

機能的に最適な臼歯部の歯冠修復方法を考える

田中順子

Considering functional and optimal occlusal contact to the molar regions

Junko Tanaka, DDS, PhD

抄 録

臼歯部の歯冠修復を行う場合、重要なことは「機能的に最適」な咬合面形態を付与することである。技工室で作業用模型から正確に製作されたクラウンでも、患者の口腔内で咬頭嵌合位を正しく再現することはできない。そこで、クラウンの咬合面に咬頭嵌合位を具現化する臨床テクニックとして、咬合印象法による歯冠補綴法がある。咬合印象法は支台歯と対合歯の印象ならびに咬合採得を同時に行え、一塊で咬合器装着が行えるため正確な咬合面形態の装置が製作できる。また、咬頭嵌合位を正確に再現し、かつ偏心運動時の情報も咬合面製作時に反映させる方法としてFGPテクニックがある。本稿では、咬合印象とFGPテクニックの術式や技工操作に関して、デジタル機器とも合わせて対応できることを紹介する。

キーワード

咬合印象法, FGP テクニック, 咬頭嵌合位, 咬合接触再現性

ABSTRACT

In prosthetic treatment of molar crown restorations, to produce functional occlusal surface is very important. Even a crown that have accurately constructed in a laboratory based on a working model cannot reproduce the occlusal contact in the mouth. Dual-arch impression is a clinical technique that provides the intercuspal position on the occlusal surface of the crown. This technique simultaneously takes impression of the antagonist and abutment tooth; furthermore, it helps produce the accurate functional surface as it allows the model to be mounted. The functional generated path (FGP) method is another technique that accurately reproduces the occlusal position while considering the information about the functional contact harmonizing with eccentric occlusal position. Finally, I also introduce a combination of these techniques and digital equipment.

Key words:

Dual-arch impression, FGP technique, Intercuspal position, Reproducibility of occlusal contact

I. はじめに

クラウンブリッジの維持安定には、さまざまな要因が関係する。なかでも、咬合面形態や咬合接触関係が、重要な項目の一つである。成書では装着時のクラウンの咬合調整には、まず咬頭嵌合位での接触を確保した後、偏心運動時の調整へと移ることが記載されている。2002年に報告された日本補綴歯科学会「咬合異常の診療ガイドライン」には、正常な咬合接触状態について述べられている¹⁾。

- 1) 咬頭嵌合位が顎頭安定位にあること。
- 2) 咬頭嵌合位への閉口時に早期接触がなく、安定した咬合接触があること。
 - a. 閉口時に複数の歯が同時に接触する。
 - b. 両側の咬合接触にバランスがある。
 - c. 接触数は、片側4点以上が必要である。
 - d. 弱いかみしめでの接触位置が強いかみしめでも変化しない。

上記の通りの咬合接触によって「上下顎の歯列が最も多くの部位で接触し、安定した状態にあるときの顎位」と定義されている咬頭嵌合位が確保できる。また、嚥下時においても、咬頭嵌合位にて下顎が固定された後、口蓋に舌が押しつけられ、食塊が咽頭へ送り込まれる²⁾。顎口腔系では重要な下顎位である。

同じくガイドラインには歯冠修復処置に関する咬合治療について記載されている。製作される修復装置が、まず上下顎の安定した咬頭嵌合位が与えられること、さらに機能運動時において、上下歯列間での調和のとれた咬合接触が再現されることが必要であると述べられている。これらを達成する術式には、(1) 平均値咬合器を用いる方法、(2) 調節性咬合器を用いる方法、(3) FGP (Functionally Generated Path) テクニックなどによる方法、(4) CAD/CAM システムによる方法があげられている。

そこで、歯冠修復、特に臼歯部での修復を行う場合、機能的で安定した顎位を回復できる咬合面形態が必要である。安定した咬頭嵌合位を具現化する臨床テクニックとして咬合印象法を、偏心運動時の機能的な接触を再現する方法として FGP テクニックを有用した歯冠修復方法について述べる。

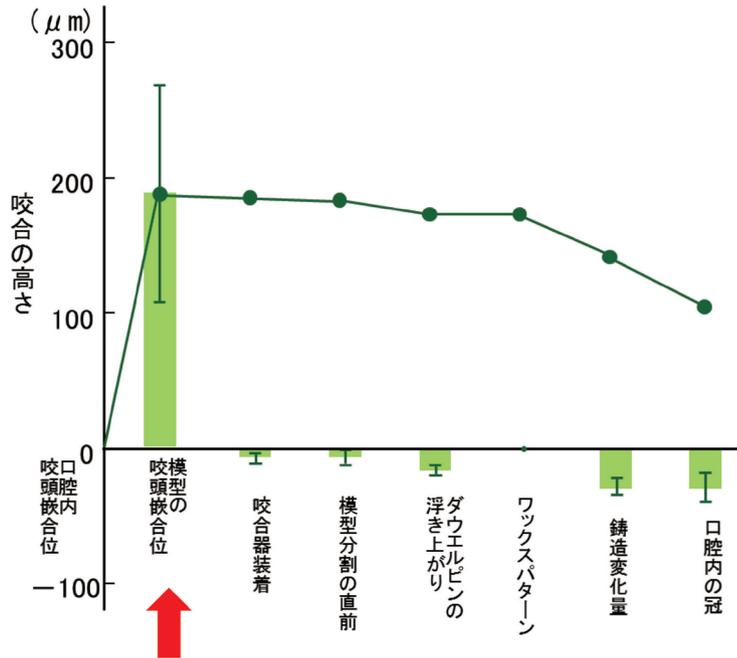
II. 補綴装置で咬頭嵌合位を得るための印象術式

臨床において、製作したクラウンを口腔内で試適する際、咬合器上で適正に製作していても咬合が高いこ

とが多い。正確なインターオクルーザルレコードに従って咬合器に装着した模型であっても、調整後には隆線や小窩裂溝が喪失することがある。クラウンの高さが過高のために生じることである。クラウン製作時、各ステップにおける咬合の高さの変化を報告した結果(図1)からも、製作したクラウンの咬合の高さが約 200 μm 高く完成している³⁾。その原因として、印象や模型の寸法精度に加え、下顎歯列弓の開口時の歪みや、歯の変位が言われている。下顎の歯列は開口時や前突時には歯列の幅径が狭くなる。開口時には咀嚼筋群や口腔底周囲の筋群の働きによって下顎骨が狭窄され、幅径の減少につながる⁴⁾。結果的に、開口時に採得された上下顎印象体から製作した模型と閉口時に採得された咬合記録を咬合器上であわせると誤差が生じる。この状況下で装置に意図する咬合接触を確実に与えることができるとは言い難い。

クラウンの過高を少なくするには、生体側の因子(例えば下顎のひずみや歯の移動、咬合支持の偏在)、および技術的な因子(材料の寸法変化、石膏の膨張の差、模型の気泡、咬合器付着の誤り)による誤差を最小限にすることが必要である。それには、咬合印象(Bite impression, Dual-arch impression)法が適応である。臨床術式や技工操作が簡便であるにもかかわらず、咬頭嵌合位での顎間関係を咬合器上で正確に再現することが可能である。つまり、作業用模型の咬合器付着を正確に行うことができ⁵⁾、その結果として、安定した咬頭嵌合位となる臼歯補綴を高い精度で再現することが可能となる。

過去に本誌にて歯列模型の咬合接触再現性に関し、上下顎を別々に印象採得する通法と咬合印象法での比較を行った論文を報告した⁶⁾。目的として、咬合接触再現性の高い歯冠修復装置を製作できる歯列模型の製作法を求めることであった。方法には、口腔内の咬合記録と4種類の印象法で製作した模型上での咬合接触部位を比較し、咬合接触点から再現部位数と非再現部位数を求めた。被験者には個性正常咬合を有する健常有歯顎者20名を選び、上顎左右側第一小白歯から第二大臼歯までの臼歯計8歯を対象歯とした。4種類の印象法には通法1として上下顎既製トレーとアルジネート印象材、通法2として上顎を個人トレーでシリコンゴム印象材、下顎を既製トレーでアルジネート印象材、通法3として通法2の上下顎を逆にした組み合わせ、4つ目に片顎咬合印象法とシリコンゴム印象材を用いた。結果として、再現部位数、非再現部位数ともに4群間で有意差が認められ、咬合印象法は再現部位数では通法と比較し多い値を示し、



松下和夫, 補綴誌 1982;26:250-66. 改変

図1 クラウン製作過程各ステップにおける咬合の高さの変化と変化傾向

非再現部位数では少ない値を示した。臼歯部の咬合接触関係を適切なものへと導くクラウンを製作するには、咬合印象法が優れていると考えられる。なお、材料による違いには有意差が認められなかった。実際の臨床において介入研究⁷⁾を行い、上下顎別々に行う印象採得法(通法)と咬合印象法で製作したクラウンの治療の流れのなかで、印象採得にかかる時間、使用した印象材の量、製作された冠を試適した調整時間、削除した金属量を比較した。その結果、咬合印象法はすべてにおいて通法より有意に診療の場で有効であった。実際、咬合印象法で製作したクラウンは、咬合調整量が少なく、ワックスパターン採得時に意図した咬合接触が最後まで残る。逆に、通法によって製作した冠では、口腔内試適時に咬合が高く、咬合調整に多くの時間と労力を費やすことがみられた。

III. 咬合印象法の術式⁸⁾

咬合印象法とは、支台歯と対合歯およびその咬合関係を同時に採得する術式である。咬合印象法では咬合印象用トレーを利用する方法とシリコンゴム印象材のパテタイプとライトボディタイプとで二重同時印象を行う方法がある。適応症には、単冠や1/3顎までの補綴処置で、咬頭嵌合位が安定している症例とされている。

トレーを用いた印象術式：

- 1) 使用する材料はシリコンゴム印象材と咬合印象用トレー(トリプルトレー[®], ジーシー, 東京, 日本)。
- 2) 咬合印象用トレーを試適する。印象は2人1組で行うのが望ましい。
- 3) トレーの上下両面に印象材を填入する。
- 4) 支台歯の歯肉縁周囲にシリコンゴム印象材を注入する。
- 5) 患者の口腔内にトレー後縁のクロスバーが咬合を障害しないようにトレーを挿入し、咬頭嵌合位にて咬ませる。
- 6) 硬化後、印象体を撤去する。

約10年前の報告では、北米においてクラウン製作時に咬合印象法の頻度が非常に高く、その割合は約80%と報告されていた⁹⁾。咬合印象用トレーには多くの種類(形, サイズ, 素材など)が存在し、その多くはディスプレイザブルの設計で、印象採得する部分にメッシュ(隔膜)が張られた構造である。トレーにはプラスチック製あるいは金属製のものが用いられている。ここで重要なのは、印象前にトレーを試適して、患者が閉口したときに頬, 舌, 臼後三角などと接触しないかチェックすることである。試適時に頬側から舌側へのクロスバーや頬側のトレー辺縁が閉口を妨げる場合は、開口状態での印象採得法(通法)に戻す。印

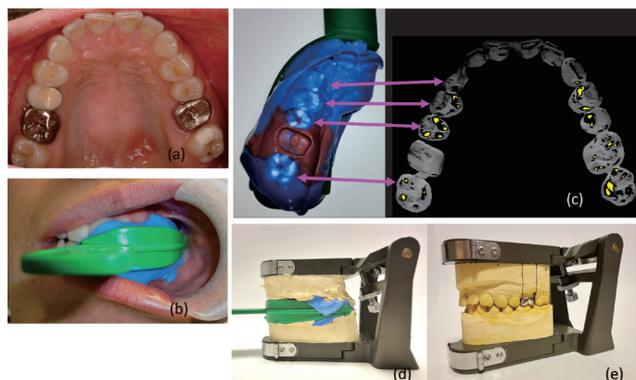


図2 咬合印象法の術式の流れ

- (a) 支台歯形成後の上顎咬合面観
- (b) 咬合印象採得
- (c) 印象体と画像処理した咬合記録の咬合接触部位の一致度
- (d) 咬合印象法における咬合器装着
- (e) 完成したクラウン

象に先立ち、選択したトレーを口腔内に挿入して、患者に咬頭嵌合位を保持することを練習してもらう。正しく咬頭嵌合位でかんでいるかのチェックが必要である。

技工操作に関しては特別な咬合器を使用する必要はない。当講座では局部型の平線咬合器（局部咬合器 B 型，YDM，東京，日本）や同じくディスプレイの咬合器（V2 Quadrant Articulator, Monotrac Articulation, Utah, USA）を用いている。技工上の問題としては、咬合印象体に石膏を注入する際、上下顎同時にできないこと、咬合器に模型を装着する際、トレーの位置や角度を合わせることが難しい点である。用いる咬合器には、顎路および切歯路の再現機構を備えたものを必要とせず、支台歯以外の臼歯部咬合接触がインサイザルピンの役割を果たすので、剛性の高い咬合器でなくても大丈夫である。他にはダイロックトレーの使用や通常のダウエルピンを挿入して模型を製作し、咬合器へ付着する方法もある。

図2は上顎左側第一大臼歯にクラウンを咬合印象法にて製作している流れを示している。感染根管処置が終了した歯に患者の協力を得て通法と咬合印象法の両方でクラウンを製作した。図2-(C)では、印象採得時の咬合接触部位と口腔内の咬合記録が一致していることを示している。咬合接触検査材としてカーボン粉末を添加した黒色のシリコンゴム印象材を用い、採得した咬合記録を画像処理して観察した¹⁰⁾。図3では、両印象法で製作したクラウンをそれぞれ口腔

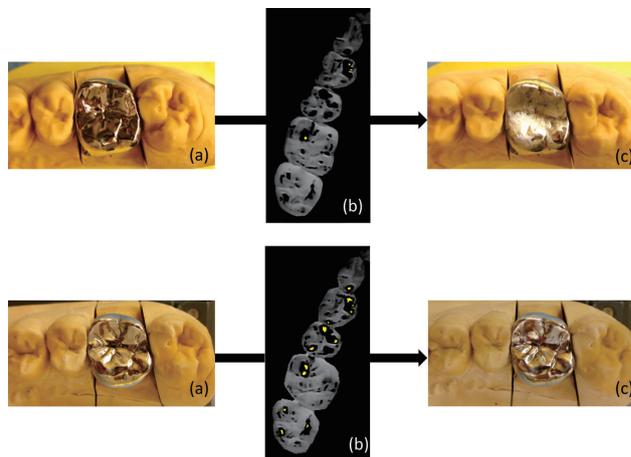


図3 通法と咬合印象法で製作されたクラウン咬合面の咬合調整前後

- (a) 完成したクラウンの咬合面
 - (b) クラウン試適時のシリコンブラックによる口腔内での咬合接触像（咬合調整前）
 - (c) クラウン試適後の咬合面（咬合調整後）
- 上段：通法，下段：咬合印象法

内に試適し、軽く咬合させた際の咬合記録を採得した。画像処理した咬合面の黄色の点は上下顎歯間距離 $30\ \mu\text{m}$ の部分を示している。通法では接触点が第一小、大臼歯に認められるが、咬合印象法ではすべての臼歯部に接触点が認められた。その後、咬頭嵌合位および側方運動時における咬合調整を行った。咬合印象法で製作したクラウンは咬合調整が少なく、作業用模型上で製作された咬合面の咬頭や隆線が最後まで残った。他方、通法によって製作したクラウンでは、咬合面を多く削合し、意図した位置での咬合接触点が消失し、咬合調整に多くの時間を費やした。その結果、歯科技工士が付与した咬合面形態が消失していた。研磨後、咬合印象法で製作したクラウンを装着した。

咬合印象法は口腔内の咬合接触状態をより正確に再現し、歯冠修復装置を製作することができる。ただし、松下が咬合印象法では約 $25\ \mu\text{m}$ 咬合が高くなると報告しているため¹¹⁾、過度な研磨を行うと咬合が低くなる可能性も視野に入れておかなければならない。

IV. 機能運動時に調和のとれた咬合接触を再現

咬頭嵌合位での調節が確実に行えれば、後は偏心運動時の接触関係を考える。前述したガイドラインには偏心運動時の記載もある¹⁾。

偏心滑走運動時に咬頭干渉がなく、適正なガイドがあること。

- 1) 作業側では犬歯あるいは犬歯と小白歯での接触

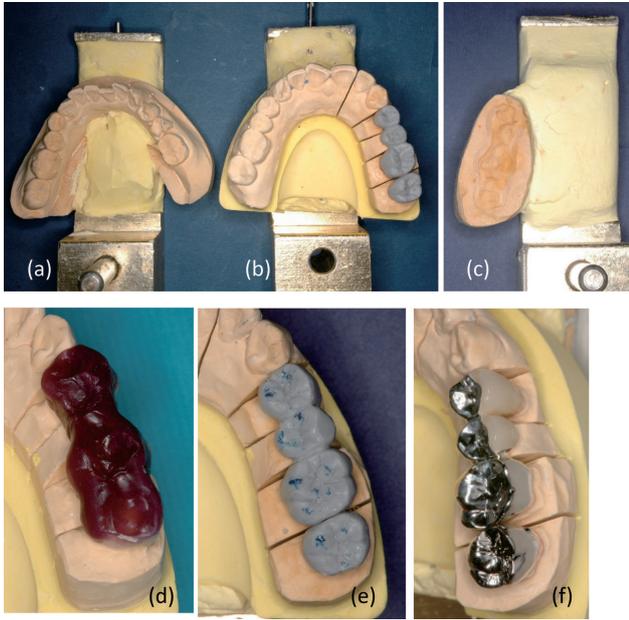


図4 FGP テクニックの技工の流れ
 (a) アナトミカルコア
 (b) アナトミカルコア使用後のろう型
 (c) ファンクショナルコア
 (d) FGP テーブル上の機能運動路
 (e) 完成したろう型
 (f) 完成した補綴装置

が望ましい。

- 2) 非作業側では、弱い接触であれば問題ないが、作業側の接触がなくなるような強い接触は問題がある。
- 3) 咬合小面は、上顎の犬歯舌側面や臼歯頬側咬頭内斜面の近心斜面 (M型) が望ましい。

有歯顎者では犬歯誘導かグループファンクションが推奨されている。補綴装置にて適切な偏心運動路を再現できる方法に FGP テクニックがある。このテクニクは、下顎の機能運動に調和した咬合面形態を備えた補綴装置を製作するため、対合歯の機能的な滑走運動時における咬合面の動きを、口腔内で三次元的にワックスまたは即時重合レジンに記録する。そして、このワックスまたはレジン記録を模型にしたものを利用して、機能的に調和した補綴装置の咬合面を作る。なお、本テクニクでは、支台歯の印象採得後、二つの対合歯列模型を製作する。

FGP テクニックの特徴

- ・特殊な咬合器 (FGP 用咬合器: Verticulator, Twin-Stage Occuluder を使用) を用いるが操作は簡単である。
- ・完成したクラウン、ブリッジは咬頭干渉がなく、口腔内での咬合調整時間が短い。

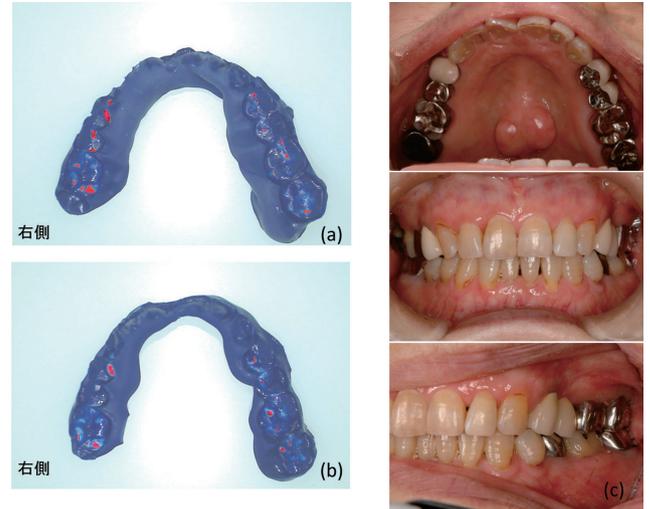


図5 最終補綴装置装着時までの咬合接触像および装着後の口腔内
 (a) プロビジョナルレストレーション時の咬合接触像 (赤点の部位は上下顎間距離約 30 μ m)
 (b) 完成した補綴装置試適時の咬合接触像
 (c) 補綴装置装着後の口腔内写真

- ・単冠、少数歯欠損、部分床義歯にも応用される。
- ・FGP テーブルを製作するため来院回数が増える。
- ・フルバランスドオクルージョン、グループファンクションオクルージョンが適応である。犬歯誘導咬合では側方運動時のクラウンの咬合面形態が製作しにくい。

FGP テクニックを用いた症例を供覧する (図4)。患者は 70 歳の女性。上顎左側臼歯部の齶蝕やクラウン脱離による咀嚼困難を主訴に来院した。上顎左側第二小臼歯が抜歯され、第一小臼歯、第一と二大臼歯のクラウンを除去された状態だった。医療面接後、欠損歯の前後の歯を支台歯とした陶材焼付冠ブリッジと第二大臼歯にクラウンを製作することになった。プロビジョナルレストレーションを製作し、右側に咬合支持が確立されていたのでその高さを参考にし、装着した。その後、顎関節部の問題等は生じなかったが、ブラキシズムの既往があったため、支台装置の咬合接触部位には金属を用いるパーシャルベイク型を選択した。CAD/CAM を用いて製作する補綴装置ならば、問題なく使用できているプロビジョナルレストレーションの形態をダブルスキャンし、製作するところだが、金属冠であるため FGP テクニックを選択した。通法に従い製作した¹²⁾。FGP テーブル上のワックスに機能的な運動路を記す際、事前に偏心運動の練習を行っていれば特に難しくなく採得できる。二つのコアを採得し両方を用いて補綴装置を製作した。図5では、咬

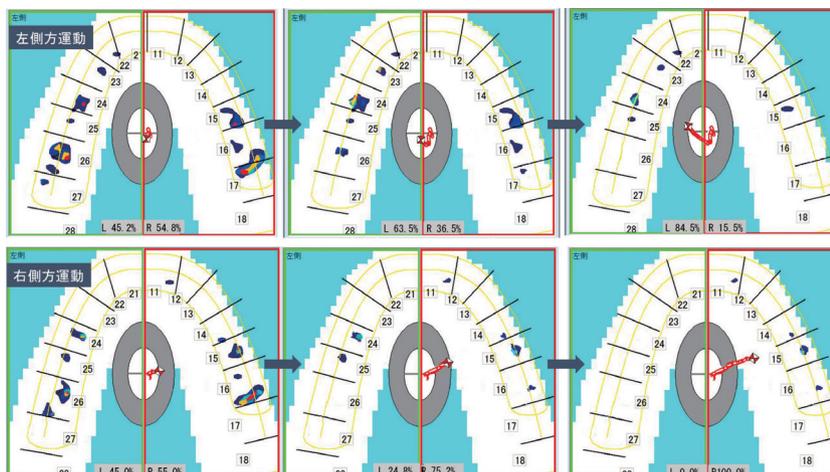


図6 T-scan III[®]による最終補綴装置試適時の側方滑走運動の重心軌跡と接触点の位置
上段：左側方滑走運動 下段：右側方滑走運動

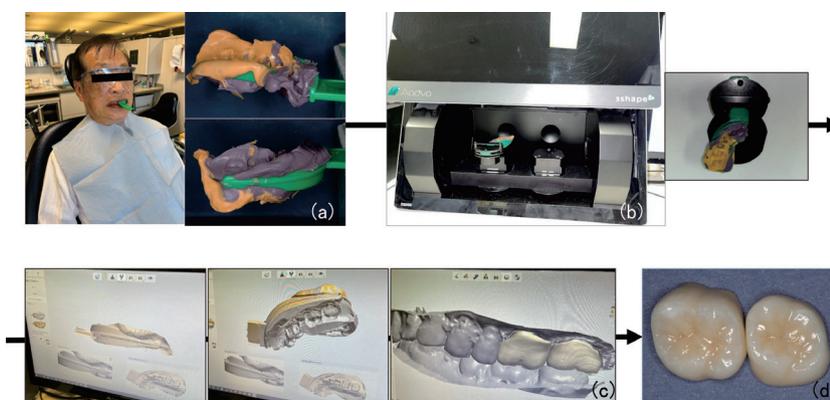


図7 咬合印象とCAD/CAM
(a) 咬合印象と印象体
(b) 印象体のスキャン
(c) CADによるクラウンの設計
(d) 完成したオールセラミッククラウン

頭嵌合位での咬合接触部位が補綴装置試適時とプロビジョナルレストレーション装着時の位置とでは大きな違いはなく、臼歯部での一歯1点の接触が認められたことを示している。咬頭嵌合位での調整後、側方運動時の咬合接触を咬合検査法の一つである T-scan システム (Tekscan Inc. Norwood, Massachusetts, USA) を用いて検査した¹³⁾。咬合紙だけでなく、客観的な咬合分析システムを用いて偏心運動時のスムーズな動きも確認できた。ほぼ調整の必要がなく、グループファンクションによる側方ガイドを得られていた (図6)。松下がFGPテクニックでは約60 μ m咬合が高くなると報告している¹¹⁾。症例の部位や支台歯数にもよるが、今回FGPテクニックで製作された補綴装置ではわずかな調整のみで模型上で咬合接触させていた部位を残した状態で装着することができた。

V. 咬合印象法とFGPテクニックおよびデジタル機器

クラウンブリッジ治療の流れは従来からのワックスパターンや鋳造による製作から、デジタル機器を用いた製作方法に大きく変化してきた。従来の方法がやや煩雑であること、歯科技工士の不足、金属の高騰などから今後ますます鋳造による製作が減少すると思われる。今まで述べてきた咬合印象やFGPテクニックもデジタル機器と併せて使用することが報告されている¹⁴⁾。技工用スキャナー (Aadva[®] Scan D2000, 3Shape, Copenhagen, Denmark) を用いると咬合印象体そのものをスキャンし、CADソフト上でクラウンの設計ができる。図7, 8に示すオールセラミッククラウンの症例などは、口腔内スキャナーを用い



図8 支台歯形成時とクラウン装着時の口腔内と咬合接触像
 (a) 支台歯(左側第一と二大臼歯)形成後の上顎咬合面観と咬合接触像(赤点の部位は上下顎歯間距離約30 μ m)
 (b) 完成したクラウン装着時の口腔内と咬合接触像

る方法と製作過程では大きな違いはない。また、FGPテクニックでもすでにCAD/CAMを使用することを想定した方法が報告されている¹⁵⁾。

VI. おわりに

今後は印象、咬合採得および技工操作すべての過程がデジタル機器によって、簡便で正確な術式が発展していくと思われる。しかし、口腔内での補綴装置の試適、調整は歯科医師が行う術式である。さまざまな方法の利点、欠点を理解し、より深く臨床での疑問を検討することで、自らのスキルアップに繋げることができると考えられる。

文 献

- 1) 日本補綴歯科学会. 咬合異常の診療ガイドライン. 補綴誌 2002; 46: 585-93.
- 2) Nakanishi N, Tanaka M, Kawazoe T. Effect of dentures on oral transit duration. J Osaka Dent Univ 2003; 37: 75-81.
- 3) 松下和夫. 歯冠補綴物の咬合面精度に関する研究—全部铸造冠の製作過程が咬合の高さに及ぼす影響—. 補綴誌 1982; 26: 250-66.
- 4) McDowell JA, Regli CP. A quantitative analysis of the decrease in width of the mandibular arch during forced movement of the mandible. J Dent Res 1961; 40: 1183-5.

- 5) Cox JR. A clinical study comparing marginal and occlusal accuracy of crowns fabricated from double-arch and complete-arch impressions. Aust Dent J 2005; 50: 90-4.
- 6) 林 亜紀子, 佐藤正樹, 久保大樹, 田中睦都, 向井憲夫, 田中誠也ほか. 歯列模型の咬合接触再現性—通法と咬合印象法の比較—. 日補綴誌 2013; 5: 156-64.
- 7) 久保大樹, 鳥井克典, 大河貴久, 佐藤正樹, 龍田光弘, 田中順子ほか. 咬合印象法と通法から製作したクラウンの試適時での臨床応用. 歯科医学 2013; 76: 1-8.
- 8) 田中順子, 田中昌博. 在宅歯科診療に用いるシリコーン印象材による咬合印象法—術式と技工操作の流れ—. 日歯医師会誌 2020; 73: 581-9.
- 9) Mitchell ST, Ramp MH, Ramp LC, Liu PR. A preliminary survey of impression trays used in the fabrication of fixed indirect restorations. J Prosthodont 2009; 18: 582-8.
- 10) 土佐淳一, 田中昌博, 村田洋一, 蕭 美英, 上田直克, 川添堯彬. 咬合接触像のビジュアル化. 補綴誌 1987; 31: 1553-7.
- 11) 松下和夫, 塩沢育己, 長谷川成男, 土平和秀. 模型の作製法が铸造冠の咬合の高さに及ぼす影響. 補綴誌 1985; 29: 1143-9.
- 12) 柏木宏介, 田中順子. 3. 顎間関係(咬合採得) 2) FGP テクニック. 石神 元, 上田一彦, 魚島勝美ほか編, 冠橋義歯補綴学テキスト 第5版, 京都: 永末書店: 2023, 36-8.
- 13) Qadeer S, Özcan M, Edelhoff D, VanPelt H. Accuracy, reliability and clinical implications of static compared to quantifiable occlusal Indicators. Eur J Prosthodont Restor Dent 2021; 29: 130-41.
- 14) Müller H. FGP technique with cerec 3D. Int J Comput Dent 2006; 9: 333-8.
- 15) 荘村泰治, 西山貴浩, 熊沢洋一. Digital-FGP 法によるインプラント上部歯冠咬合面形態のCAD. 日補綴誌 2012; 4 (特別号): 137.

著者連絡先: 田中 順子

〒540-0008 大阪市中央区大手前1-5-17
 大阪歯科大学有歯補綴咬合学講座
 Tel: 06-6910-1518
 Fax: 06-6910-1046
 E-mail: junko@cc.osaka-dent.ac.jp