

前立腺癌のMRI所見の検討 — MRIスコア算出の試み —

鹿島田明夫¹, 藤本 肇², 安田茂雄², 内藤 仁³,
有水 昇⁴

¹埼玉医科大学総合医療センター放射線科
³沼津市立病院泌尿器科

²沼津市立病院放射線科
⁴千葉大学医学部放射線医学教室

はじめに

MRIは骨からのアーチファクトがなく、任意の断層面が得られ、呼吸性移動の無い骨盤内臓器の描出に有用である。特に前立腺の撮像においてはCTでは描出不能な zonal anatomy が描出可能であり^{1),2)}、前立腺癌の staging に有用であるとの報告も多い^{3),4)}。

今回我々は、前立腺肥大症と前立腺癌に対し、前立腺MRIを施行し、前立腺癌診断の指標となりうるMRIスコアの算出を試み、あわせてCTおよび前立腺癌マーカーによる診断能との比較検討を行ったので報告する。

対象及び方法

対象は排尿障害などを主訴としてMRIを施行し、組織学的に前立腺肥大症あるいは前立腺癌と診断された56例である。症例の内訳は、前立腺肥大症21例(年齢:59歳から84歳,平均73.0歳)、前立腺癌35例(年齢:59歳から86歳,平均70.1歳)である。尚、前立腺肥大症を合併する前立腺癌例は前立腺癌群に分類した。

使用したMRI装置は東芝製0.5T超伝導装置MRT-50Aであり、スピネコー法のT₁強調像(TR/TE/excitation=500ms/20ms/4, slice thickness 10mm, matrix 256×192, FOV=30cm)による、骨盤部の横断、冠状断、矢状断像およびT₂強調像(TR/TE/excitation=2000ms/80ms/2, slice thickness 10mm, matrix 256×192, FOV=30cm)の横断像を撮像した。造影MRIは施行していない。

38例(前立腺肥大症10例,前立腺癌28例)ではMRI施行の前後2週間以内に骨盤部単純CT(膀胱内にオリーブ油注入)を施行した。使用したCT装置はQUANTEX(横河メディカル社製)であり、slice thicknessは5mmである。

MRIおよびCTの読影は2名の放射線科医によりそれぞれ独立して行われ、診断の相違は合議により解決した。

1) MRI所見の検討

MRI所見は以下の項目についてretrospectiveに検討した。

a) 前立腺外計側; T₁強調像にて前立腺の最大描出横断面での前立腺の横径、前後径および正中矢状断面での縦径の計測、前後径横径比を算出し、前立腺肥大症群と前立腺癌群間でt-検定を行った。

キーワード prostatic carcinoma, benign prostatic hyperplasia, MRI score

- b) Inner zone の描出, inner zone の信号強度の評価; T₂強調像にて inner zone が peripheral zone よりも低信号の領域として明瞭に認められるかどうか, 認められた場合その信号強度の均一性を評価した. inner zone と peripheral zone が鑑別困難な場合は不明瞭とした. (Inner zone; 均一, 不均一, 不明瞭)
- c) Surgical capsule の描出; T₂強調像にて前立腺内の環状の低信号 (surgical capsule) が明瞭に認められるかどうかを評価した. (Surgical capsule; 有り, 無し)
- d) Peripheral zone の描出, peripheral zone の信号強度の評価; T₂強調像にて inner zone あるいは surgical capsule の外側に依存する peripheral zone が明瞭に認められるかどうか, 認められた場合その信号強度の均一性を評価した. inner zone と peripheral zone の区別が不明瞭な場合は不均一な peripheral zone と一括して集計した. inner zone や surgical capsule が同定可能であるにも関わらず peripheral zone が同定困難な場合を不明瞭とした. (Peripheral zone; 均一, 不均一, 不明瞭)
- e) 外方突出性結節の描出; T₂強調像にて前立

腺辺縁に, 明らかな外方突出部位を認めるかどうか, 認める場合その信号強度を周辺前立腺組織と比較検討し評価した. (外方突出結節; 有り high, 有り iso, 有り low, 無し)

f) 精嚢の内部信号の評価; T₂強調像にて精嚢内部信号の均一性を評価した. 正常精嚢は分葉状高輝度を呈するが, 精嚢内部に不規則かつ左右非対称な低信号域を認めた場合, あるいは精嚢が不明瞭な場合は不均一として集計した. (精嚢; 均一, 不均一または不明瞭)

2) MRI スコアの算出

b から f の項目の χ^2 検定により, 前立腺肥大症群と前立腺癌群との間に有意差が存在するかどうか確認したのち, 有意差が存在した項目につき林式数量化II類の多数量解析⁹⁾を施行し, 前立腺癌診断に対する各所見の寄与度に従ったスコアを設定した. その後各症例ごとに MRI スコアを求め, MRI スコア分布より前立腺癌診断の基準値を算出した.

3) CT 所見の検討

CT が施行された 38 症例においては, 椎名らによる前立腺癌の CT スコア⁶⁾ (Table 1) に従った CT 診断を行った.

4) 前立腺癌マーカーの検討

全症例に対しては, PAP (prostatic acid phosphatase), PA (prostate related antigen), γ -Sm (γ -seminoprotein) の3種の前立腺癌マーカー検査が施行されていた. これらの結果からマーカースコア (正常値以下は0点, 正常値を越えるが, 正常値の2倍以下は1点, 正常値の2倍を越えるものは2点とし, full score 6点) を設定して各症例ごとにマーカースコアを算出し, マーカースコア分布から前立腺癌診断の基準値を算出した.

5) 三者の診断能の比較

MRI スコア, CT スコア, マーカースコアのすべてが算出された 38 症例において, 前立腺癌診断に対する sensitivity, specificity, accuracy の算出を行うと共に, ROC 解析を行い, 3

Table 1. CT score for prostatic carcinoma

CT criteria	score
1) Contour : nodular	1
2) Symmetry : lost	1
3) Similarity : lost	3
4) L/W * ≥ 1	2
5) Seminal vesicle angle : dull	1
Full score	8

Diagnosis for carcinoma was made when the score was over 3.

* Length (longitudinal diameter)/width of the prostate

Table 2. Measurement of the prostate

	length (mm)	width (mm)	L/W	height (mm)
BPH (n=21)	44.3 (SD=7.85)	54.3 (SD=8.13)	0.82 (SD=0.10)	52.7 (SD=8.32)
carcinoma (n=35)	41.8 (SD=8.22)	49.4 (SD=9.73)	0.85 (SD=0.12)	50.2 (SD=10.6)

no statistical difference

Table 3. MRI findings of the prostate

	BPH	carcinoma	χ^2
1) Signal intensity of inner zone			20.6*
a) homogeneous	5 (23.8%)	2 (5.7%)	
b) heterogeneous	16 (76.2%)	12 (34.3%)	
c) not detected	0	21 (60.0%)	
2) Surgical capsule			4.07
a) detected	11 (52.4%)	9 (25.7%)	
b) not detected	10 (47.6%)	26 (74.3%)	
3) Signal intensity of peripheral zone			23.1*
a) homogeneous	12 (57.1%)	4 (11.4%)	
b) heterogeneous	3 (14.3%)	28 (80.0%)	
c) not detected	6 (28.6%)	3 (8.6%)	
4) Exophytic nodules			11.6*
a) high intensity	1 (4.8%)	1 (2.9%)	
b) iso intensity	0	4 (11.4%)	
c) low intensity	1 (4.8%)	13 (37.1%)	
d) not detected	19 (90.5%)	17 (48.6%)	
5) Signal intensity of seminal vesicle			11.2*
a) homogeneous	19 (90.5%)	16 (45.7%)	
b) heterogeneous or not detected	2 (9.5%)	19 (54.3%)	

* statistically different (P<0.01)

者の診断能の比較を行った。

結 果

1) MRI 所見の検討

前立腺外計測の結果を Table 2 に示す。前立腺肥大症群と前立腺癌群の間に前立腺の大きさ、および前後径横径比に有意差は無かった。

Table 3 に 5 項目の MRI 所見を前立腺肥大

症群、前立腺癌群それぞれについて示す。

不均一な inner zone (Fig.1 b) は前立腺肥大症の 76.2%、前立腺癌の 34.3% に認められた。また inner zone が不明瞭な例 (Fig.2 a) は前立腺肥大症では存在しなかったが、前立腺 60% に認められた。surgical capsule の描出 (Fig.1 b) は前立腺肥大症の 52.4% に、前立腺癌の 25.7% に見られた。peripheral zone の不均一性 (Fig.2 a) は前立腺肥大症においては 14.2% に

しか認められなかったが、前立腺癌では80%に認められた。一方、peripheral zoneが不明瞭な例 (Fig.1 b) は前立腺肥大症の28.6%、前立腺癌の8.6%に見られた。低信号を示す外方突出性結節 (Fig.2 c)、精囊の不均一性 (Fig.2 b) は前立腺肥大症においては各々4.8%、9.5%に

しか認められなかったが、前立腺癌においては各々37.1%、54.3%に認められた。

2) MRI スコアの算出

Surgical capsule の描出を除く4項目のMRI所見において前立腺肥大群と前立腺癌群との間に有意差が認められた ($p < 0.01$)。これら4項目

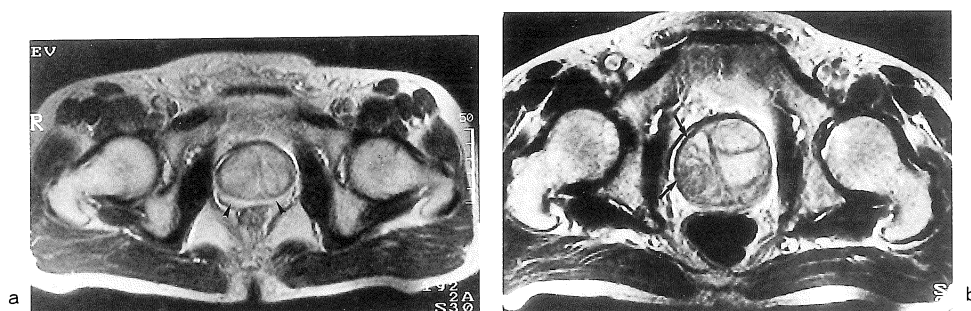


Fig.1. (a) Benign hyperplasia (MRI score 0), 59 year-old man. Homogeneous signal intensity of both inner zone and peripheral zone (arrow head) is noted.

(b) Benign hyperplasia (MRI score 0), 83 year-old man. Heterogeneous signal intensity of inner zone and surgical capsule (arrow) is shown. Peripheral zone is not detected on this case.

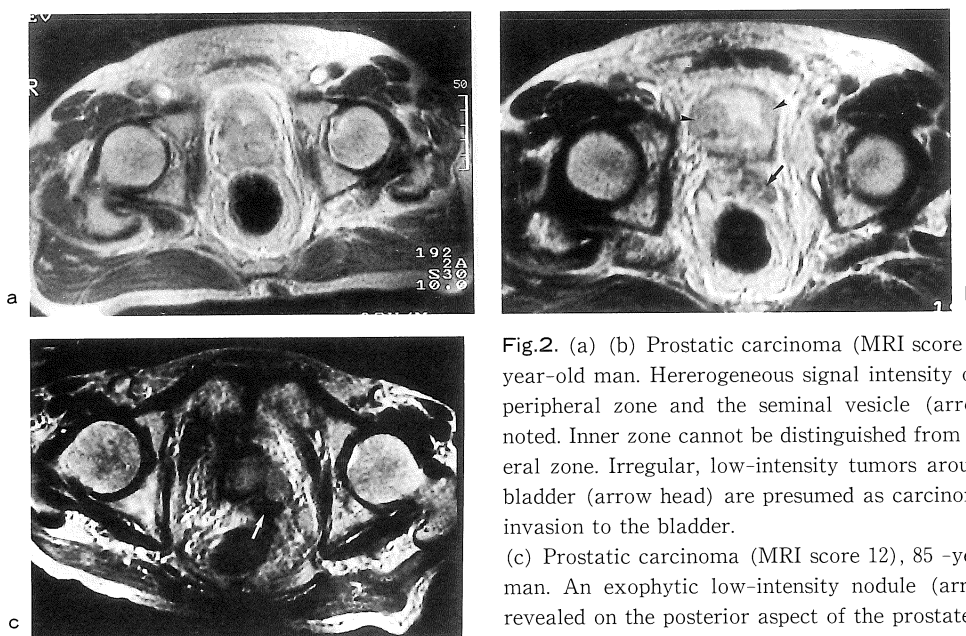


Fig.2. (a) (b) Prostatic carcinoma (MRI score 12), 68 year-old man. Heterogeneous signal intensity of both peripheral zone and the seminal vesicle (arrow) is noted. Inner zone cannot be distinguished from peripheral zone. Irregular, low-intensity tumors around the bladder (arrow head) are presumed as carcinomatous invasion to the bladder.

(c) Prostatic carcinoma (MRI score 12), 85 year-old man. An exophytic low-intensity nodule (arrow) is revealed on the posterior aspect of the prostate.

Table 4. MRI score for prostatic carcinoma

MRI criteria for prostatic carcinoma	C. R. *	MRI score
1) Signal intensity of : not detected inner zone	0.335	3
2) Signal intensity of : heterogeneous peripheral zone	0.408	4
3) Exophytic nodules : low intensity	0.291	3
4) Signal intensity of : heterogeneous seminal vesicle or not detected	0.181	2
Full score		12

* contribution ratio calculated from multivariate analysis

につき、林式数量化II類の多変量解析の結果得られたMRIスコアをTable 4に、そのスコアをもとに算出したMRIスコア分布をFig.3に示す。

前立腺肥大群の平均スコアは 0.90 ± 2.23 前立腺癌群では 7.20 ± 4.21 であり、前立腺肥大群の85.7%がスコア3以下、前立腺癌の80.0%がスコア4以上を示した。従って、スコア4以上を前立腺癌の診断基準とした。

3) CT所見の検討

38例につき、CTスコア法による診断を行ったところ、28例の前立腺癌のうち診断可能であったのは15例であり、13例は偽陰性（sensitivity 53%）であった。一方10例の前立腺肥大症のうち、前立腺癌と診断された偽陽性は1例のみ（specificity 90.0%）であった。

4) 前立腺マーカーの検討

Fig.4に前立腺肥大症群、前立腺癌群それぞれにおけるマーカースコアの分布を示す。

前立腺肥大群の平均スコアは 1.43 ± 1.99 前立腺癌群では 3.37 ± 2.35 であり、前立腺肥大群の71.4%がスコア1以下、前立腺癌の68.6%がスコア2以上を示した。従って、スコア2以上を前立腺癌の診断基準とした。

5) 三者の診断能の比較

MRIスコア、CTスコア、マーカースコアのすべてが算出された38例における前立腺癌診断能をTable 5に、3者のROC曲線をFig.5に示す。

MRIスコアによるsensitivityは、CTスコア

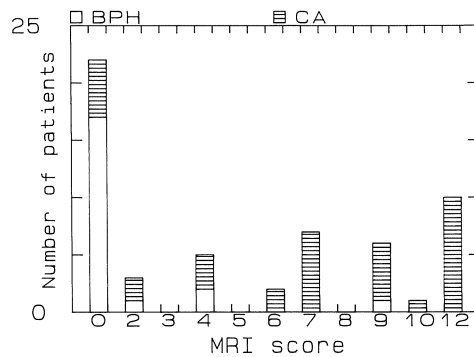


Fig.3. Distribution of the MRI scores for each cases. In 85.7% of benign cases, the scores are below 3 and in 80.0% of carcinomas, they are over 4.

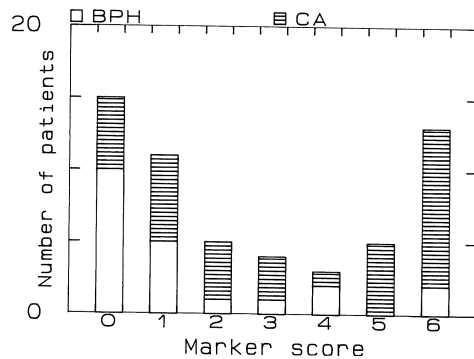


Fig.4. Distribution of the marker scores for each cases. In 71.4% of benign cases, the scores are below 1 and in 68.6% of carcinomas, they are over 2.

Table 5. Diagnostic abilities for prostatic carcinoma

	sensitivity	specificity	accuracy
MRI score	78.6%*	100%	84.2%
CT score	53.6%*	90.0%	63.2%
Marker score	75.0%	70.0%	73.7%

* statistically different ($p < 0.05$)

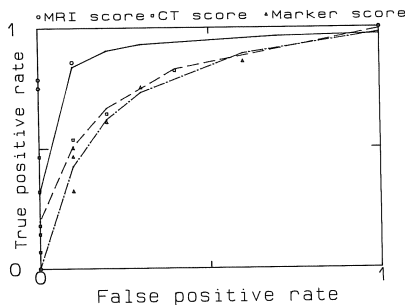


Fig.5. ROC curves of MRI, CT and marker score method for diagnosing prostatic carcinoma. The diagnostic ability of the MRI score method is superior to that of CT and marker score method.

の sensitivity に比し、有意に優れており、また ROC 解析においても MRI スコアによる診断能の優位性が示された。

考 察

MRI は骨からのアーチファクトが無く、任意の断面が得られることにより、骨盤内臓器の撮像に有用であり、前立腺 MRI についての報告も多い^{1)~4),7)~10)}。前立腺 MRI では、CT にて描出不能な zonal anatomy が描出可能であり、T₂強調像にて inner zone は低信号領域、peripheral zone は高信号領域として描出される^{1),2),7)}。また、精嚢や前立腺周囲静脈叢などの描出にも優れ、前立腺癌の staging に有用であるとの報告も多い^{3),4),8)}。

これらの報告の多くは、前立腺癌の特徴的な MRI 所見として T₂強調像において、高信号を示

す peripheral zone 中の低信号領域をあげている^{3),4),7)~9)}。しかし、この所見は zonal anatomy の描出が可能なが前提であり、読影には前立腺および周囲臓器の詳細な解剖学的知識が要求される。また、前立腺癌患者は程度の差はあれ前立腺肥大症を合併することが多く読影困難な場合も少なくない。従って、使用機種や撮像法などの相違のみならず、読影者により診断能が大きく左右される可能性がある¹⁰⁾。

ひこで今回我々は、MRI による前立腺診断をより客観化かつ容易にするべく、椎名らによる前立腺癌の CT スコア⁶⁾を参考にし、前立腺癌の MRI スコアの算出を試みた。MRI スコアに使用した項目は、inner zone の不明瞭化、peripheral zone の信号強度の不均一性、外方に突出する低信号結節、精嚢内部信号の不均一性であり、これらの所見は前立腺癌に特徴的な所見と考えられた。一方、前立腺肥大症では、inner zone の信号強度の不均一化、peripheral zone の不明瞭化、surgical capsule の描出といった所見が見られ、前二者は特に著明な前立腺肥大症例に認められる傾向があった。surgical capsule の描出については、前立腺肥大群と前立腺癌群とで有意差はなかったが、前立腺癌症例でも前立腺肥大を合併している症例が存在することから説明可能であろう。

今回の検討では、前立腺癌症例のうち根治手術が施行された症例が少なく、MRI 所見と前立腺癌の staging および病理所見との対比は行われていない。しかし、これまでの前立腺癌の MRI 所見についての報告から、peripheral zone 信号強度の不均一性、すなわち T₂強調像で高信号を呈する正常の peripheral zone 中の低信号領域は、peripheral zone に生じた癌病巣を示唆するものと考えられ、外方に突出する低信号結節は癌病巣の前立腺被膜外進展を、T₂強調像にて分葉状高信号を呈する精嚢内部の不規則な低信号領域は、癌病巣の精嚢進展を示唆する所見と考えられる^{3),4),7)~9)}。これらの変化は CT においては指摘困難であり、特に前立腺被膜内病変の

指摘は不可能である¹¹⁾と考えられる。また、癌病巣の精嚢進展については CT においては精嚢の左右差, vesico-seminal angle の鈍化などの間接的所見のみで診断可能¹²⁾であり, MRI の方がより早期の精嚢進展の診断が可能と考えられる。ただし, 高齢者や糖尿病患者などにおいては, T₂強調像にて精嚢が低信号を呈することがある¹³⁾とされ, 読影に際して注意が必要である。

CT スコア, マーカースコアとの比較検討では, MRI スコアは sensitivity において CT スコアに比し有意に優れており, CT においては進行癌と思われる症例でも病変部位を明瞭に描出できないことが多かった。以上より前立腺癌マーカーについては, 前立腺癌のスクリーニングとしての役割は果たしているものの, CT については, 前立腺癌の画像診断として MRI に劣ると考えられる。

前立腺癌の画像診断としては, 経直腸的超音波断層法があり, その有用性はほぼ確立されたものとなっている¹⁴⁾。今回の検討では, 経直腸的超音波断層法との診断能の比較は行っていないが, 前立腺 MRI は, 得られる画像が施行者の技量に左右されない, 他臓器との位置関係が明瞭である, リンパ節腫大や骨盤骨, 腰椎, 仙骨などへの骨転移の情報が得られる, などの利点を有すると思われ, 前立腺癌の画像診断として非常に有用と考えられる。

結 語

MRI スコア法による前立腺癌診断能は, CT および前立腺マーカーによる診断能に対して有意に優れており, 前立腺 MRI による前立腺癌診断のより簡便で客観的な診断法として MRI スコア法の有用性が示唆された。

文 献

- 1) Sommer FG, McNeal JE, Carrol CL : MR depiction of zonal anatomy of the prostate at 1.5T. *J Comput Assist Tomogr*, 10 (6) : 983-989, 1986.
- 2) Phillips ME, Kressel HY, Spritzer CE, et al. : Normal prostate and adjacent structures : MR imaging at 1.5T. *Radiology*, 164 : 381-385, 1987.
- 3) Hricak H, Doooms GC, Jeffrey RB, et al. : Prostatic carcinoma : Staging by clinical assessment, CT, and MR imaging. *Radiology*, 162 : 331-336, 1987.
- 4) Bezzi M, Kressel HY, Allen KS, et al. : Prostatic carcinoma : Staging with MR imaging at 1.5T. *Radiology*, 169 : 339-346, 1988.
- 5) 菅 民郎 : 入門パソコン統計処理 (下) : 片岡巖, 技術評論社, 東京都, 1990. pp 191-208.
- 6) 椎名丈城, 武田 尚, 御厨修一, 宇野公一, 有水昇 : 前立腺の CT. CT score による評価の試み. *臨床放*, 33 : 1107-1113, 1988.
- 7) Carrol CL, Sommer FG, McNeal JE, Stamey TA : The abnormal prostate : MR imaging at 1.5T with histopathologic correlation. *Radiology*, 163 : 521-525, 1987.
- 8) Biondetti PR, Lee JKT, Ling D, Catalona WJ : Clinical stage B prostate carcinoma : Staging with MR imaging. *Radiology*, 162 : 325-329, 1987.
- 9) Kahn T, Burrig K, Schmitz-Drager B, Lewin JS, Furst G, Modder U : Prostatic carcinoma and benign prostatic hyperplasia : MR imaging with histopathologic correlation. *Radiology*, 173 : 847-851, 1989.
- 10) Schiebler ML, Yankaskas BC, Tempany C, et al. : MR imaging in adenocarcinoma of the prostate : Interobserver variation and efficacy for determining stage C disease. *AJR* 158 : 559-562, 1992.
- 11) Grossman IC, Carpinello V, Greenberg SH, Malloy TR, Wein AJ : Staging pelvis lymphadenectomy for carcinoma of the prostate : Review of 91 cases. *J Urol*, 124 : 632-634, 1980.
- 12) Denkhaus H, Dierkopf W, Grabbe E, Donn F : Comparative study suprapubic sonography and computed tomography for staging of prostatic carcinoma. *Urol Radiol*, 5 : 1-9, 1983.
- 13) Secaf E, Nuruddin RN, Hricak H, McClure RD, Demas B : MR imaging of the seminal vesicles. *AJR*, 156 : 989-994, 1991.
- 14) Chadwick DJ, Cobby M, Goddard P, Gingell JC : Comparison of transrectal ultrasound and magnetic resonance imaging in the staging of prostate cancer. *British J Urol*, 67 : 1991.

MR Imaging of the Prostatic Carcinoma ; Evaluation by MRI Score Method

Akio KASHIMADA¹, Hajime FUJIMOTO², Shigeo YASUDA²,
Jin NAITOU³, Noboru ARIMIZU⁴

*¹Department of Radiology of Saitama Medical Center, Saitama Medical School
1981 Kamodatsujido, Kawagoe, Saitama 350*

²Department of Radiology of Numazu city hospital

³Department of Urology of Numazu city hospital

⁴Department of Radiology of Chiba University School of Medicine

MR imagings were performed in 56 patients with biopsy-proven prostatic diseases (21 cases benign hyperplasia and 35 cases prostatic carcinoma). T₂-weighted MR images were analysed for the presence of following findings ; signal intensity (SI) of inner zone, SI of peripheral zone, detection of exophytic nodule, SI of the seminal vesicle. MRI scoring system of prostatic carcinoma was developed from contribution ratio calculated from multivariate analysis of the MRI findings listed above. The MRI score was assigned as follows ; undetectability of inner zone (score 3), heterogeneity of SI of peripheral zone (score 4), exophytic low intensity nodule (score 3), heterogeneity of SI of seminal vesicle (score 2). The boundary of the MRI score for the diagnosis of prostatic carcinoma was regarded as score 4. Sensitivity and specificity of MRI score method were 78.6% and 100%, which were superior to that of CT score method (Shiina et al) (53.6%, 90.0%) and marker score method (75.0%, 70.0%). Receiver operating characteristic analysis also revealed superiority of the diagnostic ability of the MRI score method. In conclusion, MRI score method is useful for the diagnosis of prostatic carcinoma.