한국 남아의 연령별 고환 용적

한림대학교 의과대학 소아과학교실,
원자력병원 소아과학교실[1]
송지은 · 이윤영 · 황일태 · 이혜란 · 임중섭[1] · 양 승

Testicular Volume in Korean Boys

Ji Eun Song, M.D., Yoon Young Yi, M.D., Il Tae Hwang, M.D.
Hae Ran Lee, M.D., Jung Sub Lim, M.D.[1] and Seung Yang M.D.
Department of Pediatrics, College of Medicine, Hallym University,
Department of Pediatrics, Cancer Center Hospital[1], Seoul, Korea

Purpose: Measurement of testicular volume is useful for the evaluation of puberty and testicular development in boys. Four mililiter of testicular volume means Tanner stage 2, the beginning of puberty, and its ethnic differences were reported. However, there is no reference value for Korean children. We tried to establish the standard testicular volume for Korean boys.
Methods: The subjects were selected among the children who visited the out-patient clinic of Kangdong Sacred Heart Hospital and Korea Cancer Center Hospital for the evaluation of growth from 2003 to 2008. Three hundred seventy two healthy Korean boys, 3 to 17 years of age, were included. We excluded the patients who were diagnosed as precocious puberty, delayed puberty, hypopituitarism, adrenal disorder and other endocrinologic disorder. The testicular volume was determined with Prader orchidometer. Clinical data were collected from patient's chart retrospectively.
Results: Right and left testicular volumes were 3.65 ± 1.82 mL and 3.55 ± 1.80 mL at 10 (10.0 - 10.9) year of age (n = 53), 6.17 ± 3.60 mL and 6.13 ± 3.69 mL at 11 (11.0 - 11.9) year of age (n = 52), respectively. There was no significant difference between right and left testicular volumes.
Conclusion: The time when testicular volume reached 4 mL seemed to be not changed than previous Korean data. However, further study will be required to determine the secular trend of pubertal timing in Korean boys.
(J Korean Soc Pediatr Endocrinol 2010;15:14-18)

Key Words: Prader orchidometer; Testicular size; Puberty

서 론

사춘기는 신장, 체중 등의 증가와 더불어 생식이 가능한 개체로서의 성숙을 이루는 시기로써 이 시기에 시상하부-뇌하수체-말단 생식기관의 축을 중심으로 일어나는 변화가 성장 촉진, 2차 성징의 발달 및 체형과 기능의 변화를 초래하게 된다. 사춘기의 시작이 어떤 기전으로 일어나는지 아직 완전히 밝혀지지 않았으며, 부신 남성호르몬 활성의 관여, 생식기능중추의 감수성 감소, 중추신경계의 성숙 및 수면기전과의 관계 등과 관련이 있다고 알려져 있다[1)].

사춘기의 발생 시기를 결정짓는 가장 중요한 요소는 유전적인 것으로 알려지고 있으며 이외에도 지리적 위치, 일사량, 영양 및 건강 상태, 심리적 요인들도 관여하는 것으로 알려지고 있는데, 예를 들면 적도 부근이나 낮은 고도에 거주하는 여성 그리고 농촌보다는 도시에 거주하는 여성 등은 사춘기가 빨리 나타난다[2)].

실제 임상에서 사춘기에서 나타나는 내분비계통의 생화학적 변화와 관련된 신체적 변화가 일어나는 연령의 정상범

Received: 18 May, 2009, Revised: 2 June, 2009
Accepted: 15 October, 2009
Address for correspondence: Seung Yang, M.D.
Department of Pediatrics, College of Medicine, Hallym University,
445, Gil-dong, Kangdong-gu, Seoul 134-701, Korea
Tel: +82.2-2224-2251, Fax: +82.2-482-8334
E-mail: drsyang@hallym.or.kr

위를 결정하는 일이 필수적이다. 사춘기에 처음 나타나는 신체적 변화는 여아의 경우에는 개체간의 편차가 크게 나타나는데 비해 남아의 경우에는 대체로 고환의 증대가 사춘기 변화의 거의 확실한 증거로 생각된다[1, 2].

임상에서는 사춘기의 성기 및 유방발달을 5단계로 구분한 Tanner 분류를 사춘기 평가에 이용하고 있으며, 고환 용적이 4 mL 이상이 되는 경우 Tanner stage 2로 사춘기 시작의 임상적 표지로 여겨진다. 고환의 크기는 사춘기 전 4 mL 미만이었다가 사춘기 동안 4 mL에서 12 mL로 증가하게 되고 성성숙도(sexual maturation rate, SMR) 5에 이르면 12 mL에서 25 mL 까지 증가하게 된다[3].

외국 여러 나라에서는 고환의 정상 발육치가 발표되어 온 바 있고 나라와 인종간 차이가 있음이 밝혀져 있지만 한국 남아를 대상으로 하여 분석한 데이터는 현재까지 부족한 실정이다[4, 5, 6]. 이에 강동성심병원과 원자력 병원 소아청소년과 성장클리닉에 방문한 남아를 대상으로 하여 연령에 따른 고환용적의 평균치를 구하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

2003년부터 2008년까지 한림대학교 강동성심병원과 원자력 병원의 소아청소년과 성장클리닉에 방문한 3세 이상 17세 이하의 남아중에서 고환 용적에 영향을 미칠 수 있는 성조숙증, 뇌하수체 기능저하증, 부신질환, 염색체 질환 등으로 진단받은 환아를 제외한 나머지 372명, 744개의 고환을 대상으로 하였다.

2. 방 법

자료수집은 외래차트를 후향적으로 분석하였다. 고환용적의 측정은 Prader orchidometry를 이용하여 좌측과 우측 고환을 측정하였으며 고환의 크기를 역연령과 골연령에 따라 구분하여 비교하였다. 한국 남아의 사춘기 시작의 추이를 알아보기 위해 1982년 Doh 등[7]과 1986년 Kim 등[8]이 발표한 자료와 비교하였다. 역연령에 따른 고환용적의 변화의 추이는 논문에 사용된 원 자료를 직접 구할 수 없어 평균고환용적을 기준으로 한 추세선으로 비교하였다. 골연령은 좌측 수부 X선 검사를 Greulich-Pyle atlas와 비교하여 측정하였다[9].

3. 통 계

자료의 분석은 SPSS for Windows (version 12.0, SPSS, Chicago, IL, USA) 를 사용하였다. 고환의 용적은 평균±표준편차로 표현하였으며, 연령별 좌우 고환용적에 유의한 차이가 있는지는 Student's t test로 비교하였다. P 값이 0.05 미만인 경우 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 판정하였다.

결 과

1. 대상 남아의 연령별 분포

총 대상 남아 372명을 연령별로 살펴보았을 때 각각 8세 30명, 9세 41명, 10세 53명, 11세 52명, 12세 62명, 13세 51명으로 8세에서 13세 사이에서 274명(73.6%)의 대상이 포함되었으며 이 범위에서 각각 30명 이상의 대상이 포함되었다 (Fig. 1).

2. 대상 남아의 골연령

역연령과 밀접한 비례적 상관관계를 보였다(r=0.88, P< 0.001, Fig. 2). 골연령과 역연령의 차이는 평균은 0.88±0.68세였다. 골연령과 역연령사이에 생물학적으로 의미가 있는 정도의 차이가 나는 경우 즉, 내분비적 질환이 의심되는 경우는 본 연구에서 배제되었다.

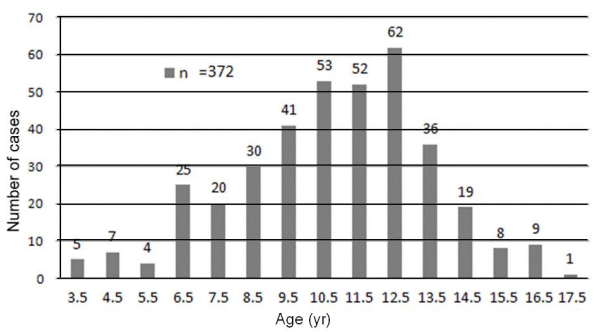


Fig. 1. Among 302 boys, 198 (63.5%) of them were distributed between 10 and 14 years of age.

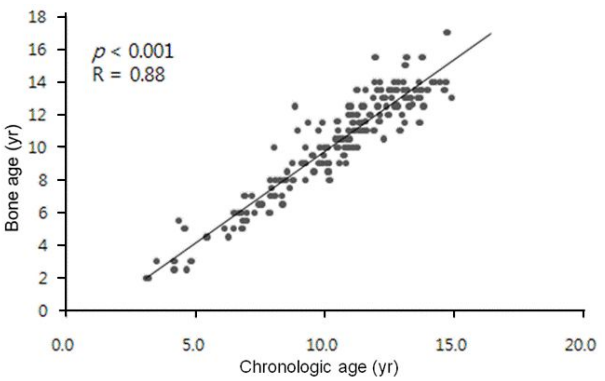


Fig. 2. Positive correlation was observed between chronologic age and bone age in study subjects.

3. 좌우측의 고환용적의 비교

우측 고환이 더 큰 경우가 12.3% (n=46), 좌측 고환이 더 큰 경우가 8.0% (n=27)이었다. 그러나 좌측과 우측의 고환 크기는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Fig. 3).

4. 역연령에 따른 고환 용적

고환의 용적은 역연령의 증가에 따라서 지속적인 성장을 보였으며 우측과 좌측 고환의 용적은 10.0-10.9세 때 각각 3.65±1.82 mL, 3.55±1.80 mL (n=53)이었고, 11.0-11.9세 때는 각각 6.17±3.60 mL, 6.13±3.69 mL (n=52)이었다(Table 1). 고환용적 4 mL에 도달하는 평균연령은 정확히 알 수 없으나 좌, 우측 고환용적의 추세선으로 볼 때 11세경에, 12 mL에 도달하는 평균연령은 14세경으로 추정된다(Fig. 3).

Table 1. Mean testicular volume in Korean boys

Age (years)	Right testis (mL)	Left testis (mL)	*P* value
3.0 - 3.9 (n = 5)	1.40 ± 0.55	1.40 ± 0.55	ND
4.0 - 4.9 (n = 7)	1.64 ± 0.48	1.64 ± 0.48	ND
5.0 - 5.9 (n = 4)	1.83 ± 0.29	1.88 ± 0.48	ND
6.0 - 6.9 (n = 25)	1.88 ± 0.39	1.84 ± 0.45	*P* = 0.616
7.0 - 7.9 (n = 20)	2.08 ± 0.65	2.05 ± 0.67	*P* = 0.577
8.0 - 8.9 (n = 30)	2.42 ± 1.20	2.40 ± 0.91	*P* = 0.851
9.0 - 9.9 (n = 41)	3.10 ± 1.84	3.04 ± 1.82	*P* = 0.452
10.0 - 10.9 (n = 53)	3.65 ± 1.82	3.55 ± 1.80	*P* = 0.145
11.0 - 11.9 (n = 52)	6.17 ± 3.60	6.13 ± 3.69	*P* = 0.588
12.0 - 12.9 (n = 62)	6.84 ± 3.99	6.75 ± 4.03	*P* = 0.377
13.0 - 13.9 (n = 36)	9.44 ± 3.64	9.31 ± 3.98	*P* = 0.509
14.0 - 14.9 (n = 19)	16.05 ± 6.01	16.00 ± 5.66	*P* = 0.834
15.0 - 15.9 (n = 8)	19.00 ± 3.70	19.00 ± 3.70	ND
16.0 - 16.9 (n = 9)	22.56 ± 3.88	22.25 ± 4.03	ND
17.0 - 17.9 (n = 1)	23.00	23.00	ND

Abbreviations: ND, not determined

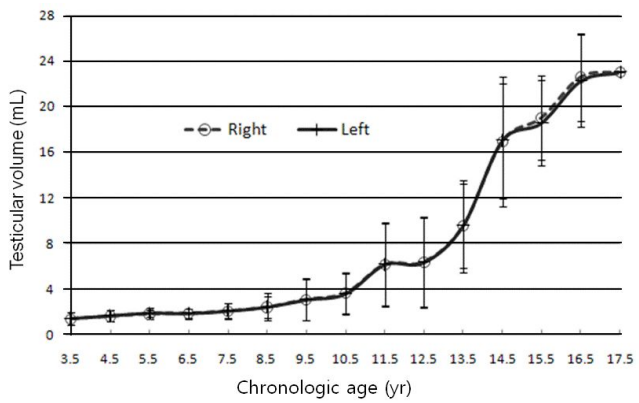


Fig. 3. Mean testicular volume by chronologic age was not different between right and left testis, respectively.

5. 골연령에 따른 고환용적

고환의 용적은 골연령의 증가에 따라서 역연령에서 보인 바와 유사하게 증가하는 것을 알 수 있었다(Fig. 4). 골연령 10-11세에 고환용적 4 mL에 도달하였고 15-16세에 12 mL에 도달하였다.

고 찰

사춘기는 신체의 급성장과 함께 2차 성징이 나타나는 생물학적인 성장기로 사춘기의 시작에 대한 기전은 아직 정확하게 알려지지 않았다. 그러나 뇌하수체의 성선자극호르몬이 분비되어 생식기관 등을 자극하여 사춘기가 발현되는 것으로 알려져 있는데 황체호르몬(luteinizing hormone, LH)은 여자에서 배란, 황체형성, 프로게스테론(progesterone)의 생산을 자극하고 남자에서는 Leydig cell에 작용하여 고환의 성

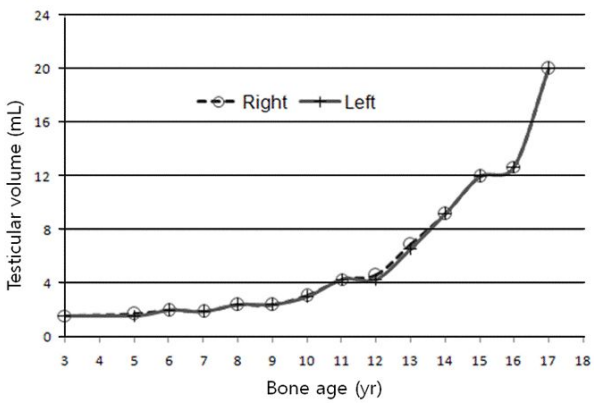


Fig. 4. Testicular volume reached 4 mL at 10 to 11 years of bone age. There was no significant difference between right and left testicular volume.

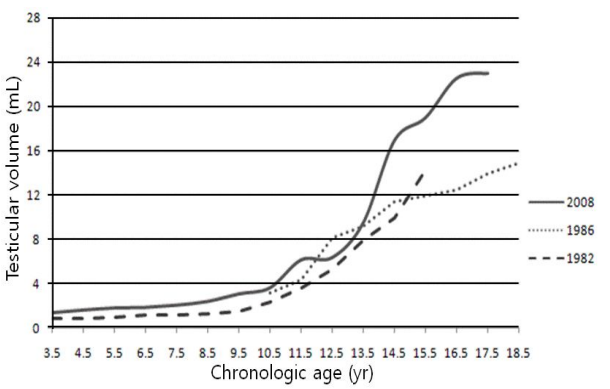


Fig. 5. This graph shows the trend of mean testicular volume change by chronologic age in Korean boys.

숙과 테스토스테론의 생산을 자극하게 된다[3, 14].

고환 및 음경의 발육은 사춘기 이전 까지는 비교적 정지 상태에 있다가 사춘기 시작과 함께 급성장을 보이게 된다. 고환용적의 측정은 사춘기 발달의 평가와 고환성장과 발달 등에 있어서 중요하게 여겨지며 고환의 발육속도나 최종 크기에 있어서도 개인간 상당한 차이가 있다. 고환 크기의 측정은 남자 생식 능력을 평가하는데 거의 유일한 지표로써 이용된다[10]. 이는 정액 분석 및 호르몬 농도와 더불어 남성 가임력을 반영한다.

사춘기에 해당하는 변화가 일어나는 시기나 그 후의 발달 속도는 매우 다양하여 나라와 인종간 차이가 있음이 밝혀져 있다. Prader orchidometer로 측정한 남자의 고환용적을 일본, 스위스, 이스라엘, 이탈리아 등에서 측정한 결과 유의한 인종간 차이를 보인 바가 있다[4, 5, 6, 11]. 또한 여러 동물 실험에서 내분비 기능의 차이와 고환 크기의 관련성이 밝혀진 바 있으며 사람을 대상으로 한 역학 조사 결과 신장과 체중, 체질량지수와 유의한 상관관계가 있음이 확인된 바 있다[12, 13]. 일반적으로 고환용적은 신체 크기와 비례한다고 생각되어지나 아직 체중, 신장, 체질량 지수 및 영양상태 등과의 관련성은 논란의 여지가 남아있다[3, 14].

본 연구에서 양쪽의 고환 크기가 유의한 차이를 나타내지는 않았으며 우측 고환이 큰 경우가 13.6%, 좌측 고환이 큰 경우는 9.7%이었다. 기존에 보고된 연구에서도 고환의 크기는 좌측과 우측의 차이가 있는 경우 우측이 큰 경우가 좀 더 많은 것으로 알려져 있다[7, 13, 15]. 또한 Rundle 등[16]도 한쪽 고환을 측정하는데서 오는 오차는 의미가 없을 것으로 보고하였다. 그러므로 한쪽 고환의 용적 측정만 가능한 경우에도 사춘기 평가에 의미를 가질 것으로 예측된다.

고환 크기의 증가와 함께 음낭의 색이 붉은 색을 띄면서 연해지는 것이 성성숙의 첫 징후가 된다[7]. 그리고 11-12세부터 급속도로 성장하는데 이 속도는 13-14세에서 가장 빠르며 약 17세가 되면 성인 크기에 도달한다[5]. Marshall 등[1]에 의하면 고환의 크기는 발달이 시작된 지 약 3년후에 성인 평균치에 도달한다.

골연령은 생리적인 성숙의 척도로써 사춘기의 시작과 명백한 연관관계는 없는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서 정상아에서는 고환용적의 증가가 골연령과 역연령에서 유사한 증가양상을 보였으며 고환용적 4 mL에 도달하는 골연령이 10-11세로 10-11세에 4 mL에 도달하는 역연령과 유사한 것으로 나타났다. 그러므로 골단 성숙이 지연되거나 앞서게 되는 내인성 질환 및 인자들이 없는 정상아들에서는 골연령을 측정하는 것이 역연령과 같은 변수로써 사춘기 시작을 예측하는데 도움을 줄 것으로 생각된다.

1980년에서 1981년까지 서울대학교 소아과 교실에서 954명을 대상으로 시행한 연구에서 고환용적 4 mL 에 이르는 역연령은 11-12세 정도로 나타났다[7]. 1984년에서 1985년까지 연세대학교 소아과교실에서 Kim 등[8]이 10세 이상 20세 미만 남아 134명에 대해서 실시한 사춘기 연령 남아의 고환용적 변화에 관한 연구 결과 사춘기 시작에 해당하는 고환 용적 4 mL에 도달하는 시기는 역연령 10-11세로 나타났다[8]. 본 저자들의 연구에서는 고환용적 4 mL에 도달하는 역연령이 10-11세 정도로 나타났다. 앞서 발표된 두 논문과 본 연구의 역연령에 따른 고환용적의 추세선을 보았을 때 고환용적이 4 mL에 도달하는 시기, 즉 남아의 사춘기 시작은 점차 빨라지는 것처럼 보이나 통계적으로 검증할 수 없었다(Fig. 5).

Matsuo 등[4]이 2000년에 일본의 남아를 대상으로 한 연구에서는 평균 11세경에 고환용적 3 mL에 도달한다고 보고하였고 이는 스위스의 Zachmann 등[5]이 1974년에 보고한 결과보다 1년가량 빠른 나이였다. 그러나 이러한 차이가 20년의 시간의 차이에 의한 변화인지 인종간의 차이를 말해주는 것인지는 뚜렷하지 않으므로 연구 시기나 대상 인종 등의 변수를 고려한 추가 연구가 필요하다. Carlsen 등[10]은 고환 크기 측정에 있어서 관찰자간, 나라간 오차가 있을 수 있다고 하였는데 실제 고환 크기와는 평균 16%, 나라간 오차는 최고 31%까지 측정치의 차이를 보인다 하였다. 이는 관찰자의 경험의 차이와 Prader ochidometer가 피부와 피하조직 내부에 있는 고환의 크기를 간접적으로 측정하는 방식이라는 것과 관련이 있다. 비교적 정확한 크기를 측정할 수 있는 초음파를 이용한 경우에는 크기가 상당히 작게 측정되는 것을 알 수 있다. 측정의 오차는 관찰자의 훈련과 적절한 표준화를 통하여 개선되어야 할 것이다.

결론적으로 우리나라 남아에서 고환용적으로 관찰한 사춘기 시작 연령은 10-11세로 나타났다. 최근 여아에서 조기에 사춘기가 시작되는 경향을 보이고 있어 남아에서도 사춘기의 시작의 표지가 되는 고환용적 4 mL가 되는 시기가 다소 빨라지는 것이 아닌가 생각되었으나 본 연구만으로 알 수 없었다.

본 연구는 무작위 추출을 통한 표본 선출이 아닌 대학병원을 방문한 남아를 대상으로 시행하였으며 서울시내 소재의 2개의 병원만을 대상으로 하였기에 선택오차가 있었을 가능성이 있다. 연구 대상 남아의 인원수가 372명으로 표본의 크기가 작아 일반화하기는 무리가 있고 특히 10세 미만의 대상군의 수가 충분하지 않았다. 향후 더 많은 남아를 대상으로 한 연구가 필요하며, 신장, 체질량 지수, 성장 속도와의 관계도 표준값이 필요할 것으로 생각된다. 또한 호르몬 및 성장인자 등과 같은 생화학적인 요소까지 고려한 추가 연구가 뒷

받침되어야 할 것이라 생각된다.

요 약

목 적: 고환 용적이 4 mL 이상이 되는 경우 Tanner stage 2로 사춘기 시작의 임상적 표지로 여겨진다. 외국 여러 나라에서는 고환의 정상 발육치가 발표되어 온 바 있고 나라와 인종간 차이가 있음이 밝혀져 있지만 우리나라 남아를 대상으로 하여 분석한 데이터는 현재까지 부족한 실정이다. 이에 강동성심병원과 원자력 병원 소아청소년과 성장클리닉에 방문한 남아를 대상으로 하여 연령에 따른 고환용적의 평균치를 구하고자 하였다.

방 법: 2003년부터 2008년까지 한림대학교 강동성심병원과 원자력 병원의 소아청소년과 성장클리닉에 방문한 3세 이상 17세 이하의 남아 중에서 고환 용적에 영향을 미칠 수 있는 성조숙증, 뇌하수체 기능저하증, 부신질환, 염색체 질환 등으로 진단받은 환아를 제외한 나머지 372명, 총 744개의 고환을 대상으로 하였다. 자료수집은 외래차트를 후향적으로 분석하였다. 고환용적의 측정은 Prader orchidometer를 이용하여 좌측과 우측 고환을 측정하였으며 고환의 크기를 역연령과 골연령에 따라 구분하여 비교하였다.

결 과: 우측과 좌측 고환의 용적은 10.0-10.9세 때 각각 3.65±1.82 mL, 3.55±1.80 mL이었고, 11.0-11.9세 때는 각각 6.17±3.60 mL이었다. 좌, 우측 고환용적은 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 골연령에 따른 고환용적이 4 mL에 도달하는 시기는 역연령과 차이를 보이지 않았다.

결 론: 한국 남아에서 고환용적이 4 mL에 도달하는 시기가 10-11세로 측정되었다. 이는 1980년대의 자료와 비교해 보았을 때 뚜렷한 차이는 보이지 않는다. 다만 이와 관련된 추가적이고 지속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

References

1) Marshall WA, Tanner JM. Variations in the pattern of pubertal changes in boys. Arch Dis Child 1970;45:13-23.
2) Marco Hernández M, Benítez R, Medranda I, Pizarro C, Méndez MJ Normal physiological variations of pubertal development: starting age of puberty, menarcheal age and size. An Pediatr (Barc) 2008;69:147-53.
3) Tanner JM. Growth and maturation during adolescence. Nutr Rev 1981;39:43-55.
4) Matsuo N, Anzo M, Sato S, Ogata T, Kamimaki T. Testicular volume in Japanese boys up to the age of 15 years. Eur J Pediatr 2000;159:843-5.
5) Zachmann M, Prader A, Kind HP, Häfliger H, Budliger H. Testicular volume during adolescence. Cross-sectional and longitudinal studies. Helv Paediatr Acta 1974;29:61-72.
6) Zilka E, Laron Z. The normal testicular volume in Israeli children and adolescents. Harefuah 1969;77:511-3.
7) Doh K. Normal growth in the genitalia of Korean male children. Korean J Pediatr 1982;25:26-38.
8) Kim H, Kim D. A study on hormonal change of LH, FSH, and testosterone and testicular volume in pubertal male children. Korean J Pediatr 1986;29:979-987.
9) Fendel H. Schmidt S, Koch B, Schulz R, Reisinger W, Schmeling A. Methods of radiological bone age assessment(author's transl). Radiologe 1976;16:370-80.
10) Carlsen E, Andersen AG, Buchreitz L, Jørgensen N, Magnus O, Matulevicuus V, et al. Inter-observer variation in the results of the clinical andrological examination including estimation of testicular size. Int J Androl 2000;23:248-53.
11) Barghini G. Preliminary Italian findings on the dynamics of testicular development. Findings in boys of Carrara aged 10 to 13 years. 1970;31:487-97.
12) Schinckel AP, Johnson RK, Kittok RJ. Testicular development and endocrine characteristics of boars selected for either high or low testis size. J Anim Sci 1984;58:675-85.
13) Lee K, Ku J, Lee N. Epidemiologic study about testicular volume performed in young men in Taejeon city and Chungnam area. Korean J Urol 2003;44:49-53.
14) Sobowale OB, Akiwumi O. Testicular volume and seminal fluid profile in fertile and infertile males in Ilorin, Nigeria. Int J Gynaecol Obstet 1989;28:155-61.
15) Béres J, Papp G, Pazonyi I, Czeizel E. Testicular volume variations from 0 to 28 years of age. Int Urol Nephrol 1989;21:159-67.
16) Rundle AT, Sylvester PE. Measurement of testicular volume. Its application to assessment of maturation, and its use in diagnosis of hypogonadism. Arch Dis child 1962;37:514-7.