

琉球大学学術リポジトリ

[原著] ペルテス病における臼蓋変化のX線学的研究

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 琉球医学会 公開日: 2010-07-02 キーワード (Ja): キーワード (En): Perthes' disease, radiological study, acetabular change, acetabular epiphysis 作成者: 仲宗根, 聰, Nakasone, Satoshi メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002015982

ペルテス病における臼蓋変化のX線学的研究

仲宗根 聰

沖縄整肢療護園整形外科

(1993年12月20日受付、1994年3月8日受理)

Radiological Study of Morphological Changes in the Acetabulum in Perthes' Disease

Satoshi Nakasone

*Department of Orthopaedic Surgery, Okinawa Crippled Children's Hospital,
Okinawa, Japan*

ABSTRACT

Radiographs of 86 children with unilateral Perthes' disease were examined to identify the acetabular changes. When acetabular hypertrophy was seen on the affected side in early stage of the disease, especially, enlargement of the acetabular height and width of more than 2mm, the condition indicated a poor prognosis. The acetabular hypertrophy which appeared prior to the femoral head deformity seemed to be a primary changes. Cases with severe femoral head deformity showed secondary acetabular changes due to adaptation to the femoral head. As the femoral head became larger or more deformed, the acetabulum became shallower and more inclined. Considering biological plasticity, containment therapy is necessary at an early stage. Containment therapy in late stages may incline the lateral edge of the acetabulum in too steep a manner. Acetabular epiphysis—the secondary ossification center appearing in the rim of the acetabulum—was seen in 40 cases. In 26 of these, acetabular epiphysis was found earlier on the Perthes' side than on the normal side, and in the other 14 cases, acetabular epiphysis was found almost simultaneously on both sides. Cases with a more deformed femoral head tended to show earlier appearance of acetabular epiphysis than those with less deformity. It was suspected that a large or deformed femoral head exerts excessive pressure on the upper acetabular rim and promotes the early appearance of a secondary ossification center. *Ryukyu Med. J.*, 14(2)133~140, 1994

Key words : Perthes' disease, radiological study, acetabular change, acetabular epiphysis

緒 言

ペルテス病では、骨頭扁平化や巨大骨頭を遺残している症例でも臼蓋との適合性が比較的良好であれば臨床症状は軽度な例が多いが、臼蓋との不適合がある例では、早期より変形性股関節症へ進展すると言われている^{1,2)}。すなわちペルテス病の長期予後を知るために骨頭変形のみならず臼蓋側の変化にも着目しなければならない。臼蓋は、骨頭の変形に対応して二次的に変形をきたすため、治療成績を向上させるためには骨

頭のみならず臼蓋の変形も最小限にとどめるように治療をすすめなければならない。一方骨頭変形のほとんどみられない時期でも、X線上臼蓋肥大、骨盤の歪みなどが認められる症例がある。最近このようなペルテス病の臼蓋の形態的変化に関する報告がみられるが、治療成績と初診時および治癒後の臼蓋変形との関連についての報告は少ない^{3~5)}。著者は、ペルテス病の臼蓋の形態的変化が、どの時期に発生するのか、骨頭変形と臼蓋変形との関連、治療成績と臼蓋変形との関連、および初期の臼蓋変化がその後にも残存するのかを知

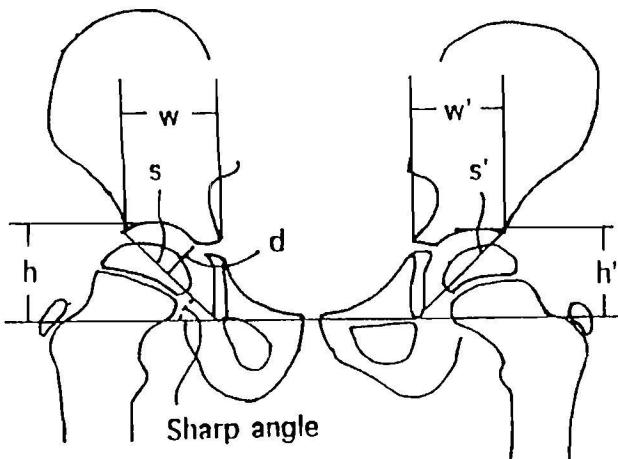


Fig. 1A Radiological parameters. h: acetabular height w: acetabular width. s: acetabular size. d: acetabular depth. h, w, s: Perthes' side. h', w', s': normal side. d/s: approximate acetabular index (AAI).

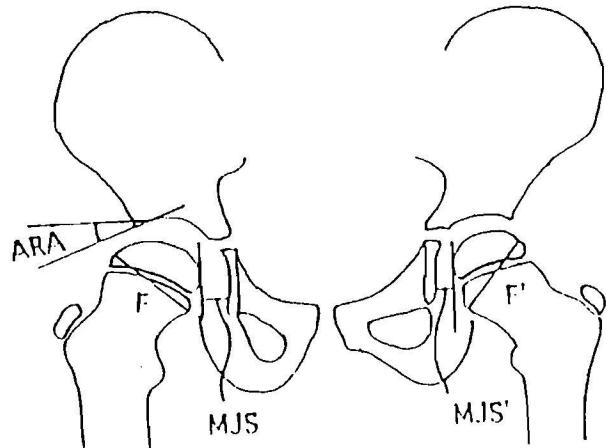


Fig. 1B Radiological Parameters. ARA: acetabular roof angle (acetabular rim inclination from the horizontal line. Positive angle expresses downward direction and negative angle expresses upward direction.) MJS: medial joint space. MJS: Perthes' side. MJS': normal side. F: diameter of femoral head F: Perthes' side. F': normal side

るために、本研究を行った。

対象および方法

沖縄整肢療護園および琉球大学整形外科で1964年～1987年までに治療した149症例のうち初診時から最終経過観察時までの鮮明なX線写真が保存されかつ片側罹患である86例(男79例、女7例)を対象とした。発症時年齢は3～12才(平均7.6才)、経過観察期間は2～26年(平均8年)、最終調査時年齢は9～31才(平均15.6才)であった。治療法の内訳は、バチャエラー型外転免荷装具による保存療法69例、内反骨切り術17例であった。病期を、Ⅰ初期、Ⅱ壊死期、Ⅲ分節期、Ⅳ修復期に分け、成績判定はStulbergの分類に従った¹⁾。

1. X線学的指標

X線学的計測は臼蓋側の変化の指標としてacetabular roof angle (ARA), Sharp角、approximate acetabular index (AAI) およびapproximate acetabular quotient (AAQ) を、特に臼蓋の肥大を表す指標として臼蓋の高さ、幅、acetabular sizeを計測した^{5～7)}。なお臼蓋肥大の程度を表す場合は患側の値から健側の値を引いた値を用いた。大腿骨頭の外側偏位の指標としてmedial joint space (MJS) を、大腿骨頭変形の指標として、骨頭の最大径を計測し femoral head size (FHS) として健側に対する比であらわした⁸⁾(Fig. 1)。またMose法によりA P像と側面像における骨頭半径の差を計測した⁹⁾。

なおペルテス病では患側殿筋の萎縮により骨盤が傾き、X線計測値に影響すると考えられるため、Danielssonらに従って以下のようないくつかの条件を満たした両股関節A P像にてX線計測を行った^{3,9)}。

①仙骨の中心線が恥骨結合の中心から5mm以上ずれないこと。

②左右の股関節内外転の差が5度以内。

③下肢回旋度は左右同じ。

また、17例のペルテス病片側例で背臥位のA P像と、患側殿部の下に板を入れ1cm持ち上げた状態でのA P像において各計測値の再現性を検討した。統計分析はt検定、 χ^2 検定、相関係数を用いた。

2. 初診時の臼蓋変形と治療成績の検討

初診時骨頭陥凹がないか軽度であった58例については、初診時の臼蓋変形と治療成績との関連、最終経過観察時の臼蓋変形との関連について検討した。

3. 骨頭変形、骨頭外側偏位と臼蓋変形の関係

骨頭の位置と骨頭形態の変化が臼蓋に及ぼす影響を調べるために、初診時MJSと臼蓋変形との関係、FHS、Mose法による骨頭変形の指標と、臼蓋変形の関係について検討した。

Table 1 Correlation between radiological parameters measured by plain A-P view and those by 1cm affected side up A-P view (17 cases, 34 hips)

Variable	Correlation coefficient
h-h'	0.993
w-w'	0.984
s-s'	0.988
AAQ	0.923
ARA	0.971
Sharp angle	0.857
FHS	0.995
MJS-MJS'	0.943

h-h', w-w', s-s': difference between the Perthes' side and the normal side.

AAQ (approximate acetabular quotient) = AAI of Perthes' side/AI of normal side

FHS(femoral head size) = F/F'

Table 2 Results of acetabular measurements in the Perthes' and the normal hips on first examination

Measurement	Stage I , II (58 cases)		Stage III , IV (28 cases)	
	Perthes'	Normal	Perthes'	Normal
Acetabular				
height(mm)	37.5 ± 4.14	36.4 ± 3.8	37.9 ± 4.2	36.5 ± 3.7
width(mm)	36.2 ± 4.0	35.6 ± 3.8	37.2 ± 3.9	36.4 ± 4.1
size(mm)	50.5 ± 5.1	48.9 ± 4.9	53.2 ± 5.2	49.9 ± 4.5
AAI	0.26 ± 0.03	0.28 ± 0.03	0.24 ± 0.02	0.27 ± 0.02
ARA	7.76 ± 7.86	9.21 ± 8.04	1.23 ± 6.23	7.89 ± 4.95
Sharp angle	47.1 ± 2.9	NS	47.1 ± 2.9	46.2 ± 3.4
				NS
				45.4 ± 2.46

* significant difference between measurement of Perthes' and normal hip. ($p < 0.01$)

4. Acetabular epiphysisの出現と治療成績、骨頭、臼蓋変形、初診時年齢との関係

経過中いずれかの側に臼蓋外側縁の二次骨化中心であるacetabular epiphysisが出現した症例40例を対象に、acetabular epiphysisが患側に早期に出現した例を早期出現群、患側と健側同時期に出現した群を同時出現群として、成績、骨頭、臼蓋変形、初診時年齢との関係について検討した^{10~12)}。

Table 3 Acetabular changes relating to the stage on first examination

Measurement	Stage		
	I , II (58 cases)	III , IV (28 cases)	p value
h-h'(mm)	1.15 ± 1.31	1.40 ± 1.48	NS
w-w'(mm)	0.69 ± 0.79	1.05 ± 1.0	NS
s-s'(mm)	1.59 ± 1.39	3.07 ± 1.76	< 0.01
AAQ	95.2 ± 7.45	88.2 ± 7.63	< 0.01
ARA	7.76 ± 7.86	1.23 ± 6.23	< 0.01
Sharp angle	47.1 ± 2.9	46.2 ± 3.4	NS

Table 4 Acetabular changes in early stage relating to the Stulberg classification

Measurement	Stulberg class		
	I , II (40 cases)	III , IV (18 cases)	p value
h-h'(mm)	0.76 ± 1.19	2.16 ± 1.06	< 0.01
w-w'(mm)	0.53 ± 0.68	1.0 ± 0.9	< 0.05
s-s'(mm)	1.43 ± 1.26	1.95 ± 1.63	NS
AAQ	95.5 ± 6.88	94.2 ± 8.99	NS
ARA	9.25 ± 8.3	5.95 ± 7.62	NS
Sharp angle	46.87 ± 3.04	47.47 ± 2.48	NS

Table 5 Comparison between measurement on first examination and final examination

Measurement	First examination	Final examination	p value
h-h'(mm)	1.15 ± 1.31	1.39 ± 2.37	NS
w-w'(mm)	0.69 ± 0.79	0.94 ± 1.94	NS
s-s'(mm)	1.59 ± 1.39	2.12 ± 2.34	NS
AAQ	95.2 ± 7.45	91.21 ± 11.9	< 0.05
ARA	7.76 ± 7.86	1.90 ± 10.11	< 0.01
Sharp angle	47.1 ± 2.9	44.39 ± 4.59	< 0.01
MJS-MJS'(mm)	2.07 ± 1.33	1.25 ± 1.60	< 0.01

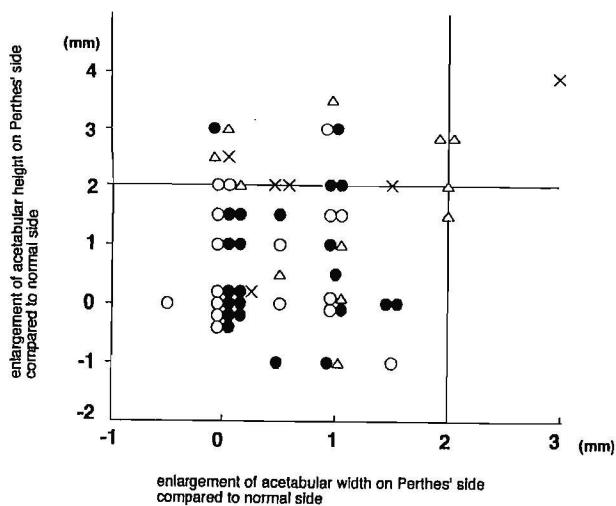


Fig. 2 Relation between enlargement of acetabular height and width in early stage and Stulberg classification.

○: Stulberg class I ●: class II △: class III ×: class IV

Table 6 Correlation between medial joint space and acetabular changes on first examination

Variable	Correlation coefficients	p value
h-h'	0.077	NS
w-w'	0.032	NS
s-s'	0.190	NS
AAQ	-0.404	< 0.01
ARA	-0.173	NS
Sharp angle	-0.190	NS

Table 7 Correlation between femoral head size and acetabular changes in final examination

Variable	Correlation coefficients	p value
h-h'	0.055	NS
w-w'	0.189	NS
s-s'	0.375	< 0.001
AAQ	-0.371	< 0.001
ARA	-0.378	< 0.001
Sharp angle	-0.032	NS

Table 8 Relation between acetabular changes and Mose eccentricities

Measurement	Mose eccentricity*		p value
	0 or 1 mm	2 mm or irregular	
h-h'(mm)	0.79 ± 2.03	1.66 ± 2.69	NS
w-w'(mm)	0.91 ± 1.78	1.29 ± 2.07	NS
s-s'(mm)	1.04 ± 2.4	3.31 ± 2.57	< 0.01
AAQ	94.16 ± 9.16	86.61 ± 12.89	< 0.01
ARA	2.70 ± 8.56	-3.29 ± 12.5	< 0.05
Sharp angle	44.2 ± 4.4	44.7 ± 4.52	NS

* difference between femoral head radius on A-P view and on lateral view.

結 果

1. 各X線計測値の再現性

患側骨盤拳上位と非拳上位でのX線計測値の比較では、Sharp角以外では高い相関性を示した(Table 1)。なお患側を拳上せずに撮影した場合、仙骨の中心線と恥骨結合の中心とのずれは平均3.3mm(0~6mm)であった。拳上位と非拳上位の仙骨中心線のずれは平均9.1mm(3~15mm)であった。

2. 初診時の臼蓋変化とその推移および成績との関連

1) 初診時の臼蓋変化

初診時の患側と健側の臼蓋計測値を実測値で比較すると、病期にかかわらずSharp角以外では健側と比べて有意な差がみられた(Table 2)。

初診時の病期と臼蓋変化との関係では、進行例で臼蓋外側縁の急峻化がみられたが、高さ、幅、Sharp角では有意差はなかった(Table 3)。

2) 成績と臼蓋変化との関係

経過観察時のStulberg分類と早期例(初診時病期I、IIの症例)の初診時臼蓋計測値との関係をみると、成績によって差があるのは、高さと幅のみであった(Table 4)。さらに、初診時に高さと幅のいずれかが健側と比べて2mm以上拡大していた20例のうちStulberg I、II型は7例、III、IV型が13例であった。一方いずれも拡大が2mm未満であった38例では、I、II型

Table 9 Relation between time of appearance of acetabular epiphysis and Stulberg classification, Mose eccentricity, age on first examination and age of appearance of acetabular epiphysis

Acetabular epiphysis	n	Stulberg		sphericity (Mose)		age of first examination	age of appearance of acet.epiphysis
		I, II	III, IV	<2mm	≥2mm or irregular		
early group** (26)		14	12	11	15	8.88±1.39	11.43±1.41
simultaneous (14) group***		12	2	12	2	7.08±2.15	12.79±1.12

* significant difference between early group and simultaneous group. ($p<0.01$)

** acetabular epiphysis having appears on affected side earlier than normal side.

*** acetabular epiphysis having appears simultaneously on both hips.

□ $p<0.05$ □ $p<0.01$

Table 10 Acetabular changes relating to the time of appearance of acetabular epiphysis

Measurement	Acetabular epiphysis		p value
	early group	simultaneous group	
mean±sd	mean±sd		
h-h'(mm)	1.57 ± 2.43	1.39 ± 2.91	NS
w-w'(mm)	1.85 ± 2.06	-0.19 ± 2.08	< 0.01
s-s'(mm)	3.06 ± 2.35	1.59 ± 2.32	NS
AAQ	88.56 ± 11.93	93.24 ± 13.89	NS
ARA	0.08 ± 9.8	2.47 ± 10.01	NS
Sharp angle	42.88 ± 4.52	44.32 ± 3.8	NS
FHS	1.12 ± 0.069	1.04 ± 0.05	< 0.01

が33例、Ⅲ、Ⅳ型は5例で、2mm以上の拡大を示した例では χ^2 検定で有意に成績不良例が多かった($p<0.01$) (Fig. 2)。

3)臼蓋変化の推移。

初診時と最終経過観察時の臼蓋変化の関係をみるとSharp角、MJSは改善傾向を示したが、臼蓋は浅く、臼蓋縁は急峻となる傾向にあった。高さ、幅は有意な変化はなかった(Table 5)。

3. 骨頭変形および骨頭外側偏位と臼蓋変化の関係。

初診時のMJSと臼蓋変化の関係ではAAQのみ負の相関を示した(Table 6)。骨頭変形が二次的に臼蓋に影響を及ぼしているかをみるために、最終経過時のFHSと臼蓋変形との相関をみると、骨頭径が大きくなるほど臼蓋縁部は急峻で浅い臼蓋となっていた(Table 7)。

Mose法で、AP像と側面像での骨頭半径の差が0~1mmの群に比し2mm以上の差または骨頭表面の不整をきたした群で、臼蓋は浅く臼蓋外側部の急峻化がみられた(Table 8)。

4. Acetabular epiphysisについて。

臼蓋の正面X線像より、二次骨化中心のうち臼蓋外側部にみられるacetabular epiphysisの出現時期をみると、健側より早く出現した例は26例、同時に出現した例は14例で、健側に早期に出現した例はなかった。早期出現群では成績が悪い例が多く($p<0.05$)、Mose法で骨頭の球形態の悪化した例が多かった($p<0.01$)。初診時年齢は早期出現例で有意に高く($p<0.01$)、逆に出現時年齢は同時出現群の方が高かった($p<0.01$) (Table 9)。またacetabular epiphysis早期出現例では、最終時の臼蓋変化で、幅が有意に増大し、骨頭径も有意に大きかった(Table 10)。

考 察

X線計測値の再現性に関しては、患側殿部拳上位と非拳上位で両者の仙骨中心線は平均9mmのずれが生じたが、非常に高い相関を示した。一方非拳上位の仙骨中心線は恥骨結合中心から平均3.3mmしかはなれておらず、殿筋萎縮による骨盤傾斜の影響はほぼ無視できると考えられる。

最近、初期ペルテス病の臼蓋に変化のみられることがいくつか報告されている。Yngveらは臼蓋のtear drop先端から臼蓋外側縁までの距離を計測しこれをacetabular sizeとして65例中61例で増大がみられたと報告しているが、成績との関連については述べていない⁹。Danielssonらは、臼蓋の縦と横の拡大は骨頭変形に対する代償性変化で、予後良好の因子としており、代償能の大きい若年発症例で成績がよいとの理由の一つにあげている⁹。今回の結果から、ペルテス病の臼蓋は骨頭変形がみられないか、ごく軽度の時期においても健側に比し肥大している例が多く、特に臼蓋の高さと幅はDanielssonらの報告と異なり、成績不良例では早期から肥大がみられたことより、予後不良に関係していると考えられる。

このような初期の臼蓋変化の原因はいまだ不明である。Yngveら、Josephはペルテス病のsynovitisにより臼蓋の血流が増加し、臼蓋の成長の変化が起こると推察している^{1,5)}。Josephは血流増加の証拠として骨シンチでの臼蓋の取り込み増加と、臼蓋のosteoporosisをあげている。Yngveらはまた、内転筋のスパズムによる内転拘縮で内側では関節軟骨にかかる圧が弱くなり、臼蓋、骨頭軟骨の過成長がおこり、逆に外側では圧が強くなり、臼蓋成長の不均衡をきたすと述べている。

たしかに骨頭変形が明かではない時期でも関節軟骨の肥大があり、骨頭の外側偏位が起こると報告されている^{13,19)}。この軟骨肥大による骨頭の外側偏位が臼蓋の変化を二次的に引き起こすなら、初期外側偏位と臼蓋変化は相関するはずである。事実今回の結果でも、外側偏位が大きければ臼蓋は浅くなる傾向を示したが、臼蓋の肥大化を示す指標とは相関しなかった。すなわち初期の臼蓋肥大は軟骨肥大を含めた骨頭変形による二次的な変化というだけでは説明できない。特に臼蓋の高さと幅は病期が進んでも有意な変化を示さず、骨頭変形との相関もないことから、臼蓋自体の一次的な変化の可能性がある(Fig. 3)。

一方臼蓋は病期が進行すれば二次的にも変形をきたす。Containment療法により骨頭が球形態を回復することは壞死に陥った骨頭に"biological plasticity"があるために起こると言われており、またBrailsfordは発

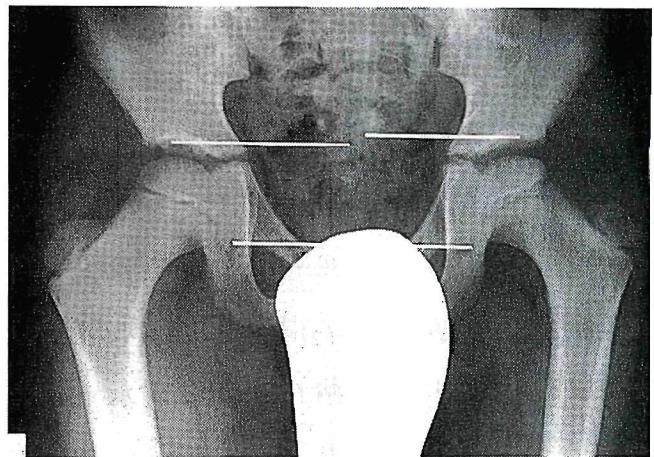


Fig. 3 A boy (8.2 years old) with left Perthes' disease in stage I. The acetabular height of Perthes' side increases 3mm more compared to unaffected side.

症後約4年間は骨頭がplasticityを有すると述べている^{15,16)}。しかし、治療開始が遅れた例で臼蓋の急峻化が起こることは、病期が進行すると骨頭のbiological plasticityが低下し、臼蓋と骨頭の相互のmoulding作用が低下して適合性の悪い関節になると考えられる。Colemanらは、小犬を使った実験で球形な骨頭が求心位になければ正常なconcavityをもった臼蓋は形成されないと述べている¹⁷⁾。Siffertは骨頭の亜脱臼位は臼蓋外側縁に軟骨増殖抑制効果をもたらし急峻臼蓋をつくると述べている¹⁸⁾。Containment療法の本来の意味は亜脱臼位を改善し骨頭を正常な臼蓋で完全に包み込むことあり、外転位でも亜脱臼位が改善しないいわゆるhinged abductionの状態となった例や、扁平骨頭でbiological plasticityの低下したと思われる時期において、いたずらにcontainment療法を続けることは、臼蓋の変形をますます助長することになると考えられるため避けなければならない(Fig. 4)。

東、Harrison, Ponsetiは、臼蓋の成長は臼蓋軟骨のinterstitial growthと、臼蓋軟骨辺縁部のappositional growthと、臼蓋縁の骨膜性骨新生によってつくられると述べ、臼蓋軟骨辺縁部では3つの二次骨化中心がこれに関与すると述べている^{10~12)}。その中で腸骨の二次骨化中心をHarrisonはacetabular epiphysisと呼び、Scuderiらは8才で出現し18才で癒合すると述べている^{11,19)}。今回対象例40例のうち26例では健側と比べ、acetabular epiphysisの早期出現がみられた(Fig. 5)。ペルテス病ではacetabular epiphysisの早期出現に言及した報告はないが、Wiberg, 中塚ら、Ponsetiは、先天性股関節脱臼治療後に、acetabular epiphysisが健側よりも早期に出現すると述べている^{20~22)}。その原因につ

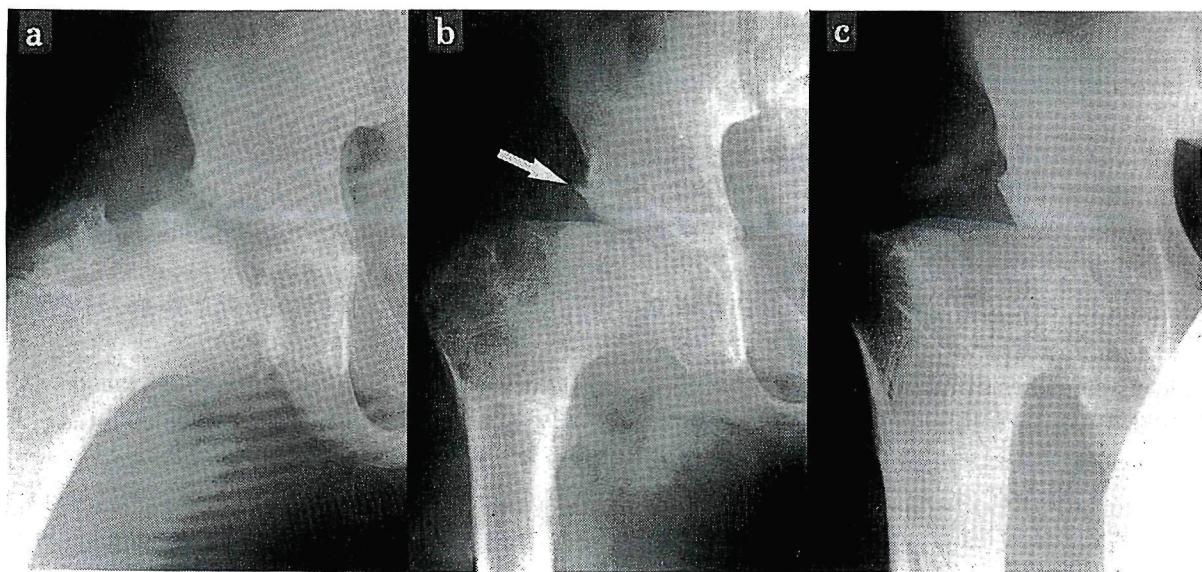


Fig. 4 Eleven-year-old boy with right Perthes' disease in stage IV.

- a. Radiograph reveals hinged abduction of right hip.
- b. Acetabular epiphysis (white arrow) was seen within the acetabular rim, and it was pushed upward after femoral varus osteotomy was done.
- c. Stulberg class IV deformity was seen at the age of 20 years. The acetabulum became shallowed and steepened.

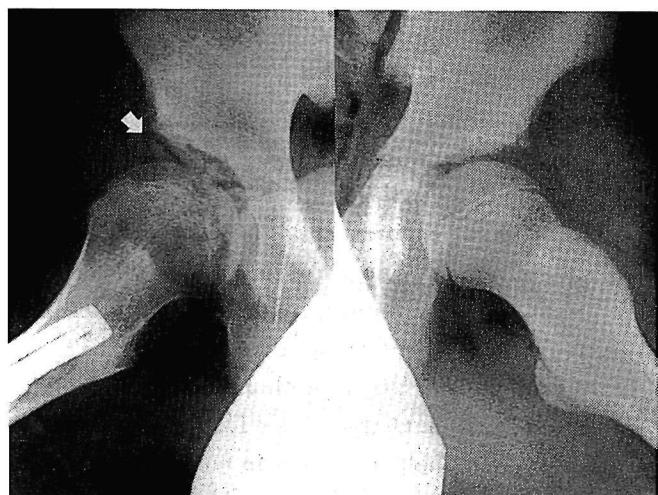


Fig. 5 Eleven-year-old boy with right Perthes' disease. Acetabular epiphysis (white arrow) appears on the Perthes' side earlier than on the unaffected side.

いてPonsetiは脱臼股では臼蓋外側縁部の軟骨肥厚および血流の増加がみられ、脱臼股の整復によって臼蓋外縁部分が刺激されてscattered ossification centers(まばらな骨化中心)が出現すると述べている²²⁾。一方Wibergは脱臼股では脱臼骨頭が外側臼蓋縁に圧をかけ成長を妨げるが、整復によって成長傾向が増大しossa acetabuli(acetabular epiphysis)の成長を促進すると推

察している²⁰⁾。また、このacetabular epiphysisが早期にみられたものではCE角が陽性になるものが多かったと述べている。Lindstromらは脱臼整復後二次骨化中心が早期に出現すれば、急峻臼蓋の改善が期待しうるのではないかと述べている²³⁾。しかし、ペルテス病ではacetabular epiphysisは、臼蓋の幅を増大するのにわずかに有効かもしれないが、acetabular epiphysisの早期出現例ではむしろ成績悪化例が多かった。その理由として、成績悪化例にみられる巨大骨頭や関節不適合が臼蓋外側縁にストレスをかけこの部の骨化機転を活性化することが考えられる。

今回著者は、ペルテス病のX線上早期からみられる臼蓋肥大と、経過中に出現する臼蓋の変化について報告した。初期の臼蓋肥大は、成績不良因子の一つとして意味があり、特に骨頭変形以前の臼蓋の変化は、臼蓋を含めた股関節全体の血流増加による過成長を示唆し、ペルテス病の病因とも関わってくるので、今後さらに研究されるべきである。また、骨頭のbiological plasticityを期待してかなり進行した症例にもcontainment療法を行う傾向にあるが、今回示した二次的な臼蓋の変化はcontainment療法の限界をも示しており、今後すべて画一的な治療ではなく、病期や初診時の骨頭変形に応じた治療を心がけるべきである。

結論

ペルテス病片側例86例につき、臼蓋の変化をX線像より解析し、今まで次の結論を得た。

- 1) 早期より臼蓋の高さ、幅の増大のみられる症例は治療成績は概して不良である。
- 2) 早期の大腿骨頭の外側偏位は臼蓋肥大とは相関がなく、予後因子としての重要性はない。
- 3) 骨頭変形は、それに対応した二次的な臼蓋の急峻化が認められ、予後因子として重要と考えられた。
- 4) Acetabular epiphysisは健側より早期に出現する症例は増悪例が多く、予後因子として重要と思われた。
- 5) Containment療法は hinged abduction の状態となった症例や、扁平骨頭で biological plasticity の低下を来たしたと思われる時期に行けば臼蓋の変形を助長し、禁忌と考えられた。

謝辞

稿を終えるにあたり、御指導、御校閲を賜りました恩師茨木邦夫教授に深謝致します。また、種々の御助言や御協力を戴いた琉球大学整形外科教室の諸先生に感謝致します。

尚、本論文の要旨は第61回日本整形外科学会および第1回日本小児整形外科学会にて発表した。

文献

- 1) Stulberg, S. D., Cooperman, D. R., and Wallensten, R.: The natural history of Legg-Calvé-Perthes disease. J. Bone Joint Surg. 63-A: 1095-1108, 1981.
- 2) Weinstein, S. L.: Legg-Calvé-Perthes disease: result of long-term follow up. The Hip 28-37, 1985.
- 3) Danielsson, L., Pettersson, H., and Sundén, G.: Early assessment of prognosis in Perthes' disease. Acta Orthop. Scand. 53: 605-611, 1982.
- 4) Joseph, B.: Morphological changes in the acetabulum in Perthes' disease. J. Bone Joint Surg. 71-B: 756-763, 1989.
- 5) Yngve, D. A., and Roberts, J. M.: Acetabular hypertrophy in Legg-Calvé-Perthes disease. J. Pediatr. Orthop. 5: 416-421, 1985.
- 6) 西塔 進, 美延幸保, 清水信幸, 高岡邦夫, 門脇徹, 井上明生, 小野啓郎: Perthes病の長期的予後とその予後因子. 整形外科 36: 137-144, 1985.
- 7) Heyman, C. H., and Herndon, C. H.: Legg-Perthes

- disease. J. Bone Joint Surg. 32-A: 767-778, 1950.
- 8) Mose, K.: Methods of measuring in Legg-Calvé-Perthes disease with special regard to the prognosis. Clin. Orthop. 150: 103-109, 1980.
- 9) Schiller, M. G., and Axer, A.: Legg-Calvé-Perthes Syndrome (L. C. P. S.): a clinical analysis of roentgenographic measurement. Clin. Orthop. 86: 34-42, 1972.
- 10) 東 博彦: 寛骨臼の発育と病態. 日整会誌 63: 377-394, 1989.
- 11) Harrison, T. J.: The growth of the pelvis in the rat: a mensural and morphological study. J. Anat. 92: 236-260, 1958.
- 12) Ponseti, I. V.: Growth and development of the acetabulum in the normal child. J. Bone Joint Surg. 60-A: 575-585, 1978.
- 13) Axer, A.: The pathogenesis of the early deformity of the capital femoral epiphysis in Legg-Calvé-Perthes syndrome (L. C. P. S.). Clin. Orthop. 84: 106-115, 1972.
- 14) Katz, J. F.: Arthrography in Legg-Calvé-Perthes disease. J. Bone Joint Surg. 50-A: 467-472, 1968.
- 15) Salter, R. B.: Experimental and clinical aspects of Perthes' disease. J. Bone Joint Surg. 48-B: 393-394, 1966.
- 16) Brailsford, J. F.: Avascular necrosis of bone. J. Bone Joint Surg. 25: 249-260, 1943.
- 17) Coleman, C. R., Slager, R. F., and Smith, W. S.: The effect of environmental influence on acetabular development. Surg. Forum 9: 775-780, 1959.
- 18) Siffert, R. S.: Patterns of deformity of the developing hip. Clin. Orthop. 160: 14-29, 1981.
- 19) Scuderi, G., and Bronson, M. J.: Triradiate cartilage injury. Clin. Orthop. 217: 179-189, 1987.
- 20) Wiberg, G.: Shelf operation in congenital dysplasia of the acetabulum and in subluxation and dislocation of the hip. J. Bone Joint Surg. 35-A: 65-80, 1953.
- 21) 中塚洋一, 三谷 茂, 東原伸七郎, 井上 一: 先天性股関節脱臼観血的整復術後の臼蓋発育. 日小整会誌 2: 301-304, 1993.
- 22) Ponseti, I. V.: Morphology of the acetabulum in congenital dislocation of the hip. J. Bone Joint Surg. 60-A: 586-599, 1978.
- 23) Lindstrom, J. R.: Acetabular development after reduction in congenital dislocation of the hip. J. Bone Joint Surg. 61-A: 112-118, 1979.