

건강증진센터를 방문한 성인 남성에게 있어서 전립선 용적과 대사성 인자, 인체측정학적 지수와의 상관성

Correlation between Prostate Volume and Metabolic or Anthropometric Factors in Male Visitors to a Health Promotion Center

Yoon Dong Kim, Won Jae Yang, Yun Seob Song, Young Ho Park

From the Department of Urology, Soonchunhyang University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: We investigated the relationship of prostate volume with metabolic and anthropometric parameters in men who visited a health promotion center.

Materials and Methods: From January 2004 to July 2007, among 16,236 men between 30 to 69 years old who visited our health promotion center for a general check-up, 1,033 men (6.4%) agreed to have their prostate evaluation included in this study. They underwent anthropometric measurements, basic laboratory tests, and transrectal ultrasonography. We evaluated the relationship of prostate volume with metabolic and anthropometric factors.

Results: In bivariate analysis, prostate volume positively correlated with height, weight, body mass index (BMI), body surface area (BSA), serum prostate-specific antigen (PSA), triglyceride, and blood pressure, and negatively correlated with high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C). In multivariate analysis, age, BSA, serum PSA and HDL-C significantly correlated with prostate volume, whereas BMI did not ($p=0.765$). Prostate volume in patients with metabolic syndrome (28.0ml) was significantly larger than those without (25.4ml), but there was no difference in PSA ($p=0.976$).

Conclusions: Because height positively correlated with prostate volume ($p=0.010$), BSA (calculated as $\text{height}^{0.725} \times \text{weight}^{0.425} \times 0.007184$) but not BMI (as: $\text{weight}/\text{height}^2$) correlated with prostate volume in multivariate analysis. Metabolic syndrome increased prostate volume. (Korean J Urol 2008;49:139-144)

Key Words: Benign prostatic hyperplasia, Metabolic syndrome X, Body surface area, Body mass index

대한비뇨기과학회지
제 49 권 제 2 호 2008

순천향대학교 의과대학
비뇨기과학교실

김윤동 · 양원재 · 송윤섭 · 박영호

접수일자 : 2007년 11월 19일
채택일자 : 2007년 12월 31일

교신저자: 양원재
순천향대학교 서울병원 비뇨기과
서울시 용산구 대사관길 22
☎ 140-743
TEL: 02-709-9378
FAX: 02-709-9265
E-mail: wonjya@hosp.sch.ac.kr

서론

전립선비대증은 40세 이상의 남성에서 가장 흔한 양성 질환이다. 부검 연구에 따르면, 50대 남성의 42%, 80세 이상에서는 85%에서 조직학적인 전립선비대증이 관찰되며, 이중 약 25-50%가 임상적인 전립선비대증으로 발전한다고 한다.¹

전립선비대증의 병인에 대해서는 아직 정확하게 밝혀지

지 않았으나 노화와 남성 호르몬이 주요한 역할을 하는 것으로 알려져 있고,^{2,3} 가족력, 인종, 흡연, 제2형 당뇨병, 낮은 고밀도 지단백-콜레스테롤 (high-density lipoprotein cholesterol; HDL-C), 높은 인슐린 농도, 고혈압, 비만 등이 역할을 하는 것으로 거론된다.^{4,5}

최근 임상적인 전립선비대증과 비만 및 대사증후군의 여러 요소와의 관계에 대한 연구가 국내외에서 많이 이루어졌으나,⁵⁻¹¹ 일반인에 대한 연구는 드물다.^{12,13} 이에 저자들은 건강검진을 위해 내원한 성인 남성에게 있어서 대사증후군의

구성요소들과 인체측정학적 지수가 전립선 용적과 어떤 상관성이 있는지에 대해 알아보았다.

대상 및 방법

2004년 1월부터 2007년 7월까지 본원 건강증진센터를 방문한 30세에서 69세까지의 성인 남성 16,236명 중 전립선에 대한 검사를 원한 1,033명 (6.4%)을 대상으로 신장, 체중, 혈압 등의 인체측정학적 지수와 혈액검사 및 경직장 초음파 검사를 시행하였다. 신장과 체중은 가벼운 복장에서 신발을 신지 않은 상태에서 측정하였으며 혈압은 최소 5분간의 충분한 휴식 후 전자식 혈압계로 측정하였다. 체질량지수 (body mass index; BMI)는 신장 (height; H)과 체중 (weight; W)을 공식 ($BMI=W/H^2$)에 따라 산출하였고, 체표면적 (body surface area; BSA)은 Dubois 공식 ($BSA=H^{0.725} \times W^{0.425} \times 0.007184$)에 대입하여 계산하였다.¹⁴ 방문자들의 혈액 샘플은 전날 자정부터 최소 8시간 이상 금식하도록 한 후에 채취하였으며 공복 혈당, 총 콜레스테롤, 중성지방, HDL-C, 저밀도 지단백-콜레스테롤 (low-density lipoprotein cholesterol; LDL-C)을 enzymatic colorimetric assay 방법으로, 혈중 전립선특이항원 (prostate-specific antigen; PSA)은 radioimmunoassay 방법으로 측정하였다. 전립선 용적은 경직장 초음파 (Medison™, SONOACE 6000C, 한국)의 6.5MHz의 탐촉자를 이용하여 높이, 폭, 길이를 측정 후 타원체 공식 ($V = \pi/6 \times H \times W \times L$)에 대입하여 구하였다.

대사증후군의 진단은 가장 최근에 발표된 National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (NCEP-ATP III)의 정의에 따라 다음의 5가지 기준 중 3가지 이상을 만족하는 경우로 하였다.¹⁵ 5가지 기준은 1) 비만 (허리둘레가 90cm 이상이거나 BMI가 25kg/m^2 이상), 2) 고혈압 (수축기 혈압이 130mmHg 이상 혹은 이완기 혈압이 85mmHg 이상), 3) 고혈당 (공복 시 혈당이 110mg/dl 이상), 4) 고중성지방혈증 (150mg/dl 이상), 5) 낮은 HDL-C (45mg/dl 미만)으로 이 중 비만에 대한 항목에서 허리둘레와 BMI는 2000년 The Asia-Pacific perspective에서 제시한 수치를 사용하였다.¹⁶ 본 연구에서는 측정의 편의를 위하여 허리둘레 대신 BMI를 이용하였다.

통계학적인 분석은 Windows®용 Statistical Package for Social Sciences 14.0 (SPSS 14.0 KO for Windows)을 사용하였다. 각각의 측정값은 Pearson's correlation coefficient, partial correlation coefficient, 다중회귀분석, 로지스틱 회귀분석, Student's t-test를 시행하여 p값이 0.05 미만인 경우 통계학적으로 유의한 것으로 판단하였다.

Table 1. Characteristics of participants

Variables	Mean±SD
Age (years)	50.4±7.9
Height (cm)	170.0±5.8
Weight (kg)	70.8±9.5
BMI (kg/m^2)	24.5±2.7
BSA (m^2)	1.82±2.69
Total PV (ml)	26.2±8.2
Systolic BP (mmHg)	124.3±13.7
Diastolic BP (mmHg)	81.7±10.3
FBS (mg/dl)	101.0±22.6
Total cholesterol (mg/dl)	196.1±36.7
TG (mg/dl)	153.2±101.3
HDL-C (mg/dl)	51.1±12.9
LDL-C (mg/dl)	124.1±30.4
PSA (ng/ml)	1.34±1.36

SD: standard deviation, BMI: body mass index, BSA: body surface area, PV: prostate volume, BP: blood pressure, FBS: fasting blood sugar, TG: triglyceride, HDL-C: high-density lipoprotein cholesterol, LDL-C: low-density lipoprotein cholesterol, PSA: prostate-specific antigen

결 과

총 1,033명의 대상군의 중간 연령은 50세 (30-69)였으며, 전립선 용적의 평균값은 26.2ml이었다 (Table 1). 대사증후군 관련 지표와 인체측정학적 지수와의 이변량 상관분석에서 전립선 용적은 연령, 신장, 체중, BMI, BSA, 수축기/이완기 혈압, 혈중 PSA와 유의한 양의 상관관계를 보였으며 HDL-C와는 음의 상관관계를 보였다 (Table 2). 전립선 용적과 밀접한 관계를 보이는 연령을 통제한 경우, 신장과 체중과의 상관계수가 더 높아졌으며 이에 따라 BMI보다 BSA가 더 높은 상관성을 나타냈고, 추가로 중성지방과 유의한 상관성을 보였다 (Table 3). 다변량 분석에서 전립선 용적은 연령, BSA, 혈중 PSA와 유의한 양의 상관성을 보였고 HDL-C와는 음의 상관성을 나타냈다. BMI, 혈압, 중성지방은 통계적으로 유의한 상관성을 보이지 않았다 (Table 4). 또한, 대사증후군 환자만을 대상으로 한 다변량 분석에서도 전체 집단의 결과에서와 마찬가지로 전립선 용적은 연령, BSA, 혈중 PSA, HDL-C가 의미 있는 상관성을 나타냈고 BMI와는 무관한 결과를 나타냈다 (Table 5). 전체 대상군 전립선 용적의 중간값인 25.1ml 기준으로 로지스틱 선형회귀모형을 이용하여 연령, BSA, 혈중 PSA는 대상군의 중간값을 기준으로, BMI, 수축기 혈압, TG, HDL-C는 대사증후군의 판정기준으로 두 범주로 나눠 분석을 시행했을 때 연령, BSA,

Table 2. Correlation between prostate volume and selected characteristics

Variables	Total PV	
	r*	p-value
Age (years)	0.277	<0.001
Height (cm)	0.080	0.010
Weight (kg)	0.215	<0.001
BMI (kg/m ²)	0.209	<0.001
BSA (m ²)	0.193	<0.001
Systolic BP (mmHg)	0.152	<0.001
Diastolic BP (mmHg)	0.139	<0.001
FBS (mg/dl)	0.011	0.729
Total cholesterol (mg/dl)	0.005	0.862
TG (mg/dl)	0.050	0.109
HDL-C (mg/dl)	-0.094	0.002
LDL-C (mg/dl)	0.025	0.425
PSA (ng/ml)	0.284	<0.001

BMI: body mass index, BSA: body surface area, PV: prostate volume, BP: blood pressure, FBS: fasting blood sugar, TG: triglyceride, HDL-C: high-density lipoprotein cholesterol, LDL-C: low-density lipoprotein cholesterol, PSA: prostate-specific antigen, *: Pearson's correlation coefficient

Table 3. Age-adjusted correlation between prostate volume and selected characteristics

Variables	Total PV	
	r*	p-value
Height (cm)	0.175	<0.001
Weight (kg)	0.278	<0.001
BMI (kg/m ²)	0.225	<0.001
BSA (m ²)	0.275	<0.001
Systolic BP (mmHg)	0.100	0.001
Diastolic BP (mmHg)	0.105	0.001
FBS (mg/dl)	<0.001	0.989
Total cholesterol (mg/dl)	0.010	0.740
TG (mg/dl)	0.064	0.041
HDL-C (mg/dl)	-0.102	0.001
LDL-C (mg/dl)	0.043	0.173
PSA (ng/ml)	0.248	<0.001

BMI: body mass index, BSA: body surface area, BP: blood pressure, FBS: fasting blood sugar, TG: triglyceride, HDL-C: high-density lipoprotein cholesterol, LDL-C: low-density lipoprotein cholesterol, PSA: prostate-specific antigen, *: partial correlation coefficient adjusted by age

혈중 PSA가 유의한 위험인자로 분석되었다 (Table 6). 대사 증후군으로 진단된 군과 대조군의 연령에는 유의한 차이가 없었으나, 전립선 용적은 각각 28.0±9.2ml과 25.4±7.7ml으

Table 4. Multivariable linear regression model evaluating factors correlated with prostate volume

	Coefficient	p-value
Age (years)	0.285	<0.001
BMI (m/kg ²)	0.013	0.765
BSA (m ²)	0.241	<0.001
Systolic BP (mmHg)	0.033	0.273
TG (mg/dl)	0.008	0.777
HDL-C (mg/dl)	-0.072	0.014
LDL-C (mg/dl)	0.019	0.501
PSA (ng/ml)	0.244	<0.001

BMI: body mass index, BSA: body surface area, BP: blood pressure, TG: triglyceride, HDL-C: high-density lipoprotein cholesterol, LDL-C: low-density lipoprotein cholesterol, PSA: prostate-specific antigen

Table 5. Multivariable linear regression model of prostate volume in the metabolic syndrome group

	Coefficient	p-value
Age (years)	0.306	<0.001
BMI (m/kg ²)	-0.019	0.772
BSA (m ²)	0.253	<0.001
FBS (mg/dl)	-0.081	0.140
HDL-C (mg/dl)	-0.111	0.044
Total cholesterol (mg/dl)	-0.025	0.641
PSA (ng/ml)	0.257	<0.001

BMI: body mass index, BSA: body surface area, FBS: fasting blood sugar, HDL-C: high-density lipoprotein cholesterol, PSA: prostate-specific antigen

Table 6. Logistic regression model of factors affecting prostate volume*

	Odds ratio	(95% CI)	p-value
Age (50 years >, ≤)	1.912	(1.464-2.496)	<0.001
BMI (25m/kg ² >, ≤)	1.225	(0.903-1.663)	0.193
BSA (1.81m ² >, ≤)	1.718	(1.276-2.3158)	<0.001
Systolic BP (130mmHg >, ≤ >)	1.299	(0.985-1.714)	0.064
TG (150mg/dl >, ≤)	1.143	(0.861-1.516)	0.356
HDL-C (45mg/dl >, ≤)	0.916	(0.861-1.516)	0.555
PSA (1.0ng/ml >, ≤)	2.504	(1.928-3.253)	<0.001

*Median prostate volume is 25.1ml. BMI: body mass index, BSA: body surface area, BP: blood pressure, TG: triglyceride, HDL-C: high-density lipoprotein cholesterol, PSA: prostate-specific antigen, CI: confidence interval

로 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 양 군에서 전립선 용적에 차이가 있음에도 불구하고 혈중 PSA는 유의한 차이

Table 7. Comparison of the metabolic syndrome and control groups

	Metabolic syndrome (n=304)		Control (n=729)		p-value*
	Mean±SD	(range)	Mean±SD	(range)	
Age (years)	51.0±8.0	(32-69)	50.2±7.8	(30-69)	0.112
Height (cm)	170.3±5.8	(154.8-187.0)	169.9±5.8	(150.8-186.3)	0.360
Weight (kg)	77.0±8.9	(55.6-106.2)	68.3±8.5	(42.1-99.7)	<0.001
BMI (kg/m ²)	26.5±2.3	(20.1-33.7)	23.6±2.4	(16.3-34.2)	<0.001
BSA (m ²)	1.89±0.13	(1.54-2.26)	1.79±0.12	(1.39-2.19)	<0.001
Systolic BP (mmHg)	131.8±13.2	(92-181)	121.2±12.7	(87-164)	<0.001
Diastolic BP (mmHg)	86.7±9.5	(36-116)	79.6±9.9	(51-115)	<0.001
Total PV (ml)	28.0±9.2	(13.7-78.2)	25.4±7.7	(9.8-72.2)	<0.001
TZ volume (ml)	11.1±5.1	(1.0-43.0)	9.5±3.9	(2.5-32.8)	<0.001
Serum glucose (mg/dl)	109.8±26.9	(68-256)	97.3±19.4	(70-333)	<0.001
Total cholesterol (mg/dl)	201.0±34.8	(114-424)	194.1±37.3	(119-726)	0.006
TG (mg/dl)	226.0±130.5	(37-1325)	122.8±65.8	(17-649)	<0.001
HDL-C (mg/dl)	44.8±12.6	(19-193)	53.7±12.1	(26-145)	<0.001
LDL-C (mg/dl)	124.8±30.4	(51-224)	123.8±30.5	(35-307)	0.635
PSA (ng/ml)	1.35±1.54	(0.16-19.93)	1.34±1.27	(0.13-13.95)	0.976

BMI: body mass index, BSA: body surface area, BP: blood pressure, PV: prostate volume, TZ: transition zone, TG: triglyceride, HDL-C: high-density lipoprotein cholesterol, LDL-C: low-density lipoprotein cholesterol, PSA: prostate-specific antigen, SD: standard deviation, *: Student's t-test

를 보이지 않았다 (Table 7).

고 찰

전립선의 성장과 전립선비대증 그리고 전립선암은 현재까지의 연구에서 비만을 비롯한 대사증후군의 요소들과 어느 정도 관련성이 있는 것으로 보인다. 전립선의 성장과 증식은 기본적으로 내분비계의 변화와 밀접한 관계를 갖는다. 노화가 진행되면서 전립선 내 테스토스테론 농도가 줄어듦에 따라, 체지방의 과도한 축적으로 나타나는 비만은 성호르몬 대사와 인슐린 수치의 이상을 일으킨다. 지방조직 내의 아로마타제에 의해 테스토스테론이 방향화되면서 에스트론, 에스트라디올과 유리 에스트라디올 수치가 증가하고 테스토스테론과 유리 테스토스테론, 성호르몬 결합 글로불린은 감소한다.¹⁸ 에스트라디올/테스토스테론 비율이 올라가면 전립선비대증 조직의 기질세포/상피세포의 비율이 증가하고, 또한 기질세포는 축분비 기전으로 여러 성장인자를 분비하여 상피세포의 성장을 조절한다.¹⁹ 인슐린 저항성에 의한 고인슐린혈증은 교감신경을 조절하는 역할을 하는 시상하부의 배쪽 내측핵에서 당의 흡수를 증가시켜 교감신경을 자극하며²⁰ 알파 수용체를 자극하여 하부요로증상을 일으킨다.⁹ Insulin-like growth factor-1 (IGF-1)은 강한 유사분열물질로 전립선 기질과 상피를 포함한 많은 조직들에서 세포 증식과 세포고사를 야기하며,²¹ IGF-1을

주입한 쥐에서 전립선 용적이 29% 증가하였다.²²

인슐린 저항성과 고인슐린혈증을 특징으로 하는 대사증후군은 최근 한국인의 식습관이 서구화되고 평균 수명이 높아지면서 증가하고 있다.²³ 대사증후군은 고혈당, 비만, 이상지혈증, 고혈압 등 관상동맥질환의 위험요인이 되는 질환들이 군집으로 나타나는 경우를 말하는데, 이들 구성 요소들이 전립선비대증의 위험요소로 제안된다. 관상동맥질환의 위험요인이 전립선비대증과 관련이 있다는 것은 관상동맥질환의 위험요소를 조절함으로써 전립선비대증을 예방할 수 있다는 측면에서 그 의미가 크다고 할 수 있다.⁵

Hammarsten 등⁵은 대사증후군의 구성요소들이 전립선비대증의 위험인자라고 처음으로 보고하였으며, Parsons 등²⁴은 BMI 및 상승된 공복혈당과 당뇨병의 유무가 전립선 용적과 상관이 있다고 하였고, Sarma 등¹¹도 실험군-대조군 연구를 통해 BMI와 전립선 용적과의 상관성을 보고하였다. Kim 등⁸은 전립선비대증군에서 대사증후군 구성 요소 중 고혈압이 가장 높은 유병률을 보였다고 하였다. 반대로 Signorello 등²⁵은 그리스인을 대상으로 키, 비만 등을 포함한 생활양식 요인과 전립선비대증 사이에 연관이 없다고 보고하였으며, Gupta 등⁷은 고령, 키, 공복 혈당이 전립선비대증의 위험도를 증가시키는 반면 높은 수축기혈압은 오히려 전립선비대증의 위험도를 감소시킨다고 하였으며, 대사증후군, 체중 또는 BMI의 변화, 지질 수치와는 연관성이 없다고 보고하였다. Park과 Park¹⁰은 전립선비대증 환자에서

대사증후군의 동반유무가 배뇨증상을 악화시키지는 않는다고 하였다. 전립선암과의 관계에 대해서도 최근 많이 연구되고 있다. 비만에 의해 감소된 테스토스테론은 상대적인 전립선암 발생의 감소를 초래할 수 있지만 종양이 발생할 경우 조기에 호르몬 치료에 내성을 보이는 질환으로 발전함으로써 결과적으로 더 나쁜 예후를 보이게 된다.²⁶

본 연구에서 전립선 용적과 여러 변수에 대한 이변량 분석 결과 신장과 체중이 모두 양의 상관성을 나타냈는데, 따라서 비만의 척도로 많이 사용되는 BMI는 공식상 신장의 제곱값에 반비례하기 때문에 공식상 신장과 체중에 모두 비례하는 BSA를 변수로 넣어 다변량 분석 시 BSA에만 유의한 상관성을 나타낸다. 즉, BMI로 대변되는 비만보다는 환자의 체격(신장, 체중)이 전립선 용적과 상관성이 높다는 것이다. 이는 대사증후군 환자들만을 대상으로 한 분석에서도 마찬가지였다. 전립선 용적과 BSA의 상관성을 밝힌 다른 연구도 있다.²⁷ 본 연구에서는 측정하지 않았으나 다른 인체측정학적 지수 중 허리둘레가 전립선비대증을 예측하는 중요한 인자로 거론되기도 한다. Lee 등²⁸은 대사성 질환과 연관된 비만의 효과를 배제할 경우 허리둘레와 전립선 용적은 양의 상관관계가 있고 90cm 이상의 허리둘레가 전립선비대증의 독립적인 위험인자라고 보고하였다. 하지만 또 연관이 없다는 연구도 있기 때문에 이에 대해서는 아직도 많은 연구가 필요하다.²⁴

이상지혈증은 전립선 용적과의 관계에 있어서 그 기전이 명확히 밝혀진 바가 없다. 교차연구에서 낮은 HDL-C 수치를 보이는 남성에서 전립선 용적이 컸다고 하였으나,⁵ Rohrmann 등²⁹은 HDL-C, LDL-C, 중성지방, 총 콜레스테롤과 하부요로증상과는 연관이 없다고 하였다. 결국 이상지혈증은 전립선비대증의 원인에 있어서 제한적인 역할을 할 가능성이 크다.⁷

본 연구에서 대사증후군 군의 전립선 용적이 정상군에 비해 유의하게 컸다. 이는 본 연구와 같이 건강증진센터를 방문한 대상군에 대한 Sohn 등¹³의 연구와 일치하는 것으로 특이한 것은 양 군 간에 연령의 차이가 없음에도 혈중 PSA 수치에는 차이가 없다는 것이다. 같은 연령대에서 전립선 크기가 크면 혈중 PSA가 높다는 것이 일반적으로 알려진 사실인데, 본 연구의 결과만으로 단언할 순 없겠으나 대사증후군 환자, 즉 비만한 집단군에서는 상대적으로 전립선의 크기가 비슷하더라도 비만하지 않은 체형 군에 비해 혈중 PSA가 낮다는 가설을 세울 수 있겠고 이는 다른 연구에서도 보고된 바 있다.³⁰ 이는 추후 연구를 통해 확인해 볼 사항이다.

본 연구의 제한점은 대상군이 건강증진센터를 방문한 성인 남성 중 전립선검사를 위한 사람들로 국한되었다는 것

이다. 따라서 대상군에는 특별한 배뇨증상 없이 단순히 전립선 검사를 위한 사람들과 실제로 배뇨증상을 가진 전립선비대증 환자가 섞여 있어 동질한 집단군이 될 수 없고, 이는 추후의 지역사회 주민을 대상으로 한 연구를 통해 보완되어야 할 것이다.

결론

건강증진센터를 방문한 30-69세 사이의 성인 남성을 대상으로 한 연구에서 전립선의 용적은 다변량 분석에서 나이, BSA, 혈중 PSA와 양의 상관관계를, HDL-C와는 음의 상관관계를 보였다. 비만의 척도로 사용되는 BMI와는 통계적인 유의성을 보이지 않았는데 이는 체중뿐만 아니라 신장도 전립선의 용적과 상관성을 보이기 때문으로 공식상 체중과 신장에 모두 비례하는 BSA와 신장의 제곱에 반비례하는 BMI를 같이 분석 시 BSA에만 의미 있는 것으로 나타나기 때문으로 즉, BMI로 대변되는 비만보다는 환자의 체격(신장, 체중)이 전립선 용적과 유의한 상관성을 보인 것이다. 또한, 대사증후군 환자들의 전립선 용적이 정상군에 비해 유의하게 컸다.

REFERENCES

1. Ziada A, Rosenblum M, Crawford ED. Benign prostatic hyperplasia: an overview. *Urology* 1999;53(3 Suppl 3a):1-6
2. Lee C, Kozlowski JM, Grayhack JT. Etiology of benign prostatic hyperplasia. *Urol Clin North Am* 1995;22:237-46
3. Partin AW, Oesterling JE, Epstein JI, Horton R, Walsh PC. Influence of age and endocrine factors on the volume of benign prostatic hyperplasia. *J Urol* 1991;145:405-9
4. Dahle SE, Chokkalingam AP, Gao YT, Deng J, Stanczyk FZ, Hsing AW. Body size and serum levels of insulin and leptin in relation to the risk of benign prostatic hyperplasia. *J Urol* 2002;168:599-604
5. Hammarsten J, Hogstedt B, Holthuis N, Mellstrom D. Components of the metabolic syndrome-risk factors for the development of benign prostatic hyperplasia. *Prostate Cancer Prostatic Dis* 1998;1:157-62
6. Giovannucci E, Rimm EB, Chute CG, Kawachi I, Colditz GA, Stampfer MJ, et al. Obesity and benign prostatic hyperplasia. *Am J Epidemiol* 1994;140:989-1002
7. Gupta A, Gupta S, Pavuk M, Roehrborn CG. Anthropometric and metabolic factors and risk of benign prostatic hyperplasia: a prospective cohort study of Air Force veterans. *Urology* 2006;68:1198-205
8. Kim JH, Shim BS, Hong YS. The relating factors of metabolic syndrome to benign prostatic hyperplasia. *Korean J Urol* 2005;46:1046-50

9. Ozden C, Ozdal OL, Urgancioglu G, Koyuncu H, Gokkaya S, Memis A. The correlation between metabolic syndrome and prostatic growth in patients with benign prostatic hyperplasia. *Eur Urol* 2007;51:199-203
10. Park JS, Park JK. The meaning of metabolic syndrome X in patients suffering with benign prostatic hyperplasia. *Korean J Urol* 2007;8:696-700
11. Sarma AV, Jaffe CA, Schottenfeld D, Dunn R, Montie JE, Cooney KA, et al. Insulin-like growth factor-1, insulin-like growth factor binding protein-3, and body mass index: clinical correlates of prostate volume among black men. *Urology* 2002;59:362-7
12. Xie LP, Bai Y, Zhang XZ, Zheng XY, Yao KS, Xu L, et al. Obesity and benign prostatic enlargement: a large observational study in China. *Urology* 2007;69:680-4
13. Sohn JC, Chang HS, Kim CI. The correlation between metabolic syndrome and the prostate volume. *Korean J Urol* 2007;48:603-7
14. Du Bois D, Du Bois EF. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. 1916. *Arch Intern Med* 1916;17:863-71
15. Executive summary of the third report of the national cholesterol education program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA* 2001;285:2486-97
16. Western Pacific Regional Office of the World Health Organization, the International Obesity Task Force. The Asia-Pacific perspective: redefining obesity and its treatment. Sydney. Health Communications Australia, 2000. <http://www.obesity-asia-pacific.com>
17. Roberts RO, Jacobson DJ, Rhodes T, Klee GG, Leiber MM, Jacobsen SJ. Serum sex hormones and measures of benign prostatic hyperplasia. *Prostate* 2004;61:124-31
18. Pasquali R, Casimirri F, Cantobelli S, Melchionda N, Morselli Labate AM, Fabbri R, et al. Effect of obesity and body fat distribution on sex hormones and insulin in men. *Metabolism* 1991;40:101-4
19. Wrana JL, Attisano L, Wieser R, Ventura F, Massague J. Mechanism of activation of the TGF-beta receptor. *Nature* 1994;370:341-7
20. Landsberg L. Diet, obesity and hypertension: an hypothesis involving insulin, the sympathetic nervous system, and adaptive thermogenesis. *Q J Med* 1986;61:1081-90
21. Peehl DM, Cohen P, Rosenfeld RG. The role of insulin-like growth factors in prostate biology. *J Androl* 1996;17:2-4
22. Torring N, Vinter-Jensen L, Pedersen SB, Sorensen FB, Flyvbjerg A, Nexø E. Systemic administration of insulin-like growth factor I (IGF-I) causes growth of the rat prostate. *J Urol* 1997;158:222-7
23. Lim S, Park KS, Lee HK, Cho SI. Changes in the characteristics of metabolic syndrome in Korea over the period 1998-2001 as determined by Korean National Health and Nutrition Examination Surveys. *Diabetes Care* 2005;28:1810-2
24. Parsons JK, Carter HB, Partin AW, Windham BG, Metter EJ, Ferrucci L, et al. Metabolic factors associated with benign prostatic hyperplasia. *J Clin Endocrinol Metab* 2006;91:2562-8
25. Signorello LB, Tzonou A, Laggiou P, Samoli E, Zavitsanos X, Trichopoulos D. The epidemiology of benign prostatic hyperplasia: a study in Greece. *BJU Int* 1999;84:286-91
26. Barnard RJ, Aronson WJ, Tymchuk CN, Ngo TH. Prostate cancer: another aspect of the insulin-resistance syndrome? *Obes Rev* 2002;3:303-8
27. Ochiai A, Fritsche HA, Babaian RJ. Influence of anthropometric measurements, age, and prostate volume on prostate-specific antigen levels in men with a low risk of prostate cancer. *Urology* 2005;66:819-23
28. Lee S, Min HG, Choi SH, Kim YJ, Oh SW, Kim YJ, et al. Central obesity as a risk factor for prostatic hyperplasia. *Obesity* 2006;14:172-9
29. Rohrmann S, Smit E, Giovannucci E, Platz EA. Association between markers of the metabolic syndrome and lower urinary tract symptoms in the Third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III). *Int J Obes (Lond)* 2005;29:310-6
30. Bañez LL, Hamilton RJ, Vollmer RT, Moul JW, Amling CL, Kane CJ, et al. Can hemodilution explain the lower PSA concentrations among obese men? *J Urol* 2007;177(Suppl): 468, abstract 1418