総説 第29・30回教育研修会（2008年口腔四学会合同研修会）
「デンタルインプラントの基本とその応用」

インプラント治療における適応拡大

又賀 泉

Widening of the indication of dental implant

MATAGA Izumi

Abstract: In this presentation, indications of dental implant were discussed with reconsiderations. Clinical indications are now maintained as a missing of tooth, combination of tooth and bone loss by trauma injuries, maxillo-mandibular defect following oral cancer ablation, cleft lip and palate, congenital disorders with delayed eruption or impacted tooth such as ectodermal dysplasia, jaw deformities, and orthodontic applications. For these situations, prosthetic surgeries such as alveolar plasty using mucosa and dermal grafts, onlay or inner grafts by autogenous bone, GBR (guided bone regeneration) technique, decortication, split crest and splitting alveolar osteoplasty, sinus lift and socket lift procedure, alveolar nerve transposition, vertical and horizontal distraction osteogenesis, and PRP (platelet-rich plasma) graftings has employed before or at the same time of dental implant placement. The problems of indication of implant contains age, anatomical reasons, and systemic complications. Placed dental implant, produced in titanium, should be carefully observed on the point of allergic reaction and carcinogenesis for a long time.

Key words: indication (適応), dental implant (歯科インプラント), systemic complication (全身合併症)

はじめに

今日歯科インプラント（以下インプラント）の発展はめざましく、歯の欠損に対する人工歯根として咬合機能の回復を目的に日常診療の一つとして溶け込みつつあるのが現状である。一方その素材がチタンで組織安定性が極めて高いといえど生体にとって異物であることに間違いはない。また適応を考えるとすべての症例がその対象になるとは限らない。そこで「インプラント治療における適応拡大」と題して、基本的なインプラント治療の適応と限界について現段階考えられているものを紹介する。

インプラント (implant) の定義

インプラント (implant) とは広義には移植することお

よび移植される物質の総称である。すなわち金属材料等の非生物材料だけではなく、再建手術に用いられる皮弁などの自己臓器や生体材料も広義にはインプラントの対象として含まれる。一方、狭義にはインプラントはトランスプラントとインプラントに分けられ、トランスプラント（移植・transplant）はヒトや動物の活性組織を植え込むものをさし、インプラント（移植・implant）は金属材料等の非生物材料を植え込むことである。形成外科領域では顔面神経麻痺に対して上眼瞼に金で作成した棒状物であるゴールドインプラント¹⁾を埋入する。豊胸を目的としたシリコンも、整形外科領域で行われている人工関節による大腿骨頭置換手術²⁾もインプラントの一つである。歯科においては喪失した歯の代用として咀嚼機能の回復を目的とした人工歯根を歯科インプラント (dental implant) あるいは口腔インプラント (oral implant) と呼び、歯科インプラントが一般化するに伴って人工歯根がインプラントと呼ばれているが、適応を考えた場合、本来インプラントは歯科における領域のみの概念ではないことを再認識することが必要である³⁾。

日本歯科大学新潟生命歯学部口腔外科学講座
(主任：又賀 泉 教授)
Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Life Dentistry at Niigata, The Nippon Dental University (Chief: Prof. MATAGA Izumi)

インプラントの適応と禁忌

適応 (indication) の用語は適用と同義語で、用いることができる対象という意味であるが、適応症は普遍的なものではなく、しばしば手術侵襲や術者の経験や技術によってその広さが変化する。一方禁忌 (contra-indication) は適応の反対 (contra-) の意味で、適応ではないと訳せるが禁じられた行為 (prohibit) とは異なる。インプラントによる治療の現状においては、医学情報の収集や臨床における経験的な見地から、従来の適応症が広がり禁忌症が狭まってきたのが現状である。すなわち近年インプラント体の素材や骨や表面形態や構造などの工学的な改良により埋入後の治療成績が改善されたこと、画像診断や臨床検査などの術前診断の向上によって患者の治療への risk が減少したこと、また全身疾患のコントロールが飛躍的に改善されたことによりその禁忌症の幅がさらに狭まったといえる。チタン製の骨内インプラントは、臨床的にはたとえインプラント体周囲の局所感染が生じて、菌原性の顎骨骨膜炎と病態が異なり、インプラント体が周囲骨と癒合が得られず脱落しても炎症性病変が波及して蜂窩織炎や重篤な顎骨骨髓炎へ移行することが少ないことが特徴である。一方適応を判断する上で、生命に関わる (life threatening) 病態を生じる危険性のある医療行為を未然に予測することは極めて難しいため、予測される危険因子を最小限にする努力が適応の拡大に繋がると考えられている。

歯科インプラントの適応症

1. 歯の欠損と適応

インプラントの適応症は単独歯欠損 (a single tooth missing)、部分歯欠損 (partial edentulous) に加え無歯顎 (fully edentulous) が適応である。osseointegration の概念と、2 回法でチタン製の骨内インプラント (endosseous implant) の応用により、インプラントを用いた歯科治療の成功率は飛躍的に向上した⁴⁾。近年では従来の 2 回法の概念から脱却して、手術回数を減らし早期に患者の満足を得ることを目的として、抜歯後即時埋入、早期埋入、早期荷重の是非が討議されている。インプラントの用語も社会的に受け入れられてきて、患者側から希望されることが多くなってきた。歯科医師側からは歯の欠損に対して咬合機能を回復する日常臨床の一つの手段として用いられるようになり、その適応症例は拡大の一途である。一方ではインプラント手術による偶発症が生じている事実も背景にあることを忘れてはならない⁵⁾。

2. 解剖学的診形態および機能による適応症

インプラントの埋入は上下顎骨の形態に大きく制限される。とくに無歯顎の場合の顎骨の形態的特徴は、上下顎前歯部では頬舌的に骨が吸収し峰状を呈することが多い。このような顎骨にインプラントを埋入する際は、直径 4 mm 前後のインプラント体が露出しないように最低前後左右 1 mm で直径 6 mm の骨幅の骨量が必要である。下顎骨臼歯部では垂直的には下顎管との距離が必要であり、厳密な距離の測定を行わないと下顎管を損傷し知覚神経麻痺の原因となる。同様に上顎骨では上顎洞底と歯槽頂との距離が短い場合は、インプラント体の底部が上顎洞粘膜を穿孔して二次的に上顎洞炎を生じるかあるいは支持骨の不足によってインプラント体が上顎洞内に迷入する危険性がある。

適応拡大のための手術方法 (骨量の増生法) と移植材料

解剖学的に制約のある症例に対して、インプラント埋入のための併用手術が行われている。これらの手術は埋入と同時にあるいは埋入数か月前に骨増生手術として行われる。頬舌的な骨量の増生法は、GBR の応用、歯槽分割形成手術、J-bone graft など自家骨や生体材料による骨増生や水平的仮骨延長手術によって骨量を造成する手術⁶⁾が行われる。垂直的には onlay graft による骨移植⁷⁾、上顎洞底挙上手術⁸⁾や頬骨インプラント⁹⁾などが適応となる。下顎骨臼歯部において下顎管と近接している場合は、骨移植に加え下顎管移動手術¹⁰⁾や垂直的仮骨延長手術¹¹⁾が適応となる。直径の太い短い wide-platform type のインプラント体も選択されている。このように形態的な問題に対しては、インプラント埋入前手術を加えることによって適応が広がるだけでなく、二次的に生じる偶発症を避けることができる利点がある。例えば上顎洞底挙上手術によって上顎洞炎が防止でき、また下顎では骨移植などによってインプラント体の埋入時の下顎神経麻痺を未然に防止できる意義がある (表 1, 2)。

全身合併症とインプラント手術の適応

インプラントの適応の判断には全身合併症が大きく関与する。適応の判断は全身合併症の種類によって画一的に定まるのではなく、適応と思われる症例の全身合併症の病態の把握が極めて重要である。全身合併症を伴う症例における適応の判断は、(1) 埋入や関連手術侵襲に耐えうるかどうかという埋入時の全身状態の問題と、(2) 埋入したインプラントが長期的に維持できるかどうかの予後を予測して適応が判断されるものの 2 つが考えられる。前者の埋入時

表1 補綴前外科;インプラント埋入前および同時手術

-
1. 軟組織に対する手術 (口腔前庭拡張, 歯槽堤粘膜の獲得)
 - A. 粘膜・骨膜を剥離しておこなう方法 (soft tissue procedure)
 - 1) 歯肉粘膜を剥離しておこなう方法 (Wassmund法) gingival mucosa
 - 2) 唇頬粘膜を剥離しておこなう方法 (Kazanjian 法) labial-buccal mucosa
 - 3) 粘膜下でおこなう方法 (Obwegeser 法) subperiosteal flap
 - B. 軟組織の移植による手術
 - 1) 自家組織移植
 - (1) 粘膜移植: 頬粘膜, 口蓋粘膜
 - (2) 皮膚移植: 全層皮膚, 分層皮膚
 - 2) 人工生体材料移植: テルダーミス®, チキン®, 他
 - 3) 再生歯学の応用: 培養粘膜の応用
 2. 骨量の不足に対する手術 (procedure for bone defect)
 - 1) 骨移植 (bone graft)
 - (1) onlay graft→自家骨, 人工生体材料
 - a. ブロック骨移植 歯槽頂上移植
 - b. ベニヤ移植→自家骨
 - c. Jボーン (サドル) グラフト→自家骨
 - (2) inlay graft→自家骨, 人工生体材料
 - a. 骨水平分割挿入移植 (サンドウィッチ移植: interpositional graft)
 - b. Le Fort I osteotomyの併用 (上顎)
 - 2) GBR (guided bone regeneration), decortication
 - (1) 非吸収性膜 (non-resorbable membrane) Gore-Tex (ePTFE)
 - (2) 吸収性膜 (resorbable membrane) Bio-Gide, Bio-Tape
 - 3) 歯槽分割法 (split crest, splitting osteoplasty)
 - 4) 上顎洞底挙上手術 (sinus lift procedure), ソケットリフト (socket lift)
 - 5) 下顎管移動手術 (alveolar nerve transposition)
 - 6) 仮骨延長法 (distraction osteogenesis)
 - 7) 多血小板血漿の応用 (PRP: platelet-rich plasma)
-

の全身管理は術前診断によって局所麻酔や全身麻酔による手術に耐えうるか否かの判断で, 内科専門医や麻酔医の術前診断によって定まる。脳血管障害, 呼吸器系疾患, 薬剤アレルギーなどの特異体質に加え, 超高齢者, 認知症, 躁鬱病など精神病, 心身症などの精神障害が関与し, とくに精神的に障害がある場合, 埋入がうまくいっても患者の訴えによって撤去を余儀なくされることがある。後者の全身合併症は, 慢性肝疾患やクローン病および腫瘍性病変を含む重度の消化器障害などの肝胃腸系, コントロール不良の糖尿病, 副甲状腺機能亢進症, 甲状腺機能亢進症などの内分泌系疾患, 膠原病や関節リウマチなどの自己免疫性疾患とくに長期副腎皮質ホルモン投与中で骨代謝や免疫不全を伴う疾患, 制癌剤などの化学療法や放射線治療によって骨の代謝に影響する悪性腫瘍疾患, 貧血, 血友病, 骨髄形成不全症, 抗凝固療法中も含めた血液疾患, 慢性腎不全透析療法中などの腎臓疾患, 骨粗鬆症, 骨軟化症, 骨硬化症, Paget 病などの系統的骨疾患があげられる。これらの骨の機能異常を伴うものは, 長期的にインプラントの維持が難しいと考えられる疾患である (表3)。

従来禁忌とされてきた全身合併症は, 過去において生じた偶発症の報告による累積情報と, 医学的見地から偶発症の発症が危惧される疾患群である¹²⁾。これらの疾患群は, 手術侵襲の大きさによって偶発症を発症する危険度が大きく異なるため, 画一的に予測することは困難である¹³⁾。多くの医療訴訟は, 術前の診断の誤りや説明不足および手術手技に由来する埋入時に生じた偶発症によるもので, 幸い全身合併症が原因で埋入後直接的あるいは二次的に重篤な感染症を発症して死に至った報告はない。しかし健康人に比較して high risk であることは間違いがない。問診時における問題の一つは全身合併症が患者の申告によってのみ得られることである。そのため潜在的な全身合併症や骨機能を画一的に予測することは極めて困難であり, すべてのインプラント埋入症例に対してあらかじめ術前にスクリーニング検査によりその適応を評価することが試みられている¹⁴⁾。全身合併症を伴うものに対しては, 最低限専門医に對診して医療情報を収集することは不可避であることである。専門医に對診する意義は, 現在の病状や投与薬剤内容などの医療情報の収集が第一目的であるが, 偶発症が生じ

表2 骨補填材料

1. 自家骨 (autogenous bone)
1) 顎骨
a. オトガイ部皮質骨, 下顎臼歯部頰側後方骨, 下顎枝 (筋突起部) の骨
b. 抜歯後周辺骨 (智歯部), 上顎結節部の骨, 同顎および対顎の歯槽頂骨
c. インプラント孔開削骨 (trephin-bar)
2) 腸骨, 頭蓋骨, 脛骨: ブロック状骨, PCBM (particulated cancellous bone marrow)
3) 血管柄付き骨 (revascularized bones): 腸骨, 肩甲骨, 腓骨
2. 他家骨 (同種骨) (allogenic bone)
1) ヒト乾燥凍結骨 (freeze-dried bone allografts: FDBA)
demineralized freeze-dried bone allografts: DFDBA)
2) ヒト乾燥凍結骨+骨髄
3. 異種骨 (xenogenic bone)
ウシ骨より精製 Bio-Oss (Osteo Health, Shirley, NY):
porous bone mineral matrix (Geistlich Biomaterials, Switzerland)
4. 人工骨 (alloplastic bone grafting material) 人工生体材料
1) 天然ハイドロキシアパタイト (true bone ceramic)
2) 合成ハイドロキシアパタイト (hydroxyapatite) 吸収性, 非吸収性
3) β -リン酸三カルシウム (β -TCP: β -tricalciumphosphate)
4) 生体活性ガラス (bioactive glass) $\text{SiO}_2\text{-P}_2\text{O}_5\text{-CaO-Na}_2\text{O}$ を基本
5. 骨増生因子 (bone growth factor)
1) 多血小板血漿 (PRP: platelet-rich plasma)
2) 遺伝子組み替え骨形成蛋白
rhBMP (recombinant human bone morphogenetic protein)
3) 合成化合物の応用: Prostaglandin E 類 (PGE)
6. 組織工学, 再生医学 (tissue engineering) の応用
1) 人工軟骨, 培養骨 (ハイブリッド型人工器官)
2) 組織再生療法

表3 全身状態とインプラント手術の適応

1. 手術に耐えるか?
脳血管障害 : 脳梗塞, 脳出血, 脳血栓
心疾患 : 心筋梗塞, 狭心症—人工弁置換術, ペースメーカー
高血圧症 : 不安定な血圧
呼吸器系疾患: 肺機能障害, 気管支喘息, 結核性病変
特異体質 : 薬剤アレルギー
精神障害 : 認知症 (高齢), 心身症, 精神病 (躁鬱病など)
2. 埋入したインプラントが維持できるか?
肝胃腸系 : 肝硬変などの慢性肝疾患, 消化器腫瘍, Crohn病
内分泌系疾患: 糖尿病 (コントロール不良), 副甲状腺機能亢進症, 甲状腺機能亢進症
免疫不全疾患: 膠原病, 関節リウマチ, 長期副腎皮質ホルモン投与
悪性腫瘍 : 化学療法 (根治的regimen), 放射線治療 (60Gy以上)
血液疾患 : 重度の貧血, 血友病などの血液悪性腫瘍
抗血栓療法中でコントロール不良
腎臓疾患 : 慢性腎不全の透析性骨症
系統的骨疾患: 骨粗鬆症, 骨軟化症, 骨硬化症, Paget病の進行したもの
臓器移植後 : 骨髄移植, 腎臓移植後免疫抑制剤の投与

写真 1A 42歳の女性

透析歴6年。顎骨はスリガラス状で歯槽硬線は消失している。

写真 1B 45歳の男性

透析歴20年。顎骨はスリガラス状で歯槽硬線は消失し、下顎皮質骨も不明瞭である。透析性骨症の進行例。

た際の緊急的対応に協力が得られることである。

1. 年齢と適応

インプラントの適応年齢はいまだ問題が残されている。若年者では15歳未満では顎骨が成長中であり、埋入したインプラント体が顎骨の成長と共に移動する可能性があり、成長を抑制することは避けなければならない。低年齢層に対してインプラントによる咬合機能の回復を目的に、上部構造体の連結を避けて経時的に再製を繰り返す方法が報告されている¹⁵⁻¹⁷⁾。一方高齢者とくに閉経期後の女性に対しては骨粗鬆症への配慮が必要である。埋入後インプラント体が長期間維持されると、脳血管障害などにより日常生活動作(ADL)が低下した際の患者自身による清掃の問題や、介助者によるインプラント上部構造に対する口腔ケアの問題が生じてくる場合は、術者可撤式上部構造体を可撤式に変更して清掃を容易にする配慮も必要である^{18, 19)}。

2. 糖尿病

我が国の糖尿病の多くは生活習慣病といわれる2型糖尿病で、その90%が肥満によるもので、現在歯科受診患者の5%が糖尿病を合併しているといわれている。インプラント治療の適応を考えると、腎機能不全や視力障害、壊疽を伴うものは糖尿病の進行した状態といってよく適応から除外される。糖尿病のコントロール状態の判定はHbA1c値が7%以下は良好、7~9%で境界域、9%以上は不良である。糖尿病患者のインプラント治療上の大きな問題と対応は、(1)術前における易感染症への抗菌薬の投与(2)術中の低血糖への配慮で、術後は(3)血管の動脈硬化によって血流が低下し、酸素供給が悪くなって感染しやすいなどの病態の把握が重要で、従来禁忌とされていた糖尿病

も管理によってインプラント治療の適応になるという報告が散見される^{20, 21)}。

3. 慢性腎不全

慢性腎不全においては腎性骨異常栄養症(renal osteodystrophy)が、透析療法によって透析性骨症(dialysis osteodystrophy)と呼ばれる骨病変が生じることが知られている。腎性骨異常栄養症は慢性腎不全による高リン血症から始まり、二次性副甲状腺機能亢進症によって腎性クル病や骨軟化症の病態を呈する。リン酸塩排泄障害を伴う腎疾患、カルシウム喪失などの基礎疾患があって、血中のカルシウムが低下するために、二次的に副甲状腺が機能亢進する²²⁾。活性型ビタミンDの投与や副甲状腺摘出術(parathyroidectomy: PTX)が行われている。顎骨においても特徴的なすりガラス状の骨変化が生じ歯槽硬線が消失する^{23, 24)}(写真1A, B)。現在骨異常栄養症に対して再現性があると考えられている骨検査法として、(1)骨の疼痛scoreを含めた臨床症状、(2)血清Ca, iP, AIP, PTH, C-PTH, N-PTH, i-PTH (intact-PTH), calcitoninなどの血液検査、(3)顎骨の機能的判断として用いられるX線診断として、頭部正面および側面、オルソパントやデンタル写真による歯槽硬線(lamina dura index: LDI)や上下顎骨のスリガラス状変化、顎関節変化の評価、(4)骨塩量の測定として、microdensitometry (MD法)による中手骨のmetacarpal index (MCI)、microdensitometry (MD)によるpattern分類、(5)骨シンチによる診断(bone scintigraphy using technetium-99m MDP)として異所性石灰化の有無、single photon absorptiometry (SPA)、dual energy X-ray absorptiometry (DEXA)、二重X線法および定量的コンピュータ断層法(quantitative computed tomography: QCT)

写真2 79歳の女性

2003年から骨粗鬆症の診断にてビスフォスフォネート製剤（フォサマック®）を内服。2005年下顎左側臼歯部の疼痛を主訴に来院した。

写真3 51歳の男性

右側頬粘膜癌の再発で70Gy リニアック照射されている。右側下顎骨体部に放射線性骨壊死（骨髄炎）を生じている。

による橈骨、腰椎、大腿骨の骨塩量の評価があげられている。進行した透析性骨症の骨は線維性骨炎の病態であり、このような骨質中にインプラントを埋入しても骨との結合が得られずほとんどは脱落すると報告されている^{25, 26)}。透析医との綿密な情報交換が必要である。

4. 骨粗鬆症とビスフォスフォネート製剤による骨壊死

骨粗鬆症は加齢的变化としてとくに女性においては、閉経後のエストロゲンホルモンの分泌低下により骨粗鬆症の発症率が極めて高いことが知られている。さらに年齢を重ねると大腿骨頭壊死や骨折によってQOLが低下し、寝たきりの原因となっている。骨粗鬆症の進行や病態の程度は個々に千差万別で、各種画像診断や骨代謝マーカーによる進行度の検索が行われている。ビスフォスフォネート（以下BP）は石灰化抑制作用を有する生体内活性物質であるピロリン酸と類似の構造をもつ化合物で、強力な破骨細胞機能抑制作用を有することから、骨粗鬆症、悪性腫瘍による高カルシウム血症、多発性骨髄腫、あるいは乳癌をはじめとする固形癌の溶骨性骨転移や骨関連有害事象さらに骨Paget病、小児骨形成不全などの治療に幅広く応用されている。とくに骨粗鬆症に対しては予防も含めて第一選択薬となっている。BPの悪性腫瘍に対する治療は主に静注によって行われ、骨粗鬆症に対しては主に内服薬として投与されている。BPによって生じるBP系薬剤関連顎骨壊死（bisphosphonate related osteonecrosis of the jaw: BRONJ）^{27 ~ 29)}の発症頻度は静注で5 ~ 15%，内服で0.01 ~ 0.04%と大きく異なることが報告されている³⁰⁾。BP投与中の症例に対してインプラントの適応を論じる場合、BPが静注で投与されている場合はBRONJの発症頻度が極めて高くインプ

ラント埋入の禁忌の範疇と考えてよい。さらにこれらの患者は生命予後も極めて不良である。一方内服で投与される骨粗鬆症はBRONJの発症頻度が低く、さらにBPの投与目的が予防的と治療的に分けられるため、薬剤の中止あるいは変更を目的として処方医に対診して骨粗鬆症の現在の病状の程度をあらかじめ知るべきである（写真2）。BP内服投与中の患者にインプラントの埋入をしても予後は良好であったという報告も散見される^{31 ~ 33)}が、BRONJを発症していない症例が前提で、なおかつ術前に骨代謝の情報が収集された上で埋入に踏み切った結果であることも知るべきである。いずれにしても骨粗鬆症の進行や病期によっても骨変化が生じる危険性は異なるため、専門医への対診による共同治療が重要である。骨の病変の診断に、血清や尿による骨代謝マーカーが検討されているが未だ再現性に乏しい。

5. 放射線性骨壊死（骨髄炎）

被爆する方向や線量によって放射線性骨壊死症状の程度は異なるが、一般に総照射量60Gy以上では放射線性骨壊死を生じやすい。すなわち根治線量である60Gy以上で予後に差が出ると一般に考えられている³⁴⁾。線量によって明らかに予後が異なるため、画像診断によって埋入部位を決定する必要がある³⁵⁾。高線量治療症例ですでに骨壊死を伴うものは適応から除外される（写真3）。高圧酸素療法は骨壊死の消炎に対して効果的な場合もあるが、インプラント治療を前提とした場合はその有効性に疑問が残る^{36 ~ 38)}。

口腔領域の無歯顎以外の疾患に対する適応の拡大

インプラントは歯の欠損に対する人工歯根としてのみな

らず、さまざまな顎口腔領域の疾患に対しても形態的および機能的再建や修復を目的として適応疾患が拡大されている。その代表的なものとして(1)上下萎縮顎骨、(2)外傷症例¹⁰⁾、(3)口腔癌切除後再建症例^{39~43)}、(4)唇裂口蓋裂、外胚葉形成不全症⁴⁴⁾など歯の萌出異常を伴う先天異常疾患、(5)顎変形症や矯正歯科治療^{45, 46)}などがあげられる。口腔癌切除後再建症例に対するインプラントの応用は近年多くの報告がある。その適応は下顎だけではなく上顎へも応用されている。従来眼窩部へも及ぶ上顎の欠損に対しては、エプテールと顎顔面義歯の固定源は欠損腔のアンダーカットに求められ、この部を塞いではならないとされてきた。しかし近年血管柄付き皮弁や骨皮弁で顔面の欠損を被覆して固有口腔を再建し、残存骨あるいは移植骨にインプラントを埋入して固定源とする機能的再建が行われている。固有口腔を作る意義は、構音、咀嚼、嚥下機能を向上することはわかっていたが、インプラントを用いることで顎顔面義歯の固定が可能となった。顎変形症や矯正歯科治療にインプラントを用いる方法は最近導入された方法で、多くはインプラント体を後方臼歯部に埋入して、これを固定源にして前方の歯を牽引しようとするものである。

口腔領域以外でのインプラントの適応拡大

口腔領域以外でのインプラントの適応拡大として、(1)耳介や顔面エプテールの固定のためのインプラントの応用^{47~53)}と(2)形成外科、整形外科領域への適応拡大⁵⁴⁾が行われてきた。人工歯根として口腔内に埋入されるインプラントに対して、口腔外の骨へ埋入されるインプラントは口腔外インプラント(extraoral implant, extraoral application)と総称されている。とくに上顎癌で眼球を含めた拡大上顎全摘後に作製された顔面エプテールは、しばしば皮膚の密着不足によって皮膚に褥瘡を生じたり、口腔からの空気や唾液が漏出してその目的が達成できず、満足のかく結果は得られなかった。そこで前頭骨や側頭骨、残存上顎骨に口腔外インプラントを埋入してアタッチメントと連結して顔面エプテールを固定する方法を選択した。さらに顔面エプテールは再建された皮膚と両面テープで固定も可能である。形成外科、整形外科領域への適応拡大としては、耳介の補綴学的再建にとどまらず、聴覚障害に対して側頭骨に埋入して骨伝導音を捕捉する方法にも応用され、四肢においてはインプラントを用いた指の再建に応用されている。

インプラントの長期予後と功罪

インプラント体の素材はチタンである。チタンは臨床的

に組織為害作用も少なく優れた安全性が高い素材であることが知られているが、チタンといえど生体にとっては異物であり、長期的にはチタンイオンの臓器沈着の可能性が論じられ、チタンアレルギーの報告がされている^{55, 56)}。骨折や骨切り後の固定に用いたチタン製ミニプレートを、骨性癒合が得られた後に除去することを原則として行っている施設も多い。チタンプレートを除去する理由は、プレートを異物と認識し、長期期間生体に残置しておくでプレート周囲組織の直接的な軟組織の反応やチタン金属がイオン化して生じる可能性のあるアレルギー反応を未然に防ぐのが目的である。しかし顎関節頭や眼窩下縁皮下の骨折の固定に用いたミニプレートを、再度皮切を加えて観血的に取り出すことは抵抗があるため、ポリ乳酸製材などの吸収性生体材料が開発されてきた^{57, 58)}。さらにインプラント体周囲粘膜から発癌した報告がある^{59, 60)}。しかし臨床的には発癌が考えられても発癌機序に関する基礎的および臨床的エビデンスは幸い少ないのが現状である。インプラント体の安全性に関するCohort studyや長期的な臨床研究がさらに必要である。

ま と め

インプラントによる治療の適応は、術前診断とくに全身合併症の情報収集によって偶発症を把握し、埋入関連手術術式の修得と予後を予想した慎重な埋入手術によって適応の拡大が可能であると考えられる。とくに日常臨床において、骨に異常を伴う系統的疾患を合併している際は必ず専門医に対診して現在の病状を把握することに努め、予後の推測が困難な症例に対してはインプラントによる治療を避けて可撤式義歯などの旧来の補綴学的手法によって咬合再建をすべきと判断される症例に遭遇することも少なくない。このような全身合併症を伴う症例に対してはより慎重で注意深い対応が必要で、即時や早期荷重による修復は避け、従来の2回法によってより安全な治療計画の設計が求められる。

本論文は、第1回日本口腔外科学会、日本顎顔面インプラント学会教育研修会、教育研修会合同部会(2008年2月16, 17日、東京)および第2回日本口腔外科学会、日本顎顔面インプラント学会、日本歯科放射線学会、日本口腔病理学会、2008年度口腔四学会合同研修会(2008年8月9, 10日、岡山市)においてその概要を発表した。

引用文献

- 1) 篠原秀勝, 宮坂宗男, 他: 自家で作成したゴールドインプラントを用いた麻痺性兔眼治療。日頭蓋顎顔

- 面外科誌 23: 226-231 2007.
- 2) 朴 哲, 高木理彰, 他: 再置換カーボン大腿骨頭・チタン合金ステム破損例. 再置換術の経験と組織学的検討. 日人工関節誌 36: 174-175 2006.
 - 3) 又賀 泉: インプラントの現状と将来展望, 口腔外科の立場より. 歯学 77: 1257-1266 1989.
 - 4) Branemark, P.I., Hansson, B.O., et al.: Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw: Experience from 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg* 111: 1-132 1977.
 - 5) 永松榮司: デンタルインプラントの基本とその応用, インプラントの直近の紛争の実態・問題点とその対処について, インプラントを含めた直近の歯科医療水準の判例の傾向と対策. 日口外誌 55: 396-407 2009.
 - 6) Chiapasco, M., Zaniboni, M., et al.: Autogenous onlay bone grafts vs. alveolar distraction osteogenesis for the correction of vertically deficient edentulous ridges: a 2-4-year prospective study on humans. *Clin Oral Implants Res* 18: 432-440 2007.
 - 7) Isaksson, S., and Alberius, P.: Maxillary alveolar ridge augmentation with onlay bone-grafts and immediate endosseous implants. *J Cranio-Maxillo-Facial Surgery* 20: 2-7 1992.
 - 8) Jensen, O.T., Shulman, L.B., et al.: Report of the sinus consensus conference of 1996. *Quintessence Dental Implantology* 6: 329-352 1999.
 - 9) Rossi, M., Duarte, L.R., et al.: Anatomical bases for the insertion of zygomatic implants. *Clin Implant Dent Relat Res* 10: 271-275 2008.
 - 10) Kan, J.Y., Lozada, J.L., et al.: Mandibular fracture after endosseous implant placement in conjunction with inferior alveolar nerve transposition: a patient treatment report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 12: 655-659 1997.
 - 11) Block, M.S. and Brister, G.D.: Use of distraction osteogenesis for maxillary advancement: preliminary results. *J Oral Maxillofac Surg* 52: 282-286 1994.
 - 12) Hwang, D. and Wang, H.L.: Medical contraindications to implant therapy: Part II: Relative contraindications. *Implant Dent* 16: 13-23 2007.
 - 13) Bornstein, M.M., Cionca, N., et al.: Systemic conditions and treatments as risks for implant therapy. *Int J Oral Maxillofac Implants* 24: 12-27 2009.
 - 14) 矢島安朝: デンタルインプラントの基本とその応用. インプラントの変遷と今後の展開 過去, 現在, 未来. 日口外誌 55: 42-53 2009.
 - 15) Ledermann, P., Hassell, T., et al.: Osseointegrated dental implants as alternative therapy to bridge construction or orthopedics in young patients. *Pediatr Dent* 15: 327-333 1993.
 - 16) Perrott, D.H., Sharma, A.B., et al.: Endosseous implants for pediatric patients. *Oral Maxillofac Surg Clinics of North America* 6: 79-88 1994.
 - 17) Oesterle, L.J., Cronin, R.J., et al.: Maxillary implants and the growing patient. *Int J Oral Maxillofac Implants* 8: 377-387 1993.
 - 18) 田村暢章, 谷口展子, 他: 当科におけるインプラント治療の臨床的検討: 特に高齢者での安全性の高い治療と QOL の向上を目指して. 明海歯科医学 37: 129-133 2008.
 - 19) Lang, N.P. and De Bruyn, H.: The rationale for the introduction of implant dentistry into the dental curriculum. *Eur J Dent Educ* 13: 19-23 2009.
 - 20) Michaeli, E., Weinberg, I., et al.: Dental implants in the diabetic patient: systemic and rehabilitative considerations. *Quintessence Int* 40: 639-645 2009.
 - 21) Retzepi, M., Lewis, M.P., et al.: Effect of diabetes and metabolic control on de novo bone formation following guided bone regeneration. *Clin Oral Implants Res* 21: 71-79 2010.
 - 22) Fletcher, P.D., Scopp, I.W., et al.: Oral manifestations of secondary hyperparathyroidism related to long-term hemodialysis therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 43: 218-226 1977.
 - 23) 又賀 泉, 尾崎守男, 他: 透析療法患者における顎骨の変化. 北陸中央病院症例の検討. 腎と骨代謝 2: 223-232 1989.
 - 24) 土持 真, 山中宣男, 他: 腎不全透析療法患者における口腔症状, その 2, 歯槽硬線の検討. 日口外誌 29: 1890-1900 1983.
 - 25) Dijkiewicz, M., Wojtowicz, A., et al.: Is implantoprosthodontic treatment available for haemodialysis patients? *Nephrol Dial Transplant* 22: 2722-2724 2007.
 - 26) 田中章夫, 松本忠士, 他: インプラントの迷入により上顎洞炎を発症した透析患者の 1 例. 日口外誌 5: 340-343 2005.
 - 27) Marx, R.E.: Bisphosphonate-induced exposed bone (osteonecrosis/osteopetrosis) of the jaws: risk factors, recognition, and treatment. *J Oral Maxillofac Surg* 63: 1567-1575 2005.
 - 28) Migliorati, C.A., Casiglia, J., et al.: Managing the care of patients with bisphosphonate-associated osteonecrosis: An American Academy of Oral Medicine position paper. *JADA* 136: 1658-1668 2005.
 - 29) 浦出雅裕, 田中徳昭, 他: ビスフォスフォネート投与と関連性があると考えられた顎骨骨髄炎ならびに顎骨壊死 30 症例に関する追跡調査 2 年後の現状について. 日口外誌 55: 553-561 2009.
 - 30) Khan, A.A., Sandor, G.K.B., et al.: Canadian consensus practice guidelines for bisphosphonate associated osteonecrosis of the jaw. *J Rheumatol* 35: 1391-1397 2008.
 - 31) 矢郷 香, 朝波惣一郎: 経口ビスフォスフォネート系薬剤投与患者に対するインプラント手術経験. 有病者歯科医療 17: 29-36 2008.
 - 32) Mavrokokki, T., Cheng, A., et al.: Nature and frequency of bisphosphonate-associated osteonecrosis of the jaws in Australia. *J Oral Maxillofac Surg* 65: 415-423 2007.
 - 33) Fugazzotto, P.A., Lightfoot, W.S., et al.: Implant placement with or without simultaneous tooth extraction in patients taking oral bisphosphonates: postoperative healing, early follow-up, and the incidence of

- complications in two private practices. *J Periodontol* 78: 1664-1669 2007.
- 34) Niimi, A., Ueda, M., et al.: Experience with osseointegrated implants placed in irradiated tissues in Japan and the United States. *Int J Oral Maxillofac Implants* 13: 407-411 1998.
- 35) Marx, R.E.: Osteoradionecrosis: a new concept of its pathophysiology. *J Oral Maxillofac Surg* 41: 283-288 1983.
- 36) Weischer, T. and Mohr, C.: Ten-year experience in oral implant rehabilitation of cancer patients: treatment concept and proposed criteria for success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 14: 521-528 1999.
- 37) 陣内重雄, 後藤昌昭, 他: 11年間に顎骨切除症例に使用したインプラントの経過. 顎顔面補綴 3: 80-86 2000.
- 38) 大石伸一郎: 顎骨切除を行った下顎骨放射線性骨壊死症例の臨床病理組織学的検討. 日口外誌 47: 8-18 2001.
- 39) Lindstrom, J., Branemark, P.-I., et al.: Mandibular reconstruction using the preformed autologous bone graft. *Scand J Plast Reconstr Surg* 15: 29-38 1981.
- 40) 又賀 泉: 口腔癌切除後の機能的再建の現状. 新潟医学会雑誌 112: 119-123 1998.
- 41) 又賀 泉: 血管柄付き腓骨皮弁による顎骨再建とインプラントの応用. *Hospital Dentist Oral Maxillofac Surg* 15: 3-21 2003.
- 42) 又賀 泉: 口腔癌切除後顎骨再建とインプラントの応用の現状. *Hospital Dentist Oral Maxillofac Surg* 14: 83-98 2002.
- 43) 又賀 泉, 石原 修, 他: 血管柄付き腓骨皮弁による再建顎骨への歯科インプラントの応用. 頭頸部腫瘍 26: 538-543 2000.
- 44) Guckes, A., Brahim, J.S., et al.: Using endosseous dental implants for patients with ectodermal dysplasia. *Am Dent Assoc* 122: 59-62 1991.
- 45) Asscherickx, K., Vannet, B.V., et al.: Clinical observations and success rates of palatal implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 137: 14-122 2010.
- 46) Cha, J.Y., Lim, J.K., et al.: Influence of the length of the loading period after placement of orthodontic mini-implants on changes in bone histomorphology: microcomputed tomographic and histologic analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants* 24: 842-849 2009.
- 47) Tjellstrom, A.: Osseointegrated titanium implants in temporal bone. *Am J Otol* 2: 304 1981.
- 48) Tjellstrom, A., Lindsrom, J., Nylen, O., et al.: The bone anchored auricular episthesis. *Laryngoscope* 90: 811-815 1981.
- 49) 上田 実, 新美 敦, 他: Osseointegrated implantの顎顔面領域への応用—第3報—上顎腫瘍切除後の顎顔面補綴について. 日口外誌 39: 437-444 1993.
- 50) Abu-Serriah, M.M., McGowan, D.A., et al.: Extra-oral endosseous craniofacial implants: current status and future developments. *Int J Oral Maxillofac Surg* 32: 452-458 2003.
- 51) Abu-Serriah, M.M., McGowan, D.A., et al.: Extra-oral craniofacial endosseous implants and radiotherapy. *Int J Oral Maxillofac Surg* 32: 585-592 2003.
- 52) Jensen, O.T., Brownd, C., et al.: Nasofacial prostheses supported by osseointegrated implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 7: 203-210 1991.
- 53) Suuronen, R., Kallela, I., et al.: Bioabsorbable plates and screws: Current state of the art in facial fracture repair. *J Craniomaxillofac Trauma* 6: 19-27 2000.
- 54) Eriksson, E. and Branemark, P.-I.: Osseointegration from perspective of the plastic surgeon. *Plast Reconstr Surg* 93: 626-637 1994.
- 55) Sicilia, A., Cuesta, S., et al.: Titanium allergy in dental implant patients: a clinical study on 1500 consecutive patients. *Clin Oral Implants Res* 19: 823-835 2008.
- 56) 小野擴仁, 早野圭吾: 金属アレルギーにおけるインプラント除去の1症例. 歯科学報 104: 491-496 2004.
- 57) Suuronen, R., Haers, P.E., et al.: Update on bioresorbable plates in maxillofacial surgery. *Facial Plast Surg* 15: 61-72 1999.
- 58) Bessho, K., Carnes, D.L., et al.: Experimental studies on bone induction using low-molecular-weight poly (DL-lactide-co-glycolide) as a carrier for recombinant human bone morphogenetic protein-2. *J Biomed Mater Res* 61: 61-65 2002.
- 59) Czerninski, R., Kaplan, I., et al.: Oral squamous cell carcinoma around dental implants. *Quintessence Int* 37: 707-711 2006.
- 60) McGuff, H.S., Heim-Hall, J., et al.: Maxillary osteosarcoma associated with a dental implant: report of a case and review of the literature regarding implant-related sarcomas. *J Am Dent Assoc* 139: 1052-1059 2008.