

Diagnostik und Therapieplanung...

KN Fortsetzung von Seite 1

Um die idealen Stellen für die Mini-Implantat-Platzierung zu bestimmen, sind Röntgendaten erforderlich, durch die der Platzbedarf der Schraube er-

platziert, um einen Tiefbiss zu korrigieren. Obwohl dieses Vorgehen erfolgreich war, fand es keine Nachahmer bis zu Roberts et al., die im Jahr 1990 den klinischen Fall eines retromolaren Implantats für die

möglicht. Vorteile des retromolaren Implantats als Verankerungsoption sind, dass es stabil ist, da ein relativ großes Implantat verwendet wird, und es außerhalb des Zahnbogens liegt, sodass es nicht die Zahn- bewegung oder Einstellung einer optimalen Okklusion stört. Problematisch ist der operative Eingriff wegen der Lage und der vorhandenen Zähne. Daher muss der Patient für die Implantation zum Kieferchirurgen überwiesen werden.

Hinsichtlich der Zeit bis zur Belastung des Implantats stellte Roberts⁵ aufgrund von Versuchen an Kaninchen fest, dass das Implantat frühestens sechs Wochen nach Platzierung belastet werden konnte, und empfiehlt 18 Wochen beim Menschen, legt man die Knochenumsatzrate zugrunde. Allerdings meinten Lum und Mitarbeiter,⁶ dass die Sofortbelastung ebenfalls stabil sei. Außerdem verglichen Saito et al.⁷ die Knochenumbauaktivität anhand von Biopsien, die dem Knochen an belasteten und unbelasteten Implantaten entnommen wurden, und fanden heraus, dass bei beiden Biopsien etwa 40 % der Gesamtfläche des das Implantat umgebenden Knochens mineralisiert waren.

Welche Auswirkung hat die Qualität der kieferorthopädischen Kraft? Duyck et al.⁸ führten eine interessante Studie durch. Sie kamen zu dem Schluss, dass statische belastete und unbelastete Kontrollen einen dichteren kortikalen Knochen aufwiesen als ein dynamisch belastetes Implantat. Dies weist darauf hin, dass die TAD-Verankerung mithilfe von Ligaturdrähten größere Stabilität erzeugt als direkter Zug durch Gummibänder. Neben Mini-Implantat, Mini-

Lappenoperation bei der Insertion und bei der Entfernung erforderlich machen, genau wie beim regulären Zahnimplantat und dem retromolaren Implantat nach Roberts. Innerhalb der ersten Woche nach der

sen. Aber sie können auch selbst operieren, wenn sie die optimale Diagnose stellen. Ursachen des TAD-Misserfolgs wurden von Melsen und Verna¹⁴ wie folgt aufgeführt: Fraktur des Mini-Implantats

fernt, wie in Abbildung 2 zu erkennen.

Das Gerät zur Computertomografie (CT) in der Medizin wurde erstmals von Hounsfield¹⁶ im Jahr 1973 beschrieben, und die Analysesoftware dazu wird angewandt, um Knochentiefe, -breite, -dichte, den Abstand zwischen den Wurzeln oder zur Kieferhöhle oder anderen anatomischen Strukturen hin zu analysieren.¹⁷ Mit diesen Informationen lässt sich die geeignete Stelle für die TAD-Platzierung finden. Dank der gegenwärtigen Fortschritte im zahnärztlichen Einsatz des Computertomografen können wir dieses Gerät auch nutzbringend für die kieferorthopädische Analyse anwenden. Man entwickelte bisher viele CT-Geräte auf Röntgenbasis, bei denen die „Cone-Beam“-Technik eine geringere Röntgenstrahlendosis für den Körper mit sich bringt und scharfe und realistische Bilder erzeugt; allerdings kann damit nicht die Knochendichte berechnet werden. NewTom 3G

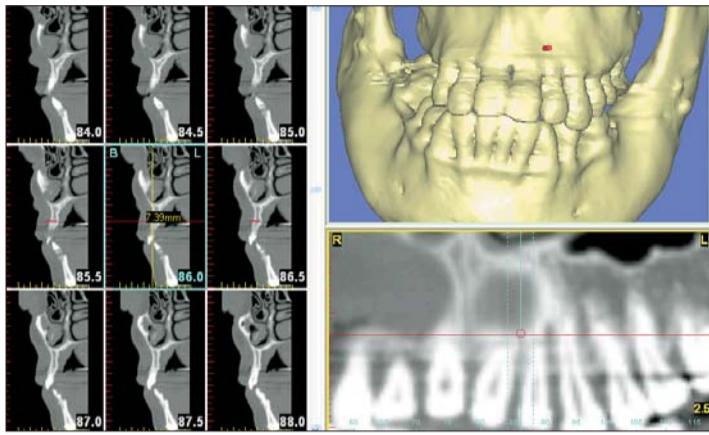


Abb. 2: Neun Schichten von Querschnittsbildern auf der linken Seite. Das rechte obere Bild ist ein 3-D-Bild, wohingegen das rechte untere Bild eine Panoramaaufnahme zeigt. Das Mini-Implantat ist rot markiert.

mittel wird. Die Panoramaaufnahme ist ein zweidimensionales Röntgenbild, das gewöhnlich für die Beurteilung der Implantationsstelle ausreicht. Allerdings ist manchmal die dreidimensionale Computertomografie (3-D-CT) erfor-

mesiale Molarenbewegung vorstellten.⁴ Sie empfahlen das retromolare Implantat, da es als indirekte oder direkte Verankerung benutzt werden kann und den Schluss des atrophischen zahnlosen Abschnitts, den Schluss der Lücke



Abb. 3: Eine Nahaufnahme des Schichtbilds in der Mitte von Abb. 2 zeigt den Abstand zwischen labialer und lingualer Kortikalisfläche. Die obere rechte Abbildung zeigt einen Querschnitt des 3-D-Bilds.

derlich, um mehr Detailinformation zu erhalten, wie z. B. Knochentiefe, Knochendichte und/oder Abstand zu bzw. zwischen den benachbarten Wurzeln. Entsprechende Software-Programme wurden entwickelt, die für eine präzise Diagnostik eingesetzt werden können, besonders wenn Mini-Implantate zur Platzierung zwischen Wurzeln oder im Bereich der Kieferhöhle gesetzt werden sollen. Beim Eingriff ist die chirurgische Schablone ein sicheres und verlässliches Instrument für die genaue Insertion des Mini-Implantats an der geplanten Stelle. Die Schablone wird mithilfe der Daten aus dem 3-D-CT und der Software hergestellt.

Es gibt eine Reihe von temporären Verankerungssystemen (TAD), darunter Zahnimplantate, Knochenplatten wie das skeletale Verankerungssystem (SAS), Mini-Implantate oder Mikro-Implantate und sogenannte Onplants, wobei heute zumeist das Mini-Implantat ausgewählt wird und breite Anwendung bei den Ärzten findet. Für zahnlose Abschnitte werden dennoch Zahnimplantate oder solche Implantate benötigt, die man für eine feste und stabile Verankerung nutzen kann.

Wir haben über die dreidimensionalen Finite-Element-Modelle und Tierstudien zum Einsatz der Minischrauben für die kieferorthopädischen Verankerung berichtet.^{1,2} Der erste klinische Einsatz eines Minischrauben-Implantats wurde von Creekmore und Eklund im Jahr 1983 vorgestellt.³ Das Minischrauben-Implantat wurde in der Spina nasalis anterior

aufgrund des fehlenden Prämolaren, die Eckzahnsubstitution bei fehlenden unteren Schneidezähnen, die Abfla-

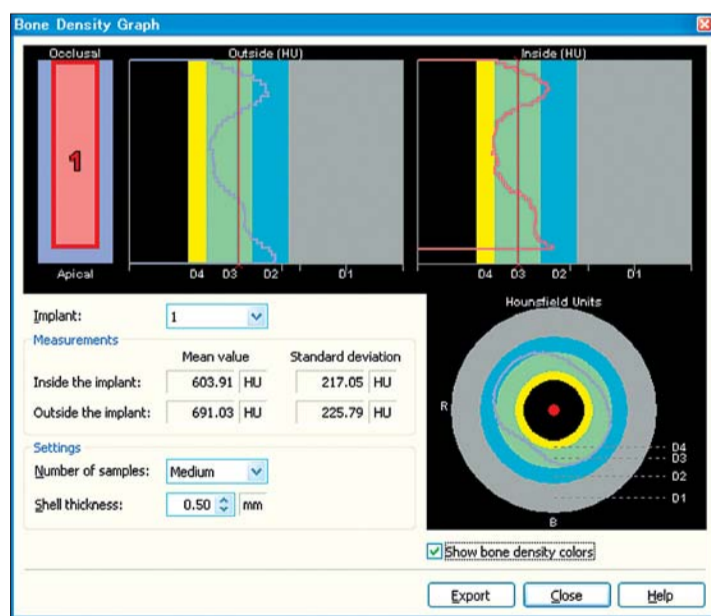


Abb. 4: Die Knochendichte innen (oben Mitte) und außen (oben rechts) am Mini-Implantat im Bereich der oberen Schneidezähne wird visuell dargestellt. Die untere Abbildung zeigt die Knochendichte an, wie sie sich aus der axialen Richtung auf das Mini-Implantat darstellt.

chung der Spee'schen Kurve des Unterkiefers und die Behandlung der funktionalen Retrusion des Unterkiefers er-

schauben- oder Mikroimplantat gibt es andere Arten des TAD, und zwar Knochenplatte und „Onplant“, welche eine

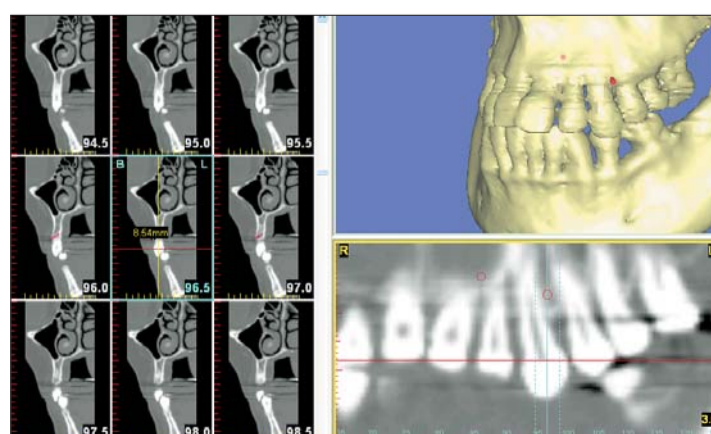


Abb. 5: Die bikortikale Knochentiefe in der Prämolarenregion beträgt 8,54 mm.

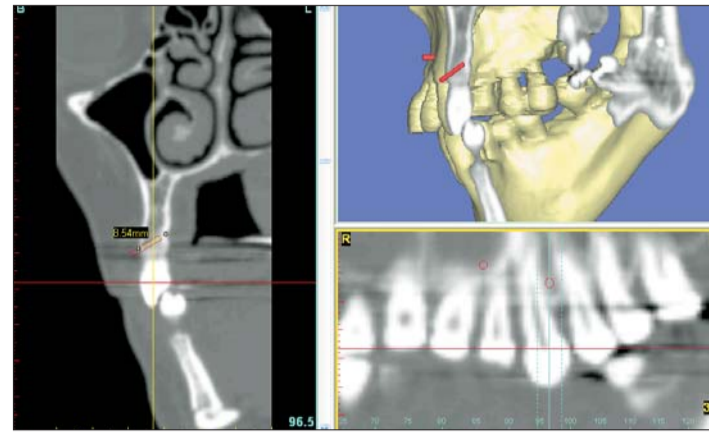


Abb. 6: Querschnittsbild der Prämolarenregion.

Platzierung werden die Patienten durch Schmerz und Schwellung beeinträchtigt. Umemori et al.⁹ und Sugawara et al.¹⁰ entwickelten ein skelettales Verankerungssystem mithilfe einer Knochenplatte. Dieses Verankerungssystem ist sehr zuverlässig, es kann das gesamte Gebiss gleichzeitig retrahieren und erweitert definitiv die Möglichkeiten der kieferorthopädischen Therapie. Viele Eingriffe zur Orthognathie wurden mit dem Einsatz der skelettalen Verankerungssysteme überflüssig. Momentan spricht sich Sugawara¹¹ für den Ansatz des „Surgery first“ (Eingriff zuerst) aus, d. h. für orthognathe operative Fälle, dass die kieferorthopädische Therapie mithilfe des skelettalen Verankerungssystems im Anschluss an den orthognathen Eingriff durchgeführt wird. In dieser Reihenfolge kann die Verankerungsplatte als Knochenfixierung genutzt werden, und die Behandlungszeit wird aufgrund des lokalen Beschleunigungsphänomens erheblich verkürzt. Diese Platte wird zur maxillären Verankerung am Jochbeinbogen und zur mandibulären Verankerung an der bukkalen Kortext der Molarenregion im Unterkiefer fixiert, wobei beide Fixierungen außerhalb des Zahnbogens liegen und somit nicht den Weg der Zahnbewegung stören. Nach Block und Hoffman (1990)¹² wird ein „Onplant“ in der mittleren palatinalen Region platziert, wo es den Weg der Zahnbewegung ebenfalls nicht stört. Es bildet sich manchmal postoperativ ein Hämatom und es kommt zur Wanderung des „Onplant“ selbst. Die Voraussetzungen für den Einsatz eines „Onplant“ sind nach der Veröffentlichung von Hoblt¹³ im Jahr 2004 folgende: Es darf nicht in den Knochen eindringen, sondern muss diesem anliegen. Es muss dünn genug sein, um unter dem Weichgewebe und am Knochen liegen zu können, ohne zu einer klinisch bedeutsamen Entzündung zu führen. Es muss eine Vielfalt von Attachments aufweisen, um als kieferorthopädischer Anker dienen zu können. Es muss eine hohe Scherfestigkeit haben, um die Kaukräfte und die durch die kieferorthopädische Belastung entstehenden Kräfte aufnehmen zu können. Von diesen drei Arten des TAD ist das Mini-Implantat relativ leicht einzusetzen und zu entfernen, ohne den Patienten zu belasten. Die Kieferorthopäden können die Patienten zwar an Oralchirurgen oder Parodontologen überwei-

bei der Insertion und der Entfernung, Lockerung des Implantats wegen unzureichender Dicke der Kortikalis, Berührung der Wurzel, Abbau des umgebenden Knochens aufgrund einer Periimplanti-

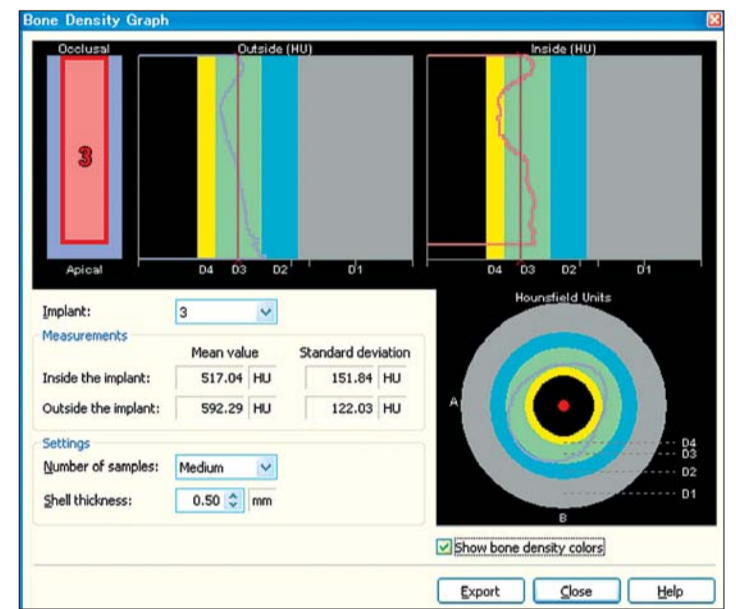


Abb. 7: Knochendichte in der Prämolarenregion.

tis, Schleimhauthypertrophie. Außerdem wies Cope darauf hin, dass eine weitere Ursache des Implantatversagens in der Überhitzung des Knochens beim Bohrvorgang liegt, wodurch die Vitalität des Knochens beeinträchtigt wird.¹⁵ Um diese Implantatmissefolge zu vermeiden oder zu minimieren, sollte man die Diagnostik und Therapie präzise

(Aperio Services, Sarasota, Fla), i-CAT (Imaging Sciences International, Hatfield, Pa), CB MercuRay (Hitachi Medical Corporation, Tokio, Japan), und 3DX Multi image micro CT (3DX; Morita Corporation, Tokio, Japan) sind CT-Geräte mit Cone-Beam (CB), die derzeit für kraniofaziale Anwendungen zur Verfügung stehen. Besonders das 3DX gibt Rönt-

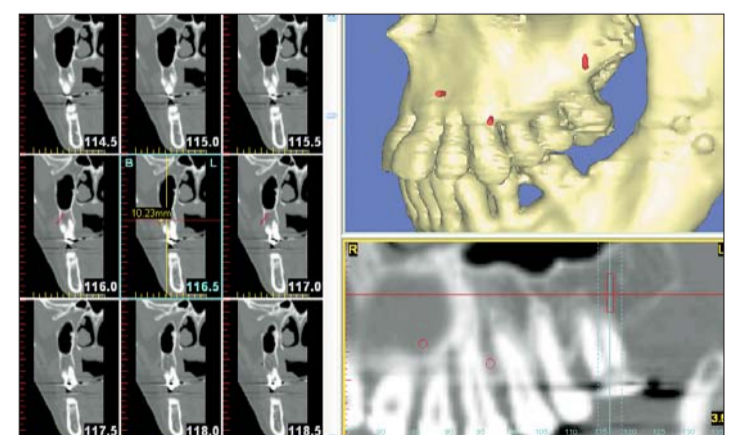


Abb. 8: Neun Schichten von Querschnittsbildern auf der linken Seite. Das rechte obere Bild ist ein 3-D-Bild, wohingegen das rechte untere Bild eine Panoramaaufnahme zeigt. Das Mini-Implantat ist rot angezeigt.

planen. Für die optimale Diagnose bei der Mini-Implantat-Platzierung sollte man vor dem Eingriff eine dreidimensionale präzise Analyse der anatomischen Strukturen zur Therapieplanung durchführen, da die zweidimensionale Röntgentechnik hier Begrenzungen Kräfte aufnehmen zu können. Von diesen drei Arten des TAD ist das Mini-Implantat relativ leicht einzusetzen und zu entfernen, ohne den Patienten zu belasten. Die Kieferorthopäden können die Patienten zwar an Oralchirurgen oder Parodontologen überwei-

genstrahlen ab, die nicht mehr als das Doppelte der periapikalen Strahlendosis betragen. Beispielsweise beträgt die Dosis an der Haut nur 1,07 mSv.¹⁸ Neben diesen Röntengeräten wurde auch die Analysesoftware dazu entwickelt, z. B. SimPlant (Materialise, Belgien), i-VIEW (Morita Corp., Tokio, Japan), i-dent (IGS, Israel), i-CAT (i-CAT Corp., Osaka, Japan), Gerig¹⁹ und andere, von denen die meisten Softwareprogramme ursprünglich für Dentalimplantate in zahnlosen Bereichen und nicht für den Einsatz bei

TAD in der Kieferorthopädie entwickelt wurden. Diese Programme erlauben die visuelle und quantitative Bestimmung der Lokalisation sowie die Berechnung der Abstände zwi-

die TAD in der Kieferorthopädie möglich, wie von Miyajima anlässlich der 106. Jahreskonferenz der American Association of Orthodontists in Las Vegas im Mai 2006²⁰ vorgetragen.

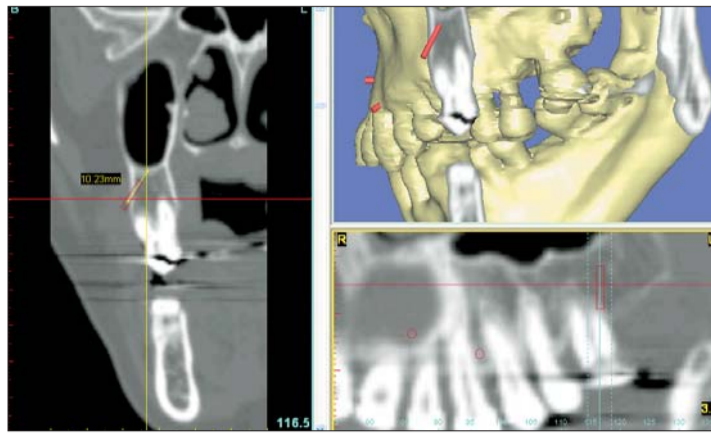


Abb. 9: In der Molarenregion des Oberkiefers beträgt der Abstand zwischen bukkaler Fläche und Kieferhöhle 10,23 mm.

schon beliebigen zwei Punkten des 3-D-Modells auch für den kieferorthopädischen Einsatz. Die Berechnung der Oberflächendistanz für jeden Grenzpunkt kann computergestützt durchgeführt werden. Wenn die Software mit Sorgfalt ange-

Diagnostik und Therapieplanung für TAD in der Kieferorthopädie

Für die kieferorthopädische Diagnose müssen Kieferorthopäden die Begrenzung der Zahnbewegung innerhalb der gegebenen Knochenstruktur beachten. Zu diesem Zweck wird routinemäßig ein Cephalogramm erstellt. Die oberen Schneidezähne werden beispielsweise vier Millimeter vor der senkrechten N-Linie mit zwei Millimeter Overjet gegenüber den unteren Schneidezähnen ausgerichtet, die ein Millimeter vor der a.p.-Ebene ausgerichtet werden. Für die TAD-Kieferorthopädie ist eine dreidimensionale Analyse erforderlich. Wenn man ein CT nutzen kann, bietet sich eine CT-Analysesoftware wie SimPlant Vorteile beim Einsatz eines TAD an. SimPlant ist eine interaktive CT-Software für die vorhersagbare Therapieplanung eines TAD sowie für Dentalimplantate. Jede CT-Aufnahme kann geeignet sein, einschließlich des konventionellen CT und der Geräte mit Cone-Beam. SimPlant zeigt die vollständige Anatomie des Patienten in einer interaktiven Therapieplanungsumgebung vor dem Eingriff, wodurch die Zeit am Stuhl verkürzt wird. Die Patienten können dann visuell anhand dieses Bildes nachvollziehen, wo das TAD platziert werden wird. Für uns Kieferorthopäden wird die Knochentiefe, -breite, -dichte, der Abstand zwischen den Wurzeln oder zur Kieferhöhle oder anderen anatomischen Strukturen hin dargestellt. Durch die Visualisierung werden die unterschiedlichen Knochendichtekategorien abgebildet, wie z. B. die Kortikalischicht und die Spongiosa, oder sogar innerhalb der Spongiosa stellen sich Teile dar, die dichter als andere sind. Ein TAD sollte nicht in einem Gebiet eingesetzt werden, in dem die Knochenqualität möglicherweise schlecht ist. Die Spanne des Hounsfield-Werts wird angezeigt, um die Knochenqualität zu ermitteln. Es ist möglich, jede vitale Struktur zu zeichnen, um die anatomischen Eigenschaften mithilfe verschiedener Hervorhebungsfarben zu spezifizieren. Ist ein geeigneter Bereich bestimmt worden,

so wird das virtuelle Mini-Implantat in einem dreidimensionalen Bild platziert, um zu erkennen, wie es innerhalb der umgebenden Anatomie passt oder ob es mit Wurzeln, der Kieferhöhle oder anderen heiklen Strukturen kollidiert. Die Größe des Mini-Implantats kann auch bestimmt werden.

Neben der Diagnose kann unter Nutzung der CT-Daten eine chirurgische Schablone erstellt werden, womit der Therapieplan mit größter Genauigkeit auf den Eingriff übertragen wird. Der Arzt kann sich darauf verlassen, dass das Mini-Implantat genau gesetzt wird, wenn er eine OP-Schablone benutzt. Man sollte sorgfältig darauf achten, nicht mit der Schraubenspitze des Mini-Implantats über den Knochen zu kratzen, denn es ist eine bohrfreie Technik anzuwenden. Wenn der kortikale Knochen dicht ist, besteht ein kleiner Trick darin, das Mini-Implantat anfangs entgegen dem Uhrzeigersinn zu drehen, um ein

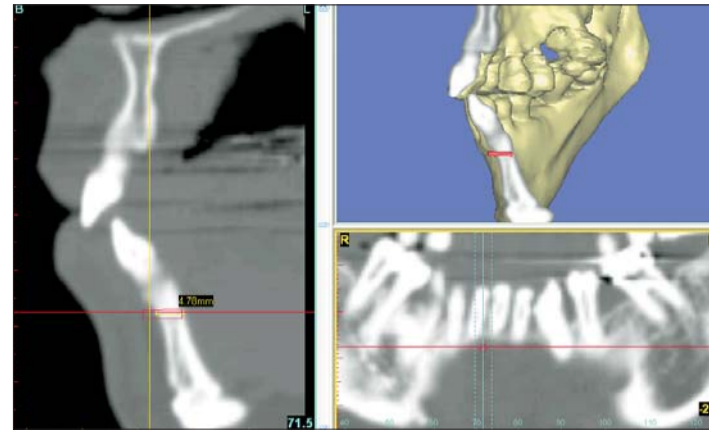


Abb. 10: Querschnittsbild der unteren Schneidezahnregion. Bei diesem Patienten ist die Tiefe der Symphyse mit 4,78 mm kurz, ein Merkmal des Long-Face und der Dysgnathie Klasse III.

kleines Loch zu produzieren. Diese Sorgfalt ist anzuwenden, wenn die Insertionsrichtung nicht senkrecht zur Knochenoberfläche verläuft. Falls die Insertionsrichtung mehr als 60 Grad von der Senkrechten abweicht, sollte das anfängliche Loch mit dem Handbohrer und anschließend direkt mit dem Mini-Implantat gebohrt werden. Abschließend sei gesagt, dass das CT-Bildgebungsverfahren die Rekonstruktion eines

komplett dreidimensionalen Modells des Oberkiefers und Unterkiefers sowie zusätzliche diagnostische Informationen zur Position der Zahnwurzeln, Morphologie des Situs zur Platzierung des TAD und Lage der wichtigen anatomischen Strukturen liefert. Der Einsatz des CT zusammen mit einer Software, die sofort auf Basis äußerst realistischer und genauer Daten einen Therapieplan liefert, bietet die effektivste röntgenologische

Möglichkeit, die derzeit zur Untersuchung der Patienten für ein TAD in der Kieferorthopädie zur Verfügung steht.

Distalisierung der Molaren

Für die distale Bewegung der Oberkiefermolaren wird gelegentlich die Analyse der Position des ersten oberen Molaren nach Ricketts²¹ angewandt, um die Möglichkeit einer distalen Bewegung der oberen Molaren zu ermitteln. Mitani²² und Piva²³ haben ebenfalls den Raum für die Extrusion des zweiten Molaren analysiert. Für die Unterkiefermolaren kann die Position mithilfe des Kephalogramms anhand des Abstands von der distalen Fläche des zweiten Molaren bis zum Schnittpunkt zwischen vorderem Rand des Ramus und unterer Okklusionsebene eingeschätzt werden. **KN**

Fortsetzung des Artikels in Ausgabe 1/2-2007 der KN Kieferorthopädie Nachrichten.

KN Kurzvita



Kuniaki Miyajima, DDS, MS, PhD

- Diplomabschluss als Kieferorthopäde an der Aichi-Gakuin University, School of Dentistry, 1980
- Abschluss des Master of Science in Kieferorthopädie am Medical Center der Saint Louis University, 1988
- Promotion an der Aichi-Gakuin University, School of Dentistry, im Jahr 1991
- Seit 1998 Leiter der Vereinigung für Stomatognathic Function
- Im Jahr 1999 Vorsitzender des International Orthodontic Research Institute
- Mitglied zahlreicher asiatischer und internationaler Gesellschaften für Zahnmedizin und Kieferorthopädie
- Klinikprofessor des Fachbereiches Kieferorthopädie der St. Louis University im Jahr 2000
- Gastprofessor an der Maha Saraswati University in Indonesia im Jahr 2002 und an der Thamassat University in Thailand im Jahr 2001
- Seit 2003 Mitglied des American Board of Orthodontics
- Diverse wissenschaftliche Arbeiten im Auftrag des japanischen Bildungsministeriums

wandt wird, können die meisten dieser Produkte für die Kieferorthopädie genutzt werden. Mithilfe dieser dreidimensionalen Knochenanalyseysteme wird die Anwendung für

KN Anmerkung der Redaktion

Die hochgestellten Zahlen beziehen sich auf Literaturangaben. Eine entsprechende Liste zum Artikel „Diagnostik und Therapieplanung mit Mini-Implantaten“ ist auf Anfrage unter folgender Adresse erhältlich:

Redaktion KN Kieferorthopädie Nachrichten
Oemus Media AG
Holbeinstraße 29
04229 Leipzig
Fax: 03 41/4 84 74-2 90
E-Mail: h.d.kossmann@oemus-media.de

ANZEIGE

Jetzt weitere
3 gute Gründe
für die Verwendung eines

IN-OVATION
S Y S T E M



IN-OVATION G
Das **KERAMIK**
selbstligierende Bracket



IN-OVATION L
Das **LINGUAL**
selbstligierende Bracket



IN-OVATION R
Das **MINI**
selbstligierende Bracket



GAC Deutschland
Am Kirchenhölzl 15 - D-82166 Gräfelfing
Tel: 0 89 - 85 39 51 - Fax: 0 89 - 85 26 43
www.gacintl.com