

Forschung · Wissenschaft Recherche · Science

Editor-in-chief
Chefredaktor
Rédacteur en chef
Jürg Meyer, Basel

Editors
Redaktoren
Rédacteurs
Urs Belser, Genève
Peter Hotz, Bern
Heinz Lüthy, Zürich

Assistant Editor
Redaktions-Assistentin
Rédactrice assistante
Tuomas Waltimo, Basel

Advisory board / Gutachtergremium / Comité de lecture

P. Baehni, Genève
F. Barbakow, Zürich
J.-P. Bernard, Genève
C.E. Besimo, Basel
M. Bickel, Bern
S. Bouillaguet, Genève
U. Brägger, Bern
E. Budtz-Jørgensen, Genève
D. Buser, Bern
M. Cattani, Genève
B. Ciucchi, Genève
K. Dula, Bern
A. Filippi, Basel
J. Fischer, Bern
L.M. Gallo, Zürich
R. Glauser, Zürich
R. Gmür, Zürich
W. Gnoinski, Zürich
K.W. Grätz, Zürich
Ch. Hämmerle, Zürich

N. Hardt, Luzern
T. Imfeld, Zürich
K.H. Jäger, Basel
J.-P. Joho, Genève
S. Kiliaridis, Genève
I. Krejci, Genève
J.Th. Lambrecht, Basel
N.P. Lang, Bern
T. Lombardi, Genève
H.U. Luder, Zürich
A. Lussi, Bern
P. Magne, Genève
C. Marinello, Basel
G. Menghini, Zürich
R. Mericske-Stern, Bern
J.-M. Meyer, Genève
A. Mombelli, Genève
W. Mörmann, Zürich
G. Pajarola, Zürich
S. Palla, Zürich

S. Paul, Zürich
M. Perrier, Lausanne
M. Richter, Genève
S. Ruf, Bern
H.F. Sailer, Zürich
J. Samson, Genève
U. Saxer, Zürich
P. Schärer, Zürich
J.-P. Schatz, Genève
P. Schüpbach, Horgen
P. Stöckli, Zürich
U. Teuscher, Zürich
H. van Waes, Zürich
P. Velvart, Zürich
T. von Arx, Bern
R. Weiger, Basel
A. Wichelhaus, Basel
J. Wirz, Basel
A. Wiskott, Genève

The editors of *Forschung & Wissenschaft/Recherche & Science* of the *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin* are deeply indebted to the following colleagues who with their meticulous work and constructive criticism have contributed in 2002 to the peer reviews:

P. Baehni
F. Barbakow
U. Belser
U. Brägger
D. Buser
F. Carls
B. Ciucchi
K. Faisst
A. Filippi
R. Glauser
R. Gmür

W. Gnoinski
Ch. Hämmerle
N. Hardt
P. Hotz
K. H. Jäger
I. Krejci
E. Kulik
A. Lussi
C. Marinello
G. Menghini
R. Mericske-Stern

W. Mörmann
A. Mombelli
S. Paul
H. F. Sailer
U. Saxer
J. C. Türp
P. Velvart
T. von Arx
R. Weiger
T. Waltimo
A. Wiskott

Publisher
Herausgeber
Editeur
Schweizerische Zahnärzte-Gesellschaft SSO
Société Suisse d'Odonto-Stomatologie
CH-3000 Bern 7

Adresse der wissenschaftlichen Redaktion
Prof. Jürg Meyer
Zentrum für Zahnmedizin
Institut für Präventivzahnmedizin und Orale Mikrobiologie
Hebelstr. 3
4056 Basel

«Esthetic plus»-ITI-Implantate (TPS): eine prospektive klinische Studie

Zusammenfassung

Mit der vorliegenden prospektiven Studie sollte untersucht werden, wie die um 1 mm nach koronal verlängerte raue Implantatoberfläche (TPS) der «esthetic plus»-ITI-Implantate die periimplantäre Knochen- und Weichteilsituation beeinflusst. Bei 12 Patienten mit suffizientem Knochenangebot wurden 21 «esthetic plus»-ITI-Implantate in der Oberkieferfront inseriert und nach 10 und 32 Monaten klinisch und radiologisch nachkontrolliert. Der Durchschnitts-DIB-Wert (DIB=distance between implant shoulder and first implant-bone contact) betrug nach 32 Monaten 2,19 mm. Die DIB-Werte der Implantatseiten, die zu einem natürlichen Nachbarzahn gerichtet waren, betrugen durchschnittlich 1,90 mm, d.h. nur 0,1 mm der koronalen TPS-Schicht hatte keinen Knochenkontakt. Hingegen fanden sich erhöhte DIB-Werte für Implantatseiten, die zu einem Nachbarimplantat (2,63 mm) oder zu einer Freisituation (2,79 mm) gerichtet waren. Das bedeutet, dass der koronale Teil der TPS-Schicht mit 0,83 mm (zu Nachbarimplantat) respektive mit 0,99 mm (zu Freisituation) radiologisch ohne Knochenkontakt blieb, was bei der Wahl von «esthetic plus»-ITI-Implantaten bedacht werden sollte. Als Konsequenz wäre in diesen Situationen ein Standard-ITI-Implantat mit 2,8 mm glatter Halspartie vorzuziehen. Es scheint, dass nicht nur die Verkürzung der glatten Halspartie auf 1,8 mm bei «esthetic plus»-ITI-Implantaten, sondern auch die Nachbarstrukturen des Implantates das periimplantäre Hart- und Weichgewebe beeinflussen.

Schweiz Monatsschr Zahnmed 113: 12–19 (2002)

Schlüsselwörter:

ITI-Implantate, krestaler Knochenkontakt, biologische Breite

Zur Veröffentlichung angenommen: 27. September 2002

Korrespondenzadresse:

Ch. Gerber, med. dent.

Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie

Kantonsspital Luzern

CH-6000 Luzern 16

Tel. ++41-41-205-4568

Fax ++41-41-205-4575

E-Mail: christoph.gerber@gmx.net

CHRISTOPH GERBER¹, NICOLAS HARDT¹
und THOMAS VON ARX²

¹ Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie,
Kantonsspital Luzern

² Klinik für Oralchirurgie und Stomatologie,
Zahnmedizinische Kliniken, Universität Bern

Einleitung

Im Frontzahnbereich sowie in ästhetisch wichtigen Zonen ist eine sichtbare Implantatschulter unerwünscht. Daher werden die Implantate in diesen Lokalisationen tiefer als üblich in den Knochen eingesetzt, so dass der Übergang zur Suprakonstruktion submukosal zu liegen kommt. Dies wiederum kann zu einer periimplantären Knochenresorption im krestalen Bereich führen. Aus diesem Grund wurde beim ITI-Dental-Implantatssystem ein «esthetic plus»-Typ entwickelt. Der Unterschied zum Standardimplantat besteht darin, dass der glattpolierte Halsbereich von 2,8 mm auf 1,8 mm verkürzt wurde.

Historisch wurde die periimplantäre Knochensituation mittels Röntgenaufnahmen analysiert (BRÄNEMARK et al. 1977, ADELL et al. 1981). Bis heute ist die Radiologie die einzige nicht-invasive Methode geblieben, um die Distanz von der Implantatschulter zum krestalen Alveolarknochen (DIB=distance in mm between implant shoulder and first implant-bone contact at the mesial and distal aspects) zu bestimmen (BUSER et al. 1990, WEBER et al.

1992). Radiologische Untersuchungen zum Verhalten des periimplantären Knochens nach Implantation haben gezeigt, dass im ersten Jahr zwei Phasen durchlaufen werden: Eine Einheilphase (Osseointegration) und eine initiale marginale Knochenresorptionsphase (ADELL et al. 1981 und 1986, COX & ZARB 1987, LINDQUIST et al. 1988, WEBER et al. 1992). Sowohl für submukosal als auch transmukosal gesetzte Implantate wurden für den periimplantären Knochen ähnliche initiale Resorptionswerte gemessen, die jedoch je nach Einheilungsart zu verschiedenen Zeiten stattfinden (HERMANN et al. 1997 und 2000).

Auf Grund dieser Beobachtungen wurde ein jährlicher krestaler Knochenverlust von weniger als 0,2 mm nach dem ersten Jahr nach der Implantation für die Erfolgsbeurteilung dentaler Implantate bestimmt (ALBREKTSSON et al. 1986, SMITH & ZARB 1989).

Die Verbindung des Implantates mit einer Suprakonstruktion, einer Einheilkappe oder einem Sekundärteil ergibt einen Mikrospace, auch «microgap», «gap» oder «interface» genannt. Studien haben gezeigt, dass der Mikrospace von submukosal gesetzten Implantaten vorwiegend von anaeroben Bakterien besiedelt wird (QUIRYNEN & VAN STEENBERGHE 1993, PERSSON et al. 1996). Dies wiederum beeinflusst das periimplantäre Weichgewebe und den krestalen Knochen, auch wenn klinisch weder ein Infekt noch eine sichtbare Entzündung vorliegen.

Das periimplantäre Weichgewebe, das demjenigen beim natürlichen Zahn sehr ähnlich ist, besteht aus dem epithelialen und dem bindegewebigen Attachment (SCHROEDER et al. 1981, LISTGARDEN et al. 1991). Zusammen mit dem Sulcus bilden sie die biologische Breite, eine dimensionsmässig stabile und physiologische Struktur (COCHRAN et al. 1997, HERMANN et al. 2000). Zur Beurteilung des periimplantären Weichgewebes werden der modifizierte Plaqueindex (mPFI) und der modifizierte Sulcusblutungsindex (mSBI) verwendet (MOMBELLI et al. 1987, TONETTI & SCHMID 1994, BRÄGGER et al. 1996). Weitere wichtige klinische Parameter sind die Sondierungstiefe (PD=probing depth), der Attachment Level (AL=attachment level) sowie die Implantatmobilität und die Perkussion.

Neben der Implantatform bzw. der Lage des Mikrospace hat auch die Beschaffenheit der Implantatoberfläche einen grossen Einfluss auf das periimplantäre Hart- und Weichgewebe. In der Literatur finden sich viele Arbeiten, die zeigen, dass das Ausmass der Osseointegration mit der chemischen/physikalischen Beschaffenheit der Implantatoberfläche korreliert (CARLSSON et al. 1988, BUSER et al. 1991b, COCHRAN et al. 1996). Raue Oberflächen zeigen einen höheren Anteil an Knochenkontakt, glatte Oberflächen hingegen einen verminderten Anteil an direkter Knochenapposition.

Ziel der vorliegenden Studie war es, den Einfluss der um 1 mm nach koronal verlängerten rauhen TPS-Oberfläche respektive des um 1 mm auf 1,8 mm verkürzten glatten Halsbereiches der «esthetic plus»-ITI-Implantate (Institut Straumann AG, Waldenburg, Schweiz) auf das krestale periimplantäre Hart- und Weichgewebe zu untersuchen.

Material und Methode

Implantatoberfläche

Die Grössen und Dimensionen der in dieser Studie verwendeten «esthetic plus»-ITI-Implantate (TPS-Beschichtung) entsprechen denjenigen der Standardimplantate. Als Unterschied ist die raue Oberfläche auf Kosten der glattpolierten Schulter 1 mm nach koronal verlängert, sodass der glattpolierte Halsbereich nur noch 1,8 mm statt 2,8 mm beträgt (Abb. 1a, 1b).

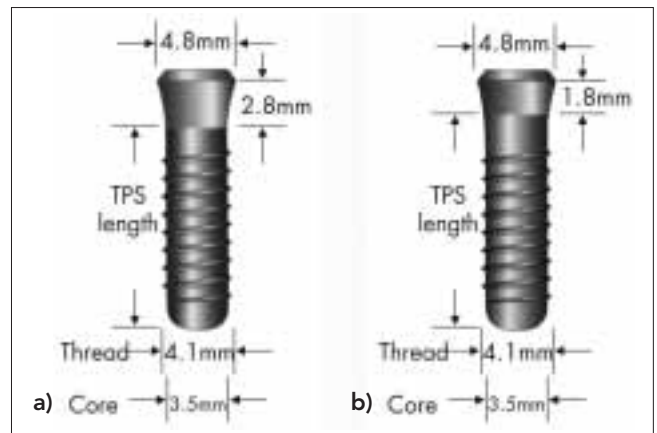


Abb. 1 (a) Standard-ITI-Implantat im Vergleich mit (b) dem «esthetic plus»-ITI-Implantat.

Patienten

Zwölf teilbezahnte Patienten (8 Frauen, 4 Männer) wurden in die prospektive Dreijahresstudie einbezogen. Das Durchschnittsalter betrug zur Zeit der Implantation 39 Jahre (Bereich 19 bis 55 Jahre). Bei diesen Patienten wurden 1997 und 1998 im Oberkiefer 21 «esthetic plus»-Vollschraubenimplantate (Durchmesser 4,1 mm) mit Längen von 10 bis 12 mm in regio 15 bis 25 eingesetzt.

Alle Probanden waren allgemeinmedizinisch unauffällig, bestanden, bis auf vier schwache und einem starken Raucher, aus Nichtrauchern, waren ohne Drogenabusus und führten die Studie zu Ende.

Klinisches Procedere

Vierzehn Implantate wurden submukosal und sieben Implantate semisubmukosal oder transmukosal gesetzt. War aus ästhetischen Gründen oder infolge eines Fenestrationsdefektes eine apikale laterale Knochenaugmentation mit autologem Knochen nötig, erfolgte ein primärer Wundverschluss (submerged implants). Der Übergang glatte/raue Oberfläche gelangte bei allen Implantaten subkrestal, die Implantatschultern 0,5 bis 1 mm suprakrestal, 1 bis 2 mm unterhalb der Schmelzzementgrenze der Nachbarzähne. Bei allen Eingriffen war keine krestale Knochenaugmentation nötig, was als Hauptkriterium für die Patientenselektion galt.

Alle Patienten wurden perioperativ mit Augmentin® (SmithKline Beecham AG, Thörishaus, Schweiz) für 3–5 Tage antibiotisch abgeschirmt (3×625 mg/d). Zusätzlich erhielten die Patienten Chlorhexidin 0,1% und Plak-Out® Gel (Hawe-Neos Dental, Bioggio, Schweiz) sowie eine Mundhygieneinstruktion. Die Nahtentfernung erfolgte sieben bis zehn Tage postoperativ.

Bei sieben Patienten wurde während der Einheilphase ein Klammerprovisorium abgegeben, das jedoch im Bereich der Implantate vollständig ausgeschliffen wurde. Die Anfertigung der Suprakonstruktion durch die zuweisenden Zahnärztinnen und Zahnärzte erfolgte im Durchschnitt 8,4 Monate nach dem Eingriff (Bereich fünf bis zwölf Monate). Vier Einzelzahnkronen wurden verschraubt, 17 Einzelzahnkronen wurden zementiert und zehn Implantate wurden verblockt.

Untersuchungsparameter

Die klinischen Parameter (mPFI, mSBI, Sondierungstiefe und Attachment Level) wurden pro Implantat an vier Seiten (mesial, distal, bukkal und palatinal) nach 10 und 32 Monaten mit einer

skalierten «Williams»-Sonde gemessen (VON ARX et al. 1998), (Abb. 2). Der modifizierte Plaqueindex umfasste einen Score von 0 bis 3 (0=keine Plaque, 1=Plaque nur mit Sonde feststellbar, 2=Plaque von blossen Auge sichtbar, 3=starke Plaqueanhäufung), ebenso der modifizierte Sulcusblutungsindex (0=keine Blutung, 1=isolierte Blutung, 2=konfluierende, linienförmige Blutung, 3=starke Blutung). Standardisierte Röntgenbilder wurden postoperativ sowie nach 10 und 32 Monaten angefertigt (Abb. 3a–3c). Um Projektionsfehler wie Rotations- und Angulationsfehler zu minimieren sowie die Rechtwinkeltechnik zu garantieren (HERMANN et al. 2001), wurde ein individueller Quetschbiss aus Silikon (Optosil®, Heraeus-Kulzer, Dormagen, Deutschland) mit einem Röntgenhalter (Rinn Corporation, Elgin, IL, USA) verwendet. Die Zahnfilme (Kodak Ultra-speed, Grösse 0 und 2, Rochester, NY, USA) wurden mit einem Heliodent-70-Röntgengerät (Siemens, Benzheim, Deutschland), long cone Tubus SR 70/7 mit 70 kV und 7 mA sowie einem automatischen Timer (Dentotime) belichtet.

Um die Veränderungen der krestalen Knochenhöhe zu bestimmen, wurde die Distanz von der Implantatshulter (=Referenzpunkt) bis zum koronalsten Punkt des Knochen-Implantatkontaktes (DIB) bei jedem Implantat mesial und distal gemessen (BUSER et al. 1990, WEBER et al. 1992). Daneben wurden die bekannten, vom Hersteller angegebenen Implantatdimensionen auf die gleiche Weise als Referenzlängen bestimmt, um projektionsbedingte Verzerrungen zu eliminieren. Alle Messungen erfolgten zweimal unabhängig voneinander vom gleichen Untersucher (C.G.) mit einer skalierten Kopflupe unter 8facher Vergrößerung (K 8×190, Carl Zeiss AG, Feldbach, Schweiz).

Resultate

Alle 21 Implantate heilten komplikationslos ein und wiesen nach zehn Monaten klinisch einwandfreie periimplantäre Ver-

hältnisse mit ankylotischer Stabilität auf. Nach 32 Monaten zeigte der Patient, der als starker Raucher eingestuft wurde, bei intermittierenden Schmerzen eine palatinale Sondierungstiefe von mehr als 7 mm und wurde aus der Studie ausgeschlossen. Der zweite drop-out Fall war auf einen massiven Verlust des horizontalen Knochenaugmentates bei einem Nachbarimplantat zurückzuführen.

Klinische Parameter

Die durchschnittliche Sondierungstiefe betrug nach 10 Monaten 3,2 mm und nach 32 Monaten 3,3 mm (Tab. I und II). Die mesialen Sondierungstiefen nahmen in dieser Zeitperiode von 3,3 mm auf 4,2 mm zu, die distalen Sondierungstiefen von 3,4 mm auf 3,5 mm. Die Sondierungstiefen der bukkalen Implantatseiten reduzierten sich vom 10. Monat bis zum 32. Monat um 0,6 mm (von 3,1 mm auf 2,5 mm) und zeigten den niedrigsten Durchschnittswert aller vier Implantatseiten. Die Sondierungstiefen der palatinalen Implantatseiten blieben praktisch konstant (Reduktion von 3,1 mm auf 3,0 mm). Ganz andere Ergebnisse zeigte die Aufschlüsselung der Sondierungstiefen

Tab. I Durchschnittswerte der klinischen Parameter nach 10 Monaten (n=19).

Parameter	PD	DIM	AL	mPII	mSBI
mesial	3,3 mm	1,8 mm	1,5 mm	0	0,2
distal	3,4 mm	1,9 mm	1,5 mm	0	0,2
bukkal	3,1 mm	1,5 mm	1,6 mm	0	0,2
palatinal	3,1 mm	1,2 mm	1,9 mm	0,1	0,1
Durchschnitt	3,2 mm	1,6 mm	1,6 mm	0	0,18

PD: probing depth, DIM: distance between implant shoulder and mucosal margin, AL: attachment level, mPII: modifizierter Plaqueindex, mSBI: modifizierter Sulcusblutungsindex.

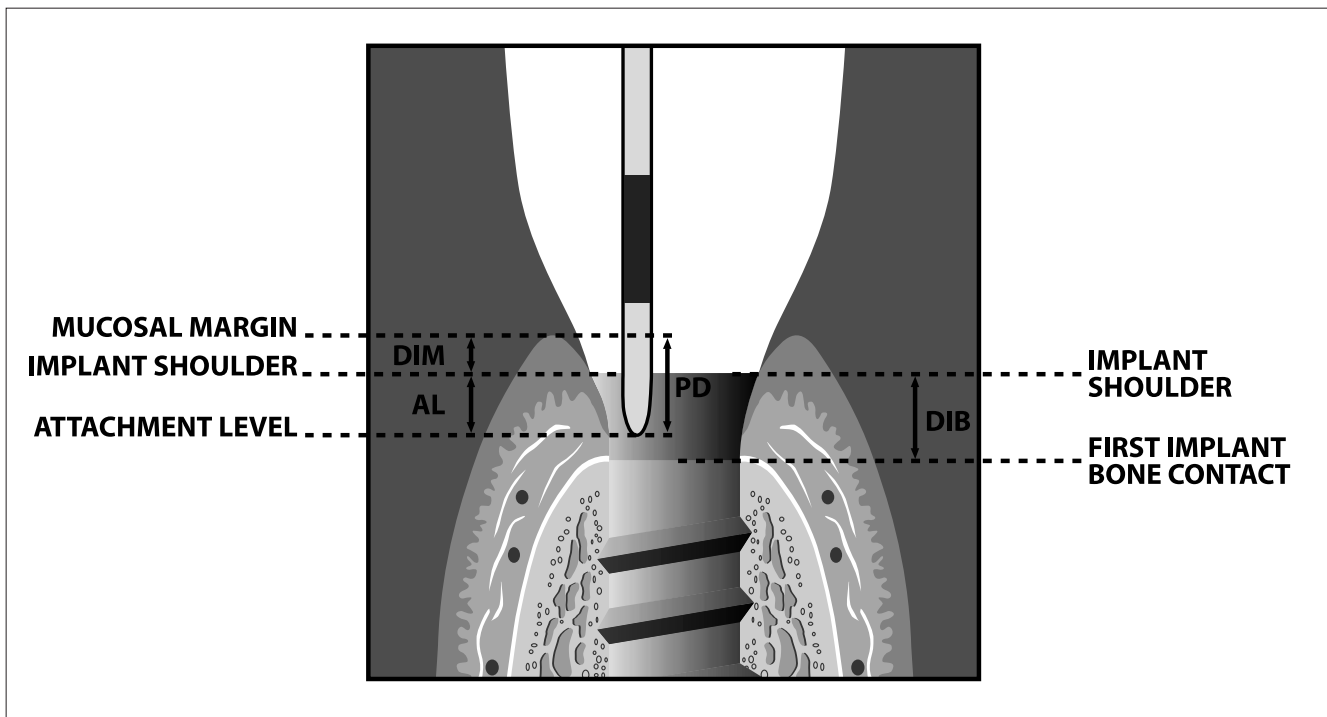


Abb. 2 PD=«probing depth» in mm, DIM=«distance between implant shoulder and mucosal margin» in mm, AL= «attachment level» in mm, aus Differenz zwischen PD und DIM, DIB=«distance between implant shoulder and first implant-bone contact» in mm.

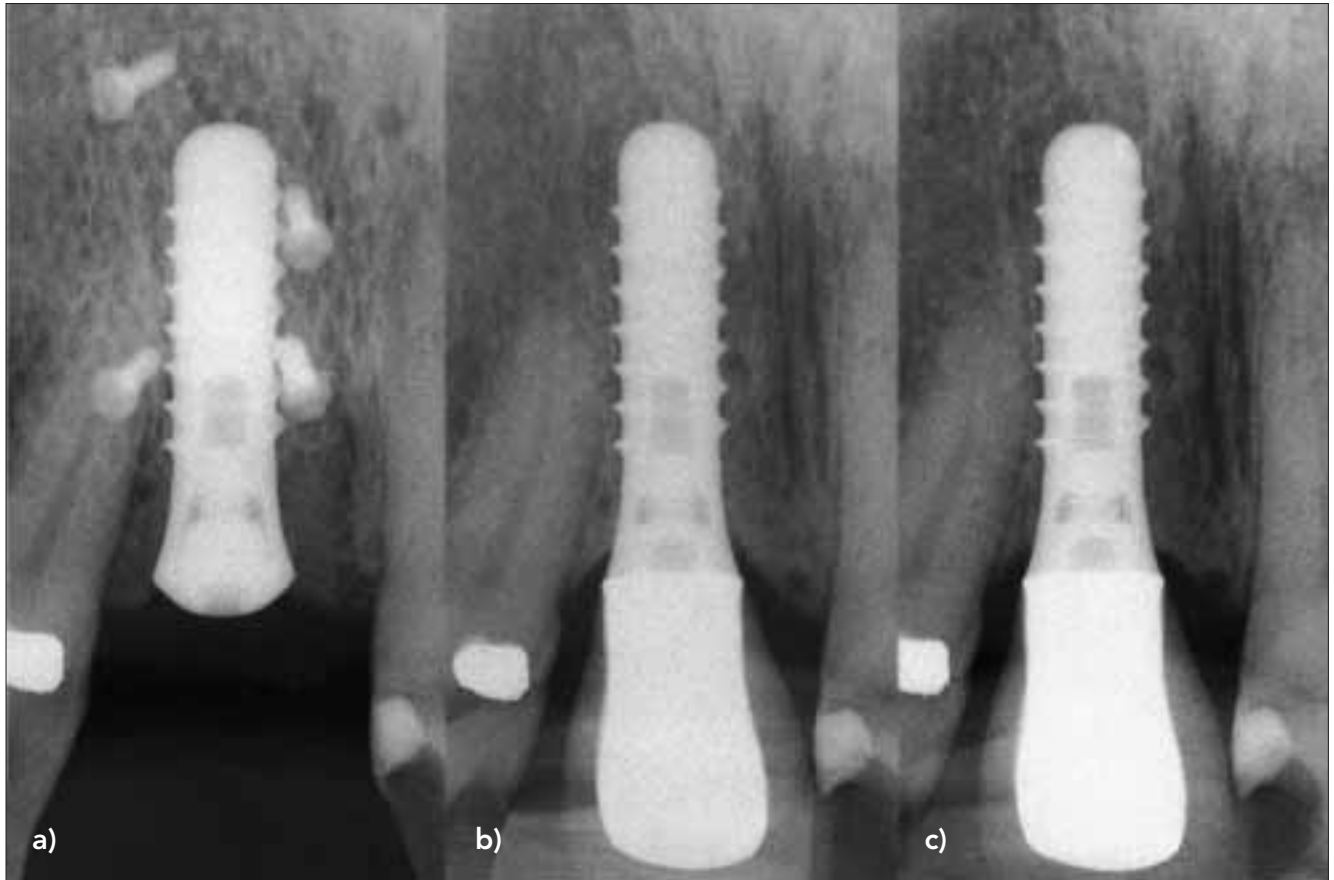


Abb. 3 Röntgenbilder regio 11 (a) postoperativ, (b) 10 Monate und (c) 32 Monate nach der Implantatinsertion.

Tab. II Durchschnittswerte der klinischen Parameter nach 32 Monaten (n=19) analog Tab. I.

Parameter	PD	DIM	AL	mPII	mSBI
mesial	4,2 mm	2,9 mm	1,3 mm	0,5	0,3
distal	3,5 mm	1,9 mm	1,6 mm	0,3	0,3
bukkal	2,5 mm	1,0 mm	1,5 mm	0,5	0,5
palatinal	3,0 mm	1,6 mm	1,4 mm	0,3	0,4
Durchschnitt	3,3 mm	1,9 mm	1,4 mm	0,39	0,37

bezüglich der Implantatnachbarstrukturen (Tab. III). Sondierungstiefen der Implantatseiten, die einem Zahn benachbart waren, erhöhten sich zwischen dem 10. und 32. Monat um 0,8 mm (von 3,4 mm auf 4,2 mm). Sondierungstiefen der Implantatseiten, die einem anderen Implantat benachbart waren, erhöhten sich um 0,2 mm (von 3,3 mm auf 3,5 mm). Der Mukosalrand (DIM=distance between implant shoulder and mucosal margin) lag bei 83% aller Implantatseiten (n=96) nach 32 Monaten koronal der Implantatanschulter, nach 10 Monaten durchschnittlich um 1,6 mm und nach 32 Monaten durchschnittlich um 1,9 mm (Tab. I und II). Acht Implantate hatten nach 32 Monaten mindestens eine Seite mit einer sichtbaren oder durch den Epithelsaum schimmernden Implantatanschulter. Sechs davon waren mit der sichtbaren Schulter einem anderen Implantat benachbart oder zu einer Freundsituation gerichtet. Die restlichen zwei Implantate mit sichtbarer Schulter wurden bei einer Patientin mit einem mPII und einem mSBI von 1,5 in Einzelzahnluken beobachtet. Der berechnete durchschnittliche Attachment Level betrug nach 10 Monaten 1,6 mm und nach

Tab. III Mesiale und distale Sondierungstiefen (PD) der Implantatseiten, die einem natürlichen Zahn (zu Zahn, n=24) bzw. einem anderen Implantat benachbart sind (zu Impl, n=11) oder zu einer Freundsituation gerichtet sind (zu Freund, n=3).

Parameter	PD 10 Mte	PD 32 Mte	ΔPD
zu Zahn	3,4 mm	4,2 mm	0,8 mm
zu Impl	3,3 mm	3,5 mm	0,2 mm
zu Freund	3,0 mm	3,0 mm	0 mm
Durchschnitt	3,3 mm	3,9 mm	0,6 mm

PD 10 Mte: mesiale und distale Sondierungstiefen 10 Monate nach Implantatinsertion, PD 32 Mte: mesiale und distale Sondierungstiefen 32 Monate nach Implantatinsertion, ΔPD: Zunahme Sondierungstiefe zwischen 10. Monat und 32. Monat.

32 Monaten 1,4 mm. Die Hygiene war gut mit einem durchschnittlichen mPII von 0,39 nach 32 Monaten; der mSBI korrelierte mit 0,37.

Radiologische Parameter

Der DIB-Wert der mesialen und distalen Implantatseiten betrug nach der Insertion im Durchschnitt 0,49 mm, nach 10 Monaten 2,11 mm und nach 32 Monaten 2,19 mm (Tab. IV). Von den 38 mesialen und distalen Implantatseiten waren 24 gegen einen natürlichen Zahn, elf gegen ein anderes Implantat sowie drei gegen eine Freundsituation gerichtet.

Die DIB-Werte der Implantatseiten, die zu einem natürlichen Zahn gerichtet waren, nahmen vom 10. Monat bis zum 32. Monat von 1,81 mm auf 1,90 mm zu, die DIB-Werte der Implan-

Tab. IV Radiologische Messung: DIB-Werte der Implantatseiten, die einem natürlichen Zahn (zu Zahn, n=24) bzw. einem andern Implantat benachbart sind (zu Impl, n=11) oder zu einer Freundsituation gerichtet sind (zu Freund, n=3).

Parameter	DIB postop	DIB 10 Mte	DIB 32 Mte	ΔDIB-1	ΔDIB-2
zu Zahn	0,24 mm	1,81 mm	1,90 mm	1,57 mm	0,09 mm
zu Impl	0,57 mm	2,54 mm	2,63 mm	1,97 mm	0,09 mm
zu Freund	2,06 mm	2,85 mm	2,79 mm	0,79 mm	- 0,06 mm
Durchschnitt	0,49 mm	2,11 mm	2,19 mm	1,62 mm	0,08 mm

DIB: distance between implant shoulder to first implant-bone contact, DIB postop: DIB postoperativ, DIB 10 Mte: DIB nach 10 Monaten, DIB 32 Mte: DIB nach 32 Monaten, ΔDIB-1: Knochenresorption während den ersten 10 Monaten nach Implantatinserion, ΔDIB-2: Knochenresorption zwischen dem 10. Monat und dem 32. Monat nach Implantatinserion.

tatseiten, die zu einem Nachbarimplantat gerichtet waren, nahmen von 2,54 mm auf 2,63 mm zu und die DIB-Werte der Implantatseiten, die zu einer Freundsituation gerichtet waren, nahmen von 2,85 mm auf 2,79 mm ab. Die zusätzliche Aufschlüsselung nach mesialen und distalen DIB-Werten der Implantatseiten zeigte keine grossen Unterschiede (Tab. V). Die Differenz zwischen den zweimal durchgeführten Messungen betrug durchschnittlich knapp 0,1 mm (maximale Abweichung 1,03 mm in einem Einzelfall), in 66% eine Abweichung von weniger als 0,1 mm und in 23% eine Abweichung von weniger als 0,2 mm.

Drei Implantate besaßen einen Randspalt zwischen Implantat-schulter und Suprakonstruktion von mehr als 0,2 mm, wurden aber nicht aus der Studie ausgeschlossen.

Nach zehn Monaten zeigten sechs Implantatseiten radiologisch deutlich sichtbare Zementresten am Übergang Krone-Implantat-schulter. Nach 32 Monaten wiesen noch zwei Implantatstellen Konkrement auf.

Diskussion

Zwischen den klinischen Parametern und den radiologischen DIB-Werten konnten wie auch in anderen Arbeiten keine wesentlichen Korrelationen gefunden werden (HÄMMERLE et al. 1996, WEBER et al. 2000, MERICSKE-STERN et al. 2001). Klinische Parameter müssen deshalb für die Vorhersage von periimplantären Knochenveränderungen mit Vorsicht interpretiert werden. Die mesialen und distalen Sondierungstiefen erhöhten sich vom 10. zum 32. Monat durchschnittlich um 0,8 mm, falls ein Nachbarzahn vorhanden war. Dies kann mit dem «creeping attachment» erklärt werden, welches in der implantologischen Literatur beschrieben wurde (JEMT 1997). Abstände von bis 5 mm zwischen dem Kontaktpunkt der Kronen und dem krestalen Knochenkontakt ergeben in 100% der Fälle eine Papille, werden die Abstände bis auf 6 mm erhöht, ergeben sich noch in ca. 50% eine Papille (TARNOW et al. 1992, CHOQUET et al. 2001). Die initiale Resorption des periimplantären Knochens nach Insertion von transmukosalen Implantaten oder nach Distanzoperation bei submukosal gesetzten Implantaten wird im ersten Jahr für das ITI-System mit 0,6 bis 1,0 mm angegeben (BUSER et al. 1990, COCHRAN et al. 1996, HÄMMERLE et al. 1996, WEBER et al.

1992 und 2000). Andere Autoren berichten bei submukosal gesetzten Implantaten mit glatter Oberfläche von einer Resorptionsrate im ersten Jahr von 1,0 bis 1,5 mm (ADELL et al. 1986, ALBREKTSSON et al. 1986, LEKHOLM et al. 1986, COX & ZARB 1987, LINDQUIST et al. 1988, SMITH & ZARB 1989, APSE et al. 1991, CHAYTOR et al. 1991, PHAM et al. 1994, ERICSSON et al. 1996). Die anschließende physiologische Knochenresorptionsrate pro Jahr wird mit 0,003 bis 0,1 mm angegeben (BUSER et al. 1990, WEBER et al. 1992, PHAM et al. 1994, BRÄGGER et al. 1998, MERICSKE-STERN et al. 2001). Von den in dieser Studie verbliebenen 19 Implantaten zeigte kein einziges eine periimplantäre Radioluzenz. Die durchschnittliche periimplantäre Knochenresorption vom 10. bis 32. Monat nach Implantation betrug 0,08 mm. Dies entspricht einer Resorptionsrate von nicht ganz 0,05 mm pro Jahr, womit die Ergebnisse denjenigen anderer Studien ähnlich sind. Die Gründe für die periimplantäre Knochenresorption sind vielfältig. Das chirurgische Trauma bei der Implantatinserion, bei welchem mit der Lappenbildung die Blutzufuhr des krestalen Knochens temporär unterbrochen wird, führt zu einer initialen Knochenresorption (COCHRAN et al. 1996, HERMANN et al. 1997). Auch die Krafteinleitung im krestalen Bereich bewirkt ein stressbedingtes Remodelling des periimplantären Alveolar-knochens (COCHRAN et al. 1996, HERMANN et al. 1997).

Im Weiteren führt die bakterielle Besiedlung bzw. die Lage des Mikrospaltes zu einer krestalen Knochenresorption. Sobald bei submukosal gesetzten Implantaten eine Einheilkappe oder eine Suprakonstruktion eingebracht wird, erfolgt eine Verbindung zur Mundhöhle und somit die bakterielle Besiedlung des Mikrospaltes (QUIRYNEN & VAN STEENBERGHE 1993, QUIRYNEN et al. 1994, ERICSSON et al. 1995, PERSSON et al. 1996). Diese entspricht einem mikrobiologischen Infekt, wobei der Knochen durch das Weichgewebe geschützt wird. Die Bildung der biologischen Breite erfolgt auf räumliche Kosten des Knochens, wenn der Mikrospalt nahe am Knochen liegt (GARGIULO et al. 1961, MAYNARD & WILSON 1979, CARNEVALE et al. 1983, HERMANN et al. 1997 und 2000). Die biologische Breite an menschlichen Präparaten beträgt 2,04 mm (GARGIULO et al. 1961), bei Implantaten an tierischen Präparaten 2,95 mm bis 3,09 mm (HERMANN et al. 2000).

Schliesslich beeinflusst auch die Beschaffenheit der Oberfläche des Implantathalses das periimplantäre Knocheniveau. Es

Tab. V Radiologische Messungen der DIB-Werte in mm analog Tabelle IV unter zusätzlicher Aufschlüsselung nach mesialen und distalen Implantatseiten.

Parameter	DIB postop		DIB 10 Mte		DIB 32 Mte		ΔDIB-1		ΔDIB-2	
	mesial	distal	mesial	distal	mesial	distal	mesial	distal	mesial	distal
zu Zahn	0,14	0,39	1,89	1,70	1,97	1,82	1,76	1,31	0,08	0,12
zu Impl	0,65	0,51	2,63	2,45	2,57	2,69	1,98	1,95	- 0,06	0,24
zu Freund	-	2,06	-	2,85	-	2,79	-	0,78	-	- 0,06
Durchschnitt	0,27	0,69	2,09	2,12	2,13	2,25	1,82	1,43	0,04	0,13

konnte gezeigt werden, dass raue Oberflächen schneller osseointegrieren, d.h., sie sind osseokonduktiver (THOMAS & COOK 1985, BUSER et al. 1991 und 1998). AL-SAYYED et al. (1994) untersuchten den Einfluss auf das periimplantäre Knocheniveau einer glatt polierten Halspartie von 1,8 mm Höhe im Vergleich zu formidentischen Implantaten mit einer glatten Halspartie von nur 0,75 mm. Er stellte eine signifikant höhere initiale krestale Knochenresorption bei Implantaten mit der breiteren glatt polierten Halspartie fest. Er vermutete die Ursache nicht in einer unterschiedlichen Adhärenz der Zellen an den verschiedenen Oberflächen, sondern in biomechanischen Gründen: Die beiden Oberflächen führten zu einer unterschiedlichen Kraftübertragung auf den marginalen Knochen. Bei HÄMMERLE et al. (1996) spielten weder die funktionelle Belastung noch die Oberfläche eine Rolle auf das krestale Knocheniveau: Die ITI-Kontrollimplantate, die gemäss Herstelleranweisung gesetzt wurden, d.h. Übergang glatte/raue Oberfläche auf Knocheniveau, wiesen nach einem Jahr einen krestalen Knochenverlust von 1,02 mm auf. Bei der Testgruppe wurden dieselben Implantate verwendet, jedoch der glatt polierte Halsbereich 1 mm im Knochen versenkt. Nach einem Jahr resultierte eine marginale Knochenresorption von 2,26 mm! Die Autoren stellten fest, dass Knochen, der auf die glatt polierte Oberfläche von tiefer gesetzten ITI-Implantaten zu liegen kam, verloren ging. Als Grund vermuteten sie das Bindegewebe-Attachment, welches auf räumliche Kosten des krestalen Knochens gebildet wurde und besser an der rauhen als an der glatten Oberfläche inserierte sowie die konische Form des Implantathalses, die bei Tiefersetzung des Implantates den krestalen Knochen komprimieren könnte. Sie kamen zum Schluss, dass aus biologischen Gesichtspunkten die subkrestale Platzierung des Übergangs glatte/raue Oberfläche bei ITI-Implantaten nicht empfohlen werden kann und behaupteten hypothetisch, dass eine um 1 mm nach koronal verlängerte raue Oberfläche das um 1 mm tiefere Einsetzen des Implantates kompensieren könnte, weil dadurch die initiale krestale Knochenresorption weniger exzessiv ausfällt. THOMAS & COOK (1985) stellten im Tierversuch ebenfalls fest, dass glatte Oberflächen eher zur Weichgewebereinheilung tendierten, wogegen raue Oberflächen mehr Knochenapposition zeigten.

In der Literatur werden für ITI-Standardimplantate mit glatter Halspartie (2,8 mm) nach 12 Monaten DIB-Werte von 3,60 mm im Unterkiefer und 4,10 mm im Oberkiefer (WEBER et al. 1992) respektive von 2,95 mm mesial und 2,99 mm distal angegeben (BRÄGGER et al. 1998). Der Vergleich dieser Werte mit den in dieser Studie ermittelten DIB-Werten von mesial 2,11 mm und distal von 2,19 mm für «esthetic plus»-Implantate mit verkürzter, glatt polierter Halspartie (1,8 mm) deutet darauf hin, dass die Verlängerung der rauhen Implantatoberfläche um 1 mm nach koronal das Niveau des periimplantären Knochens entsprechend koronaler hält. Ein koronaler gelegenes periimplantäres Knocheniveau bedeutet eine geringere Rezessionsgefahr für die Weichteile mit Verminderung des Risikos der Exposition der Implantatschulter.

Werden jedoch die DIB-Werte der Seiten der «esthetic plus»-Implantate, die zu natürlichen Nachbarzähnen gerichtet sind, (1,90 mm) mit denjenigen verglichen, die zu Nachbarimplantaten oder Freundsituationen/Lücken gerichtet sind (2,63 mm bzw. 2,79 mm), zeigen sich deutliche Unterschiede. Dabei muss aber beachtet werden, dass der zu Zähnen gerichtete postoperative Ausgangs-DIB-Wert von durchschnittlich 0,24 mm ebenfalls der kleinste war (Tab. IV). Leider wurde bis heute in keiner klinischen Studie ermittelt, wie Nachbarstrukturen (Zähne, Im-

plantate, Lücken) die DIB-Werte beeinflussen. Auffallend ist die weniger als halb so grosse Knochenresorptionsrate während den ersten 10 Monaten nach Implantatinserion (ADIB-1) der zu Freundsituationen gerichteten Implantatseiten mit 0,79 mm verglichen mit den zu Zähnen und zu Implantaten gerichteten Implantatseiten mit 1,57 mm bzw. mit 1,97 mm (Tab. IV). Eine Erklärung mag der mit 2,06 mm überproportional hohe postoperative Ausgangs-DIB-Wert sein, der den Wert der zu bildenden biologischen Breite schon beinhaltet. Bei der Wahl von «esthetic plus»-ITI-Implantaten muss auf Grund der in dieser Studie radiologisch gemessenen DIB-Werten in Betracht gezogen werden, dass der koronale Teil der rauhen Implantatoberfläche einer Implantatseite bis zu einem Millimeter radiologisch keinen Knochenkontakt aufweist, sofern ein anderes Implantat oder eine Freundsituation dieser Implantatseite benachbart ist. Mit Ausnahme zweier Implantate bei derselben Patientin mit schlechter Mundhygiene waren alle sechs übrigen Implantate mit der unerwünschten sichtbaren Schulter anderen Implantaten oder Freundsituationen benachbart. Als Konsequenz wäre in diesen Situationen ein Standard-ITI-Implantat mit 2,8 mm glatter Halspartie zu wählen. Dieser Umstand und die aus Tabelle IV ausgerechneten durchschnittlichen Differenzen der DIB-Werte nach 32 Monaten von 0,73 mm zwischen zu Zähnen und zu Nachbarimplantaten gerichteten Implantatseiten bzw. von 0,89 mm zwischen zu Zähnen und zu Freundsituationen gerichteten Implantatseiten geben Anlass, nach weiteren Faktoren zu suchen. Vergleicht man den zirkulären Verlauf der Schmelzzementgrenze eines natürlichen Zahnes, stellt man fest, dass der krestale Knochen geschwungen verläuft, d.h. mesial und distal koronaler bzw. oral und fazial apikaler liegt, und dadurch der Schmelzzementgrenze folgt. Die aus produktionstechnischen, statischen und chirurgischen Gründen flach konstruierte Schulter herkömmlicher Implantattypen unterscheidet sich damit von der Zahn-anatomie, weshalb eine ausgeprägtere Kammresorption vor allem mesial und distal beobachtet wird. Dadurch geht die knöcherne Basis der zwischen zwei Implantaten liegenden Papille verloren. Der Grenzverlauf glatte/raue Oberfläche müsste mit der Implantatschulter («scalloped shoulder design») dem anatomischen Verlauf des Limbus alveolaris folgen und unter Berücksichtigung der Resultate dieser Studie einen Abstand von weniger als 2 mm von der Implantatschulter haben.

Verdankungen

Die Anfertigung der Schemazeichnung Abb. 2 verdanken wir Herrn Ueli Iff, Zeichner im Foto-Zeichner-Multimedia-Atelier der Zahnmedizinischen Kliniken der Universität Bern. Die genauen Implantatmasse zur Ausmessung und Auswertung der Röntgenbilder verdanken wir Herrn Dr. Emmanuel B. de Haller, Senior Manager Engineering & Development, Institut Straumann AG, Waldenburg. Die Kopflupe K 8×190 zur Ausmessung der Röntgenbilder verdanken wir Frau C. Strombellini, Carl Zeiss AG, Feldbach.

Summary

GERBER C, HARDT N, VON ARX T: «**Esthetic plus**»-ITI-implants (TPS): a prospective and clinical study (in German). Schweiz Monatsschr Zahnmed 113: 12–19 (2003)

The purpose of this prospective study was to examine the influence of a 1 mm lengthening of the rough surface (TPS) of «esthetic plus»-ITI-implants on the periimplant soft and hard tis-

sues. Twenty-one «esthetic plus» ITI-implants were inserted into the maxilla in an esthetically critical zone of 12 patients with sufficient alveolar bone. Clinical and radiographic examinations were performed after ten and 32 months. The mean DIB-score (DIB=distance between implant shoulder and first implant-bone contact) was 2.19 mm after 32 month. The average DIB-score of implant sites adjacent to natural teeth was 1.90 mm, there only 0.1 mm of the rough surface did not have bone contact. However, the average DIB-scores of implant sites adjacent to other implants (2.63 mm) or distal extension situations (2.79 mm) were much higher. This means that the coronal part of the rough surface had no radiographic bone contact with 0.83 mm (to other implants) and with 0.99 mm (to distal extension situations), what should be taken into consideration when using an «esthetic plus»-ITI-implant. As a consequence a standard ITI-implant with a smooth neck of 2.8 mm would be indicated. The results of the present study indicate, that not only the shortening of the smooth implant neck to 1.8 mm but also the adjacent structures influence the periimplant soft and hard tissues.

Résumé

Cette étude évalue de manière prospective l'influence du prolongement de 1 mm de l'extension coronale de la surface rugueuse (TPS) des implants ITI «esthetic plus» sur les paramètres périimplantaires osseux et muqueux. 21 implants ITI «esthetic plus» ont été posés chez 12 patients présentant une quantité osseuse suffisante dans la région antérieure du maxillaire supérieur. Des contrôles cliniques et radiologiques ont été effectués à 10 et 32 mois. À 32 mois, la valeur moyenne de la DIB (DIB= distance between implant shoulder and first implant-bone contact) était de 2,19 mm. Les DIB des surfaces implantaires jouxtant une dent naturelle s'élevaient en moyenne à 1,90 mm, c.-à.-d. qu'au niveau coronaire, 0,1 mm de la surface TPS seulement ne présentait pas de contact osseux. Les DIB étaient plus élevées lorsque les surfaces implantaires avoisinaient un implant ou une zone édentée (2,63 mm et 2,79 mm respectivement). Cela signifie que, radiologiquement, l'aspect coronaire de la couche TPS resta sans contact osseux sur 0,83 mm respectivement 0,99 mm, selon que la surface implantaire jouxtait un implant voisin ou une zone édentée. Ce résultat doit être pris en considération lors du choix d'implants ITI «esthetic plus» et, par conséquent, dans ces situations le choix d'un implant ITI standard avec une partie cervicale polie de 2,8 mm est recommandé. Il semble que pour les implants ITI «esthetic plus» non seulement la réduction de la partie cervicale lisse à 1,8 mm mais également les structures avoisinantes ont une influence sur les tissus osseux et muqueux.

Literaturverzeichnis

- ADELL R, LEKHOLM U, ROCKLER B, BRÄNEMARK P I: A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 10: 387–416 (1981)
- ADELL R, LEKHOLM U, ROCKLER B, BRÄNEMARK P I, LINDHE J, ERIKSSON B, SBORDONE L: Marginal tissue reactions at osseointegrated titanium fixtures (I). A 3-year longitudinal prospective study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 15: 39–52 (1986)
- ALBREKTSSON T, ZARB G, WORTHINGTON P, ERIKSSON A R: The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1: 11–25 (1986)
- AL-SAYYED A, DEPORTER D A, PILLIAR R M, WATSON P A, PHAROAH M, BERHANE K, CARTER S: Predictable crestal bone remodelling around two porous-coated titanium alloy dental implant designs. A radiographic study in dogs. *Clin Oral Implants Res* 5: 131–141 (1994)
- APSE P, ZARB G A, SCHMITT A, LEWIS D W: The longitudinal effectiveness of osseointegrated dental implants. The Toronto Study: peri-implant mucosal response. *Int J Periodontics Restorative Dent* 11: 94–111 (1991)
- BRÄGGER U, HUGEL-PISONI C, BÜRGIN W, BUSER D, LANG N P: Correlations between radiographic, clinical and mobility parameters after loading of oral implants with fixed partial dentures. A 2-year longitudinal study. *Clin Oral Implants Res* 7: 230–239 (1996)
- BRÄGGER U, HÄFELI U, HUBER B, HÄMMERLE C H, LANG N P: Evaluation of postsurgical crestal bone levels adjacent to non-submerged dental implants. *Clin Oral Implants Res* 9: 218–224 (1998)
- BRÄNEMARK P I, HANSSON B O, ADELL R, BREINE U, LINDSTROM J, HALLEN O, OHMAN A: Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg Suppl* 16: 1–132 (1977)
- BUSER D, WEBER H P, LANG N P: Tissue integration of non-submerged implants: 1-year results of a prospective study with 100 ITI hollow-cylinder and hollow-screw implants. *Clin Oral Implants Res* 1: 33–40 (1990)
- BUSER D, WEBER H P, BRÄGGER U, BALSIGER C: Tissue integration of one-stage ITI implants: 3-year results of a longitudinal study with hollow-cylinder and hollow-screw implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 6: 405–412 (1991)
- BUSER D, SCHENK R K, STEINEMANN S, FIORELLINI J P, FOX C H, STICH H: Influence of surface characteristics on bone integration of titanium implants. A histomorphometric study in miniature pigs. *J Biomed Mater Res* 25: 889–902 (1991b)
- BUSER D, NYDEGGER T, HIRT H P, COCHRAN D L, NOLTE L P: Removal torque values of titanium implants in the maxilla of miniature pigs. *Int J Oral Maxillofac Implants* 13: 611–619 (1998)
- CARLSSON L, RÖSTLUND T, ALBREKTSSON B, ALBREKTSSON T: Removal torques for polished and rough titanium implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 3: 21–24 (1988)
- CARNEVALE G, STERRANTINO S F, DI FEBBO G: Soft and hard tissue wound healing following tooth preparation to the alveolar crest. *Int J Periodontics Restorative Dent* 3: 36–53 (1983)
- CHAYTOR DV, ZARB G A, SCHMITT A, LEWIS D W: The longitudinal effectiveness of osseointegrated dental implants. The Toronto Study: bone level changes. *Int J Periodontics Restorative Dent* 11: 112–125 (1991)
- CHOQUET V, HERMANS M, ADRIAENSSENS P, DAELEMANS P, TARNOW D P, MALEVEZ C: Clinical and radiographic evaluation of the papilla level adjacent to single-tooth dental implants. A retrospective study in the maxillary anterior region. *J Periodontol* 72: 1364–1371 (2001)
- COCHRAN D L, NUMMIKOSKI P V, HIGGINBOTTOM F L, HERMANN J S, MAKINS S R, BUSER D: Evaluation of an endosseous titanium implant with a sandblasted and acid-etched surface in the canine mandible: radiographic results. *Clin Oral Implants Res* 7: 240–252 (1996)
- COCHRAN D L, HERMANN J S, SCHENK R K, HIGGINBOTTOM F L, BUSER D: Biologic width around titanium implants. A histometric analysis of the implanto-gingival junction around unloaded and loaded non-submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 68: 186–198 (1997)

- COX J F, ZARB G A: The longitudinal clinical efficacy of osseointegrated dental implants: a 3-year report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2: 91–100 (1987)
- ERICSSON I, PERSSON L G, BERGLUNDH T, MARINELLO C P, LINDHE J, KLINGE B: Different types of inflammatory reactions in peri-implant soft tissues. *J Clin Periodontol* 22: 255–261 (1995)
- ERICSSON I, NILNER K, KLINGE B, GLANTZ P O: Radiographical and histological characteristics of submerged and non-submerged titanium implants. An experimental study in the Labrador dog. *Clin Oral Implants Res* 7: 20–26 (1996)
- GARGIULO A W, WENTZ F M, ORBAN B: Dimensions and relations of the dentogingival junction in humans. *J Periodontol* 32: 261–266 (1961)
- HÄMMERLE C H, BRÄGGER U, BÜRGIN W, LANG N P: The effect of subcrestal placement of the polished surface of ITI implants on marginal soft and hard tissues. *Clin Oral Implants Res* 7: 111–119 (1996)
- HERMANN J S, COCHRAN D L, NUMMIKOSKI P V, BUSER D: Crestal bone changes around titanium implants. A radiographic evaluation of unloaded non-submerged and submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 68: 1117–1130 (1997)
- HERMANN J S, BUSER D, SCHENK R K, COCHRAN D L: Crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged and submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 71: 1412–1424 (2000)
- HERMANN J S, SCHOOLFIELD J D, NUMMIKOSKI P V, BUSER D, SCHENK R K, COCHRAN D L: Crestal bone changes around titanium implants: a methodologic study comparing linear radiographic with histometric measurements. *Int J Oral Maxillofac Implants* 16: 475–485 (2001)
- JEMT T: Regeneration of gingival papillae after single-implant treatment. *Int J Periodontics Restorative Dent* 17: 326–333 (1997)
- LEKHOLM U, ADELL R, LINDHE J, BRÄNEMARK P I, ERIKSSON B, ROCKLER B, LINDVALL A M, YONEYAMA T: Marginal tissue reactions at osseointegrated titanium fixtures (II). A cross-sectional retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 15: 53–61 (1986)
- LINDQUIST L W, ROCKLER B, CARLSSON G E: Bone resorption around fixtures in edentulous patients treated with mandibular fixed tissue-integrated protheses. *J Prosthet Dent* 59: 59–63 (1988)
- LISTGARTEN M A, LANG N P, SCHROEDER H E, SCHROEDER A: Peri-odontal tissues and their counterparts around endosseous implants. *Clin Oral Implants Res* 2: 1–19 (1991)
- MAYNARD J G JR, WILSON R D: Physiologic dimensions of the periodontium significant to the restorative dentist. *J Periodontol* 50: 170–174 (1979)
- MERICSKÉ-STERN R, GRÜTTER L, RÖSCH R, MERICSKÉ E: Clinical evaluation and prosthetic complications of single tooth replacements by non-submerged implants. *Clin Oral Implants Res* 12: 309–318 (2001)
- MOMBELLI A, VAN OOSTEN M A, SCHÜRCH E JR, LANG N P: The microbiota associated with successful or failing osseointegrated titanium implants. *Oral Microbiol Immunol* 2: 145–151 (1987)
- PERSSON L G, LEKHOLM U, LEONHARDT A, DAHLEN G, LINDHE J: Bacterial colonization on internal surfaces of Brånemark system implant components. *Clin Oral Implants Res* 7: 90–95 (1996)
- PHAM A N, FIORELLINI J P, PAQUETTE D, WILLIAMS R C, WEBER H P: Longitudinal radiographic study of crestal bone levels adjacent to non-submerged dental implants. *J Oral Implantol* 20: 26–34 (1994)
- QUIRYNEN M, VAN STEENBERGHE D: Bacterial colonization of the internal part of two-stage implants. An in vivo study. *Clin Oral Implants Res* 4: 158–161 (1993)
- QUIRYNEN M, BOLLEN C M, EYSSEN H, VAN STEENBERGHE D: Microbial penetration along the implant components of the Brånemark System. An in vitro study. *Clin Oral Implants Res* 5: 239–244 (1994)
- SMITH D E, ZARB G A: Criteria for success of osseointegrated endosseous implants. *J Prosthet Dent* 62: 567–572 (1989)
- SCHROEDER A, VAN DER ZYPEN E, STICH H, SUTTER F: The reactions of bone, connective tissue, and epithelium to endosteal implants with titanium-sprayed surfaces. *J Maxillofac Surg* 9: 15–25 (1981)
- TARNOW D P, MAGNER A W, FLETCHER P: The effect of the distance from the contact point of the crest of bone on the presence or absence of the interproximal dental papilla. *J Periodontol* 12: 995–996 (1992)
- THOMAS K A, COOK S D: An evaluation of variables influencing implant fixation by direct bone apposition. *J Biomed Mater Res* 19: 875–901 (1985)
- TONETTI M S, SCHMID J: Pathogenesis of implant failures. *J Periodontol* 4: 127–138 (1994)
- VON ARX T, WALLKAMM B, HARDT N: Localized ridge augmentation using a micro titanium mesh: a report on 27 implants followed from 1 to 3 years after functional loading. *Clin Oral Implants Res* 9: 123–130 (1998)
- WEBER H P, BUSER D, FIORELLINI J P, WILLIAMS R C: Radiographic evaluation of crestal bone levels adjacent to non-submerged titanium implants. *Clin Oral Implants Res* 3: 181–188 (1992)
- WEBER H P, CROHIN C C, FIORELLINI J P: A 5-year prospective clinical and radiographic study of non-submerged dental implants. *Clin Oral Implants Res* 11: 144–153 (2000)