

점진적 신연술에 의한 단관골 연장술

연세대학교 의과대학 정형외과학교실

박희완 · 한대용 · 최종혁 · 오현철

— Abstract —

Lengthening of Short Tubular Bone by Gradual Distraction

Hui Wan Park, M.D., Dae Yong Han, M.D.,
Chong Hyuk Choi, M.D. and Hyun Cheol Oh, M.D.

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

Thirteen cases of lengthening of short tubular bone by gradual axial distraction using an unilateral external fixator(Orthofix M-100, Orthofix CP0089) are reported. This study aims to prove effectiveness of gradual distraction for lengthening of short tubular bone and usefulness of the newly designed external fixator. Nine patients had brachymetatarsia and four brachymetacarpia. The etiology was consisted of post-traumatic physseal injury in two and congenital in eleven cases.

The average amount of lengthening was 14.5mm(37.0%) in metacarpal bone, and 17.3mm(37.5%) in metatarsal.

Complications were angular deformity in 3, pin loosening in 2 cases, and premature consolidation, nonunion and pin site infection in one case, respectively.

Cosmetical and functional satisfactory results were obtained in all cases. We believe that callotasis is effective for short tubular bone lengthening. Also we confirmed the newly designed external fixator(Orthofix CP0089) useful.

Key Words : Short tubular bone, Unilateral external fixator, Gradual distraction.

서 론

중수골과 중족골같은 단관골의 단축증은 그 정확

한 발생빈도가 알려져 있지 않지만 비교적 자주 접하게 된다. 이러한 단축증은 선천적 요인이나 외상에 의한 성장판손상에 의해 나타날 수 있으며 유전질환이나 전신적인 질환과 관련되어 나타나기도 한다^{5,16}. 이는 외형상의 뚜렷한 변형에 비해 기능적 손실이 적어¹⁸ 치료는 일반적으로 필요치 않다^{16,17}. 그러나 외형상의 변형으로 인한 미용적 측면과 동통등이 동반될 때 여러 다양한 치료방법이 발달되어 왔다.

※ 통신저자 : 박 희 완

서울특별시 강남구 도곡동 146-92
연세대학교 의과대학 정형외과학교실

1967년 Ivan Matev¹⁰⁾가 수부에서 절골술과 점진적 신연술에 의한 골연장술을 보고한 이래로 "distraction osteogenesis"에 의한 단관골의 골연장술이 시도되어 왔다. 본 연구는 선천적 혹은 외상에 의한 성장판 손상에 의해 초래된 중수골과 중족골의 단축증에 대해 점진적 신연술에 의해 골연장을 얻은 결과를 보고하고자 한다.

연구대상 및 방법

본 연구는 1989년 12월부터 1994년 6월까지 연세대학교 의과대학 영동세브란스 병원에서 중수골 및 중족골의 단축증으로 수술적 치료를 받은 11명을 대상으로 하였으며 추시관찰은 술후 최단 12개월에서 최고 35개월로 평균 19개월간 시행하였다. 11명의 환자중 남자는 3명이었고 여자는 8명이었으며, 수술 당시의 연령은 12세에서 29세까지로 평균 18.5세였다. 2명에서 양측 중족골에 대해 골연장술이 시행되었다. 수술수기는 시행하고자 하는 단관골의 배부에 종선으로 피부절개를 시행하고 피부절개선을 따라 골막을 절개한 후 그 단관골의 근위부와 원위부에 각각 2개씩의 나사못을 삽입하였다. 그후 편측 외고정장치를 장착하고, 그 사이에서 절골술을 시행하였다. 이때 기존의 외고정장치(Orthofix M-100)를 사용할 경우 근위부에 2개의 나사못 삽입이 어려워 최근위부 나사못을 수근골이나 족근골에 삽입하여야 하고 두 clamp 사이에서 절골술을 시행하기가 용이치 않다. 이러한 단점을 보완하고자 나사못과 clamp의 크기를 줄이고, 기기 장착후 다음 술식을 수행하기 용이하도록 나사못의 길이를 연장하여(기존의 4cm에서 10cm로) 개량한 Orthofix CP0089(Fig. 1)를 고안하여 5례(수부 2례, 족부 3례)에서 시행하였다. 술후 환자의 연령, 원인질환등을 고려하여 평균 11.9일째부터 일일 1회전을 네번에 걸쳐서(0.75mm) 신연술을 시행하였으며 주기적인 단순 방사선학적 검사를 시행하여 골생성유무 및 골경화(consolidation)정도를 평가하였다. 술후 수부의 경우 즉각적인 관절운동을 시행하였고 족부에선 동통이 감소한 2-3일후부터 목발보행을 시행하였다.

골연장술을 시행한 단관골은 중수골이 4례, 중족골이 9례였고, 그 원인질환으로는 중족골 2례에서 외상에 의한 성장판 손상이었고 나머지 11례는 특별

Fig. 1. In this study, unilateral external fixators were used. The newly designed fixator(Orthofix CP0089), as compare with Orthofix M-100, was shortened the size of the clamp and the diameter of the pins. But the length of the pins was lengthened from 4cm to 10cm.

한 원인질환이 없는 선천적인 것이었다. 위치별로는 중수골의 경우 제 3수지와 제 4수지가 각각 2례였고, 중족골에선 제 1족지 2례, 제 2족지 2례, 그리고 제 4족지가 5례로 가장 많았다. 제 3중수골에 대해 신연술을 시행한 1례에서 가족력이 있었다. 환자의 주소(chief complaints)로는 10명에선 수지 혹은 족지의 단축기형을 호소하였고 장거리 보행시 족부에 쉽게 피로감을 느꼈다. 제 1족지 골연장술을 시행받은 2례중 1례에서 치료전 요족변형이 관찰되었는데, 이는 성장판 손상에 의한 단축증의 경우였으며 이 경우 족저근막의 긴장이 있어 족저근막 절개술을 시행하였다. 선천성 단축증인 나머지 1례에서는 요족변형이 발견되지 않았다. 외상에 의해 좌측 제 2중족골의 단축, 각변형 및 불유합 소견을 보인 1명에서 장시간 보행시 중족통을 호소하였다. 중수골에 대해 신연술을 시행받은 4례중 3례에서 내원 당시 중수지관절의 운동범위 감소가 보였으나 기능상의 제한은 없었다.

결 과

치료후 얻은 골연장은 중수골의 경우 술전 평균 39.0mm에서 치료후 평균 53.5mm로 14.5mm(37.0%)의 골연장을 얻었으며 중족골의 경우 술전 47.6mm에서 치료후 64.9mm로 평균 17.3mm(37.5%)의 골연장을 얻었다. 단순방사선학적 검사상 신연골의 골경화

현상이 뚜렷해지면 외고정장치를 제거하였는데, 중수골의 경우 평균 152.5일(128-172)이었고 중족골의 경우 평균 127.6일(78-176일)이었다. 골치유지수(healing index)는 중수골과 중족골에서 각각 3.5 month/cm와 2.5 month/cm로 나타났다. 치료 도중 발생한 합병증(Table 1)으로는 중수골 신연도 중 2례에서 근위부 나사못의 해리현상이 있어 이중 1례에서 슬후 3개월째 해리된 나사못을 제거하였으며, 중족골의 경우 1례에서 조기유합으로 골연장후 2주째 재절골술을 시행하였고, 단축, 각변형 및 불유합이 동반된 1례에서 불유합소견을 보여 슬후 8주째 골이식술을 시행하였다. 나사못 주위의 창상감염이 1례이 있었으나, 이에 대해서 특별한 치료가 필요치 않았다. 또한 치료후 단관골에 각변형이 발생하였는데 수부 1례, 족부 2례등 3례였으며(슬전 각변형이 있었던 1례는 제외), 평균 9도(7-12도)였고, 이로인해 제 3중수골의 12도 각변형이 있었던 1례에서 주위 인접 지간 간격이 증가된 것 이외에 기능적 장애는 없었다. 외상으로 인한 단축, 각변형 및 불유합이 있었던 1례는 내원당시 전후면과 사면 방사선 사진상 각각 15도와 30도의 각변형이 있었으며 치료후 각각 18도와 20도로 변화되었다. 평균 19개월간의 추시관찰기간중 전례에서 만족할 만한 골연장을 얻었으며 외고정장치 제거후 연장골의 단축현상(collapse)은 관찰되지 않았다. 중수지관절의 운동범위는 평균 굴곡 52도에서 마지막 추시관찰시 평균 83도 증가되었고 보행시 동통이나 수부 및 족부에 기능상의 장애가 남지 않았다.

Table 1. Complications

	Metacarpus	Metatarsus	No. of cases
Angular deformity	1	2	3
Pin loosening	2		2
Premature consolidation		1	1
Nonunion		1	1
Pin site infection		1	1

증례예시

13세 여자환자로 좌측 제 4수지의 단축기형을 주소로 내원하였다. 환자는 기왕력상 특이 소견이 없

었다. 외형상 주먹을 쥔 상태에서 중수골 골두에 의해 형성되는 Knuckle이 소실된 것을 볼수 있었으며 (Fig. 2-A) 족부에 동반된 단축기형은 없었다. 단순 방사선 사진상 좌측 제 4중수골과 양측 제 5수지 중위지골의 단축 기형이 관찰되었고 우측에 비해 13mm의 단축소견이 보였다(Fig. 2-B). 치료는 Orthofix CP0089외고정장치를 좌측 제 4중수골에 장착한 후 슬후 제 10일째부터 하루 0.75mm씩 골연장을 시행하였다. 18일간의 골연장후 15mm의 골연장(37.5%)을 얻었으며(Fig. 2-C) 그후 3개월 3주간의 골경화 과정을 거쳐 외고정장치를 제거하였다. 외고정장치를 장착한 동안에도 계속적으로 관절운동을 시행하였고 일상생활을 할 수 있었다. 연장슬후 합병증은 남지 않았으며 외형상 그리고 기능상 치료 결과에 대해 환자는 만족하였다(Fig. 2-D, E, F).

고 찰

중수골이나 중족골과 같은 단관골(short tubular bone)의 단축은 여러 원인에 의해 발생할 수 있으며 많은 유전질환이나 전신질환과 관련하여 동반되기도 한다(Table 2, 3).

문헌상의 호발부위로는 수부에선 제 4, 5중수골이며⁹⁾, 족부에선 제 1족지가 가장 많고 제 4족지가 다음으로 호발하는 것으로 알려져 있다¹⁰⁾. 본 연구에서 치료를 시행한 부위는 제 3, 4중수골이 각각 2례씩 이었고, 중족골에선 제 4족지가 5례로 가장 많았다. 이러한 단축은 외형상 혹은 기능상의 장애를 초래할 수 있는데, 중수골의 경우 1cm 이상의 단축은 악력의 감소를 가져올 수 있으며, 중족골의 경우에는 제 1족지에선 체중부하의 변화로 제 2, 3족지로의 과도한 체중부하가 있게 되고, 다른 족지의 경우에는 인접족지의 변형과 인접족지 위로의 중첩현상으로 인해 신발착용시 압박에 의한 불편감이나 차후에 동통을 유발할 수 있다⁴⁾. 그러나 본 연구에선 수부의 경우 중수지관절의 운동범위가 감소된 것 이외에는 일상생활에 지장을 주는 기능상의 장애는 없었으며, 족부에서도 장시간 보행시 쉽게 피로감을 느끼고 성장판 손상에 의한 제 1중족골 단축증이 있던 1례에서 요측변형이 있었던 것 이외에, 외상에 의한 불유합이 동반된 1례를 제외하고는 보행시 동통을 호소한 예는 없었다. 그러므로 이러한 단관골 치료에 있

Fig. 2. A 13 year old girl with congenital shortness of the left fourth metacarpal.

A, B. Preoperative appearance. The fourth knuckle of the left fist was disappeared and the fourth metacarpal was 13mm shorter than contralateral side.

C. Radiograph 8 weeks after surgery viewed bone lengthening and new bone formation.

D. Radiograph 12 months after surgery demonstrating excellent restoration of the length of the fourth metacarpal.

E, F. Gross appearance after treatment.

Table 2. Diseases that can cause short metacarpals

Cretinism	Sickle cell disease
Infection of epiphysis	Trauma
Juvenile rheumatoid arthritis	Multiple epiphyseal dysplasia
Duplication of uterus	Multiple hereditary exostosis
Congenital glaucoma	Pyruvate kinase deficiency
Dwarfism	Acrodysostosis
Many eye problems	Radiation injury

(Cited from Green DP : Operative Hand Surgery. 3rd ed.
New York, Churchill Livingstone Inc : 317, 1993)

어서 가장 중요한 측면은 미용적 측면임을 알 수 있다. 특히 Urano 등¹⁷⁾이 언급한 것처럼 동양권에서의 문화적 차이(실내에서 신발을 벗는 것 같은)는 젊은 여성에서 더욱 그러한 면을 부각시키게 된다.

이에 대한 치료로 골연장술이 시도되어 왔으며, 골이식술¹¹⁾, 인공물 삽입술⁹⁾, 외고정장치 등을 이용하여 한 번의 술식으로 골연장을 얻는 방법(single stage lengthening)^{11,12,17)}과 점진적 신연술로 골연장을 얻는 방법^{1,4,7,13,14,15,18)}이 있다. 그러나 한차례의 술식으로 골연장을 얻는 방법은 주위 연부조직의 연장술이 필요하며 혈액순환의 장애로 지연유합의 가

Table 3. Syndromes in which short metacarpals occur

Turner's syndrome(XO)	Brachydactyly E
Pseudohypoparathyroidism	Brachydactyly A-1
Pseudopseudohypoparathyroidism	Brachydactyly C
Basal cell nevus syndrome	Hall syndrome
Beckwith-Wiedemann syndrome	Mseleni joint disease
Biedmond syndrome	Ruvalcaba syndrome
Cri du chat syndrome	Tabatznik syndrome
Trichorhinophalangeal syndrome	Gorman syndrome
Bixler's syndrome	Pfeiffer-Weber syndrome
Sybert syndrome	Tuomaala syndrome
Bilginturan brachydactyly	Larsen syndrome
Taybi-Linder syndrome	Manzke syndrome
Banki syndrome	Silver's syndrome
Cockayne syndrome	Conradis disease
Klinefelter's syndrome	Holt-Oram syndrome
Orodigitofacial syndrome	Leri's pleonosteosis

(Cited from Green DP : Operative Hand Surgery. 3rd ed.
New York, Churchill Livingstone Inc : 317, 1993)

능성이 많아 10mm 이상의 골연장이 어렵다. 또한 견고한 내고정이 불가능한 부위이므로 내고정물 고정시 이식골의 단축(collapse)이 일어날 가능성이 있다. 그러므로 대처할 만한 다른 방법이 있다면, 특히

어린이들에게선 이 방법을 피해야 한다는 주장도 있다¹²⁾. 1969년 Ilizarov에 의해 절골술후 생성된 골의 점진적 신연술에 의한 장관골 연장술이 소개된 이래로 장관골에 발생한 여러 복잡한 변형이나 감염, 불유합 등을 치료하여 만족할 만한 결과들이 보고되고 있다³⁾. 본 연구에선 "distraction osteogenesis"의 원리를 단축된 단관골에 적용하였으며 대상이 된 원인질환도 선천적인 요인에 의한 것과 1명의 성장판 손상에 의한 조기유합과 1명의 족부좌멸창에 의한 불유합등 2명의 외상에 의한 경우가 포함되었다.

본 연구에선 단관골의 두부에 의해 형성되는 중수(족)골공을 유지하고자 하였으며 평균 골연장이 중수골에선 14.5mm(37.0%)였고 중족골에선 17.3mm(37.5%)로 외형적으로 만족할 만한 골연장을 얻었고 추시관찰시 기능적 장애가 남지 않았다. 시행도중 다른 장관골연장시 보였던 조기유합이나 불유합이 각각 1례씩 관찰되었으며, 이에 대한 치료로 재절골술과 골이식술이 시행되어 만족할 만한 결과를 얻었다. 이외에도 여러 합병증이 발생하였으나 치료 결과에는 영향을 주지 못하였다. 그러나 3례에서 치료후 각변형이 발생하였으며 이는 본 술식에서 편측 외고정장치를 사용하였는데, 이때 골연장축과 단관골의 장축이 일치하지 않아서 발생하는 것으로 사료된다. 또한 불유합과 각변형이 동반된 1례에선 충분한 각교정을 얻을 수 없었고 불유합조건을 보여 골이식술을 시행하였다. 그러므로 본 술식은 각변형의 교정이나 복합변형의 교정에는 한계가 있음을 알 수 있다. 골치유지수는 중수골과 중족골에서 각각 3.5 month/cm과 2.5 month/cm으로 중족골의 경우 다른 연구결과^{1, 4, 14, 15, 18)} (1.6-3.5 month/cm)와 유사한 결과를 보였고, 중수골의 경우는 외고정장치를 이용한 점진적 신연술과 골이식술을 병행한 경우^{6, 13)} (평균 1.7 month/cm)와 비교할 때 다소 높은 결과를 얻었다. 또한 장관골에서 시행한 경우보다 골치유지수가 높게 나왔는데 이에 대해 최 등¹⁾은 절골부위가 골간부이며 큰 장관골에 비해 혈액순환이 좋지 않고, 그 횡단면적과 주위 근육의 부피가 상대적으로 작기 때문이라고 주장하였다. 또한 본 저자들은 단관골의 해부학적 특성상 불가피하게 개방성 절골술(open osteotomy)을 시행하였는데, 이는 폐쇄적 방법(closed)에 의한 피질골 절골술(corticotomy)로 골

막 손상 및 골수혈행 장애를 최소화했던 장관골의 경우에서 보다 골유도를 지연시켰을 것으로 사료된다.

본 방법의 장점으로는 비교적 간단하고 다른 수기가 필요치 않다는 것이며 1례에서 족저근막의 긴장이 있어 족저근막 절개술을 시행하였고, 다른 연구^{4, 14, 17, 18)}에서 시행되었던 장신전근의 Z-plasty를 이용한 연장술을 시행하지 않고도 특별한 문제가 없었다. 또한 본 방법은 신경혈관재건술이 필요치 않으며 본래의 신경분포와 혈액공급을 유지하게 되므로 치료후 연장된 부위의 감각변화 등이 없었다^{6, 7)}. 본 연구에 사용된 외고정장치는 가볍고 간단하여 수부에 장착한 상태로 일상생활이 가능했고, 족부의 경우에도 술후 동통이 감소되면 즉시 목발보행이 가능했다. 그러나 본 방법은 장관골에서와는 달리 작은 부위에서 시행해야 하므로 더욱 세심한 주위가 요구된다. 가능한 한 주위 연부조직의 손상을 적게 하고 나사못 삽입시 단관골에 수직으로 삽입하여야 하며 외고정장치는 단관골의 장축에 평행이 되도록 위치하게 하여 골연장시 원위골편이 변위(deviation)되지 않도록 하여야 한다. 본 저자들은 단관골의 길이가 35mm 이하일 경우 기존의 Orthofix M-100기기를 사용할 경우 필연적으로 수근골이나 족근골에 나사못을 삽입해야 하므로 이점을 보완하고자 나사못의 크기를 3mm에서 2mm로 줄이고, Clamp의 길이를 16mm에서 10mm로 축소하였다(Fig. 1). 이러한 개량형인 Orthofix CP0089를 5례에서 사용하여 모두 만족할 만한 골연장과 골유합을 얻었으며, 나사못 주위의 창상 감염이나 해리현상은 없었다. 그러므로 본 개량형은 단축된 단관골에서 매우 유용하다고 판단된다. 결론적으로 외고정장치를 이용한 점진적 신연술은 장관골에서뿐 아니라 단관골에서도 효과적인 골연장술로 사료되며 선천적인 단관골 단축증뿐만 아니라, 외상에 의한 경우에도 효과적인 방법이다. 그러나 이의 시행에 있어서 세심한 주위가 요구되며, 또한 본 술식은 각변형이나 복합변형의 교정에는 한계가 있으므로 이러한 경우에는 다른 방법을 사용하거나, 추가적인 술식이 필요하리라 사료된다.

요약 및 결론

본 연구는 1989년 12월부터 1994년 6월까지 연세

대학교 영동세브란스병원에서 단관골 단축증으로 치료받는 13례를 분석하여 보고한 것이다. 수술은 4례에선 중수골에, 나머지 9례에선 중족골에 시행되었고 수술당시 평균 연령은 18.5세였다. 치료는 편측 외고정장치를 사용하여 절골술후 점진적 신연술을 시행하여 중수골과 중족골에서 각각 14.5mm와 17.3mm의 골연장을 얻었으며, 골치유지수는 각각 3.5 month/cm과 2.5 month/cm이었다. 합병증으로는 각변형이 3례, 나사못 해리가 2례, 조기유합, 불유합, 그리고 나사못 주위 창상감염이 각각 1례씩이었으나, 치료결과에 영향을 주지 못하였다. 전례에서 만족할 만한 골연장과 골유합을 얻었으며, 외형적 및 기능적 측면에서 치료결과에 만족하였으나, 복합변형이 있었던 1례에선 충분한 교정을 얻지 못하였다. 또한 기존의 외고정장치를 변형시킨 개량형(Orthofix CP0089)은 단축된 단관골에서 유용한 기기로 생각된다.

REFERENCES

- 1) 최인호, 조규형, 정진엽, 박건영, 이덕용 : 가골신연술에 의한 중족골 단축증의 치료, *대한 정형외과학회지*, 28:661-666, 1993.
- 2) Cobb TK, Stocks GW, May WF, Strauss MR and Lewis RC Jr : Thumb reconstruction by Metacarpal lengthening after traumatic loss at the level of the interphalangeal joint. *Orthop Rev*, 19(1):47-51, 1990.
- 3) De Bastiani G, Aldegheri R, Reni-Brivio L and Trivella G : Limb lengthening by callus distraction(Callotasis). *J. Ped. Orthop*, 7:129-134, 1987.
- 4) Ferrandez L, Yubero J, Usabiaga J and Ramos L : Congenital Brachymetatarsia : Three cases. *Foot & Ankle*, 14(9):529-533, 1993.
- 5) Green DP : Operative Hand Surgery. 3rd ed. New York, Churchill Livingstone Inc :313-321, 1993.
- 6) Kessler I, Baruch A and Hecht O : Experience with distraction lengthening of digital rays in congenital anomalies. *J.Hand Surg*, 2-A:394-401, 1977.
- 7) Kessler I, Hecht O and Baruch A : Distraction-Lengthening of digital rays in the management of the injured hand. *J Bone Joint Surg*, 61-A:83-87, 1979.
- 8) Lundborg G and Sollerman C : A case of phalangeal lengthening, *Acta Orthop Scand*, 58:423-425, 1987.
- 9) Mah KK, Beegle TR and Falfnor DW : A correction for short fourth metatarsal. *J. AM. Podiatric Assoc*, 73:196-200, 1993.
- 10) Matev IB : Thumb reconstruction after amputation at the metacarpophalangeal joint by bone lengthening. *J Bone Joint Surg*, 52-A:957-965, 1970.
- 11) McGlamry ED and Cooper CT : Brachymetatarsia : a surgical treatment. *J. Am. Peodiatric Assoc*, 59: 259-264, 1969.
- 12) Ogino T, Kato H, Ishii S and Usui M : Digital lengthening congenital hand deformities. *J.Hand Surg*, 19B:120-129, 1994.
- 13) Paneva-Holevich E and Yankov E : A distraction method for lengthening of the finger metacarpals : a preliminary report. *J. Hand Surg*, 5-A:160-167, 1980.
- 14) Santiago A, Jorge GA and Tomas P : Lengthening of the first metatarsal bone, a case of congenital shortening. *Acta Orthop Scand*, 62(3):295-296, 1991.
- 15) Saxby T and Nunley JA : Metatarsal Lengthening by Distraction Osteogenesis : A Report of Two Cases. *Foot & Ankle*, 13(9):536-539, 1992.
- 16) Tachdjian MO : Pediatric Orthopedics. 2nd ed. Philadelphia, WB Saunders Co : 283, 2633-2637, 1990.
- 17) Urano Y and Kobayaski A : Bone-Lengthening for shortness of the fourth toe. *J Bone Joint Surg*, 60-A:91-93, 1978.
- 18) Wakisaka T, Yasui N, Kojimoto H, Takasu M and Shimomura Y : A case of short metatarsal bone lengthened by callus distraction. *Acta Orthop Scan*, 59:194-196, 1988.