

소아 신이식 후의 키 성장에 영향을 미치는 인자들에 대한 연구

서울대학교 의과대학 소아과학교실, 외과학교실*

이주훈, 이병섭, 강희경, 한혜원, 이준호, 하일수, 정해일, 최 용, 김상준*

< 한 글 요약 >

목 적 : 신이식을 받은 환아들의 키 성장에 영향을 미치는 인자를 찾아내어, 신이식 후 성장의 향상에 기여하고자 본 연구를 시행하였다.

방 법 : 서울대학교 병원에서 신이식을 받고 이식 당시와 이후 3년간 키에 대한 정보를 얻을 수 있었던 56명의 환아를 대상으로 하여 이식 당시와 이후 6개월, 1년, 2년, 3년 후의 Z-score를 구하였다. 성별, 이식 당시의 나이, 이식 후 사용된 스테로이드의 평균누적 용량, 이식 전 성장 지연 정도, 공여자의 특성, 이식 전 투석여부와 이식신의 기능이 이들 Z-score와 delta Z에 미치는 영향을 알아보았다.

결 과 : 신이식 당시의 Z-score는 연령이 어릴수록 유의하게 높았다. 신이식 당시의 Z-score가 낮을수록 이식 후 Z-score의 상승폭이 더 컸으나($P < 0.01$) 절대값은 더 낮았다($P < 0.001$). 신이식 후 Z-score의 분석에서 상관관계를 구해 보면 연령이 어릴수록, 이식 후 스테로이드 투여량이 적을수록 이식 1년 후의 Z-score와 delta Z가 유의하게 높았다($P < 0.05$). 이식 후 creatinine이 상승되어 있는 군이 정상인 군에 비하여 이식 6개월, 1년 후의 delta Z가 유의하게 낮았다($P < 0.05$). 투석 여부, 성별이나 공여자의 종류에 따른 Z-score의 차이는 뚜렷하지 않았다.

결 론 : 말기 신부전 환아에서 신이식 당시의 나이가 어릴수록, 신이식 후 투여한 스테로이드의 용량이 낮을수록 신이식 후 키 성장회복이 좋았다. 신이식 당시의 성장지연이 심할 수록 신이식 후 성장회복의 폭은 높았으나 성장지연은 계속 심한 상태로 남아있었다. 이식신의 기능이 잘 유지될수록 성장 속도가 잘 유지되었다.

서 론

소아 만성신부전 환아에 대한 치료로서의 투석요법은 그 기법의 향상으로 높은 생존율을 보이고 있으나, 장기간의 치료로 삶의 질은 크게 호전시키지 못하기 때문에 상대적으로 신이식술이 최적의 치료법으로 인정받고 있다^{1,2)}. 그러나 성공적인 신이식 후에도 성장 지연이 지속되어 키가 작은 채로 남을 수도 있다³⁾. Tejani등에 의하면 6세 미만의 어린 소아에서의 신이식 결과, 나이가 많은 소아에 비해 이식신 생존률에 차이가 없고 키 성장에 있어서는 더 나은 결

과를 보여준다고 하였다⁴⁾. 국내에서도 소아 신이식에 대한 전반적 연구의 일환으로 성장에 관한 분석을 시행하여, 사춘기 이전에 신이식을 시행했을 때 성장지연이 최소화되고 신속한 따라잡기 성장(catch-up growth)을 기대할 수 있다고 한 보고가 있었으나^{5,6)}, 키 성장에 대하여 연령, 스테로이드 사용량, 성별, 공여자, 투석여부 등에 대하여 구분하고 이들이 키 성장에 미치는 영향을 심도있게 연구한 결과는 없었다. 저자들은 서울대학교 병원에서 신이식을 시행받은 환아들을 대상으로 키 성장을 분석하고 예후인자를 찾아내어, 신이식 후 소아의 키 성장을 향상시키는데 기여하고자 본 연구를 시행하였다.

접수: 2000년 3월 20일, 승인: 2000년 3월 20일
책임저자: 하일수, 서울의대 소아과학교실
전화 : (02) 760-2858 FAX: (02) 745-5848
※ 이 연구는 서울대학교 병원 지정진료 연구비(02-1995-1190)의 지원으로 이루어졌음.

Table 1. Profiles of the patients

	N
Sex	
Male	43
Female	13
Prior dialysis	
Yes	51
No	5
Donor source	
Live	50
Cadaver	6

군으로 구분하였는데 2~5세 군이 6명, 6~12세 군이 30명, 13~18세 군이 20명이었다. 또한 이식 당시의 Z-score에 따라서 <-4, -3~-4, -2~-3, -1~-2, >-1으로 나누었다.

대상 환아들은 이식 후 모두 prednisolone과 cyclosporine A를 투여받았고, prednisolone의 투여량은 수술후 1 mg/kg·day로 시작하여 가능한 한 빨리 줄여서 1개월 후에는 5~15 mg/day로 유지하다가 이틀에 한번 투여하는 방법으로 감량하였다. 신이식 후 3년간 사용한 총 스테로이드의 용량을 기간 중 평균 체중으로 나누어 누적평균사용량을 구하였고, 그 값에

Table 2. Z-score and delta Z in different age groups

Age (years)	N	Baseline Z-score	Z-score(delta Z)			
			6 month	1 year	2 year	3 year
2 ~ 5	6	-1.79±1.58	-2.11±1.52 (-0.32±0.52)	-1.52±1.19 (0.27±0.57)	-1.59±0.89 (0.20±0.92)	-1.27±0.86 (0.53±1.05)
6 ~ 12	30	-1.65±1.38	-1.66±1.30 (-0.01±0.27)	-1.55±1.24 (0.10±0.41)	-1.53±1.42 (0.13±0.67)	-1.63±1.52 (0.02±0.86)
13 ~ 18	20	-2.65±2.09	-2.80±1.93 (-0.15±0.30)	-2.73±1.64 (-0.07±0.78)	-2.27±1.27 (0.39±1.37)	-2.01±1.05 (0.64±1.58)
Total	56	-2.02±1.72	-2.12±1.63 (-0.09±0.32)	-1.97±1.48 (-0.06±0.58)	-1.80±1.35 (0.23±0.99)	-1.73±1.32 (0.30±1.20)

대상 및 방법

1. 대상

1979년부터 1997년까지 신이식을 시행받은 18세 이하의 환아 110명 중 이식 후 3년간의 키 성장에 대한 정보를 얻을 수 있었던 56명의 환아들을 대상으로 하였다.

환아들의 남녀비는 43:13이었고 신이식 당시의 정중 연령은 11세(평균 11세±3.4세)였으며, 연령 범위는 2세부터 17세 까지였다. 51례는 투석 시행 중에 신이식을 받았고, 5례는 투석기간이 없이 바로 신이식을 받았다. 50례는 생존 공여자로부터, 6례는 사체 공여자로부터 신장을 공여받았다. 이전에 신이식을 받은 환아는 없었다(Table 1).

2. 방법

참고문헌들과의 비교를 쉽게 하기 위하여 이식 당시의 연령에 따라서 2~5세, 6~12세, 13~18세

따라서 <0.2, 0.2~0.25, 0.26~0.3, >0.3 mg/kg·day 군으로 나누었다. 성별, 이전 투석 여부, 공여자의 종류에 따라서도 환아들을 분류하였다.

병력지 고찰을 통해서 이식 시행 6개월, 1년, 2년, 3년 후의 키에 대한 정보를 얻었고 1998년 한국 소아 및 청소년 신체 발육 표준치⁷⁾에 명시된 연월령(chronological age)에 기초한 평균 신장 및 표준편차에 따라 Z-score로 표시하였다. Z-score는 다음과 같이 정의하였다.

$$Z\text{-score} = \frac{\text{patient's height} - \text{mean height for age and sex}}{\text{standard deviation of height for age and sex}}$$

3. 통계

통계프로그램은 SPSS(ver 9.0)를 사용하였다. 연령, 스테로이드 사용량 그리고 신이식 당시의 성장지

Table 3. Effects of sex, prior dialysis history and type of donor on baseline Z-score and delta Z after transplantation

	N	Baseline Z-score	delta Z			
			6 month	1 year	2 year	3 year
Sex						
Male	13	-2.08±1.76	-0.08±0.31	0.07±0.61	0.27±1.05	0.30±1.30
Female	43	-1.82±1.63	-0.14±0.36	0.02±0.50	0.07±0.79	0.30±0.83
Prior dialysis						
Yes	51	-1.98±1.75	-0.10±0.33	0.02±0.58	0.18±1.02	0.23±1.21
No	5	-2.47±1.56	-0.01±0.29	0.39±0.55	0.70±0.39	0.93±1.03
Donor source						
Live	50	-2.02±1.69	-0.08±0.29	0.05±0.60	0.24±1.03	0.33±1.26
Cadaver	6	-2.09±2.14	-0.20±0.55	0.13±0.41	0.13±0.60	0.05±0.54

Table 4. Z-score and delta Z in groups of different cumulative mean steroid dosage

Steroid dose (mg/kg · day)	N	Age (years)	Baseline Z-score	Z-score(delta Z)			
				6 month	1 year	2 year	3 year
< 0.20	17	11.5±2.6	-1.30±1.96	-1.41±1.58 (-0.11±0.26)	-1.32±1.69 (-0.02±0.60)	-1.28±1.53 (0.01±0.80)	-1.35±1.50 (-0.05±1.20)
0.20 ~ 0.25	23	12.0±2.9	-2.44±1.66	-2.44±1.54 (-0.00±0.56)	-2.30±1.33 (0.14±0.61)	-1.95±1.27 (0.49±1.18)	-1.84±1.29 (0.59±1.32)
0.26 ~ 0.30	9	10.2±3.9	-1.92±1.59	-2.18±1.73 (-0.26±0.33)	-2.10±1.69 (-0.18±0.49)	-2.12±1.52 (-0.20±0.84)	-1.92±1.35 (-0.00±1.00)
> 0.30	7	6.7±3.3	-2.56±0.98	-2.69±0.62 (-0.13±0.56)	-2.29±0.67 (0.27±0.54)	-2.12±0.59 (0.44±0.74)	-2.02±0.87 (0.54±0.91)

Table 5. Z-score and delta Z in groups of different baseline Z-score

Baseline Z-score	N	Age (years)	Z-score(delta Z)			
			6 month	1 year	2 year	3 year
< -4	7	14.6±1.4	-5.09±7.28 (0.10±0.34)	-4.55±0.61 (0.63±0.88)	-3.60±1.26 (1.59±1.49)	-3.10±1.34 (2.09±1.66)
-3 ~ -4	6	12.2±4.5	-3.32±0.35 (-0.02±0.20)	-3.21±0.59 (0.11±0.60)	-2.97±0.82 (0.35±0.80)	-2.52±0.84 (0.80±0.80)
-2 ~ -3	15	9.4±2.9	-2.48±0.40 (0.03±0.36)	-2.21±0.43 (0.27±0.32)	-2.10±0.52 (0.38±0.45)	-2.24±0.93 (0.23±0.85)
-1 ~ -2	12	12.0±2.1	-1.77±0.38 (-0.18±0.28)	-1.88±0.53 (-0.28±0.50)	-1.87±0.58 (-0.28±0.61)	-1.81±0.62 (-0.21±0.61)
> -1	16	9.4±3.3	-0.28±0.85 (-0.23±0.29)	-0.22±0.59 (-0.17±0.42)	-0.23±0.27 (-0.18±0.87)	-0.28±0.82 (-0.23±0.96)

Table 6. Z-score and delta Z according to the changes of serum creatinine

		serum creatinine	
		increased*	normal
6 month	N	12	44
	Z-score	-1.41 ± 1.51	-2.31 ± 1.63
	delta Z**	-0.26 ± 0.28	-0.05 ± 0.32
1 year	N	22	34
	Z-score	-1.97 ± 1.61	-1.97 ± 1.42
	delta Z**	-0.24 ± 0.63	0.25 ± 0.46
2 year	N	34	22
	Z-score	-1.86 ± 1.33	-1.70 ± 1.40
	delta Z	0.25 ± 1.19	0.20 ± 0.58
3 year	N	37	19
	Z-score	-1.83 ± 1.05	-1.52 ± 1.73
	delta Z	0.35 ± 1.34	0.20 ± 0.90

* Cr > 0.7 mg/dL (under 10 years old), Cr > 1.0 mg/dL (between 10 and 18 years old)

** P < 0.05

연 정도와 키 성장의 관계를 분석하기 위하여 단순상관관계수(Pearson correlation coefficient)를 구하였고, 이들 상호간의 교란 효과의 통제를 위하여 편상관계수(Partial correlation coefficient)를 구하였다. 성별, 공여

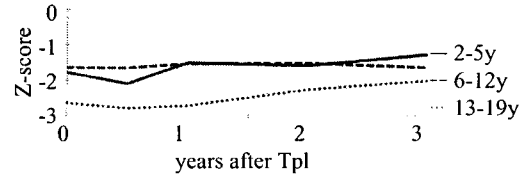


Fig 1. Comparison of growth after transplantation between 3 age groups represented by Z-score average.

자의 종류, 투석 여부와의 관계를 분석하기 위하여 Mann-Whitney 검정을 시행하였다. P값이 0.05 미만일 때 유의하다고 판정하였다.

결 과

1. 신이식 당시의 성장지표에 영향을 주는 인자

신이식 당시의 Z-score는 13-18세 군에서 평균 -2.65였고(Table 2), 단순상관분석 결과 연령이 많을수록 신이식 당시의 Z-score가 낮았다(P = 0.007)(Table 7). 투석 여부에 따라서 구분하였을 때 이전에 투석을

Table 7. Statistical analysis of various factors affecting height growth after kidney transplantation

	Z-score					delta Z			
	Baseline	6 month	1 year	2 year	3 year	6 month	1 year	2 year	3 year
Age									
Pearson correlation	-0.359	-0.340	-0.446	-0.361	-0.344	0.196	-0.073	-0.132	0.137
P-value	0.007	0.010	0.001	0.006	0.009	0.148	0.592	0.331	0.313
Partial correlation*		-0.080	-0.459	-0.252	-0.202	-0.080	-0.459	-0.252	-0.202
P-value		0.564	0.000	0.066	0.144	0.564	0.000	0.066	0.144
Steroid dose									
Pearson correlation		-0.253	-0.209	-0.240	-0.181	-0.112	0.113	0.054	0.114
P-value		0.060	0.121	0.075	0.181	0.411	0.409	0.695	0.403
Partial correlation †		-0.213	-0.317	-0.245	-0.157	-0.215	-0.318	-0.245	-0.157
P-value		0.119	0.019	0.075	0.257	0.119	0.019	0.075	0.257
Baseline Z-score									
Pearson correlation		0.983	0.945	0.819	0.718	-0.369	-0.554	-0.625	-0.647
P-value		0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.000	0.000
Partial correlation ‡		0.975	0.921	0.722	0.594	-0.384	-0.667	-0.644	-0.637
P-value		0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000

* controlling for steroid dose, baseline Z-score

† controlling for age, baseline Z-score

‡ controlling for age, steroid dose

시행하지 않은 군에서의 평균 Z-score는 -2.47로 투석을 시행한 군(-1.98)에 비하여 낮아 보였으나 통계적 유의성은 없었다. 성별이나 공여자의 종류에 따른 Z-score의 차이는 뚜렷하지 않았다(Table 3).

2. 신이식 후의 성장지표에 영향을 주는 인자

(1) 연령

신이식 6개월 후에는 모든 연령 군에서 이식 당시보다 Z-score가 감소하였고 이중 2-5세 군에서 Z-score의 감소폭(delta Z)이 평균 -0.32로 가장 심하게 감소하는 양상을 보였다. 1년 후에는 2-5세 군에서의 delta Z가 평균 0.27로 가장 많이 증가하여 세 군 중에서 Z-score가 -1.52로 가장 높은 양상을 보였고 6-12세 군에서도 Z-score가 증가하기 시작하였으나(delta Z = 0.1) 13-18세 군에서는 Z-score가 계속 감소하는 양상이었다(delta Z = -0.07). 2년 후에는 2-5세, 6-12세 군에서 Z-score의 상승이 지속되었고 13-18세 군에서도 Z-score가 급격히 증가하였다(delta Z = 0.64). Delta Z는 13-18세 군에서 가장 높았으나 Z-score는 -2.27로, 다른 연령 군에 비해 계속해서 가장 낮은 상태였다. 3년 후에도 13-18세 군에서 delta Z가 0.64로 가장 많이 상승하였으나 Z-score는 -2.01로 가장 낮았다(Table 2).

단순상관관계를 분석한 결과 Z-score는 이식 후 모든 시기에 연령이 어릴수록 유의하게 높았고($P < 0.01$), 교란 효과를 제거한 편상관분석 결과 Z-score와 delta Z는 이식 1년 후부터 연령이 어릴수록 유의하게 높았다($P < 0.05$) (Table 7)

(2) 스테로이드 사용량

스테로이드를 이식 후 0.3 mg/kg·day 이상 투여한 군에서 신이식 6개월, 1년, 2년, 3년 후의 Z-score는 가장 낮았다(Table 4).

교란 변수를 통제하기 위하여 편상관분석을 시행한 결과, 이식 1년 후부터 Z-score와 delta Z가 스테로이드를 적게 사용할수록 높게 나타났다($P < 0.05$).

(3) 이식 당시의 Z-score

신이식 당시의 Z-score가 낮을수록 이식 후 Z-score의 상승폭이 더 컸으나($P < 0.01$) 절대값은 더 낮았다($P < 0.001$)(Table 5).

(4) 혈청 creatinine의 증가 여부

이식신의 사구체 여과율을 반영하는 creatinine의 수치에 따른 성장의 차이를 비교해 보면 creatinine이 상승되어 있는 군이 정상인 군에 비하여 이식 6개월, 1년 후의 delta Z가 유의하게 낮았다(Table 6).

(5) 성별, 공여자의 종류, 이식 전 투석 여부

성별 차이는 뚜렷하지 않았으며, 생존 공여자로부터 신이식을 받은 군이 사체 공여자에 비하여, 투석을 시행하지 않은 군이 시행한 군에 비하여 신이식 후 Z-score의 상승폭이 컸으나 통계적으로 유의하지는 않았다(Table 3).

고 찰

소아 말기 신질환 환아에게 투석 및 스테로이드 치료시 초래되는 성장지연을 극복하기 위해 신이식의 필요성이 제기되어 왔다. 신이식 후 키의 성장에는 신이식 당시의 연령, 면역억제제의 투여량, 이식 전 성장 지연 정도, 이식신의 기능 등 여러 가지 인자에 의하여 좌우되는 것으로 알려져 있다⁸⁾. 예전에는 어린 소아에서 강한 비특이적 세포성 면역반응에 의한 거부반응의 빈도가 높고 급성거부반응의 진단이 지연되어 이식신의 소실이 많기 때문에 신이식 결과가 좋지 않았으나⁹⁾, 최근에는 면역억제요법의 발전으로 5세 미만의 어린 소아에서의 이식신 생존률이 차이가 없고 키 성장에 있어서는 오히려 더 나은 결과를 보여준다고 알려져 있다^{9, 10)}.

본 연구 결과 신이식 당시의 성장 지연이 심할수록 이식 후의 키 성장 회복 정도가 크지만, 성장이 덜 저체된 군 보다 지연이 심한 상태로 남아있게 되어 이식 당시의 키를 최대한 정상에 가깝게 유지하는 것이 이식 후의 성장에 좋은 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 다른 참고문헌을 통해서도 확인할 수 있었다^{9, 12)}.

Tejani 등의 연구결과에서는 어린 연령일 수록 이식 당시의 성장 지연 정도가 심한 것으로 나타났으나 본 연구에서는 나이가 어릴수록 신이식 당시의 성장 지연 정도가 유의하게 적은 것으로 나타났다. 유병기간과 원인 질환에 대한 자료를 구할 수 없는 경우가 대부분이어서 단언하기는 어려우나 이러한 차이는 이식전 만성신부전의 유병기간의 차이에 의해서 초래되었을 가능성이 크다. 또한 외국에 비하여 심각한 선천성 기형과 같은 성장 지연이 심한 질환군에 대한 신이식율이 낮은 원인도 함께 있을 것으로 생각된다¹³⁾.

또 신이식 당시의 연령이 어릴수록 이식 후에도 다른 연령 군에 비하여 성장 지연 정도가 적어서, 이식 당시의 나이가 어릴수록 이식 후 성장 발달이 잘 유지된다는 것을 알 수 있었다. 그러나 이식 후 성장 회복의 정도인 delta Z를 비교하였을 때 13세 이상의

연령 군에서 가장 많이 회복된 것으로 나타났다. 이런 결과의 원인으로는 13세 이상의 연령 군의 이식 당시의 Z-score가 가장 낮았던 점과 13세 이상 군의 스테로이드 사용량이 다른 연령 군에 비하여 낮았던 점을 생각할 수 있으며 이런 변수들의 교란효과를 보정하기 위하여 이식 당시의 성장 지연 정도와 사용된 스테로이드 용량에 대한 변수를 통제하고 편상관관계를 분석한 결과 이식 1년 후에는 이식 당시의 나이가 어릴수록 성장회복의 정도가 유의하게 높게 나타나는 것을 알 수 있었다.

한편 Tejani 등의 연구결과에서는 교란변수를 보정하지 않은 상태에서도 연령이 어릴수록 delta Z의 상승이 유의하게 높게 나타났는데¹⁴⁾ 이러한 차이는 앞에서 기술한 것처럼 이들의 연구에서 이식 당시의 성장 지연 정도가 나이가 어릴수록 심했기 때문인 것으로 생각되며, 연령별로 분류하면서 이식 당시의 Z-score가 이후 delta Z에 미칠 수 있는 영향을 배제하지 못한 것으로 보인다.

스테로이드를 많이 투여할수록 신이식 후의 성장회복이 낮은 것으로 보고되어 있다.³⁾ 참고문헌에 의하면 스테로이드를 매일 투여한 군과 이틀에 한번씩 투여한 군을 비교하였을 때 이틀에 한번씩 투여한 군에서 성장회복이 좋은 것으로 나타났으며¹⁵⁾ cyclosporin A를 투여하면서 스테로이드 용량을 줄일 수 있었던 군과 스테로이드만 사용한 군을 비교하였을 때에도 cyclosporin A를 사용한 군에서 성장회복이 좋은 것으로 나타났다.¹⁶⁾ 본 논문의 대상환자들은 모두 cyclosporin A를 사용하고 prednisolon을 감량하면서 이틀에 한번씩 투여하였다. 그러나 3년간 사용된 스테로이드 누적평균 용량과 키의 성장을 비교한 결과 0.3 mg/kg·day 이상을 사용한 군에서 성장회복의 정도가 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 이 군이 어린 연령으로 구성되어 있고 또한 신이식 당시의 성장 지연 정도도 심했었기 때문인 것으로 생각되었다. 그래서 나이와 신이식 당시의 성장 지연 정도를 통제하고 편상관관계를 구해보면 이식 1년후 스테로이드를 적게 투여한 환자에서 유의하게 키 성장이 잘 회복되는 것을 알 수 있었다($P=0.019$)(Table 7).

이식신의 사구체 여과율을 반영하는 혈청 creatinine의 수치가 상승할수록 성장 속도가 감소하는 것으로 알려져 있으며¹⁴⁾ 본 연구에서도 creatinine이 상승되어 있는 군이 정상인 군에 비하여 이식 6개월과 1년 후의 delta Z가 유의하게 낮아, 이식신의 기능이 이식 후 성장에 중요한 역할을 한다는 것을 알 수 있

었다. 여기서는 정상 혈청 creatinine치의 연령별 차이로 인해 편상관분석을 할 수 없었다. 그러므로 creatinine치가 높은 군에서의 스테로이드 사용량의 차이가 성장에 미칠 수 있는 교란효과의 영향은 배제되지 않았다.

만성 거부반응 등의 원인으로 고용량의 스테로이드를 써야 하는 환자나 신이식 후 스테로이드 감량에도 불구하고 키 성장이 지연되는 환아들에 있어서는 recombinant human growth hormone(rhGH) 치료가 부작용도 적고 좋은 효과를 보여주고 있다는 보고가 있으나^{17,18)} 이식신에 대한 거부반응 발생의 위험성과 그 효과에 관하여 아직도 논란이 되고 있으므로^{19,20)} 일반적으로 권유하기는 어려운 치료방법으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Bereket G, Fine R: Pediatric renal transplantation. *Ped Clin North Am* 42: 1603-28, 1995
2. Turenne MN, Port FK, Strawderman RL, Ettenger RB, Alexander SR, Lewy JE, Jones CA, Agodoa LY, Held PJ: Growth rates in pediatric dialysis patients and renal transplant recipients. *Am J Kidney Dis* 30:193-203, 1997
3. Tonshoff B, Mehls O: Factors affecting growth and strategies for treatment in children after renal transplantation. *Pediatr Transplant* 1:176-82, 1997
4. Tejani A, Sullivan EK: Long-term follow-up of growth in children post-transplantation. *Kidney Int*44(Suppl43):S56-8, 1993
5. 김상준, 정인목, 정성은, 김민영, 이태승, 하종원, 하일수, 정해일, 최용, 김시황, 최황, 김광명, 이현순, 김수태: 소아(21세 미만) 신이식 129예의 경험. *대한의과학회지* 56:886-97, 1999
6. 채중희, 김민영, 윤익진, 박혜원, 하종원, 정성은, 하일수, 정해일, 최용, 김상준: 서울대학교병원 소아 신이식 76예의 결과. *대한이식학회지* 9:65-76, 1996
7. 1998년 한국 소아 및 청소년 신체 발육 표준치, *대한소아과학회*, 1999, p7-16
8. Rees L: Growth posttransplantation in children: Steroids and growth inhibition. In Tejani AH(Ed): *Pediatric renal transplantation*. Wiley-

- Liss, New York, 1994, p423
9. Kari JA, Romagnoli J, Duffy P, Fernando ON, Rees L, Trompeter RS: Renal transplantation in children under 5 years of age. *Pediatr Nephrol* 13:730-6, 1999
 10. Humar A, Nevins TE, Remucal M, Cook ME, Matas AJ, Najarian JS: Kidney transplantation in children younger than 1 year using cyclosporine immunosuppression. *Ann Surg* 228:421-8, 1998
 11. Hokken-Koelega AC, Van Zaal MA, de Ridder MA, Wolff ED, De Jong MC, Donckerwolcke RA, De Muinck Keizer-Schrama SM, Drop SL: Growth after renal transplantation in prepubertal children: impact of various treatment modalities. *Pediatr Res* 35:367-71, 1994
 12. Fine RN: Growth post renal-transplantation in children: lessons from the North American Pediatric Renal Transplant Cooperative Study (NAPRTCS). *Pediatr Transplant* 1:85-9, 1997
 13. Feld LG, Stablein D, Fivush B, Harmon W, Tejani A: Renal transplantation in children from 1987-1996: the 1996 Annual Report of the North American Pediatric Renal Transplant Cooperative Study. *Pediatr Transplant* 1:146-62, 1997
 14. Tejani A, Fine RN, Alexander S, Harmon W, Stablein D: Factors predictive of sustained growth in children after renal transplantation. *J Pediatr* 122:397-402, 1993
 15. Jabs K, Sullivan EK, Avner ED, Harmon WE: Alternate-day steroid dosing improves growth without adversely affecting graft survival or long-term graft function. A report of the North American Pediatric Renal Transplant Cooperative Study. *Transplantation* 15;61:31-6, 1996
 16. Fine RN, Tejani A: Growth following renal transplantation in children. *Transplantation Proceedings*, 30:1959-60, 1998
 17. Tonshoff B, Mehls O, Heinrich U, Blum WF, Ranke MB, Schauer A: Growth-stimulating effects of recombinant human growth hormone in children with end-stage renal disease. *J Pediatr* 116:561-6, 1990
 18. Simon D, Rosilio M, Maisin A, Remesy M, Baudouin V, Loirat C, Czernichow P: Post graft development of short children treated with growth hormone before kidney graft. *Pediatr Nephrol* 13:723-9, 1999
 19. Fine RN, Sullivan EK, Kuntze J, Blethen S, Kohaut E: The impact of recombinant human growth hormone treatment during chronic renal insufficiency on renal transplant recipients. *J Pediatr* 136:376-82, 2000
 20. Fine RN: Growth hormone treatment of children with chronic renal insufficiency, end-stage renal disease and following renal transplantation--update 1997. *J Pediatr Endocrinol Metab* 10:361-70, 1997

=Abstract=

Analysis of Factors Affecting Height Growth After Renal Transplantation in Children

Joo Hoon Lee, Byong Sop Lee, Hee-Gyung Kang, Hyewon Hahn, Il Soo Ha, Hae Il Cheong,
Yong Choi, Sang Joon Kim*

Department of Pediatrics and Department of Surgery, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea*

Purpose: To improve the recovery of growth deficit after renal transplantation in children, we analysed the factors affecting height growth after renal transplantation.

Methods: We reviewed medical records of fifty-six children in whom height data were available for three years after transplantation. All height data were converted into Z-scores. We analyzed the effects of sex, age at transplantation, cumulative mean steroid dose for 3 years, serum creatinine levels, height at transplantation, donor source and history of prior dialysis on patients' Z-scores and delta Zs.

Results: The Z-scores at transplantation were lower in patients of younger age ($P = 0.007$). When baseline Z-scores were lower, the delta Zs were higher ($P < 0.01$), but the Z-scores after transplantation were still lower ($P < 0.001$). According to the analysis of the partial correlation coefficients, Z-scores and delta Zs at 1 year after transplantation were higher in groups of younger age and of lower steroid dosages ($P < 0.05$). The delta Zs at 6 month and 1 year after transplantation were lower in the group with abnormally higher serum creatinine ($P < 0.05$). There was no difference in Z-scores between groups of different genders, donor sources, and histories of previous dialysis.

Conclusion: The children of younger age, on lower steroid dosage, with less growth retardation at transplantation, and with normal graft function had better height growth recoveries after renal transplantation.

Key words: Height growth, Renal transplantation, Children, Age, Steroid dosage, Serum creatinine