MRI よりみた成長腰部椎間板変性の検討

(椎体終板前障害と髄核変性について)

成尾整形外科病院

浦 門 操・成 尾 正 岡
小 柳 英 一・田 岡 祐 二
椎 葉 睦 生・領 木 良 浩
北 蘭 亨・加 藤 善 之

Evaluation of Lumbar Disc Lesions in Teen-agers using
Magnetic Resonance Imaging

—A correlative Study between Peridiscal Singnal Intensity
and Nuclear Signal intensity in 500 Discs—

by

Misao Urakado, Masakuni Naruo, Eiichi Koyanagi, Yuuji Taoka,
Mutuo Shiiba, Yoshihiro Ryouki, Tooru Kitazono and Yoshiyuki Kato

Naruo Orthopedic Hospital (Kumamoto City)

The peridiscal and nuclear (uncleus pulposus and inner layer of annulus fibrosus) signal intensities in 500 discs of teen-age patients were compared with common degenerative lumbar disc disease. Images were taken with a 7mm slice thickness and T₂ wighted (TE 80~90mS, TR 2000~2200mS) midsagittal imaging. Clear correlation between these intensities was found. The signal intensity primarily decreased in the peridiscal tissues and secondarily decreased in the nucleus pulposus and inner layer of annulus fibrosus. These findings suggest that peridiscal disorders cause degenerative changes of the nucleus pulposus. Additionally, in the early degenerative stage of the teen-age lumbar disc, a decrease of nuclear signal intensity insicated that degenerative changes originated from the anterior portion and extended posteriorly.

Key words : Magnetic resonance imaging (磁気共鳴画像), Peridiscal signal intensity (終板信号強度), Nuclear signal intensity (髄核信号強度), Disc degeneration (椎間板変性), Teen-agers (弱年)

は じ め に

MRIにおける椎体終板前障害と椎間板変性との関連についてはいくつかの報告^{11,18)}があるが、弱年者のみの終板前信号強度と髄核信号強度との関連性についての報告^{15,19)}は少ない。

椎間板変性の始まりを組織学的に脊索細胞の消失しはじめる14才以降⁹⁾あるいは消失する20才代とする

報告³⁾があるが、今回変性初期の変化が観察される10代を対象とし、椎体終板前変化と髄核変性との関連性についてMR画像により検討した。

対 象 と 方 法

MR画像上髄核に輝度低下の認められた10才代の腰椎椎間板100例500椎間板を対象とした(図1)。隅角解離やSchmorl結節、外傷例は除外した。MR装置

図1 調査対象者年齢別症例数

- 0 : cleft のない正常輝度髄核・線維輪内層部
 C : cleft を有する正常輝度髄核・線維輪内層部
 ANO : 前方線維輪内層に幅広い高輝度像を有するもの
 ANC : ANO に cleft を有するもの
 1 aO : 髄核前方部のみ輝度低下を有するもの
 1 aC : 1aO に cleft を有するもの
 1 a : 髄核前方部のみ輝度低下の強い軽度低下例
 1 p : 髄核後方部のみ輝度低下の強い軽度低下例
 1 t : 髄核全域にわたり平均した軽度の輝度低下例
 2 a : 髄核前方部のみ輝度低下の強い中等度低下例
 2 p : 髄核後方部のみ輝度低下の強い中等度低下例
 2 t : 髄核全域にわたり平均した中等度低下例
 3 a : 髄核前方部の輝度消失を伴う高度低下例
 3 p : 髄核後方部の輝度消失を伴う高度低下例
 3 t : 髄核全域にわたり平均した高度の輝度低下例
 4 : 髄核全域の輝度消失例

図2 髄核・線維輪内層部のMRI輝度分類

図3 NSの分類画像(図2参照)

図4 PDSの分類画像(本文参照)

は島津制作所製 SMP50X, 磁場強度 0.5 Tesla の超電導装置を用い, 撮象条件は椎間板の水分が描出されやすい TE 80~90 mS, MR 2000~2200 mS とし, T₂ midisagittal 画像で検討した。

髄核及び線維輪内層の信号強度 nuclear signal intensity, NS の分類は信号強度の低下を全く認めないものを 0 度, 軽度低下するものを 1 度, 中等度低下するものを 2 度, 高度低下するものを 3 度, 消失するものを 4 度とした。組織学的には intranuclear cleft を周囲から線維化が層状に始まる超早期の変性であるとする報告があるが, 臨床的には無症状であり, Aguila¹⁾は Normal anatomical structure, Maravilla¹²⁾は normal intradiscal cleft と報告しており cleft を伴うものは正常とした。そこで 0 度を cleft

を伴わない O 型と伴う C 型に分け, さらに特に前方線維輪内層部に幅広く高い信号強度を有するものを ANO, ANC 髄核前方部のみ信号低下を認めるものを 1aO, 1aC とした (図 2)。また 1 度・2 度・3 度をより強く信号の低下する部位により前方型 a, 後方型 p, 全域型 t に分類した (図 3)。終板の信号強度 peridiscal signal intensity, PDS はその低下度より 0 度: 正常 (椎体と同程度の輝度を有するもの), I 度: 辺縁部の不整・不明瞭化・もうろう化を有するもの, II 度: 明らかな軽度・中等度の輝度低下を有するもの, III 度: 高度輝度低下又はほぼ消失, の 4 型に分類した (図 4)。

結 果

500 椎間板中正常髄核は 68 % で, 前方部のみ信号低

図5 NSの輝度別頻度

図6 NS低下椎核の部位別頻度

図7 PDS 輝度別・レベル別頻度

図8 PDS 低下の部位別頻度

下を4%に、1度以上の信号低下を140 髓核28%に認めた(図5)。レベル別では下位椎間程信号低下が増加、 $L_{1/2}$ で2%、 $L_{2/3}$ で4%、 $L_{3/4}$ で13%、 $L_{4/5}$ で56%、 $L_{5/6}$ で84%に認めた。低下を前方型後方型全域型の部位別にみると明らかに前半部の低下が多く(図6)、母核が正常で前方部のみ信号低下を認める1 aO、1 aCの存在、また後方型が少ないことを考えると髓核の信号低下は前半部より始まりしだいに後方へ進展することが示唆される。

PDSの信号強度別頻度は正常すなわち0度56%、I度25%、II度17%、III度2%であり、低下例のレベル別では下位椎間程低下、その傾向はNSと酷似しており両者は有意水準5%で0.79と高い相関性を認めた(図7)。

PDSの低下部位を前方部・前方中央部・中央部・中央後部・後方部・全域に分類すると、222 終板中91 終板は全域にわたるものの、110 終板は中央よりやや前半部に偏在している(図8)。これを椎間板変性の初期と考えられる1 aO、1 aC、1 aの32 終板でみるとさらに明瞭となる。これらのことより初期の終板障害は主として前半部より進展して行くものと考えられる。

さらにNS低下例158 髓核中152 終板にPDSの低下を認めること(PDS低下を認めないのは6 終板のみ)、正常髓核342 髓核におけるPDS低下は70 終板と少ないこと、PDS低下222 終板の中にNS低下を152 髓核に認めること(PDS低下を認めても70 髓核は正常)、PDS正常でNS低下は278 椎間板中6 髓核のみであること等を考えるとその大半は終板が髓核よ

りも早期に信号低下をきたしてくつものと考えられる。

考 案

椎間板の水分に関する研究はPüschelら¹⁷⁾に始まり、Keyes²⁾が加齢的にその含水量が低下することを報告、本邦では有馬の研究²⁾が有名であり、加齢的な水分含有量とともに地理的水分含有量についても報告している。この含水性・水化機構に関しては、Inman⁷⁾の終板を半透膜とする浸透圧説の他にHendryら⁵⁾は髓核の吸水性すなわち膨潤説を発表している。椎間板の水分はほとんどが自由水であり、結合水は極めて少ない。又Franklin⁴⁾は脂肪成分は約1%としており、MRでは高分子中のプロトン情報はえられない¹⁶⁾ことより、そのsignalは自由水から得られるものである。さらに自由水の保持には髓核のプロテオグリカンの吸水性・膨潤性が深く関与しており、 T_2 画像における信号低下はプロテオカンの膨潤性の低下すなわち椎間板の変性そのものを表現している。今回の結果は髓核より終板隣接椎体より早く信号低下を起こす傾向にあること、成長期における椎間板の信号低下は前半部より後方へ進展していく傾向にあることを示唆するものである。有馬²⁾は椎間板の含水量を部位別・年代別に検討、10才代では他の年代に比べて前方線維輪の方が髓核よりもその含水量の低下が大きいのことを報告している。Modic¹²⁾はMRI T_1T_2 画像にて信号低下した終板を組織学的に肥厚したbony trabeculaと報告、bone sclerosisと表現している。このsclerosisを含む何らかのendplate failureがdiffusionやinhibitionを障

害、髄核の二次的変性を起こすものと考えられる。Ogata¹⁰⁾は Hydrogen Washout 法にて椎間板の主たる栄養代謝経路は終板終板経路であり、bone-disc interface としての endplate 内の vascular buds の障害が重要な役割を果たしているとしている。また石川や成尾らはその組織学的検討により変性は終板に強く、次いで線維輪髄核の順であり、髄核の変性は終板軟骨の障害が原因であると報告している。Roos ら¹⁸⁾も MRI による終板軟骨と髄核の信号強度を比較しており、終板の focal な組織学的変化が髄核の組織学的変化に先行するものといえる。我々の MRI による検討の結果も同様の傾向にあり、これらを支持するものといえる。日常の成人ヘルニア手術症例では、椎間板後方に変性の強い例を多く経験するが、これは加齢とともに変性椎間板後方にさらにメカニカルストレスが加重され後方変性を促進するものと考えられ、これがさらには後方線維輪に破綻をきたし脱出型ヘルニアへと進行するものと考えられる。今後同一症例の経年的検討が必要と思われる。

ま と め

1. 成長期 500 椎間板について MRIT₂画像における椎体終板前障害と髄核変性の関連について検討した。
2. 終板前椎体の信号低下と髄核の信号低下との間には高い相関が認められた。
3. 髄核より終板前椎体の信号低下がより早期にきたことが考えられ、髄核変性に先だって椎体障害に引きつづき終板障害 endplate failure が起こることが示唆された。
4. 若年者の変性初期においては、椎間板の信号低下は前半部より始まり、後方へ進行、全体に拡大する例が多かった。

文 献

- 1) Aguila L. A. Oiraino D W, Mosaic M T, et al ; Intraclear Cleft of the Intervertebral Disk. Magnetic Resonance Imaging, Radiology 155 : 155~158, 1985
- 2) 有馬 享 : 椎間板の水分に関する研究. 日整会誌 44 : 571~587, 1970
- 3) Eckert C, Decker A ; Pathological Studies of Intervertebral Discs. J. Bone & Joint Surg. 29 : 447~454, 1947
- 4) Franklin L ; Lipid Content of the intervertebral Disc. Clin. Chem. 12 ; 253~257, 1966
- 5) Hendry N G C ; The Hydration of the Nucleus Pulposus and its Relation to Intervertebral Disc Derangement. J. Bone & Joint Surg. 40-B : 132~144
- 6) 平田晴夫, 服部 奨 ; 椎間板組織の胎生期および生後の加齢的变化について. 日整会誌 47 : 298, 1973
- 7) Inman V T, Sanunfers C M ; Anatomico-physiological Aspects of Injuries to the Intervertebral Disc. J Bone & Joint Surg. 29 : 461~474, 1947
- 8) 石川正士 ; 腰部椎間板ヘルニアの研究—特にその病理学検討. 千葉医学誌 38 : 1~27, 1948
- 9) Keyes D C, compere E L ; The normal and pathological physiology of the Nucleus Pulposus of the Intervertebral Disc. J. Bone & Joint Surg. 14 : 897~937, 1932
- 10) Kousuke Ogata, Whileside L A ; Nutrition Pathways of the Intervertebral Disc. an experimental study using hydrogen washout technique. Spine. 6 : 211~216, 1981
- 11) Maravilla K R, Chohen W A ; MRI atlas of the spine. Degenerative disc disease. Dunitz London 197~219, 1991
- 12) Modic M T, Masaryk T J, Ross J S, et al ; Degenerative Disc Disease. Radiology 168 : 177~186, 1988
- 13) Modic M T, Steinberg P M, Ross J S et al ; Degenerative disc disease : asse-ssment of changes in vertebral body marrow with MR imaging. Radiology 166 : 193~199, 1988
- 14) 成尾正昭, 小柳英一, 本田五男 ; 腰部椎間板症における組織学的, 組織化学的検討. 西日本整災誌 22 : 458~462, 1973
- 15) 岡田祐司, 井形高明, 村瀬正昭ほか ; 成長期腰椎椎体終板障害の MRI による検討. 日整会誌 66 : S509, 1992
- 16) 逢坂 昭 : NMR 医学 丸善 東京 159~169, 1984
- 17) Puschel J ; Der Wassergehalt normaler und degenerierter Zwischenwirbelscheiben. Beitr. Path. Anat. 84 : 123~128, 1930
- 18) Roos A, Kressel H, Spritzer C et al ; MR Imaging of Marrow Changes adjacent to End Plates in Degenertive Lumbar Disc Disease. AJR 149 : 531~534, 1987
- 19) 辻 博三, 井形高明, 村瀬正昭ほか ; 成長期腰椎障害としての椎間板ヘルニアおよび後方型終板障害—MRI による検討—. 日脊会誌 3 : 133, 1992