

경골의 각종 각 변형에 대한 절골술의 임상적 고찰

가톨릭의과대학 정형외과학교실

김 인 · 김정만 · 이승구 · 민환기

= Abstract =

Clinical Studies of Corrective Osteotomy for Various Angular Deformities of Tibia

In Kim, M.D., Jung-Man Kim, M.D., Seung-Koo Rhee, M.D. and Whan-Kee Min, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Catholic Medical College and Center, Seoul, Korea

Since 1856, Mayer¹⁾ coined the term "osteotomy" for a tibial resection for an angular deformity, various shapes and designs of osteotomies in long bone or pelvis have been popularized to treat the malunion, osteoarthritis of hip and knee, bow leg, L.C.P., or C.D.H. etc.

The purpose of corrective osteotomy for tibia is so different from that of upper extremity because it must be restored the weight bearing alignment, and equalize or minimize the leg length discrepancy.

We respectively reviewed 14 cases with various angular deformities on tibia who were treated at Dept. of Orthopaedic Surgery, Catholic Medical College from Jan. 1976 to Dec. 1984.

The results obtained were as follows:

1. Causes of angular or rotational deformities of tibia were malunion in 11, bow leg in 2 and partial closure of distal tibial epiphysis in 1.
2. Ten cases of tibial deformities exceeded over the 10° of medial or lateral angulation and 15° of anterior or posterior bowing were corrected for normal weight-bearing alignment in lower leg. And a rotational deformity may be so disabling to walk as to require surgery. So four cases of tibial angular deformities combined with more than 20° of external rotation and 5° of internal rotation were corrected for normal good looking walks.
3. The maximum length that can be gained by an opening wedge osteotomy was near the point of maximum angulation, but it could be changed by the cause of deformity and patient's age. We've done 4 cases of opening and 10 cases of closing wedge osteotomy.
4. Angular deformity in one plane due to fracture in children under 10 years of age may be corrected spontaneously by growth, but deformities due to bow leg or epiphyseal injury can't be expected any spontaneous correction of deformity by growth. So three cases of tibial deformities due to bow leg or epiphyseal injury in children were corrected in earlier after recognition of that deformities because of possible damage to articular cartilage and the combined rotational deformities.
5. A slight deformity if the angulation involves near a joint, knee or ankle could be seriously disabling and so must be corrected earlier.
6. Functional results of the corrective wedge osteotomy in angular and rotational deformities of tibia were excellent, good, fair in 4, 7 and 3, respectively.

Key Words: Angular or rotational deformity, Osteotomy, opening or closing wedge, Malunion.

* 본 논문의 요지는 1985년 추계 골절연구회에서 발표되었음.

* 본 논문은 1986년도 가톨릭 중앙의료원 학술연구비로 이루어졌음.

1856년 독일의 Mayer¹³⁾가 경골의 각 변형(angular deformity)을 골 절제로 교정하면서 처음으로 절골술(osteotomy)이란 말을 사용하였으며, 이후 절골술은 장관골의 각 및 회전변형(rotational deformity)은 물론 슬관절 및 고관절의 골성 관절염, 소아의 변성 고관절염(L.C.P.)과 선천성 고관절 탈구와 같은 각종 질환들에서도 장관골 또는 골반 절골술을 시행함으로써 치험효과가 높은 치료방법으로 보편화되어 있다.

이제까지 절골술에 대한 국내의 보고들은 대부분이 상지에서 상완골 과상부 골절로 인한 내반주에 대하여 단지 외형적 변형만을 French¹⁴⁾ 또는 Wiltsse¹⁵⁾ 등의 기하학적인 절골술(geometric osteotomy) 등을 이용하여 교정한 보고들이었다¹⁻³⁾.

그러나 하지의 경우에는 좀더 복잡적이어서 변형의 종류에 따라 나타나는 증상이 다르다. 즉 각 변형이 오면 인접 관절의 운동제한과 상하 양 관절면의 평행한 상관관계가 소실되면서 체중이 불균형하게 분포돼 후에 조기 골성 관절염의 원인이 된다. 그 외 회전변형은 보행장애를, 그리고 심한 각 또는 중첩변형(overriding deformity)은 하지 단축을 초래하여 파행의 원인이 된다. 따라서 하지 특히 경골의 각종 변형에 대한 절골술은 하지가 체중부하라는 역학적 관계를 정상으로 유지케 하고 하지 단축을 최소로 하여 변형의 결과로 초래되는 골성 관절염이나 관절통들을 예방하는데 그 목적이 있다고 하겠다.

이에 본 대학 정형외과학교실에서는 1976년 1월부터 1984년 12월까지 경골의 각종 각 변형으로 절골술을 시행한 총 14예에 대하여 임상 및 문헌고찰을 하였다.

1) 연령 및 성별 분포

연령 분포는 4세부터 60세까지였으며, 평균 연령은 28세였다. 20세미만이 7예(50%)로 가장 많았고 남녀의 비는 11:3이었다(Table 1).

2) 경골 각 변형의 원인

총 14예중 경골 골절후 부정유합이 11예로 가장 많았고, 내반슬(bow leg)이 2예 그리고 비골에 발생한 만성 골수염으로 인한 원위 경골 골단선의 부분폐쇄(partial epiphyseal closure)로 온 족관절의 외반변형(valgus)이 1예 있었다. 그 외 슬관절의 심한 골성관절염으로 인한 내반슬(varus)로 경골근위 절골술을 시행하였던 5예는 본 연구의 취지와 상이해 제외하였다.

각 변형 및 절골술의 위치는 경골 근위부가 6예, 간부가 2예 그리고 원위부가 6예의 순이었다(Table 1).

3) 경골 각 변형의 절골술 대상

경골 골절후 부정유합 및 경골 골단선 부분 폐쇄 등으로 인한 각 변형의 경우에서, 내반 혹은 외반 각 변형은 10°까지, 그리고 전방 또는 후방 각 변형(anterior or posterior bowing)은 15°까지, 또 5°까지의 내회전(internal rotation) 및 20°까지의 외회전(external rotation)변형은 허용하되 그 이상의 변형은 수술가료하였다.

4) 절골술시 고려사항

4-1. 단축된 경골의 교정

절골술을 할 경골에 각 변형에 의한 하지단축이 동반돼 있을 경우에는, 상지와 달리 체중부하라는 생체 역학적인 면에서 가급적 양측 하지 길이를

Table 1. Clinical case analysis

Etiology	No. of cases	Site of deformity and osteotomy	Sex ratio	Average age(yrs)
Malunion	11	upper 1/3, 6 cases middle 1/3, 2 cases lower 1/3, 3 cases	M : F = 10 : 1	29
Bow leg	2	lower 1/3, 2 cases	M : F = 0 : 2	5
Valgus ankle due to epiphyseal closure	1	lower 1/3, 1 case	M : F = 1 : 0	6
Total or average	14	14	M : F = 11 : 3	28

비슷하게 맞추어 주어야 하기때문에 대개의 경우 자가골편 이식을 포함한 개방성 설형 절골술(open wedge osteotomy)을 하게 된다. 절골술후 하지길이의 변화에 대하여는 Fig. 1에서와 같이 변형의 정점부위(maximal angulation site)에서 시행할 경우

$$\begin{aligned} DB' &= CB' - CD \\ \text{but } CD &= CB \times \cos. 30^\circ \\ \text{and } CB &= CB' \\ \text{Thus} \\ DB' &= CB' - CB \times \cos. 30^\circ \\ &= CB' - CB' \times \cos. 30^\circ \\ &= CB'(1 - \cos. 30^\circ) \\ &= CB'(1 - 0.866) \\ &= CB' \times 0.134 \end{aligned}$$

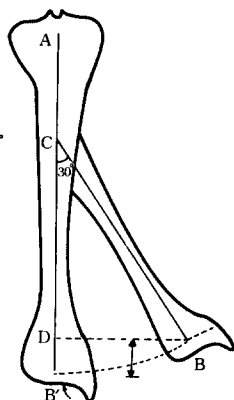


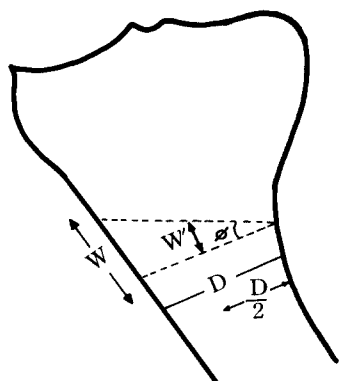
Fig. 1. Leg length after an osteotomy

단축된 경골의 약 0.134 배 (DB')만큼 길이가 늘어난다. 즉 Fig. 2에서와 같이 개방성 설형의 기저선(base)길이의 반만큼 하지길이가 길어지거나, 반대로 폐쇄성 설형 절골술(close wedge osteotomy)을 시행하면 기저선 길이의 반만큼 하지길이는 짧아진다.

4-2. 설상 골 절제의 각도 결정

수술시 어느정도의 설형(wedge) 골편을 잘라 낼 것인가에 대하여는, 일반적으로 설형 기저선(wedge base) 1mm에 대하여 1° 정도를 잘라낸다는 Bauer⁵⁾들의 이론을 흔히 적용하고 있다. 즉 Fig. 3에서와같이 25° 의 설상을 택하고 장관골 직경이 5cm라 하면 23.3mm, 또 직경이 6cm라하면 27.6mm라는 수치가 나와 1° 교정을 하면 약 1mm 정도의 설상 기저선이 잘린다는 결론이 나온다.

그러나 장관골 직경이 5cm가 안되는 어린아이나 골격이 작은 여성의 경우는, 전과 같은 25° 의 설형 각(wedge angle)을 택하고 장관골 직경이 4cm라고 가정하면, 설형기저선은 평균 25mm 정도가 아닌



$$\tan \phi = \frac{W}{D}$$

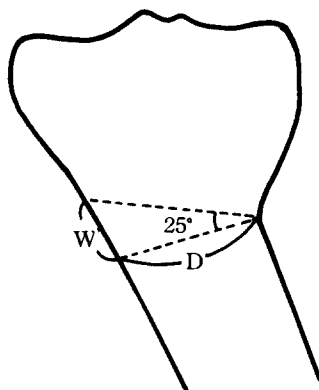
$$\tan \phi = \frac{W'}{\frac{D}{2}} = \frac{D}{2W'}$$

$$2W' = D \times \tan \phi = \frac{DW}{D} = W$$

$$W' = \frac{W}{2}$$

Fig. 2. Closing or opening wedge osteotomy.

$$\begin{aligned} W &= D \times \tan 25^\circ \\ &= 5\text{cm} \times 0.4663 \\ &= 23.3\text{mm} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} W &= D \times \tan 25^\circ \\ &= 6 \times 0.4663 \\ &= 27.6\text{mm} \end{aligned}$$

($\therefore 1\text{mm} = 1^\circ$ of correction needed)

Fig. 3. Determination of wedge base in adult

18.65mm로 훨씬 적은 실제수치가 나온다. 따라서 Canale 과 Harper⁷⁾는 이와같이 장관골 직경이 5cm 이하로 가는 경우에는 Fig. 4에서와 같이 상수 K (constant K)를 0.02로, 그리고 설형각을 tangent 의 각도 수치가 아닌 일반 수치로 표시하는 수식을 고안하였다. 이 산출방법은 다소 복잡하기는 하나 정확한 측정치를 얻을 수 있어 특히 소아의 장관골 절골술시 paper tracing방법과 함께 자주 응용하고 있다.

결론적으로 경골 절골술시, 절골술의 방법에 따라 설형 기저선 길이의 반만큼 길게도 혹은 짧게도 될 수 있으므로 이의 적용은 하지 단축의 정도와 수술부위의 피부상태에 따라 결정하였다. 절골 위치는 각 변형의 정점 또는 직하방이나 직상방의 비교적 정상 골부위에서 시행하였으며, 설형의 정도는 환자의 연령이나 장관골의 직경에 따른 고려를 하였다.

따라서 총 14예중 10예는 폐쇄성 설형 절골술을

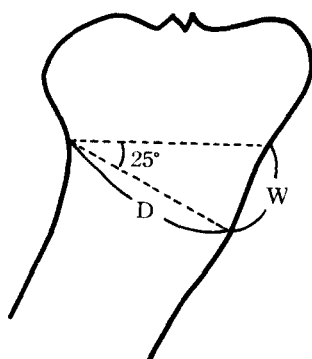
그리고 4예는 개방성 설형 절골술을 시행하였다. 또한 14예중 9예는 변형의 정점에서, 그리고 3예는 변형의 직상방에서, 또 2예는 직하방에서 절골술을 시도하였다(Table 1).

5) 술후 처치

총 14예중 절골 위치가 족관절이나 슬관절에 지나치게 가까웠던 9예는 2개의 Steinmann pin 또는 staple로 고정하였고 나머지 골간부 5예는 blade plate나 A-O압박 금속판을 사용하였다. 또 총 14예중 12예는 절골술 부위의 빠른 골 유합을 위하여 비골의 부분 절제술을 동시에 시행하였다. 술후에는 장 하지 석고부목을 약 2주간 하여 수술창이 치유된 후에는 장 하지 석고고정이나 PTB non-weight bearing cast를 4~8주간 더 시행하고 이후 증례에 따라 PTB cast등으로 점진적인 체중 부하를 허용하였다.

Table 2. Post-operative evaluation

Classify \ Functional value	Excellent	Good	Fair	Poor
Radiological assessment				
• Fx-Union time	Union at 5 months		delayed union	non-union
• Parallelism between joint surfaces of knee and ankle	Parallel	<5°	5~10°	>10°
• Angular deformity	(-)	<5°	5~10°	>10°
Clinical assessment				
• Pain around knee and ankle	(-)	Mild	Moderate	Severe
• Leg shortening	(-)	<1cm	1~3cm	>3cm
• Limited knee and ankle motions	(-)	<20°	20~40°	>40°
	(-)	<10°	10~20°	>20°
• Rotational deformity	(-)	<5°	5~10°	>10°



$$\begin{aligned}
 W &= D \times 0.02(k) \times \text{angle} \\
 &= 4\text{cm} \times 0.02 \times 25^\circ \\
 &= 20\text{mm}
 \end{aligned}$$

(Canale and Harper, 1984)

Fig. 4. Determination of wedge base under a 5cm in long bone diameter for women or children.

5-A(Initial)

5-B(POD)

5-C(POD 6 mos)

Fig. 5(Case 1). 40-year male patient who was treated proximal tibia and fibula fracture at local clinic for last 21 weeks have had a malunion on proximal tibia with 23° of varus, 20° of anterior bowing and 1.3cm shorter than normal leg(Fig. 5-A). Post-operatively angular deformities in two plane were corrected by closing wedge osteotomy with 20° wedge base and fibulectomy, but the leg length shortening was increased by 2.9cm and treated it with shoe elevation later(Fig. 5-B and 5-C).

6) 성적 평가 및 합병증

치료결과를 객관성 있게 판정하기 위하여 방사선학적으로는 절골술후 골 유합시기, 슬 및 족관절면의 평행유무 그리고 잔여 각 변형의 정도등을 측정하였다. 또한 임상적으로는 상하 양관절의 동통유무 및 운동범위, 하지 단축의 정도 그리고 잔여 회전변형의 정도등을 측정하였다(Table 2). 그러나 본 연구에서는 증례의 수가 많지 않았고 또 변형의 원인이나 부위가 서로 다르고 연령분포도 광범위하여 객관적인 술후 결과 판정은 어려웠다. 그러나 총 14예중 13예의 평균 골절유합은 약 15주였으며, 나머지 1예는 지연유합의 소견을 보여 절골술 17주 후에 자가 골 이식술을 시행하였다. 5예의 자가 골 이식 증례들중 4예는 처음의 개방성 실험 절골술시 그리고 1예는 지연유합 증례에서 시행하였다. 그외 과교정(over-correction)된 각 1례씩의 각 변형과 회전변형에에서도 5°미만의 경한 변형이어서 무시하였고, 술후 하지 단축이 남아있던 6예에서는 3cm미만의 단축이었기에 보행시 신발을 높혀(shoe elevation)치료하였다.

총 14예의 평균 입원기간은 18.2주로 다소 긴 편이었으며, 9예에서는 퇴원시까지 절골부위와 상하 양 관절에 통증을 호소하거나 경미한 파행상태였으며, 이는 관절에 가까운 곳에서 절골술을 시행한

예들에서 심하였고 X-선 상에서도 중등도의 골 송조증의 소견이 보여 지속적인 물리치료와 체중부하를 권하였다.

총 14예중 4예는 excellent, 7예는 good 그리고 3예는 fair로 평가되었다.

증례 보고

증례 1 : 송 ○ 구 40/M(Fig. 5).

40세 남자로 경골 근위부 골절 4개월후 20°의 전방 변형을 동반한 부정유합으로 입원하였다(Fig. 5-A). 입원시 경미한 골절부 동통과 슬관절 운동제한(15°~135°)이 있었고, 심한 각 변형으로 외전상보기에도 흉하였고 하지길이는 전측보다 1.3cm 짧았으며, 슬관절과 족관절의 관절면은 20°의 경사를 이루고 있었다. 변형의 정점부위에서 20°의 각을 갖는 폐쇄형 절골술을 실시하였으며(Fig. 5-B), 술후 각 변형도 소실되고 상하 양 관절면들이 평행해졌으나, 하지 단축은 2.9cm로 증가되었으며, 이는 후에 신발을 높혀 해결하였다(Fig. 5-C).

증례 2 : 최 ○ 순, 4/F(Fig. 6).

4세 여아로 양측 경골에 심한 bowing을 주소로 입원하였으며, 구루병(rickets)에 대한 가족력 및 혈액검사상 소견은 정상이었다. 우측 경골은 25°의 외측 각 변형과 30°의 전방 각 변형을, 그리고 좌

Fig. 5(Case 1). 40-year male patient who was treated proximal tibia and fibula fracture at local clinic for last 21 weeks have had a malunion on proximal tibia with 23° of varus, 20° of anterior bowing and 1.3cm shorter than normal leg(**Fig. 5-A**). Post-operatively angular deformities in two plane were corrected by closing wedge osteotomy with 20° wedge base and fibulectomy, but the leg length shortening was increased by 2.9cm and treated it with shoe elevation later(**Fig. 5-B and 5-C**).

6) 성적 평가 및 합병증

치료결과를 객관성 있게 판정하기 위하여 방사선학적으로는 절골술후 골 유합시기, 슬 및 족관절면의 평행유무 그리고 잔여 각 변형의 정도등을 측정하였다. 또한 임상적으로는 상하 양관절의 동통유무 및 운동범위, 하지 단축의 정도 그리고 잔여 회전변형의 정도등을 측정하였다(Table 2). 그러나 본 연구에서는 증례의 수가 많지 않았고 또 변형의 원인이나 부위가 서로 다르고 연령분포도 광범위하여 객관적인 슬후 결과 판정은 어려웠다. 그러나 총 14예중 13예의 평균 골절유합은 약 15주였으며, 나머지 1예는 지연유합의 소견을 보여 절골술 17주 후에 자가 골 이식술을 시행하였다. 5예의 자가 골 이식 증례들중 4예는 처음의 개방성 실험 절골술시 그리고 1예는 지연유합 증례에서 시행하였다. 그외 과교정(over-correction)된 각 1례씩의 각 변형과 회전변형예에서도 5°미만의 경한 변형이어서 무시하였고, 슬후 하지 단축이 남아있던 6예에서는 3cm미만의 단축이었기에 보행시 신발을 높혀(shoe elevation)치료하였다.

총 14예의 평균 입원기간은 18.2주로 다소 긴 편이었으며, 9예에서는 퇴원시까지 절골부위와 상하 양 관절에 통증을 호소하거나 경미한 파행상태였으며, 이는 관절에 가까운 곳에서 절골술을 시행한

예들에서 심하였고 X-선 상에서도 중등도의 골 송조증의 소견이 보여 지속적인 물리치료와 체중부하를 권하였다.

총 14예중 4예는 excellent, 7예는 good 그리고 3예는 fair로 평가되었다.

증례 보고

증례 1 : 송 ○ 구 40/M(**Fig. 5**).

40세 남자로 경골 근위부 골절 4개월후 20°의 전방 변형을 동반한 부정유합으로 입원하였다(**Fig. 5-A**). 입원시 경미한 골절부 동통과 슬관절 운동제한(15°~135°)이 있었고, 심한 각 변형으로 외전상보기에도 흉하였고 하지길이는 건축보다 1.3cm 짧았으며, 슬관절과 족관절의 관절면은 20°의 경사를 이루고 있었다. 변형의 정점부위에서 20°의 각을 갖는 폐쇄형 절골술을 실시하였으며(**Fig. 5-B**), 슬후 각 변형도 소실되고 상하 양 관절면들이 평행해졌으나, 하지 단축은 2.9cm로 증가되었으며, 이는 후에 신발을 높혀 해결하였다(**Fig. 5-C**).

증례 2 : 최 ○ 순, 4/F(**Fig. 6**).

4세 여아로 양측 경골에 심한 bowing을 주소로 입원하였으며, 구루병(rickets)에 대한 가족력 및 혈액검사상 소견은 정상이었다. 우측 경골은 25°의 외측 각 변형과 30°의 전방 각 변형을, 그리고 좌

Fig. 6(Case 2). 4 years girl with bow legs, 25° of lateral and 30° of anterior bowing for right tibia, and 15° of lateral and 20° of anterior bowing for left tibia, and each 5° of internal rotational deformities both(Fig. 6-A). The problem for this patient was not the leg length but making the joint lines parallel between knee and ankle joint. So she underwent the supra-malleolar rotational osteotomy and fibulactomy (Fig. 6-B). The joint lines are maintained in parallel but some degrees of lateral and anterior bowing are still remained(Fig. 6-C).

측 경골은 15°의 외측 각 변형, 20°의 전방변형, 및 양측에 각 5°씩의 내회전 변형이 있었고, 상하 양 관절면의 평행상태가 소실되어 우측은 25° 좌측은 20°씩 경사를 이루고 있어 심한 파행상태였다(Fig. 6-A). 본 증례는 양측성으로 하지 길이의 차이를 생각할 필요가 없고, 또 변형의 정점은 간부이나 골절유합을 고려하여, 변형의 하방인 골간단에서 폐쇄성 상과 회전-절골술(supra-malleolar rotational osteotomy)을 시행하였다(Fig. 6-B). 술후 간부의 각 변형은 술전과 동일하여 육안상 하지 변형이 뚜렷하였으나, 회전 변형의 교정은 물론 상하 양 관절면이 평행하여져서 정상보행을 하였다(Fig. 6-C).

증례 3 : 김 ○자, F/43(Fig. 7).

43세 여자로 경골 원위부의 개방성 분쇄골절로 수상 10개월후, 13°의 외변, 및 20°의 전방 각 변형을 갖는 부정유합을 주소로 입원하였으며, 하지 길이가 전측보다 0.7cm 짧았고 변형부위 피부에 반흔 구축이 심하였다(Fig. 7-A). 변형 직상방에서 폐쇄형 절골술을 한 후 잔여 외변은 8°, 전방 변형은 0°로 교정되었고, 하지길이는 1.5cm 짧아 보행시 신발을 높혀 주었다(Fig. 7-B and 7-C).

증례 4 : 서 ○석 51/M(Fig. 8).

51세 남자로 교통사고후 6개월간 타 병원에서 치료중 경골 원위부의 부정유합과 보행후 족관절 동통을 주소로 전원되었으며, 입원시 외변 17°, 전방 변형 28° 그리고 20°의 외회전 변형이 있었고, 전측 하지보다 무려 3.9cm가 짧아 심한 파행상태

Fig. 7(Case 3). 43 years female with a malunion at distal tibia, 13° of valgus, 20° of anterior bowing and 0.7cm shorter than opposite leg(**Fig. 7-A**). After supra-malleolar closing wedge osteotomy and fibulectomy, anterior bowing was corrected normally, but 8° of valgus and 1.5cm shortening of leg, treated by shoe elevation later, were still shown(**Fig. 7-B and 7-C**).

Fig. 8(Case 4). 51 year-male patient who was treated with distal tibia and fibular fracture for 6 months at local clinic has had a malunion with 17° of valgus, 28° of anterior bowing, 22° of external rotation and 3.9 cm shortening than normal leg(**Fig. 8-A**). The leg length discrepancy was so severe that we had to perform a supra-malleolar rotational opening wedge osteotomy and fibulectomy, and fixed it with two Steinman's pin. Post-operatively, the anterior bowing and rotational deformities were corrected but 4° of valgus, and 1.4cm leg shortening were still noted(**Fig. 8-B and 8-C**).

였다(**Fig. 8-A**). 변형의 정점인 상과 부위에서 개방성 회전-설형절골술(supra-malleolar rotational opening wedge osteotomy)을 시행하여 회전변형의 교정과 단축된 하지의 연장을 함께 시도하였으며, 술후 4°의 외번 변형이 잔존하였으나 하지 길이는

2.5cm가 늘어나 1.4cm가 단축된 소견을 보였고 체중 부하선(weight bearing alignment)도 정상으로 되어(**Fig. 8-B and 8-C**), 추적기간중 족관절의 통증도 소실되고 교정구두로 정상보행을 하였다.

증례 5: 최 ○ 민, 6/M, (**Fig. 9**).

Fig. 9(Case 5). 6-year boy who was operated with an acute osteomyelitis on distal fibular two years ago was admitted with complain of limping due to 1cm of leg shortening and valgus ankle deformity due to partial closure of lateral epiphysis of distal tibia, and upward distraction of distal fibula. The joint lines are not parallel any more compared with normal right tibia(**Fig. 9-A**). So open wedge osteotomy on metaphysis of distal tibia and excision of thick fibrotic band which was formed between two fragments of fibula were done, and fixed it with A-O compression plate and screws. After then, the joint lines are parallel, but he is so young that he must be took one or two another operation in future because of partial growth arrest on distal tibia(**Fig. 9-B and 9-C**).

6세 남아로 4세때 비골 원위부의 급성 화농성 골수염으로 원위 경골 골단선의 외측부가 조기 유합되었고, 또 비골 원위부의 분절 결손으로 족관절에 20°의 외번 변형과 1cm의 하지 단축을 주소로 입원하였다(Fig. 9-A). 환자가 소아였고 병인이 성장판의 부분결손으로 향후 성장에 따른 하지단축 및 족관절 변형이 진행될 것으로 예상되어, 경골의 원위 골단에서 개방성 실행 절골술을 시행하였으며, 술후 체중부하선도 잘 유지되고 하지길이는 건축과 같은 길이로 교정되었다(Fig. 9-B and 9-C). 그러나 향후 성장의 추세에 따라 1~2회의 또 다른 절골술이 필요할 것으로 생각된다.

고 찰

경골의 각 변형은 그 원인이 외상이거나 선천성 또는 대사성을 막론하고 연령에 관계없이 조기 교정하여, 하지 변형과 파행과 같은 외형적인 것은 차지하고라도 후에 나타날 수 있는 슬관절과 족관절의 조기 골성 관절염등을 예방하여야 한다. 물론 소아에서는 내번술이나 Blount씨 질병, 또는 성장에 따라 자연 교정되는 생리적 경골 변형(physiologic tibia bowing)등을 구별하기 위하여는 최소 3세까지 주기적인 X-선 추적 검사가 필요하다(Blount⁶).

경골 절골술의 대상은, 완전히 고정된 각 변형(fixed angular deformity)이거나 보조기등으로 예방되지 못하는 진행성 각 변형 또는 슬관절과 족관절의 체중 부하선의 비대칭(knee and ankle malalignment) 및 슬관절 주위의 전 및 관절낭이 늘어날 정도의 각 변형들이며, 그외 드물게 통증이 수술대상이 되기도 한다(Canale and Harper)⁷. 이중 경골의 각 변형의 정도에 대하여는, Rockwood¹⁰들은 5° 이상의 전후 및 좌우의 각 및 내회전 변형 그리고 20° 이상의 외회전 변형은 수술하여야 한다고 하였다. 그러나 저자들은 좌우 변형은 10°까지, 전후 변형은 15°, 내회전 변형은 5° 그리고 외회전 변형은 20°까지 허용하였다. 그 이유로서 경골 골절은 개방성 골절인 경우가 많아 비관혈적 정복 및 석고 고정등으로 치료하는 경우가 많아 다소의 각 변형은 불가피할 때가 많고, 또 많은 증례가 타 의료가 관에서 일차가료후 전원되어 지연 치료되는 예가 많았기 때문이며, 특히 전후 변형은 슬관절이나 족관절의 운동방향과 일치되므로 다른 저자들¹¹의 주장보다 다소 높은 15°까지의 변형은 허용하였다.

골절후 부정유합에 대한 교정 절골술의 시기에 관하여 Edmonson과 Crenshaw⁸는 골절후 최소 6~12개월이 경과하고 또 골 송조증이나 골절부 연부

조직의 위축이 정상으로 회복된 후가 적기라 하였다. 저자들의 경우 부정유합 11예에서의 수술시기는 평균 4.7개월로 다소 빨랐는데, 이는 환자의 입원 기간내에 빠른 골절유합을 얻고, 또 6개월이상 경과후 수술할 경우 재수술로 인한 입원기간의 연장도 문제이려니와 환자에게 그 수술의 타당성을 설명하기도 어려웠기 때문인 것으로 분석되었다.

이제까지 널리 사용되고 있는 장관골 변형을 교정하기 위한 절골술의 방법은 크게 3가지로 대별될 수 있다. 첫째는 Ferguson⁹ 및 Moore¹⁴의 석고고정을 이용하여 3주 간격으로 절골술을 시도한 이단계 절골-쇄골술(osteotomy-osteoclasis), 둘째는 단순 횡 절골술(transverse osteotomy)이나, French¹⁰ 법과 같이 단순 횡 실행 절골술로 회전 변형까지도 교정하는 방법이다. 셋째로는 French¹⁰ 방법의 역학적 단점으로 지적되는 원위 골편이 쉽게 측방으로 전위되거나, hinge로 이용되는 일측 골막이 회전 변형을 교정하기 위한 절골술시 박리되 버리는 등의 절골 부위의 불안정성을 개선시키고, 빠른 골절 유합을 돕도록 양측 절골면의 접촉면을 증가시킨 방법들로서, Thompson¹⁷의 V자형 절골술(telescoping V-osteotomy), Wiltse¹⁸가 소아 족관절의 외번증에 대한 경골 원위부의 삼각형 절골술, 및 김봉건¹¹의 좀더 기하학적인 V자형 절골술등이 있다. 저자들은 10예는 폐쇄성 그리고 4예는 개방성 단순 횡 절골술을 시행하였으며, 이는 하지는 상지와 달리 석고고정후 조기 체중부하가 가능하여 2~3개의 K강선만으로 쉽게 절골부위가 고정될 수 있고, 또 V자형 절골술로서는 하지 단축시 개방성 절골을 많이 할 수 없고 그외 내번 또는 외번 변형과 함께 회전 변형을 동시에 교정하기가 곤란하였기 때문이다. 그러나 저자들은 상완골 과상부 골절로 인한 내반 및 외번주의 경우에는 절골단의 안정성과 골단 접촉면이 많아 빠른 골유합을 얻을 수 있고 그외 조기 주관절 운동이 가능하다는 장점때문에 French¹⁰법보다는 주로 V형 절골술들을 시행하고 있고, 이단계 절골-쇄골술의 경험은 없다.

소아에서의 내번술(bow leg)은 종종 회전변형을 동반하게 되므로 회전 절골술(rotational osteotomy)을 하여야 하는 경우가 많은데, Sweeney¹⁶는 절골술시 각 변형과 회전 변형을 동시에 교정하기가 곤란하다고 하였다. 소아에서의 수술시기에 관하여 Langenskiold와 Riska¹²는 4~5세 이전에는 자연 교정율이 높고, 반면 9세까지 치료를 지연시키면 슬관절의 인대이완이 문제라 하였고, 그외 조기 골성 관절염의 가능성도 있어 성인과는 달리 소아의

하지변형은 변형 발생후 가급적 빠른 시기에 교정시켜 주어야 한다. 증례 2(Fig. 6)는 4세 여아로 자연교정을 기대하기 어려운 정도로 심한 양측성 회전 및 각 변형이었기에 비록 4세의 어린 연령이었으나 회전 절골술을 시행하였고, 술후 3년 이상의 추적기간을 통하여 양호한 임상결과를 보였다.

족관절에 인접하여 내번 혹은 외번 변형이 온 예는 3예 있었는데, 이런 경우에는 거골이 경골과 비골사이에 tight fitting되어 있어 체중부하 면적이 극히 적고, 또 비 정상적인 ankle mortise 내에 거골이 3개월이상 위치한다면 치명적인 관절 연골의 손상이 예상되며(Edmonson and Crenshaw)⁹⁾, 특히 변형이 관절에 가까이 발생할수록 장애정도가 심한 것으로 판단되었다. 따라서 변형초기에 과상 절골술로써 체중 부하선을 맞추어 준후 P.T.B. cast 등을 이용한 조기 체중부하가 효과적이었다.

회전변형을 동반한 2예(증례 3(Fig. 8))의 경골 상과부위의 내번 변형은 변형의 정점에서 회전 절골술로 치료하였는데, 이런 증례들에서는 외회전 변형은 20°까지 그리고 내회전 변형은 5°까지 허용하였고, 그 이상이면 보행이 힘들뿐 아니라 보기 흉한 걸음걸이가 되게 되어 수술가료하였다.

원위 경골 골단(distal tibial epiphysis)의 손상으로 인한 족관절 변형은 1예(증례 5, Fig. 9)이었다. 경골 골단이 전부 손상되고 비골은 계속 성장하는 경우에는 족관절에 내번변형이 생기며 이때의 치료로서는 원위 비골 골단을 유합시킨 후 후에 하지 길이 차이에 대한 교정 절골술을 해주어야 한다. 그러나 증례 5에서와 같이 원위 경골 골단이 부분적으로 성장을 정지한 경우에는 그 위치에 따라 족관절에 내번 또는 외번 변형이 생기게 되어 하지의 체중 부하선에 이상을 초래하게 되는데, 이때의 치료는 과상 절골술(supramalleolar osteotomy)을 성장 속도에 따라 2~3회 반복 실시하여야 한다. 그외 이와같은 성장판 손상으로 인한 소아 장관골 변형의 치료에 관하여는 Langenskiöld¹¹⁾ 및 Aust⁴⁾가 전체 경골 골단선의 반 이하의 부분폐쇄에 의한 족관절 변형예들에 대하여 골성 가교(bony bridge)를 제거하고(physolysis), silicone 또는 지방등을 삽입시켜 골단선의 재생을 도모하고 동시에 절골술을 시행하여 변형 교정을 시도한 바 있으나 저자들은 아직 경험이 없다. 증례 5(Fig. 9)에 있어서도 골단선의 재생은 유도하지 못하였고 단지 과상 절골술만으로 단축된 하지길이를 전축과 같은 길이로 만들었으나, 향후 경골의 부분적 성장으로 족관절 변형의 가능성이 높아 계속 관찰중이다.

결 론

1976년 1월부터 1984년 12월까지 가톨릭 의과 대학 정형외과학교실에서, 경골의 각 또는 회전 변형으로 수술가료한 14예의 치료결과를 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 총 14예중 11예는 경골 절골후의 부정유합으로, 2예는 bow leg로 그리고 1예는 경골 원위부 성장판의 부분폐쇄로 교정 절골술을 시행하였으며, 이중 10예는 좌우 또는 전후 각 변형을, 그리고 4예는 회전변형까지 동반하고 있었다.

2. 경골 변형의 정도로써, 내번 혹은 외번 변형은 10°, 전방 혹은 후방 변형은 15° 그리고 5°의 내회전 및 20° 이상의 외회전 변형은 수술가료하였다.

3. 절골술로써 단축 하지를 교정하여 최대 하지 길이를 얻고자 하면, 변형의 정점부위에서 개방성 설형 절골술을 시행하여야 하나, 변형의 종류 및 환자의 연령등에 따라 절골술의 위치나 절골 방법은 변화될 수 있었다. 4예는 개방성 그리고 10예는 폐쇄성 설형 절골술을 시행하였다.

4. 각 변형이 관절에 가까이 발생할수록 더 큰 기능장애가 예상되므로 단시일내 변형의 교정이 요구되었다.

5. 술후 결과로써 4예는 excellent, 7예는 good, 그리고 3예는 fair로 분석되었다.

REFERENCES

- 1) 김봉진·이석현·강순모·한정수: 장관골에 대한 "V"자형 절골술. 대한정형외과학회지, 제 17권 제 5호, 937-943, 1982.
- 2) 박화현·박훈근·최동: 내반주 및 외반주에 대한 상완골 과상부 절골술. 대한정형외과학회지, 제 17권 제 6호, 1113-1120, 1982.
- 3) 석세일·최송·오상민: 내반주에 대한 수술적 치료. 대한정형외과학회지, 제 17권 제 5호, 927-932, 1982.
- 4) Aust, N.Z.J. Surg. 50: 393-401, August, 1980.
- 5) Bauer, G.C.H., InSall, J. and Koshino, J.: Tibial osteotomy in gon-arthritis. J. Bone and Joint Surg., 51-A: 1545-1563, 1969.
- 6) Blount, W.P.: Tibia vara in children. Adams, J.P. editor, Current practice in orthopaedic surg. Vol. 3, St. Louis 1966, The C.V. Mosby Co.
- 7) Canale, S.T. and Harper, M.C.: Biotrigono-

- metric analysis and practical applications of tibia in children. *General Orthopaedics*. Chapter 5, 85-101, 1984.
- 8) Edmonson, A.S. and Crenshaw, A.H.: *Campbell's operative orthopaedics*. 6th ed. C.V. Mosby Co. 1980.
 - 9) Ferguson, A.B., Thompson, F.R. and King, B.B.: A two-stage osteotomy. *J. Bone and Joint Surg.* 21: 715, 1939.
 - 10) French, P.R.: Varus deformity of the elbow following supracondylar fractures of the humerus in children, *Lancet*, 1: 439, 1959.
 - 11) Langenskiöld, A.: An operation for partial closure of an epiphyseal plate in children and its experimental basis. *J. Bone and Joint Surg.*, 57-B: 325, 1975.
 - 12) Langenskiöld, A. and Riska, F.B.: Tibia vara (*osteocondritis deformans tibiae*), *J. Bone and Joint Surg.*, 46-A: 1405-1420. 1964.
 - 13) Mayer, A.: *Historische und statistische notizen. Die von Dr. Mayer verrichtete osteotomien. Deutsche Klinik von Coschen* 8: 119, 1856. Cited in Milch, H.: *Osteotomy of the long bones*, Springfield, Ill., 1947, Charles C. Thomas, Publisher.
 - 14) Moore, J.R.: Osteotomy-osteoclasia: A method for correcting long bone deformities. *J. Bone and Joint Surg.*, 29: 119, 1947.
 - 15) Rockwood, C.A., Wilkins, K.E. and King, R.E.: *Fractures in children and adult*. J.B. Lippincott Co. 1984.
 - 16) Sweeney, J.C.: Osteotomy of humerus for malunion of supracondylar fracture. *J. Bone and Joint Surg.*, 56-B: 117, 1975.
 - 17) Thompson, V.P.: The telescoping V-osteotomy; General method for correcting angular and rotational disalignment. *Arch. Surg.* 46: 772, 1943.
 - 18) Wiltse, L.L.: Valgus deformity of ankle: A sequelae to acquired or congenital anomaly of the fibula. *J. Bone and Joint Surg.* 54-A, 595, 1972.
-