



Title	MR画像からみた大腿骨頭壊死症の病期
Author(s)	小久保, 宇; 高取, 吉雄; 二ノ宮, 節夫 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1993, 53(3), p. 254-260
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18971
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

MR 画像からみた大腿骨頭壊死症の病期

1) 東京大学医学部放射線医学教室 2) 同整形外科教室

小久保 宇¹⁾ 高取 吉雄²⁾ 二ノ宮節夫²⁾ 佐々木康人¹⁾

(平成4年5月7日受付)

(平成4年7月8日最終原稿受付)

Avascular Necrosis of the Femoral Head: Staging by MR imaging

Takashi Kokubo¹⁾, Yoshio Takatori²⁾,

Setsuo Ninomiya²⁾ and Yasuhito Sasaki¹⁾

Departments of Radiology¹⁾ and Orthopaedic

Surgery²⁾, Faculty of Medicine, University of Tokyo

Research Code No. : 505.9

Key Words : Hip joint, Bone necrosis,
Magnetic resonance imaging

Magnetic resonance (MR) images and conventional radiographs were compared in 142 hips with avascular necrosis, and a staging system for the disease based on MR imaging was developed. MR images were classified into three patterns: class I: a band of low signal intensity, class II: an area of low signal intensity with internal spot (s) of high signal, and class III: an area of low signal intensity without internal spots of high signal. Most MR class I lesions were in radiographic stage I (normal) or II (sclerotic or cystic changes without collapse). Most MR class II lesions were in radiographic stage III (segmental collapse), and most MR class III lesions were in stage III or IV (secondary degenerative changes). The MR image classification was closely correlated with radiographic staging ($p < 0.01$, using chi square test). We considered that this classification closely reflected the different stages of the disease according to the histopathology of the bone marrow.

緒 言

大腿骨頭壊死症は、成人にみられる大腿骨頭の無菌性、虚血性の骨壊死であり、多くは関節面の陥没変形から二次性の股関節症をきたして股関節機能の廃絶に至る疾患である。この疾患を扱う上で、診断時に病期を決定することは重要なことであるが、それは主に単純X線写真をもとになされている^{1)~3)}。

近年開発された磁気共鳴画像検査法 (Magnetic

Resonance Imaging, 以下 MRI) は骨疾患の診断にも有用であり、広く利用されている。MRI は、単純X線写真などの従来の検査法では弱点であった骨髓病変の描出に優れている⁴⁾という特徴がある。骨壊死は腫瘍や外傷とならんでMRI のよい適応と考えられており⁵⁾、中でも大腿骨頭壊死のMRI については多くの研究がなされている^{6)~11)}。また、大腿骨頭壊死症の骨頭に現れる骨髓のさまざまな病理組織学的変化とMR 画像との対比に

についてもいくつかの報告がみられる^{12)~16)}。しかしこれまでMR画像と病期診断とを結びつけた議論は充分でなかった。単純X線写真では観察できない骨髄の変化をMRIで観察するならば、より有用な病期判定が行える可能性があるが、そのような実用的な方法は示されていない。本研究の目的は、MR画像の経時的变化を基にして、骨髄の変化を加味した大腿骨頭壊死症の病期判定法を得ることである。

大腿骨頭壊死症のMR画像では大腿骨頭に異常低信号域がみられる。しかし中にはその内部に正常骨髄と等しい高信号域が残っている場合があり、また異常低信号域が幅の狭い帯状となってその近位は高信号域が占めている例もある⁶⁾⁷⁾。この高信号域は、壊死骨髄ではあるが修復反応の及んでいない無反応性壊死の部分に相当する¹²⁾¹⁶⁾。前回、われわれは大腿骨頭壊死症の個々の症例におけるMR画像の経時的变化を報告した¹⁷⁾が、これらの高信号域は時間の経過とともに縮小、消失する傾向にあった。このことを利用して、われわれは大腿骨頭壊死症における骨髄の組織学的変化を盛り込んだMR画像の病期分類を考案した。この分類の妥当性を検討する目的で、これまで病期の判定に最も広く用いられている単純X線写真の所見との関連を検定したので報告する。

対象と方法

1985年4月から1991年3月の6年間に、東京大学医学部附属病院放射線科で股関節部のMRIを施行した成人例のうち、大腿骨頭壊死症の診断が

確定した100例を対象とした。内訳は男性53例、女性47例、年齢分布は21~77歳(平均45歳)であった。両側例が42例、片側例が58例であったため観察した骨頭は計142個である。そのうち、副腎皮質ホルモン製剤投与の既往のあるもの63例、アルコール愛飲歴のあるもの26例、大腿骨頸部骨折の既往のあるもの4例、子宮癌に対する放射線照射歴のあるもの3例、これらのないもの4例であった。大腿骨頭壊死症の診断は、全例でMRI施行時ないしその後の単純X線写真から確定した。このうち40骨頭については、手術による摘出骨頭の組織学的検索からも診断を確認した。症例の一覧をTable 1に示す。

用いたMRI装置はSiemens社製MAGNETOMであり、超電導磁石を使用し、静磁場強度は1.5teslaであった。撮影時は全例でspin echo(SE)法を採用した。条件は、600/23、28または35/2 (TR/TE/excitations) および600/70または75/2 (TR/TE/excitations)で、大腿骨頭の前額断面像と水平断面像を撮像し、一部の症例で矢状断面像を追加した。前額断面像と水平断面像については、スライス厚10mmで大腿骨頭の全体が含まれるように連続した5ないし6断面を撮像した。矢状断面像は、スライス厚10mmで大腿骨頭の中央を通る1断面を撮像した。なお測定マトリクスは256×256、画像再構成法は2次元フーリエ変換法であった。

MR画像は、無反応性壊死に相当する高信号域の占める範囲に注目して、(I)骨頭に帯状の低信

Table 1 Distribution of risk factors among subjects

Risk Factor	No. of Patients	No. of Hips	No. of Hips with Histologic Exam.
Corticosteroid treatment	63	93	24
Ethanol abuse	26	37	10
Fracture of the femoral neck	4	4	1
Therapeutic radiation	3	4	1
Unknown	4	4	4
Total	100	142	40

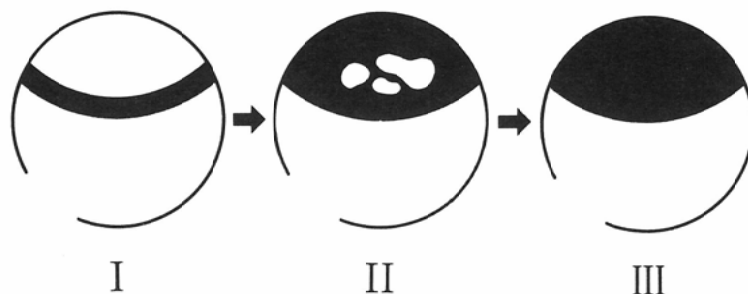


Fig. 1 Schematic representation of MR image classification

- (I) A band of low signal intensity.
 (II) An area of low signal intensity with internal spot(s) of high signal.
 (III) An area of low signal intensity without internal spots of high signal.

号域がみられ、その近位はすべて正常骨髄と等しい高信号域が占めるもの、(II)骨頭の広い範囲を低信号域が占めるが、その内部に島状に高信号域がみられるもの、(III)骨頭に低信号域がみられるがその内部に高信号が残っていないもの、の3型に分けた。前回の報告¹⁷⁾に基づき、大腿骨頭壊死症のMR画像は病期の進行とともに(I)→(II)→(III)と変化すると考え、これをMR画像の病期分類とした(Fig.1)。

単純X線写真(股関節前後像)はFicatの分類³⁾を用い、stage I:正常、stage II:大腿骨頭内に帯状硬化像や透亮像がみられるが、骨頭の変形はなく関節裂隙も正常であるもの、stage III:骨頭陥没など骨頭の変形はあるが関節裂隙の狭小化はないもの、stage IV:骨頭変形があり関節裂隙の狭小化を伴うもの、の4期に分けた。

MR画像から判定した病期と、同時期に撮影された単純X線写真から判定した病期とを対比した。なお複数回MRI検査が行われた例については、初回検査時の画像のみを対象とした。

結 果

結果をTable 2に示す。MR画像で(I)に分類される骨頭は単純X線写真から決定される病期もstage I, IIの早いものが多く、MR画像で(II), (III)に分類される骨頭は、単純X線写真から決定される病期もそれぞれstage III, IVの進行したものが多かった(Fig.2-4)。MR画像の病期分類(I-III)と単純X線写真に基づく病期

Table 2 Correlation of MR image and radiographic stage

MR Class	Radiographic Stage *				Total
	I	II	III	IV	
I	9	20	3		32
II		7	30	5	42
III		3	27	38	68
Total	9	30	60	43	142

Note. — Data show numbers of hips.

* According to Ficat³⁾

(stage I-IV)の間には有意な相関がみられた(カイ二乗検定, $p < 0.01$)。

考 察

成人の大腿骨頭は、SE法を用いて撮像したMR画像では、閉鎖した骨端線と荷重方向に密に走る骨梁を除いてほぼ均一な高信号に描出される。これは骨頭内骨髄組織に含まれる豊富な脂肪成分を反映している⁶⁾。大腿骨頭壊死症のMR画像でみられる低信号域は、壊死物質や骨壊死に対して反応性に出現する修復組織に相当する^{12)~16)}。しかし骨髄組織が壊死となっても、修復反応の及んでいない無反応性壊死の部分は脂肪成分が含まれているため、正常骨髄とほぼ等しい高信号に描出される¹²⁾¹⁶⁾。無反応性壊死を含んだ大腿骨頭壊死症では、高信号域を内部に含む低信号域や、

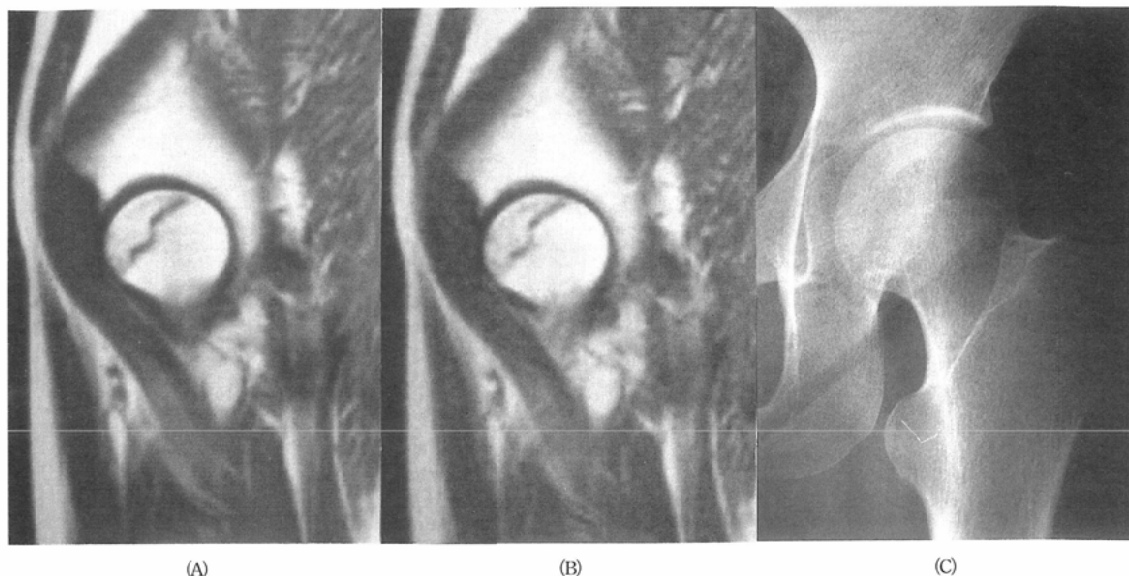


Fig. 2 Sagittal spin echo MR images ((A): 600/28/2, (B): 600/75/2) show a band of low signal intensity in the femoral head, consistent with class I. The corresponding radiograph (C) is normal (stage I). Afterward, the femoral head was collapsed and the diagnosis was confirmed.

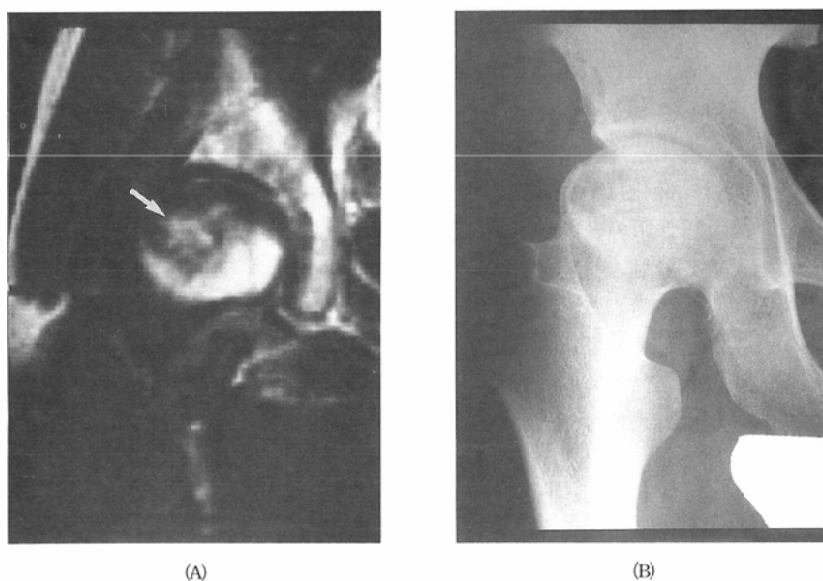


Fig. 3 Coronal spin echo MR image ((A): 600/28/2) show a well-defined area of low signal intensity around high signal (arrow), consistent with class II. The corresponding radiograph (B) is interpreted as stage III avascular necrosis.

帯状の低信号域として描出されることになる。

MRIによって、これまでの検査法では描出できなかった骨髄の無反応性壊死が直接観察されるようになった。われわれはこのことに注目し、無反

応性壊死に当たる高信号域のみられるMR画像(今回の分類では(I)と(II)に相当する)は大腿骨頭壊死症に比較的特徴的と考え、fat intensity signと名付けて報告した¹⁸⁾。また無反応性壊

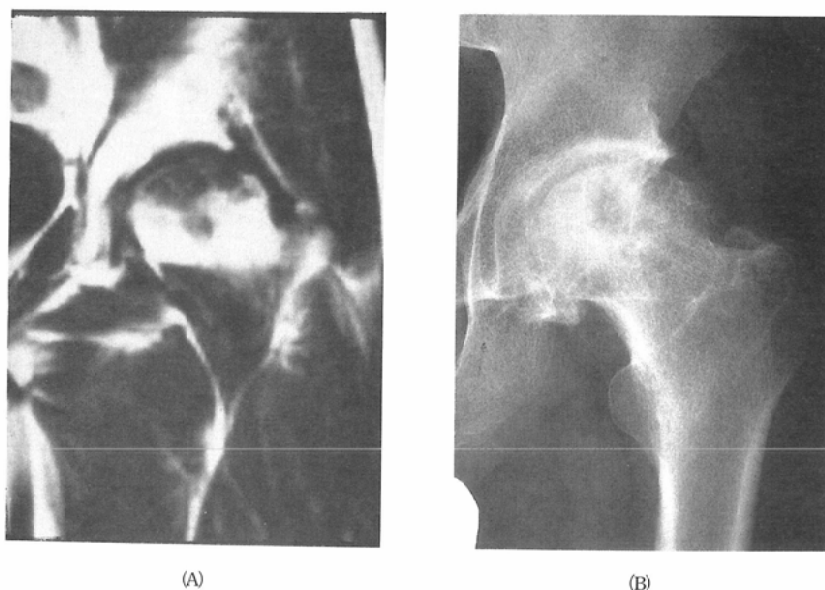


Fig. 4 Coronal spin echo MR image (A): 600/28/2) shows a well-defined area of low signal intensity, which does not contain high signal. The image is consistent with class III. The corresponding radiograph (B) shows avascular necrosis associated with secondary degenerative changes (stage IV).

死の大きさの経時的な変化を利用し、病期判定に応用できるかどうかを検討したのが今回の報告である。

大腿骨頭壊死発症後の組織変化は一般に次のように考えられている¹⁹⁾。大腿骨頭の一部が虚血となって壊死が生じると、壊死骨髄と正常骨髄の境界に修復組織が出現する。この時点で、壊死骨髄の大部分には修復が及んでおらず無反応性壊死の状態であるが、修復組織は次第に壊死骨髄内に侵入して壊死組織の吸収と新生骨の添加が起こる。続いて力学的に脆弱化した骨頭に軟骨下骨折や陥没が生じて骨頭は変形する。このような壊死骨頭内部の骨髄組織の変化は、MRI の出現によって直接に観察することが可能となった。とくに無反応性壊死は修復反応にしたがって縮小・消失していくが、同一例の MR 画像の経時的観察からこれと対応すると考えられる高信号域の縮小・消失が確認された¹⁷⁾。今回の検討から、無反応性壊死に相当する MR 画像の高信号域の大きさと単純 X 線写真に基づく病期とが、症例間でもよく相関することが示された。また以前われわれが報告したよう

に、単純 X 線写真が正常であっても、MR 画像で大腿骨頭に輪状・帯状の低信号域がみられる場合（今回の分類の (I) に相当する）は早期の大腿骨頭壊死症である可能性が高かった¹¹⁾。したがって Fig. 1 に提示したような分類は、大腿骨頭壊死症の病期を表す分類として適当と考えられる。

大腿骨頭壊死症ではさまざまな MR 画像が報告されており、当初から画像の分類が試みられていた⁶⁾⁷⁾²⁰⁾²¹⁾が、その分類法は報告者によって視点が異なり多少の混乱がみられる。われわれも、初期には MR 画像を全骨頭型、表層型、輪状・帯状型の 3 型に分けて報告した⁷⁾。この中で全骨頭型と表層型は今回の分類の (III) に、輪状・帯状型は (I) に相当する。しかしこれは病期や原因のまちまちな症例の MR 画像を記載したにとどまっており、何らかの目的をもった分類ではなかった。また MR 画像からみた病期分類も提案されていた²²⁾²³⁾。Beltran ら²²⁾は単純 X 線写真の病期ごとにその MR 画像を記載しているが、やや繁雑であって実用的でない。また Mitchell ら²³⁾は、T1 強調画像と T2 強調画像を用いて壊死部の信号強度か

ら病期分類を試みているが、組織像との対応は充分でない。いずれも画像の経時的変化と骨髓組織の変化を盛り込んで、十分に吟味された分類ではなかった。その後、症例や知見の蓄積が進むとともにMR画像の分類も再考されるようになってきた²⁴⁾。今回われわれの提案した分類は、大腿骨頭壊死症の時間経過とともに生じる骨髓の組織変化を基にした分類である。

従来より病期は主に単純X線写真の所見から決定されている^{1)~3)}。これは骨梁構造や骨頭形状の変化、関節面の変化を基にした病期である。大腿骨頭壊死症では骨頭内の骨髓組織にも経時的に変化が生じているが、MR画像によって骨髓の変化を加味した新しい病期分類が可能になったと考えられる。このことを手がかりとして、今後大腿骨頭壊死症の病態解明や予後の推定、治療法の選択などへの応用が期待される。

まとめ

大腿骨頭壊死症の進行度を示すMR画像の病期分類を提案した。100例142骨頭で検討したところ、単純X線写真に基づく病期との間に高い相関が示された。骨髓の変化を加味した新しい病期分類が可能になったと考えられ、将来の応用が期待される。

本研究の一部は厚生省特定疾患、特発性大腿骨頭壊死症調査研究班の援助を受けた。

文 献

- 1) Merle d' Aubigne R, Postel M, Mazabraud A, et al: Idiopathic necrosis of the femoral head in adults. J Bone Joint Surg 47-B : 612-633, 1965
- 2) Marcus ND, Enneking WF, Massam RA: The silent hip in idiopathic aseptic necrosis. J Bone Joint Surg 55-A : 1351-1366, 1973
- 3) Ficat RP: Idiopathic bone necrosis of the femoral head: early diagnosis and treatment. J Bone Joint Surg 67-B : 3-9, 1985
- 4) Vogler III JB, Murphy WA: Bone marrow imaging. Radiology 168 : 679-693, 1988
- 5) Ehman RL, Berquist TH, McLeod RA: MR imaging of the musculoskeletal system: a 5-year appraisal. Radiology 166 : 313-320, 1988
- 6) Totty WG, Murphy WA, Ganz WI, et al: Magnetic resonance imaging of the normal and ischemic

- femoral head. AJR 143 : 1273-1280, 1984
- 7) 小久保宇, 吉川宏起, 青木茂樹, 他: 大腿骨頭壊死症のMRI. 日本医放会誌, 47 : 695-707, 1987
- 8) Hauzeur JP, Pasteels JL, Schoutens A, et al: The diagnostic value of magnetic resonance imaging in non-traumatic osteonecrosis of the femoral head. J Bone Joint Surg 71-A : 642-649, 1989
- 9) Markisz JA, Knowles RJR, Altchek DW, et al: Segmental patterns of avascular necrosis of the femoral heads: early detection with MR imaging. Radiology 162 : 717-720, 1987
- 10) Beltran J, Herman LJ, Burk JM, et al: Femoral head avascular necrosis: MR imaging with clinical-pathologic and radionuclide correlation. Radiology 166 : 215-220, 1988
- 11) 小久保宇, 高取吉雄, 鴨川盛秀, 他: MRIによる大腿骨頭壊死症の早期診断. 日本医放会誌, 48 : 1061-1068, 1988
- 12) Takatori Y, Kamogawa M, Kokubo T, et al: Magnetic resonance imaging and histopathology in femoral head necrosis. Acta Orthop Scand 58 : 499-503, 1987
- 13) Bassett LW, Mirra JM, Cracchiolo III A, Gold RH: Ischemic necrosis of the femoral head: correlation of magnetic resonance imaging and histologic sections. Clin Orthop 223 : 181-187, 1987
- 14) Mitchell DG, Joseph PM, Fallon M, et al: Chemical-shift MR imaging of the femoral head: an in vitro study of normal hips and hips with avascular necrosis. AJR 148 : 1159-1164, 1987
- 15) Lang P, Jergesen HE, Moseley ME, et al: Avascular necrosis of the femoral head: high-field-strength MR imaging with histologic correlation. Radiology 169 : 517-524, 1988
- 16) 高取吉雄, 鴨川盛秀, 中村利孝, 他: 大腿骨頭の核磁気共鳴画像と組織像の比較. 日整会誌, 63 : 514-520, 1989
- 17) 小久保宇, 高取吉雄, 鴨川盛秀, 他: 大腿骨頭壊死症におけるMR画像の経時的変化. 日本医放会誌, 50 : 355-366, 1990
- 18) Kokubo T, Takatori Y, Ninomiya S, et al: Fat intensity within hypointense zone on MR imaging of avascular necrosis of the femoral head. J Comput Assist Tomogr 15 : 470-473, 1991
- 19) Sweet DE, Madewell JE: Pathogenesis of osteonecrosis. (In) Resnick DK, Niwayama G eds: Diag-

- nosis of bone and joint disorders. 2780-2831, 1981, Saunders, Philadelphia.
- 20) 水野正昇, 岩田 久, 三重野琢磨, 他: MRI による特発性大腿骨頭壊死症の検討, *Hip joint* 14: 162-168, 1988
- 21) 久保俊一, 榊田喜三郎, 日下部虎夫, 他: 特発性大腿骨頭壊死症の MRI—その特徴画像および病期・病型との関連—*Hip joint* 14: 169-175, 1988
- 22) Beltran J, Burk JM, Herman LJ, et al: Avascular necrosis of the femoral head: early MRI detection and radiological correlation. *Magn Res Imag* 5: 431-442, 1987
- 23) Mitchell DG, Rao VM, Dalinma MK, et al: Femoral head avascular necrosis: correlation of MR imaging, radiographic staging, radionuclide imaging, and clinical findings. *Radiology* 162: 709-715, 1987
- 24) 高取吉雄, 小久保宇, 二ノ宮節夫, 他: 特発性大腿骨頭壊死症の磁気共鳴画像—Stage I における低信号部の立体構築—*関東整災誌* 22: 296-300, 1991
-