

## 《ノート》

## 骨移植を施行し興味ある骨シンチグラム所見を呈した2症例

## Two Case Reports of Bone Graft which Demonstrated by Bone Scane

沢井 博司\* 宮嶋 昭博\* 大森 薫雄\*\*

Hiroshi SAWAI\*, Akihiro MIYAJIMA\* and Shigeo OHMORI\*\*

*\*Department of Orthopaedic Surgery, The Jikei University, School of Medicine, Tokyo**\*\*Department of Orthopaedic Surgery, Atsugi Hospital, Kanagawa*

## I. はじめに

整形外科領域において骨移植術は、常用される重要な治療法であることは申すまでもない。すなわち、骨折後の偽関節に対する骨移植術はもちろん、各種骨切り術、慢性骨髓炎の外科的治療、あるいは骨腫瘍、特に良性骨腫瘍の外科的治療などにその適用は広い。

しかしながら、骨移植術における基礎的な問題、例えば骨生着のメカニズムひとつにしても、定説がないのが現状である。すなわち、従来はX線所見あるいは組織学的検索を主とした動物実験から諸説が述べられているにすぎない。

骨移植においては、donor site に生ずる骨欠損による機能障害の有無、あるいはrecipient site における移植骨の運命といった問題が、等しく整形外科医の関心をひくものである。今回われわれは、これらの点に関して、興味ある示唆を与える骨シンチグラム所見を経験したので、若干の文献的考察を加えて報告する。

## II. 症 例

## 〔症例1〕 22歳、女性

\*東京慈恵会医科大学整形外科学教室

\*\*神奈川県立厚木病院整形外科

受付：54年10月1日

最終稿受付：54年12月17日

別刷請求先：狛江市和泉106（番号182）

東京慈恵会医科大学附属第3病院整形外科

沢井 博司

主訴：左肩関節痛

家族歴、既往歴：特記すべきことなし

現病歴：昭和50年10月、運動会でリレー中つまづき、左手について転倒した。疼痛のため左肩関節の運動が不可能となり、当科外来をおとずれ、骨折を指摘され入院した。

入院時所見：左上腕骨中枢端に腫脹、圧痛および左上肢の運動制限を認めた。

入院時検査所見：特記すべきことなし。

入院時X線所見：左上腕骨は中枢中間帶部より骨幹部にかけて、約15cmの病的透明層があり、周囲との境界は鋭利で、地図状の骨破壊を認め、中枢部には骨折線を認めた(Fig. 1)。

X線所見より、左上腕骨骨囊腫および病的骨折と診断して手術を施行した。十分な病巣搔爬後、腸骨より骨片および腓骨より骨串を採取して移植した。

術後上腕骨X線所見：術後2か月では、骨幹部中枢に移植した腓骨が明瞭に認められるが、骨折部の骨癒合は良好である。術後6か月、18か月、30か月とも骨癒合は良好で、移植された腓骨の骨串は、漸次境界不明瞭となり、生着しているのがわかった(Fig. 1)。

骨シンチグラム所見：術後1か月の全身骨シンチグラムでは、左上腕骨中枢部より骨幹部下1/3に至る、限局した強いRIの集積像を認め、左腸

**Key words:** Bone Scanning, Bone Graft, Remodelling of Bone

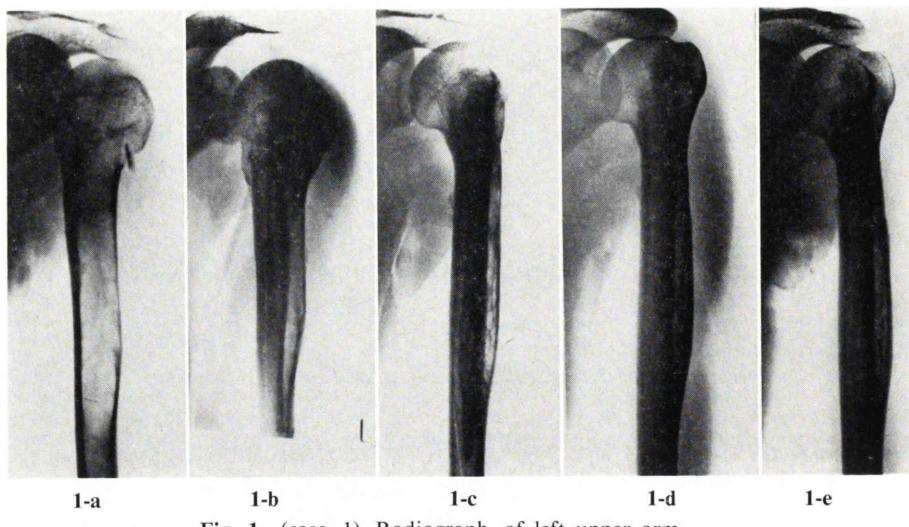


Fig. 1 (case 1) Radiograph of left upper arm.

1a before operation.

1b-1e 2, 6, 18, 30 months after operation.

骨稜に集積欠損像および左下腿腓骨中枢端および末梢端に、限局した RI 集積像を認める。術後 6か月では、左上腕の集積は減少し、左下腿中央部に軽度の RI 集積を認める。術後 18か月では、左上腕の RI 集積はさらに減少し、左右ではほとんど差を認めないが、左脛骨中 1/3 に、限局した強い RI 異常集積を認めた。術後 30か月では、左上腕骨の異常集積は消失し、左右差を認めない。左脛骨中 1/3 にみられた限局した RI 異常集積像は、以前に比し減弱していた (Fig. 2)。

局所のライフサイズ骨シンチグラム所見もほぼ同様であるが、脛骨中 1/3 の RI 異常集積像は 6か月で明瞭に認められ、18か月ではさらに強い RI 異常集積像を認めた (Fig. 3)。

術後 donor site X 線所見：術後 3か月では、腓骨小頭約 5 cm 末梢から骨幹部にかけて、約 20 cm 長の腓骨欠損と骨膜の痕跡を認める。6か月では特に変化がないが、18か月では、脛骨骨幹部外側に骨膜の肥厚が認められ、30か月では、同部の骨皮質にかなり著明な肥厚が認められた (Fig. 4)。

#### 〔症例 2〕 31歳、男性

主訴：両下肢の疼痛および歩行障害

家族歴、既往歴：特記すべきことなし

現病歴：昭和 50 年 8 月 15 日、作業中乾燥機の爆発事故により、右大腿骨、左下腿の開放性損傷を受け、直ちに某医に入院。観血的整復術を受けるも、術直後より骨髓炎を併発。再三の手術にもかかわらず治癒せず、当科に紹介され入院した。

入院時所見：右大腿下部には瘻孔があり、排膿がみられ、異常可動性があるが、左下腿には変形あるも異常可動性はない。

入院時検査所見：赤沈亢進、CRP (++)、白血球增多がみられるほかに、特記すべきことはない。

入院時 X 線所見：左下腿は膝関節裂隙より約 6 cm 末梢に、約 5 cm の脛骨欠損がみられ、骨萎縮が著明で変形した腓骨により、わずかに連続性が保たれている (Fig. 5)。また、右大腿骨は変形萎縮が著明で、局所に骨髓炎病巣がみられた (Fig. 5)。

入院時骨シンチグラム所見：右大腿骨骨幹部中央から遠位端にかけて、限局した強い RI 集積像を認め、左下腿上 1/3 部には、RI 集積は欠如し、それに隣接して、限局した RI 集積像を認めた (Fig. 6-a)。

以上の所見より、骨髓炎病巣の強い活動性がうかがわれ、強力な化学療法を行ない、経過を観察したが、状態は改善されず排膿も続いたため、やむ

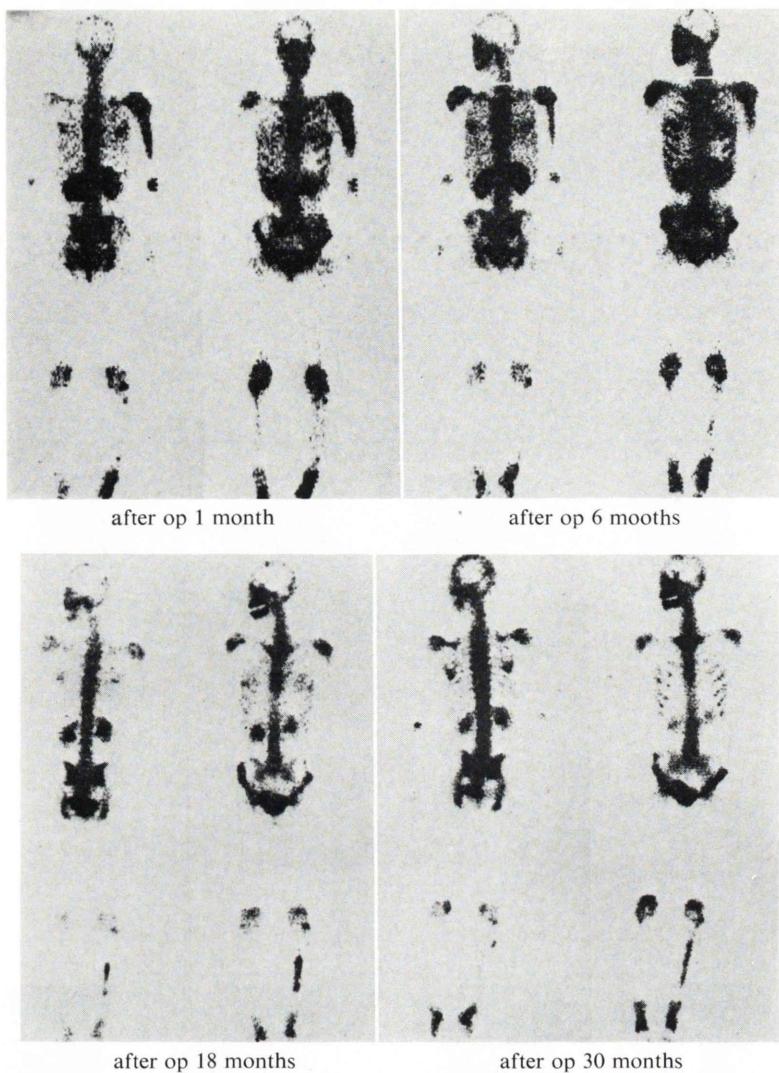


Fig. 2 (case 2) Whole body bone images taken serially 1, 6, 18, 30 months after operation.

を得ず患者の同意の下に昭和52年11月、Fig. 7に示すように左下肢は大腿中央部よりやや上方で大腿骨を含めて切断した。しかるのち、完全なる病巣切除を目的として右大腿骨の病巣を健康な骨の一部を含め広範囲に切除した。以上の手術操作によって生ずる骨欠損部には、切断した左大腿骨より解剖学的に同大な健康な骨を採取して移植した。

術後骨シンチグラム所見：術後2か月では右大腿骨中央部および左大腿切断端に限局したRI集積像を認めるが、術後6か月でやや減少している

(Fig. 6-b, 6-c)。術前は、右大腿骨骨幹部中央から遠位端にかけて、局所のライフサイズ骨シンチグラムでも著明なRI集積がみられるが、術後1か月では移植骨中枢端および末梢端に限局したRI集積像が認められる。しかし、移植後2か月では同部の異常集積は減弱し、6か月ではさらに減弱している。すなわち、移植骨中央部のRI集積は、術後約2か月でやや増強しているにすぎない(Fig. 8)。

術後X線所見：術後6か月のX線像では、移植

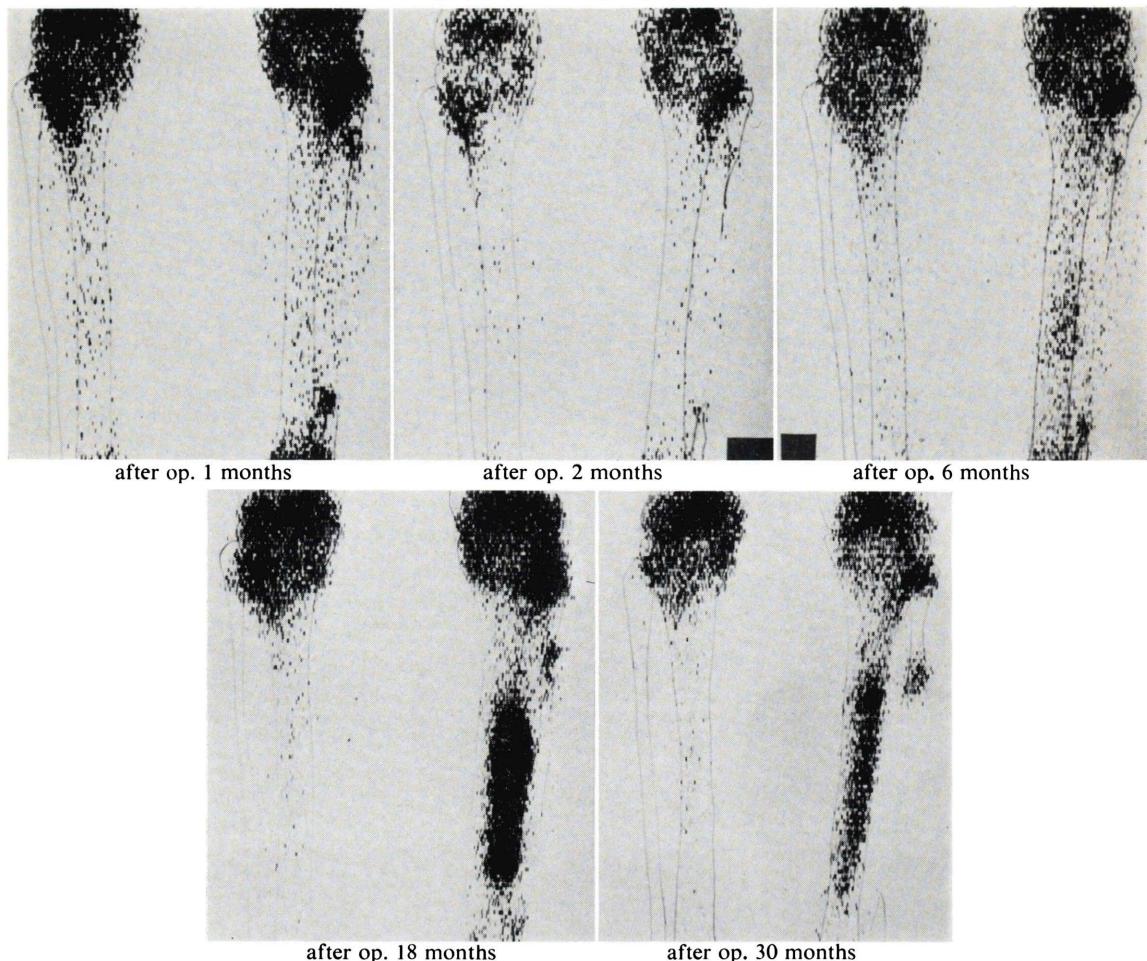


Fig. 3 (case 1) Life size bone images taken 1, 2, 6, 18, 30 months after operation.

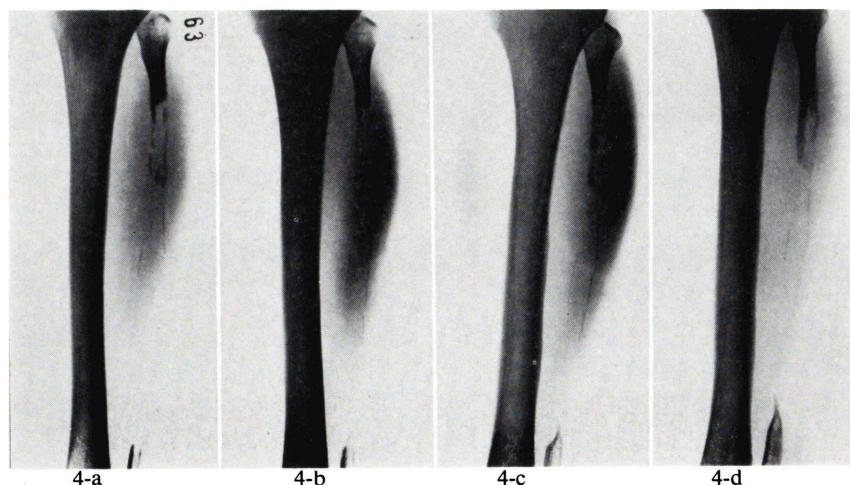
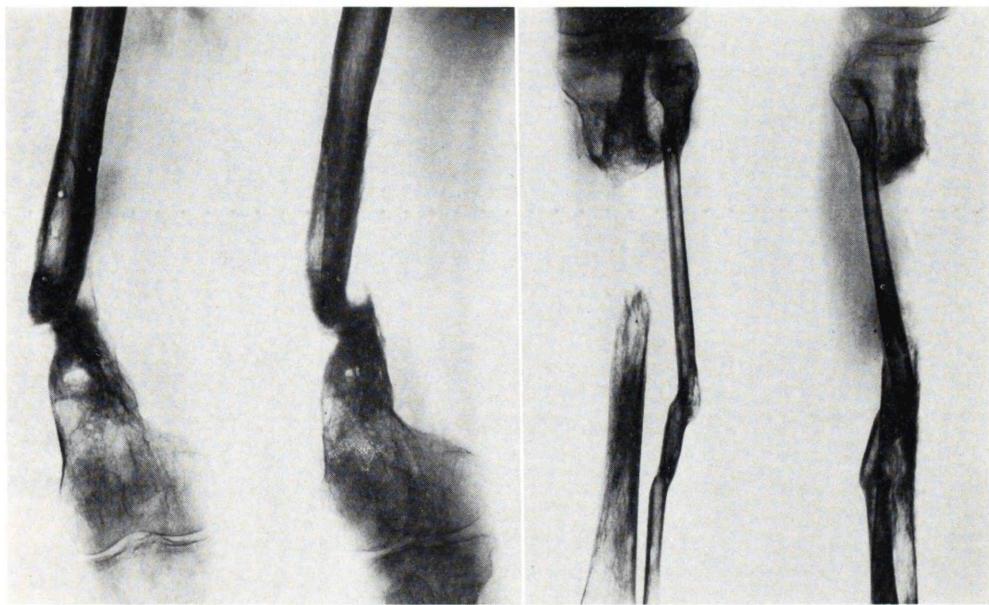


Fig. 4 (case 1) Radiograph of the lower leg shows the hypertrophic change of tibia cortex. 4a-4d 3, 6, 18, 30 months after operation



5-a Radiograph of the right thigh

5-b Radiograph of the left lower leg

Fig. 5 (case 2) Both show the state of pseudoarthrosis with osteomyelitis.

骨は巨大なAOプレートで固定され、骨接合部には良好な骨癒合がみられている(Fig. 9).

### III. 考 案

#### 1. 第1の症例が示唆するもの

骨を移植する場合は、移植骨として自己の腸骨あるいは腓骨を用いる自家骨移植が主であるが、特に移植骨の長さ、支持性を必要とするような場合には、腓骨を利用することが少なくない。時には、腓骨骨幹部のほぼ全長を切除することもある。このような骨移植の際には、腓骨の支持力を失った脛骨の態度が問題であるが、従来はあまり問題にされていない。

1972年、Wiltse<sup>1)</sup>は、若年者に腓骨摘出を行なうと、脛骨と腓骨は異なった割合で発育するため、外反変形が生じる危険があると述べている。しかしながら、われわれがすでに報告したように<sup>2)</sup>、骨端発育線閉鎖前の若年者においては、骨膜を保存して腓骨摘出を行なう限り、術後当初から骨シンチグラムにて強いRI集積像が観察され、次いでX線像でも必ずしも腓骨の再生がみられた。現在までわ

れわれは若年者の腓骨摘出術を17例行なっているが、外反変形を経験した症例は1例もない。

骨端発育線閉鎖後の症例には、骨シンチグラムで、術後腓骨摘出部にRI集積をみるとことなく、X線上も骨形成は観察されない。しかし、症例1のごとく、X線像に先だって、骨シンチグラムにて腓骨摘出側の脛骨外側部に強いRI異常集積がみられるようになり、その後X線像でも脛骨骨膜の肥厚、次いで脛骨に皮質の肥厚がみられた。この異常集積について鑑別すべきものとして疲労骨折があるが、疲労骨折のX線所見<sup>3,10)</sup>は、初期においては限局した浅い骨皮質の欠損で、やがて修復過程に伴って限局した紡錘形の骨皮質の肥厚、硬化像を示すものである。

疲労骨折の早期診断に、骨シンチグラムがきわめて有効であることは、Wilcox,<sup>3)</sup> Bessler<sup>4)</sup>らが報告しているが、その所見は限局したRI集積像である。本症例のごとく、脛骨骨幹部全長にわたるRI集積、およびX線像における骨肥厚像とは明らかに異なる。従ってこのシンチグラム所見は、腓骨摘出後、脛骨に生じた反応性骨改変現象を意

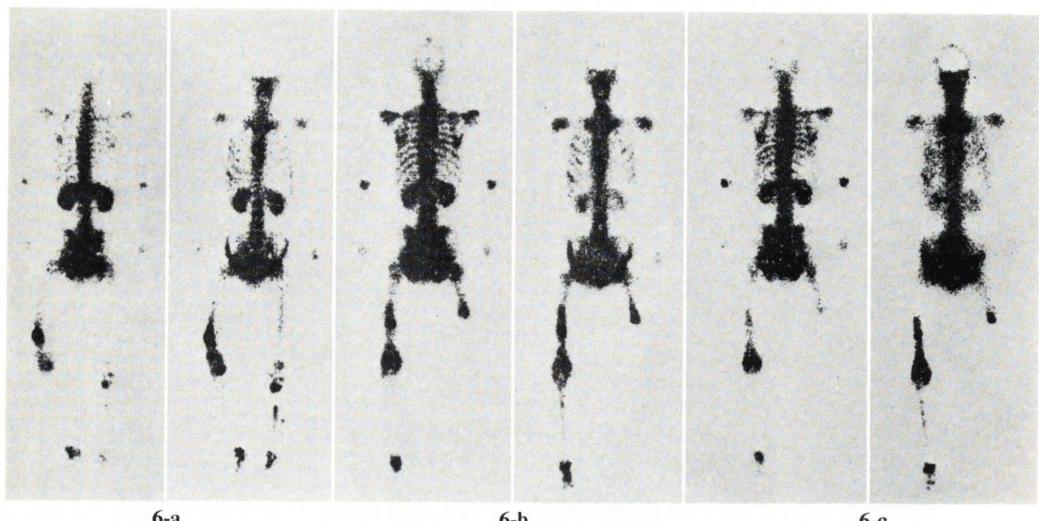


Fig. 6 (case 2) Whole body bone images  
6-a before operation  
6-b, 6-c 2, 6 months after operation

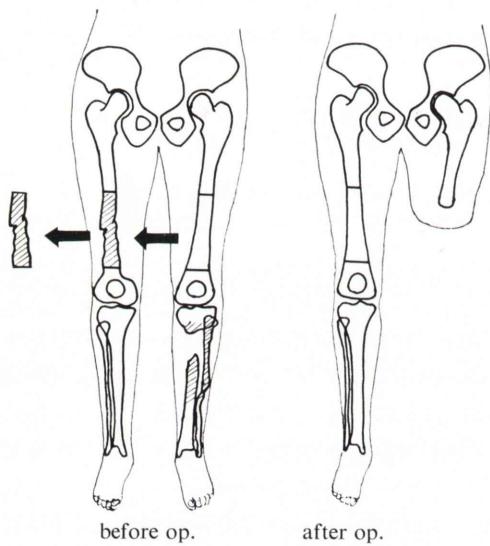


Fig. 7 The scheme of the operation of case 2.

味し、脛骨における活発な代謝状態を、X線に先がけて示したものと解釈するのが妥当のように思われる。

すなわち、腓骨摘出による骨移植の場合は、若年者においては骨膜保存により、同部の骨再生をはかり、腓骨の支持性を期待できるが、成人においては腓骨摘出により減少した荷重支持力を、脛

骨の骨皮質の肥厚によって、脛骨単独で代償していることを示しているものと思われる。このことは、日ごろ安易に考えがちな腓骨摘出術後の管理に注目すべき示唆を与えるものであり、また、腓骨の荷重支持機構における役割を、如実に示している所見でもある。

## 2. 第2の症例が示唆するもの

広範囲な骨欠損がある場合には、自家骨のみならず、同種骨、時には異種骨移植も必要となる。その場合に問題となる巨絶反応に関しては、他の臓器移植と同様に研究がなされていることは申すまでもないが、さらに今日では、骨欠損部に新生骨を作りだす骨誘導の研究も進み、骨誘導物質の存在も明らかになりつつある。しかし、自家骨であれ、同種骨であれ、移植骨がそのまま生着するのか、あるいは吸収されて新生骨に置換されるのかについては、今なお異論がある<sup>8)</sup>。すなわち、移植骨細胞は死滅して、周囲宿主骨由来の osteoblast により、骨新生がなされるという説<sup>6)</sup>と、移植骨内の osteoblast が、骨新生に関与するという説<sup>5), 9)</sup>とがある。近年では前者を支持する人が増えているようにも思われる。しかし、臨床の実際で用いられている多くの骨移植は、同種骨移植であれ自

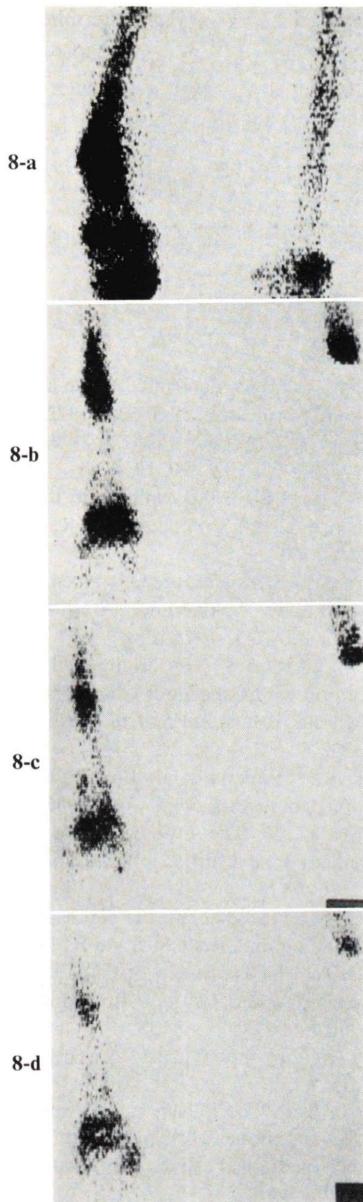


Fig. 8 (case 2) Life size bone images  
8-a before operation  
8-b-d 1, 2, 6 months after operation

家骨移植であれ、bone tip あるいはリボン状といった骨細片移植である。

したがって、Ham, Gordon<sup>5)</sup>らのごとく、自家骨移植で周囲からの血行および組織液還流の良好な場合には、移植骨細胞は生存し、骨新生に関与

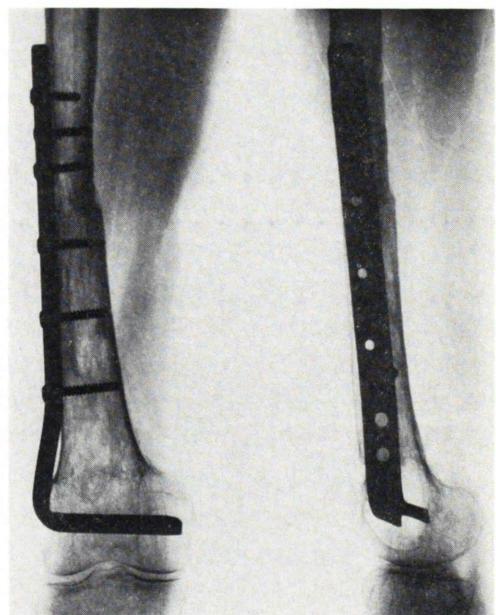


Fig. 9 (case 9) Radiograph show the successful bone union of the cable-grafted right femur with AO plate.

するとの主張もあながち否定はできない。また Anderson<sup>11)</sup>, Siffert<sup>6)</sup>らは、骨移植の良好な条件を述べている。しかし、いずれにしても、症例2で示した今回の大腿骨移植は、たとえ最高の条件下で行なわれたものとしても、移植骨自体の運命に関する多くの興味ある問題を提起している。すなわち、この骨移植術においては、移植骨は少なくとも相当数の osteoblast を生存させたまま生着し、宿主骨とのギャップの修復にも、宿主骨 osteoblast と同様に、相当の役割を果たしたものと思われる。

骨移植後のシンチグラムは多いが、いずれも症例1の左上腕骨の場合のように、宿主骨と移植骨に起こる変化がオーバーラップされて示されるもので、このような場合には、RI 集積は約1年半で正常にもどることをわれわれはすでに報告している。しかし症例2のような、巨大骨片の cable graft で、移植骨と宿主骨に生ずる変化を分離して観察したのは、今回のわれわれの症例がはじめてであるといつてもよい。骨移植の場合、仮に

移植骨細胞が全部死滅し、しかるのちに、宿主骨由来の骨新生が移植骨全体を置換するとするならば、RI集積像は移植骨全長にわたり観察されるべきである。Tuli<sup>7)</sup>は家兎を用いて、脱灰同種骨によるcable graftの実験を行ない、移植骨両断端から骨新生が起り、12週で81%に完全な骨性連続が生じたことを報告している。

以上の点より、症例2の移植骨部のシンチグラム所見は、移植骨両断端の骨再生修復過程における活発な骨代謝活動を示し、移植骨中央部分では、移植骨細胞がそのまま生着し、通常に近いturn over速度で代謝が行なわれていることを意味するもので、良好な条件下では、移植骨内のosteoblastは生存して骨新生に関与するという説を支持する臨床例ではないかと思われる。

#### IV. まとめ

上腕骨骨囊腫の患者に、腓骨串をdonorとする骨移植を行ない、donor siteの経過を骨シンチグラムにて経時的に観察し、また、大腿骨骨髓炎患者の病巣切除後、健側より巨大骨片のcable graftを行ない、その経過を骨シンチグラムにて観察した結果、以下のような興味ある所見を得た。

1) 腓骨摘出後の同側脛骨外側部に、RI集積の増強がみられ、遅れてX線像にて脛骨皮質の肥厚をみた。これは疲労骨折とも所見を異にし、代償性に脛骨に生じた骨改変現象を意味するもので、動的機能を描写するのに優れた骨シンチグラムによって、はじめて得られるものと考える。

2) cable graftされた巨大移植骨片では、両断端に強いRI集積がみられ、中央部にはRI集積がみられぬまま骨は生着した。これは好条件下で

の自家骨移植では、移植骨内osteoblastは、そのまま骨新生に関与し、“いかなる場合でも、移植骨は一度死滅してから置換される”と考えるのは早計であることを示しているものと思われる。

ご指導、ご校閲いただきました恩師、伊丹康人教授に深謝いたします。

(本論文の要旨は第7回日本核医学会関東甲信越核医学地方会において発表した。)

#### 文献

- 1) Wiltse LL: Valgus deformity of the ankle. J Bone and Joint Surg **54-A**: 595-606, 1972
- 2) 大森薰雄：腓骨摘出後(骨移植のため)の骨形成について。関東整災誌 **9**: 90, 1978
- 3) Wilcox JR, et al: Bone scanning in the evaluation of exercise-related stress injuries. Radiology **123**: 699-703, 1977
- 4) Bessler W: Stressfrakturen. Roentgenologisch-szintigrafische Abklärung. Arch Orth Traum Surg. **91**: 243-245, 1978
- 5) Ham A, Gordon S: The origin of that Forms in Association with Cancellous Chips Transplantation into Muscle. British Journal of Plastic Surgery **5**: 154, 1952
- 6) Siffert RS: Experimental Bone Transplants. J Bone and Joint Surg **37-A**: 742, 1955
- 7) Tuli SM et al: The Osteoinductive Property of Decalcified Bone Matrix. J Bone and Joint Surg **60-B**: 116, 1978
- 8) Burwell RG: Studies in the Transplantation of Bone. J Bone and Joint Surg **46-B**: 110-140, 1964
- 9) Nicoll EA: The Treatment of Gaps in long Bones by cancellous Insert Grafts. J Bone and Joint Surg. **38-B**: 70-82, 1956
- 10) 星透逸：過労性骨障害について。臨整外 **13**: 760-768, 1978
- 11) Anderson KT: The Behaviour of Autogenous and Homogenous Bone Transplants in the Anterior Chamber of the Rat's Eye. J Bone and Joint Surg **43-A**: 980, 1961