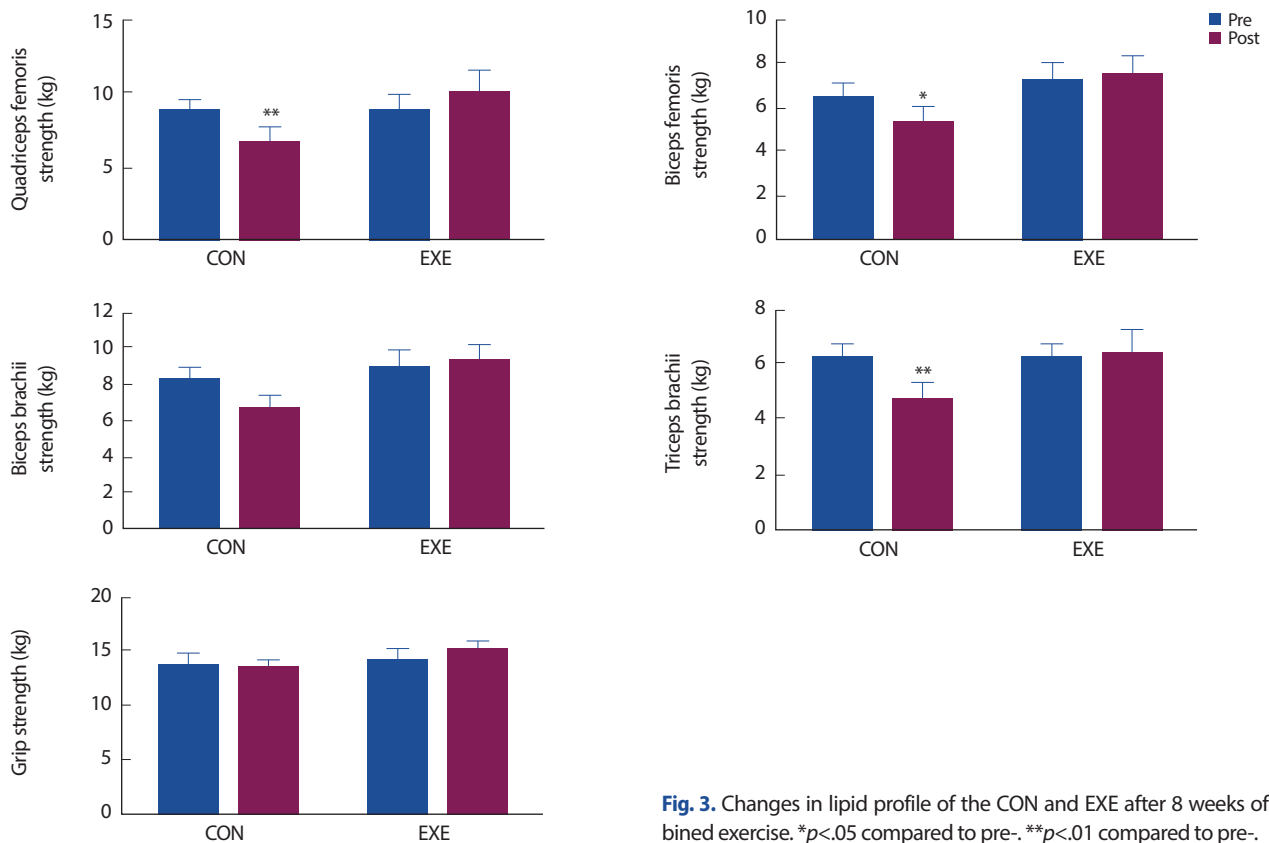


Fig. 3. Changes in muscle strength of the CON and EXE after 8 weeks of combined exercise. * $p < .05$ compared to pre-. ** $p < .01$ compared to pre-.

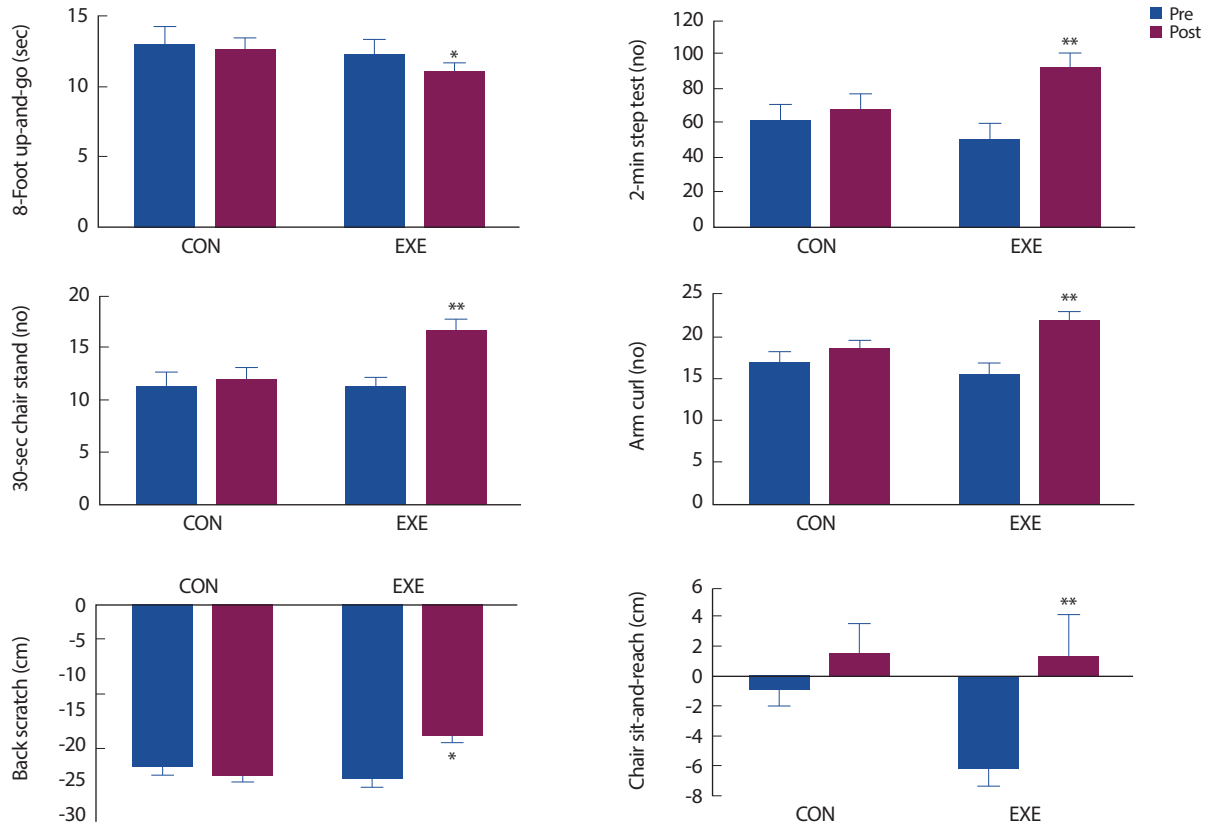


Fig. 4. Changes in physical fitness of the CON and EXE after 8 weeks of combined exercise. * $p < .05$ compared to pre-. ** $p < .01$ compared to pre-.

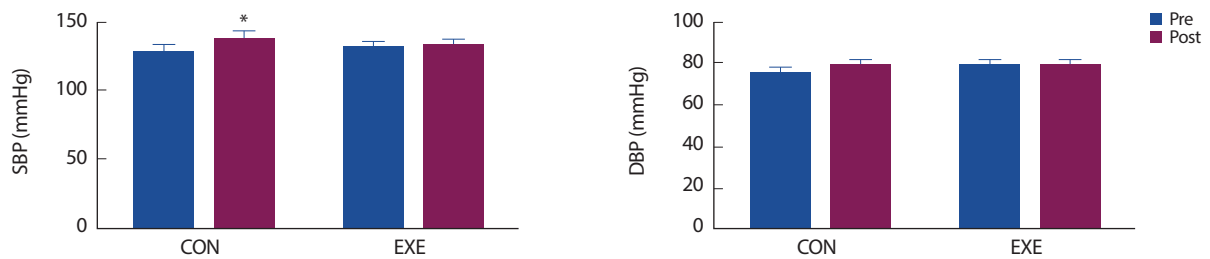


Fig. 5. Changes in blood pressure of the CON and EXE after 8 weeks of combined exercise. SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure. * $p < .05$ compared to pre-. ** $p < .01$ compared to pre-.

가가 나타난 반면, EXE군에서는 혈압의 변화가 나타나지 않았다.

논 의

본 연구에서 확인된 주요결과는 초고령 노인을 대상으로 확인된 결과라는 점에서 모두 커다란 의미를 가진다. 특히 복합운동을 실시한 초고령 노인에서 나타난 공복 시 혈당 및 HDL-C의 개선, 노화로 인한 악력을 포함한 상하지 근력 저하의 방지, 신체기능 체력의 전반적 향상 그리고 노화로 인한 수축기 혈압 상승 방지 효과는 기존의 연구대상자와의 차별성에 기인하여 중요한 의미를 가진다. 따라서 우리는 이러한 주요 연구 결과에 대해서 논의하고자 한다.

우선 혈액변인 중 공복 시 혈당과 HDL-C가 향상되었다는 부분이 주목할 만한 부분이다. 특히 노인을 대상으로 운동은 인슐린저항성을 개선시킬 수 있다고 보고되었으며, 이는 비만 노인이나 제2형 당뇨병을 가진 노인에서도 마찬가지이다[23,24]. 하지만 기존의 연구들은 노인에 대한 연구가 80세 이하로 제한되어 있기 때문에 본 연구의 초고령 노인 대상자에서 나타나는 공복 시 혈당의 개선은 초고령 노인에서도 운동을 통해 인슐린 감수성을 개선하여 인슐린저항성을 개선시킬 수 있음을 시사하는 근거가 될 수 있다. 공복시 혈당뿐만 아니라 HDL-C의 개선 또한 여러 연구의 고령 노인에서 확인된 바와 같이 본 연구의 초고령 노인에서도 확인되었다. 피부의 미소순환계(microcirculatory system)의 장애를 가진 대상자들에게서 HDL-C이 정상인에 비해 낮

게 나타난다는 사실에 근거하여[25], 운동이 HDL-C의 개선을 통해 말초의 혈행을 개선하는데 도움을 주며, 이는 노인의 미소순환계의 개선을 통한 체온조절을 궁극적으로 개선시킬 수 있음을 시사한다. 노인에게 피부 미소순환계의 향상이 궁극적으로 중요한 이유는 체온조절을 원활하게 하지 못하므로 기온에 의한 노인사망률 증가에 직접적인 영향을 미치기 때문이다[26,27]. 따라서 노인에게 미소순환계의 개선을 통한 체온조절 기능의 향상은 매우 중요한 요소이다. 기존의 연구에서는 오랜 기간 태극권 수련을 한 노인이나 장기간의 운동을 해왔던 노인에게서 미소순환계의 기능이 높다는 것이 보고되어 있다[28]. 그러나 우리의 연구결과는 운동 경력이 없는 초고령 노인에서도 HDL-C의 증가를 통하여 혈행을 개선하고 미소순환계의 기능이 향상될 수 있는 근거를 제시하고 있다. 다만 본 연구에서 분석된 혈액변인 중 TG, TC, LDL-C의 변화가 미미한 것은 건강한 노인만을 선발하였기 때문에 부정적 변인들인 세 가지 혈액변인들의 범주가 정상범위 안에 존재하였기 때문이며, 이는 중재 후에도 정상범위 안에 있었기 때문에 이를 개선이 없었다고 설명할 것이 아니라 여전히 정상수치를 유지하였다고 보는 것이 바람직할 것이다.

8주간의 복합운동 중재 후 CON군에서만 대퇴와 상완의 근력이 저하되었다. 노인에게서 시간이 지남에 따라 급격하게 근력이 저하되는 것은 자연스러운 결과이며, 운동을 통해 이러한 저하를 방지하는 것이 가장 중요하다. 운동을 통해 근력이 증가한다면 최선이겠지만 노인에게서 감소된 순환 동화호르몬 농도 등에 비추어 봤을 때 근육량과 근력을 증가시키는 80세 이상의 초고령 노인에게는 쉽지 않은 것으로 보여진다. 따라서 초고령 노인을 대상으로 한 운동중재의 목표는 근육량과 근력 소실을 방지하는 것에 초점이 맞추어져야 한다. 따라서 본 연구의 EXE군에서 중재 전과 후에 차이가 없다는 것은 긍정적인 결과라고 볼 수 있으며, 유의차는 나타나지 않았지만 모든 항목에서 증가하는 경향과 대퇴근력에서 전과 후의 눈에 띄게 상승한 부분은 괄목할 만한 부분이다. 그리고 대상자의 특성을 고려하였을 때 통계적인 결과보다 중요한 것은 감소하지 않고 미미하게나마 증가하였다는 사실에 주목하여야 할 것이다.

노인의 기능체력평가인 SFT의 분석 결과에서는 전반적으로 놀라울 만한 증가를 보였다. EXE군에서 유의하게 단축된 8-foot up-and-go 기록과 유의하게 증가된 2-min step test 결과 제자리 걸음 수의 증가는 궁극적으로 이동 시에 사용되는 능력이 향상되었다는 것을 의미한다. 또한 30-sec chair stand 반복횟수의 증가와 chair sit-and-reach의 거리 감소, back-scratch는 다중관절이 사용된 복합적 근력의 향상과 유연성의 증가를 의미하므로 일상생활에서의 동작의 편의가 향상되었음을 의미하고 이로 인해 낙상의 위험률도 낮아질 수 있다는 것을 증명하는 연구결과이다.

혈압은 수축기 혈압이 CON에서 증가한 것으로 나타났으나, EXE군

에서는 변화가 없어 노화로 인한 수축기 혈압의 상승을 운동을 통하여 방지한 것으로 나타났다. 운동으로 인해 동반된 일시적인 심박출량의 증가는 혈관 내피세포에서의 산화질소 방출을 유도하고 이는 혈관을 증가된 탄성을 장시간 유지시켜 “post-exercise hypotension”이라고 불리는 운동 후의 혈압의 저하를 유도한다[29]. 따라서 운동을 통한 반응의 반복적인 발생은 혈관의 탄성을 증대하는 중요한 역할을 하게 된다. 비록 노인에게는 이러한 반응이 나타나지 않았지만, 수축기 혈압이 CON군에서는 증가하였고, EXE군에서는 증가하지 않았다는 사실만으로도 운동이 혈관기능의 퇴행적 변화로 인한 초고령 노인의 수축기 혈압 상승을 방지하는 중요한 도구가 될 수 있음을 시사한다.

결론

초고령 노인도 복합운동을 통해 공복시 혈당 및 HDL-C을 유의하게 개선시킬 수 있고, 노화로 인한 근력 저하와 혈압상승을 방지할 수 있다. 특히 신체기능 체력 향상에 효과적이다. 따라서 초고령 노인에게도 운동은 적극적으로 권장된다.

CONFLICT OF INTEREST

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

AUTHOR CONTRIBUTION

Conceptualization: J Kim, Data curation: J Kim, Formal analysis: K Baek, Methodology: C Sung, Visualization: K Baek, J Kim, Writing - original draft: I Kim, Writing - review & editing: K Baek, J Yoo, J Kim.

ORCID

In-Gyu Kim <https://orcid.org/0000-0001-5613-660X>
 Kyung-Wan Baek <https://orcid.org/0000-0002-8445-3773>
 Changsu Sung <https://orcid.org/0000-0001-6096-7158>
 Jun-Il Yoo <https://orcid.org/0000-0002-3575-4123>
 Ji-Seok Kim <https://orcid.org/0000-0002-3023-1999>

REFERENCES

1. United Nations. Department of Economic and Social Affairs, World

- Population Ageing 2015. 2015; Retrieved from: https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/ageing/WPA2015_Infochart.asp
2. Statistics Korea. Prospective population and household estimates, Population status and prospect of Korea 2019. 2019; Retrieved from: http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/1/2/6/index.board?bmode=read&aSeq=377226
 3. Landi F, Liperoti R, Russo A, Giovannini S, Tosato M, et al. Sarcopenia as a risk factor for falls in elderly individuals: results from the iLSIR-ENTE study. *Clin Nutr.* 2012;31(5):652-8.
 4. Moon SS. Low skeletal muscle mass is associated with insulin resistance, diabetes, and metabolic syndrome in the Korean population: the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) 2009-2010. *Endocr J.* 2014;61(1):61-70.
 5. Roubenoff R. Sarcopenia: effects on body composition and function. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2003;58(11):1012-7.
 6. National Health Insurance Service. 2018 Health insurance key statistics. 2019; Retrieved from: <https://www.nhis.or.kr/bbs7/boards/B0074/29670?boardKey=29&boardName=B0074>
 7. Jones JM, Jones KD. Promoting physical activity in the senior years. *J Gerontol Nurs.* 1997;23(7):41-8.
 8. Taaffe DR. Sarcopenia--exercise as a treatment strategy. *Aust Fam Physician.* 2006;35(3):130-4.
 9. Brown M, Sinacore DR, Host HH. The relationship of strength to function in the older adult. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1995;50 Spec No:55-9.
 10. Burbank PM, Padula CA, Nigg CR. Changing health behaviors of older adults. *J Gerontol Nurs.* 2000;26(3):26-33; quiz 52-23.
 11. Williams MA, Haskell WL, Ades PA, Amsterdam EA, Bittner V, et al. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation.* 2007;116(5):572-84.
 12. Ibanez J, Izquierdo M, Arguelles I, Forga L, Larrion JL, et al. Twice-weekly progressive resistance training decreases abdominal fat and improves insulin sensitivity in older men with type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2005;28(3):662-7.
 13. Parise G, Phillips SM, Kaczor JJ, Tarnopolsky MA. Antioxidant enzyme activity is up-regulated after unilateral resistance exercise training in older adults. *Free Radic Biol Med.* 2005;39(2):289-95.
 14. Mann S, Beedie C, Jimenez A. Differential effects of aerobic exercise, resistance training and combined exercise modalities on cholesterol and the lipid profile: review, synthesis and recommendations. *Sports Med.* 2014;44(2):211-21.
 15. American College of Sports M, Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fittarone Singh MA, Minson CT, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(7):1510-30.
 16. Kang CS, Sung SC, Lee MG. Effects of two kinds of combined exercise training on daily living fitness in elderly farmers. *Korean J Sport Sci.* 2010;21(2):1152-64.
 17. Park SK, Kim EH, Kwon YC. The Effect of Multicomponent Exercise on Abdominal Fat, Insulin Resistance and Blood Pressure in Elderly Women. *J Korean Soc Living Environ Sys.* 2010;12(3):222-8.
 18. Bae JK, Kim MK, Kim SC, Kim H. Effects of 16-week combined exercise on body composition, cardiovascular function, and maximal muscle strength in old-old elderly male. *Exer Sci.* 2010;19(4):381-90.
 19. An BK, Kim WW, Park SY. Effects of elastic band and swiss ball exercise in body composition and blood components on obese woman college students. *Asian J Kinesiol* 2008;10(1):17-26.
 20. Page P. Developing resistive exercise programs using Thera-band elastic bands & tubing. The Hygenic Corporation. 2000;10(1):48-60.
 21. Borg, Gunnar. Borg's perceived exertion and pain scales. *Human kinetics*; 1998.
 22. Rikli R, Jones C. Senior fitness test manual. *Human Kinetics*; 2013.
 23. Castaneda C, Layne JE, Munoz-Orians L, Gordon PL, Walsmith J, et al. A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2002;25(12):2335-41.
 24. Davidson LE, Hudson R, Kilpatrick K, Kuk JL, McMillan K, et al. Effects of exercise modality on insulin resistance and functional limitation in older adults: a randomized controlled trial. *Arch Intern Med.* 2009;169(2):122-31.
 25. Kraemer-Aguilar LG, Laflor CM, Bouskela E. Skin microcirculatory dysfunction is already present in normoglycemic subjects with metabolic syndrome. *Metabolism.* 2008;57(12):1740-6.
 26. Inoue Y, Shibasaki M. Regional differences in age-related decrements of the cutaneous vascular and sweating responses to passive heating. *Eur J Appl Physiol.* 1996;74(1-2):78-84.
 27. Kenney WL, Tankersley CG, Newswanger DL, Hyde DE, Puhl SM, et al. Age and hypohydration independently influence the peripheral vascular response to heat stress. *J Appl Physiol.* 1990;68(5):1902-8.

28. Wang JS, Lan C, Wong MK. Tai Chi Chuan training to enhance microcirculatory function in healthy elderly men. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82(9):1176-80.
29. Halliwill JR. Mechanisms and clinical implications of post-exercise hypotension in humans. *Exerc Sport Sci Rev.* 2001;29(2):65-70.