

# A Study on the Correlations between Total Prostate Volume and Prostate Transition Zone Volume Assessed Using Blood and Ultrasound Tests: in the Healthy Korean Men in Thirties

Sang-Hyun Kim

Department of Radiological Science, Shinhan University

Received: August 24, 2017. Revised: October 15, 2017. Accepted: October 31, 2017

## ABSTRACT

This study investigates the correlations between the total prostate volume (TPV), using the prostate specific antigen (PSA) and prostate specific antigen density (PSAD) as the blood test results and transrectal ultrasound (TRUS), and the prostate transition zone volume (PTZV), as well as variables such as age; the findings can be used as clinical indicators. A retrospective analysis was conducted on 68 healthy men in their 30s who underwent TRUS and PSA and PSAD blood tests from June 2007 to April 2016, with no history of treatment in their prostate. Siemens Acuson sequoia 512 and the probe Siemens EC-10C5 Endocavitary were used as the ultrasound equipment. For statistical analysis, SPSS 18.0 was used to calculate the standard deviation and mean of each variable; Pearson's correlation analysis was also performed. The descriptive statistics of the variables were  $24.27 \pm 6.60$  for TPV,  $6.99 \pm 6.60$  for PTZV,  $2.12 \pm 2.76$  for PSA, and  $0.281 \pm 0.1$  for PSAD. The coefficients of correlations between PTZV and variables were 0.831 for PSAD, 0.707 for TPV, 0.398 for age, and 0.118 for PSA. While PSA and age were positively correlated, PSAD and TPV were highly correlated. Therefore, PTZV of men in their 30s without underlying diseases can be predicted using PSAD and TPV.

Keywords: Transitional zone volume, Total volume, Prostate specific antigen, Prostate specific antigen density

## I. INTRODUCTION

인구의 고령화, 육식 위주의 식생활, 운동부족 등의 요인에 의해서 우리나라에서도 최근 전립선 비대증이나 전립선암의 발생이 급격하게 증가하고 있는 추세이다.<sup>[1]</sup> 전립선 질환의 진단을 위해 한 가지 검사결과를 근거로 하기 보다는 혈청 전립선특이항원(prostate specific antigen: PSA), 전립선특이항원밀도 (prostate specific antigen density: PSAD), 경직장초음파검사 (transrectal ultrasound: TRUS), 전립선 전체 용적 (total prostate volume: TPV) 그리고 전립선 이행대용적 (prostate transition zone volume: PTZV)의 결과를 동시에 적용한다<sup>[2]</sup>. PSA는 전립선암뿐만 아니라 전립선염, 전립선비대증에서도 일반

적으로 증가하며,<sup>[3]</sup> TPV와 서로 높은 상관관계를 보인다.<sup>[4,5]</sup> 그러나 PSA의 전립선암에 대한 낮은 특이도로 PSAD의 중요성도 다시 대두 되고 있다.<sup>[2]</sup>

TRUS는 전립선의 용적을 측정할 수 있을 뿐만 아니라, 전립선 내의 병리적 변화를 발견하는데 중요한 검사이다<sup>[6]</sup>. TPV는 타원체부피계산법 (prolate ellipsoid volume calculation)을 이용한 부피측정에서 좋은 재현성을 보였으며<sup>[7]</sup>, TRUS는 TPV 측정에 있어 보편적인 방법이다.<sup>[8]</sup> 전립선 비대증은 대부분 전립선 이행대의 증식으로 인한 이차적인 임상양상이며, 중심대나 요도 주위 선(gland)조직의 증식은 미미하다<sup>[8]</sup>. 전립선비대증 환자에서 전립선 치료제인 finasteride로 6개월 치료 후 상피조직 구성비와 간질-상피 비율이 감소하였는데, 이는 특히

\* Corresponding Author: Sang-Hyun Kim

E-mail: kbm0821@shinhan.ac.kr

Tel: +82-31-870-3417

이행대 전립선 조직에서 현저 하였고<sup>[9]</sup>, PTZV는 전립선 비대증에서 중요한 지표로 활용된다. 그러나 다른 연구들에서 TPV, PTZV, 이행대지수 모두가 전립선증상점수와 비례하지 않았고, 이러한 척도들은 임상적으로 전립선비대증의 정도를 결정하기에는 유용하지 못하다고 하였다.<sup>[10]</sup> 이처럼 PTZV를 측정하여 전립선비대증의 예측하려는 노력에는 논란의 여지가 많은 상태이다.<sup>[9]</sup> 또한 국내에서는 TPV에 대한 관한 자료마저 부족하며, 서구인의 기준을 그대로 적용하고 있는 실정이다.<sup>[11]</sup>

20대 성인을 조사한 내용<sup>[10]</sup>, 대부분 40대 이상 중년 남성을 대상으로 하였고<sup>[11,12]</sup>, 최근에야 30대 남성에 관한 연구가 진행되었다<sup>[1]</sup>. 이처럼 TPV에 대한 연구도 부족하고, PTZV에 대한 연구는 더 부족한 것이 사실이다. 이에 본 연구에서는 기저질환이 없는 30대 남성에서 기존연구에 비교하여 독창적으로 TRUS로 측정한 PTZV를 후향적으로 분석하고, 나이, PSA, PSAD, TPV 등과의 상관관계를 분석하여, 전립선 질환의 임상적 지표로 활용하고자 한다.

## II. MATERIAL AND METHODS

### 1. 연구대상 및 장비

2007년 6월부터 2016년 4월 까지 전립선에 대한 치료력이 없는 건강한 30대 성인 남성으로 TRUS와 PSA, PSAD 혈액 검사를 실시한 총 68명을 후향적으로 분석하였다. 대상자 중에서 직장 수지검사 또는 TRUS에서 전립선암이 의심되는 경우는 없었다. 실험장비는 정도관리를 주기적으로 시행했던 초음파 장비는 Acuson sequoia 512(Siemens, Germany)와 탐촉자 EC~10C5 Endocavitary(Siemens, Germany)를 이용하였다.

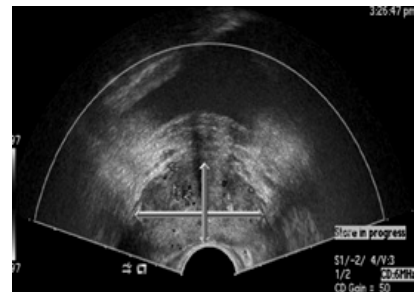
### 2. 연구 방법

TRUS는 모두 영상의학과 전문의가 시행하였고, TPV는 횡주사 (transverse plan)에서 좌측 와위를 취하고 전립선의 좌, 우 경과 전후 직경을 측정하고, 종주사 (longitudinal plan)에서 방광경부에서 전립선 첨부 까지 측정하였다. 부피계산은 타원체부피계산

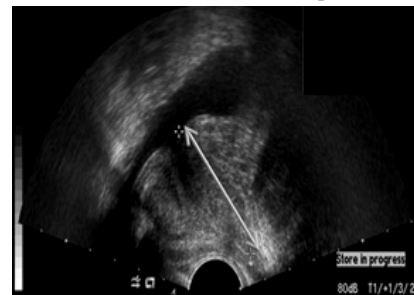
법 으로 실시하였으며 식 (1)과 같다. PTZV는 전립선에서 이행대로 요도를 감싸고 있는 부위에 대해서 TPV와 같은 방법으로 측정하고 부피계산을 실시하였고 Fig. 1과 같다. PSA와 PSAD는 혈액 검사를 실시하였고, 특히 PSAD는 PSA를 TPV로 나누어 계산된다. 측정된 수치들을 이용하여 PTZV와 나이, PSA, PSAD, TPV 상관관계를 측정하였다.

통계 처리는 SPSS(ver 18.0 for IBM)을 사용하여 기술통계량 평균을 표시하였고, 유의성검정과 상관관계는 단순회귀분석 (Simple regression)을 이용하였다. 모든 통계의 유의수준은 5%로 하였다.

$$\text{타원체부피} = \frac{\text{전후직경} \times \text{상하길이} \times \text{좌우폭} \times \pi}{6} \quad (1)$$



(a) Measuring the front to back, and left to right diameter with transverse plane



(b) Bottom to the top diameter with longitudinal plane.

Fig. 1. Measuring of transitional zone volume.

## III. RESULT

### 1. 일반적 특성의 평균값

환자의 평균 나이는 35.35세이고 전립선 이행대 용적은 6.99 cc 이었으며, 전립선 전체 용적은 24.27 cc 이었고 결과는 Table 1과 같다.

Table 1. Average of general characteristics (n=68)

Item	mean±SD
Age(years)	35.35±2.44
TPV(cc)	24.27±6.60
PTZV(cc)	6.99±3.66
PSA(ng/ml)	2.12±2.76
PSAD(ng/ml/cc)	0.28±0.10

2. 전립선이행대 용적과 변수들 간의 회귀분석

전립선 이행대 용적과의 회귀분석 결과 설명력을 나타내는 R<sup>2</sup>는 PSAD가 68.6% TPV 가 50% 로 높게 나왔고 독립성을 나타내는 Durbin-watson 은 양에 관계를 가깝고 2에 가까운 것은 PSAD 이었다. p-value는 PSA를 제외하고는 모두 p<0.05 이었고 결과는 Table 2와 같다.

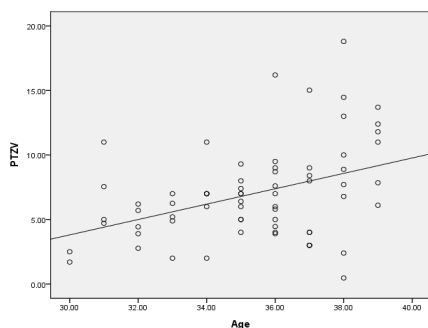
Table 2. Simple regression analysis of prostate transition zone volume

Item	R <sup>2</sup>	Durbin-watson	t	p <sup>1)</sup>
PTZV-AGE	0.158	1.826	3.526	0.010
PTZV-TPV	0.500	1.866	8.118	0.000
PTZV-PSA	0.014	1.591	0.969	0.336
PTZV-PSAD	0.686	2.089	12.154	0.000

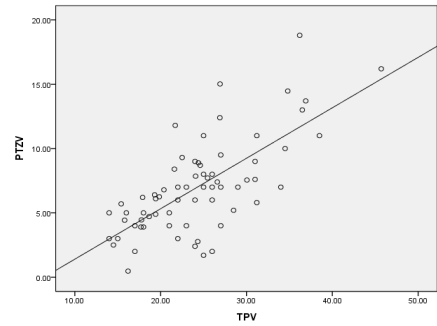
1) Statistically significant<0.05, by Simple regression analysis of variances among groups

3. 전립선 이행대 용적과 변수들 간의 상관분석

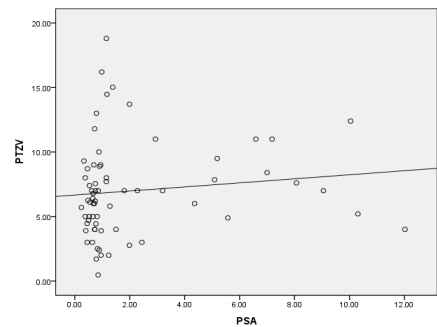
전립선 이행대 용적과 상관계수 값은 PSAD가 0.831로 가장 높았고, TPV이 0.707, 연령이 0.398, PSA 0.200 이었다. PSAD, TPV는 전립선 이행대 용적과 강한 양의 상관관계가 있었고 결과는 Fig. 2과 같다.



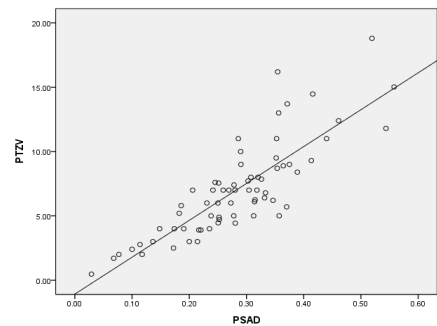
(a) Scattergram of prostate transition zone volume versus age; r=0.398



(b) Scattergram of prostate transition zone volume versus total prostate volume; r=0.707



(c) Scattergram of prostate transition zone volume versus prostate-specific antigen; r=0.200



(d) Scattergram of prostate transition zone volume versus prostate-specific antigen density; r=0.831.

Fig. 2. Correlation analysis.

IV. DISCUSSION

남성에서 전립선은 연령이 증가함에 따라 그 크기가 증가하여 30세 이후 매 10년마다 4그램 (0.4gm/year)씩 증가하는 것으로 밝혀진 바 있다.<sup>[13]</sup> 지역 인구를 대상으로 한 연구에 의하면 40, 50, 60, 70, 80대가 각각 19.8, 20.9, 22.8, 23.2, 25.9 ml로 0.15 gm/year의 성장비율로 나타내서 서구인의 전립선 성장비율인 0.4 mg/year보다 낮게 보고된 바 있다.<sup>[11]</sup> 이와 같은 결과로 짐작하여 볼 때 30대 전

립선 용적은 17~18 mg로 예상되었으나, 본 연구에서는 24.24 mg로 나타났다. 이는 영양, 지역적 인구 특성에 기인한 것으로 사료된다.

전립선 이행대 용적의 선행 연구를 살펴보면 전립선비대증 환자는 24.81±14.1 mg이었고, 반대로 임상적으로 하부요로증상이 없는 대조군은 6.14±3.2 mg이었다고 보고하였다.<sup>[14]</sup> 본 연구에서는 6.99 mg으로 선행연구와 결과값의 차이는 있었으나, 이는 TRUS 영상에서 전립선의 경계가 불명확하여 전립선 경계 추출의 어려움이 존재하고<sup>[15,16]</sup>, 초음파영상은 낮은 대조, 많은 반점, 그림자영역이라는 특징을 갖고 있다. 이로 인하여 오차와 실제 전립선 이행대 용적의 크기가 전체적으로 증가한 것으로 생각 할 수도 있다.

PSA는 전립선에서 고유하게 분비되는 기관 특이적 혈청표지자이나, 전립선암 뿐 만 아니라 전립선염이나 전립선비대증 같은 전립선양성질환 여부에 따라 변동이 있을 수 있다<sup>[17]</sup>. 또한 gamma-seminoprotein 또는 kallikrein-3로 알려진 당단백이며, 이는 kallikrein 연관 소화효소의 일종으로 전립선의 상피 세포에서 유래되었다. PSA는 건강한 전립선을 가진 남성의 혈청에는 극소량으로 존재하고 있으나, 전립선암이나 기타 전립선 질환 존재 시 때때로 상승한다<sup>[18]</sup>. 본 연구에서 PSA 수치는 2.21 ng/ml로 정상범위인 2이하 보다 높았다. 이는 환자에서 PSA가 상승하는 원인이 전립선암보다는 전립선용적의 증가에 의한 경우가 점차 많아지고 있다고 보고되고 있으며<sup>[19]</sup>, 전립선 용적과 이행대 용적이 선행연구보다 크게 기인한다고 사료된다.

PSAD의 적용은 유용하다는 보고와 회의적이라는 보고가 엇갈리고 있다. 민감도와 특이도 양성 예측도를 측정하는 기준이 되는 적절한 PSAD는 아직 정립되지 않아 보통 0.15 ng/ml/cc 이하를 정상치로 보고 있다. 이에 PSA의 수치의 제한적인 민감도와 특이도로 인해, 상승된 PSA의 진단적 가치를 높이기 위해서 그 동안 많은 개념들이 도입되어 왔다. 대표적인 예가 PSAD라고 하겠다<sup>[20]</sup>. 본 연구에서는 0.28로 PSA의 값이 2.0이상인데 기인하여 PSAD값도 높아진 것으로 사료된다. 회귀분석결과에서 설명력을 보여주는 R<sup>2</sup>값에서는 전립선이행대

용적과 변수들에서 PSAD가 68.6%, TPV가 50%로 보통 의미가 있는 40%을 충족하였다. 자료의 독립성을 나타내는 Durbin-watson 값은 2에 가까울수록 좋는데 모두 1~3 사이에 위치해 모두 충족했다. 유의확률은 PSA를 제외하고는 통계적으로 유의하였다. 피어슨 상관계수를 살펴보면 PSAD가 0.831, TPV가 0.707로 상관관계가 컸다.

본 연구는 후향적 분석을 통해 이루어졌고, 기저질환이 없는 환자를 대상으로 하다 보니 숫자가 많지 않았으며, 우리나라 30대 전체를 대변할 표본이라고 하기에는 한계가 있다. 30대에서 전립선 용적의 변수들과의 상관관계를 밝힌 논문이 있긴 하나, 여전히 자료가 부족한 상태이며, 전립선이행대용적에 대한 연구는 없어서 향후에 의미 있는 임상적 지표로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

## V. CONCLUSION

본 연구는 기저질환이 없는 30대 남성에서 직장 초음파와 혈액검사를 통해 전립선이행대용적과의 변수들의 관계를 연구하였다.

첫째, 전립선이행대용적은 6.99±3.66 cc로 예상보다 높았다.

둘째, 전립선이행대용적은 전립선특이항원밀도와 상관성이 가장 높았으며, 전립선전체용적과도 밀접한 관계가 있었다.

셋째, 전립선이행대용적은 나이와 전립선특이항원과 양의 상관관계를 나타내었으나 관계성은 낮게 나타났다.

이 결과는 향후 전립선비대질환에서 중요시 되는 이행대용적 이상 판단에 더 객관화된 자료로 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

## Reference

- [1] Y. M. Kim, J. Y. Jeong, D. K. Han, "Prostate Volume Measurement by Transrectal Ultrasonography in the Healthy Korean Men in Thirties", Journal of the Korea Contents Association, Vol. 12, No. 6, pp.339-345, 2012.
- [2] H. T. Kim, P. H. Song, G. H. Moon, "The Clinical Significance of Transrectal Ultrasonography, Prostate-s

- pecific Antigen and Prostate-specific Antigen Density for the Reduction of Unnecessary Biopsies", Korean Journal of Andrology, Vol. 26, No. 3, pp.147-152, 2008.
- [3] Nickel JC, Roehrbon CG, O Leary MP, "The Relationship between Prostate Inflammation and Lower Urinary Tract Symptoms: Examination of Baseline Data from the Reduce Trial", European Urology, Vol. 54, No. 6, pp.1379-1384, 2007.
- [4] Cotran S, Kumar V, Collins T, "Prostate in the male genital tract". In Robbins Pathologic basis of disease 6th ed. Philadelphia", Saunders Company, pp.1025-1033, 1999.
- [5] Freedland J, Moul J, "Prostate Specific Antigen recurrence after definitive Therapy", Journal of Urology, Vol. 177, No. 6, pp.1985-1991, 2007.
- [6] S. B. Kim, J. Y. Chung, Y. G. Seo, "An Average Shape Model for Segmenting Prostate Boundary of TRUS Prostate Image", Journal of Information Processing Systems, Vol. 3, No. 5, pp.187-194, 2014.
- [7] Dahnert W, "Determination of prostate volume with transrectal US for cancer screening", Radiology, Vol. 183, No. 3, pp.625-627, 1992.
- [8] G. N. Collins, G. M. Raab, M. Hehir, B. King and W. M. Garraway, "Reproducibility and observer variability of transrectal ultrasound measurements of prostatic volume", ultrasound in Medicine & Biology, Vol. 21, No. 9, pp.1101-1105, 1995.
- [9] B. Y. Jeong, S. U. Yoon, J. I. Kim, S. S. Park, "Correlations between Prostate Transition Zone Index and Clinical Parameters of Benign Prostatic Hyperplasia", Inje Medical Journal, Vol. 23, No. 3, 2002.
- [10] S. H. Seol, Y. W. Park, J. Y. Park, "Study of Prostate of Korean Young Adult Using Transrectal Ultrasonography", Korean Journal of Urology, Vol. 49, No. 8, pp.720-725, 2008.
- [11] D. U. Kim, H. R. Lee, W. J. Kim, "Prostatic Size Variation with Age: Randomized Community-based Survey in Chungbuk Province", Korean Journal of Urology, Vol. 39, No. 8, pp.762-765, 1998.
- [12] S. E. Lee, D. Y. Kim, C. K, "Interrelationship among Age Prostate Specific Antigen and prostate Volume in Korean Men Living at the Metropolitan Area", Korean Journal of Urology, Vol. 40, No. 10, pp.1311-1317, 1999.
- [13] R. J. Glynn, E. W. Campion, G. R. Bouchard, and J. E. Silbert, "The development of benign prostatic hyperplasia among volunteers in the normative aging study", American Journal of Epidemiology, Vol. 121, No. 1, pp.78-90, 1985.
- [14] Green DR, Egawa S, Hellerstein DK, Scardino PT, "Sonographic measurements of transition zone of prostate in men and without benign prostatic hyperplasia", Urology, Vol. 36, No. 4, pp.293-296, 1990.
- [15] Y. Zhan and D. Shen, "Deformable Segmentation of 3-D Ultrasound Prostate Images Using Statistical Texture Matching Method", IEEE Transactions on Medical Imaging, Vol. 25, No. 3, pp.256-272, 2006.
- [16] A. Rafiee, A. Salimi, and A. Roostam, "A Novel Prostate Segmentation Algorithm in TRUS Images", World Academy of Science, Engineering and Technology, Vol. 45, No. 1, pp.120-124, 2008.
- [17] Barry MJ, "Clinical practice Prostatic-specific antigen testing for early diagnosis of prostate cancer", New England Journal Medicine, Vol. 344, No. 18, pp.1373-1377, 2001.
- [18] I. C. Cho, S. K. Min, "Inflammation of prostate and prostate-specific antigen", The Korean Journal of Urogenital Tract Infect and Inflammation, Vol. 10, No. 1, pp.7-11, 2015.
- [19] Stamey TA, Caldwell M, McNeal JE, Nolley R, Hemenz M, Downs J, "The prostate specific antigen era in the United States is over for prostate cancer: What happened in the last 20 years", Journal of Urology, Vol. 172, No. 4, pp.1297-1301, 2004.
- [20] Polascik TJ, Oesterling JE, Partin AW, "Prostate specific antigen: a decade of discovery-What we have learned and where we are going", Journal of Urology, Vol. 162, No. 2, pp.293-306, 1999.

## 혈액, 초음파 검사 결과를 이용한 전립선이행대용적의 상관관계 연구: 기초질환이 없는 30대를 대상으로

김상현

신한대학교 방사선학과

### 요 약

본 연구는 혈액 검사 결과인 전립선특이항원(PSA) 및 전립선특이항원밀도 (PSAD), 전립선 경직장 초음파 (TRUS)를 이용한 전립선 전체용적 (TPV), 나이등 변수와 전립선이행대용적 (PTZV)과 상관관계를 연구하여 임상적 지표로 활용하고자 한다. 2007년 6월부터 2016년 4월 까지 전립선에 대한 치료력이 없는 건강한 30대 성인 남성으로 TRUS와 PSA, PSAD 혈액 검사를 실시한 총 68명을 후향적으로 분석하였다. 초음파 장비는 Siemens Acuson sequoia 512)와 탐촉자 Siemens EC~10C5 Endocavitary를 이용하였다. 통계 처리의 경우, SPSS 18.0 각 변수와 표준 편차의 평균을 계산하는 데 사용하고, 피어슨 상관관계 분석을 수행 하였다. 변수들의 기술 통계량은 TPV;  $24.27 \pm 6.60$ , PTZV;  $6.99 \pm 6.60$ , PSA;  $2.12 \pm 2.76$ 와 PSAD;  $0.281 \pm 0.1$ 이고. 전립선이행대용적과 변수의 상관 계수는 PSAD; 0.831, TPV; 0.707, 나이; 0.398, 그리고 PSA; 0.118이었다. PSA 및 연령과의 양의 크기의 상관관계지만, PSAD, TPV가 높은 상관관계를 보였다. 따라서, 기저 질환이 없는 30대 남성의 PTZV는 TPV와 PSAD를 통해 예측할 수 있다.

중심단어: 전립선특이항원, 전립선특이항원밀도, 전립선전체용적, 전립선이행대용적