

下顎頭骨変形の診断精度：デジタル方式パノラマエックス線撮影，顎関節4分割パノラ
マエックス線撮影および3.0 tesla MRI とコーンビーム CT の比較

日本大学大学院歯学研究科歯学専攻

雨 宮 俊 彦

(指導：本田 和也 教授，松本 邦史 助教)

緒 言

顎関節症は、疼痛、関節雑音と顎運動障害を主兆候とした疾患で、日本顎関節学会ではⅠ～Ⅳ型に分類している¹⁾。このうち、Ⅰ型とⅡ型は、疼痛を主症状とし、それぞれ咀嚼筋痛障害、顎関節痛障害とされ、この2つの病態は、疼痛の局在により分類されている。顎関節症におけるパノラマエックス線検査などのスクリーニング検査は、顎骨病変などを含めた除外診断のために行われる。一方、Ⅲ型、Ⅳ型はそれぞれ顎関節円板障害、変形性顎関節症とされ、磁気共鳴映像法（以下 MRI）やエックス線検査などの画像検査で確定診断を得る。顎関節症の国際的な臨床診断基準である *diagnostic criteria/temporomandibular disorders*（以下 DC/TMD）においても、関節円板の転位や顎関節骨変形の確定診断には、それぞれ MRI、コンピュータ断層撮影（以下 CT）による確認を要すると明記されている²⁾。すなわち、病態に関わらず、顎関節症の診断において、画像診断は必須なツールであるといえる。

パノラマエックス線検査は、歯や顎全域を併せて観察できる通常のパノラマエックス線撮影（以下 OP）と、顎関節の形態や開口時の下顎頭の移動量を診査する顎関節4分割パノラマエックス線撮影（以下 TMJ-OP）に分類される^{3,4)}。この2種のパノラマエックス線検査は、断層軌道が異なり、下顎頭骨変形の診断においては、TMJ-OPはOPより高い正診率を有するといわれている^{3,5)}。しかし、これらの多くは旧来のフィルム現像方式に基づく報告であり、近年主流となっているデジタル方式パノラマエックス線

検査による評価の診断精度の検討は十分になされていない。

CT は、マルチスライス CT (以下 MSCT) とコーンビーム CT (以下 CBCT) に分けられる⁶⁾。CBCT は撮像範囲 (以下 FOV) を限定することで、MSCT より高い空間分解能を有している⁶⁻⁸⁾。また、被曝線量軽減の観点から、顎関節診断においては、CBCT が広く用いられているが、硬組織に特化しているという特性上、骨の形態や骨梁構造、関節周囲の石灰化物の有無などの硬組織を対象としている。とくに下顎頭の形態的評価に関しては、CBCT は非常に高い信頼性を有すると報告されている⁹⁻¹³⁾。

MRI は、放射線の被曝なしに、組織間のコントラストに優れた詳細な断層像を得られることから、顎関節では、関節円板とその動態、関節腔および骨形態や骨髄の状態の評価に用いられ、多くの研究でその信頼性が実証されている¹⁴⁻¹⁸⁾。現在、日本では静磁場強度 3.0 tesla (以下 3.0 T) MRI までが薬事承認され、これまでに 3.0 T MRI の顎関節円板の診断精度についての評価は行われているが^{19, 20)}、下顎頭骨変形についての診断精度の報告はみられない。

そこで、本研究では、顎関節症に伴う下顎頭骨変形に対する診断精度を調査するために、CBCT をゴールドスタンダードとして、デジタル方式 OP、TMJ-OP および 3.0 T MRI の各 modality を比較検討した。

材料および方法

対象

顎関節症治療のため、平成 20～24 年度に日本大学歯学部附属歯科病院を来院し、顎関節症状（関節雑音、圧痛、開口障害）のいずれかを呈していた患者 19 名、計 38 関節（男性 7 名と女性 12 名；平均年齢 39.3 歳）である。これらの患者に研究参加の意思を確認し、OP、TMJ-OP、CBCT および 3.0 T MRI の全検査を施した。また、本研究では、顔面外傷、強直症、腫瘍、発育障害の既往、関節リウマチ、乾癬性関節炎や痛風などの全身性関節炎の既往のある患者は含まれていない。

本研究は、日本大学歯学部倫理委員会（番号 2008-24）の承認の上、画像情報の使用について患者の同意を得ている。また、患者、患者情報、画像情報の取扱については、2008 年ヘルシンキ宣言改訂版を遵守した。

パノラマエックス線検査

OP と TMJ-OP の撮影は、Veraview epocs（モリタ）を用いた。画像取得には Kodak Direct View CR850 イメージャ（ケアストリーム）と専用イメージングプレートおよびカセットを使用した。両検査の撮影条件は、男性 75 kV, 10 mA, 女性 75 kV, 7 mA であった。OP 撮影は、通法に従い、フランクフルト平面を基準とし、上顎犬歯を参考に前歯部断層域の設定を行った。TMJ-OP は、同機に搭載された顎関節撮影モードを

使用し、撮影中心を外耳道の 1 cm 前方に設定した。どちらも撮影時の顎位は中心咬合位とし、TMJ-OP では、開口時の撮影も併せて行った。得られたデジタル画像は、digital imaging and communication in Medicine（以下 DICOM）形式で日本大学歯学部附属歯科病院の画像サーバーである picture archiving and communication system（以下 PACS）に保存した。

CBCT 検査

3DX multi-image micro CT FPD 8（モリタ）を用いた。撮影条件は 90 kV, 8 mA, 撮像時間 17 秒とし、マトリックスサイズ：512 × 512, FOV は直径 4 cm, 高さ 4 cm の円柱状で、撮像中心を下顎頭中央に設定した。180°スキャンで得られた volume data は画像ソフトウェア i-view（モリタ）に保存され、画像評価のため、スライス厚 1 mm, スライス間隔 1 mm の下顎頭短軸と平行な修正矢状断像を再構成し、CBCT 専用画像サーバーに保存した。

3.0 T MRI 検査

Magnetom Verio 3.0 T（シーメンス AG）を用い、受信コイルとして頭部専用コイルを用いた。撮像条件はマトリックスサイズ：640 × 640, FOV：130 mm × 130 mm, スライス厚：2.5 mm, スライス幅：2.5 mm, 撮像シーケンス：プロトン密度（以下

PD) 強調条件 (繰り返し時間/ エコー時間 : 1800 ms/ 20 ms), 下顎位は閉口位にて, 修正矢状断面を撮像し, PACS に保存した。

画像評価

画像評価には, 医療画像用液晶ディスプレイ ME253i2 (東京特殊電線) を用いた。2 名の歯科放射線科医 (TA, KH) が各々独立に, 上村らの分類²¹⁾をもとに下顎頭骨変形の有無を評価した。同日に異なる modality の評価は行わず, 評価の際は, 患者情報, 臨床症状, 評価者相互の評価結果は参照できないようにした。また, 評価に当たっては, 画像の濃度やコントラストは評価者が適宜変更可能とした。2 名の評価者間で, 結果が異なった場合には, 合議の上, 評価を決定した。第 1~3 図に評価に用いた画像の例を示す。

統計分析

CBCT をゴールドスタンダードとし, 各 modality の sensitivity, specificity および accuracy を算出した。また, McNemar 検定を用いて, CBCT と各 modality 間の評価の差を比較した。統計分析には, IBM SPSS statistics 19 (日本 IBM) を用い, 有意水準は $p < 0.05$ とした。

結 果

各 modality の下顎頭骨変形の検出率を第 1 表に示す。CBCT では 23 例，OP では 13 例，TMJ-OP では 18 例，3.0 T MRI では 28 例が「骨変形有り」と判断された。この結果を基に算出した各 modality の診断精度を，第 2 表および第 3 表に示す。Accuracy は，OP では 0.58，TMJ-OP では 0.76，3.0 T MRI では 0.87 であった。Sensitivity は，OP では 0.43，TMJ-OP では 0.70，3.0 T MRI では 1.00 であった。Specificity は，OP では 0.80，TMJ-OP では 0.87，3.0 T MRI では 0.67 であった。OP と TMJ-OP では false-negative が多く，一方，3.0 T MRI では false-positive が多くみられた。

McNemar 検定では，CBCT と TMJ-OP および 3.0 T MRI の評価結果に有意差は認めなかったが，OP の評価は有意に低かった。

考 察

日本顎関節学会診療ガイドラインでは、下顎頭骨変形の診断には、断層撮影法や CT が必要とされている²²⁾。同様に国際的な臨床診断基準である DC/TMD においても、変形性顎関節症の確定診断には CT による画像検査が用いられる²⁾。これまでの報告では、CBCT は下顎頭骨変形において、断層撮影法や MSCT と同程度か、それ以上の診断精度を有するとされ^{10, 23, 24)}、臨床応用可能な画像 modality として、最も信頼性が高いと考えられる。それゆえ、本研究では、下顎頭骨変形のゴールドスタンダードとして CBCT を使用した。また、今回対象とした患者は、臨床的にⅢ型、Ⅳ型の顎関節症を疑われ、CBCT の検査結果から、61%の患者が変形性顎関節症に分類された。一般に、顎関節症と診断された患者群のうち、15%程度が顎関節の骨変形を有するといわれており²⁵⁾、本研究の対象と大きな差があった。

本研究で得られた下顎頭骨変形の診断精度の結果から、TMJ-OP は、CBCT と同程度の下顎頭骨変形の検出能を有するが、OP の検出能は、ゴールドスタンダードである CBCT の評価よりも有意に低かった。この 2 種類のパノラマエックス線検査で、OP の断層域は、歯列を基準に設定され、一方、TMJ-OP の断層域は、下顎頭の短軸および長軸を基準としている³⁻⁵⁾。このため、OP では、下顎頭に斜めにエックス線が照射されるために、歪んだ断層像が形成され、骨変形が描出されにくいといわれている^{3, 26)}。今回の結果でも、OP では、false-negative が多かったことから、CBCT で描出できるレ

ベルの微細な骨変形の検出が困難であると考えられた。この要因として、下顎頭を覆う下顎窩外側面や側頭骨錐体、さらに関節結節の一部が障害陰影として、下顎頭に重複し、骨表面の形態が不鮮明になると考えられる。また、TMJ-OPでも障害陰影の重複はあるが、断層域の違いと開口位での撮影により、その影響が少なくなり、視認性が向上したと考えられた。以上のことから、TMJ-OPは、下顎頭骨変形のスクリーニングとして、CBCTと同程度の診断精度を有し、一方、OPはスクリーニングとしての役割は限定されることが考えられる。パノラマエックス線検査の下顎頭骨変形の診断精度の調査研究は、古くから行われているが、このほとんどが旧来のフィルム現像方式を用いている。一般に、デジタル方式は、フィルム現像方式と比較し、空間分解能が低いといわれているが、周波数処理、ウインドウ調整、画像処理により、その低い欠点を補うことが可能である。日本顎関節学会診療ガイドラインでは²²⁾、OPの下顎頭骨変形の accuracy は0.71~0.84としており、本研究結果はこれを下回った。この要因として、デジタル方式を用いたことの影響も考えられる。

近年、パノラマエックス線撮影において、オートフォーカス機能により、任意の焦点面画像を作成できるトモシンセシス機能が注目を浴びている^{27, 28)}。これは、カドミウム-テルル検出器やヨウ化セシウム-CMOS検出器を用い、通常のパノラマ軌道で収集した volume data から、任意の断層域のトモシンセシス画像を再構成する機器である。この機能により、障害陰影の影響や断層面のズレによる画像のぼけを改善し、明瞭

な断層像が得られる²⁷⁾。トモシンセシス機能は、パノラマエックス線検査における障害陰影の影響を低減できるため、下顎頭骨変形の診断精度の改善に有効と考えられる。

本研究では、3.0 T MRI は、accuracy が 0.87 と他の modality よりも高く、良好な診断精度を示した。MRI は、顎関節症患者の診断に最適な modality として、国内外で広く利用されているが、微細な硬組織の診断精度は、MSCT や CBCT よりは低いと考えられている^{14, 29)}。Westesson ら³⁰⁾ と Katzberg ら³¹⁾ は、解剖体を用い、0.3 T MRI の下顎頭骨変形の診断精度を評価し、accuracy はそれぞれ 0.6 と 0.94 であった。今回我々が用いた MRI は静磁場強度 3.0 T であり、過去に下顎頭骨変形の診断精度は報告されていない。一般に MRI の磁場強度が高くなると、様々なメリットとデメリットが現れる^{32, 33)}。3.0 T MRI では、信号-ノイズ比とコントラスト-ノイズ比が向上し、短時間で空間分解能の高い信号を得ることが可能である。一方、3.0 T MRI のデメリットとして、ケミカルシフトと磁化率効果の増加、T1 時間の延長が挙げられる。磁化率効果の増加と T1 時間の延長は、とくに腹部撮像での画像劣化の大きな要因となる。そのため、3.0 T MRI の登場当初は、腹部での応用はあまりされず、多くが頭頸部や四肢の撮像に用いられていた³²⁾。本研究においても、T1 時間の延長による T1 強調画像の劣化が考えられ、PD 強調画像を評価の対象とした。当初、3.0 T MRI は低磁場 MRI よりも、圧倒的に高い診断性能を有すると予想したが、過去の 0.3 T MRI の報告^{30, 31)}

と比較すると同程度であった。この要因として、CBCTと3.0 T MRIのボクセルサイズとスライス厚の違い、顎関節専用コイルを用いなかったことなどが考えられる。

Schmid-Schwapら²⁰⁾は、3.0 T MRIは1.5 T MRIに比べて、円板位置と形態の評価の再現性が高いと報告している。また、Stehlingら¹⁹⁾は、顎関節への3.0 T MRIの応用の利点として、関節円板や滑膜など正常構造がより明瞭に描出され、これらの形態や位置異常をより詳細に分析することが可能であると報告した。しかし、この2つの研究では、本研究で焦点を当てた下顎頭骨変形の評価は行われていない。今回の結果では、3.0 T MRIは他の modality に比べ、false-positiveが多く、この要因として、CBCTでは描出されないが、MRIで骨と同程度の信号強度で描出される軟骨層を含めた下顎頭の形態を評価していた可能性がある。下顎頭の軟骨層の厚みは、最大で0.85 mmと報告されており³⁴⁾、今回用いた3.0 T MRIのボクセルサイズが約0.2 mmであったことを考慮すると、十分に軟骨層の描出が可能であったと考えられる。そして、骨変形に先立ち関節軟骨の肥厚が起こった症例においては、3.0 T MRIにて「骨変形有り」と判定され、CBCTにて「変形なし」と判定された可能性が考えられる。膝関節などの大関節は厚い軟骨層を有し、軟骨を特異的に描出するMRI撮像シーケンスが、すでに臨床応用されているが³⁵⁾、今後、顎関節でも応用できる可能性がある。以上のことを踏まえ、下顎頭骨変形の評価において、3.0 T MRIはCBCTと同程度の診断水準を有し、軟組織に加え、骨変形においても、高い信頼性を有する modality であると考えられる。

結 論

本研究では、CBCT をゴールドスタンダードとし、デジタル方式 OP、TMJ-OP および 3.0 T MRI の下顎頭骨変形の診断精度を調査し、以下の結論を得た。

1. 下顎頭骨変形の正診率は、OP では 0.58、TMJ-OP では 0.76、3.0 T MRI では 0.87 であった。
2. CBCT と TMJ-OP および 3.0 T MRI の評価結果に有意差は認めなかったが、OP は CBCT に比べて有意に低かった。
3. TMJ-OP は、下顎頭骨変形のスクリーニングとして十分な診断精度を有しているが、OP では false-negative が多く、スクリーニングとしての役割は限定される。
4. 3.0 T MRI は、下顎頭骨変形の評価において、高い診断精度を有し、CBCT と同程度の診断精度を有する。

以上の結果から、OP は骨内病変などの除外診断のため、TMJ-OP は下顎頭形態や下顎の移動量のスクリーニング検査として用い、その診断水準を理解した上で、精密検査の選択をする必要がある。一方、3.0 T MRI は、関節円板などの軟組織の異常だけでなく、骨形態の精密検査としても CBCT と同程度の信頼性を有し、放射線防護の観点からも、顎関節画像診断において、最も重要な役割を担うと考えられた。

文 献

- 1) 矢谷博文 (2013) 新編顎関節症. 日本顎関節学会編, 永末書店, 東京, 4-12.
- 2) Schiffman E, Ohrbach R, Truelove E, Look J, Anderson G, Goulet JP, List T, Svensson P, Gonzalez Y, Lobbezoo F, Michelotti A, Brooks SL, Ceusters W, Drangsholt M, Ettlin D, Gaul C, Goldberg LJ, Haythornthwaite JA, Hollender L, Jensen R, John MT, De Laat A, de Leeuw R, Maixner W, van der Meulen M, Murray GM, Nixdorf DR, Palla S, Petersson A, Pionchon P, Smith B, Visscher CM, Zakrzewska J, Dworkin SF; International RDC/TMD Consortium Network, International association for Dental Research; Orofacial Pain Special Interest Group, International Association for the Study of Pain (2013) Diagnostic criteria for temporomandibular disorders (DC/TMD) for clinical and research applications: recommendations of the International RDC/TMD Consortium Network and Orofacial Pain Special Interest Group. *J Oral Facial Pain Headache* 28, 6-27.
- 3) 菅原千恵子, 高橋 章, 竹内 徹, 下村 学, 細木秀彦, 小中ひとみ, 上村修三郎, 柴田考典 (1997) パノラマX線撮影装置を利用した顎関節撮影法 第三報 撮影方向の違いによる剖検下顎頭の骨形態異常検出率の比較. *歯科放射線* 37, 127-135.

- 4) 和光 衛, 原田卓哉, 西川慶一, 光菅裕治, 小林紀雄 (2002) 顎関節症を見直す :
画像検査法と診断. 齒科學報 102, 853-868.
- 5) 荒木和之, 本田和也, 岡野友宏, 遠藤 敦, 金子福和, 舟橋逸雄, 片岡竜太 (2007)
顎関節4分割パノラマ画像による骨変化の検出 小照射野歯科用コーンビームCT
画像を基準として. 齒科放射線 47, 121-125.
- 6) Hashimoto K, Kawashima S, Araki M, Iwai K, Sawada K, Akiyama Y (2006)
Comparison of image performance between cone-beam computed tomography
for dental use and four-row multidetector helical CT. J Oral Sci 48, 27-34.
- 7) Jacobs R (2011) Dental cone beam CT and its justified use in oral health care.
JBR-BTR 94, 254-265.
- 8) Spin-Neto R, Gotfredsen E, Wenzel A (2013) Impact of voxel size variation on
CBCT-based diagnostic outcome in dentistry: a systematic review. J Digit
Imaging 26, 813-820.
- 9) Honda K, Larheim TA, Maruhashi K, Matsumoto K, Iwai K (2006) Osseous
abnormalities of the mandibular condyle: diagnostic reliability of cone beam
computed tomography compared with helical computed tomography based on
an autopsy material. Dentomaxillofac Radiol 35, 152-157.
- 10) Ahmad M, Hollender L, Anderson Q, Kartha K, Ohrbach R, Truelove EL, John

MT, Schiffman EL (2009) Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders (RDC/TMD): development of image analysis criteria and examiner reliability for image analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 107, 844-860.

- 11) Barghan S, Tetradis S, Mallya S (2012) Application of cone beam computed tomography for assessment of the temporomandibular joints. *Aust Dent J* 57, 109-118.
- 12) Krishnamoorthy B, Mamatha N, Kumar VA (2013) TMJ imaging by CBCT: Current scenario. *Ann Maxillofac Surg* 3, 80-83.
- 13) Matsumoto K, Ishizuka T, Yamada H, Yonehara Y, Arai Y, Honda K (2014) Clinical use of three-dimensional models of the temporomandibular joint established by rapid prototyping based on cone-beam computed tomography imaging data. *Oral Radiol* 30, 38-45.
- 14) Larheim TA (1995) Current trends in temporomandibular joint imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 80, 555-576.
- 15) Koh KJ, Park HN, Kim KA (2013) Relationship between anterior disc displacement with/without reduction and effusion in temporomandibular

disorder patients using magnetic resonance imaging. *Imaging Sci Dent* 43, 245-251.

- 16) Matsumoto K, Kameoka S, Amemiya T, Yamada H, Araki M, Iwai K, Hashimoto K, Honda K (2013) Discrepancy of coronal morphology between mandibular condyle and fossa is related to pathogenesis of anterior disk displacement of the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 116, 626-632.
- 17) Makdissi J, Pawar RR, Radon M, Holmes SB (2013) Incidental findings on MRI of the temporomandibular joint. *Dentomaxillofac Radiol* 42, 20130175.
- 18) Uchiyama Y, Murakami S, Furukawa S (2013) Temporomandibular joints in patients with rheumatoid arthritis using magnetic resonance imaging. *Clin Rheumatol* 32, 1613-1618.
- 19) Stehling C, Vieth V, Bachmann R, Nassenstein I, Kugel H, Kooijman H, Heindel W, Fischbach R (2007) High-resolution magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint image quality at 1.5 and 3.0 tesla in volunteers. *Invest Radiol* 42, 428-434.
- 20) Schmid-Schwab M, Drahanowsky W, Bristela M, Kundi M, Piehslinger E, Robinson S (2009) Diagnosis of temporomandibular dysfunction

syndrome—image quality at 1.5 and 3.0 Tesla magnetic resonance imaging.

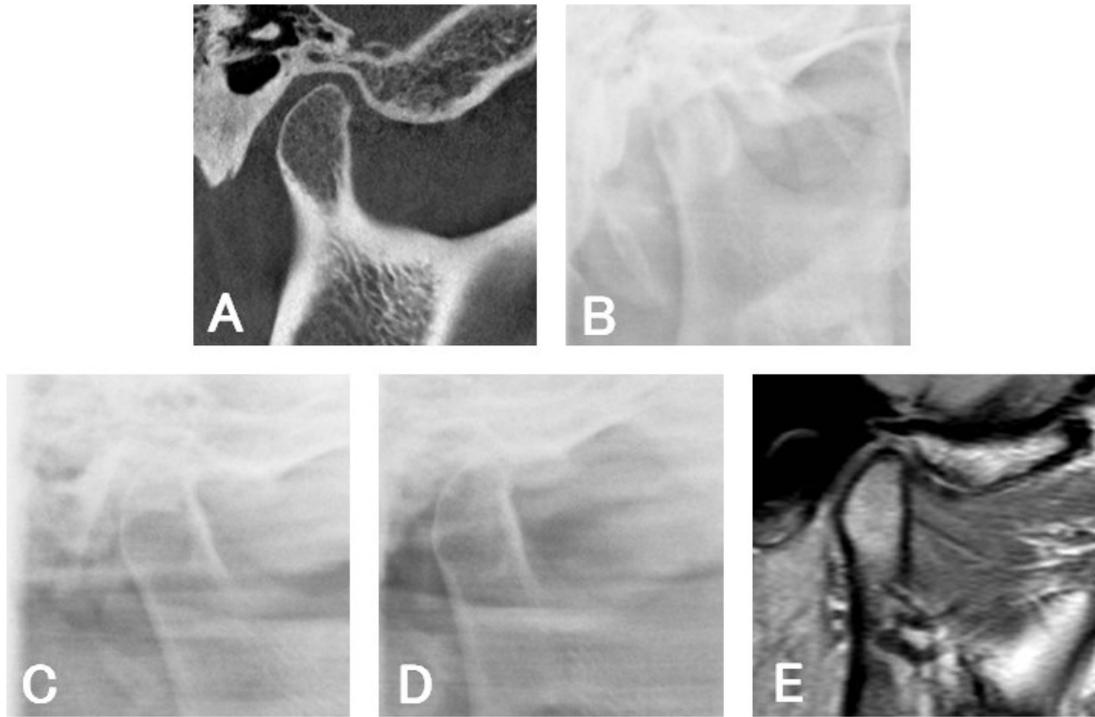
Eur Radiol 19, 1239-1245.

- 21) 上村修三郎, 中村太保, 岩崎裕一, 淵端 孟 (1979) 顎関節疾患に関するX線診断学的研究. 顎関節症における関節の形態的变化について. 歯科放射線 19, 224-237.
- 22) 大西正俊 (2001) 顎関節症における変形性関節症の画像診断. 顎関節症診療に関するガイドライン. 飯塚忠彦監修, 口腔保健協会, 東京, 6-11.
- 23) Honey OB, Scarfe WC, Hilgers MJ, Klueber K, Silveira AM, Haskell BS, Farman AG (2007) Accuracy of cone-beam computed tomography imaging of the temporomandibular joint: comparisons with panoramic radiology and linear tomography. Am J Orthod Dentofacial Orthop 132, 429-438.
- 24) Sharifi Shooshtari S, Maserat V, Dabbaghi A, Shahab S, Shahraki Ebrahimi H, Pourmahdi M, Davoodi M, Kavooosi MA (2014) In-vitro comparison of the diagnostic accuracy of CBCT and helical CT for detection of mandibular condyle erosions. J Islamic Dent Assoc Iran 26, 8-15.
- 25) 下田恒久 (2003) 顎関節症. 日本顎関節学会編, 永末書店, 東京, 326-331.
- 26) 工藤隆治, 前田直樹, 川口真一, 竹内 徹, 菅原千恵子, 下村 学, 細木秀彦, 岩崎裕一, 上村修三郎 (2000) パノラマX線撮影装置を利用した顎関節撮影法 第

四報 顎関節側面パノラマ4分割撮影法における骨外形の出現度. 歯科放射線 40, 237-241.

- 27) Katsumata A, Ogawa K, Inukai K, Matsuoka M, Nagano T, Nagaoka H, Yamakawa T (2011) Initial evaluation of linear and spatially oriented planar images from a new dental panoramic system based on tomosynthesis. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 112, 375-382.
- 28) 中山美和, 内藤宗孝, 勝又明敏, 有地淑子, 木瀬祥貴, 有地榮一郎 (2013) トモシネシス機能を有するパノラマX線装置を用いて撮影した唾石症のX線所見. 歯科放射線 53, 32-33.
- 29) Kai Y, Matsumoto K, Ejima K, Araki M, Yonehara Y, Honda K (2011) Evaluation of the usefulness of magnetic resonance imaging in the assessment of the thickness of the roof of the glenoid fossa of the temporomandibular joint. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 112, 508-514.
- 30) Westesson PL, Katzberg RW, Tallents RH, Sanchez-Woodworth RE, Svensson SA, Espeland MA (1987) Temporomandibular joint: comparison of MR images with cryosectional anatomy. Radiology 164, 59-64.

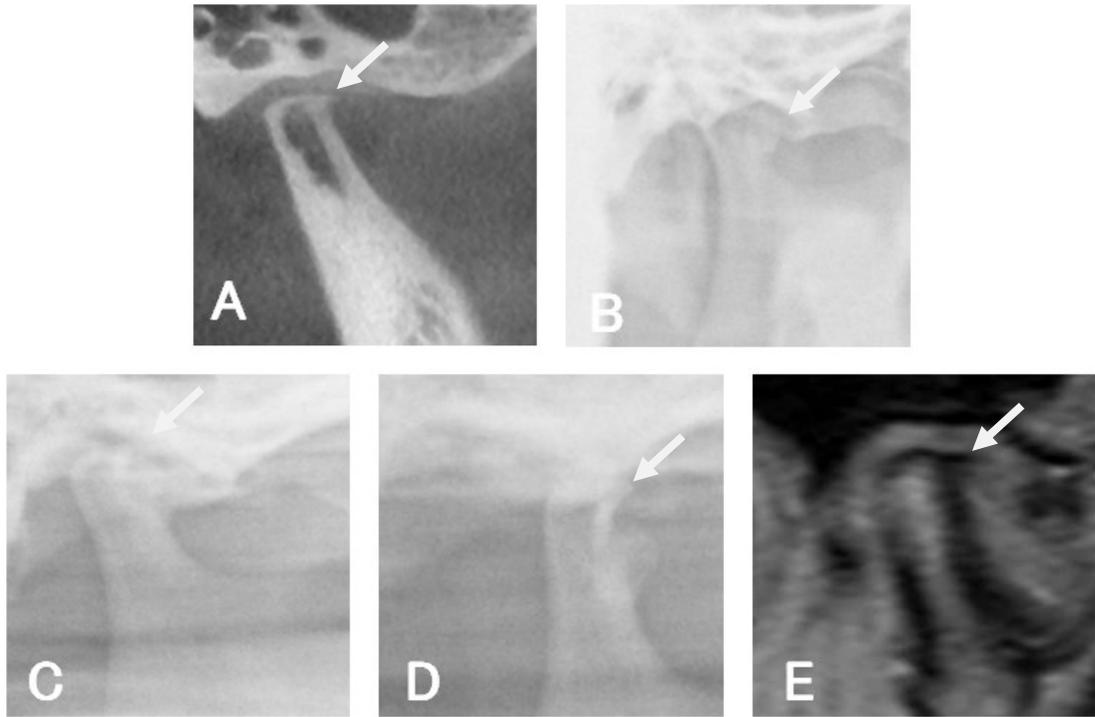
- 31) Katzberg RW, Westesson PL, Tallents RH, Anderson R, Kurita K, Manzione JV, Totterman S (1988) Temporomandibular joint: MR assessment of rotational and sideways disk displacements. *Radiology* 169, 741-748.
- 32) 川原雅昭 (2006) 3T-MRI 装置の臨床応用技術—体幹部領域における利点と問題点—。日放線技会誌 62, 938-947.
- 33) Barth MM, Smith MP, Pedrosa I, Lenkinski RE, Rofsky NM (2007) Body MR imaging at 3.0 T: understanding the opportunities and challenges. *Radiographics* 27, 1445-1464.
- 34) 上條雍彦 (1966) 口腔解剖学第 2 卷。アナトーム社, 東京, 付 16-17.
- 35) Eckstein F, Gavazzeni A, Sittek H, Haubner M, Lösch A, Milz S, Englmeier KH, Schulte E, Putz R, Reiser M (1996) Determination of knee joint cartilage thickness using three-dimensional magnetic resonance chondro-crassometry (3D MR-CCM). *Magn Reson Med* 36, 256-265.



第1図 全 modality で「骨変形なし」と判断された例

下顎頭の外形が丸みを帯びており，連続性を保った均一で曲線的な皮質骨像で輪郭されている。

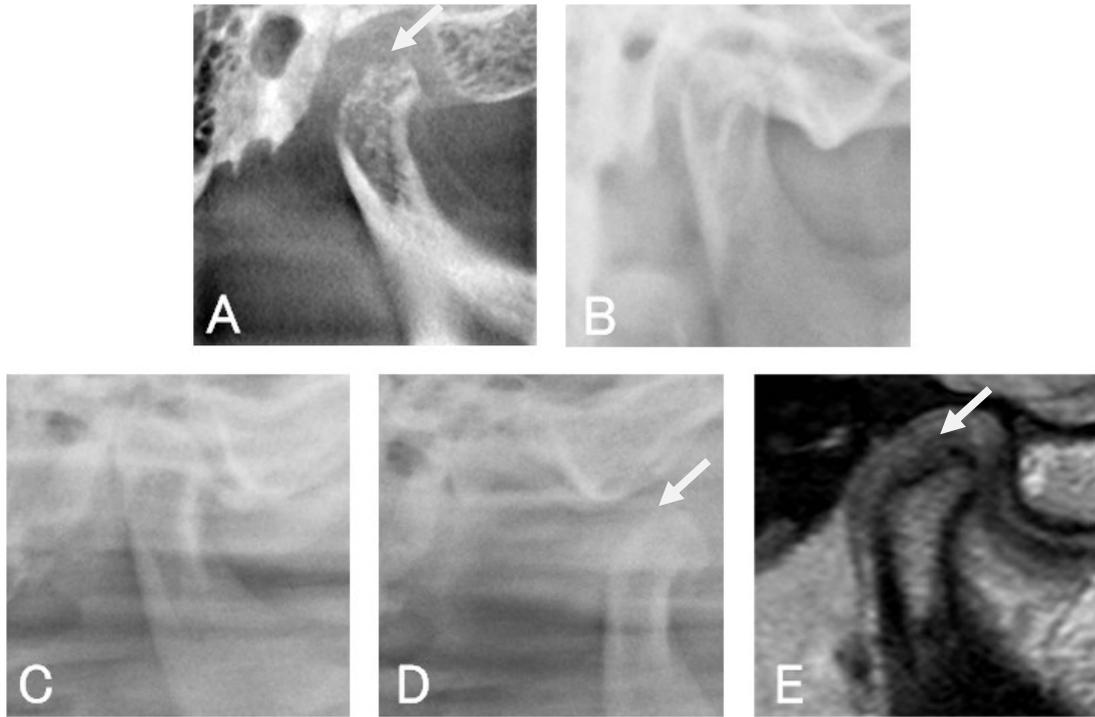
A : CBCT, B : OP, C : TMJ-OP (閉口位) , D : TMJ-OP (開口位) , E : 3.0 T MRI



第2図 全 modality で「骨変形あり」と判断された例

下顎頭の外形に辺縁部骨増生（骨棘形成）の所見を認める（矢印）。

A : CBCT, B : OP, C : TMJ-OP（閉口位）, D : TMJ-OP（開口位）, E : 3.0 T MRI



第3図 OPのみで「骨変形なし」と判断された例

CBCT, TMJ-OP (開口位), 3.0 T MRI ともに下顎頭の外形後縁部に骨吸収が認める (矢印)。

A : CBCT, B : OP, C : TMJ-OP (閉口位), D : TMJ-OP (開口位), E : 3.0 T MRI

第1表 各 modality の下顎頭骨変形の検出率

Modality	Detectability		Percentage (%)
	(-)	(+)	
CBCT	15	23	61
OP	25	13	34
TMJ-OP	20	18	47
3.0 T MRI	10	28	74

(-) : 骨変形なし, (+) : 骨変形あり

第 2 表 下顎頭骨変形における各 modality の診断結果

Modality	True-positive	True-negative	False-positive	False-negative
OP	10	12	3	13
TMJ-OP	16	13	2	7
3.0 T MRI	23	10	5	0

第3表 下顎頭骨変形における各 modality の診断精度

Modality	Sensitivity	Specificity	Accuracy
OP *	0.43	0.80	0.58
TMJ-OP	0.70	0.87	0.76
3.0 T MRI	1.00	0.67	0.87

* $p < 0.05$ vs CBCT