

# 股関節不安定性の評価法の確立による研究

## False profile 撮影法を用いた股関節前後不安定性の評価

呉医療センター 整形外科  
森 亮

### 要旨

＜目的＞本研究の目的は、X線を用いて寛骨臼形成不全における前後方向での関節不安定性を評価することである。

＜対象＞Crowe 分類 I 度、Tönnis 分類 I 度以下でかつ骨頭変形を認めない症例で、Center edge (CE) 角  $20^{\circ}$  未満の寛骨臼形成不全 27 例 38 関節と CE 角  $20^{\circ}$  以上の 25 例 32 関節を対象とした。対象は全例女性で、平均年齢は寛骨臼形成不全群 40.2 歳 (16~63)、コントロール群 44.8 歳 (22~67) で、平均 Body mass index (BMI) は臼蓋形成不全群 23.6 (18.7~31.5)、コントロール群 22.4 (16.6~34.1) あった。年齢、BMI、左右において両群間の有意差は認められなかった。これらの症例に対し股関節伸展  $0^{\circ}$  と屈曲  $90^{\circ}$  の肢位でそれぞれ False profile 撮影法を用いた機能撮影を行い、X線での骨頭中心移動距離と移動方向を計測した。さらに、レントゲンでの Head lateralization index (HLI)、Vertical center anterior margin (VCA) 角を計測し、骨頭中心の移動量と相関があるか回帰分析を用いて評価した。

＜結果＞平均 CE 角は寛骨臼形成不全群  $10.1^{\circ}$  (0~19)、コントロール群  $26.9^{\circ}$  (20~44)、平均 HLI は寛骨臼形成不全群 0.611 (0.53~0.72)、コントロール群 0.546 (0.47~0.68)、平均 VCA 角は寛骨臼形

成不全群  $5.8^{\circ}$  (-12~27)、コントロール群  $26.7^{\circ}$  (5~47) であった。False profile 撮影での股関節伸展  $0^{\circ}$  から屈曲  $90^{\circ}$  の骨頭中心移動距離は寛骨臼形成不全群 2.50mm (0~9.3)、コントロール群 1.31mm (0~3.7) で、両群において有意差を認めた ( $p < 0.0001$ )。さらに寛骨臼形成不全群において骨頭中心が後下方に移動する症例が最も多く認められた。寛骨臼形成不全群の骨頭中心移動距離と CE 角 ( $p = 0.0071$ )、VCA 角 ( $p = 0.0011$ )、HLI ( $p = 0.0009$ ) の間には、それぞれ有意な相関が認められた。

＜考察＞臼蓋被覆の程度が小さくなるにつれて、または骨頭外方化が大きくなるにつれて、前後方向での骨頭中心移動距離が増加していた。本法は単純 X線を用いて行える簡便な評価法であり、今後、股関節不安定性を評価する上での新たな診断ツールとなり得る可能性がある。

### はじめに

寛骨臼形成不全は本邦における二次性変形性股関節症 (OA) の主な原因であり<sup>1)</sup>、これは関節軟骨への過剰なストレス<sup>2)</sup> や関節不安定性に起因するもの<sup>4, 5)</sup> として考えられている。症候性の寛骨臼形成不全の患者には rotational acetabular osteotomy (RAO) や peri-acetabular osteotomy (PAO) のような骨盤骨切り術が行われ、それ以外の患者において、股

関節唇損傷や femoroacetabular impingement (FAI)<sup>6)</sup>によるものが疼痛の主因と考えられる場合、関節鏡視下手術が行われるようになってきている。しかしながら、軽微な症候性の寛骨臼形成不全の患者においては、骨形態学的異常に起因する関節不安定性の症状なのか、前述の関節唇損傷や FAI による症状なのかを判別することが困難なこともあり、治療法において迷うことも少なくない。故に、寛骨臼形成不全における関節不安定性を把握することは治療上重要であると考え。一般に寛骨臼形成不全における関節不安定性は、股関節正面レントゲンの Shenton 線の破綻<sup>7)</sup>や、外転位正面での関節適合性の改善<sup>8)</sup>等により把握することが可能ではあるが、我々の渉猟しえる限り前後方向での関節不安定性を単純レントゲンで証明した報告は認めない。

Lequesne は false profile (FP) 撮影<sup>9)</sup>という撮影法を考案し臼蓋の前方被覆度を測定した。現在 FP 撮影は FAI、寛骨臼形成不全や人工股関節置換術など臼蓋における前後方向でのレントゲン評価に用いられている<sup>10~12)</sup>。

そこで我々は、矢状面における股関節動的不安定性について着目し、FP 撮影法を用いた股関節可動時の前後方向での骨頭移動量を計測する方法を考案した。本研究の目的は FP 動態撮影により股関節前後方向の不安定性を評価することである。

## 対象および方法

対象は 2011 年 7 月から 2013 年 10 月までに当院を受診した患者で寛骨臼形成不全に対してレントゲン撮影を行った 32

名 43 関節を対象とした。寛骨臼形成不全はレントゲン正面像で center edge (CE) 角<sup>13)</sup> 20° 未満と定義した。対象は全例 Crow 分類<sup>14)</sup>1 度であった。更に適切にレントゲン撮影が行われなかったもの、骨頭変形があるもの、Tönnis 分類<sup>15)</sup>2 度以上のものは、対象から除外された。この結果、5 例 5 関節が除外され、27 例 38 関節が本研究の対象となった。これらの患者の平均年齢は 40.2 歳 (16-63 歳) であった。なお本邦における寛骨臼形成不全は女性に著しく多いことから、本研究の対象は女性のみとした。

一方で CE 角 20° 以上の 25 名 32 関節をコントロール群とした。これらの患者は圧潰の無い大腿骨頭壊死 (3 関節)、本研究の対象群で CE 角 20° 以上の反対側 (1 2 関節)、関節唇損傷 (8 関節)、FAI (9 関節) であった。これらの患者も全例女性で、平均年齢は 44.8 歳 (22-67 歳) であった。

以上より対象並びにコントロール患者の CE 角、head lateralization index (HLI)<sup>16)</sup>、vertical center anterior margin (VCA) 角<sup>9)</sup>を股関節正面並びに FP 撮影のレントゲンから計測した。

両群において CE 角、HLI、VCA 角で有意差を認めたが、年齢、左右、body mass index (BMI) では有意差を認めなかった (表 1)。

FP 撮影は Lequesne の方法に準じて行われた。すなわち立位にて検側の足軸を X 線フィルムと平行にした後、骨盤回旋角度 (水平面での骨盤と X 線フィルムのなす角度) を 65° に設定して撮影した。その後、同様の条件で検側の股関節を 90° 屈曲して動態撮影を行った (図 1)。

これらの画像はOrtho Planner Pro (Toyo Corporation, Tokyo, Japan)を用いて解析された。

股関節伸展位 FP 撮影と 90° 屈曲位 FP 撮影の骨頭中心を各々決定し、伸展位から 90° 屈曲位までの骨頭中心の移動距離と移動方向を調査した。移動方向は X 軸を前方、Y 軸を上方に各々定義した。

統計学的検証において両群の左右は Fisher の正確検定を、年齢、BMI、CE 角、HLI、VCA 角は Student の t 検定を、骨頭中心移動距離は Welch の t 検定を用いた。さらに、各群において骨頭中心移動距離と年齢、BMI、CE 角、VCA 角、HLI の相関に関して回帰分析を用いて評価した。解析値の再現性については、組内相関係数を用いた。p < 0.05 を有意差有りとした。

## 結果

FP 撮影での股関節伸展位から 90° 屈曲位において、形成不全群における骨頭中心の多くが後下方に移動していた。骨頭中心移動距離は、形成不全群で平均 2.50 mm (0~9.3mm)、コントロール群で平均 1.31mm (0~3.7mm)であった。X 軸の移動距離は形成不全群で平均 -1.13mm (-5.5~1.3mm)、コントロール群で平均 0.48mm (-1.1~2.9mm)であった。Y 軸の移動距離は形成不全群で平均 -1.71mm (-7.8mm~1.3mm)、コントロール群で平均 -0.03mm (-3.4~1.7mm)であった。骨頭中心移動距離、X 軸の移動距離、Y 軸の移動距離において各々両群間で有意差を認めた (表 2)。

さらに形成不全群の CE 角、VCA 角、HLI においてそれぞれ骨頭中心移動距離との間に強い相関を認めた。

Inter-observer と Intra-observer の組内相関係数はそれぞれ 0.9681 (95% CI, 0.8667-0.9927) と 0.9285 (95% CI, 0.7196-0.9833)であった。

## 考察

我々が渉猟しえる限りレントゲンにおける前後方向での股関節動的不安定性についての報告はない。しかしながら三軸加速度計や MRI を用いた動的不安定性の報告はある<sup>4,17~19</sup>。Maeyama ら<sup>4)</sup>は歩行周期における股関節動揺性を加速度計で評価し、動的不安定性は正常股関節と比べて寛骨臼形成不全で大きいことを報告した。Akiyama ら<sup>17)</sup>も三次元 MRI を用いて骨頭中心の移動量を計測し、寛骨臼形成不全の大きいものほど骨頭中心移動量が大きくなることを報告している。

本研究でも寛骨臼形成不全において、CE 角と VCA 角が動態 FP 撮影で得られた骨頭中心移動距離と相関していたことから、不安定性は寛骨臼形成不全の大きさに比例していることが分かった。

更に本研究において股関節伸展位から屈曲時に形成不全群の骨頭中心の多くが後下方に移動していた。Akiyama ら<sup>17)</sup>もまた、股関節肢位の違いはあるが、伸展位から Patrick 位において骨頭中心の多くが後下方に移動していることを報告している。

骨頭中心が股関節可動時に移動する原因として、Akiyama ら<sup>17,20)</sup>は骨頭と臼蓋の曲率の違いを挙げ、特に寛骨臼形成不全においてはこの差が大きいことが原因ではないかと推察している。

本研究にはいくつか Limitation がある。まず第 1 に本測定法は骨頭変形の著しい

ものには適していないということである。すなわち骨頭変形が存在する場合、骨頭中心を決定できないため移動量の計測が困難である。次にFP撮影においても骨盤や大腿骨が回旋することで移動量に影響を及ぼす可能性がある。CTやMRIなど多方向撮影で実際に検証することが必要である。最後に、本研究においては関節唇損傷の及ぼす影響については考慮していないということである。ヒト屍体を用いた研究で関節唇損傷がある場合、損傷部近傍の関節唇張力が減少することが報告されており<sup>21)</sup>、これにより関節不安定性を引き起こす可能性がある。本研究においてもコントロール群の数例で骨頭中心移動距離の大きな症例を認めた。この原因としてこれらの患者は関節唇損傷が存在していた可能性がある。

股関節動的不安定性の報告は、前述の三軸加速度計、三次元MRIやナビゲーションシステムなどを用いた報告がある。これらの方法は正確な測定が可能である反面、特殊な機器やソフトウェアが必要であり解析においても複雑である。その一方で本計測法はレントゲン撮影で行えるため、低コストかつ簡便な評価法であると考える。

## まとめ

FP動態撮影により寛骨臼形成不全における前後方向での骨頭中心は後下方に移動するものが最も多かった。骨頭中心移動量においてはコントロール群に比べて有意に寛骨臼形成不全群が大きかった。更に骨頭中心移動量は、寛骨臼形成不全の程度に比例して大きくなっており、骨頭の外方化も骨頭中心移動量と相関を示

していた。

## 参考文献

1. Nakamura S, Ninomiya S, Nakamura T. Primary osteoarthritis of the hip joint in Japan. *Clin Orthop Relat Res* 1989;241:190–6.
2. Mavcic B, Iglic A, Kralj-Iglic V, Brand RA, Vengust R. Cumulative hip contact stress predicts osteoarthritis in DDH. *Clin Orthop Relat Res* 2008;466:884–91.
3. Zhao X, Chosa E, Totoribe K, Deng G. Effect of periacetabular osteotomy for acetabular dysplasia clarified by three-dimensional finite element analysis. *J Orthop Sci* 2010; 15:632–40.
4. Maeyama A, Naito M, Moriyama S, Yoshimura I. Evaluation of dynamic instability of the dysplastic hip with use of triaxial accelerometry. *J Bone Joint Surg [Am]* 2008;90-A:85–92.
5. Engesaeter IØ, Lie SA, Lehmann TG, Furnes O, Vollset SE, Engesaeter LB. Neonatal hip instability and risk of total hip replacement in young adulthood: follow-up of 2,218,596 newborns from the Medical Birth Registry of Norway in the Norwegian Arthroplasty Register. *Acta Orthop* 2008; 79:321–6.
6. Ganz R, Parvizi J, Beck M, et al. Femoroacetabular impingement: a cause for osteoarthritis of the hip. *Clin Orthop Relat Res* 2003;417:112–120.
7. Rhee PC, Woodcock JA, Clohisy JC, Millis M, Sucato DJ, Beaulé PE, Trousdale RT, Sierra RJ. The Shenton line in the diagnosis of a

- acetabular dysplasia in the skeletally mature patient. *J Bone Joint Surg [Am]*; 2011; 93: 35-9.
8. Yasunaga Y, Ikuta Y, Kanazawa T, Takahashi K, Hisatome T. The state of the articular cartilage at the time of surgery as an indication for rotational acetabular osteotomy. *J Bone Joint Surg [Br]*; 2001; 83-B:1001-4.
  9. Lequesne M, de Sèze S. False profile of the pelvis. A new radiographic incidence for the study of the hip. Its use in dysplasias and different coxopathies. *Rev Rhum Mal Osteoartic* 1961; 28:643-652. In French.
  10. Agricola R, Heijboer MP, Roze RH, Reijman M, Bierma-Zeinstra SM, Verhaar JA, Weinans H, Waarsing JH. Pincer deformity does not lead to osteoarthritis of the hip whereas acetabular dysplasia does: acetabular coverage and development of osteoarthritis in a nationwide prospective cohort study (CHECK). *Osteoarthritis Cartilage*. 2013;10: 1514-21.
  11. Garbuz DS, Masri BA, Haddad F, Duncan CP. Clinical and radiographic assessment of the young adult with symptomatic hip dysplasia. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;418:18-22.
  12. Wendt MC, Adler MA, Trousdale RT, Mabry TM, Cabanela ME. Effectiveness of false profile radiographs in detection of pelvic discontinuity. *J Arthroplasty*. 2012;7: 1408-12
  13. Wiberg G. Studies on dysplastic acetabula and congenital subluxation of the hip joint: with special reference to the complication of osteoarthritis. *Acta Chir Scand* 1939; 83(suppl):58.
  14. Crowe JF, Mani VJ, Ranawat CS. Total hip replacement in congenital dislocation and dysplasia of the hip. *J Bone Joint Surg Am*. 1979; 61:15-23.
  15. Tönnis D. *Congenital Dysplasia and Dislocation of the Hip in Children and Adults*. Berlin, Springer-Verlag 167-71, 1987.
  16. 土方浩美, 田川宏, 豊島弘道ほか:C capital drop切除を併用した寛骨臼回転骨切り術. *Hip Joint* 11: 277-282, 1985.
  17. Akiyama K, Sakai T, Koyanagi J, Yoshikawa H, Sugamoto K. Evaluation of translation in the normal and dysplastic hip using three-dimensional magnetic resonance imaging and voxel-based registration. *Osteoarthritis Cartilage*. 2011; 19:700-10.
  18. Maeyama A, Naito M, Moriyama S, Yoshimura I. Periacetabular osteotomy reduces the dynamic instability of dysplastic hips. *J Bone Joint Surg Br*. 2009; 91:1438-42.
  19. Gilles B, Christophe FK, Magnenet-Thalmann N, Becker CD, Duc SR, Menetrey J, Hoffmeyer P. MRI-based assessment of hip joint translations. *J Biomech* 2009; 42:1201-5.
  20. Akiyama K, Sakai T, Koyanagi J, Yoshikawa H, Sugamoto K. In vivo hip joint contact distribution and bony impingement in normal and dysplastic human hips. *J Orth*

op Res 2013; 31: 1611-9.  
 21. Smith MV, Panchal HB, Ruberte Thiele RA, Sekiya JK. Effect of acetabular labrum tears on hip sta

bility and labral strain in a joint compression model. Am J Sports Med. 2011; 39: 103S-10S

**表 1. 寛骨臼形成不全群とコントロール群の各パラメーターの内訳**

	寛骨臼形成不全群 (N=38)	コントロール群 (N=32)	p 値
年齢 (歳)	40.2 (16-63) *	44.8 (22-67) *	$p = 0.1809$ †
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	23.6 (18.7-31.5) *	22.4 (16.6-34.1) *	$p = 0.2391$ †
左右 (右: 左)	20:18	14:18	$p = 0.3086$ ‡
CE 角 (°)	10.1 (0-19) *	26.9 (20-44) *	$p < 0.0001$ †
HLI	0.611 (0.53-0.72) *	0.546 (0.47-0.68) *	$p < 0.0001$ †
VCA 角 (°)	5.8 (-12-27) *	26.7 (5-47) *	$p < 0.0001$ †

\*値は平均値で括弧内は範囲を示す

† Student の t 検定

‡ Fisher の正確検定

**表 2. 寛骨臼形成不全群とコントロール群の骨頭中心移動距離の比較**

	寛骨臼形成不全群 (N=38)	コントロール群 (N=32)	p 値
骨頭中心移動距離 (mm)	2.50 (0 - 9.3) *	1.31 (0 - 3.7) *	$p < 0.0001$ †
X 軸の移動距離 (mm)	-1.13 (-5.5 - 1.3) *	0.48 (-1.1 - 2.9) *	$p < 0.0001$ †
Y 軸の移動距離 (mm)	-1.71 (-7.8 - 1.3) *	0.03 (-3.4 - 1.7) *	$p < 0.0001$ †

X 軸は前方、Y 軸は上方を表す

\*値は平均値で括弧内は範囲を示す

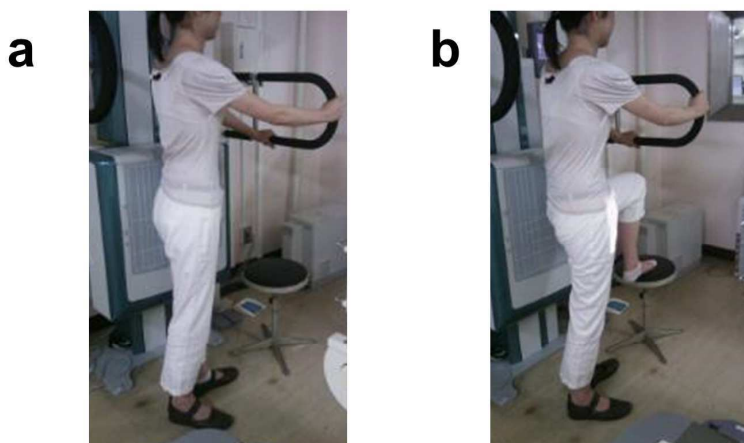
† Welch の t 検定

**表 3. 寛骨臼形成不全群とコントロール群の線形回帰分析**

	寛骨臼形成不全群の 骨頭中心移動距離		コントロール群の 骨頭中心移動距離	
	相関係数	<i>p</i> 値	相関係数	<i>p</i> 値
年齢	0.0788	0.6383	0.0329	0.8580
BMI	0.1831	0.2712	0.1766	0.3336
CE 角	0.4297	<i>p</i> = 0.0071	0.0567	0.7579
VCA 角	0.5105	<i>p</i> = 0.0011	0.0329	0.8583
HLI	0.5161	<i>p</i> = 0.0009	0.3121	0.0821

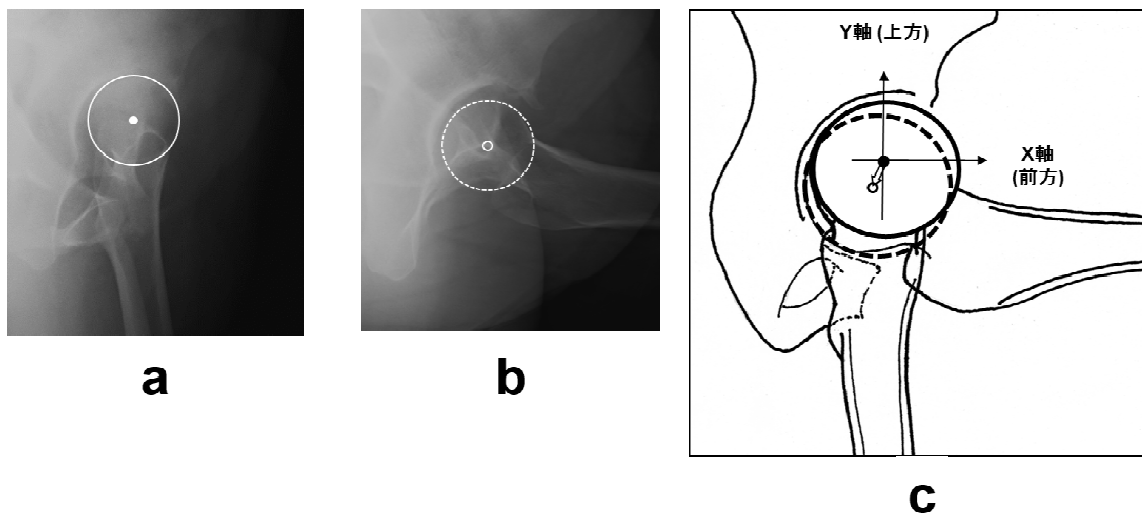
寛骨臼形成不全群において骨頭中心移動距離と CE 角・VCA 角・HLI がそれぞれ相関を認めた

**図 1 左股関節の動態 false profile 撮影法**



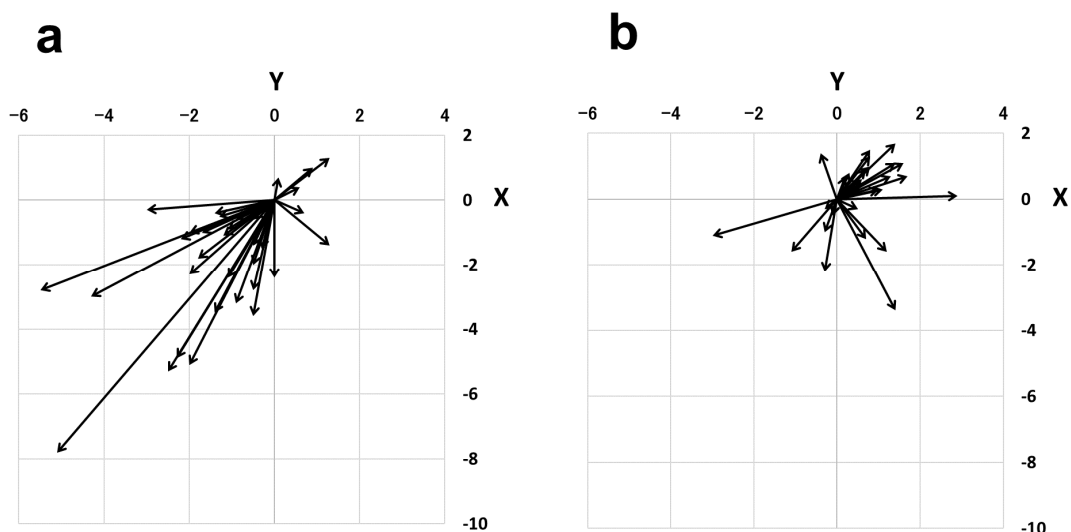
- a) 立位にて左側の足軸を X 線フィルムと平行にした後（左股関節は伸展位）、骨盤回旋角度（水平面での骨盤と X 線フィルムのなす角度）を 65° に設定して撮影
- b) 適切な台の上に左足部を乗せて、左股関節を 90° 屈曲させた状態で撮影

図2 動態 false profile 撮影のレントゲン



- a) 伸展位
- b) 90° 屈曲位
- c) 太線と黒点はそれぞれ伸展位での、破線と白点はそれぞれ 90° 屈曲位での false profile 撮影における大腿骨頭の輪郭とその骨頭中心点を示す。X 軸は上方、Y 軸は前方を示しており、黒点と白点の距離が骨頭中心移動距離となる。図は骨頭中心点が後下方に移動しているのが分かる。

図3 大腿骨頭中心の移動距離並びに移動方向



- a) 寛骨臼形成不全群
- b) コントロール群



