大腿骨頭切り症に対する骨立体モデルの応用

大分医科大学整形外科

多田 勝弘・矢野 寛一

井上 敏・真角 昭吾

別府発達医療センター

中村 英次郎

Slipped Capital Femoral Epiphysis Treated with Laser Lithography Models —Report of Two Cases—

by

Katsuhiro Tada, Hirokazu Yano, Satoshi Inoue
and Shogo Masumi

Department of Orthopedic Surgery, Oita Medical University

Eijiro Nakamura

Beppu Medical Center

When treating the slipped capital femoral epiphysis, it is important to evaluate the head-shaft angle and the direction of the slipped femoral head. We have made laser lithography models of the slipped capital femoral epiphysis to recognize the exact shape of the hip joint. In this report we demonstrate using two cases the advantage of using this method in the treatment of this disease.

Case 1: Y.O., an eleven-year-old boy with a chronic slipped capital femoral epiphysis. His head shaft angle was 55-degrees. We employed transtrochanteric rotational osteotomy of the femoral head.

Case 2: an eleven-year-old boy with an acute episode of this disease. His head-shaft angle was 30-degrees after traction. The epiphysis was fixed with two cannulated pins.

We demonstrated the advantage of this method in performing an osteotomy or in situ pinning. When carrying out an osteotomy, we could decide the degree of rotation and direction by using the laser lithography models. This method was useful when carrying out in situ pinning because it allowed us to evaluate the position and direction of pins.

Key words : slipped capital femoral epiphysis (大腿骨頭切り症), laser lithographic model of bone (骨立体モデル)

はじめに

三次元 CT 画像は、形成外科をはじめ、各科の手術支援に利用され¹⁾、その有用性が広く認められている。また、最近では、三次元 CT 画像データに基づき三次元立体モデルの作製も可能になり、治療に応用されている^{2,3)}。整形外科領域でも変形性股関節症の高度変形

例に対して、1993 年泉田らにより⁴⁾、寛骨臼回転骨切り手術に応用されたのをはじめ、その有用性が着目され始めている。今回、我々は大腿骨頭切り症の 2 例に対して、術前に三次元立体モデルを作製し、手術計画に利用した。

大腿骨頭切り症は、発症の状況、骨頭の可動性、切りの程度、などの因子によりその治療法が選択され

る⁴⁾。高度の慢性期型の沁り症に対しては、骨頭の臼蓋に対する適合性の回復のために、骨頭位矯正手術が行われる。我々は中等度から高度の慢性型の沁り症に対しては大腿骨頭前方回転骨切り術を行っているが、その回転角度の決定、骨切り部位の決定に骨立体モデルを利用した。また、急性型の沁り症に対しては、in situ pinning がよく適応となるが、ピン刺入方向やその長さの決定には、大腿骨頭壊死や、急性軟骨壊死などの合併症を避けるためにも慎重を要する。骨立体モデルは、in situ pinning にも有用である。

骨立体モデルの作製原理

骨立体モデルの作製は、データ収集、画像処理、モデル作製の三つに大別できるが⁵⁾、データ収集から画像処理までは、従来の三次元 CT と同様である。2～3 mm のスライスで撮影した二次元 CT 画像を三次元化後、閾値処理をし、骨領域を描出する。この三次元のデータを、(株)デーメックのソリッドクリエイションシステムに利用することにより作製している。光硬化性樹脂は、初期状態が液体の樹脂である。これに、レーザー光により、紫外線を照射すると、瞬時に縮重合を開始し、硬化して固体となる。この樹脂に、

三次元 CT データより得られる断面データ通りに、レーザー光を走査して実体モデルを作製する。底面より作製して、積層することにより完成させる。

この方法は、光造形法（レーザーリソグラフィ）と呼ばれ、その優れた点は、中空形状やオーバーハング形状を簡単に作製できることである。複雑な内部形状が重要な診断情報を有する医療目的のモデリングに最適の方法である⁶⁾。

症 例

症例 1, 11 歳 男性 平成 5 年 5 月頃より右下腿痛出現する。近医受診するも、経過観察していた。平成 6 年 6 月 8 日誘因なく右股関節痛が出現したため再度近医受診するも、診断されず、6 月 15 日痛みが増強したため再度受診して大腿骨頭沁り症と診断され、当科紹介入院となる。入院時身長 165cm、体重 67kg で肥満傾向を認めた。股関節前面に圧痛を認め、Drehman 徴候を認めた。可動域は屈曲 110 度、外転 25 度、内転 15 度、外旋 20 度、内旋 0 度であった。臨床検査所見では、一般検査では特に異常は認められなかった。内分泌検査においては、血中 GH 1.5ng/ml と軽度高値を示したが、尿中ソマトメジン 420ng/ml と正

図 1 症例 1 右股関節単純 X 線像 大腿骨頭は後方へ沁り、その後方傾斜角は 55 度である。

常範囲内であった。単純 X 線像では右股関節は、後方に迂っており、90 度屈曲、45 度外転での側面像では、posterior tilting angle は 55 度であった (図 1)。直達牽引を行うも骨頭の可動性はなく、以上より慢性

型の右大腿骨頭迂り症と診断した。術前骨立体モデルを作製して (図 2a, b), 大腿骨頭前方回転骨切り術の予定で、術前あらかじめ予定する骨切り位置を決め、70 度の回転で骨頭の求心位が得られることを確認し

図 2 三次元骨立体モデルを示す。(a) 正面像 (b) 外側より迂りの状態を示す。
(c) 大腿骨頭前方回転骨切り術前にあらかじめ予定骨切り線を決め回転角度を決める。内反の必要性、KRAMER 手術の併用の必要を吟味する。

図 3 術後単純 X 線像 骨頭は白蓋に対して、求心位をとり側面像では、後方への迂りはほぼ矯正されている。

図4 症例2 単純X線像 直達牽引後の正面像及び側面像である。後方傾斜角は30度であった。

図5 症例2 術後単純X線像 正面像及び側面像 骨頭はまだ可動性があったので誘導孔付螺子2本でピン固定した。

た(図2c)。平成6年7月19日手術を行った(図3)。術後2週間の介達牽引を行い、4週目より座位訓練、8週目より部分過重を開始した。現在両松葉杖歩行中である。

症例2, 11歳 男性 平成6年4月28日ハードル走をしていて、転倒しそうになり、左股関節を捻挫した。直後より左股関節痛出現したが、徐々に軽快したためそのままにしていた。平成6年5月5日より痛み

増強したため、近医受診して、大腿骨頭こり症と診断され当科紹介される。入院時身長157.5cm 体重66kgと肥満傾向であった。臨床検査所見では、一般検査、内分泌検査ともに異常は認められなかった。入院後、直達牽引を行い単純X線側面像で、posterior tilt angleが牽引前45度であったが、30度となったため(図4) in situ pinningの適応と判断した。術前骨立体モデルを作製して、ピン刺入位置及びその方向を

確認した。平成6年6月6日 in situ pinning を行った(図5)。術後2kgで介達牽引を行った。術後2週目より車イス移動を許可し、術後1カ月後より部分荷重を開始した。現在松葉杖歩行中である。

考 察

X線CTやMRIなどの新しい画像診断法が登場し、診断学は大きく変貌している。これらの画像情報を一つの三次元の位置情報として統合することは診断学の第一歩であるが、医師の経験と想像力を駆使して行っているのが現状である。最近のパーソナル・コンピュータの進歩により、CT画像から三次元CT画像を作製して、手術のシュミレーションを行い、その有用性が評価され、多くの施設で応用されている^{1,3,5)}。しかし、三次元画像は、ディスプレイ画面上の画像であり、その奥行きが把握が難しい等の欠点を持っている。そこで、X線CT像から、光造形法(レーザーリソグラフ)を用いて三次元立体モデルを作製し、外科手術計画に応用する研究が、1989年に中井ら⁵⁾により始められ、以後、形成外科を中心に積極的にその研究が進められている。整形外科領域でも、泉田ら¹⁾により1993年変形性股関節症に対する寛骨臼回転骨切り術の術前プランニングに応用し、骨立体モデルの有用性が認められ始めている。

大腿骨頭迂り症は、比較的稀な疾患であるが、その迂りの程度、骨頭の可動性、発症型などにより、様々な治療法が選択される。一般的には、慢性型の軽度迂り症(迂り角30度以内)では、in situ pinning法が選択されているが、骨頭のremodelingを強調する人は迂り角60度までをその適応としている⁶⁾。我々も40度程度までの迂りに対しては、in situ pinningを行っている。45度以上の中等度あるいは高度の迂りに対しては、大腿骨前方回転骨切り術を適応としている。一方大腿骨頭迂り症は、小児期の疾患であるため、その合併症である大腿骨頭壊死症、急性軟骨壊死、関節面の不適合による二次性の変形性股関節症が、一度発症すればその予後は不良である。比較的合併症の少ないとされるin situ pinningでも、patrickら⁷⁾によれば、骨頭が後方に迂っているためピンを骨頭の中心部に刺入しようとすれば、頸部後面の、内側大腿回旋動脈やその分枝である後支帯動脈を損傷する可能性があるとして述べている。またピンの刺入方向の悪さや

その長さが、過ぎるために骨頭穿孔を起こせば、軟骨壊死の危険性が増すこともよく知られている。大腿骨前方回転骨切り術では、骨頭の正確な迂り角度の評価を行い、関節面を適合させることが重要であるが、単純X線像より計測された後方迂り角には、かなり誤差があると言われる⁹⁾。また骨切りに際して、70度以上の迂りでは回転後骨頭のみが過度の外反位をとる欠点がある。そのため杉岡らは¹⁰⁾、Kramerの変法と前方回転骨切り術を併用している。以上の様な問題点に対して我々は、骨立体モデルを術前に作製することにより、1)術前の迂りの程度の正確な把握、2)in situ pinning時の安全かつ有効なピン刺入部位及び方向の決定、3)大腿骨前方回転骨切り術時に、十分な関節適合性の得られる回転角度の決定、及びKramer手術の必要性の有無などを検討している。

今後の問題点として、骨立体モデルの作製期間が長いこと(3週間程度)、作製費用の問題、軟骨部分の再現性が悪いことなど、いくつかあげられるが、今後のさらなる基礎及び臨床面での研究が進めば、解決されていくものと思われる。

ま と め

①大腿骨頭迂り症の2例に対して術前骨立体モデルを作製して、術前プランニングに利用した。

②in situ pinning例では、ピン刺入方向、刺入位置の確認に有効であった。

③大腿骨頸部前方回転骨切り術では、回転角度の決定、関節適合性の確認に有効であった。

参 考 文 献

- 1) 泉田良一：紫外線硬化樹脂モデルを用いて術前プランニングを行った寛骨臼回転骨切り手術(RAO)の1例。関節外科, 12(3): 223-230, 1993.
- 2) 木原朝彦：コンピュータグラフィックスを応用した手術計画用実体モデル作成システム。東芝レビュー, 47(12): 918-921, 1992.
- 3) 小林正弘ら：光硬化性樹脂による頭蓋、顔面骨模型の作製と手術シュミレーションへの応用。慶応医学, 68(6): 783-794, 1991.
- 4) 真角昭吾：特集-大腿骨頭迂り症-その成因、診断、治療-治療法とその選択。関節外科, 8(11): 1627-1634, 1989.
- 5) 中井 孝ら：CT画像に基づく3次元樹脂モデルの作製。情報処理学会論文誌, 30(11): 1441-1449, 1989.
- 6) Obrien, C.E.T. et al.: Remodeling of the femoral

- neck after in situ pinning for slipped capital femoral epiphysis. J. Bone Joint Surg., 59-A : 63-68, 1977.
- 7) Patrick, M.R. et al: Hazard of internal fixation in the treatment of slipped capital femoral epiphysis. J. Bone Joint Surg., 72-A(10) : 1500-1509, 1990.
- 8) 櫻井 淳ら : 3次元 CT の臨床応用について. 形成外科, 32(4) : 387-392, 1989.
- 9) 佐藤雅人ら : 特集—大腿骨こり症—その成因, 診断, 治療—大腿骨頭こり症の画像診断. 関節外科, 8(11) : 1619-1625, 1989.
- 10) 杉岡洋一ら : 大腿骨頭こり症に対する大腿骨頭前方回転骨切り術. 日整会誌, 63(2) : s36, 1989.
- ~~~~~