

3次元MRI解析手法を用いた幼児期発育性股関節形成不全患者の骨，軟骨性寛骨臼評価

吉田清志¹⁾・浜野大輔²⁾・樋口周久²⁾
大槻大¹⁾・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】幼児期 DDH 患者の寛骨臼形態を 3 次元 MRI 解析した。【方法】6 名の片側 DDH 患者の両側股関節単純 MRI から 3 次元骨，軟骨モデルを作成し，患側および健側の寛骨臼形態評価を行った。【結果】MRI 撮影時平均年齢は 3.7 歳であった。3 次元解析における外側傾斜角は，健側骨性平均 21.8°，軟骨性平均 15.3°，患側の骨性平均 29.1°，軟骨性平均 19.4°であった。前方傾斜角は，健側骨性平均 37.9°，軟骨性平均 51.8°に対し患側の骨性平均 37.9°，軟骨性平均 52.0°であった。前方傾斜角は骨性，軟骨性共に患健側差は少なく，軟骨性は 6 例中 3 例で患側の被覆が大きかった。【結論】幼児期 DDH 患者の寛骨臼の外側傾斜は，骨性，軟骨性共に低下していたが，前方傾斜は症例により健側より増大例，低下例が混在していた。

はじめに

新生児期に股関節脱臼を伴う発育性股関節形成不全(Developmental Dysplasia of the Hip, 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⁴⁾⁶⁾。幼児期の寛骨臼は軟骨成分に富むため，単純 X 線や CT での評価は困難である。MRI による骨・軟骨性形態は過去に 2 次元評価が報告されているが³⁾⁵⁾⁹⁾，立体構造を有する骨盤形態を正確に評価するには 3 次元評価が望ましい。我々は MRI を用いた骨・軟骨性寛骨臼形態を 3 次元解析したので報告する。

対象と方法

片側の DDH 患者 6 名・12 股関節を対象とした。全例，新生児期に股関節脱臼を認め開排位持

続牽引整復法⁸⁾にて脱臼整復され，以降追加治療は行われていない。外来経過観察中に両側股関節単純 MRI(SIEMENS 社，1.5 テスラ 1 mm スライス)を撮影した。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，軟骨成分を抽出した。関節軟骨は含まずに抽出を行い，骨盤の 3 次元骨・軟骨モデルを作成した(図 1)。

骨・軟骨モデルを独自開発ソフトで 3 次元評価を行った。具体的には両側寛骨臼の骨モデルおよび骨・軟骨モデルにおいて外側傾斜角，前方傾斜角を算出し患健側で比較した。外側傾斜角は寛骨臼成分の近似平面を作成し，骨盤座標軸(Z 軸)とのなす角度を計算した(図 2)。前方傾斜角は寛骨臼の近似球を作成し，近似球の中心から寛骨臼の

Key words : three-dimensional MRI(3次元MRI), developmental dysplasia of hip(発育性股関節形成不全), cartilaginous acetabulum(軟骨性寛骨臼)

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 : 2018 年 1 月 30 日

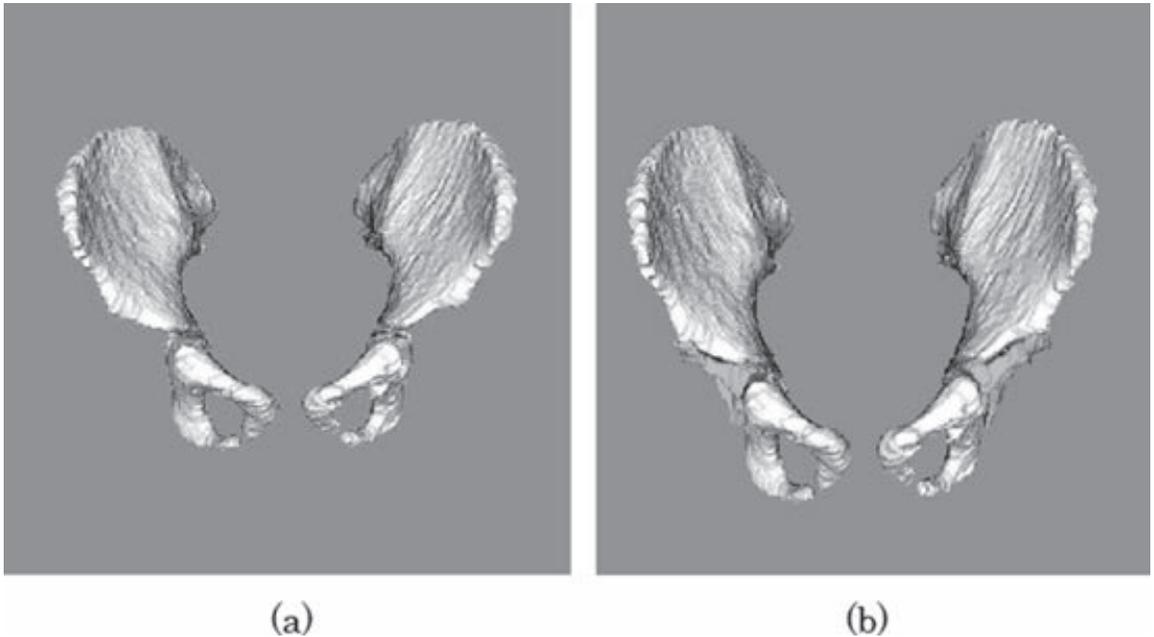


図1. 3次元骨・軟骨モデル
 (a)3次元骨モデル
 (b)3次元骨・軟骨モデル

X軸方向の最前方点を結んだ軸を作成し、骨盤座標軸(Y軸)とのなす角度を算出した¹⁾²⁾。

骨盤座標軸は両側上前腸骨棘を結んだ軸をZ軸、MRI撮影時の撮影台と平行な軸をY軸とし、Z軸、Y軸に直行する軸をX軸とした。

結果

MRI撮影時年齢は平均3.7歳(2歳8か月～5歳2か月)、初回治療後平均3.5年(2年～4年6か月)であった。3次元解析における外側傾斜角は、健側で骨性平均 21.8° ($15.5\sim 27.8^{\circ}$)、軟骨性平均 15.3° ($6.8\sim 21.6^{\circ}$)であった(図3)。患側の外側傾斜角は骨性平均 29.1° ($27.2\sim 34.8^{\circ}$)、軟骨性平均 19.4° ($14.3\sim 25.3^{\circ}$)であり、骨性、軟骨性共に外側傾斜角は健側で低値であり被覆が少なかった(表1)。軟骨性では、患側側差が骨性に比べて小さい傾向を認めた。前方傾斜角に関しては健側で骨性平均 37.9° ($29.8\sim 49.0^{\circ}$)、軟骨性平均 51.8° ($35.6\sim 65.2^{\circ}$)であった。患側は骨性平均 37.9° ($29.4\sim 43.6^{\circ}$)、軟骨性平均 52.0° ($41.8\sim 66.9^{\circ}$)であった。前方傾斜角は骨性、軟骨性共に患健側差

は少なく、特に軟骨性では6例中3例において患側で前方被覆角が健側に比較して大きかった(図4)。

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⁷⁾。そのため、幼児期の寛骨臼形成不全に対してSalter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。しかし、乳幼児の寛骨臼は、多くの軟骨成分を有しているため詳細な評価が困難であった。過去に股関節単純MRIの冠状断を用いた寛骨臼の形態評価は報告されているが³⁾⁵⁾⁹⁾、冠状断での2次元評価では冠状断撮影方向が骨盤軸に正確に平行なスライスで撮影されていないと不正確である。今回、我々はより正確な寛骨臼の評価をするためにMRI画像から3次元骨・軟骨モデルを作成し、さらに独自ソフトを用いて3次元計測を行った。

本研究では、外側被覆は骨性・軟骨性で患側は

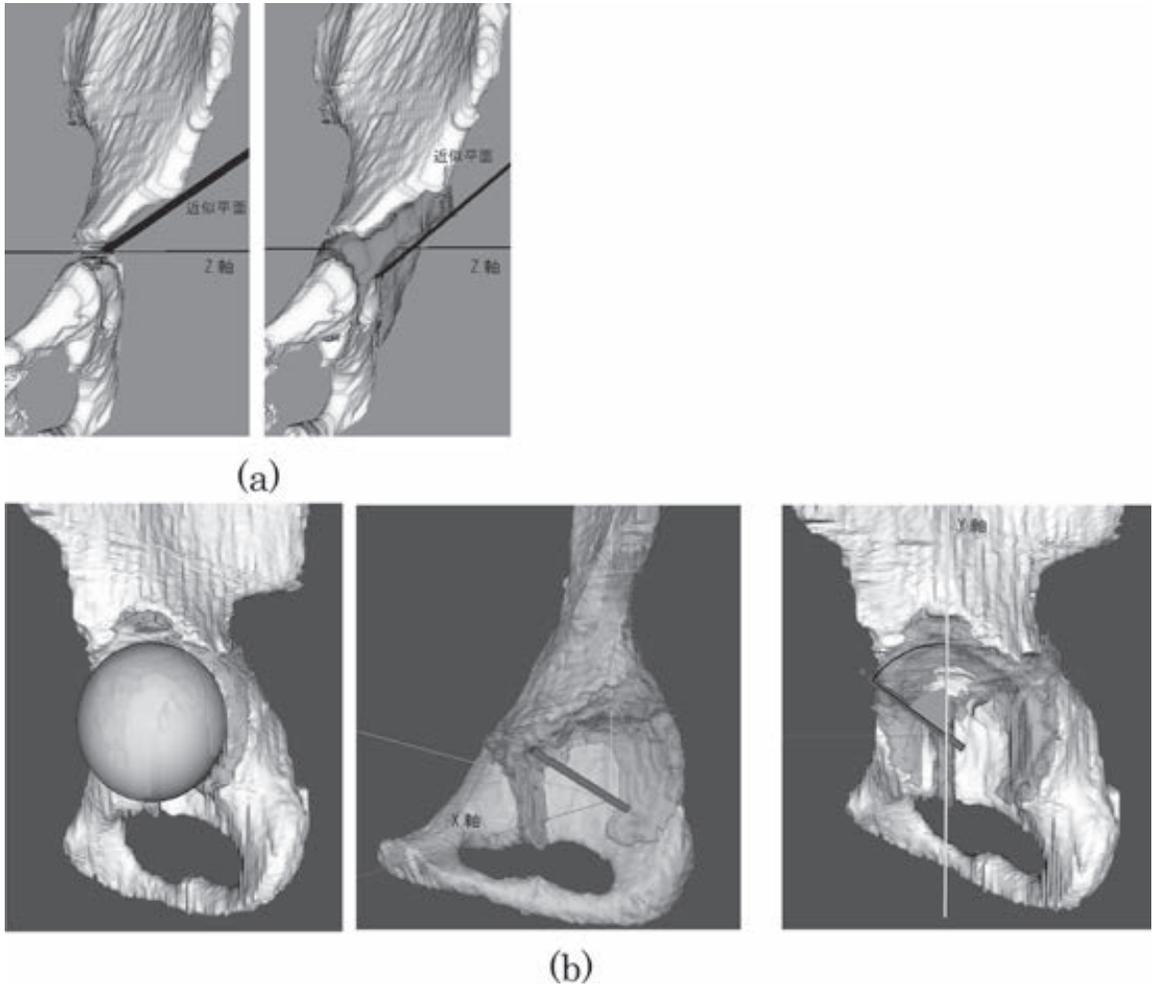


図2. 寛骨臼の外側傾斜角, 前方傾斜の計測方法

(a)外側傾斜角 寛骨臼の近似平面とZ軸とのなす角を計測

右: 骨性外側傾斜角 左: 軟骨性外側傾斜角

(b)前方傾斜覆角

寛骨臼の近似球を作成(右)し, 寛骨臼のX軸方向の最前方点と近似球中心を結んだ軸を作成(中央). 軸とY軸とのなす角を計測した(左).

健側に比較して被覆が悪かった. 一方で, 前方被覆は骨性では大きな変化を認めず, 軟骨性では半数の症例において患側の方が被覆が大きかった. ただし, 残りの半数は前方被覆が患側で低下しており症例によるばらつきを認めた. 前方被覆に関する結果は従来の報告と異なるものであるが, 本研究の同様の3次元骨, 軟骨評価が今までになかったためと考えられた. 本研究結果から幼児DDH患者の寛骨臼の前方被覆は症例によりばらつきがあることが判明し, 今後, 骨盤骨切り術等

の治療計画を見直す必要があることが示唆された.

本研究の limitation は症例数が少なく, 寛骨臼形成不全の程度も症例により異なることである. また, 本研究では寛骨臼自体の形態のみを解析しているが, 被覆という観点から今後は大腿骨頭も含めた形態評価を行う予定とし, 症例数を増加しさらなる研究が必要であると考えている.

結語

幼児期DDH患者の寛骨臼の外側被覆は骨性,

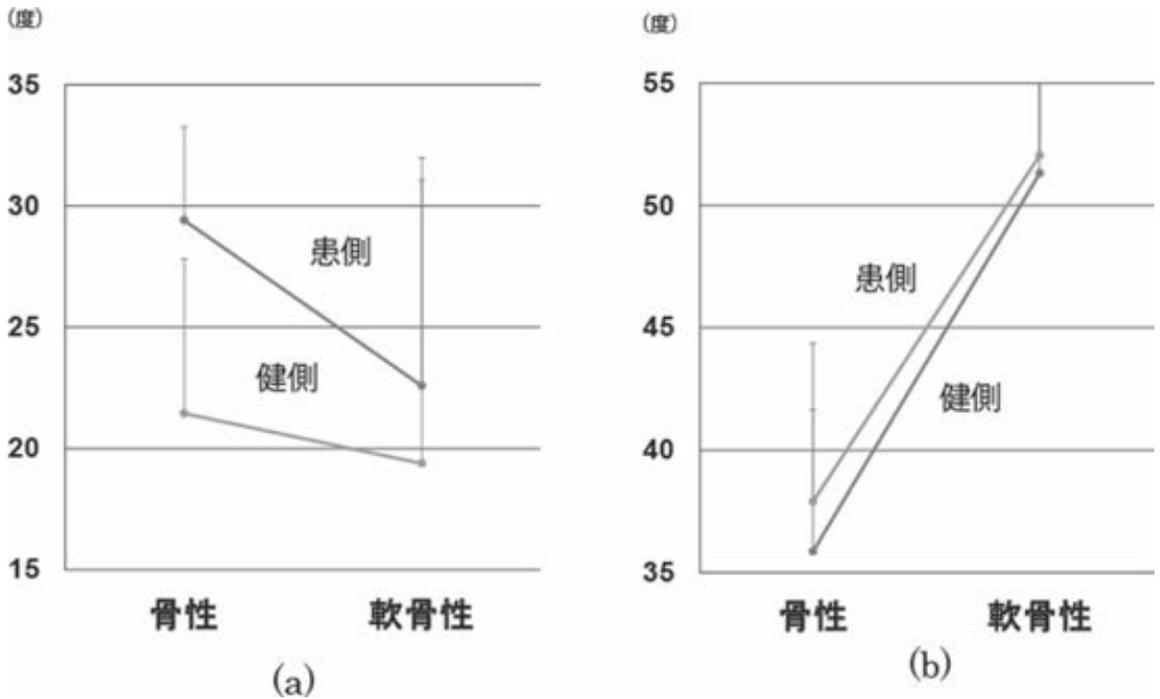


図3. 寛骨臼外側傾斜角, 前方傾斜角の骨性・軟骨性角度

(a)外側傾斜角

(b)前方傾斜角

表1. 健側および患側の外側傾斜角および前方傾斜角

健側

patients	骨性外側傾斜角	軟骨性外側傾斜角	骨性前方傾斜角	軟骨性前方傾斜角
1	18.0	16.7	29.8	35.6
2	27.8	21.6	31.9	47.2
3	15.5	15.8	45.3	55.4
4	22.8	12.2	36.9	49.6
5	26.5	19.1	49.0	65.2
6	20.0	6.8	34.6	57.7

患側

patients	骨性外側傾斜角	軟骨性外側傾斜角	骨性前方傾斜角	軟骨性前方傾斜角
1	27.8	16.8	29.4	41.8
2	29.4	14.3	41.3	60.6
3	27.6	20.3	37.7	44.9
4	34.8	19.7	38.3	45.0
5	27.2	25.3	43.6	53.1
6	27.7	19.9	37.0	66.9

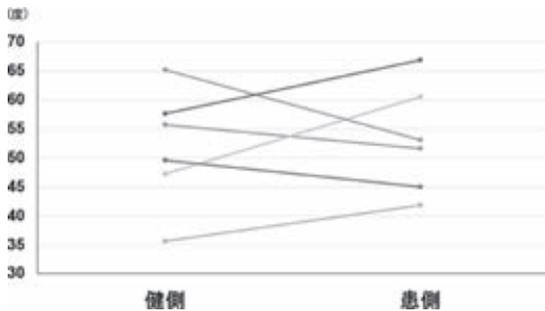


図4. 各症例の軟骨性前方傾斜角

軟骨性共に低下していたが、前方被覆は症例により健側より増大例、低下例が混在していた。

文献

- 1) Gose S, Sakai T, Shibata T et al : Morphometric analysis of acetabular dysplasia in cerebral palsy : three-dimensional CT study. J Pediatr Orthop **29** : 896-302, 2009.
- 2) Gose S, Sakai T, Shibata T et al : Verification of the Robin and Graham classification system of hip disease in cerebral palsy using three-dimensional computed tomography. Dev Med Child Neurol **53** : 1107-1112, 2011.
- 3) Huber H, Mainard-Simard L, Lascombes P et al : Normal values of bony, cartilaginous, and labral coverage of infant hip in MRI imaging. J Pediatr Orthop **7** : 674-678, 2014.
- 4) 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.
- 5) Kim HT, Kim IB, Lee JS : MRI-based parameters as supplement to radiographs in managing developmental hip dysplasia. Clin Orthop Surg **3** : 202-210, 2011.
- 6) Rampal V, Sabourin M, Erdeneshoo E et al : Closed reduction with traction for developmental dysplasia of the hip in children aged between one and five years. J Bone Joint Surg Br **82** : 17-27, 2000.
- 7) Sanker WN, Gomitzky AL, Clarke NM et al : Closed reduction for developmental dysplasia of the hip. Early-term results from a prospective, multicenter cohort. J pediatr Orthop Nov. **11**, 2016.
- 8) 鈴木茂夫, 瀬戸洋一, 柏木直也ほか : 先天性股関節脱臼に対する新しい治療法 開排位持続牽引整復法. 別冊整形外科 **32** : 35-39, 1997.
- 9) Takauchi 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.