

原 著

上顎中切歯部および側切歯部における上顎骨歯槽形態

清 水 唯 行 川 端 淳 司 西 島 貴 之
南 哲 至 黒 柳 ふ み 北 井 則 行

Maxillary Alveolar Morphology in Central and Lateral Incisor Regions

SHIMIZU TADAYUKI, KAWABATA ATSUSHI, NISHIJIMA TAKAYUKI,
MINAMI SATOSHI, KUROYANAGI FUMI and KITAI NORIYUKI

本研究の目的は、上顎中切歯部および側切歯部の上顎骨歯槽形態を、高解像度CTを用いて調べ、歯軸傾斜角度、唇側歯槽傾斜角度、舌側歯槽傾斜角度および歯槽唇舌径との間の関連性と、それらの項目が顎顔面形態とどのように関連しているのかを明らかにすることである。CT画像にて上顎中切歯部および側切歯部の歯軸傾斜角度、唇側歯槽傾斜角度、舌側歯槽傾斜角度および歯槽唇舌径を計測した。また、側面セファロ写真を用いて顎顔面形態に関する変量を計測した。各計測変量について、統計的検定を行った。上顎骨歯槽形態に関する上顎中切歯部の変量と側切歯部の変量との間に有意の正の相関が認められた。中切歯部歯槽形態において、中切歯軸傾斜角度と中切歯部唇側歯槽傾斜角度との間、中切歯軸傾斜角度と中切歯部舌側歯槽傾斜角度との間に有意の正の相関を認め、中切歯部唇側歯槽傾斜角度と中切歯部歯槽唇舌径との間に有意の負の相関を認めた。側切歯部歯槽形態についても、同様の結果が得られた。また、中切歯部において、顔面高に関する変数と中切歯部歯槽唇舌径、中切歯根尖—唇側歯槽間距離、中切歯根尖—舌側歯槽間距離との間に有意の負の相関を認めた。側切歯部においても同様の結果が得られた。本研究により、上顎中切歯部歯槽唇舌径が小さいほど側切歯部歯槽唇舌径が小さいこと、歯軸が唇側へ傾斜すればするほど、唇側歯槽表面と舌側歯槽表面も唇側へ傾斜すること、唇側歯槽表面が唇側へ傾斜するほど、歯槽唇舌径が小さくなること、顔面高が大きいくほど、歯槽唇舌径が小さくなり、歯根と唇側歯槽表面との距離も舌側歯槽表面との距離も小さくなること明らかになった。

キーワード：上顎骨、中切歯、側切歯、歯槽形態、CT

The purpose of this study is to determine whether there are any correlations between the tooth inclination, the associated alveolar inclination and the alveolar width, and between the variables and dentofacial morphology in maxillary central and lateral incisor regions. The tooth inclination angles, the associated alveolar inclination angles, and the alveolar width were measured using high-resolution computed tomography (CT) images. The variables on dentofacial morphology were measured using lateral cephalogram images. Correlations between the measured variables for each tooth were tested for statistical significance. Significant positive correlations were found between the variables in central and lateral incisor regions on maxillary alveolus. In the central incisor region, significant positive correlation was found between the tooth inclination angle and the associated alveolar inclination angle, whereas significant negative correlation was found between the labial alveolar inclination angle and the alveolar width. The similar results were found in the lateral incisor region. In central and lateral incisor regions, the variables of facial height negatively correlated with the alveolar width, the distance from root apex to labial alveolar surface, and the distance from the root apex to lingual alveolar surface. The smaller the alveolar width in central incisor region is, the smaller that in lateral incisor region is. The more labially the upper incisors inclined, the more labially the associated alveolar surface inclined. The

more labially the labial alveolar surface inclined, the smaller the alveolar width is. The larger the facial height is, the smaller the alveolar width and the distance from root apex to alveolar surface are.

Key words: maxillary alveolus, central incisor, lateral incisor, dentoalveolar morphology, CT

緒 言

矯正歯科臨床において、前突している上顎切歯を後方へ牽引する場合、歯根の位置を考慮して歯の移動を行わなければ、歯根吸収が生じることが知られている¹⁾。歯根の位置を考慮した歯の移動を行うためには、歯を三次元的に移動することのできるエッジワイズ装置を用いるのが必須である。しかし、同装置を用いても、上顎骨前歯部歯槽が薄い時には、歯根の位置を調節するため、切歯の唇舌的傾斜角度の調節に、より注意を払う必要がある²⁾。歯冠を後方へ傾斜させすぎると歯根が前方へ移動して歯槽部唇側の皮質骨に接触し、歯根が後方へ移動しすぎると歯槽部口蓋側の皮質骨に接触して歯根吸収を起こすと考えられる。これらのことから、上顎切歯の移動がどれだけ可能であるかということ considering して、診断、治療計画の立案および治療メカニクスを決定するためには、上顎骨歯槽部の前後的な厚さを調べるのが重要である。

従来、上顎骨歯槽部については、側面位で撮影された頭部 X 線規格写真（セファロ写真）を用いて、顔の正中矢状平面に投影された画像上で、上顎骨歯槽部の前方限界を表す A 点が、上顎骨の位置や大きさを表す指標として評価されてきた^{3, 4)}。また、口腔模型を用いた歯槽部の研究も認められる⁵⁻⁷⁾。しかし、上顎骨歯槽形態の詳細については、セファロ写真や口腔模型では、それぞれの歯に対応した歯槽形態を描出することはできないことや後方部の同定が困難であることから、上顎骨歯槽部の唇舌的な厚さなどについての定量的な評価はされてこなかった。

近年、歯科領域において、歯顎顔面用コンベーム X 線 Computed tomography (CT) の利用により、頭蓋顎顔面形態を調べた報告が多く認められるようになった⁸⁻¹²⁾。これは、全身用 CT と比較して放射線被曝線量が少なく、空間分解能が高く、セファロ写真では行えない分析が可能であるため、三次元形態を高精度に分析できる方法として頭蓋顎顔面形態の定量評価にも適しているとされている⁸⁾。この評価方法により、頭蓋顎顔面の解剖学的構造物の形態的特徴について、詳細な検討ができるようになった¹³⁻¹⁵⁾。

また、切歯の後方牽引の際には、上顎中切歯と側切歯を同時に後方移動することが一般的である。しかし、側面セファロ写真では、側切歯部の歯槽形態を知

ることができなかった。矯正学的な歯の移動を安全に行うためには、上顎中切歯部のみならず、上顎側切歯部についても、歯槽形態とともに歯槽内での歯根の位置を知ることが必要である。ところが、これまでに、上顎側切歯部の上顎骨歯槽形態について、歯根の位置と関連させて検討した報告はみられない。

一方、切歯部の上顎骨歯槽形態と顎顔面形態との間に関連があるかどうか、関連がある場合はどのような顎顔面形態の特徴と関連があるのかを知ることは、矯正歯科治療において、上顎切歯の移動量を定める際に重要である。すなわち、上顎骨歯槽形態と顎顔面形態の関連が、歯槽部の唇舌の厚さに特に注意すべき症例を判断する指標になると考えられる。過去には、上顎骨歯槽部について、側面セファロ写真を用いた研究で、骨格性Ⅱ級ロングフェースを示す症例では、上顎切歯部において上顎骨歯槽部舌側の前後径が小さいこと、上下顎前突症例では上下顎骨歯槽部の前後径が小さいことが報告されている¹⁶⁾。上顎骨形態について、CT を用いた研究では、口蓋の厚さ、上顎骨あるいは下顎骨歯槽部の厚さを検討した報告¹⁷⁻²¹⁾が認められる。しかし、歯槽形態と顎顔面形態との関連を検討した報告は認められない。

本研究の目的は、矯正歯科治療を希望し不正咬合の改善が必要であると診断された患者の上顎中切歯部および側切歯部の上顎骨歯槽形態を、高解像度 CT を用いて調べ、歯軸傾斜角度、唇側歯槽傾斜角度、舌側歯槽傾斜角度および歯槽唇舌径との間の関連性と、それらの項目が顎顔面形態とどのように関連しているのかを明らかにすることである。

被検者および方法

1. 被検者

矯正歯科治療を希望して歯科医院に来院し、不正咬合の診断と治療計画の立案のために側面セファロ写真と CT を撮影した患者の中から、永久歯列で上顎中切歯根尖が完成し、上顎骨歯槽頂部の骨吸収がみられない20名の日本人女性（平均年齢18歳3か月、年齢範囲9歳11か月～36歳9か月）を被検者とした。

被検者に対して、本研究の目的と方法について十分な説明を行った上で研究へ協力することへの同意を得た。本研究は朝日大学歯学部倫理委員会の承認（受付番号第18031号）を得て行った。

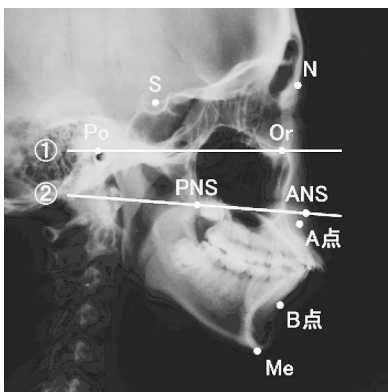


図1. 側面セファロ写真における計測点および基準平面
①：フランクフルト平面
②：口蓋平面

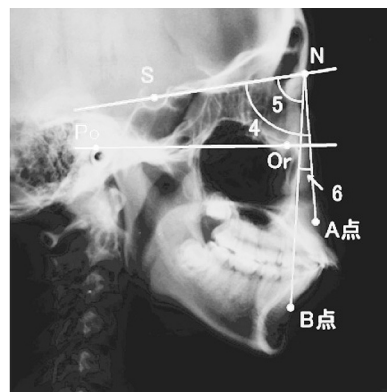
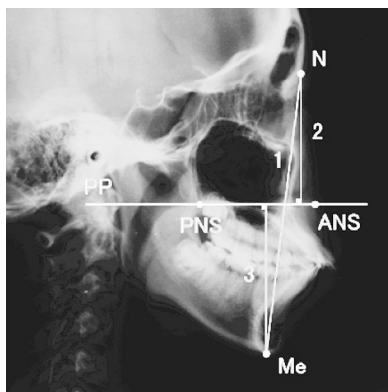


図2. 側面セファロ写真における距離および角度計測変量
1：N-Me, 2：N-PP, 3：Me-PP, 4：SNA角, 5：SNB角, 6：ANB角,
PP：ANSとPNSを結んだ直線

2. 撮影方法

各被検者に対して、以下のような条件で側面セファロ写真とCTを撮影した。

1) 側面セファロ写真の撮影

側面セファロ写真の撮影については、それぞれの被検者に対し、中心咬合位で咬合させ、被検者のフランクフルト平面と床とを平行にした状態で、セファロ撮影装置 (CX-90SP-II, 朝日レントゲン工業, 京都) を用いて X 線管球—被写体間距離150cm, 被写体—フィルム間距離15cm の規格条件で X 線写真を記録した。

2) CT の撮影

CT の撮影については、歯顎顔面用コーンビーム X 線 CT 装置 (CB MercuRay, 日立メディコ, 東京) を用いて、被検者のフランクフルト平面と床とを平行にした状態で、中心咬合位で咬合させ、撮影範囲をナジオンからオトガイの最下方部までとし、120kV, 15 mA, スライス厚さ0.29mm, 撮像領域を直径15cm, マトリックス数512×512, ピクセルサイズ0.29mm の撮影条件で CT 画像を記録した。

3. 計測方法

1) 側面セファロ写真の計測

通法に従い、側面セファロ写真のトレースを作製し、頭部 X 線規格写真分析ソフトウェア (Cephalometrics A to Z, Ver. 7.0, 安永コンピュータシステム, 福井) を用いて、以下の計測点、基準平面および計測変量を決定した。

(1) 計測点 (図1)

- S (Sella)：トルコ鞍の中心点
- N (Nasion)：前頭鼻骨縫合部の最前点
- Or (Orbitale)：眼窩下縁の最下方点

Po (Porion)：外耳道上縁の最上方点

ANS (Anterior Nasal Spine)：口蓋の最前点

PNS (Posterior Nasal Spine)：口蓋の最後点

A 点：前鼻棘と上顎中切歯間歯槽突起稜との間の上顎骨外形線上の最深点

B 点：下顎中切歯間歯槽突起稜とポゴニオンとの間の下顎骨外形線上の最深点

Me (Menton)：下顎結合部の最下方点

(2) 基準平面 (図1)

フランクフルト平面：Or と Po を結んだ直線

口蓋平面 (PP)：ANS と PNS を結んだ直線

(3) 距離計測変量 (図2)

N-Me：N と Me の直線距離

N-PP：N から PP に下ろした垂線の長さ

Me-PP：Me から PP に下ろした垂線の長さ

(4) 角度計測変量 (図2)

SNA 角：S-N-A のなす角度

SNB 角：S-N-B のなす角度

ANB 角：A-N-B のなす角度

2) CT の計測

CT 画像データは、CB MercuRay 用画像処理ソフトウェア (CB View V1.60, 日立メディコ, 東京) を用いて DICOM 画像データに変換し、三次元的な計測を行うため、三次元画像解析用ソフトウェア (Analyze™, Mayo Clinic and Foundation, Rochester, MN, USA) を用いて、CT 軸位断像、冠状断像および矢状断像を同時に表示させながら、以下の基準点、基準平面、計測点および計測変量を決定した。上顎中切歯および側切歯に関する計測変量については左側を用いた。

(1) 基準点 (図3)

セラ：トルコ鞍の三次元的中心点

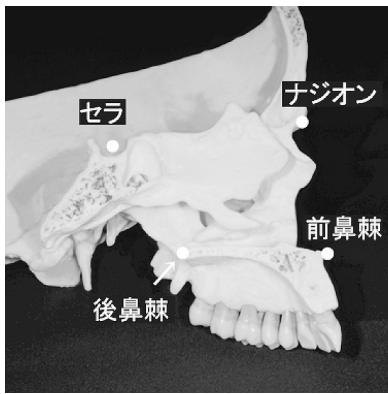


図3-1. CTにおける基準点

セラ：トルコ鞍の三次元的中心点，ナジオン：前頭鼻骨縫合部の正中最前点，前鼻棘：口蓋の最前方点，後鼻棘：口蓋の最後方点

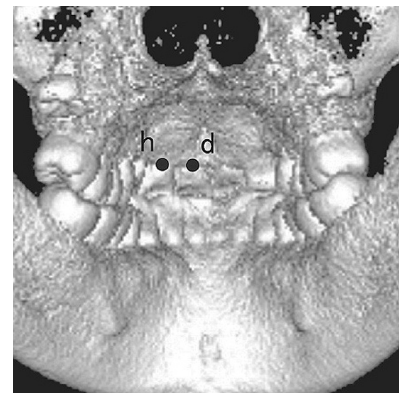
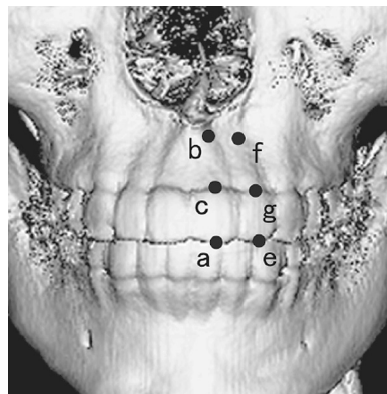


図3-2. CTにおける基準点

a：中切歯切縁点，b：中切歯根尖点，c：中切歯部唇側歯槽頂点，d：中切歯部舌側歯槽頂点，e：側切歯切縁点，f：側切歯根尖点，g：側切歯部唇側歯槽頂点，h：側切歯部舌側歯槽頂点

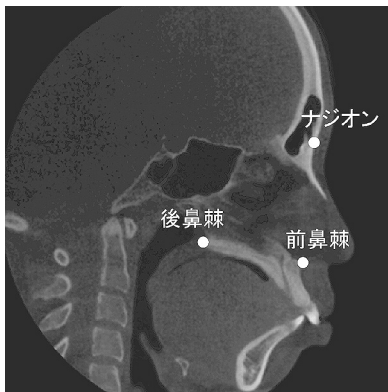


図4. 上顎骨正中矢状平面に用いた点
ナジオン：前頭鼻骨縫合部の正中最前点，前鼻棘：口蓋の最前方点，後鼻棘：口蓋の最後方点

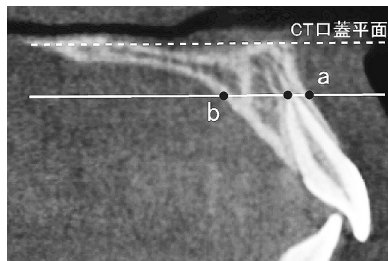


図5. CTにおける計測点

a：中切歯部唇側歯槽点1，b：中切歯部舌側歯槽点1，側切歯についても，同様に計測した。

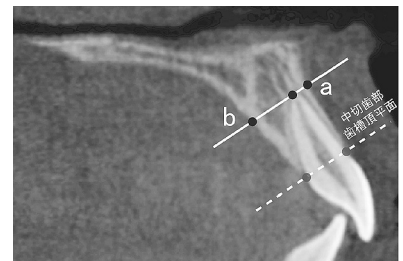


図6. CTにおける計測点

a：中切歯部唇側歯槽点2，b：中切歯部舌側歯槽点2，側切歯についても，同様に計測した。

- ナジオン：前頭鼻骨縫合部の正中最前点
- 前鼻棘：口蓋の最前方点
- 後鼻棘：口蓋の最後方点
- 中切歯切縁点：中切歯切縁の近遠心的中央点
- 中切歯根尖点：中切歯根の最尖端点
- 中切歯部唇側歯槽頂点：中切歯部唇側歯槽頂の最大豊隆点
- 中切歯部舌側歯槽頂点：中切歯部舌側歯槽頂の最大豊隆点
- 側切歯切縁点：側切歯切縁の近遠心的中央点
- 側切歯根尖点：側切歯根の最尖端点
- 側切歯部唇側歯槽頂点：側切歯部唇側歯槽頂の最大豊隆点
- 側切歯部舌側歯槽頂点：側切歯部舌側歯槽頂の最大豊隆点

(2) 基準平面 (図4)

ナジオン，前鼻棘および後鼻棘を通る平面を上顎骨正中矢状平面と定義した。座標系は，セラを上顎骨正中矢状平面に投影して原点とし，X軸はセラ-ナジオン方向，Y軸はセラ-ナジオンと垂直な方向として，上方向，前方向をプラスとした。前鼻棘と後鼻棘を結んだ直線をCT口蓋平面とした。

(3) 計測点 (図5, 6)

中切歯根尖点を通り上顎骨正中矢状平面に平行な平面を中切歯平面，側切歯根尖点を通り上顎骨正中矢状平面に平行な平面を側切歯平面として，中切歯では中切歯平面上で，側切歯では側切歯平面上で，以下の計測点を決定した。また，中切歯部唇側歯槽頂点と中切歯部舌側歯槽頂点を結んだ直線を上顎骨正中矢状平面に投影した直線を中切歯部歯槽頂平面，側切歯部唇側歯槽頂点と側切歯部舌側歯槽頂点を結んだ直線を上顎骨正中矢状平面に投影した直線を側切歯部歯槽頂平面

とした。

- ・中切歯部唇側歯槽点1：中切歯根尖点を通りCT口蓋平面に平行な直線と上顎骨歯槽部唇側表面との交点
- ・中切歯部舌側歯槽点1：中切歯根尖点を通りCT口蓋平面に平行な直線と上顎骨歯槽部舌側表面との交点
- ・側切歯部唇側歯槽点1：側切歯根尖点を通りCT口蓋平面に平行な直線と上顎骨歯槽部唇側表面との交点
- ・側切歯部舌側歯槽点1：側切歯根尖点を通りCT口蓋平面に平行な直線と上顎骨歯槽部舌側表面との交点
- ・中切歯部唇側歯槽点2：中切歯根尖点を通り中切歯部歯槽頂平面に平行な直線と上顎骨歯槽部唇側表面との交点
- ・中切歯部舌側歯槽点2：中切歯根尖点を通り中切歯部歯槽頂平面に平行な直線と上顎骨歯槽部舌側表面との交点
- ・側切歯部唇側歯槽点2：側切歯根尖点を通り側切歯部歯槽頂平面に平行な直線と上顎骨歯槽部唇側表面との交点
- ・側切歯部舌側歯槽点2：側切歯根尖点を通り側切歯部歯槽頂平面に平行な直線と上顎骨歯槽部舌側表面との交点

(4) 計測変量 (図7, 図8)

- ・中切歯軸傾斜角度：中切歯切縁点と中切歯根尖点を結ぶ直線のCT口蓋平面に対する角度
- ・中切歯部唇側歯槽傾斜角度：中切歯部唇側歯槽頂点と中切歯部唇側歯槽点1を結ぶ直線のCT口蓋平面に対する角度
- ・中切歯部舌側歯槽傾斜角度：中切歯部舌側歯槽頂点と中切歯部舌側歯槽点1を結ぶ直線のCT口蓋平面に対する角度
- ・側切歯軸傾斜角度：側切歯切縁点と側切歯根尖点を結ぶ直線のCT口蓋平面に対する角度
- ・側切歯部唇側歯槽傾斜角度：側切歯部唇側歯槽頂点と側切歯部唇側歯槽点1を結ぶ直線のCT口蓋平面に対する角度
- ・側切歯部舌側歯槽傾斜角度：側切歯部舌側歯槽頂点と側切歯部舌側歯槽点1を結ぶ直線のCT口蓋平面に対する角度
- ・中切歯部歯槽唇舌径：中切歯部唇側歯槽点2と中切歯部舌側歯槽点2との間の距離
- ・中切歯根尖—唇側歯槽間距離：中切歯根尖点と中切歯部唇側歯槽点2との間の距離
- ・中切歯根尖—舌側歯槽間距離：中切歯根尖点と中切歯部舌側歯槽点2との間の距離
- ・側切歯部歯槽唇舌径：側切歯部唇側歯槽点2と側切歯部舌側歯槽点2との間の距離
- ・側切歯根尖—唇側歯槽間距離：側切歯根尖点と側切

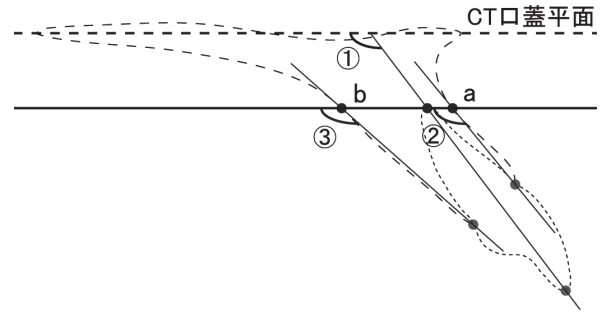


図7. CTにおける計測変量

- ①：中切歯軸傾斜角度, ②：中切歯部唇側歯槽傾斜角度, ③：中切歯部舌側歯槽傾斜角度, a：中切歯部唇側歯槽点1, b：中切歯部舌側歯槽点1, 側切歯についても, 同様に計測した。

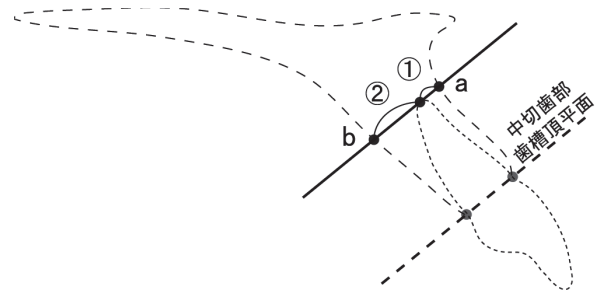


図8. CTにおける計測変量

- ①：中切歯根尖—唇側歯槽間距離, ②：中切歯根尖—舌側歯槽間距離, ab間距離：中切歯部歯槽唇舌径, a：中切歯部唇側歯槽点2, b：中切歯部舌側歯槽点2, 側切歯についても, 同様に計測した。

歯部唇側歯槽点2との間の距離

- ・側切歯根尖—舌側歯槽間距離：側切歯根尖点と側切歯部舌側歯槽点2との間の距離

4. 統計処理

検者内信頼性については、すべての変量について、無作為に選んだ10名の被検者を対象に、同一計測者が1日以上の間隔をおいて2回計測し、級内相関係数 (intraclass correlation coefficient) を求めることで検討した。以下の変量間について、Spearmanの順位相関係数を求めた。

- ・中切歯部唇側歯槽傾斜角度と側切歯部唇側歯槽傾斜角度
- ・中切歯部舌側歯槽傾斜角度と側切歯部舌側歯槽傾斜角度
- ・中切歯部歯槽唇舌径と側切歯部歯槽唇舌径
- ・中切歯軸傾斜角度と中切歯部唇側歯槽傾斜角度
- ・中切歯軸傾斜角度と中切歯部舌側歯槽傾斜角度
- ・中切歯軸傾斜角度と中切歯部歯槽唇舌径
- ・中切歯部唇側歯槽傾斜角度と中切歯部舌側歯槽傾斜

角度

- ・中切歯部唇側歯槽傾斜角度と中切歯部歯槽唇舌径
- ・中切歯部舌側歯槽傾斜角度と中切歯部歯槽唇舌径
- ・側切歯軸傾斜角度と側切歯部唇側歯槽傾斜角度
- ・側切歯軸傾斜角度と側切歯部舌側歯槽傾斜角度
- ・側切歯軸傾斜角度と側切歯部歯槽唇舌径
- ・側切歯部唇側歯槽傾斜角度と側切歯部舌側歯槽傾斜

角度

- ・側切歯部唇側歯槽傾斜角度と側切歯部歯槽唇舌径
- ・側切歯部舌側歯槽傾斜角度と側切歯部歯槽唇舌径
- ・中切歯部歯槽唇舌径と顎顔面形態の各計測項目 (N-Me, N-PP, Me-PP, SNA 角, SNB 角, ANB 角)
- ・中切歯根尖—唇側歯槽間距離と顎顔面形態の各計測項目
- ・中切歯根尖—舌側歯槽間距離と顎顔面形態の各計測項目
- ・側切歯部歯槽唇舌径と顎顔面形態の各計測項目
- ・側切歯根尖—唇側歯槽間距離と顎顔面形態の各計測項目
- ・側切歯根尖—舌側歯槽間距離と顎顔面形態の各計測項目

なお、これらの算出には統計解析用ソフトウェア (SPSS14.0, IBM, NY, USA) を用い、有意水準 (p) は0.05以下を有意差ありとした。

結 果

計測の再現性について、各変量の級内相関係数は、中切歯軸傾斜角度で0.98以上、中切歯部唇側歯槽傾斜角度で0.99以上、中切歯部舌側歯槽傾斜角度で0.97以上、中切歯部歯槽唇舌径で0.99以上、中切歯根尖—唇側歯槽間距離で0.99以上、中切歯根尖—舌側歯槽間距離で0.98以上、側切歯軸傾斜角度で0.98以上、側切歯部唇側歯槽傾斜角度で0.99以上、側切歯部舌側歯槽傾斜角度で0.97以上、側切歯部歯槽唇舌径で0.99以上、側切歯根尖—唇側歯槽間距離で0.99以上、側切歯根尖—舌側歯槽間距離で0.99以上であり、検者内信頼性は良好であることが示された。

表1. 側面セファロ写真における計測変量の中央値、最小値、最大値

変量	中央値	最小値	最大値
CT			
中切歯部歯槽唇舌径 (mm)	8.5	6.0	12.1
中切歯根尖—唇側歯槽間距離	2.1	1.1	4.9
中切歯根尖—舌側歯槽間距離	6.4	4.9	8.3
側切歯部歯槽唇舌径	7.5	4.9	12.1
側切歯根尖—唇側歯槽間距離	2.6	1.1	5.6
側切歯根尖—舌側歯槽間距離	4.9	3.0	7.0
中切歯軸傾斜角度 (degree)	116.6	101.1	127.1
中切歯部唇側歯槽傾斜角度	121.3	106.7	139.2
中切歯部舌側歯槽傾斜角度	135.0	122.7	149.8
側切歯軸傾斜角度	114.8	92.9	123.7
側切歯部唇側歯槽傾斜角度	116.6	90.0	138.8
側切歯部舌側歯槽傾斜角度	131.1	112.6	143.4

表2. CTにおける計測変量の中央値、最小値、最大値

変量	中央値	最小値	最大値
側面頭部X線規格写真			
N-Me (mm)	126.7	109.2	133.9
N-PP	54.5	49.4	60.1
Me-PP	69.1	57.8	77.6
SNA角 (degree)	79.4	73.7	86.1
SNB角	77.1	73.2	83.1
ANB角	1.3	-1.9	6.8

各変量について求めた中央値、最小値および最大値を表1,表2に示す。

中切歯部唇側歯槽傾斜角度と側切歯部唇側歯槽傾斜角度との間 ($r=0.642, p<0.01$), 中切歯部舌側歯槽傾斜角度と側切歯部舌側歯槽傾斜角度との間 ($r=0.664, p<0.01$), 中切歯部歯槽唇舌径と側切歯部歯槽唇舌径との間 ($r=0.877, p<0.01$) に有意の正の相関が認められた (図9)。この結果から、中切歯部歯槽唇舌径は側切歯部歯槽唇舌径と近似した形態を示していることが明らかになった。

中切歯軸傾斜角度と中切歯部唇側歯槽傾斜角度との間 ($r=0.600, p<0.01$), 中切歯軸傾斜角度と中切歯部舌側歯槽傾斜角度との間 ($r=0.747, p<0.01$) に有意の正の相関を認め、中切歯部唇側歯槽傾斜角度と中切歯部歯槽唇舌径との間 ($r=-0.655, p<0.01$) に有意の負の相関を認めた (図10)。しかし、中切歯軸傾斜角度と中切歯部歯槽唇舌径との間、中切歯部唇側歯槽傾斜角度と中切歯部舌側歯槽傾斜角度との間、およ

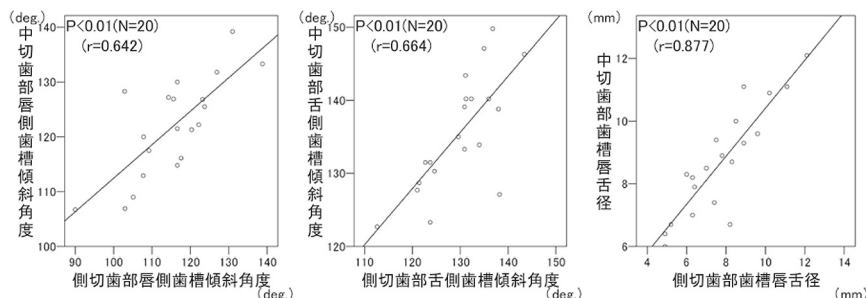


図9. 中切歯部と側切歯部の角度計測変量間の相関

び中切歯部舌側歯槽傾斜角度と中切歯部歯槽唇舌径との間には有意の相関は認められなかった。

側切歯軸傾斜角度と側切歯部唇側歯槽傾斜角度との間 ($r=0.875, p<0.01$)、側切歯軸傾斜角度と側切歯部舌側歯槽傾斜角度との間 ($r=0.568, p<0.01$) に有意の正の相関を認め、側切歯部唇側歯槽傾斜角度と側切歯部歯槽唇舌径との間 ($r=-0.676, p<0.01$) に有意の負の相関を認めた (図11)。側切歯軸傾斜角度と側切歯部歯槽唇舌径との間、側切歯部唇側歯槽傾斜角度と側切歯部舌側歯槽傾斜角度との間、および側切歯部舌側歯槽傾斜角度と側切歯部歯槽唇舌径との間には有意の相関は認められなかった。

中切歯部歯槽唇舌径と N-Me との間 ($r=-0.683, p<0.01$)、中切歯部歯槽唇舌径と N-PP との間 ($r=-0.532, p<0.05$)、中切歯部歯槽唇舌径と Me-PP との間 ($r=-0.563, p<0.01$) に有意の負の相関を認めた (図12)。しかし、中切歯部歯槽唇舌径と SNA 角, SNB

角, ANB 角との間には、それぞれ有意の相関を認めなかった。

中切歯根尖—唇側歯槽間距離と N-Me との間 ($r=-0.630, p<0.01$)、中切歯根尖—唇側歯槽間距離と N-PP との間 ($r=-0.446, p<0.05$)、中切歯根尖—唇側歯槽間距離と Me-PP との間 ($r=-0.649, p<0.01$) に有意の負の相関を認めた (図13)。しかし、中切歯根尖—唇側歯槽間距離と SNA 角, SNB 角, ANB 角との間には、それぞれ有意の相関を認めなかった。

中切歯根尖—舌側歯槽間距離と N-Me との間 ($r=-0.526, p<0.05$)、中切歯根尖—舌側歯槽間距離と N-PP ($r=-0.467, p<0.05$) との間に有意の負の相関を認めた (図14)。しかし、中切歯根尖—舌側歯槽間距離と Me-PP, SNA 角, SNB 角, ANB 角との間には、それぞれ有意の相関を認めなかった。

側切歯部歯槽唇舌径と N-Me との間 ($r=-0.615, p<0.01$)、N-PP との間 ($r=-0.715, p<0.01$) に有意

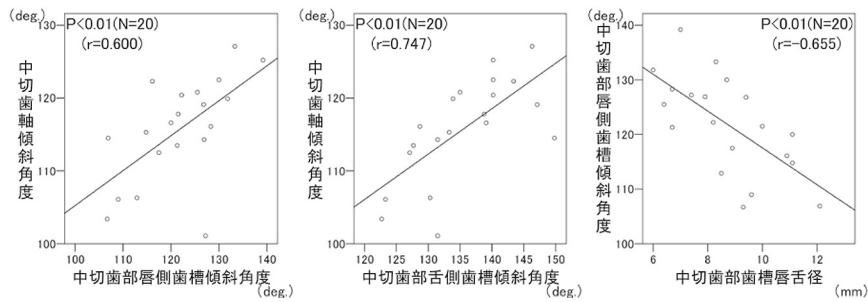


図10. 中切歯部角度計測変量間の相関

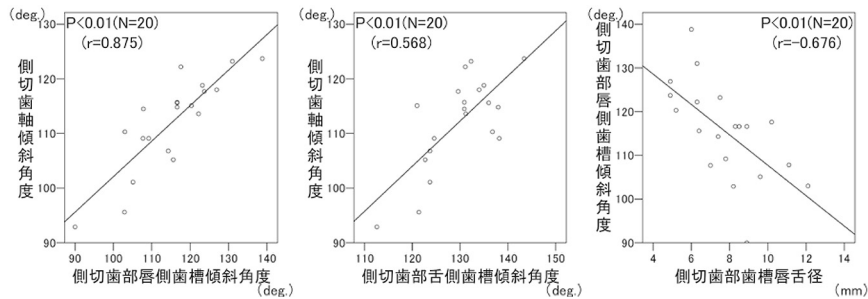


図11. 側切歯部角度計測変量間の相関

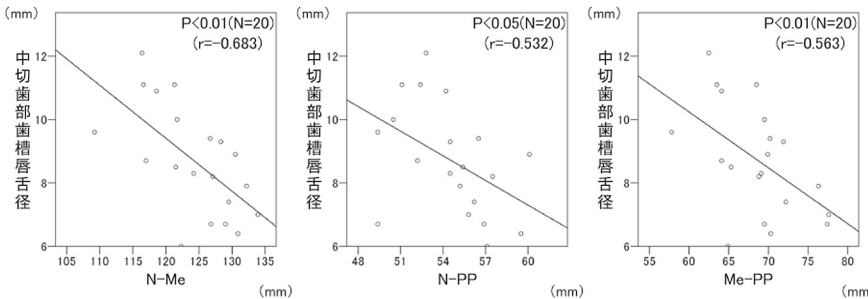


図12. 中切歯部歯槽唇舌径と顎顔面形態計測項目間の相関

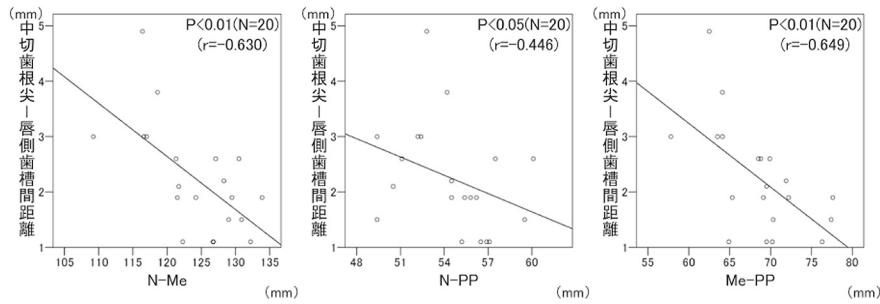


図13. 中切歯部根尖—唇側歯槽間距離と顎顔面形態計測項目間の相関

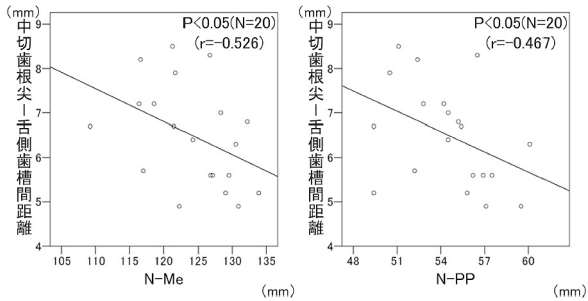


図14. 中切歯部根尖—舌側歯槽間距離と顎顔面形態計測項目間の相関

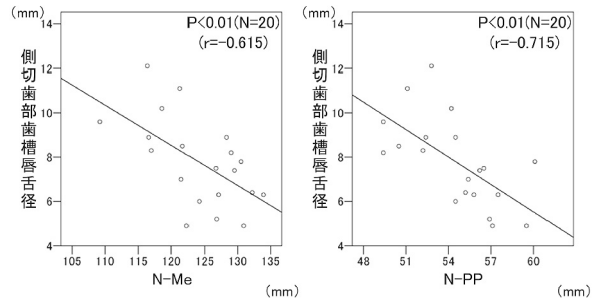


図15. 側切歯部歯槽唇舌径と顎顔面形態計測項目間の相関

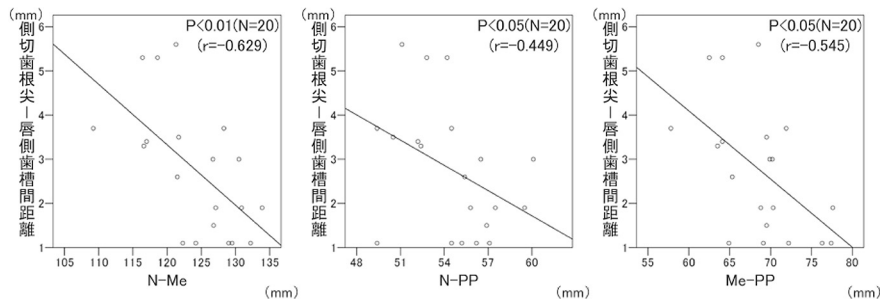


図16. 側切歯部根尖—唇側歯槽間距離と顎顔面形態計測項目間の相関

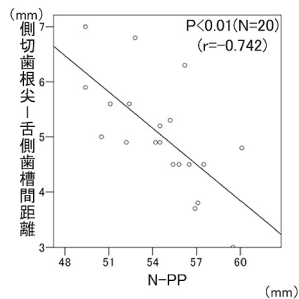


図17. 側切歯部根尖—舌側歯槽間距離と顎顔面形態計測項目間の相関

-0.629, $p < 0.01$), 側切歯根尖—唇側歯槽間距離と N-PP との間 ($r = -0.449, p < 0.05$), 側切歯根尖—唇側歯槽間距離と Me-PP との間 ($r = -0.545, p < 0.05$) に有意の負の相関を認めた(図16)。しかし、側切歯根尖—唇側歯槽間距離と SNA 角, SNB 角, ANB 角との間には、それぞれ有意の相関を認めなかった。

側切歯根尖—舌側歯槽間距離と N-PP との間 ($r = -0.742, p < 0.01$) に有意の負の相関を認めた(図17)。しかし、側切歯根尖—舌側歯槽間距離と N-Me との間, Me-PP との間, SNA 角, SNB 角, ANB 角との間には、それぞれ有意の相関を認めなかった。

考 察

の負の相関を認めた(図15)。しかし、側切歯部歯槽唇舌径と Me-PP との間, SNA 角, SNB 角, ANB 角との間には、それぞれ有意の相関を認めなかった。

側切歯根尖—唇側歯槽間距離と N-Me との間 ($r =$

上顎骨歯槽形態については、側面セファロ写真を用いて、顔の正中矢状平面に投影された画像が定性的に検討されてきた¹⁶⁾。しかし、側面セファロ写真上では、上顎骨歯槽部については、顔の正中矢状平面に投影し

た最前方と最後方の外形を知ることができるだけで、特定の歯の部位における歯槽形態を調べることはできなかった。すなわち、側面セファロ写真では、上顎骨歯槽部の唇舌的厚さを調べ歯槽部内での歯根尖の位置を調べることはできなかった。矯正歯科臨床において、歯槽形態を調べる場合、それぞれの歯に相当する部位の唇舌的厚さを計測して形態的特徴を把握し、歯根の歯槽内での唇舌的位置を知ることが、歯の唇舌的な移動のために重要である。近年、高解像度CTを用いることにより、側面セファロ写真分析では行えなかった解析が可能となったが、特定の上顎切歯を通る断面上で、歯槽部の唇側・舌側両方の表面を同定し、同部歯槽の厚さおよび歯槽内での歯根尖の位置を計測した報告は認められなかった。

上顎骨の唇舌的距離を計測する場合、どの方向に切り取った厚さを計測するかが問題となる。本研究では、ナジオン、前鼻棘および後鼻棘を通る平面上顎骨正中矢状平面として定義し、同平面と平行な断面上で観察した唇舌側歯槽頂を結んだ直線に平行な方向で、上顎骨歯槽の前後径を計測した。過去に上顎骨前歯部歯槽の厚さを検討した報告では、口蓋平面に平行な厚さを検討した研究^{16,22)}と歯軸に垂直な方向の厚さを検討した研究^{18,20,21)}が認められる。口蓋平面の傾きによって厚さが変わってしまうということを考慮すると、唇舌側歯槽頂を結んだ平面に平行な直線で歯槽部を切りとるという方法は歯軸に垂直な方向を用いる方法と同様に、上顎骨歯槽部に限局した形態的特徴を把握するのに適した方法と考えられる。また、下顎歯槽骨においては、中切歯の傾斜移動を想定して歯槽骨の厚さを評価した報告^{23,24)}も認められるが、上顎骨の場合は、中切歯が傾斜移動よりも歯体移動も考慮する必要のあることから、適切ではないと考える。以上のことから、本計測方法は、繰り返し計測した誤差も少なく、矯正歯科臨床において歯槽形態を定量的に把握するために適した方法であると考えられた。

従来の報告¹⁶⁾では、上顎骨形態を調べるために側面セファロ写真が用いられてきたため、上顎側切歯部の歯槽形態を調べることは不可能であった。ところが、矯正歯科臨床において、マルチブラケット装置を用いて上顎切歯の移動を行う場合、上顎側切歯でも唇舌的な歯の動きが必要となり、解剖学的に歯根と歯槽表面との唇舌的な距離が問題となる。そのため、側切歯部における上顎骨歯槽部の唇舌的厚さを計測することも重要である。高解像度CT画像を用いることにより、上顎側切歯部歯槽骨の傾斜角度と厚さおよび歯槽内での歯根尖の位置を計測することが可能となった。本研究により、上顎側切歯部歯槽の唇舌径を計測し、上顎

中切歯部歯槽の唇舌径との間に有意の相関が認められ、上顎中切歯部歯槽骨の唇舌的厚さが薄いほど上顎側切歯部歯槽骨の厚さが薄いことが示され、側切歯部と中切歯部の上顎骨歯槽形態が近似していることが明らかになった。

本報告では、中切歯部、側切歯部において、歯軸が唇側へ傾斜すればするほど、唇側歯槽表面も舌側歯槽表面も唇側へ傾斜するという結果を得た。このことから、上顎骨歯槽部の傾斜は中切歯、側切歯など歯の傾斜と関連していることが明らかになった。これは、歯槽形態は歯の萌出によって決まるという報告²⁵⁾を支持する結果である。

また、唇側歯槽表面が唇側へ傾斜すればするほど、歯槽唇舌径が小さくなることが明らかになった。これは、歯槽部が唇側へ傾斜するほど歯の唇舌方向への移動に注意しなければならないことを示唆している。一方、歯槽唇舌径は歯軸傾斜角度あるいは舌側歯槽傾斜角度とは相関が認められず、歯槽唇舌径は歯の傾斜あるいは舌側歯槽の傾斜によって大きさが変わるのではないことも示された。

中切歯部において、中切歯部歯槽唇舌径とN-Me(顔面高)との間、中切歯部歯槽唇舌径とN-PP(上顔面高)との間、中切歯部歯槽唇舌径とMe-PP(下顔面高)との間に有意の負の相関を認めたという結果から、顔面高の大きい被検者ほど、歯槽唇舌径が小さいという結果が得られた。これは、下顔面高の大きい者で歯槽唇舌径が小さいとした過去の報告¹⁶⁾と同様の結果であった。また、中切歯部において、上顎骨歯槽部唇舌径とSNA角、SNB角、ANB角との間に有意の相関が認められなかった。これらのことから、中切歯部上顎骨歯槽唇舌径は顎顔面形態の垂直的特徴とは関連しているが前後の特徴とは関連しないことを示された。本研究結果から、骨格性Ⅱ級ハイアングル症例で上顎骨歯槽の厚みは有意に小さいとした過去の報告¹⁶⁾の被検者では、骨格性Ⅱ級という前後の特徴よりハイアングルという垂直的特徴が、上顎骨歯槽の薄さに影響を与えていることが示唆された。

また、特定の上顎側切歯部の歯槽形態を調べた報告は著者の知る限りないため、過去の報告と比較することはできないが、上顎側切歯部の歯槽形態も、上顎中切歯部歯槽骨と同様に、顔面高が大きいほど、歯槽骨の厚さが薄いことが明らかになった。このことから、顔面高が大きい症例では、上顎中切歯部のみならず、上顎側切歯部歯槽骨の薄さにも十分に注意を払って、矯正学的な歯の移動を行わなければならないことが示唆された。

顔面高の大きい被検者ほど、歯根尖と唇側歯槽表面

までの距離も舌側歯槽表面までの距離も小さくなることが明らかとなった。上顎骨前歯部歯槽は、成長に伴い唇側が吸収し舌側が添加することが知られている²⁶⁾。顔面高の大きい者で歯根から唇側歯槽までの距離も歯根から舌側歯槽までの距離も同様に小さくなる傾向があることから、顔面高の大きい者では、成長によって上顎骨唇側歯槽の吸収はすすんだが、舌側での添加が十分ではなかったことが示唆された。

結 論

本研究では、上顎中切歯部、側切歯部において、歯槽形態を調べた結果、次のようなことが明らかになった。

- (1) 上顎中切歯部歯槽唇舌径が小さいほど側切歯部歯槽唇舌径が小さい。
- (2) 歯軸が唇側へ傾斜すればするほど、唇側歯槽表面と舌側歯槽表面も唇側へ傾斜する。
- (3) 唇側歯槽表面が唇側へ傾斜するほど、歯槽唇舌径が小さくなる。
- (4) 顔面高が大きいほど、歯槽唇舌径が小さくなる。
- (5) 顔面高が大きいほど、歯根と唇側歯槽表面との距離も舌側歯槽表面との距離も小さくなる。

謝 辞

本研究にあたりご協力をいただきましたカノミ矯正・小児歯科クリニック嘉ノ海龍三先生とスタッフの皆様、ならびに朝日大学歯学部口腔構造機能発育学講座歯科矯正学分野の皆様にお礼を申し上げます。

文 献

- 1) Parker RJ and Harris EF. Directions of orthodontic tooth movements associated with external apical root resorption of the maxillary central incisor. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998 ; 114 : 677-683.
- 2) Proffit WR. Contemporary orthodontics. 2nd ed. St. Louis: Mosby Year Book Inc. ; 1993 : 621-623.
- 3) Broadbent BH. A new X-ray technique and its application to orthodontia. *Angle Orthod.* 1931 ; 1 : 45-66.
- 4) Downs WB. Variation in facial relationships: their significance in treatment and prognosis. *Am J Orthod.* 1948 ; 34 : 812-840.
- 5) 宮田太郎. 青年期における切歯部の歯列及び歯槽部の成長発育に関する累年の研究. 歯科学報. 1997 ; 97 : 259-334.
- 6) 中川さとみ. 混合歯列後期から永久歯列初期における切歯部の歯列・歯槽部の成長発育. 歯科学報. 1989 ; 89 : 299-407.
- 7) 難波哲夫. 混合歯列後期を中心とした切歯部の歯列・

- 歯槽部の成長発育. 歯科学報. 1986 ; 86 : 1751-1821.
- 8) Kobayashi K, Shimoda S, Nakagawa Y and Yamamoto A. Accuracy in measurement of distance using limited cone-beam computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004 ; 19 : 228-231.
- 9) Holberg C, Steinhäuser S, Geis P and Rudzki-Janson I. Cone-beam computed tomography in orthodontics: benefits and limitations. *J Orofac Orthop.* 2005 ; 66 : 434-444.
- 10) Cevidanes LH, Styner MA and Proffit WR. Image analysis and superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006 ; 129 : 611-618.
- 11) Katsumata A, Hirukawa A, Noujeim M, Okumura S, Naitoh M, Fujishita M, Ariji E and Langlais RP. Image artifact in dental cone-beam CT. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006 ; 101 : 652-657.
- 12) Yang K, Kwan AL, Miller DF and Boone JM. A geometric calibration method for cone beam CT systems. *Med Phys.* 2006 ; 33 : 1695-1706.
- 13) Bedoya MM and Park JH. A review of the diagnosis and management of impacted maxillary canines. *J Am Dent Assoc.* 2009 ; 140 : 1485-1493.
- 14) Grimard BA, Hoidal MJ, Mills MP, Mellonig JT, Nummikoski PV and Mealey BL. Comparison of clinical, periapical radiograph, and cone-beam volume tomography measurement techniques for assessing bone level changes following regenerative periodontal therapy. *J Periodontol.* 2009 ; 80 : 48-55.
- 15) Shewinvanakitkul W, Hans MG, Narendran S and Martin Palomo J. Measuring buccolingual inclination of mandibular canines and first molars using CBCT. *Orthod Craniofac Res.* 2011 ; 14 : 168-174.
- 16) Handelman CS. The anterior alveolus: its importance in limiting orthodontic treatment and its influence on the occurrence of iatrogenic sequelae. *Angle Orthod.* 1996 ; 66 : 95-109.
- 17) Gracco A, Luca L, Cozzani M and Siciliani G. Assessment of palatal bone thickness in adults with cone beam computerised tomography. *Aust Orthod J.* 2007 ; 23 : 109-113.
- 18) Sarikaya S, Haydar B, Ciger S and Ariyurek M. Changes in alveolar bone thickness due to retraction of anterior teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002 ; 122 : 15-26.
- 19) Deguchi T, Nasu M, Murakami K, Yabuuchi T, Kamioka H and Takano-Yamamoto T. Quantitative evaluation of cortical bone thickness with computed tomographic scanning for orthodontic implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006 ; 129 : 721.
- 20) Lim JE, Lim WH and Chun YS. Quantitative evaluation

- of cortical bone thickness and root proximity at maxillary interradicular sites for orthodontic mini-implant placement. *Clin Anat.* 2008 ; 21 : 486-491.
- 21) Lim JE, Lee SJ, Kim YJ, Lim WH and Chun YS. Comparison of cortical bone thickness and root proximity at maxillary and mandibular interradicular sites for orthodontic mini-implant placement. *Orthod Craniofac Res.* 2009 ; 12 : 299-304.
- 22) Esenlik E and Sabuncuoglu FA. Alveolar and symphysis regions of patients with skeletal class II division 1 anomalies with different vertical growth patterns. *Eur J Dent.* 2012 ; 6 : 123-132.
- 23) Gracco A, Luca L, Bongiorno MC and Siciliani G. Computed tomography evaluation of mandibular incisor bony support in untreated patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010 ; 138 : 179-187.
- 24) Yamada C, Kitai N, Kakimoto N, Murakami S, Furukawa S and Takada K. Spatial relationships between the mandibular central incisor and associated alveolar bone in adults with mandibular prognathism. *Angle Orthod.* 2007 ; 77 : 766-772.
- 25) Bjork A and Skieller V. Facial development and tooth eruption. An implant study at the age of puberty. *Am J Orthod.* 1972 ; 62 : 339-383.
- 26) 相馬邦道, 飯田順一郎, 山本照子, 葛西一貴, 後藤滋巳. 歯科矯正学. 第5版. 東京: 医歯薬出版; 2008 : 82-83.
-