

## $\beta$ -リン酸3カルシウムと Puddu プレートを用いた高位脛骨骨切り術

田中孝昭 熊谷吉夫 齊藤 充  
大森俊行 鈴木恵介 諸橋政行  
上野博嗣

**要旨** 吸収性骨補填材,  $\beta$ -Tricalcium phosphate (TCP) と Puddu プレートを用いた opening-wedge high tibial osteotomy (HTO) を行い, 短期ではあるが良好な成績を得たので報告する. 2001年9月から2003年9月までに本手術を行った症例は20例で, 手術時年齢は平均67歳であった. 術前立位大腿脛骨角は平均 $181^\circ$ であったものが調査時 $170^\circ$ に改善されており, 術直後と比較して correction loss はなかった. 骨欠損部には全例,  $\beta$ -TCP を移植したが全例に骨形成がみられた. 本手術法は腓骨を切離する必要がなく将来TKAを行う際に手術手技上の問題が少ない. さらに, 初期の症例には自家骨移植を併用したが, 2003年5月からは気孔率60%の $\beta$ -TCPブロックを使用することで, 骨採取の回避と手術時間の短縮が可能になった.

(キーワード: 高位脛骨骨切り術,  $\beta$ -リン酸3カルシウム, プドープレート)

### OPENING-WEDGE HIGH TIBIAL OSTEOTOMY USING BETA : TRICALCIUM PHOSPHATE AND A PUDDU PLATE

Takaaki TANAKA, Yoshio KUMAGAE, Mitsuru SAITO  
Toshiyuki OMORI, Keisuke SUZUKI, Masayuki MOROHASHI  
and Hiroshi UENO

**Abstract** The aims of this study were to investigate the short-term results of opening-wedge high tibial osteotomy (HTO) using a resorbable bone filler, beta-tricalcium phosphate (TCP) and a Puddu plate. From September 2001 to September 2003, medial opening HTO was performed in twenty patients who had a mean age of 67 years. Beta-TCP with 75% porosity was grafted to all bone defects. The results showed that the standing femorotibial angle was corrected from 181 degrees preoperatively to 170 degrees at the time of the latest follow-up. No correction loss had been found and bone formation was noted in all cases. The surgical technique used in this study did not require fibula osteotomy and it may produce few problems when TKA is necessary in the future. Autologous iliac bone graft was used until April 2003. However, since May 2003, the use of beta-TCP block with 60% porosity, which was 7.5 times stronger in terms of compression strength, allowed avoidance of autogenous bone grafting and shortening of the surgical time.

(Key Words : high tibial osteotomy, Beta-tricalcium phosphate, puddu plate)

---

国立療養所東宇都宮病院 (現: 独立行政法人国立病院機構宇都宮病院) National Higashi-Utsunomiya Hospital 整形外科・臨床研究部

Address for reprints: Takaaki Tanaka, Department of Orthopaedic Surgery, National Hospital Organization Utsunomiya National Hospital, Shimookamoto, 2160, Kawachi-gun, Kawachi-machi, Tochigi 329-1193 JAPAN

Received December 12, 2003

Accepted January 16, 2004

## 目 的

わが国における変形性膝関節症 (OA) のほとんどは内側型である。こうした内反膝変形に対し種々の高位脛骨骨切り術 (high tibial osteotomy: HTO) が行われているが、骨切法については closing wedge, opening wedge osteotomy, ドーム型 osteotomy などがあり、また、固定法に関しては創外固定や種々のプレートを用いた内固定など、その手技は多岐にわたりそれぞれに利点と欠点がある<sup>1)</sup>。今回、われわれは吸収性骨補填材である  $\beta$ -TCP と Puddu プレートを用いた opening wedge HTO<sup>2)</sup> を行い、短期ではあるが、良好な成績を得ているので紹介する。

## 対 象

2001年9月から2003年9月までに  $\beta$ -TCP と Puddu プレートを用いた opening HTO を行った症例は20例で、変形性膝関節症18例、大腿骨内側顆骨壊死が2例であった。手術時年齢は51歳から78歳、平均67歳、Opening 距離は、7.5 mm が1例、10 mm が6例、12.5 mm が13例であった。併用手術は半月板切除術14例、mosaicplasty 2例であった。

## 手 術 方 法

### 1) 鏡視下手術

全例に関節鏡視を行い、外側コンパートメントが保たれていることを確認後、変性断裂した内側半月板が認められればこれを切除する。骨壊死症例では非荷重部から採取した骨・軟骨柱を移植 (mosaicplasty) する。

### 2) 骨切り術

術者は健側に立ち、イメージは患側からいれる。健側から手術操作を行うので布などを用いて患肢が高くなるようにセッティングし、さらに脛骨関節面の後方傾斜を考慮して通常、膝関節約10° 屈曲位で関節面が接線方向になるようにイメージで確認してから手術を行う。まず、膝蓋腱の内縁に沿う約7 cm の縦皮切を加え (Fig. 1A)、膝蓋腱を脛骨粗面付着部まで露出する。鷲足の一部を切開、骨膜下に脛骨内側を剥離し、レトラクターを脛骨後面に挿入して神経・血管を保護する (Fig. 1B)。次に、関節面から1.5 cm 末梢で関節面に平行に K-wire を内側から刺入し、脛骨外側縁から7-8 mm でとめる (A点)。膝蓋腱付着部の高さで脛骨内縁からA点をめざしてイメージ下にガイドピンを挿入、これに平行にもう1本を挿入する。2本のガイドピンに骨切りガイドをとりつけ、bone saw ついでノミにて脛骨外側を7-8 mm

残して骨切りを行う。軽く外反ストレスを加え、骨切り部に opener を挿入して内側の opening を行う。次に、wedge 状の金属を挿入し、適切な距離を維持する Puddu plate を設置後、screw 4本で固定する。創部を洗浄している間に腸骨から全層骨 (1×1×1.5 cm) を2つ採取する。

### 3) 骨と $\beta$ -TCP の充填

1×1×2 cm の  $\beta$ -TCP ブロック (気孔率75%:オスフェリオン) を wedge 状の金属にあわせてリウエルなどで成型する。この際、削り出た顆粒状の  $\beta$ -TCP を骨盤の骨髓液と混和し骨切り部の奥に充填する。成型した  $\beta$ -TCP ブロックを充填する際、打ち込み棒などの金属でたたくと割れるのでできるだけ手で挿入するが、使用する場合にはガーゼを介在させて直接金属でたたかないようにする。最後にプレートの前後に wedge 状に成型した自家骨2つを充填する。通常、ここまでの操作は半月板切除術を含め1時間20分程度である。最後に皮下にドレーンを留置して創を閉じる。術後は、cylinder cast による固定を行う。

### 4) 後療法

術後10日間のギプス固定後、膝硬性装具 (OA adjuster brace) を装着し CPM を開始、5週から部分荷重を許可し、8週で全荷重とする。

(結果) 術前立位大腿脛骨角 (FTA) は平均181°であったものが、調査時170°に改善されており、術直後と比較して correction loss はなかった。膝関節可動域は17例が

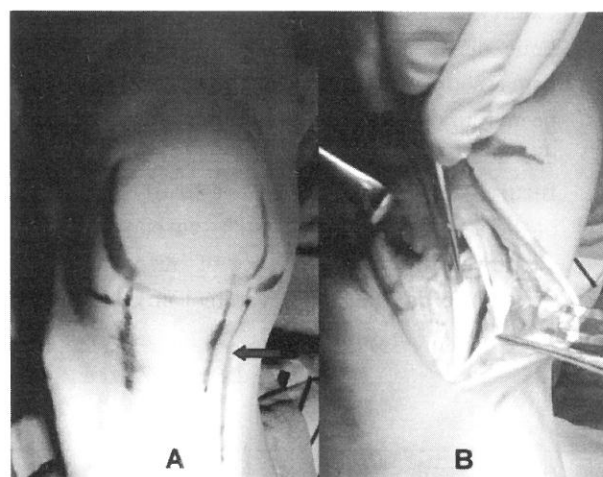


Fig. 1 Surgical technique. A vertical skin incision through the medial border of the tibial tubercle to the joint line. The arrow indicates a skin incision (A). The pes anserinus tendons are partially dissected and retracted to expose the tibial cortex in the site of osteotomy (B).

術前と同じに、2例が術前より改善、mosaicplastyを加えた1例に10°の減少が認められた。骨欠損部にはβ-TCPを移植したが、全例に骨形成がみられた。

症 例 供 覧

症例 1. 68歳、女性。術前のX-PならびにMRIをFig. 2 (A, B)に示す。Fig. 2 (C)は、術後3週のX線像であるが、術前立位FTA 180°は、術後169°に矯正されている。

症例 2. Fig. 3 (A, B)は、65歳女性の大腿骨内側顆骨壊死に対し、12.5 mmの opening と mosaicplastyを行った。術後半年のX線像では、骨壊死の修復と移植したβ-TCPの吸収が見られる (Fig. 3C)。

考 察

近年、在院日数の短縮や診療報酬改定により、HTOは敬遠され人工膝関節置換術 (TKA) が選択されるようになってきている。しかし、可動域制限や感染などTKAにも大きな問題が残されている。これまで一般的に行われてきた closing wedge HTO では腓骨切離に伴う腓骨神経麻痺やTKAを将来行う際に手術手技上の問題などいくつかの欠点が指摘されている。また、創外固定器を用いた opening HTO では、ピン刺入部の感染がしばしばみられる。そこで、こうした問題を解決する目的で2年前からβ-TCPとPudduプレートを用いた opening HTOを行ってきた。本法による opening 距離には限界があり、15-17.5 mm以上の opening では外側の骨皮質が骨折し、さらに骨膜の破綻を生じる危険性がある。しかし、骨膜が破綻しなければ不安定が生じることはなく、事実、後療法を遅らせた症例は1例もなかった。このため、FTAが190°以上の症例は本法の適応外であるが、そうしたものの多くはHTOの適応はなくTKAが選択される場合が多い。

最近、骨欠損部にハイドロキシアパタイト (HA)を用いた opening HTOの成績が発表され、X線所見、臨床成績ともに良好な結果が得られたとしている<sup>3)</sup>。しかし、骨切り後の固定性を獲得するため2枚のプレートを使用していた。一方、本法で用いたPudduプレートはユニークな構造により比較的小さなものの1枚で十分な固定性が得られる。また、HAを骨欠損部に充填した場合、再内反が生じてTKAを行う際にインプラントの挿入やセメントの使用は困難である。これに対し、β-TCPは時間の経過とともに吸収され自家骨に置換される<sup>4) 5)</sup>。しかし、気孔率75%のものでは物理的強度が低いため、プレート前後の内側皮質骨欠損部に tricortical bone を移植

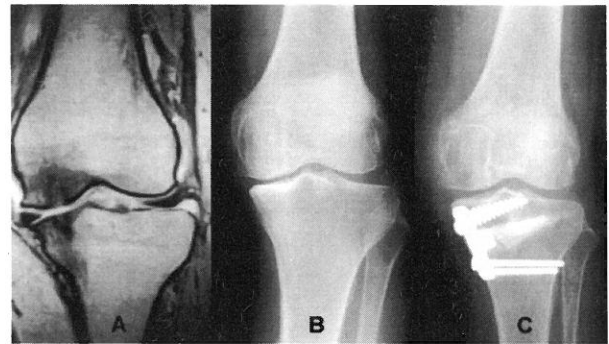


Fig. 2 A sixty-eight-year-old woman with knee osteoarthritis. Preoperative magnetic resonance imaging (A) and radiograph (B). Radiograph made 6 months postoperatively (C). The valgus correction of 10° in the left knee.

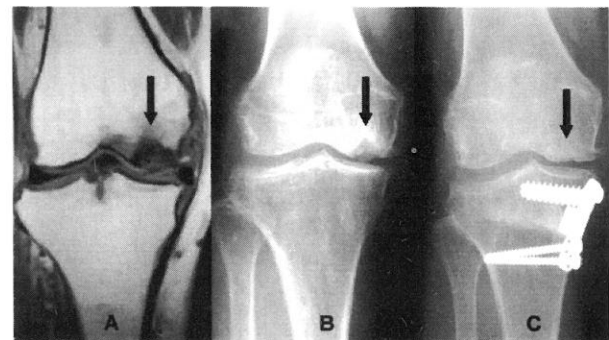


Fig. 3 A sixty-five-year-old woman with osteonecrosis. Preoperative magnetic resonance imaging (A) and radiograph (B). Radiograph at 1 year after medial opening wedge osteotomy and mosaicplasty (C). Repair of the necrotic lesion and resorption of β-TCP are seen. The arrow indicates necrotic lesion.

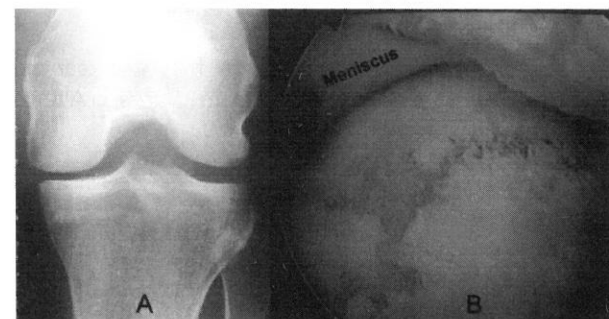


Fig. 4 The Rosenberg view (A) and arthroscopic finding (B) of a fifty-one-year-old woman. Subchondral bone is exposed in the medial compartment.

する必要があった。そこで物理的強度を増加させたβ-TCP多孔体の開発を行い、2003年5月当院倫理委員会承認後は、承諾が得られた症例には気孔率60%のβ-

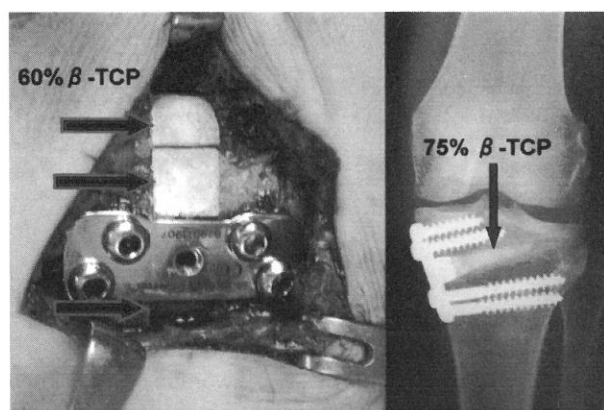


Fig. 5  $\beta$ -TCP blocks with 60% and 75% porosity are implanted in the bone defect. The arrows indicate  $\beta$ -TCP blocks.



Fig. 6 The mechanical axis of a fifty-one-year-old woman is corrected from varus (A) to valgus (B) after osteotomy.

TCP ブロックを使用している。このことにより手術時間も1時間ほどに短縮した。ただし、本材の使用は最も物理的強度が必要な内側から7-8 mm の皮質骨欠損部

分だけで、残りの部分は気孔率75%のものを充填する。気孔率を75%から60%に低下させることでブロックの圧縮強度は7.5倍に増強された。しかし、 $\beta$ -TCPの吸収には年齢が強く関係しており、HTO症例の多くは高齢であるため完全な吸収は数年では不十分であると思われる。しかし、ある程度残存していてもインプラントの挿入、固定には問題ない。

本法は腓骨を切離する必要がなく、手技が容易で、骨形成も良好、矯正角度の調節も可能であり、将来TKAが必要となった場合、障害にならないものと思われる。さらに、圧縮強度の高い気孔率60%の $\beta$ -TCPブロックを使用することで自家骨移植の回避と手術時間の短縮が可能となった。本法の欠点は、膝蓋骨が相対的に低位になることであるが、現在のところ問題になった症例はない。

#### 文 献

- 1) Poilvache P. Osteotomy for the arthritic knee. In: Insall JN and Scott WN, eds. Surgery of the Knee, vol 1. 3rd ed. Philadelphia, Churchill Livingstone: 1465-1506, 2001
- 2) Franco V, Cerullo G, Cipolla M et al: Open wedge high tibial osteotomy. Techniques in Knee Surgery 1: 43-53, 2002
- 3) Koshino T, Murase T, Saito T: Medial opening-wedge high tibial osteotomy with use of porous hydroxyapatite to treat medial compartmental osteoarthritis of the knee. J Bone Joint Surg 85A: 78-85, 2003
- 4) 小澤正宏, 田中孝昭, 森川 茂ほか: 高純度 $\beta$ -TCPの使用経験167例の検討. 東日本整災会誌 12: 409-413, 2000
- 5) 田中孝昭, 熊谷吉夫, 藤井克之ほか:  $\beta$ -TCPを用いた脛骨高原骨折の治療成績. 骨折 25: 325-328, 2003

(平成15年12月12日受付)

(平成16年1月16日受理)