

Ilizarov 술식을 이용한 장관골 골결손의 치료

경상대학교 외과대학 정형외과학교실
진주고려병원 정형외과*

송해룡 · 박영준* · 김지연

— Abstract —

Ilizarov Method for Treatment of Large Bone Defect

Hae-Ryong Song, M.D., Young-June Park, M.D.*, Ji-Yeon Kim, M.D.

*Department of Orthopedic Surgery, Gyeong-Sang National University,
Chinju Korea Hospital* Chinju, Korea*

Twenty eight long bone defects were treated with internal bone transport using Ilizarov method. The causes of defect were open fracture (ten cases), infected non-union(nine cases), and osteomyelitis(nine cases).

The mean bone defect was 8.5cm ranging from 2.5cm to 22cm in open fracture and 5.8cm ranging from 1.8cm to 17cm in an infected nonunion, and 7.2cm ranging from 3.4cm to 12cm in osteomyelitis.

Internal bone transport was performed with transverse ring system. Free latissimus dorsi muscle flap was done in three cases and rotational muscle flap in seven cases.

Single level lengthening was done in 26 cases and double level lengthening in two cases. Fibular transport was done in five cases.

All cases obtained bone union. The radiologic consolidation index was 89day/cm in tibia, 71day/cm in femur, and 42.5day/cm in humerus. External fixation index was 96 day/cm in tibia, 86day/cm in femur, and 48.5day/cm in humerus.

Complications were pin tract infection(25 cases), equinus contracture of ankle(7 cases), knee flexion contracture(4 cases), delayed union(11 cases), premature consolidation(2 cases) and refracture(1 case).

Ilizarov method is a useful treatment for large bone defect in open fracture and infected nonunion. To obtain better result, careful postoperative management and intensive physiotherapy are recommended.

Key words : Long bone, Bone defect, Ilizarov method, Internal transport

* 통신저자 : 송 해 룡
경상남도 진주시 칠암동 90번지 660-702
경상대학교 외과대학 정형외과학교실

서 론

장관골의 골결손은 개방성 골절 및 만성 골수염이나 감염성 불유합의 치료를 위하여 골소파술을 시행한 후 흔히 발생하며 골결손이 광범위할 시에는 치료에 어려움이 많다^{2,3}.

골결손의 치료 방법으로는 자가 해면골 이식술, 동종 골이식 및 혈관부착 생비골이식술 등이 있다^{1,2,3,5,7}. 골 이식술은 골 흡수 및 재골절 등의 합병증을 수반하여 골결손의 범위가 클 때에는 적용하기가 힘들다는 단점 등이 있다. 혈관부착생비골 이식술은 체중 부하가 없는 상지골 골결손에는 좋은 적응증이 되나, 체중 부하가 필요한 하지에 적용할 시 경골 및 대퇴골의 골 넓이와 비골의 골 넓이의 차이에 따른 생체 역학적 스트레스로 인하여 재골절의 빈도가 매우 높은 단점이 있다⁹.

Ilizarov 술식은 가골신연술을 이용하여 골결손을 치료하는 방법으로 수기가 어렵고 신경, 혈관의 손상 및 관절 구축 등의 단점들이 있는 반면, 수술후 보행이 가능하며 광범위한 골결손을 골이식술 없이 치료할 수 있다는 장점이 있다^{4,5,8,9,10}.

이 연구의 목적은 장관골 골결손이 있는 환자에 대하여 Ilizarov 술식을 이용한 가골신연술 및 내부 골이동술로 치료한 결과 및 합병증을 분석하여 보아 나온 치료의 지침을 마련하는 데 있다.

연구 대상 및 방법

저자들은 1991년 6월부터 1994년 6월까지 장관골 결손이 있는 환자 28례를 대상으로 하였다. 전예에서 18개월 이상 추시가 가능하였다. 환자의 연령은 9세에서 70세로 평균 34.3세였다. Ilizarov 술식을 이용한 내부 골이동술 시행 시의 진단으로 골결손이 있는 개방성 골절이 10례, 개방성 골절 치료 후 발생한 감염성 불유합이 9례, 폐쇄성 골절 치료 후 발생한 감염 및 골수염이 9례였다. 이중 경골이 19례로 가장 많았고 대퇴골이 7례, 상완골이 2례였다.

개방성 골절의 골결손은 최단 2.5cm, 최장 22cm으로 평균 8.7cm였으며 감염성 불유합치료를 위한 골소파술 후 발생한 골결손은 최단 1.8cm, 최장 17cm으로 평균 5.9cm이었다. 내부 골이동술을 시행하기

전에 시행된 수술은 1회에서 5회로 평균 1.8회였다. 경골의 7례와 대퇴골의 1례에서 광범위한 연부조직 결손이 동반되어 이중 경골의 3례에서는 혈관부착 근육판이식술이 필요하였고 대퇴골의 1례를 포함, 5례에서는 근육판 회전술을 시행하였다. 위의 8례를 제외하고는 내부 골이동술과 함께 연부조직이동술을 시행한 후 남은 연부조직결손은 개방성 Papineau 식 해면골 골이식술을 시행한 후 피부이식을 시행하여 치료하였다. 골결손이 동반된 개방성 골절에서는 Ilizarov로 골절 부위를 정복한 후 주위 연부조직의 부종이 없어지고 혈행상태가 확보되는 30-40일 후에 피질골 절골술을 시행하였고, 감염성 불유합의 경우 감염된 연부조직 및 사골을 제거하고 골소파술은 절제된 골단면에서 출혈이 있는 부위까지 하였으며 딱혀 있는 골수강을 재전시켜 상부 및 하부골편 골수강에 혈행이 이루어지게 하였다. 피질골 절골술은 28례 중 26례에서는 한 부위에 시행하였고 2례에서 두 부위에 시행하였다. 피질골 절골술은 경골 근위부 15례, 경골 근위부 및 원위부 1례, 경골 원위부 1례, 대퇴골 근위부 5례, 대퇴간부 1례, 대퇴골근위부 및 경골근위부 1례, 상완골 근위부 2례를 하였다. 골이동술은 성인에서는 피질골 절골술후 7일에서 14일사이에 시작하였고 소아에서는 5일째부터 시작하였다.

Ilizarov 기구의 장착은 이동골편의 길이, 연장 예정 길이를 고려하여 장착하였고 경골에서는 주로 강선술, 대퇴골과 상완골에서는 나사못을 많이 사용하였다. 이동할 골편이 너무 작거나 주위의 연부조직 손상으로 골편의 혈행상태가 좋지 않아 비골 이동술을 동시에 시행한 예가 3례 있었고 절골술을 하지 않고 비골이동술만 시행한 예도 2예 있었다. 비골 이동술은 최초 수술시 급성으로 이동시키는 방법이 있고 절골술후 olive 강선을 이용하여 서서히 이동시키는 방법이 있다. 전자는 각 변형이 적고 원하는 장소에 정확하게 이동시킬 수 있으나 주위 연부조직을 박리해야 하는 단점이 있고, 후자는 연부조직을 박리하지 않아 혈액 공급이 좋은 반면 골이동도중 각변형이 생길 수 있고 정확히 원하는 곳으로 이동이 어렵다는 단점이 있다.

Ilizarov 기구의 제거는 단순 방사선 사진상 골절측 부위의 유합과 신연부위의 피질골화가 되고, 이학적 검사상 골절부 동통 및 압통이 없으며, 하지에

Table 1. Criteria for result (Paley's classification, 1990)

Bone result	
Criteria :	union, infection, deformity, leg-length discrepancy
Excellent :	union, no infection, deformity of less than 7° and length discrepancy of less 2.5cm
Good :	union plus any two of the others
Fair :	union plus one of the others
Poor :	nonunion or refracture or none of the others
Functional results	
Criteria :	significant limp, joint contracture, soft tissue dystrophy, pain, and inactivity
Excellenly :	active individual with none of the other four criteria
Good :	active individual with one or two of the other four criteria
Fair :	active individual with three or four of the other four criteria or an amputation
Poor :	inactive individual

Table 2. Bone result & functional Result

Bone Result			
	Tibia	Humerus	Femur
Excellent	14	2	3
Good	3		2
Fair	1		1
Poor	1		1
Functional result			
	Tibia	Humerus	Femur
Excellent	14	2	4
Good	3		2
Fair	1		1
Poor	1		

서는 재중부하가 충분히 가능할 때 단계적으로 제거하였다(Table 3).

결과 평가를 위해서는 골유합의 정도와 각변형, 하지길이 부동의 정도, 동통 및 보행시 파행의 유무, 인접 관절의 운동범위, 보행기 사용유무, 일상생활 능력 등을 측정하였으며, 결과분석은 Paley와 Catagni의 분류¹⁰⁾에 따라 골적 결과 (bony result)와 기능적 결과(functional result)로 나누어 평가하였다(Table 1).

결 과

치료결과와 평가는 방사선상 골성숙 지수(radiologic consolidation index [day/cm])를 기준으로 하였고, 경골에서는 최단 40day/cm, 최장 17day/cm 평균 89day/cm였으며 상완골에서는 각각 48days/cm, 37day/cm였고 대퇴골에서는 최단 52day/cm, 최장 105day/cm으로 평균 81day/cm였다(Table 3).

골이동 기간은 22일에서 176일까지 평균 75일이 소요되었다. 외고정 장착시간(External fixation time, [day/cm])은 경골

에서는 최대 180day/cm, 최소 46day/cm, 평균 96day/cm였으며, 상완골에서는 최고 53day/cm, 최저 44day/cm로, 평균 48.5day/cm였고, 대퇴골에서는 최고 112day/cm, 최저 60day/cm, 평균 86day/cm였다(Table 3).

내부 골이동술은 경골에서 최저 1.8cm, 최고 17cm 평균 6.2cm을, 상완골의 2례는 각각 4cm, 8cm를 연장하였고, 대퇴골에서는 최저 3cm 최고 8cm 평균 5cm을 연장하였다.

28례 모두에서 골유합이 이루어졌으나 Ilizarov 제거후 2례에서 재수술을 시행하였다. 경골의 1례에서는 넘어지면서 골절측 부위가 재골절되어 석고 붕대고정으로 치료하였고(Fig. 1) 대퇴골의 1례는 신연부위에 내반 변형을 보여 교정 절골술후 급속내고정술을 시행하였다(Fig. 2). 상완골의 2례에서는 내부 골이동을 각각 4cm, 8cm을 시행하였고 경골이나 대퇴골과는 다르게 골절손부의 급속압박과 해면 골이식술을 시행한 다음 골연장을 하였다(Fig. 3).

경골의 골이동술은 비교적 좋은 결과를 얻었으며 19례 중 7례에서 침착변형이 발생하였으나 5례는 물리치료로서 회복되었고 2례에서 Ilizarov를 종골과 중족골까지 보강장착하여 교정하였다. 가장 흔한 합병증은 강선 삽입부위의 국소적 감염이었고 대퇴골의 연장예에서 다른 부위보다 심하였다. 이는 다른 부위보다 직경이 작은 나사못을 사용했기 때문이라

Fig. 1. A. Type II a fracture of tibia was fixated with Ilizarov apparatus, but osteomyelitis was developed.
 B. Radiograph after wide excision of sequestrum.
 C. Radiograph after internal transport.
 D. Radiograph after Ilizarov removal.
 E. Refracture was developed at docking site.
 F. Refracture was managed with cast immobilization.

Table 3. Period of Treatment

Radiologic consolidation index			
	Humerus(day/cm)	Femur(day/cm)	Tibia(day/cm)
Maximum	48	105	170
Minimum	37	52	40
Mean	42.5	81	89
External fixation time			
	Humerus(day/cm)	Femur(day/cm)	Tibia(day/cm)
Maximum	53	112	180
Minimum	44	60	46
Mean	48.5	86	96

생각된다(Table 4).

Paley의 분류에 따른 골적결과에서 우수가 19례였고 기능적 결과도 우수가 21례로 좋은 결과를 얻

었다(Table 2).

고 찰

장관골 골결손시 Ilizarov 술식을 이용한 내부 골이동술은 광범위한 골결손을 치료할 수 있다는 장점이 있는 반면 가골신연술로 생긴 가골이 성숙골로 되기까지 많은 시간이 요구되며 이 기간동안 강선주위 연부조직 염증이나 골수염이 발생할 수 있다는 단점이 있다^{1,9}.

내부 골이동 중 조기 체중 부하가 가능하며 인접 관절의 재활적 치료를 할 수 있어 골조충증 및 관절의 강직을 예방할 수 있다는 장점이 있으나, 광범위한 골결손을 내부골이동을 할

Fig. 2. A. Type IIc open fracture of femur with large bone defect.

B. Ilizarov apparatus was applied. Wide excision of sequestrum and cement beads were implanted.

C. Radiograph after internal transport.

D. Varus deformity was developed after Ilizarov removal.

E. Correction of varus deformity with osteotomy and internal fixation.

Table 4. Complications (Paley's classification, 1990)

Problem	pin tract infection	25(89%)
	knee flexion contracture	4(14%)
	equinus deformity	7(25%)
Obstacle	delayed union	1(4%)
	premature consolidation	2(8%)
Complication	refracture	1(4%)

구축은 조기 보행 및 체중 부하를 어렵게 하므로 골다공증을 초래할 수 있다. 상완골 내부 이동술시에도 피질골의 절골 부위에 따라 주관절의 굴곡구축 또는 신전구축이 유발된다. 상완골 근위부에서 골이동술시 견관절의 강직이 발생할 가능성이 많고 나이 많은 환자는 외상 후 골위축의

시 피질골 절골부위상반에 부착되는 근육 및 건이 함께 신연되어야 하므로 해당되는 근육의 구축에 따른 인접 관절의 구축이 매우 흔한 합병증으로서 나타날 수 있다^{7,8}. 대퇴골 원위부에서 내부 골이동술시는 슬관절의 굴곡 구축이 나타나고, 경골 근위부에서 이동술시 슬관절 굴곡구축이, 경골 원위부에서 이동술시 족관절 침착구축이 발생한다. 이러한 관절

유발로 인하여 동통 및 골다공증이 많이 발생하므로 유의해야 한다. 이와 같은 관절구축을 예방하려면 보존적인 방법으로는 적극적인 재활 치료 및 동적 부목이 필요하며 수술적인 방법으로는 Ilizarov 기기를 인접 관절의 상부 또는 하부로 연장, 설치하여 내부 골이동술을 시행하는 동안 관절을 기능적인 위치로 고정하는 것이 필요하다.

Fig. 3. A. Initial radiography showing large bone defect.

B. After Ilizarov apparatus application. Acute shortening and corticotomy were done

C. Radiograph after internal transport.

D. Final radiograph showing bone union.

내부 골이동술시 신연된 가골에서 각변형은 관절 구축 다음으로 흔하게 발생되는 합병증이다. 각변형의 원인으로 첫째, 장관골의 내외전후에 위치하는 근육의 양에 따른 신연력의 차이를 들 수 있고, 둘째로는 삽입되는 편이나 강선의 고정 위치에 따른 신연력의 차이를 들 수 있다. 대퇴골 내부 이동술 시 대퇴골 근위부에서는 외측에서만 half pin을 삽입할 수 있으므로 내측보다 외측에서 신연이 많이 일어나므로 내반변형이 흔하게 나타날 수 있다. 이와 같은 내반변형을 예방하려면 대퇴골 내측에서 신연율을 증가시키는 것도 한 방법이다. 대퇴골 원위부에서 외반각변형이 나타날 수 있는데 이는 대퇴골 내측의 근육, 건 조직보다 외측에서 장경대의 저항력이 신연력보다 강하므로 발생된다. 이와 같은 경우 장경대인의 부분적인 절개술이 각변형의 예방에 도움이 될 수 있다. 저자들의 경우에서도 대퇴골에서 1례의 내반변형이 유발되어 관혈적 정복 및 급속

판 내고정술을 요하였다. 이러한 각변형의 예방을 위해서는 경첩(hinge)이나 원추형 나사받침(Conical washer)을 이용하여 각변형 상하부의 Ilizarov ring을 조절하는 방법이 있고 olive핀을 이용하여 고정하는 방법이 있다.

가골신연부위의 지연유합이나 조기유합 등은 골이동술에서 발생할 수 있는 합병증으로 소아에서는 조기유합이 흔히 일어나고 나이가 많은 환자에서는 지연유합이 흔하게 일어난다. 대퇴에서는 골을 둘러싸고 있는 연부조직의 양이 많으므로 조기유합이 잘 일어나고 경골에서는 전내측에 연부조직이 없으므로 지연유합이 잘 일어난다. 대퇴골 및 경골의 근위부보다 원위부는 둘러싸고 있는 연부조직이 적으므로 가골형성이 늦어진다.

이와 같은 요인 및 연령 등을 고려하여 가골 신연율을 조절함으로써 조기유합 및 지연유합을 예방할 수 있다. 저자들의 경우 소아 대퇴골 1례, 성인 대

퇴골 1례에서 조기유합이 발생하였으며 성인 대퇴골 1례에서는 조기유합이 일어났음에도 이를 발견하지 못하고 계속 신연시켜 대퇴골 근위부의 half pin의 파파가 유발되었다.

가골신연부위의 지연유합은 신연부위를 재압박시켜 가골형성을 촉진시킨 다음 재신연시켜 치료할 수 있다. 신연부위의 재압박은 하루 2-3mm정도로 시행하고 재신연은 초기에 하루 0.5mm정도 신연시킨 다음 방사선소견을 참조하여 가골형성이 충분하다고 판단되면 하루 1mm씩 신연시키는 방법이 권장된다.

지연유합의 원인으로는 해부학적 요인, 피질골 절골술시 손상의 정도, 외고정 기구의 불안정성을 들 수 있다. 골다공증이 있을 경우 핀의 이완을 유발시켜 고정기의 불안정성이 발생하고 지연유합이 초래된다. 저자들의 경우에도 핀의 이완으로 인한 고정기의 불안정성이 상완골 1례에서 발생하여 내부 골이동을 목표수치까지 하지 못하고 중단하였다. 상완골에서는 체중 부하가 없으므로 고정이 불안정하더라도 하지에서와 달리 환자가 별다른 증상을 호소하지 않으므로 고정기의 불안정성을 간과할 위험이 있으므로 주의해야 한다. 상지에서는 골단축이 3-5cm정도 있어도 기능상의 문제가 없으므로 치료 시기의 단축을 위하여 골이동을 목표수치까지 하지 않아도 무방하다고 사료된다.

골접촉부위(docking site)에서 저자들은 대부분 해면골 이식술을 행하였는데 이는 골 압박만으로 골유합을 얻기에는 기간이 많이 소요되고 지연유합의 가능성이 높으므로 이를 방지하기 위하여 골 이식술을 시행한 결과 전례에서 골유합을 얻었다. 그러므로 골접촉부위의 골 이식술은 치료기간을 단축시키고 좋은 결과를 위하여 권장할 만한 방법으로 사료된다.

요약 및 결론

저자들은 개방성 골절 및 골소파술 후 발생한 광범위한 골결손이 있는 28례(경골 19례, 대퇴골 7례, 상완골 2례)에서 Ilizarov 술식을 이용한 내부 골이동술을 시행하여 전례에서 골유합을 얻었다.

Paley의 기준에 따른 골절, 기능적결과에서도 각각 24예(85%), 26예(92%)에서 양호이상의 결과를 얻었다. Ilizarov 술식은 가골 신연술로 골결손 치료에 있어서는 매우 좋은 치료방법으로 사료되나 골

신연에 따른 근육의 구축이 인접관절의 구축 및 각 변형을 유발시켜 기능적인 결과에 중요한 영향을 미치므로 이에 대한 세심한 주의 및 적극적인 재활치료가 합병증을 예방하는데 필요하다고 사료된다.

REFERENCES

- 1) 박희완, 장준섭, 감군순, 양규현, 이석범 : Ilizarov제 외고정기구를 이용한 경골의 난이 골절의 치료. *대한정형외과학회지*, 24:1732-1738, 1989.
- 2) 송해룡, 조세현, 이종서, 구경희, 박형빈, 정연천, 황선철 : Orthofix 및 Ilizarov 외고정 기구를 이용한 제 3형 개방성 골절의 치료. *대한정형외과학회지*, 28:761-773, 1993.
- 3) 송해룡, 조세현, 구경희, 박형빈, 정연천, 황선철, 김재수, 김병석, 박예수 : Ilizarov술식을 이용한 경골골절의 치료. *대한정형외과학회지*, 29:665-664, 1994.
- 4) 이덕용, 최인호, 정진엽, 이계형, 김한주 : Ilizarov술식을 이용한 하지연장술. *대한정형외과학회지*, 25:1611-1623, 1990.
- 5) Cattaneo R, Catagni M and Johnson EE : The treatment of infected nonunion and segmental defects of the tibia by methods of Ilizarov. *Clin Orthop*, 280:143-152, 1992.
- 6) Edge AJ and Denham RA : External fixation for complicated tibial fractures. *J Bone Joint Surg*, 63-B:92-97, 1981.
- 7) Green SA, Jackson JM, Wall DM, Marinow M and Ishkanian J : Management of segmental defect by Ilizarov intercalary bone transport method. *Clin Orthop*, 280:136-152, 1992.
- 8) Ilizarov GA : Clinical application of tension-stress effect for limb lengthening. *Clin Orthop*, 250:8-26, 1990.
- 9) Paley D : Current technique of limb lengthening. *J Pediatr Orthop*, 8:73-92, 1988.
- 10) Paley D, Catagni MA, Argnani F, Villa A, Benedetti GB and Cattaneo R : Ilizarov treatment of tibial nonunion with bone loss. *Clin Orthop*, 241:146-165, 1989.
- 11) Paley D : Problems, obstacles and complications of limb lengthening by the Ilizarov technique. *Clin Orthop*, 250:81-104, 1990.
- 12) Rosenthal RE and Macphall JA : Nonunion in open tibial fractures. Analysis of reasons for failure of treatment. *J Bone Joint Surg*, 59-A:244-248, 1977.