



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

博士學位論文

複合運動이 高血壓 患者의
心血管疾患 危險因子에 미치는 影響

濟州大學校 大學院

體育學科

高 曠 昊

2013年 8月

복합운동이 고혈압 환자의
심혈관질환 위험인자에 미치는 영향

指導教授 李 昌 俊

高 暎 昊

이 論文을 體育學 博士學位 論文으로 提出함

2013年 6月

高暎昊의 體育學 博士學位 論文을 認准함

審査委員長 金 泳 杓 (인)

委 員 崔 勝 旭 (인)

委 員 諸 葛 潤 錫 (인)

委 員 金 美 叡 (인)

委 員 李 昌 俊 (인)

濟州大學校 大學院

2013年 8月

Effects of combined exercise on cardiovascular disease
risk factors in hypertensive patients

Young-Ho Ko

(Supervised by professor Chang-Joon Lee)

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirement for
the degree of Doctor of Physical Education

2013. 8.

This thesis has been examined and approved.

Department of Physical Education
GRADUATE SCHOOL
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

<Abstract>

Effects of combined exercise on cardiovascular disease risk factors in hypertensive patients

Young-Ho Ko

*Department of Physical Education
Graduate School, Jeju National University
Jeju, Korea*

(Supervised by professor Chang-Joon Lee)

The purpose of this research was to examine the effect of combined exercise on cardiovascular disease risk factors in elderly women with hypertension. 40 subjects were divided into combined aerobic and resistance exercise training (n=20) and control (n=20) groups. The combined exercise was composed of aerobic and resistance exercise program. Aerobic exercise program was carried out under the condition of 50~69% of HRmax for 30~40 minutes, 5 days a week for 16 weeks and resistance exercise program was given to utilizing elastic band exercise using the Thera band with the intensity of 10 repetitions and 3 sets for 30~40 minutes, three days a week for 16 weeks. Cardiovascular disease risk factors (body composition, blood pressure, blood lipids, insulin resistance, C-reactive protein) of all subjects were measured at before and after the program participation. All data were expressed as mean and standard deviation and also paired and independent t-test was performed to test the significant levels of differences within and between groups by using SPSS

program. Significance was set at the $\alpha=0.05$. Body weight was significantly decreased within exercise group. percentage body fat and waist circumference were significantly decreased within exercise group, and exercise group was shown that there were significant differences of % body fat and waist circumference, compared with control group. Lean body mass was significantly increased within exercise group, and exercise group was shown that there was a significant difference of lean body mass, compared with control group. Systolic and diastolic blood pressure were significantly decreased within exercise group, and exercise group was shown that there were significant differences of systolic and diastolic blood pressure, compared with control group. TG, TC, and LDL-C were significantly decreased within exercise group, and exercise group was shown that there were significant differences of TG, TC, and LDL-C, compared with control group. HDL-C was significantly increased within exercise group, and exercise group was shown that there was a significant difference of HDL-C, compared with control group. However, insulin resistance was not shown that there was any significant difference within and between group. On the other hand, C-reactive protein was significantly decreased only within exercise group after application of exercise program. In summary, when considering the above results, combined treatment of aerobic and resistance exercise could improve the levels of body composition, blood pressure, and blood lipids. Furthermore combined exercise could decrease the concentration of C-reactive protein.

목 차

Abstract

I. 서 론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구의 목적	4
3. 연구의 가설	4
4. 연구의 범위	5
5. 연구의 제한점	5
II. 이론적 배경	6
1. 고혈압	6
1) 원인 및 기전	6
2) 진단기준	7
3) 분류	8
2. 고혈압의 임상적 평가	11
1) 혈압측정	11
2) 심혈관계 위험인자	14
3) 표적장기 손상	15
3. 고혈압의 관리	16
1) 치료목표	16
2) 생활습관 개선	17
3) 약물 요법	21
4. 고혈압의 운동처방	23
1) 운동처방	23

2) 운동의 종류	24
3) 운동의 강도	25
4) 운동의 빈도	25
5) 운동의 지속	26
6) 기타 고려사항	26
III. 연구 방법	28
1. 연구대상	28
2. 실험설계	28
3. 운동방법	30
1) 유산소 운동프로그램	30
2) 저항운동 프로그램	31
4. 측정항목	32
1) 신체조성	32
2) 혈압	33
3) 혈액분석	33
5. 자료처리	35
IV. 연구 결과	36
1. 집단의 동질성 검사	36
2. 심혈관질환 위험인자	37
1) 신체조성	37
2) 혈압	41
3) 혈중지질	43
4) 인슐린 저항성	47
5) C-반응성 단백	50

V. 논 의	51
1. 복합운동과 신체조성의 관계	51
2. 복합운동과 혈압의 관계	52
3. 복합운동과 혈중지질의 관계	55
4. 복합운동과 인슐린 저항성의 관계	56
5. 복합운동과 C-반응성 단백질의 관계	58
VI. 결 론	60
참고문헌	62

List of Tables

Table 1. Definition and classification of blood pressure	8
Table 2. Blood pressure thresholds for definition of hypertension with different types of measurement	11
Table 3. Cardiovascular risk factors in hypertension	15
Table 4. Target organ damage in hypertension	16
Table 5. Current blood pressure targets according to guidelines	17
Table 6. The physical characteristics of subjects	28
Table 7. Aerobic exercise program	31
Table 8. Resistance exercise program	32
Table 9. Hemogeneity test between groups at the start of the investigation	36
Table 10. Comparison of body weight after 16 weeks	37
Table 11. Comparison of % body fat after 16 weeks	38
Table 12. Comparison of waist circumference after 16 weeks	39
Table 13. Comparison of lean body mass after 16 weeks	40
Table 14. Comparison of systolic blood pressure after 16 weeks	41
Table 15. Comparison of diastolic blood pressure after 16 weeks	42
Table 16. Comparison of TG after 16 weeks	43
Table 17. Comparison of TC after 16 weeks	44
Table 18. Comparison of LDL-C after 16 weeks	45
Table 19. Comparison of HDL-C after 16 weeks	46
Table 20. Comparison of blood glucose after 16 weeks	47
Table 21. Comparison of insulin after 16 weeks	48
Table 22. Comparison of HOMA-IR after 16 weeks	49
Table 23. Comparison of CRP after 16 weeks	50

List of Figures

Figure 1. Lifestyle modifications for hypertension management	18
Figure 2. The experimental design	29
Figure 3. Comparison of body weight	37
Figure 4. Comparison of % body fat	38
Figure 5. Comparison of waist circumference	39
Figure 6. Comparison of lean body mass	40
Figure 7. Comparison of systolic blood pressure	41
Figure 8. Comparison of diastolic blood pressure	42
Figure 9. Comparison of triglyceride	43
Figure 10. Comparison of total cholesterol	44
Figure 11. Comparison of low density lipoprotein cholesterol	45
Figure 12. Comparison of high density lipoprotein cholesterol	46
Figure 13. Comparison of blood glucose	47
Figure 14. Comparison of insulin	48
Figure 15. Comparison of HOMA-IR	49
Figure 16. Comparison of C-reactive protein	50

I. 서론

1. 연구의 필요성

2011년 우리나라 사망원인통계자료를 보면 악성신생물(암), 뇌혈관질환에 이어 심장질환의 순으로 사망률이 높았는데 이들 3대 사망원인이 전체 사망의 47.4%를 차지하는 것으로 조사되었으며, 순환기 계통 질환 사망률은 인구 10만명 당 여성(120.5명)이 남성(106.5명)보다 높다고 보고하고 있다(통계청, 2012). 특히, 고혈압성 질환은 여성(13.6명) 사망률이 남성(6.5명) 보다 높게 조사되어 여성 노인의 순환기 계통 질환에 대한 심각성과 고혈압 조절의 중요성을 제시하고 있다(통계청, 2012). 그러므로 고혈압을 효과적으로 예방하고 관리하는 것은 고혈압의 합병증으로 인한 사망률과 심혈관질환으로 부담해야 하는 의료비용을 감소시키는 등 국민건강에 기여하는 바가 매우 크다고 할 수 있다(최소라, 2009).

고혈압은 뇌졸중, 심근경색, 신부전, 울혈성 심부전, 죽상경화의 진행, 치매의 발생 등을 증가시키는데(Forette et al., 1998), 2001년도 전세계 자료를 추산한 연구에 따르면 뇌졸중의 54%, 허혈성 심장질환의 47%, 고혈압성 질환의 75%, 기타 심혈관 질환의 25%는 고혈압이 그 원인이다(Lawes, Vander Hoorn, & Rodgers, 2008).

우리나라 성인의 고혈압 유병률은 23.9%로 성인 4명 중 1명이 고혈압을 가지고 있으며, 고혈압 전기를 포함하면 53.1%인 절반 이상이 고혈압의 위험에 노출되어 있다고 할 수 있다(보건복지부, 2006). 또한 2008년 국민건강영양조사에 따르면 우리나라 30세 이상 성인의 고혈압 유병률은 27.9%에 이르며, 65세 이상에서는 55.7%가 고혈압인 것으로 나타났다(보건복지부, 2009).

그러나, 2005년 국민건강영양조사(Korea National Health and Nutrition Examination Survey, KNHANE III)를 이용한 한국보건사회연구원의 만성질환통계자료에 의하면 고혈압 유병자 중 20세 이상 성인 남, 여의 58.7% 정도만이 고혈압을 인지하고 있었으며, 이들 중 45.7% 정도만이 적절한 치료를 받고 있는 것으로 조사되었고, 전체 고혈압 환자 중

30.3%만이 혈압이 조절되고 있는 것으로 조사되었다(질병관리본부와 보건사회연구원, 2007).

역학연구를 통해 혈압이 상승될수록 관상동맥질환 및 뇌졸중의 유병률이 점진적으로 증가된다는 점이 오래전부터 밝혀지고 있으며(Sipahi et al., 2006), 수축기 혈압과 이완기 혈압이 각각 115/75mmHg 이상에서는 혈압이 20/10mmHg 정도 상승될 때 마다 심혈관질환에 의한 사망률이 두 배 이상 증가하는 것으로 알려지고 있다(Lewington, Clarke, Qizilbash, Peto, & Collins, 2002).

반면, 수축기 혈압을 2mmHg만 낮춰도 뇌졸중에 대한 사망 위험을 10%, 허혈성 심장질환에 의한 사망 위험을 7% 정도 감소시킬 수 있으며, 수축기 혈압을 10mmHg, 또는 이완기 혈압을 5mmHg 낮추면 뇌졸중에 의한 사망 위험을 약 40% 정도 감소시킬 수 있는 것으로 알려짐에 따라 혈압관리는 건강학적으로 매우 중요한 의미를 갖는다고 할 수 있다(Lewington et al., 2002).

오늘날 급격하게 고령화가 진행되고 있는 상황이고, 고혈압에서 합병증을 예방하는 비용은 합병증을 치료하는 비용보다 적으므로(Zanchetti, 1997), 고혈압 환자에 대한 관리는 매우 중요하다. 고혈압의 발생과정에는 다양한 요인들이 작용하고 그 기전이 완전히 밝혀지지 않았지만, 혈압을 적절히 조절하고 체중, 생활습관 등 위험인자를 교정하면 고혈압과 그 합병증 발생을 줄일 수 있다(서현주, 김수근, 김종순, 장운균, 박인근, 2006).

미국 고혈압 국가 합동 위원회 제 7차 보고서(The seventh report of the Joint National Committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure, JNC 7)와 2007년 유럽고혈압학회-유럽심장학회(European Society of Hypertension-European Society of Cardiology guideline for the management of arterial hypertension, ESH-ESC) 지침은 고혈압 치료 지침에서 약물요법에 앞서 저염식과 같은 식습관 개선과 규칙적인 운동과 같은 생활습관 개선이 우선적으로 이루어져야 한다고 명시하고 있다(Chobanian et al., 2003; Mancia et al., 2007). 흔히 고혈압을 비롯한 만성 퇴행성 질환을 성인병 또는 생활습관병이라고 부르는데, 성인병은 질병의 조기발견 및 조기치료와 같은 이차예방에 중점을 둔 개념인 반면, 생활습관병은 생활습관 개선을 통하여

질병의 발생 및 진행을 막을 수 있다는 일차예방적 개념이다. 즉, 나쁜 생활습관은 고혈압의 원인이 되고, 좋은 생활습관은 고혈압의 예방법이자 근본적인 치료법이 된다(강진경, 2003).

특히 규칙적인 운동은 약물요법을 시행하고 있는 고혈압 환자들의 혈압을 감소시켜 약물 복용량을 줄이거나 중단할 수 있게 해주며, 심혈관계 위험인자도 함께 감소시킨다는 점에서 효과적인 치료법으로 제시되고 있다(Poehlman, Dvorak, DeNino, Brochu, & Ades, 2000). 그 중 Cornelossen & Fagard(2005a)는 만성 유산소 운동의 효과에 미치는 무작위 통제 임상 실험의 메타 분석 주요 결과를 다음과 같이 보고하고 있다: (1) 유산소 운동은 혈압을 낮추며, 그에 대한 반응은 비고혈압자 보다 고혈압 환자에서 더욱 확연하게 나타났으며 (2) 혈압의 감소는 교감신경계와 레닌-안지오텐신 시스템과 같은 전신혈관저항(systemic vascular resistance)에서의 감소에 근거를 두고 있고; (3) 트레이닝은 그 밖의 심혈관 위험인자에 미치는 유의한 효과와 관련이 있다. 또한 JNC 7차 보고서에서 혈압에 미치는 유산소 운동의 효과를 분석하였는데, 혈압 감소가 고혈압환자 그룹에서 가장 두드러졌으며(-6.9/-4.9mmHg), 정상혈압 그룹(-2.4/-1.6mmHg)과 고혈압 전단계 그룹(-1.7/-1.7mmHg)에서도 유의한 혈압 감소가 나타났음을 확인하였다.

이와 더불어, 저항성 운동은 그 동안 근 골격계 질환의 예방 및 치료 목적으로 사용되어 왔다. 그러나 최근 근력운동은 근량의 증가 또는 심혈관계 질환의 위험인자를 개선시킬 수 있다는 연구 결과들이 제시되고 있다(Braith & Stewart, 2006). 미국심장학회(Pollock et al., 2000) 및 미국스포츠의학회(Pescatello et al., 2004)에서는 고혈압 환자의 건강증진 및 체력관리를 위한 운동 프로그램에 저항 운동을 포함할 것을 권장하고 있다.

경계성 고혈압 환자를 대상으로 9주간 저강도의 근력운동 후 이완기 혈압이 2.5mmHg 정도 감소효과가 나타났으며(Harris & Holly, 1987), 근력운동의 혈압 강하 효과에 대한 메타분석에서 수축기 혈압과 이완기 혈압이 각각 3.2mmHg, 3.5mmHg 정도 감소되는 것으로 나타났다(Cornelossen & Fagard, 2005b). 또한 유산소 운동과 근력운동으로 구성된 복합 운동프로그램은 고령 여성 고혈압 환자에서 수축기 혈압을 유의하게 감소시켰으며(권정현, 최철순, 2008), 권호준(2009)은 노인 여성을 대상으로 유산소 운동 40분 실시한

그룹과 비교하여 유산소 운동과 저항운동의 복합운동을 각각 20분 씩 실시한 그룹에서 TC, TG, LDL-C이 모두 유의하게 감소하였고, 복합운동그룹에서만 심혈관 위험인자인 피브리노겐과 C-reactive protein(CRP)이 유의한 감소를 보여 복합운동의 효율성을 보여주었다.

하지만, 선행연구에서와 같이 고혈압 환자에게 운동이 약리학적 처치만큼 중요함에도 불구하고 아직도 많은 논의가 되고 있지 않으며, 의학도들은 약물 처방 방법에 관하여 배우는 것에 수년간을 소비하는 반면, 그들은 거의 운동 처방의 가치를 교육받고 있지 않거나 어떻게 운동을 처방해야 되는지를 모르고 있는 실정이다(Baster & Baster-Brooks, 2005). 규칙적인 운동은 혈압 하강 이외에도 많은 건강상의 이점을 갖고 있으므로 모든 고혈압 환자는 운동을 병행한 고혈압 관리를 서둘러야 한다(이종근, 2010).

2. 연구의 목적

고혈압 환자에 있어 약물치료가 시행될 때조차도, 식이요법이나 신체적 활동과 같은 생활습관 개선 방법이 높은 혈압관리를 위해 최우선 이루어져야 함에도 불구하고 고혈압은 뚜렷한 자각 증상이 없기 때문에 다른 질병에 비하여 방치하는 경우가 많다(Heart Foundation, 2004). 이러한 맥락에서 본 연구의 목적은 고혈압 노인 여성을 대상으로 16주간 유산소 운동과 저항운동의 복합처치 후에 심혈관질환 위험인자를 비교 분석하여 고혈압 환자들의 건강증진을 위한 규칙적인 운동의 효과를 규명하는데 있다.

3. 연구의 가설

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 연구 가설을 설정하였다.

- 1) 16주간 복합운동의 참여는 신체조성을 향상시킬 것이다.
- 2) 16주간 복합운동의 참여는 혈압을 감소시킬 것이다.

- 3) 16주간 복합운동의 참여는 혈중지질에 차이를 보일 것이다.
- 4) 16주간 복합운동의 참여는 인슐린 저항성을 감소시킬 것이다.
- 5) 16주간 복합운동의 참여는 C-반응성 단백을 감소시킬 것이다.

4. 연구의 범위

- 1) 본 연구의 대상자는 고혈압 1단계 노인 여성 중에서 평상시 훈련되지 않고, 자발적으로 참여에 동의한 40명으로 구성하였다.
- 2) 대상자는 혈압강하제를 복용한 경험이 없는 자들로 구성하였다.
- 3) 대상자 중 처치 그룹은 16주간 유산소 운동과 저항운동을 실시하였다.
- 4) 처치기간 동안 대상자의 식생활은 동일하지 않을 것이나, 측정항목에 영향을 미치는 보약이나 기타 약제의 복용을 금하도록 하였다.
- 5) 본 연구에서 종속변인인 심혈관계질환 위험인자 중 신체조성은 체중, 체지방율, 허리둘레, 체지방량을 측정하였으며, 그 외 혈압, 혈중지질, 인슐린 저항성 및 C-반응성 단백을 측정하였다.

5. 연구의 제한점

- 1) 실험기간 동안 대상자들은 본 프로그램 이외의 신체활동 및 음주는 가능한 자제하도록 권장하였으나, 완전한 통제는 불가능 하였다.
- 2) 대상자의 생리적, 심리적 요인들을 동일하게 통제하지 못하였다.
- 3) 실험기간 동안 고혈압에 영향을 미칠 수 있는 식생활을 통제하지 못하였다.

II. 이론적 배경

1. 고혈압

1) 원인 및 기전

고혈압은 그 원인에 따라 본태성(일차성, 원발성) 고혈압과 이차성(속발성) 고혈압으로 구분할 수 있다. 설명할 만한 원인이 없는 경우를 본태성 고혈압이라고 하는데, 다양한 유전적 요인과 환경적 요인의 복잡한 상호작용으로 발생한다(Williams et al., 1991). 특이한 원인이 입증되는 경우를 이차성 고혈압이라고 하는데, 만성 신질환, 신동맥 협착증, 수면 무호흡증, 일차성 알도스테론증 등이 흔한 원인이며, 갈색세포종, 쿠싱 증후군, 부갑상선 기능항진증 등도 그 원인이 된다(Taler, 2008). 이차성 고혈압의 유병률은 5~18%로 다양하게 보고되고 있는데, 원인질환을 발견하여 치료하게 되면 상당수에서 완치가 가능하다(Moser & Setaro, 2006).

본태성 고혈압의 유전적 원인은 단일 유전자의 결함이 아니라 같은 결과로 표현되는 다양한 유전적 결함의 집합으로 알려져 있는데, 레닌-안지오텐신계(Renin-Angiotensin System, RAS)에 관여하는 여러 유전인자에 관한 연구가 활발히 이루어져 있다. RAS는 안지오텐시노겐(Angiotensinogen, AGT), 레닌(Renin), 안지오텐신 전환효소(Angiotensin Converting Enzyme, ACE), 안지오텐신 I·II 및 수용체(AT1, AT2)로 구성되는데, 혈압 조절과 수분 및 전해질 대사에 관여하고 혈관의 평활근 세포를 증식시켜 고혈압 발생에 중요한 역할을 한다(MacGregor, Markandu, Roulston, Jones, & Morton, 1981). 따라서 RAS는 ACE 억제제나 AT2 길항제의 개발과 더불어 임상적으로 혈압을 조절하는 중요한 대상이 되어 왔다(Brown & Vaughan, 1998).

본태성 고혈압의 환경적 요인으로는 소금 섭취, 비만, 직업, 알코올, 가족수, 주거의 혼잡 정도 등이 제기되었고, 그 외에도 식염 감수성, 레닌, 나트륨, 염화물, 칼슘, 세포막의 결함, 인슐린 저항성 등도 제기되었다.(Fisher & Williams, 2005).

혈압은 심박출량과 말초저항지수의 곱으로 나타낼 수 있는데, 이와 관련된 변인들이 증가하게 되면 혈압은 상승하고 감소하게 되면 하강한다(Bouvette, McPhee, Opfer-Gehrking, & Low, 1996). 고혈압의 주요기전은 크게 30~49세의 젊은 성인에서 흔히 발견되는 아드레날린 요구의 증가, 신부전 환자에서 보이는 고레닌 고혈압, 태생적으로 알도스테론 농도가 증가한 사람에서 나타나는 저레닌 고혈압, 그리고 고령환자에서 보이는 말초혈관저항 증가로 분류할 수 있다(Kaplan & Opie, 2006). 최근에는 염증이 고혈압 진행의 중요한 기전으로 제기되어 C-반응단백(C-reactive protein, CRP)에 대한 관심도 높아지고 있다(Li, Fang, & Hui, 2005).

2) 진단기준

JNC 7과 ESH-ESC 2007은 모두 고혈압을 수축기 혈압 140mmHg 이상 또는 이완기 혈압을 90mmHg 이상인 경우로 정의하고 있으며<Table 1>, JNC 7은 항고혈압제를 복용하고 있는 경우도 고혈압으로 정의하고 있다. 하지만 JNC 7은 수축기 혈압이 120mmHg 이하이면서 이완기 혈압이 80mmHg 이하인 경우를 정상(normal)으로 정의하는 반면, ESH-ESC 2007은 이를 적정(optimal) 단계로 분류하고 있고, 수축기 혈압이 120~129mmHg 또는 이완기 혈압이 80~84mmHg인 경우를 정상으로 정의하고 있다. 정상혈압과 고혈압의 중간단계는 JNC 7의 경우 고혈압 전단계(prehypertension)로, ESH-ESC 2007의 경우 높은 정상(high normal)으로 분류한다.

고혈압 전단계는 정상혈압에 비하여 고혈압으로 진행되어 심혈관 질환에 이환될 가능성이 높으며(Liszka, Mainous, King, Everett, & Egan, 2005; Vasani, Larson, Leip, Kannel, & Levy, 2001), 혈압과 관련된 심혈관 질환 중 30~40%가 고혈압 전단계에 있는 사람에서 발생한다고 보고되었다(MacMahon et al., 1990). 이에 따라 JNC 7은 1948년부터 진행된 코호트 연구인 Framingham Heart Study의 결과를 근거로 하여 심혈관 질환을 예방하기 위해서는 이 단계에서부터 생활습관 개선이 필요함을 강조하기 위하여 고혈압 전단계라는 분류를 추가하였다.

최근에 개정된 ESH-ESC 2007과 2009년 ACSM 지침은 혈압 분류보다 심혈관계 위험

Table 1. Definition and classification of blood pressure levels for adults

Classification		SBP (mmHg)	DBP (mmHg)
JNC 7	ESH-ESC		
Normal	Optimal	< 120	< 80
Prehypertension	Normal	120-129	80-84
Prehypertension	High normal	130-139	85-89
Stage 1 hypertension	Grade 1 hypertension	140-159	90-99
Stage 2 hypertension	Grade 2 hypertension	160-179	100-109
Stage 2 hypertension	Grade 3 hypertension	≥ 180	≥ 110
	Isolated systolic hypertension	≥ 140	< 90

JNC 7, The seventh report of the Joint National Committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure; ESH-ESC, European Society of Hypertension-European Society of Cardiology guideline for the management of arterial hypertension; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure.

인자에 따른 위험군 분류를 더 강조하고 있는데, 특히 ESH-ESC 2007은 약물치료의 시작, 병용요법, 스타틴 또는 항혈소판제의 사용 등 전반적인 치료 전략을 위험군에 따라 세우도록 권고하고 있다(Mancia et al., 2007). 표적장기 손상이 동반된 고혈압은 비록 현재 별다른 증상이 없더라도 장차 뇌졸중, 심근경색, 심부전, 만성 신부전 등에 의한 사망률을 높이고 생활에 많은 제약을 초래할 수 있으므로 혈압 수준에 관계없이 치료가 필요하다(Willum-Hansen et al., 2006).

3) 분류

고혈압의 분류에 있어서 혈압 수준에 따른 JNC 7이나 ESH-ESC 2007의 분류가 널리 사용되고 있으나, 임상적으로는 혈압 측정방법에 다른 여러 가지 분류를 진료에 이용하고 있다. 크게 진성고혈압(true hypertension), 백의고혈압(white coat hypertension), 가면고혈압(masked hypertension) 등으로 나뉘고, 그 외 고립수축기고혈압(isolated systolic hypertension), 고립이완기고혈압(isolated diastolic hypertension), 가성고혈압

(pseudohypertension), 기립성저혈압(orthostatic hypotension), 아침고혈압(morning hypertension), 일시락고혈압(dipper hypertension) 등의 분류가 있다. 대한고혈압학회의 분류를 요약하면 다음과 같다(혈압모니터지침편집위원회, 2007).

(1) 백의고혈압

진료실에서 측정된 혈압은 140/90mmHg 이상이지만 진료실 밖에서 측정된 주간 활동 혈압은 135/85mmHg 미만인 경우이다. 백의효과는 일반적으로 수축기 진료실 혈압이 130mmHg 이상이면 수축기 활동 혈압이 130mmHg 이하인 경우 또는 확장기 진료실 혈압이 80mmHg 이상이면 확장기 활동혈압은 80mmHg 이하인 경우를 지칭한다 (Andersen, Khawandi, & Agarwal, 2005). 이러한 백의효과는 대부분의 고혈압 환자에서 관찰되는데, 진동법을 이용한 혈압계를 사용하거나 조용한 환경에서 여러번 혈압 측정을 반복하면 줄일 수 있다. 그러나 백의고혈압은 심혈관계 합병증과 무관하므로 치료할 필요가 없다(Tsai, 2002).

(2) 가면고혈압

백의고혈압의 반대 개념으로서 진료실 혈압은 정상이지만 진료실 밖에서 측정된 주간 활동혈압은 135/85mmHg 이상인 경우이다. 최근 가면고혈압이 심혈관계 합병증 및 치명률의 증가와 관련이 있는 것으로 알려지면서 이에 대한 관심이 증가하고 있다(Sega et al., 2001). 아직 가면고혈압과 관련된 위험인자에 관해서는 확실히 밝혀진 바 없으나 흡연, 음주, 비만, 남성, 고혈압의 가족력, 당뇨병, 항고혈압제 복용, 병원에서 혈압이 높게 측정된 적이 있는 경우 등이 거론되고 있다(O'Brien et al., 2003).

(3) 고립수축압 및 고립이완압

고립수축압은 노인에서 흔히 나타나는데 수축기 혈압은 140mmHg 이상이고 이완기 혈압은 90mmHg 미만인 경우이다. 수축기 혈압 및 맥압의 상승은 심혈관계 위험을 높이므로 치료 방향을 결정함에 있어 매우 중요하다. 노인에서 맥압은 심부전의 독립적 위험인

자로서 심부전의 발생률과 선형관계를 보인다. 고립이완압은 젊은 성인에서 흔히 나타나는데 수축기 혈압은 140mmHg 미만이고, 확장기 혈압이 90mmHg 이상인 경우이다. 고립이완압은 고립수축압에 비하여 비교적 예후가 양호하다(Chae et al., 1999).

(4) 가성고혈압

수은혈압계를 이용하여 동맥내압을 간접적으로 측정한 값이 직접 동맥내압을 측정한 값에 비하여 부적절하게 높은 경우이다(약 10~60mmHg). 죽상경화 또는 혈관중막비대에 의하여 말초동맥이 경화되면 혈관을 누르기 위하여 더 높은 압력이 필요하게 되므로 실제 혈압보다 높게 측정된다(Messerli, Ventura, & Amodeo, 1985). 노인, 당뇨병이 오랜된 경우, 만성 신장질환이 있는 경우에 드물게 나타날 수 있는데, 혈압계의 압박대로 충분히 압박하였는데도 상완동맥 도는 요골동맥이 만져지는 오슬로 징후가 나타나면 의심할 수 있다. 이러한 경우에는 항고혈압제에 대한 높은 감수성이나 과다복용으로 인한 부작용이 발생할 가능성이 높다(Jackson, Pierscianowski, Mahon, & Condon, 1976).

(5) 기립성 저혈압 또는 체위성 저혈압

일어선 후 3분 이내 수축기 혈압이 20mmHg, 이완기 혈압이 10mmHg 이상 떨어지는 경우이다. 증상은 없을 수도 있고 어지럼증, 실신, 시야흐림, 목통증, 인지력장애 등을 보일 수도 있다. 이러한 위치에 따른 변화에 영향을 미치는 요소로는 음식물 섭취 후, 낮 시간대, 약물, 주변온도, 탈수, 컨디션 악화, 격렬한 운동 후에 서 있는 경우, 노인 등이 있다. 만성적으로 혈압 하강이 지속되는 경우는 자율신경 조절부전, 다장기 위축, 파킨슨씨 병, 당뇨병 합병증, 다발성 골수종, 기타 자율신경계 이상 등과 관련되어 나타날 수 있다. 기립성 저혈압은 노인에서 어지럼증, 실신, 낙상 등을 유발하는 주요 원인으로서 노인의 이환율 및 사망률에 영향을 미친다(Lipsitz, 1989).

2. 고혈압의 임상적 평가

1) 혈압 측정

고혈압의 진단에 있어 혈압 측정은 매우 중요하지만, 혈압은 상황에 따라 변화가 크기 때문에 올바른 측정은 결코 쉽지 않다. 올바른 혈압 측정에 관한 지침은 JNC 7, ESH-ESC 2007 외에 The American Heart Association(AHA) 고혈압연구위원회의 ‘인간의 혈압 측정’(Pickering et al., 2005), 미국립신장재단(National Kidney Foundation, NKF)의 ‘만성신장질환 임상진료지침’(NKF, 2004), 대한고혈압학회의 ‘혈압 모니터 지침’(혈압모니터편집위원회, 2007) 등이 있다. 백의고혈압 및 가면고혈압의 정의에서도 알 수 있듯이 최근에는 진료실 혈압 외에도 활동혈압이나 가정혈압의 개념을 흔히 사용하고 있으며 <Table 2>, 이상의 지침에서 그 내용을 요약하면 다음과 같다.

Table 2. Blood pressure thresholds for definition of hypertension with different types of measurement

Classification	KSH (2004)		ESH-ESC 2007	
	SBP (mmHg)	DBP (mmHg)	SBP (mmHg)	DBP (mmHg)
Office or clinic	≥ 140	≥ 90	140	≥ 90
24-hour	≥ 125	≥ 80	125-130	≥ 80
Day	≥ 135	≥ 85	130-135	≥ 85
Night	≥ 120	≥ 75	120	≥ 70
Home	≥ 135	≥ 85	130	≥ 85

KSH, The Korean Society of Hypertension; ESH-ESC, European Society of Hypertension-European Society of Cardiology guideline for the management of arterial hypertension

(1) 진료실 혈압

진료실에서 수은 혈압계와 청진기를 이용하여 혈압을 측정하는 것이 가장 표준적인 방법이며, JNC 7 등의 지침에서 제시한 혈압 분류도 진료실 혈압을 기준으로 한다. 하지만

수은 혈압계는 측정기술의 부정확성, 혈압 자체의 가변성, 백의고혈압 등으로 정확한 측정이 어렵다(Pickering, 1994). 커피는 최소 1시간, 담배는 최소 30분간 금하도록 하고, 앉은 자세에서 측정하려는 팔의 전주와(antecubital fossa)를 흉골 중앙부 높이에 위치시킨다. 너무 큰 압박대를 사용하게 되면 혈압이 낮게 측정되며, 작은 압박대를 사용하게 되면 높게 측정된다. 환자의 자세, 측정하는 팔의 높이, 압박대의 크기, 검사자에 의한 오차에 따라 혈압이 3~10mmHg까지 차이를 보일 수 있다(McAlister, 2001). 압박대는 팔꿈치 주름 3cm 위에 상완동맥이 중앙에 오도록 감아야 한다. 과거에는 전주와 부위에 청진기의 진동판을 대고 측정하였으나 현재는 상완동맥 위에 저음 청진에 적합한 종을 대고 측정하도록 권고하고 있다. 공기주머니의 압력은 상완동맥의 박동이 사라지고 나서 30mmHg 정도 더 올리고, 매 박동마다 2mmHg 정도로 서서히 낮아지도록 조절밸브를 열어야 한다. 분명한 박동이 들리기 시작하는 코로트코프(Korotkoff)음 1기를 수축기 혈압, 박동이 완전히 사라지는 5기를 확장기 혈압으로 하여 2mmHg 단위로 기록한다.

혈압은 안정되고 편안한 상태에서 최소 2회 이상 측정하여야 하며, 처음 측정하는 경우에는 양팔의 혈압을 모두 측정하여야 한다. 만약 양팔의 수축기 혈압이 20mmHg 이상 또는 확장기 혈압이 10mmHg 이상 차이가 나면 대동맥축착이나 기타 상지동맥질환을 의심하여야 한다. 처음 측정에서 140/90mmHg 이상인 경우 적어도 2분 이상 간격을 두고 반복 측정하여 전 측정과의 차이가 5mmHg 이하일 때 두 값의 평균을 기록한다. 그 혈압이 140/90mmHg 이상인 경우에는 1주 간격을 두고 다시 혈압으로 측정하여 고혈압을 진단한다.

수은 혈압계 이외에 아네로이드(aneroid) 혈압계, 전자 혈압계, 하이브리드 혈압계도 혈압 측정에 이용된다. 아네로이드 혈압계는 지렛대의 원리에 의하여 시계처럼 생긴 기압계에 압력이 표시되는데, 비교적 충격에 약하고 자주 보정해주어야 하는 단점이 있다. 진동법을 이용한 전자혈압계의 경우 수축기 혈압은 정확하나 확장기 혈압은 회귀공식에 의하여 계산된 수치이므로 정확하지 않은 단점이 있다(오미경, 2005). 하이브리드 혈압계는 혈압이 액정화면에 표시되지만 검사자가 청진기로 박동음을 청진하기 때문에 눈금을 읽을 때에 발생하는 오류를 최소화할 수 있어 수은 혈압계와 전자 혈압계의 장점을 모두 가지

고 있다.

(2) 활동 혈압

활동 혈압 감시(Ambulatory blood pressure monitoring, ABPM)를 이용하면 주간 혈압 및 야간 혈압의 변동성을 조사하여 고혈압의 위험도를 추정할 수 있으며, 백의 고혈압과 가면고혈압을 쉽게 진단할 수 있다. 대한고혈압학회의 ABPM에 의한 고혈압의 진단 기준으로 보면 24시간 활동 혈압은 125/80mmHg 이상, 주간 혈압은 135/85mmHg 이상, 야간 혈압은 120/75mmHg 이상이다. 활동 혈압은 진료실 혈압보다 좌심실비대, 단백뇨, 망막변증 등의 표적장기 손상에 대하여 보다 정확한 예측이 가능하다고 알려져 있는데, 24시간 평균 수축기 혈압이 135mmHg 이상인 경우에는 그렇지 않은 경우보다 심혈관계 합병증의 발생률이 2배 높다고 보고되었다(정영훈 등, 2005).

ABPM으로 혈압을 측정할 경우 야간 혈압은 보통 주간혈압보다 최소 10% 낮게 나타나는데, 이러한 야간 혈압 감소가 없는 경우 심혈관 질환의 발생 위험이 증가하며, 좌심실비대, 신부전, 뇌혈관 질환 등 표적 장기 손상의 발생률도 증가하는 것으로 보고되었다(Okubo et al., 2002). 야간 혈압 감소가 20% 이상인 경우 노인 수축기 고혈압 환자에서 일과성 뇌허혈이 증가한다고 한다(정영훈과 박종훈, 2005). ABPM에서 관찰되는 아침 고혈압은 뇌졸중의 발생을 증가시킨다고 보고되었으나(Kario et al., 2003) Systolic Hypertension in Europe(Syst-Eur) 연구에서는 관계가 없는 것으로 나타났고(Gosse, Lasserre, Minifié, Lemetayer, & Clementy, 2004), 일본 Ohasama 연구에서는 뇌출혈의 위험도만 증가하는 것으로 나타났다(Metoki et al., 2006).

(3) 가정 혈압

가정혈압 감시(Home blood pressure monitor, HBPM)는 자가혈압 측정(Self blood pressure measurement, SBPM)이라고도 불리는데, 백의고혈압의 진단, 항고혈압제의 효과 또는 저항성 고혈압의 판정, 순응도 향상, 예후 판정 등에 도움이 된다. 가정혈압은 진료실 혈압에 비하여 평균 12/7mmHg 낮는데, 이는 주로 백의효과 때문인 것을 알려져 있다

(Staessen et al., 2004). ABPM에 의한 고혈압의 진단기준은 135/85mmHg 이상으로 정의하고 있다. 손가락 혈압계, 손목 혈압계, 상완 혈압계 등이 널리 이용되고 있는데, 말초동맥으로 갈수록 측정오차가 많이 생기기 때문에 상완 혈압계가 더 나은 것으로 알려져 있다.

2) 심혈관계 위험인자

고혈압 환자에서 전체적인 위험도를 평가하기 위해서는 혈압 측정 외에도 병력청취, 신체검사, 검사실 검사 등을 시행하여 심혈관계 위험인자와 표적장기 손상을 평가하는 것이 중요하다. 또한 확인이 가능한 이차적 원인을 밝히게 되면 고혈압을 완치할 수도 있게 된다. 기본적인 검사항목으로는 혈액검사를 통하여 공복혈당, 총콜레스테롤, LDL-C, HDL-C, 중성지방, 칼륨, 요산, 크레아티닌 등을 측정하여야 하고, 소변검사를 통하여 미세단백뇨 검출과 현미경 검사를 시행하여야 하며, 심전도 등을 이용하여 좌심실비대 여부를 평가하여야 한다.

심혈관계 위험인자로는 <Table 3>과 같이 혈압, 노인에서의 맥압, 연령, 흡연, 당뇨병, 이상지질혈증, 공복혈당장애, 내당능장애, 복부비만, 가족력 등이 있는데 이들은 개별적으로 심혈관질환을 발생시키기도 하지만 보통 여러 위험인자가 복합적으로 작용한다 (Mancia et al., 2007). 프래밍험연구 결과에 의하면 관상동맥질환의 발생률은 혈압수준보다는 몇 개의 위험인자를 가지고 있느냐에 따라 결정된다. 수축기 혈압이 160mmHg로 같더라도 위험인자의 개수에 따라 12년 후 관상동맥질환의 발생은 남자에서 3.5배, 여자에서 5.4배까지 차이를 보였으며, 대상자 중 관상동맥질환 이환자의 63%가 2개 이상의 위험인자를 가지고 있었다(Kannel, 2000).

수축기 혈압과 확장기 혈압의 차이인 맥압은 좌심실비대, 동맥경화의 진행 등과 관련이 있다. 수축기 혈압이 상승하면 좌심실 부하가 증가되어 심실벽의 긴장도 및 산소요구량이 증가하며, 확장기 혈압이 하강하면 관상동맥 관류가 감소되어 심근허혈이나 심근경색을 유발한다. 심장에서 혈액이 박출되면 상행대동맥이 확장되어 맥파를 만들어 내는데, 심장에서 말초로 향하는 투사파와 말초에서 심장으로 되돌아 오는 반사파의 중첩에 의하

여 맥압이 발생된다. 투사파는 좌심실 구출률, 동맥 경직도와 관련이 있고, 반사파는 동맥이 경직되어 있기 때문에 수축후기에 나타나게 되어 수축기 혈압과 맥압이 상승하게 된다 (Asmar, 1999).

Table 3. Cardiovascular risk factors in hypertension

Systolic and diastolic BP levels
 Levels of pulse pressure (in the elderly)
 Age (Men > 55 years, Women > 65 years)
 Smoking
 Diabetes mellitus
 Fasting plasma glucose \geq 126 mg/dl on repeated measurement, or :
 Postload plasma glucose > 198 mg/dl
 Dyslipidemia
 Total cholesterol > 190 mg/dl or :
 Low density lipoprotein cholesterol >115 mg/dl or :
 High density lipoprotein cholesterol < 40 mg/dl (Men), < 46 mg/dl (Women) or :
 Triglyceride >150 mg/dl
 Fasting plasma glucose 102-125 mg/dl
 Abnormal glucose tolerance test
 Abdominal obesity : waist circumference > 102 cm (Men), > 88 cm (Women)
 Family history of premature cardiovascular disease at age < 55 years (Men), < 65 years (Women)

3) 표적장기 손상

표적장기 손상은 <Table 4>와 같이 혈관의 손상에 의하여 심장, 신장, 뇌, 눈 등의 해당 장기가 손상되는 것을 의미한다. 대동맥의 탄성이 감소하고 경직도가 증가하게 되면 심장으로부터의 혈류가 말초까지 빠르게 전달되어 혈관이 손상되고, 세동맥의 증막비대로 인하여 말초혈관저항이 증가하게 된다(Mancia et al., 2007). 이러한 상태를 치료하지 않으면 고혈압이 점차 악화되어 좌심실 비대를 초래하게 되고 이로 인하여 심부전, 부정맥, 돌연사 등이 발생한다. 뇌의 소동맥에 미세동맥류가 형성되면 뇌출혈로 사망하게 되고, 뇌의 미세혈관에 죽상경화가 진행되면 뇌경색으로 심각한 신경학적 후유증을 남기게 되며, 망막동맥이 파열되면 실명하기도 한다. 고혈압이 장기간 계속되면 신장의 모세혈관이 높은 압력에 의하여 손상을 받게 되어 당뇨병, 만성 신부전 등이 발생한다.

Table 4. Target organ damage in hypertension

Clinical organ damage

Cerebrovascular disease : ischemic stroke, cerebral haemorrhage, transient ischemic attack
 Heart disease : myocardial infarction, angina, coronary revascularization, heart failure
 Renal disease : diabetic nephropathy, serum creatinine Men > 133, Women > 124 mmol/l, proteinuria > 300 mg/24h
 Peripheral artery disease
 Advanced retinopathy : hemorrhages or exudates, papilledema

Subclinical organ damage

Electrocardiographic left ventricular hypertrophy (Sokolow-Lyon > 38 mm, Cornell > 2440 mm× ms) or :
 Echocardiographic left ventricular hypertrophy (left ventricular mass index Men ≥ 125 g/m², Women ≥ 110 g/m²)
 Carotid wall thickening (intima-media thickness > 0.9 mm) or plaque
 Carotid-femoral pulse wave velocity > 12 m/s
 Ankle/brachial BP index < 0.9
 Slight increase in plasma creatinine : 1.3-1.5 mg/dl (Men), 1.2-1.4 mg/dl (Women)
 Low estimated glomerular filtration rate (< 60 ml/min/1.73 m²) or creatinine clearance (< 60 ml/min)
 Microalbuminuria 30-300 mg/24h or albumin-creatinine ratio : ≥ 22 (Men), or ≥ 31 (Women) mg/g creatinine

3. 고혈압의 관리

1) 치료목표

무언의 살인자라고 불리는 고혈압은 특이 증상이 없기 때문에 환자 대부분이 시간이 지날수록 치료를 등한시 하여 약 50% 이상의 고혈압 환자가 혈압조절에 실패하게 된다 (Finnerty, 1982). 고혈압 치료를 등한시하게 되는 이유로 66.4%가 ‘혈압이 높아도 특별히 불편한 곳이 없어서’와 ‘치료를 받는 것이 귀찮아서’라고 응답하였다는 보고가 있었다(김창엽 등, 2000). ESH-ESC 2007은 고혈압 치료의 주목표를 ‘심혈관계 이환율 및 사망률의 장기 총위험도를 최대한 낮추는 것’이라 하였고, JNC 7은 ‘심혈관계와 신장의 이환율 및 사망률을 낮추는 것’이라 하였다. 이상의 지침에서 설정한 목표혈압은 <Table 5>와 같다.

Table 5. Current blood pressure targets according to guidelines

Classification	JNC 7 (2003)		ESH-ESC 2007	
	SBP (mmHg)	DBP (mmHg)	SBP (mmHg)	DBP (mmHg)
Uncomplicated hypertension	< 140	< 90	≤ 140	≤ 90
Diabetes combined	< 130	< 80	< 130	< 80
Renal disease combined	< 130	< 80		
Previous stroke or TIA			< 130	< 80
Angina pectoris or CHD combined			< 130	< 80

TIA, transient ischemic attack; CHD, coronary heart disease.

2) 생활습관 개선

복합적인 생활습관 개선을 실험한 TONE(Trial of Nonpharmacologic Interventions in the Elderly)에서는 단일 항고혈압제로 조절되고 있는 60~80세 고혈압 환자 975명을 무작위로 저염식이군, 체중감량군, 복합군, 대조군 중 하나에 배정하고 3개월 후 약제를 끊도록 하였다. 3개월 후 대조군은 16%만이 항고혈압제 없이 정상혈압으로 남았으나, 단일군은 35%, 복합군은 43.6%나 되었다. 이러한 놀라운 결과는 겨우 하루 40mmol의 식염 또는 4.7kg의 체중을 줄여서 얻은 것이었다(Kaplan, & Victor, 2010). 이는 생활습관 개선의 효과를 단적으로 보여주고 있다.

고혈압으로 진단되었다고 해서 곧바로 약물치료를 시작하는 것은 아니고 <Fig. 1>과 같이 2개의 심혈관계 위험인자를 가진 1기 고혈압 환자는 우선 생활습관 개선부터 시작하게 된다. 생활습관 개선으로는 크게 체중감량, 절주, 운동, 저염식이, 금연, 건강식사요법 등이 있으며, 최근에는 대체의학 분야도 관심을 끌고 있다. 앞에서 살펴본 바와 같이 한 가지 방법보다는 여러 가지 방법을 병용하는 것이 효과가 더 크다. 55세에 혈압이 정상인 사람이 평생 고혈압이 될 위험도는 90%나 되므로 생활습관 개선은 모두에게 권장되는 고혈압의 예방법이기도 하다(Chobanian et al., 2003).

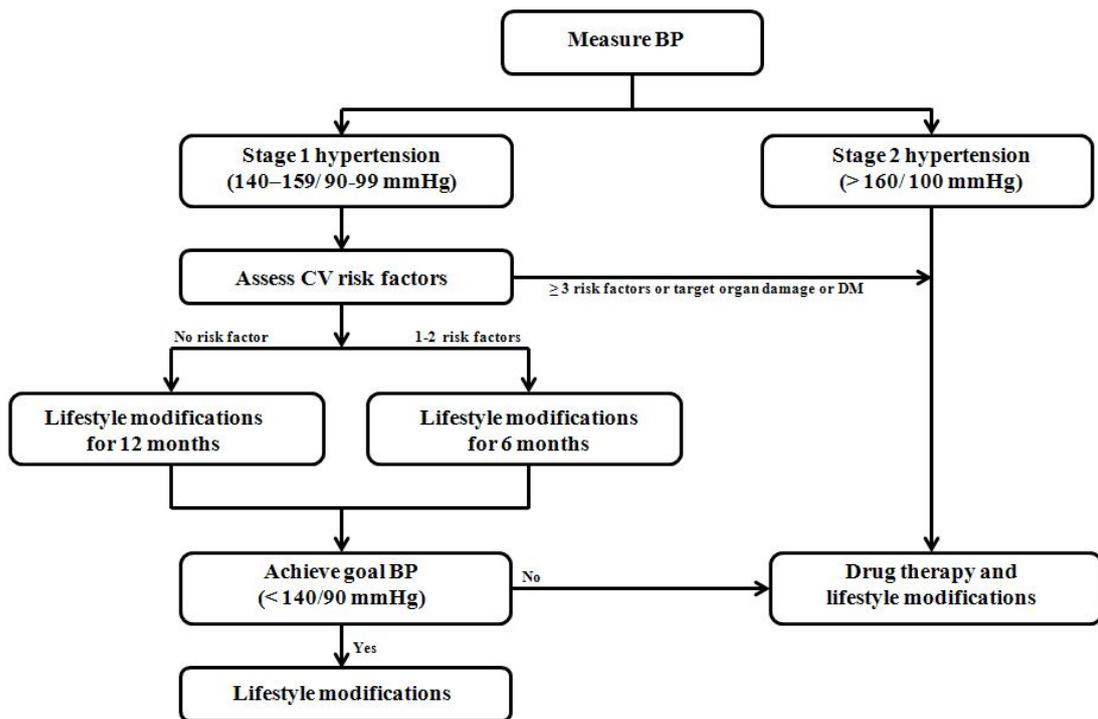


Figure 1. Lifestyle modifications for hypertension management. BP, blood pressure; CV, cardiovascular; DM, diabetes mellitus.

(1) 체중감량

여러 연구에서 비만과 혈압 간에 강한 상관관계가 있다고 보고되었으며(Folsom et al., 1993; Lauer, Anderson, Kannel, & Levy, 1991; Stamler, Neaton, & Wentworth, 1989), 여러 국내 단면연구에서도 체중의 증가에 따라 혈압이 상승한다고 보고되었다(박정일, 이완철, 맹광호, 1987; 전종민 등, 1997). 특히 복부 비만은 고혈압, 이상지질혈증, 당뇨병, 관상동맥질환의 사망률과 매우 밀접한 관련이 있다. 표준체중보다 10% 과체중인 고혈압 환자의 경우 5kg 정도의 체중감량만으로 대부분에서 혈압이 하강하며, 당뇨병, 이상지질혈증, 좌심실비대가 동반된 경우에는 특히 체중감량이 도움이 된다고 알려져 있다(고혈압진료지침제정위원회, 2004).

비만인 경우 세포수준에서 선택적 인슐린 저항성이 증가하여 과인슐린혈증으로 신장에 나트륨이 축적되고, 이에 따라 자율신경자극으로 혈관수축이 일어나 혈압이 상승하는 것으로 알려졌다(Kaplan, 1989). 또한 지방세포 증가에 따른 대사 요구수준을 유지하기 위하여 혈액량, 심박출량, 혈장용적이 증가되며, 이는 혈관 및 심실내벽의 긴장도를 증가시켜

심혈관질환 유발에 영향을 미치는 것으로 보고되었다(MacMahon, Wicken, & MacDonald, 1985). 이러한 혈액량, 심박출량, 혈장용적의 증가가 체중이나 비만의 지속기간에 비례하는 것으로 보아 비만은 혈압 및 심혈관질환과 밀접한 관련이 있다고 하였다(de Divitiis, Fazio, Petitto, Maddalena, Contaldo, & Mancini, 1981).

(2) 절주

과도한 알코올 섭취는 혈압을 상승시키고, 항고혈압제에 대한 저항성을 높이며, 뇌졸중 등의 위험을 증가시킨다(고혈압진료지침제정위원회, 2004). 적은 양의 알코올 섭취도 고혈압을 유발하며, 통계적으로 하루에 60ml 이상의 알코올을 섭취하는 사람은 고혈압 발생률이 매우 높다고 보고되었다(Friedman, Klatsky, & Siegelau, 1983). 알코올 섭취에 의한 고혈압 환자의 경우 절주 후 몇 달 이내에 혈압과 혈중지방 농도가 현저히 감소하였고, 음주량을 하루 1온스 이하로 줄이고 체중을 감량하였을 때 혈압이 현저하게 하강하였다는 연구 결과도 있었다(Fodor & Chockalingam, 1990).

(3) 운동

미국보건복지부의 ‘2008년 미국인을 위한 신체활동 지침(2008 Physical Activity Guidelines for Americans)’은 신체활동을 ‘기저수준 이상으로 에너지 소비를 증가시키는 골격근 수축에 의하여 초래되는 모든 신체의 움직임’으로 정의하고, 운동을 하나 이상의 체력요소 향상 또는 유지가 목적이라는 의미에서 계획적, 구조적, 반복적, 그리고 목적적인 신체활동의 하위범주로 정의하면서, 최소 주당 150분 이상의 활보와 같은 중강도 신체활동을 통하여 최대의 건강이득이 발생한다고 역설하였다(Caspersen, Powell, & Christenson, 1985). 고혈압예방시험(Trials of Hypertension Prevention, TOHP)에서는 3~6 MET의 중강도 신체활동을 일주일에 최소 2~3회 실시하여야 고혈압을 예방할 수 있다고 보고하고 있고(Borhani, 1996), 대한고혈압학회 역시 운동이 혈압을 낮추고, 심폐기능을 개선시키며, 체중 감소를 유발하고, 이상지질혈증의 개선, HDL의 증가, 스트레스의 해소 등으로 고혈압 환자에서 매우 유용하다고 인정하고 있다(고혈압진료지침제정위원회,

2004).

운동의 강압기전에 관한 다양한 연구결과는 <Fig. 2>와 같이 크게 승압인자의 감소, 강압인자의 증가, 그리고 위험인자의 개선으로 요약할 수 있다(Arakawa, 1999; Jungersten, Ambring, Wall, & Wennmalm, 1997; Plaisance & Grandjean, 2006; Yousufuddin et al., 2000). 도파민, 노르에피네프린, 심방 나트륨이노펩티드, 레닌, 바소프 레신, 내인성 우아바인 유사물질(endogenous ouabain-like substance, EOLS) 엔도셀린-1(endothelin-1) 등과 같은 승압인자가 감소되거나 프로스타글란딘 E, 타우린, 산화질소 등과 같은 강압인자가 증가되어 심박출량 및 말초혈관저항 감소에 따른 강압효과를 나타 내는 것으로 알려졌다. 또한 비만, 혈청지질, 혈액점도, 인슐린 감수성, 헤모시스테인, C-reactive protein(CRP) 등의 위험인자가 개선되어 죽상경화의 진행이 억제되는 것도 그 기전인 것으로 알려졌다.

(4) 저염식이

32개국 10,079명을 대상으로 한 INTERSALT 연구를 통하여 염분 섭취와 고혈압 유병 율의 관련성은 널리알려져 있다(INTERSALT, 1988). 일반적으로 동양인의 염분 섭취량이 서양인에 비하여 많으며, 염분 섭취가 많은 지역에서는 고혈압 발생률이 높고, 에스키모인 과 같이 염분섭취가 매우 적은 종족은 고혈압 발생률이 낮다고 한다(Midgley, Matthew, Greenwood, & Logan, 1996). 염분을 많이 섭취하면 나트륨 이온이 체내에 과잉 축적되어 세포외액량이 증가하고 세포막벽의 흥분 및 저항을 높여 혈압이 상승하지만, 반대로 저염 식이를 하면 혈압을 낮출 수 있다(INTERSALT, 1988; Midgley et al., 1996).

유전적으로 RAS가 과도하게 발현되어 나트륨 배설 억제기전이 활성화되는 것을 식염 감수성이라고 하는데, 식염 감수성이 강한 사람은 염분이 과다한 환경에 노출되면 나트륨 저류와 고혈압이 발생할 수 있으며, 식염 감수성이 있는 고혈압 환자가 고염식을 하게 되면 교감신경계의 흥분이 억제되지 않아 나트륨 저류로 인한 혈압 증가가 더욱 과도하게 일어난다(Obarzanek et al., 2003). 고혈압 환자에서 식염섭취는 좌심실 비대와 정상관계를 보이는데, 이는 고염식의 혈역학적 효과와 무관하게 발생하며, 좌심실 비대는 식염 감수

성 고혈압 환자들에서 더 심하다는 보고도 있었다(Heimann, Drumond, Alves, Barbato, Dichtchekenian, & Marcondes, 1991).

식염 제한에 의한 혈압의 반응은 개인마다 다르지만, 양-반응 관계가 있다. 백인을 대상으로 한 메타분석 결과에서 저염식은 정상혈압군의 경우 수축기 혈압과 확장기 혈압을 각각 1.27mmHg, 0.54mmHg 감소시켰고, 고혈압군의 경우 각각 4.18mmHg, 1.98mmHg 감소시킨 것으로 보고되었으며(Jürgens, & Graudal, 2004), 식염을 하루 6.0g 정도로 제한하였을 때 강압효과를 보였고, 4주 이상의 저염식으로 심장질환, 뇌졸중 등의 위험을 감소시켰다고 보고되었다(Milan, Mulatero, Rabbia, & Veglio, 2002).

(5) 금연

고혈압 환자의 80%는 과도한 흡연가이며, 흡연과 고혈압간에 강한 정상관관계가 있다고 보고되었다. 흡연은 니코틴의 작용으로 인하여 그 즉시 혈장 카테콜라민 농도를 높여 심박수 및 혈압을 증가시키지만, 흡연 자체는 지속적인 혈압 상승에 큰 역할을 하지 않는다. 그러나 흡연은 고혈압과 마찬가지로 심혈관질환의 가장 강력한 위험인자이므로 고혈압 환자에서 아무리 혈압을 잘 조절하더라도 흡연을 한다면 심혈관질환의 위험을 피할 수 없게 된다. 따라서 흡연자에게는 금연하도록 반복적으로 명백하게 권고하여야 한다(고혈압진료지침제정위원회, 2004).

3) 약물 요법

고혈압 치료를 위하여 수많은 약제가 개발되었지만 항고혈압제가 고혈압과 관련된 위험을 모두 제거하지는 못한다. 약물 요법은 고혈압 환자의 혈압을 하강시켰지만 치료의 이점이 명확하지 않고 많은 부작용을 일으킨다. 이러한 약제 부작용에 의하여 고혈압 환자의 20~30%가 관절염, 협심증, 발기부전 등으로 고생하고 있으며, 심전도에서 비정상적인 소견을 보이는 고혈압 환자가 이뇨제를 복용하였을 때 그 중 30%에서 심장질환 등에 의해 사망률이 증가되었다는 보고도 있다(홍영우, 최건식, 정영자, 황수관 및 박철빈, 1996; Kuller, Hulley, Cohen, & Neaton, 1986).

JNC 7은 우선 생활습관 개선을 시행한 후 목표혈압에 도달하지 못할 경우 약물 요법을 시작하도록 권고하고 있다. 1기 고혈압의 경우 티아지드(thiazide) 계통의 이뇨제를 일차약제로 추천하지만 대부분의 환자는 목표혈압을 달성하기 위하여 추가적으로 ACEI, ARB, 베타차단제, 칼슘길항제 등이 필요하다고 한다. 2기 고혈압이나 3개 이상의 심혈관계 위험인자를 가지고 있는 경우에는 병용요법을 권고하고 있다(Chobanian et al., 2003). ESH-ESC 2007은 심혈관계 위험인자와 표적장기 손상을 파악하여 위험군에 따라 조기에 병용요법을 시작할 것을 권고하고 있고, 병용요법으로 실패할 경우에는 병용약물의 최대용량을 사용하거나 삼제요법 또는 최후의 수단으로 삼제요법의 최대용량을 사용할 것을 제시하고 있다(Mancia et al., 2007).

International Society of Hypertension(ISH)는 이뇨제를 포함한 세 가지 이상의 약물을 충분히 적절하게 투여하고 있음에도 불구하고 혈압이 140/90mmHg 이하로 조절되지 않는 고혈압을 저항성 고혈압이라고 정의하고 있는데, 혈압조절에 저항을 보이는 인자로는 고령, 높은 기저혈압, 비만, 염분 과다섭취, 만성 신질환, 당뇨병, 좌심실 비대 등이 있다(Cushman et al., 2002). 60세 이하에서는 수축기 혈압의 조절률이 60%를 넘지만 75세 이상의 고령에서는 40% 미만으로 크게 감소하게 되며, 비만과 당뇨병은 고혈압과 자주 병발하는 대사증후군의 요소이고, 나머지 인자도 고혈압에 흔히 동반된다(Lloyd-Jones, Evans, Larson, O'Donnell, Roccella, & Levy, 2000).

결국 고혈압은 항고혈압제의 복용만으로는 개선할 수 없으며, 알파차단제, 베타차단제, ACEI, 이뇨제 등의 항고혈압제 복용은 운동능력 및 일상생활 능력을 감소시킨다는 점에서 약물요법과 운동의 병행이 계속 강조되어 왔다. 차단제의 복용으로 인위적인 카테콜아민의 변화를 기대하는 것보다는 운동을 통하여 신체의 조절작용에 의한 자연적인 카테콜아민의 변화를 유도하는 것이 부작용을 막을 수 있는 대안이며, 운동을 하면 교감신경과 RAS의 생리학적 상호작용으로 혈장 레닌활성도가 감소하므로 이로 인한 강압효과도 있을 것으로 보인다(Kiyonaga, Arakawa, Tanaka, & Shindo, 1985).

4. 고혈압의 운동처방

1) 운동처방

여러 역학조사를 통하여 체력과 혈압 간에 역상관 관계가 있다고 보고되었다. 체력은 크게 운동기능관련체력과 건강관련체력으로 구분할 수 있는데, 운동기능관련체력은 민첩성, 평형감각, 조정력, 순발력, 반응시간, 속도 등으로 구성되며, 건강관련체력은 심폐지구력, 근력, 근지구력, 유연성, 체성분 등으로 구성된다. 특히 건강관련체력은 질병예방과 건강증진에 있어 매우 중요하다(Pate & Blair, 1983). 개인의 체력적 특성에 적합한 운동종목, 강도, 빈도 및 시간 등의 운동수행 방법을 구체적으로 작성하여 제시하는 것을 운동처방이라 정의할 수 있는데, ACSM의 운동검사 및 운동처방 지침을 요약하면 운동처방은 우선 대상자를 혈압수준과 심혈관계 위험인자, 목표장기 손상, 임상적인 심혈관질환 존재 여부에 따라 죽상경화성 심혈관질환의 위험군으로 분류하여 운동검사를 실시한 후 FITT(Frequency, Intensity, Time, Type) 원칙에 따라 적절한 운동의 빈도, 강도, 지속, 종류 등을 결정하는 과정이다. 죽상경화성 심혈관질환의 위험군을 분류하는 과정을 통하여 운동 전에 건강진단이나 운동부하검사가 필요한지, 그리고 운동부하검사나 운동 중에 특별한 주의가 필요한지를 파악할 수 있다(Thompson, Gordon, & Pescatello, 2009).

죽상경화성 심혈관질환의 위험군에 따라 운동 전에 건강진단과 운동검사를 실시하게 되는데, 대부분의 고혈압 환자는 중위험군 이상에 해당되며, JNC 7을 비롯한 여러 지침에서 고혈압 환자의 평가에 병력, 신체검사, 통상적인 검사실 검사, 기타 진단 절차를 권고하고 있으므로 건강진단은 항상 필요한 것으로 사료된다. 운동검사는 건강관련체력을 중심으로 하여 앞서 실시한 측정이 다음 측정에 미치는 영향을 최소화할 수 있도록 진행되어야 하며, 의사의 관리가 권고되는 경우에는 특별한 주의가 필요하다(Chobanian et al., 2003).

고혈압 환자에게 있어 규칙적인 운동은 안정시 혈압을 하강시키는데, 이러한 운동의 강압효과는 정상인에 비하여 고혈압 환자에게서 더 크게 나타나는 것으로 보고되었다(Cornelissen et al., 2005). 하지만 운동을 하는 도중에 혈압과 심박수가 정상인에 비해 과

도하게 증가할 수 있는데, 이러한 반응은 협심증이나 뇌졸중의 원인이 되어 사망에 이르게 할 수 있으므로 사전 건강진단 및 의사와의 상담이 매우 중요하다(Kokkinos et al., 2002).

2) 운동의 종류

과거에는 고혈압의 운동처방이 주로 심폐기능을 향상시키는 연속적 유산소 운동에 집중되었는데, 이러한 사실은 규칙적인 운동의 강압효과를 증명해낸 메타분석 연구에서 살펴볼 수 있다(Fagard, 1993; Pescatello et al., 2004; Tipton, 1991). 유산소 운동은 심박수의 감소, 심박출량의 증가, 모세혈관 확장 및 혈관탄성 증가로 인한 말초혈관저항의 감소를 통하여 심장의 효율을 높이므로 운동 시 심박출량이 증가하더라도 확장기 혈압이 감소하기 때문에 혈압 증가가 적고 심근비대를 초래하지 않는다(Nelson, Jennings, Esler, & Korner, 1986).

저항성 운동의 경우 운동 시 수축기 혈압과 확장기 혈압이 함께 상승하여 혈압 증가가 급격하고, 좌심실비대를 일으키며, 이로 인하여 산소요구량 증가로 인한 심근허혈이나 심실성 부정맥을 일으킬 수 있는 것으로 보고되어 왔다(Nelson et al., 1986). 저항성 운동은 정상인에서도 수축기 혈압을 200mmHg 이상으로 증가시킨다고 보고되었으며, 특히 고혈압 환자에 있어서는 오랫동안 금기시 되어 왔다(Tipton, 1991).

그러나 한 메타분석 연구는 점진적인 저항성 운동이 유산소 운동과 비교할 때 심박수를 증가시키지 않으며 혈압하강에 도움이 된다고 보고하였다(Kelley & Kelley, 2000). 유산소 운동만으로는 근력을 증대시키기 어렵다고 알려져 있는데, 중강도 저항성 운동의 경우 근육량을 증가시켜 심혈관계 위험인자를 감소시킬 뿐만 아니라 고혈압 예방 및 조절에도 효과적인 것으로 인정되고 있다(Pescatello et al., 2004).

최근에는 운동시간을 짧게 하여 여러 번 나누어 실시하는 분할 운동이 연속운동 이상으로 효과적이라는 보고가 잇따르고 있다(Padilla, Wallace, & Park, 2005; Park, Rink, & Wallace, 2006). JNC도 분할운동의 개념을 생활습관 개선 지침에 반영하였고(Chobanian et al., 2003), ACSM은 고혈압 환자를 위한 운동처방으로서 연속적 또는 분할 유산소 운

동에 저항성 운동을 추가한 복합운동 형태를 권장하고 있다(Pescatello et al., 2004; Thompson et al., 2009). 유산소 운동과 저항성 운동을 혼합한 복합운동은 심혈관계 위험 인자를 줄이고 안정 시 혈압을 떨어뜨리는 것으로 알려져 있다(Fagard, 1993).

3) 운동의 강도

일부 연구에서는 70% HRmax 이상의 고강도 운동 후 수축기 혈압의 하강을 보고하였고(Dengel, Hagberg, Pratley, Rogus, & Goldberg, 1998; Tanaka, Bassett, Howley, Thompson, Ashraf, & Rawson, 1997), 3개월 간 저강도 트레드밀 운동을 주 3회 30분 간 실시하여 수축기 혈압 $15\pm 8\text{mmHg}$, 확장기 혈압 $11\pm 6\text{mmHg}$ 가 감소하였다는 보고도 있었지만(Motoyama et al., 1998), 대다수 연구에서 고강도에 비하여 중강도 운동이 강압효과가 더 크다고 보고하였고(Miller et al., 1994; Rogers, Probst, Gruber, Berger, & Boone, 1996), 50%에 비하여 60%의 강도가 더 효과적이었다는 보고도 있었다(최석준, 1992; Seals, Silverman, Reiling, & Davy, 1997).

고강도 운동은 중증 고혈압 환자에서 교감신경계의 흥분과 RAS의 항진을 초래하여 혈압 증가와 나트륨 저류에 의하여 증상이 악화될 수 있으며(Resnick, Lewanczuk, Laragh, & Pang, 1993), 관상동맥질환이나 2형 당뇨병 환자에서는 유익하지 않다고 보고되었다(Hagberg et al., 1983). 고혈압 환자의 운동 강도는 최대 심박수의 70%를 초과해서는 안된다는 의견이 지배적이며(Thiele, Pohlink, & Schuler, 2004), ACSM은 중강도의 유산소 운동과 60~80% 1RM의 저항성 운동을 권장하고 있다(Thompson et al., 2009).

4) 운동의 빈도

여러 연구를 통하여 하루 30분 간 주 3회 이상의 유산소 운동이 혈압조절에 효과적이라고 보고되었다(Cononie, Graves, Pollock, Phillips, Sumners, & Hagberg, 1991; Hagberg, Montain, Martin, & Ehsani, 1989; Seals & Haberg, 1984). 8주간 운동을 하였을 때 주 3회 실시한 경우에 비하여 주 5회 실시한 경우에 최대산소섭취량이 유의하게 증가하였다고 보고되었고, 최대산소섭취량의 60~70% 강도로 자전거 에르고미터를 45분간

실시하였을 때 주 3회 실시한 경우 11/9mmHg, 매일 실시한 경우 16/11mmHg 감소하였다고 보고되었다(Jennings, Nelson, Esler, Leonard, & Korner, 1984). ACSM은 유산소 운동을 주중 거의 매일, 저항성 운동을 주 2~3회 실시하도록 권장하고 있다(Thompson et al., 2009).

5) 운동의 지속

치료 받지 않은 고혈압 환자 207명을 대상으로 한 연구에서는 주당 30~60분, 61~90분, 91~120분, 120분 이상인 집단 가운데 61~90분인 집단의 혈압 하강 폭이 제일 컸다고 보고하였다(Ishikawa-Takata, Ohta & Tanaka, 2003). ACSM은 연속적 유산소 운동의 경우 하루 30~60분, 간헐적 유산소 운동의 경우 최소 10분의 일회성 운동을 하루 30~60분, 저항성 운동은 8~12회 반복하는 것을 권장하고 있다(Thompson et al., 2009).

지구성 운동에 따른 혈압 하강은 운동을 시작한 후 3주와 12주에 효과적이라고 보고되었으며(Román, Camuzzi, Villalón, & Klenner, 1981; Urata et al., 1987), 10~26주에 가장 크게 나타난다는 보고도 있었다. 하지만 그 이상 운동기간을 연장하더라도 추가적인 강압 효과는 없으며(Tipton, 1991), 장기간 운동에 의한 강압효과도 운동을 중단하게 되면 4주 이내에 사라지는 것으로 보고되었다(노호성, 류승필, 2003; Cade et al., 1984; Meredith et al., 1990).

6) 기타 고려사항

일회성 운동 후에 나타나는 혈압 감소를 운동후저혈압(postexercise hypotension)이라고 하는데(Kenney & Seals, 1993), 운동후저혈압은 20~50분 후에 최대가 되었고(전병화 등, 2001), 고혈압 환자의 경우 운동 직후부터 22시간 동안 지속되었다는 보고가 있었다(MacDonald, 2002). 장기간 운동에 의한 강압효과는 이러한 운동후저혈압이 누적되어 나타난다(Thompson, Crouse, Goodpaster, Kelley, Moyna, & Pescatello, 2001). 운동의 강압 효과는 젊은이로부터 노인에 이르기까지 모든 연령대에서 나타나므로(Thompson et al., 2009) 모든 고혈압 환자는 평생 운동을 지속하여야 한다.

중증 고혈압 환자인 경우에는 우선 약물요법으로 혈압을 조절한 후에 운동요법을 추가하여야 한다(Gordon, Scott, & Levine, 1997). 안정 시 수축기 혈압이 200mmHg 또는 확장기 혈압이 110mmHg를 초과하는 경우 운동을 금하여야 하며, 운동 중에는 수축기 혈압 220mmHg 및 확장기 혈압 110mmHg 이하를 유지하는 것이 좋다(Thompson et al., 2009). 베타차단제와 이노제는 체온조절기능에 악영향을 주어 열불내성이나 저혈당증을 일으킬 수 있으므로 주의하여야 하며(ACSM et al., 2007), 알파차단제, 칼슘길항제, 혈관확장제 등은 운동 후 혈압을 급격히 감소시킬 수 있으므로 정리운동을 길게 하면서 이러한 상황을 감시하여야 한다(Thompson et al., 2009).

Ⅲ. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 경기도에 소재하고 있는 노인 여성 중 JNC 7차 보고서 기준에 따라 분류된 고혈압 1기에 해당하며, 혈압 강하제를 복용하지 않는 40명을 대상으로 하였다. 대상자는 비만인 고혈압 환자로서 각 대상자들이 내원했던 의사에게서 운동관련 위험요인(Physical Activity Readiness Questionnaire, PAR-Q)을 평가 받아 이상이 없을 시 규칙적인 운동에 참여할 것을 권고 받은 자들로 구성하였다. 또한 과거 1년 이상 규칙적인 운동프로그램에 참여한 경험이 없는 자들로 구성하였으며, 실험의 의의 및 절차에 대해 충분히 이해하고 자발적 참여 의사를 밝힌 대상자로 하였으며, 실험에 참여할 것을 서면으로 동의하였다. 연구대상자의 신체적 특성은 <Table 6>과 같다.

Table 6. The physical characteristics of subjects

Group	n	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)	Body fat (%)	Blood pressure (mmHg)	
						Systolic	Diastolic
Control	20	63.55 ± 2.81	155.90 ± 6.36	62.99 ± 4.58	32.30 ± 3.54	147.60 ± 5.68	89.45 ± 7.74
Exercise	20	64.50 ± 3.34	155.80 ± 7.01	63.76 ± 4.67	33.40 ± 2.79	148.90 ± 5.60	88.80 ± 8.04

2. 실험설계

16주 동안 본 연구에 참여한 총 40명 중 그룹 구분은 운동군 20명(Exercise group), 통제군 20명(Control group)으로 무선배정하여 구성하였다.

모든 그룹은 실험 전, 실험 16주 후에 종속변인인 심혈관질환 위험인자(신체조성, 혈압,

혈중지질, 인슐린 저항성, C-반응성 단백)의 측정을 실시하였다. 운동처치가 가해지는 E 그룹은 복합운동으로 유산소 운동은 16주간 주 5회 실시하였으며, 저항운동은 16주간 주 3회, 탄력밴드 운동을 주관적 운동강도(Rating of perceived exertion, RPE)를 적용하여 (Borg, 1962), 실시하였다. 전체적인 실험모형 및 분석내용은 <Fig. 2>와 같다.

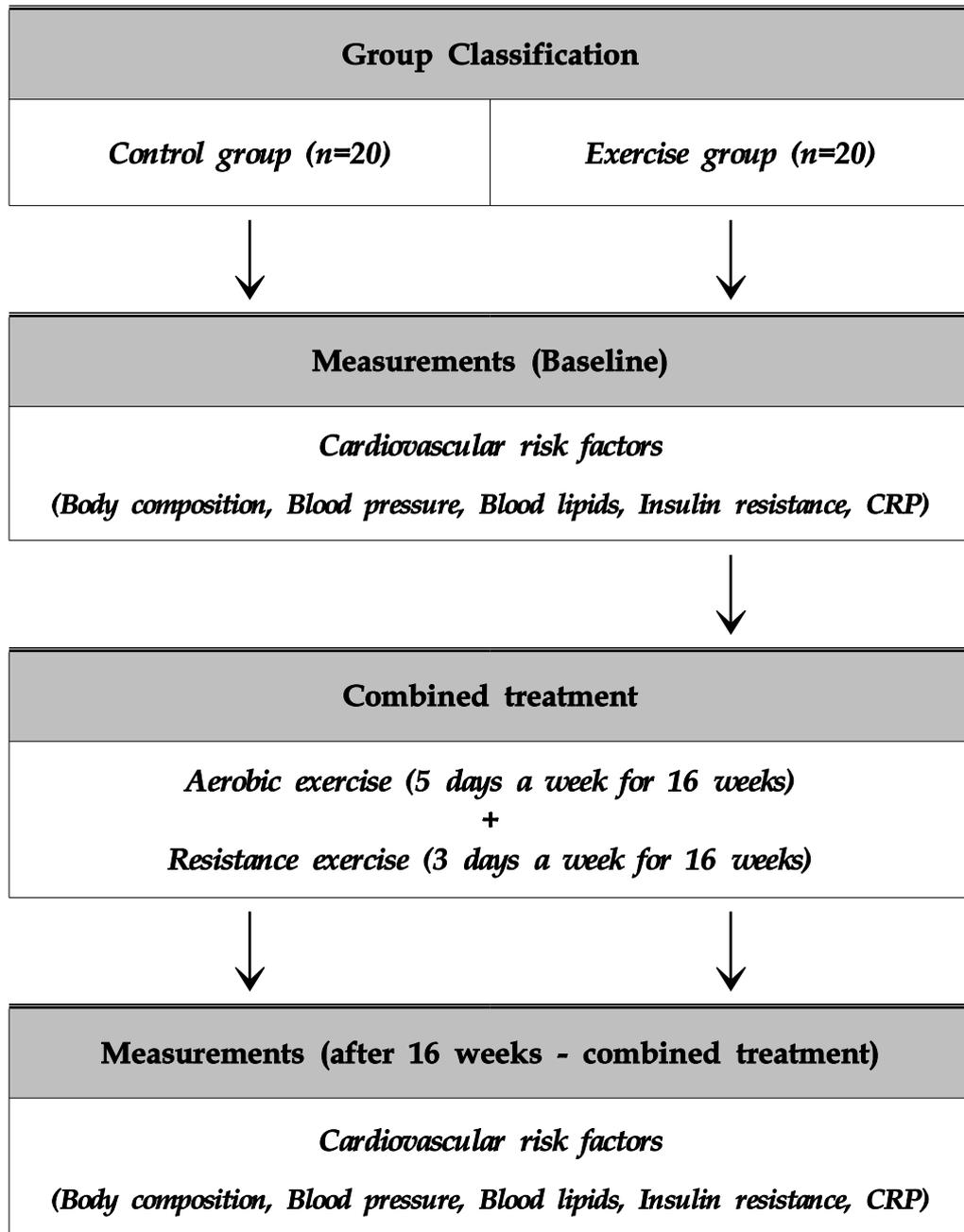


fig. 2. The experimental design

3. 운동방법

고혈압 환자, 특히 고령인 고혈압환자에 있어 운동 처방을 할 때 저항성 운동은 근육량을 유지하거나 증가시키기 위해 필요하지만, 유산소 운동에 부가적으로 처방되어야 하며, 유산소 운동 프로그램이 선행되어야 한다는 ACSM(2004)의 지침에 따라 본 연구에서는 유산소 운동 후 저항 운동을 처방하였다.

1) 유산소 운동 프로그램

여러 선행연구에서 고강도에 비하여 중강도 운동이 강압효과가 더 크다고 보고하였고 (Miller et al., 1994; Rogers, Probst, Gruber, Berger, & Boone, 1996; Seals, Silverman, Reiling, & Davy, 1997), 고혈압 환자의 운동 강도는 최대 심박수의 70%를 초과해서는 안 된다는 의견이 지배적임(Thiele, Pohlink, & Schuler, 2004)을 고려하여 본 연구에서 유산소 운동은 12주간 주 5회(월, 화, 목, 금, 토), 회 당 총 30~40분간의 트레드밀 걷기 운동을 예측 최대심박수(220-나이)를 이용하여 1~4주는 운동의 적응기간으로 최대심박수의 50%, 5~10주는 최대심박수의 51%~60%, 11~16주는 최대심박수의 61~69%까지 점증적인 단계로 증가시켰다. 무선심박수 측정기(Polar, Finland)를 이용하여, 매 5분마다 모니터링을 하여 운동강도를 조정하였으며, 전문 트레이너의 감독 하에 유산소 운동을 실시하였다. 준비운동과 정리운동은 스트레칭 및 관절 상해 방지를 위한 체조를 각각 10분간 실시하였다. 구체적인 유산소 운동 프로그램은 <Table 7>과 같다.

Table 7. Aerobic exercise program

Component	Training period (weeks)	Intensity	Duration (min)	Contents
Warm-up (10min)	1 ~ 16	Stretch to tightness at the end of the ROM but not to pain	10	Static and dynamic stretching
	1 ~ 4	50 % HRmax	30	
Main exercise	5 ~ 10	51 % ~ 60 % HRmax	40	Treadmill walking
	11 ~ 16	61 % ~ 69 % HRmax	40	
Cool-down (10min)	1 ~ 16	Stretch to tightness at the end of the ROM but not to pain	10	Static and dynamic stretching

2) 저항운동 프로그램

저항운동은 유산소 운동 후 탄력밴드 운동을 실시하는 것을 원칙으로 하여 주 3회(월, 목, 토), 회당 총 30~40분간 실시하였다. 대상자의 연령이 고령인 점과 체력수준이 상이할 수 있어 정확한 자세와 운동강도를 맞추기 위해 충분한 시간을 갖고 천천히 실시하였다. Thera Band(Hygenic Corporation, USA)를 이용하여 밴드의 저항력을 이용하였고, 저항성 탄력밴드 운동프로그램의 강도는 RPE를 적용하여 1~4주는 RPE 11~12(가볍다)로 30분간 실시하였으며, 5~8주는 RPE 11~12(가볍다)로 40분간, 9~16주까지는 RPE 13~14(약간 힘들다)로 40분간 운동을 실시하였다. 탄력밴드의 선정은 박시영과 선우섭(2003)의 연구를 근거로 고령자에게 적합한 강도의 밴드로 적색(강도: medium, 저항력:0.9~2.0kg)과 녹색(강도: heavy, 저항력: 1.1~2.3kg)을 선정하여 실시하였다. 본 연구에서는 10회 동안 같은 동작으로 잡아당겨 보았을 때, 10회째 느낌(RPE)을 자신의 강도로 설정하여 실시하였고, 10회 × 3세트를 기본 운동강도로 하되, 20회는 넘지 않는 것으로 하며, 20회를 할 수 있으면 세트 수를 늘리는 방법으로 강도를 조절하였다. 본 운동의 순서는 관절가동력과 점진적인 저항운동을 이용하여 주로 보행에 관여하는 둔부 및 하지의 운동을 먼저 실시하였고, 휴식시간을 이용한 후 상지 운동을 실시하였다. 하지운동은 고관절의 내전, 외

전, 굴곡, 신전운동과 대퇴의 슬관절의 굴곡과 신전, 족관절의 굴곡과 신전을 위주로 하였으며, 상지운동은 상완부 위주의 근육운동으로 상완의 굴곡과 신전, 견관절의 관절가동력과 근력증강의 운동을 실시하였다. 구체적인 저항 운동 프로그램은 <Table 8>과 같다.

Table 8. Resistance exercise program

Component	Training period (weeks)	Intensity	Duration (min)	Contents
Main exercise	1 ~ 4	RPE 11 ~ 12 (10 repetitions×2 sets)	30	leg press leg extension leg curl calf raise
	5 ~ 8	RPE 11 ~ 12 (10 repetitions×3 sets)	40	hip flexion hip extension hip adduction trunk extension chest press seated rows
	9 ~ 16	RPE 13 ~ 14 (10 repetitions×3 sets)	40	shoulder flexion to 90° biceps curl triceps extension

4. 측정항목

모든 측정은 대표적 심혈관질환 위험인자인 신체조성, 혈압, 혈중지질, 인슐린저항성, C-반응성 단백(강설중, 2008; 김진수, 2008; 노동인, 2011; 이덕만, 2012; Davidson et al., 2013)을 운동 중재 전과 운동 중재 후 두 차례에 걸쳐서 실시하였다.

1) 신체조성

신체조성은 체중(kg), 체지방률(%), 허리둘레(cm), 체지방량(kg)을 측정하였고, 체성분 분석기인 Inbody 720(Biospace Co., Korea)을 사용하였다. 정확한 측정 및 분석을 위하여 대상자는 간편한 복장으로 측정하였고, 금속류에 의한 오류를 방지하기 위해 대상자들의

복장에서 금속류를 제거하였다. 측정은 맨발로 발 전극판에 올라서서 손 전극을 잡고 거드랑이 사이가 서로 맞닿지 않도록 팔을 약 15도 가량 벌리고, 측정하는 동안 신체에 힘을 주지 않도록 하며 편안한 자세를 유지하도록 하였으며, 정확한 결과를 얻기 위해 식후 4시간 뒤에 측정하였고, 검사 30분 이내에 소변을 보게 하였다. 허리둘레는 직립자세에서 줄자를 이용하여 호기 상태에서 12번 늑골과 장골능선 가운데를 측정하였다.

2) 혈압

혈압 측정은 표준 수은 혈압계(영풍메디컬, Korea)를 사용하여 측정하였다. 모든 대상자는 혈압 측정 4시간 전부터 카페인, 격렬한 운동, 흡연을 금지하고 누운 자세에서 최소 10분 이상 휴식을 취한 후 우측 상완 전주부 상완 2cm 되는 부위에 표준 성인용 커프를 감고 우측 요골 동맥의 맥박이 사라질 때까지 압력을 가한 후 이 보다 20mmHg 더 높게 압력을 증가시켰다. 이후 초당 2mmHg의 속도로 감압하여 분명한 심박동음이 들리기 시작하는 곳을 수축기 혈압으로 하고 심박동이 사라지는 곳을 이완기 혈압으로 정하였다. 혈압은 3분 간격으로 측정하여 심박 측정한 값의 평균값을 이용하였으며, 측정간의 오차가 10mmHg 이상 일 경우 1회 더 측정하여 오차 값이 적은 2개의 평균값을 자료로 이용하였다.

3) 혈액분석

채혈은 12시간 공복상태에서 실험실에 도착한 후 30분간 안정을 취하게 한 후 주정중 피정맥(antecubital vein)에서 항응고 처리된 10ml의 주사기를 이용하여 숙련된 간호사가 채혈하였고, 대상자들은 채혈 당일 24시간 전부터 격렬한 신체활동 및 생활습관의 변화를 초래하지 않도록 하였다. 채혈한 혈액은 항응고 처리된 튜브에 넣어 원심분리한 후 혈중 지질은 Triglyceride(TG), Total cholesterol(TC), High density lipoprotein cholesterol(HDL-C), Low density lipoprotein cholesterol(LDL-C)의 수준을 분석하였고, 인슐린 저항성 지표(Homeostasis model assessment-insulin resistance, HOMA-IR)를 산출하기 위해 insulin과 glucose를 측정하였으며, C-반응성 단백(CRP, C-reactive protein)

을 측정하였다.

(1) 혈중지질

Total cholesterol은 cholesterol oxidase를 이용하여 화학 반응에 의해 측정하는 것을 원리로 하여, Advia 1650(Bayer, USA) 생화학 자동 장비에 cholesterol 전용 시약을 장착한 후 혈청 300 μ l를 분주하여 cholesterol esterase, cholesterol oxidase등의 효소와 반응시킨 후 500nm 파장에서 흡광도를 읽어 농도를 산출하였다. HDL-C의 주요 원리는 Total cholesterol과 같고 반응 중 인텡스텐산과 마그네슘 양이온의 작용을 이용 LDL등을 침전시킨 후 HDL-C만 산출해 내고, Advia 1650(Bayer, USA) 생화학 자동 장비에 HDL-C 전용 시약을 장착한 후 혈청 300 μ l 를 분주하여 500 nm 파장에서 흡광도를 읽어 농도를 산출하였다. LDL-C의 주요 원리는 Total Cholesterol과 같고 반응 중 POE-POP, alpha cyclodextrin sulfate를 이용하여 HDL-C등을 제거하는 것을 원리로, Advia 1650(Bayer, USA) 생화학 자동 장비에 LDL-C 전용 시약을 장착한 후 혈청 300 μ l 를 분주하여 위와 같은 원리로 분석 후 500nm 파장에서 흡광도를 읽어 농도를 산출하였다. TG는 효소법에 의해 glycerol 농도를 측정한 후 이를 동량의 중성지질 값으로 변환하는 것을 원리로 하여, Advia 1650(Bayer, USA) 생화학 자동 장비에 TG 전용 시약을 장착한 후 혈청 300 μ l 를 분주하여 위와 같은 원리로 분석 후 550nm 파장에서 흡광도를 읽어 농도를 산출하였다.

(2) 인슐린 저항성

혈청 인슐린 농도는 인슐린 측정시약(Insulin IRMA, Biosource, Belgium)을 사용하여 Radio Immuno Assay법으로 분석하였으며, 샘플과 A-G(stand)까지의 calibrator를 200 μ l 씩 표면처리된 튜브에 넣었다. 표시항원(125I) 1 μ l를 전체 튜브에 넣고 vortex mix하고, 실온에서 18~24시간 반응시킨 후 튜브 내의 용액을 추출하였다. 혈청 글루코스 농도는 글루코스 측정용 kit(Hitachi 7180, Japan)를 사용하여 효소법에 기초한 Hexokinase 법으로 측정하며, 주파장 340nm, 부파장 415nm에서 흡광도를 측정하였다. 인슐린 저항성 지표

인 Homeostasis model assessment-insulin resistance (HOMA-IR)은 Matthews 등(1985)이 제시한 방법을 이용하여 다음과 같은 공식으로 산출하였다. $HOMA-IR = [fasting\ insulin\ (IU/ml) \times fasting\ glucose\ (mg/dl)] / 405$

(3) C-reactive protein (CRP)

CRP 분석방법은 Immunoturbidmetry method법을 이용하였고, 검체방법은 혈청에서 검체하였다. 시약은 Denka Seiken(Japan)사의 C-Reactive protein을 넣어 혼합 후 자동 생화학 분석기(Hitachi 7180, Japan)를 이용하여 측정하였다.

5. 자료처리

본 연구를 위해 측정된 자료는 SPSS ver. 12.0을 이용하여 집단의 평균 및 표준편차를 산출하고, 16주간의 유산소 운동과 저항운동의 복합처치 효과를 보기 위해 다음과 같이 처리하였다.

첫째, 사전 측정치를 사용하여 집단 간 동질성 검증을 위해 독립 t -검증(independent t -test)을 실시하였다.

둘째, 실험 전·후 측정항목에 대한 집단 내 차이검증은 대응표본 t -검증(paired t -test)을 실시하였고, 집단 간 차이 검증은 독립 t -검증(independent t -test)을 실시하였다.

가설의 검정을 위한 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

IV. 연구결과

1. 집단의 동질성 검사

분석에 앞서 사전 측정치를 이용하여 측정변인에 대한 집단의 동질성 검증을 실시한 결과 <Table 9>와 같이 모든 측정변인에 대해 집단 간 유의한 차이가 없는 것으로 나타나 집단의 동질성을 보였다.

Table 9. Homogeneity test between groups at the start of the investigation

Variables	Group		<i>p</i>
	Control	Exercise	
Body weight (kg)	62.99 ± 4.58	63.76 ± 4.67	.602
% Body fat	32.30 ± 3.54	33.40 ± 2.79	.283
Waist circumference (cm)	88.40 ± 4.41	89.10 ± 4.11	.607
LBM (kg)	38.64 ± 4.23	39.12 ± 4.32	.546
SBP (mmHg)	147.60 ± 5.68	148.90 ± 5.60	.471
DBP (mmHg)	89.45 ± 7.74	88.80 ± 8.04	.796
TG (mg/dl)	146.55 ± 24.89	148.50 ± 25.27	.807
TC (mg/dl)	186.70 ± 21.53	188.30 ± 26.50	.835
LDL-C (mg/dl)	136.45 ± 17.14	138.35 ± 15.52	.715
HDL-C (mg/dl)	44.15 ± 5.62	44.60 ± 5.09	.792
Glucose (mg/dl)	110.80 ± 15.25	114.05 ± 24.10	.613
Insulin (IU/ml)	5.75 ± 2.44	6.05 ± 3.23	.743
HOMA-IR	1.64 ± 0.89	1.85 ± 1.56	.605
CRP (mg/l)	1.47 ± 0.59	1.53 ± 0.59	.751

Values are mean±standard deviation; LBM, Lean body mass; SBP, Systolic blood pressure; DBP, Diastolic blood pressure; TG, Triglyceride; TC, Total cholesterol; LDL-C, Low density lipoprotein cholesterol; HDL-C, High density lipoprotein cholesterol; HOMA-IR, Homeostasis model assessment-insulin resistance; CRP, C-reactive protein; No significant differences were observed between groups at the start of the investigation.

2. 심혈관질환 위험인자 (Cardiovascular disease risk factors)

1) 신체조성 (Body composition)

(1) 체중 (Body weight)

16주간의 복합운동 후 체중의 변화는 <Table 10>과 같다. 집단 내 검증결과, 체중은 운동군 내에서 16주 후 유의하게 감소($p=.001$)하였으며, 집단 간 차이 검증에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Table 10. Comparison of body weight after 16 weeks

Group	Body weight (kg)		<i>p</i>
	pre	post	
Control	62.99 ± 4.58	63.49 ± 4.25	.070
Exercise	63.76 ± 4.67	60.81 ± 5.20	.001
<i>p</i>	.602	.083	

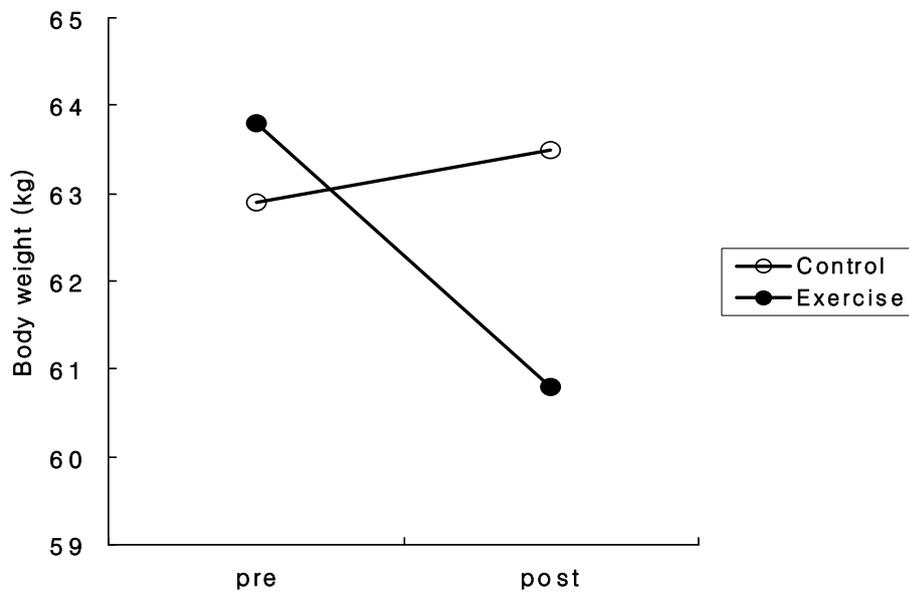


Fig. 3. Comparison of body weight

(2) 체지방율 (% body fat)

16주간의 복합운동 후 체지방율의 변화는 <Table 11>과 같다. 집단 내 검증결과, 체지방율은 16주 후 통제군에서 유의하게 증가($p=.017$)하였으며, 운동군에서 유의하게 감소($p=.001$)하였다. 집단 간 차이 검증에서는 운동군이 통제군과 비교하여 유의한 감소($p=.006$)를 보였다.

Table 11. Comparison of % body fat after 16 weeks

Group	Body fat (%)		<i>p</i>
	pre	post	
Control	32.30 ± 3.54	33.10 ± 3.02	.017
Exercise	33.40 ± 2.79	30.45 ± 2.66	.001
<i>p</i>	.283	.006	

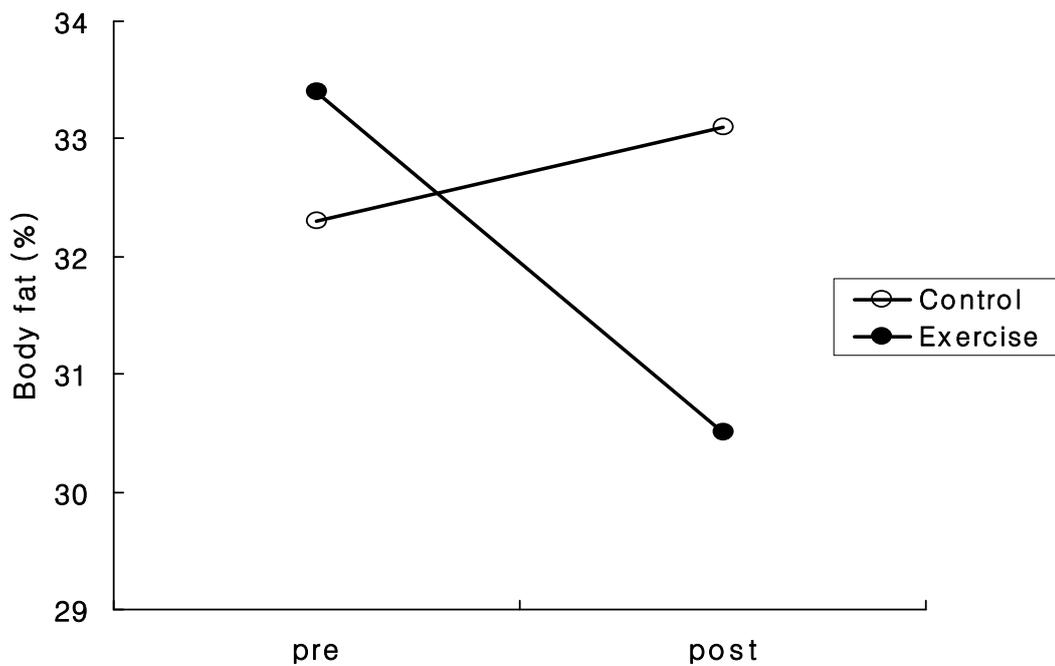


Fig. 4. Comparison of % body fat

(3) 허리둘레 (Waist circumference)

16주간의 복합 운동 후 허리둘레의 변화는 <Table 12>와 같다. 집단 내 검증 결과, 허리둘레는 운동 군내에서 16주 후 유의하게 감소($p=.001$)하였으며, 집단 간 차이 검증에서는 운동군이 통제군과 비교하여 유의한 감소($p=.001$)를 보였다.

Table 12. Comparison of waist circumference after 16 weeks

Group	Waist circumference (cm)		
	pre	post	<i>p</i>
Control	88.40 ± 4.41	89.05 ± 3.60	.126
Exercise	89.10 ± 4.11	84.45 ± 3.63	.001
<i>p</i>	.607	.001	

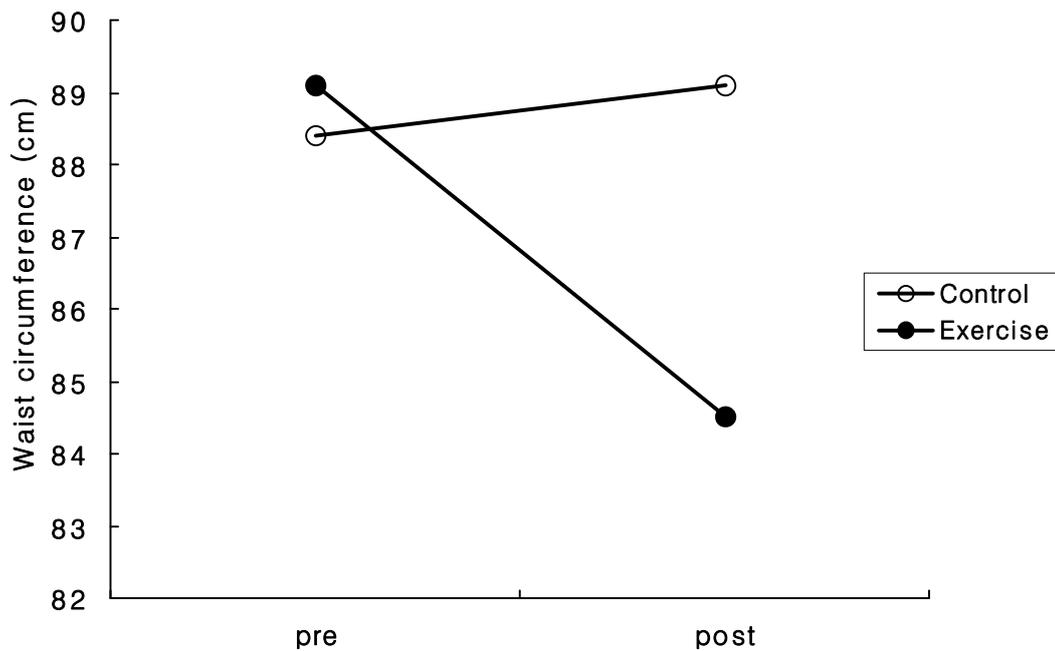


Fig. 5. Comparison of waist circumference

(4) 체지방량 (Lean body mass)

16주간의 복합 운동 후 체지방량의 변화는 <Table 13>과 같다. 집단 내 검증 결과, 체지방량은 운동 군내에서 16주 후 유의하게 증가($p=.001$)하였으며, 집단 간 차이 검증에서는 운동군이 통제군과 비교하여 유의한 증가($p=.032$)를 보였다.

Table 13. Comparison of lean body mass after 16 weeks

Group	LBM (kg)		<i>p</i>
	pre	post	
Control	38.64 ± 4.23	38.14 ± 3.92	.246
Exercise	39.12 ± 4.32	41.15 ± 3.63	.001
<i>p</i>	.546	.032	

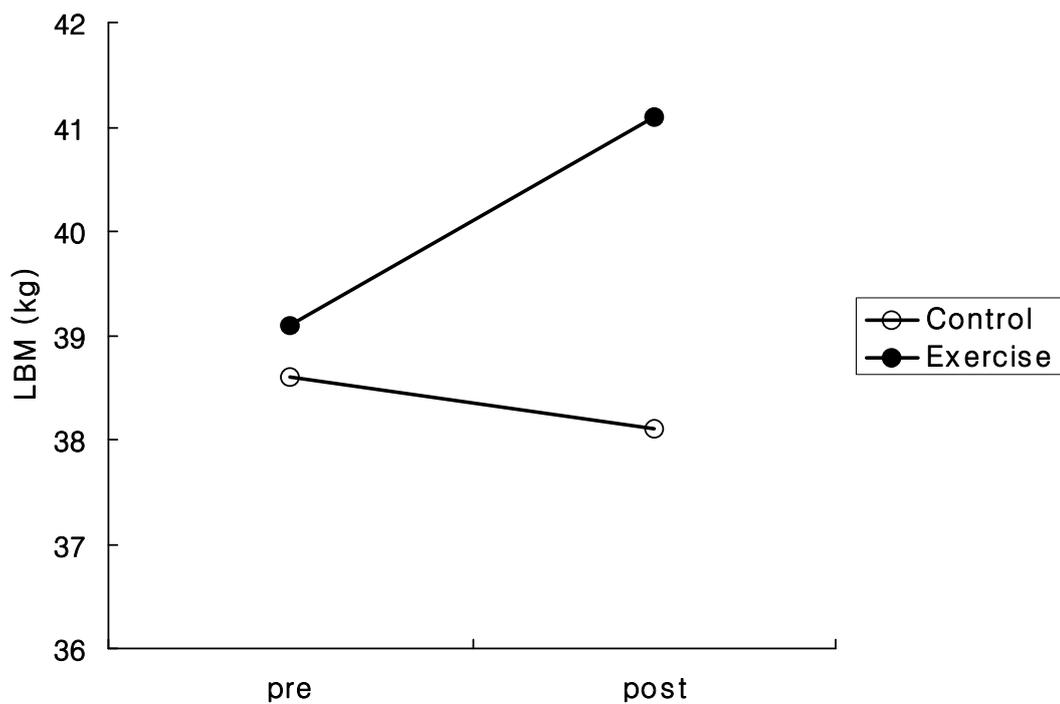


Fig. 6. Comparison of Lean body mass

2) 혈압 (Blood pressure)

(1) 수축기 혈압 (Systolic blood pressure)

16주간의 복합운동 후 수축기혈압의 변화는 <Table 14>와 같다. 집단 내 검증 결과, 수축기 혈압은 운동 군내에서 16주 후 유의하게 감소($p=.001$)하였으며, 집단 간 차이 검증에서는 운동군이 통제군과 비교하여 유의한 감소($p=.001$)를 보였다.

Table 14. Comparison of systolic blood pressure after 16 weeks

Group	SBP (mmHg)		<i>p</i>
	pre	post	
Control	147.60 ± 5.68	148.85 ± 6.14	.079
Exercise	148.90 ± 5.60	136.55 ± 9.51	.001
<i>p</i>	.471	.001	

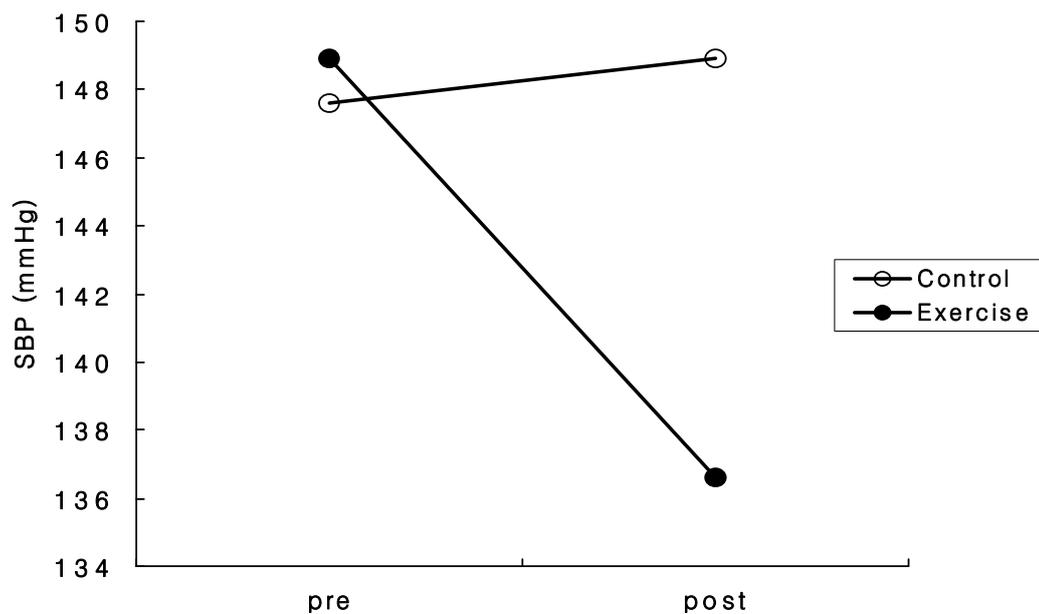


Fig. 7. Comparison of systolic blood pressure

(2) 이완기 혈압 (Diastolic blood pressure)

16주간의 복합운동 후 이완기 혈압의 변화는 <Table 15>와 같다. 집단 내 검증결과, 이완기 혈압은 16주 후 통제군 내에서 유의하게 증가($p=.046$)하였으며, 운동군내에서 유의하게 감소($p=.001$)하였다. 집단 간 차이 검증에서는 운동군이 통제군과 비교하여 유의한 감소($p=.001$)를 보였다.

Table 15. Comparison of diastolic blood pressure after 16 weeks

Group	DBP (mmHg)		<i>p</i>
	pre	post	
Control	89.45 ± 7.74	91.60 ± 5.53	.046
Exercise	88.80 ± 8.04	82.60 ± 6.05	.001
<i>p</i>	.796	.001	

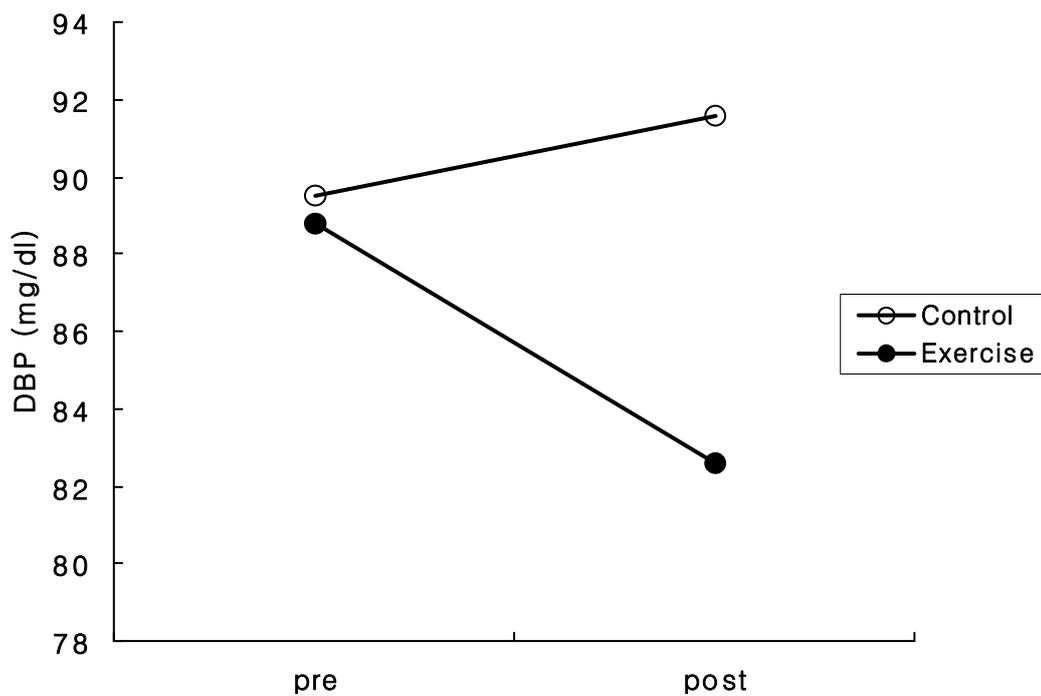


Fig. 8. Comparison of diastolic blood pressure

3) 혈중지질 (Blood lipids)

(1) 중성지방 (Triglyceride)

16주간의 복합운동 후 중성지방의 변화는 <Table 16>과 같다. 집단 내 검증결과, 중성지방은 운동 군내에서 16주 후 유의하게 감소($p=.010$)하였으며, 집단 간 차이 검증에서는 운동군이 통제군과 비교하여 유의한 감소($p=0.48$)를 보였다.

Table 16. Comparison of TG after 16 weeks

Group	TG (mg/dl)		<i>p</i>
	pre	post	
Control	146.55 ± 24.89	148.15 ± 20.49	.420
Exercise	148.50 ± 25.27	136.85 ± 13.94	.010
<i>p</i>	.807	.048	

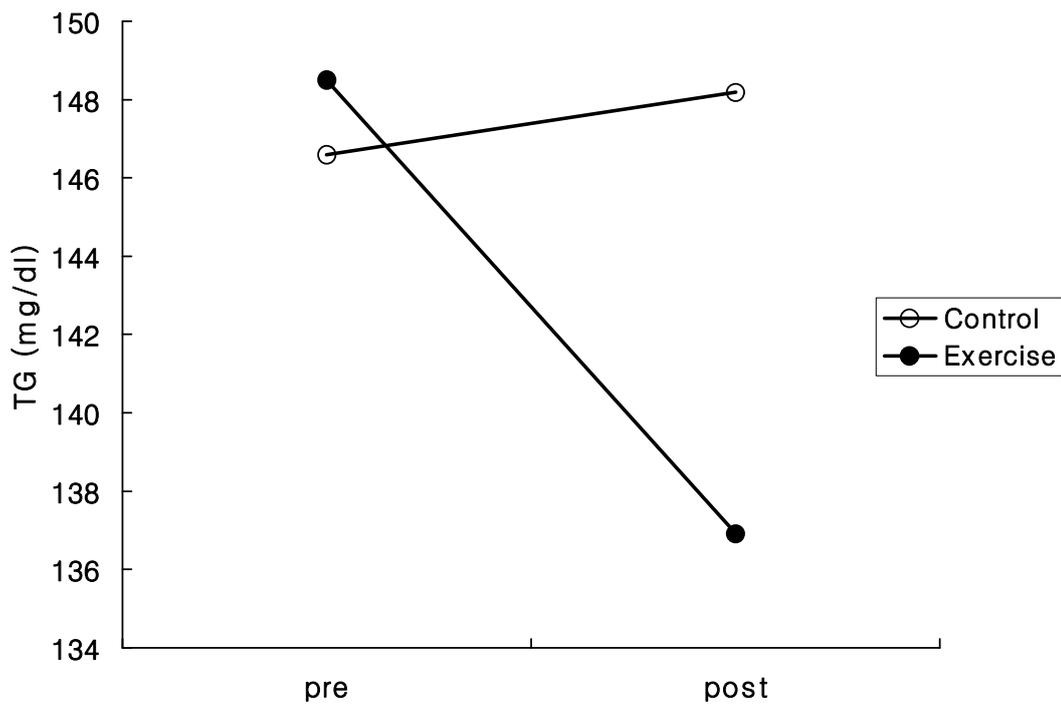


Fig. 9. Comparison of triglyceride

(2) 총콜레스테롤 (Total cholesterol)

16주간의 복합운동 후 총콜레스테롤의 변화는 <Table 17>과 같다. 집단 내 검증결과, 총콜레스테롤은 운동군 내에서 16주 후 유의하게 감소($p=.002$)하였으며, 집단 간 차이 검증에서는 운동군이 통제군과 비교하여 유의한 감소($p=.017$)를 보였다.

Table 17. Comparison of TC after 16 weeks

Group	TC (mg/dl)		<i>p</i>
	pre	post	
Control	186.70 ± 21.53	188.70 ± 27.70	.621
Exercise	188.30 ± 26.50	165.90 ± 30.13	.002
<i>p</i>	.835	.017	

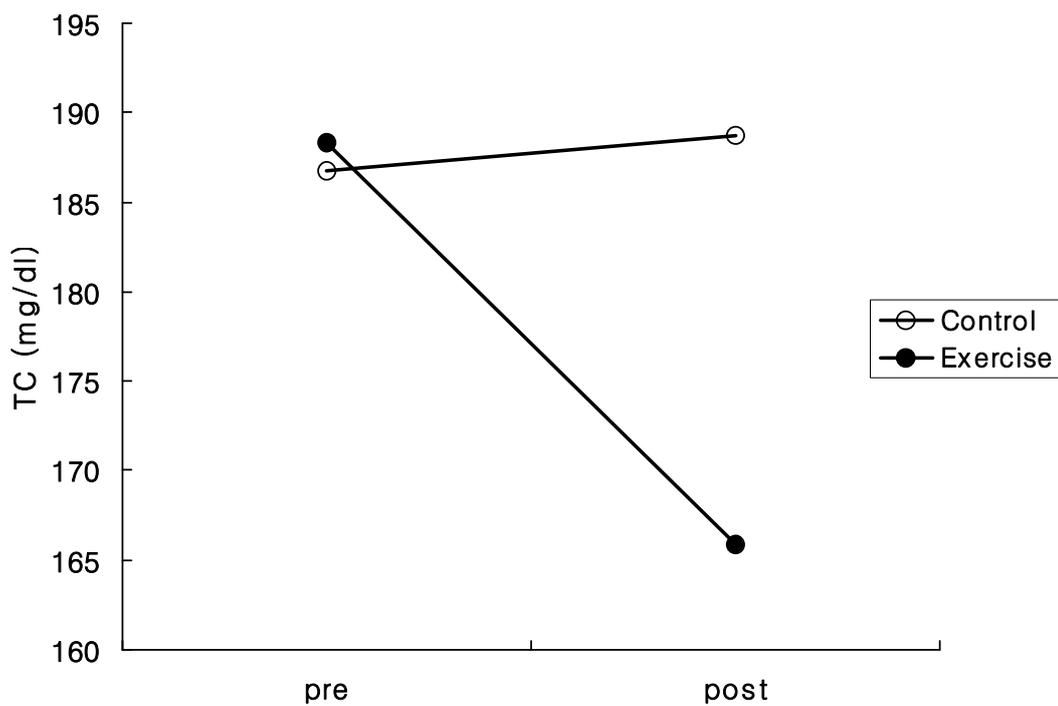


Fig. 10. Comparison of total cholesterol

(3) 저밀도콜레스테롤 (Low density lipoprotein cholesterol)

16주간의 복합운동 후 LDL-C의 변화는 <Table 18>과 같다. 집단 내 검증결과, LDL-C은 운동군내에서 16주 후 유의하게 감소($p=.005$)하였으며, 집단 간 차이 검증에서는 운동군이 통제군과 비교하여 유의한 감소($p=.010$)를 보였다.

Table 18. Comparison of LDL-C after 16 weeks

Group	LDL-C (mg/dl)		<i>p</i>
	pre	post	
Control	136.45 ± 17.14	139.50 ± 18.88	.234
Exercise	138.35 ± 15.52	122.95 ± 19.77	.005
<i>p</i>	.715	.010	

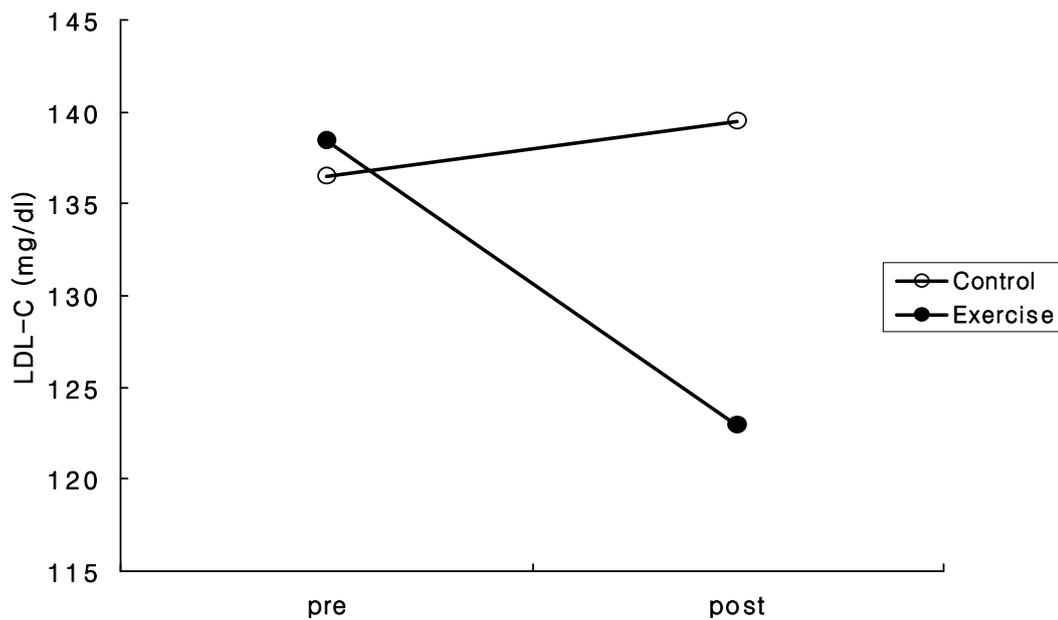


Fig. 11. Comparison of low density lipoprotein cholesterol

(4) 고밀도콜레스테롤 (High density lipoprotein cholesterol)

16주간의 복합운동 후 HDL-C의 변화는 <Table 19>와 같다. 집단 내 검증결과, HDL-C은 운동 군내에서 16주 후 유의하게 감소($p=.001$)하였으며, 집단 간 차이 검증에서는 운동군이 통제군과 비교하여 유의한 감소($p=.001$)를 보였다.

Table 19. Comparison of HDL-C after 16 weeks

Group	HDL-C (mg/dl)		<i>p</i>
	pre	post	
Control	44.15 ± 5.62	43.05 ± 4.33	.363
Exercise	44.60 ± 5.09	48.30 ± 3.90	.001
<i>p</i>	.792	.001	

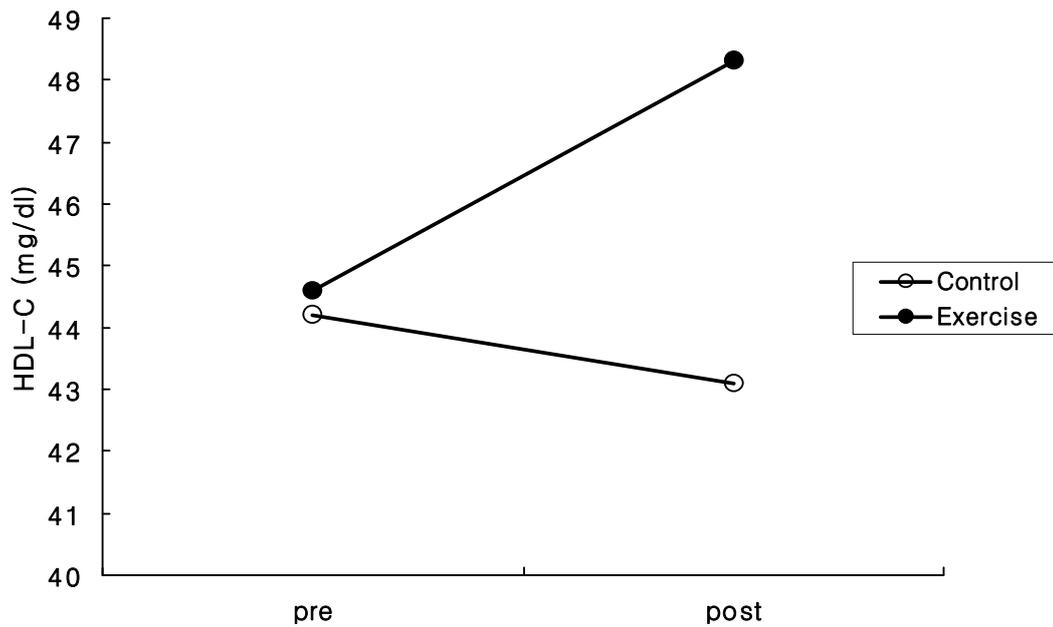


Fig. 12. Comparison of high density lipoprotein cholesterol

4) 인슐린저항성 (Insulin resistance)

(1) 혈당 (Blood glucose)

16주간의 복합운동 후 혈당의 변화는 <Table 20>과 같다. 집단 내 검증결과, 혈당은 모든 집단 내에서 16주 후 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 집단 간 차이검증에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Table 20. Comparison of blood glucose after 16 weeks

Group	Glucose (mg/dl)		<i>p</i>
	pre	post	
Control	110.80 ± 15.25	106.85 ± 12.13	.121
Exercise	114.05 ± 24.10	108.95 ± 15.91	.167
<i>p</i>	.613	.642	

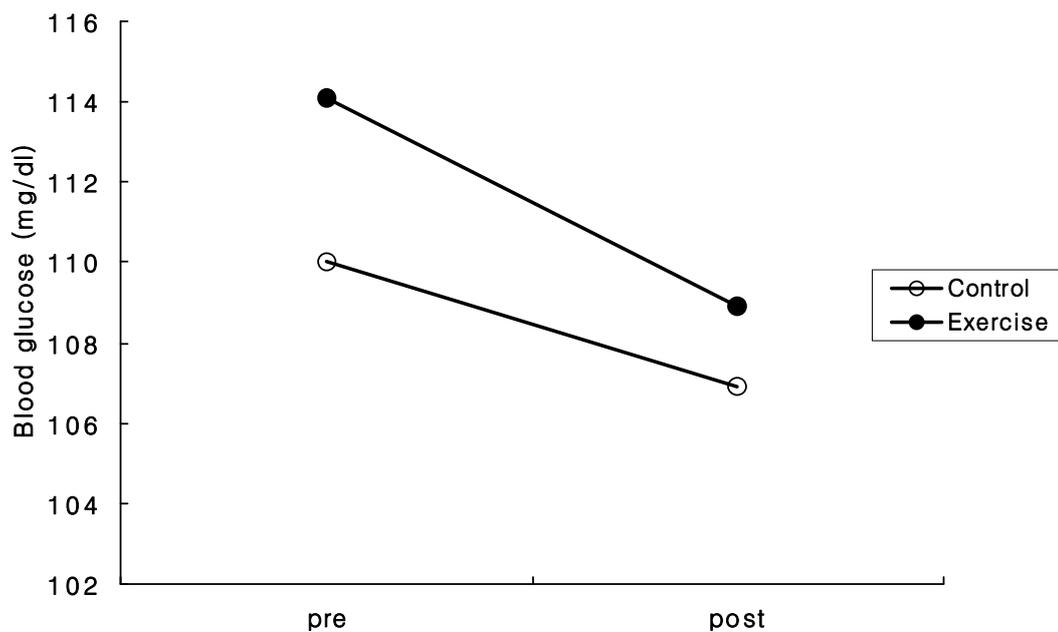


Fig. 13. Comparison of blood glucose

(2) 인슐린 (Insulin)

16주간의 복합운동 후 인슐린의 변화는 <Table 21>과 같다. 집단 내 검증결과, 인슐린은 모든 집단 내에서 16주 후 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 집단 간 차이검증에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Table 21. Comparison of insulin after 16 weeks

Group	Insulin (IU/ml)		<i>p</i>
	pre	post	
Control	5.75 ± 2.44	5.10 ± 1.37	.114
Exercise	6.05 ± 3.23	5.05 ± 1.82	.059
<i>p</i>	.743	.922	

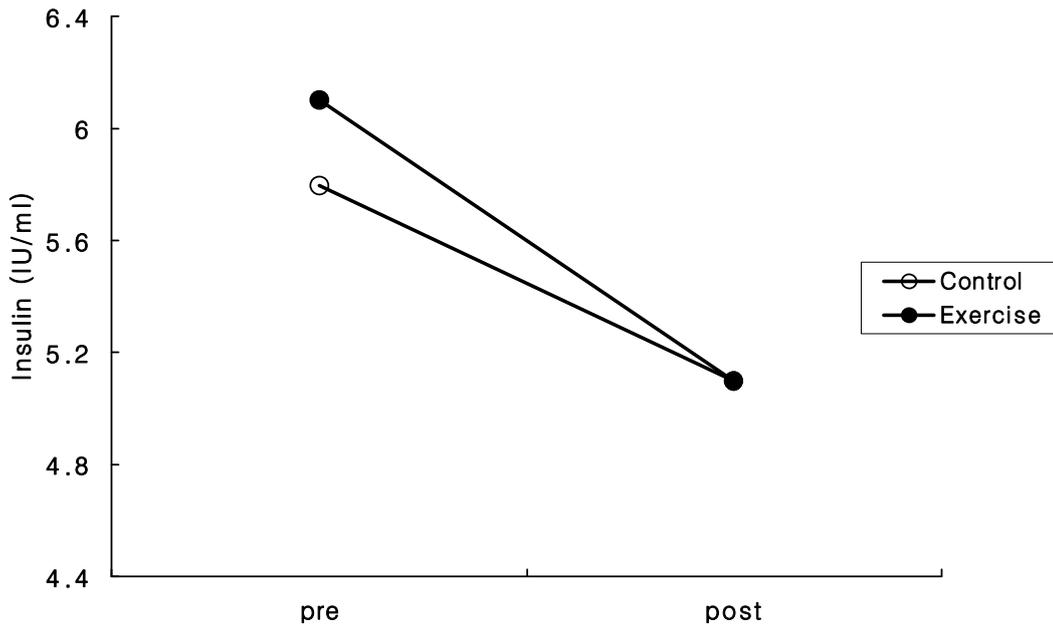


Fig. 14. Comparison of insulin

(3) 인슐린 저항성 지수 (Homeostasis model assessment-insulin resistance)

16주간의 복합운동 후 HOMA-IR의 변화는 <Table 22>와 같다. 집단 내 검증 결과, HOMA-IR은 모든 집단 내에서 16주 후 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 집단 간 차이검증에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Table 22. Comparison of HOMA-IR after 16 weeks

Group	HOMA-IR		<i>p</i>
	pre	post	
Control	1.64 ± 0.89	1.37 ± 0.50	.061
Exercise	1.85 ± 1.56	1.39 ± 0.66	.094
<i>p</i>	.605	.902	

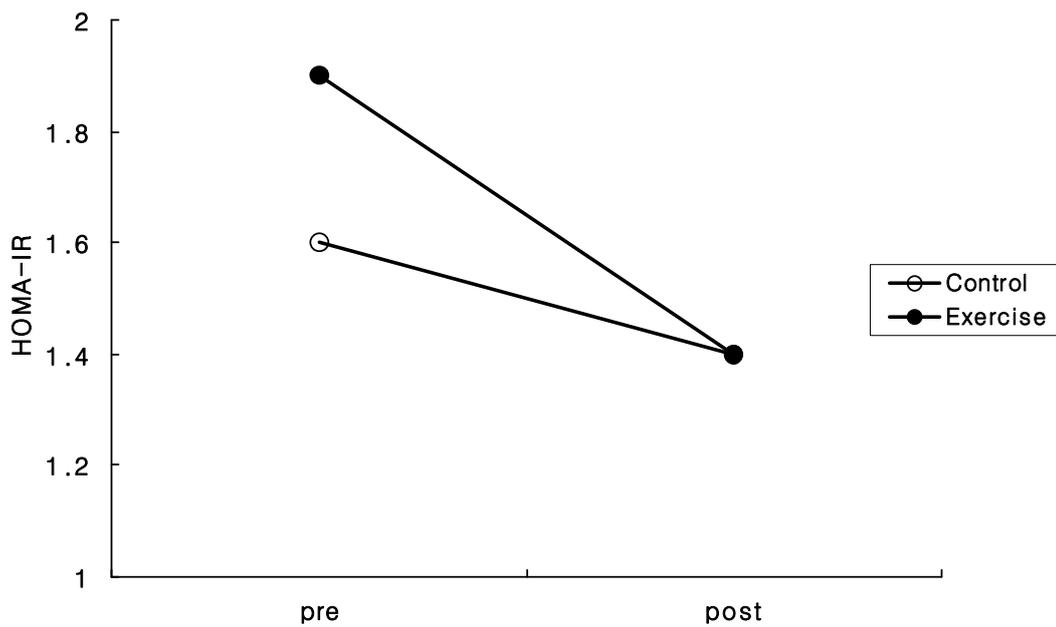


Fig. 15. Comparison of HOMA-IR

5) C-반응성 단백 (C-reactive protein)

16주간의 복합운동 후 CRP의 변화는 <Table 23>과 같다. 집단 내 검증결과, CRP는 운동군 내에서 16주 후 유의하게 감소($p=.004$)하였으며, 집단 간 차이검증에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Table 23. Comparison of CRP after 16 weeks

Group	CRP (mg/l)		<i>p</i>
	pre	post	
Control	1.47 ± 0.59	1.51 ± 0.51	.558
Exercise	1.53 ± 0.59	1.28 ± 0.41	.004
<i>p</i>	.751	.121	

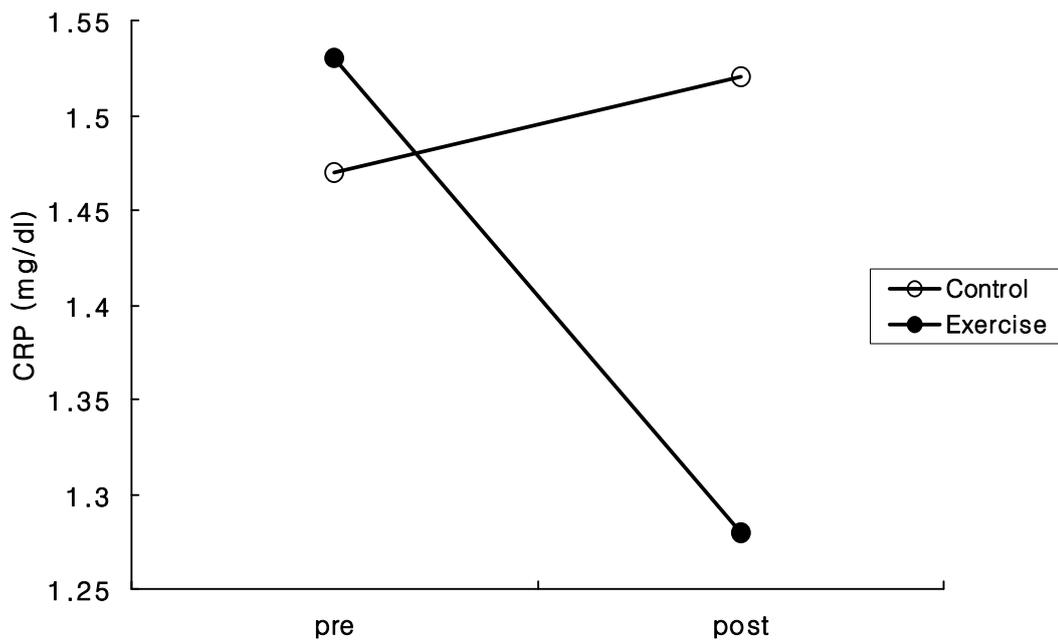


Fig. 16. Comparison of C-reactive protein

V. 논 의

본 연구는 고혈압 노인 여성을 대상으로 16주간 유산소 운동과 저항운동의 복합처치를 실시하여 대표적인 심혈관질환 위험인자(신체조성, 혈압, 혈중지질, 인슐린저항성, CRP)에 어떠한 영향을 미치는지를 규명하고자 실시하였으며, 이에 분석한 결과를 바탕으로 다음과 같이 논의하고자 한다.

1. 복합운동과 신체조성의 관계

노화가 진행되면 신체적인 모든 기능이 동시에 낮아지며 특히 신체조성의 경우 체지방의 증가를 볼 수 있다. 체지방은 나이에 따라 증가할 뿐만 아니라 서서히 점진적으로 재분산되며, 노인층의 경우 복부지방은 증가하고 사지의 피하지방은 감소하는 경향을 보이고 있다. 이러한 지방량의 증가는 고혈압, 고지혈증, 당뇨병, 심혈관계 질환과 관련이 있으므로 건강한 노년기의 삶을 위해 권장되는 체지방을 범위를 벗어나지 않는 것이 바람직하다. 그리고 노인의 다양한 기능의 저하를 개선하기 위한 운동은 한가지의 형태보다는 복합적인 형태로 구성된 운동이 매우 효과적이다(신진경, 2010).

또한 비만은 고혈압, 제2형 당뇨병, 고지혈증 등과 같은 심혈관질환을 유발시키는 것으로 알려져 있는데, 특히 복부비만은 내장지방이 축적된 비만으로 인슐린 저항성을 근간으로 하는 대사증후군의 발생 원인과 깊은 연관이 있다(Gower, 1999). 따라서 체중조절을 통해 심혈관질환 발생 위험을 감소시키는 것이 매우 중요하다.

운동과 관련하여 신체조성의 변화를 살펴보면, 웨이트트레이닝이 중년여성의 체력 향상 및 체중과 체지방을 감소시키는 것으로 보고되었고(이한경, 남현덕, 이흥연, 2002), 특히 저항성 트레이닝은 체지방량을 증가시키고 체지방, 복부지방, 내장지방을 감소하는 효과적인 운동 방법으로 보고되고 있다(Treuth et al., 1994). 유병강(2005)은 중년여성을 대

상으로 16주간, 주 5회, 100분간 복합운동으로 유산소 운동 40%HRmax, 저항운동 40%RM를 실시하여 체지방의 감소를 보고하였다. 또한 천우광(2006)은 중년여성을 14주간, 주 5일, 90분간 복합운동으로 유산소 운동 40~80%HRmax, 저항운동 40~80%RM을 실시한 결과 신체조성에 긍정적 효과가 있음을 보고하고 있다.

본 연구에서 비만 지표인 체중은 사후에 운동군내에서 유의한 감소가 나타났고, 체지방율과 허리둘레는 사후에 운동군 내에서 유의한 감소와 통제군과 비교하여 운동군에서 집단 간 유의한 감소가 나타났으며, 체지방량도 사후에 운동군 내에서 유의한 증가와 통제군과 비교하여 운동군에서 집단 간 유의한 증가가 나타났다. 이러한 결과는 Donnelly 등(2004)의 연구에서 근력운동이 체지방량을 증가시키고 체지방량을 감소시킨다고 제시하고 있으며, ACSM(2006)은 유산소 운동과 근력운동의 병행이 체지방량을 증가시켜 에너지 소비를 높인다고 제시하고 있어 본 연구의 결과를 뒷받침해주고 있다.

또한 채창훈, 유병강, 김현태(2005)는 체지방률이 35% 이상 고도 비만 중년 여성들을 대상으로 16주간 중강도 유산소 운동 및 복합운동을 실시한 결과 체중 및 신체조성에 있어서 긍정적인 결과를 얻었다. 특히 유산소 운동을 병행한 근력 운동집단에서 체지방량이 유의하게 증가하는 것으로 보고하였고, Manson등(1999)과 고성식(2009)의 연구에서 유산소 운동과 탄력밴드를 이용한 근력운동의 복합처치가 체지방량 증가를 통한 신체구성의 효과를 보고하고 있어 단일운동처치보다 본 연구에서와 같이 복합운동처치가 신체조성에 보다 효율적이라고 해석할 수 있다. 이러한 결과에 근거할 때, 특히 여성들의 경우에는 단백질 합성 능력이 낮으므로(ACSM, 2006) 여성들을 위한 운동프로그램에는 저항운동이 필요하다 고 생각되며, 저항운동이 포함된 복합운동은 장기적인 측면에서 신체구성에 효용성이 있을 것으로 예측된다(고성식, 2009).

2. 복합운동과 혈압의 관계

고혈압은 연령과 신체에 적합한 수준 이상으로 혈압이 만성적으로 상승되어 높은 혈압

을 유지하고 있는 상태를 말하며, 이러한 고혈압은 흡연, 고콜레스테롤혈증, 비만, 당뇨병, 인슐린 과잉, 좌업생활이 주요 위험 요인으로 간주되고 있다. 그러나 고혈압은 1980년 이후에는 주로 활동부족 및 운동부족이 그 원인으로 작용하고 있는 것으로 여겨지고 있으며, 유산소성 능력이 높을수록 혈압저하에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고되어 고혈압의 예방과 처치와 관련하여 운동에 대한 인식 또한 높아지고 있다(Gibbons, Blair, Cooper & Smith, 1983).

고혈압의 위험요소 중 비만의 경우 표준 체중보다 50%이상 과체중인 자 중 50% 이상이 고혈압의 증상인 좌심실 비대를 가지고 있으며, 비만인이 정상인에 비해 높은 혈압을 가지고 있다. 즉, 비만을 가진 사람들 중에서 고혈압이 2차적으로 발생하는 확률이 높다고 할 수 있다(김진수, 2008).

고혈압은 동맥경화, 심부전 및 뇌경색 등의 합병증을 유발하지만 특별한 임상적 증상이 없기 때문에 대다수의 고혈압 환자들은 치료를 받지 않는 실정이다. 이러한 고혈압 발생은 적극적으로 신체활동을 하지 않을 경우 높기 때문에 규칙적인 운동은 고혈압 환자의 예방 및 치료적 목적으로 유용하게 시행할 수 있는 방법이다(박재민, 정우영, 2011).

ACSM(2010)의 운동과 고혈압에 대한 보고에 의하면 중강도의 유산소 운동은 혈압강하제로 혈압이 정상으로 조절되지 않던 환자에서 수축기와 이완기 혈압을 평균적으로 7.4/5.8 mmHg 하강하였다고 하였다. 또한 약물 처치로 혈압이 정상으로 조절되는 환자에서도 운동 후 수축기와 이완기 혈압이 2.6/1.8 mmHg 감소하였다고 보고하고 있다. 이외에도 유산소 운동은 고혈압에서 흔한 교감신경 활성의 향진을 억제시켜 혈압을 낮추게 되며 부교감신경 활성화에 의해 심박수가 감소하게 된다.

반면 고혈압 환자의 저항성 운동은 혈압 저하효과가 낮은 편이며, 운동 중 유산소 운동에 비해 과도한 혈압 상승이 유발되기 때문에 적용시키지 않는 경우가 있다. 또한 저항 운동은 근골격계 질환의 예방 및 재활치료 등에는 유용하지만 일시적으로 과도하게 수축기 혈압을 높여 심근허혈이나 부정맥 등의 문제를 일으키므로 예전부터 고혈압 환자에게 적절하지 못한 운동으로 인식되고 있다(윤은선 등, 2010). 하지만 최근 연구에 의하면 저항성 운동에 의해서도 혈압 감소 효과가 나타나며(안의수, 노동인, 2010), 대체적으로 유산

소 운동과 병행할 경우 혈압 개선에 효과적이라고 제시(Willace, 2003)되고 있으며, 최근 미국스포츠의학회와 미국심장학회에서도 고혈압 환자에서도 저항성 운동의 중요성을 언급하고 있다(Pescatello et al., 2004). 이는 저항성 운동도 대사적 기능을 높이며 심혈관질환 위험을 낮추기 때문이며 저항성 운동과 혈압강압효과에 의한 메타분석 연구에서도 안정시 수축기 혈압 및 확장기 혈압이 약 2~4% 감소한 것으로 보고되고 있다(Kelly & Kelly, 2000). 또한 대부분 고혈압환자의 특징이 과체중을 나타내는 경향이 많아 장기적인 유산소 운동은 강압효과 외에 관절의 정형 외과적인 상해의 가능성도 배제할 수 없고, 저항운동을 이용하더라도 유산소적인 운동방법도 얼마든지 가능하기 때문에 고혈압 환자의 경우 일률적인 유산소 운동만을 강조하기 보다는 적절한 저항운동을 병행할 필요가 있다고 안병철(1999)은 보고하고 있다.

본 연구에서도 고혈압 환자를 대상으로 유산소 운동 및 저항운동의 복합실시로 인해 수축기 혈압과 이완기 혈압 모두 운동군 내에서 사후에 유의하게 감소하였으며, 통제군과 비교하여 운동군에서 집단 간 유의한 감소가 나타났다. 이러한 결과는 고혈압 환자를 대상으로 유산소와 저항성의 복합프로그램을 실시한 후 혈압이 감소된 연구(안병철, 1999)와 고혈압 전단계 중년 여성을 대상으로 12주간 유산소 운동을 실시한 후 혈압, 평균 동맥압 및 맥압이 감소된 강설중 등(2010)의 연구와 일치하고 있다. 이처럼 운동에 의한 혈압이 낮아지는 기전에 대해서는 노르에피네프린 수준감소, 혈관 수축물질 감소 및 혈관 확장물질 증가 등이 제시되고 있다(Chandler, Rodenbaugh & DiCarlo, 1988). 특히 본 연구에서 심혈관질환 위험인자로서 중요시 되는 수축기 혈압과 확장기 혈압의 맥압이 감소된 점은 복합운동이 동맥경직 완화에 효과적이라고 볼 수 있다. 이는 고혈압 환자의 복합운동과 유산소운동이 맥압에 영향을 미치는 심박출량 감소 및 동맥 혈관벽에 가해지는 압력을 감소시켜 동맥 탄성의 증가에 의한 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에서 고혈압 환자의 유산소운동과 저항운동의 복합운동은 심혈관질환의 위험인자인 혈압을 낮추어 심장의 부담을 감소시키는 효과가 있는 것으로 사료된다.

3. 복합운동과 혈중지질의 관계

비만 중년여성에 의한 체지방량 증가 현상은 혈중 지단백 대사의 이상에 의해서 혈중 TC, LDL-C 농도의 증가 및 HDL-C 농도가 감소하는 현상을 초래하여 심혈관 질환이나 뇌졸중의 중요한 원인으로 발생하고 있으며, 운동을 통해 체중 및 체지방감소와 함께 혈중지질 수치를 개선시킬 수 있다고 보고되고 있다(Katzmarzyk et al., 2001). 본 연구에서 고혈압 환자를 대상으로 유산소 운동 및 저항운동의 복합실시로 인해 TG, TC, LDL-C, HDL-C은, 운동군 내에서 사후에 유의한 차이가 나타났으며, 통제군과 비교하여 운동군에서 집단 간 유의한 차이가 나타났다. TG는 지방세포와 골격근에 저장되어 유산소 대사에 의해 ATP를 생산할 수 있는 주 에너지원으로 사용되지만 과도한 지방섭취로 인한 중성지방의 증가는 심혈관계를 유발하거나 비만증을 초래하는 주요인으로 작용하는 것으로 보고되고 있다(김의수, 1991). 이러한 중성지방은 운동 전에는 높은 수준을 보이는 반면, 운동 후에는 감소하는 경향을 보이며, 특히 규칙적인 운동을 통한 체중조절로 16~19%정도 수준까지 감소시킬 수 있다고 보고하고 있다(Thompson, Cullinane, Henderson, & Herbert, 1980). 운동에 의해 중성지방이 지속적이고 만성적으로 감소하는 것은 간에서의 중성지방 합성이 저하되기 때문이며, 장기간의 유산소 운동을 실시할 경우 지방분해 효소의 활성이 증가하고 간장분해 효소는 감소하여 중성지방농도를 감소시키는 것으로 보고되고 있다(지용석 등, 2001). 이에 본 연구 결과 복합운동 집단에서 운동 후 중성지방이 유의한 감소를 보임으로서 대부분의 선행연구들과 일치하는 결과를 보였다. 즉 본 연구에서의 16주간 복합운동이 지방을 분해하는 효소 활성화에 긍정적인 영향을 미침으로써 중성지방 감소가 발생한 결과로 사료된다.

한편 중성지방 이외에도 유산소 운동과 저항운동의 병행이 노인여성에서 혈중 LDL-C을 저하시킬 수 있다는 연구들(권정현, 최철순, 2006; 최필병, 2011)과 본 연구결과가 일치하였으며, 강형숙(2003)은 비만 중년여성을 대상으로 저항운동 프로그램으로 주3회, 50분을 실시하여 LDL-C의 감소와 HDL-C 증가를 보고하였고, Clapp & Kiess(2000)는 체중 감소를 실행하면서 체지방량을 유지시키는 유산소 운동은 HDL-C을 증가시키고, TG, TC,

LDL-C, TC/HDL-C의 수준을 저하시켜 각종 심장질환의 예방에 기여하며, 중년 여성 비만치료에 효과적 방법으로 보고하고 있어 본 연구의 결과를 뒷받침 해주고 있다. 특히, 항동맥경화인자인 HDL-C의 증가는 말초조직에서 콜레스테롤을 간으로 다시 운반하여 동맥 내막의 세포로부터 콜레스테롤을 제거함으로써 항동맥경화를 결정하는 중요한 요소로 알려져 있다(Walberg, Greenwood & Stern, 1983). 따라서, HDL-C은 LDL-C의 산화를 억제하는 항산화 기능 및 항염증 작용을 하므로 심혈관질환 예방에 효과적이며, 본 연구의 복합운동처치가 항동맥경화인자를 증가시키는데 적절한 운동방법이라고 사료된다.

4. 복합운동과 인슐린 저항성의 관계

본 운동에서 혈당, 인슐린, HOMA-IR은 집단 내, 집단 간 모두 유의한 차이가 나타나지 않았지만, HOMA-IR 수치가 통제군에서는 실험 전 1.6에서 1.4로 소폭 감소된 반면, 운동군에서는 평균 1.9에서 1.4로 0.5의 수치가 감소되었다.

인슐린 저항성은 인슐린의 생리적 작용이 발휘되지 못하는 상태로 간의 포도당 생성과 골격근의 포도당 흡수와 억제 저하 현상 등이 수반된다. 인슐린 저항성은 임상적으로 비만, 고혈압, 제2형 당뇨병, 고지혈증 등 여러 가지 요인이 동시에 나타나 대사증후군을 유발하며 심혈관 질환 발생과 진행을 촉진시키게 된다(Reaven, 1998). 이는 인슐린 저항성으로 인슐린 신호전달체계인 phosphatidylinositol 3-kinase의 활성을 억제하여 동맥경화과정을 유발시키기 때문이다(이원영, 2004). 또한 최근 인슐린 저항성이 심혈관질환의 발생과 혈관 합병증에 레닌-안지오텐신 II의 활성 및 혈관염증 유발 등에도 관여하는 것으로 밝혀지고 있다(Prasad & Quyyumi, 2004). 하지만 운동은 인슐린 저항성을 개선시키는 것으로 보고되고 있으며, 이는 운동에 의해 세포막에 발현되는 GLUT-4(Glucose transporter 4)의 수와 세포조직에서 GLUT-4의 농도가 증가하기 때문인 것으로 보고되고 있다(Holloszy, 2005)..

ACSM(2006)도 인슐린 저항성의 개선을 위하여 주 3회 중강도의 운동을 실시하는 것

을 권장하고 있다. 규칙적인 운동을 통하여 적은 양의 인슐린으로 동일한 양의 글루코스를 근육이나 간으로 전달할 수 있게 되어 췌장의 β 세포가 인슐린을 과다하게 분비할 필요가 없게 되므로 결과적으로 인슐린의 저항성이 완화된다. 이러한 인슐린 민감도의 증가를 통해 근육에서 더욱 더 많은 양의 글리코겐 합성이 가능하게 되어 보다 효과적인 에너지 대사가 이루어 질 수 있다. 즉, 인슐린 활동이 활발하다는 것을 말해 주고 있어 규칙적인 운동으로 인한 인슐린의 긍정적인 역할을 기대할 수 있다(이만균, 2002).

운동 트레이닝의 인슐린 저항성에 대한 영향을 규명한 연구를 살펴보면, 다소 상반된 결과가 도출되어 왔다. 박상갑 등(2006)은 12주간 주 4회, 일일 60분 씩 유산소 운동, 저항성 운동 및 요가의 복합운동 트레이닝을 실시한 결과, HOMA-IR이 31.7% 감소되었다고 보고하였고, 특히 트레이닝으로 인한 인슐린 저항성의 개선이 연령과 관계 없이 나타났다고 주장하였다. 그리고 Kodama et al.(2007)도 12주간 유산소 운동과 저항성 운동의 복합운동 트레이닝을 실시한 결과, HOMA-IR이 유의하게 감소되었다고 보고하여 본 연구와 상반된 결과를 보이고 있다. 반면, Tokudome, Nagasaki, Shimaoka & Sato(2004)는 일본의 노인을 대상으로 12주간 탄력밴드를 이용하여 자가 체중을 이용한 저항성 운동과 일일 8,000보 이상의 걷기 운동을 병행하여 실시한 결과, HOMA-IR이 유의하게 변하지 않았다고 보고하여 본 연구결과와 유사함을 보이고 있다. McLaughlin(2001) 등은 24 명의 여성 비만환자에서 초기 인슐린 저항성이 있는 그룹에서 체중 감량 시 공복 혈당 및 인슐린의 감소가 일어나 인슐린 감수성이 호전되나 초기 인슐린 저항성이 없는 그룹에서는 공복 혈당 및 인슐린의 감소가 일어나지 않았다고 하였다. 즉 인슐린저항성이 크면 클수록 단기간의 체중 감량으로도 저항성이 호전되는 것을 알 수 있었다. 본 연구에서는 연구대상자의 혈당과 인슐린 수치가 아직은 위험수준이 아니며, HOMA-IR이 $[\text{fasting insulin (IU/ml)} \times \text{fasting glucose (mg/dl)}] / 405$ 로 계산 되는 인슐린 저항성 지표임을 고려할 때 McLaughlin(2001)의 연구가 본 연구의 통계적 유의성이 없음을 뒷받침 해 주고 있다.

본 연구에서는 통계적으로 유의하지는 않지만, 복합운동 후 인슐린 저항성이 감소하는 경향을 보여 운동의 긍정적 측면이 나타났다고 생각이 되며, 16주간의 장기간 운동을 하였으나, 인슐린 저항성의 변화를 일으키기에 운동강도가 다소 부족하였을 것으로 보여질

수 있다. 따라서 인슐린 저항성의 개선을 유도하기 위해서는 적절한 강도, 빈도, 시간을 고려한 운동이 필요할 것으로 판단되며, 추후 인슐린 저항성의 개선에 필요한 적절한 운동형태 또한 규명하는 연구가 후속적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.

5. 복합운동과 C-반응성 단백질의 관계

CRP는 지방세포에서 분비되는 세포 면역물질인 Interleukin-6, TNF- α 와 같은 싸이토카인의 자극에 의해 촉진되어 간에서 합성이 이루어지며(Jial & Devaraj, 2003), 혈관, 심장, 신장, 지방세포, 신경세포에서도 합성되므로 관상동맥에서 동맥경화나 조직 손상이 있을 경우에 증가하는 것으로 알려져 있다(Yudkin, Stehouwer, Emeis & Copack, 1999). 즉 동맥경화의 진행, 합병증 발생등의 병리기전 전 과정에 이르기까지 혈관 염증 지표인 CRP의 중요성이 강조되고 있다. 따라서 CRP는 심혈관질환의 예후인자로 반영되기 때문에 심장질환의 진단 및 예측하기 위한 지표로 이용되고 있다(강설중, 2008). 이러한 CRP 상승 요인은 비만, 고혈압, 고중성지방혈증, 낮은 HDL-C 등이 관여하고 있는 것으로 보고되고 있으며, 고혈압에서는 안지오텐신 II가 혈관 벽에 염증성 반응을 활성화시켜 동맥경화 발생위험이 증가되는데 혈관 평활근 세포에서의 CRP는 안지오텐신 I 수용체 발현을 증가시킨다. 이외에도 CRP 상승은 신체적 비활동과도 연관이 높은 것으로 보고되고 있다(Libby, 2002). 반면 CRP는 신체활동이 증가할수록 농도가 감소되는 것으로 밝혀지고 있고, 특히 운동은 인슐린 민감성과 염증반응을 억제하여 CRP 농도를 낮추는 것으로 보고되고 있다(Albert, Glynn & Ridker, 2004).

본 연구에서 CRP는 16주 복합운동 실시 후 운동 군 내에서 유의한 감소가 나타났다. 운동에 의해 CRP 농도의 감소는 운동이 면역계에 영향을 주어 말초혈류의 단핵구 세포 수를 감소시키며 지방 조직량의 감소를 통해 지방세포와 지방전구세포 및 내피세포와 대식세포 수 감소와 관련이 있으며, 항염증인자 발현 매개체인 Interleukin-10과 Interleukin-1 억제 수용체 발현을 증가시킨 결과라고 보고되고 있다(Pearson et al., 2003).

Goldhammer 등(2005)은 운동이 혈관 염증유발 지표에 미치는 효과에 대한 연구에 의하면 심장질환자를 대상으로 유산소 운동을 실시한 후 CRP 농도가 개선되는 것이 나타났다고 보고하고 있으며, 저항성 운동과 유산소 운동의 복합운동프로그램에 참여한 고령 여성의 CRP 수준이 유의하게 감소하였다는 연구(김은정, 2005; Wannamethee et al., 2002)와 본 연구가 일치된 결과를 보여 규칙적인 신체활동이 혈청 CRP 수준과 역상관이 있다(Abramson & Vaccrino, 2002; Geffken et al., 2001)는 것을 알 수 있었다.

이렇게 CRP의 역할은 운동과 밀접한 관계가 있는데, 장기간 규칙적인 운동은 모든 원인에 의한 사망률과 심혈관계 질환을 예방하거나 위험을 줄여서 진행을 지연시키는 효과가 있다. 특히 이 같은 운동은 심폐기능을 강화시켜주고, 혈관 벽의 탄력성이나 혈관내벽의 손상을 저하시켜 혈관계의 기능을 개선시켜 주기도 한다(Santa-Clara et al., 2003).

CRP 농도의 감소는 체지방 감소와 항염증 작용이 있는 HDL-C 농도의 증가와 관련이 있는 것(Tsukui et al., 2000)으로 보고됨에 따라 운동으로 인한 CRP 감소는 본 연구에서 나타난 체지방 감소와 항염증 작용의 HDL-C의 증가와 관련이 있을 것으로 생각된다. CRP와 심혈관질환 위험도에서 CRP가 1.0mg/L 미만은 저위험, 1.0~3.0mg/L는 평균위험, 3.0mg/L 이상은 고위험으로 분류되고 있다. 미국질병통제예방센터와 심장학회에서 CRP가 3.0mg/L 이상일 경우 1.0mg/L 이하일 때보다 심혈관질환 발생률이 2배 높게 나타나는 것으로 보고하고 있다(Pearson, Bazzare & Daniels, 2003). 본 연구에서 연구대상자들이 아직은 1.0~3.0mg/L 사이의 평균위험에 분류되어 있지만, 식이요법과 함께 운동요법을 꾸준히 병행해 간다면, 심혈관질환의 발생률을 감소시킬 수 있다고 생각되며, 본 연구의 복합운동이 고혈압환자의 심혈관 염증반응을 억제시키는 효과가 있음을 시사하고 있다.

VI. 결 론

본 연구는 비만 고혈압 노인 여성을 대상으로 16주간 규칙적인 유산소 운동과 저항운동의 복합운동 실시 후 대상자들의 심혈관질환 위험인자에 어떠한 개선 효과를 보이는지 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 심혈관질환 위험인자인 비만과 관련되는 신체조성 중 체중은 16주간 실험 처치 후에 운동군 내에서 유의하게 감소($p<.001$)하였고, 체지방률은 통제군 내에서는 유의하게 증가($p<.05$), 운동군 내에서 유의한 감소($p<.001$)를 보였으며, 집단 간에는 운동군이 통제군과 비교하여 유의하게 감소($p<.01$)하였다. 허리둘레는 운동군 내에서 유의한 감소($p<.001$)와 통제군과 비교하여 운동군에서 집단 간 유의한 감소($p<.001$)가 나타났으며, 체지방량도 사후에 운동군 내에서 유의한 증가($p<.001$)와 통제군과 비교하여 운동군에서 집단 간 유의한 증가($p<.05$)가 나타났다.
2. 혈압은 16주간 유산소 운동 및 저항운동의 복합실시로 인해 수축기 혈압과 이완기 혈압 모두 운동군 내에서 사후에 유의하게 감소($p<.001$)하였으며, 통제군과 비교하여 운동군에서 집단 간 유의한 감소($p<.001$)가 나타났다.
3. 혈중지질은 16주간 유산소 운동 및 저항운동의 복합실시로 인해 TG, TC, LDL-C, HDL-C 모두 운동군 내에서 사후에 유의한 차이(각각 $p<.05$, $p<.01$, $p<.01$, $p<.001$)가 나타났으며, 통제군과 비교하여 운동군에서 집단 간 유의한 차이(각각 $p<.05$, $p<.05$, $p<.05$, $p<.001$)가 나타났다.
4. 인슐린 저항성은 16주간 유산소 운동 및 저항운동의 복합실시로 인해 집단 내, 집단 간 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다.
5. C-반응성 단백질은 16주간 유산소 운동 및 저항운동의 복합실시로 인해 운동군 내에서 사후에 유의한 감소($p<.01$)가 나타났다.

이상의 결과를 종합해 보면, 대체적으로 유산소 운동과 저항운동을 복합적으로 실시한 운동 집단에서 신체조성, 혈압, 혈중지질, C-반응성 단백에서 실험 전·후 또는 집단 간에 긍정적인 효과가 나타나 비만 및 고혈압 환자들의 심혈관질환 위험인자를 개선시키는데 복합운동이 효과적인 처치임을 알 수 있었다. 하지만 인슐린 저항성에서는 유의한 효과가 나타나지 않아 보다 다양한 운동 강도와 기간 및 시간 설정을 통하여 그 효과를 규명해야 할 것으로 사료되며, 운동처치 뿐만 아닌 운동프로그램의 만족도를 볼 수 있는 변인 또는 심리적 변인 등과 같은 연구가 이루어진다면, 고혈압 환자를 위한 더욱 보완적이고 체계적인 연구가 될 수 있으리라 판단된다.

일회성 운동 후에 나타나는 혈압 감소를 운동후저혈압이라고 하는데 장기간 운동에 의한 강압효과는 이러한 운동후저혈압이 누적되어 나타난다. 그리고 운동의 강압효과는 젊은이로부터 노인에 이르기까지 모든 연령대에서 나타나므로 모든 고혈압 환자는 평생 운동을 지속하여야 할 필요성이 있음을 인지하여야 한다.

참고문헌

- 강설중(2008). 운동강도별 유산소 운동이 대사증후군 환자의 심혈관질환 위험인자에 미치는 영향. 미간행 박사학위논문. 창원대학교 대학원.
- 강설중, 김병로, 김성진, 김종휴, 노종철, 이상현, 홍지영(2010). 12주간의 유산소 운동이 노인 고혈압 환자의 맥압과 심박수 변이도에 미치는 영향. **운동학술지**, 12(1), 47-54.
- 강진경(2003). 생활습관병의 개념. **대한내과학회지**, 65(1), 121-126.
- 강형숙(2003). 저항성트레이닝이 중년여성의 면역 혈중 철 및 혈중 지단백에 미치는 영향. **한국사회체육학회지**, 19, 1047-1056.
- 고성식(2009). 복합운동 트레이닝 유형이 중년여성의 건강체력과 신체구성 및 대사증후군 지표에 미치는 영향. **한국발육발달학회지**, 17(2), 89-97.
- 고혈압진료지침제정위원회(2004). 2004년도 우리나라의 고혈압 진료지침. 서울 : 대한고혈압학회.
- 권인창(2002). 유산소운동과 유산소 및 CWT 복합훈련이 비만 초등생의 신체조성, 혈중지질, 렙틴 및 심박 회복능력에 미치는 영향. 미간행 박사학위논문. 한국체육대학교 대학원.
- 권정현, 최철순(2006). 12주간의 복합운동프로그램이 고령여성의 심혈관 위험 요소 및 골밀도에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 15(4), 611-619.
- 권정현, 최철순(2008). 12주간의 복합운동프로그램이 고령여성 고혈압환자의 혈압 및 심혈관질환 위험 요소에 미치는 영향. **한국체육과학회지**, 17(1), 589-597.
- 권호준(2009). 12주간의 복합운동 프로그램이 노인여성의 혈중지질과 심혈관질환 위험인자에 미치는 영향. **한국여성체육학회지**, 23(4), 1-12.
- 김병로, 이동식(2001). 저탄수화물 식이요법과 유산소성 운동이 비만학생의 체중과 혈중지질에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 40(2), 579-589.

- 김은정(2005). 고령 여성들의 저항성 운동을 병행한 유산소 트레이닝이 신체조성 및 혈관염증 반응에 미치는 영향. 한국체육학회지, 44(6), 441-451.
- 김의수(1991). **운동요법(Ⅲ)**. 서울 : 민음사.
- 김진수(2008). **비만과 비만-고혈압 복합질환자들의 유, 무산소성 복합운동이 심혈관질환 위험인자에 미치는 영향**. 미간행 석사학위논문. 전주대학교 대학원.
- 김창엽, 이건설, 임준, 최용준, 이해국, 이경호, 김용익, 강영호(2000). 우리나라 농어촌지역 성인의 고혈압 관련 행태. **대한예방의학회지**, 33(1), 56-68.
- 노동인(2011). **근력운동이 고혈압 전단계와 고혈압 환자의 심혈관계 위험인자 및 24시간 활동성 혈압에 미치는 효과**. 미간행 박사학위논문. 성균관대학교 대학원.
- 노호성, 류승필(2003). 고혈압 환자에 대한 장기간의 운동요법과 중지가 혈압 및 순환기능에 미치는 영향. **운동영양학회지**, 7(3), 341-346.
- 박상갑, 권유찬, 김은희(2006). 복합운동이 허약고령여성의 자립생활체력과 인슐린 저항성 및 혈압에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 45(5), 369-380.
- 박시영, 선우섭(2003). 10주간의 탄성밴드 운동이 고령여성 고혈압 환자의 혈압, 혈중지질 농도 및 생활체력에 미치는 영향. **한국학교체육학회지**, 13(2), 115-127.
- 박재민, 정우영(2011). 복합운동과 유산소운동이 고혈압 환자의 혈류역학적 변인에 미치는 영향. **한국스포츠리서치**, 22(4), 87-97.
- 박정일, 이완철, 맹광호(1987). 청장년기 남녀 혈압에 대한 연령, 출생코호트 및 비만도의 효과. **한국역학회지**, 9, 228-235.
- 보건복지부(2006). **제3기 국민건강영양조사 심층 분석연구 보고서**. 서울 : 보건복지부.
- 보건복지부(2009). **2008 국민건강통계 : 국민건강영양조사 제4기 2차년도(2008)**. 서울 : 보건복지부.
- 서현주, 김수근, 김종순, 장윤균, 박일근(2006). 일부 남성근로자의 3년간 고혈압 발생률과 위험요인. **예방의학회지**, 39(3), 229-234.
- 신진경(2010). **12주간 복합 운동프로그램이 노인성 당뇨와 고혈압 환자의 신체조성 및 체력에 미치는 영향**. 미간행 석사학위논문. 단국대학교 스포츠과학대학원.

- 안병철(1999). 웨이트셔킷트와 유산소 운동의 복합운동이 고혈압자의 안정시 혈압에 미치는 영향. **운동과학회지**, 8(2), 149-158.
- 안의수, 노동인 (2010). 저항성 운동이 고혈압 전단계 및 고혈압 환자의 동맥경직도에 미치는 영향. **운동과학회지**, 19(3), 301-310.
- 오미경(2005). 고혈압 치료의 중요성. **가정의학회지**, 26(4), S253-261.
- 유병강(2005). 복합운동에 따른 고도비만 중년여성의 체지방, 심폐체력 및 호르몬의 변화. **한국운동영양학회**, 9(3), 253-259.
- 윤은선(2010). 저항성 운동이 고혈압 전단계 및 고혈압 환자의 24시간 활동성 혈압에 미치는 효과. **운동과학회지**, 19(2), 143-154.
- 이덕만(2012). **태권도가 고혈압 비만고령여성의 좌심실기능 및 심혈관 위험인자에 미치는 영향**. 미간행 박사학위논문. 동아대학교 대학원.
- 이만균(2002). Effects of 12 weeks of aerobic exercise training on insulin sensitivity at rest, after ingestion of a meal, and during recovery after submaximal exercise. **체육과학연구**, 13(4), 23-41.
- 이원영(2004). 인슐린과 심혈관질환. **대한내분비학회지**, 19(6), 592-605.
- 이종근(2010). **중장년 고혈압 여성의 복합운동 효과**. 미간행 석사학위논문. 경희대학교 대학원.
- 이한경, 남현덕, 이홍연(2002). 덤벨운동과 웨이트운동이 중년 여성의 체력과 신체 구성에 미치는 영향. **한국스포츠 리서치**, 13(3), 831-846.
- 전병화, 이재웅, 김국성, 박진봉, 김일곤, 김세훈, 전중귀(2001). 고혈압 백서에서 운동 후 혈압강하 현상. **대한스포츠의학회지**, 19(2), 250-259
- 전종민, 배진호, 김덕희, 박경식, 이승현, 최석영, 김종연, 김중구(1997). JNC-5 분류에 의한 한국 성인 남자에서 고혈압 유병률에 관한 역학적 연구. **대한내과학회지**, 52(2), 209-223.
- 정영훈, 박종훈(2005). 24시간 혈압 조절을 위한 항고혈압 약물 치료. **대한내과학회지**, 45, 994-1001.

- 지용석, 김만겸, 최용섭, 서태범, 이수경, 김성수(2001). 48주간 수중운동이 노인여성의 혈중지질 및 체성분에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 40(2), 717-731.
- 질병관리본부, 한국보건사회연구원(2007). **제3기 국민건강영양조사를 이용한 만성질환통계자료집**. 충북 : 질병관리본부, 서울 : 한국보건사회연구원.
- 채창훈, 유병강, 김현태(2005). 운동형태에 따른 고도비만 여성의 신체구성 및 혈장 C-reactive protein의 변화. **운동영양학회지**, 9(2), 135-141.
- 천우광(2006). 중년비만여성의 12주간 운동프로그램 수행 후 신체구성과 혈압 및 혈류 백파속도의 변화. **운동영양학회지**, 10(3), 341-345.
- 최석준(1992). 고혈압 개선을 위한 운동처방 연구. **한국체육학회지**, 31(1), 1349-1356.
- 최소라(2009). **고혈압의 유병률과 인지도에 관한 연구**. 미간행 석사학위논문. 고려대학교 보건대학원.
- 최필병(2011). 장기간의 복합운동이 골다공증 노인의 신체부위별 골밀도와 심혈관질환 위험요인에 미치는 영향. **한국노년학회지**, 31(2), 355-369.
- 통계청(2012). 2011년 사망원인통계. 대전 : 통계청.
- 혈압모니터지침편집위원회.(2007). **혈압 모니터 지침**. 서울 : 대한고혈압학회.
- 홍영우, 최건식, 정영자, 황수관, 박철빈(1996). 트레드밀 운동프로그램 적용이 고혈압자의 혈압과 혈청지질 및 심폐기능에 미치는 영향. **대한스포츠의학회지**, 14(1), 78-92.
- Abramson, J. L., & Vaccarino, V.(2002). Relationship between physical activity and inflammation among apparently healthy middle-aged and older US adults. *Archive Internal Medicine*, 162, 1286-1292.
- Albert, M. A., Glynn, R. J., & Ridker, P. M.(2004). Effects of physical activity on serum C-reactive protein. *American Journal of Cardiology*, 93, 221-225.
- American College of Sports Medicine.(2004). Exercise and hypertension. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34, 533-553.
- American College of Sports Medicine.ACSM.(2006). *ACSM' guideline for exercise testing and prescription (7th ed)*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.

- American College of Sports Medicine, Armstrong, L. E., Casa, D. J., Millard-Stafford, M., Moran, D. S., Pyne, S. W., & Roberts, W. O.(2007). American College of Sports Medicine position stand. Exertional heat illness during training and competition. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(3):556-72.
- American College of Sports Medicine. (2010). *Resource Manual for Guideline for Exercise Testing and Prescription*. (6 ed), Lippincott Williams & Wilkins.
- Andersen, M. J., Khawandi, W., & Agarwal, R.(2005). Home blood pressure monitoring in CKD. *American Journal of Kidney Diseases*, 45(6):994-1001.
- Arakawa, K.(1999). Exercise, a measure to lower blood pressure and reduce other risks. *Clinical and Experimental Hypertension*. 21, 797-803.
- Asmar, R.(1999). *Arterial stiffness and pulse wave velocity: Clinical applications*. Paris : Elsevier.
- Baster, T., & Baster-Brooks, C.(2005). Exercise and hypertension. *Australian Family Physician*. 34(6):419-24.
- Borg, G.(1962). *Physical performance and perceived exertion*. Lund, Sweden: Gleerup. Doctoral dissertation.
- Borhani, N. O.(1996). Significance of physical activity for prevention and control of hypertension. *Journal of Human Hypertension*. 10 Suppl 2, S7-11.
- Bouvette, C. M., McPhee, B. R., Opfer-Gehrking, T. L., & Low, P. A.(1996). Role of physical countermaneuvers in the management of orthostatic hypotension: efficacy and biofeedback augmentation. *Mayo Clinic Proceedings*, 71(9), 847-853.
- Braith, R. W., & Stewart, K. J.(2006) Resistance exercise training: its role in the prevention of cardiovascular disease. *Circulation*, 113(22):2642-2650.
- Brown, N. J., Vaughan, D. E.(1998). Angiotensin-converting enzyme inhibitors. *Circulation*, 97(14), 1411-1420.

- Cade, R., Mars, D., Wagemaker, H., Zauner, C., Packer, D., Privette, M., Cade, M., Peterson, J., & Hood-Lewis, D.(1984). Effect of aerobic exercise training on patients with systemic arterial hypertension. *The American Journal of Medicine*, 77(5), 785-790.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M.(1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, 100(2), 126-131.
- Chae, C. U., Pfeffer, M. A., Glynn, R. J., Mitchell, G. F., Taylor, J. O., & Hennekens, C. H.(1999). Increased pulse pressure and risk of heart failure in the elderly. *Journal of the American Medical Association*, 281(7), 634-9.
- Chandler, M. P., Rodenbaugh, D. W., & DiCarlo, S. E.(1988). Arterial baroreflex resetting mediates post-exercise reductions in arterial pressure and heart rate. *American Journal of Physiology*. 275(2), 1627-1634.
- Chobanian, A. V., Bakris. G. L., Black, H. R., Cushman, W. C., Green, L. A., Izzo, J. L. Jr., Jones, D. W., Materson, B. J., Oparil, S., Wright, J. T. Jr., & Roccella, E. J.(2003). The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure: the JNC 7 report. *Journal of the American Medical Association*, 289(19), 2560-2572.
- Clapp, J. F. & Kiess, W.(2000). Effects of pregnancy and exercise on concentration of the metabolic marks tumor necrosis factor alpha and leptin. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 182(2), 30-36.
- Cononie, C. C., Graves, J. E., Pollock, M. L., Phillips, M. I., Sumners, C., & Hagberg, J. M.(1991). Effect of exercise training on blood pressure in 70- to 79-yr-old men and women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(4), 505-511.
- Cornelissen, V. A., & Fagard, R. H.(2005a). Effects of endurance training on blood

- pressure, blood pressure-regulating mechanisms, and cardiovascular risk factors. *Hypertension*. 46(4), 667-675.
- Cornelissen, V. A., & Fagard, R. H.(2005b). Effect of resistance training on resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Hypertension*, 23(2), 251-259.
- Cushman, W. C., Ford, C. E., Cutler, J. A., Margolis, K. L., Davis, B. R., Grimm, R. H., Black, H. R., Hamilton, B. P., Holland, J., Nwachuku, C., Papademetriou, V., Probstfield, J., Wright, J. T. Jr., Alderman, M. H., Weiss, R. J., Piller, L., Bettencourt, J., & Walsh, S. M.; ALLHAT Collaborative Research Group. (2002). Success and predictors of blood pressure control in diverse North American settings: the antihypertensive and lipid-lowering treatment to prevent heart attack trial (ALLHAT). *Journal of Clinical Hypertension*, 4(6), 393-404.
- Davidson, M. H., Tonstad, S., Oparil, S., Schwiers, M., Day, W. W., & Bowden, C. H.(2013). Changes in Cardiovascular Risk Associated With Phentermine and Topiramate Extended-Release in Participants With Comorbidities and a Body Mass Index ≥ 27 kg/m². *The American Journal of Cardiology*, 15;111(8), 1131-1138.
- de Divitiis, O., Fazio, S., Petitto, M., Maddalena, G., Contaldo, F., & Mancini, M.(1981). Obesity and cardiac function. *Circulation*, 64(3), 477-482.
- Dengel, D. R., Hagberg, J. M., Pratley, R. E., Rogus, E. M., & Goldberg, A. P.(1998). Improvements in blood pressure, glucose metabolism, and lipoprotein lipids after aerobic exercise plus weight loss in obese, hypertensive middle-aged men. *Metabolism*, 47(9), 1075-1082.
- Donnelly, J. E., Smith, B., Jacobsen, D. J., Kirk, E., Dubose, K., Hyder, M., Bailey, B., & Washburn, R.(2004). The role of exercise for weight loss and maintenance.

Best Practice & Research Clinical Gastroenterology, 18(6), 1009-1029.

- Fagard, R. H.(1993). Physical fitness and blood pressure. *Journal of Hypertension*, 11(5), S47-52.
- Finnerty F. A. Jr.(1982). The problem of noncompliance in hypertension. *Bulletin of the New York Academy of Medicine*, 58(2), 195-202.
- Fisher, N. D. L., & Williams, G. H.(2005). *Hypertensive vascular disease*. In: Kasper, D. L., Braunwald, E., Fauci, A. S., et al., eds. *Harrison's Principles of Internal Medicine*, 16th ed. NY: McGraw-Hill, 1463-1480.
- Fodor, J. G., & Chockalingam, A.(1990). The Canadian consensus report on non-pharmacological approaches to the management of high blood pressure. *Clinical and Experimental Hypertension*, 12(5):729-743.
- Folsom, A. R., Kaye, S. A., Sellers, T. A., Hong, C. P., Cerhan, J. R., Potter, J. D., & Prineas, R. J.(1993). Body fat distribution and 5-year risk of death in older women. *Journal of the American Medical Association*, 269(4), 483-487.
- Forette, F., Seux, ML., Staessen J. A., Thijs, L., Birkenhäger, W. H., Babarskiene, M. R., Babeanu, S., Bossini, A., Gil-Extremuera, B., Girerd, X., Laks, T., Lilov, E., Moissejev, V., Tuomilehto, J., Vanhanen, H., Webster, J., Yodfat, Y., & Fagard, R. (1998). Prevention of dementia in randomised double-blind placebo-controlled Systolic Hypertension in Europe (Syst-Eur) trial. *Lancet*, 352, 1347-1351.
- Friedman, G. D., Klatsky, A. L., Siegelau, A. B.(1983). Alcohol intake and hypertension. Alcohol intake and hypertension. *Annals of Internal Medicine*, 98, 846-849.
- Geffken, D. F., Cushman, M., Burke, G. L., Polak, J. F., Sakkinen, P. A., & Tarcy, R. P. (2001). Association between physical activity and markers of inflammation in a healthy elderly population. *American Journal of Epidemiology*, 153,

242-250.

- Gibbons, L. W., Blair, S. N. Cooper, K. H., & Smith, M.(1983). Association between coronary heart disease risk factors and physical fitness in healthy adult women. *Circulation*, *67*, 977-983.
- Goldhammer, E., Tanchilevitch, A., Maor, I., Beniamini, Y., Rosenschein, U., & Sagiv, M.(2005). Exercise training modulates cytokines activity in heart disease patients. *International Journal of Cardiology*, *100*(1), 93-99.
- Gordon, N. F., Scott, C. B., & Levine, B. D.(1997). Comparison of single versus multiple lifestyle interventions: are the antihypertensive effects of exercise training and diet-induced weight loss additive? *The American Journal of Cardiology*, *79*(6), 763-767.
- Gosse, P., Lasserre, R., Minifié, C., Lemetayer, P., & Clementy, J.(2004). Blood pressure surge on rising. *Journal of Hypertension*, *22*(6), 1113-1118.
- Gower, B. A.(1999). Syndrome X in children: Influence of ethnicity and visceral fat. *American Journal of Human Biology*, *11*(2), 249-257.
- Hagberg, J. M., Goldring, D., Ehsani, A. A., Heath, G. W., Hernandez, A., Schechtman, K., & Holloszy, J. O.(1983). Effect of exercise training on the blood pressure and hemodynamic features of hypertensive adolescents. *The American Journal of Cardiology*, *52*(7), 763-768.
- Hagberg, J. M., Montain, S. J., Martin, W. H. 3rd., & Ehsani, A. A.(1989). Effect of exercise training in 60- to 69-year-old persons with essential hypertension. *The American Journal of Cardiology*, *64*(5), 348-853.
- Harris, K. A., & Holly, R. G.(1987). Physiological response to circuit weight training in borderline hypertensive subjects. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *19*(3):246-252.
- Heart Foundation.(2004). *Hypertension management guide for doctors*. Heart

Foundation. Available at: www.heartfoundation.com.au.

- Heimann, J. C., Drumond, S., Alves, A. T., Barbato, A. J., Dichtchekian, V., & Marcondes, M.(1991). Left ventricular hypertrophy is more marked in salt-sensitive than in salt-resistant hypertensive patients. *Journal of Cardiovascular Pharmacology*, 17 Suppl 2:S122-124.
- Holloszy, J. O.(2005). Exercise-induced increase in muscle insulin sensitivity. *Journal of Applied Physiology*, 99, 338-343.
- Intersalt Cooperative Research Group.(1988). Intersalt: an international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results for 24 hour urinary sodium and potassium excretion. *The British Medical Journal*, 297(6644), 319-328.
- Ishikawa-Takata, K., Ohta, T., & Tanaka, H.(2003). How much exercise is required to reduce blood pressure in essential hypertensives: a dose-response study. *American Journal of Hypertension*, 16(8), 629-633.
- Jackson, G., Pierscianowski, T. A., Mahon, W., & Condon, J.(1976). Inappropriate antihypertensive therapy in the elderly. *Lancet*, 2(7999), 1317-1378.
- Jennings, G. L., Nelson, L., Esler, M. D., Leonard, P., & Korner, P. I.(1984). Effects of changes in physical activity on blood pressure and sympathetic tone. *Journal of Hypertension Supplement*, 2(3), S139-141.
- Jial, I., & Devaraj. S.(2003). Inflammation, and atherosclerosis. The value of high sensitive C-reactive protein assay as a marker. *American Journal of Clinical Pathology*, 11(6), 108-115.
- Jungersten, L., Ambring, A., Wall, B., & Wennmalm, A.(1997). Both physical fitness and acute exercise regulate nitric oxide formation in healthy humans. *Journal of Applied Physiology*, 82(3), 760-764.
- Jürgens, G., & Graudal, N. A.(2004). Effects of low sodium diet versus high sodium diet on blood pressure, renin, aldosterone, catecholamines, cholesterols, and

- triglyceride. *Cochrane Database Systematic Reviews*, (1):CD004022.
- Kannel, W. B.(2000). *Epidemiologic contributions to preventive cardiology and challenges for the twenty-first century*. NY : McGraw-Hill.
- Kaplan, N. M.(1989). The deadly quartet. Upper-body obesity, glucose intolerance, hypertriglyceridemia, and hypertension. *Archives of Internal Medicine*. 149(7), 1514-1520.
- Kaplan, N. M., & Opie, L. H.(2006). Controversies in hypertension. *Lancet*, 367, 168-176.
- Kaplan, N. M., & Victor, R. G.(2010). *Kaplan's Clinical Hypertension*. 10th ed. PA : Williams and Wilkins.
- Kario, K., Pickering, T. G., Umeda, Y., Hoshida, S., Hoshida, Y., Morinari, M., Murata, M., Kuroda, T., Schwartz, J. E., & Shimada, K.(2003). Morning surge in blood pressure as a predictor of silent and clinical cerebrovascular disease in elderly hypertensives: a prospective study. *Circulation*, 107(10), 1401-1406.
- Katzmarzyk, P. T., Leon, A. S., Rankinen, T., Gagnon, J., Skinner, J. S., Wimore, J. H., Rao, D. C. & Bouchard, C.(2001). Changes in blood lipids consequent to aerobic exercise training related to changes in body fat-ness and aerobic fitness. *Metabolism*, 50(7), 841-848.
- Kelley, G. A., & Kelley, K. S.(2000). Progressive resistance exercise and resting blood pressure : A meta-analysis of randomized controlled trials. *Hypertension*, 35(3), 838-843.
- Kenney, M. J., & Seals, D. R.(1993). Postexercise hypotension. Key features, mechanisms, and clinical significance. *Hypertension*, 22(5), 653-664.
- Kiyonaga, A., Arakawa, K., Tanaka, H., & Shindo, M.(1985). Blood pressure and hormonal responses to aerobic exercise. *Hypertension*. 7(1), 125-131.
- Kodama, S., Shu, M., Saito, K., Murakami, H., Tanaka, K., Kuno, S., Ajisaka, R., Sone,

- Y., Onitake, F., Takahashi, A., Shimano, H., Kondo, K., Yamada, N., & Sone, H.(2007). Even low-intensity and low-volume exercise training may improve insulin resistance in the elderly. *Internal Medicine*, 46(14), 1071-1077.
- Kokkinos, P. F., Andreas, P. E., Coutoulakis, E., Colleran, J. A., Narayan, P., Dotson, C. O., Choucair, W., Farmer, C., & Fernhall, B.(2002). Determinants of exercise blood pressure response in normotensive and hypertensive women: role of cardiorespiratory fitness. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*, 22(3), 178-83.
- Kuller, L. H., Hulley, S. B., Cohen, J. D., & Neaton, J.(1986). Unexpected effects of treating hypertension in men with electrocardiographic abnormalities: a critical analysis. *Circulation*, 73(1), 114-123.
- Lauer, M. S., Anderson, K. M., Kannel, W. B., & Levy, D.(1991). The impact of obesity on left ventricular mass and geometry. The Framingham Heart Study. *Journal of the American Medical Association*, 266(2), 231-236.
- Lawes, C. M., Vander Hoorn, S., & Rodgers, A. Global burden of blood-pressure-related disease, 2001. (2008). *Lancet*, 371, 1513-1518.
- Lewington, S., Clarke, R., Qizilbash, N., Peto, R., & Collins, R. (2002). Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies. *Lancet*. 14, 1903-1913.
- Li, J. J., Fang, C. H., & Hui, R. T.(2005). Is hypertension an inflammatory disease? *Medical Hypotheses*, 64(2), 236-240.
- Libby, P.(2002). Inflammation in atherosclerosis. *Nature*, 420(6917), 868-874.
- Lipsitz, L. A.(1989). Orthostatic hypotension in the elderly. *The New England Journal of Medicine*, 321(14), 952-957.
- Liszka, H. A., Mainous, A. G 3rd., King, D. E., Everett, C. J., & Egan, B. M.(2005).

- Prehypertension and cardiovascular morbidity. *Annals of Family Medicine*, 3(4):294-9.
- Lloyd-Jones, D. M., Evans, J. C., Larson, M. G., O'Donnell, C. J., Roccella, E. J., & Levy, D.(2000). Differential control of systolic and diastolic blood pressure : factors associated with lack of blood pressure control in the community. *Hypertension*, 36(4), 594-599.
- MacDonald, J. R.(2002). Potential causes, mechanisms, and implications of post exercise hypotension. *Journal of Human Hypertension*, 16(4), 225-236.
- MacGregor, G. A., Markandu, N. D., Roulston, J. E., Jones, J. C., Morton, J. J.(1981). Maintenance of blood pressure by the renin-angiotensin system in normal man. *Nature*, 291(5813), 329-331.
- MacMahon, S., Peto, R., Cutler, J., Collins, R., Sorlie, P., Neaton, J., Abbott, R., Godwin, J., Dyer, A., & Stamler, J.(1990). Blood pressure, stroke, and coronary heart disease. Part 1, Prolonged differences in blood pressure: prospective observational studies corrected for the regression dilution bias. *Lancet*, 335(8692):765-74.
- MacMahon, S. W., Wicken, D. E., & MacDonald, G. J.(1985). The effect of weight reduction on left ventricular mass: a randomized controlled trial in young, overweight hypertensive patients. *The New England Journal of Medicine*, 314, 334-339.
- Mancia, G., De Backer, G., Dominiczak, A., Cifkova, R., Fagard, R., Germano, G., Grassi, G., Heagerty, A. M., Kjeldsen, S. E., Laurent, S., Narkiewicz, K., Ruilope, L., Rynkiewicz, A., Schmieder, R. E., Struijker Boudier, H. A., Zanchetti, A., Vahanian, A., Camm, J., De Caterina, R., Dean, V., Dickstein, K., Filippatos, G., Funck-Brentano, C., Hellemans, I., Kristensen, S. D., McGregor, K., Sechtem, U., Silber, S., Tendera, M., Widimsky, P., Zamorano, J. L.,

Kjeldsen, S. E., Erdine, S., Narkiewicz, K., Kiowski, W., Agabiti-Rosei, E., Ambrosioni, E., Cifkova, R., Dominiczak, A., Fagard, R., Heagerty, A. M., Laurent, S., Lindholm, L. H., Mancia, G., Manolis, A., Nilsson, P. M., Redon, J., Schmieder, R. E., Struijker-Boudier, H. A., Viigimaa, M., Filippatos, G., Adamopoulos, S., Agabiti-Rosei, E., Ambrosioni, E., Bertomeu, V., Clement, D., Erdine, S., Farsang, C., Gaita, D., Kiowski, W., Lip, G., Mallion, J. M., Manolis, A. J., Nilsson, P. M., O'Brien, E., Ponikowski, P., Redon, J., Ruschitzka, F., Tamargo, J., van Zwieten, P., Viigimaa, M., Waeber, B., Williams, B., Zamorano, J. L., The task force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension, The task force for the management of arterial hypertension of the European Society of Cardiology.(2007). 2007 Guidelines for the management of arterial hypertension: The Task Force for the Management of Arterial Hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *European Heart Journal*, 28(12):1462-1536.

Manson, J. E., Hu, F. B., Rich-Edwards, J. W., Colditz, G. A., Stampfer, M. J., Willett, W. C., Speizer, F. E., & Hennekens, C. H.(1999). A prospective study of walking compared with vigorous exercise in the prevention of coronary heart disease in women. *New England Journal of Medicine*, 341(9), 650-658.

Matthews, D. R., Hosker, J. P., Rudenski, A. S., Naylor, B. A., Treacher, D. F., & Turner, R. C.(1985). Homeostasis model assessment: Insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentration in man. *Diabetologia*, 28(7), 412-429.

McAlister, F. A., & Straus, S. E.(2001). Evidence based treatment of hypertension. Measurement of blood pressure: an evidence based review. *British Medical Journal*, 322, 908-911.

- McLaughlin, T., Abbasi, F., Lamendola, C., Kim, H. S., & Reaven, G. M.(2001). Metabolic changes following sibutramine-associated weight loss in obese individuals : Role of plasma free fatty acids in the insulin resistance of obesity. *Metabolism*, 50(7), 819-824.
- Meredith, I. T., Jennings, G. L., Esler, M. D., Dewar, E. M., Bruce, A. M., Fazio, V. A., & Korner, P. I.(1990). Time-course of the antihypertensive and autonomic effects of regular endurance exercise in human subjects. *Journal of Hypertension*, 8(9), 859-866.
- Messerli, F. H., Ventura, H. O., & Amodeo, C.(1985). Osler's maneuver and pseudohypertension. *The New England Journal of Medicine*. 312(24), 1548-1551.
- Metoki, H., Ohkubo, T., Kikuya, M., Asayama, K., Obara, T., Hashimoto, J., Totsune, K., Hoshi, H., Satoh, H., & Imai, Y.(2006). Prognostic significance for stroke of a morning pressor surge and a nocturnal blood pressure decline: the Ohasama study. *Hypertension*, 47(2), 149-154.
- Midgley, J. P., Matthew, A. G., Greenwood, C. M., & Logan, A. G.(1996). Effect of reduced dietary sodium on blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of the American Medical Association*, 275(20), 1590-1597.
- Milan, A., Mulatero, P., Rabbia, F., & Veglio, F.(2002). Salt intake and hypertension therapy. *Journal of Nephrology*, 15(1), 1-6.
- Miller, J. P., Pratley, R. E., Goldberg, A. P., Gordon, P., Rubin, M., Treuth, M. S., Ryan, A. S., & Hurley, B. F.(1994) Strength training increases insulin action in healthy 50- to 65-yr-old men. *Journal of Applied Physiology*, 77(3), 1122-1127.
- Moser, M., & Setaro, J. F.(2006). Clinical practice. Resistant or difficult-to-control

- hypertension. *The New England Journal of Medicine*. 355(4), 385-392.
- Motoyama, M., Sunami, Y., Kinoshita, F., Kiyonaga, A., Tanaka, H., Shindo, M., Irie, T., Urata, H., Sasaki, J., Arakawa, K.(1998). Blood pressure lowering effect of low intensity aerobic training in elderly hypertensive patients. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(6), 818-823.
- National Kidney Foundation.(2004). K/DOQI Clinical practice guidelines on hypertension and antihypertensive agents in chronic kidney disease. *American Journal of Kidney Diseases*, 43, S1-290.
- Nelson, L., Jennings, G. L., Esler, M. D., & Korner, P. I.(1986). Effect of changing levels of physical activity on blood-pressure and haemodynamics in essential hypertension. *Lancet*, 2(8505), 473-476.
- Obarzanek, E., Proschan, M. A., Vollmer, W. M., Moore, T. J., Sacks, F. M., Appel, L. J., Svetkey, L. P., Most-Windhauser, M. M., & Cutler, J. A.(2003). Individual blood pressure responses to changes in salt intake: results from the DASH-Sodium trial. *Hypertension*, 42(4), 459-467.
- O'Brien, E., Asmar, R., Beilin, L., Imai, Y., Mallion, J. M., Mancia, G., Mengden, T., Myers, M., Padfield, P., Palatini, P., Parati, G., Pickering, T., Redon, J., Staessen, J., Stergiou, G., Verdecchia, P; European Society of Hypertension Working Group on Blood Pressure Monitoring.(2003). European Society of Hypertension recommendations for conventional, ambulatory and home blood pressure measurement. *Journal of Hypertension*, 21(5), 821-848.
- Ohkubo, T., Hozawa, A., Yamaguchi, J., Kikuya, M., Ohmori, K., Michimata, M., Matsubara, M., Hashimoto, J., Hoshi H, Araki, T., Tsuji, I., Satoh, H., Hisamichi, S., & Imai, Y.(2002). Prognostic significance of the nocturnal decline in blood pressure in individuals with and without high 24-h blood pressure: the Ohasama study. *Journal of Hypertension*. 20(11), 2183-2189.

- Padilla, J., Wallace, J. P., & Park, S.(2005). Accumulation of physical activity reduces blood pressure in pre- and hypertension. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(8), 1264-1275.
- Park, S., Rink, L. D., & Wallace, J. P.(2006). Accumulation of physical activity leads to a greater blood pressure reduction than a single continuous session, in prehypertension. *Journal of Hypertension*, 24(9), 1761-1770.
- Pate, R. R., & Blair, S. N.(1983). Physical fitness programming for health promotion at the worksite. *Preventive Medicine*, 12(5), 632-643.
- Pearson, T. A., Bazzare, T. L., & Daniels, S. R.(2003). American Heart Association guide for improving cardiovascular health at the community level: a statement for public practitioners, healthcare providers, and health police markers from the American Heart Association Expert Panel on Population and Prevention Science. *Circulation*, 107(4), 645-651.
- Pescatello, L. S., Franklin, B. A., Fagard, R., Farquhar, W. B., Kelley, G. A., & Ray, C. A; American College of Sports Medicine.(2004). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(3):533-553.
- Pickering, T. G.(1994). Blood pressure measurement and detection of hypertension. *Lancet*, 344, 31-35.
- Pickering, T. G., Hall, J. E., Appel, L. J., Falkner. B. E., Graves, J., Hill, M. N., Jones D. W., Kurtz, T., Sheps, S. G., & Roccella, E. J.(2005). Recommendations for blood pressure measurement in humans and experimental animals: part 1: blood pressure measurement in humans: a statement for professionals from the Subcommittee of Professional and Public Education of the American Heart Association Council on High Blood Pressure Research. *Circulation*, 111(5), 697-716.

- Plaisance, E. P., & Grandjean, P. W.(2006). Physical activity and high-sensitivity C-reactive protein. *Sports Medicine*, 36(5), 443-458.
- Poehlman, E. T., Dvorak, R. V., DeNino, W. F., Brochu, M., & Ades, P. A.(2000). Effects of resistance training and endurance training on insulin sensitivity in nonobese, young women: a controlled randomized trial. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 85(7):2463-2468.
- Pollock, M. L., Franklin, B. A., Balady, G. J., Chaitman, B. L., Fleg, J. L., Fletcher, B., Limacher, M., Piña, I. L., Stein, R. A., Williams, M., & Bazzarre. T.(2000). AHA Science Advisory. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: benefits, rationale, safety, and prescription: An advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association; Position paper endorsed by the American College of Sports Medicine. *Circulation*, 101(7):828-833.
- Prasad, A., & Quyyumi, A. A.(2004). Renin-angiotensin system and angiotensin receptor blocker in the metabolism. *Circulation*, 110(11), 1507-1512.
- Reaven, G. M.(1998). Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes*, 37, 1595-1607.
- Resnick, L. M., Lewanczuk, R. Z., Laragh, J. H., & Pang, P. K.(1993). Parathyroid hypertensive factor-like activity in human essential hypertension: relationship to plasma renin activity and dietary salt sensitivity. *Journal of Hypertension*. 11(11), 1235-1241.
- Rogers, M. W., Probst, M. M., Gruber, J. J., Berger, R., & Boone, J. B. Jr.(1996). Differential effects of exercise training intensity on blood pressure and cardiovascular responses to stress in borderline hypertensive humans. *Journal of Hypertension*. 14(11), 1369-1375.
- Román, O., Camuzzi, A. L., Villalón, E., & Klenner, C.(1981). Physical training program

- in arterial hypertension. A long-term prospective follow-up. *Cardiology*, 67(4), 230-243.
- Santa-Clara, H., Fernhall, B., Baptista, F., Mendes, M., & Bettencourt, S. L.(2003). Effect of a one-year combined exercise training program on body composition in men with coronary artery disease. *Metabolism*, 52(11), 1413-1417.
- Seals, D. R., & Hagberg, J. M.(1984). The effect of exercise training on human hypertension: a review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 16(3), 207-215.
- Seals, D. R., Silverman, H. G., Reiling, M. J., Davy, K. P.(1997). Effect of regular aerobic exercise on elevated blood pressure in postmenopausal women. *The American Journal of Cardiology*, 80(1), 49-55.
- Sega, R., Trocino, G., Lanzarotti, A., Carugo, S., Cesana, G., Schiavina, R., Valagussa, F., Bombelli, M., Giannattasio, C., Zanchetti, A., & Mancia, G.(2001). Alterations of cardiac structure in patients with isolated office, ambulatory, or home hypertension: Data from the general population (Pressione Arteriose Monitorate E Loro Associazioni [PAMELA] Study). *Circulation*. 104(12), 1385-92.
- Sipahi, I., Tuzcu, E. M., Schoenhagen, P., Wolski, K. E., Nicholls, S. J., Balog, C., Crowe, T. D., & Nissen, S. E. (2006). Effects of normal, pre-hypertensive, and hypertensive blood pressure levels on progression of coronary atherosclerosis. *The Journal of American College of Cardiology*, 15, 833-838.
- Staessen, J. A., Thijsq, L., Fagard, R., Celis, H., Birkenhäger, W. H., Bulpitt, C. J., de Leeuw, P. W., Fletcher, A. E., Forette, F., Leonetti, G., McCormack, P., Nachev, C., O'Brien, E., Rodicio, J. L., Rosenfeld, J., Sarti, C., Tuomilehto, J., Webster, J., Yodfat, Y., & Zanchetti, A.(2004). Effects of immediate versus delayed antihypertensive therapy on outcome in the Systolic Hypertension in

- Europe Trial. *Journal of Hypertension*, 22(4), 847-857.
- Stamler, J., Neaton, J. D., & Wentworth, D. N.(1989). Blood pressure (systolic and diastolic) and risk of fatal coronary heart disease. *Hypertension*, 13(5 Suppl):I2-12.
- Taler, S. J.(2008). Secondary causes of hypertension. *Primary Care*, 35(3), 489-500.
- Tanaka, H., Bassett, D. R. Jr., Howley, E. T., Thompson, D. L., Ashraf, M., & Rawson, F. L.(1997). Swimming training lowers the resting blood pressure in individuals with hypertension. *Journal of Hypertension*. 15(6), 651-657.
- Thiele H, Pohlink C, Schuler G.(2004). Hypertension and exercise. Sports methods for the hypertensive patient. *Herz*, 29(4), 401-405.
- Thompson, P. D., Cullinane, E., Henderson, L. O., & Herbert, P. N.(1980). Acute effects of prolonged exercise on serum lipids. *Metabolism*, 29, 662-665.
- Thompson, P. D., Crouse, S. F., Goodpaster, B., Kelley, D., Moyna, N., & Pescatello, L.(2001). The acute versus the chronic response to exercise. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 33(6 Suppl), S438-45.
- Thompson, W. R., Gordon, N. F., & Pescatello, L. S.(2009). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 8th ed. PA: Lippincott, Williams and Wilkins.
- Tipton, C. M.(1991). Exercise, training and hypertension: an update. *Exercise Sport Sciences Reviews*. 19, 447-505.
- Tokudome, M., Nagasaki, M., Shimaoka, K., & Sato, Y. (2004). Effects of home-based combined resistance training and walking on metabolic profiles in elderly Japanese. *Geriatrics and Gerontology International*, 4(3), 157-162.
- Treuth, M. S., Ryan, A. S., Pratley, R. E., Rubin, M. A., Miller, J. P., Nicklas, B. J., Sorkin, J., Harman, S. M., Goldberg, A.P., & Hurley, B. F.(1994). Effects of strength training on total and regional body composition in older men. *Journal*

- of Applied Physiology*, 77(2), 614-620.
- Tsai, P. S.(2002). White coat hypertension: understanding the concept and examining the significance. *Journal of Clinical Nursing*, 11(6):715-722.
- Tsukui, S., Kanda, K., Nara, M., Nishino, M., Kondo, T., & Kobatashi, I.(2000). Moderate-intensity regular exercise decrease serum tumor necrosis factor-alpha and HbA1c levels in healthy women. *Internal Journal of Obesity Metabolism Disorders*, 24(9), 1207-1211.
- Urata, H., Tanabe, Y., Kiyonaga, A., Ikeda, M., Tanaka, H., Shindo, M., & Arakawa, K.(1987). Antihypertensive and volume-depleting effects of mild exercise on essential hypertension. *Hypertension*, 9(3), 245-252.
- Vasan, R. S., Larson, M. G., Leip, E. P., Kannel, W. B., & Levy, D.(2001). Assessment of frequency of progression to hypertension in non-hypertensive participants in the Framingham Heart Study: a cohort study. *Lancet*, 358(9294), 1682-1686.
- Walberg, J. L., Greenwood, M. R. C., & Stern, J. S.(1983). Lipoprotein lipase(LPL) activity and lipolysis after swim training in obese Zucker rats. *American Journal of Physiology*, 245, 706-712.
- Wannamethee, S. G., Lowe, G. D. O., Whincup, P. H., Rumley, A., Walker, M., & Lennon, L.(2002). Physical activity and hemostatic and inflammatory variables in elderly men. *Circulation*, 105, 1785-1790.
- Willace, J. P.(2003). Exercise in hypertension. *Sports Medicine*, 33(8), 585-598.
- Williams, R. R., Hunt, S. C., Hasstedt, S. J., Hopkins, P. N., Wu, L. L., Berry, T. D., Stults, B. M., Barlow, G. K., Schumacher, M. C., Lifton, R. P., et al.(1991). Are there interactions and relations between genetic and environmental factors predisposing to high blood pressure? *Hypertension*, 18(3 Suppl):I29-137.
- Willum-Hansen, T., Staessen, J. A., Torp-Pedersen, C., Rasmussen, S., Thijs, L., Ibsen, H., & Jeppesen, J.(2006). Prognostic value of aortic pulse wave velocity as

- index of arterial stiffness in the general population. *Circulation*, 113(5), 664-70.
- Yousufuddin, M., Shamim, W., Chambers, J. S., Henein, M., Amin, F. R., Anker, S. D., Kemp, M., Hooper, J., & Coats, A. J.(2000). Superiority of endothelin-1 over norepinephrine in exercise-induced alterations of the conduit artery tone of the non-exercised arm in patients with chronic heart failure. *International Journal of Cardiology*, 73(1), 15-25.
- Yudkin, J. S., Stehouwer, D. A., Emeis, J. J., & Copack, S. W.(1999). C-reactive protein in healthy subjects: association with obesity, insulin resistance, and endothelial dysfunction. *Arteriosclerosis Thrombin and Vascular Biology*, 19, 972-978.
- Zanchetti, A. (1997). Antihypertensive therapy : How to evaluate the benefits. *The American Journal of Cardiology*, 22, 3-8.