

演題名:「TomoFix を用いた Open wedge high tibial osteotomy」

富山市民病院 関節再建外科・整形外科

澤口 毅, 伊藤貴明, 坂越大悟,

船木清伸, 岩井信太郎

【はじめに】

内側型変形性膝関節症に対する, 高位脛骨骨切り術は有効な治療法であり, 良好な矯正が得られれば長期にわたり除痛と膝関節機能を維持できる<sup>4)</sup>。また内側オープンウェッジ高位脛骨骨切り術は, 低侵襲で正確な矯正が可能で, ロッキングプレートを用いた TomoFix<sup>TM</sup>プレート(シンセス社)(以下 TomoFix<sup>TM</sup>)では強固な固定を得ることができ良好な成績が報告されている<sup>8)</sup>。今回, 日本人の骨格形状に合った TomoFix<sup>TM</sup> Small プレート(以下 TomoFix<sup>TM</sup> Small)を開発したので, 開発の経緯と手術手技を報告する。

【開発の経緯とインプラント】

我々はTomoFix<sup>TM</sup>を用いた内側オープンウェッジ高位脛骨骨切り術を2004年以来導入したが, 日本人女性にはプレートが大きく, またスクリューホール位置や角度について改良の必要性を感じていた。そこで日本人用のTomoFix<sup>TM</sup> Small プレートをAO Knee Expert Groupと日本のAOグループが共同で開発することになり, 著者と竹内良平氏(横浜市立大学)が参加した。プレート形状は, 日本人の解剖実習用晒し骨からCTスキャンにより形状データを収集し, 決定した。

TomoFix<sup>TM</sup>は脛骨近位部を固定する4つのスクリューホールと脛骨遠位部を固定する4つのスクリューホールから構成されるプレートで, すべてのスクリューホールでロッキングスクリューによる固定を行う。オリジナルのプレートは, 脛骨遠位固定用の4つのスクリューホールが, 従来のスクリューも使用できるcombiホールとなっていたが, 遠位2ホールをロッキングホールのみとし, さらにプレートの挿入が容易なるように形状を変更した。オリジナルのプレートもTomoFix<sup>TM</sup> Smallの改良点を取り入れ, New TomoFix<sup>TM</sup> Standardに改良された(図1)。

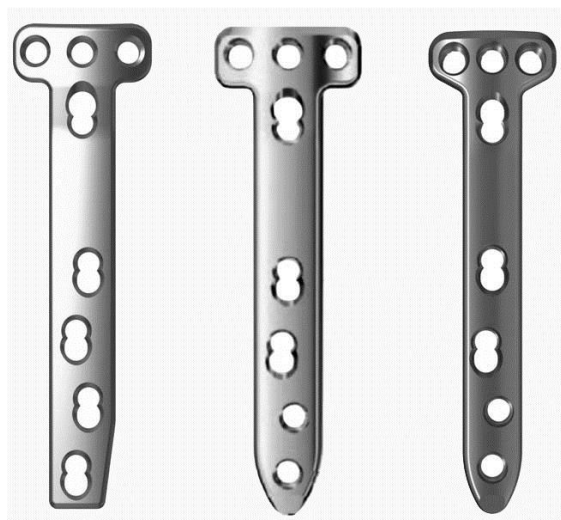


図1 TomoFix<sup>TM</sup>プレート

左より旧TomoFix<sup>TM</sup>, New TomoFix<sup>TM</sup> Standard, TomoFix<sup>TM</sup> Small。

TomoFix<sup>TM</sup> SmallはNew TomoFix<sup>TM</sup> Standardに比較し, 長さが3mm短く, 近位幅が4mm, 遠位幅が2mm狭くなっており, 近位スクリューホール間の距離は2mm短くなっている。近位スクリューの打ち下げ角度はNew TomoFix<sup>TM</sup> Standardは4度であるのに対し, 矯正角度の大きい日本人用に用いるTomoFix<sup>TM</sup> Smallでは6度とした。

【手術適応】

内側型変形性膝関節で, 外側コンパートメントと膝蓋大腿関節がほぼ正常あること。活動性が高い青壮年期。FTAが185度以下で変形が脛骨骨幹端部にあり, 不安定性がなく, 関節可動域は伸展制限がなく, 屈曲が100度以上可能な症例がよい手術適応である。

【骨切り】

骨切りは脛骨近位で鷲足近位から脛腓関節近位にいたる斜め骨切りと, 脛骨粗面後方での骨切りの2面骨切りを行う(図2)。

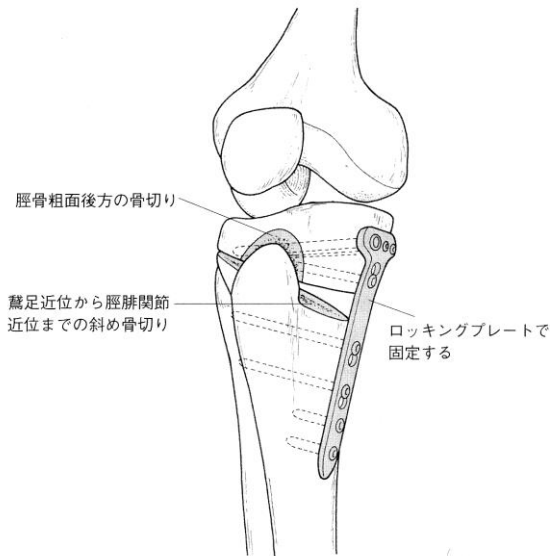


図2 骨切りと固定

骨切り部遠位の脛骨と腓骨の関係は変わらないので、腓骨の切除は不要である。矯正角の微調整が可能で、腓骨神経損傷の可能性がないことも外側クロスド高位脛骨骨切り術に比較し大きな利点である。また2面骨切りを行うことにより、脛骨粗面部分後面が近位骨片の回旋を防止し安定した固定が得られたため、疼痛が少なく早期リハビリテーションが可能で骨癒合も早い。開大した骨切り部のギャップは良好な骨形成がおこることより、自家骨移植や人工骨充填は行わない。

〔手術手技〕

・体位:仰臥位で膝関節を約90度屈曲とする。C-アームは患側から入れる。健側下肢は下げて内側からの手術操作が容易に行えるようにする。

・皮切と展開:鷲足近位に沿った斜め横切開を行う。鷲足直上で骨膜を後方へ切開し、内側側副靭帯浅層を遠位へ剥離する。これにより内側骨切り部の開大による関節内圧の増大を防止できる<sup>1)</sup>。

・骨切り面の確認:C-アームを正面透視画面にて脛骨近位関節面の接線方向に一致する位置に設置する。透視下に、2.5 mmネジ付きキルシュナーワイヤーを鷲足近位縁後方から腓骨頭近位に向け刺入する。ついで第2のネジ付きキルシュナーワイヤーを第1のキルシュナーワイヤーと前後面で重なるように鷲足近位前方より刺入する(図3)。第1と第2のキルシュナーワイヤーを結ぶ線が骨切り線となり、脛骨近位関節面と平行になる。骨内のキルシュナーワイヤーの長さを計測し、後方での骨切りの深さはこれより10 mm、前方では5 mm短くする。

・骨切り:膝関節を屈曲させ、2本のキルシュナーワイヤーをガイドとして、オシレーティングソーブレードをワイヤーの遠位側に沿わせて骨切りを行う。次に脛骨粗面部で膝蓋腱の背側に薄刃のソーブレードを用いて骨切りを行う。



図3 ネジ付きキルシュナーワイヤーの刺入

この骨切りは、最初の骨切り面に対し約90度に近い角度となるように行う。脛骨粗面後方の骨切りの厚さは脛骨の前後径の約1/3(約15 mm)とする。その後キルシュナーワイヤーを抜去する。骨切りは、神経血管を損傷しないよう、脛骨後方をホームマンレトラクターで保護して膝屈曲位で行う。

・骨切り部の開大:TomoFix™用骨ノミを、最初の骨切り部に順次数枚挿入して、慎重に骨切り部の開大を行う(図4)。骨のみを除去した後、ボーンスプレッダーを骨切り部

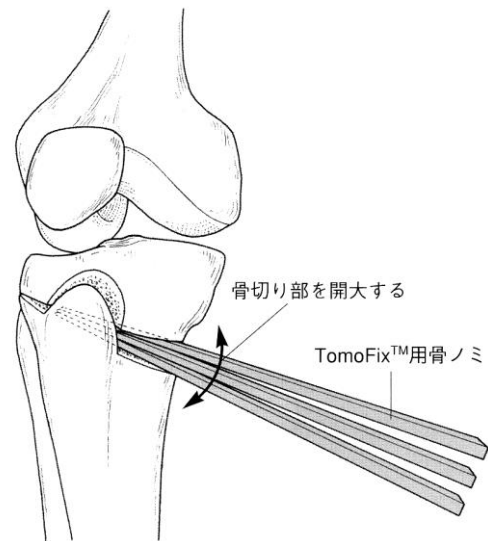


図4 TomoFix™用骨ノミを骨切り部に順次4~5枚挿入して、骨切り部の開大を行う。

後内側に挿入して計画したギャップ幅まで開大する(図5)。

・インプラントの準備:ガイディングブロックを用いてプレートの近位のホールA~Cにネジ付きドリルガイドを3本装着する。プレート下の鷲足の圧迫を避けるためホールDおよびホール4にスペーサーを装着する(図6)。

・インプラントの設置:膝を完全伸展位にして、プレートを皮下、鷲足の上に挿入する。ホールA~Dは骨切り部より近位に位置し、プレート遠位部ホール1~4は脛骨軸の中

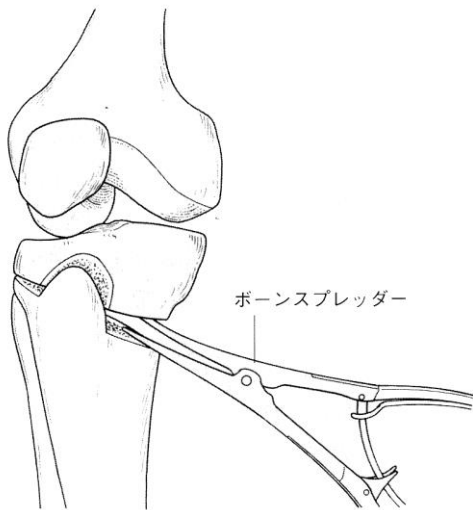


図5 ボーンスプレッダーを骨切り部後内側に挿入して開大し保持する。

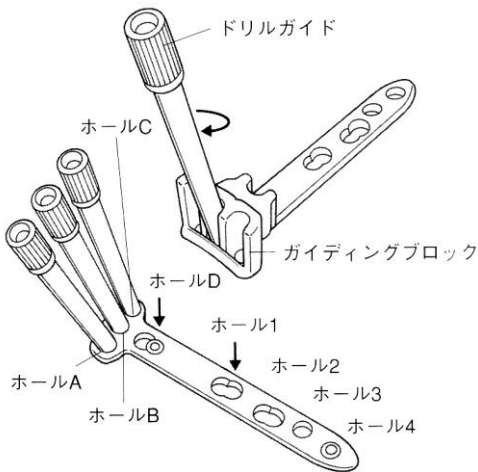


図6 ドリルガイドとスペーサーの装着

心にくるように位置を調整する。ホール B にキルシュナーワイヤースリーブを装着し、キルシュナーワイヤー(直径 2.0mm)を刺入する。キルシュナーワイヤーが関節面と平行となるように、またホール D のスクリーが近位骨片に入るようにプレート設置位置を調整する。プレート近位部分のスクリーホール A および C に装着したネジ付きドリルガイドを通し、ドリル先で対側皮質骨を穿孔しないようにドリリングし、適切な長さのロックングスクリューで固定する。最終締結はプレート遠位部にスクリーを挿入した後に行う。ホール B もロックングスクリューで固定する。骨切りの支点となる外側皮質骨が骨折した場合には、骨片を安定させるため、ホール 1 のダイナミックコンプレッションホールに 4.5 mm 皮質骨スクリューを外尾側に向けて挿入し、これを徐々に締めることにより、脛骨外側の骨切り支点部に圧迫がかかる(図 7)。その後ホール 3 の直上に小皮切を加え、ホー

ル 2 および 3 にロックングスクリューを挿入する。最後にスペーサーの挿入されているホール D、ホール 4 および皮質骨スクリュー抜去後のホール 1 にロックングスクリューを

④骨切り面の外側皮質での圧迫

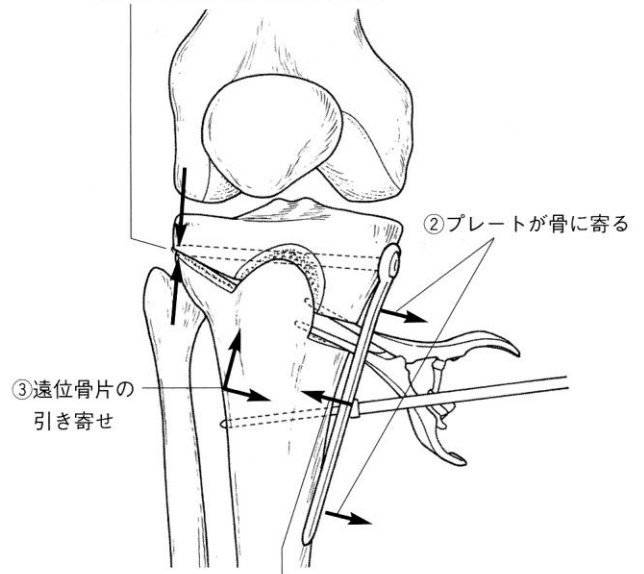


図7 骨片間圧迫

挿入する。

・後療法:術後早期から可動域訓練が可能で 1 週間以内に 90 度以上の膝屈曲が得られる。荷重は疼痛の許す範囲で部分荷重を開始し、術後 4-6 週で全荷重を許可する。肉体労働やスポーツは 6 ヶ月以降に許可する。

[代表症例]

65 歳、女性。左変形性膝関節症(図 8)。TomoFix™ Small を使用。術前 FTA 183 度、術後 FTA 168 度、骨切り部には骨移植は行わなかった。術後 4 ヶ月で旺盛な骨形成が見られた。1 年の現在、疼痛はまったくない。



図8 症例 荷重時正面像

図8a 術前

図8b 術直後

図8c 術後1年

[考察]

わが国では変形性膝関節症の多くは内反膝に起因する。内反膝は長期にみた場合、変形性関節症が進行し手術

的治療が必要になる可能性が高い<sup>7)</sup>。高位脛骨骨切り術は内側型変形性膝関節症において、内側へ偏位した荷重を外側へシフトし、内側の荷重ストレスを減少して関節軟骨の修復を得ることを目的とする。外側クローズド高位脛骨骨切り術は Coventry<sup>3)</sup>の報告後広く行われるようになった。外側クローズド高位脛骨骨切り術は、良好な矯正が得られれば長期にわたり除痛と膝関節機能を維持できる<sup>4)</sup>。しかし現在まで術式や固定材料にいろいろな工夫が行われたが、矯正不足、再内反、偽関節、感染、骨折、神経・血管損傷の合併症は少なくなかった<sup>10,11)</sup>。また人工関節への変換は容易ではなく成績も劣る<sup>5)</sup>。一方、内側オープンウェッジ高位脛骨骨切り術は、Bohorquez-Corona<sup>2)</sup>やHernigou<sup>6)</sup>により報告され、腓骨切除が不要なことは大きな利点であるが固定性に問題があった<sup>9)</sup>。その後、StaubliらAO Knee Expert Groupによりロッキングプレートの機構を持った TomoFix™ プレート(シンセス社)が開発され、低侵襲で正確な矯正と強固な固定による早期荷重が可能となった<sup>8)</sup>。今回、我々は TomoFix™の利点を生かすため日本人の骨格形状に合った TomoFix™ Smallを開発した。

近年、高位脛骨骨切り術は、人工関節の成績向上より徐々に行われなくなりつつあるが、人工関節の良好な成績は主に高齢者に行われたものであって、安易に青壮年期に適応されるべきものではない。また人工関節に比較して高位脛骨骨切り術は良好な関節可動域を維持することも利点である。ロッキングプレートを応用した TomoFix™を用いた内側オープンウェッジ高位脛骨骨切り術は、過去の高位脛骨骨切り術の欠点の多くを解決し、今後普及する手術であると考えられる。

## 文献

1. Agneskirchner JD, et al: The effects of valgus medial opening wedge high tibial osteotomy on articular cartilage pressure of the knee: a biomechanical study. *Arthroscopy*. 23:852-61, 2007.
2. Bohorquez-Corona JD: High tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee. *Am Surg* 40:125-32, 1974
3. Coventry MB. Osteotomy of the upper portion of the tibia for degenerative arthritis of the knee. A preliminary report. *J Bone Joint Surg*, 47-A: 984-990,1965.
4. Coventry et al: Proximal tibial osteotomy. A critical long-term study of eighty-seven cases. *J Bone Joint Surg*, 75-A:196-201, 1993.
5. Haslam P, et al: Total knee arthroplasty after failed high tibial osteotomy long-term follow-up of matched groups. *J Arthroplasty*. 22:245-50, 2007.
6. Hernigou P, et al: Proximal tibial osteotomy for osteoarthritis with varus deformity. A ten to thirteen-year follow-up study. *J Bone Joint Surg*. 69-A: 332-54,1987.
7. Odenbring S, et al: Prognosis for patients with medial gonarthrosis. A 16-year follow-up study of 189 knees. *Clin Orthop*.266:152-155, 1991.
8. Staubli AE, et al: TomoFix: a new LCP-concept for open wedge osteotomy of the medial proximal tibia--early results in 92 cases. *Injury* 34: Suppl 2:B55-62, 2003.
9. van den Bekerom MPet al: Early complications after high tibial osteotomy: a comparison of two techniques. *J Knee Surg*, 21:68-74, 2008.
10. Virolainen P et al: High tibial osteotomy for the treatment of osteoarthritis of the knee: a review of the literature and a meta-analysis of follow-up studies. *Arch Orthop Trauma Surg*, 124:258-61, 2004.
11. Wootton JR et al: Neurological complications of high tibial osteotomy--the fibular osteotomy as a causative factor: a clinical and anatomical study. *Ann R Coll Surg Engl*. 77:31-4,1995