

척추후방유합수술후의 척추성장에 대한 임상적 고찰

대구 파티마병원 정형외과

김홍태 · 김윤수 · 남재우 · 김지홍 · 김문수

- Abstract -

Effects of Posterior Spine Fusion on Vertebral Growth in Children

Kim, Hong Tae, M.D., Kim, Yoon Soo, M.D., Nam, Jae Own, M.D., Kim, Jee Hong, M.D.
and Kim, Moon Soo, M.D.

Dept. of Orthopaedic Surgery, Fatima Hospital, Daegu, Korea

There is debatable opinions as to the nature and clinical significance of the changes that may occur in the spine after posterior spine fusion performed in growing children. Clinical survey is known to be difficult because X-ray films in children are not easy to interpret and measure in the presence of disease and accuracy is uncertain due to magnification on X-ray films.

Authors selected 8 cases of tuberculous spondylitis which were managed with posterior spine fusion under the criterias that cases had surgery under 10 years old, no evidence of pseudoarthrosis clinically and roentgenologically on serial examinations at least once 1 year, follow-up more than 2 years since 3 months after surgery, enough spines are included on lateral X-ray films, and accurate measurement and correction of magnification are possible.

The cases were surveyed for changes occurred in fused spines after posterior spine fusion and the results were as follows:

1. There was actual lengthening of grafted bone mass after solid fusion in all cases although the amounts were minimal.
2. The fused spines grew 46% on an average less than adjacent normal unfused spines.
3. The vertebral bodies of fused spines grew nearly same as the adjacent normal vertebral bodies.
4. The intervertebral disc spaces of the fused spines were narrowed in all cases.
5. The intervertebral angles had tendency to increase and kyphosis angles to decrease.

Key words: vertebral growth, posterior spine fusion, tuberculous spondylitis.

I. 서 론

척추후방유합수술은 1911년 Albee와 Hibbs⁶⁾가 효과적인 수술원칙을 개발한 이래 척추치료의 중요한 부분을 차지하고 있는데, 성장기의 소아에 시행한 척추후방유합수술이 척추의 성장에 미치는 영향과 이식골괴의 성장여부 및 척추만곡에 미치는 영향등에 대하여 많은 동물실험과 임상적 연구가 있으나 통일된 의견이 없는 것

* 본 논문의 요지는 1979년 제 23차 추계 학술대회에서 발표되었음.

같다.

동물실험에서는 척추의 유합이 용이하게 이루어 지지 않으며 실험동물의 성장기간이 짧고, 또 척추의 생체역학이 인체와 달라서 만족할만한 연구가 되지 못하며, 임상실험에 있어서는 정확한 측정이 곤란하여 연구의 어려움이 많다고 한다.

저자들은 대구 파티마병원 정형외과에서 1972년 9월부터 1977년 6월까지 소아의 척추결핵에 시행한 척추후방유합수술 환자중 만족할만한 측정이 가능하였던 8예에 대하여 성장에 따르는 척추의 변화를 조사하여 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

II. 조 사 대 상

조사대상으로 한 것은 다음의 모든 조건에 맞는 예를 선택하였다.

1. 10 세 이전에 척추후방유합술을 받은 환자.
2. 척추가 후방유합된 후 2 년이상의 원격관찰이 되었고, 이 기간동안 일년에 한번이상 검진을 받은 예.
3. 요추 또는 흉추 4 개 이상이 유합되어 X-선 사진소견이나 임상소견상 한번도 가관절증의 의심이 없었던 예.
4. 측면 X-선사진으로 유합된 척추 및 인접한 정상 척추에 대한 정확한 측정이 가능한 예, 즉 X-선 사진이 선명하고 척추파괴가 심하지 않고 척추기형이 심하지 않은 예.

이러한 조건에 맞는 예는 모두 8 예이었는데 이중 남아가 6 예, 여아가 2 예이었고, 수술시의 연령은 최소 3 세, 최고 10 세, 평균 5.7 세이었고, 전 예가 결핵성 척추염 환자이었고, 유합부위는 제 3 흉추부터 제 1 천추까지 분포되어 있었으며, 원격관찰 기간은 최소 2 년, 최고 6 년 11 개월, 평균 4 년 4 개월이었다(표 1 참조).

표 1. 조사 대상 분석

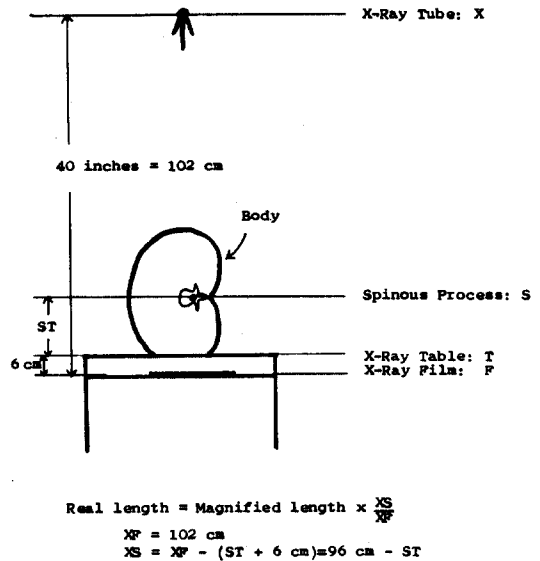
Case	Sex	Age (Yrs.)	Disease	Fusion	Follow-up (Yrs.)
1	M	4.6	Tbc.	T 3-T 8	6.9
2	M	4.9	Tbc.	T 8-L 3	5
3	M	10	Tbc.	T 1-T 5	2.6
4	M	8	Tbc.	L 1-L 5	6.9
5	M	5	Tbc.	L 3-S 1	2
6	M	3	Tbc.	T10-L 2	2.4
7	F	6	Tbc.	L 2-S 1	3.7
8	F	3.7	Tbc.	T 5-T11	3.1

III. 조사방법 및 조사결과

이러한 8 예를 대상으로 조사한 것은 다음과 같다.

1. 인접한 정상척추의 성장에 대한 유합된 척추의 성장율.
 2. 인접한 정상추체의 성장과 유합된 추체의 성장 정도 비교.
 3. 인접한 정상척추와 유합된 척추의 추간관 간격의 변화 비교.
 4. 척추후방유합을 위하여 이식한 골괴의 길이의 변화
 5. 유합된 부위의 추간관의 변화.
 6. 유합된 부위의 척추후만각의 변화.
- 이러한 측정은 모두 측면 X-선사진으로 하였는데 사

진상의 길이는 확대된 것이므로 사진상의 길이를 측정하여 다음과 같은 방법으로 확대되지 않은 실제의 길이로 환산하였다. 즉 도 1에서 보는 바와 같이 실제의 길이는 확대된 길이에 확대율인 $\frac{XS}{XF}$ 을 곱한 것인데, 이때 XF는 X-ray 관구와 X-ray film 간의 거리로서 척추촬영시에는 항상 40inch로 하도록 규정하여 시행하였으며, XS는 X-ray 관구와 척추극돌기까지의 거리로서 이는 40inch에서 X-ray table 면과 X-ray film면까지의 거리인 ST를 뺀 것인데, 이 ST는 촬영직전에 측정하여 기록하도록 하였으며 측정기록이 안된 경우에는는 동일 연령과 체중을 가진 다른 소아 환자에서 측정하여 적용하였다.

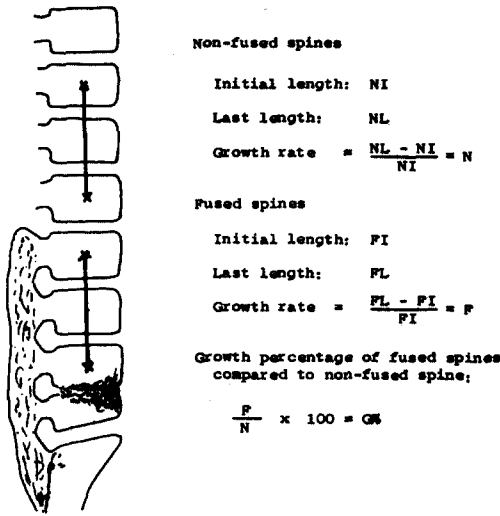


도 1. 확대율 환산방법

1. 척추의 성장

척추의 성장에 대한 측정은 도 2에서와 같이 추체의 중심점을 기준으로 유합된 정상척추를 각각 2 개 또는 3 개의 길이를 유합초기와 최종관찰시를 대상으로 각각 측정하여, 이를 확대하지 않은 실제의 길이를 환산하여 유합된 척추의 성장율과 정상척추의 성장율에 대한 유합된 척추의 성장율을 백분율로 계산하였다.

이렇게 측정 계산한 결과 정상척추의 성장율은 최고 0.39, 최하 0.14 이었고 유합된 척추의 성장율은 최고 0.26, 최하 0.05 이었는데, 이로서 정상척추의 성장에 대한 유합된 척추의 성장율은 최고 88 %, 최하 24 %, 평균 54 %이었다. 즉 유합된 척추의 정상척추의 성장에 비하여 평균 54 %정도 성장하였음을 나타낸다(표 2 참조).



도 2. 척추의 성장을 측정방법

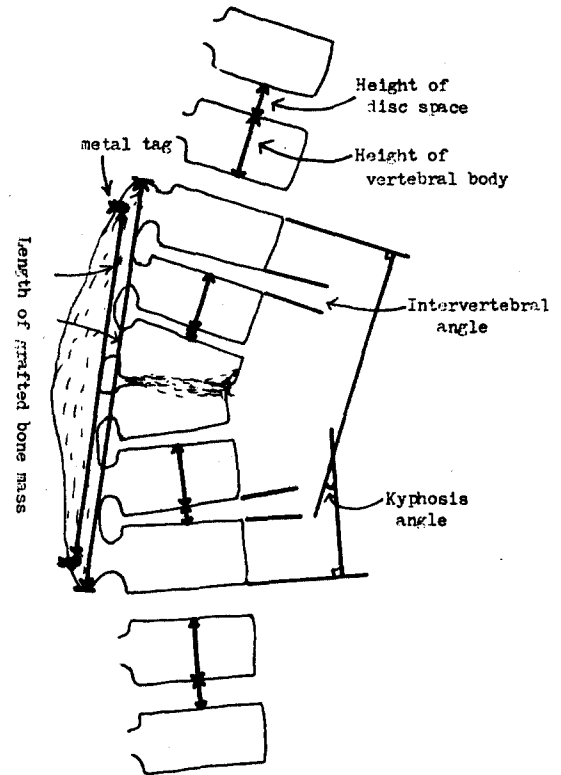
표 2. 척추의 성장율

Case	N	F	G %
1	0.39	0.26	67
2	0.21	0.05	24
3	0.29	0.07	24
4	0.25	0.22	88
5	0.14	0.05	36
6	0.19	0.14	74
7	0.14	0.09	64
8	0.22	0.13	59
Average			54

2. 추체의 성장 및 추간판 간격의 변화

추체의 성장정도를 알기 위하여 추체 중심부위의 상하 높이를 측정하여 이를 확대되지 않은 실제의 길이로 환산하였는데, 유합된 척추의 추체 2 개를 측정하여 평균치를 계산하고 정상척추의 추체 2 개를 측정하여 평균치를 계산해서 이를 각각 유합초기와 최종 관찰시의 수치를 비교하여 그 증감의 정도를 조사하였으며 추간판 간격의 변화를 알기 위하여 추간판 중심부위의 상하 높이를 측정하여 추체에서와 같이 계산 비교하였다(도 3 참조).

이렇게 측정하여 비교한 결과는 정상척추의 추체는 최고 4.5mm, 최저 2mm, 평균 3.4mm의 높이 증가를 보였고 유합된 척추의 추체는 최고 5mm, 최저 2mm였고 평균 3.5mm의 높이 증가를 보였는데, 이렇게 정상 척추의 추체와 유합된 척추의 추체의 높이 증가 즉 성



도 3. 추체의 높이, 추간간격, 추간각, 후만각 및 이식 골괴의 길이 측정방법

장에는 차이가 없음을 나타내어 유합된 척추에서도 추체의 성장은 정상적으로 진행됨을 알 수 있었다. 또 추간판간격의 변화는 정상척추에서는 평균 1.2mm 증가하였는데, 유합된 척추에서는 전 에에서 오히려 감소하였는데 최고 3.5mm, 최저 0.5mm, 평균 1.5mm가 감소하였다(표 3 참조).

표 3. 추체의 높이 및 추간판 간격의 변화 단위 (mm)

Case	Vertebral Body		Intervert. Disc	
	Nonfused	Fused	Nonfused	Fused
1	+ 4	+ 4.5	+ 0.3	- 0.5
2	+ 2	+ 2	+ 3	- 1
3	+ 2.5	+ 3	+ 0.5	- 1
4	+ 3	+ 5	+ 1.5	- 2.5
5	+ 4	+ 4	+ 1	- 2
6	+ 4.5	+ 3	+ 1.5	- 1
7	+ 4.5	+ 3.5	+ 2	- 3.5
8	+ 2.5	+ 3	0	- 0.5
Average	+ 3.4	+ 3.5	+ 1.2	- 1.5(mm)

3. 이식골괴의 변화

척추후방유합을 위하여 이식한 골괴의 길이변화 여부는 정확한 측정이 가능하였던 5예를 대상으로 하였는데, 이중 3예에서는 수술시에 이식골 상하단에 각각 금속물을 삽입하여 골괴의 길이를 항상 쉽게 측정할 수 있도록 하였고 나머지 2예에서는 이식골괴의 상하 경계가 명확하여 정확한 측정이 가능하였던 예이다. 이식 골괴의 길이를 측정하여 확대되지 않은 실제의 길이로 환산한 뒤 유합초기와 최종관찰시의 수치를 비교한 결과 최고 9mm, 최저 3mm, 평균 5.6mm의 길이 증가를 나타내었다(표 4 참조).

표 4. 이식골괴, 추간각 및 후만각의 변화

Case	Grafted Bone mass	Intervert. Angle	Kyphosis Angle
1	+ 7	+ 2.5°	- 11°
2	+ 4	+ 2°	- 4°
3	-	+ 4°	- 2°
4	+ 5	+ 6°	- 8°
5	+ 3	+ 6°	0°
6	-	+ 5°	- 8°
7	+ 9	- 3°	+ 4°
8	-	+ 1.5°	+ 5°
Average	+ 5.6mm		

4. 추간각 및 후만각의 변화

추간각은 추간판의 상하면이 이루는 각도를 유합된 척추체의 두 장소에서 측정한 뒤 이의 평균치를 계산하여 유합초기와 최종관찰시의 각도를 비교하였으며, 유합된 척추의 후만각은 유합된 척추의 상하단 추체면을 기준으로 하는 Cobb씨 각도를 측정하여 유합초기와 최종관찰시의 각도를 비교하였다(도 3 참조). 이렇게 측정 비교한 결과 추간각은 7예에서 1.5°에서 6°까지의 증가를 나타내었고 1예에서는 약간 감소하였으며, 후만각은 5예에서는 2°에서 11°까지 감소하였고, 1예에서는 변화가 없었고 나머지 2예에서는 다소 증가하였다(표 4 참조).

IV. 고 찰

추체의 성장은 사지의 장골관에서와 같이 상하단에 있는 연골성장판에서 연골내골화(Endochondral Ossification)현상이 일어나서 상하성장이 된다고 하며^{2,8)} 추체내의 간질성(Interstitial) 골성장은 없다고 한다⁸⁾.

성장기의 소아척추에 후방유합수술을 시행하여 척추후방이 완전히 고정되었을 때 척추의 전방 즉 추체의 성장에 상당한 압력을 가하여 추체의 성장장애를 일으킬

수 있을 것이며, 척추의 전방과 후방의 성장율의 차이로 인한 척추만곡에도 변화가 올 수 있을 것이며, 척추의 전방이 성장하려는 신연력(Distractive Force)이 척추의 후방에 이식한 골괴에 작용하여 어떤 영향을 미칠 수 있을 것이므로 이에 대한 많은 동물실험과 임상연구가 진행되어 왔다. 그러나 동물실험에서는 실험동물인 개, 염소, 토끼 등의 성장기간이 9개월 미만으로 너무 짧아서 충분한 관찰이 되지 않을 뿐만 아니라 두 발로 기립 보행하는 인체와 척추의 생체역학이 다르기 때문에 실험 결과를 인체에 적용시키기 부적당하며, 또 실험동물의 성장속도가 빠르고 수술후의 고정방법이 용이하지 않아서 효과적인 유합이 잘 안되므로 동물실험으로는 만족할 만한 결과를 얻기 어렵다고 한다^{9,17,19)}. 그래서 Ritsila¹⁷⁾는 경골골막을 척추에 이식하여 유합율을 높였으며 Moon¹³⁾은 Bone Cement를 사용하여 즉시 후방유합을 시켜서 연구하기도 하였다.

임상연구에 있어서는 연구대상이 모두 질병과 동반하기 때문에 순수한 연구가 되지 못할 뿐만 아니라 X-선 사진만으로 조사해야 하므로 연구의 제약이 많으며, X-선사진으로 측정된 수치는 실제의 길이보다 확대된 것이므로 이에 대한 정확한 환산방법을 고려해야 할 것이다^{12,19)}.

Ponseti¹⁴⁾는 확대율을 환산한 언급이 없으며, Hallock¹⁰⁾은 확대율을 고려하여 A.Ferguson의 방법에 의한 성장율의 비례를 백분율로 표시하였으나 이는 확대율이 충분히 교정되지 못하였고, Johnson¹²⁾은 55lbs.의 체중을 가진 6세 소아와 150lbs.의 체중을 가진 성인에 대한 표본조사에서 확대율이 각각 11%와 28%로 측정되어 이의 차이인 17%를 일률적으로 적용하여 환산하였는데 이는 각 개인의 확대율의 차이를 전혀 고려하지 않은 것이므로, 저자들은 확대율의 계산오차를 최소로 줄이기 위하여 각 예에 따라서 각각의 확대율을 계산하여 이를 적용 환산하였다.

조사대상 선택과 측정방법에 따라 결과의 차이가 있을 수 있는데, Johnson¹²⁾은 엄격한 선택기준을 두어 400예 중에서 가관절의 가능성이 없고 만족할만한 정확한 측정이 가능한 6예를 선택하여 추체의 중심을 기준으로 측정하였으나 Hallock¹⁰⁾은 선택기준의 언급없이 15예를 대상으로 하여 추체의 상하면을 기준으로 측정하였는데, 추체의 상하면을 기준으로 측정하면 성장이 계속되는 한개의 성장판이 포함되므로 합리적인 측정이 안될 것이다.

후방유합된 척추의 성장에 대한 많은 연구 발표가 있는데 Bisgard³⁾는 동물실험에서 유합된 척추가 정상적으로 성장한다고 하였으며 이식된 골괴도 신연력이 작용하면 간질성 골성장을 할 수 있다고 하였으나, Haas⁹⁾

는 이식된 골괴의 길이가 증가함을 보았으나 이는 유합 초기인 Soft Callus 시에 신연력이 작용하여 기계적으로 신장되는 것인지 골괴자체의 간질성 골성장이 있다고는 할 수 없다고 하였다. Hallock¹⁰⁾는 임상조사에서 유합된 척추도 성장을 하는데 척추의 전방 37%가 억제되고 후방은 45%가 억제된다고 하였으며, Risser¹⁷⁾는 추체가 성장함에 따라 이식된 골괴도 거의 정상으로 성장한다고 하였으며 이는 뼈의 생물학적 소성(Biologic Plasticity) 때문이라고 하였다. 그러나 Ponseti¹⁴⁾는 117예의 Scoliosis에 대한 후방유합수술후 척추의 성장에 대한 조사에서 52%는 전혀 성장하지 않았으며, 48%에서 0.1~3cm가 성장하였으나 이중 83%에서 가관절이 증명되었고 가관절 소견없이 1cm이상 성장한 예는 없었다고 하였으며, Johnson¹²⁾은 척추결핵에 대한 후방유합수술후 척추성장을 조사한 결과 유합된 척추도 정상척추성장의 25%정도는 성장하는 것으로 나타났으나 이는 확대율의 계산착오, 측정착오 또는 기타 기술적인 오차에 의한 것인지, 전고히 후방유합된 척추가 가관절없이 간질성 골성장에 의하여 성장한다는 것은 있을 수 없는 것이라고 하였다.

저자들은 이식골괴의 성장여부를 알기 위하여 골괴의 길이를 정확히 측정하고 확대율을 정확히 계산하여 비교한 결과 전 예에 평균 5.6mm의 길이 증가를 보였는데, 이는 증명되지 않은 가관절이 있었기 때문인지 이식 골괴의 간질성 골성장이 있었는지 또는 추체의 성장에 의한 신연력 때문에 생긴 기계적인 늘어남인지 분명하지 않다. 그러나 이식골괴에 간질성 골성장이 있다는 것은 골생리에 위배되는 이론이라고 하며¹²⁾ 이식골괴가 기계적으로 늘어나는 것은 유합초기인 Soft Callus 시에만 있을 수 있는 일이라고 하나^{9,19)} 저자들은 이를 피하기 위하여 수술후 3개월을 최초 조사기준으로 하였다. 또 후방유합후 가관절 소견이 많이 나타나는데 일시적으로 가관절이 나타났다가 자연소실되는 경우가 많아서 이를 완전히 가려내기 불가능하다고 하며^{12,14)} Velikasis¹⁹⁾의 동물실험에 의하면 X-선 사진소견에 가관절이 없는 예에서 상하로 생긴 가관절과 현미경적 가관절이 많이 증명되었다고 한다. 그래서 저자들의 예에서 이식 골괴의 길이가 늘어난 것은 증명되지 않았던 가관절이 있었을 가능성을 배제하지 못하며, 유합된 척추도 정상 척추성장의 54%정도 성장하였는데 이는 이식골괴로 인한 척추성장의 억제효과가 있지만 상당히 성장할 수 있음을 보여주었다.

후방유합된 척추의 추체는 거의 정상적으로 성장이 계속되어 추간판의 협소가 상대적으로 나타난다고 하며^{10, 11,13,14)} 추간판의 협소는 유합초기에는 잘 나타나지 않는다고 한다^{9,19)}. 저자들의 조사에서도 유합된 척추의

추체성장과 정상추체의 성장에 차이가 없었으며 추간판도 전 예에서 협소해졌는데, 후방유합으로 인하여 추체의 성장에 기계적인 압박을 받아 Hueter-Volkman Law¹⁸⁾에 의하여 추체의 성장이 억제될 수 있지만, 압박이 가능한 추간판이 있기 때문에 추체의 성장에는 장애를 주지 않는 것 같다. 또 척추후방유합후 추체의 골성장판이 자연 조기유합되어 결국 추체의 발육이 나빠진다고 하나^{9,17,19)} 저자들은 원격관찰기간이 충분하지 못하여 이를 조사하지 못했다.

척추후방유합후 후만각의 변화에 대하여 Johnson¹²⁾은 유합된 골괴는 전고하기 때문에 구부러질 수 없으며 만약 후만각의 변화가 있다면 이는 가관절 형성 때문이라고 하였으며, Ponseti¹⁴⁾, Hallock¹¹⁾ 등은 가관절 없이도 이식골괴가 구부러질 수 있으며 후방유합이 척추기형의 진행을 완전 방지할 수는 없다고 하였고, 또 후방유합후 후만기형이 감소하여 전만기형이 되는 예^{5,14,19)}와 전방유합후 후만기형이 증가하는 예⁷⁾를 발표하기도 하였으며, 또 척추의 후방 또는 측방유합으로 척추의 후만증 또는 측만증을 교정할 수 있을 것이라고 하였다^{3,9, 10,17)}. 또 Moon¹³⁾ 등은 동물실험에서 Bone Cement로 후방유합을 했는데 전 예에서 전만기형이 발생하였으며 이는 추간각이 증가되기 때문이라고 하였다. 저자들의 예에서는 후만각이 약간 감소하는 예가 많았으나 뚜렷하지 않았다.

척추후방유합이 성인이 된 후의 신장에 미치는 영향에 대하여 Johnson¹²⁾과 Ponseti¹⁴⁾는 소아기에 광범위하게 후방유합시키면 신장이 상당히 감소될 것이라 우려하였으나, Hallock¹⁰⁾는 질병으로 인한 추체의 파괴 및 기형이 문제이지 후방유합이 신장에 미치는 영향은 극히 적다고 하며, 실험로 흉추 6개를 5세에 후방유합한 후 40%의 성장장해가 있을 경우 신장이 2.2cm 정도 감소될 것으로 추정되므로 이 정도는 문제가 되지 않는다고 하였으며, Risser¹⁶⁾는 후방유합수술한 후 신장과 좌고의 비율을 정상인과 비교 조사한 결과 척추의 기형이 문제이지 후방유합으로 인한 변화는 극히 적다고 하였다. Anderson¹⁾의 정상 여아 좌고표에 의하면 8세 이후 성장할 수 있는 좌고는 18cm인데 전 척추의 25%를 후방유합하여 이의 성장율이 54%이면 좌고가 16cm이상 성장할 것이므로 충분하다고 할 수 있다.

V. 결 론

저자들은 소아의 척추결핵에 시행한 척추후방유합수술후 만족할만한 수치측정이 가능한 8예에 대하여 척추성장에 대한 조사를 한 결과 다음과 같은 성적을 얻었다.

1. 정상척추의 성장에 대한 유합된 척추의 성장율은 24%~88%로서 평균 54%이었다. 즉 유합된 척추는 정상척추의 성장보다 평균 46%의 성장억제가 되었다.
2. 유합된 척추의 추체성장은 정상척추의 추체성장과 비교하여 차이가 없었다.
3. 유합된 척추의 추간판간격이 정상척추의 추간판간격보다 상당히 협소해졌다.
4. 후방유합을 위하여 이식한 골괴의 길이는 3mm ~ 9mm, 평균 5.6mm의 증가를 나타내었다.
5. 유합된 척추의 추간각은 증가하는 경향이 있었고 후만각은 감소하는 경향이 있었다.

REFERENCES

1. Anderson, M., Hwang, S.C. and Green, W.T. : *Growth of the Normal Trunk in Boys and Girls During the Second Decade of Life. J. Bone and Joint Surg., 47-A:1554, 1965.*
2. Bick, E.M., and Copel, J.W. : *Longitudinal Growth of the Human Vertebra. J. Bone and Joint Surg., 32-A:803, 1950.*
3. Bisgard, J.D. and Musselman, M.M. : *Scoliosis. Its Experimental Production and Growth Correction, Growth and Fusion of Vertebral Bodies. Surg. Gyn. and Obst. J., 70:1029, 1940.*
4. Cleveland, M., Bosworth, D.M., Fielding, J.W., and Smyrnis, P. : *Fusion of the Spine for Tuberculosis in Children. A Long-Range Follow-up Study. In Proceedings of The American Society of Orthopaedic Surgeons. J. Bone and Joint Surg., 39-A:701, 1957.*
5. Cobb, J.R. : *Spine Arthrodesis in the Treatment of Scoliosis. Bull. Hosp. Joint Dis., 19:187, 1958.*
6. Crenshaw, A.H. : *Campbell's Operative Orthopaedics. 5th Ed., 1163, St. Louis, Mosby Co., 1971.*
7. Fountain, S.S., Hsu, L.C.S., Yau, A.C. M.C., and Hodgson, A.R. : *Progressive Kyphosis Following Solid Anterior Spine Fusion in Children with Tuberculosis of the Spine. J. Bone and Joint Surg., 57-A:1104, 1975.*
8. Haas, S.L. : *Growth in Length of the Vertebrae. Arch. Surg., 38:245, 1939.*
9. Haas, S.L. : *Influence of Fusion of the Spine on the Growth of the Vertebrae. Arch. Surg., 41:607, 1940.*
10. Hallock, H., Francis, K.C., and Jones, J.B. : *Spine Fusion in Young Children. A Long-term End-result Study with Particular Reference to Growth Effects. J. Bone and Joint Surg., 39-A:481, 1957.*
11. Hallock, H., and Jones, J.B. : *Tuberculosis of the spine. An End-results Study of the Effects of the Spine-fusion Operation in a Large Number of Patients. J. Bone and Joint Surg., 36-A:219, 1954.*
12. Johnson, J.T.H. and Southwick, W.O. : *Bone Growth after Spine Fusion. A Clinical Survey, J. Bone and Joint Surg., 42-A:1396, 1960.*
13. Moon, M.S., and Ok, I.Y. : *Effect of Posterior Spine Fixation with Bone Cement on Vertebral Growth in Dogs. An Experimental Study. J. Korean Orth. Ass., Vol. 14, No. 2, 333, 1979.*
14. Ponseti, I.V. and Friedman, B. : *Changes in Scoliotic Spine after Fusion. J. Bone and Joint Surg., 32-A:751, 1950.*
15. Risser, J.C. : *Vertebral Growth and Spine Fusion. J. Bone and Joint Surg., 38-A:1386, 1956.*
16. Risser, J.C. : *Vertebral Growth and Spine Fusion. A Clinical Approach. In Proceedings of the Scoliosis Research Society. J. Bone and Joint Surg., 56-A:442, 1974.*
17. Ritsila, V. and Alhopuro, S. : *Spinal Fusion with Free Periosteal Grafts and Its Effect on Vertebral Growth in Young Rabbits. J. Bone and Joint Surg., 57-B:500, 1975.*
18. Turek, S.L. : *Orthopaedics. Principles and Their Application. 3rd Ed., 1379, Philadelphia, Lippincott Co., 1977.*
19. Velikakis, K., and Levine, D.B. : *Effects of Posterior Spine Fusion on Vertebral Growth in Dogs. J. Bone and Joint Surg., 48-A:1367, 1966.*