骨補填材を用いない上顎洞底挙上術と 骨誘導再生を併用して上顎臼歯部に インプラントを埋入した 1 症例

A case of an implant treatment involving sinus floor elevation and
guided bone regeneration without bone substitutes

鳥居 亮磨

TORII Akimaro

Keyword : prosthesis of defect, implant, bone augmentation, sinus floor elevation,
guided bone regeneration

キーワード: 欠損補綴, インプラント, 上顎洞底挙上術, 骨造成, 骨誘導再生法 (GBR)

One of the problems limiting the indications for implants is the problem of insufficient bone mass in the defect. There are two types of bone defects: vertical and horizontal. The bone deficiencies are often caused by bone resorption associated with dental disease, and by anatomical morphology, such as the lowering of the maxillary sinus floor. Autologous bone grafting, sometimes in combination with grafting with bone allograft is employed as preparation for implant treatment involving the bone defect. The choice of osteogenesis technique varies according to the extent, morphology, situation and location of the bone defect. Since the surgical procedure using bone allograft involves bone substitutes, it is necessary to consider that removal of the bone substitute material during recovery treatment will be difficult if any unexpected post-infection occurs. For the maxillary molar defect with poor vertical and horizontal bone mass, we performed implant treatment using maxillary sinus elevation and guided bone regeneration (GBR) without bone substitutes.

インプラント適応症を制約する問題の一つとして、欠損部の不十分な骨量の問題がある。骨欠損には垂直性骨欠損と水平性骨欠損があり、骨量不足の原因は歯科疾患に伴う骨吸収が多く、また上顎洞底の低下など解剖学的形態によるものもある。この骨欠損部に対してインプラント治療を行うための対応法としては、自家骨移植や他家骨を併用したいくつかの骨造成法がある。骨欠損の程度や形態、状況、部位によって骨造成手技の方法の選択は異なるが、他家骨を併用した術式は骨補填材を使用するため、術後に予期せぬ感染が起きた場合、回復処置時に、骨補填材の撤去が困難となることも考慮しなければならない。今回、垂直的および水平的骨量が乏しい上顎臼歯欠損部に対して、骨補填材を用いない上顎洞底挙上術と骨誘導再生法 (GBR) を併用したインプラント治療を行い、良好な結果が得られた症例を報告する。【顎咬合誌 40(3):262-268, 2020】

緒言

インプラント治療における骨造成法の原理は、骨治癒機転の起こる創面をつくり骨形成の起こる空間を維持することである¹⁾。また、その空間は骨もしくは骨膜で囲

まれ、術後感染が起こってはならない。この条件を満たせば骨補填材は不要と考える。いくつかの報告では骨造成のゴールドスタンダードは自家骨移植であり、人工骨の方が予知性に劣るといわれている^{2, 3)}。しかし臨床では、自家骨採取は創傷部が増えるため敬遠される傾向にあり、人工骨を用いる方が一般的となっている。人工骨を創部に用いた場合に術後感染を生じると、手術回数が増えインプラント治療は長期化し、その不利益は大きい。そこで、術後感染による不利益が小さく自家骨採取

OMF サージテック三共歯科 〒420-0858 静岡県静岡市葵区伝馬町
21-13 三共トラストビル 2F

受付日: 2020 年 7 月 7 日 受理: 2020 年 10 月 1 日

も不要な骨補填のない骨造成処置は、患者にとって有益と考える。以上のことをふまえ今回、上顎臼歯部のインプラント治療において骨補填材を用いない上顎洞底挙上術とチタンメッシュを用いた骨誘導再生（GBR）を併用し、十分な骨量の獲得を認めたインプラント治療を報告する。

症例

症例の概要

初診時：42 歳，女性（会社員）

初診日：2016 年 10 月 19 日

主訴：左上の歯茎が腫れて膿が出る

全身的既往歴：なし

歯科既往歴：前医にて 10 年以上前に $\overline{15}$ に根管治療と補綴治療が行われ、毎年 1 回定期受診されていた。患者自身が歯肉腫脹と排膿を自覚してから 6 カ月以上経過していた。

現症の診査

1. 口腔内所見

全顎的に処置歯が多くみられた。下顎には歯列不正がみられ、 $\overline{145}$ と $\overline{15}$ の咬合関係は反対咬合であった。また、 $\overline{15}$ 頬側歯頸部歯肉腫脹と歯頸部からの排膿が認められた。全顎的に隣接面にプラークの停滞が認められ、清掃不良部位に局限した軽度歯周炎が認められた。問診票より喫煙歴はなく、毎日 2～3 回の口腔清掃を行っているとのことより、患者には口腔衛生意識があることが伺えた。

2. デンタルエックス線画像所見（図 1）

主訴部のデンタルエックス線画像所見からは歯根破折と骨吸収が認められた。

3. 歯周組織診査

患部以外は歯の病的な動揺もなく、プロービングデプスは 2～3mm であり、出血点は部分的に認められた。

4. 顎機能審査

顎機能において最大開口量は 45mm、開閉口路は上下に直線的な開閉口路を呈し、顎関節部のクリックやクレ

ピタスは認められなかった。

診断

基礎資料より問題点は以下のようになった。

1. 歯・歯列弓

$\overline{15}$ の咬耗と模型診査（図 2）から非作業側運動時に $\overline{15}$ と $\overline{16}$ が咬頭干渉を起こしていたことが考えられた。

2. 歯周組織

プラークコントロール不良部に局限した軽度の歯肉発赤が認められる程度であったため、軽度の歯周炎と判断した。

3. 顎咬合機能

顎機能診査より、顎関節の機能は生理的範囲にあるものと判断した。

以上 1～3 のもと、現状の診断を患者に説明し、 $\overline{15}$ の抜歯処置後の治療計画と治療を行っていくことにした。

治療方針

上記診断結果から、患者は欠損部の治療に対してインプラント治療を希望されたため、筆者が考える手法についてインフォームドコンセントを経て、インプラント補綴による咬合と咀嚼機能の回復を行うことにした。

図 1 $\overline{15}$ デンタルエックス線画像

歯根破折と骨吸収が認められ、保存不可能と判断した。

治療

歯周基本治療を行ったあと、拔牙後約6カ月目にエックス線断層撮影(CT)を行った(図3)。インプラント埋入予定部位は上顎洞の含気化により垂直性の骨量の不足が認められ、また歯根破折に伴う骨吸収により水平性骨欠損も認められた。そこで、エックス線断層撮影(CT)の画像上にてシミュレーションを行い、欠損部に対して想定する上部構造の歯冠形態と欠損歯の生理学的歯軸からインプラントの埋入位置と埋入方向を検討したところ、図4にて赤色で示す垂直性および水平性の骨量の不足が認められたため、2回法にてインプラント埋入と同時に骨補填のない上顎洞底挙上術とチタンメッシュのみを用いた骨誘導再生(GBR)を計画し、欠損部補綴治療を行うことにした(図4)。

Ⅴの拔牙後9カ月目にサイナスリフトとGBRを併用したインプラント埋入を行った。このときの術式は、欠損部歯肉から全層弁にて歯肉と骨膜を剥離後、上顎洞挙上術は左側上顎骨の頬側面から上顎洞の開窓を行った。マイクロソーハンドピース(レシプロ：ナカニシ社)とクロスカットバーを用いて開窓した上顎洞部頬側骨壁を骨切りし、開窓部骨片を一度除去した。上顎洞粘膜を剥離挙上後に開窓上部に複数の小孔を形成した。その後、

二つの小孔を利用し吸収性縫合糸(SURGISORB®; 4-0:日腸工業社)にて、剥離され弛みのある上顎洞粘膜をマットレス縫合した。同様のマットレス縫合を上顎洞内の数カ所に施し上顎洞粘膜の挙上を維持した(図5)。次に歯槽頂部にインプラント埋入窩を形成し、インプラントの埋入を行った。この時、インプラント体の頬側の歯槽骨が裂開しかけた(図6)。そこで同部には、インプラント固定式のチタンメッシュを設置した(図7)。挙上された上顎洞粘膜部にはインプラントの先端が確認できた(図7)。開窓洞部骨片を復位し、開窓部周囲の複数の小孔を利用し吸収性縫合糸(SURGISORB®; 4-0:日腸工業社)にて固定した(図8)。その後、全層弁に減張切開を施し創面の歯肉を縫合(ナイロン糸5-0)し終了した。

術後1週目のエックス線断層撮影(CT)画像所見では、骨造成部に骨形成と思われる不透過像は認められず、上顎洞粘膜には浮腫様の像が認められた。術後5カ月目のエックス線断層撮影(CT)画像所見では上顎洞挙上部とチタンメッシュの内側に骨形成と思われる外形線様の不透過像が認められ、上顎洞粘膜の浮腫様像の改善が認められた(図9)。術後7カ月目にチタンメッシュの除去と全層弁にて歯肉弁根尖側移動術を併用したインプラント二次手術を行った。この時、インプラントに骨

図2 模型診査

図3:Ⅴ部エックス線断層撮影(CT)像

図4 Ⅴ部エックス線断層撮影(CT)像上でのシミュレーション

結合が認められ、その頬側には肉眼的にも骨形成が認められた (図 10)。そして 2 カ月後に印象採得と咬合採得を経て、インプラント上部構造を装着した (図 11)。

結果

垂直的にも水平的にも十分な骨量の改善が認められ、上部構造装着後には患者から満足が得られる治療結果が得られた。術後 1 年 5 カ月 (上部構造装着後 8 カ月) のエックス線断層撮影 (CT) の画像でも骨量は維持されていた (図 9)。

図 5 側方アプローチによる開窓部

図 6 インプラント埋入時歯槽骨頬側面

図 7 インプラント固定式チタンメッシュの設置

図 8 開窓部骨片復位と固定

術前 術後 1 週 術後 5 カ月 術後 1 年 5 カ月

図 9 エックス線断層撮影 (CT) 像上での経過

図 10 二次手術時歯槽骨頬側面

図 11 インプラント上部構造装着時口腔内

考察

1. 診査診断について

Ⅾが歯根破折に至った背景は、非作業側運動時の咬頭干渉による歯への過負荷が考えられ、さらに歯根よりも弾性係数の大きな素材（スクリーポスト）が支台歯に用いられていたことが要因と考えられる。そのためインプラント上部構造の補綴を行うときには、嵌合位だけでなく動的な顎運動時にも対合歯の干渉の起こらない歯冠形態を付与することに留意した。

2. 治療方針と治療について

インプラント治療において、長期的に安定した結果を得るためには、補綴主導型の治療計画が必要である。つまり想定する上部構造の歯冠形態と欠損歯の生理学的歯軸からインプラントの埋入位置と埋入方向を決定しなければならない。さらに安定した結果が得られるインプラントは直径4 mm以上、長さ10 mm以上であり^{4, 5)}、インプラント周囲は厚さ1.8 mm前後の骨壁に囲まれている必要がある⁶⁾。そのため本症例では、直径4.5 mm長さ13 mmのインプラントを選択し、骨造成を併用したインプラント治療の方針とした。また、長さ13 mmを選択したのは挙上された上顎洞粘膜を支えることができる、と考えたためである。

本症例の治療経過は抜歯からインプラント上部構造装着まで約18カ月経過しており、治療期間が長くなっている。患者の都合により抜歯後の待機期間が9カ月になってしまったからである。本来であれば軟組織が治癒するための2カ月で十分と考える。また骨補填材を用いない骨造成の待機期間は6カ月以上必要と考える。これは術後のエックス線断層撮影（CT）画像上で骨造成

部の不透過性が充進するのに5カ月以上は必要であることを筆者は経験しているからである。骨補填材を用いる場合より待機期間が長くなる傾向があり、同部位へ埋入したインプラントが骨結合するために要する期間も同様に長くなる傾向にあると考える。インプラント治療において欠損の状態での待機期間が長くなると、隣在歯の傾斜、対合歯の挺出、遊離端症例では顎位の変化を起し得るので症例に応じて対応する必要があることも留意しなければならない。

3. 術式について

上顎洞挙上術

日本人の骨格において、上顎臼歯部に欠損を生じた場合に長さ10 mm以上のインプラントを埋入する場合、歯槽骨の吸収と上顎洞の含気化のため、多くの患者は骨造成を必要とする⁷⁾。本症例は典型的な上顎洞底挙上術の適応症であった。術式は開窓上部の小孔と上顎洞粘膜をマットレス縫合することで骨形成の起こる空間を維持するもので、十分な空間を得るためには、開窓部上縁よりもやや上方まで鼻腔側の上顎洞粘膜を剝離し、弛んだ上顎洞粘膜の鼻腔側寄りに縫合糸を通して結紮することで、挙上された上顎洞粘膜に適度な張りを持たせることが重要と考える（図12）。さらにインプラント先端で上顎洞粘膜を支えることも空間の維持に有用と考えるが、本症例ではインプラントの先端よりも上方に挙上してきた（図7）。また本症例に行った術式は、エックス線不透過性の骨補填材を用いていないので骨形成の状態が明確に確認できる。図9の術後1年5カ月のエックス線断層撮影（CT）像において鼻腔側のみインプラント先端を越えて骨形成が認められる。頬側は開窓のため一度摘出された骨であるため鼻腔側よりも骨形性能が低

図12 上顎洞底挙上術 模式図

くなったと考える。インプラント先端が完全に骨に覆われていないが本症例では長さ 13 mm のインプラントを使用している。インプラントに応力に加わるのは主にプラットフォームから先端方向 10 mm までで先端に近づくほど加わる応力は減少する⁸⁾。よって長さ 13 mm のインプラントの先端が完全に骨に覆われていなくても問題ないとする。本症例では骨造成量を評価するために、パノラマエックス線断層撮影 (CT) にて 14 根尖部を点 A、16 根尖部を点 B、17 根尖部を点 C とし、3 点での骨形成量を計測することにした。インプラント埋入部はアーチファクトにより確認しにくいのである。術後 5 カ月目では、点 A : 4.81 mm、点 B : 5.62 mm、点 C : 4.94 mm (図 13) であった。術後 1 年 5 カ月目では、点 A : 4.86 mm、点 B : 5.95 mm、点 C : 6.25 mm (図 14) であった。それぞれの 3 点では上顎洞底から剝離・挙上された粘膜までの距離は異なるが全ての点で骨形成量は 5 mm 前後で一致しており、これらは骨面から骨膜が剝離され骨形成の環境が整っていても、骨形成能が 5 mm 前後であることを示唆していると考えられた。

また上顎洞底挙上術は、側方からアプローチする開窓法で行われる術式と、歯槽頂からアプローチする術式 (ソケットリフト) とで侵襲の程度や術式の難易度が度々比較される。自家骨移植による上顎洞底挙上術が主流だった頃、Lundgren⁸⁾ らは側方からのアプローチにて、上顎洞粘膜の剝離挙上とその維持のみで骨造成が起ることを報告しており、自家骨採取が不要なため当時では比較的低侵襲であったと考えられる。しかし最近では、可能な限り小さな創部の上顎洞底挙上術にて対応するといった、さらなる低侵襲化の傾向がある。

しかし、創部が小さければ安全・安心な手術が提供で

きるというわけではない。一般的に手術は創部が小さくなれば、手探りの手技が主体となり難易度は上がる。その際、術中に異常があれば創部を大きくし、直視下にて確認および修復を行うべきである。これは安全な手術を提供するための必要条件である。特に上顎洞粘膜が薄い場合には術中に裂開する恐れがあり、創部が小さければ確認も修復も困難である。しかし創部が大きければ確認しやすく上顎洞粘膜の縫合などの修復も可能である。ただし上顎洞粘膜が非常に薄い場合は術式に関わらず裂開してしまう、この場合は裂開部の修復はせずに上顎洞粘膜の可及的な剝離のみを行い手術を終了し、2 カ月前後の治癒期間を経て再手術を行うことが最善と考える。一度剝離された上顎洞粘膜が癒着により強度を増すのを筆者は経験している。隔壁が存在する場合も隔壁の頂点の上顎洞粘膜は非常に薄く裂開する恐れがある、この場合も上顎洞粘膜の修復が困難であれば上顎洞粘膜の剝離と隔壁の削去に止めておき、治癒期間を経て再手術することで難易度は低下する。さらに筆者の経験では、裂開した上顎洞粘膜を吸収性人工膜により修復し、骨補填材を用いた上顎洞底挙上術の術後に感染が起ってしまい、炎症により自然孔が閉鎖し、急性上顎洞炎を併発し、回復処置のための汚染物の完全除去と消炎処置は容易ではなかった。なぜなら再度上顎洞底挙上術を計画したため、健全な上顎洞粘膜を温存しつつ、汚染物の除去と閉鎖された自然孔に対して対孔形成を行う困難な手術であったからである。最近では骨補填のない上顎洞底挙上術において良好な結果が得られている報告も多い¹⁰⁾。

以上の報告と筆者の実体験を考慮すると、創傷部が比較的大きくなる欠点はあるが、側方アプローチによる開窓法によって骨補填材を用いずに上顎洞底挙上術を行う

図 13 術後 5 カ月目パノラマエックス線断層撮影 (CT) 像
骨形成量は、点 A : 4.81 mm、点 B : 5.62 mm、点 C : 4.94 mm であった。

図 14 術後 1 年 5 カ月目パノラマエックス線断層撮影 (CT) 像
骨形成量は、点 A : 4.86 mm、点 B : 5.95 mm、点 C : 6.25 mm であった。

利点は大きいと考える。本法は多数歯欠損や開窓が複数必要な症例でも応用可能と考える。ただし、既存骨量が少なくインプラント同時埋入を行えない場合は空間を維持するための追加の術式が必要であるので別の機会で報告したい。

骨誘導再生法 (GBR)

骨誘導再生法も上顎洞底挙上術と同様に骨造成が起る空間を維持さえすれば、骨補填材は不要である。Leghissa ら¹⁰⁾ は、骨誘導再生法においてチタンメッシュもしくは非吸収性人工膜の設置のみで骨形成が起ることを報告している。しかし、チタンメッシュの賦形と固定は術式としては難易度が高く、現在はそれよりも簡便に空間維持ができる、非吸収性骨補填材を用いる方法が主流となっている。最近では扱いやすいチタンメッシュやそれと同等の空間維持力のある人工膜もある。これらを活用すれば創傷部に設置する人工の材料を減らすことができ、術後の感染による治療の複雑化と長期化を防ぐことができると考える。本症例でもエックス線不透過性の骨補填材を用いていないので、骨形成の状態が明確に確認できた。チタンメッシュとインプラント間には水平方向に 3 mm の空間が維持されているが、骨形成と思われる不透過像はチタンメッシュよりも 1 mm 内側に確認できる。水平方向に 2 mm の骨形成が起きたことが認められた (図 9)。これはチタンメッシュには、血流を維持するための小孔があり、骨組織よりも結合組織の治癒速度の方が早いため、この小孔を通じて結合組織が入り込んだものと考えられるが、得られた骨量は十分で

あった。

骨誘導再生法においても術後の感染が起こった場合は、前述の上顎洞挙上術の場合と同様に、汚染物の除去を行う必要がある。しかし用いられているのがチタンメッシュのみであれば、汚染物の除去は容易である。術後の感染の発生率は、宿主因子など多因子との関連もあり、完全に防ぐことは不可能と考える。ただし骨補填材が用いられていなければ、術後の感染を生じて、回復処置は比較的容易であり患者の不利益は軽減され则认为る。

結論

骨造成処置を行う場合、骨補填材を用いなくても、骨創面および骨膜に囲まれた空間さえ確保されていれば、骨形成は起こると結論づけられる。ただし、患者や条件が異なれば、骨形成量に差を生じることが予測されるため、今後は自発的骨形成量を左右する因子の模索、および自発的に形成された骨の長期的な変化の観察が課題である。

投稿に関連し、開示すべき利益相反関係にある企業はありません。

謝辞

本稿を投稿するにあたり、論文作成についてご助言くださった松岡力先生、外科手技をご指導くださった澤裕一郎先生、そして写真の使用を快諾していただいた患者に厚く感謝の意を表したい。

参考文献

- 1) 澤 裕一郎: 自家骨によるインプラント治療のための骨造成法: 119, デンタルダイヤモンド社(東京), 2011.
- 2) Shamsoddin E, Houshmand B, *et al.*: Biomaterials Selection for Bone Augmentation in Implant Dentistry: A Systematic Review. J Adv Pharm Technol Res, 10(2):46-50, 2019.
- 3) Karallashvili L, Kakabadze A, *et al.*: BONE GRAFTS FOR RECONSTRUCTION OF BONE DEFECTS (REVIEW): Georgian Med News, Sep;(282): 44-49, 2018.
- 4) Georgiopoulos B, Kalioras K, *et al.*: The Effects of Implant Length and Diameter Prior to and After Osseointegration: A2-D Finite Element Analysis. J Oral Implantol, 33(5): 243-256, 2007.
- 5) Winkler S, Morris HF, *et al.*: Implant Survival to 36 Months as Related to Length and Diameter. Ann Periodontol, 5(1): 22-31, 2000.
- 6) Spray JR, Black CG, *et al.*: The Influence of Bone Thickness on Facial Marginal Bone Response: Stage 1 Placement Through Stage 2 Uncovering. Ann Periodontol, 5(1): 119-128, 2000.
- 7) 上條雍彦: 図説 口腔解剖学 1骨学(頭蓋学)第2版: 177, 202, 209, 345, アナトーム社(東京), 1965.
- 8) S Lundgren, *et al.*: Bone Reformation With Sinus Membrane Elevation: A New Surgical Technique for Maxillary Sinus Floor Augmentation. Clin Implant Dent Relat Res, 6(3): 165-173, 2004
- 9) Duan D, Fu J, *et al.*: Graft-Free Maxillary Sinus Floor Elevation: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Periodontol, 88(6): 550-564, 2017.
- 10) Leghissa GC, Zaffe D, *et al.*: Guided Bone Regeneration Using Titanium Grids: Report of 10 Cases. Clin Oral Implants Res, 10(1): 62-68, 1999.