ORIGINAL ARTICLE

전립선 특이항원과 체질량지수 및 허리둘레의 연관성

이 진, 신황식, 조용진, 오정은

순천향대학교 의과대학 가정의학교실

Association of Body Mass Index and Waist Circumference with Prostate-Specific Antigen

Jin Lee, Hwang Sik Shin, Yong Jin Cho, Jeung Eun Oh

Department of Family Medicine, Soonchunhyang University Cheonan Hospital, Soonchunhyang University College of Medicine, Cheonan, Korea

Objective: Prostate-specific antigen (PSA) is widely used as a screening tool of prostate cancer, although there has been a controversy about efficacy. In Korea, rapid growth of obesity prevalence in adult men is one of the biggest health problems. The objective of this study was to evaluate the potential association between body mass index (BMI), waist circumference (WC) and PSA.

Methods: We calculated BMI and WC of a total of 25,603 males who visited the Soonchunhyang University Cheonan Hospital Health Promotion Center from January 2016 to December 2020. This was categorized as follows: BMI < 23 kg/m² (normal), 23 kg/m² ≤ BMI < 25 kg/m² (overweight), BMI ≥ 25 kg/m² (obesity) and WC < 90 cm (normal), WC ≥ 90 cm (abdominal obesity). We analyzed the association between BMI, WC and PSA.

Results: The mean PSA value was 1.08 ng/mL, 1.03 ng/mL, and 0.97 ng/mL at normal, overweight, and obesity group, respectively. The mean PSA value was 1.04 ng/mL and 0.96 ng/mL at normal and abdominal obesity group. Thus, the mean PSA value decreased with an increase in BMI and WC category ($P < 0.001$). The correlation coefficient between BMI, WC and PSA was -0.055, -0.044 and they were statistically significant ($P < 0.001$).

Conclusion: We observed a significant negative correlation between BMI, WC and PSA value. Therefore, PSA value should be considered in relation to BMI and WC.

Keywords: Prostate-specific antigen; Obesity; Body mass index; Waist circumference

서론

비만은 세계보건기구(World Health Organization)에서 21세기 신중전염병으로 지목하고 적극적인 대처를 권고하고 있는 매우 중요한 건강문제이다. 한국의 경우 1998년부터 시작된 국민건강영양조사에 따르면 지난 20년간 가장 급격한 변화 중 하나는 남성의 비만 유병률 증가이다. 이는 생활방식의 서구화로 인한 신체활동 감소 및 에너지 섭취량 증가가 비만 유병률의 급격한 증가로 이어진 것으로 보이며 구체적으로 살펴보면, 남성에서 체질량지수(body mass index, BMI)를 기준으로 비만 유병률은 1998년 25.1%에서

2018년 42.8%로 크게 증가한 반면, 여성은 같은 기간 26.2%에서 25.5%로 별 차이가 없었다. 비만의 높은 유병률은 고혈압, 당뇨병, 심혈관질환 등의 만성질환의 증가뿐만 아니라 암의 발병률, 재발률, 사망률과도 높은 관계가 있는 것으로 알려져 있다[1]. 따라서 현재 한국사회에서 남성의 높은 비만 유병률은 매우 중요한 건강문제임이 아닐 수 없다.

전립선특이항원(prostate-specific antigen, PSA)은 종양의 조기 발견과 진단에 이용되는 종양표지자 중 하나로 조기검진의 효과에 대해서는 아직까지 논란의 여지가 있기는 하지만[2,3], 대부분의 건강증진센터에서 전립선암의 선별검사로써 널리 이용되고 있다.

Correspondence to: Hwang Sik Shin

Department of Family Medicine, Soonchunhyang University Cheonan Hospital, Soonchunhyang University College of Medicine, 31 Suncheonhyang 6-gil, Dongnam-gu, Cheonan 31151, Korea

Tel: +82-41-570-2238, Fax: +82-41-570-2864, E-mail: c95946@schmc.ac.kr

Received: Oct. 19, 2021 / Accepted after revision: Nov. 10, 2021

© 2021 Soonchunhyang Medical Research Institute

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

PSA는 정상 전립선 구조가 손상되며 혈중에서 증가할 수 있고 전립선암, 전립선비대증이나 전립선염 등 다른 전립선질환에서도 상승될 수 있으며 전립선암을 진단하는 데 있어 특이도는 높지만 민감도가 상대적으로 낮다는 단점이 있다.

이러한 PSA 수치에는 다양한 요소들이 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 나이, 인종과 연관성이 있다는 연구[4-6], 인슐린저항성을 주된 특징으로 하는 대사증후군과 PSA의 연관성에 대한 연구[7] 등 다양한 상관관계에 대하여는 보고들마다 차이가 있다. 현재 다수의 건강검진센터에서는 전립선암의 진단을 위해 혈청 PSA 검사를 시행하고 있기에 이에 대한 연관성은 중요한 부분이며, 비만의 지표로서 BMI와 PSA와의 관계에 대한 연구는 많이 진행되었으나 대사증후군 진단기준 중의 하나인 허리둘레(waist circumference)와의 연관성에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 저자는 현대 한국사회의 중요한 문제 중 하나인 남성의 비만에 대하여 비만의 대표적인 임상지표로서 BMI, 허리둘레와 PSA의 연관성에 대하여 알아보고자 본 연구를 계획하게 되었다.

대상 및 방법

2016년 1월부터 2020년 12월까지 순천향대학교 천안병원 종합검진센터를 방문한 20세 이상의 남성 수검자를 대상으로 연구를 진행하였으며, 기존에 전립선암을 포함하여 전립선비대증, 전립선염 등의 전립선 관련 질환의 병력이 있는 환자는 제외하여 총 25,603명의 남성이 연구대상으로 선정되었다. 본 연구의 대상자는 정보 제공에 대한 동의서를 작성하였으며, 순천향대학교 천안병원 임상연구윤리심의위원회의 승인하에 이루어졌다(SCHCA 2021-09-030).

비만지표는 BMI, 허리둘레로 평가하였다. BMI는 대상자의 키와 체중을 측정한 후 몸무게(kg)/키(m)의 제곱으로 계산하였고, 정상군(BMI < 23 kg/m²), 과체중군(23 kg/m² ≤ BMI < 25 kg/m²), 비만군(BMI ≥ 25 kg/m²)으로 산출하였다. 허리둘레는 수검자가 서 있는 상태에서 엉덩뼈결절과 갈비뼈 아랫부분 경계의 사이에서 측정하였고 정상군(허리둘레 < 90 cm), 복부비만군(허리둘레 ≥ 90 cm)으로 산출하였다.

모든 통계적 자료분석은 IBM SPSS Statistics ver. 25.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하여 시행하였으며, 비만지표(BMI, 허리둘레)와 PSA의 연관성을 비교하기 위해 Pearson's correlation을 이용하여 P값이 0.05 미만일 때 통계적으로 유의한 것으로 판정하였다.

결 과

대상자들 중 정상군은 7,106명(27.7%), 과체중군은 6,956명

Table 1. Baseline characteristics of normal weight, overweight, and obesity

Characteristic	Normal weight (BMI < 23 kg/m ²)	Overweight (23 kg/m ² ≤ BMI < 25 kg/m ²)	Obesity (BMI ≥ 25 kg/m ²)
No. of participants	7,114	6,963	11,553
Age (yr)	42.9±9.1	43.6±8.8	42.6±8.5
Height (cm)	172.5±6.3	172.4±6.1	172.8±6.1
Weight (kg)	63.7±6.2	71.6±5.3	82.6±9.6
Waist circumference (cm)	77.4±5.2	83.7±4.1	91.8±6.7
Systolic BP (mm Hg)	116.9±11.1	120.1±10.6	124.1±10.6
Diastolic BP (mm Hg)	71.8±8.7	74.0±8.7	77.3±9.1
Fasting glucose (mg/dL)	94.2±17.9	97.3±18.0	101.1±20.9
LDLC (mg/dL)	127.7±34.2	135.7±34.6	138.6±35.6
Total cholesterol (mg/dL)	195.7±35.5	202.1±37.0	205.0±38.7
Triglycerides (mg/dL)	119.0±73.3	144.6±95.6	183.2±124.0
HDLc (mg/dL)	59.7±15.5	54.2±13.5	49.0±11.7

Values are presented as number or mean±standard error. P<0.001 are calculated from chi-square test.

BMI, body mass index; BP, blood pressure; LDLC, low-density lipoprotein cholesterol; HDLC, high-density lipoprotein cholesterol.

(27.2%), 비만군은 11,541명(45.1%)이었다. 정상군, 과체중군, 비만군의 평균 연령은 각각 42.9±9.1세, 43.6±8.8세, 42.6±8.5세였다. 평균 키, 몸무게, 허리둘레는 정상군에서 172.5±6.3 cm, 63.7±6.2 kg, 77.4±5.2 cm였고, 과체중군에서 172.4±6.1 cm, 71.6±5.3 kg, 83.7±4.1 cm, 비만군에서는 172.8±6.1 cm, 82.6±9.6 kg, 91.8±6.7 cm로 나타났다. 평균 수축기혈압, 이완기혈압, 공복혈당은 정상군에서 116.9±11.1 mm Hg, 71.8±8.7 mm Hg, 94.2±17.9 mg/dL였고, 과체중군에서 120.1±10.6 mm Hg, 74.0±8.7 mm Hg, 97.3±18.0 mg/dL, 비만군에서는 124.1±10.6 mm Hg, 77.3±9.1 mm Hg, 101.1±20.9 mg/dL로 나타났다. 평균 저밀도콜레스테롤, 총콜레스테롤, 중성지방, 고밀도콜레스테롤은 정상군에서 127.7±34.2 mg/dL, 195.7±35.5 mg/dL, 119.0±73.3 mg/dL, 59.7±15.5 mg/dL였고, 과체중군에서 135.7±34.6 mg/dL, 202.1±37.0 mg/dL, 144.6±95.6 mg/dL, 54.2±13.5 mg/dL, 비만군에서는 138.6±35.6 mg/dL, 205.0±38.7 mg/dL, 183.2±124.0 mg/dL, 49.0±11.7 mg/dL로 나타났다 (Table 1).

각 연령군에 따른 PSA 평균치는 20-39세, 40-49세, 50-59세, 60-69세, 70세 이상에서 각각 0.95 ng/mL, 0.97 ng/mL, 1.14 ng/mL, 1.55 ng/mL, 2.05 ng/mL로 연령이 증가할수록 PSA가 증가하였다. BMI로 나눈 각 군의 PSA 평균치는 정상군, 과체중군, 비만군에서 각각 1.08 ng/mL, 1.03 ng/mL, 0.97 ng/mL로 BMI가 증가함에 따라 PSA 평균치는 통계적으로 유의하게 감소하였다. 허리둘레로 나눈 각 군의 PSA 평균치는 정상군(허리둘레 < 90 cm), 복부비만군(허리둘레 ≥ 90 cm) 각각 1.04 ng/mL, 0.96 ng/mL로 허리둘레가 증가함에 따라 PSA 평균치는 통계적으로 유의하게 감소하였다(Ta-

Table 2. PSA levels by the Cohort characteristics (age, BMI, WC)

Characteristic	No. of patients (%)	Mean PSA $\pm$ SD
Full sample	25,603	1.02 $\pm$ 0.01
Age (yr)		
20–39	9,385 (36.7)	0.95 $\pm$ 0.01
40–49	10,504 (41.0)	0.97 $\pm$ 0.01
50–59	4,882 (19.1)	1.14 $\pm$ 0.01
60–69	667 (2.6)	1.55 $\pm$ 0.09
≥ 70	165 (0.6)	2.05 $\pm$ 0.29
BMI (kg/m ²)		
< 23	7,114 (27.7)	1.08 $\pm$ 0.01
23–24	6,963 (27.2)	1.03 $\pm$ 0.01
≥ 25	11,553 (45.1)	0.97 $\pm$ 0.01
WC		
< 90	18,437 (72.0)	1.04 $\pm$ 0.01
≥ 90	7,166 (28.0)	0.96 $\pm$ 0.01

P for linear trend < 0.001.

PSA, prostate-specific antigen; BMI, body mass index; WC, waist circumference; SD, standard deviation.

ble 2).

비만지표(BMI, 허리둘레)와 PSA의 연관성을 비교하기 위해 Pearson's correlation을 이용하여 분석한 결과 BMI, 허리둘레와 PSA의 상관계수 r 은 각각 -0.055, -0.044였고 모두 통계적으로 유의하였다(Table 3).

고 찰

생활방식의 서구화로 인한 비만 인구의 급격한 증가, 그리고 그에 따른 동반질환의 증가는 현대사회가 직면한 중요한 건강문제 중 하나로 막대한 사회적 비용을 유발하고 있다. 비만은 고혈압, 당뇨병, 심뇌혈관질환으로의 이환에 직접적인 연관이 있으며, 특히 직장암, 유방암 등의 암의 위험도와 밀접한 관련이 있다[8]. Amling 등[9]은 비만이 진행된 전립선암의 위험도와 낮은 생존율과 관계가 있다고 보고하였다.

본 연구에서 BMI로 나눈 각 군의 PSA 평균치는 정상군, 과체중군, 비만군에서 각각 1.08 ng/mL, 1.03 ng/mL, 0.97 ng/mL로 BMI가 증가함에 따라 PSA 평균치는 통계적으로 유의하게 감소하였으며, 허리둘레로 나눈 각 군의 PSA 평균치는 정상군(허리둘레 < 90 cm), 복부비만군(허리둘레 ≥ 90 cm) 각각 1.04 ng/mL, 0.96 ng/mL로 허리둘레가 증가함에 따라 PSA 평균치는 통계적으로 유의하게 감소하였다. 또한 BMI와 PSA가 -0.055 (< 0.001), 허리둘레와 PSA가 -0.044 ($P < 0.001$)로 의미 있는 음의 상관관계를 나타내었다.

비만과 PSA가 음의 상관관계를 가진다는 점은 국내외 연구의 주된 결과와 일치하는 모습을 보였다. Werny 등[10]은 체중과 BMI, 허리둘레, 삼두근의 피부 두께, 총 신체 수분량과 PSA 수치가 음의

Table 3. Correlation between BMI & WC and prostate-specific antigen

Variable	r^a	P-value
BMI	-0.055	< 0.001
WC	-0.044	< 0.001

BMI, body mass index; WC, waist circumference.

^aPearson's correlation coefficient.

상관관계가 있다고 하였다. Kim 등[11]은 종양표지자와 비만의 상관성에 대한 연구에서 비만군 남성에서 BMI와 PSA가 의미 있는 음의 상관성을 보였으며, 남성 전체를 대상으로 한 연구에서도 BMI와 PSA가 의미 있는 상관관계가 있다고 하였다. Han 등[12]에 따르면 인슐린저항성과 BMI는 PSA와 음의 상관관계가 있으며 인슐린저항성은 BMI와 양의 상관관계가 있다고 하였다.

비만이 어떻게 PSA 감소에 영향을 미치는지에 대하여 일관된 명확한 기전으로 설명하기는 어렵지만, 지금까지 진행되어온 국내외 연구에서 몇 가지 가설들이 제시되고 있다. Banez 등[13]에 의하면 비만할수록 체내 혈장 양이 많아지고 이에 따라 혈액 희석(hemo-dilution)의 효과로 PSA 수치가 낮다는 가설이 있다. Koh 등[14]은 비만으로 인하여 체내 지방조직이 증가하게 되고 이로 인해 에스트로겐은 증가하나 자유 테스토스테론(free testosterone)과 성호르몬 결합 글로불린은 감소하게 되어 결과적으로 남성 호르몬의 영향을 받는 PSA가 낮아질 것이라고 설명하였다. 또한 Eldrup 등[15]은 테스토스테론을 에스트로젠으로 변환시키는 주요 원인이 지방세포이며 낮은 BMI의 남자가 더 높은 테스토스테론을 보였다고 보고하였다.

위와 같은 여러 가지 가설로 설명될 수 있는 비만 남성의 낮은 PSA 수치로 인하여 일부 보고들에 따르면, 검사의 민감도에 영향을 주어 비만 남성의 전립선암 진단시기가 지연이 되었고, 이로 인해 불량한 예후를 나타냈다고 한다[16,17]. 따라서 PSA 수치를 해석하는 데 있어서 모든 남성들에게 일관된 기준으로 PSA 수치를 판단하는 것이 아닌, 비만의 영향을 고려한 주의 깊은 해석이 필요할 것으로 생각된다. 또한 실제 임상에서 이를 활용하여 전립선암의 발견율을 높이기 위한 적극적인 진료를 위하여는 단순한 연관성을 넘어선 BMI별 PSA 참고치의 개념 적립이 필요할 것으로 생각되며 이를 위해 향후 지속적인 추가연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구는 단면연구의 특성상 비만지표(BMI, 허리둘레)와 PSA의 원인-결과를 설명하는 것에 제한이 있다. 또한 건강검진 수검자를 대상으로 하였기에 특성상 건강에 관심이 많은 대상자가 포함되었을 가능성이 높아 선택편견이 존재하며, 일개 대학병원 종합건강증진센터를 방문한 수검자를 대상으로 하였기에 대상자 수가 적어 도출된 결과를 일반화하기에는 제한점이 있다. 또한 대상자의 혈중 PSA에 영향을 미칠 수 있는 나이, 대사증후군을 포함한 다양한 다른 요인들이 고려되지 못하였으며, 지금까지 알려진 연구결과 이외

에도 다양한 요소들이 PSA에 영향을 미칠 것으로 예상되는데, 이에 대한 추가적 연구 논의가 이루어져야 할 것으로 생각된다. 마지막으로 운동, 흡연, 음주 등 비만(BMI, 허리둘레)지표에 영향을 줄 수 있는 다른 요인들을 평가하지 못하였다.

그러나 본 연구는 기존의 선행되었던 비만과 PSA의 연관성에 관한 다수의 연구들이 비만의 대표적인 지표로 BMI만을 이용한 데에 반하여 허리둘레와의 연관성을 확인하였기에 추후 진행되는 연구들에서 허리둘레, 즉 복부비만과의 연관성 역시 간과할 수 없는 요인이라는 것을 밝힌 데에 의의가 있다. 따라서 향후 다수의 기관을 대상으로 한 대규모의 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결론적으로, 본 연구에서는 성인 남성에서 BMI, 허리둘레와 PSA 간에 음의 상관관계가 관찰되었다. 결과는 다수의 기존 연구 결과들과 일치하는 모습을 보였으나 여러 가지 한계점이 있어 보편화하기는 어려우며, 추후 더 많은 추가적인 연구들이 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

1. Allison DB, Fontaine KR, Manson JE, Stevens J, VanItallie TB. Annual deaths attributable to obesity in the United States. *JAMA* 1999;282:1530-8.
2. Kim Y. Prostate cancer screening. *Korean J Fam Pract* 2012;2:104-11.
3. Choi SH, Kwon TG. Current status in PSA screening. *Korean J Urol Oncol* 2013;11:1-5.
4. Ku Ja, Kim ME, Lee NK, Park YH, Ahn JO. Influence of age, anthropometry, and hepatic and renal function on serum prostate-specific antigen levels in healthy middle-age men. *Urology* 2003;61:132-6.
5. Ku JH, Jeon YS, Kim ME, Lee NK, Park YH, Ahn JO. Influence of age, rate of obesity, hepatic function and renal function on serum prostate-specific antigen in men older than 50 years. *Korean J Urol* 2001;42:1284-90.
6. Oesterling JE, Jacobsen SJ, Chute CG, Guess HA, Girman CJ, Panser LA, et al. Serum prostate-specific antigen in a community-based population of healthy men: establishment of age-specific reference ranges. *JAMA* 1993;270:860-4.
7. Ahn SC, Shim SJ, Choi KE, Song IC, Kang DW, Kwon SR. Association of metabolic syndrome with prostate-specific antigen. *Korean J Fam Pract* 2015;5(3 suppl 2):315-20.
8. Bray GA. The underlying basis for obesity: relationship to cancer. *J Nutr* 2002;132(11 Suppl):3451S-3455S.
9. Amling CL, Kane CJ, Riffenburgh RH, Ward JE, Roberts JL, Lance RS, et al. Relationship between obesity and race in predicting adverse pathologic variables in patients undergoing radical prostatectomy. *Urology* 2001;58:723-8.
10. Werny DM, Thompson T, Saraiya M, Freedman D, Kottiri BJ, German RR, et al. Obesity is negatively associated with prostate-specific antigen in U.S. men, 2001-2004. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2007;16:70-6.
11. Kim GE, Jung SK, Jung CY, Kim JE. The relationship between tumor markers and obesity. *Korean J Fam Pract* 2014;4:131-6.
12. Han JH, Lee YT, Kwak KW, Ahn SH, Chang IH, Myung SC, et al. Relationship between insulin resistance, obesity and serum prostate-specific antigen levels in healthy men. *Asian J Androl* 2010;12:400-4.
13. Banez LL, Hamilton RJ, Partin AW, Vollmer RT, Sun L, Rodriguez C, et al. Obesity-related plasma hemodilution and PSA concentration among men with prostate cancer. *JAMA* 2007;298:2275-80.
14. Koh JI, Yang WJ, Song YS, Park YH. Factors influencing the prostate-specific antigen levels after adjusting age and prostate volume in Korean men. *Korean J Urol* 2008;49:411-7.
15. Eldrup E, Lindholm J, Winkel P. Plasma sex hormones and ischemic heart disease. *Clin Biochem* 1987;20:105-12.
16. Barqawi AB, Golden BK, O'Donnell C, Brawer MK, Crawford ED. Observed effect of age and body mass index on total and complexed PSA: analysis from a national screening program. *Urology* 2005;65:708-12.
17. Baillargeon J, Pollock BH, Kristal AR, Bradshaw P, Hernandez J, Basler J, et al. The association of body mass index and prostate-specific antigen in a population-based study. *Cancer* 2005;103:1092-5.