Original Articles Korean Circulation J 2001;31(8):809-814

운동부하시 과도한 혈압반응의 의미와 좌심실 비대와의 연관성

중앙대학교 의과대학 내과학교실
김학진 · 이왕수 · 권정혜 · 송영빈 · 안지현
이상엽 · 이광제 · 김상욱 · 김태호 · 류왕성

Relationship between Exercise-induced Blood Pressure Response and Left Ventricular Hypertrophy in Patients with Hypertension

Hak Jin Kim, MD, Wang Soo Lee, MD, Jung Hye Kwon, MD, Young Bien Song, MD, Ji Hyun Ahn, MD, Sang Yub Lee, MD, Kwang Je Lee, MD, Sang Wook Kim, MD, Tae Ho Kim, MD and Wang Seong Ryu, MD
Department of Internal Medicine, College of Medicine, Chung Ang University, Seoul, Korea

ABSTRACT

Background : In hypertensive patients who show abnormal blood pressure (BP) response during exercise, a more excessive blood pressure response may occur in the daily life and cause end organ damage. However, previous studies concerning exaggerated BP response during exercise have been unable to establish its significance and role in left ventricular hypertrophy. The purpose of this study was to determine the relation between exaggerated BP response during exercise and left ventricular hypertrophy. **Methods** : A treadmill exercise test and echocardiography were performed in 117 patients with hypertension. Sixty-six patients showed normal BP response, and fifty-one patients showed exaggerated BP response. Exaggerated BP response was defined as an elevation of peak exercise systolic BP over 210 mmHg or >10 mmHg elevation of peak exercise diastolic BP from baseline. The correlation between BP response and left ventricular mass index were evaluated in two groups. **Results** : The results were as follows : 1) The peak systolic and diastolic BP were significantly higher in patients with exaggerated BP response than that in patients with normal BP response ($p<0.05$). 2) There was a weakly significant relation between peak exercise systolic BP and left ventricular hypertrophy, however diastolic BP showed no significant correlation with left ventricular hypertrophy. 3) The left ventricular mass index was significantly increased in patients with exaggerated BP response (normal BP response : 120 ± 25 gm/m^2, exaggerated BP response : 169 ± 46 gm/m^2, $p=0.04$). **Conclusion** : These results indicate that, as compared with resting BP, exercise BP response seems to be important in the treatment of hypertension and more strict blood pressure control may be needed in hypertensive patients with exaggerated BP response. Further study is needed to understand the significance of exaggerated BP response in hypertension. **(Korean Circulation J 2001;31(8):809-814)**

KEY WORDS : Hypertension · Exaggerated blood pressure response · Left ventricular hypertrophy.

논문접수일 : 2001년 4월 13일
심사완료일 : 2001년 6월 18일
교신저자 : 김학진, 140 - 757 서울 용산구 한강로 2가 중앙대학교 의과대학 내과학교실
전화 : (02) 748 - 9648 · 전송 : (02) 3785 - 0160 E - mail : swkimcv@netsgo.com

서 론

고혈압은 심혈관계 질환에 의한 사망률에 영향을 주는 가장 중요한 위험인자의 하나로 알려져 있다.[1] 고혈압과 그 합병증에 대한 기존의 여러 연구들은 대부분이 안정시 혈압을 기준으로 연구되었고, 고혈압환자에서 전체 사망률과 심혈관계 질환에 의한 사망률이 모두 높다고 보고되어 있다. 그러나 고혈압의 진단 및 치료에 24시간 활동혈압의 측정이 보편화되면서,[2] 안정시 혈압조절이 잘 되었을 때도 장기 손상이 진행되었다는 보고[3][4]와 함께 운동시 과도한 혈압상승도 장기 손상을 초래시킨다고 보고되어 고혈압의 진단 및 치료효과 판정에 논란이 야기되었다. 따라서 안정시 혈압 측정만으로는 일상생활에서의 혈압 변화와 운동시 혈압 변화에 의하여 심장에 가해지는 부하를 충분히 반영할 수 없을 것으로 사료된다.

고혈압환자에서 좌심실 비대는 심장에 비정상적인 부하가 가해지거나 심근 수축장애시 나타나는 적응반응의 하나로,[5][6] 허혈성 심질환과 심부전증을 유발시킬 수 있는 중요한 독립인자이다.[7] 고혈압 환자에서 안정시 혈압과는 무관하게 운동시 혈압상승에 의해 장기 손상이 초래될 수 있고, 운동시 혈압반응이 과도하게 일어나는 경우에는 이로 인한 장기 손상이 더 잘 초래될 수 있다고 알려져 있으나,[8] 운동부하시 과도한 혈압반응에 대한 체계적인 연구와 운동시 혈압이 장기 손상에 미치는 영향에 대한 보고는 많지 않다. 또한 안정시 혈압보다 운동부하시 혈압 측정이 좌심실비대와 밀접한 연관성이 있다는 보고가 있었다.[9]

저자 등은 고혈압 환자에서 운동시 과도한 혈압반응의 의미와 장기 손상에 미치는 영향을 알아보기 위해 운동부하시 혈압반응과 좌심실 비대와의 연관성을 비교 분석하였다.

대상 및 방법

대상군

1997년 5월부터 2000년 3월까지 고혈압으로 내원하여 Treadmill exercise test와 심장 초음파를 시행하였던 환자 538명중 관상동맥질환, 심부전, 판막질환 등이 있는 경우를 제외한 117명의 환자를 대상으로 하였다. Treadmill exercise test는 항고혈압 치료전에 시행하였고 항고혈압치료중인 환자는 검사전에 1주일간 항고혈압약 복용을 중단할 것을 권유하였다. 이중 남자가 63명, 여자가 54명이었고 평균연령은 남자가 61±12세, 여자가 60±11세였다.

Treadmill exercise test

Marquett case 16을 이용하여 treadmill exercise test를 시행하였고 Modified Bruce protocol을 이용하였다.[8] 혈압은 cuff sphygmomanometry를 사용하여 운동중에는 3분 간격으로, 회복시에는 2분 간격으로 측정하였고 심전도는 운동 도중 각 단계별로 기록되었다. 운동시 혈압반응은 최고 운동시 수축기 혈압을 기준으로 210 mmHg 이상 증가한 경우[10][11] 또는 확장기 혈압이 10 mmHg 이상 증가하였을 때[12]를 과도한 혈압반응(exaggerated blood pressure response)으로 정의하였다. 운동은 최대 심박수의 85%에 도달하였거나 환자의 호흡곤란, 피로감 등 증상의 호소시 종료하였다.

심장초음파

Hewlett - Packard sonos 2000을 사용하여 좌심실 직경, 좌심실 두께, 심실중격 두께 등을 측정하여 Penn conventional measurement를 이용하여 좌심실 질량을 계산하였다.[13]

$$LVM(gm) = 1.04[\{IVSTd + LVIDd + PWTd\}^3 - \{LVID\}^3] - 13.6$$

LVM : Left ventricular mass

IVSTd : Interventricular septal thickness at end - diastole

LVIDd : Left ventricular internal dimension at end - diastole

PWTd : Posterior wall thickness at end - diastole

좌심실 질량 지수는 좌심실 질량을 체표면적으로 나누어 구하였다.[14]

$$LVMI(gm/m^2) = LVM(gm)/body\ surface\ area(m^2)$$

LVMI : Left ventricular mass index

LVM : Left ventricular mass

좌심실비대는 좌심실 질량지수가 남자는 134 gm/m^2 이상, 여자는 110 gm/m^2 이상으로 정의하였다.[15)]

통계방법

측정된 자료는 평균과 표준편차로 표시하였고, 평균값에 대한 유의성 검증은 Student 's t-test를 이용하여, $p<0.05$일 경우를 유의하다고 판정하였다. 운동시 혈압반응과 좌심실 비대와의 연관성은 상관계수를 구하여 비교하였다.

결 과

대상환자의 특성

고혈압 환자 117명중 운동부하검사시 정상혈압반응을 보인 군은 66명이었고, 과도한 혈압반응을 보인 군은 51명으로 이중 정상 혈압반응 군에서 남자는 29명, 여자는 37명이었고, 과도한 혈압반응을 보인 군에서는 남자 27명, 여자 24명으로 두 군간에 성별에 따른 유의한 차이는 없었다. 또한 두 군간의 나이는 정상 혈압반응군 60±11세, 과도한 혈압반응군 59±12세로 유의한 차이가 없었고, 운동시간도 정상 혈압반응군에서 133분, 과도한 혈압반응을 보인 군에서 124분으로 유의한 차이가 없었다(Table 1). 또한 고혈압 치료전에 외래에서 측정한 혈압은 정상 혈압군에서 수축기 혈압 160±19 mmHg, 확장기 혈압 96±15 mmHg였고, 과도한 혈압반응군에서는 수축기 혈압 167±15 mmHg, 확장기 혈압 99±14 mmHg으로 두 군간에 유의한 차이는 없었다($p>0.05$).

Table 1. Baseline characteristics

	Normal BP response	Exaggerated BP response	p
Number	66	51	NS
Age (year)	60±11	59±12	NS
Sex (male/female)	29/37	27/24	NS
Exercise time (min)	13± 3	12± 4	NS
Pre-test SBP (mmHg)	146±13	150±15	NS
Pre-test DBP (mmHg)	90±10	90±11	NS
Peak SBP (mmHg)	165±16	205±17	0.001
Peak DBP (mmHg)	96± 9	99±10	0.02
LVMI (gm/m^2)	120±25	169±46	0.04

LVMI : left ventricular mass index, SBP : systolic blood pressure, DBP : diastolic blood pressure, NS : not significant

운동시 혈압반응

정상 혈압반응을 보인 군에서 운동부하검사전 수축기 혈압 146±13 mmHg, 확장기 혈압 90±10 mmHg, 최대 운동부하시 수축기 혈압 165±16 mmHg, 확장기 혈압 96±9 mmHg였고, 과도한 혈압 반응을 보인 군에서 운동부하검사전 수축기 혈압 150±15 mmHg, 확장기 혈압 90±11 mmHg이었고, 최대 운동부하시 수축기 혈압 205±17 mmHg, 확장기 혈압 99±10 mmHg으로 과도한 혈압반응을 보인 군에서 최대 운동부하시의 수축기 혈압($p=0.001$) 및 확장기 혈압($p=0.02$)이 유의하게 높았다(Table 1, Fig. 1).

좌심실 질량 지수와 혈압반응과의 관계

확장기 혈압은 좌심실 질량 지수와의 관계에서 안정시($r=0.01$, $p>0.05$)와 최대 운동부하시에도($r=0.07$,

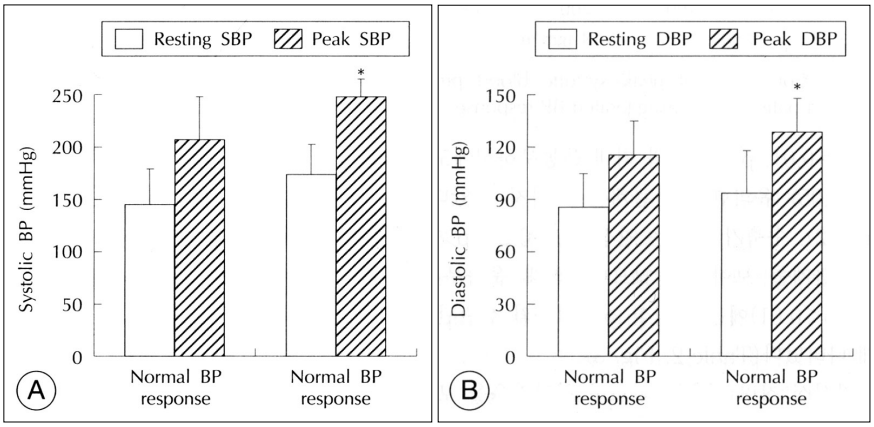

Fig. 1. A : Systolic Blood Pressure Changes according to Rest and Exercise between two groups (* : $p=0.001$). B : Diastolic Blood Pressure Changes according to Rest and Exercise between two groups (* : $p=0.02$).

Table 2. Correlation of blood pressure with left ventricular mass index

	Correlation coefficient	p
Resting SBP	0.21	NS
Resting DBP	0.01	NS
Peak SBP	0.46	0.001
Peak DBP	0.07	NS

SBP : systolic blood pressure, DBP : diastolic blood pressure

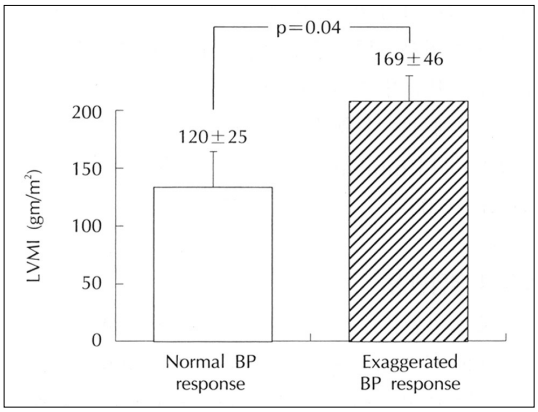

Fig. 2. Comparison of Left Ventricular Mass Index (LVMI) between two groups.

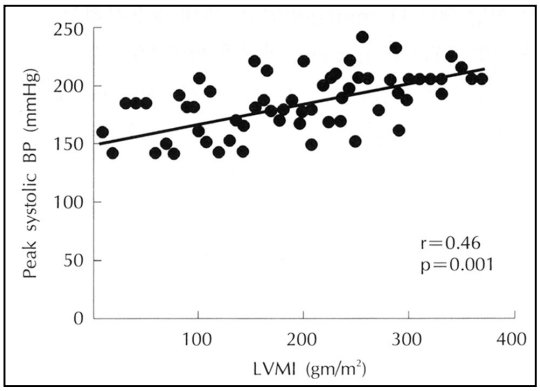

Fig. 3. Correlation of peak systolic blood pressure with LVMI in patients with exaggerated BP response.

p>0.05) 유의한 상관관계는 보이지 않았다(Figs. 1 and 2). 수축기 혈압은 안정시(r=0.21, p>0.05)에는 상관관계를 보이지 않았으나, 최대 운동부하시(r=0.46, p<0.01)에는 좌심실 질량지수와 상관관계가 약하게 나타났다(Table 2, Fig. 3).

좌심실 질량 지수는 과도한 혈압반응을 보인 군에서 169±46 gm/m^{2}로 정상 혈압반응군의 120±25 gm/m^2 보다 유의하게 증가되었다(p=0.04)(Fig. 2).

고 찰

고혈압 환자에서 합병증 및 예후를 예측하는데 안정시 혈압이 중요하게 생각되어 고혈압과 장기 손상에 대해서 안정시 혈압을 기준으로 많은 연구들이 시행되었다. 그러나 항고혈압 약제 복용후, 안정시 혈압은 잘 조절되었으나 오히려 장기손상은 더 진행되어 안정시 혈압 이외에 다른 상황의 혈압이 연관되어 있을 것으로 사료되었고, 따라서 운동이나 스트레스를 받았을 때의 혈압 반응의 의미와 장기 손상에 미치는 영향에 대한 여러 보고가 있어 왔다.[6)16)17)]

Knutsen 등은 87명의 남자환자에서 안정시 및 운동시 혈압과 좌심실 질량과의 연관성을 비교한 연구에서 운동시 혈압과 안정시 혈압의 좌심실 질량 예측에 있어 유의한 차이는 없다고 보고하였고,[18)] Fagard 등은 운동시 혈압이 안정시 혈압보다 사망률과 심혈관계 위험을 예측하는데 더 유용한 인자인지를 알아보기 위해 143명의 고혈압환자를 대상으로 자전거 운동력 측정계를 이용하여 운동을 시키면서 상완동맥에서 운동시 혈압을 측정하였는데 안정시 혈압과 운동시 혈압 모두 사망률의 예견 및 심혈관계 사건의 빈도 예측에 유용한 것을 관찰하였다.[19)]

그러나 Jan Filopovsky 등은 4907명의 환자를 17년간 추적 관찰하여 안정시 수축기 혈압 또는 심박수 상승보다 운동시 수축기 혈압의 상승정도가 사망률과 더 유의한 연관성이 있다고 보고하였다.[20)] 또한 Devereux 등은 19명의 정상인과 81명의 고혈압환자에서 24시간 혈압 측정을 한 연구에서 심초음파상 좌심실 비대와 병원이나 집에서 측정한 혈압과는 상관관계가 없었으나 집안에서 운동이나 스트레스를 받았을 때의 혈압이 좌심실 비대와 보다 밀접한 연관성이 있었다고 보고하였다.[21)] 본 연구에서는 확장기 혈압은 좌심실 비대와 연관성이 없고, 최대 운동부하시 수축기 혈압이 좌심실 비대와 연관성이 약하지만 가장 높게 나타나 Devereux와 비슷한 소견을 보였다(r=0.46, p<0.001).

운동하는 동안 신체반응은 심장과 전신 혈관에서 교감신경이 활성화되는 반면 부교감 신경은 억제된다. 따라서 대부분의 조직에서는 혈관수축이 일어나게 되지만 말초저항의 감소로 운동시 확장기 혈압은 변화가 없거

나 떨어지게 된다.[22] 운동시 수축기 혈압의 상승은 심박출량 증가에 의한 것으로 초기에는 심박출량에 의한 것이고 후반기는 심박동수 증가에 의하여 일어난다. 정상적인 사람에서도 운동시 과도한 수축기 혈압 반응을 보인 경우 추적 관찰을 한 결과 고혈압 발생 가능성이 높다고 하였다.[23] 또한 고혈압 환자에서 운동시 과도한 혈압 반응을 보이는 경우 안정시 혈압과는 무관하게 이로 인한 장기 손상이 초래된다고 알려져 있는데, 과도한 혈압반응이란 운동시 혈압이 지나치게 상승한 경우로, 수축기 혈압이 200 220 mmHg 이상으로 증가하거나[10][11][24-26] 확장기 혈압이 10 mmHg 이상 증가한 경우[12]로 정의한 여러 연구가 있었다. 과도한 혈압반응의 기전은 아직 명확하지 않으나 운동시 적절한 말초혈관 저항의 감소가 이루어지지 않아서 발생한다고 알려져 있는데, Wilson 등은 대상군을 각각 정상인, 가족력이 있고 안정시 혈압이 높았던 고위험도의 고혈압군과 저위험도의 고혈압군으로 나누어 자전거 운동력 측정계로 운동부하검사를 실시한 결과 고위험도의 고혈압군의 35%에서 과도한 혈압상승이 관찰되었고, 운동부하검사 중 말초저항지수 측정시 고위험도의 고혈압군에서 말초저항의 감소가 현저하지 않아 과도한 혈압반응이 초래되었을 것이라고 하였다.[27][28]

John 등은 고혈압환자가 아닌 정상인에서 운동시 과도한 수축기 혈압 상승이 좌심실비대에 미치는 영향을 분석한 결과, 정상인 39명중 22명이 운동시 수축기 혈압이 210 mmHg이상으로 과도한 수축기 혈압상승이 관찰되었고 이들 22명 중 14명에서 좌심실비대가 발견되어 정상인에서도 운동시 과도한 혈압반응이 있을 경우 좌심실비대가 나타날 확률은 0.64(95% CI, 0.41 to 0.83)라고 하였다. 또한 좌심실 질량지수는 운동시 최대수축기 혈압과 가장 상관관계(r=0.65, p<0.001)가 높아서 고혈압환자가 아닌 경우에도 운동시 과도한 혈압반응이 있을 경우 좌심실비대가 동반될 수 있다고 하였다.[9]

본 연구의 제한점으로 대상환자가 적었고, 운동시 혈압반응과 좌심실 질량지수와의 상관계수가 낮게 나와서 운동시 과도한 혈압반응의 의미를 규명하고 과도한 혈압반응이 심혈관계에 미치는 영향에 대해서 설명하기에는 미흡한 점이 많아 향후 전향적인 연구가 필요하다고 사료된다.

본 연구에서는 고혈압 환자의 치료 및 예후 판정에서 운동시 혈압반응의 의미와 미치는 영향에 대한 연구 결과 좌심실비대는 최대 운동시 수축기 혈압과 가장 상관관계가 높게 나타났고, 운동부하시 과도한 혈압반응을 보인 군에서 유의하게 동반되었다. 따라서 혈압이 안정시 정상으로 유지되더라도 운동시 과도한 혈압상승을 보인 경우에는 좌심실비대 등 심혈관계 질환이 동반될 가능성이 높으므로 심초음파 등을 시행하여 심혈관계 이상을 찾아보는 노력이 필요하며 운동시 과도한 혈압상승을 보이는 경우는 좀더 철저한 항고혈압 치료 등의 체계적인 치료가 필요할 것으로 사료된다.

요 약

연구목적 :

고혈압 환자에서 운동시 혈압반응이 과도하게 일어나는 경우에는 이로 인한 장기 손상이 더 잘 초래될 수 있다고 알려져 있으나, 운동부하시 과도한 혈압반응과 운동시 혈압이 장기 손상에 미치는 영향에 대한 보고는 많지 않다. 저자 등은 고혈압 환자에서 운동시 과도한 혈압반응의 의미와 장기 손상에 미치는 영향을 알아보기 위해 운동부하시 혈압반응과 좌심실 비대와의 연관성을 분석하였다.

방 법 :

고혈압 환자 117명을 대상으로 운동부하검사를 시행하여 정상 혈압반응을 보였던 66명과 과도한 혈압반응을 보였던 51명에서 심장초음파검사를 시행하여 두 군간의 안정시 혈압 및 운동부하검사시 혈압반응을 관찰하고 운동부하시 혈압반응이 좌심실비대에 미치는 영향을 비교 관찰하였다.

결 과 :

고혈압 환자에서 운동부하시 과도한 혈압반응을 보인 군과 정상적인 혈압반응을 보인 군에서 심장 초음파를 이용하여 좌심실비대의 동반을 분석하여 다음의 결과를 얻었다.

1) 운동부하시 과도한 혈압반응을 보인 군에서 운동시 수축기 혈압이 유의하게 높았다(p=0.001).

2) 좌심실비대는 운동부하시 비정상적인 혈압반응을 보인 군에서 유의하게 동반되었다(p=0.04).

3) 혈압과 좌심실 질량 지수와의 상관관계에서 최대 운동부하시 수축기 혈압이 약하지만 가장 상관관계가 높았다(r=0.46, p=0.001).

결 론 :

좌심실비대는 최대 운동시 수축기 혈압과 가장 상관관계가 높았고, 운동부하시 과도한 혈압반응을 보인 군에서 유의하게 동반되었다. 고혈압의 진단 및 치료에서 안정시 혈압도 중요하지만 운동시 혈압반응도 중요하고 이에 대해서는 체계적인 연구가 필요하다고 사료된다.

중심 단어 : 고혈압 · 과도한 혈압반응 · 좌심실비대.

REFERENCES

1) Muldal R, Kjeldsen SE, Sandvik L, Erikssen G, Thaulow E, Erikssen J. *Exercise blood pressure predicts cardiovascular mortality in middle-aged men. Hypertension 1994;24:56-62.*
2) Perloff D, Sokolow M, Cowan RM, Juster RP. *Prognostic value of ambulatory blood pressure measurements: further analysis. J Hypertens 1989;7:S3-10.*
3) Kannel WB. *Role of blood pressure in cardiovascular morbidity and mortality. Prog Cardiovasc Diagn 1974; 17:5-24.*
4) Shigematsu Y, Hamada M, Mukai M, Matsuoka H, Sumimoto T, Hiwada K. *Clinical evidence of an association between left ventricular geometric adaptation and extracardiac target organ damage in essential hypertension. J Hypertens 1995;13:155-60*
5) Papademetriou V, Notargiacomo A, Sethi E, Costello R, Fletcher R, Freis ED. *Exercise blood pressure response and left ventricular hypertrophy. Am J Hypertens 1989; 2:114-6.*
6) Ren JF, Hakki AH, Kotler MN, Iskandrian AS. *Exercise systolic blood pressure: A powerful determinant of increased left ventricular mass in patients with hypertension. J Am Coll Cardiol 1985;5:1224-31.*
7) Agabiti-Rosei E, Muiesan ML. *Left ventricular hypertrophy: how to influence an important risk factor in hypertension. J Hypertens 1998;16(suppl):S53-8.*
8) Bernard RC. *Heart disease: a textbook of cardiovascular disease. 5th ed., United States of America: Saunders Company;1997. p.153-76.*
9) Gottdiener JS, Brown J, Zoltick J, Fletcher RD. *Left ventricular hypertrophy in men with normal blood pressure: relation to exaggerated blood pressure response to exercise. Ann Intern Med 1990;112:161-6.*
10) Bano M, Simo D, Bellido J, Miravet V, Mecho D, Epsin A, *et al. Relationship between maximum arterial pressure response to exercise and left ventricular hypertrophy in normotensive subjects. Rev Esp Cardiol 1994;47:529-35.*
11) Lauer MS, Levy D, Anderson KM, Plehn JF. *Is there a relationship between exercise systolic blood pressure response and left ventricular mass? The Framingham Heart study. Ann Intern Med 1992;116:203-10.*
12) Wilson MF, Sung BH, Pincomb GA, Lovallo WR. *Exaggerated pressure response to exercise in men at risk for systemic hypertension. Am J Cardiol 1990;66:731-6.*
13) Devereux RB, Reichek N. *Echocardiographic determination of left ventricular mass in man. Anatomic validation of the method. Circulation 1977;55:613-8.*
14) Devereux RB, Alonso DR, Lutas EM, Gottlieb GJ, Campos E, Sachs I, *et al. Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy: Comparison to necropsy findings. Am J Cardiol 1986;57:450-8.*
15) Muiesan ML, Salvetti M, Rizzoni D, Monteduro C, Castellano M, Agabiti-Rosei E. *Persistence of left ventricular hypertrophy is a stronger indicator of cardiovascular events than baseline left ventricular mass or systolic performance: 10 years of follow-up. J Hypertens 1996; 14:S43-4.*
16) Nathwani D, Reeves RA, Marquez-Julio A, Leenen FH. *Left ventricular hypertrophy in mild hypertension: correlation with exercise blood pressure. Am Heart J 1985;109: 386-7.*
17) Giaconi S, Palombo C, Marabotti C, Genovesi-Ebert A, Mezzasalma L, Volterrani D, *et al. Left ventricular mass in borderline hypertension, assessed by echocardiography. Relationship with resting and stress blood pressure. J Nucl Med Allied Sci 1989;33:26-31.*
18) Knutsen KM, Michelson S, Otterstad JE, Froland G, Wasenius A, Stugaard M. *Correlations between left ventricular mass and systolic blood pressure at rest and during maximal exercise in moderately hypertensive men. J Hum Hypertens 1991;5:149-54.*
19) Fagard R, Straessen J, Thijs L, Amery A. *Prognostic significance of exercise versus resting blood pressure in hypertensive men. Hypertension 1991;17:574-8.*
20) Filipovsky J, Ducimetiere P, Safar ME. *Prognostic significance of exercise blood pressure and heart rate in middle-aged men. Hypertension 1992;20:333-9.*
21) Devereux RB, Pickering TG, Harshfield GA, Kleinert HD, Denby L, Clark L, *et al. Left ventricular hypertrophy in patients with hypertension: importance of blood pressure response to regularly recurring stress. Circulation 1983;68:470-6.*
22) Sherpherd JT. *Circulatory response to exercise in health. Circulation 1987;76(6 Pt 2):VI 3-10.*
23) Jackson AS, Squires WG, Grimes G, Beard EF. *Prediction of future resting hypertension from exercise blood pressure. J Cardiac Rehab 1983;3:263-8.*
24) Fragola PV, Romitelli S, Moretti A, Michisanti M, Cannata D. *Precursors of established hypertension in borderline hypertensives. A two-year follow-up. Int J Cardiol 1993;39:113-9.*
25) Herkenhoff FL, Lima EG, Goncalves RA, Souza AC, Vasquez EC, Mill JG. *Doppler echocardiographic indexes and 24-h ambulatory blood pressure data in sedentary middle-aged men presenting exaggerated blood pressure response during dynamical exercise test. Clin Exp Hypertens 1997;19:1101-16.*
26) Nazar K, Kaciuba-Uscilko H, Ziemba W, Krysztofiak H, Wojcik-Ziolkowska E, Niewiadomski W, *et al. Physiologic characteristics and hormonal profile of young normotensive men with exaggerated blood pressure response to exercise. Clin Physiol 1997;17:1-18.*
27) Palatini P. *Exaggerated blood pressure response to exercise: pathophysiologic mechanisms and clinical relevance. J Sports Med Phys Fitness 1998;38:1-9.*
28) Wilson MF, Sung BH, Pincomb GA, Lovallo WR. *Exaggerated pressure response to exercise in men at risk for systemic hypertension. Am J Cardiol 1990;66:731-6.*