

Gd-DTPA 造影 MRI によるペルテス病大腿骨骨端核の修復過程の観察

中村英次郎¹，鳥巢岳彦²，佐竹孝之¹，柳田晴久¹，
石谷栄一¹，城戸秀彦¹，中村太郎²，真角昭吾²

¹別府発達医療センター整形外科 ²大分医科大学整形外科教室

諸 言

Legg-Galvé-Perthes disease (LCPD) の修復過程において、大腿骨頭骨端核（骨端核）内に現われる修復肉芽組織は、壊死骨頭の再骨化に重要な役割を演じることが知られている。近年、この修復肉芽組織を magnetic resonance imaging (MRI) にて観察した報告が散見されるようになってきた。過去の報告では、spin echo 法 T₂強調画像（T₂像）にて骨端核内に異常高信号に抽出される部分が修復肉芽組織を意味する、という見解が一般的である。しかし、現在までこの異常高信号の病理学的解釈は一定しておらず、多くの報告は“水分含有量に富む組織”という表現にとどまっておき、修復肉芽組織の組織学的性状に関しては報告がない。Henderson ら¹⁾は骨端核の修復過程観察においては、T₂異常信号の臨床的有用性は限られている、とし、Moberg ら²⁾は、治癒期に至っても骨端核内に異常信号が存在する症例を報告しながら、MRI より得られる情報は少ないと報告している。また Herring ら³⁾は治癒期に至っても骨頭の扁平化が進行する症例を報告しているが、その原因はいまだ明らかでない。MRI

にて、各病期における骨端核内の肉芽組織の性状を把握することができれば、修復過程にある症例については肉芽組織の修復能力と発展を観察することで治療効果を予測する根拠になり得るし、治療期症例に対しても残存する肉芽組織の種類を判定することで、進行する骨頭変形の原因解明やその後の治療方針の決定に際して有用であろう。

本研究は、gadolinium diethylenetriamine pentaacetic acid (Gd-DTPA) 造影 MRI を用いて、LCPD の各病期における骨端核内の修復肉芽組織の広がりとその性状の変化を観察することを主目的とし、同時に LCPD に対する Gd-DTPA 造影 MRI の臨床的意義を考察する。

対象と方法

本研究は、LCPD の 12 名 16 股関節を対象とした (Table 1)。性別は男性 11 名、女性 1 名で、MRI 撮像時の年齢は 4 才 2 ヶ月から 12 才 7 ヶ月 (平均：8 才 4 ヶ月) であった。初発症状発生から MRI 撮像時までの期間は、2 ヶ月から 8 年 6 ヶ月 (平均 1 年 9 ヶ月) であった。MRI 撮像時、9 名 12 関節は西尾式外転免荷装具 (装具) にて治療中であり、他の 3 名 4 関節

キーワード perthes disease, MR imaging, hip joint, Gd-DTPA

は発症から3年以上経過した症例であり、すでに装具を除去されていた。

本研究には、0.5-T superconductive MR imaging system (MRT-50A, Toshiba Corporation, Tokyo) が使用された。撮像には体幹用コイルが用いられた。全症例について、先ず out-of-phase T₁-weighted (op-T₁WI) spin echo sequences {repetition time (TR) 700ms; echo time (TE) 30ms, image matrix: 256 × 256 or 256 × 128, slice thickness: 4 mm} で、骨盤部の冠状断像を撮像した (造影前像)。続いて Gd-DTPA を 0.1mmol/kg の量で静脈投与した直後に、再度同一パラメーターで撮像した (Gd-DTPA 造影後像)。

MRI 撮像前後一週間以内に、全症例に対して股関節の前後像および frog-leg lateral 像が撮影され、Jonsäter⁴⁾の病期分類に従って、壊死期：骨端核に軟骨下骨折や濃影化を認めるが、

骨透亮像は認めないもの、分節期：骨端核に骨透亮像が認められるが新生骨は認めないもの、修復期：骨端核に新生骨が認められるもの、治癒期：骨端核が正常の骨梁構造を示すもの、に分類した。

MRI は、Gd-DTPA 造影前後の骨端核内の信号強度の変化が比較され、Jonsäter⁴⁾の病期分類別に骨端核の変化を中心にその特徴を観察した。

結 果

1) 壊死期

壊死期には3関節が分類された (Table 1)。造影前像では、3関節とも骨端核の海綿骨の正常脂肪信号が消失し、広範な低信号域として描出された。単純 X 線像で軟骨下骨折を認めた (Fig.1a) 2例に、その部位も一致して軟骨下

Table 1. Clinical Data and Findings of Femoral Epiphysis after Gd-DTPA Enhanced MRI (op-T₁WI)

Case	Age, Sex (Yrs.)	Duration from the onset of symptoms (Mos.)	Involved Hip	Radiographic stage	Findings on after Gd-DTPA enhanced MRI
1	7,M	2	R	initial	non
2	8,M	3	R	initial	enhanced
3	9,M	3	R	initial	non
4	6,M	5	R	fragmentation	enhanced
5	8,M	23	R	fragmentation	enhanced
6	8,M	5	L	fragmentation	enhanced
7	12,M	12	R	fragmentation	enhanced
8	8,M	26	L	reparative	enhanced
9	9,M	34	R	reparative	non
10	9,M	9	L	reparative	enhanced
11	11,M	60	L	reparative	non
12	12,M	28	L	reparative	non
13	8, F	21	L	definitive	non
14	11,M	84	R	definitive	non
15	13,M	104	R	definitive	non
16	13,M	98	L	definitive	enhanced

骨に低信号域を認められた。3 関節中 1 関節では骨端核外側部に杯状の低信号帯を認め、さらにその外側に高信号の小部分を認めた (Fig.1b)。Gd-DTPA 造影後像では、2 関節に於ては骨端核内に造影前像と比較し変化を認めなかった。造影前像で軟骨下骨に低信号域を認めた部分にも変化を認めなかった。造影前像で杯状の低信号帯を認めた 1 例は、これ自体には信号強度の変化を認めなかったが、その外側部分は強い高信号に変化した (Fig.1c)。

2) 分節期

分節期には 4 関節が分類された (Table 1)。造影前像にて、4 関節とも、扁平化した骨端核内部は、低信号強度と高信号強度を呈する部分に分けられた (Fig.2b)。低信号域は骨端核の中央部に認められた。一方、高信号域は、骨端核の低部に位置し、骨端核にほぼ並行に線状に認

められた。この線状高信号は X 線像にて透亮像を呈した部分と一致しており、4 関節中 3 関節については、骨端核外側部までの連続性が認められた。Gd-DTPA 造影後像では、4 関節とも造影前像で見られた高信号部分がさらに非常に強い高信号に変化した (Fig.2c)。しかし、造影前像にて低信号域として現された骨端核中央部分には、造影効果を認めなかった。造影後像では、股関節内側部の滑膜肥厚が強い高信号に変化し、関節液との鑑別が容易となった。

3) 修復期

修復期には 5 関節が分類されたが、X 線像で新生骨が外側部より添加し始めた修復初期の 2 関節と、骨新生が進行し、修復期中-後期と考えられた 3 関節、に分けられた (Table 1)。修復期初期の 2 関節では、造影前像にて骨端核は、外側の骨新生が起こりつつある部分は低信

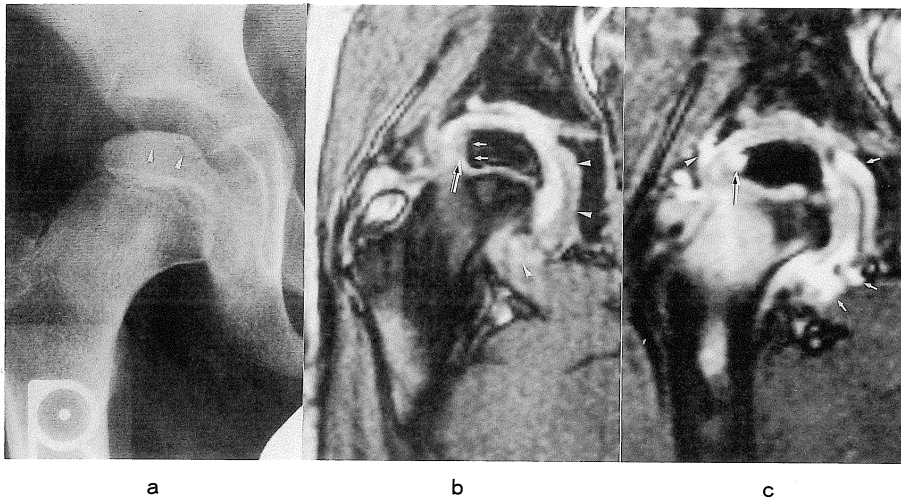


Fig.1. (Case-2), LCPD of the right femoral head epiphysis in initial stage.

(a) Anteroposterior roentgenogram shows subchondral fracture (arrow head) and loss of epiphyseal height of the right femoral epiphysis. Widening of the right hip joint is present.

(b) Pre-enhancement MRI. Pre-enhancement MRI shows low signal intensity in the right femoral head epiphysis. Small intermediate intensity area is observed in the lateral femoral head epiphysis (arrow). The repair tissue interface demonstrated as a thin low signal intensity semicircular band is revealed (small arrow). The joint fluid and synovial proliferation are also revealed on the medial portion of the right hip joint (arrow head).

(c) Gd-DTPA enhanced MRI. Marked enhancement (arrow) is observed in the lateral portion of femoral head epiphysis and around the superior retinacular vessels (arrow head). No visible enhancement is observed in the repair tissue interface. Marked enhancement is also observed in the proliferated synovium (small arrow).

号と高信号が混在する班状像を呈した (Fig.3b)。また骨端核中央部で壊死骨の残存した部分は、低信号に描出され、その周囲を高信号の線が取り巻いていた。

一方、修復中-後期の3関節では、造影前像にて骨端核は強い低信号に描出された。

Gd-DTPA 造影後像では、修復初期の2関節においては、造影前像での壊死骨周囲の高信号線部分と骨新生が起こりつつある骨端核外側の班状部分の一部に造影効果を認めた (Fig.3c)。しかしこの造影部分は、分節期に属する症例の非常に強い高信号強度に比較すれば、弱いものであった。修復期中-後期の3関節では、造影効果を認めなかった。

造影前像で、修復初期の1関節に関節液貯留と滑膜増殖を認めたが、その大部分が強い造影効果を示し、関節液貯留より滑膜増殖が優位で

あった。

4) 治癒期

治癒期には4関節が分類されたが、X線像で大臑骨頭が正常に近い幅と球形性を回復した良好治癒例が2関節と、骨頭の扁平化が残存した変形治癒例2関節に分けられた。造影前像では、良好治癒例は、骨端核の脂肪信号強度は回復していた。変形治癒の2関節では、骨端核内外側の脂肪信号強度は回復していたが、中央部に低信号部を認めた (Fig.4b)。

Gd-DTPA 造影後像では、良好治癒例2関節と変形治癒例の1関節については造影前像と比較し変化を認めなかった。変形治癒例の他の1関節は、発症後8年2ヶ月の現在も進行性の骨頭扁平化を認めている症例であるが、造影前像にて大臑骨頭中央部に見られた低信号部分の内部に、小さな班状の僅かな造影結果を認め

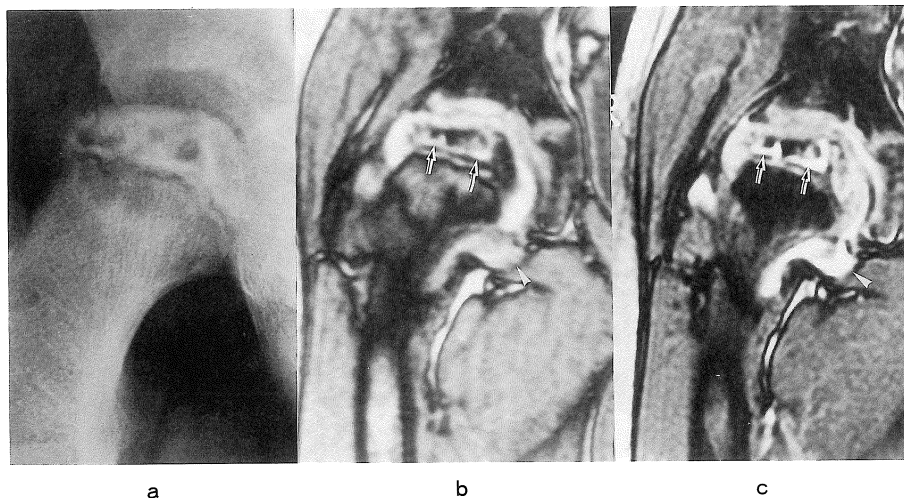


Fig.2. (Case-5), LCPD of the right femoral head epiphysis in fragmentation stage.

(a) Anteroposterior roentgenogram shows flattening and bone resorption of the femoral head epiphysis.

(b) Pre-enhancement MRI. Femoral head epiphysis is divided into two areas according to their signal intensity: the high signal intensity area in the lower portion of the femoral epiphysis (arrow) and the low signal intensity area in the upper portion of the femoral head epiphysis. The region of the high signal intensity corresponds to the region of bone resorption on roentgenogram. The synovial proliferation and joint fluid are observed as intermediate signal intensity on the medial portion of the right hip joint (arrow head).

(c) Gd-DTPA enhanced MRI. Marked enhancement is observed in the lower portion of the femoral head epiphysis (arrow) and in the proliferated synovium (arrow head).

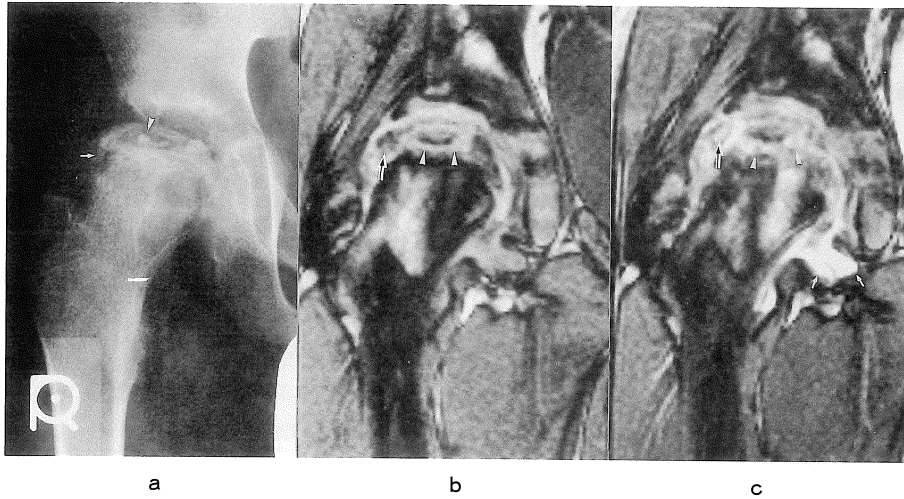


Fig.3. (Case-8) LCPD of the right femoral head epiphysis in reparative stage.

(a) Anteroposterior roentgenogram shows resorption of the central portion of the femoral head epiphysis (arrow head) and ossification in the lateral portion of the femoral head epiphysis (arrow).

(b) Pre-enhancement MRI. The region of the ossification on the roentgenogram is demonstrated as intermixed high, intermediate and low signal patterns (arrow). The necrotic bone as low intensity area is surrounded with a linear high signal intensity (arrow head).

(c) Gd-DTPA enhanced MRI. The enhancement is observed on the region of the ossification in femoral head epiphysis (arrow). The region of the linear high signal intensity on the pre-enhancement MR image is demonstrated as a strongly high signal intensity (arrow head). The synovial proliferation on the medial portion of the right hip joint is observed as a strongly high signal intensity area (small arrow).

た (Fig.4c).

考 察

1) MRI で LCPD の修復過程を観察する際の観察のポイントと撮像方法について。

LCPD の修復過程は、その標本が得にくいことより病理学的検索が少なく、未だ明らかでない部分も多い。Jonsäter⁴⁾、西尾⁵⁾の報告によれば、主に分節期に血管に富む肉芽組織が壊死骨を取り囲むように出現し、その後骨新生が起こるとされている。一方井上⁶⁾は、同一標本でも血行に富む肉芽と線維成分の強い成熟した肉芽が存在することを報告している。島津ら⁷⁾は、骨端動脈周囲の粗性結合組織内の血管新生が修復機点の第一歩であり、反対に線維成分が強く血管に乏しい肉芽組織の存在は骨端核の修復を

遅延させるとし、血管に富む肉芽組織の重要性を報告している。以上より、骨端核の修復能力を評価するには、骨新生が起こる前に出現する修復肉芽組織の性状を観察することが重要である。一方、近年 MRI にて修復肉芽組織を観察する試みが報告されている。過去の報告では、 T_2 像で異常高信号に描出される部分を修復肉芽組織を表すマーカーとしている。しかしこの高信号の意味は、組織の血行性までは判断不能であり、Bos ら⁸⁾の “increased water content in hyperaemic granulation tissue” や日下部ら⁹⁾の “プロトン密度の高い修復組織” という表現に留まらざるを得なかった。修復肉芽組織の持つ骨新生能力を評価するためには、その血行に関する組織性状に観察点を移す必要がある。そのためには、従来法の T_1 及び T_2 像の比較のみでは不十分であると考えられる。我々は、修

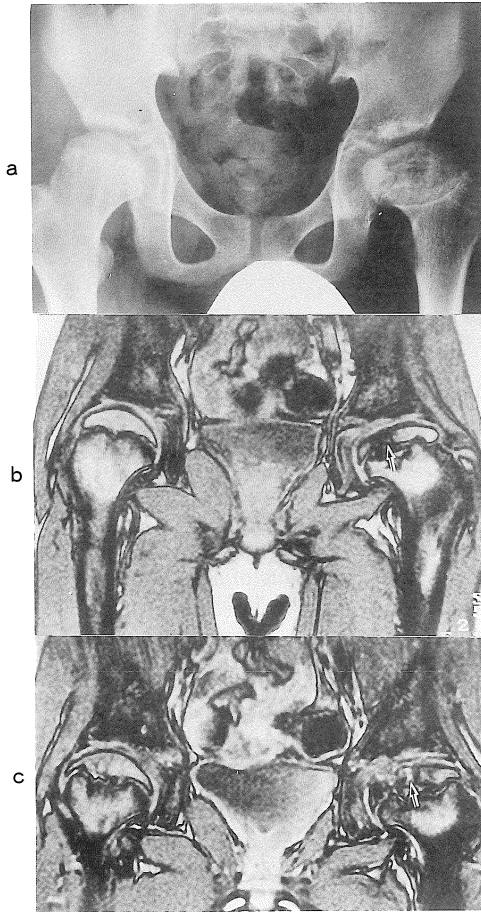


Fig.4. (Case-15, 16) LCPD of the bilateral femoral head epiphysis in definitive stage.

(a) Anteroposterior roentgenogram shows recovery of sphericity in the right femoral head and moderate flattening of the left femoral head.

(b) Pre-enhancement MRI. The normal fat signal intensity is observed in the right femoral head. The low signal intensity area is seen in the central portion of the left femoral head (arrow).

(c) Gd-DTPA enhanced MRI. No visible enhancement is observed in the right femoral head. The small patchy enhancement is seen in the low signal intensity area at the central portion of the left femoral head (arrow).

復肉芽組織の各病期における性状をよく表すこと、を第一条件とし、さらにLCPDの経過観察に必要な骨壊死部、関節軟骨、関節液、滑膜肥厚がよく描出できること、撮像時間が短いこと、が可能な方法として、Gd-DTPA造影前後にop-T₁WIを撮像する方法を選択した。op-T₁WIは、Dixon¹⁰⁾により開発された方法で脂肪抑制撮像法の一つである。本法で関節軟骨はやや高信号に、軟骨下骨は無信号に、骨端核骨髄は高信号に、関節液は等-低信号に描出され、関節部の隣接する各組織にコントラストがつき、有用であった。

2) Jonsäter分類に基づいたGd-DTPA造像前後のop-T₁WIの骨端核の特徴

a) 壊死期 LCPDをMRIで始めて観察したScoleら¹¹⁾の報告以来、壊死期に於いてT₁像で、骨端核の信号強度が低下することは諸家の一致した見解である。その原因として骨髄中の脂肪壊死によるT₁時間の延長が考えられている。病理学的には、Jonsäter¹⁾は破壊された骨梁と無定形の壊死組織の充満を観察しており、T₁像で信号強度が低下することが裏付けられる。一方、西尾⁹⁾はX線像で壊死期に分類される症例に於いても、すでに外側頸部被膜動脈の周辺に血管に富む肉芽組織が存在し、修復機点が始まっていることを記載している。壊死期に於ける修復肉芽組織をMRIで観察した報告は少ないが、Hendersonら¹⁾はT₂像で骨端核辺縁部に高信号に描出される部分が存在することを報告している。彼らは、この高信号部分を修復肉芽組織として記載しているがその組織性状については明らかでなかった。我々の症例では、3例中1例に、骨端核外側に外側頸部被膜動脈に一致する部位に強い造影効果を認め、さらにその内側部に杯状の低信号帯を認めた症例を経験した。Bosら⁹⁾は、T₂像で骨端核外側の高信号域を示した部分の内側に認めた杯状の低信号帯を“repair tissue interface”と命名し、壊死領域の正確な範囲の決定に有用である、と報告した。Repair tissue interfaceの病理学的

報告はないが、我々の症例では造影前像で低信号を呈し、さらに造影効果を認めなかった事から、成人の大腿骨頭壊死症の初期に見られる帯状低信号帯に類似した血行が少ない線維性の結合組織であることが考えられた。

Salter ら¹²⁾は軟骨下骨折が起こる機序を、壊死骨梁が周辺よりの再血行により骨新生を開始した時期に荷重による外力が加わる結果、と報告したが、自験例で2関節に認めた軟骨下骨折部には、造影効果を認めなかった。また過去にも軟骨下骨折が T₂強調画像で高信号に描出されたとする報告はなく、軟骨下骨折周囲の骨梁の再血行を MRI で証明することは困難である。

b) 分節期 分節期の骨端核の信号強度について Toby ら¹³⁾は、T₁、T₂像で高、低信号が混在する speckled appearance を呈すると報告し、熊坂ら^{14),15)}はこれを分節期に特徴的な所見であるとしている。Toby ら¹³⁾は speckled pattern になる原因として、骨端核内の班状の血行再開通を挙げ、繰り返す梗塞の存在を示唆するもの、としている。自験例では、Gd-DTPA 造影効果を認めた部分は、班状ではなくむしろ骨端線に平行な線状構造で、骨端核外側部に連続しており、壊死領域を取り囲むように存在した。壊死期症例で骨端核外側部よりすでに修復組織が存在していたことを考え合わせると、分節期においては、外側部より発生した修復肉芽組織が内側へ伸展し、さらに壊死領域を包み込むように非常によく発達する時期である、と考えられた。Trueta ら¹⁶⁾によれば小児期の大腿骨頭は主に外側頸部被膜血管よりの細枝により栄養されていることや、岩崎¹⁷⁾の骨端核の循環動態は分節期ではすでに正常に近いという報告より、修復肉芽組織は外側部より発展することが一般的であると考えられた。

c) 修復期 この時期の MRI については、Henderson ら¹⁾は分節期から修復期初期にかけて異常 T₂信号が観察されその後に、T₁像で骨端核内に脂肪信号強度が回復する、と報告した。我々の症例では5関節の修復期中2関節に Gd

-DTPA 造影効果を認めたが、この2関節は造影効果の無かった他の3関節に比較して、症状発生よりの期間が短く、X線像での新生骨の範囲が比較的小さかった事より、修復期初期の症例である、と考えられた。我々の症例で造影効果を認めた症例は修復期初期例に限られており、Henderson ら¹⁾の症例での異常 T₂信号を認めた部分と同一の修復肉芽組織と考えられる。さらに Gd-DTPA 造影効果を認めた事で、この時期の異常 T₂信号が血行に富む修復肉芽組織であることが考えられた。しかも分節期に比較し、修復肉芽組織は骨新生部と壊死骨が残存した部分を取り囲むように発展しているが、その造影効果部分は分節期より減弱していることも観察できた。これは西尾⁵⁾の組織学的検索で、分節期後期から修復期に血行に富む結合組織が壊死骨を取り囲んだのち吸収し、そのあとに叢状の骨梁が新生する、という結果を反映するものと考えられた。

d) 治癒期 治癒期症例を MRI にて観察すると、骨頭中央部に正常脂肪信号が回復しない部位が残存する症例があることはよく知られている。この部分は、日下部ら⁹⁾の報告のごとく T₁像で低信号、T₂像にて高信号に描出されるものと、Moberg ら²⁾報告の T₁像で低信号、T₂像にて低信号に描出されるものとの、少なくとも組織学的に性質を異にする二つの種類が存在する。前者は修復肉芽組織が関節液の侵入、骨嚢胞などの存在が、後者は壊死骨梁の残存が考えられるが、詳細な報告はない。一方、Herring ら³⁾は骨頭扁平化が、治癒期に至ったのちにも進行性に起こることを報告したが、その原因については未だ明らかでない。我々の症例では2関節の変形治癒例に、造影前像にて骨頭中央部に異常低信号の残存を認めた。そのうちの1関節は、症状発生より8年2ヶ月経過した症例で、X線像で骨頭表面の骨性の連続性が完成し外転免荷装具での治療を終了したのちに、大腿骨頭の荷重部分に一致して進行性の骨頭扁平化を生じた症例であった。この症例では

Gd-DTPA 造影後像で、異常低信号の内部に極く僅かな、斑状の造影効果を認めた。この部分には、血管の粗な線維性肉芽組織が存在することが考えられた。骨頭表面のみに骨性連続性が回復してもその内部に肉芽組織が存在すれば、荷重ストレスにより骨頭扁平化が起こることが考えられる。さらに肉芽組織内の血行が乏しいことから、この部分の正常脂肪髄への回復は遅延するもの、と考え、嚴重な経過観察を続けている。Moberg ら²⁾は、治癒期例に関してはMRIより得られる情報は少ないと報告しているが、我々の方法では、進行性骨頭扁平化の病態を考察する上で有用であった。

3) 関節液貯留と滑膜肥厚の描出に対する Gd-DTPA 造影 MRI の意義

LCPD においては、関節液貯留は骨頭外方偏位の、滑膜炎は疼痛や可動域制限の原因となり、両者を区別して観察することは重要である。Rush ら¹⁸⁾は T₁ 像で大腿骨頭内側関節包の中等度信号強度を呈する部分を滑膜肥厚と推測しているが、関節液との区別は明瞭でなく、確認のため股関節造影を行っている。一方、熊坂ら¹⁹⁾は、関節軟骨、滑膜、関節液は等信号に描出され、その鑑別が困難なことがある、と記載しており、現在まで両者の区別を明確にした報告はない。自験例では、造影前像にて、関節液は等-低信号に、滑膜は等-高信号に描出されある程度鑑別可能であったが、これに Gd-DTPA 造影を追加することで、滑膜が造影された結果、強い高信号に変化したので両者の区別はさらに明確となった。LCPD 壊死期に滑膜炎や関節液の貯留が存在することはよく知られており、疼痛の軽減や外転可動域獲得を指標に牽引療法がおこなわれることが多い。しかし自験例では全期間の症例に関節液貯留及び滑膜肥厚を認め、これらは壊死期に特有の所見ではないことが確認された。また分節期及び修復期の症例では、関節液貯留より、滑膜肥厚のほうが優位である症例があり、疼痛が随伴していた症例の原因検索に有用であった。

4) 関節軟骨の描出に対する Gd-DTPA 造影 MRI の意義

Scoles ら¹¹⁾及び Toby ら¹³⁾は、正常小児大腿骨頭の関節軟骨は、T₁ 像にて中等度信号強度の層として明瞭に表されると報告している。さらに LCPD の関節軟骨の変化については、Rush ら¹⁸⁾、日下部ら⁹⁾及び、熊坂ら¹⁹⁾の詳細な報告がある。これらの報告はすべて T₁ 像による観察で、分節期に於て関節軟骨は肥大し白蓋との不適合を生じるとされている。我々の症例でも関節軟骨の肥大や白蓋との不適合は、造影前 op-T₁ WI 像にてよく観察された諸家の報告と同様の結果を得た。op-T₁ WI 像は、通常の T₁ 強調画像に比較し関節軟骨はやや高信号に描出され、しかも周囲組織とコントラストがつくことから、我々は軟骨の厚さや形態の把握には有用であると考えている。しかし Gd-DTPA 造影後像は、関節軟骨自体の信号強度の変化は認めなかったが、周囲の滑膜や関節液に移行した Gd-DTPA が高信号に描出された結果、関節軟骨と周囲組織の境界が不明瞭となり関節軟骨表層の観察を困難にした。Gd-DTPA 造影は関節軟骨の観察に際しては不必要であると考えられた。

結 語

1. ペルテス病児 12 名、16 股関節に対して、gadolinium diethylenetriamine acid (Gd-DTPA) 造影前後の核磁気共鳴画像 (MRI) を撮像し、その有用性を検討した。
2. 骨端核内には、全体で 8 関節 50% (Jonsäter⁶⁾の X 線病期分類では、壊死期：3 関節中 1 関節、分節期：4 関節中 4 関節、修復期：5 関節中 2 関節、治癒期：4 関節中 1 関節) に造影効果を認めた。
3. 造影効果部分は、修復肉芽組織に存在し、各病期における性状の指標となった。
4. Gd-DTPA 造影 MRI は、修復肉芽組織の観察と、関節液貯留と滑膜肥厚の鑑別に有用で

あるが、関節軟骨観察には不向きである。

謝 辞

稿を終えるに当たり、本研究にご協力、ご助言を頂いた泊 一秀先生（新別府病院整形外科医長）、前田 徹先生（新別府病院放射線科医長）、新別府病院放射線科の皆様深く感謝致します。

文 献

- 1) Henderson RC, Renner JB, Sturdivant MC, et al.: Evaluation of magnetic resonance imaging in Legg-Perthes disease: A prospective, blinded study. *J Pediatr Orthop*, 10: 289-297, 1990.
- 2) Moberg A, Rehnberg L, Kaniklides C, Magnetic resonance imaging not indicated in healed perthes'disease. *Acta Orthop Scand*, 64: 537-539, 1993.
- 3) Herring JA, Williams JJ, Neustadt JN, et al.: Evolution of femoral head deformity during the healing phase of Legg-Calvé-Perthes disease. *J Pediatr Orthop*, 13: 41-45, 1993.
- 4) Jonsäter S, : Coxa plana. A histo-pathologic and arthrographic study. *Acta Orthop Scand Supplementum*, 12, 1953.
- 5) 西尾篤人: 大標本からみたペルテス病の病像. 整形外科 MOOK No.14, 西尾篤人編, 金原出版, 東京, 1-20, 1980.
- 6) 井上明生: ペルテス病にみられる recurrent necrosis について. 整形外科 MOOK No.14, 西尾篤人編, 金原出版, 東京, 21-32, 1980.
- 7) 島津 晃, 広橋賢次, 岡島幹雄, 他: ペルテス病とペルテス病様変化の組織像. 整形外科 MOOK No.14, 西尾篤人編, 金原出版, 東京, 33-48, 1980.
- 8) Bos CFA., Bloem JL, Bloem RM.: Sequential magnetic resonance imaging in perthes'disease. *J Bone Joint Surg*, 73-B: 219-224, 1991.
- 9) 日下部虎夫, 榊田喜三郎, 山下文治, 他: Perthes 病に対する MRI の応用. 別冊整形外科, 13: 206-209, 1988.
- 10) Dixon W.: Simple proton spectroscopic imaging. *Radiology*, 153: 189-194, 1984.
- 11) Scoles PV, Yoon YS, Makley JT, et al.: Nuclear magnetic resonance imaging in Legg-Calvé-Perthes disease. *J Bone Joint Surg*, 66-A: 1357-1363, 1984.
- 12) Salter RB, Thompson GH, : Legg-Calvé-Perthes disease. *J Bone Joint Surg*, 66-A: 479-489, 1984.
- 13) Toby EB, Komar LA, and Bechtold RE: Magnetic resonance imaging of pediatric hip disease. *J Pediatr. Orthop*, 5: 665-671, 1985.
- 14) 熊坂由紀子, 渡辺 均, 岸本陽督, 他: 単純 X 線像の分節期におけるペルテス病の T₁強調 MR 像. 臨床放射線, 36: 469-473, 1991.
- 15) 熊坂由紀子, 渡辺 均, 岸本陽督, 他: 単純 X 線像の壊死期におけるペルテス病の MR 像について. 臨床放射線, 36: 475-478, 1991.
- 16) Trueta J, Amato VP: The vascular contribution to osteogenesis. III. Changes in the growth cartilage caused by experimentally induced ischaemia. *J Bone Joint Surg*, 42-B: 571-587, 1960.
- 17) 岩崎勝郎: 骨髄造影からみた病像. 整形外科 MOOK No.14, 西尾篤人編, 金原出版, 東京, 97-115, 1980.
- 18) Rush BH, Bramson R, Ogden JA: Legg-Calvé-Perthes disease: Detection of cartilaginous and synovial changes with MR imaging. *Radiology*, 167: 473-476, 1988.
- 19) 熊坂由紀子, 渡辺 均, 東原恵郎, 他: Legg-Calvé-Perthes 病の軟骨の変化について-T₁強調 MRI における計測. 日本医放会誌, 51: 1232-1239, 1991.

**Evaluation of Healing Process of the Femoral Head Epiphysis
by Gd-DTPA Enhanced Magnetic Resonance Imaging
in Patients with Legg-Calvé-Perthes Disease**

Eijiro NAKAMURA¹, Takehiko TORISU², Takayuki SATAKE¹,
Haruhisa YANAGIDA¹, Eiichi ISHITANI¹, Hidehiko KIDO¹,
Taro NAKAMURA², and Shogo MASUMI²

¹*Department of Orthopaedic Surgery, Beppu Developmental Medical Center
4075-1 Turumi, Beppu city, Oita 874*

²*Department of Orthopaedic Surgery, Oita Medical University*

A study comparing radiographic stage to gadolinium diethylenetriamine pentaacetic acid (Gd-DTPA) enhanced Magnetic Resonance Imaging (MRI) was performed on the sixteen hips in 12 patients with Legg-Calvé-Perthes Disease (LCPD) to evaluate of the healing process within the femoral head epiphysis. Jonsäter's X-ray classification was used to determine the chronological phase. The enhanced area within the femoral head epiphysis was observed in 8 hips (initial stage, 1 of 3; fragmentation stage, 4 of 4; reparative stage, 2 of 5; and definitive stage, 1 of 4). The enhanced area within the femoral head epiphysis indicated the repair granulation tissue. This enhanced area was observed at the lateral portion of the femoral head epiphysis in the initial stage and was most extensive in the fragmentation stage. After the reparative stage, it were decreased probably associated with the reossification. Gd-DTPA enhanced MR imaging was able to provide useful information regarding the extent of the repair granulation tissue within the femoral head epiphysis, and was also useful in distinguishing synovial proliferation from joint fluid.