

ソルター骨盤骨切り術はどれくらい骨片が移動しているのか？ — 3次元MRI解析を用いた解析—

吉田清志¹⁾・浜野大輔²⁾・吉川秀樹¹⁾・菅本一臣³⁾

1)大阪大学医学部 整形外科

2)大阪母子医療センター 整形外科

3)大阪大学医学部 整形外科 運動器バイオマテリアル学

要旨 【目的】3次元MRI解析を用いてソルター骨盤骨切り術の矯正効果を検証した。【方法】ソルター骨盤骨切り術を施行した3名の片側発育性股関節形成不全患者を対象とした。手術前後に撮影した両側股関節単純MRIから3次元骨モデルを作成し寛骨臼形態評価を行った。【結果】骨片の移動による外側被覆は平均11.6°(9.6~13.9°), 前方被覆は平均12.5°(1.6~20.6°)改善していた。手術後の患健側の比較では外側被覆は患側で平均2°(-2.6~4.7°), 前方被覆は平均3°(-4.1~7.7°)大きくなっていた。術前の前方被覆の不良な症例では術後やや被覆不足を呈し, 術前に前方被覆が良好な症例では術後にやや過剰被覆となっていた。【結論】ソルター骨盤骨切り術の手術前後の被覆変化を調査した。特に前方被覆でばらつきを認め, 今後より精度の高い手術計画が必要であると考えられる。

序 文

股関節脱臼を伴う発育性股関節形成不全(Developmental Dysplasia of the Hip: 以下, DDH)患者の一部は, 幼児期に寛骨臼形成不全を呈すると報告されている²⁾。幼児期の寛骨臼形成不全に対するソルター骨盤骨切り術を代表とする骨切り手術が行われ, 良好な成績が報告されている³⁾⁷⁾。一方で, 手術前後の治療効果判定は主に両股関節正面単純X線で行われている。手術後は術前と骨盤輪も変形しており, 正面像では前後方向の寛骨臼の被覆変化の評価ができない。そのため, 我々は3次元MRIを用いた骨切り術による骨片移動に関して詳細に検討したので報告する。

対象・方法

ソルター骨盤骨切り術を施行した片側のDDH患者3名(男児1例, 女児2例)を対象とした。2例は生後9か月に股関節脱臼を認め開排位持続牽引整復法¹⁾にて脱臼整復され, 以降追加治療は行われていない。1例は4歳時に股関節脱臼が判明し, 観血的脱臼整復術と同時にソルター骨盤骨切り術を施行した。手術前および抜釘後に撮影した両側股関節単純MRI(SIEMENS社, 1.5テスラ)を本研究では利用した。T1強調画像冠状断のDICOMデータを3次元画像解析システム(富士フイルム社, SYNAPSE VINCENT)を用いて骨盤の骨成分を抽出して骨盤の3次元骨モデルを作成した(図1)。

骨モデルを独自開発ソフトで3次元評価を行っ

Key words : developmental dysplasia of the hip(発育性股関節形成不全), salter pelvic osteotomy(ソルター骨盤骨切り術), three-dimensional MRI(3次元MRI)

連絡先 : 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-2 大阪大学医学部 整形外科 吉田清志 電話(06)6879-3552

受付日 : 2019年1月31日

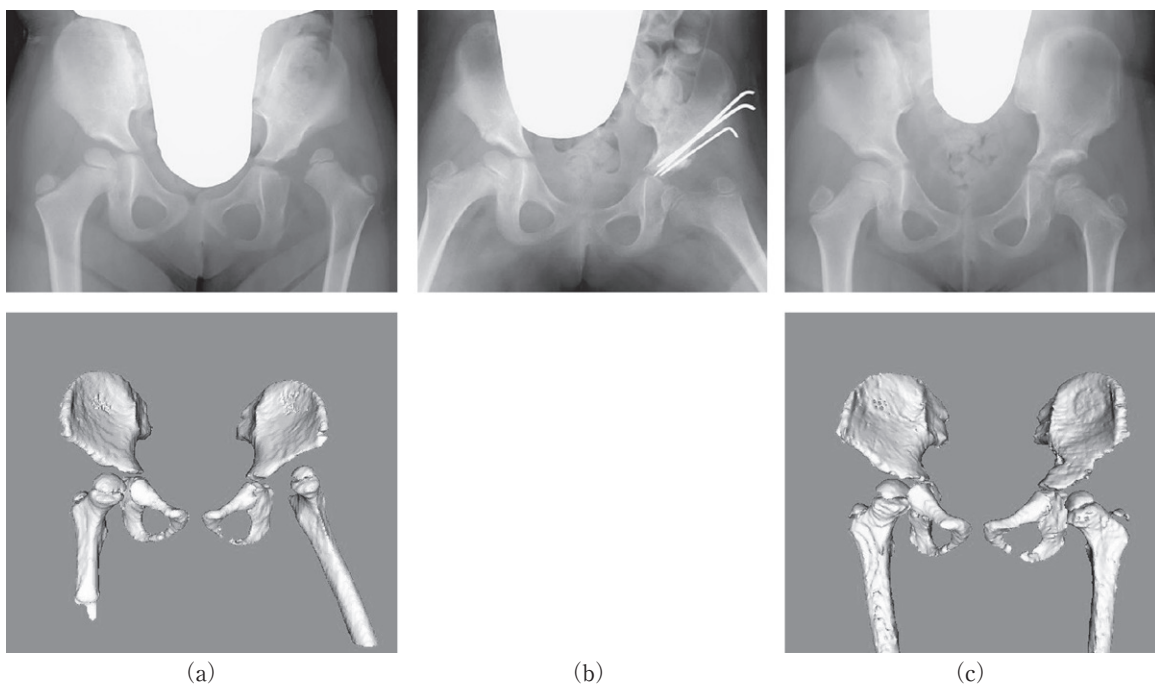


図1. 寛骨臼の外側被服角
 (a) 手術前
 (b) 手術後
 (c) 抜釘後

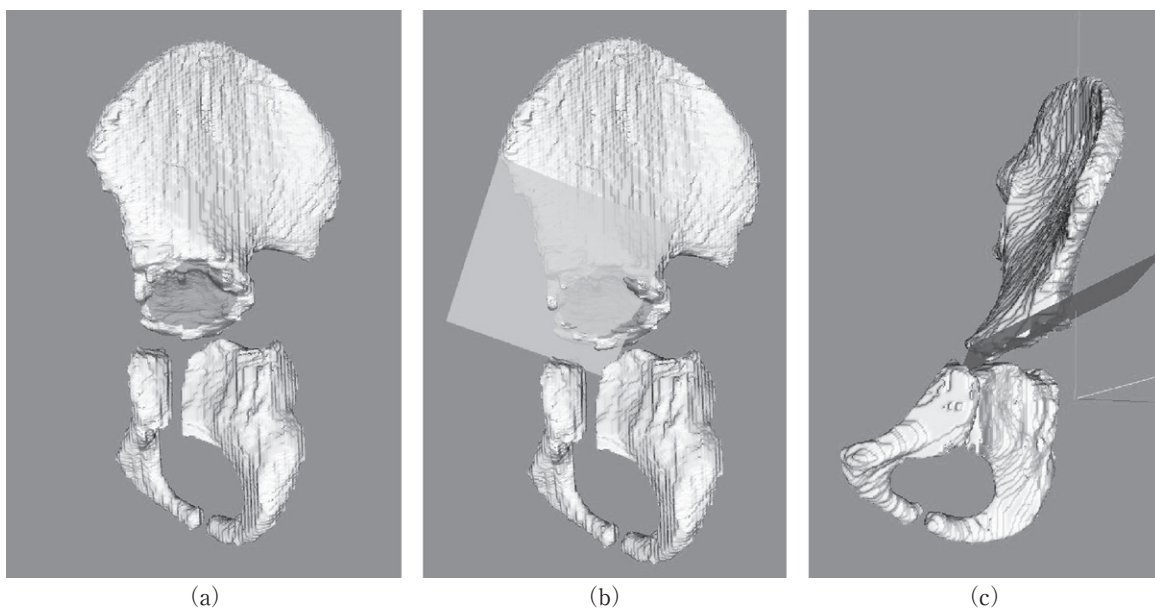


図2. 寛骨臼の外側被覆角の計測方法
 (a) 寛骨臼の関節面の抽出
 (b) 関節面の近似平面作成
 (c) 骨盤座標軸と近似平面

た. 具体的には術前骨モデルから健側, 患側の外側被覆角および前方被覆角を計測した. 外側被覆

角は寛骨臼の関節面を抽出して(図2(a))近似平面を作成して(図2(b)), 作成した近似平面とZ

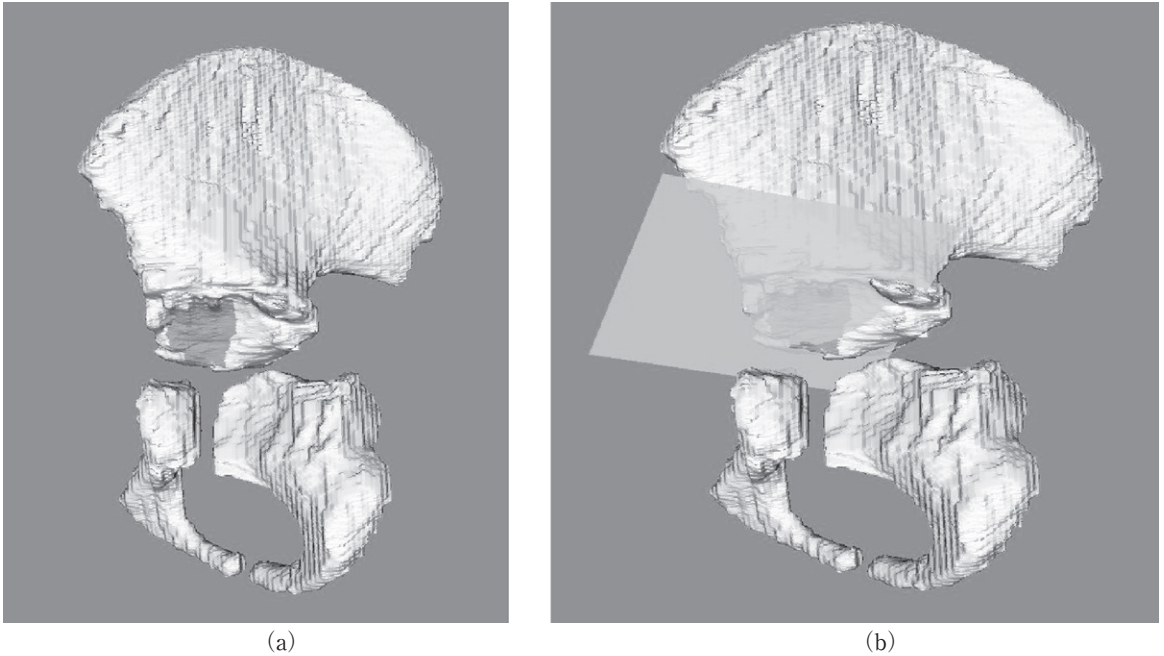


図3. 前方被覆角の計測方法
(a) 寛骨臼の前方半分の関節面の抽出
(b) 前方関節面の近似平面作成

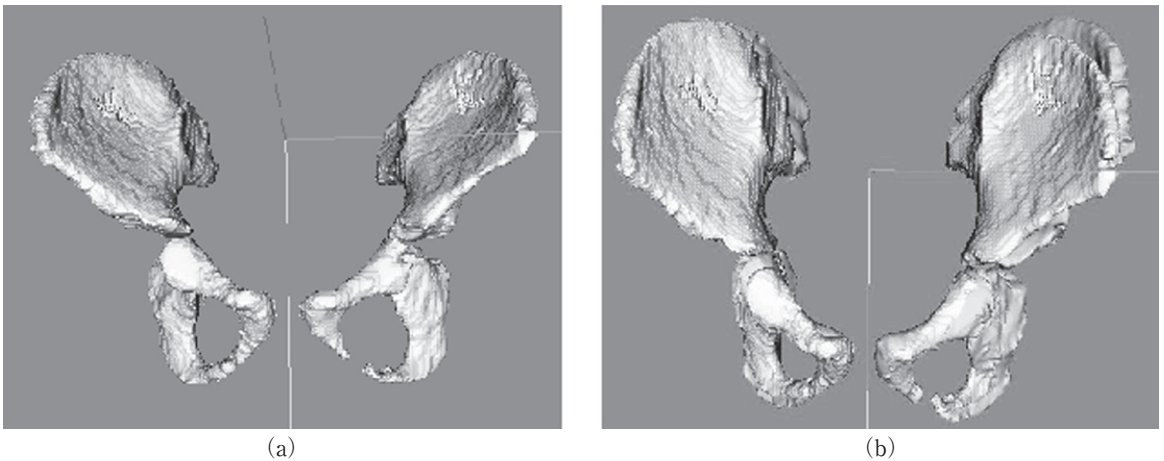


図4. 骨盤座標軸，手術前後モデル合わせ
(a) 骨盤座標軸
(b) 手術前後の骨モデル恥骨合わせ

軸(骨盤水平軸)との成す角度を測定した(図2(c)). 前方被覆角は寛骨臼の関節面の前方半部分を抽出(図3(a)), 近似平面を作成して(図3(b))Y軸(骨盤長軸)との成す角度を測定した(図2(b)). 次に手術前後の骨盤変化の評価として, 術後骨モデルを術前骨モデルの患側恥骨に一致させて, 術前骨盤座標軸を用いて外側被覆角, 前方被覆角を

計測した(計測方法: 恥骨合わせ, 図4(b)). さらに術後骨モデルから作成した骨盤座標軸から外側被覆角, 前方被覆角を計測し, 骨切り部だけでなく骨盤輪を含めた移動量を計測した(計測方法: 術後骨盤座標軸).

骨盤座標軸は the International Society of Biomechanics (ISB) recommendation で標準座標を

表 1. 各症例の外側被覆角および前方被覆角

症例 1	健側	患側	恥骨合わせ	術後骨盤座標軸
外側被覆角	19.2	39.3	25.4	15.2
前方被覆角	15.6	12.6	27.9	20.9
症例 2	健側	患側	恥骨合わせ	術後骨盤座標軸
外側被覆角	12	36.4	25.2	15.2
前方被覆角	17	7.7	28.3	12.9
症例 3	健側	患側	恥骨合わせ	術後骨盤座標軸
外側被覆角	22	33	23.4	17.3
前方被覆角	15	24.3	26	22.7

用いた。両側上前腸骨棘を結んだ軸を Z 軸，両側上後腸骨棘を結んだ軸に直行して中点を通る軸を Y 軸とし，Z 軸，Y 軸に直行する軸を X 軸とした⁸⁾ (図 3(a))。

結 果

ソルター骨盤骨切り術施行年齢は，平均 4 歳(4 歳 3 か月～4 歳 7 か月)であった。手術前後の MRI は平均 6 か月の撮影期間があった。各症例の術前および術後外側被覆角および前方被覆角の推移は表 1 のようになった。3 症例とも外側被覆に関しては骨切り部(恥骨合わせ)で 9.6～13.9° (52.8～61.4%)改善して骨盤輪(術後骨盤座標軸)で 6.1～10° (38.6～47.2%)改善していた(表 1)。全症例で健側と同等の外側被覆まで改善していた。前方被覆に関しては，骨切り部(恥骨合わせ)で 1.7～15.3°改善したが，骨盤輪(術後骨盤座標軸 - 恥骨合わせ)で 3.3～15.4°被覆が低下していた。前方被覆に関しては術前から健側よりも被覆が多い症例と被覆の少ない症例が混在しており，術後骨盤座標軸での前方被覆では健側に比較して被覆不足やや被覆過剰の症状を認めた。

考 察

脱臼整復後の DDH 患者では幼児期に寛骨臼形成不全を呈することがあり，寛骨臼の前方および外側被覆が小さいと報告されてきた^{4)～6)}。そのため幼児期の寛骨臼形成不全に対してソルター骨盤骨切り術に代表される寛骨臼を前外側に移動する

手術が広く行われている。ソルター骨盤骨切り術における骨片の移動量計測や骨盤輪での変化を 3 次元的に検討する報告は，過去に認めなかった。本研究では，ソルター骨盤骨切り術の手術前後の骨盤形態を評価することで，骨片の移動量と骨盤輪での移動量に分けて計測を行うことが可能であった。骨片の移動量としては，手術前後の恥骨を一致させることで患側腸骨形態変化から評価した。骨盤輪での移動量は，手術前後の骨盤座標軸での変化と恥骨合わせの移動量を比較することで評価した。結果からは外側被覆は骨片だけでなく骨盤輪でも大きな改善を認めるのに対して，前方被覆は骨片の移動量が骨盤輪全体で減少していた。これは，恥骨結合を中心として骨盤輪が患側方向に回旋および後傾しているためと考えられた。特に前方被覆は単純 X 線の評価が困難であり，本研究では 3 例と少数ではあるが術前の前方被覆に比較して術後の被覆不足や過剰被覆を認めており，今後矯正角度のさらなる検討が必要であると考えられた。

本研究の limitation は症例数が 3 症例と少ないことである。また，2 度の MRI の撮影時期の間に約 6 か月の隔たりがあるため，手術前後の完全な重ね合わせに軽度の誤差が生じる点である。今後は症例数を増やし，ソルター骨盤骨切り術術後の長期での寛骨臼のリモデリングなどの検討も必要であると考えている。

結 論

ソルター骨盤骨切り術による外側被覆角は，骨切り部および骨盤輪でも大きく変化していた。前方被覆は骨切り部での被覆が骨盤輪で減弱していた。特に前方被覆に関しては，適正な矯正角度に関して検討が必要である。

文 献

- 1) Fukiage K, Futami T, Ogi Y et al : Ultrasound-guided gradual reduction using flexion and abduction continuous traction for developmental dysplasia of the hip: a new method of treatment. Bone Joint J 97-B : 405-411, 2015.

- 2) Kaneko H, Kitoh H, Mishima K et al : Long-term outcome of gradual reduction using overhead traction for developmental dysplasia of the hip over 6 months of age. *J Pediatr Orthop* **33** : 628-634, 2013.
- 3) Kitoh H, Kaneko H, Ishiguro N : Radiographic analysis of movements of the acetabulum and the femoral head after Salter innominate osteotomy. *J Pediatr Orthop* **29** : 879-884, 2009.
- 4) Li LY, Zhang LJ, Li QW et al : Development of the osseous and cartilaginous acetabular index in normal children and those with developmental dysplasia of the hip : a cross-sectional study using MRI. *J Bone Joint Surg Br* **94** : 1625-1631, 2012.
- 5) Sankar WN, Gornitzky AL, Clarke NM et al : Closed Reduction for Developmental Dysplasia of the Hip : Early-term Results From a Prospective, Multicenter Cohort. *J Pediatr Orthop* **39**(3) : 111-118, 2016.
- 6) Takeuchi R, Kamada H, Mishima H et al : Evaluation of the cartilaginous acetabulum by magnetic resonance imaging in developmental dysplasia of the hip. *J Pediatr Orthop B* **23** : 237-243, 2014.
- 7) Wang CW, Wang TM, Wu KW et al : The comparative, long-term effect of the Salter osteotomy and Pemberton acetabuloplasty on pelvic height, scoliosis and functional outcome. *Bone Joint J* **98-B** : 1145-1150, 2016.
- 8) Wu G, Siegler S, Allard P et al : ISB recommendation on definitions of joint coordinate system of various joints for the reporting of human joint motion part I : ankle, hip, and spine. *International Society of Biomechanics. J Biomech* **35** : 543-548, 2002.