

Int Poster J Dent Oral Med 2004, Vol 6 No 02, Poster 220

Eine neue Methode der extraoralen Zahnfilmfixation

Language: Deutsch

Autoren:

Dr. Dr. Matthias Kelker,
Univ.-Prof. Dr. Dr. Dr. h. c. Ulrich Joos,
Priv.-Doz. Dr. Dr. Johannes Kleinheinz,
Klinik und Poliklinik für Mund- und Kiefer-Gesichtschirurgie,
Universitätsklinikum Münster

Datum/Veranstaltung/Ort:

29.-31. Mai 2003
54. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Kieferchirurgie
Bad Homburg/Deutschland

Einleitung

Radiologische Techniken zur Darstellung der Knochenformationen im Ober- und Unterkiefer haben sich in den letzten Jahren zu wichtigen Instrumenten in der Indikationsstellung und Verlaufsbeurteilung in der oralen Implantologie entwickelt. Konventionelle Röntgenmethoden haben jedoch in der Früherkennung von Knochenabbauvorgängen nur eine geringe Sensitivität.¹ Demgegenüber ermöglicht die digitale Subtraktionsradiographie (DSR) gerade kleinste Knochendichteveränderungen zur Verlaufsbeurteilung von periimplantärem Knochenabbau und Augmentatverlusten frühzeitig zu erkennen.^{2,3} Voraussetzung für die subtraktive digitale Weiterverarbeitung von Röntgenbildern sind zum einen identische Helligkeitswerte aller korrespondierenden Bildbereiche - bis auf die in ihrer Röntgendichte veränderten Areale - und zum anderen die absolute Übereinstimmung der Bildpunktkoordinaten, also eine kongruente geometrische Projektion.⁴⁻⁶ In der vorliegenden Studie wird ein Verfahren entwickelt und analysiert, das eine reproduzierbare Projektionsgeometrie zur Erstellung intraoraler Serienbilder ermöglicht, ohne auf die Notwendigkeit eines individuell angefertigten Aufbißblockes oder anderer aufwendiger apparativer Zusatzausrüstungen zurückzugreifen.

Material und Methode

Die Aufgabe des extraoralen Fixationssystems besteht in der mehrdimensionalen Positionierung der verschiedenen beweglichen Parameter, die auf die Projektionsgeometrie Einfluss nehmen: Film, Patient und Röntgenröhre. Für diesen Zweck wurde ein konventionelles extraorales Fixationssystem für okklusale Registrare (Rotofix 218601, Girschbach Dental) durch eine adjustierbare Schiene und eine Skalierung für individuelle Zahnfilmpositionierungen modifiziert (Fig. 1).

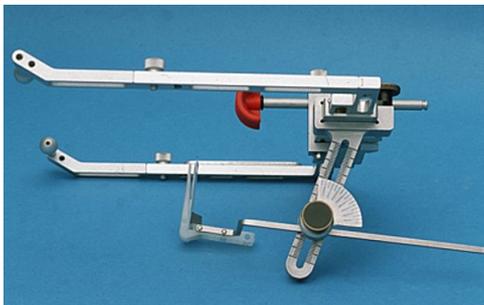


Fig. 1

Für die Analyse der Präzision in der Röntgenserienbildgewinnung wurden Untersuchungen an einem konventionellen Phantom (DXTR III X-ray Trainer, Rinn Corporation) durchgeführt (Fig. 2).

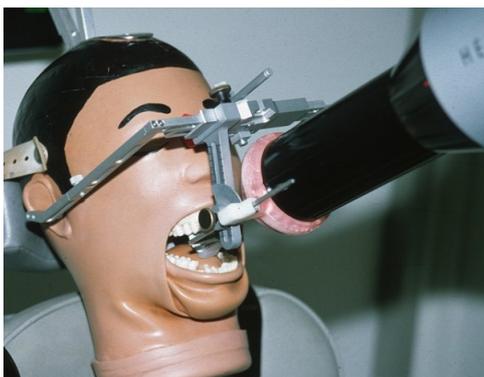


Fig. 2

Hierzu wurden von 11 Versuchspersonen insgesamt 400 Röntgenbilder (Heliodent 70, Siemens; Ektaspeed film, Eastman Kodak Company) der Oberkiefer- bzw. der Unterkieferfrontzahnregion erstellt. Zur Messung auftretender Winkelabweichungen der Zentralstrahlabweichung α_z wurde ein Prüfkörper an den vestibulären und palatinalen oder lingualen Alveolarknochenflächen angebracht (Fig. 3).

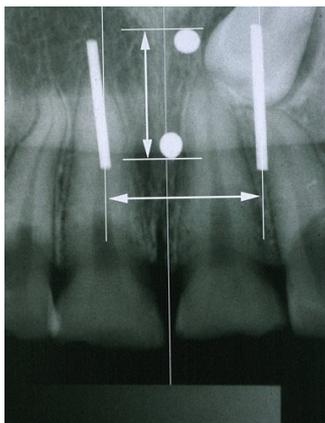


Fig. 3

Alle Bilder wurden automatisiert entwickelt (Dürr XR II, Dürr Dental) und anschließend unter Histogrammoptimierung mittels Referenzkeil⁷ (Fig. 4) digitalisiert (Saphir Ultra, Linotype Hell).

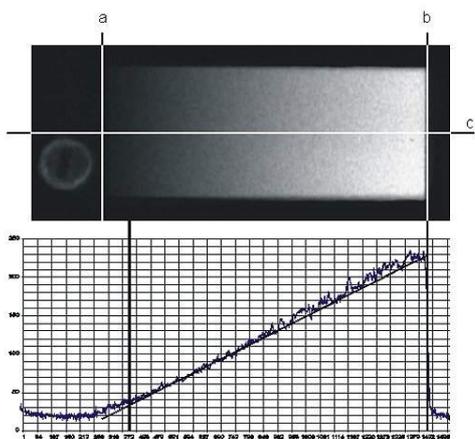


Fig. 4

Die aufgetretenen Projektionsfehler (Fig. 5) wurden in den Kategorien Oberkiefer / Unterkiefer, Vertikal / Horizontal und Intrapersonal / Interpersonal ausgewertet [$\Sigma = 800$ Messdaten].

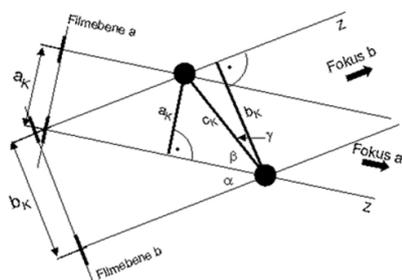


Fig. 5

Zur Evaluation der klinischen Anwendbarkeit wurde in der Klinik und Poliklinik für Mund- und Kiefer-Gesichtschirurgie der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster an insgesamt $n=10$ Patienten mit Knochenaugmentation und konsekutiver Implantation im Frontzahnbereich das oben beschriebene extraorale Fixationsgerät als standardisiertes Röntgenverfahren mit $n=15$ möglichen Subtraktionsradiographien angewandt.

Ergebnisse

Die Dauer der Bildakquisition mit dem System am Phantom betrug durchschnittlich 4,2 min [1,8 - 4,9 min]. Die mittlere Dauer der Röntgenbilderstellung am Patienten betrug 6,1 min [3 - 10 min]. Die statistische Auswertung der empirisch gewonnenen Daten ergab eine Normalverteilung der Messwerte (Anpassungstest nach Kolmogorov-Smirnov). Die Beurteilung der Relevanz von Unterschieden in den Kategorien Oberkiefer / Unterkiefer, Vertikal / Horizontal und Intrapersonal / Intrapersonal wurde durch das ANOVA-Testverfahren überprüft. Auf dem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ fanden sich keine statistisch signifikanten Differenzen in den genannten Kategorien. Die zusätzlich durchgeführten Kontrollen (Scheffé - Prozedur, Kruskal - Wallis Test) erhärteten diese Einschätzung. In der Analyse der Zentralstrahlabweichung α_z des extraoralen Fixationssystems ergaben sich im Oberkiefer mittlere Abweichungen von $1,12^\circ - 1,22^\circ$ und im Unterkiefer von $1,22^\circ - 1,30^\circ$. In der vertikalen Dimension fanden sich etwa $0,1^\circ - 0,2^\circ$ größere Abweichungen als in der horizontalen Dimension. Dieses impliziert eine bessere Stabilität der Systemanordnung in der horizontalen Ebene und im Oberkiefer, was aufgrund der Systemanordnung auch plausibel erscheint. Die 95% Konfidenzintervalle wiesen im Ober- und Unterkiefer Winkelabweichungen kleiner als $2,2^\circ - 2,7^\circ$ auf. In in-vitro Studien wurde ermittelt, wie große Winkelabweichungen in der Projektionsgeometrie tolerabel sind, damit eine Subtraktion noch sinnvoll ist. Werte von 3° ^{8,9} oder 5° ¹⁰ wurden als akzeptabel beschrieben. In der Patientengruppe waren alle erstellten Röntgenbilder für eine digitale Subtraktionsradiographie geeignet, insgesamt konnten $n=15$ digitale Subtraktionen durchgeführt werden (Fig. 6 a - f).

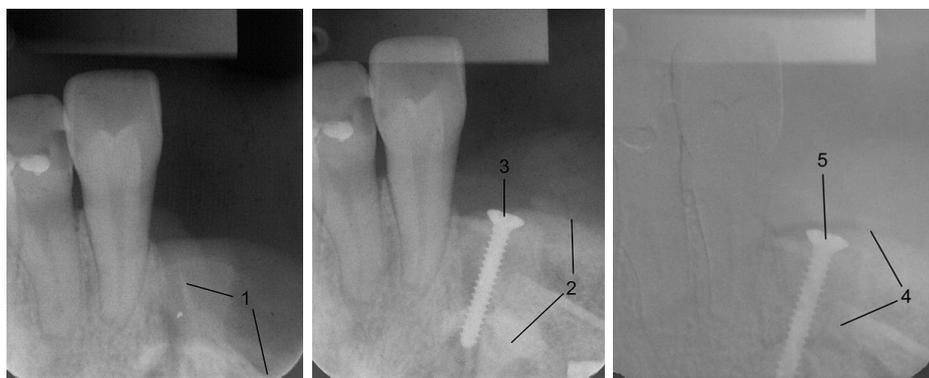


Fig. 6: Patient F.A., männlich, 36 Jahre. Traumatischer Alveolarknochenverlust im Oberkiefer. Knochenaufbau mittels Beckenspan.

- a) Ausgangsbefund vor Augmentation, 1 Knochendefekt
 b) Zustand direkt nach Augmentation, 2 Knochenspan, 3 Fixationsschraube
 c) digitale Subtraktionsradiographie a) / b), 4 ergänzter Knochenspan, 5 ergänzte Fixationsschraube, deshalb Signalanhebung

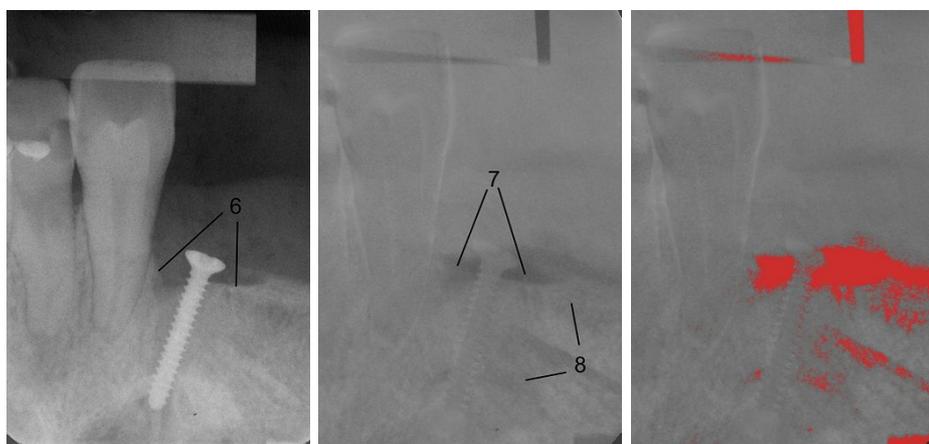


Fig. 6: Patient F.A., männlich, 36 Jahre. Traumatischer Alveolarknochenverlust im Oberkiefer. Knochenaufbau mittels Beckenspan.

- d) Zustand 3 Monate nach Augmentation, 6 lakunärer Knochendefekt im Bereich des Schraubenkopfes
 e) digitale Subtraktionsradiographie b) / d), 7 deutliche Signalabschwächung im Bereich des Knochendefektes, 8 Signalabschwächung im augmentierten Knochen
 f) nachbearbeitete Darstellung mittels Threshold, bestimmte Grauwerte werden nun farbig dargestellt und sind nun besser abgrenzbar

Schlussfolgerung

Die mit dem neuen System erzielbare Präzision in der Projektionsgeometrie ergibt eine ausreichende Validität und Reliabilität für die Durchführung der digitalen Subtraktionsradiographie. Besondere Vorteile sind der geringe apparative Aufwand und die Möglichkeit des Einsatzes im teil- und unbezahnten Kiefer. In der Implantologie wird so auch eine Verlaufsbeobachtung in der frühen Einheilphase (fehlende Suprakonstruktion) ermöglicht.

Literatur

1. Wenzel A, Warrer K, Karring T. Digital subtraction radiography in assessing bone changes in periodontal defects following guided tissue regeneration. J Clin Periodontol 1992, 19: 208-213

2. Christgau M, Wenzel A, Hiller KA, Schmalz G. Quantitative digital subtraction radiography for assessment of bone density changes following periodontal guided tissue regeneration. *Dentomaxillofac Radiol* 1994, 25: 25-33
3. Jung YC, Han CH, Lee KW. A 1-year radiographic evaluation of marginal bone around dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996, 11: 811-818
4. Rudolph DJ, White SC, Mankovich J. Influence of geometric distortion and exposure parameters on sensitivity of DSR. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1987, 64: 631-637
5. Hausmann E. A contemporary perspective on techniques for the clinical assessment of alveolar bone. *J Periodontol* 1990, 61: 149-156
6. Vandre, RH, Webber RL (1995) Future trends in dental radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 80: 471-478
7. Allen KM, Hausmann E (1996) Analytical methodology in quantitative digital subtraction radiography: analysis of the aluminium reference wedge. *J Periodontol* 67: 1317-1321
8. Gröndahl K, Gröndahl HG, Webber RL. Influence of variations in projection geometry on the detectability of periodontal bone lesions. *J Clin Periodontol* 1984, 11: 411-420
9. Rüttimann UE, Okano T, Gröndahl HG, Gröndahl K (1981) Exposure geometry and film contrast differences as basis for incomplete cancellations of irrelevant structures in dental subtraction radiography. *Proc SPIE* 314: 372-377
10. Shrout MK, Weaver J, Potter BJ, Hildebolt CF (1996) Spatial resolution and angular alignment tolerance in radiometric analysis of alveolar bone change. *J Periodontol* 67: 41-45

Dieses Poster wurde übermittelt von Dr. Dr. Matthias Kelker.

Korrespondenz-Adresse:

Dr. Dr. Matthias Kelker

Klinik und Poliklinik für Mund- und Kiefer-Gesichtschirurgie,
Universitätsklinikum Münster
Waldeyerstr. 30
48149 Münster
Germany



Klinik und Poliklinik für
Mund- und Kiefer-Gesichtschirurgie
Waldeyerstraße 30,
48129 Münster



Westfälische Wilhelms - Universität
Münster

EINE NEUE METHODE DER EXTRAORALEN ZAHNFILMFIXATION FÜR DIE DIGITALE SUBTRAKTIONS RADIOGRAPHIE

Matthias Kelker, Ulrich Joos, Johannes Kleinheinz

Klinik und Poliklinik für Mund- und Kiefer-Gesichtschirurgie, Westfälische Wilhelms-Universität, Münster

Einleitung

Radiologische Techniken zur Darstellung der Knochenformationen im Ober- und Unterkiefer haben sich in den letzten Jahren zu wichtigen Instrumenten in der Indikationsstellung und Verlaufsbeurteilung in der ersten Implantologie entwickelt. Konventionelle Röntgenmethoden haben jedoch in der Früherkennung von Knochenabbauvorgängen nur eine geringe Sensitivität. Demgegenüber ermöglicht die digitale Subtraktionsradiographie (DSR) gerade kleinste Knochenstrukturveränderungen zur Verlaufsbeurteilung von perimplantärem Knochenabbau und Augmentationsverlusten frühzeitig zu erkennen.^{1,2} Voraussetzung für die subtraktive digitale Weiterverarbeitung von Röntgenbildern sind zum einen identische Heißwertwerte aller korrespondierenden Bildbereiche – bis auf die in ihrer Röntgendichte veränderten Areale – und zum anderen die absolute Übereinstimmung der Bildpunktkoordinaten, also eine kongruente geometrische Projektion.^{3,4} In der vorliegenden Studie wird ein Verfahren entwickelt und analysiert, das eine reproduzierbare Projektionsgeometrie zur Erstellung intraserialer Serienbilder ermöglicht, ohne auf die Notwendigkeit eines individuell angefertigten Aufbittdockers oder anderer aufwendiger apparativer Zusatzausrüstungen zurückzugreifen.

Ergebnisse

Die Dauer der Bildakquisition mit dem System am Phantom betrug durchschnittlich 4,2 min [1,8 – 4,9 min]. Die mittlere Dauer der Röntgenbildherstellung am Patienten betrug 6,1 min [3 – 10 min]. Die statistische Auswertung der empirisch gewonnenen Daten ergab eine Normalverteilung der Messwerte (Anpassungstest nach Kolmogorov-Smirnov). Die Beurteilung der Relevanz von Unterschieden in den Kategorien Oberkiefer / Unterkiefer, Vertikal / Horizontal und Intrapersonal / Interpersonal wurde durch das ANOVA-Testverfahren überprüft. Auf dem Signifikanzniveau von $p < 0,05$ fanden sich keine statistisch signifikanten Differenzen in den genannten Kategorien. Die zusätzlich durchgeführten Kontrollen (Schefé - Prozedur, Kruskal - Wallis Test) erläuterten diese Einschätzung. In der Analyse der Zentralstrahlabweichung α , das extraorale Fixationsystems ergaben sich im Oberkiefer mittlere Abweichungen von $1,12^\circ - 1,22^\circ$ und im Unterkiefer von $1,22^\circ - 1,30^\circ$. In der vertikalen Dimension fanden sich etwa $0,1^\circ - 0,2^\circ$ größere Abweichungen als in der horizontalen Dimension. Dieses impliziert eine bessere Stabilität der Systemanordnung in der horizontalen Ebene und im Oberkiefer, was aufgrund der Systemanordnung auch plausibel erscheint.



Fig. 6 a - f Patient F.A., männlich, 36 Jahre. Traumatischer Alveolarknochenverlust im Oberkiefer. Knochenaufbau mittels Beckerspin. a) Ausgangsbefund vor Augmentation, 1 Knochendefekt. b) Zustand direkt nach Augmentation, 2 Knochenspinen, 3 Fixationsstrahle. c) digitale Subtraktionsradiographie (DSR). d) Zustand 3 Monate nach Augmentation, 6 klarer Knochendefekt im Bereich der Schraubentopfes. e) digitale Subtraktionsradiographie (DSR). f) digitale Subtraktionsradiographie im Bereich des Knochendefektes, 8 digitale Subtraktionsradiographie im augmentierten Knochen. g) nachbearbeitete Darstellung mittels Threshold, bestimmte Grauwerte werden nun farblich dargestellt und sind nun besser abgrenzbar.

Material und Methode

Die Aufgabe des extraoralen Fixationsystems besteht in der mehrdimensionalen Positionierung der verschiedenen beweglichen Parameter, die auf die Projektionsgeometrie Einfluss nehmen: Film, Patient und Röntgenröhre. Für diesen Zweck wurde ein konventionelles extraorales Fixationsystem für okklusale Registrare (Röfofix, Z19501, Günbach Dental) durch eine adjustierbare Scharniere und eine Skalierung für individuelle Zahnimpfpositionierungen modifiziert (Fig. 1). Für die Analyse der Präzision in der Röntgensensibilisierung wurden Untersuchungen an einem konventionellen Phantom (DXTR II X-ray Trainer, Rinn Corporation) durchgeführt (Fig. 2). Hierzu wurden von 11 Versuchspersonen insgesamt 400 Röntgenbilder (Heiseler 70, Siemens; EktaSpeed film, Eastman Kodak Company) der Oberkiefer- bzw. der Unterkieferfrontzahnregion erstellt. Zur Messung auftretender Winkelabweichungen der Zentralstrahlabweichung α wurde ein Prüfkörper an den vestibulären und palatinalen oder linguale Alveolarknochenflächen angebracht (Fig. 3). Alle Bilder wurden automatisch entwickelt (Dür XR II, Dör Dental) und anschließend unter Histogrammoptimierung mittels Referenzkoll. (Fig. 4) digitalisiert (Saphir Ultra, Linotype Hell). Die aufgetretenen Projektionsfehler (Fig. 5) wurden in den Kategorien Oberkiefer / Unterkiefer, Vertikal / Horizontal und Intrapersonal / Interpersonal ausgewertet ($n = 800$ Messdaten).

Zur Evaluation der klinischen Anwendbarkeit wurde in der Klinik und Poliklinik für Mund- und Kiefer-Gesichtschirurgie der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster an insgesamt $n=10$ Patienten mit Knochenaugmentation und konsekutiver Implantation im Frontzahnbereich das oben beschriebene extraorale Fixationsgerät als standardisiertes Röntgenverfahren mit $n=15$ möglichen Subtraktionsradiographien angewandt.

Die 95% Konfidenzintervalle weisen im Ober- und Unterkiefer Winkelabweichungen kleiner als $2,2^\circ - 2,7^\circ$ auf. In *in-vitro* Studien wurde ermittelt, wie große Winkelabweichungen in der Projektionsgeometrie tolerierbar sind, damit eine Subtraktion noch sinnvoll ist. Werte von 3° bis 8° oder 5° bis 10° wurden als akzeptabel beschrieben. In der Patientenstudie waren alle erstellten Röntgenbilder für eine digitale Subtraktionsradiographie geeignet, insgesamt konnten $n=15$ digitale Subtraktionen durchgeführt werden (Fig. 6 a - f).

Schlussfolgerung

Die mit dem neuen System erzielbare Präzision in der Projektionsgeometrie ergibt eine ausreichende Validität und Reliabilität für die Durchführung der digitalen Subtraktionsradiographie. Besondere Vorteile sind der geringe apparative Aufwand und die Möglichkeit des Einsatzes im teil- und unbezahnten Kiefer. In der Implantologie wird so auch eine Verlaufsbeobachtung in der frühen Einheilphase (fehlende Suprakonstruktion) ermöglicht.

Literatur

1. Wenzel A, Wenzel K, Klemm T. Digital subtraktion radiography in assessing bone changes in periodontal defects following guided tissue regeneration. *J Clin Periodontol* 1992; 19: 208-213.
2. Chughan M, Elmaghr A, Hilde KA, Schmidt G. Quantitative digital subtraktion radiography for assessment of bone density changes following periodontal guided tissue regeneration. *Dentomaxillofac Radiol* 1994; 23: 20-23.
3. Jung TC, Hsu CH, Lee KW. A 7-year radiographic evaluation of osseous bone around dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998; 13: 911-919.
4. Burdick SJ, Wilson SC, Mersbach J. Influence of geometric distortion and exposure parameters on accuracy of DSR. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1987; 64: 451-457.
5. Hagemann F. A retrospective perspective on techniques for the clinical assessment of alveolar bone. *J Periodontol* 1990; 61: 148-156.
6. Wenzel A, Wenzel K. (1995) Future trends in dental radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 80: 471-479.
7. Jahn HU, Hagemann F. (1995) Quantitative radiography in quantitative digital subtraktion radiographic analysis of the alveolar bone resorption. *J Periodontol* 66: 1317-1323.
8. Oikarinen E, Oikarinen MS, Wenzel K. Influence of variations in projection geometry on the detectability of periodontal bone lesions. *J Clin Periodontol* 1984; 11: 471-479.
9. Kalkstein CE, Chan Y, Grolnicki HG, Grolnicki K. (1981) Exposure geometry and film contrast differences as basis for incomplete cancellations of trabecular structure in dental subtraktion radiography. *Proc SPIE* 314: 332-337.
10. Ström M, Wenzel A, Patten B, Nilner M. (1995) Epitaxial reproducibility and angular alignment tolerance in radiometric analysis of alveolar bone change. *J Periodontol* 67: 41-45.