

術前の骨片整復シミュレーションが有効であった肘関節脱臼骨折の1例

塩出 亮哉¹ 片岡 利行¹ 栗山 幸治¹
 上杉 彩子¹ 村瀬 剛²
¹ 星ヶ丘医療センター

² 大阪大学大学院医学系研究科器管制御外科学

Preoperative Simulation of Reduction for Elbow Fracture Dislocation; A Case Report

Ryoya Shiode¹ Toshiyuki Kataoka¹ Kohji Kuriyama¹ Ayako Uesugi¹ Tsuyoshi Murase²

¹Department of Orthopaedic Surgery, Hoshigaoka Medical Center

²Department of Orthopaedic Surgery, Osaka University Graduate School of Medicine

骨折治療に computer によるシミュレーションを応用した報告は変形治療骨折に対する矯正骨切り術が主であり、新鮮骨折例に対する報告は少ない。術前整復シミュレーションが有用であった肘関節脱臼骨折の1例を報告する。

症例は17歳男性、肘関節脱臼骨折：橈骨頭骨折+鉤状突起粉碎骨折で、肘頭窩に骨片が存在した。術前CTから3Dモデルを作成し、健側鏡像を目標とした整復シミュレーションを行った。鉤状突起周囲の骨片のみでは整復が不十分で、肘頭窩に存在した骨片をあわせて良好な整復となることを術前に確認できた。手術は術前のシミュレーション通りに骨片を整復し固定した。

通常の3DCTのみでは肘頭窩の骨片が鉤状突起からきたものであることを判断するのが難しいが、本症例では整復シミュレーションにより鉤状突起の整復には肘頭窩の骨片が必要であることを術前に確認できて、実際の整復が比較的スムーズに行えた。

【緒言】

骨折治療に対して computer を用いたシミュレーションを応用した報告は変形治療骨折に対する矯正骨切り術が主¹⁻⁶⁾であり、新鮮骨折例に対する報告^{7,8)}は少ない。今回われわれは術前整復シミュレーションが有用であった肘関節脱臼骨折の1例を経験したので報告する。

【症例】

17歳男性で、主訴は左肘痛である。バスケットボールのゴールにぶら下がった状態から墜落して受傷し、近医で左肘関節脱臼骨折と診断された。脱臼整復後、手術目的で紹介となった。来院時の身体所見では、左肘の著明な腫脹、疼痛を認めたが、神経障害・循環障害は認めなかった。来院時のX線、Computer tomography (以下CT) 検査で鉤状突起は粉碎骨折であり、O'Driscoll分類⁹⁾ Anteromedial型 subtype 3であった。橈骨頭骨折はMason分類¹⁰⁾ III型であった。また肘頭窩に小骨片を認めた(図1)。肘関節後方には骨折を認めず、肘頭窩の骨片の由来が分からなかったため、3次元骨モデル作成ソフトウェア (Bone Viewer®, ORTHREE, 大阪) を用いて、来院時のCT撮影によるDICOMデータにより尺骨と骨折骨片の3Dモデルを作成した。続いて手術シミュレーションソフトウェア (Bone Simulator®, ORTHREE, 大阪) を用いて、computer上で健側鏡像を目標とした術前

の整復シミュレーションを行った。鉤状突起付近の骨片(骨片②, ③)だけでは骨欠損部が生じ(図2 a,b,c), 肘頭窩に存在した骨片(骨片①)を合わせることで骨欠損部が充填される(図2d)ことが確認できた。

手術は後方正中切開で行い、まず外側をKocher approachで展開した。橈骨頭の落ち込んだ関節面を持ち上げ、生じた欠損部に楔状の人工骨(ネオボーン®, MMT, 大阪)を移植し、関節面はヘッドレススクリュー(DTJ mini screw®, MEIRA社, 愛知)3本を用いて固定した。また外側側副靭帯、伸筋群が上腕骨側で断裂していたのでそれらをスーチャーアンカーを用いて修復した。内側は尺骨神経を同定、保護した後、肘頭窩に存在した骨片(骨片①)を摘出した。鉤状突起内側には尺側手根屈筋をスプリットして侵入した。内側側副靭帯が付着した骨片(骨片③)の母床にスーチャーアンカーを打ち込み、骨片に穴をあけ、骨片ごと内側側副靭帯を修復した(図3 a,b,c)。鉤状突起前方骨片(骨片②)には円回内筋を上腕骨から一旦切離して侵入した。肘頭窩から摘出した骨片(骨片①)を吸収ピンで固定し、鉤状突起前方の骨片ごとプレート(A.L.P.S. Coronoid Plate®, BIOMET社, 東京)を用いて固定した(図3 d,e, 図4)。後療法は術後1週間外固定の後、可動域訓練を開始した。

術後3か月のCT検査では術前のシミュレーション(図5b)の通り、関節面を含めて整復良好であっ

Key words : preoperative simulation (術前シミュレーション), coronoid process (鉤状突起), elbow fracture dislocation (肘関節脱臼骨折)

Address for reprints : Ryoya Shiode, Department of Orthopaedic Surgery, Hoshigaoka Medical Center, 4-8-1 Hoshigaoka, Hirakata, Osaka 573-8511 Japan

た (図 5 c,d). 術後 13 か月の観察時, 軽度の関節症性変化を認めるが骨癒合が得られており (図 6), 疼痛・不安定性なく, 可動域は屈曲 128°, 伸展

- 10°, 回内 80°, 回外 90° で, 全国レベルで水泳競技に復帰している.



図 1 術前 X 線および CT
a: 術前 X 線正面像 b: 術前 X 線側面像
c,d: 術前 CT

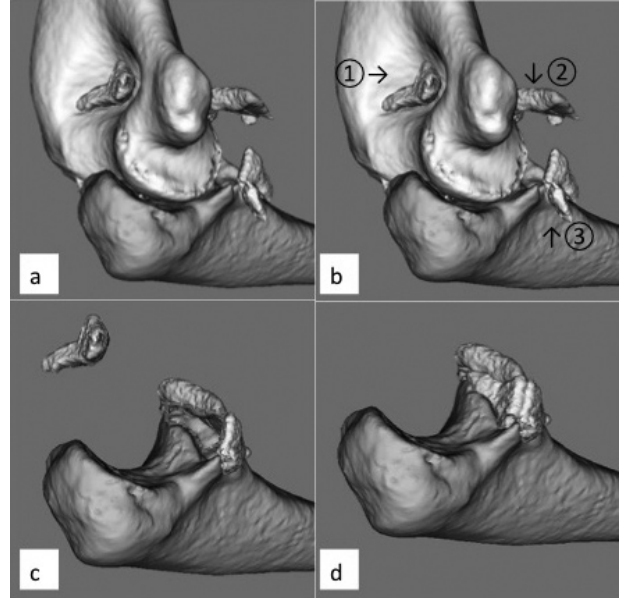


図 2 Computer による術前の整復シミュレーション
a: 3D モデルを作成
b: ①肘頭窩の骨片 ②関節包の付着した骨片
③内側側副靭帯の付着した骨片
c: 鈎状突起周囲の骨片のみ (②と③) で整復すると骨欠損部 (点線で囲われた領域) が出現
d: 骨片①により完全整復

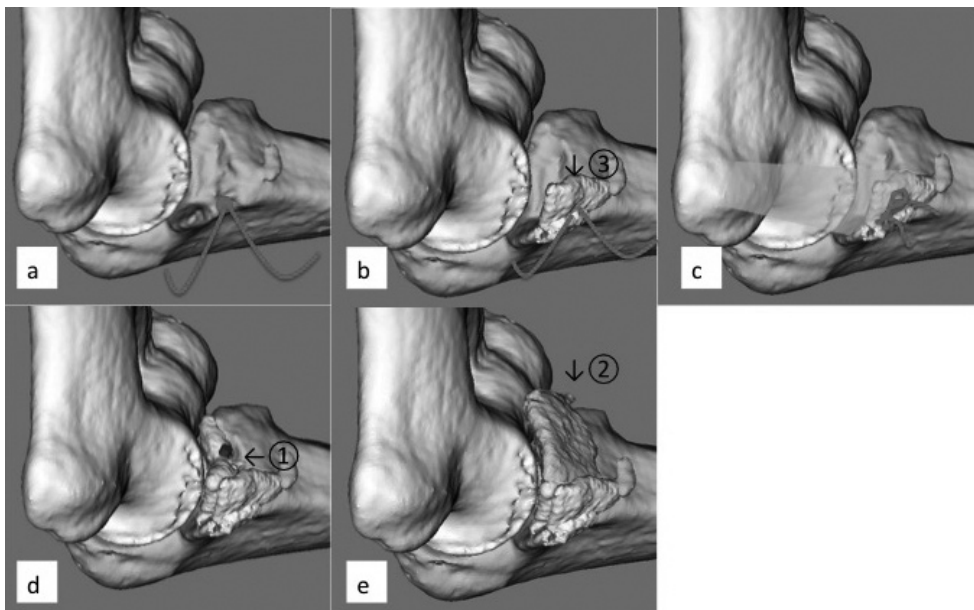


図 3 鈎状突起骨折の整復
a: 母床にスーチャーアンカー b: 骨片③に糸を通した. c: 内側側副靭帯ごと骨片③を固定
d: 骨片①を吸収ピンで固定 e: 骨片②を整復しプレートで固定

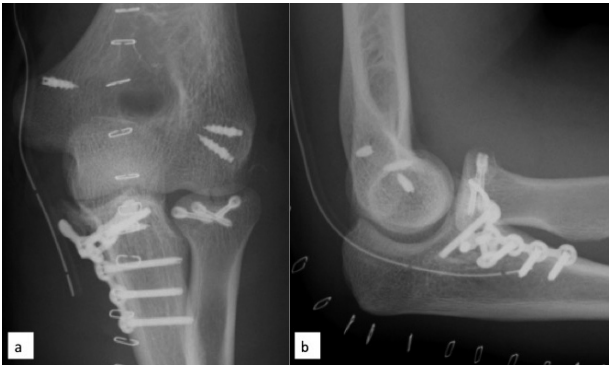


図4 術後 X 線
a: 正面像 b: 側面像

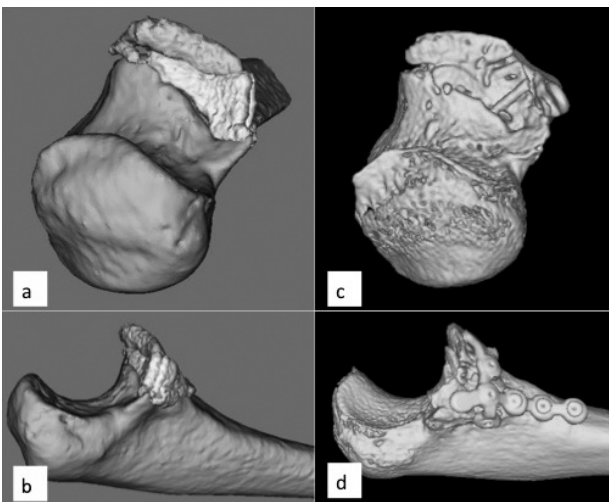


図5 術前シミュレーションと術後3か月のCTの比較
a: 術前シミュレーションにおける関節面
b: 術前シミュレーションにおける鉤状突起骨折の整復位
c: 術後3か月のCTにおける関節面
d: 術後3か月のCTにおける鉤状突起骨折の整復位



図6 術後13か月のX線
a: 正面像 b: 側面像

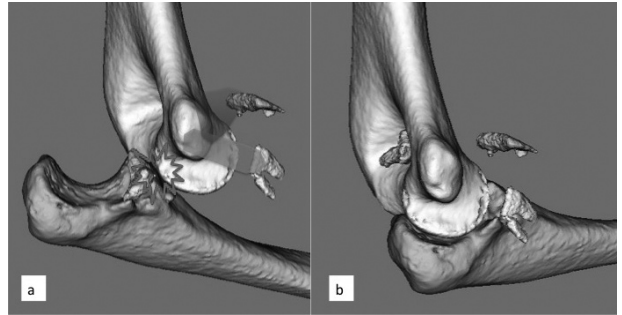


図7 肘頭窩に骨片が存在することになったメカニズムの考察
a: 脱臼時に関節包と内側側副靭帯の付着した骨片は前方に残存
b: 整復時肘頭窩に骨片が残存

【考 察】

本症例では新鮮骨折に対して術前に computer による整復シミュレーションを行った。Computer 上で行う整復シミュレーションでは、骨折部の状態を様々な方向からみることができるだけでなく、それぞれの骨片を自在に動かすことができる。このために骨片の整復の方向や順番を術前に想定しておくことが可能である。今回の整復シミュレーションでは、鉤状突起骨折部周囲の骨片のみでは完全整復が得られず、肘頭窩に存在した骨片を加えて初めて完全整復が得られることが術前に確認できた。このため、母床から離れた肘頭窩に存在した骨片を迷いなく摘出し、術前にシミュレーションしていた順番で整復し、スムーズに手術を行うことが可能であった。

肘頭窩に骨片が存在することとなったメカニズムとしては、脱臼した際に関節包の付着した骨片と内側側副靭帯が付着した骨片は前方に残存し(図7a)、脱臼が整復される際にかろうじて連続性があった骨片が遊離骨片として肘頭窩に残存することとなった(図7b)と推察している。

骨折治療に対して computer を用いたシミュレーションの報告としては陳旧例、変形治癒骨折に対する矯正骨切りの報告は多数ある¹⁻⁶⁾が、新鮮例に関しては眼窩底骨折や骨盤骨折に対してインプラントの prebending に有効であったという報告程度^{7,8)}で、数は少ない。特に今回のような整復シミュレーションの報告は渉獵しえた限りでは認めなかった。陳旧例と比べて新鮮例に対するシミュレーションの報告が少ない理由としては、新鮮骨折では医療機関を受診してから手術に至るまでの期間が短いことや、骨折形態によってはシミュレーションがあまり有用とも言えない場合もあることなどが考えられる。確かに開放骨折などでは時間的制約のためにシミュレーションが困難であるが、今回要した時間がおよそ1時間であったことを考慮すると、多くの新鮮骨折では整復シミュレーションが可能であると思われる。

単純な骨折やあまり大きく転位していない骨折などでは、術中に容易に整復できるため、要する時間と労力を考慮して必要ないが、術前の通常の3DCT像で整復のイメージがつきにくいケースでは新鮮骨折でもシミュレーションが有用になると考えられる。なお扱う骨片の大きさとしては内固定材で固定できる程度の大きさの骨片とし、数に制限はないが、粉碎しすぎていて整復の指標となるものがなくなれば整復シミュレーション自体が困難となる。

【結 語】

術前の3Dモデルによる整復シミュレーションが有用であった鉤状突起の粉碎骨折を伴う肘関節脱臼骨折の1例を経験した。

【文 献】

- 1) Murase T, Oka K, Moritomo H, et al : Three-dimensional corrective osteotomy of malunited fractures of the upper extremity with use of a computer simulation system. J Bone Joint Surg Am. 2008 ; 90 : 2375-89.
- 2) Miyake J, Murase T, Oka K, et al : Computer-assisted corrective osteotomy for malunited diaphyseal forearm fractures. J Bone Joint Surg Am. 2012 ; 94 : 1501-11.
- 3) Oka K, Murase T, Moritomo H, et al : Corrective osteotomy for malunited both bones fractures of the forearm with radial head dislocations using a custom-made surgical guide: two case reports. J Shoulder Elbow Surg. 2012 ; 21 : e1-8.
- 4) Schweizer A, Frnstahl P, Harders M, et al : Complex radius shaft malunion: osteotomy with computer-assisted planning. Hand (N Y) . 2010 ; 5 : 171-8.
- 5) Dobbe JG, Pr KJ, Kloen P, et al : Computer-assisted and patient-specific 3-D planning and evaluation of a single-cut rotational osteotomy for complex long-bone deformities. Med Biol Eng Comput. 2011 ; 49 : 1363-70.
- 6) Tricot M, Duy KT, Docquier PL. : 3D-corrective osteotomy using surgical guides for posttraumatic distal humeral deformity. Acta Orthop Belg. 2012 ; 78 : 538-42.
- 7) Kozakiewicz M1, Elgalal M, Loba P, et al : Clinical application of 3D pre-bent titanium implants for orbital floor fractures. J Craniomaxillofac Surg. 2009 ; 37 : 229-34.
- 8) 中原龍一, 野田知之, 島村安則ほか : 骨折治療への三次元実態模型の応用 骨折. 2011 ; 33 : 738-42.
- 9) O'Driscoll SW, Jupiter JB, Cohen MS, et al : Difficult elbow fractures: pearls and pitfalls. Instr Course Lect 2003 ; 52 : 113-34.
- 10) Mason ML. : Some observations on fractures of the head of the radius with a review of one hundred cases. Br J Surg. 1954 ; 42 : 123-32.