OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	顎骨壊死と顎骨骨髄炎における画像診断の有用性
Author(s)	河崎, 真也
Citation	大阪大学, 2024, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/96007
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

学位論文

顎骨壊死と顎骨骨髄炎における画像診断の有用性

2024年3月

大阪大学大学院歯学研究科

口腔科学専攻（歯科放射線学）

河崎　真也

【緒言】

骨髄炎とは、様々な病態生理を持つ骨髄の感染症である[1]。長管骨における骨髄炎の多くは局所進展または血行性伝播のいずれかによって生じるが、顎顔面骨においてはそのほとんどが皮膚、口腔、または副鼻腔からの局所進展によるものである[2-4]。骨髄炎が顎骨に発生する頻度は高く、歯科口腔外科の臨床で骨髄炎症例に遭遇する機会は多い。顎骨においては、下顎骨における発生頻度が上顎骨におけるものの 3～19 倍で[5-9]、とくに下顎骨臼歯部における発生頻度が高い。上顎骨は皮質骨が薄いため、骨髄中の炎症は皮質骨を穿孔して周囲の軟組織に波及しやすいが、下顎骨は皮質骨が厚く炎症が骨髄中で進行しやすいことと、下顎骨の骨体部では下歯槽動脈のみからの血液供給であることが下顎骨骨髄炎の発生頻度が他部位より高い理由とされる[10,11]。同時に、血液供給の不良は難治性に陥りやすい要因にもなる。

一方、骨壊死とは骨が失活した状態を指し、一般には大腿骨頭壊死に代表されるように、感染を伴わない（無菌性）[11]ことが多く、放射線治療や薬剤による顎骨の血流障害が主な原因である。ただし顎骨においては、骨髄炎の終末期の病態である腐骨の形成をもって骨壊死と診断されることが多い。

実際、顎骨骨髄炎を原因別にみると、成書でも細菌感染によるも

のと非細菌感染性（無菌性）のものに分類されている[11]。一般的な細菌性（ほとんどが口腔内常在菌の歯性感染や外傷）以外では、主に放射線性と薬剤関連性のものがあり、多くの場合において難治性であり、壊死に至る頻度も高い。従って、骨髄炎の早期発見と治療計画を策定するうえで病変の伸展範囲の把握は重要で、このため画像診断が欠かせない[12]。放射線性骨髄炎・骨壊死（Radiation Osteomyelitis・Osteoradionecrosis, ORN）は、残存腫瘍または再発腫瘍のエビデンスがなく、3ヵ月以上治癒しない放射線照射を受けた露出骨、と定義される[13]。顎骨に60 Gy以上の照射を受けていると生じやすい[14]。薬剤関連顎骨壊死（Medication-Related Osteonecrosis of the Jaw, MRONJ）は、1)ビスホスホネートやデノスマブ製剤による治療歴があること、2)8週間以上持続して、口腔・顎・顔面領域に骨露出を認める、または口腔内、あるいは口腔外から骨を触知できる瘻孔を8週間以上認めること、3)原則として、顎骨への放射線照射歴がなく、また顎骨病変が原発性がんや顎骨へのがん転移でないこと、の3項目を満たした場合と定義されている[15]。

顎骨骨髄炎や骨壊死の診断のための画像検査法は、従来のパノラマX線撮影に加え、CT（Computed Tomography）（歯科用コーンビームCT（CBCT）を含む）やMRI（Magnetic Resonance imaging）が適

用されてきた[16]。さらに、骨シンチグラフィ、SPECT（Single Photon-Emission Computed Tomography）/CT、PET（Positron Emission Tomography）/CTなどの核医学検査の有用性も報告されている[17,18]。顎骨骨髄炎の画像診断に関する論文自体は少なくない。初期の顎骨骨髄炎における異常所見は、従来の単純X線画像よりもCTのほうがより明瞭に描出できるとされている[19]。また、腐骨や骨膜反応の有無の診断についてもCTのほうがより明瞭に描出できるとされている[20]。さらに、CTボリュームデータを利用することによって、他の断面における観察や三次元的な診断が可能となった[16]。以上のことから、Babaらは顎骨骨髄炎の伸展が正確に把握でき、このCTを顎骨骨髄炎の画像診断におけるゴールドスタンダードとすべきであるとしている[21]。また、Posadzyらは CBCTが MDCT（Multi-Detector row CT）と同等の診断能を有すると報告している[22]。一方、Leeらは MRIが顎骨骨髄炎の早期の発見に有効であるとしている[23]。

以上のごとく顎骨骨髄炎や骨壊死の画像診断に関する報告は多いものの、多くの論文において骨髄炎を単に臨床的に診断し、病理組織学的に診断したものを対象とした研究はほとんどない。病理組織学的なエビデンスがあったとしても、検討症例数が少ないものがほとんどである。また、ゴールドスタンダードとなるCT検査を欠く

研究も認められる。さらには、細菌性骨髄炎、ORN、および MRONJ における画像診断の相違を詳細に報告したものはない。

そこで本研究では、病理組織学的に骨髄炎や骨壊死と診断された症例（細菌性骨髄炎、ORN、および MRONJ）のみを対象とし、CT 検査を行い、パノラマ X 線撮影や MRI を含めた画像診断の特徴や診断能を明らかにすることを目的とした。

【対象と方法】

＜対象＞

本研究は、ヘルシンキ宣言および臨床研究に関する倫理指針に基づき、大阪大学大学院歯学研究科・倫理審査委員会の承認（承認番号：H21-E16、H21-E16-1、H29-E50、R4-E32）を得たものである。

対象期間を2010年1月から2023年8月までとし、大阪大学歯学部附属病院放射線画像診断レポートシステムにおいて、骨髄炎、骨壊死、およびその類義語を検索したところ2,903症例があった。検索式は骨髄炎 OR 骨壊死 OR osteomyelitis OR onj OR 放射線性 OR “radiation induced” OR osteoradioとした。このうち、病理組織学的検査で骨髄炎・骨壊死と診断され、下顎骨臼歯部に発生した症例のみを抽出し、治療開始前にCT検査を行い、歯科補綴物による金属アーチファクトや、体動アーチファクトが画像診断に影響しない150例を研究対象とした。このうち、パノラマX線撮影が143例、MRI検査が47例に施行された。対象患者の内訳を表1に示した。ORNは、下顎骨臼歯部が過去に施行された放射線治療の照射域に入っており、ORNの診断クライテリア[13]を満たしている症例とした。MRONJは、ビスホスホネート製剤やデノスマブ製剤による治療歴があり、MRONJの診断クライテリア[15]を満たしている症例とした。ORNおよびMRONJの診断クライテリアを満たさない症例を

細菌性骨髄炎として分類した。その結果、150例のうち、細菌性骨髄炎は61例、ORNは19例、MRONJは70例であった。ORN19例中、骨粗鬆症に対するビスホスホネート製剤による治療歴があった症例を2例認めたが、両疾患の診断クライテリアに基づきORNに分類した。

CT検査に用いたMDCT装置はLightSpeed VCT（GE Healthcare, Chicago, IL）とし、2023年1月以降はRevolution Frontier（GE Healthcare, Chicago, IL）を使用した。撮影条件は、LightSpeed VCTでは、最大管電圧を120 kVp、管電流を330 mA以下（Auto mA機能）、スライス厚を0.625 mm、マトリックスサイズを512×512、Field of view（FOV）を25 cmとした。Revolution Frontierでは、最大管電圧を80および140 kVp、管電流を600 mA、スライス厚を0.625 mm、マトリックスサイズを512×512、FOVを25 cmとした。

歯科用CBCT装置はAlphard VEGA（Asahi Roentgen Ind Co Ltd, Kyoto, Japan）を使用した。撮影条件は、P mode（管電圧80 kVp、管電流5 mA、スライス厚0.3 mm、マトリックスサイズ512×512、FOV15 cm）またはI mode（管電圧80 kVp、管電流5 mA、スライス厚0.2 mm、マトリックスサイズ512×512、FOV10 cm）とした。

パノラマX線検査に用いたパノラマX線装置はHyper-X（Asahi Roentgen Ind Co Ltd, Kyoto, Japan）で、撮影条件は管電圧を64 kV、管電流を8 mA、撮影時間を12秒とした。

MRI検査に用いたMRI装置はSigna HDxt 1.5 T（GE Healthcare, Chicago, IL）とし、2023年4月以降はSigna Premier 3.0 T（GE Healthcare, Chicago, IL）を使用した。送受信コイルはそれぞれ、頭頸部専用の8チャンネルフェイズドアレイコイル、21チャンネルフェイズドアレイコイルを使用した。撮像シーケンスは、T1強調画像およびT2強調画像（脂肪抑制法併用）とした。MRIの撮像条件を表2に示した。

＜画像所見の検討項目＞

画像所見の検討項目として、1）骨吸収像、2）骨硬化像、3）下顎管の明瞭化、4）骨膜反応、5）皮質骨の断裂、6）腐骨、7）病的骨折とし、その判定可能性と所見の有無を検討した。各所見の有無に関しては、CT画像の結果をゴールドスタンダードとした。各検討項目の詳細な基準は、1）骨吸収像（図1,2）：CT画像にて下顎骨臼歯部海綿骨に健側と比較してCT値が低下した領域を認めるもの、CT画像でCT値が低下した領域と同一部位に、パノラマX線画像にてX線透過性が亢進した領域を認めるもの、CT画像でCT値が

低下した領域と同一部位に、MRIのT1およびT2強調画像にて明らかな骨吸収（骨欠損）領域を認めるもの、2）骨硬化像（図3,4）：CT画像にて下顎骨臼歯部海綿骨に健側と比較してCT値が上昇した領域を認めるもの、CT画像でCT値が上昇した領域と同一部位に、パノラマX線画像にてX線不透過性が亢進した領域を認めるもの、CT画像でCT値が上昇した領域と同一部位に、MRIのT1およびT2強調画像にて明らかな骨硬化領域を認めるもの、3）下顎管の明瞭化（図5,6）：CT画像にて下顎管が健側下顎管と比較して明瞭に見えるもの、パノラマX線画像にて下顎管が健側下顎管と比較して明瞭に見えるもの、MRIのT1およびT2強調画像にて下顎管が健側下顎管と比較して明瞭に見えるもの、4）骨膜反応（図7,8）：CT画像にて皮質骨（頬舌側および下方）外側に皮質骨と連続したCT値の上昇領域を認めるもの、パノラマX線画像にて皮質骨（下方）外側に皮質骨と連続したX線不透過性の亢進を認めるもの、MRIのT1およびT2強調画像にて皮質骨（頬舌側および下方）外側に皮質骨と連続した領域を認めるもの、5）皮質骨の断裂（図9,10）：CT画像にて皮質骨（頬舌側および下方）の連続性の途絶を認めるもの、パノラマX線画像にて皮質骨（下方）の連続性の途絶を認めるもの、MRIのT1およびT2強調画像にて皮質骨（頬舌側および下方）の連続性の途絶を認めるもの、6）腐骨（図11,12）：CT画像にて下

顎骨臼歯部海綿骨に低CT値領域内部に島状の高CT値領域を認めるもの、パノラマX線画像にて下顎骨臼歯部にX線透過像内部にX線不透過像を認めるもの、MRIのT1およびT2強調画像にて下顎骨臼歯部骨髄に無信号領域を認めるもの、7）病的骨折（図13,14）：CT画像にて骨折線、骨片の偏位を認めるもの、パノラマX線画像にて骨折線、骨片の偏位を認めるもの、MRIのT1およびT2強調画像にて骨折線、骨片の偏位を認めるもの、とした。

MRIでは、T1強調画像とT2強調画像（脂肪抑制法併用）における健側の下顎骨骨髄、咬筋、耳下腺と比較した時の病変の信号強度を検討に加えた（図15-17)。T1強調画像については、健側の下顎骨骨髄と比較して病変の信号強度が低いか同程度か、健側の咬筋と比較して病変の信号強度が低いか同程度か、健側の耳下腺と比較して病変の信号強度が低いか同程度か、について検討した。T2強調画像については、健側の下顎骨骨髄と比較して病変の信号強度が低いか同程度か高いか、健側の咬筋と比較して病変の信号強度が低いか同程度か高いか、健側の耳下腺と比較して病変の信号強度が低いか同程度か高いか、について検討した。

＜統計学的検討＞

対象患者の疾患別年齢について、Shapiro-Wilk検定を用いて正

規性を検討した。有意水準は5%とした。有意水準が5%以下の群を認めたため、正規分布ではないとみなした。そこで、分散分析にはKruskal-Wallis検定を用い、有意差を認めた場合はBonferroniの多重比較検定を用いた。

対象患者の男女の比率、各画像所見の比率について細菌性骨髄炎、ORN、およびMRONJの間に差があるか、各画像所見の有無について画像検査法の間に関連があるかを、カイ二乗検定またはFisherの正確確率検定にて検定した。統計ソフトウェアはSPSS ver. 22（IBM Corp., Armonk, NY）を用いた。

【結果】

＜対象患者＞

対象患者の疾患別年齢について、分散分析にて統計学的有意差を認めた（表 1、$p<0.001$）。続いて多重比較を行ったところ、MRONJ 群では 75.5±9.9 歳と、細菌性骨髄炎群の 64.3±15.5 歳よりも統計学的有意に高かった（$p<0.001$）。細菌性骨髄炎群と ORN 群、ORN 群と MRONJ 群の間には統計学的有意差を認めなかった（$p=0.087$、$p=0.147$）。また、疾患別の男女比率について、3 群間に統計学的有意差を認めた（表 1、$p=0.002$）。続いてどの 2 群間で差があるか検討したところ、MRONJ 群では女性が 70 例中 53 例（75.7%）と、ORN 群の 19 例中 6 例（31.6%）よりも統計学的有意に高かった（$p<0.001$）。細菌性骨髄炎群と ORN 群、細菌性骨髄炎群と MRONJ 群の間には統計学的有意差を認めなかった（$p=0.019$、$p=0.096$）。

＜CT＞

細菌性骨髄炎、ORN、および MRONJ の 3 疾患について、本研究において検討した各画像所見の有無（比率）を表 3 に示す。骨吸収像は 150 例中 142 例（94.7%）に認め、3 疾患の所見比率に統計学的有意差は認めなかった。骨硬化像は 150 例中 140 例（93.3%）に認め、3 疾患の所見比率に統計学的有意差を認めた（$p=0.002$）。ORN

では 26.3%に認められず、MRONJ より高頻度であった（p=0.001）が細菌性骨髄炎とは統計学的有意差を認めなかった（p=0.031）。下顎管の明瞭化は 150 例中 129 例（86.0％）に認め、3 疾患の所見比率に統計学的有意差を認めた（p<0.001）。ORN では 47.4%に認められず、他 2 疾患より高頻度であった（ORN 群と細菌性骨髄炎群：p<0.001、ORN 群と MRONJ 群：p=0.001）。骨膜反応は 150 例中 62 例（41.3％）に認め、3 疾患の所見比率に統計学的有意差を認めた（p=0.037）。ORN では 68.4%に認められ、MRONJ より高頻度であった（p=0.015）が細菌性骨髄炎とは統計学的有意差を認めなかった（p=0.019）。皮質骨の断裂は 150 例中 112 例（74.7%）に認め、3 疾患の所見比率に統計学的有意差は認めなかった。腐骨は 150 例中 110 例（73.3%）に認め、3 疾患の所見比率に統計学的有意差は認めなかった。病的骨折は 150 例中 16 例（10.7％）に認め、3 疾患の所見比率に統計学的有意差を認めた（p<0.001）。ORN では 57.9%に認められ、他 2 疾患より高頻度であった（ORN 群と細菌性骨髄炎群：p<0.001、ORN 群と MRONJ 群：p<0.001）。全ての評価項目において、細菌性骨髄炎と MRONJ は類似した所見比率を示した。

＜パノラマ X 線撮影＞

CT をゴールドスタンダードとした場合のパノラマ X 線撮影の診

断能の結果を表 4-10 に示す。全ての評価項目において、パノラマ X 線撮影の判定可能症例数は 143 例中 143 例、検出能は 100%であった。骨吸収像について、CT で所見を認めた 135 例中 123 例（91.1%）とほとんどがパノラマ X 線撮影でも所見を認め、CT で所見を認めなかった 8 例全てがパノラマ X 線撮影でも所見を認めず、精度 91.6%と高い診断能を示し、両画像検査法の間に関連を認めた（$p<0.001$、表 4)。なお、全ての画像評価項目においてパノラマ X 線撮影で偽陽性例は 1 例も認めなかった。骨硬化像について、CT で所見を認めた 133 例中 131 例（98.5%）とほとんどがパノラマ X 線撮影でも所見を認め、CT で所見を認めなかった 10 例全てがパノラマ X 線撮影でも所見を認めず、精度 98.6%と高い診断能を示し、両画像検査法の間に関連を認めた（$p<0.001$、表 5)。下顎管の明瞭化について、パノラマ X 線撮影は感度 87.8%、特異度 100%、精度 89.5%で、両画像検査法の間に関連を認めた（$p<0.001$、表 6)。骨膜反応について、パノラマ X 線撮影は感度 19.6%であったが特異度が 100%と高く、両画像検査法の間に関連を認めた（$p<0.001$、表 7)。皮質骨の断裂について、パノラマ X 線撮影は感度 17.8%であったが特異度が 100%と高く、両画像検査法の間に関連を認めた（$p=0.003$、表 8)。腐骨について、パノラマ X 線撮影は感度 19.4%であったが特異度が 100%と高く、両画像検査法の間に関連を認め

た（p<0.001、表 9）。病的骨折について、パノラマ X 線撮影は感度 68.8%であったが特異度が 100%と高く、両画像検査法の間に関連を認めた（p<0.001、表 10）。

＜MRI＞

CT をゴールドスタンダードとした場合の MRI の診断能の結果を表 11-14 に示す。骨吸収像、骨硬化像について、MRI の判定可能症例数は 47 例中 5 例、検出能は 10.6%であった。下顎管の明瞭化について、MRI の判定可能症例数は 47 例中 0 例、検出能は 0%であった。骨膜反応、皮質骨の断裂、腐骨、病的骨折については、MRI の判定可能症例数は 47 例中 47 例、検出能は 100%であった。骨膜反応について、MRI は感度 27.3%とパノラマ X 撮影を上回り、両画像検査法の間に関連を認めた（p=0.007、表 11）。皮質骨の断裂について、MRI は感度 73.5%とパノラマ X 線撮影を上回り、両画像検査法の間に関連を認めた（p<0.001、表 12）。腐骨について、MRI は感度 35.7%とパノラマ X 線撮影を上回り、両画像検査法の間に関連を認めた（p=0.003、表 13）。病的骨折について、MRI は感度 60.0%であり、両画像検査法の間に関連を認めた（p=0.001、表 14）。

MRI のみでの評価項目の結果を表 15 に示す。T1 強調画像では、47 例中全例において疾患の信号強度は健側骨髄と比較して低かっ

た。また、咬筋と同程度で、耳下腺より低い傾向があった。T2 強調画像では、疾患の信号強度は健側と比較して高く、咬筋より高く、耳下腺より高い傾向があった。

【考察】

＜対象患者に関して＞

MRONJ群の平均年齢は細菌性骨髄炎群より10歳以上高かったが、MRONJの原因とされているビスホスホネート製剤やデノスマブ製剤の適応症は骨粗鬆症、悪性腫瘍の骨転移、多発性骨髄腫などであり、骨粗鬆症や悪性腫瘍に罹患する年齢が高いためと考えられた。また、MRONJ群の女性比率がORN群よりも高かった。その理由として、MRONJ群に含まれる骨粗鬆症患者は男女比が約1対3と女性に多いことが挙げられる[24]。一方ORN群は口腔・咽頭がん患者から構成されており、その男女比は約7対3と男性に多い[25]ためであると考えられた。

＜CT、パノラマX線撮影、およびMRIの結果に関して＞

本研究ではCTの結果をゴールドスタンダードとしてパノラマX線撮影およびMRIの診断能を明らかにした。骨髄炎診断におけるCTの感度は77～91%、特異度は86%、精度は79～80%と報告されているが[26-28]、これらの報告では病理組織学的検討がなされた症例は一部のみで、6ヶ月以上のフォローアップをもって臨床的に骨髄炎と診断した症例を対象に含めたり、病理組織学的診断なしに放射線科医が主観的に骨髄炎症例と診断した対象についてCTの診断

能を検討したりしたもので、本研究とは研究デザインが全く異なるものである。同時にこれらの報告では、パノラマX線検査による骨髄炎の画像診断の感度は59%、特異度は100%、精度は66%と報告されている[26,27]。

本研究の結果、骨吸収像と骨硬化像はCTでは90%以上の症例で認められ、パノラマX線撮影の診断能も高かった。骨吸収像と骨硬化像の存在をもって骨髄炎と画像診断してよいと考えられた。しかしながら、下顎管の明瞭化が86%、皮質骨の断裂が75%、腐骨が73%とCTでは高頻度で認められたが、パノラマX線撮影では皮質骨の断裂はこのうち18%、腐骨は19%に認めたにすぎず、診断に適さないと考えられた。さらに、CTでは骨膜反応は41%、病的骨折は11%に認められたが、パノラマX線撮影では骨膜反応はこのうちの20%と低く、診断に適さないと考えられた。

骨髄炎が疑われる場合には、単純X線撮影を第一選択の画像検査とすべきとされている[29-32]。また、経過観察と初診時のX線画像を比較することで、疾患の進行度を評価するのにも単純X線撮影は有用であるとされている[33]。ただし、急性期においては単純X線撮影ではその存在が見逃されることがあり、急性期におけるX線単純撮影の正診率は73%、特異度は81%、感度は60%と報告されている[34]。単純X線画像で骨吸収を確認できるようになるには、

カルシウム含量が30%から50%程度低下して初めて把握できるが、それには発症後4～8日を要すため、症状発現後2～3週間までは異常所見を示さないことも少なくない[35-38]。また、パノラマX線画像は下顎管や上顎洞底等の広範囲な評価が可能であるものの、種々の障害陰影や歪みの問題があり、頬舌的情報がCTより劣るとされている[15]。CTは、単純X線撮影で異常所見を認めない場合でも、骨膜反応、皮質骨の破壊、腐骨に関する貴重な情報を提供するとされる[39]。CTでは、水平断画像から前頭断や矢状断への多断面再構築画像を作成することが可能で、さらには立体表示も可能である。これらを用いて、骨吸収や骨硬化、皮質骨の破壊、腐骨、抜歯窩の残存を三次元的に評価可能である[15]。MRONJの手術所見とCT所見を比較検討した報告によると、CTによる病巣の近遠心な範囲は実際の病巣範囲より過小評価であったものの有意な相関を示した、とされている[40]。本研究においても、パノラマX線撮影ではCTで認めた骨膜反応、皮質骨の断裂、腐骨の検出感度が低く、頬舌的情報の欠如が原因と考えられた。

MRIでは特徴的な画像所見が得られたが、骨吸収像、骨硬化像、下顎管の明瞭化の判定能は0から10.6%と低かった。ただし、骨膜反応、皮質骨の断裂、腐骨に関してはパノラマX線撮影より感度が高く、MRIの有用性が示唆された。MRIは骨髄炎の炎症の程度を検

出するのに特に有用とされている[35,36,41]。また、MRIは顎骨骨髄炎の診断においてCTと同等の精度を示し[42]、CTで骨の形態学的変化を検知する前の急性期であっても高感度に検出できるとの報告もある。急性期では骨髄浮腫（水分の存在）により、T1強調画像では低信号、T2強調画像では高信号となり[43,44]、慢性期ではT1強調画像、T2強調画像ともに水分が低下することから病変は低信号を呈する[15]。腐骨はT1強調画像、T2強調画像ともに無信号となるとされている[15]。ただし、MRONJの手術所見との比較によると、MRIでは過小評価と過大評価が混在し、有意な相関は見られなかったとの報告がある[40]。また、ultrashort echo-time MRIを用いた組織血行動態解析であるdynamic contrast-enhanced bone perfusionがMRONJの同定に有効との報告がある[45]。さらに、拡散強調画像のADC（apparent diffusion coefficient）値が急性骨髄炎と慢性骨髄炎を鑑別するのに有用との報告があり[46]、今後MRIによる骨髄炎の画像診断のニーズが高まることが予想される。

3疾患の比較では、細菌性骨髄炎とMRONJの所見比率は類似していた。一般に、MRONJのCTおよびMRI所見は特異的ではなく、細菌性骨髄炎と類似しているとされ[47]、本研究における結果は矛盾しなかった。一方ORNは、骨硬化像および骨膜反応に関してMRONJ

と、下顎管の明瞭化および病的骨折に関して他2疾患と異なる所見比率を示した。ORNはMRONJよりも骨硬化像の頻度が低く、病的骨折の頻度が高いとされており[48]、本研究の結果と一致していた。しかしながら、ORNはMRONJよりも骨膜反応の頻度が低いとされているが[48-51]、本研究ではORN群はMRONJ群と比較して骨膜反応の頻度が高かった。病理組織学的検査で骨髄炎・骨壊死と診断された症例のみを対象としたため、上記の先行研究の報告と異なる結果となった可能性がある。

本研究にはいくつかの限界がある。第一に、対象を病理組織学的検査で骨髄炎・骨壊死と診断された症例のみとしたため、急性骨髄炎や早期の慢性骨髄炎が必然的に除外されていることである。特にMRIは、CTで骨の形態学的変化を検知する前の急性期の骨髄炎であっても高感度に検出できるとされるが、早期の骨髄炎に対するMRIの検出能に関しては今回検討できなかった。さらに、早期にMRIで骨髄炎の可能性を指摘され、投薬によって骨髄炎が軽快し、病理組織学的検査に移行しなかった症例が埋没している可能性がある。第二に、本研究では下顎骨骨髄炎の詳細な画像評価を行ったものの、炎症が顎骨外の軟組織へ波及した症例の評価は行っていない。軟組織の炎症波及範囲の評価に関しては、これまでの報告のようにMRIは正診率が高く、次いでMDCTの正診率が高く、CBCTでは評価は不

可能とされている。これはCBCTではCT値が存在しないことに起因すると考えられた。第三に、ORNと細菌性骨髄炎の併発、MRONJと細菌性骨髄炎の併発が生じている点である。ORNとMRONJのステージ1以下は、前述のように成書では非細菌性（無菌性）骨髄炎に分類されている。放射線や薬剤など骨代謝・骨免疫が著しく低下した局所に歯・歯周組織に発生する感染症の修飾が加わり、骨髄・骨膜由来の循環不全が生じ、骨壊死が生じる。この時点では細菌感染は成立していないが、骨露出が生じれば容易に細菌感染を起こし、細菌性骨髄炎が併発することとなる。本研究では対象は病理組織学的検査を行った症例のみとしたため、相対的に進行例が多く、実際にはORNと細菌性骨髄炎の併発、MRONJと細菌性骨髄炎の併発例が多数を占めているものと推察された。

今後は、これらの点を改善し、対象範囲を下顎骨のみならず上顎骨にまで拡げた研究を行いたいと考えている。

【結論】

CTは骨髄炎の診断に欠かせない画像診断ツールであり、正確な病変の把握が可能であるが、骨吸収像や骨硬化像の診断にはパノラマX線撮影も適応となる。骨膜反応、皮質骨の断裂、腐骨の診断にはMRIがパノラマX線撮影より有用であった。細菌性骨髄炎とMRONJは類似した所見比率を示したが、ORNは骨硬化像、下顎管の明瞭化、骨膜反応、病的骨折に関して大きく異なる所見比率を示した。

【謝辞】

稿を終えるに臨み、本研究を行う貴重な機会を与えて頂き、終始御懇切なる御指導と御校閲を賜りました大阪大学大学院歯学研究科歯科放射線学講座の村上秀明教授に深甚なる謝意を表します。また、本研究課題を遂行するにあたり、御指導を賜りました大阪大学大学院歯学研究科歯科放射線学講座の島本博彰助教に深く感謝致します。

また、副査をご担当下さり中間発表会において適切なアドバイスを頂戴した鵜澤教授、宇佐美先生、山口先生に心から感謝申し上げます。

最後に、本研究に対して御理解、御協力を頂きました歯科放射線学講座の皆様に深く感謝致します。

【參考文獻】

1. Schmitt SK. (2017) Osteomyelitis. Infect Dis Clin North Am. 31: 325-38.
2. Wright DL, Kellman RM. (2002) Craniomaxillofacial bone infections: etiologies, distributions, and associated defects. In: Greenberg AM, Prein J, editors. Cranio-maxillofacial reconstruction and corrective bone surgery principles of internal fixation using the AO/ASIF techniques. Berlin, Springer, p. 76-89.
3. Topazian RG. (1994) Oral and maxillofacial infections. In: Topazian RG, Goldberg MH, editors. Oral and maxillofacial infections. Philadelphia: W. B. Saunders; p. 251-88.
4. Nelson, LW, Lydiatt DD. (1987) Osteomyelitis of the head and neck. Nebr Med J. 72: 154-63.
5. Hudson JW. (1993) Osteomyelitis of the jaws: a 50-year perspective. J Oral Maxillofac Surg. 51: 1294-301.
6. Chisholm BB, Lew D, Sadasivan K. (1993) The use of tobramycin-impregnated polymethylmethacrylate beads in

the treatment of osteomyelitis of the mandible: report of three cases. J Oral Maxillofac Surg. 51: 444-9.

7. Koorbusch GF, Fotos P, Goll KT. (1992) Retrospective assessment of osteomyelitis. Etiology, demographics, risk factors, and management in 35 cases. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 74: 149-54.

8. Kaneda T, Yamamoto H, Suzuki H, Ozawa M. (1989) A clinicoradiological study of maxillary osteomyelitis. J Nihon Univ Sch Dent. 31: 464-9.

9. Adekeye EO, Cornah J. (1985) Osteomyelitis of the jaws: a review of 141 cases. Br J Oral Maxillofac Surg. 23: 24-35.

10. Schuknecht B, Valavanis A. (2003) Osteomyelitis of the mandible. Neuroimaging Clin N Am. 13: 605-18.

11. 岸本裕充，野口一馬．(2020) 顎骨の炎症．白砂兼光，古郷幹彦 編．口腔外科学．第 4 版．東京，医師薬出版，p. 132-8.

12. Tanaka R, Hayashi T. (2008) Computed tomography findings of chronic osteomyelitis involving the mandible: correlation to histopathological findings. Dentomaxillofac Radiol. 37: 94-103.

13. Chronopoulos A, Zarra T, Ehrenfeld M, Otto S. (2018) Osteoradionecrosis of the jaws: definition, epidemiology, staging and clinical and radiological findings. A concise review. Int Dent J. 68: 22-30.

14. Chrcanovic BR, Reher P, Sousa AA, Harris M. (2010) Osteoradionecrosis of the jaws--a current overview--part 1: Physiopathology and risk and predisposing factors. Oral Maxillofac Surg. 14: 3-16.

15. 顎骨壊死検討委員会. (2023) 薬剤関連顎骨壊死の病態と管理: 顎骨壊死検討委員会ポジションペーパー2023. p. 1-37.

16. Krakowiak PA. (2011) Alveolar osteitis and osteomyelitis of the jaws. Oral Maxillofac Surg Clin North Am. 23: 401-13.

17. Qaisi M, Montague L. (2017) Bone Margin Analysis for Osteonecrosis and Osteomyelitis of the Jaws. Oral Maxillofac Surg Clin North Am. 29: 301-13.

18. Tsuchimochi M, Kurabayashi T. (2019) Symposium: Imaging modalities for drug-related osteonecrosis of the jaw (1), role of imaging in drug-related osteonecrosis of

the jaw: An up-to-date review (secondary publication). Jpn Dent Sci Rev. 55: 1-4.

19. Schulze D, Blessmann M, Pohlenz P, Wagner KW, Heiland M. (2006) Diagnostic criteria for the detection of mandibular osteomyelitis using cone-beam computed tomography. Dentomaxillofac Radiol. 35: 232-5.

20. Omami G. (2023) The Moth-Eaten Mandible: Osteomyelitis. Ear Nose Throat J. 102: NP398-9.

21. Baba A, Goto TK, Ojiri H, Takagiwa M, Hiraga C, Okamura M, Hasegawa S, Okuyama Y, Ogino N, Yamauchi H, Kobashi Y, Yamazoe S, Munetomo Y, Mogami T, Nomura T. (2018) CT imaging features of antiresorptive agent-related osteonecrosis of the jaw/medication-related osteonecrosis of the jaw. Dentomaxillofac Radiol. 47: 20170323.

22. Posadzy M, Desimpel J, Vanhoenacker F. (2018) Cone beam CT of the musculoskeletal system: clinical applications. Insights Imaging. 9: 35-45.

23. Lee K, Kaneda T, Mori S, Minami M, Motohashi J, Yamashiro M. (2003) Magnetic resonance imaging of

normal and osteomyelitis in the mandible: assessment of short inversion time inversion recovery sequence. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 96: 499-507.

24. 骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン作成委員会. (2015) 骨粗鬆症の定義・疫学および成因. 骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン 2015 年版. p. 1-16.

25. 厚生労働省. (2019) 表 1. 罹患数、部位割合 (%)、粗罹患率 (人口 10 万対)、年齢調整罹患率 (人口 10 万対)、累積罹患率 (%) : 部位別、性別. 全国がん登録罹患数・率報告. p. 27.

26. Bolouri C, Merwald M, Huellner MW, Veit-Haibach P, Kuttenberger J, Pérez-Lago M, Seifert B, Strobel K. (2013) Performance of orthopantomography, planar scintigraphy, CT alone and SPECT/CT in patients with suspected osteomyelitis of the jaw. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 40: 411-7.

27. Strobel K, Merwald M, Huellner MW, Bolouri C, Veit-Haibach P, del Sol Pèrez-Lago M, Kuttenberger J. (2012)

Importance of SPECT/CT for resolving diseases of the jaw. Radiologe. 52: 638-45.

28. Orpe EC, Lee L, Pharoah MJ (1996) A radiological analysis of chronic sclerosing osteomyelitis of the mandible. Dentomaxillofac Radiol. 25: 125-9.

29. Bury DC, Rogers TS, Dickman MM. (2021) Osteomyelitis: Diagnosis and Treatment. Am Fam Physician. 104: 395-402.

30. Lee YJ, Sadigh S, Mankad K, Kapse N, Rajeswaran G. (2016) The imaging of osteomyelitis. Quant Imaging Med Surg. 6: 184-98.

31. Pineda C, Espinosa R, Pena A. (2009) Radiographic imaging in osteomyelitis: the role of plain radiography, computed tomography, ultrasonography, magnetic resonance imaging, and scintigraphy. Semin Plast Surg. 23: 80-9.

32. Fritz JM, McDonald JR. (2008) Osteomyelitis: approach to diagnosis and treatment. Phys and Sportsmed. 36: nihpa116823.

33. Offiah AC. (2006) Acute osteomyelitis, septic arthritis and discitis: differences between neonates and older children. Eur J Radiol 60: 221-32.

34. Laughlin RT, Sinha A, Calhoun JH, Mader JT. (1994) Osteomyelitis. Curr Opin Rheumatol. 6: 401-7.

35. Schuknecht B, Valavanis A. (2003) Osteomyelitis of the mandible. Neuroimaging Clin N Am. 13: 605-18.

36. Aliabadi P, Nikpoor N. (1994) Imaging osteomyelitis. Arthritis Rheum. 37: 617-22.

37. Davies HT, Carr RJ. (1990) Osteomyelitis of the mandible: a complication of routine dental extractions in alcoholics. Br J Oral Maxillofac Surg. 28: 185-8.

38. Worth HM, Stoneman DW. (1977) Osteomyelitis, malignant disease, and fibrous dysplasia. Some radiologic similarities and differences. Dent Radiogr Photogr. 50: 1-8.

39. Tiwari P, Bera RN, Kanojia S, Chauhan N, Hirani MS. (2021) Assessing the optimal imaging modality in the diagnosis of jaw osteomyelitis. A meta-analysis. Br J Oral Maxillofac Surg. 59: 982-92.

40. Stockmann P, Hinkmann FM, Lell MM, Fenner M, Vairaktaris E, Neukam FW, Nkenke E. (2010) Panoramic radiograph, computed tomography or magnetic resonance imaging. Which imaging technique should be preferred in bisphosphonate-associated osteonecrosis of the jaw? A prospective clinical study. Clin Oral Investig. 14: 311-7.

41. Mardini S, Gohel A. (2018) Imaging of Odontogenic Infections. Radiol Clin North Am. 56: 31-44.

42. Reinert S, Widlitzek H, Venderink DJ. (1999) The value of magnetic resonance imaging in the diagnosis of mandibular osteomyelitis. Br J Oral Maxillofac Surg. 37: 459-63.

43. Wongratwanich P, Shimabukuro K, Konishi M, Nagasaki T, Ohtsuka M, Suei Y, Nakamoto T, Verdonschot RG, Kanesaki T, Sutthiprapaporn P, Kakimoto N. (2021) Do various imaging modalities provide potential early detection and diagnosis of medication-related osteonecrosis of the jaw? A review. Dentomaxillofac Radiol. 50: 20200417.

44. García-Ferrer L, Bagán JV, Martínez-Sanjuan V, Hernandez-Bazan S, García R, Jiménez-Soriano Y, Hervas V. (2008) MRI of mandibular osteonecrosis secondary to bisphosphonates. Am J Roentgenol. 190: 949-55.

45. Schumann P, Morgenroth S, Huber FA, Rupp NJ, Del Grande F, Guggenberger R. (2022) Correlation of dynamic contrast-enhanced bone perfusion with morphologic ultra-short echo time MR imaging in medication-related osteonecrosis of the jaw. Dentomaxillofac Radiol. 51: 20210036.

46. Muraoka H, Hirahara N, Ito K, Okada S, Kondo T, Kaneda T. (2022) Efficacy of diffusion-weighted magnetic resonance imaging in the diagnosis of osteomyelitis of the mandible. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 133: 80-7.

47. Baba A, Ojiri H, Goto TK, Ikeda K, Yamauchi H, Ogino N, Mogami T. (2019) Symposium: Imaging modalities for drug-related osteonecrosis of the jaw (4), CT and MR imaging findings of antiresorptive agent-related osteonecrosis of the jaws/medication-related

osteonecrosis of the jaw (secondary publication). Jpn Dent Sci Rev. 55: 58-64.

48. Obinata K, Shirai S, Ito H, Nakamura M, Carrozzo M, Macleod I, Carr A, Yamazaki Y, Tei K. (2017) Image findings of bisphosphonate related osteonecrosis of jaws comparing with osteoradionecrosis. Dentomaxillofac Radiol. 46: 20160281.

49. Ogura I, Sasaki Y, Sue M, Oda T, Kameta A, Hayama K. (2019) Tc-99m hydroxymethylene diphosphonate scintigraphy, computed tomography, and magnetic resonance imaging of osteonecrosis in the mandible: Osteoradionecrosis versus medicationrelated osteonecrosis of the jaw. Imaging Sci Dent. 49: 53-8.

50. Akashi M, Wanifuchi S, Iwata E, Takeda D, Kusumoto J, Furudoi S, Komori T. (2018) Differences between osteoradionecrosis and medication-related osteonecrosis of the jaw. Oral Maxillofac Surg. 22: 59-63.

51. Mallya SM, Tetradis S (2018) Imaging of Radiation- and Medication-Related Osteonecrosis. Radiol Clin North Am. 56: 77-89.

【図表の説明】

図 1：骨吸収像を認めた 1 例

79 歳女性。近医にて下顎右側第一大臼歯の抜去術を施行。抜歯窩治癒不全のため投薬内容を確認したところ骨粗鬆症のため 3 年前からアクトネル、1.5 年前からフォサマックを内服中であることが判明、当院を紹介受診。CT 画像（A）にて下顎右側臼歯部海綿骨に低 CT 値領域を認める。パノラマ X 線画像（B）にて同部に X 線透過像を認め、周囲には硬化性骨変化を伴う。MRI では同部の骨吸収領域を認め、同部の骨髄信号は健側骨髄と比較して T1 強調画像（C）にて低信号、T2 強調画像（D）にて高信号を呈する。

（A）CT 画像（骨条件）

（B）パノラマ X 線画像

（C）T1 強調画像

（D）T2 強調画像（脂肪抑制法併用）

図 2：骨吸収像を認めなかった 1 例

60 歳女性。乳癌骨転移のため 3.5 年前からゾメタを点滴静脈内注射、1 年前からランマークを皮下注射していたが、下顎右側大臼歯部の違和感を自覚したため当院を紹介受診。CT 画像（A, B）では

健側骨髄と比較して下顎骨臼歯部から下顎角部におよぶ高 CT 値領域を認めるが、下顎右側臼歯部海綿骨に低 CT 値領域は認めない。パノラマ X 線画像（C）にて下顎骨臼歯部から下顎枝に至る X 線不透過性の亢進を認めるが、明らかな X 線透過像は認めない。MRI では下顎右側臼歯部の骨髄信号は健側骨髄と比較して T1(D)および T2 強調画像（E）にて低信号を呈するが、同部の骨吸収領域は認めない。

（A）（B）CT 画像（骨条件）

（C）パノラマ X 線画像

（D）T1 強調画像

（E）T2 強調画像（脂肪抑制法併用）

図 3：骨硬化像を認めた 1 例

72 歳男性。胆管癌骨転移のためランマーク使用の既往あり。2 ヶ月休薬後に近医にて下顎右側第二小臼歯の抜去術を施行したが、骨露出が生じたため当院を紹介受診。CT 画像（A, B）にて下顎右側第二小臼歯の抜歯窩以外に、下顎両側臼歯部海綿骨の CT 値上昇を認める。パノラマ X 線画像（C）にて下顎両側臼歯部の不透過性の亢

進を認める。MRIでは同部に骨硬化領域を認め、同部の骨髄信号はT1（D）およびT2強調画像（E）において低信号を示す。

（A）（B）CT画像（骨条件）

（C）パノラマX線画像

（D）T1強調画像

（E）T2強調画像（脂肪抑制法併用）

図4：骨硬化像を認めなかった1例

69歳男性。下顎右側大臼歯部の腫脹、疼痛を自覚したため近医を受診。治療中に左側小臼歯部の腫脹も出現したため、当院を紹介受診。CT画像（A）では下顎右側前歯部から大臼歯部に低CT値領域を認めるものの、高CT値領域は認めない。パノラマX線画像（B）にて下顎右側前歯部から大臼歯部にX線透過性の亢進を認めるが、X線不透過性の亢進は認めない。MRIでは同部に骨吸収領域を認め、同部の骨髄信号は健側骨髄と比較してT1強調画像（C）にて低信号、T2強調画像（D）にて同程度の信号を呈するが、骨硬化領域は認めない。

（A）CT画像（骨条件）

（B）パノラマ X 線画像

（C）T1 強調画像

（D）T2 強調画像（脂肪抑制法併用）

図 5：下顎管の明瞭化を認めた 1 例

60 歳男性。近医にて下顎右側第一大臼歯の抜去術を施行。同部の疼痛、排膿が生じたため当院を紹介受診。CT 画像（A, B）にて右側下顎管の明瞭化を認め、パノラマ X 線画像（C）でも同様の所見を認めたが、MRI では判定不能であった。

（A）（B）CT 画像（骨条件）

（C）パノラマ X 線画像

図 6：下顎管の明瞭化を認めなかった 1 例

62 歳男性。右側舌癌頸部リンパ節転移の診断の下、舌部分切除術、右側頸部郭清術施行。術後右側頸部に放射線治療 50 Gy 施行。その後、放射線性骨髄炎が生じ下顎右側第三大臼歯が自然脱落。CT 画像（A, B）にて右側下顎管の明瞭化を認めず、パノラマ X 線画像(C)でも同様であったが、MRI では判定不能であった。

（A）（B）CT 画像（骨条件）

（C）パノラマ X 線画像

図 7：骨膜反応を認めた 1 例

70 歳女性。下顎左側大臼歯部の違和感が生じ近医受診。下顎左側第三大臼歯の埋伏を指摘されるも放置していたが、同部の腫脹が生じたため当院を紹介受診。CT 画像（A，B）で皮質骨外側に皮質骨と連続した CT 値の上昇領域を認め、パノラマ X 線画像（C）で下顎骨下縁に X 線不透過性の亢進（新生骨の増生）を認める。MRI（D）でも皮質骨外側に皮質骨と連続した高信号領域を認める。

（A）（B）CT 画像（骨条件）

（C）パノラマ X 線画像

（D）T2 強調画像（脂肪抑制法併用）

図 8：骨膜反応を認めなかった 1 例

70 歳女性。右側上顎歯肉癌頸部リンパ節転移の診断の下、上顎部分切除術、右側頸部郭清術施行。術後右側頸部に放射線治療 48 Gy 施行。その後、放射線性骨髄炎が生じた。CT 画像（A，B）で皮質骨外側に皮質骨と連続した CT 値の上昇領域は認めず、パノラマ X

線画像（C）でX線不透過性の亢進を認めない。MRI（D, E）でも皮質骨外側に新生骨の増生を認めない。

（A）（B）CT画像（骨条件）

（C）パノラマX線画像

（D）T1強調画像

（E）T2強調画像（脂肪抑制法併用）

図9：皮質骨の断裂を認めた1例

64歳女性。乳癌骨転移のためゾメタを3年、ランマークを2年使用の既往あり。左側頬部腫脹、開口障害のため本院を紹介受診。CT画像（A, B）で頬舌側皮質骨の連続性が確認できず、パノラマX線画像（C）では下顎骨下縁の皮質骨の連続性が確認できない。MRI（D, E）でもT1、T2強調画像で頬舌側皮質骨の連続性が確認できない。

（A）（B）CT画像（骨条件）

（C）パノラマX線画像

（D）T1強調画像

（E）T2強調画像（脂肪抑制法併用）

図 10：皮質骨の断裂を認めなかった 1 例

68 歳女性。骨粗鬆症のためミノドロン酸を 3 年内服の既往あり。下顎左側大臼歯部のインプラント周囲に疼痛が生じ、本院を紹介受診。CT 画像（A）で頬舌側皮質骨の連続性が確認でき、パノラマ X 線画像（B）では下顎骨下縁の皮質骨の連続性が確認できる。MRI（C, D）でも T1、T2 強調画像で頬舌側皮質骨の連続性が確認できる。

（A）CT 画像（骨条件）

（B）パノラマ X 線画像

（C）T1 強調画像

（D）T2 強調画像（脂肪抑制法併用）

図 11：腐骨を認めた 1 例

81 歳男性。近医にて下顎左側第二小臼歯の抜去術を施行。抜歯窩治癒不全が生じ、軽快と増悪を繰り返していたが、CBCT を撮影したところ下顎骨左側臼歯部に腐骨様物質を認めたため本院を紹介受診。CT 画像（A）で低 CT 値領域内部に島状の高 CT 値領域を認め、パノラマ X 線画像（B）で X 線透過像内部に X 線不透過像を認める。MRI では T1（C)、T2 強調画像（D）で同部に腐骨を疑う無信号

領域を認める。

（A）CT 画像（骨条件）

（B）パノラマ X 線画像

（C）T1 強調画像

（D）T2 強調画像（脂肪抑制法併用）

図 12：腐骨を認めなかった 1 例

59 歳男性。近医にて下顎左側第三大臼歯と第一、第二小臼歯の感染根管治療を施行するも、痛みや痺れが遷延し、当院を紹介受診。CT 画像（A）で低 CT 値領域内部に島状の高 CT 値領域を認めず、パノラマ X 線画像（B）で X 線透過像内部に X 線不透過像を認めない。MRI では T1（C）、T2 強調画像（D）で同部に腐骨を疑う無信号領域を認めない。

（A）CT 画像（骨条件）

（B）パノラマ X 線画像

（C）T1 強調画像

（D）T2 強調画像（脂肪抑制法併用）

図 13：病的骨折を認めた 1 例

75 歳男性。中咽頭癌にて化学放射線療法 70 Gy 施行。その後、下顎骨両側に放射線性骨髄炎を発症。CT 画像（A, B）では下顎左側大臼歯部で下顎骨が離断し、下顎枝が偏位している。パノラマ X 線画像（C)、MRI（D, E）でも同様の所見を認める。

（A）（B）CT 画像（骨条件）

（C）パノラマ X 線画像

（D）T1 強調画像

（E）T2 強調画像（脂肪抑制法併用）

図 14：病的骨折を認めなかった 1 例

77 歳女性。右側顎下腺肉腫で手術、術後放射線治療 70 Gy 施行。その後、下顎骨右側に放射線性骨髄炎を発症。CT 画像（A）では下顎左側大臼歯部で下顎骨の不連続性は認めない。パノラマ X 線画像（B)、MRI（C, D）でも下顎骨の不連続性は認めない。

（A）CT 画像（骨条件）

（B）パノラマ X 線画像

（C）T1 強調画像

（D）T2 強調画像（脂肪抑制法併用）

図 15：T1 強調画像における病変の信号強度が健側骨髄と比較して低信号を示した 1 例

39 歳男性。下顎右側の疼痛、腫脹を主訴に近医受診。下顎右側第一大臼歯の根管治療が施行されるも腫脹が改善せず、オトガイ神経知覚異常も生じたため当院を紹介受診。

図 16：T2 強調画像における病変の信号強度が健側骨髄と比較して高信号を示した 1 例

図 15 と同一症例

図 17：T2 強調画像における病変の信号強度が健側骨髄と比較して低信号を示した 1 例

86 歳女性。下顎左側大臼歯部の腫脹を主訴に近医受診。骨粗鬆症にてボナロン内服中のため、当院を紹介受診。

表 1：対象患者の内訳

表 2：MRI の撮像条件

表 3：各画像所見の有無（比率）

表 4：パノラマ X 線撮影の診断能（骨吸収像）

表 5：パノラマ X 線撮影の診断能（骨硬化像）

表 6：パノラマ X 線撮影の診断能（下顎管の明瞭化）

表 7：パノラマ X 線撮影の診断能（骨膜反応）

表 8：パノラマ X 線撮影の診断能（皮質骨の断裂）

表 9：パノラマ X 線撮影の診断能（腐骨）

表 10：パノラマ X 線撮影の診断能（病的骨折）

表 11：MRI の診断能（骨膜反応）

表 12：MRI の診断能（皮質骨の断裂）

表 13：MRI の診断能（腐骨）

表 14：MRI の診断能（病的骨折）

表 15：MRI のみでの評価項目

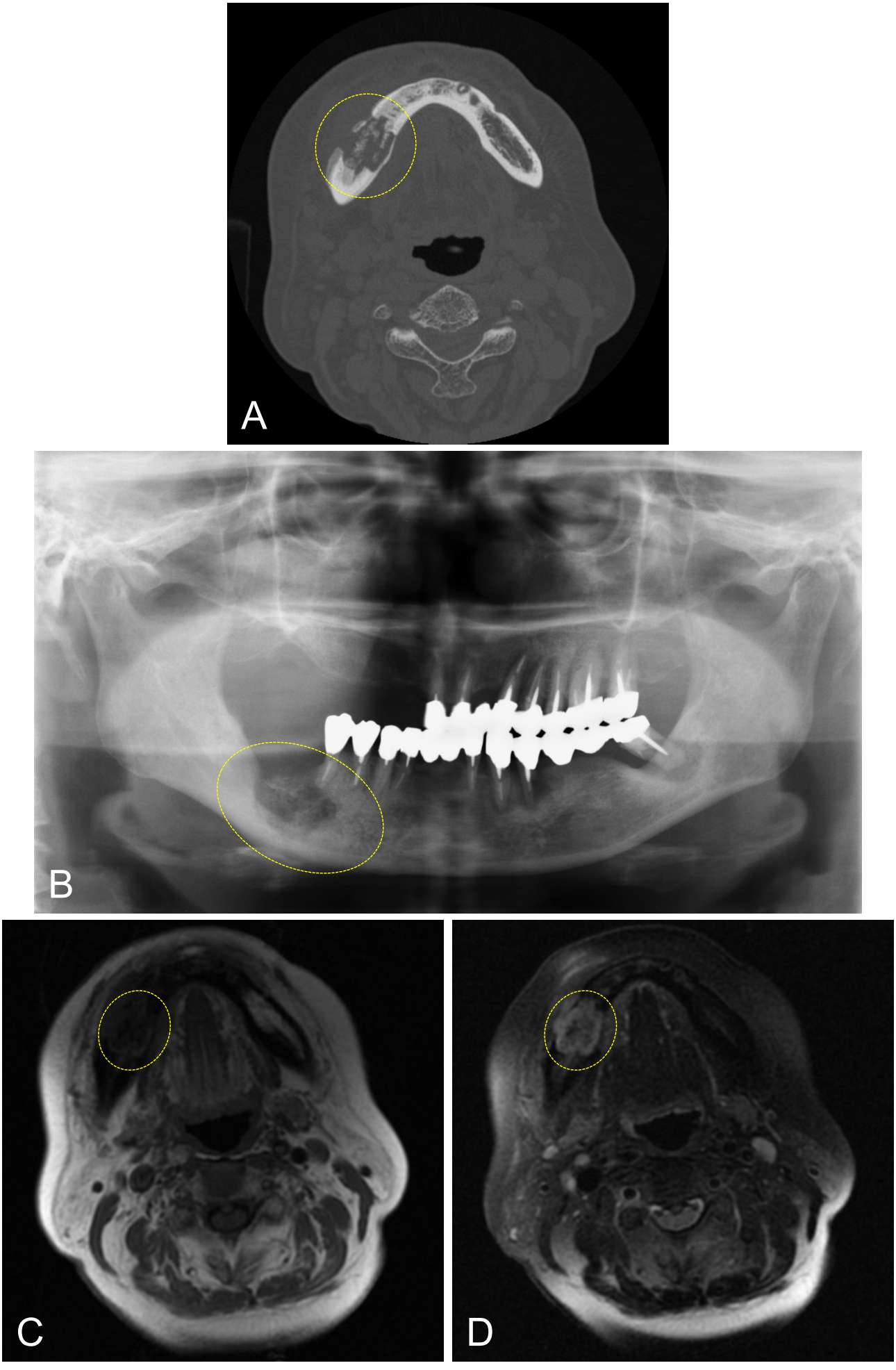


図1：骨吸収像を認めた1例

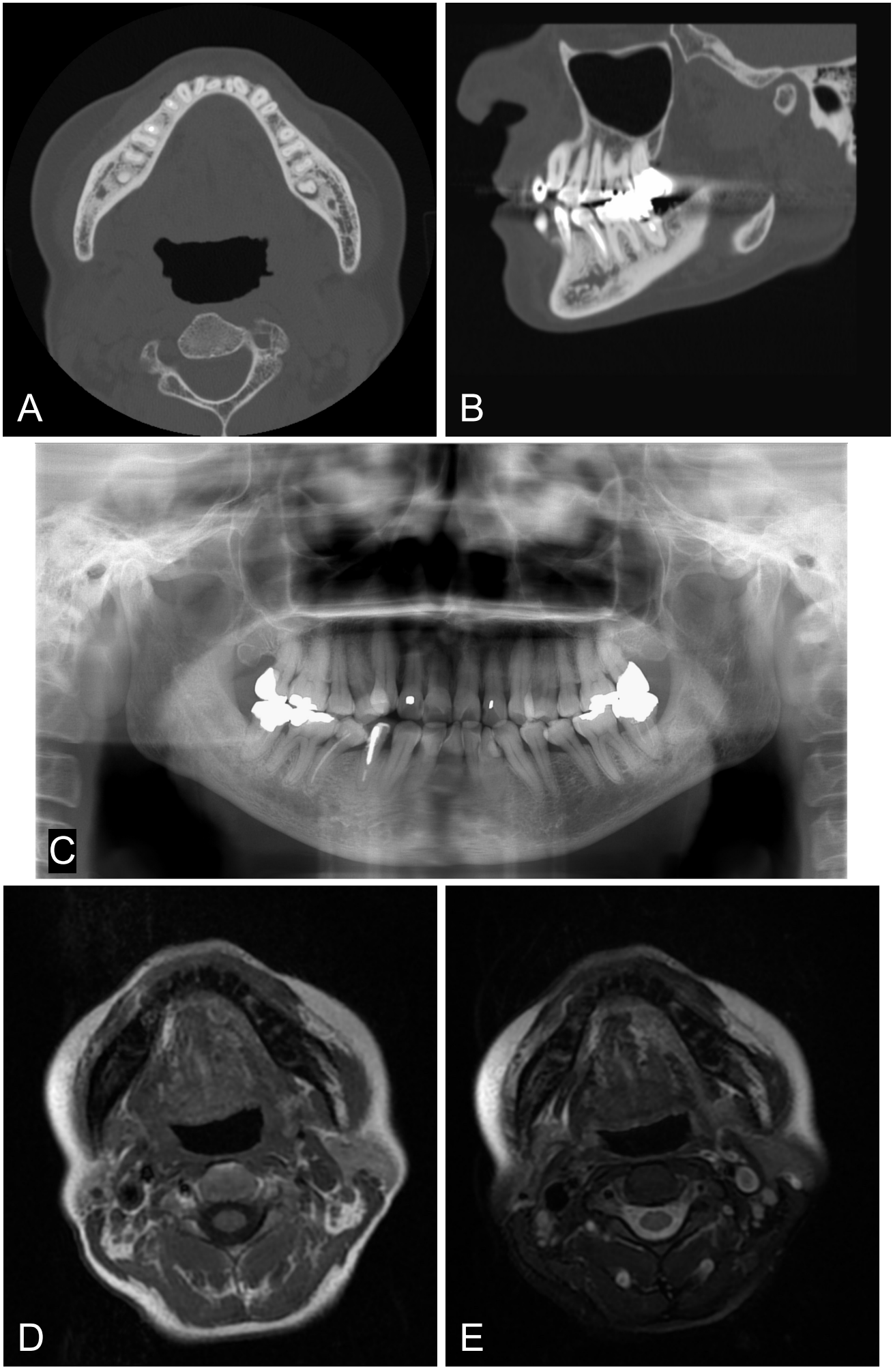


図2：骨吸収像を認めなかった1例

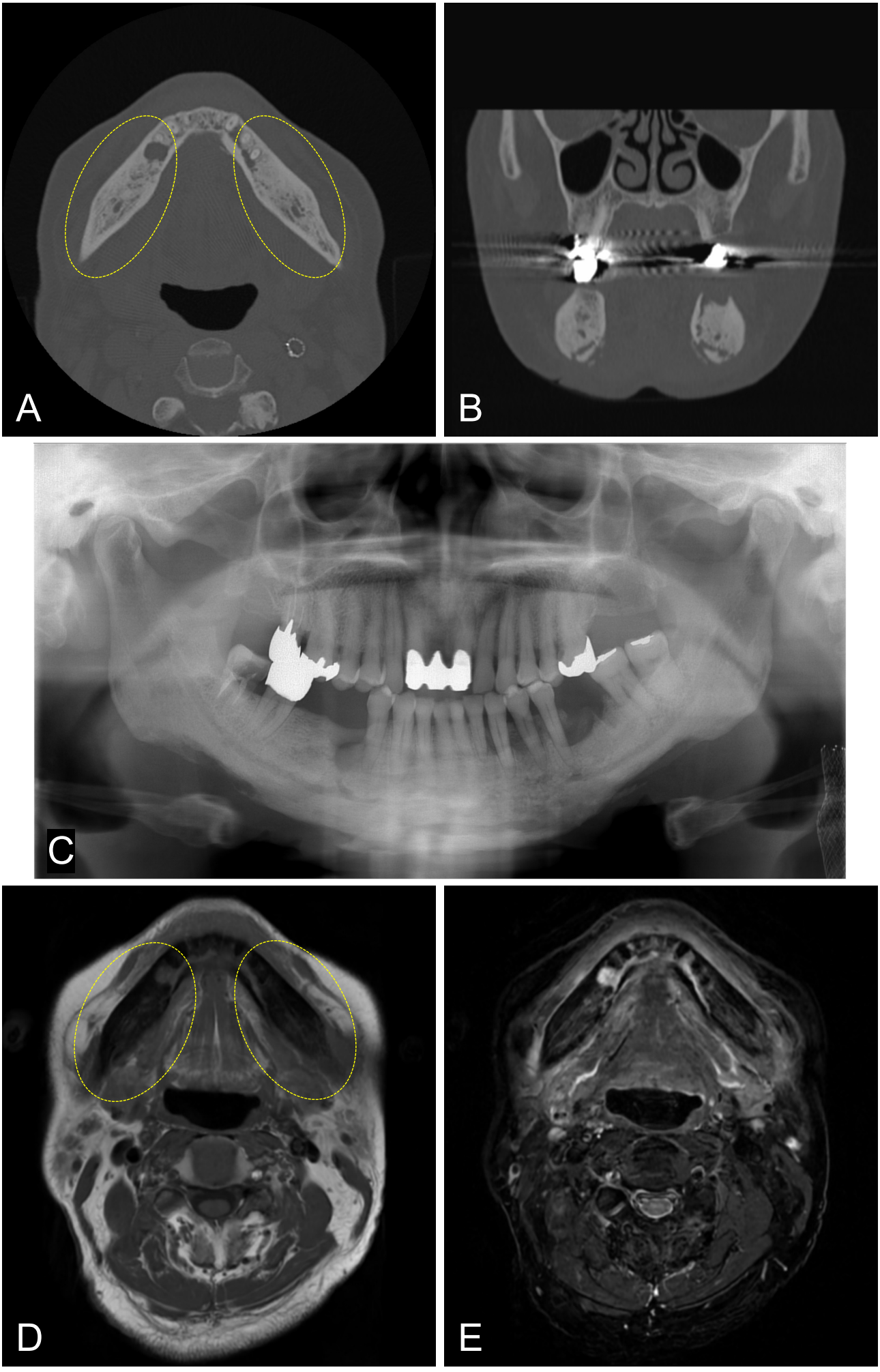
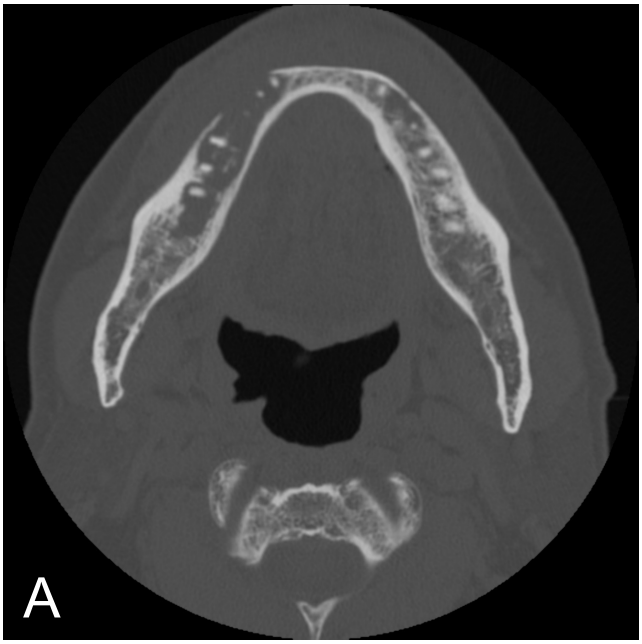
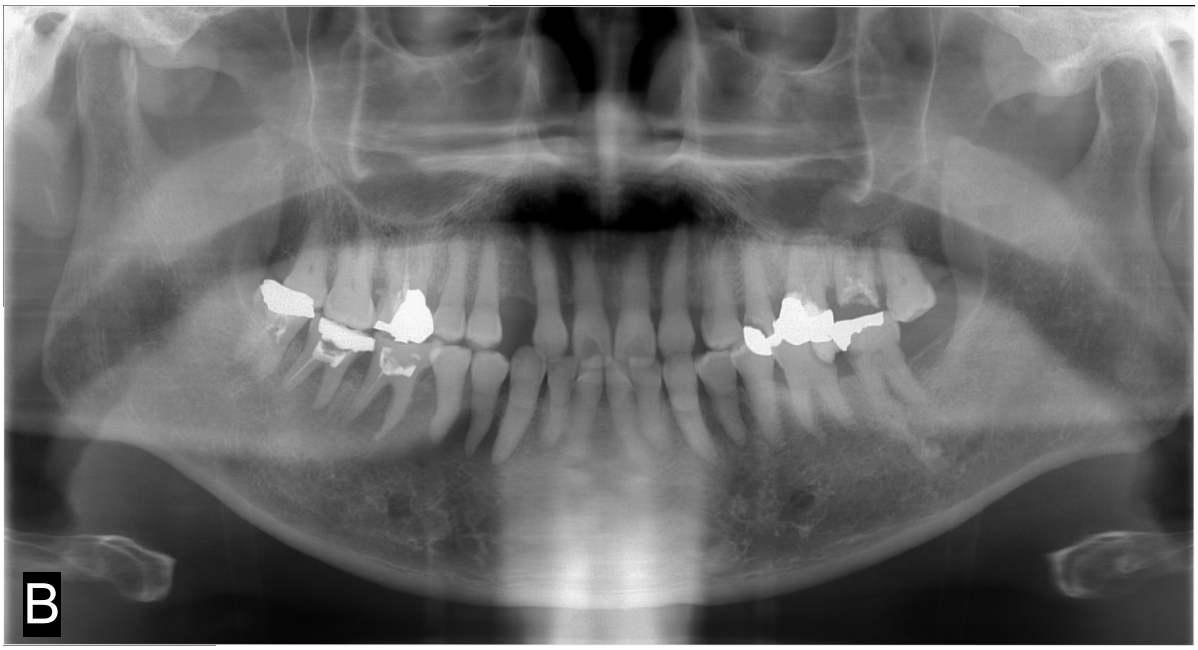


図3：骨硬化像を認めた1例





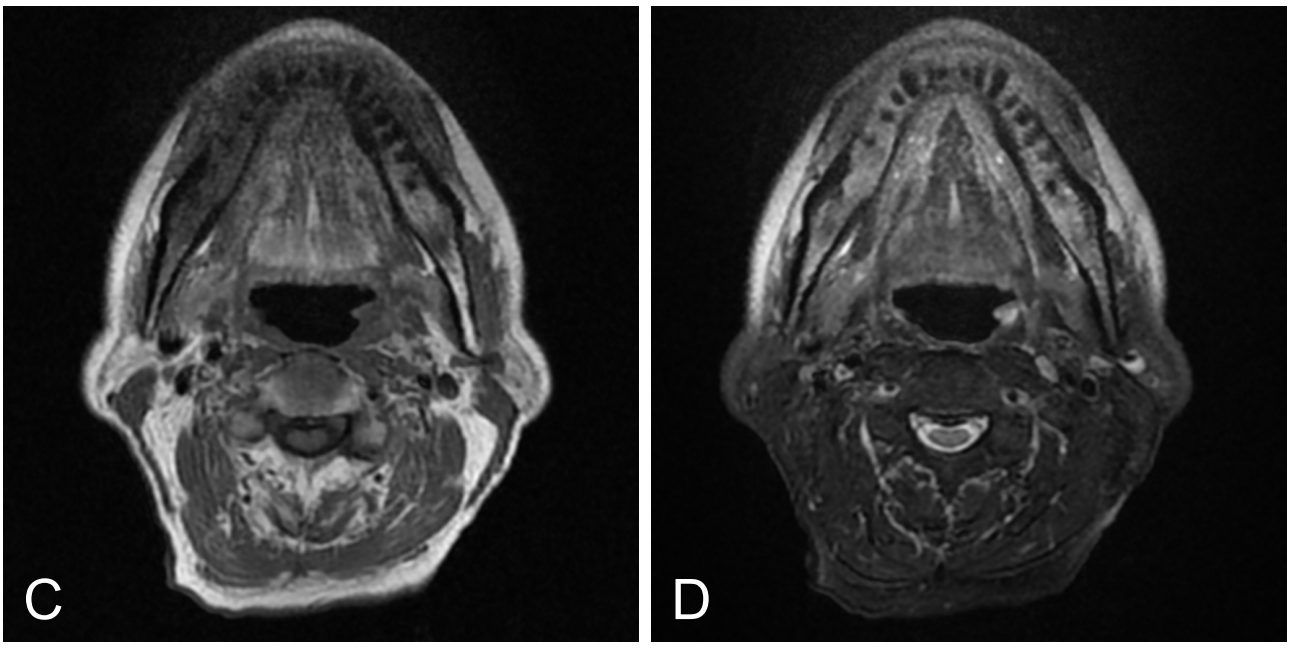


図4：骨硬化像を認めなかった1例

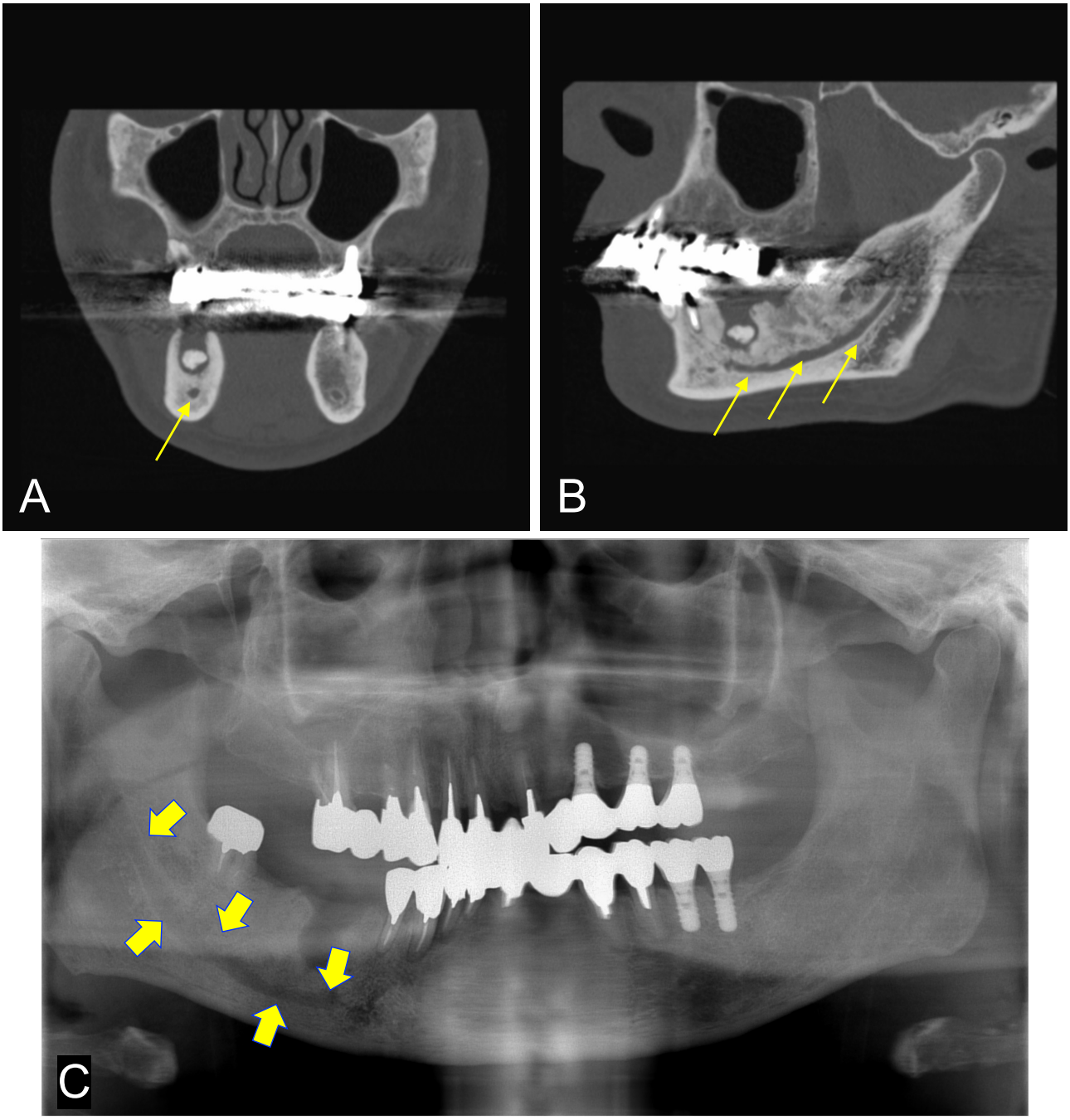


図5：下顎管の明瞭化を認めた1例

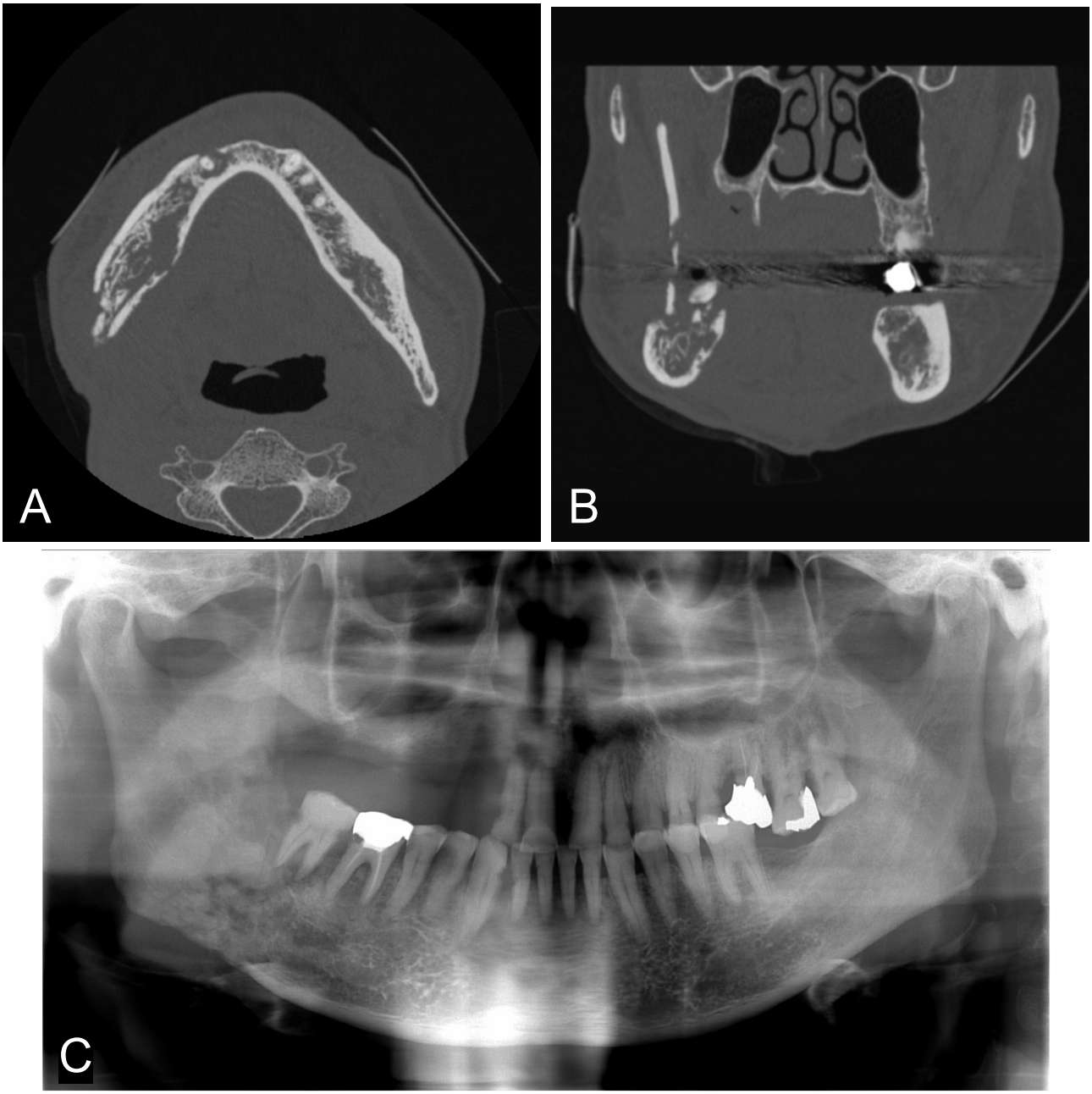


図6：下顎管の明瞭化を認めなかった1例

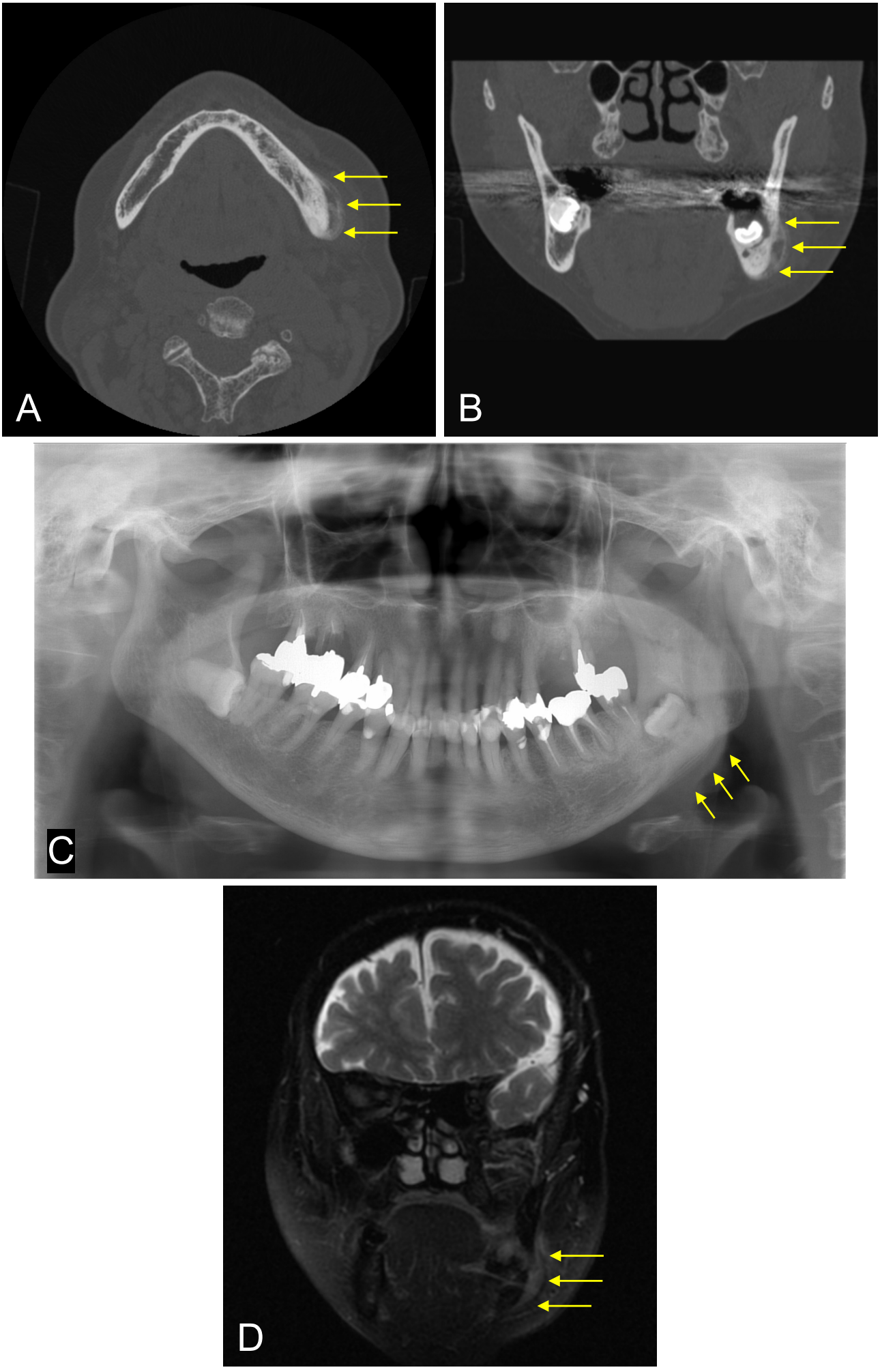


図7：骨膜反応を認めた1例

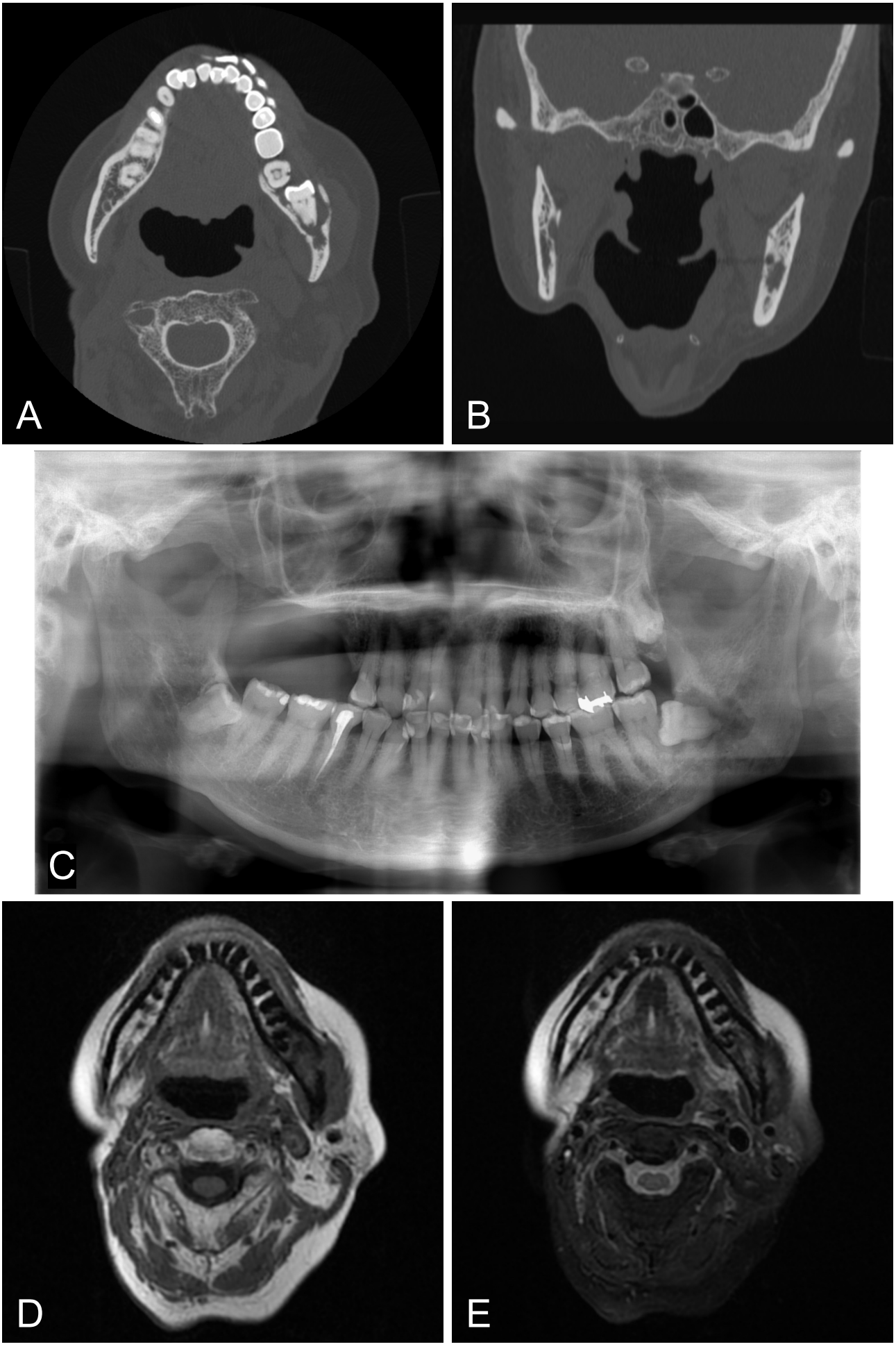


図8：骨膜反応を認めなかった1例

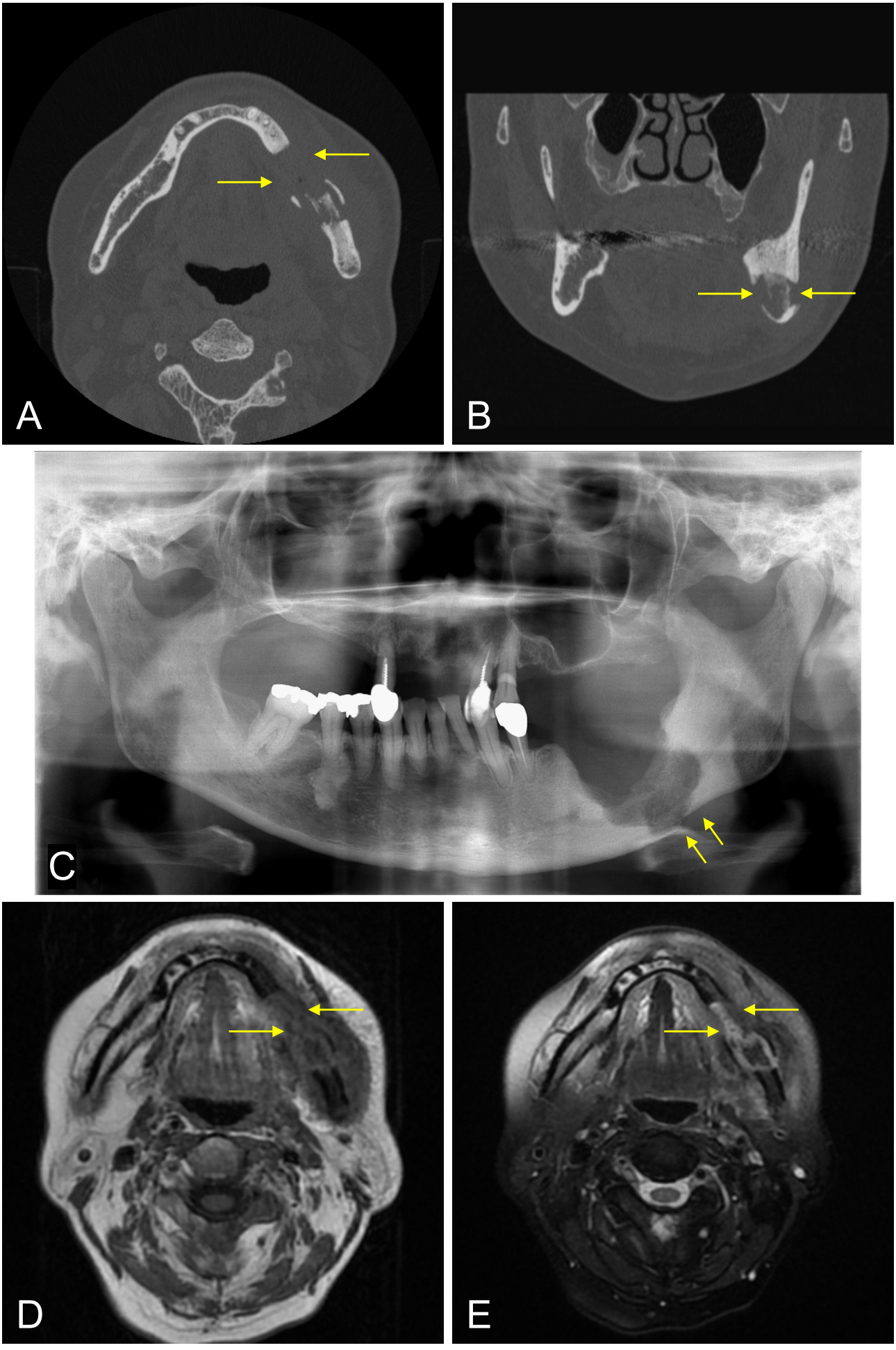


図9：皮質骨の断裂を認めた1例

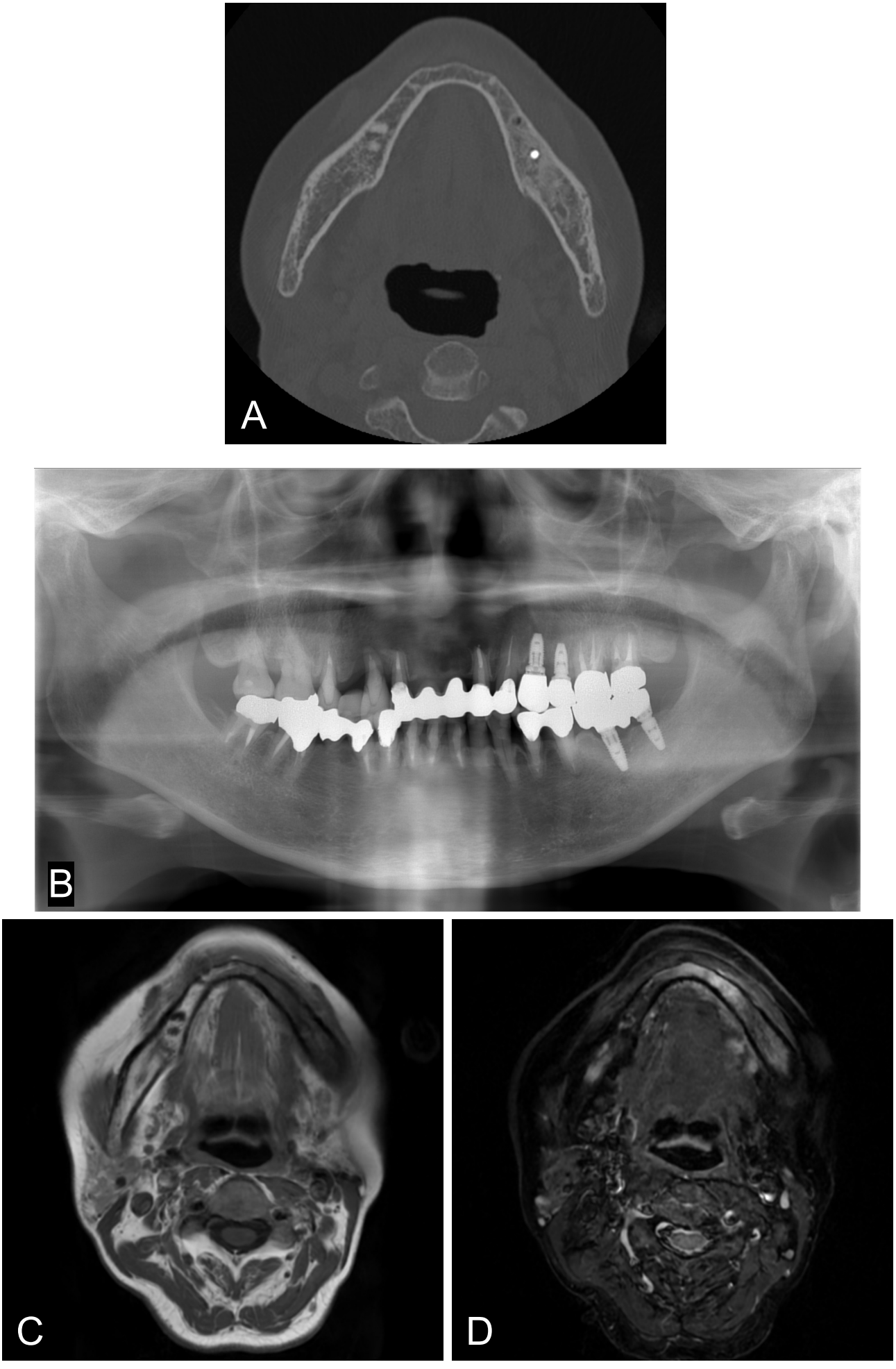


図10：皮質骨の断裂を認めなかった1例

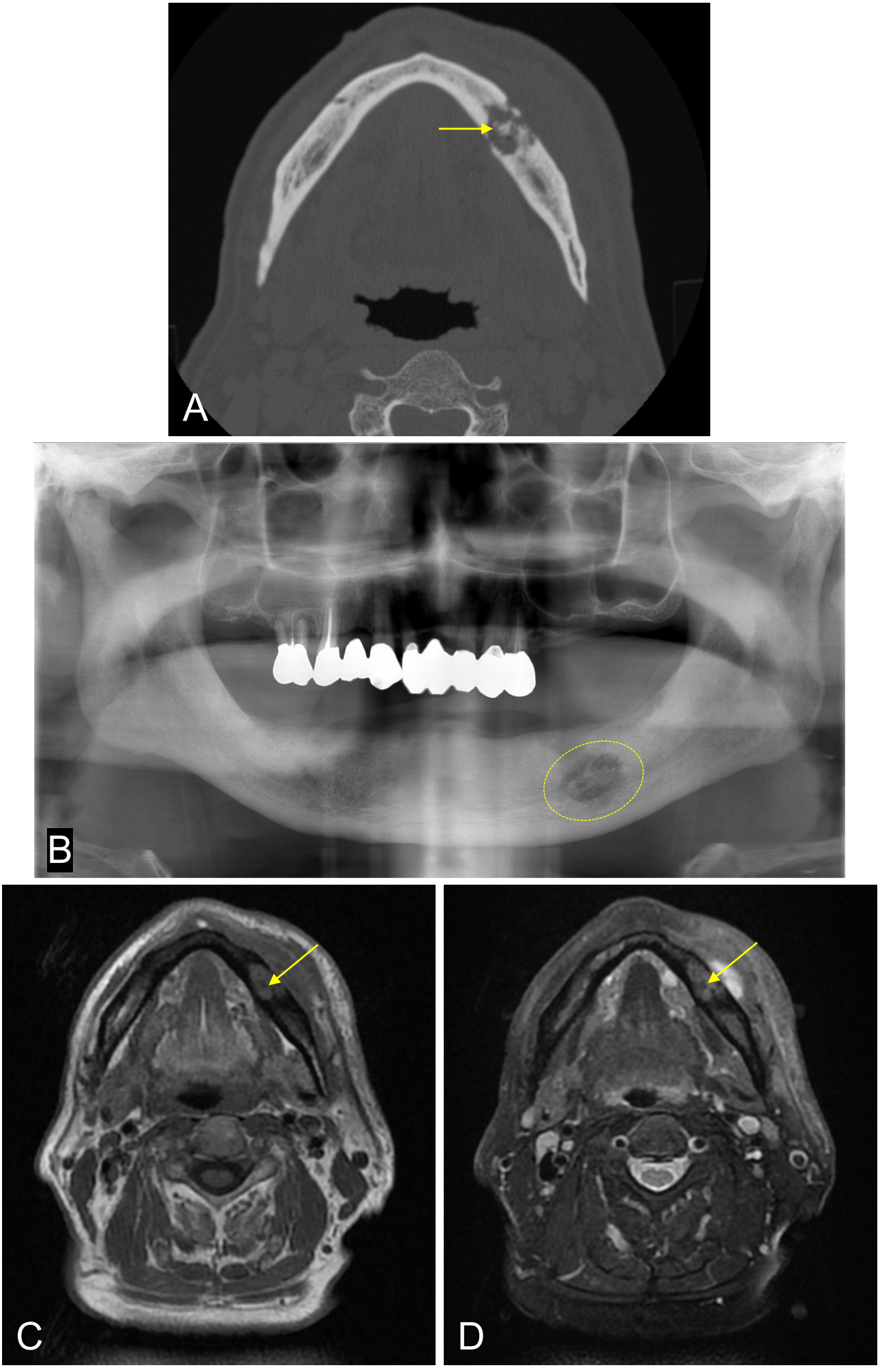


図11：腐骨を認めた1例

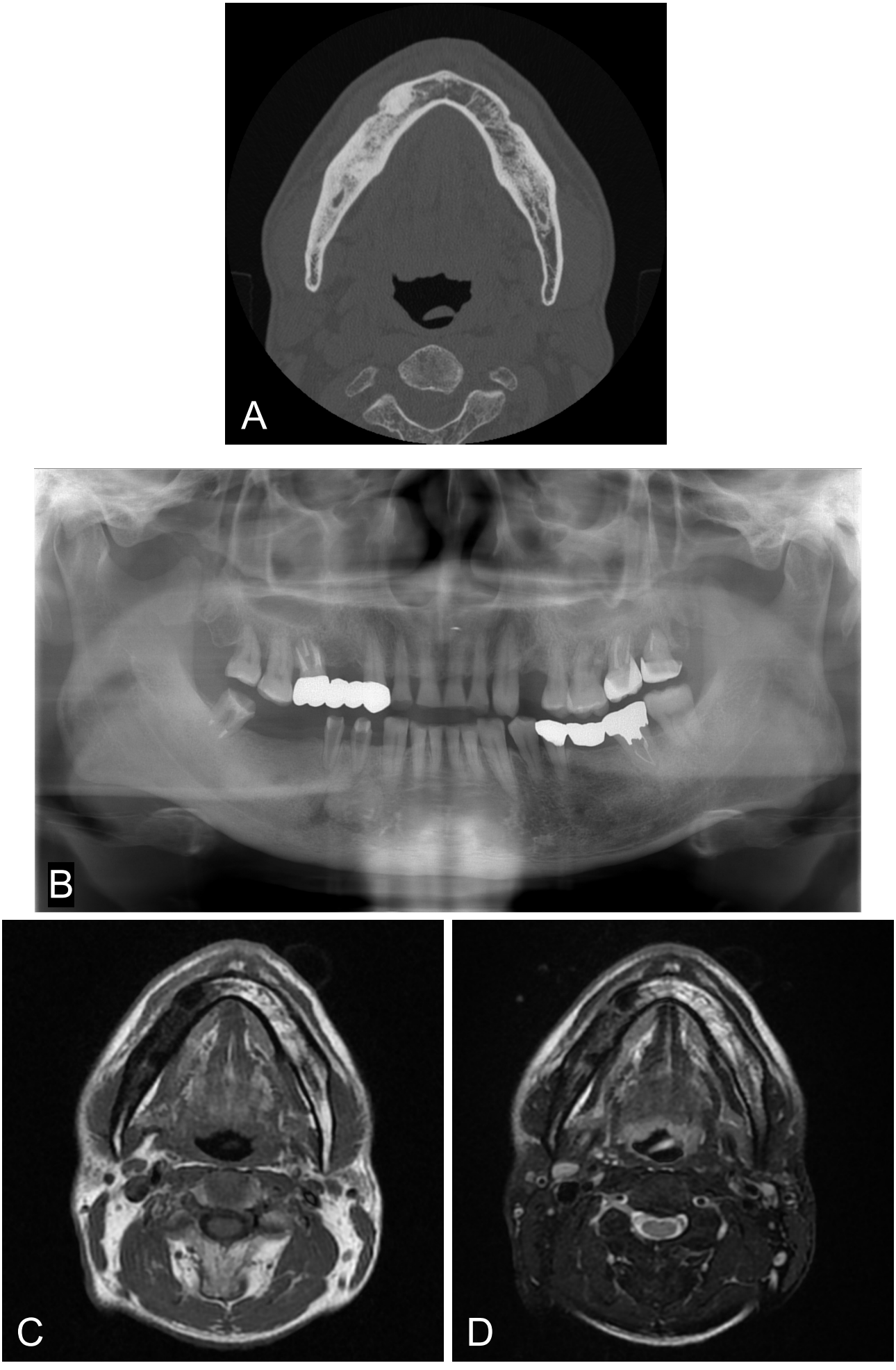


図12：腐骨を認めなかった1例

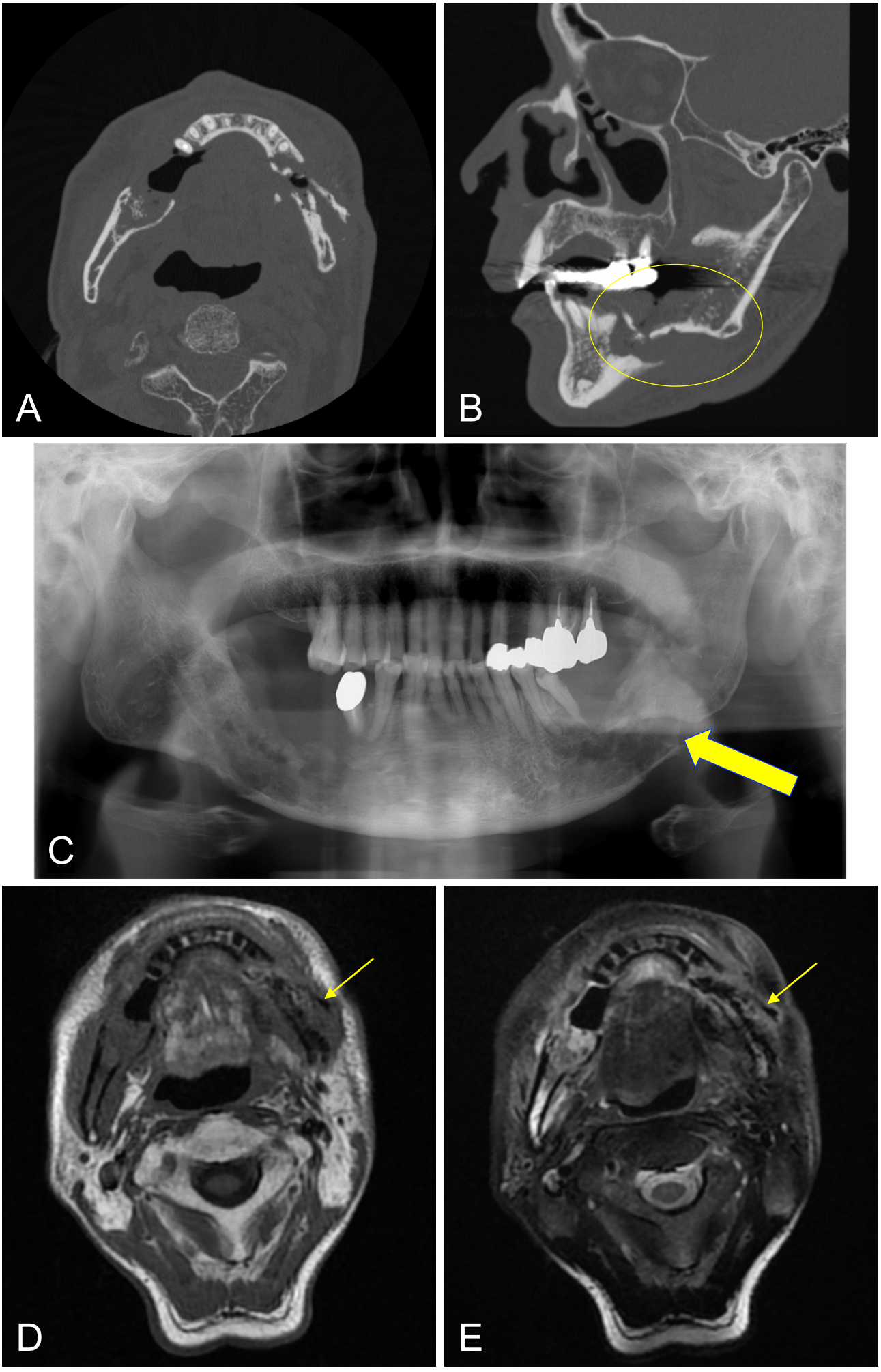


図13：病的骨折を認めた1例

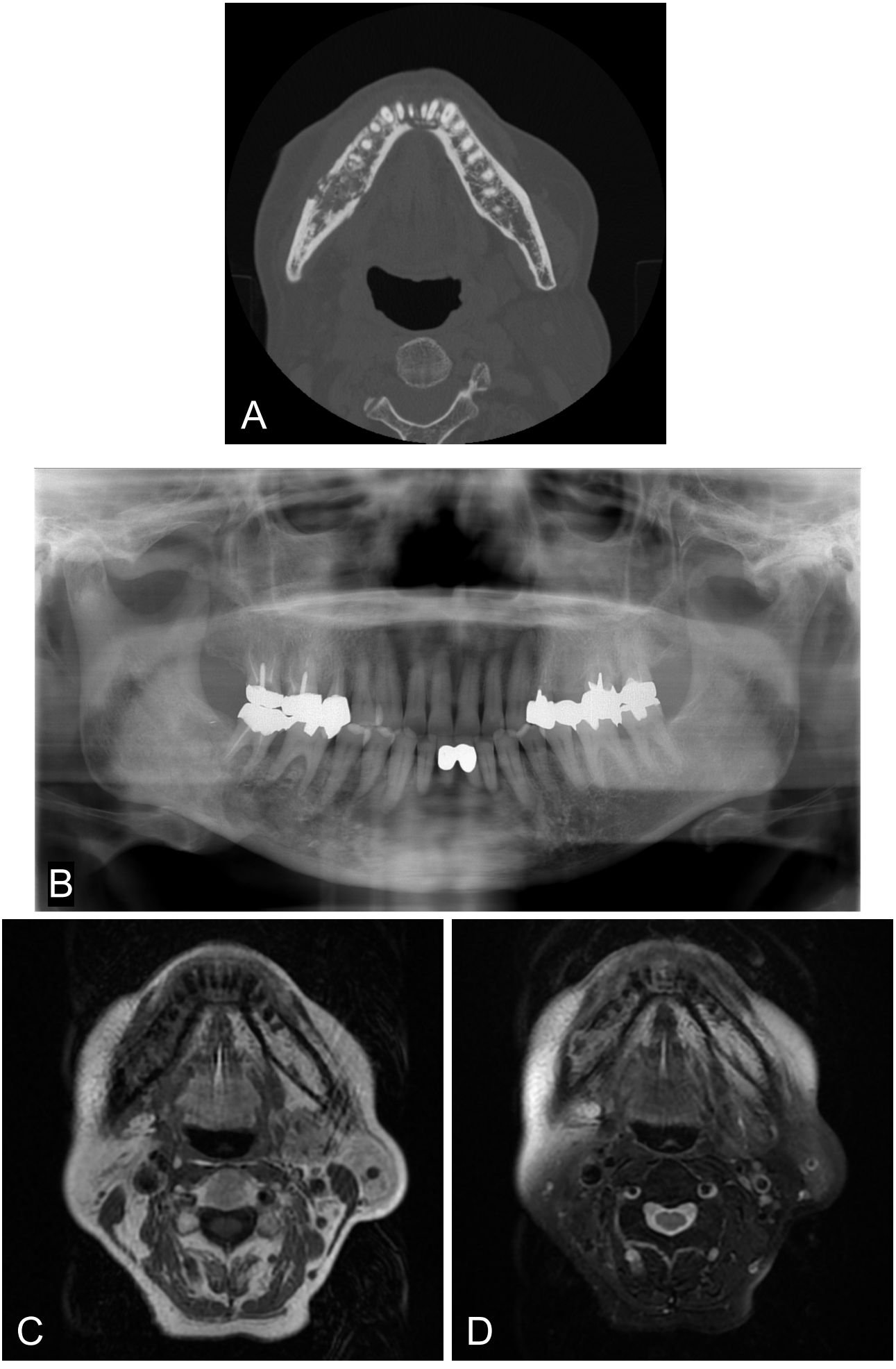


図14：病的骨折を認めなかった1例

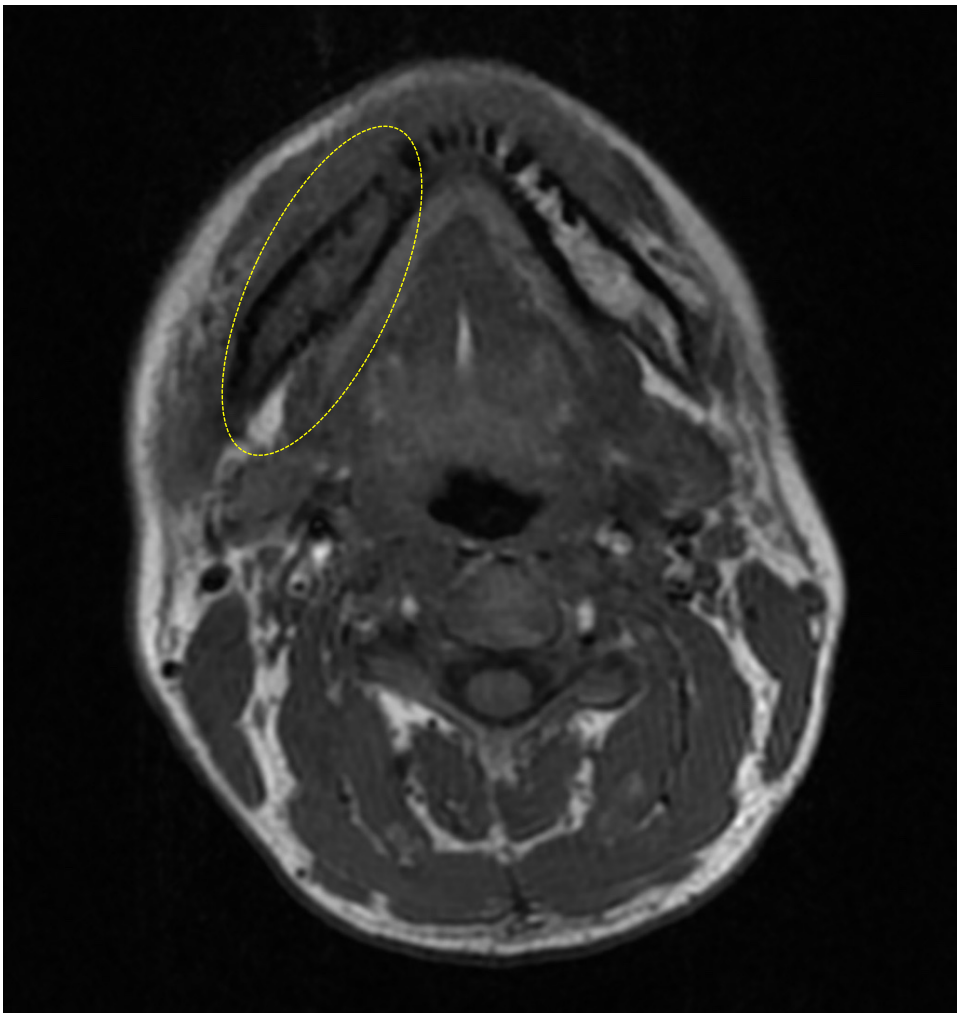


図15：T1強調画像における病変の信号強度が健側骨髄と比較して低信号を示した1例

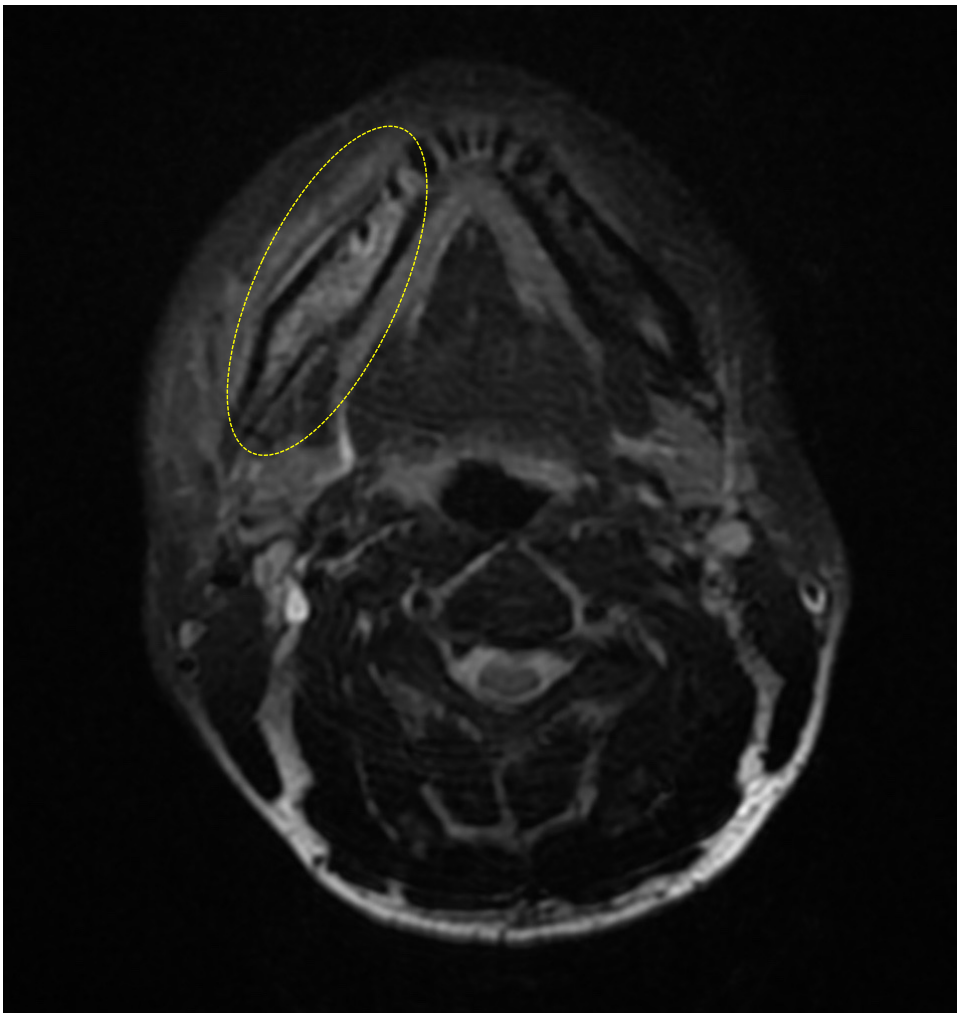


図16：T2強調画像における病変の信号強度が健側骨髄と比較して高信号を示した1例

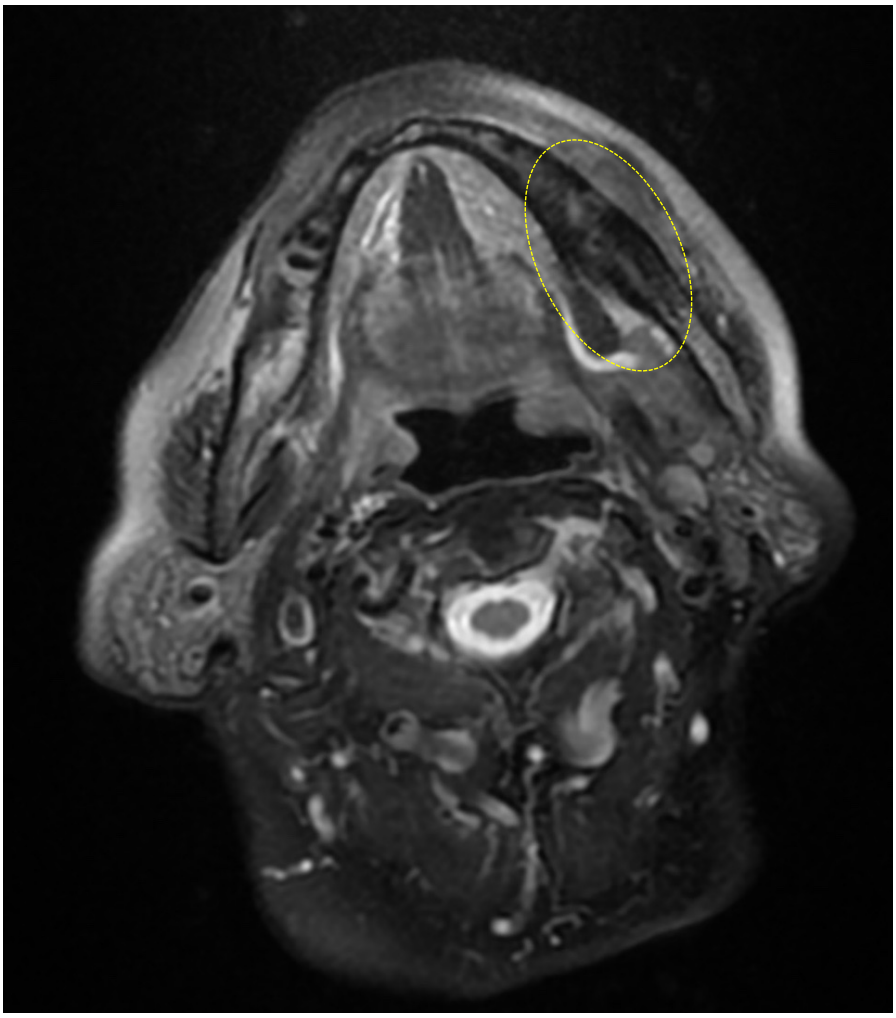


図17：T2強調画像における病変の信号強度が健側骨髄と比較して低信号を示した1例

表1　　対象患者の内訳

		細菌性骨髄炎 （n = 61）	ORN （n = 19）	MRONJ （n = 70）	p value
年齢（歳）					
	平均±標準偏差	64.3 ± 15.5	71.5 ± 10.7	75.5 ± 9.9	<0.001
	範囲	10-85	48-88	45-94	
性別					
	男性	23	13	17	0.002
	女性	38	6	53	

表2　　MRIの撮像条件

撮影条件	Signa HDxt 1.5 T		Signa Premier 3.0 T	
	T1 wI	T2 wI	T1 wI	T2 wI
Repetition time (ms)	500	3600	500	7185
Echo time (ms)	7	6	Minimum	42
Field of view (cm)	24	24	24	24
Matrix size	256 x 256		416 x 384	416 x 288
Slice thickness (mm)	5			
Spacing (mm)	1			
Band width (kHz)	122		83	100
Number of excitations	1	2	1	1
Echo Train Length	2	6	2	12

表3　　各画像所見の有無（比率）

		細菌性骨髄炎 (n = 61)	ORN (n = 19)	MRONJ (n = 70)	Total (n = 150)	p value
骨吸収像	+	58 (95.1%)	19 (100%)	65 (92.9%)	142 (94.7%)	0.686
	-	3 (4.9%)	0 (0%)	5 (5.3%)	8 (5.3%)	
骨硬化像	+	57 (93.4%)	14 (73.7%)	69 (98.6%)	140 (93.3%)	0.002
	-	4 (6.6%)	5 (26.3%)	1 (1.4%)	10 (6.7%)	
下顎管の明瞭化	+	56 (91.8%)	10 (52.6%)	63 (90.0%)	129 (86.0%)	<0.001
	-	5 (8.2%)	9 (47.4%)	7 (10.0%)	21 (14.0%)	
骨膜反応	+	23 (37.7%)	13 (68.4%)	26 (37.1%)	62 (41.3%)	0.037
	-	38 (62.3%)	6 (31.6%)	44 (62.9%)	88 (58.7%)	
皮質骨の断裂	+	42 (68.9%)	18 (94.7%)	52 (74.3%)	112 (74.7%)	0.064
	-	19 (31.1%)	1 (5.3%)	18 (25.7%)	38 (25.3%)	
腐骨	+	45 (73.8%)	11 (57.9%)	54 (77.1%)	110 (73.3%)	0.242
	-	16 (26.2%)	8 (42.1%)	16 (22.9%)	40 (26.7%)	
病的骨折	+	2 (3.3%)	11 (57.9%)	3 (4.3%)	16 (10.7%)	<0.001
	-	59 (96.7%)	8 (42.1%)	67 (95.7%)	134 (89.3%)	

表4　　パノラマX線撮影の診断能（骨吸収像）

		CT		Total	p value
		+	-		
パノラマ	+	123	0	123	<0.001
	-	12	8	20	
Total		135	8	143	

感度：91.1%

特異度：100%

精度：91.6%

表5　　パノラマX線撮影の診断能（骨硬化像）

		CT		Total	p value
		+	-		
パノラマ	+	131	0	131	<0.001
	-	2	10	12	
Total		133	10	143	

感度：98.5%

特異度：100%

精度：98.6%

表6　　パノラマX線撮影の診断能（下顎管の明瞭化）

		CT		Total	p value
		+	-		
パノラマ	+	108	0	108	<0.001
	-	15	20	35	
Total		123	20	143	

感度：87.8%

特異度：100%

精度：89.5%

表7　　パノラマX線撮影の診断能（骨膜反応）

		CT		Total	p value
		+	-		
パノラマ	+	10	0	10	<0.001
	-	41	92	133	
Total		51	92	143	

感度：19.6%

特異度：100%

精度：71.3%

表8　　パノラマX線撮影の診断能（皮質骨の断裂）

		CT		Total	p value
		+	-		
パノラマ	+	19	0	19	0.003
	-	88	36	124	
Total		107	36	143	

感度：17.8%

特異度：100%

精度：38.5%

表9　　パノラマX線撮影の診断能（腐骨）

		CT		Total	p value
		+	-		
パノラマ	+	24	0	24	<0.001
	-	80	39	119	
Total		104	39	143	

感度：19.4%

特異度：100%

精度：44.1%

表10　　パノラマX線撮影の診断能（病的骨折）

		CT		Total	p value
		+	-		
パノラマ	+	11	0	11	<0.001
	-	5	127	132	
Total		16	127	143	

感度：68.8%

特異度：100%

精度：96.5%

表11　　MRIの診断能（骨膜反応）

		CT		Total	p value
		+	-		
MRI	+	6	0	6	0.007
	-	16	25	41	
Total		22	25	47	

感度：27.3%

特異度：100%

精度：66.0%

表12　　MRIの診断能（皮質骨の断裂）

		CT		Total	p value
		+	-		
MRI	+	25	0	25	<0.001
	-	9	13	22	
Total		34	13	47	

感度：73.5%

特異度：100%

精度：80.9%

表13　　MRIの診断能（腐骨）

		CT		Total	p value
		+	-		
MRI	+	10	0	10	0.003
	-	18	19	37	
Total		28	19	47	

感度：35.7%

特異度：100%

精度：61.7%

表14　　MRIの診断能（病的骨折）

		CT		Total	p value
		+	-		
MRI	+	3	0	3	0.001
	-	2	42	44	
Total		5	42	47	

感度：60.0%

特異度：100%

精度：95.7%

表15　　MRI検査のみでの評価項目

		細菌性骨髄炎 (n = 20)	ORN (n = 6)	MRONJ (n = 21)	Total (n = 47)	p value
T1強調画像 (健側骨髄と比較)	Low	20	6	21	47	-
	Intermidiate	0	0	0	0	
T1強調画像 (健側咬筋と比較)	Low	3	0	3	6	1.000
	Intermidiate	17	6	18	41	
T1強調画像 (健側耳下腺と比較)	Low	20	6	21	47	-
	Intermidiate	0	0	0	0	
T2強調画像 (健側骨髄と比較)	Low	0	0	4	4	0.158
	Intermidiate	1	0	0	1	
	High	19	6	17	42	
T2強調画像 (健側咬筋と比較)	Low	0	0	1	1	0.318
	Intermidiate	0	0	3	3	
	High	20	6	17	43	
T2強調画像 (健側耳下腺と比較)	Low	0	0	4	4	0.077
	Intermidiate	6	0	2	8	
	High	14	6	15	35	

Low：低信号

Intermidiate：中等度信号

High：高信号