インプラントの画像診断ガイドライン・第2版

2008年9月1日

NPO法人日本歯科放射線学会・歯科放射線診療ガイドライン委員会

－目次－

A. はじめに 3

B. 策定委員・外部評価委員 4

C. 本ガイドラインで使用しているエビデンスレベル・勧告の強さ・略語一覧 5

D. インプラントの画像診断ガイドライン 6

I. 序論

I－１．インプラントの画像診断の概要と本ガイドラインの方針 6

林　孝文

I－２．インプラントの診療における画像検査時期と推奨される撮影法 6

林　孝文

I－３．インプラント術前診査における口内法・パノラマ X 線撮影・断層撮影 7

CQ: インプラント診断におけるCT以外の撮影法の役割はなにか？

村上秀明，佐野　司，田口　明，林　孝文

II. 本論

II－１．CTによる距離計測について 8

CQ: インプラント診断における CT 検査の測定精度は十分か？　また適切な撮影条件はなにか？

筑井　徹

II－２．MDCTとCBCTの使い分けについて 8

CQ: インプラント診断におけるMDCTとCBCTの物理的な性質は(距離精度, 被曝量, 画質）はインプラント診断に適しているか？

筑井　徹

II－３．CTによる骨質評価について 9

CQ: 骨質・骨密度はCT検査でわかるのか？　またそれらは予後と関連あるのか？

村上秀明，佐野　司

II－４．CT撮影時のステントの使用について 9

CQ: インプラントのCT診断における望ましいステントはなにか？

中山英二

II－５．取得したボリュームデータの活用について 10

CQ: 望ましい画像データの取扱法や活用法（画像処理ソフトウェアを含めて）はなにか？
中山英二
II－６．MRI によるインプラント術前診断について　10
CQ: インプラント術前診断における MRI の役割はなにか？
田口　明
II－７．インプラント周囲炎に対する画像診断について　11
CQ: インプラント周囲炎の画像診断として推奨される方法はなにか？
庄司憲明
II－８．骨移植後の画像診断について　11
CQ: 骨移植後の経過観察の時期や方法はどうあるべきか？
庄司憲明
III. 本文草稿＆エビデンス集　12
佐野　司，庄司憲明，村上秀明，田口　明，筑井　徹，中山英二，林　孝文

IV. インプラントの画像診断におけるＸ線被曝に関する参考資料　29
佐野　司

変更履歴：

2007 年 4 月 1 日　初稿
2007 年 5 月 3 日　一部修正
2007 年 5 月 28 日 第 1 版
2008 年 9 月 1 日　第 2 版

改訂計画：

本ガイドラインは 2 年ごとに更新を行う予定である。第 2 版公開後は、新たな作成委員会の組織化に向けて調整を開始する。新たに公表されるエビデンスについてレビューし、ガイドライン更新を行なうための小委員会もしくはワーキンググループを設置する。

A. はじめに

本インプラントの画像診断ガイドラインは、特定非営利活動（NPO）法人日本歯科放射線学会による診療ガイドライン策定事業の一部として、根拠に基づいた医療 Evidence-based Medicine（EBM）の手法に準じて策定してきました。

画像診断の分野においては、最近の技術の進歩は目覚しいものがありますが、正しく理解されていないことによる不必要な検査や不適切な診断方法の実施は、患者さんへの不必要な医療被曝などのネガティブな影響を与える可能性があります。そこで、学会が主体となって画像診断の明確な指針を示すこと、またその指針を参考にして診療を進めていくことが求められています。歯科放射線におけるガイドラインとしては、2004 年に欧州委員会により刊行され、日本歯科放射線学会防護委員会により 2005 年に和訳がなされた EU のガイドライン（「放射線防護 136－歯科 X 線検査の放射線防護に関するヨーロッパのガイドライン：歯科診療における安全な X 線の利用のためにー」）という文書がすでに刊行されています。しかしながら、日本の実情に必ずしも合致しない点があり、日本歯科放射線学会の活動の一環として、診療ガイドラインを策定する必要性が認識され、「歯科放射線診療ガイドライン委員会」の設置が 2006 年 5 月に承認されました。第 1 回の委員会は 2006 年 7 月 6 日に開催され、最初のテーマとして、現在歯科において最も社会的に注目されている、歯科用インプラントに関する画像診断を取り上げることとなりました。

インプラントの画像診断においては、その治療の時期に応じた適切な画像診断法が選択されなければならず、また、X 線被曝を伴う場合には、常に正当化と最適化が計られなければなりません。本ガイドライン作成に当たっては、一般歯科医師を対象として、前述のごとく EBM の手法に準じて作成することを基本原則としました。しかし、画像診断の領域においては、具体的なアウトカムの評価が不明確であるためにエビデンスを見出すのが難しいという面があります。そこで、エビデンスレベルを示すとともに、委員会としての見解を含めて「委員会からのコメント」として記載しました。

今後もインプラント診療に携わる関係各位のご意見を広くうかがい、インプラントの画像診断ガイドラインに反映させていきたいと考えております。最後に、極めて多くの労力と時間を要するガイドライン策定に奮闘してこられた全メンバーに心から感謝いたします。

2007 年 5 月 28 日

NPO 法人日本歯科放射線学会・歯科放射線診療ガイドライン委員会

委員長　林　孝文

web ページアドレス：http://www.dent.niigata-u.ac.jp/radiology/guideline/index.html

問い合わせ先：　951-8514　新潟市学校町通 2-527

新潟大学大学院医歯学総合研究科　顎顔面放射線学分野　林　孝文

E-mail: hayashi@dent.niigata-u.ac.jp　Fax: 025-227-0810

B. 策定委員・外部評価委員

本ガイドラインは、歯科放射線学において画像診断を専門とする委員により構成されたNPO 法人日本歯科放射線学会歯科放射線診療ガイドライン委員会が策定した。ガイドラインの一般的な利用者と考えられる歯科医師を対象として、臨床現場での有用性について公開討論会などを通じて調査を行い、その結果を反映させた（NPO 法人日本歯科放射線学会第 48 回学術大会［2007 年 5 月 10-12 日，さいたま市］，第 37 回（社）口腔インプラント学会・学術大会［2007 年 9 月 16 日，熊本市］）。部分改訂を行なった第 2 版の公表に先立ち、外部評価委員としてインプラント画像診断の専門医と日本口腔インプラント学会の専門医を交えて、AGREE（Appraisal of Guidelines for Research & Evaluation）の評価法を参照してレビューを行った。

・歯科放射線診療ガイドライン委員会

林　孝文　　新潟大学教育研究院医歯学系顎顔面放射線学分野・教授［委員長］
佐野　司　　東京歯科大学歯科放射線学講座・教授
庄司憲明　　東北大学病院口腔診断科・講師
田口　明　　松本歯科大学歯学部歯科放射線学講座・教授
筑井　徹　　九州大学病院口腔画像診断科・講師
中山英二　　北海道医療大学歯学部歯科放射線学分野・教授
村上秀明　　大阪大学大学院歯学研究科歯科放射線学分野）・准教授
（順不同）

・外部評価委員

１）インプラント臨床医

小宮山彌太郎　　ブローネマルク・オッセオインテグレイション・センター院長
菅井敏郎　　銀座 UC デンタルインプラントセンター院長
弘岡秀明　　スウェーデンデンタルセンター院長・理事長
西堀雅一　　西堀歯科院長

２）疫学専門医

馬場園　明　　九州大学医学研究院基礎医学部門医学研究院医療経営管理学講座・教授

３）歯科放射線学会内でのインプラント画像診断専門医

代居　敬　　日本歯科大学生命歯学部歯科放射線学・教授
内藤宗孝　　愛知学院大学歯学部歯科放射線学講座・准教授

C. 本ガイドラインで使用しているエビデンスレベル・勧告の強さ・略語一覧：

・エビデンスレベル（EL.）の分類（GLGL ver.4.3）

I	システマティックレビュー／メタアナリシス
II	1 つ以上のランダム化比較試験による
III	非ランダム化比較試験による
IV	分析疫学的研究（コホート研究や症例対照研究）による
V	記述研究（症例報告やケース・シリーズ）による
VI	患者データに基づかない、専門委員会や専門家個人の意見

・勧告（推奨度）の強さの分類（エビデンスに基づく画像診断ガイドライン－2007）

A	行うよう強く勧められる
B	行うよう勧められる
C1	行なうことを考慮してもよいが、十分な科学的根拠はない
C2	科学的根拠がないので、勧められない
D	行わないよう勧められる

・略語一覧：

CT: computed tomography	コンピュータ断層撮影法
MPR: multiplanar reconstruction	多断面再構成
MRI: magnetic resonance imaging	磁気共鳴画像法
MDCT: multi-detector row CT	多列検出器型 CT
CBCT: cone-beam CT	コーンビーム CT
SDCT: single-detector row CT	単列検出器型 CT

（SDCT について特に明示なき場合は MDCT に含めて記述）

D. インプラントの画像診断ガイドライン

I. 序論：

１．インプラントの画像診断の概要と本ガイドラインの目的

本邦の CT 装置の普及率は先進諸国の中でも群を抜いて高く、歯科医師が CT を利用しうる環境は欧米諸国の比ではない。しかしながら、依頼する歯科医師と撮影を担当する診療放射線技師双方がインプラントの画像診断に最適な撮影条件について熟知しているとはいいきれないのが現状である。

欧米では、アメリカ口腔顎顔面放射線学会やヨーロッパオッセオインテグレーション学会（E.A.O.）、歯科 X 線検査の放射線防護に関する EU のガイドラインがインプラントの画像診断に関するガイドラインを呈示している。これらのガイドラインでは、CT については多数部位の場合に適するという程度にのみ触れられており、推奨すべき撮影条件などの詳細に関した記述はない。今日の日本では、口内法 X 線撮影やパノラマ X 線撮影などの単純 X 線撮影で予備的な診査を行い、CT を組み合わせるのが常識的な対応となっている。口内法 X 線撮影・パノラマ X 線撮影や断層撮影法については、これら欧米のガイドラインを参照いただくこととし､本ガイドラインではこうした日本の特性に配慮し､CT を中心として、撮影後に任意断面の観察が可能なボリュームデータを得られる撮影法を主体として、本論において詳述することとした。本ガイドラインにおいて想定される対象患者は、歯科用インプラント治療を受けるすべての患者であり、想定される利用者は、インプラント診療に携わるすべての歯科医師である。

２．インプラントの診療における画像検査時期と推奨される撮影法

初診時：	パノラマ X 線撮影
	口内法 X 線撮影
術前画像検査：	ステントを用いた口内法 X 線撮影
	パノラマ X 線撮影
	断層撮影
	CT（MDCT・SDCT）
	CBCT
	（MRI)
１次手術終了時から２次手術直前：	
	原則として撮影は行わない
２次手術終了時：	口内法 X 線撮影（平行法）
経過観察時：	口内法 X 線撮影（平行法）
緊急時・事故時：	必要に応じた適切な撮影法を選択

［第４版　歯科放射線学（医歯薬出版）より引用、一部改変］

３．インプラント術前診査における口内法・パノラマ X 線撮影、断層撮影

CQ: インプラント診断における CT 以外の撮影法の役割はなにか？

１）要約：欧米のガイドラインでは、インプラント術前検査において、単純 X 線撮影（口内法 X 線撮影、咬合法 X 線撮影、パノラマ X 線撮影、側方頭部 X 線規格撮影）に従来型断層撮影（1 歯ないし小領域）あるいは CT（多数歯領域）を組み合わせることを推奨している。しかし、CT 以外の撮影法の役割については十分な検討はなされていない。

２）推奨度：B（病変確認などのため、CT と組み合わせて単純 X 線撮影を行なうことが勧められる。）

３）委員会からのコメント：

- 術前に必要とされる情報のうち，単純 X 線撮影で評価可能なのは，残存歯槽骨高さ，骨形態，病変の存在，解剖構造の位置（上顎洞、下顎管、オトガイ孔，切歯管等）などである（EL. VI）。
- パノラマ X 線撮影では，固有の拡大率により周囲解剖構造の位置把握の精度は低くなるが、参照体を用いることにより CT との差は少なくなる（EL. V）。
- 断層撮影は、欧米のガイドラインで顎骨の横断像を得る方法として推奨されている。従来型断層撮影装置とパノラマ X 線撮影装置に断層機能を付加した装置によるものと大別できる。適切な断層面の設定が重要であり、多数のインプラントの埋入が計画されている場合には、個々の計画部位に断層面を合わせる必要があるために、検査時間を要する。しかしながら、少数歯欠損の検査の場合には被曝線量は少ない。この画像の寸法精度は高く、また細かい骨梁構造を観察できることが報告されている。（EL. V）
- デジタル撮影法は通常のフィルム法より、精度及び正確度が高い（EL. IV）。
- 高度顎堤吸収を伴う患者の下顎前歯部インプラントの辺縁歯槽骨吸収評価では、口内法 X 線撮影とパノラマ X 線撮影との差は少ない（EL. V）。

II. 本論：

II－１．CT による距離計測について

CQ: インプラント診断における CT 検査の測定精度は十分か？　また適切な撮影条件はなにか？

１）要約：インプラント術前診断における MDCT（SDCT を含む）や CBCT を使用した距離計測は、臨床的に十分な測定精度を有している。ただし、適切な撮影条件について明確な根拠に基づいたものはなく、専門家の意見にとどまる。なお、撮影時にガントリーは傾けるべきではない。

２）推奨度：B（CT は臨床的に十分な距離測定精度を有している。ただし適切な撮影条件については明確な根拠に基づいたものはない。）

３）委員会からのコメント：

- MDCT･CBCT いずれも､インプラント術前検査として十分な測定精度を有している(EL. V)。ただし、臨床的にどの程度の空間分解能が必要かという問いに対するエビデンスは無い。
- MDCT では､スライスが薄く画像再構成間隔が狭いヘリカルスキャンを使うべきであり、コンベンショナルスキャンは好ましくない（EL. V）　。ただし、最適なスライス厚についてのエビデンスは無い。
- MPR 画像の歪みを避けるために、ガントリーは傾けるべきではない（EL. V)。
- インプラント診断のための最適な撮影条件を規定しうる因子は多岐にわたり、ガイドラインとして特定の条件をベストとして提案することは難しい。このため、使用機種の特性を熟知し、最小限の被曝線量で診断に必要十分な画質を得られる条件を設定できるような、歯科放射線分野の専門家が必要である（EL. VI)。

II－２．MDCT と CBCT の使い分けについて

CQ: インプラント診断における MDCT と CBCT の物理的な性質は（距離精度，被曝量，画質）はインプラント診断に適しているか？

１）要約：被曝線量の差を考慮すると、限定された照射野で済む症例の場合には CBCT を選択するべきである。ただし、MDCT（SDCT を含む）と CBCT の使い分けに関する明確な根拠はない。また、CBCT では CT 値の計測はできない。

２）推奨度：C1（限定された照射野で済む症例の場合には CBCT を選択するべきであるが、MDCT と CBCT の使い分けに関する明確な根拠はない）

３）委員会からのコメント：

- CBCT は機種による被曝量の差はあるが､いずれも MDCT よりも低い(EL. V)。しかし、多数部位に渡る場合には必ずしも被曝線量が低いとは限らない。
- 距離計測精度は MDCT よりも CBCT の方が優れている（EL. V)。一方、視覚的評価では MDCT が優れるとする見解がある（EL. V)。

・ E.A.O.や EU のガイドラインでは、インプラントが複数歯の場合には断層もしくは CT の適応としている（EL. VI)。しかし、MDCT と CBCT の使い分けに関しては、インプラントの予定部位と本数による使い分けのガイドラインやエビデンスを提示した文献は認められない。
・ CBCT では CT 値は計測できない。

II－３．CT による骨質評価について

CQ: 骨質・骨密度は CT 検査でわかるのか？　またそれらは予後と関連あるのか？

１）要約：インプラントの予後を推定するために骨質を評価するにあたり、CT 値をその指標とすることには明確な根拠はない。

２）推奨度：C2（骨質の評価において CT 値を指標とすることには明確な根拠はない）

３）委員会からのコメント：

・ EU のガイドラインには、「診療医は次の項目についての情報を必要とする」として次の記述がある（EL.VI)。①骨の質と骨の量、②残存骨の頬舌幅と高さ、③骨外形の傾き、④骨のアンダーカットの存在、⑤非典型的な解剖構造（たとえば大きな骨髄腔)、⑥病変の存在、⑦特定の解剖構造の正確な位置（たとえば上顎洞、下顎管、オトガイ孔)。この中で、ボリュームデータによる MPR 画像などで三次元的な画像表示を行えば、①の骨の質（骨質）以外の評価は容易である。
・ 骨質の主観的分類である Lekholm と Zarb の分類が、予後と強い正の相関関係を持つとされている（EL. III)。ただし、本来は断面画像で評価すべきところを、口内法やパノラマなどで評価がされている点に問題がある。CT 値は、部位や性別などにより大きく左右されるが、骨密度をほぼ反映している（EL. V)（できれば QCT［quantitative computed tomography 定量的 CT］が望ましい)。しかし、CT 値と予後とは無関係であり、骨皮質の厚さが埋入時のトルクや RF（resonance frequency 共振周波数）による安定度が関連している（EL. V)。Lekholm と Zarb の分類と CT 値はほぼ無関係であり、CT 値では骨質を評価できないといえる。CT の MPR を用いて Lekholm と Zarb の分類を行えば、さらに予後を左右する因子として重要性が増し、評価項目の第一となる可能性は残されている。

II－４．CT 撮影時のステントの使用について

CQ: インプラントの CT 診断における望ましいステントはなにか？

１）要約：CT 撮影時のステントは治療計画に有用であり、使用は勧められる。ただし、望ましい CT 撮影用のステントについて明確な根拠に基づいたものはない。

２）推奨度：B（要約参照）

３）委員会からのコメント：

・報告者の臨床経験から有用とされる個人的意見（EL.VI)

A. 最終的な上部構造の予測のために調整したステントの指示部分や歯の部分

1) MMA レジンのポリマーと硫酸バリウムを混ぜたモノマーを使用
2) MMA コートバリウムを 3～7%含有させたレジンを使用
3) 接着性レジンにあらかじめ造影剤を混入した製品を使用
4) レジン製ステントの内面に X 線不透過性が低いシリコーン製剤を使用

B. 人工歯根の植立位置と方向を示すための素材

1) ステンレス管を使用
2) ガッタパーチャを使用
3) X 線不透過性の疑似歯にホールをあけて使用
4) チューブスプルーを使用
5) シリコーン系バイト材を使用

II－５．取得したボリュームデータの活用について

CQ: 望ましい画像データの取扱法や活用法（画像処理ソフトウェアを含めて）はなにか？

１）要約：取得した画像ボリュームデータのソフトウェアによる活用は勧められる。しかし、望ましい画像データの保管・活用法として明確な根拠に基づいたものはない。

２）推奨度：B（要約参照）

３）委員会からのコメント：

・報告者の臨床経験から有用とされる個人的意見（EL.VI）

A. MDCT 検査により収集された骨モードの CT データを閾値による二値化ソフトを使用し、さらに圧縮すると電子メールで遠隔地にデータを転送することが可能である。

B. CT データをサーバーに保管し、インターネットを介して 300KB 程度の 3D 表示用の圧縮データをダウンロードすることにより利用可能である。

II－６．MRI によるインプラント術前診断について

CQ: インプラント術前診断における MRI の役割はなにか？

１）要約：インプラント術前診断に CT に代えて MRI を利用することには、明確な根拠はない。ただし、下顎管が CT で不明確な場合に MRI が役立つことがある。

２）推奨度：C1（CT で下顎管が不明確な場合に MRI が役立つことがあるが、CT に代えて MRI を利用することには明確な根拠はない。）

３）委員会からのコメント：

・ 下顎管の検出において MRI が CT と同等以上という文献（EL. IV）があり、症例によっては、CT に代えて MRI を用いることは勧められる。特に、 CT で下顎管が描出されにくい症例でも、MRI では描出可能である（EL. IV）。しかし、臨床における多断面再構成画像の利用状況を考慮するならば、現時点では MRI が CT に取って代わるべきと結論づけるだけのエビデンスはない。下顎管が CT で不明確な場合に MRI が補完しうる場合

がある。

- 断面画像における距離計測精度は、CT が MRI よりも優れる（EL. IV）。
- 金属アーチファクトにおいて MRI は CT よりも有利とする記述がある（EL. VI）。
- 上顎については、MRI による上顎洞底の検出（視覚的評価）についての記述はある（EL. V）が、CT と比較検証した文献は無い。

II－７．インプラント周囲炎に対する画像診断について

CQ: インプラント周囲炎の画像診断として推奨される方法はなにか？

１）要約：インプラント周囲炎には、口内法 X 線による評価が推奨されている。ただし、その他の画像診断法に関して明確な根拠はない。

２）推奨度：C1（要約参照）

３）委員会からのコメント：

- フィクスチャー周囲の骨吸収の診断に standardized periapical radiograph を用いるべきである。パノラマ X 線写真は解像度が低く、投影方向を変えにくいためフィクスチャー周囲の骨吸収の診断に限界がある（EL. IV）。

II－８．骨移植後の画像診断について

CQ: 骨移植後の経過観察の時期や方法はどうあるべきか？

１）要約：骨移植後の経時的変化についての報告があり、画像で経過観察を行う意義はあると考えられる。ただし、症状と画像所見との関連が明確ではない。また適切な画像診断の時期と方法に関して明確な根拠はない。

２）推奨度：C1（要約参照）

３）委員会からのコメント：

- 上顎洞底挙上術とインプラント即時埋入術後 1 年の時点で、全体の約 4 分 1 の症例において、上顎洞底がインプラントの先端と同レベルか、下（上顎洞内に突出）であった（EL. V）。

III. 本文草稿＆エビデンス集：

欧米におけるインプラントの画像診断に関するガイドライン：

1. Tyndall AA, Brooks SL. Selection criteria for dental implant site imaging: a position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial radiology. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2000;89:630-7.
2. Harris D, Buser D, Dula K, Grondahl K, Haris D, Jacobs R, Lekholm U, Nakielny R, van Steenberghe D, van der Stelt P; European Association for Osseointegration. E.A.O. guidelines for the use of diagnostic imaging in implant dentistry. A consensus workshop organized by the European Association for Osseointegration in Trinity College Dublin. Clin Oral Implants Res. 2002;13:566-70.
3. Radiation Protection 136. European guidelines on radiation protection in dental radiology: The safe use of radiographs in dental practice, 2004.

CQ: 骨質・骨密度は CT 検査でわかるのか？　またそれらは予後と関連あるのか？

作成者：村上秀明・佐野　司

作成日：2007/1

I. はじめに

1-1 において必要な評価項目が列挙されたが、このうち骨質と骨密度（Lekholm と Zarb の分類を含む）以外は計測や位置関係についてであったため簡単に計測・把握できると考えられた。骨質と骨密度には多くの意見があり、またインプラントの予後（成功／失敗）と関連があるのか否かについてコンセンサスが得られていなかったので、これを調査した。

II. 方法

１）検索

PubMed および Win-SPIRS を用いて、検索式

#1. dental implant　#2. bone quality　#3. bone density　#4. #2 OR #3

#5. CT, computed tomography　#6. prognosis (in thesaurus)　#7. #4 AND #5

#8. #5 AND #6　#9. #6 AND #4 と置き、#1 AND (#7 OR #8 OR #9)として最近 5 年間を検索すると 97 件がヒットした。このうち、14 件を重要文献と考えた。

２）結果

CT 検査からの CT 値（できれば QCT［quantitative computed tomography 定量的 CT］が望ましい）は骨密度をほぼ反映しているようであった。ただし、CT 値は部位や性別などのデモグラフィックデータで大きく左右されるようであった。骨質は CT では表現できず、CT とパノラマ X 線写真からの総合判断で Lekholm と Zarb の分類を行い、これを「骨質」としているものが多かった。しかしながら、大きな疑問が残る。CT 値は予後とは強い正の相関

はなく、骨皮質の厚さが埋入時のトルクや RF（resonance frequency 共振周波数）による安定度が関連しているようであった。CT 値といった客観性のあるデータが予後に無関係であることは残念であったが、主観を大きく伴う Lekholm と Zarb の分類が予後と強い正の相関関係を持つことに驚いた。また、Lekholm と Zarb の分類と CT 値はほぼ無関係と考えられた。

III. まとめ

CT 値が bone density を表すことに異論はないようだが、これがインプラントの予後とは無関係であり、必要性が低いと考えられる。CT 値と関連の薄い Lekholm と Zarb の分類が予後と強く関わっている報告が多かった。Lekholm と Zarb は当時、パノラマ写真で分類をしていたが、CT の MPR 画像を用いて Lekholm と Zarb の分類を行えば、さらに予後を左右する因子としての重要性が増し、評価項目の第一となるのではなかろうか。

1. Turkyilmaz I, Tozum TF, Tumer C, Ozbek EN. Assessment of correlation between computerized tomography values of the bone, and maximum torque and resonance frequency values at dental implant placement. J Oral Rehabil 2006;33(12):881-8.
2. Dodson,-T-B. Predictors of dental implant survival. J-Mass-Dent-Soc. 2006;54(4):34-8.
3. Shapurian T, Damoulis PD, Reiser GM, Griffin TJ, Rand WM. Quantitative evaluation of bone density using the Hounsfield index. Int J Oral Maxillofac Implants 2006;21(2):290-7.
4. Handelsman M. Surgical guidelines for dental implant placement. Br Dent J 2006;12(3):139-52.
5. Stoppie N, Pattijn V, Van Cleynenbreugel T, Wevers M, Vander Sloten J, Ignace N. Structural and radiological parameters for the characterization of jawbone. Clin Oral Implants Res 2006;17(2):124-33.
6. Miyamoto I, Tsuboi Y, Wada E, Suwa H, Iizuka T. Influence of cortical bone thickness and implant length on implant stability at the time of surgery- clinical, prospective, biomechanical, and imaging study. Bone 2005;37(6):776-80.
7. Ikumi N, Tsutsumi S. Assessment of correlation between computerized tomography values of the bone and cutting torque values at implant placement: a clinical study. Int J Oral Maxillofac Implants 2005;20(2):253-60.
8. Herrmann I, Lekholm U, Holm S, Kultje C. Evaluation of patient and implant characteristics as potential prognostic factors for oral implant failures. Int J Oral Maxillofac Implants 2005;20(2):220-30.
9. Shahlaie M, Gantes B, Schulz E, Riggs M, Crigger M. Bone density assessments of dental implant sites: 1. Quantitative computed tomography. Int J Oral Maxillofac Implants 2003;18(2):224-31.
10. Homolka P, Beer A, Birkfellner W, Nowotny R, Gahleitner A, Tschabitscher M, Bergmann H. Bone mineral density measurement with dental quantitative CT prior to dental implant placement in cadaver mandibles: pilot study. Radiology 2002;224(1):247-52.

11. Lettry S, Seedhom BB, Berry E, Cuppone M. Quality assessment of the cortical bone of the human mandible. Bone 2003;32(1):35-44.
12. Strietzel FP, Nowak M, Kuchler I, Friedmann A. Peri-implant alveolar bone loss with respect to bone quality after use of the osteotome technique: results of a retrospective study. Clin Oral Implants Res 2002;13(5):508-13.
13. Chuang SK, Wei LJ, Douglass CW, Dodson TB. Risk factors for dental implant failure: a strategy for the analysis of clustered failure-time observations. J Dent Res 2002;81(8):572-7
14. Norton MR, Gamble C. Bone classification: an objective scale of bone density using the computerized tomography scan. Clin Oral Implants Res 2001;12(1):79-84.

［参考資料］bone quality と bone density の定義（NIH の骨粗鬆症に関する声明より）

作成者：村上秀明・佐野　司

作成日：2007/1

I. はじめに

評価項目としてよく挙げられる bone quality、bone quantity、bone density、bone volume、bone mineral density、bone mass などについて検討した。これらに関する文献は 10,000 件を越えるが、その用法がまちまちであった。また、和訳も多く存在したため、2000 年に NIH が骨粗鬆症に関する声明を発表したのでこれを参考文献として挙げた。また、大変古い本ではあるが、その引用が大変多く、また予後との相関が非常に強いので Lekholm と Zarb の分類が初めて掲載されたものを参考として挙げた。

II. 骨質や骨密度に関して

骨粗鬆症は骨強度の低下が特徴的な骨疾患とされているが、この骨強度は bone density と bone quality の統合を反映すると述べられている。また骨強度を決定する因子の呼び方として、bone density 以外のすべての要因を bone quality としている。ところで bone density は単位面積もしくは単位体積あたりのミネラルの量と定義されており、bone mineral density と同義語で骨密度と和訳するのが適当と考えた。bone volume、bone mass、および bone quantity は単位面積もしくは単位体積あたりではなく、当該部位の総量とするのが適当であると考えた。一方 bone quality は構造、ターンオーバー、微小骨折などのダメージの集積、ミネラル化などと説明されているが、骨質と和訳して問題ないであろう。

III. Lekholm と Zarb の分類について

実に数多くの論文で引用され、「インプラントの骨評価の元祖」と言っても過言ではない分類である。この分類は Quintessence Publishing から 1985 年に出版された「Tissue-Integrated Protheses」の第 12 章に登場する。この本自体は、かの有名なブローネマルク教授らが編者になっており、スウェーデンとカナダのインプラント専門医が中心となって執筆している。

第 12 章のタイトルは「Patient Selection and Preparation」とはなっているが、力点がおかれているのは、図 12-1 の Classification of jaw shape と、図 12-2 の Classification of jawbone quality

である。図 12-1 は上顎版と下顎版の分類が図示され A→B→C→D→E の順に歯槽頂が低くなっている。ただし客観性は低い。図 12-2 では、顎骨をリムのついた円と仮定し、そのリム（皮質骨）が厚い順に 1→2→3 と型分類されている。一番薄い 3 と 4 は同じリムで、内部の海綿骨部分が緻密なものを 3 型、そうでないものを 4 型としている。これも客観性は極めて低い。さらに、これらは顎骨をオルソラジアルに切断した図であるにもかかわらず、パノラマ X 線写真から診断・分類させようとするもので無理がある。しかしながら、もっと驚くべきことは、CT などの高度診断機器からのによる評価項目は予後に無関係であるのにもかかわらず、この Lekholm と Zarb の分類こそが予後を反映していることである。

1. Osteoporosis prevention, diagnosis, and therapy. NIH Consens Statement. 2000; 17(1):1-45.
2. Leckholm U, Zarb GA. Patient selection and preparation. Tissue-integrated Prostheses 1985;199-209.

CQ: インプラント術前診断における MRI の役割はなにか？

作成者：田口　明

作成日：2007/2/28

I. はじめに

歯科インプラントの術前診査において、周囲解剖学的構造の診断、特に下顎管の同定を中心として、MRI の果たす役割について、文献に従い考察した。

II.方法

1. PubMed, OVID での検索

PubMed では、1996-2006 の文献について、“dental” and “implant” and “magnetic resonance Imaging” で検索し、22 編の論文が検索された。同様に PubMed において、1989～2006 の文献について、“magnetic resonance imaging” and “mandibular canal”で検索し、27 編の論文が検索された。OVID では、“radionuclide imaging/ or diagnostic imaging/ or magnetic resonance imaging”でまず 182,409 の文献に絞った後、“dental implants/ or dental implantation, endoosseous/”で 12,510、そして最終的に人体における項目（limit to human）により、33 編の論文が検索された。Systematic review では、Cochrane について検索を行ったが、関連論文は検索できなかった。医学中央雑誌では、“インプラント” and “レントゲン” and “有用性” or “再現性” について検索したが、ヒットしなかった。以上、検索された MRI の顎骨への応用に関する論文のうち、特に CT との比較を行っていた論文（下顎管描出について）、及びこれまでにない術前診断内容に言及した論文を選択し、内容を吟味した。review 論文及び同一施設での同様の発表は除外した。

2. 結果

検索された論文の内訳は、下顎管の描出に関する CT と MRI の比較が 3 文献、下顎管及び周囲解剖学的構造の描出に関する MRI での検出能に関するものが 3 文献、骨質の一規定因子であるマクロな“骨梁構造”解析に関するものが 1 文献であった。下顎管の描出に関して

は、CT に比して、MRI の方が同等かあるいは優れているとの結果が得られていた。また、周囲解剖学的構造の同定、距離計測についても有意な差を認めてはいなかった。特に 3T の MRI では、神経束を詳細に観察しうる。マクロな“骨梁構造”解析にも有用との見解が得られていた。ただし現状ではこれら文献は、evidence level-GLGL の IV 及び V に属する。また、CT との比較の論文において、現状における MRI の汎用性については、論じられていない。撮像時間、撮像条件等の問題もあり、容易に MRI をインプラント術前検査に用い得ない現状がある。CT の MPR 情報は現在、広く開業歯科医師で用いられているが、DICOM viewer で観察した場合、今回の文献の結果以上に、MPR での下顎管の描出能は上がる可能性は十分あり、MRI の有用性を論じるには，これらとの対比が必要不可欠である。

III. まとめとお勧め

CT では同定しえないマクロな骨質を把握できる可能性はあるものの、現状においては、インプラント術前検査で周囲解剖学的構造を精査する際、MRI が CT に代わりうるという十分なエビデンスは未だ存在しないといえる。

1. Choel L, Last D, Duboeuf F, et al. Trabecular alveolar bone microarchitecture in the human mandible using high resolution magnetic resonance imaging. Dentomaxillofac Radiol 2004;33:177-82.
2. Eggers G, Rieker M, Fiebach J, Kress B, Dickhaus H, Hassfeld S. Geometric accuracy of magnetic resonance imaging of the mandibular nerve. Dentomaxillofac Radiol 2005;34:285-91.
3. Gray CF, Redpath TW, Smith FW. Low-field magnetic resonance imaging for implant dentistry. Dentomaxillofac Radiol 1998;27:225-9.
4. Hassfeld S, Fiebach J, Widmann S, Heiland S, Muhling J. Magnetic resonance tomography for planning dental implantation. Mund Kiefer Gesichtschir 2001; 5:186-92. (German)
5. Ikeda K, Ho KC, Nowicki BH, Haughton VM. Multiplanar MR and anatomic study of the mandibular canal. AJNR Am J Neuroradiol 1996;17:579-84.
6. Imamura H, Sato H, Matsuura T, Ishikawa M, Zeze R. A comparative study of computed tomography and magnetic resonance imaging for the detection of mandibular canals and cross-sectional areas in diagnosis prior to dental implant treatment. Clin Implant Dent Relat Res 2004;6:75-81.
7. Nasel CJ, Pretterklieber M, Gahleitner A, Czerny C, Breitenseher M, Imhof H. Osteometry of the mandible performed using dental MR imaging. AJNR Am J Neuroradiol 1999;20:1221-7.
8. Salvolini E, De Florio L, Regnicolo L, Salvolini U. Magnetic Resonance applications in dental implantology: technical notes and preliminary results. Radiol Med (Torino) 2002;103:526-9.
9. Zabalegui J, Gil JA, Zabalegui B. Magnetic resonance imaging as an adjunctive diagnostic aid in patient selection for endosseous implants: preliminary study. Int J Oral Maxillofac Implants 1990;5:283-7.

CQ: インプラント診断における CT 以外の撮影法の役割はなにか？

作成者：田口　明

作成日：2007/3/9

I. はじめに

歯科用インプラントの術前、術後診査において、CT 以外の撮影法（口内法撮影及び口外法撮影）の果たす役割について、特に診断精度に重点をおいて文献に従い考察した。

II. 方法

1. PubMed、OVID での検索

PubMed では、1991～2006 の文献について、“dental” and “implant” and “accuracy” and “panoramic” or “intraoral”で検索し、12 編の論文が検索された。OVID では、“dental implants/ or osseointegration/ or dental implantation, endosseous/”で 14,701 の文献、“radiography, dental, digital/ or radiography/ or radiography, panoramic/ or radiography, bitewing/ ” で 21,499 の文献を得て、最終的に “accuracy” をキーワードとして、人体における項目（limit to human）に絞って、28 編の論文が検索された。Systematic review では、Cochrane について検索を行ったが、関連論文は検索できなかった。医学中央雑誌では、2001～2006 について“インプラント” and “レントゲン” and “有用性” or “再現性” について検索したが、ヒットしなかった。得られた文献について、診断に言及しないもの、case report、review 論文及び同一施設での同様の発表は除外とした。なお、これら文献に加え、American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology が報告している position paper を 2 編（2000、2001）、European Association for Osseointegration (E.A.O.)のガイドライン（2002）及び歯科放射線における防護に関するヨーロッパのガイドライン（Radiation Protection 136，The safe use of radiographs in dental practice, 2004）を基本参考文献として加えた。

2. 結果

検索された論文の内訳は、術前の下顎での距離計測に関するものが 3 文献、術後インプラント辺縁部歯槽骨吸収に関するものが 4 文献、術後インプラント周囲透過帯評価に関するものが 2 文献であった。米国及びヨーロッパのガイドラインによれば、術前検査においては、単純 X 線撮影法（口内法、咬合法、パノラマ撮影法、側方頭部 X 線規格撮影法）に従来型断層撮影（1 歯ないし小領域）あるいは CT（多数歯領域）を組み合わせることを推奨している。術前に必要とされる情報のうち、単純 X 線撮影で評価可能なのは、残存歯槽骨高さ、骨形態、病変の存在、解剖構造の位置（上顎洞、下顎管、オトガイ孔、切歯管など）である。パノラマ撮影では、固有の拡大率により周囲解剖構造の位置把握の精度は低くなる（文献 1）が、参照体を用いることにより、CT との差は少なくなる（文献 9）。術後歯槽骨吸収の評価には、口内法（フイルム保持器を用いた平行法撮影）が有効とされている。デジタル撮影法は、通常のフィルム法より、精度及び正確度が高いようである（文献 2, 5）。高度顎堤吸収を伴う患者の下顎前歯部インプラントの辺縁歯槽骨吸収評価では、口内法撮影とパノラマ撮影との差は少ない（文献 12）。インプラントの成否に関与するインプ

ラント周囲透過帯の評価に関しては、実験的には診断能は低いが（文献 7)、臨床的には診断能は高く、観察者内再現性も良好である（文献 8)。

III. まとめとお勧め

「放射線防護に関するヨーロッパのガイドライン」にあるように、インプラントのためのＸ線検査に関するエビデンスに基づいたガイドラインは未だ乏しい。CT 以外の撮影法の役割は、十分な検討はなされてはいない。今のところ、欧米の術前診断においては、パノラマ撮影、口内法撮影に加えて、従来型断層撮影か CT を用いることが推奨されているが、現状の日本では CT（全身用あるいは頭頸部用）が一般的に用いられており、単純撮影で予備的診査を行い、CT を組み合わせるのが基本となる。術後は口内法（平行法）により、インプラント辺縁及び周囲を評価できるが、今後デジタル撮影法がフィルム法に取って代わる可能性は高い。

1. Bou Serhal C, Jacobs R, Flygare L, Quirynen M, van Steenberghe D. Perioperative validation of localisation of the mental foramen. Dentomaxillofac Radiol 2002; 31:39-43.
2. De Smet E, Jacobs R, Gijbels F, Naert I. The accuracy and reliability of radiographic methods for the assessment of marginal bone level around oral implants. Dentomaxillofac Radiol 2002;31:176-81.
3. Gher ME, Richardson AC. The accuracy of dental radiographic techniques used for evaluation of implant fixture placement. Int J Periodontics Restorative Dent 1995;15:268-83.
4. Ludlow JB, Nason RH Jr, Hutchens LH Jr, Moriarty J. Radiographic evaluation of alveolar crest obscured by dental implants. Implant Dent 1995;4:13-8.
5. Matsuda Y, Hanazawa T, Seki K, Sano T, Ozeki M, Okano T. Accuracy of Digora system in detecting artificial peri-implant bone defects. Implant Dent 2001;10:265-71.
6. Reddy MS, Mayfield-Donahoo T, Vanderven FJ, Jeffcoat MK. A comparison of the diagnostic advantages of panoramic radiography and computed tomography scanning for placement of root form dental implants. Clin Oral Implants Res 1994;5:229-38.
7. Sewerin IP, Gotfredsen K, Stoltze K. Accuracy of radiographic diagnosis of peri-implant radiolucencies--an in vitro experiment. Clin Oral Implants Res 1997;8:299-304.
8. Sunden S, Grondahl K, Grondahl HG.Accuracy and precision in the radiographic diagnosis of clinicalinstability in Branemark dental implants. Clin Oral Implants Res 1995;6:220-6.
9. Tal H, Moses O. A comparison of panoramic radiography with computed tomography in the planning of implant surgery. Dentomaxillofac Radiol 1991;20:40-2.
10. Verhoeven JW, Cune MS. Oblique lateral cephalometric radiographs of the mandible in implantology: usefulness and accuracy of the technique in height measurements of mandibular bone in vivo. Clin Oral Implants Res 2000;11:39-43.
11. Wyatt CC, Bryant SR, Avivi-Arber L, Chaytor DV, Zarb GA. A computer-assisted measurement technique to assess bone proximal to oral implants on intraoral radiographs. Clin Oral Implants

Res 2001;12:225-9.
12. Zechner W, Watzak G, Gahleitner A, Busenlechner D, Tepper G, Watzek G. Rotational panoramic versus intraoral rectangular radiographs for evaluation of peri-implant bone loss in the anterior atrophic mandible. Int J Oral Maxillofac Implants 2003;18:873-8.

CQ: インプラント診断におけるヘリカル CT 検査の測定精度は十分か？

作成者：筑井　徹

作成日：2007/3/19

I. はじめに

現在、日常臨床で用いられるヘリカル CT 検査における測定精度を明らかにし、術前検査として CT を用いることのエビデンスを検討した。

II. 方法および結果

1. 方法

MEDLINE: PubMed

検索式: Dental implant and helical CT(検索対象期間: 1996～2006)

SYSTEMATIC REVIEW: Cochrane, EBMR

検索式: Dental and Implant (11)

医学中央雑誌

検索式. インプラント/AL and (DT=1995:2006 PT=症例報告除く, 会議録除く SB=歯学)(1770) (X 線 CT/TH or ヘリカル CT/AL)(52491) and (PT=原著, 総説) (検索対象期間: 1995～2006)の条件で検索した。全 61 文献の中で関連する内容が記載されている 13 文献の full text を吟味した。

2. 結果

乾燥頭蓋骨での実測長と CT 再構成画像上での距離の比較では、有意差を認めず、その誤差も少ないことを示していた。ただし、歯科用再構成プログラムには任意の画像設定を行うことのできないものもあるため、このような場合は、ステント方向に注意して、スキャン平面と垂直になるように設定しないと正確な計測ができない（文献 11）。一方、3D-CT 上のポイント間の距離と実測長を検討し、有用性を唱えている論文もみられたが、画像処理の手法がまちまちであり、症例数も少ないことなどよりエビデンスレベルを判断することは不可能である。

III. まとめとお勧め

実験の性格上、ヘリカル CT 検査の MRP 画像による距離精度測定は、GLGL の V に相当すると考えるが、十分信頼性が高いと判断される。ただし、使用するアプリケーションの性質を理解しておく必要がある。一方、3D-CT 画像上におけるポイント間の距離に関しては、エビデンスレベルの判断は困難である。

1. Cavalcanti MG, Ruprecht A, Vannier MW. 3D volume rendering using multislice CT for dental

implants. Dentomaxillofac Radiol. 2002;31(4):218-23.
2. Cavalcanti MG, Yang J, Ruprecht A, Vannier MW. Accurate linear measurements in the anterior maxilla using orthoradially reformatted spiral computed tomography. Dentomaxillofac Radiol. 1999; 28(3):137-40.
3. Cavalcanti MG, Yang J, Ruprecht A, Vannier MW. Validation of spiral computed tomography for dental implants. Dentomaxillofac Radiol. 1998;27(6):329-33.
4. Naitoh M, Katsumata A, Kubota Y, Ariji E. Assessment of three-dimensional X-ray images: reconstruction from conventional tomograms, compact computerized tomography images, and multislice helical computerized tomography images. J Oral Implantol. 2005;31(5):234-41.
5. Naitoh M, Katsumata A, Nohara E, Ohsaki C, Ariji E. Measurement accuracy of reconstructed 2-D images obtained by multi-slice helical computed tomography. Clin Oral Implants Res. 2004;15(5):570-4.
6. Naitoh M, Furuta T, Okumura S, Ariji E. 直線断面断層写真による下顎海綿骨の評価 CT との比較. Aichi-Gakuin Dental Science 2004:33-7.
7. Preda L, Di Maggio EM, Dore R, La Fianza A, Solcia M, Schifino MR, Campani R, Preda EG. Use of spiral computed tomography for multiplanar dental reconstruction. Dentomaxillofac Radiol. 1997;26(6):327-31.
8. 川原英明, 下田信治, 小林馨, 川崎堅三. スパイラル X 線 CT による 3D イメージの距離測定精度に関する研究. 日本口腔インプラント学会誌 2000;13(2):321-7.
9. 澤田久仁彦, 松本邦史, 加島正浩, 里見智恵子, 萩原芳幸, 新井嘉則. 口腔インプラント術前診査に対する歯科用 CT とマルチスライス CT の有用性の基礎的検討. 日大歯学 2006; 80(1):5-9.
10. 田中力延, 細川洋一郎, 大西隆, 佐野友昭, 金子昌幸. 本学ヘリカル CT(ProSpeed FII)における空間分解能の評価. 北海道医療大学歯学会雑誌 2005;24(1):47-50.
11. 内藤宗孝, 勝又明敏, 野原栄二, 泉雅浩, 大崎千秋, 有地榮一郎. インプラント画像診断におけるマルチスライスヘリカル CT の有用性 ダブルオブリーク断面再構築画像について. 日本口腔インプラント学会誌 2005;18(2):280-4.
12. 槙原政博, 西川慶一, 黒柳錦也. 歯科インプラント術前画像診断のための回転パノラマ X 線撮影装置による顎骨横断面断層像 一般断層像及び X 線 CT 像との画像特性の比較 歯科学報. 2001;101(12):1179-93.
13. 森田康彦, 誉田栄一, 犬童寛子, 加藤二久, 原田康雄, 河野一典, 佐藤強志, 馬嶋秀行, 和泉雄一, 佐々木武仁, 野井倉武憲. 歯科インプラント治療計画の画像診断のための高速らせん CT 撮像条件の画質に与える影響評価 半解剖学的下顎ファントムによる視覚的検討. 歯科放射線 2002;42(4):259-73.

CQ: インプラント診断における適切な CT の撮影条件はなにか？

作成者：筑井　徹
作成日：2007/3/19
I. はじめに
　インプラント診断における CT のプロトコル作成のために、推奨される撮影条件や基準平面の設定などに関して文献を検索した。
II. 方法および結果
1. 方法
MEDLINE: PubMed
検索式: Dental implant and CT and scan parameter/ or pith/ or angle/ or slice thickness
SYSTEMATIC REVIEW: Cochrane, EBMR
検索式: dental implant + CT
医学中央雑誌
検索式 インプラント/AL and (DT=1995:2006 PT=会議録除く SB=歯学) (X 線 CT/TH or CT/AL)撮影条件/AL(検索対象期間: 1995～2006)の条件で検索した。
2. 結果
　推奨される撮影条件を取り扱った十分なエビデンスに基づいた文献は存在しない。推奨される撮影条件や基準平面の設定には言及していないが、MDCT のガントリーを傾斜させたときの MPR 画像に関しては、歪みを補正する必要性を論じている（文献 1)。
III. まとめとお勧め
　撮影条件や基準平面などの推奨される撮影条件を取り扱った十分なエビデンスに基づいた文献は存在しない。ただし、文献 1 を考慮すると MDCT を使用する場合は、基本的にはガントリーを傾斜しない撮影方法が一般的と考えられる。

1. Choi SC, Ann CH, Choi HM, Heo MS, Lee SS. Accuracy of reformatted CT image for measuring the pre-implant site: analysis of the image distortion related to the gantry angle change. Dentomaxillofac Radiol 2002;31(4):273-7.
2. Dantas JA, Montebello Filho A, Campos PS. Computed tomography for dental implants: the influence of the gantry angle and mandibular positioning on the bone height and width. Dentomaxillofac Radiol 2005;34(1):9-15.
3. 田中力延, 細川洋一郎, 大西隆, 佐野友昭, 金子昌幸. 本学ヘリカル CT(ProSpeed FII)における空間分解能の評価. 北海道医療大学歯学会雑誌 2005;24(1):47-50.

CQ: インプラント診断における MDCT と CBCT の物理的な性質は（距離精度，被曝量，画質）はインプラント診断に適しているか？
作成者：筑井　徹
作成日：2007/3/19
I. はじめに

現在、日常臨床で用いられるコーンビーム CT（CBCT）検査における測定精度を明らかにし、術前検査として CBCT を用いることのエビデンスを検討した。

II. 方法および結果

1. 方法

MEDLINE: PubMed

検索式: Dental implant and CBCT

SYSTEMATIC REVIEW: Cochrane, EBMR

検索式: dental implant + CT

医学中央雑誌

検索式: インプラント/AL and (DT=1995:2006 PT=症例報告除く, 会議録除く SB=歯学) and 歯科用 CT(検索対象期間: 1995-2006)の条件で検索した。全 22 文献の中で関連する内容が記載されている 6 文献の full text を吟味した。

2. 結果

CBCT の距離精度は、MDCT に比較し良好であるとの結果であった（文献 2, 6）。ただし、CBCT と MDCT の距離精度の比較に関しては、MDCT の適正条件が把握されていない現状では、比較する十分なエビデンスがあるとは言い難い。解剖学的構造物の視認性に関しては、CBCT が MDCT より勝るとの報告であった（文献 1, 3）。被曝量に関しては、CBCT が MDCT より低いという報告がみられた（文献 4, 5）。また被曝量に関しても、MDCT の適正条件が把握されていない事、CBCT の機種間での相違が大きいことより十分なエビデンスがあるとは言い難い。

III. まとめとお勧め

実験の性格上、CBCT 検査の MRP 画像による距離精度測定は、GLGL の V に相当すると考えるが、十分信頼性があると判断される。解剖学的構造物の視認性もよく、CBCT はインプラント術前検査として適した画像検査と考えられる。距離精度および被曝量の MDCT との比較は今後の検討が待たれる。

1. Hashimoto K, Kawashima S, Araki M, Iwai K, Sawada K, Akiyama Y. Comparison of image performance between cone-beam computed tomography for dental use and four-row multidetector helical CT. J Oral Sci 2006;48(1):27-34.
2. Lascala CA, Panella J, Marques MM. Analysis of the accuracy of linear measurements obtained by cone beam computed tomography (CBCT-NewTom). Dentomaxillofac Radiol 2004;33(5):291-4.
3. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL, Howerton WB. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. Dentomaxillofac Radiol 2006;35(4):219-26.
4. Schulze D, Heiland M, Thurmann H, Adam G. Radiation exposure during midfacial imaging using 4- and 16-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and

conventional radiography. Dentomaxillofac Radiol 2004;33(2):83-6.
5. Tsiklakis K, Donta C, Gavala S, Karayianni K, Kamenopoulou V, Hourdakis CJ. Dose reduction in maxillofacial imaging using low dose Cone Beam CT. Eur J Radiol 2005;56(3):413-7, Epub 2005 Jun 22.
6. 澤田久仁彦, 松本邦史, 加島正浩, 里見智恵子, 萩原芳幸, 新井嘉則. 口腔インプラント術前診査に対する歯科用 CT とマルチスライス CT の有用性の基礎的検討. 日大歯学 2006;80(1):5-9.

CQ: インプラントの CT 診断における望ましいステントはなにか？

作成者：中山英二

作成日：2006/9/10

I. はじめに

歯科インプラントの術前に CT を行う際の望ましいステントとはなにかを文献により考察した。そしてそのエビデンスレベルを明らかにした。

II. 方法

1. PubMed、EBMR での検索式

PubMed では 1991～2006 の文献について、“implant” and “dental” and “stent”で検索し、94 編の論文がヒットした。EBMR では同様の検索式で 1996～2006 の文献について検索し、6 編がヒットした。

医中誌では 1996～2006 の文献について、“インプラント” and “ステント” and “歯学”で検索し、98 編の論文がヒットした。それらの文献についてタイトルと抄録より一次振り分けを行い、関連する内容が掲載されている可能性があると判断した論文の full text を吟味した。

2. 結果

現状では推奨されるステントとして十分なエビデンスに基づいたものは存在しない。報告者の臨床経験から臨床上有用であるとの個人的意見として、以下の意見がある。

A. 最終的な上部構造の予測のために調整したステントの指示部分や歯の部分

1) MMA レジンのポリマーと硫酸バリウムを混ぜたモノマーを使用する（文献 1,2,5）。

2) MMA コートバリウムを 3%、5%、7%含有させたレジンを使用する（文献 3）。

3) 接着性レジンにあらかじめ造影剤を混入した製品を使用する（文献 5）。

4) 通例のレジン製ステントの内面に X 線不透過性が低いシリコーン製剤を使用する（文献 II-4-6）。

B. 人工歯根の植立位置と方向を示すための素材

1) ステンレス管を使用する（文献 1）。

2) 鉄製スプルーはアーチファクトが生じるので使わずガッタパーチャを使用するかX線不透過性の疑似歯にホールをあけて空気を使用する（文献 2）。

3) チューブスプルーやガッタパーチャを使用する（文献 5）。

4) 金属の代わりにシリコーン系バイト材を使用する（文献 6)。

III. まとめとお勧め

結論として現時点では、X 線 CT 時の推奨されるべきステントについての十分なエビデンスはないといえる。

1. Takeshita F, Tokoshima T, Suetsugu T. A stent for presurgical evaluation of implant placement. J Prosthet Dent 1997;77(1):36-8.
2. Borrow JW, Smith JP. Stent marker materials for computerized tomograph-assisted implant planning. Int J Periodontics Restorative Dent 1996;16(1):60-7.
3. 市川正幸, 松本敏光, 井出康時, 水野行博, 土田富士夫, 細井紀雄, 今中正浩, 小林馨. CT 値の異なる材料を組合せた診断用ステントの製作. 日本歯科技工学会雑誌 2001;22(2):325.
4. 石上友彦, 内藤宗孝, 栗田賢一. 歯科インプラント治療におけるフィクスチャー埋入位置診査用ステントとその有用性の検討. 日本口腔インプラント学会誌 1997;10(1):61-68.
5. 嶋田淳, 松田哲, 河津寛. デンタル・インプラント インプラント臨床・技工のスタンダード チェアサイド・ラボサイドのインプラントワーク インプラント補綴におけるサージカルステント CT 撮影用・サージカルステント 歯科技工 1999; 別冊(デンタル・インプラント Today): 100-107.
6. 土田富士夫, 細井紀雄, 吉田健, 今中正浩, 小林馨. インプラント用ステントの形態と材料に関する考察 下顎のオーバーデンチャー症例から. 日本口腔インプラント学会誌 2002;15(3):367-74.

CQ: 望ましい画像データの取扱法や活用法（画像処理ソフトウェアを含めて）はなにか？

作成者：中山英二

作成日：2006/9/10

I. はじめに

歯科インプラントの術前に CT を行なった場合、その画像データを保管・活用する推奨される方法はなにかを文献により考察した。そしてそのエビデンスレベルを明らかにした。

II. 方法

1. PubMed, EBMR での検索式

PubMed では 1991～2006 の文献について、“implant” and “dental” and “data”で検索し、191 編の論文がヒットした。EBMR では同様の検索式で 1996～2006 の文献について検索し、6 編がヒットした。医中誌では 1996～2006 の文献について、“インプラント” and “データ” and “歯学” で検索し、49 編の論文がヒットした。それらの文献についてタイトルと抄録より一次振り分けを行い、関連する内容が掲載されている可能性があると判断した論文の full text を吟味した。

2. 結果

現状では推奨される画像データの保管・活用法として十分なエビデンスに基づいたものは存在しない。報告者の臨床経験から試験的に行われた経験からの個人的意見として、以下の報告がある。

A. MDCT 検査により収集された骨モードの CT データを閾値による二値化ソフトを使用し、通常は 40MB 程度の画像データを HP-GL 形式に加工すると 2〜3MB になり、さらに LHA 形式に圧縮すると電子メールで遠隔地にデータを転送することが可能である（文献 1)。

B. 収集された CT データをサーバーに保管しインターネットを介して 300KB 程度の 3D 表示用の圧縮データを download し利用することが可能である（文献 2)。

以上の報告から CT データを実用的に保管・二次利用できる可能性はあるが、実情では詳細な研究報告がなく、未解決な分野である。

III. まとめとお勧め

現状では推奨される画像データの保管・活用法として十分なエビデンスに基づいたものは存在しないといえる。

1. 森田康彦, 野井倉武憲, 犬童寛子, 河野一典, 佐藤強志, 馬嶋秀行. サーバーサイドプログラムとデータ圧縮による遠隔 CT3D 構築システム 目的の明確化と中間データ形式の適用. 歯科放射線 2002;42(1):60.
2. 森田康彦, 犬童寛子, 河野一典, 佐藤強志, 馬嶋秀行, 和泉雄一, 杉原一正,三村保, 黒江和斗, 伊藤学而, 野井倉武憲. インターネットを介した CT 画像データからの Rapid Prototyping Model の作成. 歯科放射線 2002;42(3):214-20.

CQ: インプラント周囲炎の画像診断として推奨される方法はなにか？

作成者：庄司憲明

作成日：2007/3/22

I. はじめに

インプラント周囲炎の画像診断の指標となるエビデンスの有無を検討した。

II. 方法および結果

1. 方法

MEDLINE（PubMed＆OVID）、SYSTEMATIC REWIEW および医学中央雑誌の検索によりそれぞれ 24 件、3 件および 30 件がヒットした。このうち 9 件を重要文献とした。

2. 結果

・フィクスチャー周囲の骨吸収の診断に standardized periapical radiograph を用いるべきである。

・パノラマ X 線写真は解像度が低く、投影方向を変えにくいためフィクスチャー周囲の骨吸収の診断に限界がある。X 線写真でインプラント体全周にわたる狭い不透過帯が見られる場合、骨との結合が失われていることが予想されるため、動揺度を測定するべきである。

・インプラント周囲の骨欠損が予想以上に大きいときは破折を疑い、補綴物を除去し、動

揺度を測定する。

・periapical radiograph において骨結合が失われていると予想された症例のうち実際に可動性を示した症例（真陽性率）は 83％であった。

III. まとめとお勧め

以上より、 インプラント周囲炎を診断するために periapical radiograph による検査と動揺度検査が有用である。

1. Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants.(I). Success criteria and epidemiology. Eur J Oral Sci 1998 Feb;106(1):527-51.
2. Mangano C, Bartolucci EG. Single tooth replacement by Morse taper connection implants: a retrospective study of 80 implants.Int J Oral Maxillofac Implants. 2001 Sep-Oct;16(5):675-80.
3. Hallman M. A prospective study of treatment of severely resorbed maxillae with narrow nonsubmerged implants: results after 1 year of loading. International Journal of Oral & Maxillofacial Implants 2001;16(5):731-6.
4. Heydenrijk K, Raghoebar GM, Meijer HJ, van der Reijden WA, van Winkelhoff AJ, Stegenga B. Two-stage IMZ implants and ITI implants inserted in a single-stage procedure. A prospective comparative study. Clin Oral Implants Res 2002;13(4):371-80.
5. Karoussis IK, Salvi GE, Heitz-Mayfield LJ, Bragger U, Hammerle CH, Lang NP. Long-term implant prognosis in patients with and without a history of chronic periodontitis: a 10-year prospective cohort study of the ITI Dental Implant System. Clin Oral Implants Res 2003;14(3):329-39.
6. Prosper L. Gherlone EF. Redaelli S. Quaranta M. Four-year follow-up of larger-diameter implants placed in fresh extraction sockets using a resorbable membrane or a resorbable alloplastic material. International Journal of Oral & Maxillofacial Implants 2003;18(6):856-64.
7. Ekelund JA, Lindquist LW, Carlsson GE, Jemt T. Implant treatment in the edentulous mandible: a prospective study on Branemark system implants over more than 20 years. Int J Prosthodont 2003;16(6):602-8.
8. Karoussis IK, Bragger U, Salvi GE, Burgin W, Lang NP. Effect of implant design on survival and success rates of titanium oral implants: a 10-year prospective cohort study of the ITI Dental Implant System. Clin Oral Implants Res 2004;15(1):8-17.
9. Verhoeven JW, Cune MS, Ruijter J. Permucosal implants combined with iliac crest onlay grafts used in extreme atrophy of the mandible: long-term results of a prospective study. Clin Oral Implants Res 2006;17(1):58-66.

CQ: 骨移植後の経過観察の時期や方法はどうあるべきか？

作成：庄司憲明

作成日：2007/3/22

I. はじめに

骨移植された母床へのインプラント埋入時期ならびにインプラント埋入後の経時変化について画像診断学的に指標となるエビデンスの有無を検討した。

II. 方法および結果

1. 方法

MEDLINE（PubMed＆OVID）、SYSTEMATIC REWIEW および医学中央雑誌の検索によりそれぞれ 35 件、2 件および 26 件がヒットした。このうち 14 件を重要文献とした。

2. 結果

腸骨（皮質骨と海綿骨）のオンレイグラフト（吸収した歯槽部の上に移植塊をのせる）を行った症例において､術後 6 か月までに移植骨の皮質骨の厚みおよび density が低下した。しかし、海綿骨の density に変化はなく、グラフトの高さが 25%減少した。その後の 6 か月では移植骨の海綿骨部分の density が上昇した（文献 2)。術後（上顎洞底挙上術とインプラント即時埋入） 1 年間で、全体の約 4 分 1 の症例において、上顎洞底がインプラントの先端と同レベルか、下（上顎洞内に突出）であった（文献 10)。上顎洞挙上術即時埋入インプラント（1 回法：グループ A）と術後埋入インプラント（2 回法：グループ B）の 5 年後の残存率に有意差はなかった（文献 11)。上記報告のインプラント埋入の条件は様々であり、症例数も少ないことからエビデンスレベルを判定できない。

III. まとめとお勧め

多くの文献に共通する結果は、移植骨は吸収するということである。その吸収量については移植術、補填材料および部位などによりばらつきがみられた。今回の論文検索において骨移植された母床およびそこにインプラント埋入されたときの予後の画像診断学的検討は十分でなく、参考程度である。よって現時点で、上記 clinical question の答になる十分なエビデンスはないといえる。

1. Peleg M. Mazor Z. Chaushu G. Garg AK. Sinus floor augmentation with simultaneous implant placement in the severely atrophic maxilla. [Journal Article] Journal of Periodontology 1998;69(12):1397-403.
2. Verhoeven JW, Ruijter J, Cune MS, Terlou M, Zoon M. Onlay grafts in combination with endosseous implants in severe mandibular atrophy: one year results of a prospective, quantitative radiological study. Clin Oral Implants Res 2000;11(6):583-94.
3. Simion M, Jovanovic SA, Tinti C, Benfenati SP. Long-term evaluation of osseointegrated implants inserted at the time or after vertical ridge augmentation. A retrospective study on 123 implants with 1-5 year follow-up. Clin Oral Implants Res 2001;12(1):35-45.
4. Raghoebar GM, Timmenga NM, Reintsema H, Stegenga B, Vissink A. Maxillary bone grafting for insertion of endosseous implants: results after 12-124 months. Clin Oral Implants Res 2001;12(3):279-86.

5. Mayfield LJ, Skoglund A, Hising P, Lang NP, Attstrom R. Evaluation following functional loading of titanium fixtures placed in ridges augmented by deproteinized bone mineral. A human case study. Clin Oral Implants Res 2001;12(5):508-14.
6. Artzi Z, Nemcovsky CE, Dayan D. Bovine-HA spongiosa blocks and immediate implant placement in sinus augmentation procedures. Histopathological and histomorphometric observations on different histological stainings in 10 consecutive patients. Clin Oral Implants Res 2002;13(4):420-7.
7. Timmenga NM, Raghoebar GM, van Weissenbruch R, Vissink A. Maxillary sinus floor elevation surgery. A clinical, radiographic and endoscopic evaluation. Clin Oral Implants Res 2003;14(3):322-8.
8. Sandor GK, Kainulainen VT, Queiroz JO, Carmichael RP, Oikarinen KS. Preservation of ridge dimensions following grafting with coral granules of 48 post-traumatic and post-extraction dento-alveolar defects. Dent Traumatol 2003;19(4):221-7.
9. Christensen DK, Karoussis IK, Joss A, Hammerle CH, Lang NP. Simultaneous or staged installation with guided bone augmentation of transmucosal titanium implants. A 3-year prospective cohort study. Clin Oral Implants Res 2003;14(6):680-6.
10. Hatano N, Shimizu Y, Ooya K. A clinical long-term radiographic evaluation of graft height changes after maxillary sinus floor augmentation with a 2:1 autogenous bone/xenograft mixture and simultaneous placement of dental implants. Clin Oral Implants Res 2004 ;15(3):339-45.
11. Yerit KC, Posch M, Guserl U, Turhani D, Schopper C, Wanschitz F, Wagner A, Watzinger F, Ewers R. Rehabilitation of the severely atrophied maxilla by horseshoe Le Fort I osteotomy (HLFO). Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2004;97(6):683-92.
12. Hallman M, Sennerby L, Zetterqvist L, Lundgren S. A 3-year prospective follow-up study of implant-supported fixed prostheses in patients subjected to maxillary sinus floor augmentation with a 80:20 mixture of deproteinized bovine bone and autogenous bone Clinical, radiographic and resonance frequency analysis. Int J Oral Maxillofac Surg 2005;34(3):273-80.
13. Verhoeven JW, Cune MS, Ruijter J. Permucosal implants combined with iliac crest onlay grafts used in extreme atrophy of the mandible: long-term results of a prospective study. Clin Oral Implants Res 2006;17(1):58-66.
14. Clayman L. Implant reconstruction of the bone-grafted maxilla: review of the literature and presentation of 8 cases. Journal of Oral & Maxillofacial Surgery 2006;64(4):674-82.

IV．インプラントの画像診断における X 線被曝に関する参考資料

１．歯科 X 線撮影の被曝について：

X 線撮影に用いるレベルの線量の放射線被曝による人体への影響を定量化することはきわめて困難である。そのため、国際放射線防護委員会（ICRP）はある一つの特定器官あるいは組織の被曝がもっとも重大な意味を持つと考え、この組織あるいは器官を決定組織（器官）と称して個人に関する線量制限のための指標としてきた。すなわち“部分的”に被曝を評価するという概念であり、このひとつが皮膚線量である。皮膚線量（単位：Gy）は口内法およびパノラマなどの歯科撮影では 1.5～3.6mGy であるとする報告があり、0.14～0.45mGy であるとする胸部 X 線単純撮影に対し、約 10 倍の被曝と見積もられた。しかし、1977 年の ICRP Publ.26 では、身体の種々の組織・臓器に対する定量的リスク係数を提示し、照射されたすべての組織の被曝に起因する総リスクを考慮に入れるような一つの方法が勧告されている。すなわち“総体的”に被曝を評価するという概念であり、これを実効線量当量（単位：Sv）と定義した。ICRP はその後の補足的な声明などにより実効線量当量を見直し、ICRP Publ.60（1990）で新たに実効線量（単位：Sv）として定義した。実効線量当量や実効線量では、歯科撮影は、胸部撮影の 1/3～1/10 である。実効線量は、臓器・組織毎に荷重係数を定め、次式で計算することが提案されている。

$$E=\Sigma\omega_T \cdot H_T \quad \text{（単位：Sv）}$$

H_T：臓器・組織 T の等価線量

ω_T：臓器・組織 T の組織荷重係数

自然界からの放射線、すなわち自然放射線は、大地からの放射線、宇宙線、体内に取り込んだ放射性物質からの放射線の 3 つに分類できる。世界平均の自然放射線からの 1 人あたりの実効線量当量は、ラドンによる肺の被曝を入れると年間 2.4mSv（2,400μSv）である。自然放射線をもとにある撮影における被曝線量が 1 年の何日分に相当するかを計算したのが線量預託（日）であり、これを informed-consent に含めることも重要と思われる。

以下に歯科放射線領域の実効線量（単位：μSv，ICRP1990 [1)]）を示す。

口内法撮影	1～8.3 [2)]	4（70kV FSD20cm E-speed Circular 2BW）[3)]
パノラマ撮影	3.85～30 [2)]	7（rare-earth screen）[3)]
CBCT	37～846.9 [4-6)]	
CT	363～1202（下顎）・100～3324（上顎）[2)]	

（出典）

1. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 60. Ann ICRP 1991;21:1-201.
2. European guidelines on radiation protection in dental radiology 2004
3. UNSCEAR 2000
4. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL. Dosimetry of two extraoral direct digital imaging

devices: NewTom cone beam CT and Orthophos Plus DS panoramic unit. Dentomaxillofac Radiol 2003;32(4):229-34.

5. Tsiklakis K, Donta C, Gavala S, Karayianni K, Kamenopoulou V, Hourdakis CJ. Dose reduction in maxillofacial imaging using low dose Cone Beam CT. Eur J Radiol 2005;56(3):413-7.
6. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL, Howerton WB. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. Dentomaxillofac Radiol 2006;35(4):219-26.

２．参照すべきガイドライン：

１）歯科 X 線診断における被曝

歯科Ｘ線検査の放射線防護に関するヨーロッパのガイドライン：
歯科診療における安全なＸ線の利用のために
http://wwwsoc.nii.ac.jp/jsomr/European%20guidelines.pdf

２）CT における被曝

脳血管障害画像診断のガイドライン；頭部 CT の被曝
http://mrad.iwate-med.ac.jp/guideline/