

サージカルガイドシステム「Implant Master[®]」を使用したインプラント埋入手術の考察

Precision Implant Placement Technique by Computer-Assisted Manufacture Surgical Guidance System: Implant Master[®] and iGuide

松原秀樹¹⁾, 仲西康裕¹⁾, 木村和代¹⁾, 高薄紀男¹⁾, 古賀剛人²⁾, 越智守生¹⁾

Hideki MATSUBARA¹⁾, Yasuhiro NAKANISHI¹⁾, Kazuyo KIMURA¹⁾, Norio Takasusuki¹⁾,
Taketo KOGA²⁾, Morio OCHI¹⁾

Abstract: In recent years, the need for dental implant treatment, as well as dental implant therapy has increased with the need of oral rehabilitation, esthetic restorations, and the improvement of QOL. Therefore, the importance of presurgical planning becomes paramount. Computed tomography (CT) images, CT-based presurgical planning software and presurgical planning software derived from surgical templates can allow clinicians to make a more accurate implant placement. The purpose of this study is to examine CT based presurgical plan and to examine the surgical guide which was derived from Implant Master[®] (iDent Imaging Inc., Israel), that became known as iGuide (iDent Imaging Inc., Israel). Implant Master[®] and iGuide allowed for a safe method of invasive surgery with enhanced accuracy and efficiency in addition to, a shorter operation time than past surgical methods.

Keywords: Dental Implant, Guide Surgery, Computer-Assisted Manufacture Surgical Guidance

1. 緒言

口腔インプラント治療は欠損補綴に対する選択肢として、ブリッジ、義歯に並ぶ治療法としての地位が確立されてきた⁽¹⁾。インプラント治療は予知性の高い治療法として従来の欠損部の機能回復を目的としたものに止まらず、最近ではより天然歯に近い用件を具備した審美的治療法としてのニーズが高まってきている⁽²⁾。それに伴い、インプラント治療の臨床における治療レベルは以前に増してより正確性が要求されている。治療において正確性を向上させる方法としては、診断用模型やエックス線写真の利用に止まらず、CT撮像を行い、コンピューター上で治療計画を立案することが推奨されている。しかし、CT撮像中に使用したステントを治療計画に合わせて

外科用ステントに改造する従来までの方法では、三次元的な角度の調節や埋入位置の設定の際、人的なエラーが発生する可能性を否定できない⁽³⁾。そこで、われわれはCT画像データを基にコンピューターのソフトウェア上で画像診断および治療計画を立案し、それに沿った埋入方向と位置を再現し、正確な埋入方向と位置をガイドできるサージカルガイドシステム (iGuide) を使用した症例を経験したので報告する。iGuide は Implant Master[®] (iDent Imaging Inc., Israel) によるコンピューター支援手術の一方法である。

2. 症例と方法

患者は2006年5月から2007年4月までの1年間に北海道医療大学歯科内科クリニックインプラント歯科外来と古賀テクノガーデン歯科でインプラント治療を希望し、Implant Master[®]の特徴を説明した上で、サージカルガイドの使用に同意を得た9症例に用いた(以下、サージカルガイド症例)。対照として、同時期に本学歯科

原稿受付日:2008年2月19日, 受理日:2008年3月25日

¹⁾北海道医療大学歯学部口腔機能修復・再建学系

クラウンブリッジ・インプラント補綴学分野

²⁾古賀テクノガーデン歯科

¹⁾Division of Fixed Prosthodontics and Oral Implantology, Department of Oral Rehabilitation, School of Dentistry, Health Sciences University of Hokkaido

²⁾Koga Technogarden Dental Office

内科クリニックのインプラント外来で施行された Implant Master[®]を使用せず、通常の外科用ステントを使用してインプラント埋入手術を行った 18 症例に用いた（以下、通常埋入用ステント症例）。なお、それぞれの症例は手術時間について、Welch's t-test にて有意差の判定を行った。

以下に症例を参照しながらサージカルガイド症例について説明する。まずは診断用模型から CT 撮影用ステント（以下、ステント）を製作する（Fig.1）。ステントは 3 つの特徴を持ち、①インプラント埋入予定部位は将来的に手術用のチタンスリーブを設置する場所となるため、幅は 15mm 程度とり強度を持たせる。②埋入予定部位には矯正用ワイヤーなどの鉄の芯（直径



Fig.1 CT radiographic template

0.5 mm radio-opaque makers located on the CT radiographic template.



Fig.2 CT scanning of patient

Patient firmly placed the CT Radiographic template in mouth and scanned CT along to occlusal plan.



Fig.3 CT scanning of only radiographic template.

1.0mm、長さ 7mm 程度) を埋め込み、埋入の指標とする。③Implant Master[®]上でダブルスキャンしたデータを合わせる指標として、0.5mm 程度のガッタパーチャポイントステント内の 6 カ所に設置する。以上の項目を満たしたステントを患者の口腔内に装着し CT 撮像を行う（Fig.2）。その後、ダブルスキャン法を用いるためステントのみの状態で CT 撮像を行う（Fig.3）。CT 撮像より得られた両方の CT データをソフトウェア上で処理することでステントと骨、残存歯、解剖学的構造物の位置関係が三次元的に再構築される。再構築された三次元画像は専用のプランニングソフト Implant Master[®]を使用してインプラント埋入位置とサイズ的设计を行う（Fig.4）。プランニングが完了したら、製造会社にサージカルガイドを発注し、プランニングデータをメールにて送信する。数日後にサージカルガイドが製造会社より納品される（Fig.5）。製造会社では積層厚が 16 μ m の高精度インクジェット式 3D プリンターを使用してアクリル系樹脂のサージカルガイドを製作している。サージカルガイドが到着後、インプラント埋入手術を行う。本症例では上顎左側臼歯部欠損症例を提示する（Fig.6, 7）。患者の口腔内へサージカルガイドを装着し、それぞれのインプラントメーカーで指示されているドリルを順番に使用していく（Fig.8）。その際、インプラントドリルの直径に合わせてサージカルガイドを入れ替えて、

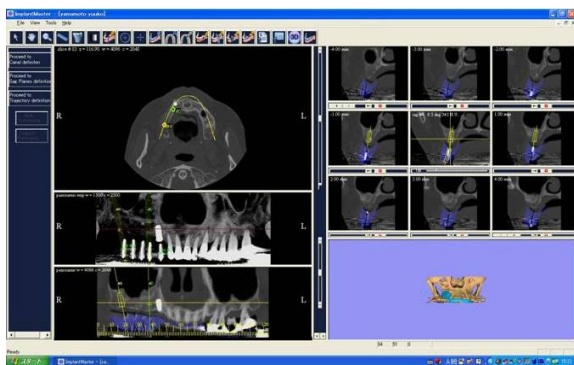


Fig.4 Implant Master® planning software.

インプラント埋入時にはサージカルガイドを取り外してインプラント体を埋入する。インプラント埋入手術が終了した後は、通常のインプラント治療と同様にメーカー指示の術式を行う。最終補綴装置はジルコニアアバットメントを用いたオールセラミックスクラウンを装着した (Fig.9, 10) .



Fig.5 Surgical guide (iGuide)

Surgical guide was to change by implant drill diameter.



Fig.6 Preoperative intraoral photograph.



Fig.7 Preoperative panoramic radiograph.



Fig.8 Intraoperative intraoral photograph.



Fig.9 Postoperative intraoral photograph.

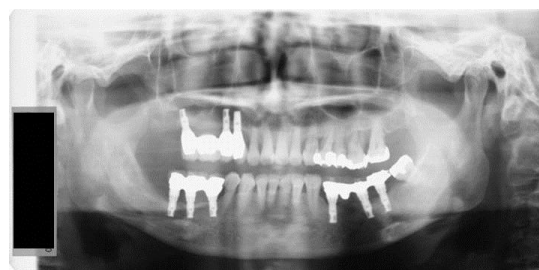


Fig.10 Postoperative panoramic radiograph.

3. 結果

2006年5月から2007年4月までの1年間に本学歯科内科クリニックおよび古賀テクノガーデン歯科で施術されたサージカルガイド症例は年齢が40~80歳(平均56.3歳)の9症例, 男性5症例, 女性4症例, 埋入部位は上顎4症例, 下顎5症例であった。使用したインプラントの数は全症例で合計28本であり, 使用したインプラ

ントの種類の内訳は Brånemark System[®]が 14 本, Astra Tech[®]が 6 本, Swiss Plus が 4 本, Replace[®] Select が 3 本, POI が 1 本であった。手術に要した時間は 20～77 分で平均手術時間 51 分であった。対照として同時期に行われた通常埋入用ステント症例は本学歯科内科クリニックで行われた症例を用いた。通常埋入用ステント症例は年齢 43～80 歳 (平均 60.7 歳) の 18 症例, 男性 9 症例, 女性 9 症例であった。インプラント埋入部位は上顎 10 症例, 下顎 8 症例であった。使用したインプラントは全症例で合計 45 本であり, 使用したインプラントの種類の内訳は Brånemark System[®]が 16 本, Astra Tech[®]が 10 本, POI が 8 本, SPI[®]が 7 本, IAT が 3 本, Replace[®] Select が 1 本であった。手術に要した時間は 42～160 分で平均手術時間は 96 分であった (Table1)。インプラント埋入手術時間についてはサージカルガイド症例が外科用ステント症例に比較して有意に短時間で手術が終了した (Fig.11)。なお, 両埋入方法ともインプラント埋入経験の豊富な歯科医師が担当した。

4. 考察

インプラント治療は欠損補綴治療の一選択肢としてブリッジ, 義歯にならび予知性の高い治療法として確立されてきた。インプラント治療を希望する患者の動機としては, 有床義歯補綴拒否や義歯の違和感, ブリッジ形成のために未処置歯を切削することへの抵抗感などが多く, 従来型の欠損補綴処置では患者のニーズに対応困難となってきた⁽²⁾。そのためインプラント治療へのニーズは高まり, 機能性と審美性の回復, QOL の向上がより高度に要求されてきている。

本学歯科内科クリニックインプラント外来でインプラント治療を行う際, 全症例に対し術前検査として CT 撮像を行っている。従来から使用しているインプラント外来クリニカルパスでは, CT 撮像後, 画像診断ソフトの SIM/PlantTM 解析^(4,5)を行い骨幅の計測, 下顎管などの解剖学的構造

Table1 Comparison of surgical guide and normal case.

| 症例数 | 男性(症例) | 女性(症例) | | | | | | |
|-------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------|------------|-----|------------------|-----|---|
| 9 | 5 | 4 | | | | | | |
| 埋入部位 | 上顎(症例) | 下顎(症例) | | | | | | |
| | 4 | 5 | | | | | | |
| インプラント埋入本数 | Brånemark System [®] | Replace Select [®] | Astra Tech [®] | Swiss Plus | POI | SPI [®] | IAT | |
| サージカルガイド使用 | 28 | 14 | 3 | 6 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| 通常埋入(平成18年) | 45 | 16 | 1 | 10 | 0 | 8 | 7 | 3 |
| 手術時間 (min) | 最短 | 最長 | 平均 | | | | | |
| サージカルガイド使用 | 20 | 77 | 51 | | | | | |
| 通常埋入 | 42 | 160 | 96 | | | | | |

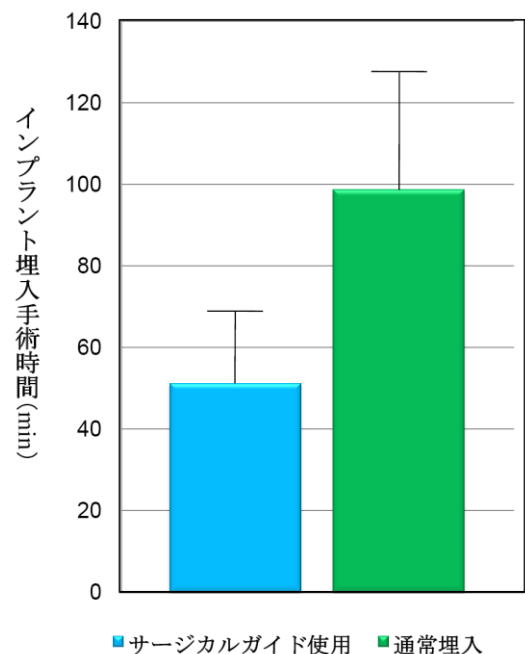


Fig.11 Comparison of implant placement surgical time (p<0.001)

物との位置関係や病変の有無などを分析し, 適切なインプラントの種類とサイズを決定している^(6,7)。その後, 診断用模型上でインプラント埋入のための通常埋入用ステントを製作し, インプラント埋入時のドリリングの位置と方向のガイドとして利用し, インプラント埋入手術を行ってきた。しかし, インプラント治療の多くの医療機関への普及や患者の欠損補綴へのニーズの高まり, インプラント治療の適応症の拡大と

ともに、本学歯科内科クリニックは大学附属機関であることも相まって難症例への対応も要求されている。そこで、2006年5月よりサージカルガイドを使用したガイデットサージェリー⁽⁸⁾が導入された。

本研究期間でサージカルガイド症例と通常埋入用ステント症例の手術時間を検討した結果、サージカルガイド症例は通常埋入用ステント症例に比較して短時間で手術が終了している。今回用いたサージカルガイド症例の全9症例についてインプラント埋入本数は1症例に対して1～6本であり、平均手術時間は51分であった。それに対して、通常埋入用ステント症例の平均手術時間は96分であった。このことは患者に対する手術侵襲を通常のインプラント埋入手術に比較して低減できたものと思われた。下顎に対する通常のインプラント埋入症例では補綴装置の装着まで3カ月の治療期間を要していたが、フラップレスによるインプラント埋入を行えることで、手術当日に印象採得が可能となり、手術時間だけではなく早期に補綴装置が装着でき、サージカルガイド症例では非常に短縮できる可能性が示唆された。なお、今回のサージカルガイド症例では即時負荷や早期負荷を適用しなかった。

今回使用したサージカルガイドは3Dプリンターで製作されるため、寸法精度はX軸方向+0.1mm、Y軸方向+0.15mm、Z軸方向±0.05mmと非常に高精度である。この誤差はインプラント埋入を行う際には許容できる範囲であると考えられる。また、他社のガイドシステムには水や紫外線への接触を極力避けるよう注意されている製品もあるが⁽⁹⁾、それに比較して今回使用したサージカルガイドの材料はアクリル系樹脂であるため、サージカルガイドが到着してからインプラント治療までの間に遮光で保存する必要はなく、また、手術中の水分による変形についても影響が少ないものと考えられた。しかし、温度に対する変化については、オートクレーブによる滅菌は高温状態による変形が懸念されるた

め、滅菌操作はガス滅菌法および薬液消毒法をメーカーとしては推奨している。

現在歯科領域に応用されているコンピューター支援手術にはCT画像データより製作した外科用ステントを使用して、術前の治療計画に沿って埋入手術を行う「静的なもの」と、手術中にリアルタイムに位置情報が提供され、しかも手術中の状況により治療計画を変更できる「動的なもの」に分類されている⁽¹⁰⁾。今回使用した「静的なもの」に分類されるサージカルガイドシステムは上記の通り外科用ステントとしての誤差が小さいため、従来のCT撮影用ステントを改造して製作していた外科用ステントに比較して正確な位置や方向が再現できたことが術前術後のパノラマエックス線写真の比較により確認できた。今後は基礎的研究を加えて、術前術後のCT撮像による埋入精度の確認を行っていく予定である。

サージカルガイドを使用したインプラント治療の注意点としては、サージカルガイドに付属するインプラントドリルをガイドするチタンスリーブの高径が5mmあるため、その分開口量が余計に必要な。そのため術前検査の段階で埋入部位や患者の開口量によって症例を見極める必要があるものと考えられた。

5. 結論

Implant Master[®]とサージカルガイドを使用した症例では、治療計画に沿った正確なインプラント埋入が可能であり、手術時間は通常のインプラント治療に比較して有意に短くなり、患者QOLの向上へ寄与することが確認された。

参考文献

- (1) 赤川安正, 松浦正朗, 矢谷博文, 渡邊文彦編: よくわかる口腔インプラント学, 医歯薬出版, 1-9, 2005.
- (2) 北所弘行, 舞田健夫, 遠藤麻希, 神成克映, 田村 誠, 大桶華子, 工藤 勝, 細川洋一郎, 越智守生: 北海道医療大学病院インプラント歯科外来の現状. 北医療大誌 25:127-133,2006.
- (3) Franz-Josef Kramer, Carola Baethge, Gwen Swennen,

Steffen Rosahl: Navigated vs. conventional implant insertion for maxillary single tooth replacement –A comparative *in vitro* study-Clin. Oral Impl. Res. 16: 60-68.2005.

- (4) 井汲憲治：インプラント術前検査における病診連携と治療の実際－治療計画にSIM/Plantを用いた上顎多数歯欠損症例を通じて－. Quintessence Dental IMPLANTLOGY 5 : 315-322, 1998.
- (5) 水木信之：SIM/Plant の特徴と有用性－術前診断および治療計画への臨床応用－. Quintessence Dental IMPLANTLOGY 5 : 300-307, 1998.
- (6) 國安宏哉, 廣瀬由紀人, 越智守生, 八島明弘, 新井田 淳, 平 博彦, 村田 勝, 北所弘行, 工藤 勝, 大桶華子, 細川洋一郎, 田中力延：インプラント歯科外来の受診実態. 東日歯誌 23 : 97-106, 2004.
- (7) 木村和代, 仲西康裕, 松原秀樹, 廣瀬由紀人, 神成克映, 舞田健夫, 越智守生：北海道医療大学歯科内科クリニックインプラント外来におけ

る現状－インプラント治療の受診実態と臨床動向－. 歯産学誌 21 : 50-57, 2007.

- (8) David P. Sarment, Predrag Sukovic, Neal Clinthorne. Accuracy of Implant Placement with a Stereolithographic Surgical Guide : The International Journal of Oral & Maxillofacial Implant, 571-577, 2003.
- (9) 木村洋子：コンピュータガイドシステム－低侵襲で安全なインプラント治療－. クインテッセンス出版, 26-29, 2007.
- (10) 松原秀樹, 仲西康裕, 木村和代, 廣瀬由紀人, 高薄紀男, 松原光代, 油井知雄, 村田 勝, 平博彦, 草野 薫, 工藤 勝, 大桶華子, 細川洋一郎, 田中 隆, 古賀剛人, 越智守生：画像誘導システム(IGI)を用いた口腔インプラントの臨床的検討. 北医療大歯誌 26 : 9-15, 2007.