소아에서 초음파검사를 이용한 고환용적 측정의 부정확성

Inaccuracy in Ultrasonographic Measurement of the Testicular Volume in Children

Min Ho Cha, Byung Cheol Ahn, Young Soo Kim

From the Department of Urology, Ajou University School of Medicine, Suwon, Koreaj

Purpose: For the measurement of testicular volume, we tried to evaluate the differences between the 1) ultrasonographic and intraoperative ruler measurements, 2) the performances by a radiologist and urologic residents and also 3) the difference among the various formulas for volume calculation.

Materials and Methods: The sizes of 108 testes of 96 children (mean age: 4) were measured preoperatively for the length (L) and width (W) with using ultrasonography by a radiologist. These testes were also measured intraoperatively for the L, W and thickness (T) with using a ruler. Of the 108 testes, 57 testes were also scanned with using ultrasonography by urologic residents to measure the L, W and T. The testicular volumes were calculated with three different formulas: $LxW^2x0.52$ (F1), LxWxTx0.52 (F2) and LxWxTx0.71 (F3).

Results: The mean volumes of the 108 testes measured with ultrasonography by the radiologist and with a ruler were 0.27±0.2ml vs. 0.87±0.56ml, respectively ($p<0.001$). The mean difference between the volumes measured with ultrasonography and a ruler was 0.61±0.47ml. The mean volume of 57 testes measured with ultrasonography by the urologic residents was not significantly different from that measured by a radiologist ($p=0.235$), and it was also smaller than the volume measured with an intraoperative ruler ($p<0.001$).

Conclusions: The testicular volume in children was much underestimated by ultrasonography with statistical significance. Therefore, the possibility of underestimation must be considered in clinical settings. The testicular volumes measured with ultrasonography by the radiologist and by the urologic residents had no significant difference. **(Korean J Urol 2006;47: 866-869)**

Key Words: Ultrasonography, Testis, Volume, Children

대한비뇨기과학회지
제 47 권 제 8 호 2006

아주대학교 의과대학 비뇨기과학교실

차민호 · 안병철 · 김영수

접수일자 : 2006년 1월 6일
채택일자 : 2006년 7월 4일

교신저자: 김영수
아주대학교의료원 비뇨기과
경기도 수원시 영통구 원천동
산 5번지
㉾ 443-721
TEL: 031-219-5271
FAX: 031-219-5276
E-mail: a00014@ajou.ac.kr

서 론

고환은 용적의 대부분 (80-98%)이 생식세포가 만들어지는 정세관으로 구성되어 있기 때문에 고환용적으로 대략의 생식능력을 추정할 수 있으며, 실제로 정액 내 정자의 양 및 질과 강한 상관관계를 가지는 것으로 알려져 있다.[1-3] 따라서 고환용적의 정확한 측정은 불임환자의 초기 진단이나 정류고환 등으로 음낭수술을 시행 받은 환자의 추적검사에서 고환의 기능을 평가하고 예측하는 데 중요한 척도라고 할 수 있다.

음낭이나 서혜관 내에 위치한 고환의 크기를 측정하는 방법으로는 통상적인 자나 캘리퍼스, 여러 종류의 고환계측기 및 초음파 검사가 있다. 특히 1970년대 후반부터 고환에 대한 초음파 검사가 시행된 이후로, 고환용적의 측정에 있어서 초음파 검사의 정확성과 재현성이 가장 높은 것으로 받아들여지고 있으나,[4] 고환계측기나 자에 비해 정확성이 떨어진다는 보고도 있다.[5]

이에 저자들은 다양한 공식을 이용하여 술 전 초음파 검사로 측정한 고환용적과 수술 중에 자를 이용하여 실제로 측정한 고환용적 간의 차이를 비교하고 소아영상의학과 전문의와 비뇨기과 전공의에 의해 초음파 검사로 측정된 고환용적간의 차이를 보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

2001년 3월부터 2002년 11월까지 본원 비뇨기과에서 정류고환이나 음낭수종으로 수술을 시행한 환자 중 술 전 초음파검사에서 명확히 크기를 측정할 수 있었고, 또한 수술장에서 고환을 노출하여 크기를 측정할 수 있었던 96명의 환아의 108개의 고환을 대상으로 하였다. 이 중 87개의 고환은 정류고환으로 고환고정술을 시행받았고, 21개의 고환은 선천성 음낭수종으로 고위결찰술 및 음낭수종절제술을 시행받았다. 환아의 평균나이는 4세 (1-12)였다.

2. 크기 측정

1) 크기의 정의: 수술 전 초음파 검사와 수술 중 자를 이용한 크기측정에서 고환의 상극과 하극을 잇는 가장 긴 선을 길이 (lenght; L)라고 정의하였고, 길이와 직각을 이루면서 부고환의 부착부위에서 반대편에 이르는 장경을 폭 (width; W), 길이 및 폭과 직각을 이루는 장경을 두께 (thickness; T)라고 정의하였다.

2) 술 전 초음파 검사: 모든 고환에 대해 한명의 소아영상의학과 전문의에 의한 초음파 검사를 실시하였으며, 5-10MHz linear-array transducer (Ultramark-9, Philips, USA)를 사용하여 고환의 길이와 폭을 측정하였다. 이 중 57개의 고환은 비뇨기과 외래에서 비뇨기과 전공의들에 의해서도 초음파 검사가 실시되었으며, 5-9MHz linear-array transducer (소노에이스 6000, 메디슨, 한국)를 사용하여 고환의 길이, 폭 그리고 두께를 측정하였다 (Fig. 1).

3) 수술 중 자를 이용한 크기 측정: 모든 고환은 술 중 고환이 노출된 직후에 일반적인 관찰과 함께 고환에 가해지는 압박을 최대한 배제한 상태에서 자로 길이, 폭 및 두께를 측정하였다.

3. 용적 계산

고환의 용적은 다음의 3개의 공식을 이용하여 계산하였다; 1) $LxW^2x0.52$ (formula for a prolate spheroid, F1), 2) LxWxTx0.52 (formula for an ellipsoid, F2), 3) LxWxTx0.71 (empiric formula of Lambert, F3)[6]

소아영상의학과 전문의에 의한 초음파 검사는 길이와 폭만 측정하였기 때문에 수술 중 자를 이용한 측정이나 비뇨기과 전공의에 의한 초음파 검사와의 비교 시에 F1을 이용하여 계산한 고환용적만을 사용하였다. 비뇨기과 전공의에 의한 초음파 검사와 수술 중 자를 이용한 고환용적의 비교는 모든 공식을 사용하였다.

4. 통계학적 분석

모든 크기와 용적의 비교는 Student's t-test (paired)를 사용하여 비교 분석하였으며 p값이 0.05 미만인 경우에 두 군간의 차이가 통계적으로 유의한 것으로 판정하였다.

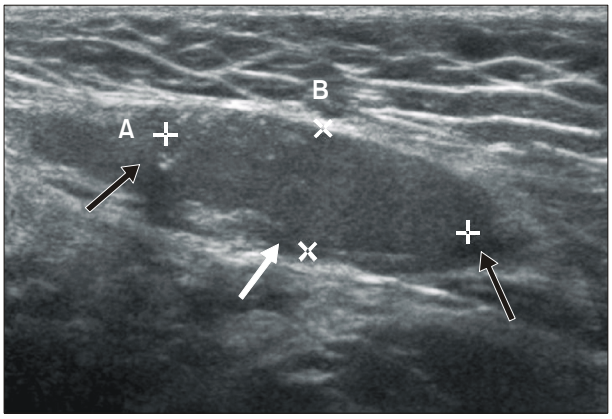


Fig. 1. Measurement of testicular volume by ultrasonography. The calipers measure testicular length (A) and width (B). Testicular volumes are calculated by using the formula: volume=$LxW^2x0.52$ (formula for a prolate spheroid). Black arrow: epididymis, white arrow: tunica albuginea.

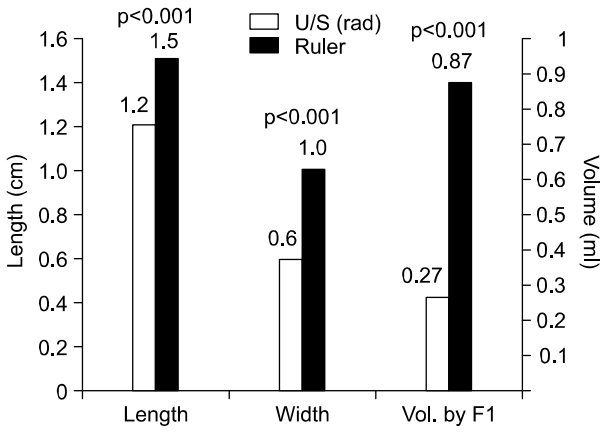


Fig. 2. Comparison of the ultrasonographic and intraoperative ruler measurements of 108 testes. US: ultrasonography, rad: single pediatric radiologist, Vol.: volume, F1: $LxW^2x0.52$ (formula for a prolate spheroid).

Table 1. Comparison of the ultrasonographic measurements and the intraoperative ruler measurements of 57 testes (3-dimensional measure)

	US (uro)	Ruler	Mean difference	p
Length (cm)	1.2±0.3	1.5±0.3	0.3±0.3	<0.001
Width (cm)	0.6±0.2	1.0±0.2	0.4±0.2	<0.001
Thickness (cm)	0.8±0.2	0.9±0.2	0.1±0.2	0.016
Vol. by F1 (cc)	0.29±0.20	0.86±0.62	0.57±0.54	<0.001
Vol. by F2 (cc)	0.36±0.26	0.73±0.52	0.38±0.37	<0.001
Vol. by F3 (cc)	0.40±0.27	1.18±0.84	0.78±0.73	<0.001

US: ultrasonography, uro: urologic residents, Vol.: volume, F1: $LxW^2x0.52$ (formula for a prolate spheroid), F2: LxWxTx0.52 (formula for an ellipsoid), F3: LxWxTx0.71 (empiric formula of Lambert)

결 과

소아영상의학과 전문의가 시행한 초음파검사로 측정된 108개 고환의 평균크기는 길이 1.2±0.3cm, 폭 0.6±0.2cm로 수술 중 자를 이용하여 측정한 길이 (1.5±0.3cm)와 폭 (1.0±0.2cm)에 비해 유의하게 작게 측정되었다 ($p<0.01$), F1으로 계산한 고환용적은 초음파검사로 측정 시 0.27±0.2ml로 수술 중 자를 이용한 측정치인 0.87±0.56ml보다 적게 측정되었으며 ($p<0.01$), 두 측정치 간의 평균차이는 0.61±0.47ml였다 (Fig. 2).

소아영상의학과 전문의와 비뇨기과 전공의가 모두 초음파검사를 시행하였던 57개 고환에서는 양측 군이 측정한 길이, 폭 및 F1으로 계산한 용적들 간에 유의한 차이가 없었다.

비뇨기과 전공의가 시행한 57개 고환의 초음파검사에서도 수술 중 자를 이용한 측정치에 비해 길이, 폭 및 두께가 작게 측정되었으며, 3개의 공식을 이용하여 계산한 고환용적 모두가 자를 이용한 측정치에 비해 적게 측정되었다 (Table 1).

고 찰

고환용적의 측정은 임상적으로 불임의 초기진단 시 대략적인 고환기능의 평가나 정류고환의 고환고정술 혹은 정계정맥류교정술 후의 추적검사에서 유용하게 사용된다. 특히 소아에서 정류고환이나 정계정맥류로 수술을 받은 후 사춘기를 거쳐 성인이 될 때까지의 추적검사 기간 동안에는 향후 고환기능과 임신능력의 평가와 예측을 위해서 정확하고 정밀한 고환용적의 측정이 필요하다.[6]

현재 대부분의 병원에서 사용되고 있는 초음파검사를 이용한 고환용적의 측정은 많은 문헌에서 높은 정확도와 재현성을 인정받고 있다.[4,6] 그러나 저자들의 경험으로는 실제로 정류고환이나 음낭수종의 수술 시 고환을 노출하여 직접 측정한 고환용적이 수술 전 초음파검사로 측정한 고환용적보다 큰 경우가 많아 초음파검사에 의한 고환용적 측정의 정확성에 대해 의문을 가지게 되어 이 연구를 시행하게 되었다.

과거에는 여러 종류의 고환계측기를 이용하여 고환용적의 측정의 정확성을 향상시키려는 시도가 있어왔는데, Takihara 등[7]은 26개 고환에 대해 Rochester 고환계측기와 캘리퍼스를 이용한 고환용적 측정치를 water replacement에 의해 측정한 실제 고환용적과 비교하였는데, 캘리퍼스를 이용한 고환용적의 상관계수는 0.58, Rochester 고환계측기는 0.81로 고환계측기에 의한 고환용적의 측정이 더 정확함을 보고하였다. 또한 Schiff 등[8]의 최근 보고에 의하면 고환계측기를 이용한 고환용적의 측정이 초음파검사에 의한 고환용적의 측정과 밀접하게 상관되며 통계적으로도 차이가 없음을 보여주고 있다. 반면 Rivkees 등[4]은 Prader 고환계측기와 초음파로 측정한 고환용적을 실제 고환용적과 비교하였는데 Prader 고환계측기로 측정한 고환용적이 초음파로 측정한 고환용적보다 증가되어 있었으며 초음파로 측정한 고환용적은 실제 고환용적과 비교적 일치했지만 Prader 고환계측기로 측정한 고환용적은 실제 고환용적이 1-15ml일 때는 30%까지 과측정되었고, 20ml 이상이어야 실제 용적과 비슷한 측정치를 얻었다고 보고하였으며, 따라서 Prader 고환계측기에 의한 고환용적의 측정은 정확성과 재현성이 모두 떨어진다고 하였다. Taskinen 등[9]은 76명의 151개의 고환을 대상으로 Prader 고환계측기와 초음파를 이용하여 고환용적을 비교하였으며 각각의 평균용적은 16±7ml, 17±8ml로 초음파를 이용하여 측정한 고환용적이 더 컸지만 통계학적으로는 차이를 보이지 않았다. 본 연구에서도 Prader 고환계측기에 의한 고환용적의 측정을 계획하였으나, 소아에서 정류고환이나 음낭수종으로 인해 고환을 정확히 촉지하기 힘든 경우가 많았고, 촉지되는 경우에도 대부분의 용적이 1ml 내외로 통계적 의미가 없을 것으로 생각하여 연구에서 제외시켰다.

초음파검사를 이용한 고환용적의 측정은 비용이 많이 든다는 단점이 있으나, 정밀한 크기 측정이 가능하며 재현성이 높고, 고환이 음낭 이외의 서혜관이나 복강 내에 위치해 있을 때에도 검사가 가능하다는 것과 고환조직 내부의 다른 병리를 선별할 수 있다는 장점을 가지고 있다. Behre 등[10]은 14개 고환의 부검 예에서 초음파검사로 측정한 고환용

적과 실제 고환용적 간의 강한 상관관계 및 초음파검사의 높은 재현성을 보고하였으며, 다른 종류의 초음파기기를 사용하였을 때에도 같은 결과를 얻을 수 있다고 하였다. 본 연구의 결과에서도 소아영상의학과 전문의와 비뇨기과 전공의가 서로 다른 초음파기기로 측정한 고환용적이 통계적으로 차이가 없어 초음파검사를 이용한 고환용적 측정의 높은 재현성을 확인할 수 있었다. Paltiel 등[6]은 18개의 실험용 개의 고환으로 실제 용적과 초음파검사를 이용한 측정치간의 차이를 비교하였는데, $LxW^2x0.52$와 LxWxTx0.71의 공식으로 계산한 용적은 무게를 이용하여 계산한 실제 용적보다 크게 측정되었으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었고, LxWxTx0.52의 공식으로 계산한 용적은 실제보다 31-36% 정도 적게 측정된다고 하였다.

Taskinen 등[9]은 술 전에 성인고환용적을 자, 초음파, Prader 고환계측기를 이용하여 측정한 결과 초음파로 측정한 고환용적이 자로 측정한 고환용적과 비교하여 컸으나 통계학적으로 의미있는 차이는 보이지 않았다. 그러나 본 연구에서는 초음파를 이용하여 측정한 용적이 술중 자를 이용하여 측정한 용적에 비해 용적을 계산하는 3개의 공식 모두에서 통계적으로 유의하게 적었다. 이는 성인 또는 실험동물을 대상으로 정확하고 통제된 초음파검사를 시행하였던 이전의 연구들과는 달리, 용적이 성인에 비해 매우 적으며 정류고환이나 음낭수종과 같이 주변 조직의 압박에 의해 정확한 크기측정과 위치관계의 파악이 힘든 소아의 고환들을 대상으로 하였기 때문이라고 생각한다. 또한 술중 자를 이용한 크기의 측정이 실제보다 크게 측정되었을 가능성과 소아의 특성상 초음파 검사를 할 때 정확하게 장축을 측정하지 못할 가능성도 완전히 배제할 수는 없다. 따라서 소아에서 초음파검사를 이용하여 고환용적을 측정할 때에는 성인에 비해 부정확한 결과를 얻을 수 있으며, 특히 정류고환이나 음낭수종과 같이 주변 조직의 압박에 의한 형태 변화를 동반한 고환은 실제의 용적보다 적게 측정될 가능성이 많다는 것을 염두에 두어야 한다.

전통적으로는 고환용적을 계산할 때 장구나 타원형의 용적을 구하는 식 (F1 & F2)을 사용하여 왔으나, 엄밀히 말해 고환의 형태는 정확한 장구나 타원형이 아니다. 이에 Lambert[11]는 장구나 타원형의 용적을 구하는 공식으로 고환의 용적을 계산하면 실제보다 항상 적게 측정되며 실제로 계산한 상수의 값은 고환의 모양과 크기에 따라 0.37에서 1.08까지 측정되었고 상수 0.71을 사용할 때 실제 고환용적에 근접한다고 보고하였다. 이 Lambert의 공식은 지금까지도 고환의 용적을 계산하는 식으로 많이 사용되고 있다. 본 연구에서는 타원형의 용적을 구하는 식을 사용했을 때 초음파와 술 중 자를 이용하여 측정한 고환용적 값의 차이가 가장 적은 것으로 나왔으며 Lambert의 공식을 사용하여 측정한 초음파와 술 중 자를 이용하여 측정한 고환용적 값의 차이가 세 가지 공식을 이용하여 측정한 값 중에서 가장 컸고 이는 Lambert의 보고와는 차이를 보였다.

결 론

초음파검사를 이용한 소아의 고환용적 측정은 소아영상의학과 전문의와 비뇨기과 전공의의 측정치 간의 차이가 없어 검사의 재현성이 높은 것으로 생각하나, 수술 중 자를 이용한 고환용적의 측정치에 비해 적게 측정되는 양상을 보인다.

REFERENCES

1. Sigman M, Jarow JP. Male infertility. In: Walsh PC, Retik AB, Vaughan ED Jr, Wein AJ, editors. Campbell's urology. 8th ed. Philadelphia: Saunders; 2002;1475-531
2. Kim DS, Kim SC, Kim JI, Ryu SB, Park YY, Park WK. Urology. 3rd ed. Seoul: Korea Publishing Inc; 2001;509
3. Takihara H, Cosentino MJ, Sakatoku J, Cockett AT. Significance of testicular size measurement in andrology: II. correlation of testicular size with testicular function. J Urol 1987;137:416-9
4. Rivkees SA, Hall DA, Boepple PA, Crawford JD. Accuracy and reproducibility of clinical measures of testicular volume. J Pediatr 1987;110:914-7
5. Taskinen S, Taavitsainen M, Wikstrom S. Measurement of testicular volume: comparison of 3 different methods. J Urol 1996;155:930-3
6. Paltiel HJ, Diamond DA, Canzio JD, Zurakowski D, Borer JG, Atala A. Testicular volume: comparison of orchidometer and US measurements in Dogs. Radiology 2002;222:114-9
7. Takihara H, Sakatoku J, Fujii M, Nasu T, Cosentino MJ, Cockett AT. Significance of testicular size measurement in andrology. I. A new orchiometer and its clinical application. Fertil Steril 1983;39:836-40
8. Schiff JD, Li PS, Goldstein M. Correlation of ultrasonographic and orchidometer measurements of testis volume in adults. BJU Int 2004;93:1015-7
9. Taskinen S, Taavitsainen M, Wikstrom S. Measurement of testicular volume: comparison of 3 different methods. J Urol 1996;155:930-3
10. Behre HM, Nashan D, Nieschlag E. Objectve measurement of testicular volume by ultrasonography: evaluation of the technique and comparison with orchidometer estimates. Int J Androl 1989;12:395-403
11. Lambert B. The frequency of mumps and of mumps orchitis and the consuquences for sexuality and fertility. Acta Genet Stat Med 1951;2(Suppl 1):1-166