

Title	インプラント体埋入術式が周囲組織の経時的変化およ び審美性に及ぼす影響
Author(s)	加藤, 時規
Citation	大阪大学, 2015, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/52365
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

学位論文

インプラント体埋入術式が

周囲組織の経時的変化および審美性に及ぼす影響

大阪大学大学院歯学研究科 統合機能口腔科学専攻 顎口腔機能再建学講座 クラウンブリッジ補綴学分野

加藤 時規

インプラント歯科治療において、埋入したインプラント体にアバットメント を連結して上部構造を装着した後に、経時的にインプラント体周囲の骨吸収が 生じ、その結果インプラント体周囲軟組織の退縮が生じる可能性があることが 知られている¹⁻³⁾.また,インプラント体のプラットフォームとアバットメント との連結部が同径の2ピースタイプのインプラントを用いた場合、インプラン ト体周囲の硬組織が垂直的にも水平的にも 1~2 mm 程度吸収すると報告されて いる 47). 従来よりこの骨吸収はソーサリゼーションと言われ, インプラント治 療を行う上で避けられないものとされ、その原因として種々の要因が挙げられ ている. 上顎前歯部等の審美領域において、このような骨吸収が大きく生じる とインプラント体周囲軟組織の退縮が生じる可能性があり、その結果隣接歯と の審美的な調和を失い、患者の QOL を大きく低下させると考えられる. このよ うな問題の解決策の一つとして、インプラント体よりも細い幅径のアバットメ ントを装着することでアバットメント装着後のインプラント体周囲の骨吸収を 抑える方法が報告されている^{8,9)}. これはプラットフォームシフティングあるい はスイッチング(以下 PS と略す)とよばれ、インプラント体周囲組織の吸収を 抑えるために審美領域において多く用いられるようになってきた.しかし、5~

10年の観察報告によるとその成功率は70%程度^{10,11)}であるとされ,PSを有 するインプラント体を用いれば初期の骨吸収が必ず防げるわけではなく,他に も満たすべき条件があると考えられる.

近年では、上顎前歯部等の審美領域において、インプラント体唇側の骨吸収 を抑えるためにはインプラント体唇側頸部に厚さ 2 mm 以上の硬組織を獲得す ることが重要であるとされている ^{7, 12}. そのためインプラント体の埋入と同時 に骨造成が行われることも少なくない. また、インプラント体唇側軟組織辺縁 の位置を維持するためには、インプラント体周囲軟組織に幅径をもたせること が重要であるという報告 ^{13, 14} もあり、結合組織移植術等を用いて軟組織の造成 を行うことや、周囲組織の保存を目的として抜歯と同時にインプラント体を埋 入する抜歯即時埋入を行うことがある. しかし、インプラント体唇側の硬組織 および軟組織を定量的に評価する方法が確立されていないため、これらの処置 によりどの程度硬組織および軟組織が獲得され、それが経時的にどのように変 化しているのかいまだ詳細な報告がなされていない.

現在までにインプラント体周囲組織の評価のために用いられてきた代表的な 方法としては,プローブを用いた評価法^{12,15)},デンタルX線画像あるいはパノ ラマX線画像による評価法^{16,17)}および組織形態学的評価法¹⁸⁾などが挙げられ る.しかしながら,プローブを用いた評価法は再現性や正確度が低く,評価基

 $\mathbf{2}$

準も明確ではない. デンタルあるいはパノラマ X 線画像による評価法は経時的 にインプラント体周囲組織を観察するために広く用いられているが,被写体の 位置付けが毎回異なるため,画像の再現性が低い.また,二次元的評価である ため,インプラント体の近遠心部の評価は可能であるが,審美的に重要なイン プラント体頬側周囲組織の評価が不可能であるという大きい欠点がある.組織 形態学的評価法では屠殺の必要があるため,経時的な評価ができず,ヒトには 応用できないといった欠点がある.

一方,歯科用 Cone Beam CT (以下 CBCT と略す) は近年広く普及してきて おり,特にインプラント治療において使用される頻度が高くなっている.この CBCT は従来型の Multi Detector CT (以下 MDCT と略す) と比較して低被曝 であり¹⁹⁻²¹⁾,骨や歯の分解能が高いことが報告されている^{22,23)}.また,三次元 での評価が可能であることから,インプラント体周囲組織の頬舌側方向の評価 方法として有用であり,その精度,再現性についても問題ないこと²⁴⁾ が報告が されている.その手法を用いることで,今まで困難であったインプラント体頬 側の骨および軟組織を定量的に同時に評価することが可能となる.

そこで本研究では、骨および軟組織の造成や抜歯即時埋入といったインプラント体周囲組織に十分な幅径と高径を獲得することを目的とした外科処置を伴う埋入術式を用いた症例において、CBCTを用いてインプラント体頬側の歯槽

骨および軟組織を前向きにかつ定量的に評価した.本研究の目的は,インプラント体埋入術式がインプラント体周囲硬軟両組織の経時的変化に与える影響および上部構造装着後の審美性に与える影響について検討することである.

本研究は、大阪大学大学院歯学研究科・歯学部及び歯学部附属病院倫理委員 会の承認を受けた上で行った(承認番号 H23-E8).

実験 1. CBCT を用いたインプラント体頬側周囲組織の定量的評価

実験1にて、CBCTを用いたインプラント体頬側周囲組織の定量的評価を行い、インプラント体埋入術式ごとに比較し、埋入術式がインプラント体周囲組織の経時的変化に与える影響を検討した.また、上部構造装着時のインプラント体頬側周囲組織の幅径とインプラント体頬側周囲組織の経時的な変化との関連性を評価するため、両者の相関関係を検討した.

1. 対象

2011 年 9 月から 2014 年 9 月までに大阪大学歯学部附属病院口腔補綴科にて 上顎前歯および小臼歯部に CC を有するインプラント体を用いた治療を受けた 患者 34 名 (男 13 名,女 21 名,平均年齢 53.9 ± 14.5 歳)を被験者とした.埋 入された 34 本 (上顎中切歯部 16 本,側切歯部 14 本,犬歯部 1 本,第一小臼歯 部 3 本,インプラント体の幅径は Rp が 25 本,Np が 9 本)のインプラント体

(NobelAcitve, NobelTapered CC, Nobel Biocare 社, Sweden)を計測対象
 とし、インプラント上部構造装着時(T1)と上部構造装着時から1年経過時(T2)
 の CBCT データを抽出した. 包含基準は、①メーカーのプロトコールに従いイ

ンプラント体が埋入されていること, ②T1 から T2 までに良好な口腔衛生状態 が維持されており,異常な炎症所見や出血がないこととした. 除外基準は,① 糖尿病の既往があること,②喫煙習慣があることとした. また,インプラント 体埋入術式ごとに評価を行う際に,前述の対象と同期間内にインプラント治療 を受け,アバットメント連結様式にバットジョイント(以下 BJ と略す)を有す るインプラント体を埋入された患者 11 名(男4名,女7名,平均年齢 63.0±8.10 歳,上顎中切歯部5本,上顎側切歯部3本,第一小臼歯部2本,第二小臼歯部1 本)を別に被験者とし,コントロール群として用いた.また,インプラント体 の埋入手術は全て2名のインプラント専門医により行われた.

埋入されたインプラント体は, すべて同一の表面性状を有していた. インプ ラント体は埋入後 6 か月間免荷し, 上部構造を製作した. 上部構造は CAD/CAM を用いたチタンあるいはジルコニアアバットメント (NobelProcera, Nobel Biocare 社, Sweden)をスクリューにて 35 N・cm にて締結した後に, 上部構造 をセメンティング (Hi-BOND TEMPORARY CEMENT HARD, 松風, 京都) した.

2. 撮影方法および計測方法

CBCTにはAlphard3030(朝日レントゲン工業株式会社,京都)を使用した.

撮影条件は表 1 に示すとおりに設定した.撮影時の患者の姿勢は座位とし,イ ンプラント体周囲軟組織の描出のため,上中らの撮影法²⁴⁾を参考とし,撮影時 にインプラント体埋入部位の口腔前庭部にロールワッテを挿入し,上部構造お よびインプラント体周囲軟組織と口唇,頬粘膜が接触しないようにした.

得られた CBCT 画像データの再構築には、デジタル画像情報ソフトウェア (NEO PREMIUM VIEW,朝日レントゲン工業株式会社,京都)を用いた.ま ず,Axial 断面でインプラント体の中心の部分に Sagittal Grid, Coronal Grid の交点を合わせ,次に Coronal 断面で Sagittal Grid をインプラント体中心の長 軸に合わせ,Sagittal 断面においても同様に Coronal Grid をインプラント体中 心の長軸に合わせた(図 1A).最後に,Axial 断面で Sagittal Grid を歯列弓の接 線と直行するように合わせた(図 1B).得られた横断面を計測用の画像とし, 以下の計測ではすべて同様の方法で得られた計測用の画像上で行った.

インプラント体頬側部位の計測部位を図 2 に示す. 硬組織の測定部位は, プ ラットフォームでの歯槽骨の幅径 (BW0), プラットフォームから 2 mm 下方の 歯槽骨の幅径 (BW2) およびプラットフォームから骨頂までの高径 (BH) とし た (図 2A). BH はプラットフォームより歯冠側方向を正の値とした.

軟組織の測定部位は、プラットフォームでの軟組織の幅径(GW0)、プラット フォームから2mm下方の軟組織の幅径(GW2)およびプラットフォームから 軟組織の頂点までの高径(GH)とした(図2B).GHはプラットフォームより 歯冠側方向を正の値とした.

3. CBCT 画像計測の検者内,検者間信頼性の検討

抽出された 34 本のインプラント体から無作為に 10 本のインプラント体を選 択した.選択された各インプラント体の CBCT データを再構築し,まず,各計 測部位について 1 名の検者が各 3 回計測し,画像計測の検者内信頼性について 検討した.つづいて,2名の検者が各 1 回ずつ計測を行い,検者間信頼性につい て検討した.

4. インプラント体埋入術式がインプラント体頬側周囲組織の経時的変化に及

ぼす影響

アバットメント連結様式に CC を有するインプラント体を用い,審美領域に 用いられる骨造成および軟組織の造成,抜歯即時埋入といった埋入術式の違い がインプラント体周囲組織の経時的変化に与える影響について検討した.CBCT を用いてインプラント体頬側の硬組織および軟組織の幅径とその経時的変化に ついて定量的に評価した.

抽出した 34 本のインプラント体を埋入術式の違いにより以下の 3 群に分類した. 抜歯後 6 か月以上経過しており,インプラント体の埋入が可能な顎堤に対

して造成を行わず通常埋入のみ行った群を Delayed Placement 群(以下 DP-CC 群と略す)とした. 抜歯後 6 か月以上経過しており, 骨幅の減少により埋入時 にインプラント体頸部が一部歯槽骨より露出することが予測されたため、埋入 と同時に骨および軟組織の造成を行った群を Implant Site Development 群(以 下 SD-CC 群と略す)とした. 抜歯前に残存歯頬側に歯根長の 1/3 以上歯槽骨が 残っており、骨および軟組織の造成と同時に抜歯即時埋入を行った

群を Immediate Placement 群(以下 IP-CC 群と略す)とした. SD-CC 群および IP-CC 群において, 骨造成には非吸収性骨再生用材料 (Bio-oss, Geistlich 社, German およびネオボーン, M.M.T 社, 大阪) を, 軟組織の造成には口蓋より採取した 結合組織を使用した.またコントロール群として,DP-CC 群と同様の条件にて BJを有するインプラント体の埋入を行った群を DP-BJ 群とし、4 群のインプラ ント体周囲組織の経時的変化を比較検討した.まず各群における各計測部位に ついて T1 と T2 を比較検討した. 次に, 各計測部位の T1 から T2 の変化量(Δ) について4群で比較検討した.統計解析には、Statcel4(オーエムエス出版、埼 玉)を用いた. T1 と T2 間における各計測項目の有意差検定には、バーレット 検定により正規性と等分散性がないことを確認した上で、Wilcoxon signed-rank test を行った. 有意水準は危険率 5%とした. 各計測項目の経時的 変化量(Δ)については、バーレット検定により正規性と等分散性がないことを

確認した上で、Steel-Dwass 法を用いて 4 群の多重比較検定を行った.いずれ も有意水準は危険率 5%とした.

5. 上部構造装着時のインプラント体頬側周囲組織の幅径がインプラント体頬側 周囲組織の経時的変化に及ぼす影響

上部構造装着時のインプラント体頬側頸部の歯槽骨および軟組織の幅径がイ ンプラント体頬側周囲組織の経時的変化に与える影響を明らかにするため,T1 のインプラント体頬側歯槽骨および軟組織の幅径(BW0,GW0)とT1からT2 のインプラント体頬側歯槽骨および軟組織の高径変化量(ΔBH,ΔGH)との相 関関係を検討した.統計解析には,Statcel4 を用い,歯槽骨および軟組織の各 計測部位の相関関係について Spearman's correlation coefficient by rank test を行った.有意水準は危険率 5%とした.

実験2.インプラント体埋入部位側と反対側同名天然歯との左右対 称性の検討

上顎前歯部インプラント治療において審美的に非常に重要な左右対称性を評価するため、インプラント体埋入部位側と反対側同名天然歯を比較し、インプラント体周囲組織の唇ロ蓋側方向の幅径および唇側軟組織辺縁の高径を CBCT 画像上にて評価した.

1. 対象

実験1により抽出された CC を有するインプラント体 34 本の中から, ①小臼 歯部に埋入されている, ②既に反対側同名天然歯に補綴治療を受けている, ③ 明らかな歯列不正を認めるもの, を除外し, 23 本を計測対象とした.

2. 撮影方法および計測方法

実験1と同様にCBCT データ画像の再構築を行った後,計測部位の設定には, Axial 断面で前鼻棘と口蓋縫合より Sagittal Grid を正中にあわせ,次に Sagittal 断面にて Axial Grid を前鼻棘前縁と口蓋骨後縁にあわせて仮想平面 O とした. Coronal 断面にて Axial Grid を正中に直角となるようにあわせた(図 3A). 最 後に, Axial 断面にて Sagittal Grid を歯列弓の接線と直行し,上部構造の近遠 心的中央を通る位置に合わせた(図 3B).得られた横断面を計測用の画像とし, 以下の計測ではすべて同様の方法で得られた計測用の画像上で行った.

インプラント体理入部位側と反対側同名天然歯との唇口蓋測方向の顎堤の幅 径に関する左右対称性を評価するため、計測用断面にて仮想平面 O として設定 した Axial Grid を基準として、プラットフォームの中心点を M とし、平面 O と平行にインプラント体周囲組織の唇口蓋側方向の幅径を示す W₁-W₃を図のよ うに設定した(図 4A).平面 O からの距離が点 M より 2 mm 歯冠側になるよう に W₁を設定した(図 4A).平面 O からの距離が点 M より 2 mm 根尖側に位置するように W₃を設定した(図 4A).同様に、平面 O からの距離 が W₁, W₂, W₃と等距離になるように、反対側同名天然歯歯冠の近遠心的中央を 通るよう Sagittal Grid を平行移動させ、天然歯の唇口蓋側方向の顎堤の幅径を それぞれ W₁', W₂', W₃'とした(図 4B).インプラント体埋入部位側と反対側 同名天然歯における計測部位 W₁と W₁', W₂と W₂', W₃と W₃'がそれぞれ平面 O と平行な同一平面上に存在するよう設定した.

次に、インプラント体埋入部位側と反対側同名天然歯の唇側軟組織辺縁の高 径の左右対称性を評価するため、計測用断面にて平面 O と垂直に交わるように、 インプラント体上部構造の唇側軟組織辺縁から切縁までの長さをhとし(図4A)、

12

同様に反対側同名歯の天然歯に関しても歯肉縁から切縁までの長さをh'と設定した(図4B).

3. インプラント体埋入術式が左右対称性に及ぼす影響の検討

実験1と同様に埋入術式の差異により,23本のインプラント体をDP-CC群, SD-CC群, IP-CC群の3群に分類し,各計測部位についてインプラント体埋入 部位側と反対側同名天然歯における周囲組織の唇ロ蓋側方向の幅径の差 (ΔW_k:W_k-W_k')および唇側軟組織辺縁の高径の差(Δh:h-h')を埋入術式ご とに比較検討した.統計解析には,Statcel4を用い,各側定部位におけるイン プラント体埋入部位側と反対側同名天然歯との左右差(Δ)について,Bartlett's testにより正規性と等分散性がないことを確認し,Steel-Dwass testにより,3 群の多重比較検定を行った.いずれも有意水準は危険率 5%とした.

実験 1. CBCT を用いたインプラント体頬側周囲組織の定量的評価

上中ら²⁴⁰の報告した手法を用いたことで、インプラント体頬側の軟組織と口 腔前庭の境界が明瞭となり、同一画面上で同時に骨および軟組織の定量的評価 を行うことが可能であった(図 2A, B). CBCT 画像計測の検者内信頼性 ICC (1,1) について、骨の各計測部位(BH, BW0, BW2)および軟組織の各計測 部位(GH, GW0, GW2)においてすべて 0.9 以上となった.また、検者間信 頼性 ICC(2,1)についても骨の各計測部位(BH, BW0, BW2)および軟組織 の各計測部位(GH, GW0, GW2)においてすべて 0.9 以上となり、骨造成や 軟組織の造成を行ったインプラント体周囲組織の経時的な形態変化を CBCT に より評価することは、検者内、検者間ともに高い信頼性があることが示された (表 2).

埋入術式の差異がインプラント体周囲組織の経時的変化に与える影響を検討 するため,抽出されたインプラント体を埋入術式ごとに分類したところ, DP-CC 群が 12本, SD-CC 群が 13本, IP-CC 群が 9本となった.またコントロールで ある DP-BJ 群は 11本であった.DP-BJ, DP-CC, SD-CC, IP-CCの各群間で 男女比, 年齢, T1 から T2 の経過期間に有意差は認められなかった(表 3). DP-BJ, DP-CC, SD-CC, IP-CC のいずれの群においても歯槽骨, 軟組織とも に T1 から T2 で各計測部位における計測値が減少した. T1 と T2 の計測値を比 較した結果, 歯槽骨については DP-BJ 群のすべての計測部位で, DP-CC 群の BH と BW0 で, SD-CC 群の BH で, IP-CC 群の BW0 で有意な値の減少を認め た. 軟組織については DP-BJ 群の GH, GW0 で, SD-CC 群の GH で有意な値 の減少を認めた (表 4, 5). 各計測部位の T1 から T2 間の減少量 (Δ) について は, Δ BW2 を除く 5 項目で DP-BJ 群が最も大きかった. 特に, Δ BH, Δ GH, Δ GW0 については DP-BJ 群が大きく減少しており, DP-CC 群との間 (P < 0.01), SD-CC 群との間 ($P < 0.05 \cdot 0.01$), IP-CC 群との間 (P < 0.01) に有意差を認 めた (図 5).

上部構造装着時のインプラント体頬側周囲組織の幅径がインプラント体頬側 周囲組織の経時的変化に与える影響については,T1のインプラント体頬側周囲 組織の幅径とそれらのT1からT2の変化量(Δ)との間には,T1のBW0とΔGH (r=0.378 *P*=0.04),T1のGW0とΔGH (r=0.627, *P*=0.0006),T1のBW0 とΔBH (r=0.585, *P*=0.0001)との間に有意な負の相関関係が認められた(表 6).

実験2.インプラント体埋入部位側と反対側同名天然歯との左右対称性の検討

抽出されたインプラント体 23 本は DP-CC 群が 9 本, SD-CC 群が 6 本, IP-CC
群が 8 本であった. DP-CC, SD-CC, IP-CC の各群間で男女比, 年齢, T1 か
ら T2 の経過期間に有意差は認められなかった(表 7).

 $\Delta W_1, \Delta W_2, \Delta W_3$ について,反対側同名天然歯との左右差は DP-CC 群が最も 大きく,次いで SD-CC 群, IP-CC 群の順となった. $\Delta W_1, \Delta W_2, \Delta W_3$ のいずれ も DP-CC 群と SD-CC 群の間 (P < 0.01), DP-CC 群と IP-CC 群の間 (P < 0.01)に有意差を認めた (図 6).同様に,唇側軟組織辺縁の高径の位置を比較 したところ,高径の左右差 Δh (Δh : h-h')は DP-CC 群が最も大きく,次いで SD-CC 群, IP-CC 群の順となった.DP-CC 群と SD-CC 群の間 (P < 0.01), DP-CC 群と IP-CC 群の間 (P < 0.01)に有意差を認めた (図 7).

上顎前歯部等の審美領域におけるインプラント治療において、最終補綴装置 装着後の長期にわたるインプラント体周囲組織の保存は重要な課題である. イ ンプラント体周囲組織に影響を及ぼす因子は多様であり、現在までに多くの報 告がなされている. アバットメントのマイクロムーブメントとインプラント-アバットメント間のマイクロギャップの存在による深刻なインプラント体周囲 骨の吸収^{25,26)}や、インプラント補綴歯科治療におけるインプラント体周囲組織 の生物学的幅径の獲得の影響^{27,28)}、アバットメントの着脱の影響によるインプ ラント体周囲組織の変化^{29,30)}などが報告されてきた. しかし,これまでに用い られてきたインプラント体周囲組織の評価方法は、ヒトを対象にしたものでは デンタル,パノラマ X 線写真を用いたインプラント体近遠心部分の歯槽骨吸収 の評価や、インプラント体周囲軟組織のポケット深さの評価など、評価対象と なる部位が限局されており、審美的に重要なインプラント体頬側の歯槽骨と軟 組織を同時に評価する方法は存在しなかった.また,実験動物を対象にしたも のでは、インプラント体頬側歯槽骨および軟組織の定性的、定量的評価が可能 であるが、屠殺を必要とするために経時的な評価が不可能である、これまでに 上中らは²⁴⁾ CBCT を用いてインプラント体頬側周囲組織の定量的評価を行い,

アバットメント連結様式がインプラント体周囲組織に与える影響に関して報告 しており、CCを有するインプラント体が周囲組織の保存に有利であるとしてい る.そこで、本研究では実験1において、上中らと同じ手法²⁴⁾を用いて、骨お よび軟組織の造成、抜歯即時埋入といった、特に審美領域に行われるインプラ ント体埋入術式が、上部構造装着後のインプラント体周囲の硬軟両組織の経時 的形態に及ぼす影響を、歯科用 Cone Beam CT を用いて前向きにかつ定量的に 評価したものである.さらに,上部構造装着時におけるインプラント体頬側歯 槽骨および軟組織の幅径とインプラント体周囲組織の経時的な変化量との相関 関係を明らかにし、その関連性について評価した. 実験 2 においては、前歯部 の審美性において重要な左右対称性を評価するため、実験1とは異なる計測用 断面を設定し、測定を行った.上中らの報告した計測用断面 24) では審美性を評 価するうえで、インプラント体の埋入方向により頬舌側方向の硬軟組織の厚さ が左右されるため、反対側同名歯と正しい比較を行うことができなかった。そ こで実験2では、解剖学的指標を基準とし平面0を設定し、その平面より同一 の距離にある $W_1 \ge W_1'$, $W_2 \ge W_2'$, $W_3 \ge W_3'$, を比較することで左右対称性 の評価が可能となった、その結果、上顎前歯部においてインプラント体埋入部 位側とその反対側同名天然歯を比較し、周囲組織の唇口蓋側方向の幅径および 唇側軟組織辺縁の高径を CBCT 画像上にて評価した.

1. CBCT 画像計測の検者内,検者間信頼性の検討

本研究において、CBCT 撮影時に口腔前庭部にロールワッテを挿入して撮影 を行った²⁴⁾.その結果、口唇、頬粘膜、舌が歯肉や歯槽粘膜に接触することを 防ぎ,1枚の画像上でインプラント体頬側の歯槽骨と軟組織を同時に描出するこ とが可能であった.また、骨および軟組織の造成を併用している場合において もインプラント体頬側歯槽骨および軟組織の評価が可能であった.この手法を 用いた CBCT 画像計測の検者内、検者間信頼性を級内相関係数を用いて検討し たところ、すべての項目で級内相関係数が 0.9 以上となり、検者内信頼性、検者 間信頼性はきわめて高いことが示された.このことより、本研究で対象とした 骨および軟組織の造成を伴う埋入術式を用いたインプラント体に対しても、 CBCT を用いてインプラント体周囲組織の経時的変化を定量的に評価できるこ とが示された.しかし、一方で CBCT は装置の種類、被写体の位置づけやモー ションアーチファクトによって得られる画像の正確度が異なるという報告も存 在する^{31,32)}.また、インプラント体のアーチファクトの影響でインプラント体 周囲の比較的薄い組織に対して、その周囲の定量的評価が行えないことが報告 されている^{33,34)}.これらの問題を解決するためには、撮影時の被写体の位置づ けおよび固定が重要であると考えられる.本研究ではすべて同一の撮影装置お

よび条件にて撮影を行ったため、骨および軟組織の造成を行った場合において も、インプラント体周囲歯槽骨および軟組織の定量的評価が可能であったと考 える.

2. インプラント体埋入術式がインプラント体頬側周囲組織の経時的変化に及 ぼす影響

埋入術式ごとに T1 から T2 までの値の変化を比較したところ,埋入術式の違 いを問わず,すべての項目で T1 から T2 で値が減少した.埋入術式ごとに変化 量Δを比較すると,アバットメント連結様式に従来より用いられてきたバット ジョイントを有するインプラント体を埋入した DP-BJ 群の ΔBH, ΔGH, ΔGW0 は,コニカルコネクションを有するインプラント体を用いた DP-CC 群, SD-CC 群, IP-CC 群の各群のそれらと比較して有意に大きく減少していた.これはア バットメント連結様式において CC が最もインプラント体周囲組織の保存に有 効であるという報告²⁴ と一致する.すなわち,コニカルコネクションとプラッ トフォームシフティングが有効であるためと考えられる.コニカルコネクショ ンはアバットメントのマイクロムーブメント,マイクロギャップを減少させ^{35,36)} 力学的にもインプラント体頸部の周囲骨への応力を分散させると考えられてい る^{37,38,39)}.また,プラットフォームシフテイングはそのインプラントプラット フォームの水平的なギャップ部がインプラント体頸部軟組織の生物学的な封鎖 を獲得するのに有効であり、軟組織の幅径を獲得、維持するのに有利であるこ とを示している^{8,40}.

一方で、コニカルコネクションを有するインプラント体を用いて異なる埋入 術式を行った DP-CC, SD-CC, IP-CC の 3 群間にはすべての計測項目において 有意差を認めなかった. ΔBH は, DP-CC 群が-0.21±0.28 mm, SD-CC 群が-0.09 ±0.14 mm, IP-CC 群が-0.09±0.11 mm となり、骨および軟組織の造成や抜歯 即時埋入を行う場合においても CC を有するインプラント体を用いることでイ ンプラント体周囲組織の経時的な吸収を抑えられることが示された.しかし、 T1のBW0, GW0, BH, GH, の値がDP-CC群よりSD-CC, IP-CC 両群で大 きいことより,骨および軟組織の造成,抜歯即時埋入を行うことで,インプラ ント体頬側周囲組織に骨および軟組織の幅径が獲得されていることがわかる. 本研究では、インプラント体埋入直後から上部構造装着時までに起こる経時的 な変化を評価していないが、それは術直後の軟組織は出血、腫脹等により正確 な評価が困難であるためである. インプラント体頸部周囲歯槽骨の吸収には外 科手技による侵襲 41)が一因としてあげられるが、骨造成後の吸収に関する報告 ⁴²⁾ や,結合組織移植により平均して約 0.55~0.8 mm の軟組織の造成が行うこ とができるといった報告 43) がある.また、抜歯即時埋入後に埋入から半年間の

21

間に約0.4~0.8 mm の骨吸収および軟組織の退縮が生じるという報告 40がある. 今回用いた外科処置ではこの術後のインプラント体周囲組織の吸収を考慮に入 れ,最終的に理想とする上部構造より逆算して骨および軟組織の造成,抜歯即 時埋入を行っている.また,インプラント体周囲組織の獲得量は術者の技量に 大きく左右されるため,十年以上のインプラント治療経験をもつ専門医により 処置が行われている.上部構造装着時から1年間という期間では,用いた埋入 術式の違いによりインプラント体周囲組織の経時的な変化に有意差は認められ なかったが,上部構造装着後からの経過期間が長くなれば,T1でのインプラン ト体頸部周囲組織量 BW0,GW0,BH,GHの違い(表 4,5)が DP-CC,SD-CC, IP-CC 各群のインプラント体周囲組織の経時的な変化量に差が生じる可能性は 依然否定されない.この点の解明には、今後、より長期的な前向きコホート研 究が必要である.

上部構造装着時のインプラント体頬側周囲組織の幅径がインプラント体頬 側周囲組織の経時的変化に及ぼす影響

インプラント体頬側の歯槽骨および軟組織を CBCT 画像上で同時に定量評価 することで、インプラント体頬側周囲歯槽骨と軟組織の経時的変化の特徴と関 連性を評価した.上部構造装着時T1におけるインプラント体頬側周囲歯槽骨の 幅径 BW0 と,1 年経過後のインプラント体頬側周囲歯槽骨の高さの吸収量ΔBH (r=0.585) および軟組織の退縮量 ΔGH (r=0.378) との間に有意な負の相関が 認められた.これはインプラント体頬側周囲歯槽骨の幅径を獲得することが, インプラント体頬側周囲組織の高さの吸収を抑えるのに有効であることを示唆 しており,インプラント体頬側周囲組織の安定を得るためにはインプラント体 頸部の歯槽骨の幅径を 1.5 mm 以上保存することが好ましいとされる報告 ^{7, 12)} と相違しない.

軟組織の幅径に関しては、これまでに Chang ら 45)がインプラント埋入部位と 反対側同名歯とを比較し、唇側周囲軟組織の幅径と高径は天然歯が 1 対 2.3 で あるのに対し、インプラントは 1.5 対 1 であったと報告している.また、野沢 ら 46)も上顎前歯部に埋入されたインプラント体の唇側周囲軟組織の幅と高径は 1.4 対 1 であったとしている.さらに近年では、インプラント体周囲組織のバイ オタイプがインプラント周囲組織の吸収に与える影響について注目されており 14.47.48,結合組織移植を行いインプラント体周囲組織に幅径をもたせることが 行われているが、上部構造装着時のインプラント体周囲軟組織量とインプラン ト体周囲組織の経時的な変化量との関連性は明らかにされていない.

今回の統計結果では、T1 でのインプラント体頬側周囲軟組織の幅径 GW0 と ΔGH との間に有意な負の相関が認められた(r=0.627). これは審美性に関わる インプラント体頬側軟組織辺縁の退縮を防ぐためにはインプラント体頬側軟組 織の幅径を獲得することが重要であることを示唆している. ΔGH との相関係数 を比較すると BW0 は r=0.378, GW0 は r=0.627 であったことから, インプラ ント体頬側軟組織の退縮量にはインプラント体頬側頸部の骨幅より軟組織の幅 径がより大きく関わっていることが示唆される. これは, インプラントは天然 歯と比較して, 歯根膜が存在せず, インプラント体周囲組織内の血液供給が乏 しく, 付着の様式ならびに軟組織内のコラーゲン線維の走行が異なる⁴⁹⁻⁵²⁾ため, インプラント体周囲軟組織の高径を獲得するためにはインプラント体周囲軟組 織に十分な幅径を獲得する必要があるためであると考えられる.

4. インプラント埋入部位側と反対側同名天然歯との左右対称性の検討

実験 2 では上顎前歯部においてインプラント補綴歯が反対側同名天然歯と比較してどの程度審美的に調和のとれた治療が行われているかを評価した.審美性を評価するためにインプラント体埋入部位側と反対側同名歯の唇口蓋側方向の周囲組織の幅径を CBCT 画像上で計測した.反対側同名歯との唇口蓋側方向への周囲組織の幅径の差 ΔWと唇側軟組織辺縁の高径の差 Δh について, DP-CC 群と SD-CC 群の間, DP-CC 群と IP-SD 群の間に 有意差を認めた (*P* < 0.01) (図 6, 7). DP-CC 群は抜歯後 6 か月以上治癒を 待ってから埋入を行っているため、抜歯窩の治癒とともに歯槽骨の骨幅と高径 が減少したためと考えられる. DP-CC 群の ΔW₁は-2.97±0.81 mm, Δh は 2.02 ± 0.68 mm となり, 垂直方向および水平方向の骨吸収量を評価した過去の報告 53) と類似する.この反対側同名歯との左右差は上顎前歯部における審美治療にお いて大きな問題となる.反対にSD-CC群, IP-CC群はインプラント体周囲組織 の唇口蓋側方向の幅径および、軟組織辺縁の高径が反対側同名天然歯に近い値 を示しており、骨および軟組織の造成、抜歯即時埋入が上顎前歯部インプラン ト治療において審美的な修復を行うためには必要不可欠であることが示された. また, SD-CC 群, IP-CC 群の ΔW に注目すると, ΔW₁<ΔW₂<ΔW₃という値を示 し、根尖側よりプラットフォーム周囲の頸部に向かうほど、反対側同名歯との 唇口蓋側方向の顎堤の厚みの差は大きくなった. どの埋入術式を用いたとして も、インプラント体頸部に骨および軟組織を獲得し、維持することが難しいこ とがわかる。特に審美性に重要なインプラント体唇側軟組織辺縁の高径、幅径 に関しては、本研究結果内において有意差は認められなかった。しかし、今後 経時的にインプラント体周囲組織が減少することを考慮すると、IP-CC 群の ΔW 、 Δh はすべて正の値を示し、3 群の中で最も左右対称性を獲得したことがわかる.

抜歯即時埋入に関しては、術後のインプラント体唇側における骨吸収および 軟組織の退縮により審美的な障害が生じやすいという報告 54)と、術者の技術に 左右されやすいが成功すれば審美的な修復が行えるという報告 55がある.本研 究結果においては,実験1より抜歯即時埋入を行った IP-CC 群の上部構造装着 後のインプラント体周囲組織の安定が得られていることより,審美性の回復の ためには抜歯即時埋入が推奨される術式であると考えられる.しかし,過去の 報告にあるように抜歯即時埋入が適応となる症例には限りがあり,また術後の インプラント体唇側の骨吸収を防ぐため,埋入時の抜歯窩とインプラント体頸 部のギャップに対して骨補填剤の填入,GBR,結合組織移植などの併用処置が 必要 56,57⁾であると考える.

以上をまとめると、実験1より、上部構造装着時から1年間の経過期間では あるが、骨および軟組織の造成を伴う埋入術式を用いた場合や、抜歯即時埋入 を行った場合においても、CCを有するインプラントは従来より用いられてきた BJを有するインプラントと比較して、インプラント体周囲組織の経時的な変化 量が少ないことがわかった.また、インプラント体頬側軟組織の退縮量にはイ ンプラント体頬側頸部の骨幅より軟組織の幅径が大きく関わっていることが示 唆され、インプラント体頬側周囲軟組織に十分な幅径を獲得する重要性が示さ れた.さらには、実験2より、上顎前歯部における審美的なインプラント治療 のためには通常埋入だけではなく、既に抜歯されている場合は骨および軟組織 の造成を、インプラント体埋入部位に残存歯があり一定の条件を満たす場合は 抜歯即時埋入を行うことが必要不可欠であることが示された.

本研究において,CBCTを用いたインプラント体頬側周囲組織の定量的評価 を行った結果,以下の結論を得た.

 CBCTを用いて骨および軟組織の造成を行ったインプラント体頬側の硬軟両 組織を同一画像上にて同時に定量評価することが可能であることが示された.
 コニカルコネクションを有するインプラント体を用いて異なる埋入術式にて 埋入を行った場合,バットジョイントを有するインプラント体を用いた場合と 比較して、インプラント体頬側周囲組織の経時的な変化量が抑えられ、また 骨および軟組織の造成や、抜歯即時埋入を行った場合においても、上部構造装 着後のインプラント体周囲組織の減少量は行わない場合と差がないことが明ら かとなった.

 インプラント体頬側軟組織の退縮にはインプラント体頬側頸部の骨幅より軟 組織の幅径が大きく関わっていることが示された.

コニカルコネクションを有するインプラント体を用いて通常埋入を行った場
 合、反対側同名歯と比較して唇口蓋側方向の厚み、および唇側軟組織辺縁の高
 さが不足することが明らかとなり、審美的な修復を行うためには骨および軟組
 織の造成や、抜歯即時埋入を行う必要があることが明らかとなった。

稿を終えるにあたり、本研究の機会を与えていただき、御指導と御高配を賜 りました大阪大学大学院歯学研究科歯科補綴学第一教室の矢谷博文教授に対し、 深甚なる謝意を表します.

また、本研究の遂行にあたり、大阪大学大学院歯学研究科歯科補綴学第一教 室の中野環助教、小林靖宜医員、小野真司医員に心より感謝申し上げます.

最後に、本研究を行うに際し、多大なる御協力と御助言を頂いた大阪大学大 学院歯学研究科歯科補綴学教室の教室員各位に厚く御礼申し上げます.

- Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg*, 1981; 10: 387-416.
- Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 1986; 1: 11-25.
- Cardaropoli G, Lekholm U, Wennström JL. Tissue alterations at implant-supported single-tooth replacements: a 1-year prospective clinical study. *Clin Oral Implants Res*, 2006; 17: 165-71.
- Carlsson L, Rostlund T, Albrektsson B, Albrektsson T, Brånemark PI.
 Osseointegration of titanium implants. *Acta Orthop Scand*, 1986; 57: 285–9.
- Weber HP, Buser D, Fiorellini JP, Williams RC.Radiographic evaluation of crestal bone levels adjacent to nonsubmerged titanium implants. *Clin Oral Implants Res*, 1992; 3: 181–8.
- 6) Hermann JS, Cochran DL, Nummikoski PV, Buser D. Crestal bone

changes around titanium implants.A radiographic evaluation of unloaded nonsubmergedand submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol*, 1997; 68: 1117–30.

- Grunder U, Gracis S, Capelli M. Infl uence of the3-D bone-to-implant relationship on esthetics. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 2005; 25: 113-9.
- Lazzara RJ, Porter SS. Platform switching: a new concept in implant dentistry for controlling postrestorative crestal bone levels. Int J Periodontics Restorative Dent, 2006; 26: 9-17.
- Cappiello M1, Luongo R, Di Iorio D, Bugea C, Cocchetto R, Celletti R.
 Evaluation of peri-implant bone loss around platform-switched implants.
 Int J Periodontics Restorative Dent, 2008; 28: 347-55.
- 10) Vigolo P1, Givani A. Platform-switched restorations on wide-diameter implants: a 5-year clinical prospective study. Int J Oral Maxillofac Implants, 2009; 24: 103-9.
- 11) Wagenberg B1, Froum SJ. Prospective study of 94 platform-switched implants observed from 1992 to 2006. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 2010; 30: 9-17.

- 12) Spray JR, Black CG, Morris HF, Ochi S. The influence of bone thickness on facial marginal bone response: stage 1 placement through stage 2 uncovering. Ann Periodontol, 2000; 5: 119-28.
- 13) Lee A, Fu JH, Wang HL. Soft tissue biotype affects implant success.*Implant Dent*, 2011; 20: e38-47.
- 14) Christopher D. J. Evans, Stephen T. Chen. Esthetic outcomes of immediateimplant placements. *Clin Oral Implants Res*, 2008; 20: 73-80.
- 15) Sanz M, Cecchinato D, Ferrus J, Pjetursson EB, Lang NP, Lindhe J. A prospective, randomized-controlled clinical trial to evaluate bone preservation using implants with different geometry placed into extraction sockets in the maxilla. *Clin Oral Implants Res*, 2010; 21: 13-21.
- 16) Shin YK, Han CH, Heo SJ, Kim S, Chun HJ. Radiographic evaluation of marginal bone level around implants with different neck designs after 1 year. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2006; 21: 789-94.
- 17) de Almeida FD, Carvalho AC, Fontes M, Pedrosa A, Costa R, Noleto JW, Mourão CF. Radiographic evaluation of marginal bone level around internal-hex implants with switched platform: a clinical case report

series. Int J Oral Maxillofac Implants, 2011; 26: 587-92.

- 18) Botticelli D, Persson LG, Lindhe J, Berglundh T. Bone tissue formation adjacent to implants placed in fresh extraction sockets: an experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res*, 2006; 17: 351-8.
- 19) Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc*, 2006; 72: 75-80.
- 20) Sukovic P. Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. *Orthod Craniofac Res*, 2003; 31; 179-82.
- 21) Brisco J, Fuller K, Lee N, Andrew D. Cone beam computed tomography for imaging orbital trauma-image quality and radiation dose compared with conventional multislice computed tomography. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 2014; 52: 76-80.
- 22) Poeschl PW, Schmidt N, Guevara-Rojas G, Seemann R, Ewers R, Zipko HT, Schicho K. Comparison of cone-beam and conventional multislice computed tomography for image-guided dental implant planning. *Clin Oral Investig*, 2013; 17: 317-24.
- 23) Al-Ekrish AA, Ekram M. A comparative study of the accuracy and

reliability of multidetector computed tomography and cone beam computed tomography in the assessment of dental implant site dimensions. *Dentomaxillofac Radiol*, 2011; 40: 67-75.

- 24) Kaminaka A1, Nakano T, Ono S, Kato T, Yatani H . Cone-Beam Computed Tomography Evaluation of Horizontal and Vertical Dimensional Changes in Buccal Peri-Implant Alveolar Bone and Soft Tissue: A 1-Year Prospective Clinical Study. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2014. doi: 10.1111/cid.12286. [Epub ahead of print]
- 25) Hermann JS and Schoolfield JD. Influence of the size of the microgap on crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged implants in the canine mandible. J Periodontol, 2001; 72: 1372-83.
- 26) Weng D and Nagata MJ. Influence of microgap location and configuration on the periimplant bone morphology in submerged implants. An experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res*, 2008; 19: 1141-7.
- 27) Berglundh T, Lindhe J. Dimension of the periimplant mucosa. Biological width revisited. J Clin Periodontol, 1996; 23: 971-3.

- 28) Abrahamsson I, Berglundh T, Wennström J, Lindhe J. The peri-implant hard and soft tissues at different implant systems. A comparative study in the dog. *Clin Oral Implants Res*, 1996; 7: 212-9.
- 29) Abrahamsson I, Berglundh T, Lindhe J. The mucosal barrier following abutment dis/reconnection. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol,* 1997; 24: 568-72.
- 30) Becker K, Mihatovic I, Golubovic V, Schwarz F. Impact of abutment material and dis-/re-connection on soft and hard tissue changes at implants with platform-switching. *J Clin Periodontol*, 2012; 39: 774-80.
- 31) Nackaerts O, Maes F, Yan H, Couto Souza P, Pauwels R, Jacobs R. Analysis of intensity variability in multislice and cone beam computed tomography. *Clin Oral Implants Res*, 2011; 22: 873-9.
- 32) Marchant TE, Price GJ, Matuszewski BJ, Moore CJ. Reduction of motion artefacts in on-board cone beam CT by warping of projection images. *Br J Radiol,* 2011; 84: 251-64.
- 33) Naitoh M, Hayashi H, Tsukamoto N, Ariji E. Labial bone assessment surrounding dental implant using cone-beam computed tomography: an in vitro study. *Clin Oral Implants Res*, 2012; 23: 970-4.

- 34) Raes F, Renckens L, Aps J, Cosyn J, De Bruyn H. Reliability of circumferential bone level assessment around single implants in healed ridges and extraction sockets using cone beam CT. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2013; 15: 661-72.
- 35) Atieh MA, Ibrahim HM and Atieh AH. Platform switching for marginal bone preservation around dental implants: a systematic review and meta-analysis. *J Periodontol*, 2010; 81: 1350-66.
- 36) Tesmer M, Wallet S, Koutouzis T, Lundgren T. Bacterial colonization of the dental implant fixture-abutment interface: an in vitro study. J Periodontol, 2009; 80: 1991-7.
- 37) Yamanishi Y, Yamaguchi S, Imazato S, Nakano T, Yatani H. Influences of implant neck design and implant-abutment joint type on peri-implant bone stress and abutment micromovement: three-dimensional finite element analysis. *Dent Mater*, 2012; 28: 1126-33.
- 38) Schrotenboer J, Tsao YP, Kinariwala V, Wang HL. Effect of platform switching on implant crest bone stress: a finite element analysis. *Implant Dent*, 2009; 18: 260-9.
- 39) Chang CL, Chen CS, Hsu ML. Biomechanical effect of platform switching

in implant dentistry: a three-dimensional finite element analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants,* 2010; 25: 295-304.

- 40) Luongo R, Traini T, Guidone PC, Bianco G, Cocchetto R, Celletti R. Hard and soft tissue responses to the platform-switching technique. *Int J Periodontics Restorative Dent,* 2008; 28: 551-7.
- 41) Becker W, Goldstein M, Becker BE, Sennerby L, Kois D, Hujoel P.
 Minimally invasive flapless implant placement: follow-up results from a multicenter study. *J Periodontol*, 2009; 80: 347-52.
- 42) Nemcovsky CE, Artzi Z. Comparative study of buccal dehiscence defects in immediate, delayed, and late maxillary implant placement with collagen membranes: clinical healing between placement and second-stage surgery. *J Periodontol*, 2002; 73: 754-61.
- 43) Schneider D, Grunder U, Ender A, Hämmerle CH, Jung RE. Volume gain and stability of peri-implant tissue following bone and soft tissue augmentation: 1-year results from a prospective cohort study. *Clin Oral Implants Res*, 2011; 22: 28-37.
- 44) Grunder U, Polizzi G, Goené R, Hatano N, Henry P, Jackson WJ, Kawamura K, Köhler S, Renouard F, Rosenberg R, Triplett G, Werbitt M,

Lithner B. A 3-year prospective multicenter follow-up report on the immediate and delayed-immediate placement of implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 1999; 14: 210-6.

- 45) Chang M, Wennström JL, Odman P, Andersson B. Implant supported single-tooth replacements compared to contralateral natural teeth. Crown and soft tissue dimensions. *Clin Oral Implants Res*, 1999; 10: 185-94.
- 46) Nozawa T, Enomoto H, Tsurumaki S. Biologic height-width ratio of the buccal supra-implant mucosa. *Eur J Esthet Dent*, 2006; 1: 208-14.
- 47) Evans CD, Chen ST. Esthetic outcomes of immediate implant placements. *Clin Oral Implants Res*, 2008; 19: 73-80.
- 48) Yoshino S, Kan JY, Rungcharassaeng K, Roe P, Lozada JL.Effects of connective tissue grafting on the facial gingival level following single immediate implant placement and provisionalization in the esthetic zone: a 1-year randomized controlled prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2014; 29: 432-40.
- 49) Ericsson I, Persson LG. Different types of inflammatory reactions in peri-implant soft tissues. J Clin Periodontol, 1995; 22: 255-61.

- 50) Moon IS, Berglundh T, Abrahamsson I, Linder E, Lindhe J. The barrier between the keratinized mucosa and the dental implant. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol*, 1999; 26: 658-63.
- 51) Berglundh T, Lindhe J, Ericsson I, Marinello CP, Liljenberg B, Thomsen
 P. The soft tissue barrier at implants and teeth. *Clin Oral Implants Res,*1991; 2: 81-90.
- 52) Lindhe J, Berglundh T, Ericsson I, Liljenberg B, Marinello C. Experimental breakdown of peri-implant and periodontal tissues. A study in the beagle dog. *Clin Oral Implants Res*, 1992; 3: 9-16.
- 53) Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent.*, 2003; 23: 313-23.
- 54) Araújo MG, Wennström JL, Lindhe J. Modeling of the buccal and lingual bone walls of fresh extraction sites following implant installation. *Clin Oral Implants Res*, 2006; 17: 606-14.
- 55) Ross SB, Pette GA, Parker WB, Hardigan P. Gingival margin changes in maxillary anterior sites after single immediate implant placement and

provisionalization: a 5-year retrospective study of 47 patients. Int J Oral Maxillofac Implants, 2014; 29: 127-34.

- 56) Miyamoto Y, Obama T. Dental cone beam computed tomography analyses of postoperative labial bone thickness in maxillary anterior implants: comparing immediate and delayed implant placement. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 2011; 31: 215-25.
- 57) Kan JY, Rungcharassaeng K, Morimoto T, Lozada J. Facial gingival tissue stability after connective tissue graft with single immediate tooth replacement in the esthetic zone: consecutive case report. *J Oral Maxillofac Surg*, 2009; 67: 40-8.

圭 1	串老の	CRCT	提侮冬仇
衣工	思有の	UDUI	1取像禾件

Field of View (FOV)	104 cm ³ または 833 cm ³
管電圧	80 kVp
管電流	7 mA
撮影時間	17,000 msec

	計測部位	検者内信頼性 ICC(1,1)(n=10)	検者間信頼性 ICC(2,1)(n=10)
骨	BH	0.95	0.95
	BW0	0.98	0.99
	BW2	0.99	0.99
軟組織	GH	0.97	0.99
	GW0	0.98	0.98
	GW2	0.97	0.98

表 2 患者から得られた CBCT の画像計測の検者内信頼性と検者間信頼性

計測部位: 図2参照

	DP-BJ 群	DP-CC 群	SD-CC 群	IP-CC 群	P值
男女比(人)	4:7	5:7	5:8	3: 6	0.51
年齢(歳)	63.0±8.10	53.8 ± 15.0	53.7±14.4	54.2 ± 14.2	0.10
T1-T2(月)	13.2 ± 7.25	13.9 ± 4.23	11.8 ± 2.32	12.2±2.23	0.77

表3 埋入術式別にみた各群のベースライン比較

DP:通常埋入

SD:骨および軟組織の造成を伴う CC: コニカルコネクション IP:拔歯即時埋入

BJ: バットジョイント

DP-BJ 群(n=11)			
計測部位	T1 (mm)	T2 (mm)	<i>P</i> 値
BH	-0.08 ± 0.33	-1.94 ± 0.87	0.003
BW0	0.18 ± 0.22	0 ± 0	0.008
BW2	0.27 ± 0.24	0.17 ± 0.28	0.008
DP-CC 群 (n=12)			
計測部位	T1 (mm)	T2 (mm)	<i>P</i> 値
BH	-0.04 ± 0.84	-0.25 ± 0.87	0.03
BW0	0.53 ± 0.71	0.45 ± 0.61	0.03
BW2	1.12 ± 1.13	1.01 ± 1.01	0.07
SD-CC 群 (n=13)			
計測部位	T1 (mm)	T2 (mm)	<i>P</i> 値
BH	1.15 ± 1.21	1.05 ± 1.27	0.04
BW0	1.25 ± 0.94	1.14 ± 1.01	0.08
BW2	1.90 ± 0.94	1.89 ± 1.10	0.82
IP-CC 群(n=9)			
計測部位	T1 (mm)	T2 (mm)	P 値
BH	1.07 ± 1.20	1.01 ± 1.22	0.05
BW0	1.93 ± 0.72	1.86 ± 0.75	0.011
BW2	2.02 ± 0.95	1.68 ± 1.09	0.25

表4 インプラント体頬側周囲歯槽骨の経時的変化

Wilcoxon signed-rank test (有意水準 α=0.05)

DP:通常埋入 SD:骨および軟組織の造成を伴う IP:抜歯即時埋入 BH, BW0, BW2: 図2参照 T1: インプラント上部構造装着時 T2: 上部構造装着時から1年経過時

表5 インプラント体頬側周囲軟組織の経時的変化

DP-BJ 群(n=11)			
計測部位	T1 (mm)	T2 (mm)	P 値
GH	1.25 ± 0.56	0.86 ± 0.69	0.003
GW0	1.02 ± 0.49	0.69 ± 0.49	0.006
GW2	1.46 ± 0.47	1.35 ± 0.52	0.16
DP-CC 群(n=12)			
計測部位	T1 (mm)	T2 (mm)	<i>P</i> 値
GH	2.00 ± 0.53	1.94 ± 0.56	0.10
GW0	2.31 ± 0.91	2.28 ± 0.84	0.55
GW2	2.03 ± 0.62	2.01 ± 0.70	0.29
SD-CC 群 (n=13)			
計測部位	T1 (mm)	T2 (mm)	<i>P</i> 値
GH	3.74 ± 0.87	3.57 ± 0.90	0.04
GW0	2.63 ± 1.08	2.58 ± 1.10	0.11
GW2	2.85 ± 1.37	2.80 ± 1.38	0.49
IP-CC 群(n=9)			
計測部位	T1 (mm)	T2 (mm)	<i>P</i> 値
GH	3.52 ± 0.66	3.42 ± 0.70	0.08
GW0	2.28 ± 0.72	2.24 ± 0.71	0.08
GW2	2.64 ± 1.09	2.63 ± 1.40	0.94

Wilcoxon signed-rank test (有意水準 α=0.05)

DP:通常埋入

SD:骨および軟組織の造成を伴う

IP:拔歯即時埋入

BH, BW0, BW2: 図2参照

T1: インプラント上部構造装着時

T2: 上部構造装着時から1年経過時

比較部位	相関係数	P值
BW0 (T1) vs ΔGH	0.378	0.04
$GW0$ (T1) $vs \Delta GH$	0.627	0.0006
BW0 (T1) vs ΔBH	0.585	0.0001
GW0 (T1) vs ΔBH	0.337	0.06

表 6 T1 におけるインプラント体頬側周囲組織の幅径とT1 からT2 の変化量(Δ) との相関関係

Spearman's correlation coefficient by rank test (有意水準 a=0.05)

BW0, GW0: 図2参照
ΔGH: T1からT2のGHの変化量
ΔBH: T1からT2のBHの変化量
T1: インプラント上部構造装着時
T2: 上部構造装着時から1年経過時

	DP-CC 群	SD-CC 群	IP-CC 群	P值
男女比(人)	3:6	3: 3	3:5	0.39
年齡(歳)	52.9 ± 14.3	52.1 ± 13.4	53.7±13.9	0.21
T1-T2(月)	13.8±4.15	11.6±2.23	12.4±2.17	0.69

表7 埋入術式別にみた各群のベースライン比較(実験2)

DP:通常埋入

SD:骨および軟組織の造成を伴う

IP:抜歯即時埋入

CC: コニカルコネクション



図 1A インプラント体頬側周囲組織の計測用断面 Axial 断面:インプラント体中心に Sagittal Grid, Coronal Grid を合わせる Coronal 断面:インプラント体長軸に Sagittal Grid を合わせる Sagittal 断面:インプラント体長軸に Coronal Grid を合わせる

Axial Grid (緑), Sagittal Grid (黄), Coronal Grid (赤)





図1B インプラント体頬側周囲組織の計測用断面



図2 インプラント体頬側周囲組織の計測部位

A: 歯槽骨 BH: プラットフォームから骨頂までの高径
BW0: プラットフォームでの歯槽骨の幅径
BW2: プラットフォームから 2 mm 下方の歯槽骨の幅径
B: 軟組織 GH: プラットフォームから軟組織の頂点までの高径
GW0: プラットフォームでの軟組織の幅径
GW2: プラットフォームから 2 mm 下方の軟組織の幅径

PL: プラットフォーム

BH, GH はプラットフォームより歯冠側方向を正の値, 根尖側方向を負の値と した.



図 3A インプラント体頬側周囲組織の計測用断面 Axial 断面: Sagittal Grid を前鼻棘と口蓋縫合に合わせる Sagittal 断面: Axial Grid を前鼻棘と口蓋骨後縁に合わせる Coronal 断面: Axial Grid を正中と直角になるように合わせる この設定した Axial 断面を仮想平面 O とする



Cross Sectional 断面(計測用断面)



図 3B インプラント体頬側周囲組織の計測用断面

Axial 断面: Sagittal Grid をインプラント上部構造の近遠心的中央に合わせる 同様に,反対側同名天然歯の計測の場合,歯冠の近遠心的中央を 通るように Sagittal Grid を合わせる.

A:インプラント体

B:反対側同名天然歯



- 図4インプラント体埋入部位側および反対側同名天然歯の唇口蓋側方向の幅径 および唇側軟組織辺縁の高さ
 - <A- インプラント体>
 - M:プラットフォームの中心点
 - W1: 平面 O と平行になるようにプラットフォームより 2 mm 歯冠側 での顎堤の幅径
 - W2: 平面 O と平行に点 M を通る位置での顎堤の幅径
 - W3: 平面 O と平行に点 M より 2 mm 根尖方向での顎提の幅径
 - h:インプラント体上部構造の頬側軟組織辺縁から切縁までの長さ
 - <B- 天然歯>
 - W1': W1と同一平面状での顎堤の幅径
 - W2;;W2と同一平面状での顎堤の幅径
 - W3': W3と同一平面上での顎堤の幅径
 - h': 反対側同名天然歯の切縁から歯肉縁までの長さ



図 5 各埋入術式ごとの T1 から T2 の変化量(Δ)の比較

DP-BJ 群: n=11, DP-CC 群: n=12, SD-CC 群: n=13, IP-CC 群: n=9 DP:通常埋入 BJ: バットジョイント SD:骨および軟組織の造成を伴う CC: コニカルコネクション IP:抜歯即時埋入 ΔBH, ΔGW0, ΔGW2: T1 から T2 の BH, BW0, BW2 の変化量 ΔGH, ΔGW0, ΔGW2: T1 から T2 の GH, GW0, GW2 の変化量 T1: インプラント上部構造装着時 T2: 上部構造装着時から 1 年経過時 Steel-Dwass 法 *: P<0.05, **: P<0.01 Error bar: Standard deviation



図 6 インプラント体埋入部位側と反対側同名歯の唇口蓋側方向の幅径の差 DP-CC 群: n=9, SD-CC 群: n=6, IP-CC 群: n=8 DP:通常埋入 SD:骨および軟組織の造成を伴う IP:抜歯即時埋入 CC: コニカルコネクション AW₁: W₁-W₁' AW₂: W₂-W₂' AW₃: W₃-W₃' W₁, W₂, W₃, W₁', W₂', W₃': 図 4 参照 Steel-Dwass 法 **: *P*<0.01 Error bar: Standard deviation



図7 インプラント体埋入部位側と反対側同名歯の唇側軟組織辺縁の高径の差

DP-CC 群: n=9, SD-CC 群: n=6, IP-CC 群: n=8
DP:通常埋入
SD:骨および軟組織の造成を伴う
IP:抜歯即時埋入 CC: コニカルコネクション
Δh:h-h'
Steel-Dwass 法 **: P<0.01
正の値:インプラント体頬側軟組織辺縁の位置が反対側同名天然歯と比較し
根尖側よりであることを表す.

Error bar: Standard deviation