225 137

Separatdruck aus: Acta Med Dent Helv, Vol. 2: 266, 1997

DER AUSSAGEWERT DES DENTA-SCANS VOR IMPLANTATIONEN IM OBER- UND UNTERKIEFER

TANKRED WARNKE, FRIEDRICH R. CARLS, MICHAEL C. LOCHER und HERMANN F. SAILER

Klinik und Poliklinik für Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsspital Zürich

DER AUSSAGEWERT DES DENTA-SCANS VOR IMPLANTATIONEN IM OBER- UND UNTERKIEFER

TANKRED WARNKE, FRIEDRICH R. CARLS, MICHAEL C. LOCHER und HERMANN F. SAILER

Klinik und Poliklinik für Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsspital Zürich

Zusammenfassung

Das Denta-Scan ist ein Softwareprogramm zur Reformatierung axialer Computertomographie-Schichten. Es ermöglicht die metrische Erfassung der Knochenhöhe und -breite im Kieferbereich. Jeweils zwanzig aufeinanderfolgende Oberkiefer (OK)- und Unterkiefer (UK)-Denta-Scans unserer Klinik aus dem Jahr 1996 wurden auf ihren Aussagewert hin analysiert.
Ein Vergleich der Implantationsmöglichkeiten gemäss Orthopantomogramm (OPT) und Denta-Scan zeigte im Oberkiefer in sieben Fällen übereinstimmende und bei 13 Patienten unterschiedliche Resultate: Aufgrund des Denta-Scans ergab sich viermal eine grössere mögliche Implantatlänge und neunmal eine geringere. Im Unterkiefer war die mögliche Implantatlänge in acht Fällen gleich, sechsmal war sie im Denta-Scan grösser als im OPT und sechsmal kleiner.
Das OK-Denta-Scan ergab bei allen Patienten die zur Auswahl des bestmöglichen Implantats erforderlichen Informationen. Obgleich es eine genauere Beurteilung der ossären Verhältnisse als das OPT erlaubt, ist dagegen das UK-Denta-Scan verbesserungsbedürftig; dies ergibt sich aufgrund der in einigen Fällen schlechten Abgrenzbarkeit des Mandibularkanals und infolge von Bewegungsartefakten. Durch geringere Schichtdicken der Computertomographie, kürzere Untersuchungszeiten (weniger Bewegungsartefakte) und eine leistungsfähigere Software könnte die Aussagefähigkeit des UK-Denta-Scans erhöht werden.

Acta Med Dent Helv 2: 266–271 (1997)

Schlüsselwörter: Computertomographie, Denta-Scan, Oberkiefer, Unterkiefer

Zur Veröffentlichung angenommen: 5. August 1997

Korrespondenzadresse:
Dr. med. Dr. med. dent. T. Warnke
Klinik für Kiefer- und Gesichtschirurgie
Universitätsspital Zürich
Frauenklinikstr. 10, CH-8091 Zürich
Tel.: ++41 1 255 5064, Fax: ++41 1 255 4434

Einleitung

Die präoperative Planung zur Festlegung der bestmöglichen Implantationsorte und Implantatlängen ist eine wesentliche Voraussetzung für den langfristigen Erfolg von zahnärztlichen Implantationen. In einfachen Fällen, beispielsweise vor der Insertion von Implantaten im anterioren Unterkiefer interforaminal, genügt für die röntgenologische Abklärung in der Regel ein Orthopantomogramm (OPT) und eine Unterkieferaufbissaufnahme, ggf. ergänzt durch ein Fernröntgenseitenbild. Zur Ermittlung des Vergrösserungsfaktors des OPTs werden standardisierte, radioopake Strukturen, wie z. B. 5 mm grosse Metallkugeln, verwendet. Damit kann die zur Verfügung stehende Knochenhöhe mit hinreichender Genauigkeit abgeschätzt werden (BUSER et al. 1988). Dagegen ist dem OPT hinsichtlich der Knochenbreite keine Aussage zu entnehmen. Das ist ein wesentlicher Nachteil, denn die zur Verfügung stehende Knochenbreite ist mitentscheidend für die Auswahl des richtigen Implantats. Durch multiplanare Reformatierung axialer Computertomographien (Denta-Scan) lassen sich diese fehlenden Informationen grundsätzlich ergänzen (MC GIVNEY et al. 1986, SCHWARZ et al. 1987a & b, DULA et al. 1994, WICHT et al. 1994, TAN 1995, DULA & BUSER 1996).
Ziel der vorliegenden Studie war es herauszuarbeiten, wie häufig sich aus dieser zusätzlichen Bildgebung Konsequenzen für die Behandlung (andere Implantatlänge, Möglichkeit/Unmöglichkeit einer Implantation) ergaben. Es wurde darüber hinaus durch für das Oberkiefer- und das Unterkiefer-Denta-Scan getrennte Auswertungen dokumentiert, wie oft die gewünschten Informationen (z. B. genaue transversale Lage des Mandibularkanals) den Denta-Scan-Bildern tatsächlich zu entnehmen waren. In einigen Fällen kommen aufgrund von Bewegungsartefakten oder wegen der anatomischen Verhältnisse (z. B. geringe Kortikalisierung des Mandibularkanals) diese Befunde auf dem Denta-Scan nicht oder unzureichend zur Darstellung.

Material und Methoden

Jeweils zwanzig aufeinanderfolgende Ober- und Unterkiefer-Denta-Scans unserer Klinik wurden auf ihren Aussagewert bezüglich der Auswahl der richtigen Implantatlänge analysiert.
Das Durchschnittsalter der 20 Patienten mit OK-Denta-Scan (8 m, 12 w) lag bei 52 Jahren (Bereich: 18–79 Jahre). Die 20 Patienten mit UK-Denta-Scan (7 m, 13 w)

waren im Mittel 51 Jahre alt (Bereich: 26–73 Jahre). Zwei dieser Patienten wurden sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer untersucht, und beide Kiefer gelangten zur Auswertung.

Die CT-Untersuchung wurde auf einem hochauflösenden, helikalen Computertomographen SR 7000 vorgenommen (Philips Medical Systems, Eindhoven, NL). Dabei wurden folgende technische Parameter gewählt: Schichtanzahl 40, Schichtdicke 1,5 mm, Tischvorschub 1 mm, Scanzeit 2 s, Anodenstromstärke 125 mA, Röhrenspannung 120 kV, Matrix 512×512, hochauflösender Filter mit Detaildarstellung bis 0,4 mm.

Die Längs- und Querschnitte des Implantationsgebietes wurden unter Verwendung einer Denta-Scan-Software (ISG Technologies, Toronto, Kanada) auf einer GYROVIEW-Workstation (Philips Medical Systems, Eindhoven, NL) erstellt. Für diesen Zweck gab der Anwender mit Hilfe einer Maustaste eine gekrümmte Longitudinalschicht durch den Kiefer an. Vier weitere parallel dazu liegende Longitudinal- und ca. 60–80 Transversalschnitte wurden in einem Abstand von 2 mm automatisch errechnet.

Der Massstab auf diesen Bildern betrug 1:1, so dass die Messwerte direkt mittels eines Lineals mit 0,5-mm-Teilung abgelesen werden konnten. Bei den Orthopantomogrammen wurde der jeweilige Vergrösserungsfaktor miteingerechnet. Für die Entscheidung, welche Implantatlänge an einem bestimmten Ort richtig war, wurde eine Schablone verwendet (LACAN et al. 1993). Unter Berücksichtigung der Knochenhöhe (und im Denta-Scan zusätzlich der Knochenbreite) wurden als mögliche Implantate Hohlzylinderimplantate der Längen 8 mm, 10 mm, 12 mm, 14 mm und 16 mm in Betracht gezogen. Es wurde eine nach Implantation verbleibende Mindestbreite vestibulär und oral von 1 mm vorausgesetzt. Falls diese Mindestbreite nicht auf der gesamten ansonsten möglichen Implantatlänge erreicht wurde, ist die Implantatlänge entsprechend geringer festgelegt worden.

Darüber hinaus wurden im OK-Denta-Scan eine quantitative und fünf qualitative Grössen erfasst: ausreichende Höhe des Dentalscans, Bewegungsartefakte, ausreichende Knochenbreite, normale Knochendichte sowie Schleimhautschwellung im Sinus maxillaris. Die Knochendichte wurde subjektiv beurteilt: Sowohl deutliche Sklerosierungen als auch auffällige Rarefizierungen der Spongiosabälkchen wurden als pathologisch gewertet. Im UK-Denta-Scan wurden ein quantitatives Merkmal und vier qualitative Kriterien dokumentiert. Darüber hinaus wurde gemessen, in welchem Prozentsatz seines Verlaufes durch das Implantationsgebiet die craniale Cortikalis des Mandibularkanals im OPT sowie im UK-Denta-Scan sicher erkennbar war.

Resultate

Die Erstellung eines aussagefähigen Oberkiefer-Denta-Scans bereitete in der Regel keine Schwierigkeiten. Die rekonstruierten Querschnittbilder zeigten bei allen Patienten einen ausreichend grossen vertikalen und transversalen Ausschnitt des Kieferkammes (Abb. 1). Bei einem Patienten trat ein Bewegungsartefakt auf. Hinsichtlich der Befunde ergab sich folgendes Bild: In neun Fällen (45%) war die Breite des Oberkieferkammes im vorgesehenen Implantationsgebiet ungenügend, so dass sechsmal (30%) eine geringere Implantatlänge als nach dem OPT ausgemessen möglich war und dreimal (15%) auf eine Implantation verzichtet werden musste (Abb. 2). Die mögliche Implantatlänge war bei diesen Patienten wegen eines spitz auslaufenden Kieferkammes, starken

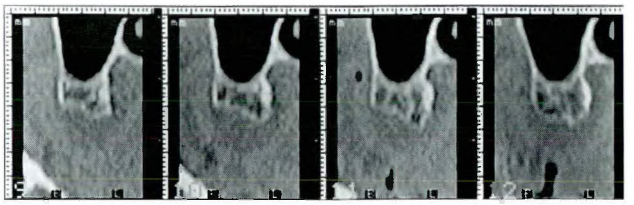


Abb. 1 Oberkiefer-Denta-Scan Regio 16: Auch bei geringer Knochendichte sind die Distanzmessungen zumeist leichter durchführbar als im Unterkiefer; dies als Folge der klaren Grenze zwischen dem Boden des Sinus maxillaris und der darüberliegenden Luft (B= bukkal; L= lingual).

bukkalen Knocheneinziehungen im Frontbereich oder der caudalen Ausdehnung des Sinus maxillaris reduziert, ohne dass dieser Umstand bereits im OPT sicher erkennbar gewesen wäre. Durch diese anatomischen Verhältnisse kann eine geringe Knochenbreite die Implantatlänge stärker limitieren, als dies auf dem OPT erkennbar wäre.

Bei vier Patienten (20%) zeigten sich im OK-Denta-Scan günstigere Verhältnisse als im OPT: Dreimal (15%) konnte eine grössere Implantatlänge gewählt werden, und bei einem Patienten war gemäss OK-Denta-Scan eine Implantation möglich, obwohl dies auf dem OPT nicht erkennbar war. Siebenmal (35%) stimmten OPT sowie OK-Denta-Scan bezüglich der Implantationsmöglichkeiten überein. Die Knochendichte war in zehn Fällen (50%) vermindert. Nebenbefundlich wies der Sinus maxillaris bei 16 Patienten (80%) eine basale Verschat-

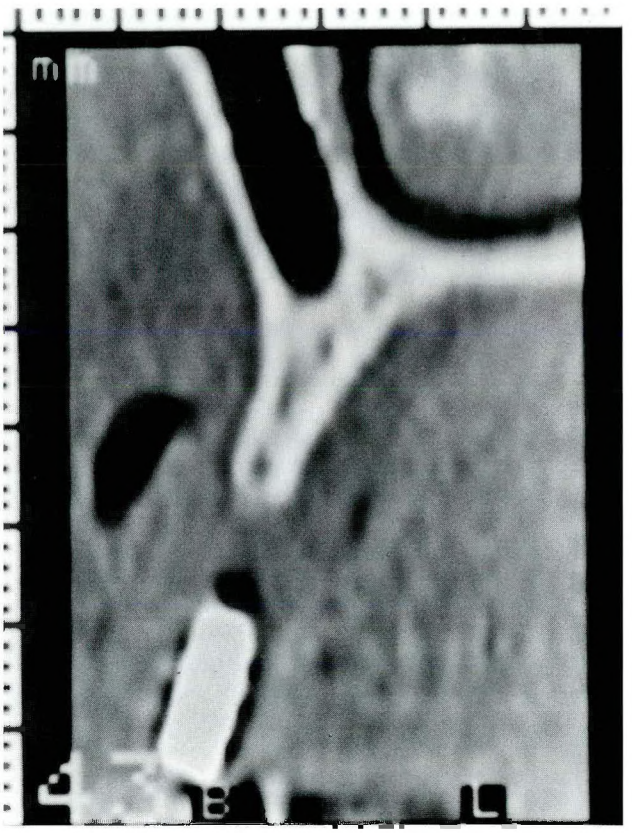


Abb. 2 Oberkiefer-Denta-Scan Regio 14: Die geringe Knochenbreite verunmöglicht an dieser Stelle eine Implantation; dies ist anhand konventioneller Röntgenaufnahmen nicht beurteilbar (B= bukkal; L= lingual).

Tab. I: Ergebnisse des Vergleichs der Implantationsmöglichkeiten gemäss Orthopantomogramm (OPT) bzw. Denta-Scan (DS) im Oberkiefer (OK) und im Unterkiefer (UK)

	OK	UK
OPT: Implantation unmöglich/ DS: Implantation möglich	1	2
OPT: Implantation möglich/ DS: grössere Implantatlänge möglich	3	4
OPT und DS: gleiches Ergebnis	7	8
OPT: Implantation möglich/ DS: geringere Implantatlänge erforderlich	6	4
OPT: Implantation möglich/ DS: Implantation unmöglich	3	2

tung auf. Dieses Phänomen zeigte sich meist in Abschnitten mit fortgeschrittener OK-Atrophie infolge längerer Zahnlosigkeit. Die Erfahrung hat gezeigt, dass dieser radiologische Befund meist geringe klinische Bedeutung hat: Es bestanden weder Symptome einer Sinusitis noch ergaben sich intra- oder postoperative Komplikationen.

(40%) ergaben sich aus dem OPT und dem UK-Denta-Scan die gleichen Implantationsmöglichkeiten. Die Knochendichte war in 16 Fällen (80%) normal (Tab. I–III).

Diskussion

Diese Studie zeigt, dass das Denta-Scan dem Behandler bei der Planung schwieriger Implantationen insbesondere im gesamten Oberkiefer und im Unterkieferseitenzahnbereich gegenüber dem OPT wesentliche zusätzliche Informationen bietet. Die axialen Scans sollten parallel zur Kauebene durchgeführt werden, um eine korrekte Ausrichtung der Implantate mit nachfolgender axialer Belastung zu erleichtern (KLEIN et al. 1993). Zur genauen Lokalisation der späteren Implantationsorte ist eine Schiene mit röntgenopaken Markierungen empfehlenswert (SETHI 1993). Die Knochendichte ist in der vorliegenden Studie subjektiv beurteilt worden, weil vorgängig durchgeführte Messungen in Hounsfield-Einheiten (HE) bei diesen Patienten einen grossen Streubereich aufwiesen (OK: 5–908 HE, UK: –44–720 HE). Selbst innerhalb eines Kiefers liegen oft deutlich unterschiedliche Messwerte vor, so dass die Auswahl eines repräsentativen Areals äusserst schwierig ist (LINDT et al. 1996). Ausserdem ist ohne Longitudinalstudie nicht dokumentiert, ob sich die Hounsfield-Werte erhöhen oder verringern.

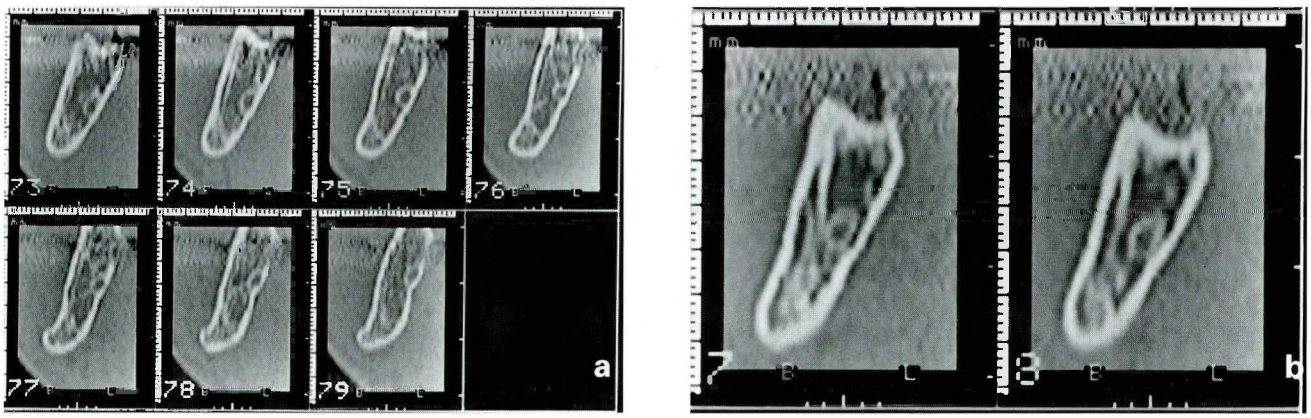


Abb. 3 Eindeutige, leicht erkennbare Darstellung des Canalis mandibularis aufgrund dessen ausgeprägter Kortikalisierung (B=bukkal; L=lingual). a: Sieben Transversalschnitte eines Unterkiefer-Denta-Scans (Regio 37). b: Zwei vergrösserte Transversalschnitte des gleichen Patienten (Regio 46).

Bei der Auswertung der Unterkiefer-Denta-Scans zeigten sich folgende Ergebnisse: In einem Fall war der vertikale Ausschnitt der rekonstruierten Querschnittbilder nicht ausreichend, und bei 8 Patienten (40%) traten Bewegungsartefakte auf. Die Abgrenzung des Mandibularkanals nach cranial war durchschnittlich auf 32% seines Verlaufs schwierig (Tab. II, Abb. 3a, b und 4a–c). Andere Befunde des UK-Denta-Scans waren dagegen etwas günstiger als im Oberkiefer: Die Knochenbreite war in sechs Fällen (30%) ungenügend, so dass viermal (20%) ein kürzeres Implantat als gemäss OPT möglich gewählt werden musste (wegen eines spitz nach cranial auslaufenden Alveolarkammes) und zweimal (10%) völlig auf eine Implantation verzichtet wurde. In sechs Fällen (30%) ergaben sich im UK-Denta-Scan günstigere Verhältnisse als im OPT: Viermal (20%) konnte eine grössere Implantatlänge als gemäss OPT gewählt werden, und zweimal (10%) zeigte das UK-Denta-Scan überhaupt erst die Möglichkeit einer Implantation auf. Bei acht Patienten

Standardrekonstruktionen wie das in dieser Studie untersuchte Denta-Scan ergaben gegenüber der direkten Messung von Kieferknochen eine hervorragende Präzision (LAMORAL et al. 1990; QUIRYNEN et al. 1990). Im Vergleich mit direkten coronalen und sagittalen Scans resultieren Vorteile durch die bequeme Lage des Patienten (weniger Bewegungsartefakte) und die Vermeidung von Metallartefakten, die von dentalen Restaurationen ausgehen (CASSELMAN et al. 1991; HIRSCHFELDER 1994; DULA et al. 1994). Linse und Schilddrüse liegen bei axialer Schichtung zudem weit ausserhalb des direkten Strahlenganges.

Hinsichtlich des Strahlenschutzes ist die Linse eine besonders empfindliche Struktur im Schädelbereich (SCHÜLLER et al. 1992). Sie lag bei allen Patienten dieser Untersuchung ausserhalb des direkten Strahlenganges der CT-Scans; somit betrug die Gesamtdosis im Linsenbereich aufgrund der Übersichtsaufnahme zur Planung der Einzelschichten ca. 5 mGy. Der Schwellenwert für

Tab. II: Mittelwerte der Ergebnisse der quantitativen Messungen (±Standardabweichungen), n=20 (jeweils für Ober- und Unterkiefer)

DS:	Gesamthöhe des Oberkiefers (in mm)	10 (± 5)
DS:	Gesamthöhe des Unterkiefers (in mm)	22 (± 5)
OPT:	craniale Begrenzung des Mandibularkanals erkennbar (Prozent der Strecke durch das Implantationsgebiet)	44% (± 30%)
DS:	craniale Begrenzung des Mandibularkanals auf den Querschnitten erkennbar (Prozent der Strecke durch das Implantationsgebiet)	68% (± 32%)
DS:	craniale Begrenzung des Mandibularkanals auf den Longitudinalschnitten erkennbar (Prozent der Strecke durch das Implantationsgebiet)	63% (± 34%)
Kombination DS + CT + OPT:	craniale Begrenzung des Mandibularkanals auf den Querschnitten erkennbar unter Berücksichtigung des OPTs und der axialen CT (Prozent der Strecke durch das Implantationsgebiet)	82% (± 29%)

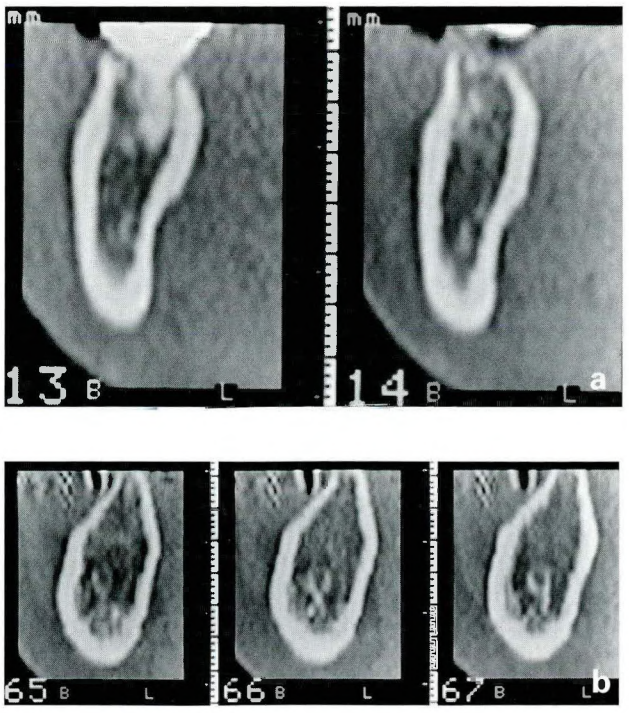
Tab. III: Ergebnisse der qualitativen Messungen des Oberkiefer- (n=20) und des Unterkiefer-Denta-Scans (n=20)

	OK		UK	
	ja	nein	ja	nein
Höhe des Denta-Scans ausreichend	20	0	19	1
Bewegungsartefakte	1	19	8	12
Knochenbreite ausreichend	11	9	14	6
Knochendichte normal	10	10	16	4
Schleimhautschwellung im Sinus maxillaris	16	4		

eine Linsentrübung liegt bei ca. 2000 mGy. Ausserhalb des unmittelbaren Strahlenbereichs der CT-Scans fällt die Strahlenbelastung rasch ab: In 9 mm Abstand liegt sie bereits unter 1% (PHILIPS MEDICAL SYSTEMS 1993). Die effektive Dosis der axialen Computertomographie für ein Denta-Scan wurde von DULA et al. (1996) mit 0,58 mSv im Oberkiefer und mit 0,48 mSv im Unterkiefer errechnet. Eine sorgfältige Indikationsstellung zum Denta-Scan ist daher geboten; in diese Entscheidung sollten jedoch mögliche Nachteile für den Patienten durch das Unterlassen dieser Untersuchung miteinbezogen werden.

Über die Anwendung vor der Insertion von dentalen Implantaten hinaus wird das Denta-Scan auch zur Darstellung von Zysten und Tumoren (KING et al. 1992) sowie von Pathologien im Kiefergelenksbereich eingesetzt (WARNKE et al. 1996). Aus den Ergebnissen dieser Studie lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

Das OK-Denta-Scan gibt mit hoher Zuverlässigkeit eine gute Differenzierung der anatomischen Strukturen; dies ist auf die deutlichen Unterschiede der Strahlentransparenz zwischen Knochen, Schleimhaut und Luft im Sinus maxillaris zurückzuführen. Darüber hinaus kann dem OK-Denta-Scan die genaue Grösse und Lokalisation des Canalis incisivus entnommen werden. Es gibt ausserdem Hinweise für die Konfiguration des Sinus maxillaris und die benötigte Knochenmenge vor chirurgischer Knochenaugmentation (BOYNE & JAMES 1980, SAILER 1989, KREKELER et al. 1993, KREKMANOV 1995).



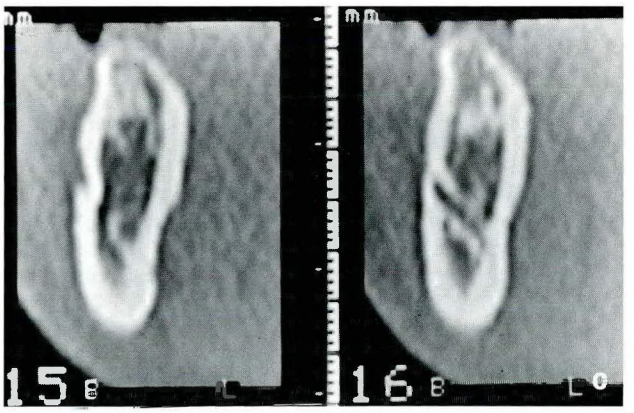


Abb. 4: Schlechte bzw. nicht eindeutige Darstellung des Canalis mandibularis im Unterkiefer-Denta-Scan (B= bukkal; L= lingual). a: Der Mandibularkanal kann aufgrund seiner geringen Kortikalisierung nicht sicher abgegrenzt werden. b: Durch das Verfolgen des Mandibularkanals über mehrere Querschnittbilder kann der Verlauf dieser Struktur erschlossen werden. c: Die Austrittsstelle des Nervus mentalis am Foramen mentale gibt einen wichtigen Hinweis auf den Verlauf des Mandibularkanals.

Störende Bewegungsartefakte sind im Oberkieferbereich sehr selten. Schmale und nicht senkrecht zur Kauebene stehende Kieferkämme der Maxilla sind häufig. Vor Implantationen im Oberkiefer sollte daher ein Denta-Scan in Betracht gezogen werden.

Das Unterkiefer-Denta-Scan bietet in seiner derzeitigen Form in einigen Fällen noch keine befriedigende Darstellung des Mandibularkanals, dessen craniale Begrenzung bei manchen (insbesondere älteren) Patienten nicht ausreichend stark kalzifiziert und damit schlecht erkennbar ist. In diesen Fällen muss man sich die korrekte Implantatlänge anhand des UK-Denta-Scans (Quer- und Longitudinalschnittbilder), der axialen CT und des OPTs erschliessen. Wir erlangten dadurch eine Erkennbarkeit des Mandibularkanals auf 82% seiner Länge durch das potentielle Implantationsgebiet (Tab. II). Geringere Schichtdicken (Reduktion des Partialvolumeneffektes in der CT), kürzere Untersuchungszeiten und eine Verbesserung der Software werden voraussichtlich einen Beitrag leisten, um die Abgrenzung des Mandibularkanals zukünftig zu erleichtern.

Bewegungsartefakte bei der dem UK-Denta-Scan zugrundeliegenden axialen Computertomographie können die Festlegung der richtigen Implantatlänge erschweren. Der hohe Anteil (40%) von Bewegungsartefakten, der in dieser Untersuchung subjektiv ermittelt wurde, mag überraschen, wurde doch bislang darüber kaum berichtet. Doch sind bei genauer Durchsicht der Literatur oftmals Bewegungsartefakte auf Abbildungen zu erkennen, ohne dass sie näher erläutert werden (z. B. Wicht et al. 1994: Abb. 2b, Dula & Buser 1996: Abb. 9c). Die Verkürzung der Untersuchungszeiten und eine zusätzliche Fixierung des Unterkiefers sind geeignete Massnahmen zur Verminderung dieser Bewegungsartefakte. Dennoch wird die fehlerfreie Anfertigung einer axialen CT für ein Denta-Scan im Unterkiefer stets wesentlich schwieriger bleiben als im Oberkiefer. Wenngleich der derzeitige Entwicklungsstand des Unterkiefer-Denta-Scans nicht völlig befriedigen kann, so bietet es im Seitenzahnbereich in vielen Fällen für die Auswahl des richtigen Implantats unverzichtbare Zusatzinformationen.

Summary

Warnke T, Carls F R, Locher M C, Sailer H F: Diagnostic value of denta-scan for implantations in the upper and lower jaw (in German). Acta Med Dent Helv 2: 266–271 (1997)

Denta-scan is a software program for the precise metric assessment of height and width of the bone in the upper and the lower jaw based on axial computed tomography (CT). Twenty consecutive denta-scans of both the maxilla and the mandible performed in 1996 were analyzed. A comparison between the evaluation of implant installation based on the panoramic radiograph (OPG) and the denta-scan showed in seven cases the same and in 13 patients different results in the maxilla: By denta-scan, the possible length of the implants was estimated longer than indicated by the OPG in four and shorter in nine patients. In the mandible, the possible length of the implants was found to be the same in eight cases; in six patients the denta-scan showed the possibility to insert longer implants and in six cases shorter ones to fit better the height of the bone. The denta-scan of the maxilla provided the necessary information to choose the appropriate implant for all patients.

Because the mandibular canal is sometimes poorly delineated and movement artifacts are more frequent, the denta-scan of the lower jaw should be improved. Thinner CT-slices, shorter examination time and a better software might contribute to more precise denta-scans of the mandible in the future.

Résumé

Le Denta-Scan est un logiciel destiné à déterminer la mesure précise de la hauteur et de l'épaisseur de l'os maxillaire et mandibulaire sur la base d'une tomodensitométrie (CT-Scan). Vingt Denta-Scans du maxillaire et de la mandibule, effectués en 1996 dans notre clinique, ont été évalués. Une comparaison directe des possibilités de longueur d'implantation entre orthopantomogramme (OPT) et Denta-Scan a montré, au maxillaire, une concordance des résultats dans sept cas et des différences dans treize cas. Parmi ces derniers, la longueur d'implantation était plus favorable dans quatre cas avec le Denta-Scan, alors qu'elle l'était moins dans les neuf autres. A la mandibule, huit cas montraient des résultats identiques pour les deux méthodes. Par contre, dans six cas la longueur d'implantation était plus grande et dans six cas plus petite avec le Denta-Scan qu'avec l'OPT. Le Denta-Scan au maxillaire a donné chez tous les patients les informations nécessaires pour l'implantation optimale. Cependant, celui-ci nécessite encore des améliorations au niveau du maxillaire inférieur. La problématique du Denta-Scan mandibulaire réside dans la difficulté de délimiter le canal alvéolaire inférieur et dans la présence d'artéfacts dus à des mouvements. La capacité d'information du Denta-Scan mandibulaire pourrait être améliorée par des couches de CT-Scan d'épaisseur plus faible, des durées d'examens plus courtes (moins d'artéfacts de mouvements), de mème qu'un logiciel plus perfomant.

Literatur

Buser D, Brägger U, Lang N P: Die implantologische Versorgung der Freiendsituation im Unterkiefer. Schweiz Monatsschr Zahnmed 98: 746–754 (1988)

Boyne P, James R: Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. J Oral Surg 38: 613–616 (1980)

Casselman J W, Deryckere F, Hermans R, Declercq C, Neyt L, Pattyn G, Meeus L, Vandevoorde P, Steyaert L, Devos V: Denta Scan: CT software program used in the anatomic evaluation of the mandible and the maxilla in the perspective of endosseous implant surgery. Röfo Fortschr Geb Röntgenstr Neuen Bildgeb Verfahr 155: 4–10 (1991)

Dula K, Buser D: Computertomographie/Orale Implantologie. Schweiz Monatsschr Zahnmed 106: 550–559 (1996)

Dula K, Buser D, Porcellini B, Berthold H, Schwarz M: Computertomographie/Orale Implantologie. Schweiz Monatsschr Zahnmed 104: 451–456 (1994)

Dula K, Mini R, Van der Stelt P F, Lambrecht J T, Schneeberger P, Buser D: Hypothetical mortality risk associated with spiral computed tomography of the maxilla and mandible. Eur J Oral Sci 104: 503–510 (1996)

Hirschfelder U: Radiologische Übersichtsdarstellung des Gebisses: Dental-CT versus Orthopantomographie. Fortschr Kieferorthop 55: 14–20 (1994)

King J M, Caldarelli D D, Petasnick J P: Dental scan: a new diagnostic method for evaluating mandibular and maxillary pathology. Laryngoscope 102: 379–387 (1992)

Klein M, Cranin A N, Sirakian A: Computerized tomography (CT) scan appliance for optimal presurgical and preprosthetic planning of the implant patient. Pract Perio Aesth Dent 5: 33–39 (1993)

Krekeler G, Ten Bruggenkate C M, Oosterbeeck H S: Verbesserung des Implantatbettes durch Augmentation mit autologem Knochen. Z Zahnärztl Implantol 9: 231–236 (1993)

KREKMANOV L: A modified method of simultaneous bone grafting and placement of endosseous implants in the severely atrophic maxilla. Int J Oral Maxillofac Implants 10: 682–688 (1995)

LACAN A, MICHELIN J, DANA A, LEVY L, MEYER D: Nouvelle imagerie dentaire. Editions CdP, Paris (1993)

LAMORAL Y, QUIRYNEN M, PEENE P, VANNESTE F, LEMAHIEU S F, BAERT A L, VAN STEENBERGHE D: Computed tomography in the preoperative planning of oral endo-osseous implant surgery. Röfo Fortschr Geb Röntgenstr Neuen Bildgeb Verfahr 153: 505–509 (1990)

LINDH C, NILSSON M, KLINGE B, PETERSSON A: Quantitative computed tomography of trabecular bone in the mandible. Dentomaxillofac Radiol 25: 146–150 (1996)

MC GIVNEY G, HAUGHTON V, STRAND J, EICHHOLZ J, LUBAR D: A comparison of computer-assisted tomography and data-gathering modalities in prosthodontics. Int J Oral Maxillofac Implants 1: 55–68 (1986)

PHILIPS MEDICAL SYSTEMS: Tomoscan SR 7000 Operator's manual. Best, The Netherlands, pp. 13–18 (1993)

QUIRYNEN M, LAMORAL Y, DEKEYSER C, PEENE P, VAN STEENBERGHE D, BONTE J, BAERT A L: CT standard reconstruction technique for reliable jaw bone volume determination. Int J Oral Maxillofac Implants 5: 384–389 (1990)

SAILER H F: A new method of inserting endosseous implants in totally atrophic maxillae. J Cranio-Maxillofac Surg 17: 299–305 (1989)

SCHÜLLER H, KÖSTER O, EWEN K: Untersuchung zur Strahlenbelastung von Augenlinse und Schilddrüse bei der hochauflösenden Computertomographie der Zähne. Fortschr Röntgenstr 156: 189–192 (1992)

SCHWARZ M, ROTHMAN S, RHODES M, CHAFETZ N: Computed tomography: Part I. Preoperative assessment of the mandible for endosseous implant surgery. Int J Oral Maxillofac Implants 2: 137–141 (1987a)

SCHWARZ M, ROTHMAN S, RHODES M, CHAFETZ N: Computed tomography: Part II. Preoperative assessment of the maxilla for endosseous implant surgery. Int J Oral Maxillofac Implants 2: 143–148 (1987b)

SETHI A: Precise site location for implants using CT scans: a technical note. Int J Oral Maxillofac Implants 8: 433–438 (1993)

TAN K B: The use of multiplanar reformatted computerised tomography in the surgical-prosthodontic planning of implant placement. Ann Acad Med Singapore 24: 68–75 (1995)

WARNKE T, CARLS F R, SAILER H F: A new method for assessing the temporomandibular joint quantitatively by dental scan. J Cranio-Maxillofac Surg 24: 168–172 (1996)

WICHT L, MOEGELIN A, SCHEDEL H, PENTZOLD C, BIER J, LANGER R, FELIX R: Dental-CT-Studie zur präoperativen Beurteilung der Kieferatrophie. Aktuelle Radiol 4: 64–69 (1994)