

정상 한국인 소아에서 신장 크기

김인원¹ · 천정은¹ · 이영석²
이선희³ · 김옥화⁴ · 김지혜⁵
김홍대^{1,6} · 심정석^{1,7}

¹서울대학교 의과대학
영상의학교실

²단국대학교 의과대학
영상의학교실

³이화여자대학교 의과대학
영상의학교실

⁴아주대학교 의과대학
영상의학교실

⁵성균관대학교 의과대학
영상의학교실

현주소: ⁶한림대학교 의과대학
영상의학교실

⁷마더스여성영상의원

Kidney Length in Normal Korean Children

In-One Kim, MD¹, Jung-Eun Cheon, MD¹, Young Seok Lee, MD²,
Sun Wha Lee, MD³, Ok Hwa Kim, MD⁴, Ji Hye Kim, MD⁵, Hong Dae Kim, MD^{1,6},
Jung Suk Sim, MD^{1,7}

¹Department of Radiology and the Institute of Radiation Medicine, Seoul National University
College of Medicine,

²Department of Radiology, Dankook University College of Medicine

³Department of Radiology and Medical Research Institute, Ewha Womans University College
of Medicine

⁴Department of Diagnostic Radiology, Ajou University College of Medicine

⁵Department of Radiology and the Center for Imaging Science, Samsung Medical Center,
Sungkyunkwan University School of Medicine

Current Addresses:

⁶Department of Radiology, Kangnam Sacred Heart Hospital, College of Medicine, Hanllym
University

⁷Department of Radiology, Mothers Clinic, Bundang, Seongnam City, Gyeonggi-do

Purpose: Renal length offers important information to detect or follow-up various renal diseases. The purpose of this study was to determine the kidney length of normal Korean children in relation to age, height, weight, body surface area (BSA), and body mass index (BMI).

Materials and Methods: Children between 1 month and 15 years of age without urological abnormality were recruited. Children below 3rd percentile and over 97th percentile for height or weight were excluded. Both renal lengths were measured in the prone position three times and then averaged by experienced radiologists. The mean length and standard deviation for each age group was obtained, and regression equation was calculated between renal length and age, weight, height, BSA, and BMI, respectively.

Results: Renal length was measured in 550 children. Renal length grows rapidly until 24 month, while the growth rate is reduced thereafter. The regression equation for age is: renal length (mm) = 45.953 + 1.064 × age (month, ≤ 24 months) (R² = 0.720) or 62.173 + 0.203 × age (months, > 24 months) (R² = 0.711). The regression equation for height is: renal length (mm) = 24.494 + 0.457 × height (cm) (R² = 0.894). The regression equation for weight is: renal length (mm) = 38.342 + 2.117 × weight (kg, ≤ 18 kg) (R² = 0.852) or 64.498 + 0.646 × weight (kg, > 18 kg) (R² = 0.651). The regression equation for BSA is: renal length (mm) = 31.622 + 61.363 × BSA (m², ≤ 0.7) (R² = 0.857) or 52.717 + 29.959 × BSA (m², > 0.7) (R² = 0.715). The regression equation for BMI is: renal length (mm) = 44.474 + 1.163 × BMI (R² = 0.079).

Conclusion: This study provides data on the normal renal length and its association with age, weight, height, BSA and BMI. The results of this study will guide the detection and follow-up of renal diseases in Korean children.

Key words : Kidney; Ultrasonography; Length; Measurement

J Korean Soc Ultrasound Med

2010; 29: 181-188

Received June 10, 2010; Revised June
21, 2010; Accepted August 5, 2010.

감사의 글

본 연구의 수행에 있어 신장 초음파 측정
에 참여하여 기초자료를 제공하여 주신
소아영상의학회 모든 회원 여러분께 깊
은 감사를 드린다.

본 연구 자료의 통계분석은 서울대학교
병원 의학연구협력센터의 지원으로 이루
어 졌다.

Address for reprints :

In-One Kim, MD, Department of
Radiology, Seoul National University
Hospital, 101 Daehang-ro, Jongro-gu,
Seoul 110-744, Korea.

Tel. 82-2-2072-3608

Fax. 82-2-747-5781

E-mail: Kimio@radcom.snu.ac.kr

서 론

소아 신장 질환의 영상검사에서 신장 크기의 측정과 신장 성장의 평가는 매우 중요한 정보를 제공하게 된다. 현재 초음파 검사는 신장의 성장 평가에 있어 표준 검사 방법으로 사용되고 있다 [1-9]. 초음파검사에 의한 신장 크기의 측정은 경정맥 요로조영술이나 동위원소 신장 검사와 달리 방사선 조사에 의한 위해가 없고 조영제 주사에 따른 부작용이 없는 비침습적이고 간편한 검사로서 정확한 측정이 가능하다는 장점을 갖고 있다 [7, 8].

1984년 Rosenbaum 등이 초음파검사를 이용한 정상 소아의 신장을 측정하여 연령과의 관계를 구하여 공식에 의한 신장 계측표를 제시한 바 있다 [1]. 그러나 동양인과 서양인의 체형의 차이를 감안할 때 이들의 공식은 그대로 우리나라 현실에 적용하는 데에는 무리가 있을 것이다. 국내에서도 우리나라 표준치로 적용하기에는 계속 대상군의 크기가 작기는 하지만 신장의 정상 크기에 대한 초음파 계측의 보고가 있었다 [10, 11].

본 연구에서는 신장 질환의 정확한 진단이나 만성 신질환의 경과를 판정하는 데에 기여할 수 있도록 우리나라의 소아 연령에서 정상 신장 크기를 초음파로 측정하여 연령, 키, 체중 및 체표면적, 및 체질량지수와 신장 크기와의 관련성을 평가하고자 한다.

대상 및 방법

한국 어린이 전체의 표준치를 구하기 위하여 서울 및 지방의 여러 병원의 협조를 얻어 전국의 어린이를 대상으로 한 신장길이의 초음파계측을 시행하였다. 연구대상의 소아는 생후 1개월부터 15세까지의 신장 질환이 없는 건강한 소아로서 소변 검사와 혈청학적 검사상 신장 질환의 증거가 없고 신장 크기에 영향을 줄 수 있는 요로감염이나 악성종양 등의 기왕력이 없는 경우로 하였다.

환자의 키, 체중을 기록하고 체표면적(body surface area, BSA)과 체질량지수 (body mass index, BMI)를 다음과 같이 계산하였다 [7].

$$BSA(m^2) = \sqrt{[weight (kg) \times height (cm)]/3600}$$

$$BMI = weight (kg)/height^2(m^2)$$

신체 계측상 키나 체중이 정상 소아의 97 percentile 이상이거나 3 percentile 미만일 경우, 요로기형, 척추기형, 패혈증, 고혈압, 만성질환의 병력이 있는 소아를 제외하였고, 요로계 질환과 관계없는 증상으로 복부 초음파를 시행하는 소아를 대상으로 신장길이를 측정하였다.

신장길이의 측정은 복외위에서 숙련된 영상의학과 의사가

적절한 탐촉자를 사용하여 신장 길이의 최대치를 좌우 각각 3회 측정한 후 그 평균값을 구했다 [12-14].

연령별로 생후 1개월, 2-4개월, 5-7개월, 8-12개월, 만1세, 만 2세, 만 3세, 만 4세, 만 5세, 만 6세, 만 7세, 만 8세, 만9세, 만 10세, 만11-12세, 만 13세 이상의 16개 군으로 나누어 각 군당 평균과 표준편차를 구했고, 좌우 신장길이의 차이를 짝짓기 t-검정으로 평가하였다.

신장길이와 연령, 키, 체중, 체표면적 및 체질량지수와와의 선형적 관련성의 강도와 통계적 유의성을 평가하기 위하여 선형 회귀분석을 수행하였다. 회귀모형의 타당성은 표준화 잔차도표(residual plot)를 통해 평가하였다. 한 모형으로 자료가 적합 될 수 없음이 판단되면, 적절한 절단값을 기준으로 2개 이상의 회귀식을 적용하였다. 모든 통계방법은 SPSS (SPSS, version 12.0 for Windows; SPSS, Chicago, IL)를 사용하였다.

결 과

서울대학교병원, 가천의과대학교 길병원, 아주대학교의료원 등 전국 7개 병원에서 총 550명의 정상 소아 신장 길이 측정치를 얻었다. 구성원은 남아가 326명, 여아가 224명이었으며, 생후 1개월에서 만 15세 5개월까지의 연령 분포를 보였다 (Fig. 1). 16개군에서 남아와 여아의 평균 신장길이와 표준편차는 표 1과 같다. 남녀의 신장길이의 차이는 없었으며(p = 0.880), 짝짓기 t-검정을 시행하여 좌우 신장길이의 차이를 평가하였을 때 좌 신장길이가 우 신장길이에 비해 평균 1.537 mm 더 길었으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p < 0.00001).

신장 길이와 연령

연령에 따라 분류한 16개 군의 평균 신장길이의 그래프에서 전체적으로 연령이 증가함에 따라 신장길이가 증가하는 경향을 보였다 (Fig. 2A). 연령과 신장길이의 산점도 그래프에서도

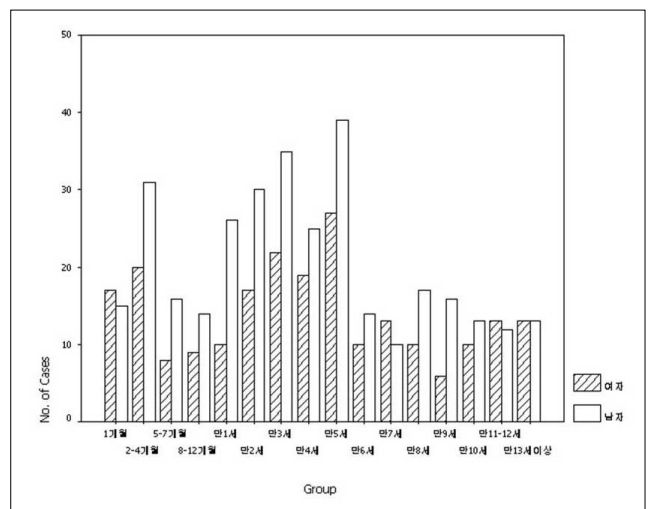
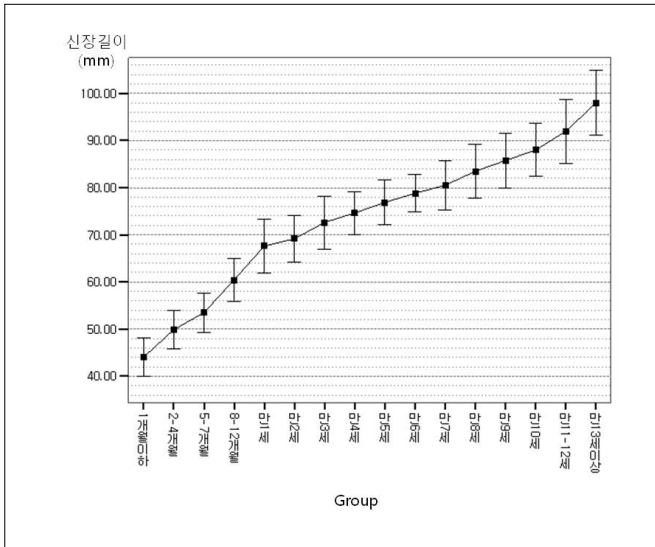
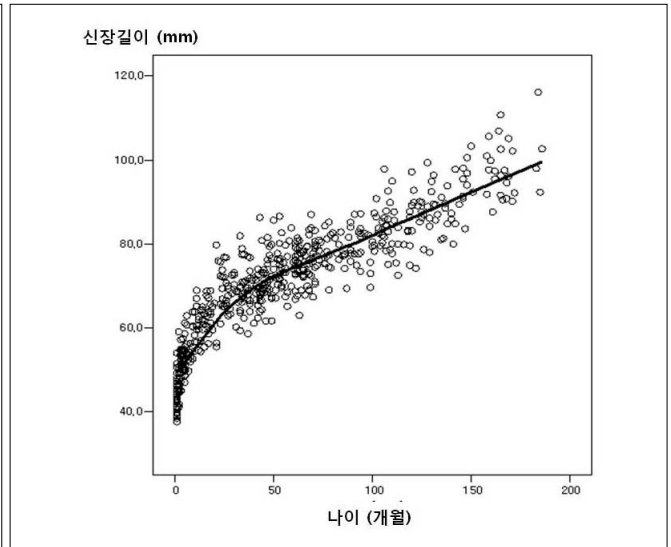


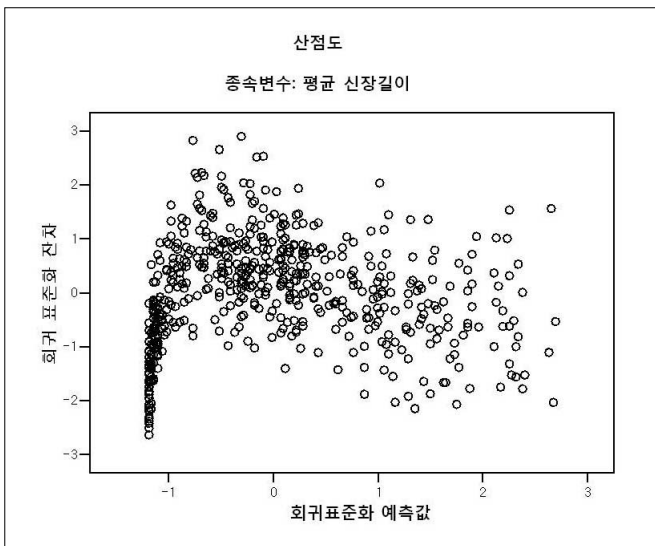
Fig. 1. 대상군의 연령별 분포



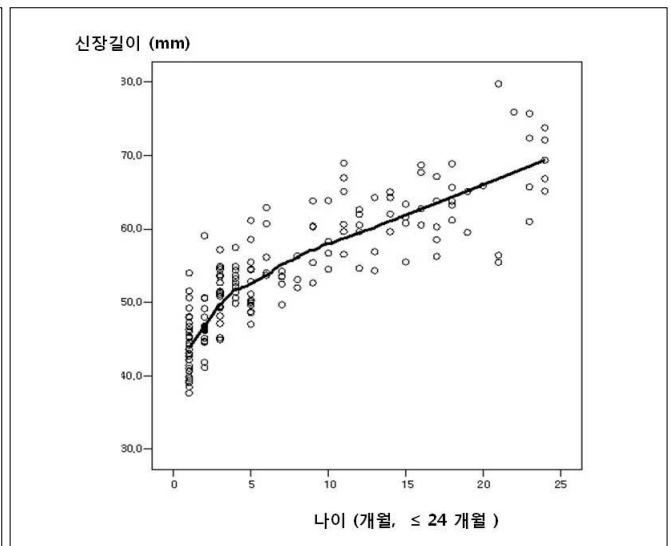
A



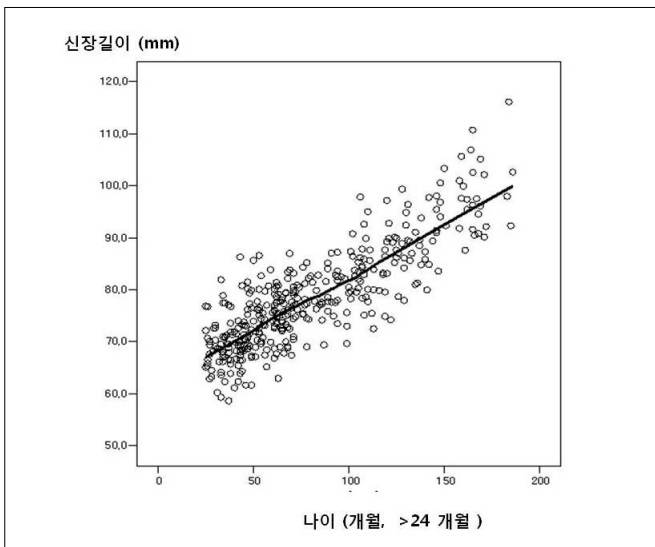
B



C



D



E

Fig. 2. 대상군의 연령과 신장길이의 관계
 A. 16개군별 평균 신장길이의 그래프
 그래프의 점은 각 군별 신장길이의 평균 값을 나타내며 오차막대 도표는 평균 \pm 1.0 표준편차를 나타낸다.
 B. 연령 대 신장길이의 산점도
 연령 대 신장길이의 산점도에서 나이가 증가함에 따라 신장길이 가 증가함을 알 수 있다. 그러나 생후 24개월을 전후로 그래프의 패턴이 변화한다.
 C. 연령 대 신장길이 회기분석의 잔차
 회기모형의 적합도 검정을 위해 잔차들의 분포를 평가하였을 때 잔차가 가파르게 증가하다 감소하는 패턴을 보인다. 잔차가 \pm 2 내에서 무작위로 분포한다고 볼 수 없어 한가지 선형모델로 설명 할 수 없다.
 D. 연령(24개월 이하) 대 신장길이의 산점도와 직선근사치의 방정식

$$\text{신장길이(mm)}=45.953+1.064 \times \text{연령(개월, 24개월 이하)} (R^2=0.720)$$

 E. 연령(24개월 초과) 대 신장길이의 산점도와 직선근사치의 방정식

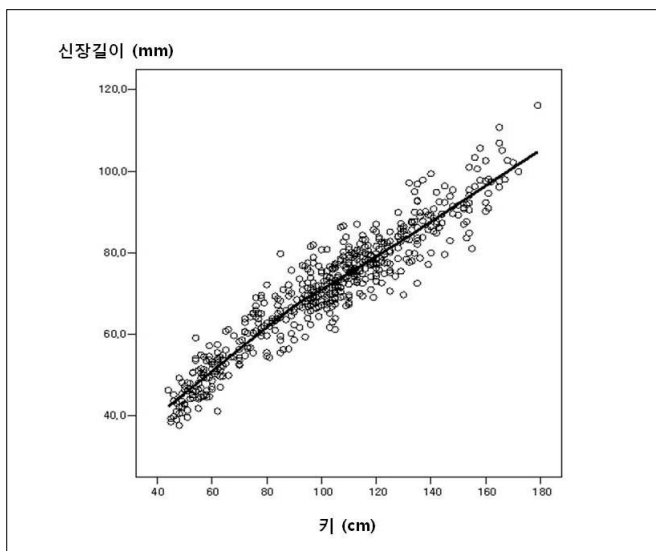
$$\text{신장길이(mm)}=62.173+0.203 \times \text{연령(개월, 24개월 초과)} (R^2=0.711)$$

연령이 증가함에 따라 신장길이가 증가하는 경향을 보였고 연령이 1개월 증가 시 신장길이는 0.275 mm 증가하며 통계적으로 유의한 선형적 관계를 보였다 ($R^2=0.793, p < 0.00001$). 그러나 산점도의 분포를 분석하였을 때 생후 24개월을 전후로 그래프의 패턴이 달라지는 것을 볼 수 있었다 (Fig. 2B). 잔차를 이용한 회귀모형의 적합도 검정에서 잔차들의 분포가 가파

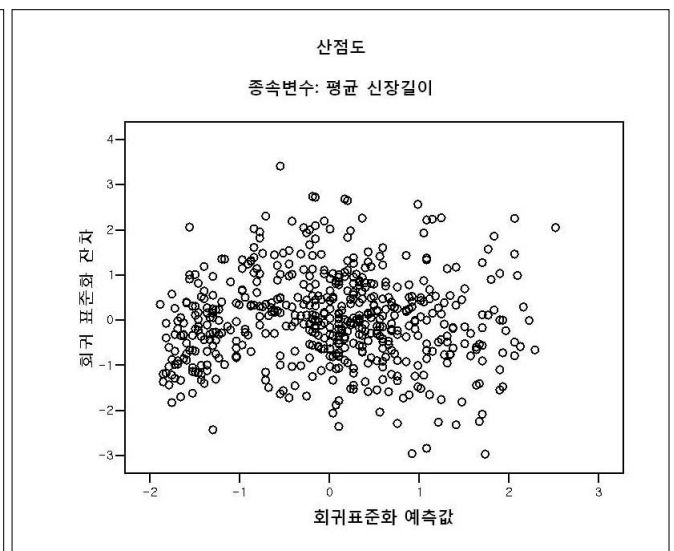
르게 증가하다 감소하는 패턴을 보여 ± 2 내에서 무작위로 분포한다고 볼 수 없어, 한 선형모형으로 적합하지 않음을 알 수 있었다 (Fig. 2C). 따라서 연령 24개월 전후로 두 개의 선형모형을 구축하여 (Fig. 2D, E), 다음과 같은 신장길이와 연령의 관련성에 대한 직선 근사치의 방정식을 얻었다.

표 1. 연령과 성별에 따른 신장의 길이

	남아				여아				우측 (mm)	좌측 (mm)
	평균 (mm)	최소치-최대치 (mm)	표준 편차	대상수 (명)	평균 (mm)	최소치-최대치 (mm)	표준 편차	대상수 (명)		
1개월이하	45.5	32.1-56.5	5.0	15	46.7	36.7-50.6	3.4	17	43.6	44.4
2-4개월	51.0	40.9-60.6	4.8	31	48.1	35.7-56.5	4.2	20	49.5	50.2
5-7개월	54.5	45.0-68.0	5.2	16	51.4	46.6-59.0	2.9	8	52.3	54.6
8-12개월	59.0	49.4-70.7	5.1	14	59.9	50.0-71.1	5.2	9	58.3	60.3
만1세	63.8	51.3-83.7	6.4	26	63.1	50.0-77.4	6.3	10	62.8	64.4
만2세	69.3	53.5-97.3	6.0	30	68.8	57.6-83.0	5.3	17	68.2	69.8
만3세	70.9	60.0-88.3	5.4	35	69.1	53.3-84.6	6.0	22	68.6	71.4
만4세	74.1	61.3-89.9	6.2	25	73.6	59.8-87.1	5.7	19	73.5	74.2
만5세	75.2	62.2-87.6	5.2	39	75.9	65.0-94.6	5.4	27	74.9	76.1
만6세	78.3	66.8-90.2	5.0	14	78.3	66.9-86.5	3.8	10	77.8	78.9
만7세	78.6	66.4-88.2	5.1	10	80.2	67.4-92.0	5.3	13	78.8	80.2
만8세	81.4	66.7-93.5	5.7	17	84.8	74.2-100.1	6.1	10	82.3	83.1
만9세	82.5	68.6-98.1	6.1	16	83.0	74.7-100.5	7.4	6	81.6	83.6
만10세	88.4	66.4-102.7	6.6	13	88.2	76.5-97.8	6.3	10	87.5	89.1
만11-12세	88.7	75.9-106.6	6.7	12	91.5	77.0-105.7	6.9	13	88.9	91.4
만13세 이상	100.3	83.6-120.0	8.7	13	96.1	93.6-107.0	5.2	13	96.8	99.6



A



B

Fig. 3. 대상군의 키(cm)와 신장길이의 관계
A. 키 대 신장길이의 산점도와 직선근사치의 방정식
신장길이(mm)=24.494+0.457x키(cm) ($R^2=0.894, p < 0.00001$)

B. 키 대 신장길이 회귀분석의 잔차

잔차도표에서 대부분의 자료가 ± 2 내에서 무작위적으로 분포한다. 회귀분석의 기본가정인 선형성 및 등분산성을 만족한다.

신장길이(mm)=45.953+1.064×연령(개월, 24개월 이하)
(R²=0.720, p < 0.00001)

신장길이(mm)=62.173+0.203×연령(개월, 24개월 초과)
(R²=0.711, p < 0.00001)

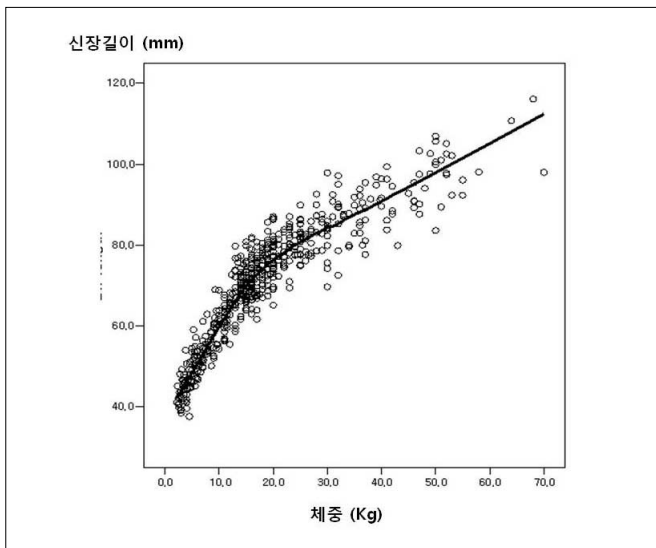
신장 길이와 키

신장길이와 키의 산점도 그래프에서 전체적으로 키가 증가함에 따라 신장길이가 증가하는 경향을 보였고, 키 1 cm 증가 시 신장길이는 0.457 mm 증가하며 통계적으로 유의한 선형적 관련성으로 보였다 (R²=0.894, p < 0.00001) (Fig. 3A). 잔차도표에서 대부분의 자료가 +/- 2 내에서 무작위적으로 분포한다고 볼 수 있으므로 회귀분석의 기본가정인 선형성 및 등분산성을 만족하여 한 선형모형으로 적합하였다 (Fig. 3B). 신장 길이와 키의 관련성에 대한 직선 근사치의 방정식은 다음과 같다.

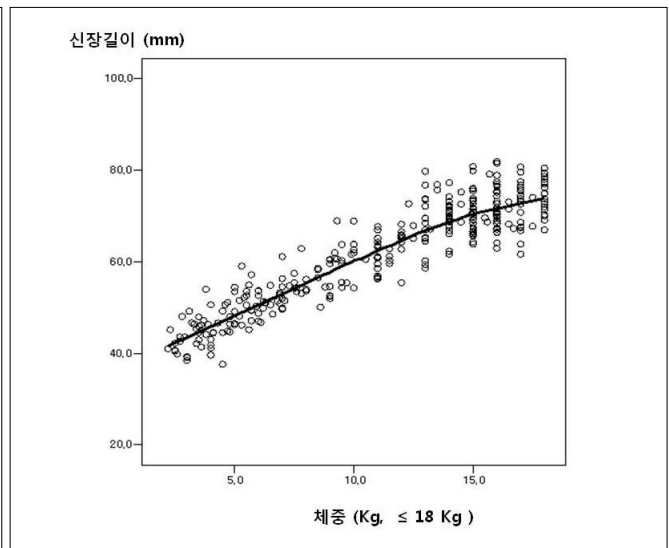
신장길이(mm)=24.494+0.457×키(cm)
(R²=0.894, p < 0.00001)

신장길이와 체중

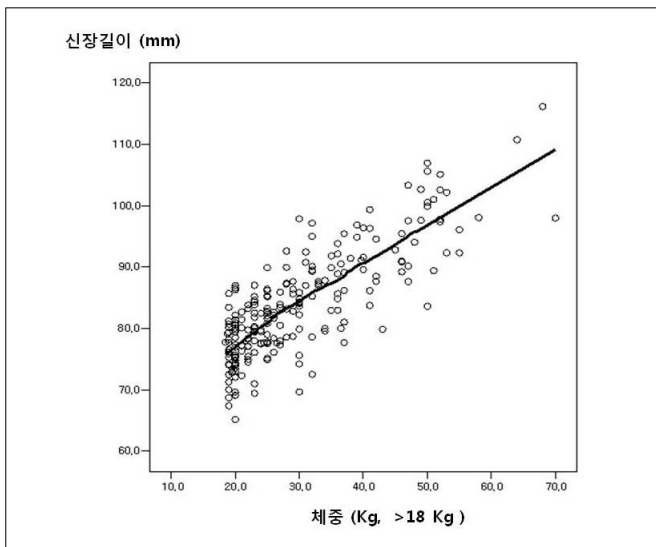
신장길이와 체중의 산점도 그래프에서 전체적으로 체중이 증가함에 따라 신장길이가 증가하는 경향이 나타났고, 18 kg 을 전후로 그래프의 패턴이 달라지는 것을 확인하였다(Fig. 4A). 체중이 1 kg 증가 시 신장길이는 1.080 mm 증가하며 통계적으로 유의한 선형적 관련성을 보였다 (R²=0.894, p < 0.00001). 그러나 회기분석의 적합성을 분석하였을 때 연령과 마찬가지로 회기분석의 기본 가정을 만족하지 않아 한 선형모형으로 설명할 수 없음을 나타내었다. 따라서, 체중 18 kg 전후로 두 개의 선형모형을 구축하여 (Fig. 4B, C), 다음과 같은 신장길이와 체중의 관련성에 대한 직선 근사치의 방정식을 얻었



A



B



C

Fig. 4. 대상군의 체중(Kg)와 신장길이의 관계
A. 체중 대 신장길이의 산점도
B. 체중(18 kg이하) 대 신장길이의 산점도와 직선근사치의 방정식
신장길이(mm)=38.342+2.117x체중(kg, 18 kg이하) (R²=0.852)
C. 체중 (18 kg 초과) 대 신장길이의 산점도와 직선근사치의 방정식
신장길이(mm)=64.498+0.646x체중(kg, 18kg초과)) (R²=0.651)

다.

$$\text{신장길이(mm)} = 38.342 + 2.117 \times \text{체중(kg, 18 kg 이하)}$$

$$(R^2 = 0.852, p < 0.00001)$$

$$\text{신장길이(mm)} = 64.498 + 0.646 \times \text{체중(kg, 18 kg 초과)}$$

$$(R^2 = 0.651, p < 0.00001)$$

신장길기와 체표면적

신장길기와 체표면적의 산점도 그래프에서 전체적으로 체표면적이 증가함에 따라 신장길이가 증가하는 경향이 나타났고, 0.7을 전후로 그래프의 패턴이 달라지는 것을 확인하였다 (Fig. 5A). 체표면적이 1.0 m² 증가 하였을 때 신장길이는 41.110 mm가 증가하며 통계적으로 유의하였다 (R²= 0.866, p < 0.00001). 그러나 회기분석의 적합성을 분석하였을 때 연령, 체중과 마찬가지로 회기분석의 기본 가정을 만족하지 않아

한 선형모형으로 설명할 수 없음을 나타내었다. 따라서, 체표면적 0.7 전후로 두 개의 선형모형을 구축하여 (Fig. 5B, C), 다음과 같은 신장길기와 체중의 관련성에 대한 직선 근사치의 방정식을 얻었다.

$$\text{신장길이(mm)} = 31.622 + 61.363 \times \text{체표면적(m}^2, 0.7 \text{ 이하)}$$

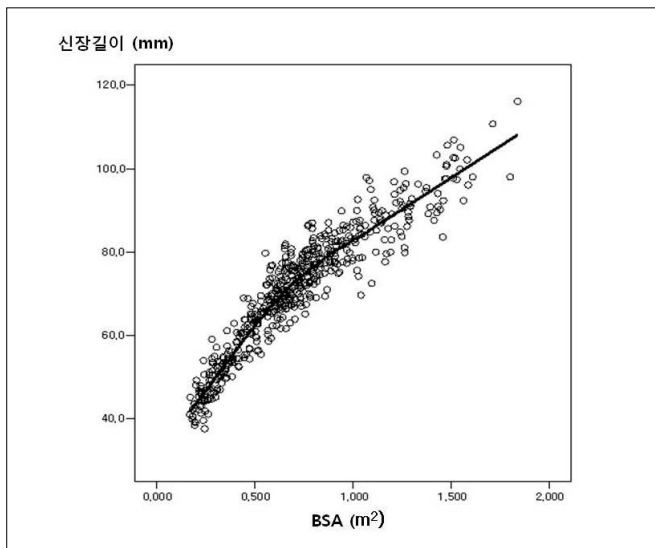
$$(R^2 = 0.857, p < 0.00001)$$

$$\text{신장길이(mm)} = 52.717 + 29.959 \times \text{체표면적(m}^2, 0.7 \text{ 초과)}$$

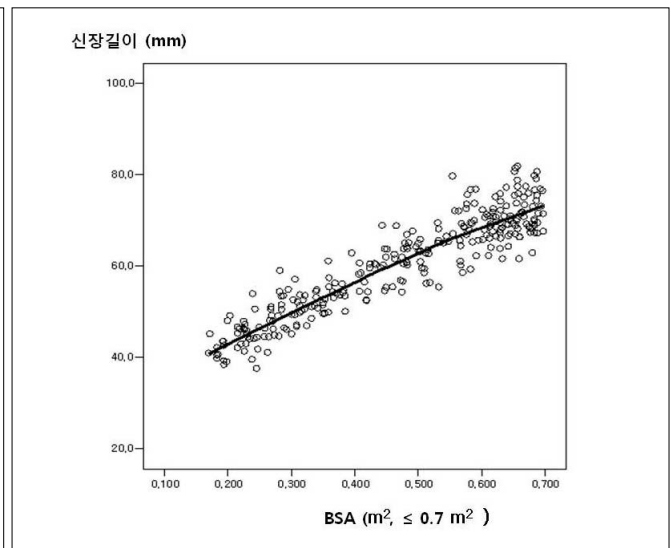
$$(R^2 = 0.715, p < 0.00001)$$

신장길기와 체질량지수

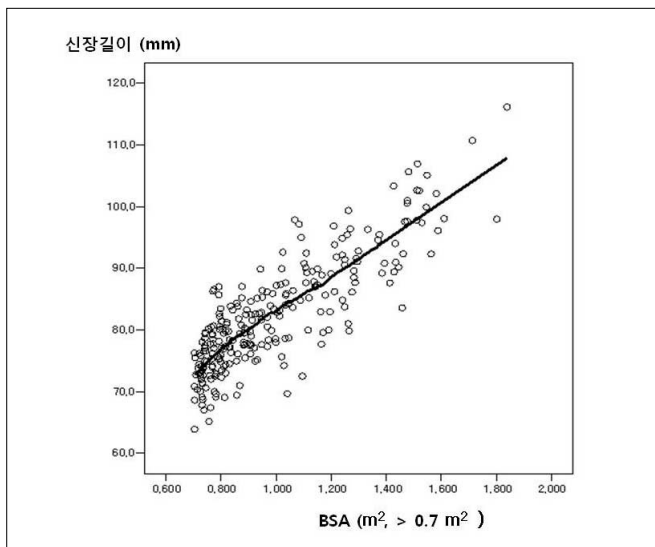
신장길기와 체질량지수의 산점도 그래프에서 전체적으로 체질량지수가 증가함에 따라 신장길이가 증가하는 경향이 나타났다 (Fig. 6). 체질량지수가 1.0 증가 하였을 때 신장길이는 1.613 mm가 증가하며 통계적으로 유의하였다 (R²=0.079, p



A



B



C

Fig. 5. 대상군의 체표면적(m²)와 신장길이의 관계

A. 체표면적 (BSA) 대 신장길이의 산점도

B. 체표면적(0.7 m²이하) 대 신장길이의 산점도와 직선근사치의 방정식

$$\text{신장길이(mm)} = 31.622 + 61.363 \times \text{체표면적(m}^2, 0.7 \text{ 이하)}$$

$$(R^2 = 0.857)$$

C. 체표면적(0.7 m² 초과) 대 신장길이의 산점도와 직선근사치의 방정식

$$\text{신장길이(mm)} = 52.717 + 29.959 \times \text{체표면적(m}^2, 0.7 \text{ 초과)}$$

$$(R^2 = 0.715)$$

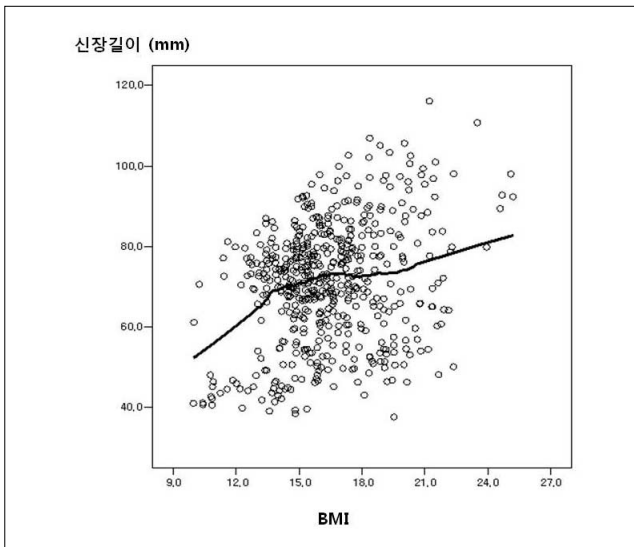


Fig. 6. 대상군의 체질량지수 (BMI)와 신장길이의 관계
 신장길이(mm)=44.474+1.163 x 체질량지수 (R²=0.079, p < 0.00001)

< 0.00001). 회기분석의 적합성 분석에서 회기분석의 기본 가정인 선형성 및 등분산성을 만족하여 한 선형모형으로 적합하였다. 신장 길이와 체질량지수의 관련성에 대한 직선 근사치의 방정식은 다음과 같다.

$$\text{신장길이(mm)} = 44.474 + 1.163 \times \text{체질량지수} \\ (R^2 = 0.079, p < 0.00001)$$

고 찰

소아를 대상으로 한 정상 신장 크기의 초음파 측정에 대한 연구는 1980년대 중반에서 1990년대 초반까지 제한적으로 시행되어 보고되었다 [1-6]. 기존의 연구들이 서양인 소아를 대상으로 정상 신장 길이의 기준값을 제시한 반면 [1, 5], 이번 연구는 한국 어린이를 대상으로 각 연령별 정상 신장 길이의 평균과 표준편차를 제시함으로써 신장질환이 의심되는 국내 환자의 초음파검사에서 신장의 크기 변화를 평가하는데 유용한 자료로 사용될 것으로 기대한다.

선형회기모형을 이용한 자료의 분석을 통해 연령, 키, 체중, 체표면적과 체질량지수가 비교적 일정한 선형적 관련성을 보이는 것을 알 수 있었고 이중 신장길이의 변동을 가장 잘 설명할 수 있는 독립변수는 키로써 신장길이의 변동은 키로 89.4% 설명할 수 있다고 하겠다. 각 독립변수에 따른 신장길이의 선형회기식을 얻었으나 실제 초음파검사 때에 각각의 회기식을 적용하여 초음파 길이를 예측하기는 번거로움이 있어 표 1에 각 성별과 연령에 따른 신장길이의 평균과 표준편차, 좌우신장의 평균길이를 제시하였고 Fig. 2A에 연령에 따른 16개 군별 신장 길이의 평균을 그래프로 나타내었다.

Loftus 등은 250명의 중국인 소아를 대상으로 정상 신장 길

이를 측정 후 미국 및 호주인 소아의 정상 신장 길이 값과 비교하여, 동양인과 서양인의 체형적 차이에도 불구하고 신장 길이에는 유의한 차이가 없음을 보고한 바 있다 [15]. 서양인 소아를 대상으로 한 기존 연구들의 원 자료를 확보할 수 없어 이번 연구의 결과와의 통계적 차이를 평가하기는 어려우나, Loftus 등 [15]이 결과로 제시한 중국인 및 호주인의 신장길이의 평균값과 이번 연구의 결과를 비교하였을 때 모든 연령군에서 이번 연구에서 제시한 평균값의 표준편차 범위 내에 신장 길이의 평균값이 위치하였다.

기존의 초음파를 이용한 신장 길이 측정의 연구들에서 좌우 신장 길이의 차이는 통계적으로 유의하지 않았으나 [5, 9], 이번 연구에서 좌 신장길이가 우 신장길이에 비해 통계적으로 유의하게 길었다 (p < 0.00001). 이는 최근 Kadioglu가 보고한 초음파를 이용한 정상 신장 계측의 결과와 일치하는데, 그는 좌측 신장이 우측에 비해 길이가 길고, 신 수질의 두께도 더 두껍다고 보고하였다 [16].

이 연구의 제한점으로는 각 연령군별 측정 대상자의 수가 균일하지 않으며, 특히 만 6세 이후 연령군에서는 대상군의 수가 적어 통계적 오류가 발생할 수 있다는 것이다. 표 1에서 여아 만9세 군의 경우 신장길이의 평균값이 만8세에 비해 오히려 감소하는 결과를 보여주는데 아마도 이는 대상군 수가 적어서 발생한 오류라고 생각한다.

본 연구의 결과에 근거하여 신장 질환이 의심되는 소아 환자의 초음파 검사 때에 신장의 크기 이상을 쉽게 확인할 수 있리라 기대한다. 또한 신장 질환이 있는 소아 환자의 경우에 치료 후 신장의 정상적 성장 여부를 판정하는데 객관적 지표로도 활용될 수 있을 것이라 기대한다.

요 약

목적: 신장 질환의 정확한 진단이나 만성 신질환의 경과를 판정하는데 기여할 수 있도록 우리나라 소아의 연령에 따른 정상 신장 길이의 기준 값을 제공하고, 측정된 신장 길이와 연령, 키, 체중, 체표면적 및 체질량지수와의 관련성을 알아보고자 한다.

대상 및 방법: 생후 1개월부터 15세까지의 비뇨기계 이상이 없고 키나 체중이 3 percentile에서 97 percentile에 해당하는 소아를 대상으로 하였다. 복외위에서 숙련된 영상의학과 의사가 신장길이의 최대치를 좌우 각 3회씩 측정 후 평균값을 구했다. 연령별 신장길이의 평균치 및 표준편차를 구했고, 신장의 길이와 연령, 체중, 키, 체표면적, 체질량지수와의 관련성을 평가하였다.

결과: 총 550명의 신장길이를 얻었다. 연령의 증가에 따라 신장 길이는 생후 24개월까지 비교적 가파른 증가를 보이다가 이후 완만한 증가를 나타내었다. 연령을 개월 수로

표시한 값을 X 축으로, 신장의 길이를 millimeter (mm)로 표시한 값을 Y축으로 하여 얻은 그래프에서 직선 근사치의 방정식은 신장길이(mm) = 45.953+1.064×연령(개월, 24개월 이하) (R²=0.720) 또는 62.173+0.203×연령(개월, 24개월 초과) (R²=0.711) 였다. 키를 cm로 표현한 값을 X축으로 하여 얻은 직선 근사치의 방정식은 신장길이(mm) = 24.494+0.457×키(cm) (R²=0.894) 였다. 체중을 kilogram으로 표현한 값을 X축으로 하여 얻은 직선 근사치의 방정식은 신장길이(mm) = 38.342+2.117×체중(kg, 18 kg이하) (R²=0.852) 또는 64.498+0.646×체중(kg, 18 kg 초과) (R²=0.651) 였다. 체표면적을 제곱미터로 표시한 값을 X축으로 하여 얻은 그래프에서 직선 근사치의 방정식은 신장길이(mm) = 31.622+61.363×체표면적(m², 0.7 이하) (R²=0.857) 또는 52.717+29.959×체표면적(m², 0.7 초과) (R²=0.715) 이었고, 체질량지수를 이용한 신장길이의 직선 근사치의 방정식은 신장길이(mm) = 44.474+1.163×체질량지수 (R²=0.079)이었다.

결론: 우리나라 소아 연령의 정상 신장 크기의 기준 값을 제공하고 측정된 신장 크기와 연령, 체중, 키, 체표면적 및 체질량지수와 관련된성을 알아봄으로써 신 질환의 진단 및 추적 검사에 중요한 지표로 활용될 수 있으리라 기대한다.

References

1. Rosenbaum DM, Korngold E, Teele RL. Sonographic assessment of renal length in normal children. *AJR Am J Roentgenol* 1984;142:467-469
2. Hricak H, Lieto RP. Sonographic determination of renal volume. *Radiology* 1983;148:311-312
3. Blane CE, Bookstein FL, Dipietro MA, Kelsch RC. Sonographic standards for normal infants kidney length. *AJR Am J Roentgenol* 1985;145:1289-1291
4. Dinkel E, Ertel M, Dittsich M, et al. Kidney size in child-

- hood: sonographic growth charts for kidney length and volume. *Pediatr Radiol* 1985;15:38-43
5. Han BK, Babcock DS. Sonographic measurements and appearance of normal kidneys in children. *AJR Am J Roentgenol* 1985;145:611-616
6. Schlesinger AE, Hedlund GL, Pierson WP, Null DM. Normal standards for kidney length in premature infants: determination with US. *Radiology* 1987;164:127-129
7. Gatewood OMB, Glasser RJ, Vanhoutte JJ. Roentgen evaluation of renal size in pediatric age groups. *Am J Dis Child* 1965;110:162-165
8. Sargent MA, Gupta SC. Sonographic measurement of relative renal volume in children: comparison with scintigraphic determination of relative renal function. *AJR Am J Roentgenol* 1993;161:157-161
9. Zerlin JM, Blane CE. Sonographic assessment of renal length in children: a reappraisal. *Pediatr Radiol* 1994;24:101-106
10. Choi BJ, Kim BS. The radiographic estimation of the kidney in normal Korean children. *J Korean Radiol Soc* 1983;19:829-836
11. Kim KS, Park JH. Sonographic assessment of renal size in normal children. *The Korean Journal of Nephrology* 1989; 8:384-389
12. Edell SL, Kurtz AB, Rifkin MD. In : Goldberg BB & Kurtz AB, eds. *Atlas of ultrasound measurements*. Chicago: Year Book Medical Publishers, 1990;146-160
13. Schlesinger AE, Hernandez RJ, Zerlin JM, Marks TI, Kelsch RC. Interobserver and intraobserver variations in sonographic renal length measurements in children. *AJR Am J Roentgenol* 1991;156:1029-1032
14. Sargent MA, Wilson BPM. Observer variability in the sonographic measurement of renal length in childhood. *Clin Radiol* 1992;46:344-347
15. Loftus WK, Gent RJ, LeQuensne GW, Metreweli C. Renal length in chinese children: sonographic measurement and comparison with western data. *J Clin Ultrasound* 1998;26:349-352
16. Kadioglu A. Renal measurements, including length, parenchymal thickness, and medullary pyramid thickness, in healthy children: what are the normative ultrasound values? *AJR Am J Roentgenol* 2010;194:509-515