

## 特発性大腿骨頭壊死症 3 例の X 線像・ MR 画像および組織像の対比

高橋 新, 安倍 吉 則, 半田 勉  
肥後 直彦, 土肥 修, 佐々木 信 男  
長沼 廣\*, 佐藤 真 一\*, 石井 清\*\*

### はじめに

特発性大腿骨頭壊死症の画像診断は、これまで、おもに単純 X 線像、骨シンチグラム、CT 像などにより行われてきたが、近年、MR 画像（以下 MRI）の普及により、この疾患の早期診断が可能になってきた。しかし、その像は多彩で、得られた MRI 上の異常所見が組織学的にどのような状態のものを反映しているかについて検討された報告は少ない<sup>1-3)</sup>。この論文では、ほぼ同年齢でステロイドやアルコールに関連しない狭義の特発性大腿骨頭壊死症例（stage I, II, III, 各 1 例）の病理組織学的検索を行いこれらの所見を単純 X 線像ならびに MRI と比較検討した結果について述べる。

### 対象と方法

厚生省特定疾患特発性大腿骨頭壊死症調査研究班の診断基準で stage I, II, III に相当し、何れもステロイド使用歴やアルコール愛飲過摂取歴のない、狭義の特発群に含まれる 50 歳台の大腿骨頭壊死症例（女性 1 例、男性 2 例）を検索対象とした。

MRI の撮像はシーメンス旭メディテック社製 1.0 Tesla 超電導装置により、パルス系列にはスピエコー法を用いて T<sub>1</sub> 強調像、T<sub>2</sub> 強調像を作成した。

また、病理組織学的検索にあたっては、stage I のものは東北大学式骨生検器による摘出標本を、stage II, III のものは人工関節置換術の際得られ

た摘出骨頭を用い、これらの EDTA 脱灰、H-E 染色による 4 μ 厚の薄切標本を作成し、その各々を光学顕微鏡下で観察した。

### 症 例

症例 1: 50 歳, 男性

家族歴, 既往歴: 特記事項なし。ステロイド使用しない服用歴, アルコール愛飲過摂取歴なし。

現病歴: 1991 年 12 月頃から右股関節痛あり、1992 年 1 月の初診時の X 線写真で右大腿骨頭に stage III, type I の骨壊死像を認め人工関節置換術を行った。その際の MRI で、反対側の、X 線像上異常所見の見られない左大腿骨頭上内側部にもリング状の異常信号を認めた為、1992 年 2 月、東北大学式骨生検器により core biopsy を施行した。

単純 X 線所見: 右大腿骨頭には stage III, type I の骨壊死像を認めるが、左大腿骨頭には異常所見を認めない (図 1)。



図 1. 症例 1. 左大腿骨頭に異常所見を認めない (stage I)  
右大腿骨頭壊死 (stage III)

仙台市立病院整形外科

\* 同 病理科

\*\* 同 放射線科

**MRI 所見:** 前額断 T<sub>1</sub> 強調像で、右大腿骨頭には骨頭軟骨下部で低信号、骨頭上部でやや低～高信号、骨頭中央分界部で低信号、骨頭下部から頸部にかけてやや低～やや高信号、骨頭内側下部で高信号の異常輝度が認められた。また、反対側の左大腿骨頭には、その上内側部の骨端線癒痕によるやや低信号部のライン直上にリング状のやや低信号を呈する異常信号領域が認められた (図 2)。

**生検標本所見:** 直径 8 mm、径転子部による左側大腿骨頭生検標本では、図 3 の向かって左から、正常な骨頭軟骨、その直下の黄白色を呈する完全壊死域、黄褐色～茶褐色の分界部、中央部黄白色の骨端線の名残り、さらにそれにより右半分の、骨頭中央部から頸部に相当する黄白色～黄赤色の不完全壊死性と思われる赤色骨髓などの所見が認められる (図 3)。

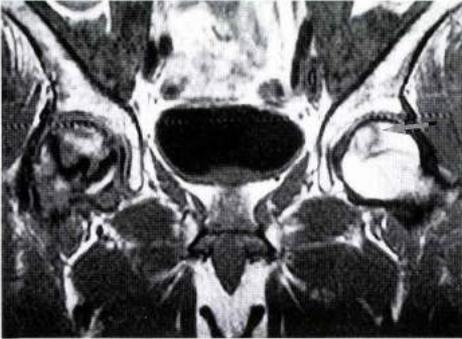


図 2. 症例 1. 前額断, T<sub>1</sub> 強調像  
左大腿骨頭上内側部のやや低信号のリング像 (↑)

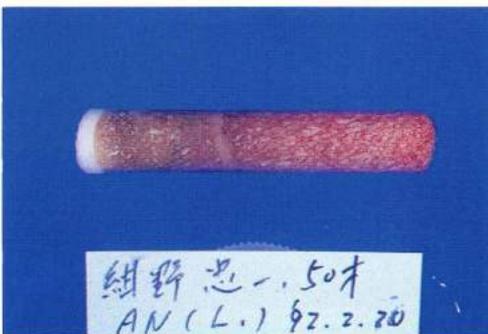


図 3. 症例 1. Core biopsy による生検標本 (左大腿骨頭)

**病理組織所見:** H-E 染色による組織標本の肉眼所見では骨端線癒痕の直上に肥厚した骨梁群を認め、この部位が MRI T<sub>1</sub> 強調像でのリング状やや低信号部に相当する。この部位の組織像は、既存壊死骨梁と添加新生骨および骨髓組織の線維性血管結合織による置換像で、これらは骨壊死に対する一連の修復反応である (図 4a, b)。また、骨頭中央部から頸部にかけては骨梁の不完全壊死、骨髓組織の脂肪細胞の変性や壊死などの所見が認められた。

**症例 2:** 51 歳, 男性

**家族歴, 既往歴:** 特記事項なし。ステロイド, アルコール関連歴なし

**現病歴:** 1994 年 3 月頃から右臀部痛が出現し、同年 4 月, 当科を初診した。その際の X 線写真では両側に大腿骨頭壊死 (stage II, type I) を認め保存的に経過観察したが 1994 年 7 月頃から右臀部



図 4a. 症例 1. 骨端線癒痕直上の肥厚した骨梁群 (H-E 染色)



図 4b. 壊死骨梁への新生添加骨と線維性血管結合織 (H-E, 強拡大)

痛,右大腿痛が増強し歩行困難となったため精査,手術的加療の目的で入院となった。

**単純 X 線所見:** 左大腿骨頭中央部骨端線癭痕直下に,ごく僅かの帯状骨硬化陰影を認める。また,右大腿骨頭には骨頭の上3分の1の骨頭軟骨下部にやはり骨硬化陰影を認めるが,陥没変形やクレスセント徴候は認められない(図5)。

**MRI 所見:** 前額断 T<sub>1</sub> 強調像で,右大腿骨頭軟骨直下の低信号域,骨頭上部中央のやや高信号域,X 線像上の骨硬化帯分界部とその壊死域寄りの低信号ないしやや低信号域,骨頭上外側部と下内側部のやや低信号域,骨頭中央部と骨頭内側部および頸部中央部での高信号域,などが認められる(図6)。また,T<sub>2</sub> 強調像では,骨頭上外側部に,円形に局在する低信号域を囲む高信号域が認められた(図7)。

**手術時摘出骨頭所見:** 骨頭上外側部骨頭軟骨直



図5. 症例2. 両大腿骨頭壊死像(stage II)



図6. 症例2. 右大腿骨頭前額断, T<sub>1</sub> 強調像



図7. 症例2. T<sub>2</sub> 強調像  
右大腿骨頭上外側部の局在する低信号を取り囲む高信号域(↑)

下に小範囲に局限した黄白色の壊死巣があり,その周囲にこれを取り囲むように充血した分界部が認められる。また,骨頭中央部から頸部にかけてはそのほとんどが黄色の脂肪髄である(図8)。

**病理組織所見:** 骨頭軟骨直下部では骨頭軟骨下骨の壊死とそれに対する新生幼若添加骨の壊死が認められる(図9)。また, MRI-T<sub>1</sub> 強調像でやや高信号に描出される完全壊死中央部では既存骨梁と添加骨の壊死を認め,その周囲の骨髄組織の脂肪細胞も壊死に陥っている(図10a, b)。骨頭上外側部の T<sub>2</sub> 強調像で高信号に囲まれる円形に局限した部位では新生添加骨形成像や壊死骨梁の吸収像ならびに骨髄組織の密な線維性結合織による置換像などが観察される(図11)。一方,骨頭中央から頸部にかけての T<sub>1</sub> 強調像でやや高信号を呈する部位では壊死骨梁への新生添加骨と,骨髄部での比較的粗な線維性結合織による置換像が認められ,また,骨頭下内側部の T<sub>1</sub> 強調像で高信号を呈する部位では生存骨梁とわずかに変性した脂肪髄が認められた(図12a, b)。

**症例3:** 59歳,女性

**家族歴,既往歴:** 特記事項なし。ステロイド,アルコール関連歴なし。

**現病歴:** 1983年頃から左股関節部痛が出現したが疼痛は軽度であったため放置していた。1990



図 8. 症例 2. 右大腿骨頭剖面



図 9. 症例 2. 骨頭軟骨下骨の壊死と旺盛な新生添加骨の壊死像(H-E, 中拡大)

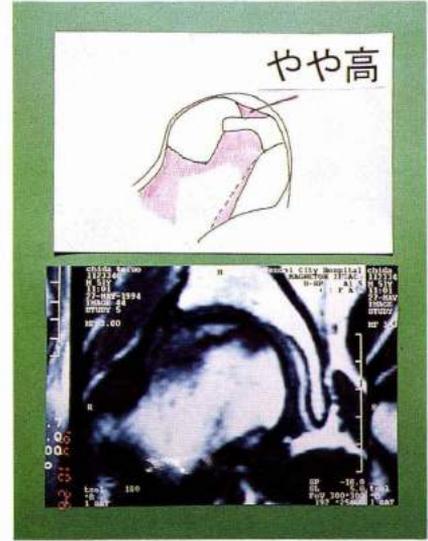


図 10a. 症例 2. 完全壊死域での T<sub>1</sub> 強調像やや高信号部

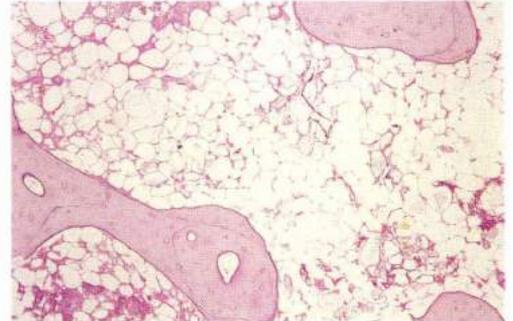


図 10b. 症例 2. 添加壊死骨梁と脂肪細胞の壊死 (H-E, 中拡大)

年頃から左股関節痛が徐々に増強して他医を受診したところ、変形性股関節症と診断をされ、保存的加療を受けていた。

しかし、その後もさらに疼痛が継続、増強して歩行困難になったため、1994年6月、当科を紹介されて受診、入院になった。

**単純 X 線所見：** 右股関節部の関節裂隙は保たれているが、右大腿骨頭上内側部に円形の骨透亮像を認める。左股関節部では、関節裂隙の狭小化が明らかで、臼蓋と大腿骨頭軟骨下の骨硬化像や、左大腿骨頭中央部から上内側部にかけて骨のう腫様円形骨透亮像が認められる (図 13)。

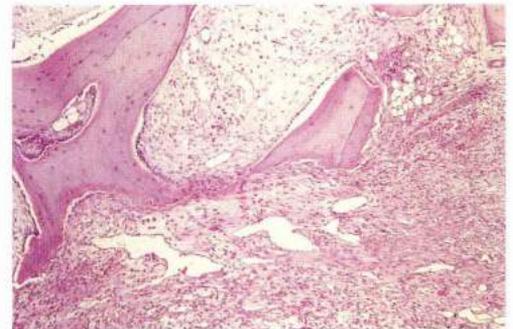


図 11. 症例 2. 骨頭上外側部での T<sub>2</sub> 強調像低信号を囲む高信号部線維性結合織と添加壊死骨吸収像 (H-E, 中拡大)

**MRI 所見:** 左大腿骨頭前額断 T<sub>1</sub> 強調像では骨頭上内側部に単純 X 線像で骨のう腫様陰影に一致した低信号域が認められ、また、骨頭中央部のやや低信号領域や、骨頭下内側部および上外



図 12a. 症例 2. 骨頭中央 T<sub>1</sub> 強調像やや高信号部壊死骨梁への新生添加骨と比較的粗な線維性結合織(H-E, 中拡大)



図 12b. 骨頭下内側 T<sub>1</sub> 強調像高信号部正常骨梁と軽度変性脂肪髄(H-E, 中拡大)



図 13. 症例 3. 右大腿骨頭上内側部の骨透亮像と左大腿骨頭の骨のう腫様陰影および関節裂隙の狭小化(stage III)

側部での高信号領域などが認められる(図 14)。

一方、T<sub>2</sub> 強調像では骨のう腫様陰影の中にごく限局した高信号部を認め、これは骨のう胞内に充満した水分と考えられた。

**手術時摘出骨頭所見:** 左大腿骨頭荷重部に骨頭軟骨の摩耗と骨頭軟骨下骨骨肥厚を、また、その周辺に大小の骨のう胞を認める。骨頭中央部はおもに脂肪髄で、その上外側部、下内側部、頸部には充血した赤色骨髄が認められる(図 15)。

**病理組織所見:** 骨頭軟骨直下部では、軟骨下壊死骨梁を数層にわたり取り囲む新生添加骨が形成され、その周囲には血管結合織の侵入をみる(図 16)。また、骨のう胞部には、比較的密な線維性結合織の中に吸収されつつある壊死骨と、その周囲で壊死骨梁を取り囲む旺盛な新生添加骨を認める



図 14. 症例 3. 左大腿骨頭前額断 T<sub>1</sub> 強調像骨頭上内側部の低信号、骨頭中央のやや高信号、骨頭下内側部と上外側部での高信号域



図 15. 症例 3. 骨頭軟骨の摩耗とその直下の骨のう胞骨頭中央に脂肪髄が、またその上外側部、下内側部、頸部に充血した赤色骨髄が認められる



図 16. 症例 3. 骨頭軟骨下骨の壊死骨梁を取り囲む旺盛な新生骨と血管結合織の侵入像(H-E, 弱拡大)

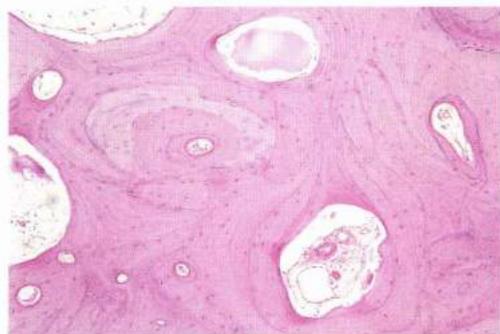


図 17b. のう胞部周囲の旺盛な新生添加骨形成 (H-E, 中拡大)

(図 17a, b)。

さらに骨頭中央部では骨髄部に変性した脂肪細胞と、わずかに新生添加骨が付着した壊死骨梁が散見され、これらの所見はこの大腿骨頭に及んだ軽度の慢性阻血に対する一連の修復反応像と考えられた (図 18a, b)。

### 考 察

特発性大腿骨頭壊死症は周知のようにステロイドに関連したもの(ステロイド群), アルコール愛飲過摂取に関連したもの(アルコール群), その何

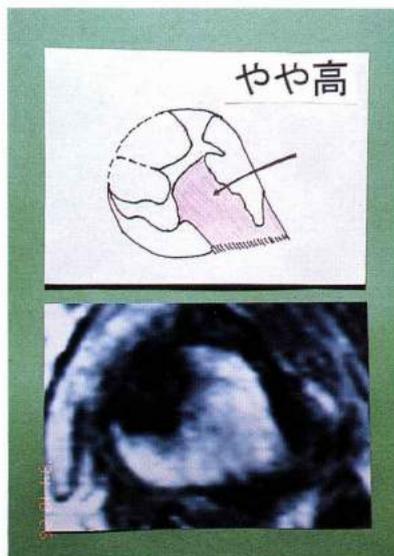


図 18a. 症例 3. 骨頭中央部 T<sub>1</sub> 強調像やや高信号域

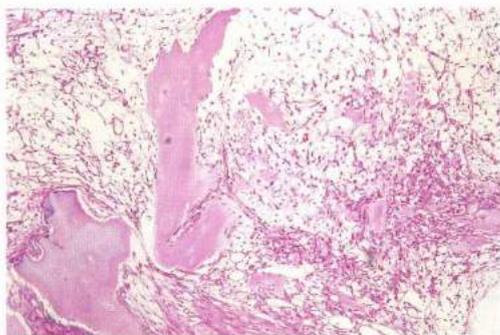


図 17a. 症例 3. 骨頭軟骨下骨のう胞部。線維性結合織と吸収されつつある壊死骨梁(H-E, 中拡大)



図 18b. 壊死骨梁への僅かな添加骨と脂肪細胞の変性像(H-E, 中拡大)

れでもないもの(特発群)とに大別され、その原因は今のところ全く不明である。これらの診断に際しては単純X線撮影、CT、骨シンチグラフィなどが適宜行われるが、それぞれにstageやtypeの相違があって、また阻血の程度や修復反応も異なるためにその病像は多彩である。

近年、NMRがこの疾患の診断に応用されるにつれて、いままで単純X線写真では認められない早期の異常所見がとらえられるようになったが、それらの所見が組織学的にどのようなものであるかについて詳細に検討された報告は少なく、またX線写真像上、比較的早い時期での骨壊死像とMRIでの異常所見を組織像と対比、検討された報告も少ない<sup>1)~3,6)</sup>。われわれはこれまで、さまざまなstageやtypeの大腿骨頭壊死症を病理組織学的に研究してきたが、今回は50歳台の比較的高齢者でstageの異なる狭義の特発性に限った大腿骨頭壊死症の3例について単純X線写真、MRI、生検または摘出骨頭の組織像を比較、検討する事でこれらの病像を理解しようと試みた。

最初の症例は、反対側が班会議分類<sup>4)</sup> stage III, type Iの明らかな骨頭壊死で、左側にはX線学的には全く異常を認めない、いわゆるpre-radiological stageのものである。MRIではTotty<sup>5)</sup>、大園<sup>1)</sup>の言うring patternを呈し、この部位を狙ってcore biopsyを行い組織学的に検索した。その結果、このring patternを呈するMRI T<sub>1</sub>強調像低信号部は既に報告されているように骨壊死に対する修復組織であるが、その内容は、骨髄部の線維性結合組織による置換と、壊死骨梁への添加骨によるbone areaの増大である。しかし、MRIをよく観察すると、骨頭中央部から頸部にかけても信号強度のやや低下した部位が散見される。この部位の組織像は既存骨梁へのわずかな添加骨や骨髄脂肪細胞の変性、壊死像を呈していて、低信号のbandで囲まれた完全壊死域以外に不完全ではあるが骨頭中央や頸部にまで阻血変化が及んでいた事を窺わせる。同様の所見はstageの進んだ症例2,症例3でも認められ、これらMRIの信号強度の低下は脂肪細胞の阻血性変性、線維性結合組織の侵入、さまざまな程度の添加

骨形成など、この疾患の一連の修復反応を反映しているものと思われる。従って、これらのX線像、MRI、組織像の関係をまとめると、骨頭軟骨下骨の旺盛な添加骨や線維性結合組織新入部では壊死か壊死でないかに拘らずT<sub>1</sub>強調像で低信号に、また、完全壊死部でも、かつて修復反応を受けた部位はやや低信号に、修復反応の及ばなかった無反応性壊死部ではT<sub>1</sub>強調像でやや高信号に描出される。また、修復分界部では、その修復結合組織の密度や添加骨量の多寡により低いしやや低信号を呈し、X線像上、一見正常と思われる骨頭中央や頸部でも骨髄脂肪細胞の変性やわずかの添加骨があるところでは信号強度がやや低下するものと思われる。

結局、これらの症例におけるMRI上の異常所見は大腿骨頭のさまざまな程度の慢性阻血に対する修復反応を単純X線像よりも鋭敏に描出していて、そのMRIを詳細に検討した結果、X線像上表現される壊死域よりさらに広範囲の阻血の及んだ形跡が窺われた。

## ま と め

- 1) stageの異なる狭義の特発群の大腿骨頭壊死症3例のX線像、MRI、組織像を観察した。
- 2) MRIでの信号強度の低下は骨髄脂肪変性、修復結合組織の侵入、添加骨形成など様々な程度の阻血に対する一連の修復反応に相応していた。
- 3) X線像上、異常所見の認められない骨頭中央部から頸部においてもT<sub>1</sub>強調像で信号強度の低下した部位が認められ、特発性大腿骨頭壊死症の病態として慢性広範囲阻血が考えられた。

## 文 献

- 1) 大園健二 ほか: 特発性大腿骨頭壊死症におけるMRIの診断的意義, 別冊整形外科 No. 13, 210-214, 1988.
- 2) 大園健二 ほか: 早期大腿骨頭壊死症のMR画像とその組織所見, Hip Joint, 17, 354-357, 1991.
- 3) 筒井秀樹 ほか: 特発性大腿骨頭壊死症のMR画像と組織像の比較検討, Hip Joint, 18, 182-186, 1992.
- 4) 小野啓朗: 大腿骨頭壊死症の病期, 厚生省特定疾

患特発性大腿骨頭壊死症調査研究班昭和61年度報告書, p. 336, 1987.

- 5) Totty, W.G. et. al.: Magnetic resonance imaging of the normal and ischemic femoral head.

Am J. Rentgenol **143**, 1273-1280, 1984.

- 6) 菅野伸彦 ほか: 大腿骨頭壊死症の各病型における早期MR画像, Hip Joint **19**, 257-260, 1993.