

## 골성 슬관절염에 대한 Barrel-Vault 절골술

계명대학교 의과대학 동산의료원 정형외과학교실

강창수 · 송광순 · 강철형 · 엄대섭

### =Abstract=

### A Clinical Experience of the Barrel-Vault Osteotomy for Osteoarthritis of the knee

Chang Soo Kang, M.D., Kwang Soon Song, M.D., Chearl Hyoung Kang, M.D.  
and Dae Sup Eom, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Keimyung University, Daegu, Korea

In osteoarthritis of the knee with varus deformity, abnormal stress is concentrated in the medial compartment of the knee joint. A logical treatment must decrease and recenter the force acting on the knee in order to distribute the compressive stresses evenly over the largest possible weight-bearing articular surfaces. This can be attained by an overcorrection of the deformity. The technique of a Barrel-Vault osteotomy is the correction of severe angular deformity of the knee and the reduction of the patellofemoral joint pressure simultaneously by an anterior displacement of the distal fragment.

From 1986 to 1989, the authors studied the preoperative clinical status and postoperative results in twelve knees(nine patients) who had had a Barrel-Vault osteotomy for combined medial and patellofemoral disease. The total Insall Knee Rating Score improved from a preoperative mean 54.1 to 85.4 Points at the last assessment. The pain component score improved from a preoperative mean 6.6 to 26.2 points at the last assessment. Eleven knees had either no pain or occasional mild pain. The tibiofemoral angle was corrected from a preoperative mean of 4.4 degrees of varus to a mean of 11.2 degrees of valgus at the last assessment.

**Key Words:**Knee, Osteoarthritis, Osteotomy.

## 서 론

슬관절의 퇴행성 변화는 주로 내측 구획을 침범하고, 이 변화를 악화 시키는 요소는 생체 역학적 변화로 인한 비정상적 스트레스(stress)가 관절연골에 지속적으로 가해지는 것이다. 이 스트레스(stress)는 관절연골조직의 방어기전을 파괴하여 골성 관절염을 유발—악화시킨

\* 본 논문의 요지는 제32차 대한정형외과 추계학술대회에서 전시되었으며 제13차 대한정형외과 춘계슬관절학회에 구연한 논문임.

\* 이 논문은 1990년도 계명대학교 윤종연구비 및 동산의료원 조사연구비로 이루어졌음.

다<sup>2,3,6,7,9,26,28,36)</sup>. 골성 관절염의 치료원칙은 특정부위에 국한된 스트레스(stress)를 넓은 부위로 균등하게 재분포시켜서 국소 압박을 감소시키는 것이다<sup>27)</sup>.

1961년 Jackson과 Waugh<sup>22)</sup>가 슬관절의 골성 관절염에 대하여 경골 간부 절골술을 처음 소개했고, 1965년 Coventry<sup>23)</sup>는 경골 근위부 절골술과 그 장점을 발표하였으며 그후 많은 예를 장기간 추시하여 결과를 분석 보고했고, 그 후 여러학자들이<sup>4,10,15,16,27,38)</sup> 각기 다른 수술방법과 결과를 분석 보고한 바 있다. Maquet<sup>30)</sup>, Ferguson<sup>14)</sup>, Radin 등<sup>35)</sup>은 슬개골연골연화증 및 슬개—대퇴 관절의 초기 골성 관절염을 치료하

기위하여 경골결절을 전방 또는 전내방으로 전위시켜 슬개건을 전방으로 거상시키는 수술방법을 보고하였다.

1976년 Maquet<sup>29)</sup>는 슬관절 내측구획의 골설관절염과 동반된 슬개—대퇴 관절의 병변을 동시에 치료하기 위하여 Barrel-Vault 절골술을 고안하여 양호한 결과를 보고하였다.

계명대학교 의과대학 동산의료원 정형외과학교실에서는 1986년부터 1989년까지 슬관절의 내측구획과 슬개—대퇴관절의 골성 관절염의 치료방법으로 Barrel-Vault 절골술을 시행하였던 환자중 최근 12개월부터 최장 42개월(평균 21개월) 추시가능했던 12슬관절(9명)에서 양호한 결과를 얻었기에 문헌고찰과 함께 분석보고하는 바이다.

## 대상 및 평가방법

### 1. 연령 및 성별

대상은 슬관절 통증 및 내반슬 변형과 슬개 대퇴관절의 골성 관절염을 보인 12슬관절(9명)이며 양측성이 3명이었다. 여자가 8명 남자가 1명이며 연령은 최저 48세부터 최고 62세

였다.

### 2. 원인

12슬관절(9명) 모두가 원발성 골성 슬관절염이었다.

### 3. 임상적 평가

슬관절의 임상적 평가는 Insall의 Knee Rating Scale<sup>19)</sup>을 사용하였으며 통증, 기능, 관절의 운동범위, 근력, 굴곡변형, 관절의 불안정성, 보행보조 및 관절변형각등을 각각 평가하여 정상 슬관절을 100점 만점을 기준으로 100-85점은 Excellent, 84-70점은 Good, 69-60점은 Fair, 59점 이하는 Poor로 분류하였다(Table 1).

### 4. 대퇴—경골각 측정

대퇴—경골각 측정 방법으로 여러가지가<sup>4,5,7,8,</sup>  
<sup>29,37)</sup> 알려져 있으나 저자들은 비교적 사용이 편리한 Bauer씨 법<sup>4)</sup>에 따라 측정했다. 즉 체중부하시 촬영한 슬관절 전후면 사진에서 대퇴골 장축과 경골의 장축이 서로 교차하는 각을 대퇴—경골각으로 측정했다.

Table 1. Knee-rating scale

Pain(30 point)		Muscle strength(10 point)	
No pain at any time	30	Excellent: Cannot break the quadriceps power	10
No pain on walking	15	Good : Can break the quadriceps power	8
Mild pain on walking	10	Fair : Moves through the arc of motion	4
Moderate pain on walking	5	Poor : Cannot move through the arc of motion	0
Severe pain on walking	0		
No pain at rest	15	Flexion deformity(10 point)	
Mild pain at rest	10	No deformity	10
Moderate pain at rest	5	Less than 5'	8
Severe pain at rest	0	5-10'	5
Function(22 point)		More 10'	0
Walking and standing unlimited	12	Instability(10 point)	
Walking distance of 5-10 blocks and standing ability intermittent(1/2hr)	10	None	10
Walking 1-5 blocks and standing ability up to 1/2hr.	8	Mild: 0-5'	8
Walking less than 1 block	4	Moderate: 5-15'	5
Cannot walk	0	Severe: more than 15'	0
Climbing stairs	5	Subtraction	
Climbing stairs with support	2	One cane	1
Transfer activity	5	One crutch	2
Transfer activity with support	2	Two crutches	3
Range of motion(18 point)		Extension lag of 5'	2
1 point for each 8' of arc of motion to a maximum of 18 points	18	Extension lag of 10'	3
		Extension lag of 15'	5
		Each 5' of varus	1
		Each 5' of valgus	1

## 5. 이학적 관찰

관절운동 범위 및 굴곡구축 변형은 측정은 Goniometer를 사용해서 육안적인 계측을 하였다.

## 수술방법

비골의 상 1/3지점에서 짧은 후외측 피부절개하에 1cm길이의 비골을 절제한후, 경골결절을 중심으로 종으로 5cm피부절개하여 aponeurosis를 슬개건 양쪽으로 분리하고 슬개건후면과 절골부위의 골막을 박리시키고 절골술을 시행할 선을 따라 Air powered drill에 장작한 K-강선을 이용하여 여러개의 hole을 만든다. 이때 절골선의 curve는 반지름이 약 2.5cm로하며 C-arm을 사용하여 그 위치를 확인한다.

술전 설계에 따라 절골부위의 상, 하방에 Steinmann pin을 삽입하는데 원위 pin은 경골결절 5-7cm 하방에서 경골 종축에 대해 수직으로 삽입하고 근위 pin은 coronal plane에서 원

위 pin과 이루는 각이 변형각( $\alpha$ )에 과교정각(x)을 합한 각이 되도록 삽입하여 sagittal plane에서 원위 pin에 대해 1-2cm전방에 삽입시킨후 얇은 chisel로 미리 만들어 놓은 hole을 따라 절골한다. 그리고 양 Steinmann pin이 coronal plane에서 평행되도록 절골편을 회전시키고 sagittal plane에서 같아지도록 원위 골편을 전방전위 시키고 Charnely clamps를 사용하여 골절편을 견고히 고정시킨다(Fig. 1).

술후 다음날부터 슬관절을 능동적, 수동적으로 운동을 시작하고 부분 체중부하(toe touch)목지보행을 시킨다. 약 8주후에 방사선 사진상 골유합 소견이 보이면 steinmann pin을 제거하고 부분 체중부하 목지보행 시킨다. 점차적으로 체중부하를 증가시켜 술후 10-12주에 전체중 부하보행을 시킨다.

## 결과

### 1. 기능

슬관절 병변의 임상적 평가에 Insall Knee Rating Scale<sup>19)</sup>을 사용한 결과 수술전 평균 54.1점에서 수술후 평균 85.4점으로 증가했다. 수술전 Excellent와 Good은 없었으며 Fair가 1예, Poor가 11예였으며 수술후 Excellent는 7예, Good은 4예, Fair가 1예, Poor는 없었다(Fig. 2).

### 2. 통증

동통점수는 수술전 평균 6.6점에서 수술후 평균 26.2점으로 증가하였다(Fig. 3). 술후에 12슬관절 중 11슬관절에서 동통이 없어졌거나

### Insall Knee Rating Score

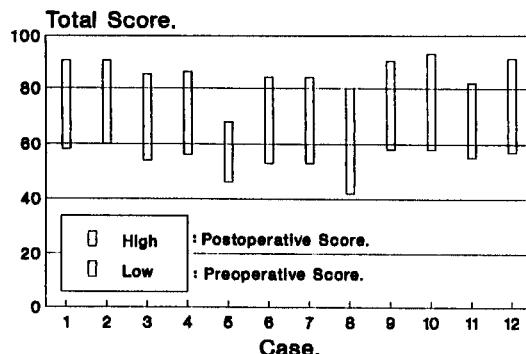
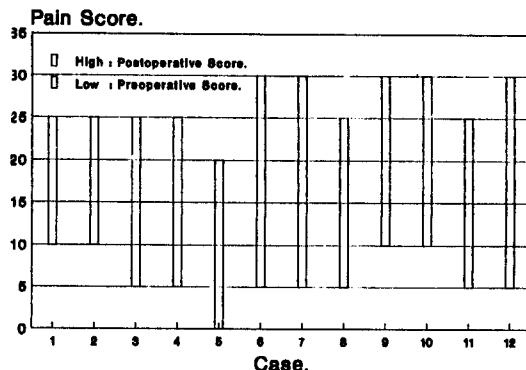


Fig. 1. Planning of a Barrel-Vault osteotomy of the tibia in osteoarthritis with a varus deformity. a = varus deformity; x = desired over-correction.

Fig. 2. A longitudinal analysis of total Insall Knee Rating scores (Maximum 100 points) preoperatively & postoperatively in patients treated with Barrel-Vault osteotomy.

## Pain Score



**Fig. 3.** A longitudinal analysis of the pain component(maximum 30 points) of the total Insall Knee Rating Scale preoperatively & postoperatively in patients treated with a Barrel-Vault osteotomy.

**Fig. 4-C.** Follow-up x-ray(postoperative 15 months).

**Fig. 4-A.** Preoperative X-ray of a 60-year-old female patient with osteoarthritis of the knee.

**Fig. 5-A.** Preoperative x-ray of a 59-year-old female patient with osteoarthritis of the knee.

**Fig. 4-B.** Immediate postop. X-ray of Barrel-Vault osteotomy.

때대로 약간의 통증을 호소했다.

### 3. 대퇴경골각의 변화

**Fig. 5-B.** Follow-up x-ray(postoperative 27 months).

대퇴경골각의 변화는 수술전 내반 4.6도에서 수술후 외반 12.0도로 평균 14.6도 교정되었고 최종 추시시의 교정각도는 평균 외반 11.2도였다.

### 4. 경골결절의 전방전위

경골결절은 평균 1.3cm 전방 전위되었다.

**Fig. 6-A.** Preoperative x-ray of a 62-year-old female patient with osteoarthritis of the knee.

## 5. 관절운동범위

관절운동의 범위는 수술전 평균 123도에서 수술후 평균 128도로 약간 증가를 보였으며 굴곡구축은 수술전 평균 8.3도에서 수술후 평균 2.9도로 5.4도의 호전을 보였다.

## 6. 합병증

수술후 합병증으로는 혈종의 압박으로 인한 일과성 비골신경마비가 1예, 절골부위에 혈종이 1예에서 발생하였으나 추시중 회복되었다.

## 고 찰

슬관절의 내측구획에 퇴행성 변화가 진행되면 관절연골의 소실로 인하여 내반변형이 초래되며 내측부인대는 이완되고 외측부인대는 긴장되면서 슬관절의 불안정성이 초래된다. 체중부하에 따라 관절연골의 소실이 심해지면서 내반변형이 증가되고 더불어 퇴행성 변화가 더욱 진행되는 반복적인 변화가 일어나게 된다<sup>9,11,24,33,40</sup>.

정상 성인의 대퇴-경골각은 학자에 따라서 다소 차이가 있는데<sup>1,4,5,6,8,9,27</sup>, Maquet<sup>29</sup>는 외반 4-10도, Bauer<sup>5</sup>와 Coventry<sup>9</sup>는 외반 5-8도로 보고하고 있다. 대퇴-경골각 측정시 양와위보다 기립위에서 각이 증가한다고 하며<sup>30</sup>, 슬관절의 퇴행성 변화가 심해질수록 내반변형도 비례하여 증가한다<sup>9,24</sup>.

내측구획 관절연골의 퇴행성 변화로 초래된 비정상적인 대퇴-경골각을 교정하여, 내측구획에 부하되는 비정상적인 하중을 건강한 외측구획으로 이동시켜 줌으로서 퇴행성 변화과정

**Fig. 6-B.** Follow-up x-ray(postoperative 20 months).

을 정지시키든가 더 나아가 치유시키고자 하는 것이 치료의 기본 개념이다<sup>2,3,5,7,10,18,22,25,28,33,38,40</sup>.

많은 저자들은 슬관절의 골성 관절염의 치료로 경골근위부에서 쇄기모양의 절골술을 권유하였으나<sup>2,3,7,13,15,16,21,23,38</sup> 심한 변형을 가진 슬관절염에 대해서는 슬관절면과 슬개건 부착부 사이의 한정된 공간 때문에 충분한 절골술을 시행할 수가 없을 뿐 아니라, 절골부위의 견고한 내고정이 곤란하여 장기간 외고정을 요하므로 슬관절의 운동제한을 초래할 수도 있다는 점이다<sup>29</sup>.

Barrel-Vault 절골술을 심한 내반변형을 동반하더라도 정확한 과교정이 가능하고, 동시에 슬개건의 전방전위로 슬개-대퇴관절의 압력을 감소시킬수 있는 방법이다. 이때 경골결절의 2cm 전방전위로 대퇴경골관절의 압력을 50%의 감소효과를 가져올 수 있다고 한다<sup>31</sup>.

교정각도에 대하여 Coventry<sup>10</sup>는 7도의 외반슬에 3-4도의 과교정을 주장하였고 Insall<sup>21</sup>은 교정후의 각도가 외반슬 5-14도를 주장하였고, Maquet<sup>27</sup>는 3-6도의 과교정이 적당하다고 권장하고 있다. 과교정하는 이유로는 1) 약화된 외측부 근육을 보상하며<sup>27</sup>, 2) 적절한 교정후에도 슬관절 내측부에 가해지는 하중이 정상보다 높으며<sup>25,29</sup>, 3) 술후 내반슬이 재발되는 경향이 있고, 4) 부하를 받지 않게된 관절연골의 재생을 도우는 점등<sup>15</sup>을 들수 있다.

경골 근위부 절골술의 합병증으로 하지동맥과 비골신경의 손상, 감염, 불유합 또는 지연유합, 정맥염, 경골과 골절, 변형의 재발등이 드물게 발생된다고 보고하고 있다<sup>2,3,5,9,27</sup>. 변형의 재발은 술후 초기 단계에서는 부적절한 고정과 지연유합으로 기인하고, 그후 단계에서는 적절

한 교정에도 불구하고 슬관절의 내측구획에 지속되는 하중과 이차적인 퇴행성 변화로 기인되는 것으로 사료된다.

Fusisawa등은 절골술 전후에 실시한 관절경 검사에서 관절면의 노출된 골이 술후에는 섬유성 연골로 치류된것을 보고한 바있다<sup>15)</sup>.

경골 근위부 절골술은 활동적인 젊은 환자에서 시행함이 바람직하며, 심한 퇴행성 병변이 내외측 구획에 동시에 있는 경우 제한되어야 하고, 65세 이상의 비활동적이며 심한 변형을 동반한 슬관절염에서는 슬관절 전치환술을 시행함이 바람직하다 하겠다.

## 결 론

계명대학교 의과대학 동산의료원 정형외과학 교실에서 1986년부터 1989년까지 골성 슬관절염 환자에 Barrel-Vault 절골술을 시행하여 최단 12개월부터 최장 42개월까지(평균 21개월) 추시한 결과는 다음과 같다.

1. Insall의 Knee Rating Scale은 수술전 평균 54.1점에서 수술후 평균 85.4점으로 증가하였다.
2. 수술후 통통은 전례에서 감소하였으며 통통 점수는 수술전 평균 6.6점에서 수술후 평균 26.2점으로 증가하였다.
3. 대퇴경골각은 수술전 평균 내반 4.6도에서 수술후 최종 추시시의 교정각도는 평균외반 11.2도였다.
4. 경골결절의 전방전위를 평균 1.3cm였으며 변형각 교정과 동시에 슬개대퇴관절의 압력을 감소시킬 수 있었다.
5. 조기 관절운동과 조기 체중부하 보행이 가능하였으며, 지연유합이나 불유합 예는 없었다.

## REFERENCES

- 1) 김광희, 위광민, 장병인:한국인의 퇴행성 슬관절염 환자에서 대퇴경골각의 변화에 대한 연구. 대한정형외과학회지, 15-5:777-783, 1984.
- 2) 배대경, 유명철, 김경훈, 이원석:슬관절 골성 관절염에서 경골근위부 절골술의 임상적 분석. 대한정형외과학회지, 22-1:122-130, 1987.
- 3) 순태환, 송종술, 고병용, 맹근열, 김영조:근위경비골간 인대분리술을 이용한 절골술. 대한정형외과학회지, 15-1:837-841, 1980.
- 4) Ahlbock, S.:Osteoarthritis of the knee. A radiologic investigation. *Acta Radiol., Supplementum* 277, 1968.
- 5) Bauer, G.C.H., John, I. and Tomihisa, K.: Tibial osteotomy in gonoarthritis. *J. Bone and Joint Surg.*, 51-A:1545-1562, Dec. 1969.
- 6) Bauer, G.C.H.:The use of radionuclides in orthopedics. *J. Bone and Joint Surg.*, 50-A:1681-1709, 1968.
- 7) Coventry, M.B.:Osteotomy of the upper portion of the tibia for degenerative arthritis of the knee. *J. Bone and Joint Surg.*, 47-A:984-990, 1965.
- 8) Coventry, M.B.:Stepped staple for upper tibial osteotomy. *J. Bone and Joint Surg.*, 51-A:1011, 1969.
- 9) Coventry, M.B.:Osteotomy about the knee for degenerative and rheumatoid arthritis. *J. Bone and Joint Surg.*, 55-A:22-47, 1973.
- 10) Coventry, M.B.:Upper tibial osteotomy for gonarthrosis. *Orthopedic Clinics of North America*. Vol. 10: 191-210, 1979.
- 11) Coventry, M.B. and Bowman, P.W.:Long-term results of uper tibial osteotomy for degenerative arthritis of the knee. *Acta Orthop. Belg.*, 48:139-156, 19882.
- 12) Coventry, M.B.:Current concepts review-upper tibial osteotomy for osteoarthritis. *J. Bone and Joint Surg.*, 67-A:1136-1140, 1985.
- 13) Devas, M.B.: High tibial osteotomy for arthritis of the knee. A method specially suitable for elderly. *J. Bone and Joint Surg.*, 51-A:95-99, 1969.
- 14) Ferguson, A.B.:Elevation of the insertion of the patellar ligament for patellofemoral pain. *J. Bone and Joint Surg.*, 64-A:766, 1982.
- 15) Fugisawa, Y., Masuhara, K., Matsumoto, N., Fujihara. H., Yamaguchi, T. and Shioimi, S.:The effect of high tibial osteotomy on arthritis of the knee. An arthroscopic study of 26 knee joints. *Clin. Orthop. Surg.*, (Jpn) 11:176, 1976.
- 16) Gariepy, R.:Geun varum treated by high tibial osteotomy. *J. Bone and Joint Surg.*, 46-B:783, 1964.
- 17) Harding, M.L.:A fresh Appraisal of Tibial

- osteotomy for Osteo-Arthritis of the knee. *Clin. Orthop.*, 114: 223-234, 1976.
- 18) Healy, W.L. and Riley, L.H.: *High Tibial Valgus Osteotomy. A Clinical Review*. *Clin. Orthop.*, 209: 227-233, 1986.
  - 19) Insall, J.N., Ranawat, C.S., Aglietti, Paolo, and Shine, John: *A Comparison of Four Models of Total Knee Replacement Prosthesis*. *J. Bone and Joint Surg.*, 58-A: 754-765, 1976.
  - 20) Insall, J.N., Joseph, D.M. and Msika, Charles: *High Tibial Osteotomy for Varus Gonarthrosis. A Long-Term Follow-up Study*. *J. Bone and Joint Surg.*, 58-A: 1040-1048, 1984.
  - 21) Insall, I., et al.: *High tibial osteotomy. A five year evaluation*. *J. Bone and Joint Surg.*, 56-A: 1397, 1974.
  - 22) Jackson, J.P. and Waugh, W.: *Tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee*. *J. Bone and Joint Surg.*, 43-B: 746-751, 1961.
  - 23) Jackson, J.P., Waugh, W. and Green, J.P.: *High tibial osteotomy for the knee*. *J. Bone and Joint Surg.*, 51-B: 88-94, 1969.
  - 24) Jackson, J.P. and Waugh, W.: *The technique and complication of tibial osteotomy*. *J. Bone and Joint Surg.*, 56-B: 236, 1974.
  - 25) Kettelkamp, D.B., Wenger, D.R., Chao, EYS, et al.: *Results of proximal tibial osteotomy*. *J. Bone and Joint Surg.*, 58-A: 952-960, 1976.
  - 26) Leach, R.E., Baumgard, S. and Broom, J.: *Obesity: Its Relationship to Osteoarthritis of the knee*. *Clin. Orthop.*, 93: 271-273, 1973.
  - 27) Maquet, P.: *The treatment of choice in osteoarthritis of the knee*. *Clin. Orthop.*, 192: 108, 1985.
  - 28) Maquet, P.: *The Biomechanics of the knee and Surgical possibilities of Healing Osteoarthritic Knee Joint*. *Clin. Orthop.*, 143: 102, 1980.
  - 29) Maquet, P.: *Valgus osteotomy for osteoarthritis of the knee*. *Clin. Orthop.*, 120: 143, 1976.
  - 30) Maquet, P.: *Advancement of the tibial tuberosity*. *Clin. Orthop.*, 115: 225, 1976.
  - 31) Maquet, P.: *Mechanics and osteoarthritis of the patellofemoral joint*. *Clin. Orthop.*, 144: 70, 1979.
  - 32) Maquet, P.: *Biomechanics of the knee*. New York, Springer-Verlag, pp 102-204, 1976.
  - 33) Paolo Aglietti, M.D., Emanuele Rinonapoli, M.D., Gabriele Stringa, M.D. and Antonio Taviani, M.D.: *Tibial Osteotomy for the Varus Osteoarthritic Knee*. *Clin. Ortho.*, 176: 239-251, 1983.
  - 34) Radin, E.L., Maquet, P. and Parker, H.: *Rationale and indications for the "hanging hip" procedure*. *Clin. Orthop.*, 112: 221, 1975.
  - 35) Radin, E.L.: *Anterior tibial tubercle elevation in the young adult*. *Clin. Orthop.*, North. Am. 17: 297, 1986.
  - 36) Robert, H.W. and John, P.K.: *High tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee*. *J. Bone and Joint Surg.*, 51-A: 330-336, 1970.
  - 37) Shoji, H. and Insall, J.: *High tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee with valgus deformity*. *J. Bone and Joint Surg.*, 55-A: 963-973, 1973.
  - 38) Wardle, E.N.: *osteotomy of the tibia and fibular*. *Surg. Gyne. and Obstet.*, 115: 61-64, 1962.
  - 39) White, R.G. and Stevenson, T.M.: *High Tibial Osteotomy for Arthritis of the knee*. In *Proceedings of the Australian Orthopaedic Association*. *J. Bone and Joint Surg.*, 57-B: 121-122, 1975.
  - 40) William Waugh, M. Chir., F.R.C.S.: *Tibial Osteotomy in the Management of Osteoarthritis of the Knee*. *Clin. Orthop.*, 210: 55-60, 1986.