

三次元構築モデルを作製し術前計画を立てた 大腿骨頭すべり症の1例

福島県総合療育センター

武田 浩一郎・萩野 精太

要旨 大腿骨頭すべり症は、大腿骨頭の骨端軟骨の脆弱性が生じることにより、骨端が後方に移動する疾患である。高度大腿骨頭すべり症の骨切り術を行うにあたり、三次元CTデータから実物大の股関節の模型を作製し、術前計画を立てた症例を経験した。三次元構築モデルを作る利点として、骨頭、骨盤の正確な形状の把握が可能であること、実際に加工でき、詳細にわたる骨切りの計画を立てることが可能であること、スクリュー、プレートなどの刺入方向が正確に把握できること、実物大であるため、スクリュー、プレートの正確なサイズの把握が可能であり、実際に固定することができること、などが挙げられる。一方、短所としては保険請求が不可能でコストがかかること、緊急時の対応が困難であること(モデル作製まで1週間を要する)などが挙げられる。整形外科領域における今後の展望として、股関節手術全般における骨切り術の術前計画、RevisionTHAにおける臼蓋骨欠損の把握などにも利用できると思われる。

はじめに

大腿骨頭すべり症は、骨端軟骨の脆弱性が生じることにより、骨端が後方にすべっていく疾患で股関節単純X線正面像のみでは診断がつかないことも多い。側面像による posterior tilting angle を計測することにより、初めて診断がつくこともある疾患である。すべり角が30°以下の軽度であれば、治療としてその位置での固定(in situ pinning)を行えば良いが、すべり角が大きくなるほど、放置すれば可動域制限(Drehman 徴候)や骨頭変形が生じやすくなり、将来的に変形性股関節症になる可能性が高くなる。

それを防ぐために、高度のすべり症に対しては様々な骨切り術(三次元骨切り術³⁾、骨頭回転骨切り術⁴⁾、屈曲骨切り術²⁾)が適応となる。しかし骨

切り術を行う場合、術後の股関節の形態を正確に予測することが難しい。そこで今回我々は、すべり角が89°と高度の大腿骨頭すべり症例に対し、三次元CTデータから実物大の大腿骨頭の模型を作成し、それを用いて術前計画を立てたので報告する。

症例および経過

症例: 17歳, 男性. 左大腿骨頭すべり症(慢性型)

現病歴: 13歳時左股関節痛出現する。近医受診し、左大腿骨頭すべり症の診断を受け、手術を勧められるも、手術を拒否し以後接骨院で加療を行った。徐々に疼痛は軽減し、接骨院からはすべり症は治ったと言われていた。しかし、跛行が続くため、発症後10か月時に当院を受診する。

初診時左股関節痛は認めなかったが、跛行がみ

Key words : slipped capital femoral epiphysis(大腿骨頭すべり症), operation(手術), intertrochanteric osteotomy(転子間骨切り術), three-dimensional model(三次元構築モデル), preoperative plan(術前計画)

連絡先: 〒963-8041 福島県郡山市富田町字上ノ台4-1 福島県総合療育センター 武田浩一郎 電話(024)951-0250
受付日: 平成22年5月20日

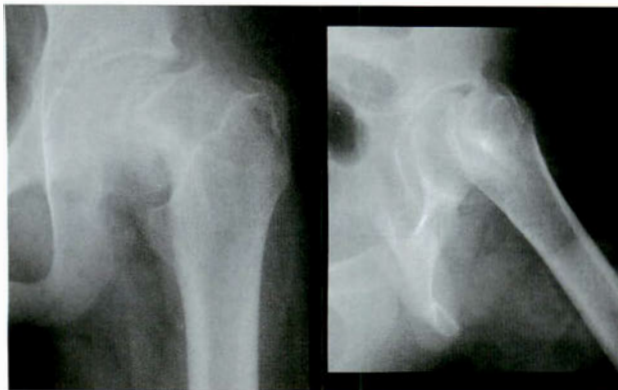


図 1. 初診時単純 X 線前後像
89°の後方すべりを認める.

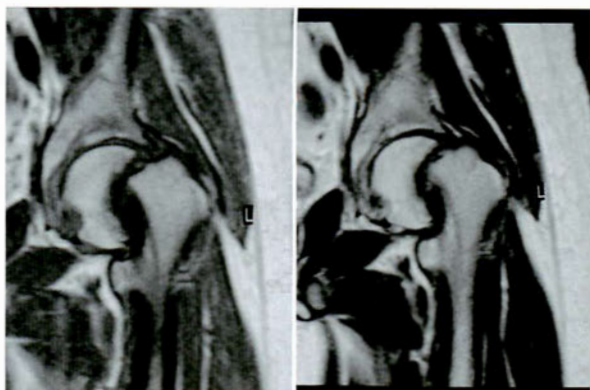


図 2. 術前 MRI 像
T1 強調画像, T2 強調画像とも骨端部の血流は良好と
考えられる.

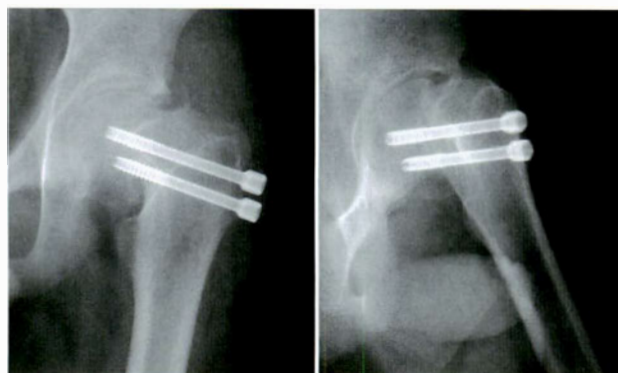
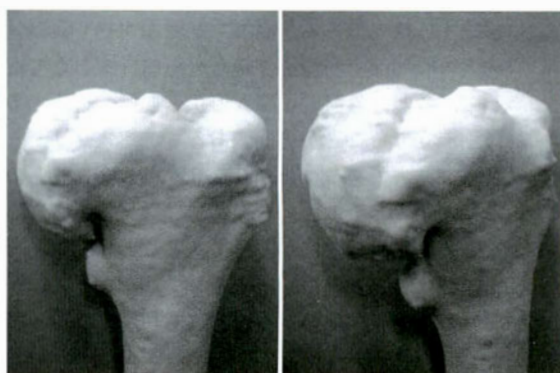


図 3. in situ pinning 術後単純 X 線像
2本の cannulated screw で骨端を固定した.



正面 斜位
図 4. 大腿骨頭三次元構築モデル

三次元 CT データから構築した実物大のモデルである。石膏できているため、術前に骨切りを試行することができる。

その画像データから股関節の三次元構築モデル (ペンタックス社製) を作製した (図 4)。このモデルから手術計画を立て、左大腿骨の転子下 45° 屈曲, 10° 外反骨切り術を施行した (図 5)。手術は予定通り行われ, 術後 3 年 2 か月の時点で疼痛なく, 可動域も屈曲 120°, 伸展 0°, 外転 30°, 内転 20°, 外旋 60°, 内旋 20° と可動域の改善が得られた。単純 X 線写真上 (図 6) も関節裂隙が保たれており, 良好な経過を辿っている。

考 察

大腿骨頭すべり症の治療はすべり角が軽度であれば in situ pinning が第一選択であるが, すべり角が高度の場合, 大腿骨骨切り術が適応となる。我々は長期の経過観察により, remodeling が起きることが期待できる⁵⁾ので, すべり角が 60° 以

られた。体型は身長 161 cm, 体重 67 kg と肥満がみられた。左股関節可動域は著明な制限を認めた (屈曲 30°, 伸展 0°, 外転 10°, 内転 20°, 外旋 90°, 内旋 -40°)。Drehmann 徴候は陽性だった。脚長差は左に 2 cm の短縮を認めた。大腿周囲径も左が 1 cm 細かった。単純 X 線前後像 (図 1) では左大腿骨近位骨端が内反しており, ラウエンスタイン像では 89° のすべりを認めた。MRI 像 (図 2) では骨端に壊死を思わせる信号強度の変化はなかった。

治療経過: 整復操作は行わず, まず骨端固定を目的とした in situ pinning 手術を施行した。6.5 mm 径チタニウム製の cannulated screw 2 本を使用した (図 3)。術後 6 週で全荷重歩行を許可し, pinning 手術後 2 か月で大腿骨屈曲骨切り術を計画した。

大腿骨屈曲骨切り術を行うにあたり, 骨頭すべりの状態を把握するためヘリカル CT を撮影し,



図 5. 大腿骨転子下屈曲骨切り術後単純 X 線像
大腿骨近位部を 45° 屈曲, 10° 外転し, 90° のアングルプレートを用いて固定した。



図 6. 両股関節単純 X 線像
(骨切り術後 3 年 2 か月)

表 1. 三次元構築モデル(実物大模型)作製フロー

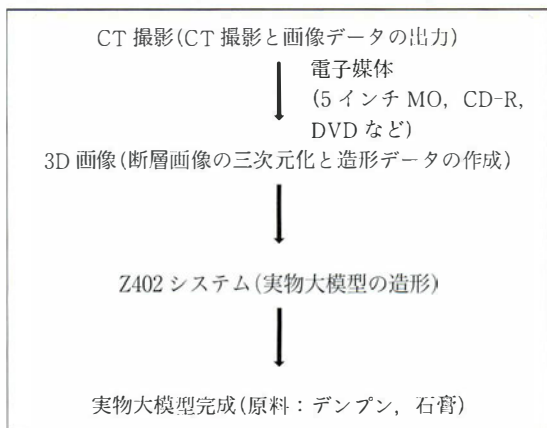


表 2. 三次元構築モデルの長所・短所

<p>長所: 骨頭・骨盤の正確な形状の把握が可能 実際に加工でき, 詳細にわたる骨切りの計画立案が可能 スクリュー, プレートの刺入方向や至適サイズの把握が容易</p> <p>短所: 保険請求が不可能(コストがかかる) 緊急時の対応が困難(モデル作製まで 1 週間かかる)</p>
--

内の場合には in situ pinning のみでも日常生活に大きな支障はないものと考えている。しかし, 60° を超えるすべりの場合は, Drehmann 徴候が改善されず変形性股関節症のリスクも増加するため, in situ pinning 後に骨切り術が必要と考えている。骨切り術には Dunn の頸部骨切り術¹⁾, 三次元骨切り術³⁾, 大腿骨頭回転骨切り術⁴⁾, 転子下大腿骨屈曲骨切り術²⁾などがある。

我々は, 大腿骨骨切り術を行う場合, 関節外操作の方が骨頭の血流障害の問題が少ないと考えている。そのなかでも手技が容易で, 成績が安定している転子下大腿骨骨切り術を選択している。本症において骨端核のすべる方向は後方であり, 転子下大腿骨屈曲骨切り術を行うことにより, 後方にすべった骨端核を荷重面に戻すことができる。我々は転子下大腿骨屈曲骨切り術を骨切り術の第

一選択としている。

ただ, 骨切り術後の股関節の形態を術前に正確に把握することはなかなか難しい。そこで我々は三次元 CT 画像より, 実物大の骨頭の模型を作製することにより骨切り術の方向, 使用するプレート類などをシミュレーションすることを試みた。

三次元構築モデル(実物大模型)はまずヘリカル CT を撮影し画像データの出力を行う。CT データをもとに, 断層画像の三次元化と造形データの作成を行う。次に Z402 システムにより実物大模型の造形を行い, デンプンや石膏を原料とした実物大の骨頭模型が完成する⁶⁾(表 1)。これらの模型は骨と同様に切除したり, スクリュー挿入などが可能なため, 使用するプレート, スクリューの選択が容易であり, 骨切り部位, 骨切り量, およびスクリュー挿入の方向も事前に把握でき, 安全に手術を行うことができる。また手術中は術前のシミュレーションに沿って進めていけばよいため手術時間の短縮にもつながる。

短所としては保険請求が不可能なためコストが

かかる，モデル作製まで1週間を要するため緊急時の対応が困難である，などが挙げられる(表2)。

骨の三次元構築モデルは，形成外科，脳外科領域の頭蓋骨の再建のために多く使われている。整形外科領域でも脊椎外科の分野で使われている。今後の展望としては，整形外科領域の股関節外科における骨切り術(大腿骨，骨盤)の術前計画や人工股関節再置換術の際の臼蓋骨欠損の把握，さらには骨欠損と同サイズの人工骨を作成することにより，人工股関節再置換術も容易になる可能性がある。

まとめ

1) 高度の大腿骨頭すべり症例に対し，ヘリカルCTより大腿骨の三次元構築モデルを作成し，大腿骨骨切り術の術前計画を立て，治療を行った症例を経験した。

2) 三次元構築モデルを切除したり，スクリュー挿入などが可能なため，使用するプレート，スクリューの選択が容易であり，骨切り部位，骨切り量，およびスクリュー挿入の方向も事前に把握でき，安全に手術を行うことができた。

3) 骨切り術以外の股関節外科領域の様々な手術に対しても，有用と思われた。

文献

- 1) Dunn DM, Angel JC : Replacement of the femoral head by open operation in severe adolescent slipping of the upper femoral epiphysis. J Bone Joint Surg 60-B : 394-403, 1978.
- 2) Kamegaya M et al : Preoperative assessment for intertrochanteric femoral osteotomies in severe chronic slipped capital femoral epiphysis using computed tomography. J Pediatric Orthop B 14 : 71-78, 2005.
- 3) Southwick WO : Osteotomy through the lesser trochanter for slipped capital femoral epiphysis. J Bone Joint Surg 49-A : 807-835, 1967.
- 4) Sugioka Y : Results and indications for trans-trochanteric rotational osteotomy in treatment of idiopathic and steroid induced femoral head necrosis, Perthes' disease, slipped capital femoral epiphysis and osteoarthritis of the hip. Clin Orthop 184 : 12-23, 1984.
- 5) 飯田 哲ほか：大腿骨頭すべり症の治療成績—成長終了後のX線学的検討—。日小整会誌 7 : 143-150, 1998.
- 6) 小川哲朗ほか：水酸アパタイトとセラミック人工骨の材料設計と臨床応用。セラミックス 38 : 51-54, 2003.

Abstract

Using a 3D-CT Model for Pre-Osteotomy Assessment in Severe Slipped Capital Femoral Epiphysis

Koichiro Takeda, M. D., et al.

Fukushima Rehabilitation Center for Children

We report the use of a model for pre-osteotomy assessment in severe slipped capital femoral epiphysis. The life-size model was constructed using 3D-CT. It was used for preoperative assessment for intertrochanteric femoral osteotomy. In particular the model allowed accurate preoperative assessment of the femoral head and pelvis, to determine the feasibility and optimum size needed of screws and plate. The model construction required one week duration, and so is unsuitable for emergency cases. However, we expect future increase in the use of such actual models for preoperative assessment in cases of bone defects and the acetabulum prior to revision THA.