

(案)

重篤副作用疾患別対応マニュアル

薬剤関連顎骨壊死・顎骨骨髓炎

平成21年5月
(平成30年6月改定)
(令和6年X月改定)

厚生労働省

本マニュアルの作成に当たっては、学術論文、各種ガイドライン、厚生労働科学研究事業報告書、独立行政法人医薬品医療機器総合機構の保健福祉事業報告書等を参考に、厚生労働省の委託により、関係学会においてマニュアル作成委員会を組織し、一般社団法人日本病院薬剤師会とともに議論を重ねて作成されたマニュアル案をもとに、重篤副作用総合対策検討会で検討され取りまとめられたものである。

○日本口腔外科学会マニュアル作成委員会

原田 浩之	東京医科歯科大学顎口腔腫瘍外科学教授
及川 悠	東京医科歯科大学顎口腔腫瘍外科学助教
桐田 忠昭	奈良県立医科大学口腔外科学教室教授
上田 順宏	奈良県立医科大学口腔外科学教室講師
北川 善政	北海道大学口腔診断内科学教室教授
浅香 卓哉	北海道大学口腔診断内科学教室助教
栗田 浩	信州大学医学部歯科口腔外科学教授
酒井 洋徳	信州大学医学部歯科口腔外科学講師
岸本 裕充	兵庫医科大学歯科口腔外科学主任教授
吉川 恭平	兵庫医科大学歯科口腔外科学臨床講師
野村 武史	東京歯科大学口腔腫瘍外科学講座主任教授
鈴木 大貴	東京歯科大学口腔腫瘍外科学講座助教

(敬称略)

○一般社団法人日本病院薬剤師会

林 昌洋	国家公務員共済組合連合会虎の門病院薬事専門役
新井 さやか	千葉大学医学部附属病院薬剤部副部長
飯久保 尚	東邦大学医療センター大森病院薬剤部
小原 拓	東北大学病院薬剤部准教授
萱野 勇一郎	社会福祉法人恩賜財団済生会支部大阪府済生会 中津病院薬剤部長
後藤 伸之	福井大学医学部附属病院薬剤部教授・薬剤部長
谷藤 亜希子	神戸大学医学部附属病院薬剤部薬剤主任
濱 敏弘	がん研有明病院薬剤部相談役
舟越 亮寛	医療法人鉄蕉会亀田総合病院薬剤管理部長

矢野 良一 大阪医科薬科大学薬学部臨床薬学教育研究センター一
教授
若林 進 杏林大学医学部付属病院薬剤部

(敬称略)

○重篤副作用総合対策検討会

飯島 正文 昭和大学名誉教授
新百合ヶ丘総合病院 皮膚疾患研究所所長
※五十嵐 隆 国立成育医療研究センター理事長
犬伏 由利子 一般財団法人消費科学センター理事
井深 宏和 公益社団法人日本薬剤師会理事
薄井 紀子 東京慈恵会医科大学客員教授
笠原 忠 自治医科大学客員教授・慶應義塾大学名誉教授
黒岩 義之 財務省診療所健康管理医／横浜市大名誉教授
齋藤 嘉朗 国立医薬品食品衛生研究所副所長
多賀谷 悦子 東京女子医科大学内科学呼吸器内科学分野
教授・基幹分野長
滝川 一 帝京大学医療技術学部学部長・教授、医学部名誉教授
西谷 敏彦 日本製薬工業協会医薬品評価委員会 PV 部会副部会長
林 昌洋 国家公務員共済組合連合会虎の門病院薬事専門役
藤原 慶正 公益社団法人日本医師会 常任理事
山縣 邦弘 筑波大学医学医療系腎臓内科学 教授

※座長 (敬称略)

本マニュアルについて

従来の安全対策は、個々の医薬品に着目し、医薬品毎に発生した副作用を収集・評価し、臨床現場に添付文書の改訂等により注意喚起する「警報発信型」、「事後対応型」が中心である。しかしながら、

- ① 副作用は、原疾患とは異なる臓器で発現することがあり得ること
- ② 重篤な副作用は一般に発生頻度が低く、臨床現場において医療関係者が遭遇する機会が少ないものもあること

などから、場合によっては副作用の発見が遅れ、重篤化することがある。

厚生労働省では、従来の安全対策に加え、医薬品の使用により発生する副作用疾患に着目した対策整備を行うとともに、副作用発生機序解明研究等を推進することにより、「予測・予防型」の安全対策への転換を図ることを目的として、平成17年度から「重篤副作用総合対策事業」をスタートしたところである。

本マニュアルは、本事業の第一段階「早期発見・早期対応の整備」として、重篤度等から判断して必要性の高いと考えられる副作用について、患者及び臨床現場の医師、薬剤師等が活用する治療法、判別法等を包括的にまとめたものである。今般、一層の活用を推進するため、関係学会の協力を得つつ、最新の知見を踏まえた改定・更新等を実施したものである。

医薬品を適正に使用したにもかかわらず副作用が発生し、それによる疾病、障害等の健康被害を受けた方を迅速に救済することを目的として、医薬品副作用被害救済制度が創設されている。医療関係者におかれては、医薬品副作用被害救済制度を患者又は家族等に紹介していただくとともに、請求に必要な診断書等の作成に協力していただくようお願いする。

制度の概要及び請求に必要な資料、その他の関連情報は、参考3、4を参照のこと。

記載事項の説明

本マニュアルの基本的な項目の記載内容は以下のとおり。ただし、対象とする副作用疾患に応じて、マニュアルの記載項目は異なることに留意すること。

患者の皆様へ

- ・ 患者さんや患者の家族の方に知っておいて頂きたい副作用の概要、初期症状、早期発見・早期対応のポイントをできるだけわかりやすい言葉で記載した。

医療関係者の皆様へ

【早期発見と早期対応のポイント】

- ・ 医師、薬剤師等の医療関係者による副作用の早期発見・早期対応に資するため、ポイントになる初期症状や好発時期、医療関係者の対応等について記載した。

【副作用の概要】

- ・ 副作用の全体像について、症状、検査所見、病理組織所見、発生機序等の項目毎に整理し記載した。

【副作用の判別基準（判別方法）】

- ・ 臨床現場で遭遇した症状が副作用かどうかを判別（鑑別）するための基準（方法）を記載した。

【判別が必要な疾患と判別方法】

- ・ 当該副作用と類似の症状等を示す他の疾患や副作用の概要や判別（鑑別）方法について記載した。

【治療法】

- ・ 副作用が発現した場合の対応として、主な治療方法を記載した。
ただし、本マニュアルの記載内容に限らず、服薬を中止すべきか継続すべきかも含め治療法の選択については、個別事例において判断されるものである。

【典型的症例】

- ・ 本マニュアルで紹介する副作用は、発生頻度が低く、臨床現場において経験のある医師、薬剤師は少ないと考えられることから、典型的な症例について、可能な限り時間経過がわかるように記載した。

【引用文献・参考資料】

- ・ 当該副作用に関連する情報をさらに収集する場合の参考として、本マニュアル作成に用いた引用文献や当該副作用に関する参考文献を列記した。

※ 医薬品の販売名、添付文書の内容等を知りたい時は、このホームページにリンクしている
独立行政法人医薬品医療機器総合機構の「医療用医薬品 情報検索」から確認することができます。

<http://www.pmda.go.jp/PmdaSearch/iyakuSearch/>

骨吸収抑制薬に関連する顎骨壊死・顎骨骨髓炎

英語名: Medication-related osteonecrosis/osteomyelitis of the jaws (MRONJ)



A. 患者の皆様へ

ここで紹介している副作用は、まれなもので、必ず起こるものではありません。ただ、副作用に気づかずに放置していると重くなり健康に影響を及ぼすことがあるので、早めに「気づいて」対処することが大切です。そこで、より安全な治療を行う上でも、本マニュアルを参考に、患者さんご自身、またはご家族に副作用の黄色信号として「副作用の初期症状」があることを知っていただき、気づいたら医師、歯科医師または薬剤師に連絡してください。

骨粗鬆症や悪性腫瘍(がん)の骨病変などに使用される薬剤により、顎骨壊死・顎骨骨髓炎がみられることがあり、近年増加傾向にあります。抜歯などの歯科処置後に症状が明らかになることもあります。特にきっかけなく起こることも珍しくありません。次のような症状がみられた場合には、放置せずに医師・歯科医師・薬剤師に相談してください。

「歯やあごが痛い」

「歯茎やあごが腫れている」

「歯がぐらついている」

「唇の周りがしびれる」

「歯を抜いた後の治りが悪い」(写真1)

「歯茎から硬いもの(骨)が出ている」(写真2)

「歯茎に膿がたまっている」(写真3)



写真1：歯を抜いた後の治りが悪く、膿が出ている。



写真2：下の奥歯の裏側に骨が出ている。

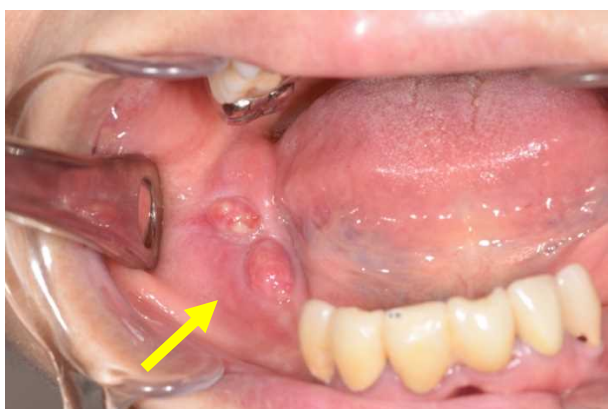


写真3：歯茎が腫れ、膿がたまっている。

1. 薬剤関連顎骨壊死・顎骨骨髓炎とは？

顎骨壊死とは、あごの骨の組織が局所的に死滅し、骨が腐った状態になることで、顎骨骨髓炎とは、口の中にもともと生息する細菌があごの骨にまで感染し炎症を生じている状態になることです。顎骨壊死・顎骨骨髓炎の原因として、むし歯や歯周病の進行、あご周辺への放射線治療、薬剤の副作用などがありますが、このうち、薬剤が原因となって生じる顎骨壊死・骨髄炎を総称して薬剤関連顎骨壊死・顎骨骨髓炎と呼びます。

2. 薬剤関連顎骨壊死・顎骨骨髓炎を引き起こす可能性のある薬剤は？

悪性腫瘍(がん)の骨病変や骨粗鬆症などの治療に使用される、①ビスホスホネート系薬剤、②抗 RANKL 抗体薬剤(デノスマブ薬剤)が主な薬剤ですが、**その他にも血管新生阻害薬や免疫抑制薬などでも発症が報告されています。**

① ビスホスホネート系薬剤

- ・ 多発性骨髄腫や固形癌骨転移の骨病変に対する高用量投与(注射薬)
- ・ 骨粗鬆症に対する低用量投与(主に経口薬、一部注射薬)

② 抗 RANKL 抗体薬剤(デノスマブ薬剤)

- ・ 多発性骨髄腫や固形癌骨転移の骨病変、骨巨細胞腫に対する高用量投与(注射薬)
- ・ 骨粗鬆症や関節リウマチに対する低用量投与(注射薬)

具体的な薬剤の名前は、本マニュアルの 41 ページで確認して下さい。

3. 薬剤関連顎骨壊死・顎骨骨髓炎の症状

薬剤関連顎骨壊死・顎骨骨髓炎は、無症状の場合もありますが、初期症状として、歯やあごが痛む、歯茎やあごが腫れる、歯がぐらつくなどの症状が出現します。その後、歯ぐきから膿がでたり骨が露出す

るなどの症状が生じます。進行すると唇の周りが痺れることもあります。このような症状がみられた場合には、放置せずに医師・歯科医師・薬剤師に相談してください。

薬剤関連顎骨壊死・顎骨骨髓炎のリスクを高める因子として、糖尿病、自己免疫疾患、人工透析、骨系統疾患などの治療を受けている場合、重度の貧血や喫煙、飲酒、肥満などが報告されています。また、口腔内の環境因子として、口腔衛生状態の不良や歯周病、進行したむし歯、抜歯、インプラント周囲炎、合わない入れ歯などが挙げられます。

4. 薬剤関連顎骨壊死・顎骨骨髓炎の予防と対処法

薬剤関連顎骨壊死・顎骨骨髓炎の発症頻度は高くありませんが、発症すると治療が困難な場合もあります。顎骨壊死・顎骨骨髓炎を生じる可能性のある薬剤投与を受ける前に、むし歯や歯周病の治療、抜歯などの歯科治療を受けることが、顎骨壊死・顎骨骨髓炎の発症予防に効果的であると報告されています。また、薬剤投与中も定期的に歯科を受診し、歯ぐきの状態のチェックを受け、ブラッシング（口腔清掃）指導、歯石の除去、入れ歯の調整などを受けることが大切です。

※医薬品の販売名、添付文書の内容等を知りたい時は、このホームページにリンクしている独立行政法人医薬品医療機器総合機構の「医療用医薬品 情報検索」から確認することができます。

<http://www.pmda.go.jp/PmdaSearch/iyakuSearch/>

※独立行政法人医薬品医療機器総合機構法に基づく公的制度として、医薬品を適正に使用したにもかかわらず発生した副作用により入院治療が必要な程度の疾病等の健康被害について、医療費、医療手当、障害年金、遺族年金などの救済給付が行われる医薬品副作用被害救済制度があります（対象除外医薬品による健康被害など、救済給付の対象にならない場合もあります）。

(お問い合わせ先)

独立行政法人医薬品医療機器総合機構救済制度相談窓口

https://www.pmda.go.jp/kenkouhigai_camp/index.html

電話:0120-149-931(フリーダイヤル)[月~金]9時~17時(祝日・年末年始を除く)

B. 医療関係者の皆様へ

1. MRONJ の概要

2003 年ビスホスホネート製剤 (BP) と関連する顎骨壊死が初めて報告された。¹⁾ 2007 年に米国口腔顎顔面外科学会 (American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons: AAOMS) より BP 関連顎骨壊死 (bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaws : BRONJ) に関するポジションペーパー (PP) が発行され²⁾、2022 年に最新版³⁾ が出版されている (AAOMS 2022)。本邦での BRONJ に関する PP は 2010 年に作成され⁴⁾、その後 BP とは異なる機序で同じ骨吸収抑制作用を有する抗 RANKL 抗体製剤 (デノスマブ、Dmab) においても顎骨壊死を発症するリスクがあることから、名称を Antiresorptive agent-related osteonecrosis of the jaws : ARONJ と変更し、2016 年に改訂された⁵⁾ (PP 2016)。2023 年の PP 最新版⁶⁾ (PP 2023) では BP や Dmab 以外に血管新生阻害薬や免疫抑制薬などとの併用で顎骨壊死が発症することから、様々な骨修飾作用を有する薬剤に関連する顎骨疾患という位置づけで薬剤関連顎骨壊死 (Medicated-related osteonecrosis of the jaws : MRONJ) の呼称を用いている。

これらの PP により、MRONJ の疾患概念は、医療関係者ならびに患者へと浸透し、発症予防および早期診断・早期治療の重要性は広く認識されるようになった。しかし、日本口腔外科学会の疾患調査ではその発症数は 2017 年は 4950 例、2021 年は 7077 例と増加している。とくに本邦では骨粗鬆症に対する低用量の骨吸収抑制薬に由来する MRONJ が半数以上を占めていると考えられる⁶⁾。

(1) 定義

下記の 3 項目を満たした場合に MRONJ と診断する。

- ① BP や Dmab による治療歴がある。
- 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。

- ③ 原則として、顎骨への放射線照射歴がない。また、顎骨病変が原発性がんや顎骨へのがん転移ではない。

ただし、本邦 PP 2023⁶⁾ では 8 週以内でも経過や画像所見などから明らかに治癒傾向のない骨壊死を認める場合には MRONJ と診断できるとしている。

(2) 臨床症状とステージング

骨露出は歯周病や根尖病変、義歯性潰瘍、抜歯後に続発するものが主体であるが、下顎隆起や顎舌骨筋線後方の粘膜の菲薄な部位に自然発症する骨露出もある。急性症状の有無ならびに病変の範囲によってステージ 1 から 3 まで分類される（表 1）。各ステージの代表的な画像所見を写真 4~7 に示す。

AAOMS 2022³⁾ や本邦 PP 2016⁵⁾ では、骨露出を認めないものの、顎骨骨髓炎・顎骨壊死様の臨床症状を呈する症例をステージ 0 として記載されている（表 2）が、これらの症例の半数で改善を認めることから、本邦 PP 2023⁶⁾ では「分類」としては残すが、MRONJ の診断・統計から除外した。

表 1（文献 6 より作成）

MRONJ の臨床症状とステージング	
ステージ	臨床症状
ステージ 1	無症状で感染を伴わない骨露出/骨壊死またはプローブで骨を触知できる瘻孔を認める。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 下顎隆起や顎舌骨筋線後方の骨露出（根尖病変や埋伏歯による感染由来を否定） ・ 義歯性潰瘍由来 ・ 歯性感染が（ほぼ）全くない歯の自然脱落 ・ 抜歯後ドライソケット様で排膿なし
ステージ 2	感染/炎症を伴う骨露出/骨壊死やプローブで骨を触知できる瘻孔を認める。 発赤、疼痛を伴い、排膿がある場合とない場合とがある。
ステージ 3	下記の症状を伴う骨露出/骨壊死、またはプローブで骨を触知できる瘻孔を認める。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 下顎では下縁や下顎枝に至る骨露出/骨壊死 ・ 上顎では上顎洞、鼻腔、頬骨に至る骨露出/骨壊死、鼻・上顎洞口腔瘻形成 ・ 病的骨折や口腔外瘻孔

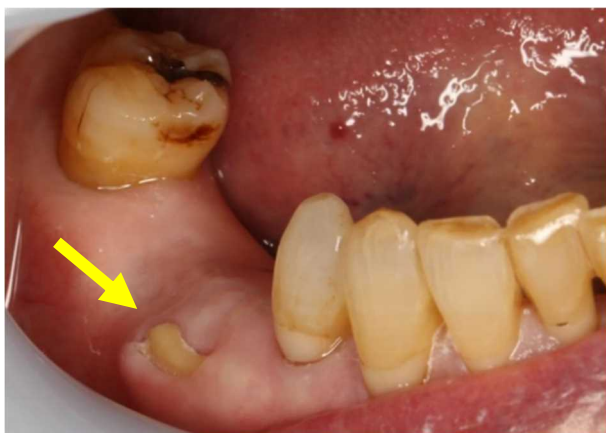


写真4：ステージ1 無症状で感染を伴わない骨露出を認める。
(80歳、男性、前立腺癌の骨転移に対するゾレドロン酸の投与歴あり)

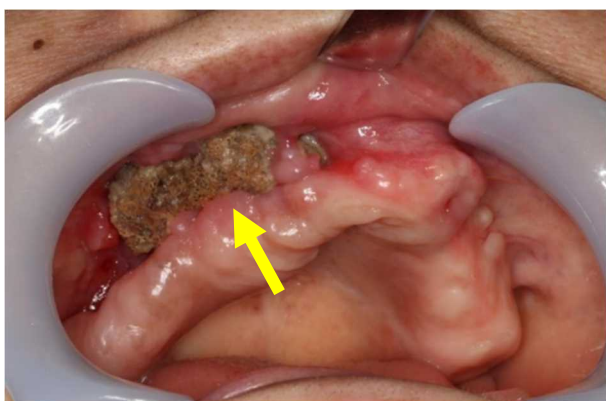


写真5：ステージ2 感染・炎症を伴う骨露出を認める。
(67歳、女性、乳癌の骨転移に対してゾレドロン酸投与歴あり)



写真6：ステージ3 下顎下縁に至る骨壊死を認める（矢印）。
(69歳、男性、前立腺癌の骨転移に対するゾレドロン酸投与歴あり)



写真7：ステージ3 口腔外瘻孔を認める。

(61歳、女性、乳癌の骨転移に対してゾレドロン酸投与歴あり)

表2 (文献6より作成)

潜在性・非骨露出型病変 (ステージ0)
<p>臨床的に骨壊死の確証はないが、以下のような非特異的な症状または臨床所見を呈する患者。歯周病や根尖性歯周炎の診断でも MRONJ に進展するケースが存在するので注意を要する。</p>
<p>症状の例</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 歯周病や根尖性歯周炎と区別のつかない歯痛 ・ 顎の鈍い骨痛、顎関節部までの放散痛 ・ 副鼻腔の疼痛、上顎洞壁の炎症、粘膜の肥厚 ・ 神経感覚機能の変化
<p>臨床所見</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 歯の動揺 ・ 口腔内あるいは口腔外の腫脹
<p>* AAOMS は「歯原性でないこと」を強調しているが、わが国では歯性感染症から進展した MRONJ が多い現状から、潜在性・非骨露出型病変の症状の例から『歯原性でないこと』を外した。</p> <p>* 潜在性・不確定病変 (いわゆるステージ 0) は「分類」としては残すが、MRONJ の診断基準 (骨露出・瘻孔) を満たさないことから、MRONJ の診断・統計から外された。ステージ 0 の約半数が治癒する一方で、約半数が MRONJ に進展することから十分な経過観察が必要である。</p>

(3) 画像診断

MRONJが他の顎骨骨髓炎や顎骨壊死と異なる画像所見は現時点では報告されておらず、これは病理組織学的所見も同様である。従って、多くの臨床情報をもとにして総合的に診断し、ステージを決定すべきである。

日常診療で用いる口内法X線画像は、歯根膜腔や歯槽硬線、局所の骨融解・骨硬化の評価に有効な検査法である。また、パノラマX線画像は、一般的な顎骨骨髓炎でもみられる骨融解像、骨硬化像、虫食い像などが認められ(写真8)、腐骨が確認される場合もある。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が、種々の障害陰影や拡大率の不均一があり、頬舌的情報がCTより劣るとされている。

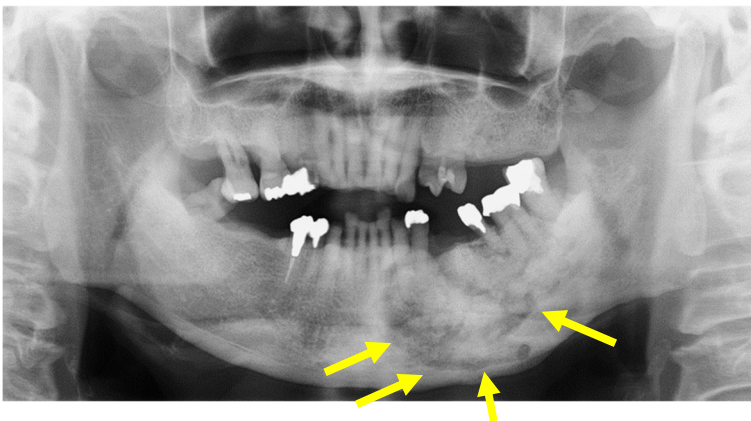


写真8：パノラマX線画像；左側下顎骨体部に一部腐骨分離を伴う、骨融解像を認める(矢印)。

(75歳、女性、乳癌骨転移にてゾレドロン酸投与歴あり)

(文献7より引用)

CTは顎骨の皮質骨や海綿骨の初期変化を捉えることが可能であり、診断に有効である。骨融解や骨硬化、皮質骨の破壊、腐骨分離、抜歯窩の残存、骨膜反応、下顎管の肥厚、上顎洞底線の肥厚、上顎洞炎等を3次元的に評価可能であり(写真9)、蜂窩織炎や瘻孔形成等の周囲軟組織変化も検出可能であるが、歯科用コーンビームCTでは軟組織の評価は困難であるため、注意されたい。

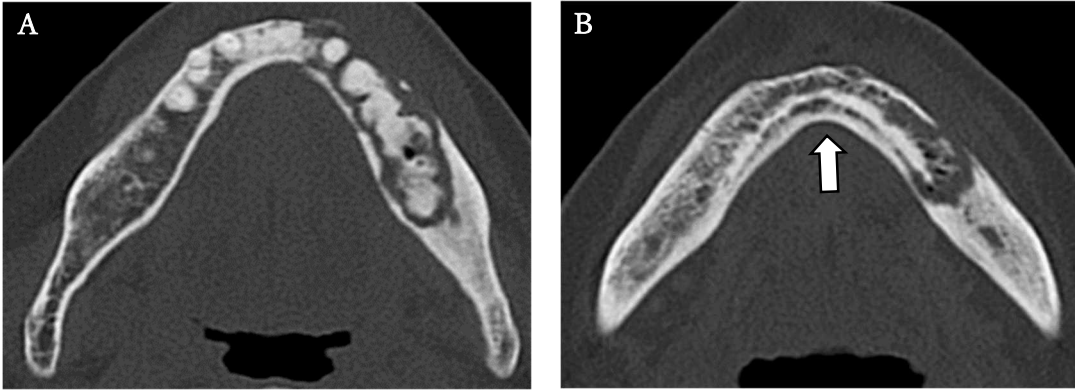


写真 9A : CT ; 左側下顎前歯部から臼歯部にかけて腐骨分離を認める。

(73 歳、女性、乳癌骨転移にてゾレドロン酸投与歴あり)

写真 9B : CT ; 下顎前歯部から左側臼歯部にかけて骨融解像を認め、舌側に骨膜反応と新生骨を認める (矢印)。

(60 歳、女性、乳癌骨転移にてゾレドロン酸投与歴あり)

(文献 7 より引用)

MRI は骨髄の炎症や周囲軟組織の炎症波及範囲の評価に優れている。MRONJ 初期では CT などの X 線画像で捉えられない場合があり、MRIT1 強調像で低信号、T2 強調像ならびに脂肪抑制像の STIR で高信号となる場合があり⁶⁾、早期診断に有用である (写真 10)。ただし、MRI では実際の病変よりも過小評価や過大評価となる報告もあり、CT や他の画像所見と併用すべきである。

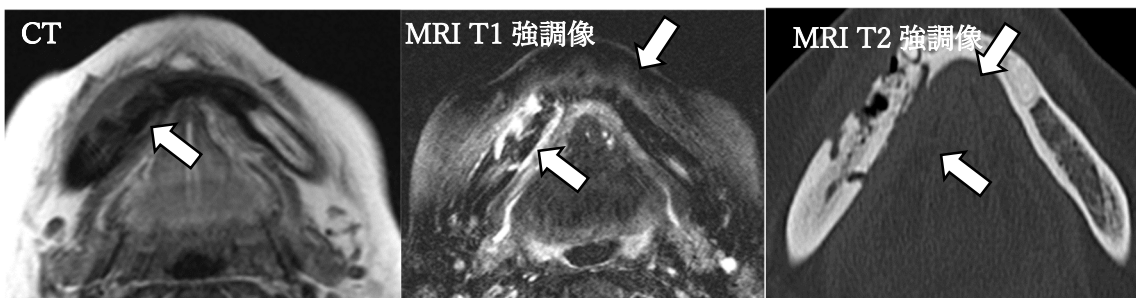


写真 10 : CT・MRI の比較 ; 左側下顎前歯部から右側臼歯部にかけて骨髄炎、骨壊死を認める。

CT では腐骨分離が右側下顎臼歯部に認められるが、MRI T1 強調像では骨壊死をきたした右側下顎臼歯部だけでなく、骨髄炎を発症している反対側の前歯部まで低信号を認め、T2 強調像では一部に高信号が認められる。

(60 歳、女性、乳癌骨転移にてゾレドロン酸投与歴あり)

(文献 7 より引用)

核医学検査として、 ^{99m}Tc 骨シンチグラフィーが骨病変に利用され、軟組織が混在するような骨壊死やその周囲の骨髄炎部分に集積することが知られている。骨シンチグラフィーでは、早期 MRONJ を検出できる場合があり⁶⁾、骨吸収抑制薬の使用患者では定期的に骨シンチグラフィーを行い、顎骨への集積を認めた際には歯科と連携を図ることも重要である（写真 11）。近年ではこれらの single photon emission CT（SPECT）画像を定量評価可能なソフトウェアも開発され、MRONJ 診断、ステージングへの応用、切除範囲の設定、消炎効果のモニタリングなどに利用されている⁶⁾（写真 12）。

また、 ^{18}F -FDG PET/CT による評価では、MRONJ の SUV（standardized uptake value）は他の顎骨骨髄炎と比較して高い傾向にあることが指摘され、高気圧酸素療法による治療効果判定にも有用であることが報告されている⁶⁾（写真 13）。



写真 11：骨シンチグラフィー；右側下顎臼歯部に集積を認める。

（70 歳、男性、骨粗鬆症にてアレドロン酸投与歴あり。右側下顎に軽度疼痛の既往があるものの、排膿や骨露出は認められなかった臨床的にはいわゆるステージ 0 の症例を骨シンチグラフィーにて検出できた。）



写真 12 : SPECT 画像とソフトウェアによる定量評価 (GI-BONE : 日本メジフィジックス社) ; 右側下顎への集積を SUV 変換し、集積の程度や変化を経時的に評価。本症例 (写真 11 と同一症例) では経過観察中に疼痛増悪と骨露出を認め、SPECT での SUV 値の上昇を認めたため、手術に移行した。

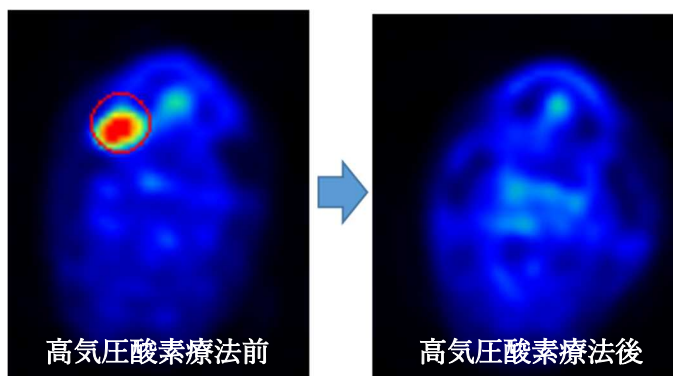


写真 13 : FDG-PET を用いた MRONJ の活動性の変化 (20 回の高気圧酸素療法前後で右側下顎への集積が SUV 値 5.63 から 1.79 と減少している)

(4) 発症機序

MRONJ 発症メカニズムの解明が基礎研究を通じて進められている。動物モデルを介した研究では顎骨への感染が MRONJ 発症に重要な役割を果たすことが明らかになり、グルココルチコイド、抗悪性腫瘍薬、糖尿病が動物モデルでも MRONJ 発症に相加相乗効果を示すことが明らかにされている⁶⁾。

MRONJ 発症に関するメカニズムとしては、BP や Dmab による破骨細胞の活性化阻害に伴う骨のリモデリング阻害が MRONJ 発症の中心的な役割を果たすことが示されている。さらに顎骨への炎症または感染が MRONJ の発症ならびに進展に影響を与え、BP による直接的な血管新生阻害作用に加え、骨吸収抑制薬と併用する血管新生阻害薬や抗悪性腫瘍薬などによる影響で骨への栄養供給が絶たれ、MRONJ 発症を促す可能性が示唆されている⁶⁾。

また、MRONJ の進展経路として、先述の如く骨吸収抑制薬によって、口腔内の感染病変が修飾され顎骨骨髓炎が誘発される他、感染を伴わずに無菌性・虚血性の顎骨壊死をきたす可能性が指摘されている⁶⁾。

MRONJ 発症に関わるリスク因子として、薬剤関連因子、局所因子、全身因子、遺伝的要因が報告されており（表 3）、特にこれらの因子が複数重なる場合には配慮する必要がある。

表 3 (文献 6 より作成)

MRONJ 発症に関わるリスク因子
<p>薬剤関連因子</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ BP およびデノスマブ (投与量 ; 高容量>低用量、累積投与量) ・ 抗スクレロチン抗体製剤 ロモソズマブ ・ 抗悪性腫瘍薬 : 殺細胞性抗悪性腫瘍薬、血管新生阻害薬、チロシンキナーゼ阻害薬、mTOR 阻害薬 ・ グルココルチコイド ・ 免疫抑制薬 : メトトレキサート、mTOR 阻害薬
<p>局所因子</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 歯周病、根尖病変、顎骨骨髓炎、インプラント周囲炎などの顎骨に発症する感染性疾患 ・ 侵襲的歯科治療 (抜歯など) ・ 口腔衛生状態の不良 ・ 不適合義歯、過大な咬合力 ・ 好発部位 : 下顎 (47-73%)、上顎 (20-22.5%)、上下顎 (4.5-5.5%)、 その他下顎隆起、口蓋隆起、顎舌骨筋線の隆起の存在
<p>全身因子</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 糖尿病 ・ 自己免疫疾患 (全身性エリテマトーデス、関節リウマチ、シェーグレン症候群) ・ 人工透析中 ・ 骨系統疾患 (骨軟化症、ビタミン D 欠乏、骨パジェット病) ・ 貧血 (Hb<10 dg/dL) ・ 生活習慣 : 喫煙、飲酒、肥満
<p>遺伝的要因</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ VEGF 遺伝子、RBMS3 遺伝子、SIRT1 遺伝子の一塩基多型

2. MRONJ の発症頻度

原因と考えられる薬剤の使用量および使用期間を正確に把握することが難しいことなどの理由から、MRONJ の発生頻度を正確に評価することは困難である。多くの推定値が報告されているが、研究により大きな差があるのが現状である。臨床試験の結果は、十分な口腔衛生管理がなされている状況での発症率であるため、その発症率は実際より低いと考えられている。現在推定されている薬剤別・投与量別の MRONJ 発症頻度を以下に示す。

(1) BP 製剤

悪性腫瘍患者に対して行われた高用量投与に関して、AAOMS 2022³⁾では、累積リスクは5%未満で、非投与患者の2-10倍としている。日本における調査では、高用量で投与された患者の1.6-32.1%⁹⁻¹²⁾に MRONJ が発生したとされており、1年間に10万人あたり1,609.2人であったと報告されている¹³⁾。一方、骨粗鬆症患者に対する低用量投与に関して、AAOMS 2022³⁾では MRONJ の発生頻度は0.02-0.05%であり、非投与患者の顎骨壊死(非薬剤関連)の発生頻度(0-0.02%)と同程度であると報告されている³⁾。日本の調査では、非薬剤関連の顎骨壊死の推定発症率が0.0004%であったのに対し、低用量での MRONJ 発症率は0.104%と報告されている^{3,11)}。日本のレセプトデータを基に行われた調査では、骨吸収抑制薬を投与された骨粗鬆症患者の MRONJ の1年間の発症率は22.9人/10万人と報告されている¹⁴⁾。

(2) Dmab 製剤

悪性腫瘍で使われる高用量においては、MRONJ の発症リスクはゾレドロン酸を投与されたがん患者とほぼ同等との見解が示されている。悪性腫瘍患者に対して行われた高用量投与に関して、海外の臨床試験やメタアナリシスの結果では MRONJ の発症率は1.7-1.8%であったと報告されている¹⁵⁻¹⁷⁾。観察研究の結果では5.7-33.3%との報告^{9,18-20)}がある。日本では、1年間の発症率は10万人あたり3,084.8人との報告がある¹³⁾。一方、骨粗鬆症患者における MRONJ

の1年間の発症率は、ONJ国際タスクフォースによると0 - 30.2/10万人⁸⁾とされている。また、国際共同臨床試験終了後の7年間の延長試験では、MRONJの1年間の発症率は5.2人/1万人と報告されている²¹⁾。日本では、第Ⅲ相臨床試験で0.2%²²⁾、コホート研究では0.133%¹¹⁾、1年間の発症率は10万人あたり124.7人との報告がある¹³⁾。

(3) 投与期間や投与間隔の影響

悪性腫瘍患者において、投与期間が長くなるとMRONJの発症率が増加するとの報告が多い。BP製剤2年間の治療でMRONJを発症した患者は1.6-4%であったのに対し、2年より長期の治療で3.8-18%であったと報告されている^{23, 24)}。Dmab製剤では臨床試験において2年未満の治療で1.9%、2年より長期で6.9%に発症したことが報告されている²⁵⁾。骨粗鬆症患者においては、AAOMS 2022³⁾では、投与期間はMRONJ発症の危険因子となり得るもののリスクは低いとの見解を示している³⁾。一方で、複数の研究において骨吸収抑制薬剤の長期投与によりMRONJの発症リスクは増加すると報告されている²⁶⁻²⁸⁾。

BP製剤では、短期間隔よりも長期間隔投与で発症率が低いとする報告²⁹⁾と変わらないという報告³⁰⁾のどちらもある。Dmab製剤については、現時点では4週間隔投与も12週間隔投与も効果は同じという報告があるが、MRONJ発症率についての報告はない。

(4) BP製剤からDmab製剤への切り替え

BP製剤からDmab製剤への切り替えによるMRONJ発症のリスクは変わらないとの報告^{25, 31)}がある一方、最近では、切り替えはMRONJ発症の危険因子となることが報告されている³²⁻³⁴⁾。

3. 治療と管理

(1) 概要

近年、MRONJは積極的な外科的治療によって治癒を目指すことが可能となってきた。しかし、骨転移患者をはじめとする根本治療が

行えない患者に対しては、症状の緩和などを治療の目標とし、保存的な治療または小範囲に留めた外科的治療を選択する場合もある。患者の全身状態や生命予後、患者の希望などを考慮し、治療方針を決定する必要がある。

(2) MRONJ の治療

PP 2023⁶⁾ では、MRONJ 治療に関するランダム化比較試験はないものの、近年多数の症例を用いたケースシリーズや、症例対照研究の結果より、ステージ 2、3 の MRONJ に対しては、保存的治療と比較して外科的治療の治癒成績が良好であったと結論づけている。従って現時点では、MRONJ が発症した場合には、疾患の「治癒」を目標とした、外科的治療を選択することが望ましい。ただし、外科的治療の解釈は研究ごとに異なり、局所麻酔下に分離腐骨の除去や壊死骨表層の搔爬を保存的治療と定義する場合もあれば、搔爬を含む何らかの侵襲的処置を加える処置全般を外科的治療とする場合もある。また、骨削除の範囲については、パノラマ X 線、CT、MRI などの各種モダリティを参考に切除範囲を決定する。PP 2023⁶⁾ では、ステージ 1 では保存的治療と外科的治療の両者を、ステージ 2 および 3 では外科的治療を推奨しているが、外科的治療の適応については患者の希望や全身状態等を考慮した上で決定すると報告されている（表 4）。

表 4（文献 6 より作成）

MRONJ の治療	
ステージ 1	保存療法（抗菌性洗口液、洗浄、局所的抗菌薬の注入など）または外科的治療（壊死骨+周囲骨切除など）
ステージ 2	保存的治療と外科的治療（壊死骨+周囲骨切除など）のいずれも適応されるが、外科的治療のほうが治癒率は高く、全身状態が許せば外科的治療を優先する患者の状態や希望等により外科的治療が選択されない場合は、保存的治療（抗菌性洗口液、洗浄、抗菌薬全身投与など）を行う
ステージ 3	外科的治療（壊死骨+周囲骨切除、区域切除など）患者の状態や希望等により外科的治療が選択されない場合は、保存的治療を行う

- ・ステージ1：疼痛や感染を伴わないが、顎骨の露出がある状態がステージ1に相当する。保存的治療（抗菌性洗口液による含嗽、洗浄、局所的抗菌薬の注入など）または外科的治療（壊死骨+周囲骨切除など）を行う。抗菌性洗口液による含嗽としては、ポビドンヨードまたはベンゼトニウム塩化物を用い、1日数回洗口させる。
必要に応じて、局所麻酔下に壊死骨と周囲骨を一層削除する。ステージ1では、疼痛や膿瘍形成などの感染がないため、患者の主訴と全身状態を鑑みて治療を進める。ステージ1については、保存的治療と外科的治療では、どちらの治療で予後が良いのかを比較・検討した研究は少ないため、現状では、患者個々の状況に併せた治療が望まれる。
- ・ステージ2：疼痛や感染・炎症を伴い、顎骨の露出がある状態がステージ2に相当する。保存的治療に加え抗菌薬の投与を検討する。全身状態が許せば外科的治療を行うことで治癒率は高くなる。抗菌薬については、ペニシリンを基本とするが、既に多くの抗菌薬を投与されている例もあるため、細菌培養の結果から、適切な抗菌薬を選択することが望ましい。また、ステージの進行に応じて、耐性菌と嫌気性菌の出現率も上がるとされており、適宜、嫌気性菌をカバーする抗菌薬の使用も検討する。
急性炎症が消退した時点で、感染の状況を鑑みながら外科的治療を行う。完全治癒を目指すための積極的な外科的治療は、全身状態や、原疾患の治療・予後を鑑みて計画を立てる必要がある。特に高齢者や悪性腫瘍患者では、顎骨離断などによる、嚥下障害や肺炎の発生リスクもあるため、慎重に検討すべきである。
- ・ステージ3：下顎下縁、鼻腔、上顎洞に及ぶ骨壊死を伴うものがステージ3に相当する。ステージ1・2と同様に急性炎症がある場合は、その対応を行う。その後、外科的治療（壊死骨+周囲骨切除、区域切除など）を計画する。患者の状態や希望等により、外科

的治療が選択されない場合は、保存的治療でダウンスレージングを目指す。

① 保存的治療について

保存的治療の治癒率は外科的治療と比べると低いが、骨粗鬆症患者では、骨吸収抑制薬（ARA）の休薬または薬剤変更と保存的治療で治癒に至ることもある。がん患者においては保存的治療で治癒に至ることはまれであるが、症状緩和と QOL の維持を目的とした保存的治療の価値は高い。PP 2023⁶⁾ で定義する保存的治療とは、抗菌性洗口液の使用、瘻孔や歯周ポケットあるいは露出した壊死骨と周囲軟組織の間隙に対する洗浄、無麻酔下あるいは局所麻酔下での分離壊死骨の除去や壊死骨の鋭端の削除、経口抗菌薬の投与、口内保清、患者教育指導である。本邦で処方できる抗菌性洗口液には、ポビドンヨード含嗽剤（イソジンガーグル液）、塩化ベンゼトニウム含嗽剤（ネオステリングリーンうがい液）などがある。抗菌薬療法については効果的な抗菌薬あるいは投与期間について一定の見解はない。一方、骨粗鬆症治療薬であるリコンビナント副甲状腺ホルモン（テリパラチド）の全身投与が MRONJ の症状を軽減あるいは治癒させるという報告が散見されるが、エビデンスとしてはいまだ十分ではない。

② 外科的治療について

外科的治療の目的は、MRONJ を治癒させることである。外科的治療の方法としては、壊死骨のみを摘出する conservative surgery、壊死骨切除に加えて周囲健全骨を一定量削除するあるいは下顎辺縁切除や区域切除などの extensive surgery がある。PP 2023⁶⁾ では、いくつかのシステマティックレビューの結果や、症例対照研究の結果を受けて、可能であれば extensive surgery を推奨している。また、下顎骨 MRONJ 症例の治療方針の例として、壊死骨が下顎管より上方に局限している場合には下顎骨辺縁切除、壊死骨が下顎管を含む場合は、可能なら下歯槽神経血管束を温存しながら下顎辺縁切除を、残存下顎骨の量が十分で

ない場合や、壊死骨が下縁の皮質骨に及ぶ場合には下顎区域切除を推奨している（写真 14）。病変の適切な骨切除範囲についてはほとんど報告がなく、今後の検討課題である。下顎区域切除後の再建の適応については、患者の侵襲等を考慮した上で決定するが、できるだけ下顎区域切除が必要になる前の段階で辺縁切除以下の手術で治癒に導くことが望ましい。

PP 2023⁶⁾ では、上顎に対しても extensive surgery が推奨されているが、上顎骨 MRONJ で併発する上顎洞炎に対する対応はいまだ確立していない。

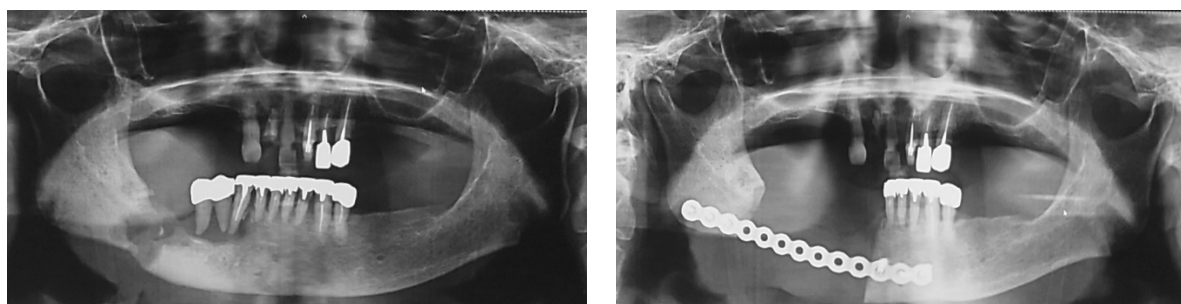


写真 14 : MRONJ ステージ 3 に対して下顎骨区域切除 (extensive surgery) を行った。

③ MRONJ 治療中の管理について

MRONJ の治療時における ARA の休薬については一定の見解はない。休薬が症状寛解や治癒までの期間を短縮したとする報告と、休薬は治療成績に影響しないとする報告があり、現時点では MRONJ 治療時の ARA 休薬を積極的に推奨する根拠はない。高用量 ARA 投与症例は、概ね悪性腫瘍の骨転移症例であるため、治療的休薬は不可であるものの、外科的治療に併せて次回投与のタイミングを調整することや、化学療法および ARA 投与のスケジュールを鑑みて外科的治療を計画することは可能である。一方、ARA 長期投与を受けている骨粗鬆症症例の場合、非定型骨折のリスクもあることから骨密度の値を測定した上で、骨粗鬆症治療薬を変更する場合もある。そのため、MRONJ 治療を担当する歯科医師は、処方医との連携を密に取り、情報を共有する必要がある。保存的

治療、外科的治療に関わらず、抗菌薬長期投与の有用性は明らかでないが、膿瘍を形成するような急性炎症を呈する場合、抗菌薬投与が急性症状を緩和する場合も多く、適応、抗菌薬の選択についてさらなる検討が望まれる。治療方法に関わらず、含嗽を含む口内保清、セルフケアおよび定期的な歯科受診の重要性など、患者教育指導は重要な管理の1つといえる。

4. 予防法

MRONJ 予防には、骨吸収抑制薬を処方する医師と歯科医師に加えて、薬剤師も参加して連携する必要がある。

(1) ARA 投与前

ARA の投与前には、歯および顎骨の感染性疾患を治療しておくことが重要である。歯科医師による X 線検査も含めた口腔内の診査を行い、保存不可能な歯の抜歯など侵襲的な歯科治療は終わらせておくことが望ましい。特に抜歯の場合は、概ね 2 週間程度で抜歯窩の閉鎖（上皮化）が完了するため、投与開始の目安とする。また、歯周疾患に対する口腔衛生管理を徹底し、口腔細菌数を減少させておくことが重要である。義歯を装着している場合には、粘膜に外傷（義歯性潰瘍）がないかを注意深く観察し、適切な義歯調整を行う。たとえ無歯顎者でも不適合義歯があれば、粘膜損傷が MRONJ 発症リスクとなり、また無歯顎に見えても X 線検査で埋伏歯や粘膜下残根、嚢胞などが発覚する場合もある。ARA 投与前はすべての患者において口腔内精査および口腔衛生管理・指導が重要である。骨隆起等のある患者では、同部への食事等による繰り返す外傷により、潰瘍形成、顎骨壊死へとつながることもあり、食事等を含めた生活指導も重要である。

ARA を投与する際に、骨シンチグラフィや FDG-PET にて顎骨に集積があれば、感染性疾患やすでに顎骨骨髓炎が存在している可能性もあるため、歯科で入念に精査しておくべきである。

(2) ARA 投与開始後

投与中・投与後においても、投与前と同様に歯科医師による口腔内の定期的な診査ならびに口腔衛生管理が重要である。診査においては、歯肉粘膜の瘻孔や骨露出の有無、X線検査による骨融解や骨硬化の有無等の把握を行う。上述のように、骨シンチグラフィーやFDG-PETの情報は、MRONJの早期発見につながる場合もある。

抜歯を含めた侵襲的歯科治療における休薬がMRONJ発症予防に有効とするエビデンスが得られていないため、医師と歯科医師で情報共有しつつ、低用量の骨吸収抑制薬では原則として予防的休薬をせずに必要な歯科治療を実施するべきである。ただし、抜歯した場合には治癒が遷延する可能性があるため、上皮化が十分完了したことを確認するべきである。また、低用量のDmabでは、休薬することで椎骨骨折リスクが上昇する可能性が示されているため³⁵⁻³⁷⁾、投与の長期延期や休薬はすべきではない。待機可能な歯科外科処置（歯科インプラントの埋入など）であれば、Dmabの血中濃度の推移や処置後の治癒過程を考慮すると、最終投与4か月頃が望ましい。しかしながら、感染創の処置など、待期期間中に感染が進行する懸念がある場合は総合的に判断するべきである。

高用量の骨吸収抑制薬では、抜歯などの侵襲的歯科治療は適否を慎重に判断し、他に回避できる治療がないかまず検討すべきである。しかしその一方で、根尖病変や歯周疾患など感染源が顎骨に存在すること自体もMRONJのリスク因子であるため、抜歯を前向きに検討すべきであるという報告もある^{38, 39)}。治療のメリットと発症リスクを勘案し、その適否を検討する必要がある。

歯科インプラント手術については、代替治療が存在することから、高用量投与患者では行うべきではない。低用量投与患者については現時点では禁忌とするエビデンスはないが、糖尿病や自己免疫疾患、人工透析、グルココルチコイドなど他のMRONJリスク因子を有する場合は、代替療法を検討すべきである。

ARA投与患者における侵襲的歯科治療においては、MRONJ予防に有効な抗菌薬のエビデンスは現時点で得られていないため、一般的な観血的治療時の抗菌薬適正使用を遵守するべきである⁴⁰⁾。

(3) 医歯薬連携による予防

MRONJ 予防には、医師と歯科医師だけではなく、患者と接する薬剤師とも情報を共有し、それぞれの役割や治療の重要性を互いに理解することが大切である。骨吸収抑制薬を使用する場合は、医師は歯科の介入を依頼し、それに基づいて歯科医師は適切な診査診断を行い、口腔管理を継続することが大切である。また、薬剤師にも MRONJ に対する正しい知識の下で患者と接してもらう必要があり、そのために情報を適切に共有して連携を図る必要がある。

5. 典型症例

【症例 1】80 歳代、女性、骨粗鬆症患者

骨粗鬆症に対し、BP 製剤であるリセドロン酸ナトリウムを 2 年間、その後 Dmab 60mg 皮下注を 6 か月毎に、2 年間継続投与されていた。以前より動揺していた右側下顎犬歯が自然脱落し、その 6 か月後に右側オトガイ下部に腫脹および疼痛を認め、瘻孔を形成し、かかりつけ歯科受診した。同院にて右側下顎犬歯部相当歯肉に骨露出を認めたことより大学病院口腔外科を紹介された。右側オトガイ下部皮膚に瘻孔形成を認め、排膿していた（写真 15）。また、上下無歯顎であり義歯を使用していたが、右側下顎犬歯部相当歯肉に 23×10mm 大の壊死骨露出を認めた（写真 16）。パノラマ X 線画像では、右側下顎前歯部に腐骨様不透過像を認め、骨吸収は下顎骨下縁に及んでいた（写真 17）。CT では、同部に舌側皮質骨の断裂が下顎骨下縁にまで及んでいた（写真 18）。MRI では、同部に著明な高信号を示す炎症所見を認めた（写真 19）。^{99m}Tc（骨）シンチグラフィにおいては、右側下顎骨に高度の集積を認めた（写真 20）。抗菌薬の投与および腐骨除去により、オトガイ下部の瘻孔は閉鎖し、同部歯肉も上皮化し治癒した。

（解説）本症例は骨粗鬆症に対し、リセドロン酸ナトリウムを 2 年間、Dmab 60mg 皮下注を 6 か月毎に 2 年間投与されていた。歯周病により高度な動揺を認めていた歯の自然脱落より MRONJ が発症した。

BP 薬剤の低用量投与症例で、糖尿病やグルココルチロイドの全身投与などのリスク因子はなかったが、下顎骨下縁に至る進行性骨融解、瘻孔形成を伴っており、MRONJ（ステージ3）と診断した。

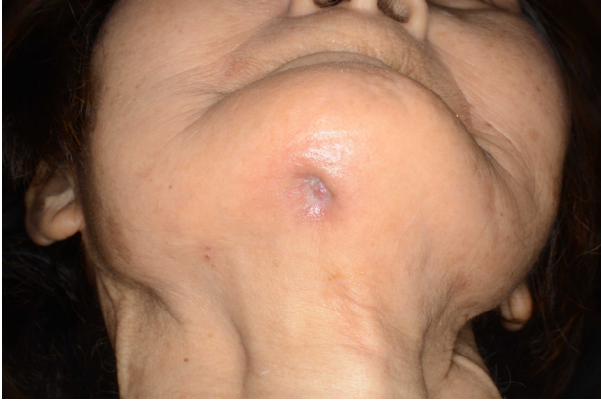


写真 15：右側オトガイ下部皮膚に瘻孔形成を認める。

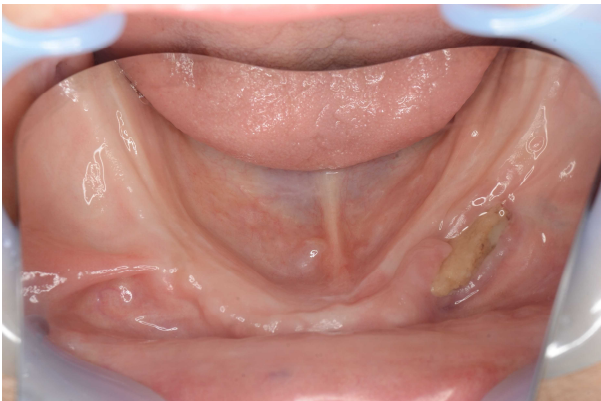


写真 16(ミラー像)：右側下顎犬歯部相当歯肉に 23×10mm 大の表面黄白色の壊死骨の露出を認める。



写真 17 : 右側下顎犬歯から前歯部に腐骨様不透過像を認め、骨吸収は下顎骨下縁におよぶ。

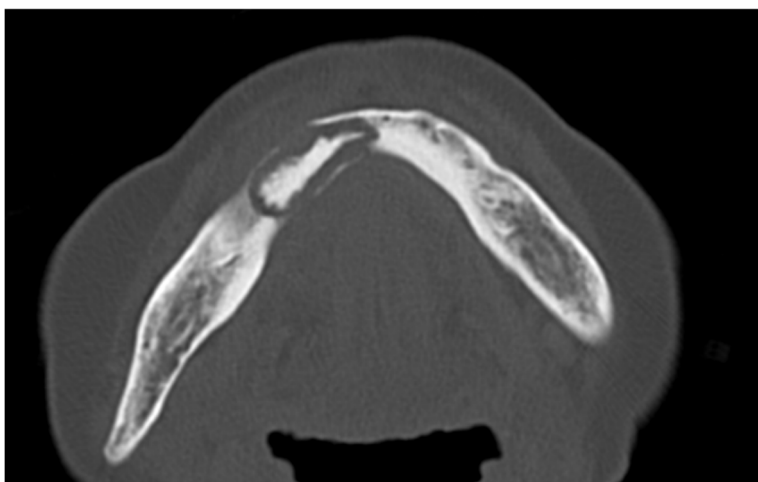


写真 18 : CT では右側同部に舌側皮質骨の断裂が下顎骨下縁まで続いている。

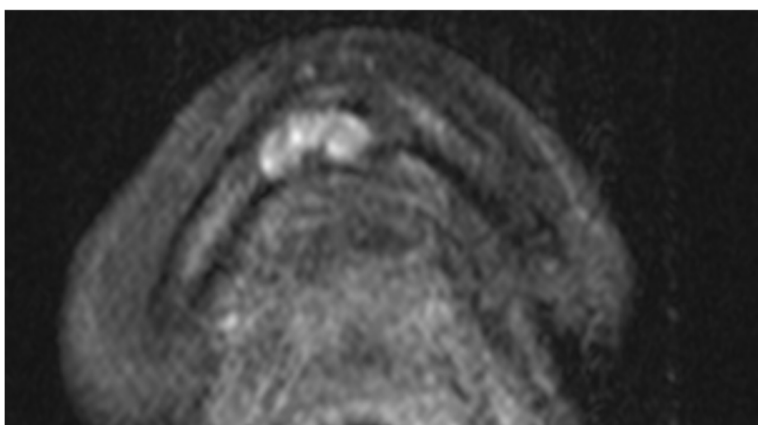


写真 19 : MRI (脂肪抑制 T2 強調像) では右側同部に高信号を示す炎症所見を認める。

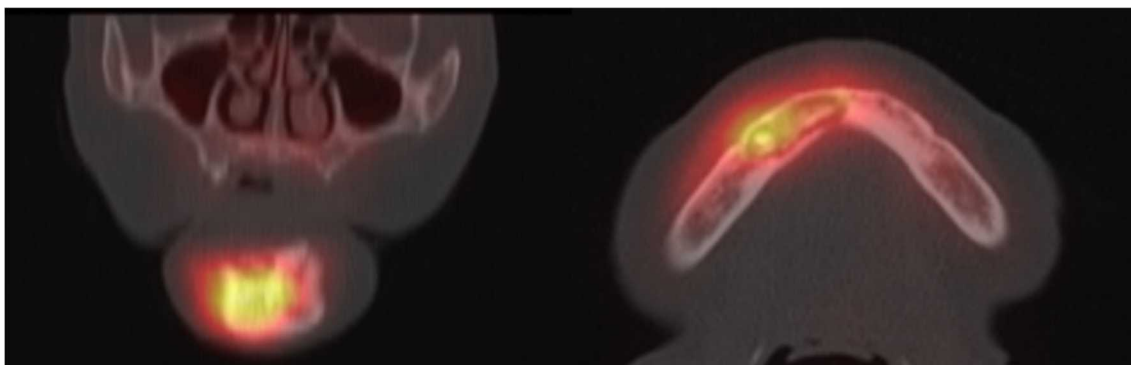


写真 20: ^{99m}Tc (骨) シンチグラフィーにおいては、腐骨が分離した右側同部に高度の集積を認める。

【症例 2】 60 歳代、女性、乳癌患者

乳癌の手術から 3 年経過後、骨を含めた多発転移が判明した。フルベストラントの投与が開始されたが、その後パルボシクリブが追加された。その後はエベロリムス+エキセメスタンへと薬剤が変更されていた。この経過中に骨転移病変の増大を認め、BP 製剤であるゾレドロン酸 4mg の点滴静注を 4 週毎に 1 年 4 か月間継続され、その後、Dmab 120mg の皮下注（4 週毎）を 4 年間継続されていた。当初は、かかりつけ歯科医院で口腔管理がなされていたが、乳癌治療による倦怠感などを理由に通院中断となっていた。複数歯の自然脱落と壊死した顎骨が露出してきたため、大学病院口腔外科を紹介された。右側下唇・オトガイ部の知覚鈍麻（Vincent 症状）を認めた。口腔衛生状態は不良であり、両側上顎、右側下顎に壊死骨の露出を認めた（写真 21）。パノラマ X 線画像で、右側下顎前歯部から臼歯部にかけて、下顎骨下縁にいたる腐骨と病的骨折を認め、右側上顎臼歯部と左側上顎前歯部から臼歯部には骨融解と骨硬化像が認められた（写真 22）。3D-CT では、左側上顎前歯部から臼歯部にかけて、また、右側下顎前歯部から臼歯部に広がる腐骨の分離形成と下顎骨の病的骨折を認めた（写真 23）。 ^{99m}Tc 骨シンチグラフィーにおいては、腐骨が分離した右側下顎骨には集積は認めず、その周囲骨および右側上顎骨に高度の集積を認めた（写真 24）。口腔衛生管理と抗菌薬の投与を行い、壊死骨周囲粘膜や右側頬部の炎症所見は軽減したが、さらに複数の歯が自然脱落した。また、右側下顎骨骨折により、開閉口運動に障害と疼痛があり、十分な経口摂取量が得られないことより、両側上顎腐骨

除去術および右側下顎区域切除術、プレート再建術を施行した(写真 25, 26)。術後、口腔内は正常粘膜で被覆され、MRONJは治癒し経口摂取量は回復した(写真 27)。

(解説) 本症例は乳癌の多発骨転移に対し、ゾレドロン酸を1年4か月間投与後、Dmabを4年間投与されていた。かかりつけ歯科受診は中断されており、歯の自然脱落により再受診した歯科にてMRONJが判明した。口腔内の3か所にMRONJが発症しており、口腔衛生状態は不良で、辺縁性歯周炎の増悪によりMRONJが発症したと考えられた。壊死骨の露出は8週間以上にわたり、右側下顎では病的骨折に至っていることより、両側上顎骨と右側下顎骨の広範囲にわたるMRONJ(ステージ3)と診断した。



写真 21 : 右側上顎臼歯部と左側上顎前歯部から臼歯部および右側下顎臼歯部に壊死骨が露出している。



写真 22 : 右側下顎臼歯部に腐骨様不透過像を認め、病的骨折が見られる。また、右側上顎臼歯部と左側上顎前歯部から臼歯部には骨融解と骨硬化像が認められる。

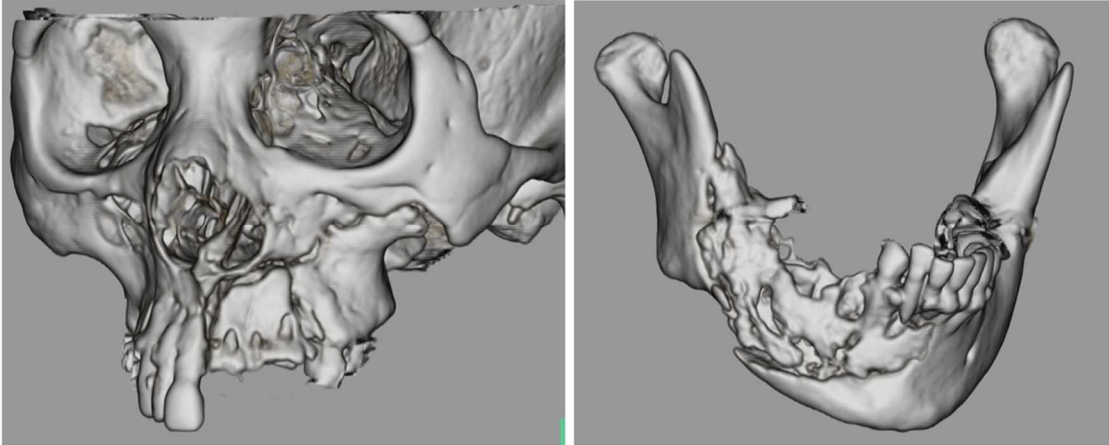


写真 23 : 3D-CT では、左側上顎前歯部から臼歯部にかけて（左写真）、また、右側下顎前歯部から臼歯部（右写真）に広がる腐骨の分離形成と下顎骨の病的骨折を認める。

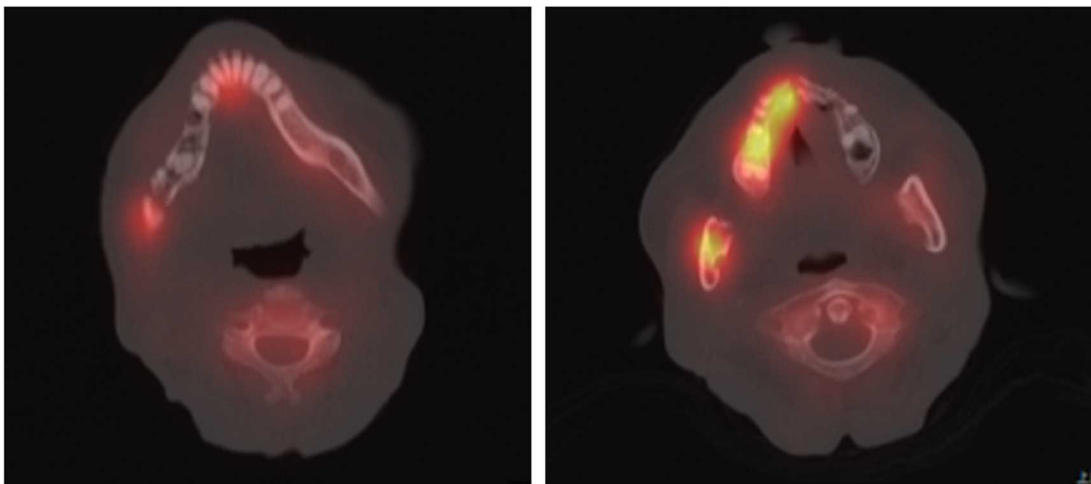


写真 24 : ^{99m}Tc 骨シンチグラフィーにおいては、腐骨が分離した右側下顎骨（左写真）と左側上顎骨（右写真）には明らかな集積は認めず、その周囲骨および右側上顎骨（右写真）に高度の集積を認める。

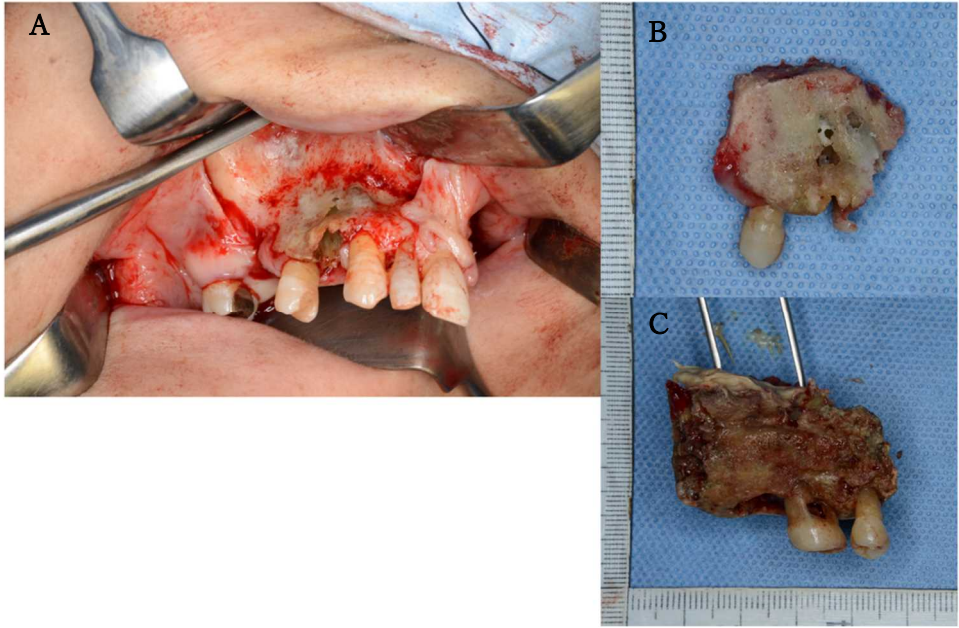


写真 25 : 両側上顎腐骨除去術施行時写真(A)、摘出した腐骨 (B:右側上顎部、C:左側上顎部)

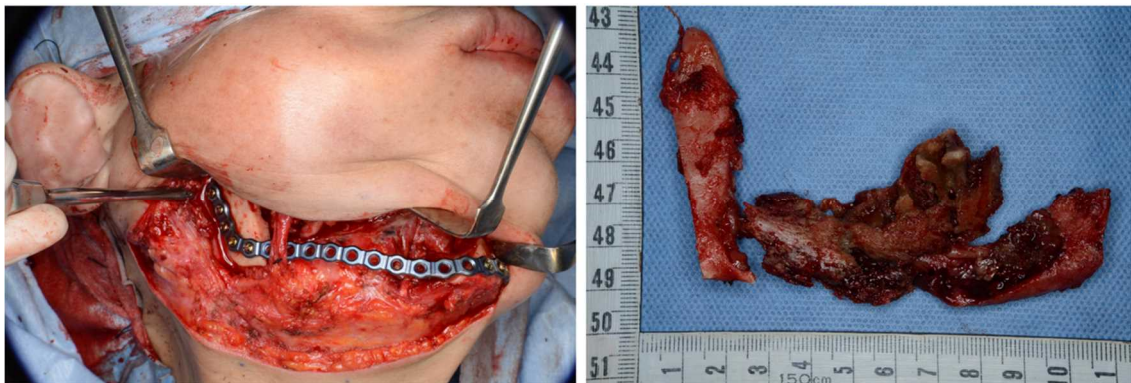


写真 26 : 右側下顎区域切除術、プレート再建術施行時写真 (左写真) と摘出した腐骨 (右写真)

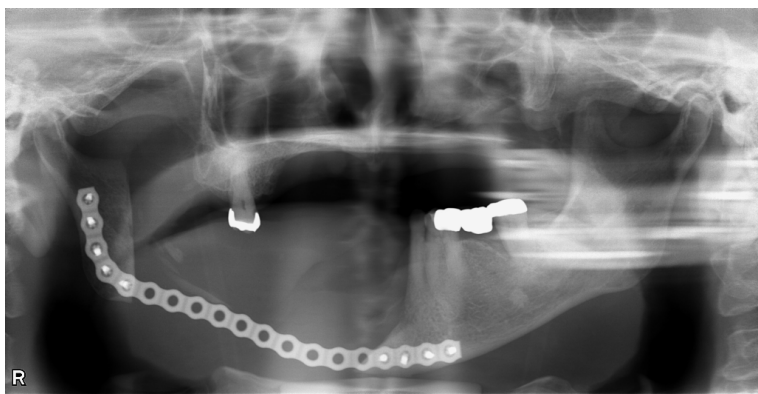


写真 27 : 下顎再建術後パノラマ X 線画像

6. 引用文献

- 1) Marx RE : Pamidronate (Aredia) and zoledronate (Zometa) induced avascular necrosis of the jaws: a growing epidemic. J Oral Maxillofac Surg 2003;61:1115–7.
- 2) American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons Position Paper on Medication-Related Osteonecrosis of the Jaws. J Oral Maxillofac Surg 2007;65:369–376.
- 3) Ruggiero SL, Dodson TB, et al : American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons' Position Paper on Medication-Related Osteonecrosis of the Jaws 2022 Update. J Oral Maxillofac Surg 2022;80:920–943.
- 4) Yoneda T, Hagino H, et al : Bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaw: position paper from the Allied Task Force Committee of Japanese Society for Bone and Mineral Research, Japan Osteoporosis Society, Japanese Society of Periodontology, Japanese Society for Oral and Maxillofacial Radiology, and Japanese Society of Oral and Maxillofacial Surgeons. J Bone Miner Metab 2010;28:365–83.
- 5) 米田俊之, 萩野 浩, 他 : 顎骨壊死検討委員会 : 骨吸収抑制薬関連顎骨壊死の病態と管理 : 顎骨壊死検討委員会のポジションペーパー 2016
(https://www.jsoms.or.jp/medical/wp-content/uploads/2015/08/position_paper2016.pdf)
- 6) 岸本裕充, 萩野 浩, 他 : 顎骨壊死検討委員会 : 骨吸収抑制薬関連顎骨壊死の病態と管理 : 顎骨壊死検討委員会のポジションペーパー 2023
(https://www.jsoms.or.jp/medical/pdf/work/guideline_202307.pdf)
- 7) 岸本裕充, 北川善政, 他 : 日本口腔外科学会編 : MRONJ ポジションペーパー2023 その見方と活用法. 別冊 ザ・クインテッセンス 口腔外科 YEARBOOK 一般臨床家, 口腔外科医のための口腔外科ハンドマニュアル'23 : 14–45, 2023.
- 8) Khan AA, Morrison A, et al : Diagnosis and management of osteonecrosis of the jaw: a systematic review and international consensus. J Bone Miner Res 2015;30:3–23.
- 9) Kawanishi H, Yokozeki H, et al : Incidence of Antiresorptive Agent-Related Osteonecrosis of the Jaw in Urologic Cancers. Hinyokika Kiyo 2022;68:1–6.
- 10) Ikesue H, Doi K, et al : Risk evaluation of denosumab and zoledronic acid for medication-related osteonecrosis of the jaw in patients with bone metastases: a propensity score-matched analysis. Support Care Cancer 2022;30: 2341–2348.
- 11) 藤盛真樹, 鳥谷部純行, 他 : 骨吸収抑制薬関連顎骨壊死の発生と治癒に関する前向き多施設共同研究-北海道東部 十勝, 釧路・根室, オホーツク医療圏における顎骨壊死発生率-. 日口外誌 2021;67: 571–583.

- 12)Hata H, Imamachi K, et al : Prognosis by cancer type and incidence of zoledronic acid-related osteonecrosis of the jaw: a single-center retrospective study *Support Care Cancer* 2022;30:4505–4514.
- 13)Kunihara T, Tohmori H, et al : Incidence and trend of antiresorptive agent-related osteonecrosis of the jaw from 2016 to 2020 in Kure, Japan. *Osteoporos Int.* 2023. doi: 10.1007/s00198-023-06732-8.
- 14)Ishimaru M, Ono S, et al : Prevalence, Incidence Rate, and Risk Factors of Medication-Related Osteonecrosis of the Jaw in Patients With Osteoporosis and Cancer: A Nationwide Population-Based Study in Japan. *J Oral Maxillofac Surg* 2022;80:714–727.
- 15)Qi WX, Tang LN, et al : Risk of osteonecrosis of the jaw in cancer patients receiving denosumab: a meta-analysis of seven randomized controlled trials. *Int J Clin Oncol* 2014;19:403–410.
- 16)Boquete-Castro A, Gómez-Moreno G, et al : Denosumab and osteonecrosis of the jaw. A systematic analysis of events reported in clinical trials. *Clin Oral Implants Res* 2016;27:367–375.
- 17)Saad F, Brown JE, et al : Incidence, risk factors, and outcomes of osteonecrosis of the jaw: integrated analysis from three blinded active-controlled phase III trials in cancer patients with bone metastases. *Ann Oncol* 2012;23:1341–1347.
- 18)Ehrenstein V, Heide-Jørgensen U, et al : Osteonecrosis of the jaw among patients with cancer treated with denosumab or zoledronic acid: Results of a regulator-mandated cohort postauthorization safety study in Denmark, Norway, and Sweden. *Cancer* 2021;127:4050–4058.
- 19)Hallmer F, Bjarnadottir O, et al : Incidence of and risk factors for medication-related osteonecrosis of the jaw in women with breast cancer with bone metastasis: a population-based study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2020;130:252–257.
- 20)Loyson T, Van Cann T, et al : Incidence of osteonecrosis of the jaw in patients with bone metastases treated sequentially with bisphosphonates and denosumab. *Acta Clin Belg* 2018;73:100–109.
- 21)Watts NB, Grbic JT, et al: Invasive Oral Procedures and Events in Postmenopausal Women With Osteoporosis Treated With Denosumab for Up to 10 Years. *J Clin Endocrinol Metab.* 2019;104:2443–2452.
- 22)Sugimoto T, Matsumoto T, et al : Three-year denosumab treatment in postmenopausal

Japanese women and men with osteoporosis: results from a 1-year open-label extension of the Denosumab Fracture Intervention Randomized Placebo Controlled Trial(DIRECT). *Osteoporos Int* 2015;26:765–774.

23) Aguiar Bujanda D, Bohn Sarmiento U, et al: Assessment of renal toxicity and osteonecrosis of the jaws in patients receiving zoledronic acid for bone metastasis. *Ann Oncol.* 2007;18:556–60.

24) Brufsky AM, Sereika SM, et al: Long-term treatment with intravenous bisphosphonates in metastatic breast cancer: a retrospective study. *Breast J.* 2013;19:504–511.

25) Stopeck AT, Fizazi K, et al: Safety of long-term denosumab therapy: results from the open label extension phase of two phase 3 studies in patients with metastatic breast and prostate cancer. *Support Care Cancer.* 2016;24: 447–455.

26) Chiu WY, Yang WS, et al : The influence of alendronate and tooth extraction on the incidence of osteonecrosis of the jaw among osteoporotic subjects. *PLoS One* 2018;13: e0196419.

27) Park JH, Kwoen MJ, et al : Gradual, but Not Sudden, Dose-Dependent Increase of ONJ Risk With Bisphosphonate Exposure: A Nationwide Cohort Study in Women With Osteoporosis. *Front Endocrinol(Lausanne)* 2021;12:774820.

28) Ppl Fung, Bedogni G, et al : Time to onset of bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaws: a multicentre retrospective cohort study. *Oral Dis* 2017;23:477–483.

29) Van Poznak CH, Unger JM, et al : Association of Osteonecrosis of the Jaw with Zoledronic Acid Treatment for Bone Metastases in Patients With Cancer. *JAMA Oncol* 2021;7: 246–254.

30) Himelstein AL, Foster JC, et al : Effect of Longer-Interval vs Standard Dosing of Zoledronic Acid on Skeletal Events in Patients with Bone Metastases: A Randomized Clinical Trial. *JAMA* 2017;317:48–58.

31) Loyson T, Van Cann T, et al : Incidence of osteonecrosis of the jaw in patients with bone metastases treated sequentially with bisphosphonates and denosumab. *Acta Clin Belg* 2018;73:100–109.

32) Everts-Graber J, Lehmann D, et al : Risk of Osteonecrosis of the Jaw Under Denosumab Compared to Bisphosphonates in Patients With Osteoporosis. *J Bone Miner Res* 2022;37:340–348.

33) Higuchi T, Soga Y, et al : Replacing zoledronic acid with denosumab is a risk factor for developing osteonecrosis of the jaw. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*

2018;125:547–551.

34) Ikesue H, Doi K, et al : Switching from zoledronic acid to denosumab increases the risk for developing medication related osteonecrosis of the jaw in patients with bone metastase. *Cancer Chemother Pharmacol* 2021;87:871–877.

35) Bone HG, Bolognese MA, et al: Effects of denosumab treatment and discontinuation on bone mineral density and bone turnover markers in postmenopausal women with low bone mass. *J Clin Endocrinol Metab* 2011;96:972–980.

36) Anastasilakis AD, Polyzos SA, et al: Clinical features of 24 patients with rebound-associated vertebral fractures after denosumab discontinuation: Systematic review and additional cases. *J Bone Miner Res* 2017;32:1291–1296.

37) Tsourdi E, Langdahl B, et al: Discontinuation of denosumab therapy for osteoporosis: A systematic review and position statement by ECTS. *Bone* 2017;105:11–17.

38) Soutome S, Hayashida S, et al: Factors affecting development of medication-related osteonecrosis of the jaw in cancer patients receiving high-dose bisphosphonate or denosumab therapy: Is tooth extraction a risk factor? *PLoS ONE* 2018;13:e0201343.

39) Soutome S, Otsuru M, et al: Relationship between tooth extraction and development of medication-related osteonecrosis of the jaw in cancer patients. *Sci Rep* 2021;11:17226.

40) 術後感染予防抗菌薬適正使用のための実践ガイドライン (chemotherapy.or.jp) 日本化学療法学会 / 日本外科感染症学会 術後感染予防抗菌薬適正使用に関するガイドライン作成委員会編.

7. 参考) MRONJ 発症のリスクを有する医薬品 (文献 6 より作成)

①骨吸収抑制薬 (ARA)

分類	一般名	高用量/ 低用量	主な商品名	使用目的	
ビスホスホネート	ゾレドロン酸 水和物	高用量	ゾメタ点滴静注 ゾレドロン酸点滴静注	・多発性骨髄腫による骨病変 及び固形癌骨転移による骨病変 ・悪性腫瘍による高カルシウム血症	
		低用量	リクラスト点滴静注液	・骨粗鬆症	
	パミドロン酸 二ナトリウム 水和物	高用量	パミドロン酸 二 Na 点滴静注用	・乳癌の溶骨性骨転移 ・骨形成不全 ・悪性腫瘍による高カルシウム血症	
		低用量	フォサマック錠 ボナロン (点滴静注/錠/ゼリー) アレンドロン酸 (点滴静注/錠)	・骨粗鬆症	
	イバンドロン酸 ナトリウム水和物	低用量	ボンビバ(静注/錠)	・骨粗鬆症	
		低用量	ボノテオ錠 リカルボン錠 ミノドロン酸錠	・骨粗鬆症	
			アクトネル錠 ベネット錠 リセドロン酸 Na 錠	・骨粗鬆症 ・骨ページェット病 (17.5mg 製剤のみ)	
			エチドロン酸 二ナトリウム	ダイドロネル錠	・骨粗鬆症 ・脊髄損傷後、股関節形成術後における初期及び進行期の異所性骨化の抑制 ・骨ページェット病
	抗 RANKL モノクローナル 抗体	デノスマブ	高用量	ランマーク皮下注	・多発性骨髄腫による骨病変 及び固形癌骨転移による骨病変 ・骨巨細胞腫
			低用量	プラリア皮下注	・骨粗鬆症 ・関節リウマチに伴う骨びらんの進行抑制

②その他の医薬品

分類	医薬品名
ヒト化抗スクレロステチンモノクローナル抗体	ロモソズマブ
抗 VEGF 抗体	ベバシズマブ
VEGF 阻害薬	アフリベルセプト ベータ
マルチキナーゼ阻害薬	スニチニブリンゴ酸塩 カボザンチニブリンゴ酸塩
チロシンキナーゼ阻害薬	ニンテダニブエタンスルホン酸塩

参考1 医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律（以下、医薬品医療機器等法）第68条の10に基づく副作用報告件数（医薬品別）

○注意事項

- 1) 医薬品医療機器等法 第68条の10の規定に基づき報告があったもののうち、報告の多い推定原因医薬品を列記したもの。
注) 「件数」とは、報告された副作用の延べ数を集計したもの。例えば、1症例で肝障害及び肺障害が報告された場合には、肝障害1件・肺障害1件として集計。
- 2) 医薬品医療機器等法に基づく副作用報告は、医薬品の副作用によるものと疑われる症例を報告するものであるが、医薬品との因果関係が認められないものや情報不足等により評価できないものも幅広く報告されている。
- 3) 報告件数の順位については、各医薬品の販売量が異なること、また使用方法、使用頻度、併用医薬品、原疾患、合併症等が症例により異なるため、単純に比較できないことに留意すること。
- 4) 副作用名は、用語の統一のため、ICH国際医薬用語集日本語版（MedDRA/J）ver. 26.1に収載されている用語（Lowest Level Term：下層語）で表示している。

年度	副作用名	医薬品名	件数
令和3年度	顎骨壊死	デノスマブ（遺伝子組換え）	163
		ゾレドロン酸水和物	76
		アレンドロン酸ナトリウム水和物	72
		イバンドロン酸ナトリウム水和物	39
		リセドロン酸ナトリウム水和物	34
		メトトレキサート	18
		プレドニゾン	17
		ミノドロン酸水和物	17
		ロモソズマブ（遺伝子組換え）	14
		ベバシズマブ（遺伝子組換え）	9
		カボザンチニブリンゴ酸塩	7
		その他	89
			合 計

令和4年度	顎骨壊死	デノスマブ（遺伝子組換え）	140
		ゾレドロン酸水和物	66
		アレンドロン酸ナトリウム水和物	37
		リセドロン酸ナトリウム水和物	37
		ミノドロン酸水和物	26
		メトトレキサート	23
		イバンドロン酸ナトリウム水和物	21
		プレドニゾロン	11
		ベバシズマブ（遺伝子組換え）	11
		ロモソズマブ（遺伝子組換え）	9
		カボザンチニブリンゴ酸塩	8
		デキサメタゾン	5
		パルボシクリブ	5
		その他	47
合 計		446	

※ ICH 国際医薬用語集日本語版 (MedDRA/J) ver. 26.1 では、「顎骨髄炎」を LLT（下層語）に包含する PT（基本語）は「骨髄炎」であり、「顎骨髄炎」の件数は「骨髄炎」の件数に含まれるため、件数は示していない。

※ 医薬品の販売名、添付文書の内容等を知りたい場合は、独立行政法人医薬品医療機器総合機構のホームページの「医療用医薬品 情報検索」から確認することができる。

<http://www.pmda.go.jp/PmdaSearch/iyakuSearch/>

参考2 ICH 国際医薬用語集日本語版 (MedDRA/J) ver.26.1 における主な関連用語一覧

日米 EU 医薬品規制調和国際会議 (ICH) において検討され、取りまとめられた「ICH 国際医薬用語集 (MedDRA)」は、医薬品規制等に使用される医学用語 (副作用、効能・使用目的、医学的状态等) についての標準化を図ることを目的としたものであり、平成 16 年 3 月 25 日付薬食安発第 0325001 号・薬食審査発第 0325032 号厚生労働省医薬食品局安全対策課長・審査管理課長通知「「ICH 国際医薬用語集日本語版 (MedDRA/J)」の使用について」により、薬機法に基づく副作用等報告において、その使用を推奨しているところである。

下記に「顎骨壊死」を包含する PT (基本語) とそれにリンクする LLT (下層語) 及び

「顎骨髄炎」を LLT (下層語) に包含する PT (基本語) の「骨髄炎」とそれにリンクする LLT を示す。

なお、MedDRA でコーディングされたデータを検索するために開発されている MedDRA 標準検索式 (SMQ) には、現時点ではこの概念に相当する SMQ は開発されていない。

名称	英語名
OPT : 基本語 (Preferred Term) 顎骨壊死	Osteonecrosis of jaw
OLLT : 下層語 (Lowest Level Term) 顎骨無菌性壊死	Aseptic necrosis of jaw
顎骨壊死	Osteonecrosis of jaw
ビスホスホネート関連顎骨壊死	Bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaw
薬剤関連顎骨壊死	Medication-related osteonecrosis of jaw
化学性顎骨壊死	Osteochemonecrosis of jaw

名称	英語名
OPT : 基本語 (Preferred Term) 骨髄炎	Osteomyelitis
OLLT : 下層語 (Lowest Level Term) 骨感染 NOS	Bone infection NOS
股関節骨髄炎	Hip osteomyelitis
眼窩骨髄炎	Orbital osteomyelitis
骨髄炎	Osteomyelitis
骨髄炎 NOS	Osteomyelitis NOS
詳細不明の骨感染症	Unspecified infection of bone
詳細不明の骨感染症、肩	Unspecified infection of bone of shoulder region
詳細不明の骨感染症、前腕	Unspecified infection of bone, forearm
詳細不明の骨感染症、手	Unspecified infection of bone, hand
詳細不明の骨感染症、下腿	Unspecified infection of bone, lower leg
詳細不明の骨感染症、部位不明	Unspecified infection of bone, site unspecified

詳細不明の骨感染症、上腕	Unspecified infection of bone, upper arm
詳細不明の骨髄炎	Unspecified osteomyelitis
詳細不明の骨髄炎、前腕	Unspecified osteomyelitis involving forearm
詳細不明の骨髄炎、手	Unspecified osteomyelitis involving hand
詳細不明の骨髄炎、下腿	Unspecified osteomyelitis involving lower leg
詳細不明の骨髄炎、肩	Unspecified osteomyelitis involving shoulder region
詳細不明の骨髄炎、上腕	Unspecified osteomyelitis involving upper arm
詳細不明の骨髄炎、部位不明	Unspecified osteomyelitis, site unspecified
骨感染	Bone infection
脊椎骨髄炎	Spinal osteomyelitis
顎骨髄炎	Osteomyelitis of jaw
骨髄炎増悪	Osteomyelitis aggravated
再発骨髄炎	Osteomyelitis recurrent
足部骨髄炎	Osteomyelitis of the foot
骨性ひょう疽	Panaritium ossale
頭蓋底骨髄炎	Skull base osteomyelitis
化膿性脊椎炎	Vertebral osteomyelitis

参考3 医薬品副作用被害救済制度の給付決定件数

○注意事項

- 1) 令和元年度～令和5年度の5年間に給付が決定された請求事例について原因医薬品の薬効小分類を列記したもの。
- 2) 一般的な副作用の傾向を示した内訳ではなく、救済事例に対する集計であり、単純に医薬品等の安全性を評価又は比較することはできないことに留意すること。
- 3) 1つの健康被害に対して複数の原因医薬品があるので、請求事例数とは合致しない。
- 4) 副作用による健康被害名は、用語の統一のため、ICH国際医薬用語集日本語版 (MedDRA/J) ver. 26.0に記載されている用語 (Preferred Term: 基本語) で表示している。
- 5) 薬効小分類とは日本標準商品分類の医薬品及び関連製品 (中分類87) における分類で、3桁の分類番号で示され、医薬品の薬効又は性質を表すものである。

年度	副作用による健康被害名	原因医薬品の薬効小分類 (分類番号)	件数
令和元年度～令和5年度 (令和6年7月集計)	顎骨壊死	他に分類されない代謝性医薬品 (399)	147
		合計	147

※ 副作用救済給付の決定に関する情報は独立行政法人医薬品医療機器総合機構のホームページにおいて公表されている。

(<https://www.pmda.go.jp/relief-services/adr-sufferers/0043.html>)

参考4 医薬品副作用被害救済制度について

○「医薬品副作用被害救済制度」とは

病院・診療所で処方された医薬品、薬局などで購入した医薬品、又は再生医療等製品（医薬品等）を適正に使用したにもかかわらず発生した副作用による入院治療が必要な程度の疾病や日常生活が著しく制限される程度の障害などの健康被害について救済給付を行う制度です。

昭和55年5月1日以降（再生医療等製品については、平成26年11月25日以降）に使用された医薬品等が原因となって発生した副作用による健康被害が救済の対象となります。

○救済の対象とならない場合

次のような場合は、医薬品副作用被害救済制度の救済給付の対象にはなりません。

- 1) 医薬品等の使用目的・使用方法が適正であったとは認められない場合。
- 2) 医薬品等の副作用において、健康被害が入院治療を要する程度ではなかった場合や請求期限が経過した場合。
- 3) 対象除外医薬品による健康被害の場合（抗がん剤、免疫抑制剤などの一部に対象除外医薬品があります）。
- 4) 医薬品等の製造販売業者などに明らかに損害賠償責任がある場合。
- 5) 救命のためにやむを得ず通常の使用量を超えて医薬品等を使用し、健康被害の発生があらかじめ認識されていたなどの場合。
- 6) 法定予防接種を受けたことによるものである場合（予防接種健康被害救済制度があります）。なお、任意に予防接種を受けた場合は対象となります。

○「生物由来製品感染等被害救済制度」とは

平成16年4月1日に生物由来製品感染等被害救済制度が創設されました。創設日以降（再生医療等製品については、平成26年11月25日以降）に生物由来製品、又は再生医療等製品（生物由来製品等）を適正に使用したにもかかわらず、その製品を介して感染などが発生した場合に、入院治療が必要な程度の疾病や日常生活が著しく制限される程度の障害などの健康被害について救済給付を行う制度です。感染後の発症を予防するための治療や二次感染者なども救済の対象となります。制度のしくみについては、「医薬品副作用被害救済制度」と同様です。

○7 種類の給付

給付の種類は、疾病に対する医療費、医療手当、障害に対する障害年金、障害児養育年金、死亡に対する遺族年金、遺族一時金、葬祭料の7種類があります。

○給付の種類と請求期限

・ 疾病（入院治療を必要とする程度）について医療を受けた場合

医療費	副作用による疾病の治療に要した費用（ただし、健康保険などによる給付の額を差し引いた自己負担分）について実費償還として給付。
医療手当	副作用による疾病の治療に伴う医療費以外の費用の負担に着目して給付。
請求期限	医療費→医療費の支給の対象となる費用の支払いが行われたときから5年以内。 医療手当→請求に係る医療が行われた日の属する月の翌月の初日から5年以内。

・ 障害（日常生活が著しく制限される程度以上のもの）の場合
（機構法で定める等級で1級・2級の場合）

障害年金	副作用により一定程度の障害の状態にある18歳以上の人の生活補償などを目的として給付。
障害児養育年金	副作用により一定程度の障害の状態にある18歳未満の人を養育する人に対して給付。
請求期限	なし

・ 死亡した場合

遺族年金	生計維持者が副作用により死亡した場合に、その遺族の生活の立て直しなどを目的として給付。
遺族一時金	生計維持者以外の方が副作用により死亡した場合に、その遺族に対する見舞等を目的として給付。
葬祭料	副作用により死亡した人の葬祭を行うことに伴う出費に着目して給付。
請求期限	死亡の時から5年以内。ただし、医療費、医療手当、障害年金または障害児養育年金の支給の決定があった場合には、その死亡のときから2年以内。

○救済給付の請求

給付の請求は、副作用によって重篤な健康被害を受けた本人またはその遺族が直接、独立行政法人医薬品医療機器総合機構（以下、PMDA） に対して行います。

○必要な書類（医師の診断書・投薬・使用証明書・受診証明書 等）

救済給付を請求する場合は、発現した症状及び経過と、それが医薬品を使用したことによるものだという関係を証明しなければなりません。そのためには、副作用の治療を行った医師の診断書や処方を行った医師の投薬・使用証明書、あるいは薬局等で医薬品を購入した場合は販売証明書が必要となりますので、請求者はそれらの書類の作成を医師等に依頼し、請求者が記入した請求書とともに、PMDA に提出します。また、医療費・医療手当を請求する場合は、副作用の治療に要した費用の額を証明する受診証明書も必要となります。

請求書、診断書などの用紙は、PMDA のホームページからダウンロードすることができます。

(<http://www.pmda.go.jp/relief-services/adr-sufferers/0004.html>)