

ペルテス病の骨頭側方化の原因に関する MR 画像による解析

京都府立医科大学大学院医学研究科運動器機能再生外科学

平島 淑子・金 郁 喆・吉田 隆 司・岡 佳 伸
毛利 尚 史・山田 尚 武・久保 俊 一

要 旨 骨頭側方化を生じた 20 例 20 股のペルテス病患児の単純 X 線および MRI の経時変化を観察した。骨頭側方化の評価には単純 X 線での teardrop distance (TDD) を用いた。TDD の健患側差では発症後 12 か月で側方化が 3 mm 未満を改善群、3 mm 以上を非改善群に分けた。MRI では骨頭内外側の軟骨肥厚および関節水腫、さらに骨頭内側部に存在する肥厚した領域を異常像として観察した。その結果、TDD の健患側差では両群ともに発症後 1 年以内で側方化が最大となり、関節軟骨肥厚度も病初期から 1 年以内をピークとして次第に改善した。関節水腫は改善群では発症後 1 年以内に減少、非改善群では持続した。非改善群で側方化が 1 年以上持続する症例では水腫が持続し、異常像も残存する傾向を認めた。単純 X 線での骨頭側方化は MRI での関節軟骨肥厚と同期しており、股関節の水腫や異常像が側方化の持続に影響している可能性が高いと考えた。

はじめに

ペルテス病の予後不良因子の大きな要因として大腿骨頭の側方化が挙げられる¹⁾。単純 X 線像による大腿骨頭側方化では常に股関節内側関節裂隙の開大が認められるが、関節裂隙の開大に関与している因子は明らかではない。一方、MRI は単純 X 線像では解明できない関節軟骨の肥厚、水腫、滑膜組織の増生などの関節内の病態が描出可能であり、今日ではペルテス病の早期診断や病態の解明には欠かせない検査法である。今回、単純 X 線像での骨頭側方化の病態解明を目的に MRI を用いて経時的な関節内の変化を観察し、骨頭側方化との関連性について検討した。

対象と方法

20 例 20 股の片側ペルテス病を対象とした。男

児 18 例、女児 2 例、発症年齢は 4~11 歳(平均 7 歳 5 か月)であった。全例外転免荷装具による保存療法を施行し、装具装着期間は 12~30 か月(平均 21 年 7 か月)であった。病型分類には Caterall 分類、Herring 分類を用いた。経過観察期間は 4 年~9 年 2 か月(平均 7 年 1 か月)であった。

単純 X 線撮影は初診後 1~2 か月ごとに施行した。経時的な大腿骨頭側方化の評価として単純 X 線正面像での teardrop distance (TDD) を用いた。TDD の程度は健患側差で表した (d-TDD)。対象は側方化の程度により 2 群に分けた。発症後 12 か月の時点で d-TDD が 3 mm 未満の症例を A 群、d-TDD が 3 mm 以上のものを B 群とした。

MRI 撮像は発症時と発症後 3~6 か月ごとに行った。使用した MRI は島津社製 SMT-100 X、150 X であった。撮影時期に関しては発症後の時期によって以下のように第 I 期~第 V 期に分け

Key words : Perthes' disease(ペルテス病), magnetic resonance imaging(MR 画像), lateralization of the femoral head(骨頭側方化)

連絡先 : 〒 629-3403 京都府京丹後市久美浜町 161 京丹後市立久美浜病院整形外科 平島淑子 電話(0772)82-1500
受付日 : 平成 19 年 1 月 15 日

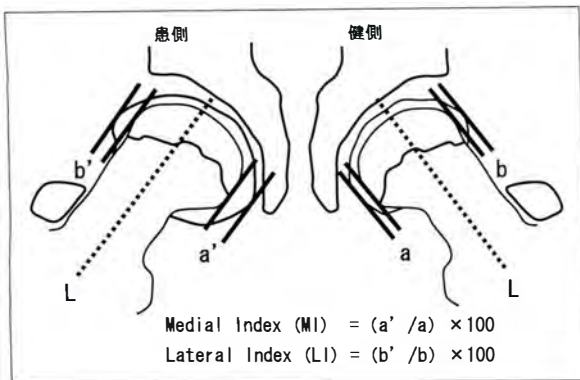


図 1. MRI による大腿骨頭の軟骨肥厚の評価
MI(Medial Index)：内側の軟骨肥厚度
LI(Lateral Index)：外側の軟骨肥厚度
a：健側の内側軟骨，a'：患側の内側軟骨
b：健側の外側軟骨，b'：患側の外側軟骨
L：大腿骨頸部軸



図 2. MRI による関節水腫の評価
健側および患側の T2 強調画像において、骨頭を含む連続した冠状断 5 スライス中 (a~e) に水腫を認めるスライス数で評価した

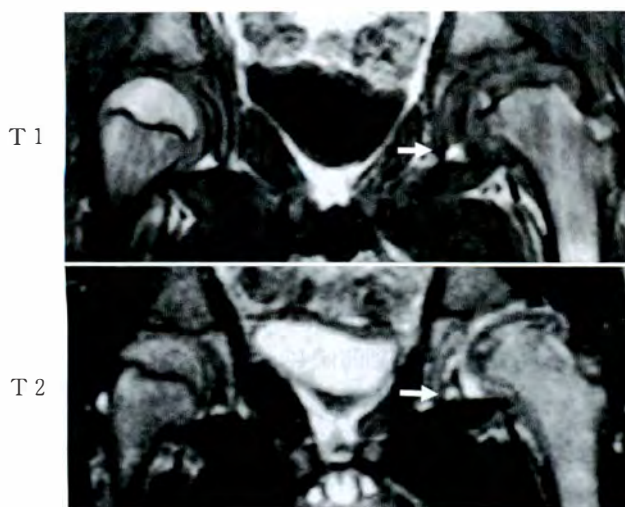


図 3. MRI による異常像の評価
股関節内側の骨端線下部に T1 強調画像で低～中信号，T2 強調画像で中～高信号を取り巻く低信号の肥厚した領域を認めた。健側には肥厚は見られない

た。その症例数と平均経過時期は以下のとおりであった：第 I 期(発症後 0～5 か月以内)；平均 1.3 か月 (n=20)，第 II 期(発症後 6～11 か月以内)；平均 7.4 か月 (n=19)，第 III 期(発症後 12～17 か月以内)；平均 13.9 か月 (n=19)，第 IV 期(発症後 18～23 か月以内)；平均 19.7 か月 (n=18)，第 V 期(発症後 24～30 か月以内)；平均 26.2 か月 (n=17)。

MRI では大腿骨頭内外側の関節軟骨の肥厚の程度，関節内の水腫の程度，大腿骨頭内側関節裂隙の異常像の有無について経時的に評価した。

大腿骨頭外側，内側の軟骨肥厚の程度は，頸部軸に平行な線を肥厚した軟骨の内縁，外縁に引き，その 2 本の線間距離を計測し，その健患側比を MI，LI として表現した(図 1)。

関節水腫の程度は，健側および患側の T2 強調画像において骨頭を含む連続した冠状断 5 スライス中に水腫を認めるスライス数とした(図 2)。

異常像に関しては，股関節内側の骨端線下部に T1 強調画像で低～中信号，T2 強調画像で中～高信号を取り囲む低信号の肥厚した領域を認め，この領域の存在を異常像ありとした(図 3)。

最終観察時の骨頭形態および股関節の適合性の評価としては，単純 X 線像から CE 角，ATD，Mose 法，AHI を計測した。それぞれ表 1 のように点数化し，その合計点数によるスコア化を行った。X 線学的スコア評価により good, fair, poor の 3 段階に分類した(表 1)。

2 群間の経時的な変化や程度の統計学的比較には t 検定およびマンホイットニーの U 検定を用い，有意水準は 5%未満 (p<0.05) とした。

表 1. 最終観察時の骨頭形態および股関節の適合性の評価

●Center-edge angle(CE) >20° 2 0~20° 1 <0° 0	●Articulo-trochanteric distance(ATD) >15 mm 2 10~14 mm 1 <10 mm 0
●Mose's classification no difference 3 <2 mm 2 2~4 mm 1 >4 mm 0	●Acetabular-head index(AHI) >80% 3 70~80% 2 60~70% 1 <60% 0

8~10 : good, 6~7 : fair, 0~5 : poor

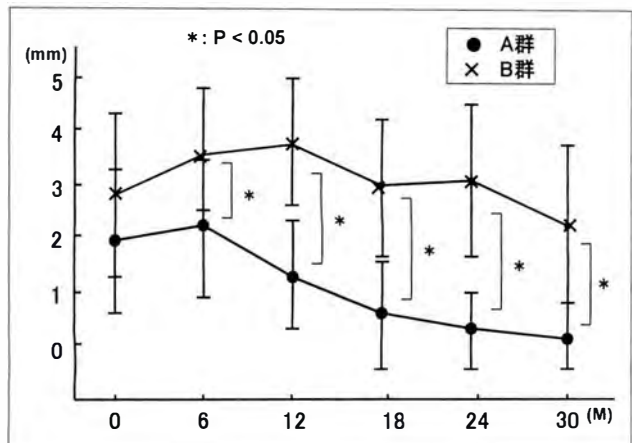


図 4. A, B 両群における d-TDD の経時的変化

A, B 群とも発症後病初期から 1 年以内に d-TDD が最大となり, 次第に減少していった. 発症後 6 か月以降は両群の間に明らかな有意差を認めた

結果

1. ペルテス病の経時的画像変化

1) 単純 X 線像による骨頭側方化の経時的変化

d-TDD の程度を経時的にみると, A, B 群とも発症後病初期から 1 年以内に大腿骨頭内側関節裂隙の健患側差が最大となり, 次第に減少していった. 発症後 6 か月以降すなわち第 II 期~第 V 期まで, 両群の間に統計学的有意差を認めた(図 4).

2) MR 画像による股関節の経時的変化

a. 軟骨の肥厚度

内側の関節軟骨は 1 年以内をピークとして経時的に減少したが, A, B 群に明らかな有意差は認めなかった. 両群とも内側軟骨は第 II 期でピークを

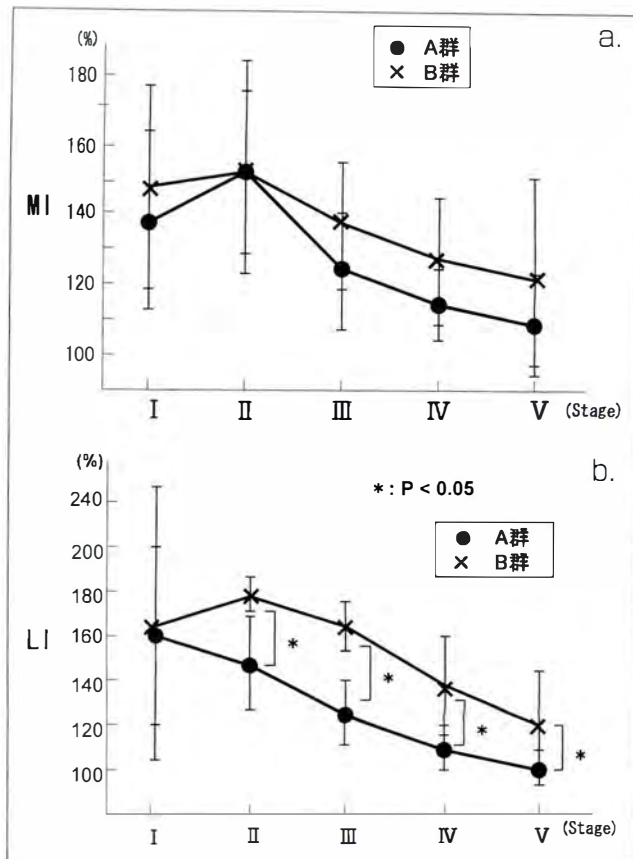


図 5. 大腿骨頭の軟骨肥厚度の経時的変化

a : 内側軟骨肥厚度. 両群とも 1 年以内をピークとして経時的に減少したが, A, B 群に明らかな有意差は認めなかった. 両群とも第 II 期でピークを示し, ピーク時の MI 値は A 群で 152.3%, B 群で 153.4%であった

b : 外側軟骨肥厚度. 両群とも 1 年以内をピークとして同様に減少したが, 第 III 期以降 B 群は有意に大きい値を維持していた. A 群で第 1 期, B 群で第 2 期にピークを示し, ピーク時の LI 値は A 群で 161.2%, B 群で 179.6%であった

示し, ピーク時の MI 値は A 群で 152.3%, B 群で 153.4%であった. 外側軟骨も 1 年以内をピークとして同様に減少したが, 第 III 期以降 B 群は有意に大きい値を維持していた. 外側軟骨は A 群で第 I 期, B 群で第 II 期にピークを示し, ピーク時の LI 値は A 群で 161.2%, B 群で 179.6%であった(図 5).

b. 関節水腫の程度

病初期は全例において健, 患側ともに水腫が存在したが, 第 I 期~第 V 期まで健側と比較し患側は有意に高い値を認めた. また患側の水腫では,

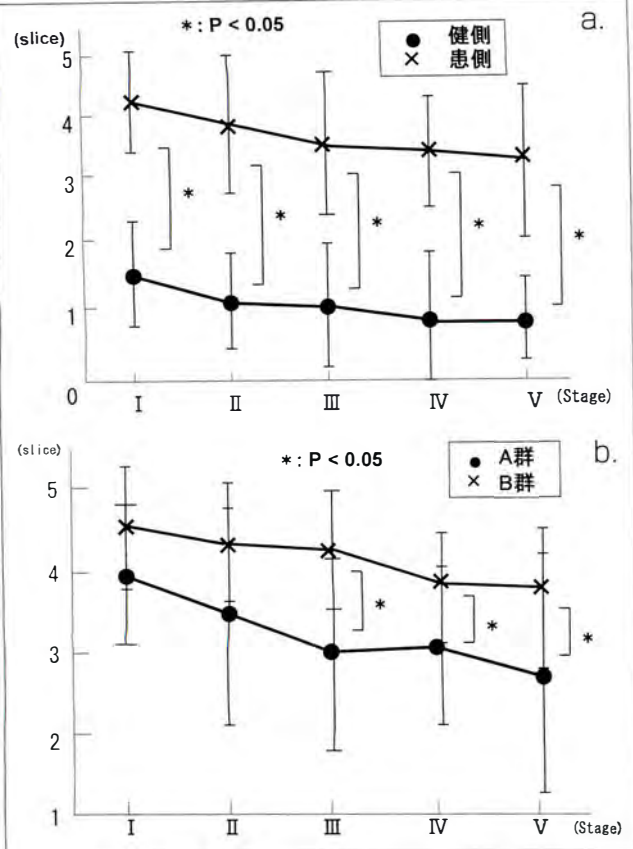


図 6. 関節水腫の変化

- a: 健側と患側との比較。初期は全例において両側に水腫が存在したが、第I期～第V期まで健側と比較し患側は有意に高い値を認めた
- b: 患側におけるA群とB群の比較。A, B群とも第I期にピークを示し、次第に減少傾向を認めた。また第III期以降A群はB群と比べて有意に減少していた

第III期以降ではA群はB群と比べて有意に減少していた。水腫はA群, B群とも第I期にピークを示し、次第に減少傾向を認めた(図6)。

c. 異常像の有無

異常像はA群では第I期から第V期を通して認めなかった。B群では9例中7例に明らかな異常像の存在を認め、第I期から存在していた。持続期間は最終追跡時MR画像で平均26.9か月であった。

2. 最終追跡時のX線学的評価

最終観察時のA群のX線学的スコア評価は平均7.7点, B群は5.4点でありA群のほうがB群に比べ有意に成績良好であった。一方、発症時年齢, Catterall分類, Herring分類では両群に明らかな有意差は認めなかった(表2)。

考 察

大腿骨頭の側方化はペルテス病の予後に関する重要な因子であると報告されている¹⁾。また、股関節内側関節裂隙の開大は単純X線像においてペルテス病の初期から認められる所見であり tear drop distance, AHI の計測により評価され、骨頭変形に深く関与していると報告されている⁴⁾。側方化を認めない症例では発症年齢や Catterall 分類, 治療方法にかかわらず結果は良好であったが、側方化がある症例では成績不良であったという報告もある²⁾⁹⁾。

ペルテス病の大腿骨頭の側方化に関与する因子としては、大腿骨頭軟骨および臼蓋軟骨の肥厚、真の内側関節裂隙の拡大、臼蓋底の滑膜組織の増生、円靭帯の肥厚、関節液の貯留、骨頭変形によ

表 2. 最終追跡時のX線学的評価

Group (N)	Sex	Age at onset (y, m)	The term for orthosis(m)	Catterall classification	Lateral pillar classification	Final evaluation (total average score)
A (11)	M 10 F 1	mean 6.11 (4,8~9,5)	mean 21 (12~30)	I 0	A 1	good 7
				II 0	B 9	fair 3
				III 10	C 1	poor 1
				IV 1		(7.73)
B (9)	M 8 F 1	mean 8,2 (6,10~11,2)	mean 22.3 (18~28)	I 0	A 0	good 1
				II 1	B 8	fair 2
				III 7	C 1	poor 6
				IV 1		(5.44)

N: number, M: male, F: female, y: years, m: months

る外側偏位が考えられる。今回我々は MR 画像における軟骨肥厚度、水腫の持続および内側関節裂隙の異常像に注目した。

1. 軟骨肥厚

軟骨肥厚の原因として、Ponseti は骨端軟骨の全身性かつ一過性疾患が基盤にあり、軟性軟骨の異常 (abnormally soft cartilage) と肥厚が生じると述べている⁶⁾。Sales は骨端部の軟骨内骨化停止後の骨化障害によって軟骨成長が持続して肥厚するものと述べている⁸⁾。今回の調査において骨頭軟骨は全例において患側が肥厚しており、軟骨肥厚は内側、外側とも診断後 1 年以内にピークを示し、その後軟骨肥厚度は減少していく傾向を認めた。しかし、d-TDD が発症から 1 年経過しても 3 mm 以上ある症例では、外側の肥厚度は d-TDD が 3 mm 以下の症例と比べて有意に増加していた。外側の骨頭軟骨は荷重部で扁平化し、壊死部に一致するため阻血状態が内側と比べて持続し、扁平化や側方化の程度が高くなり外側の軟骨肥厚が大きくなったと考えた。

2. 関節水腫

Hans はペルテス病の発症機序について、関節内の水腫または血腫によって関節内圧が上昇し、骨端線への血流が阻害されて股関節のタンポナーデを起こすことによって生じ、股関節内圧上昇が骨端部の阻血の要因となると述べている³⁾。今回も全例に健側にも関節水腫の存在を認めたが、いずれも全経過において 2 スライス以下であり患側と比べ明らかな有意差を認めた。また患側例では A、B 群で第三期以降明らかに有意差を認め、側方化が持続する症例ほど水腫も持続する傾向にあった。しかし MR 画像では水腫の正確な質的、量的評価が困難であり、今後さらに定量的評価法の工夫が必要である。

3. 異常像

股関節内側下部に存在する異常像の組織に関して、Niels は炎症性変化を伴う増生した滑膜組織と述べている⁵⁾。Rush らは異常像の組織に関して、MR 像および関節造影から軟骨の肥厚もしく

は炎症による滑膜の変化ではないかと述べている⁷⁾。今回、異常像は 20 例中 7 例に認めた。いずれも股関節内側の骨端線下部に T1 強調で低信号と中信号、T2 強調で中～高信号を取り巻く低信号の肥厚した領域であった。7 例はいずれも側方化が持続している症例であり、側方化が持続する症例ほど異常像も残存する傾向を認めた。また、その MR 画像による経時的変化から側方化に伴う内側関節裂隙部の増殖性組織と肥厚した骨端軟骨組織や骨頭関節軟骨ではないかと考えた。異常像の出現がペルテス病の修復過程における二次的な裂隙部の増生組織によるものか、同部の一次的に増生した肥厚組織による滑膜炎や水腫の持続に関与しているのかは明らかでない。しかし、側方化の持続症例においては病初期から認められるため、これらの組織が滑膜炎や水腫の持続に関与している可能性も否定できない。今回の MRI の条件下では滑膜、軟骨肥厚の明確な判別は困難である。今後異常像の状態を知るために、MRI の撮影条件の工夫を進めていく必要がある。

まとめ

MRI を用いて単純 X 線像での骨頭側方化との関連性について検討した。異常像のない症例では発症後 1 年以内に側方化が改善し、X 線学的最終評価は良好であった。異常像の存在する症例では全例発症後 1 年以降も水腫が持続しており、X 線学的最終評価も不良であった。単純 X 線での骨頭側方化は MRI での関節軟骨肥厚とほぼ同期しており、股関節の水腫や異常像が骨頭側方化の持続に影響している可能性が高いと考えた。

文 献

- 1) Catterall A : The natural history of Perthes' disease. J Bone Joint Surg 53-B : 37-53, 1971.
- 2) Dickens DRV, Menelaus MB : The assessment of prognosis in Perthes' disease. J Bone Joint Surg 60-B : 189-194, 1978.
- 3) Hans W : Significance of synovitis in Legg-Calvè-Perthes' disease. J Pediatr Orthop

- 8 : 156-160, 1999.
- 4) Moberg A, Hansson G, Kaniklides C : Acetabulum-head index measured on arthrograms in children with Legg-Calvè-Perthes' disease. *J Pediat Orthop* **9** : 252-256, 2000.
 - 5) Niels E, Hans W : Legg-Calvè-Perthes' disease. Imaging with MR. *Radiology* **179** : 89-92, 1991.
 - 6) Ponseti IV, Maynard JA, Weinstein SL et al : Legg-Calvè-Perthes' disease : histochemical and ultrastructural observations of the epiphyseal cartilage and physis. *J Bone Joint Surg* **65-A** : 797-807, 1983.
 - 7) Rush BH, Bramson RT, Ogden JA : Legg-Calvè-Perthes' disease : detection of cartilaginous and synovial changes with MRI. *Radiology* **167** : 473-476, 1988.
 - 8) Sales JG, Kerdiles N, Baunin C et al : Imaging evaluation of subluxation in Legg-Calvè-Perthes' disease : Magnetic resonance imaging compared with the plain radiograph. *J Pediat Orthop* **6** : 235-238, 1997.
 - 9) Stulberg SD, Cooperman DR, Wallansten R : The natural history of Legg-Calvè-Perthes' disease. *J Bone Joint Surg* **63-A** : 1095-1108, 1981.

Abstract

Lateralization of the Femoral Head in Perthes' Disease : Analysis using Magnetic Resonance Imaging

Toshiko Hirashima, M. D., et al.

Department of Orthopaedics, Graduate School of Medical Science,
Kyoto Prefectural University of Medicine

We have investigated the lateralization of the femoral head in Perthes' disease using time-sequential magnetic resonance images(MRI).

A total of 20 hips of unilateral Perthes' disease were examined. Lateralization of the femoral head was evaluated for difference in 'teardrop distance'(TDD-d) by simple radiography. Cartilaginous hypertrophy in the medial and/or lateral side of the femoral head, joint effusion, and abnormal lesion in the bilateral hip joints were evaluated by MRI. The incidence of medial and/or lateral cartilage hypertrophy in the femoral head showed a peak within one year after onset, and then gradually decreased. Lateralization of the femoral head persisted for up to one year in those hips in which joint fluid or an abnormal lesion was present. Lateralization of the femoral head tends to persist when an abnormal lesion and/or joint fluid continued. The radiographic lateralization of the femoral head was influenced by medial cartilage hypertrophy in the femoral head, joint fluid, and an abnormal lesion within 12 months from onset, and was influenced by joint fluid and the abnormal lesion at more than one year.