

종골 연장술에서 동종골의 이용

연세대학교 의과대학 정형외과학교실

송형근 · 주선영 · 박희완 · 김현우

목 적: 소아 경직성 편평족 환자에서 자가골 및 동종골을 이용한 종골 연장술 시행 후 그 치료 결과를 비교하였다.

대상 및 방법: 2000년 3월부터 2005년 7월까지 종골 연장술을 시행한 환자 중 79명, 118예를 대상으로 분석하였다. 평균 추시 기간은 15.4개월(범위, 13~21개월) 수술 전과 수술 후 체중 부하시의 족부의 측면 사진에서 거골-제1 중족각, 거골-수평각, 종골 경사각을 비교하였으며, 골 유합을 평가하였다.

결 과: 삽입된 동종골의 고정 소실, 불 유합, 지연 유합, 심부 감염 등의 합병증은 없었으며, 추시 기간 중 모든 예에서 방사선학적 골 유합이 관찰되었다. 자가골 및 동종골을 이식한 모든 례에서 방사선학적인 지표가 수술 전에 비하여 수술 후 호전되었다.

결 론: 소아의 경직성 편평족에 사용되는 종골 연장술 시 동종골 이식은 자가골 이식이 어려울 경우 적용될 수 있는 치료법으로 판단된다.

색인단어: 경직성 편평족, 종골 연장술, 동종골

Use of Allograft in Calcaneal Lengthening

Hyeung Keun Song, M.D., Sun Young Joo, M.D., Hui Wan Park, M.D., and Hyun Woo Kim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: The purpose of this study was to examine the results of use of allobone in calcaneal lengthening for flatfoot deformity in pathologic condition.

Materials and Methods: 118 feet in 78 children with flatfoot deformity were included for the study. The mean age at the time of the operation was 9+3 years (range, 3~20 years) and mean follow up was 15.4 months. Talo-1st metatarsal angle, Talo-horizontal angle, Calcaneal pitch were measured before operation and postoperative and bone union was estimated.

Results: There were no postoperative complications, such as deep infection, nonunion, delayed union, graft loss during the follow-up period. Bone union was noted in all cases. All of radiographical indices were improved postoperatively in all cases.

Conclusions: Allobone graft in calcaneal lengthening is thought to be useful for children

* Address for Correspondence : **Hyun Woo Kim, M.D.**

Department of Orthopaedic Surgery, Yonsei University College of Medicine

134 Shinchon-Dong, Seodaemun-Gu, Seoul 120-752, Korea

TEL : 82-2-2228-2187, FAX : 82-2-363-1139, E-mail : pedhkim@yumc.yonsei.ac.kr

whose enough autobone can not be obtained.

Key Words: Spastic flatfoot, Calcaneal lengthening, Allobone

서 론

편평족이란 체중 부하 시에 후족부는 외반(valgus)되고 종아치가 비정상적으로 낮아지거나 소실 혹은 역전되며 전족부는 후족부에 대하여 회외(supination)되는 경우를 일컫으며, 족부의 내측주(medial column)가 외측주(lateral column)에 비하여 상대적으로 긴 것을 뜻한다. 이로 인하여 체중 부하 시 동통과 굳은 살 형성, 피부 궤양 등을 일으키고 보행의 장애를 나타낼 수 있다^{2,4,13}. 이와 같은 변형에 대하여 과거로부터 연부조직에 대한 수술, 절골술, 관절 유합술 등 여러 가지 수술이 제시되었으나^{3,4,6,13,16} 그 중 종골 연장술은 족부의 외측주를 연장하는 방법으로 소아 환자에 있어서 거골하관절의 운동을 유지하면서 복합 변형의 대부분의 요소를 교정할 수 있다는 점에서 높게 평가되었다.

종골 연장술을 시행할 때, 연장된 종골을 유지하기 위하여 골 이식이 필요하며, 자가 장골(autoiliac bone)의 이식이 시행되나 소아환자의 경우 장골능의 골단 부위에 절개를 가한 후 자가골을 채취하므로 성장장애의 발생 가능성이 있다⁸. 또한 과도한 이식골의 채취는 장골익(ilic wing)에 변형을 초래할 수 있고 어린 연령의 환자에서는 충분한 크기 및 강도를 갖는 골의 채취가 술식 상 어려운 경우가 있다¹³. 한편, 동종골 이식의 경우 약하기는 하나 항원성이 있으며 일종의 사골(dead bone)이기 때문에 일반적으로 골의 치환이 지연될 수 있으며, 이식된 동종골의 소실로 인한 변형 교정의 소실이 일어날 수도 있다^{5,9,10}.

본 연구에서는 자가골과 동종골을 이용한 종골 연장술의 결과를 비교하여, 그 치료 결과 및 이식된 골의 예후를 파악하고 그 유용성을 연구해보고자 한다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2000년 3월부터 2005년 7월까지 본원에서 종골 연장술을 시행한 환자 중 수술 전 및 수술 후 체중 부하시의 족부 전후방 사진 촬영이 가능한 시기까지 추시 관찰된 79명, 118예를 대상으로 후향적으로 분석하였다. 남자 44명, 여자 35명이었고, 양측 모두 수술한 경우가 39명, 좌측이 22명, 우측이 18명이었다. 수술 당시 연령은 평균 9.3세(3~20세)이었고, 수술 후 방사선 사진 추시 기간은 평균 15.4개월(13~21월)이었다.

대상 질환으로는 뇌성마비 53명(19예), 척수수막류 12명(19예), 정적뇌병변(static encephalopathy) 7명(11예), 아킬레스건 단축을 동반한 경직성 편평족 2명(2예), 가족성 경직성 하지마비 1명(1예), 섹켈증후군 1명(2예), 소아마비, 신경모세포종, 선천성 수직거골의 후유증이 각각 1명씩(3예)이었다. 뇌성 마비 환자 중 경직성 양측마비(spastic diplegia)가 47명(69예), 경직성 편마비(spastic hemiplegia)가 2명(4예), 경직성 삼지마비(spastic triplegia)가 2명(3예), 경직성 사지마비(spastic quadriplegia)가 2명(4예)였다. 골이식의 경우 9명(10예)에서 자가 골이식을 70명(108예)에서 동종 골이식을 시행하였다.

2. 수술방법

모든 술식은 Mosca¹³가 발표한 술식의 변형으로 종골 외측부에 피부 절개를 한 뒤 종골의 절골술을 거골하관절(subtalar joint)의 전방 및 중앙관절면(anterior and middle facet) 사이로 시행하고 견인기(lamina spreader)를 이용하여 절

골 부위를 확장시킨 뒤 거골-주상골 관절 및 거골하 관절의 정복되는 위치를 확인하고 이식 골의 크기를 정한 뒤 능형(trapezoidal shape)으로 자가 골이나 동종골을 이식하였다. 이식 골의 고정은 Kirschne's wire를 이용하여 고정하였다. 이와 더불어 아킬레스 건의 단축이 있을 경우 연장술(Vulpius 술식)이나 건 절제술(step-cut 술식)을 함께 시행하였다. 술 후 6주간 석고 고정을 시행하였으며, 방사선 촬영 추시를 통해 골 유합을 확인하였다.

자가 골은 환자의 장골 능선에서 채취한 피질 골을 사용하였고, 동종 골은 상품화된 건조 동결 장골(Tutoplast Iliac Wedge[®])을 사용하였으며 이식 전 약 30분간 0.9% 생리 식염수에 넣어 재수화(Rehydration)한 후 삽입하였다.

3. 연구방법

결과의 분석은 수술 전과 수술 후 체중부하가 가능할 때의 방사선 사진을 이용하여 방사선적 분석을 통하여 시행하였다. 체중 부하시의 족부의 측면 사진에서 거골-제1 중족각(talo-1st metatarsal angle), 거골-수평각(talo-horizontal angle), 종골 경사각(calcaneal pitch)를 비교하였으며, 족부의 전후면 사진 및 측면사진에서 골유합을 평가하였다.

통계학적 분석은 윈도우용 SPSS 12.0을 이용하여 paired T-test를 적용하였으며 p value가 0.05 미만일 경우 통계학적으로 의미가 있는 것으로 하였다.

결 과

1. 방사선학적 분석

수술 전과 수술 후를 비교한 체중 부하 시의 족부 측면 상에서 거골-제1 중족골간 각은 수술 전 $25.6 \pm 10.9^\circ$ 에서 수술 후 $10.9 \pm 8.2^\circ$ 로, 거골-수평각은 $40.7 \pm 7.8^\circ$ 에서 $27.3 \pm 7.7^\circ$ 로 감소하였으며, 종골 경사각은 $-0.8 \pm 7.4^\circ$ 에서 $11.3 \pm 7.8^\circ$ 로 증가

하였으며 각각 모두 통계학적으로 의미가 있었다 (paired T-test, $p < 0.01$) (Table 1).

79명(118예) 중 자가골을 사용한 경우는 9명(10예)이었고, 동종골을 사용한 경우는 70명(108예)이며, 두 집단 간의 수술 전 및 수술 후의 거골-제1 중족골간 각, 거골-수평각, 종골 경사각 모두 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(Table 2).

자가골을 이용한 경우, 수술 전 거골-제1 중족골간 각은 $20.2 \pm 4.8^\circ$, 거골-수평각은 $35.9 \pm 3.9^\circ$, 종골 경사각은 $1.8 \pm 6.1^\circ$ 이었고 수술 후 거골-제1 중족골간 각은 $8.7 \pm 4.4^\circ$, 거골-수평각은 $24.1 \pm 3.3^\circ$ 으로 감소하였으며, 종골 경사각은 $14.0 \pm 6.2^\circ$ 로 증가하였고 각각은 모두 통계적으로 의미가 있었다 (paired T-test, $p < 0.01$). 동종골을 이용한 경우, 수술 전 거골-제1 중족골간 각은 $26.5 \pm 11.4^\circ$, 거골-수평각은 $41.5 \pm 8.2^\circ$, 종골 경사각은 $-1.3 \pm 7.6^\circ$ 이었으며, 수술 후 거골-제1 중족골간 각은 $11.2 \pm 8.6^\circ$, 거골-수평각은 $27.9 \pm 8.1^\circ$ 로 감소하였고, 종골 경사각은 $10.9 \pm 8.0^\circ$ 으로 증가하였으며, 각각 모두 통계적으로 의미가 있었다 (paired T-test, $p < 0.01$) (Table 2).

수술 후 추시 사진 상 자가 골 및 동종 골 모두 방사선학적인 골 유합을 관찰할 수 있었다.

2. 합병증

한 명에서 추시 중 체중 부하 시 동통을 호소하여 시행한 방사선 검사 상 종-입방 관절의 아탈구가 관찰되어 수술적 치료(소파술)를 시행하였으며, 수술 후 동통은 소실되었다.

증 례

7년 4개월된 남자 환자로 경직성 양하지 마비로 인한 양측 족부의 편평 외반족 변형과 아킬레스 건의 단축에 대해 양측 아킬레스 건 연장술(step-cut technique) 및 종골 연장술 시행하였다. 동종골(Tutoplast Iliac Wedge[®])을 이용하여 절골부를 채웠으며, Kirschner's wire를 이용하여 고정하였다. 술 후 1년 추시 때 골 유합이 확인되었으며,

방사선학적인 지수들이 호전된 것을 관찰할 수 있다 (Fig. 1).

고 찰

편평족의 수술적인 치료에 적용되는 종골 연장술은 수술적으로 변형된 골부위에 대한 대치물 (structural graft)로 필수적으로 골 이식이 필요하다^{4,13)}. 이용될 수 있는 이식물로 자가골, 동종골, 이종골(xenograft) 및 하이드록시아파타이트 등의 인공골(artificial bone)등이 있으며, 이러한 이식물의 선택은 골유도(osteoinduction), 골전도(osteoconduction) 및 숙주골(host bone)에 의해 흡수되는 정도를 고려하여 결정하게 된다. 이러한 점을 고려할 때 자가골 이식술이 가장 이상적인 방법이지만, 그 양이나 크기에 한계가 있으며 수술 시간의 증가와 이에 따른 출혈, 공여부의 통증, 감염 등의 문제가 생길 수 있다. 또한 소아 환자에 있어서 장골능의 성장판 손상에 의한 성장 장애가 문제될 수 있다. 실제로 절개를 가했던 성장판 부위는 성장하면서 어느 정도의 결손이 생길 수 있으며 심

한 경우 외형상 뚜렷이 나타날 정도의 변형이 생기기도 한다. 이러한 이유 등으로 장골능의 성장판에 손상을 주지 않는 절골술이나 자가골을 대치할 수 있는 이식물에 대한 연구가 진행된 바 있다^{1,5,9,10,15)}.

동종골 이식의 최대 이점은 필요로 하는 골량을 사전에 준비하여 사용할 수 있다는 것과 이식 상에 알맞은 크기와 모양을 갖는 골의 선택이 가능하고 관절면의 치환도 가능하다는 점 등이다⁵⁾. 동종골을 사용할 경우, 보관 및 멸균과정에서 파생되는 이식골의 영향, 즉 보관 및 멸균 방법에 따른 골의 생역학적 특성이 변화와 이로 인한 뼈의 강도 변화를 반드시 고려하여야 한다^{5,9,10,15)}. 동종골 이식 후 발생하는 주요 합병증으로는 감염, 골절, 골흡수, 불유합 등이 있다. 골절은 12~20% 정도에서 발생한다고 보고되고 있으며, 급속한 혈관 재생으로 인한 동종골 강도의 급격한 약화가 원인이다. 감염은 가장 심각한 합병증으로 동종골 이식술의 흔한 실패 원인이고 15% 정도에서 발생한다고 보고되고 있다¹¹⁾.

경직성 편평족에 대한 치료로 여러 가지 방법들이 제시되고 있으나 그 적응증이 명확하지는 않다. Grice^{6,7)}에 의해 처음 기술된 거골하 관절 고정술은

Table 1. Average degrees of pre-operative and post-operative radiologic angles

	preoperative	postoperative	p-value
Talo-1st metatarsal	25.6	10.9	<0.01
Talo-horizontal	40.7	27.3	<0.01
Calcaneal pitch	-0.8	11.3	<0.01

Table 2. Average degrees of pre-operative and post-operative radiologic indices according to bone graft material

		autobone	allobone	p-value
preop	Talo-1st metatarsal	20.2	26.5	0.09
	Talo-horizontal	35.9	41.5	0.06
	Calcaneal pitch	1.8	-1.3	0.18
postop	Talo-1st metatarsal	8.7	11.2	0.24
	Talo-horizontal	24.1	27.9	0.13
	Calcaneal pitch	14.0	10.9	0.18
p-value*		<0.01	<0.01	

*p-value : Preop VS Postop

이차적인 변형을 막으면서, 족부의 성장을 방해하지 않는다는 장점이 있지만 거골하 관절의 운동 제한이 있으며 장기간의 추시 결과 또한 불만족스러운 결과

를 보이고 있다^{12,13,14}. Evans⁴에 의해 제시된 종골 연장술은 족부의 모든 관절을 보존하면서 후족부 변형을 교정하는 술식으로 기존의 연구에서 만족스러

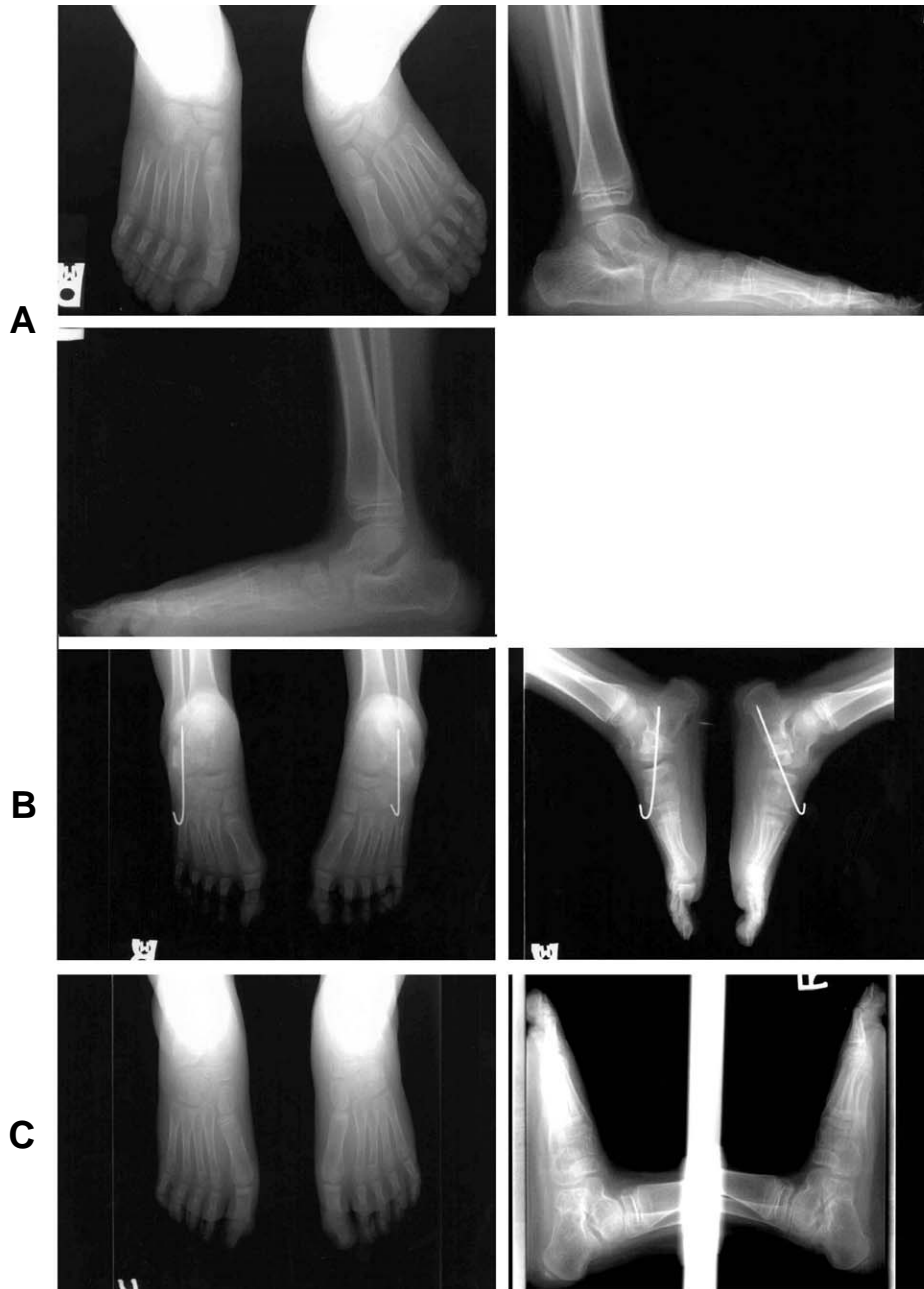


Fig. 1. Anteroposterior and lateral radiographs of both feet of 9-year-old boy (A) Preoperative radiograph (B) Immediate postoperative radiograph (C) 1 year after calcaneal lengthening.

운 결과들을 보고하였다.

본 연구에서 종골 연장술을 통하여 방사선학적인 지표들이 개선되었으며 전 레에서 골 유합을 얻을 수 있었다. 자가골을 이용하여 수술한 레가 동종골을 이용한 경우에 비하여 그 수가 적으나 두 집단 간의 수술 전, 수술 후 방사선학적 지표들이 차이가 없었으며 두 경우 모두 방사선학적으로 호전되었고, 통계학적으로 유의미하므로 교정력의 차이는 없는 것으로 사료된다. 이와 같은 결과로 유추하여 볼 때 소아환자에서 충분한 크기의 이식골을 얻기 어려운 경우 동종골의 사용이 적용될 수 있음을 생각할 수 있다. 소아 환자의 경우 그 성장이 끝날 때까지의 장기 추시 결과가 중요하여 본 연구의 결과만으로 장기적인 예후를 판정하기 어려우며 단순히 방사선학적인 결과만으로 판단한 것으로 제한이 있으나 골 유합 및 방사선학적인 교정 정도, 기존의 연구 결과로 판단할 경우 장기 추시 결과도 양호할 것으로 판단된다.

결 론

소아의 경직성 편평족에 사용되는 종골 연장술 동종골 이식은 자가골 이식이 어려울 경우 적용될 수 있는 치료법으로 판단된다.

참고문헌

- 1) **Anderson MJ, Keyak JH and Skinner HB:** Compressive mechanical properties of human cancellous bone strength measurement. *J Med Eng Technol*, 19:1-5, 1998.
- 2) **Barry RJ, Scranton PE Jr:** Flatfeet in children, *Clin Orthop*, 181:68-75, 1983.
- 3) **Crego CH Jr., Ford LT:** An end-result study of various operative procedures for correcting flat feet in children, *J Bone Joint Surg*, 34-A:183-195, 1952.
- 4) **Evans D:** Calcaneo-valgus deformity. *J Bone Joint Surg*, 57-B:270-278, 1975.
- 5) **Glancy GL, Brugioni DJ, Eiler RE and Chang FM:** Autograft versus allograft for benign lesions in children. *Clin Orthop*, 262:28-33, 1991.
- 6) **Grice DS:** Extra-articular arthrodesis of the subtalar joint for correction of paralytic flat feet in children. *J Bone joint surg*, 34-A:927-940, 1952.
- 7) **Grice DS:** Further experience with extra-articular arthrodesis of the subtalar joint. *J Bone Joint Surg*, 37-A: 246-259, 1955.
- 8) **Gur E and Sarlak O:** The complications of salter innominate osteotomy in the treatment of congenital dislocation of the hip. *Acta Orthop Belg*, 56:257-261, 1990.
- 9) **Hamer AJ, Stockley I and Elson RA:** Changes in allograft bone irradiated at different temperatures. *J Bone Joint Surg*, 81-B:342-344, 1999.
- 10) **Hamer AJ, Stracjan JR and Black MM:** Biomechanical properties of cortical allograft bone using a new method of bone strength measurements: a comparison of fresh, fresh-frozen and irradiated bone. *J Bone Joint Surg*, 78-B:363-368, 1996.
- 11) **Markin HJ, Gebhardt MC, Jennings LC and Springfield DS:** Long term results of allograft replacement in management of bone tumors, *Clin Orthop*, 273:86-97, 1996.
- 12) **McCall RE, Lillich JS, Harris JR and Johnston FA:** The Grice extraarticular subtalar arthrodesis: A clinical review. *J Pediatr Orthop*, 5: 442-445, 1985.
- 13) **Mosca VS:** Calcaneal lengthening for valgus deformity of the hindfoot. *J Bone Joint Surg*, 77-A:500-512, 1995.
- 14) **Phillips GE:** A review of elongation of os calcis for flat feet. *J Bone Joint Surg*, 65-B:15-18, 1983.
- 15) **Poumarat G, Squire P:** Comparison of mechanical properties of human, bovine bone and a new processed bone xenograft. *Biomaterials*, 14:337-340, 1993.
- 16) **Rathjen KE and Mubarak SJ:** Calcaneal-cuboid-cuneiform osteotomy for the correction of valgus foot deformities in children. *J pediatr Orthop*, 18:775-782, 1998.
- 17) **Vanderwile R, Staheli LT, Chew DE and Malgaon V:** Measurements on radiographs of the foot in normal infants and children, *J Bone Joint Surg*, 70-A: 407-415, 1988.