Dynamic MRI による大腿骨頭血流評価

公立玉名中央病院整形外科

越 智 龍 弥・中 野 哲 雄
宮 薊 一 樹・鶴 上 浩
福 田 朋 博・稲 葉 大 輔
高 田 興 志

Assessment of Femoral Head Perfusion by Dynamic MR Imaging

Ryuya Ochi, Tetsuo Nakano, Kazuki Miyazono,
Hiroshi Tsurugami, Tomohiro Fukuda, Daisuke Inaba,
and Koji Takada

Department of Orthopaedic Surgery,
Tamana Central Hospital, Kumamoto, Japan

We studied femoral head perfusion in 21 femoral neck fractures using dynamic MR Imaging (MRI) between November 2001 and July 2002. MRI patterns divided into four groups when the results between the fractured side and unaffected side were compared. Femoral head perfusion at the fractured side was normal in Type A, about half in Type B, and absent in Type C. When perfusion at both the fractured side and unaffected side was absent, Exceptional Type was suspected. The Garden I group consisted of one Type B. The Garden II group consisted of one Type A, six Type B, one Type C, and two Exceptional Type. The Garden III group consisted of two Type B and one Type C, and the Garden IV group consisted of six Type C and one Exceptional Type. Post operations of by internal fixation confirmed the incidence of aseptic necrosis using MRI.

Key words : aseptic necrosis (大腿骨頭壊死), dynamic MR imaging (ダイナミック MRI), femoral head perfusion (大腿骨頭血流), femoral neck fracture (大腿骨頸部骨折), garden stage (garden 分類)

I. は じ め に

Garden stage¹⁾は大腿骨頸部骨折の治療方針（骨接合術か人工骨頭置換術か）選択に際し有用である。しかし Garden stage は骨頭栄養血管損傷を大まかに推測可能であるが、例外も多く経験する。治療選択の一助として術前に大腿骨頭血流測定を目的に dynamic MRI を施行し、有用性を検討した。

II. 対象および方法

症例は 2001 年 11 月から 2002 年 7 月の間に術前に dynamic MRI を施行した大腿骨頸部骨折 21 例で性

別は男性 2 例、女性 19 例であった。年齢は 47 歳から 96 歳（平均 78.4 歳）、受傷から検査までの期間は 1 日から 21 日（平均 4.9 日）であった。

撮影法はグラジエントエコー法による高速度連続撮影を行う dynamic MRI で造影効果を経時的に測定した（表 1）。評価法は T1 強調像の脂肪抑制法で造影後の画像から造影前の画像を差し引いた subtraction 法を用い、健側および患側の骨頭中心部の造影効果をグラフ化して評価した（図 1）（図 2）。

治療方針は dynamic MRI にて血流が残存すると判断すれば Garden I～IV すべてに骨接合術を選択した。血流がないと判断すれば高齢者以外では主に骨

表 1 dynamic MRI の施行方法

MRI 装置	0.5 T Signa Contur GE
コイル	Phased Array, Abdominal Flex
撮像法	Fast SPGR+fat saturation TR/TE/FA 70/6.8/60° FOV 40 cm matrix 256×160
造影剤	Gd-DTPA 0.2 ml/kg rate 1 ml/sec
撮影時間	造影剤投与直後より 15 分まで
関心領域	冠状断で骨頭中心に設定

図 1 T1 強調像の脂肪抑制法で造影後の画像から造影前の画像を差し引いた subtraction 法で関心領域 (ROI) を骨頭中心部に設定

図 2 関心領域の造影効果を経時的にプロットして評価した

接合術を、高齢者では全身状態等も考慮して Garden I または II では主に骨接合術を、Garden III または IV では主に人工骨頭置換術を選択した。骨接合術を施行した症例は術後 4 カ月以降に MRI を施行し骨頭壊死発症の有無を確認した。

Ⅲ. 結 果

dynamic MRI の分類は小西池の分類⁴⁾を用いた。すなわち Type A は患側の信号が健側と同程度まで上昇する症例、Type B は健側の 1/2 以下上昇する症例、Type C は健側の 1/10 以下しか上昇しない症例とした。小西池の分類にはない健側、患側共に信号上昇しない症例は判定不能とした (図 3)。

Garden stage と dynamic MRI の関係では stage I の 1 例は Type B であった。stage II は Type A が 1 例、Type B が 6 例、Type C が 1 例、判定不能が 2 例であった。stage III は Type B が 2 例、Type C が 1 例であった。stage IV は判定不能の 1 例を除き、他の 6 例はすべて Type C であった (表 2)。

21 例中 Type A の 1 例、Type B の 8 例、Type C の 1 例および判定不能の 1 例の合計 11 例に骨接合術施行し全例骨癒合した。術後 MRI にて骨頭壊死の有無を確認しえた症例は 7 例で Type B が 6 例、判定不能が 1 例であった。Type B の 6 例中 Garden II の

表 2 Garden stage と dynamic MRI の関係

Garden stage	dynamic MRI 分類			判定不能
	A	B	C	
	(症例数)			
stage I		1		
stage II	1	6	1	2
stage III		2	1	
stage IV			6	1

表 3 骨接合術後 MRI にて骨頭壊死の有無を確認した 7 症例

Garden stage	dynamic MRI 分類	骨頭壊死	
		無	有
stage I	B	1	
stage II	B	2	1
	判定不能	1	
stage III	B	1	1

図3 dynamic MRI の分類 (小西池の分類 1999)

Type A は患側の信号が健側と同程度まで上昇する症例, Type B は健側の 1/2 以下上昇する症例, Type C は健側の 1/10 以下しか上昇しない症例とした. 小西池の分類にはない健側, 患側共に信号上昇しない症例は判定不能とした.

1 例と Garden III の 1 例に骨頭壊死発症を認めた. 判定不能の 1 例は骨頭壊死発症を認めなかった (表 3).

IV. 症 例

症例 1. 66 歳, 男性, Garden III. 術前の dynamic MRI にて健側の 1/2 程度の信号上昇を認め, 骨頭血流が残存していると判断し骨接合術を選択した (図 4). 術後 4 カ月の MRI 検査にて骨頭壊死発症を認めなかった (図 5).

症例 2. 78 歳, 女性, Garden III. dynamic MRI にて Type B で骨頭血流が残存すると判断して骨接合術予定であった (図 6). しかし手術がのびて 2 週後の X-P では骨折部転位して Garden IV となった. 再度 dynamic MRI 施行したところ Type C となり, 骨頭血流が残存しないと判断し人工骨頭置換術を選択した (図 7).

図4 症例 1 66 歳, 男性, Garden III
術前の dynamic MRI にて健側の 1/2 程度の信号上昇を認め, 骨頭血流が残存していると判断し, 骨接合術を選択した.

図5 術後4カ月のMRI検査にて骨頭壊死発症を認めなかった

図7 手術がのびて2週後のX-Pでは骨折部転位してGarden IVとなり、再度dynamic MRI施行したところType Cとなり、骨頭血流が残存しないと判断し人工骨頭置換術を選択した。

V. 考 察

大腿骨頭の血流状態を計測する方法として超選択的側内大腿回旋動脈造影³⁾や経骨髄静脈造影⁹⁾などが報告されているが、手技的に高度であったり直接的に骨頭血流を確認できる検査ではない。dynamic MRIは関心領域 (region of interest; ROI) を設定し信号強度の変化を経時的にプロットして評価を行う。患者の体動に影響されやすいなど短所もあるが、簡便で非侵襲的に検査を行うことが可能である。

当院では1983年より大腿骨頭骨折に骨接合術を施行し骨癒合良好なことを報告した⁶⁾。また現在では骨接合術が一般的になっているGarden Iで16.7%、Garden IIで23.5%の骨頭壊死が発症することを報告してきた⁷⁾。Garden IIIに骨接合術の適応を検討する場合、骨頭壊死やlate segmental collapse発症の確率が問題となる。骨頭血流を評価して治療方針を選択できれば、骨接合術後の骨頭壊死発症率を低下させることが可能と思われる。紫藤らの経骨髄静脈造影についての文献は血流残存し骨接合術施行した52症例中5例(9.6%)のlate segmental collapseの発症を報告している⁸⁾。本検討でもdynamic MRIで骨頭血流を評価することにより骨頭壊死の発症を正確に予測することはできなかった。諸家のdynamic MRIに関

図6 症例2 78歳、女性、Garden II dynamic MRIにてType Bで骨頭血流が残存すると判断して骨接合術予定であった。

する報告も同様の結果を述べている²⁾⁴⁾⁵⁾。今後 dynamic MRI は測定部位を骨頭中心から荷重部により近く設定したり判定不能例の評価、造影時間や測定値の評価など検討すべきことも多い。現在では不十分な評価であるが、より精度の高い測定が可能になれば Garden stage より直接的な血流測定法である dynamic MRI は、骨接合術と人工骨頭置換術の選択に決定的な判定法になる可能性がある。

Ⅵ. ま と め

① 大腿骨頸部骨折 21 例の術前に dynamic MRI 施行し骨頭血流を評価した。

② Garden I は 1 例中 1 例、Garden II は 10 例中 7 例に血流残存を認め、2 例は判定不能であった。Garden III は 3 例中 2 例に血流の残存を認め、Garden IV は 7 例中 6 例に血流なく 1 例は判定不能であった。

③ dynamic MRI は Garden stage よりも大腿骨頸部骨折の治療方針選択に際し有用になる可能性がある。

Ⅶ. 参 考 文 献

- 1) Garden, R. S.: Low-angle fixation in fractures of the femoral neck. J. Bone Joint Surg., 43-B : 647-663, 1961.
- 2) Hirata, T. et al.: Dynamic magnetic resonance imaging of femoral head perfusion in femoral neck fracture. Clin. Orthop., 393 : 294-301, 2001.
- 3) 北 純ら：大腿骨頸部骨折における骨頭の血行状態と病理組織像。MB. Orthop., 6 : 5-11, 1998.
- 4) Konishiike, T. et al.: Acute fracture of the neck of the femur: An assessment of perfusion of the head by dynamic MRI. J. Bone Joint Surg., 81-B : 596-599, 1999.
- 5) Lang, P. et al.: Acute fracture of the femoral neck: Assessment of femoral head perfusion with gadopentetate dimeglumine-enhanced MR imaging. Am. J. Radiol., 160 : 335-341, 1993.
- 6) 中野哲雄：大腿骨頸部内側骨折 (Garden stage III, IV) に対する compression hip screw 固定法の経験。Hip Joint, 11 : 12-16, 1985.
- 7) 越智龍弥ら：大腿骨頸部内側骨折 Garden stage III —骨接合術か人工骨頭置換術か。別冊整形外科, 37 : 96-99, 2000.
- 8) 紫藤徹郎ら：大腿骨頸部内側骨折の血行動態よりみた late segmental collapse. MB. Orthop., 6 : 91-102, 1988.