



Title	頭頸部癌放射線治療後に認められた下顎骨壊死のMRI
Author(s)	藤田, 昌宏; 原田, 貢士; 真崎, 規江 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1991, 51(8), p. 892-900
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/18565">https://hdl.handle.net/11094/18565</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

## 頭頸部癌放射線治療後に認められた下顎骨壊死のMRI

1) 大阪大学医学部放射線医学教室・集学放射線治療学研究部

2) 大阪府立成人病センター放射線治療科

3) 大阪船員保険病院放射線科

4) 大阪大学歯学部歯科放射線学教室

藤田 昌宏<sup>1)</sup> 原田 貢士<sup>1)</sup> 真崎 規江<sup>2)</sup> 清水谷公成<sup>1)</sup>

金 尚元<sup>3)</sup> 藤田 典彦<sup>1)</sup> 櫻井 康介<sup>1)</sup> 淵端 孟<sup>4)</sup>

井上 俊彦<sup>1)</sup> 小塙 隆弘<sup>1)</sup>

(平成2年7月24日受付)

(平成2年11月6日最終原稿受付)

### MR Imaging of Osteoradionecrosis of the Mandibula Following Radiotherapy for Head and Neck Cancers

Masahiro Fujita<sup>1)</sup>, Koushi Harada<sup>1)</sup>, Norie Masaki<sup>2)</sup>, Kimishige Shimizutani<sup>1)</sup>,

Sang-Won Kim<sup>3)</sup>, Norihiko Fujita<sup>1)</sup>, Kousuke Sakurai<sup>1)</sup>,

Hajime Fuchihata<sup>4)</sup>, Toshihiko Inoue<sup>1)</sup>

and Takahiro Kozuka<sup>1)</sup>

1) Department of Radiology, Radiation Oncology, Osaka University Medical School

2) Department of Radiation Therapy, The Center for Adult Disease, Osaka

3) Department of Radiology, Osaka Seamen's Insurance Hospital

4) Department of Oral & Maxillofacial Radiology, Osaka University, Faculty of Dentistry

---

Research Cord No. : 504.9

---

Key Words : Osteoradionecrosis, MRI, Mandible, Radiotherapy

---

Magnetic resonance (MR) images of 13 patients with osteoradionecrosis of the mandibula were analyzed. Abnormalities were noted in all patients and could be classified into three groups. In nine patients, MR signals were homogeneously low in intensity on both T<sub>1</sub> weighted images (T<sub>1</sub>WI) and T<sub>2</sub> weighted images (T<sub>2</sub>WI), suggesting fibrosis of bone marrow. These nine patients had suffered radiologically and/or clinically overt osteoradionecrosis more than ten months previously, and inflammatory symptoms had settled down by the time of MR study. Two patients showed low signal intensity on T<sub>1</sub>WI and an area of inhomogeneous high intensity in a diffuse area of low signal intensity on T<sub>2</sub>WI, suggesting acute inflammation in the irradiated fibrous bone marrow. Both patients suffered pathologic fracture due to osteoradionecrosis and showed severe inflammatory symptoms at the time MR study. In one of the two patients, these pathologic changes were confirmed in surgically excised mandibulectomy specimens. The other two patients showed homogeneous low signal intensity on T<sub>1</sub>WI and high signal intensity on T<sub>2</sub>WI, a finding that may be due to slight inflammation. However, in one of the two patients, this signal feature possibly indicated loose fibrosis with marked cellularity.

#### 1.はじめに

頭頸部領域の悪性腫瘍は機能及び形態温存の観

点から多くの症例に放射線治療が適用される。しかし、照射野内の正常組織の晩発障害として下顎

骨壊死、広範囲の骨髓炎や病的骨折などが時に認められる<sup>1)~3)</sup>。

下顎骨に放射線骨壊死をきたすほどの放射線が照射されると、細小血管障害のために骨髓に著明な線維化が認められる<sup>4)</sup>。現在のところ放射線骨壊死の診断はX線撮影<sup>5)</sup>、骨シンチグラフィー<sup>6)</sup>で骨皮質の変化をとらえることによってなされており、骨髓に見られる病理変化の画像診断は十分になされていない。

MRIは骨髓病変の画像診断として優れており<sup>7)</sup>、骨壊死のMR像に関しては大腿骨頭<sup>8)~13)</sup>、側頭下顎関節<sup>14)</sup>、膝関節<sup>15)</sup>等について詳細に検討されている。また、骨・骨髓に放射線が照射された後の変化としては脂肪髄化した骨髓のMR像に関する報告がみられる<sup>16)17)</sup>。下顎骨の放射線骨壊死に関しては1例についてT1強調画像(T1WI)、T2強調画像(T2WI)とともに低信号と報告されているだけで<sup>18)</sup>、病理組織像は検討されておらず、T2WIでは低信号ではない場合があることも報告されていない。そこで、我々は頭頸部腫瘍に対する放射線治療後に放射線下顎骨壊死をきたした症例の下顎骨のMR像を臨床像、X線像、病理組織像と比較検討した。

## 2. 対象および方法

頭頸部腫瘍に対する放射線治療後に臨床的およ

びX線学的に放射線下顎骨壊死を認めた13例(Table 1)の下顎骨のMR像を撮像した。臨床症状は照射野内の歯肉部、下顎骨部の疼痛、腫脹、皮膚瘻孔形成、歯牙の動搖や脱落、口腔内への腐骨の露出に着目し、X線学的变化としては歯根膜腔の拡大と歯槽硬線の断裂・消失、多孔性変化、虫喰い様変化、骨硬化に着目して放射線下顎骨壊死をきたしている症例を選んだ。用いたMRI装置は1.5T超電導(Siemens社製MAGNETOM)で、spin echo法によりT1強調画像550~850/15/2(TR/TE/excitations)およびT2強調画像2000/70/1(TR/TE/excitation)を撮像した。撮像方向は軸位を標準とし、MR像の変化の著しい3例はT1WIの冠状断を追加した。スライス厚は6~7mmとした。13例中11例ではMRI施行の前後6カ月以内のX線写真(オルソバントモグラフ)も比較検討した。また、放射線下顎骨壊死により病的骨折を起こした1例は保存的治療により骨髓炎が治癒しないため、下顎骨部分切除術を受けたが、この病理組織像も検討した。

## 3. 結 果

下顎骨骨髓のMR像は13例全例に異常を認めた。これらについて炎症症状の有無、病的骨折の有無、およびX線像についてまとめたのがTable 2である。MR像は9例に於いてT1WI、T2WIで

Table 1 Patient Population

Patient No./Age/Sex	Primary Disease	Dose of RT Gy/TDF	Term after RT	Duration of Bone Exposure
1/70/F	Ca of Tongue	29/42	2 y 5mo	10mo
2/57/F	Ca of Tongue	46/96	7 y 6mo	3 y 7mo
3/46/F	Ca of Tongue	55/124	3 y 1mo	10mo
4/39/F	Ca of Tongue	59/120	8 y 6mo	1 y 10mo
5/63/M	Ca of Tongue	64/147	6 y 5mo	3 y 3mo
6/25/F	Ca of Tongue	79/107	3 y 1mo	—
7/66/M	Ca of Tongue	80/143	2 y 4mo	1 y 10mo
8/70/F	Ca of Tongue	83/155	5 y 6mo	—
9/61/M	Ca of Tongue	87/169	8 y 1mo	7 y 3mo
10/67/F	Ca of Tongue	59/99	2 y 10mo	1mo
11/61/F	Non Hodgkin's Lymphoma	82/134	4 y 7mo	3 y
12/67/M	Ca of Oropharynx	76/135	1 y 3mo	1mo
13/61/F	Parotid Ca	88/153	16 y 1mo	—

Doses of RT (radiotherapy) are shown by the dose on the mandibula

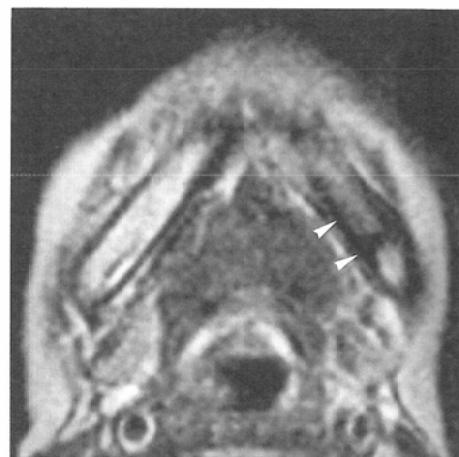
Table 2 Correlation of MR Findings and Clinical Symptoms

Patient No.	MR Signal Intensity T1WI/T2WI	Inflammatory Symptoms	Pathologic Fracture
1	Low/Low	-	-
2	Low/Low	-	-
3	Low/Low	-	-
4	Low/Low	-	-
5	Low/Low	-	-
6	Low/Low	-	-
7	Low/Low	-	-
8	Low/Low	-	-
9	Low/Low	-	-
10	Low/Mixed	+	+*
11	Low/Mixed	+	+
12	Low/High	-	-
13	Low/High	+	-

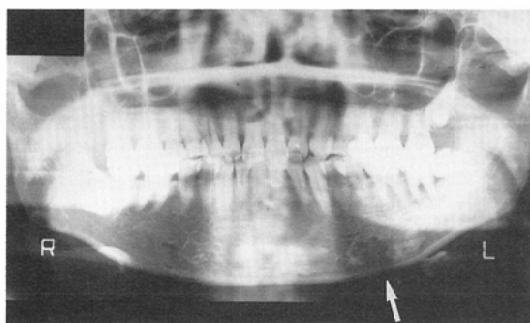
\*Pathologic fracture was revealed by plain radiograph 8 months after the MR examination



a



b



c

Fig. 1 Osteoradionecrosis of the mandible without inflammatory symptoms (case 3). Axial T1WI MR image (SE 850/15) (a), T2WI MR image (SE 2000/70) (b), and orthopantomogram (c), T1WI (a) and T2WI (b) demonstrate homogeneous low signal intensity in the bone marrow of the left body of the mandible (arrow head). Orthopantomogram (c) shows moth-eaten like osteolytic (arrow) and surrounding osteosclerotic change.

ともに下顎骨の病的骨髄部分は正常の下顎骨骨髄と比べて均一に低信号を示した(Fig. 1a, b)。うち7例はMRI施行の時点で口腔内へ腐骨が露出していたが、腐骨露出が生じてから少なくとも10ヵ月を経過していく、患部の腫脹、疼痛、排膿などの炎症症状は認めなかった。腐骨露出を生じていなかつた2例も炎症症状を認めなかつた。MR像と同時期のX線写真を比較することができた

7例では、いずれもX線像で認められた骨皮質の異常範囲よりもMR像で認められた骨髄の異常範囲の方が広かつた(Fig. 1a, b, c)。

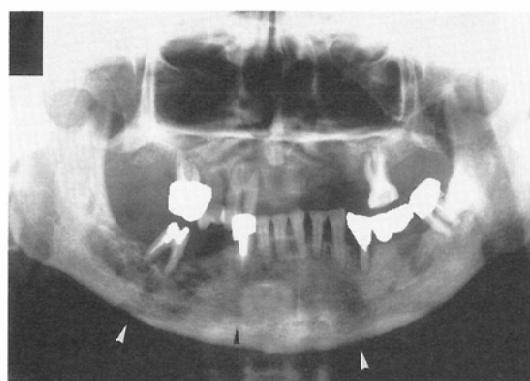
T1WIで低信号、T2WIでも全体として低信号であるが、一部高信号の混在した不均一な像を示したもののが2例認められた(症例10, 11: Table 2, Fig. 2a, b, Fig. 3a, b)。症例10は腐骨露出が生じてから1ヵ月後に、症例11は放射線骨壊死の



a



b



c



d

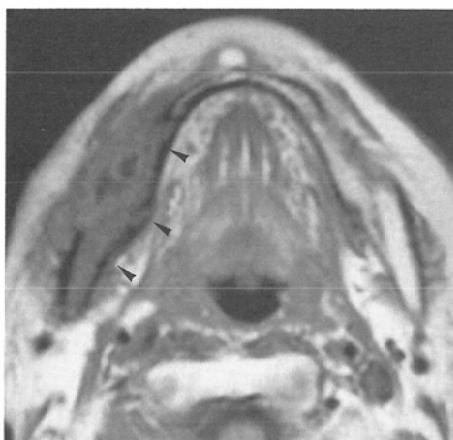
Fig. 2 Osteoradionecrosis of the mandibula with severe inflammatory symptoms (case 10). Axial T1WI MR image (SE 600/15) (a), T2WI MR image (SE 2000/70) (b), orthopantomogram at the same time of the MR studies (c), and orthopantomogram eight months after the MR studies (d). T1WI demonstrates diffuse low signal intensity (arrow head) (a) and on T2 WI, inhomogeneous high intensity area (black arrow) is seen in a diffuse low intensity area (white arrow head) in the mandibula (b). Orthopantomogram at the same time of the MR studies (c) shows diffuse osteolytic change (arrow head) and eight months later (d) shows pathologic fracture occurred in the right body of the mandibula (arrow head).

ための病的骨折を起こしてから2カ月後にMRIを施行しており、ともに患部の疼痛、腫脹等の炎症症状が強度に認められた。X線像でも広範囲に溶骨性変化を認めるが(Fig. 2c)、MRIの方が変化がより明瞭である。

症例10は炎症症状が強いので抗生素の内服を続けたが、MRI施行後腐骨が次々と口腔内に露出、脱落し、8カ月後のX線像で病的骨折を生じていることが確認された(Fig. 2d)。症例11は急性骨髓炎が保存的治療でおさまらないため下顎骨部分切除術を受けた(Fig. 3c)。切除された骨・骨髓の組織標本では、病変の辺縁部では骨髓に著明な線維化を認めた(Fig. 3d)。病的骨折に近い部分では炎症細胞の著明な浸潤を認めたが、一部に膠原繊維

をも認め(Fig. 3e)，線維化した骨髓に炎症を合併していることが示唆された。

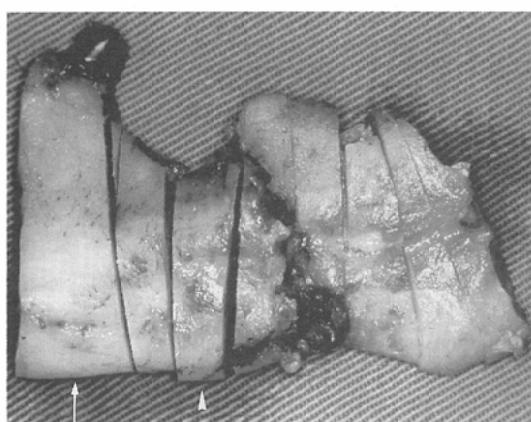
T1WIで均一に低信号、T2WIで均一に高信号の部分を認めたのは2例である(症例12、13: Fig. 4, Table 2)。症例12は腐骨露出を生じてから1カ月後と症例10と同様の時期にMRIを施行しているが、症例10のように患部の腫脹疼痛の様な炎症症状は認めなかった。症例13はMRI施行の30年前に耳下腺悪性腫瘍の摘除術を受け、22年前と16年前の再発時に下顎骨に合計88Gyの照射を受けていた。7カ月前から放射線照射による軟部組織壊死に起因する皮膚瘻孔が生じ、排膿が続いていたが、患部の強い炎症症状は認めなかった。MRI上T1WIで均一に低信号、T2WIで均一に高信号



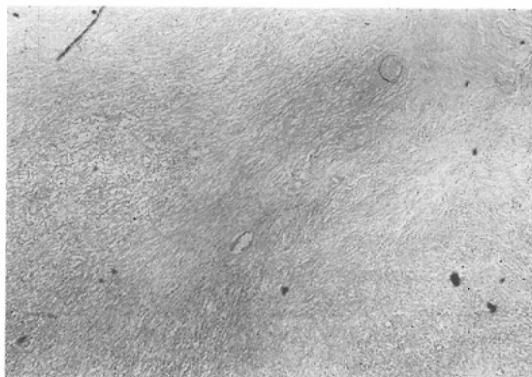
a



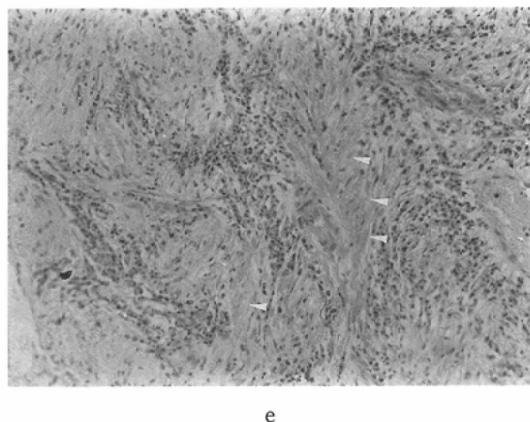
b



c



d



e

Fig. 3 Osteoradionecrosis of the mandibula with severe inflammatory symptoms in case 11 who received partial mandibulectomy due to osteoradionecrosis. Axial T1WI MR image (SE 550/15) (a), T2WI MR image (SE 2000/70) (b), macroscopic view (c) and light microscopic section (d), (e) (hematoxylin and eosin) of the resected bone of the mandible. T1WI demonstrates diffuse low signal intensity (arrow head) (a) and on T2WI, inhomogeneous high intensity area (white arrow) is seen in a diffuse low intensity area (black arrow head) in the mandibula (b). Macroscopic view of the resected mandible (c) shows necrotic bone. (d) Microscopic section from the peripheral zone of the necrotic bone (arrow of (c)) demonstrates dense fibrosis in the bone marrow. (e) Microscopic section around the center of the necrosis bone (arrow head of (c)) shows a great number of inflammatory cells and collagen fibers also can be seen (arrow head).

の部分はこの皮膚瘻孔の近傍であった。

#### 4. 考 察

放射線骨壊死の原因は細小血管障害、感染、骨細胞の直接の障害とされている<sup>19)</sup>。中でも細小血管障害による組織の低酸素状態が主な原因であり、古くからいわれていた抜歯等の外傷に起因する感染は放射線骨壊死の成立に必ずしも必要ではないとされている<sup>20)21)</sup>。特に下顎骨は生理的状態でも血流に乏しいため放射線骨壊死が認められる頻度が高い<sup>19)</sup>。

今回、我々は放射線骨壊死は骨髄の著明な線維化に伴うものであることに着目し、骨髄病変の優れた画像診断の手段であるMRIを用いて、臨床的、X線学的に放射線下顎骨壊死と診断されている症例の下顎骨のMR像を検討した。

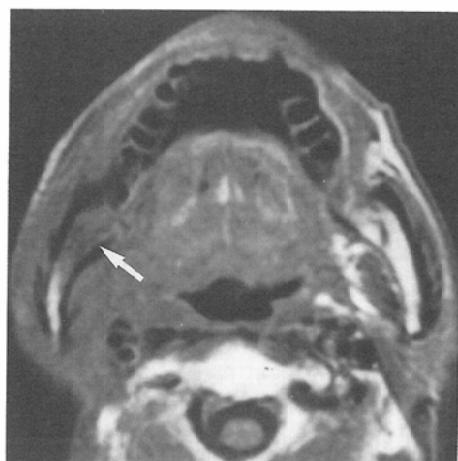
放射線下顎骨壊死症例13例全例のMR像に異常を認めた。これらは3種類に分類できた(Table 3)。

放射線骨壊死を起こしてから少なくとも10カ月程度経過してすでに炎症が治まっている9例(症

Table 3 Summary of the MR Findings

No. of Cases	T1WI	T2WI	Inflammation
9	Low	Low	-
2	Low	Mixed	+
2	Low	High	+/-

例1～9)では、MRIでT1WI、T2WIの両方で均一に低信号を示した。骨壊死疾患でMR像が詳細に検討されているものに大腿骨頭壊死があるが、この疾患においても病変の中心部が同様のMR像を示すことが多い。これは古い病変で骨髄が線維化に至っている場合である<sup>10)11)13)</sup>。放射線骨壊死症例の場合も同様にT1WI、T2WIの両方で低信号の部分は線維化に至った骨髄を表していると考えられ、これらの症例では炎症はすでに治まっているものと考えられる。また、MRIで骨髄に変化を認めた範囲はX線写真で骨皮質に変化を認めた範囲よりも広かった(Fig. 1a, b, c)。このように骨髄の変化をMRIでとらえることにより、放射線照射で細小血管障害が起こり線維化に



a



b



c

Fig. 4 Osteoradionecrosis of the mandibula (case 12). Axial T1WI MR image (SE 850/15) (a), T2 WI MR image (SE 2000/70) (b), and orthopantomogram (c). T1WI demonstrates homogeneous low intensity (arrow) and T2WI homogeneous high intensity (arrow). Orthopantomogram (c) shows moth-eaten like osteolytic (arrow) and surrounding osteosclerotic change.

至った組織の範囲を把握できる。

以上のようにすでに炎症が治まっている症例と異なり、臨床的に明らかな放射線骨壊死または放射線骨壊死による病的骨折を起こしてから1~2カ月しか経過しておらず、炎症が治まっていない2例（症例10, 11）では下頸骨骨髓はT1WIで低信号、T2WIでは全体として低信号だが、一部高信号の部分が混在した不均一な像を示した。症例11の組織標本では、病変の辺縁部では骨髓の著明な線維化が認められ、T1WI, T2WIの両方で低信号であることに合致している<sup>11)13)</sup>。病変の中心部では炎症細胞の浸潤が認められ、T1WIで低信号、T2WIで高信号と急性骨髓炎と同様のMR像を示していることに合致する<sup>22)</sup>。さらに病変の中心部の組織標本でも膠原線維が認めら

れ(Fig. 3e)，放射線照射により線維化した骨髓に炎症が起きていることが示唆された。また、症例10は炎症が進行し、MRI施行の8カ月後には病的骨折を生じた。このようにMRIは炎症の有無を明瞭に示し、治療方針の参考になる。

2例では病的骨髓はT1WIで均一に低信号、T2WIで均一に高信号の部分を認めた。この信号強度の原因は二つ考えられる。一つは自由水の増量を表わすと考え<sup>23)</sup>、炎症性の浮腫が生じていると推測するのが一般的である。しかし、このうち1例（症例12）は患部の腫脹疼痛といった炎症症状は認めなかった。この信号強度が炎症によるものでないとすると次のようなことが推察される。症例12は骨露出を生じてから1カ月と比較的短い期間しか経過していないので放射線骨壊死の初期

と考えられる。放射線骨壊死が骨髄の著明な線維化をきたすものであることを考えると、症例12では骨髄の比較的軽い線維化が生じているのではないかと考えられる。病理組織像で線維化が認められるにも関わらず、T2WIで高信号の像が得られることがある疾患として malignant fibrous histiocytoma, aggressive fibromatosis (extraabdominal desmoids) が報告されている<sup>24)</sup>。これらの疾患のT2WIは、膠原線維に対して細胞成分が相対的に多いときは高信号となり、細胞成分が相対的に少ないときは低信号となる。放射線骨壊死でT1WIで均一に低信号、T2WIで均一に高信号の部分を示した症例12の場合も、骨髄の線維化が症例1~11ほど強くなく、膠原線維に対して細胞成分が相対的に多いのではないかと考えられる。したがって、T1WIで均一に低信号、T2WIで均一に高信号の像が、線維化が軽い放射線骨壊死の初期像を示す可能性があると考えられる。他の1例(症例13)は皮膚瘻孔の近傍がT1WIで均一に低信号、T2WIで均一に高信号であり、炎症に起因すると考えられる。

## 5. 結論

頭頸部領域腫瘍に対する放射線治療後に放射線下顎骨壊死をきたした13例の下顎骨のMR像を検討した。全例のMR像に異常を認め、次の3群に分類できた。

1) 9例はT1WI、T2WIの両方で均一に低信号を示した。これはすでに炎症がおさまり、骨髄に線維化を起こしていると考えられる放射線骨壊死症例であった。

2) 2例はT1WIで低信号、T2WIで全体として低信号だが一部高信号の混在した不均一な像を示した。これは急性骨髄炎を起こしていると考えられる放射線骨壊死症例であった。

3) 2例はT1WIで低信号、T2WIで高信号の部分を示した。これは比較的軽い炎症によると考えるのが一般的だが、1例では線維化が比較的弱い放射線骨壊死の初期像を示す可能性も考えられた。

## 文 献

1) Murray CG, Herson J, Daly TE, et al: Radia-

- tion necrosis of the mandible: A 10 year study. Part I. Factors influencing the onset of necrosis. Int J Radiation Oncology Biol Phys 6: 543~548, 1980
- 2) Morris RB Jr, Chan E, Silverman S Jr, et al: Osteoradionecrosis in patients irradiated for head and neck carcinoma. Cancer 47: 1980~1983, 1981
- 3) 藤下昌巳: 放射線治療による顎骨障害に関する研究, 歯放, 20: 237~261, 1980
- 4) Rohrer MD, Kim Y, Fayos JV: The effect of cobalt-60 irradiation on monkey mandibles. Oral Surg 48: 424~440, 1979
- 5) 久保和子, 古川惣平, 渕端 孟, 他: 舌癌放射線治療後の顎骨障害-X線所見による検討一, 日本医学会誌, 46: 873~880, 1988
- 6) Aitasalo K, Ruotsalainen P: Effect of irradiation on mandibular scintigraphy. J Nucl Med 26: 1263~1269, 1985
- 7) Vogler JB III, Murphy WA: Bone marrow imaging. Radiology 168: 679~693, 1988
- 8) Mitchell DG, Rao VM, Dalinka MK, et al: Hematopoietic and fatty bone marrow distribution in the normal and ischemic hip: New observations with 1.5-T MR imaging. Radiology 161: 199~202, 1986
- 9) Mitchell DG, Kressel HY, Argr PH, et al: Avascular necrosis of the femoral head: Morphologic assessment by MR imaging with CT correlation. Radiology 161: 739~742, 1986
- 10) Mitchell DG, Rao VM, Dalinka MK, et al: Femoral head avascular necrosis: Correlation of MR imaging, radiographic staging, radionuclide imaging, and clinical findings. Radiology 162: 709~715, 1987
- 11) 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
- 12) Turner DA, Templeton AC, Selzer PM, et al: Femoral capital osteonecrosis: MR finding of diffuse marrow abnormalities without focal lesions. Radiology 171: 135~140, 1989
- 13) Simmons DJ, Daun WJ, Totty W, et al: Correlation of MRI images with histology in avascular necrosis in the hip. J Arthropl 4: 7~14, 1989
- 14) Schellhas KP: Internal derangement of the temporomandibular joint: Radiologic staging with clinical, surgical, and pathologic correlation. Magn Reson Imaging 7: 495~515, 1989
- 15) Björkengren AG, Airowaih A, Lindstrand A, et

- al: Spontaneous osteonecrosis of the knee : Value of MR imaging in determining prognosis. AJR 154 : 331—336, 1990
- 16) Ramsey RG, Zacharias CE: MR imaging of the spine after radiation therapy : Easily recognizable effects. AJR 144 : 1131—1135, 1985
- 17) Stevens SK, Moore SG, Kaplan ID: Early and late bone-marrow changes after irradiation : MR evaluation. AJR 154 : 745—750, 1990
- 18) Christianson R, Lufkin RB, Abemayor E, et al : MRI of the mandible. Surg Radiol Anat 11 : 163—169, 1989
- 19) Archer DJ: Osteoradionecrosis and the dental surgeon. (In) Bloom HJG ed: Head and Neck Oncology, pp253—258, 1986, Raven Press, New York
- 20) Marx RE: Osteoradionecrosis: A new concept of its pathophysiology. J Oral Maxillofac Surg 41 : 283—288, 1983
- 21) Marx RE, Johnson RP: Studies in the radiobiology of osteoradionecrosis and their clinical significance. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 64 : 379—390, 1987
- 22) Modic MT, Feiglin DH, Piraino DW: Vertebral osteomyelitis: Assessment using MR. Radiology 157 : 157—166, 1985
- 23) Brant-Zawadzki M: NMR imaging : The abnormal brain and spinal cord. (In) newton TH, Potts DG, eds: Modern Neuroradiology, Vol 2, Advanced imaging technique, pp159—186, Clavadel Press, San Francisco, 1983
- 24) Sundaram M, McGuire MH, Schajowicz F: Soft-tissue masses: Histologic basis for decreased signal (short T2) on T2-weighted MR images. AJR 148 : 1247—1250, 1987