

## MR 画像からみたペルテス病の発症機序と骨頭修復過程

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(整形外科)

金 郁 喆・琴 浦 義 浩・吉 田 隆 司  
山 田 尚 武・西 田 敦 士・久 保 俊 一

京都第二赤十字病院整形外科

日下部 虎 夫

**要 旨** ペルテス病の経時的 MR 画像から壊死の発症機序と修復過程からみた骨頭変形と関連する画像所見に着目した。片側ペルテス病 26 例 26 股を対象とした。発症年齢は平均 7 歳 5 ヶ月で全例に保存療法を行った。MRI は 3 ヶ月毎に施行した。病早期の MR 画像から壊死の発症機序を推察した。骨端軟骨の信号強度、骨頭側方化、関節水腫の程度と骨頭内側下方の異常像の有無と骨頭形態について比較検討した。最終骨頭形態は Mose 法、CE 角、AHI、ATD を点数化して評価した。病早期の T1T2 強調画像では軟骨下骨部以外に健患側の信号強度に差異はなかった。骨端軟骨は T2 強調画像で病早期から狭小化した。異常像を有する症例では側方化と関節水腫が持続し最終骨頭形態は有意に不良であった。ペルテス病における骨頭壊死の原因は軟骨下骨の圧潰が主因であり、骨頭形態は骨端軟骨の障害部位と関係していた。異常像は MR 画像における予後不良因子と考えた。

### はじめに

1910 年の Legg, Calvé, Perthes らによるペルテス病の報告から 2010 年で 100 周年を迎えた。しかし、その発症原因や骨頭修復過程についてはいまだ明らかではない。今日、MRI という画像診断技術の進歩により、その病態や修復過程が少しずつ明らかになってきた。本稿はペルテス病の経時的な MR 画像からその発症機序や骨端軟骨障害による骨頭変形について検討した。

### 対象および方法

片側ペルテス病 26 例 26 股(男児 24 例, 女児 2 例)を対象とした。発症年齢は平均 7 歳 5 ヶ月で全例に外転免荷装具による保存療法<sup>1)</sup>を行った。経

過観察期間は平均 7 年 9 ヶ月(4 年~9.2 年)であった。全例ペルテス病の発症から骨頭修復まで MRI 検査を 3 ヶ月毎に施行した。発症早期から得られた骨頭中心部冠状 MR 画像から発症機序に関する骨頭の信号強度を健患側で比較した。また同画像で骨端壊死部の信号強度、骨端軟骨の信号変化、骨端軟骨の厚みの経時変化について健患側を比較検討した。また骨頭内側下方の異常像の有無(有:A 群, 無:B 群)と骨頭側方化、関節水腫の有無、また最終骨頭形態との関連性について検討した。最終骨頭形態は Mose 法、CE 角、AHI、ATD を用いて点数化し good, fair, poor とした(表 1-a)。統計学的比較には Mann-Whitney U test と Kruskal-Wallis test を用いた。有意水準を危険率 5% 未満とした。

Key words : Perthes disease (ペルテス病), repair process (修復過程), etiology (病因), Elmslie center (エルムスリーセンター)

連絡先 : 〒 602-8655 京都市上京区河原町広小路梶井町上ル 465 京都府立医科大学整形外科 金 郁喆  
受付日 : 平成 23 年 2 月 23 日 電話(075)251-5549

表 1. 最終骨頭形態の単純 X 線学的評価

a. 単純 X 線学的評価法のスコア

Mose 法	CE 角	ATD	AHI
no difference	3 >20°	2 >15 mm	2 >80%
<2 mm	2 0-20°	1 10-14 mm	1 70-80%
2-4 mm	1 <0°	0 <10 mm	0 60-70%
>4 mm	0		0 <60%
8-10 : good. 6-7 : fair. 0-5 : poor			

b. A 群と B 群の比較. 2 群間に有意差あり<sup>※</sup>.

評価	A 群	B 群
good	1	9
fair	4	4
poor	7	1

(※ : Kruskal-Walis test)  
p < 0.05

## 結 果

発症早期に得られた MR 画像では骨頭部の軟骨下骨部において T1T2 強調画像がともに低信号を示す以外に骨頭内の信号強度に左右差はなかった。骨端軟骨は T2 強調画像で発症後早期から骨端軟骨の低信号域が狭小化し、高信号域が骨幹端部から侵入する像を確認できた。良好な骨頭修復過程を経た症例では残存する骨端部骨梁に新生骨が添加するかたちで修復がはじまり、内側と外側さらに骨端中央の骨端軟骨に接する部分が修復され、最終的には骨頭荷重部直下の修復で終了する。最終骨頭形態が不良な症例では、外側からの修復や骨端中央部からの修復が遅延し、骨頭の圧潰が回復せず杓円や扁平骨頭が遺残する傾向があった。異常像を有する A 群では骨頭側方化が 12 か月以降、関節水腫が 2 年以上持続した。最終骨頭形態は単純 X 線学的評価で A 群と B 群間に有意差を認めた(表 1-b) (p < 0.05 ; Kruskal-Walis test)。

## 考 察

ペルテス病の発生原因に関しては、阻血により骨端部の脆弱化をきたす素因があるといわれている。解剖学的な骨端部栄養血管の年齢による推移やその走行、外傷や炎症による滑膜炎、内分泌や代謝異常、線溶系や凝固系異常などである。

外傷性の小児大腿骨骨頭壊死では、外傷後 1 年以上経過して骨頭の圧潰をきたす。圧潰時の MR 画像では壊死部に非吸収性の組織が成人の大腿骨頭壊死のようなバンド像で囲まれている(図 1)。高齢者の大腿骨頸部骨折後の遅発性大腿骨頭壊死では骨折後 2 年で骨頭の圧潰をきたす。また、特発性大腿骨頭壊死症では腎移植後少なくとも数か

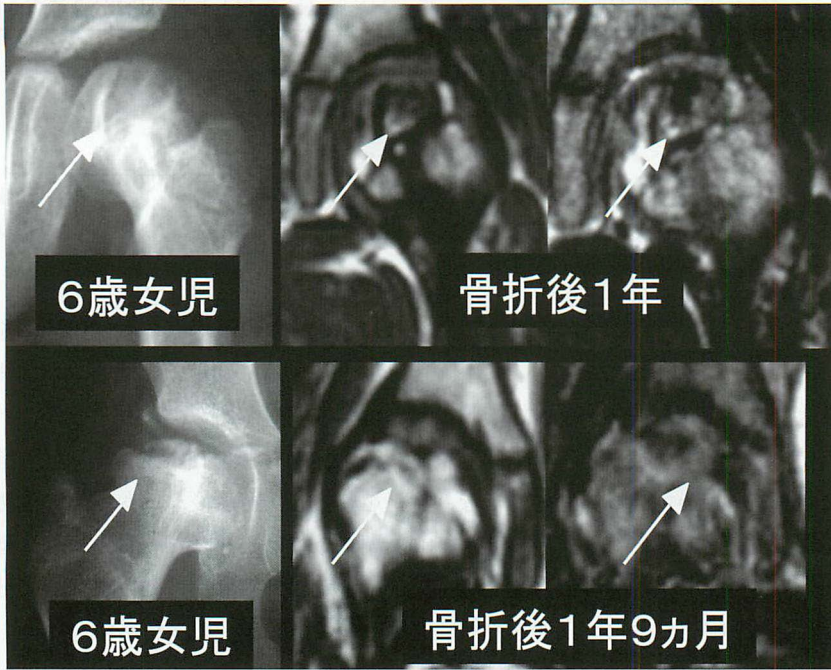
月から 6 か月経過して骨頭の圧潰をきたす。ではペルテス病では骨頭圧潰をきたすまで何か月の先行する病態があったのだろうか。ペルテス病発症後 1.5 か月までに MRI 撮像が可能であった症例をみると、発症後 1.5 か月の 6 歳男児の T1T2 強調画像では圧潰した軟骨下骨部に低信号域を確認できた以外には信号強度において健患側に違いはない(図 2-a)。11 歳女児で発症後 1 か月の MR 画像では軟骨下骨部の虫食い様の低信号像以外に健患側に違いはない(図 2-b)。このような画像を確認できた症例は多く存在するが、先行する阻血や浮腫を示唆するような信号強度の変化はない。ペルテス病では骨端の圧潰部位は常に荷重部である。肥満や過度の運動、骨年齢の低下を基盤として軟骨下骨骨折が発生すれば骨端内部に出血・浮腫が生じ、さらに荷重による力学的負荷によって骨端内の血流障害が進行する。また水腫による関節内圧の上昇が皮下動脈を圧迫して血行障害をさらに進行させる。圧潰が高度で広範囲なほど血行障害は著しく、広範囲に壊死が発生すると考えられる。すなわち、ペルテス病では骨端部壊死は軟骨下骨の骨折が原因で血流障害が生じ、その後骨端の急激な壊死が続発すると考えた。

骨頭修復過程で出現する骨頭内側の異常像は 12 例において確認できた。Elmslie center<sup>2)</sup>といわれている内下方の関節軟骨を含む二次骨化核部周辺の変化と考えられ、その直下に滑膜が付着する滑膜陥凹がある。異常像は造影効果があり、関節軟骨を取り巻く増生滑膜組織を考えた(図 3-a)。異常像を有する症例では有意に骨頭の側方化が持続し、予後と有意に関連した。異常像があると内下方の二次骨化核の増大が生じ、骨端との間に間隙が形成され、高度な場合には内側辺縁部での骨端軟骨の部分早期閉鎖が生じると考えた。10 歳発

単純 X 線像

T1W

T2W



外傷性小児大腿骨頭壊死

図 1. 小児外傷性大腿骨頭壊死における疼痛出現時の単純 X 線像と MR 画像  
壊死周辺部にバンド像を認める。

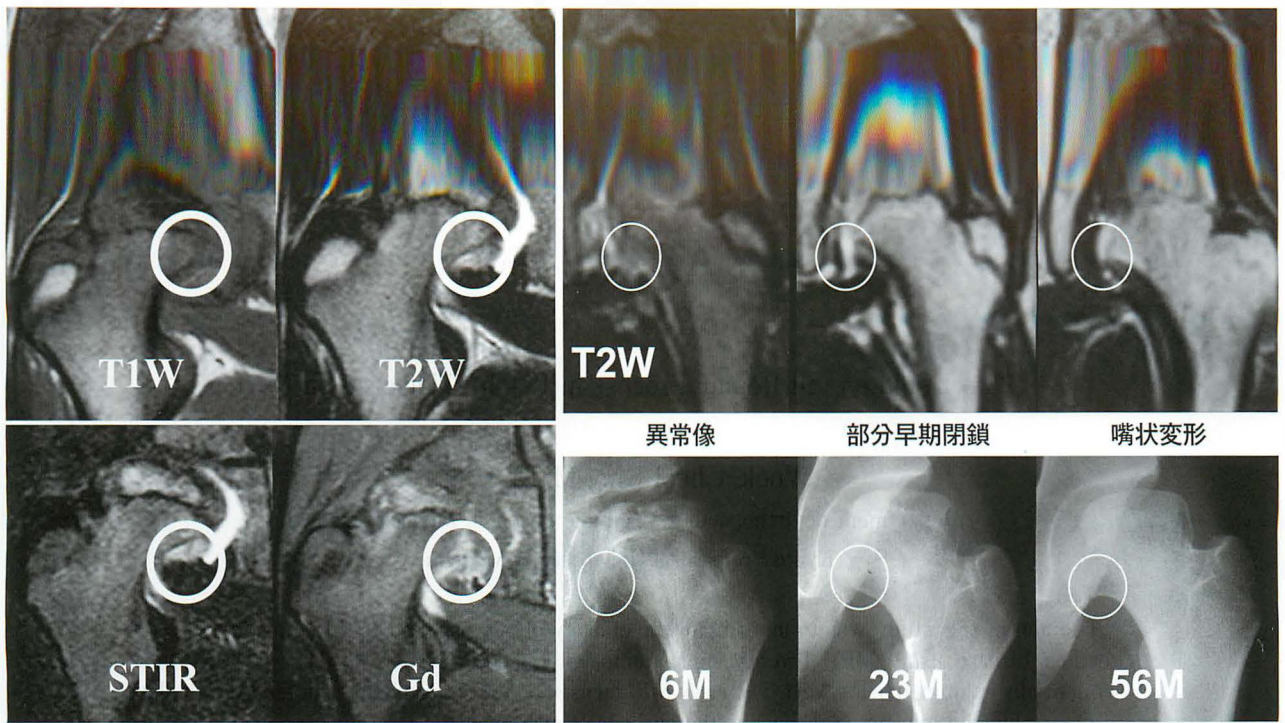


a. 発症後 1.5 か月の 6 歳, 男児



b. 発症後 1 か月の 11 歳, 女児

図 2. ペルテス病発症早期の MR 画像  
軟骨下骨部以外に信号強度や形態の左右差はない。



a|b

図 3. 異常像の病態 (a) と嘴状変形 (b)

- a : 異常像 (7 歳, 男児)  
 発症後 4 か月の MR 画像, 炎症滑膜に被覆された関節軟骨の肥大
- b : 嘴状変形 (10 歳, 男児)  
 異常像, 部分早期閉鎖, 嘴状変形 (骨端軟骨部分早期閉鎖による嘴状変形)

症の男児では異常像を有し, 骨端軟骨内側部の部分早期閉鎖を認め, 単純 X 線像でのちに骨頭の扁平化と内側の嘴状変形をきたした (図 3-b). ペルテス病における骨端軟骨の成長障害部位と最終骨頭形態に関しては, 荷重部である外側部の圧潰による骨端軟骨障害により外側部の楕円変形, 内外側の辺縁部の骨端軟骨障害ではきのこ状変形, 中心部の骨端軟骨障害では扁平骨頭変形をきたすのではないかと推察した.

#### 参考文献

- 1) Kim WC, Hosokawa M, Tsuchida Y et al : Outcomes of new pogo-stick brace for Legg-Calvé-Perthes' disease. J Pediatr Orthop B-15 : 98-103. 2006.
- 2) Harty M : Anatomy. In the Hip and Its Disorders. Chapter 2. W. B. Saunders. Philadelphia. p. 27-46. 1991.

## **Abstract**

### The Etiology and Repair Process in Perthes' Disease on MRI

Wook-Cheol Kim, M. D., et al.

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

The aim of this study was to investigate the etiology of necrosis and the prognostic factors in Perthes' disease using MRI. Twenty-six patients with unilateral Perthes' disease were time-sequentially examined using MRI. The early MRI focused on the signal changes in the growth plate to determine the etiology. Specifically, the early MRI examined the lateralization of the femoral head, joint effusion, the articular cartilage, and any presence of abnormal lesions on the inferomedial side around the Elmslie center of the femoral head. Additionally radiographs were used to assess the AHI, ATD, Mose and CE angle, and at final follow-up these were scored. In many cases, the early MRI showed no difference between the affected side and the unaffected side except for the subchondral fracture site. The T2-weighted images showed the width of the epiphyseal plate became narrow in the early stage of the disease. Cases with an abnormal lesion showed continuous lateralization of the femoral head and joint effusion, significantly more so than cases with no abnormal lesion. Findings suggested that the etiology of necrosis in the femoral head started after the event of subchondral bone fracture. The presence of an abnormal lesion on early MRI was concluded to be one of the poor prognostic factors in Perthes' disease.