

DDH の予後評価としての ACX を用いた臼蓋骨頭被覆率の有用性

浜松医科大学整形外科

星 野 裕 信・森 本 祥 隆・古 橋 亮 典・山 下 大 輔

要 旨 我々は股関節単純 X 線像よりソフトウェア ACX を用いて骨頭の臼蓋による被覆面積を算出し、5 歳時の単純 X 線指標との関連を調べ、DDH の予後評価における 5 歳時の単純 X 線指標の CE 角と α 角の妥当性につき検討した。DDH と診断して治療を行い 10 歳以降まで追跡可能であった患児 12 例を対象とした。5 歳時と最終観察時の単純 X 線正面像から CE 角と α 角を計測し、最終観察時の単純 X 線正面像から、ACX により臼蓋全体の被覆率、前方 1/2 の被覆率、後方 1/2 の被覆率、前方と後方の被覆率の比を算出し、5 歳時の計測値との相関を調べた。5 歳時の CE 角は前方と後方の被覆率の比のみ有意な正の相関があったのに対し、 α 角は最終観察時の CE 角およびすべての臼蓋被覆率の指標において有意な高い負の相関がみられた。DDH 治療後の将来の予後予測には CE 角よりも α 角に注目することが骨頭の臼蓋被覆率という観点から重要であると考えた。

序 文

Developmental Dysplasia of the Hip (DDH) の治療の際に、整復後の経過観察やその後の補正手術の要否の判断、最終予後評価には単純 X 線像での Center Edge (CE) 角や α 角が用いられることが多い。単純 X 線像は立体的な構造をした股関節形態を 2 次元に投影した画像であるため、これらの指標は前額面での股関節の形態の評価であり、矢状面での股関節の形態は考慮されていない。さらに臼蓋外側縁の取り方、骨盤前後傾で数値が変動する可能性がある。そこでより信頼性の高い解剖学的な指標で評価できないかが求められる。

ACX は 1993 年に Konishi ら¹⁾が報告した股関節単純 X 線正面像から幾何学計算を用い臼蓋の 3 次元評価を行う DOS/V ソフトウェアであるが、特殊なポインティング装置を用いること、現在このソフトを動かせるコンピュータが希少であることなどから、使用が現実的ではない。我々は

これを Windows 版に改良し、コンピュータ上で解剖学的な位置情報を入力することにより、CT を撮影することなく股関節単純 X 線正面像よりコンピュータ上で簡便に骨頭の臼蓋による被覆面積の計算を 4 象限で可能にした。

今回我々は DDH における最終予後評価に Windows 版ソフトウェア ACX を用いて骨頭の臼蓋による被覆面積を算出し、補正手術の有無の最終判断時期である 5 歳時の単純 X 線指標との関連を調べ、予後評価における 5 歳時の単純 X 線指標の CE 角と α 角の妥当性につき検討した。

対象・方法

対象は DDH と診断してリーメンビューゲル装具または overhead traction (OHT) による非観血的整復を行い、10 歳以降まで追跡可能であった患児 12 例 12 股 (男児 1 名、女児 11 名) である。5 歳時の単純 X 線正面像から健側と患側の CE 角と α 角を計測し、最終観察時の単純 X 線正面像

Key words : developmental dysplasia of the hip (发育性股関節形成不全), acetabular coverage (臼蓋被覆), three dimensional evaluation (3 次元評価), software (ソフトウェア), prognosis (予後)

連絡先 : 〒 431-3192 静岡県浜松市東区半田山 1-20-1 浜松医科大学整形外科 星野裕信 電話 (053) 435-2299

受付日 : 2013 年 4 月 28 日



図 1. ACX の PC モニター上で入力 骨頭の輪郭, 臼蓋荷重部線, 臼蓋前縁線, 臼蓋後縁線, 恥骨結合, 仙尾関節, 閉鎖孔の輪郭をそれぞれモニター上でプロットすると自動的に点, 線, 輪郭が認識される。

から, 健側と患側の CE 角と α 角, および ACX により骨頭の臼蓋による被覆面積を算出した。

ACX は単純 X 線像が管球から照射された X 線による投影図であることを利用する。投影モデル (cone-beam projection model) に基づき, 臼蓋, 骨頭を真球と仮定し臼蓋被覆の計算を幾何学的に行う。解剖学的位置情報を計測者が入力し, 仮想骨頭上に臼蓋縁を描くことで, 臼蓋被覆を算出する。ACX Windows 版では, Bitmap 形式の単純 X 線像をソフトウェアに読み込み, 画像の濃淡を調整した後, 解剖学的位置情報として, 涙痕, 仙尾関節, 恥骨結合上縁, 臼蓋荷重部硬化像における臼蓋関節面, 臼蓋前後縁, 大腿骨頭, 閉鎖孔を PC モニター上で入力する (図 1)。臼蓋被覆は頭尾側方向の投影図として認識される (図 2)。解剖学的位置情報をもとに, 骨頭の臼蓋による被覆面積の計算が前内側, 前外側, 後内側, 後外側の 4 象限で可能となり, これら臼蓋被覆面積のほか, CE 角や Sharp 角など既存の X 線学的指標も算出され, 結果は Excel へのファイル出力が可能となる。今回の ACX による評価項目は, 水平断面で大腿骨頭を球に見立てた場合の臼蓋全体の被覆率 (Total Area : TA), 前方 1/2 の被覆率 (Anterior Area : AA), 後方 1/2 の被覆率 (Posterior Area : PA), 前方と後方の被覆率の比 (Anterior/Posterior : A/P) を算出し, 5 歳時の単純 X 線像の CE 角および α 角との相関を調べた。

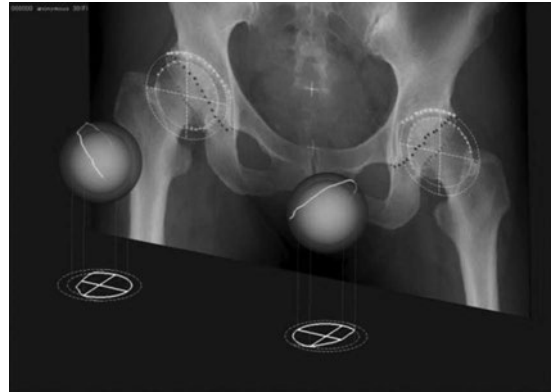


図 2. ACX による臼蓋被覆の頭尾側方向の投影図プロットして認識された骨頭が頭尾方向で臼蓋にどれだけ被覆されているかがコンピューター上で自動的に計算される。

結 果

5 歳時の健側における CE 角, α 角と最終観察時の CE 角, α 角および ACX により算出された臼蓋被覆率の各パラメータとの相関を調べると, いずれも有意な相関はなかった (表 1)。一方, 5 歳時の患側の CE 角は A/P のみ有意な正の相関があったのに対し, α 角は最終観察時の CE 角, TA, AA, PA, A/P において有意な高い負の相関がみられた (表 2)。

症 例

4 か月女児。4 か月で右 DDH と診断, OHT にて整復後 5 歳時の CE 角 8° , α 角 24° であり, CE 角では補正手術を考慮するが, α 角が正常であり, このまま経過観察を行い, 13 歳時 CE 角 28° , α 角 18° と臼蓋形成不全はない。ACX による臼蓋全体の被覆率は 79% であった。整復後の単純 X 線像の経過を示す (図 3)。5 歳までは臼蓋前縁後縁での骨化が未熟であり, 前後縁のラインがはっきりせず 2 次元での判定しかできない。7 歳以降に徐々に臼蓋前縁後縁での骨化が進行し, 13 歳では涙痕から臼蓋前方にかけての前縁線および後方の坐骨から臼蓋後方にかけての後縁線が確認でき, ACX による 3 次元での臼蓋被覆率の判定が可能となる。

表 1. 5 歳時の健側の CE 角・ α 角と最終観察時の各パラメーターとの相関

5 歳時				
最終観察時	CE 角	p 値	α 角	p 値
CE 角	-0.029	0.928	-0.071	0.826
α 角	-0.039	0.904	-0.066	0.840
TA	0.187	0.561	-0.148	0.646
AA	0.109	0.735	-0.044	0.891
PA	0.288	0.364	-0.284	0.370
A/P	-0.114	0.724	0.236	0.461

表 2. 5 歳時の患側の CE 角・ α 角と最終観察時の各パラメーターとの相関

5 歳時				
最終観察時	CE 角	p 値	α 角	p 値
CE 角	0.530	0.076	-0.731	0.007
α 角	-0.383	0.219	0.515	0.087
TA	0.457	0.136	-0.703	0.011
AA	0.489	0.107	-0.716	0.009
PA	0.403	0.193	-0.665	0.018
A/P	0.590	0.043	-0.697	0.012

考 察

単純 X 線像による 3 次元解剖を考慮した骨頭の定量的臼蓋被覆の評価に関して、Johnston ら²⁾は単純 X 線 inlet view から anterior edge-center-posterior edge angle を算出し臼蓋の前後での被覆を評価したが、角度による間接的指標であり、骨頭全体の 3 次元的な被覆を表すものではない。Konishi ら¹⁾は初めてコンピュータソフト ACX を開発し、骨盤傾斜の補正を考慮した骨頭全体の 3 次元的な被覆を評価したが回旋の補正まではできないのが欠点であった。Hefti³⁾の方法は特殊なテンプレートを用いて臼蓋を前後に分けて臼蓋による骨頭被覆を計測するものだが、骨盤傾斜の補正はできないのが欠点である。Tannast ら⁴⁾も独自のコンピュータソフト Hip2Norm を開発し、臼蓋を前後に分けてそれぞれの被覆率を計算でき、さらに骨盤傾斜の補正を考慮した骨頭全体の 3 次元的な被覆を評価できると報告している。今回用いた ACX は骨頭を水平断面で前後内外側の 4 つの象限に分割してそれぞれの骨頭の臼蓋被覆面積を算出できるため、より詳細な術後評価が可能で

ある。また Ogata ら⁵⁾は CE 角の計測に際して CT 撮影による臼蓋による骨頭被覆との比較から臼蓋の外側縁の決め方を 4 通りに分類してその妥当性について検証し、臼蓋の骨硬化した外側縁で計測する方法がより信頼性が高いことを報告している。このことは、CE 角の計測が骨盤の前後傾のみならず、臼蓋縁の外側点の位置をどこにとるかによって将来の予後評価に影響するため、測定者間での評価のばらつきが危惧されと考えられる。

乳児期から 13 歳に至る成熟期までの股関節の形態を追跡すると、5 歳未満では臼蓋前後での骨化が未熟であり、2 次元での判定しかできない。7 歳以降では後方の坐骨から臼蓋後方にかけての後縁線および涙痕から臼蓋前方にかけての前縁線の確認ができ 3 次元での判定が可能になってくる。ACX を小児股関節において応用する場合、骨性の臼蓋前後縁の骨化が認識できるようにならなければ、前方および後方の臼蓋被覆の信頼性に疑問が生じるといえる。

今回の検討では DDH 整復治療後の 5 歳時に計測した CE 角は将来の臼蓋被覆率との相関に乏し



図3. 症例 4 か月女児 整復後の単純 X 線像の経過 3a : 10 か月時 3b : 5 歳時 3c : 7 歳時 3d : 9 歳時 3e : 11 歳時 3f : 13 歳時. 5 歳までは臼蓋前後縁での骨化が未熟であり, 前後縁のラインがはっきりしない. 7 歳以降に徐々に臼蓋前後縁での骨化が進行し, 13 歳では涙痕から臼蓋前方にかけての前縁線および後方の坐骨から臼蓋後方にかけての後縁線が確認できる.

く, α 角は将来の骨頭の臼蓋被覆率と高い相関が得られた. CE 角は臼蓋の外側方向への發育のみならず骨頭との相対的な位置関係にも依存するパラメーターであるが, α 角は臼蓋の外側方向の發育と骨頭の安定化に寄与するパラメータであり, DDH 治療後の将来の予後予測には大腿骨頭との相対的な位置関係に依存する CE 角よりも直接臼蓋の傾斜を反映する α 角に注目することが骨頭の臼蓋被覆率という観点から重要であると考えた.

本法の欠点は, 骨頭が真球であると仮定して計算しているためペルテス様変形など円形骨頭でない症例には適応できない. また臼蓋の前後縁が骨化してくる年齢以降でしか評価できないが, CT と比較して簡便で, 低コスト, 被爆量の少ない単純 X 線 1 枚で 3 次元評価できること, 骨盤の傾斜も補正して計算しているため, 撮影姿勢に影響されずに評価可能であり, 骨成熟年齢以降の臼蓋被覆の評価法として有利であると思われる.

結 論

DDH における最終予後評価にソフトウェア ACX を用い、補正手術の有無の最終判断時期である 5 歳時の単純 X 線指標との関連を検討した。DDH 整復治療後の 5 歳時に計測した CE 角は将来の臼蓋被覆率との相関に乏しく、 α 角は将来の骨頭の臼蓋被覆率と高い相関が得られた。DDH 治療後の将来の予後予測には CE 角よりも α 角に注目することが骨頭の臼蓋被覆率という観点から重要であると考えた。

文献

- 1) Hefti F: Spherical assessment of the hip on standard AP radiographs: a simple method for the measurement of the contact area between the acetabulum and femoral head and of

acetabular orientation. J Pediatr Orthop 15 : 797-805, 1995.

- 2) Johnston CE 2nd, Wenger DR, Roberts JM et al: Acetabular coverage: three-dimensional anatomy and radiographic evaluation. J Pediatr Orthop 6 : 548-558, 1986.
- 3) Konishi N, Mieno T: Determination of acetabular coverage of the femoral head with use of a single anteroposterior radiograph. A new computerized technique. J Bone Joint Surg Am 75 : 1318-1333, 1993.
- 4) Ogata S, Moriya H, Tsuchiya K et al: Acetabular cover in congenital dislocation of the hip. J Bone Joint Surg 72-B : 190-196, 1990.
- 5) Tannast M, Mistry S, Steppacher SD et al: Radiographic analysis of femoroacetabular impingement with Hip2Norm—reliable and validated. J Orthop Res 26 : 1199-1205, 2008.

Abstract

The α Angle for predicting Acetabular Coverage of the Femoral Head in Developmental Dysplasia of the Hip

Hironobu Hoshino, M, D., et al.

Department of Orthopaedic Surgery, Hamamatsu University School of Medicine

We report the validity of using the center edge(CE)angle and/or the α angle to predict the prognosis in developmental dysplasia of the hip(DDH). We measured the angles on the radiographs in young children at 5 years old, and compared these findings with the area of acetabular coverage on radiographs at 10 years old determined using ACX software. This study involved twelve children with DDH. We examined the CE angle and α angle at 5 years old and at 10 years old, and the total area, anterior half, posterior half, and the ratio anterior : posterior of the acetabular head coverage at 10 years old. The α angle at 5 years old was significantly correlated with the CE angle and with each of the indices of acetabular coverage at 10 years old, while the CE angle at 5 years old was only correlated with the ratio anterior : posterior at 10 years old. These findings suggested that the α angle was better than the CE angle at 5 years old for predicting the prognosis in DDH in children.