

Periimplantitis: Methoden und Techniken zur Desinfektion von Implantatoberflächen

Schlüsselwörter: Periimplantitis, Desinfektion, Behandlung, Methoden

CÉLINE BORIES^{1*}
XAVIER STRUILLOU^{2*}
ZAHY BADRAN^{3*}
ASSEM SOUEIDAN^{4*}

¹ Interne en Odontologie, CHU de Nantes

² Attaché hospitalier

³ Assistant hospitalier universitaire

⁴ PU-PH, Chef de Département de Parodontologie

* Département de Parodontologie, ERT 2004, LIOAD U791, CHU, Université de Nantes

Korrespondenzadresse

Prof. Assem Soueidan
 1, place Alexis Ricordeau
 44042, Nantes cedex 1
 Tel. (33) 240 412 923
 Fax (33) 240 201 867
 E-Mail:
 assem.soueidan@univ-nantes.fr

Übersetzung Thomas Vauthier

I. Einführung

Albrektsson hat 1994 die periimplantären Infektionen wie folgt beschrieben (ALBREKTSSON 1994) und unterscheidet dabei (Abb. 1 und 2):

- Die periimplantäre Mukositis, definiert als Entzündung der Weichgewebe um ein osseointegriertes Implantat, jedoch ohne Knochenverlust. Klinisch zeichnet sie sich aus durch das Vorhandensein von Plaque und Bluten auf Sondieren.
- Die Periimplantitis (oder Periimplantitiden), definiert als Entzündung und Zerstörung der Hart- und Weichgewebe um ein osseointegriertes Implantat. Klinisch zeichnet sie sich aus durch das Vorhandensein von Plaque und Bluten auf Son-

dieren, eine Taschentiefe von ≥ 4 mm und eventuell Austritt von Pus. Radiologisch findet sich meist ein kraterförmiger Knochenabbau um das Implantat.

Diese Charakteristika wurden vom Europäischen Konsensus Meeting 2002 übernommen (BERGLUNDH ET AL. 2002) und ersetzen die alten Begriffe Implantaterfolg oder -misserfolg. Verschiedene epidemiologische Untersuchungen zur Prävalenz der periimplantären Infektionen zeigten recht unterschiedliche Resultate: – In einer 2006 veröffentlichten Studie mit 216 Patienten und 987 Implantaten wurde bei mehr als 73% der Patienten eine periimplantäre Mukositis und bei 56% eine Periimplantitis (PI) beobachtet, respektive bei 46% der Implantate (ROOS-JANSACKER ET AL. 2006).



Abb. 1 a) Osseointegriertes Implantat ohne Entzündung der periimplantären Gewebe; b) Periimplantäre Mukositis (entzündliches Infiltrat ohne Knochenabbau); c) Periimplantitis (entzündliches Infiltrat mit Knochenabbau)

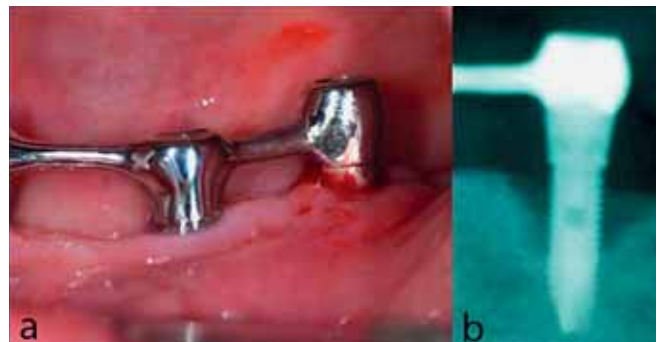


Abb. 2 a) Klinisches Bild eines Implantats mit Zeichen einer periimplantären Infektion (Plaque und Bluten auf Sondieren); b) Die Röntgenaufnahme desselben Implantats zeigt einen schüsselförmigen Knochenverlust bis zur halben Implantathöhe.

- Eine Untersuchung bei 662 Patienten und 3413 Implantaten fand eine patientenbezogene PI-Prävalenz von 28%, welche jedoch nur 12% der untersuchten Implantate betraf (FRANSSON ET AL. 2005).
- Eine erst kürzlich publizierte Studie mit 99 Patienten und 351 Implantaten zeigte bei 11,3% der Patienten Bluten auf Sondieren, eine Taschentiefe von ≥ 6 mm, einen Knochenverlust von ≥ 3 mm; bei 47,1% der Patienten mit Bluten auf Sondieren fanden sich Taschentiefen von ≥ 4 mm und Knochenverluste von ≥ 2 mm (KOLDSLAND ET AL. 2010).

Die Behandlung der PI gehört zu den aktuellen Herausforderungen in der täglichen Praxis. Dabei stützt sich die Therapie auf die theoretischen Kenntnisse und die technischen Erfahrungen im Gebiet der Behandlungen der parodontalen Erkrankungen. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, einen Überblick zu geben über die verschiedenen Methoden, Instrumente und Techniken, welche zur Reinigung und Desinfektion von Implantatoberflächen zur Anwendung kommen, um dem Behandler, ausgehend von einer Analyse der wissenschaftlichen Literatur, die Auswahl zu erleichtern.

II. Aktueller Wissensstand zur Behandlung der Periimplantitis

Parodontitis und Periimplantitis weisen einige Ähnlichkeiten auf, sowohl mikrobiologisch, klinisch und radiologisch wie auch in Bezug auf die Therapie (HEITZ-MAYFIELD & LANG 2010). Der ätiologische Auslöser der PI ist die bakterielle Besiedelung der Implantatoberflächen (MOMBELLI ET AL. 1998; BECKER & BECKER 1990; PONTORIERO ET AL. 1994). Obwohl die Prinzipien der Behandlung der Parodontitiden und der Periimplantitiden ähnlich sind, können erstere nicht direkt auf die Therapie der PI übertragen werden, insofern als die Implantatoberfläche von einer Schicht Titanoxid überzogen ist, welche den Schlüsselfaktor für die erfolgreiche Osseo- und Mukointegration des Implantats ausmacht (MOHAMED ET AL. 2007). Aus diesem Grund eignen sich die meisten Metallinstrumente für das Scaling und das Wurzelglätten nicht für die mechanische Bearbeitung der Implantatoberflächen. Hingegen ist die Knochenregeneration um ein Implantat im Vergleich einfacher als jene im Fall eines parodontal verursachten Knochendefekts. Grund dafür ist, dass es einfacher ist, eine reine Knochenregeneration zu erreichen, als eine Neubildung von Knochen, Zement und parodontalem Ligament.

Wie im Fall der Parodontitis umfasst die Therapie der periimplantären Infektion folgende Schritte:

- Beseitigung oder zumindest Beherrschung der Risikofaktoren wie schlechte Mundhygiene (LINDQUIST ET AL. 1997; FERREIRA ET AL. 2006), parodontale Erkrankungen in der Vergangenheit (VAN DER WEIJDEN ET AL. 2005; SCHOU ET AL. 2006; KAROUSSIS ET AL. 2007; QUIRYNEN ET AL. 2007), Rauchen (STRIETZEL ET AL. 2007) und Diabetes (FERREIRA ET AL. 2006).
- Ursachenbezogene Behandlung, entweder
 - nicht chirurgisch (Zahnsteinentfernung, Scaling, subgingivales Debridement),
 - oder chirurgisch.

Der Europäische Konsensus von 2008 (LINDHE & MEYLE 2008) kam zu folgenden Schlussfolgerungen:

- Die nicht chirurgische, ursachenbezogene Behandlung ist ausreichend für die Heilung der periimplantären Mukositis.
- Die nicht chirurgische, ursachenbezogene Behandlung ist nicht ausreichend für die Behandlung der PI. Für den Behandlungserfolg ist eine zweite, chirurgische Etappe notwendig, die einen direkten Zugang zum Defekt und

der Implantatoberfläche erlaubt. Diese Etappe kann mit oder ohne regenerative Massnahmen durchgeführt werden.

Die Equipe von Niklaus P. Lang hat eine therapeutische Strategie entwickelt, welche auf den diagnostischen Kriterien der periimplantären Gewebeschäden basiert (Vorhandensein oder Fehlen von Plaque, Vorhandensein oder Fehlen von Pus, Vorhandensein oder Fehlen von Taschen ≥ 4 mm und Vorhandensein oder Fehlen von Verlust von Alveolarknochen im Röntgenbild). Je nach Vorhandensein oder Fehlen der einzelnen Kriterien muss die Behandlungsstrategie angepasst werden (LANG ET AL. 2000).

Der Schlüssel zum Erfolg liegt in der Dekontamination und Desinfektion der Implantatoberfläche, um eine optimale Heilung zu erreichen; und genau auf diesem Niveau liegt die Schwierigkeit, die für die Parodontaltherapie entwickelten Instrumente entsprechend anzupassen, um eine Reinigung und ein Debridement der Implantatoberflächen zu ermöglichen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Instrumente für die manuelle Oberflächenbehandlung und das Wurzelglätten mit Küretten, das Scaling der Wurzeloberflächen mit Ultraschallinserts und der Laser dazu entwickelt wurden, um die mineralisierten Oberflächen der Zahnhartgewebe zu bearbeiten und zu reinigen. In diesem Fall erfolgt die Heilung durch die Bildung eines langen Saumepithels, welches allgemein als mit der parodontalen Gesundheit kompatibel erachtet wird (LINDHE ET AL. 1984). Ausserdem sind diese Techniken an der Wurzeloberfläche mehr oder weniger invasiv. Zudem muss die Desinfektion des Implantats an zwei Typen von Oberflächen mit zwar identischer Zusammensetzung, aber verschiedenen Oberflächenstrukturen erfolgen:

- Am glatten Implantatthals (spiegelglatt poliert) und
- Am Implantatkörper, dessen Rauheit im mikroskopischen Bereich, je nach der Technik der Herstellung und der Oberflächenbehandlung, variieren kann, um die Osseointegration zu begünstigen.

Seit den ersten Beobachtungen des Auftretens von Mukositis und Periimplantitis, und mit der zunehmenden Häufigkeit dieser Erkrankungen wurden die in der Parodontalbehandlung verwendeten Instrumente dem «Pflichtenheft» der Dekontamination von Implantatoberflächen schrittweise angepasst. Heute stehen uns für diese Aufgabe verschiedene Instrumente und Techniken zur Verfügung:

- Küretten aus Kunststoff, Keramik oder Titan
- Teflonbeschichtete Spitzen für die Verwendung mit Ultraschallscalern (Abb. 3)



Abb. 3 Teflonspitze auf einem Ultraschall-Insert



Abb. 4 Handstück des KaVo® Er:YAG-Lasers

- Airpolisher, die mit einem Pulver-(Wasser)-Druckluftgemisch arbeiten
- Das Vector®-System, welches das Airpolishing mit Ultraschall-Vibration verbindet
- Die konventionellen Gummikelche und die Polierpaste zur supragingivalen Reinigung
- Die CO₂-, Dioden- und Er:YAG-Laser (Abb. 4)
- Die Photodynamische Therapie (PDT), bei der ein Laser einen spezifischen, lichtempfindlichen und an die Bakterienwände aufgetragenen Farbstoff (meist Toluidin- oder Methylenblau) aktiviert und dadurch die Zellwand der Mikroorganismen zerstört.

Die Vielfalt der für die Behandlung der PI vorgeschlagenen Instrumente und technischen Hilfsmittel, das Fehlen eines Konsensus und die Heterogenität der in der Literatur dokumentierten Resultate erschweren oder verunmöglichen es gar für den Behandler, eine evidenzbasierte Auswahl eines Behandlungsprotokolls und der geeigneten Instrumente zu treffen. In Anbetracht dieses Problems haben es sich die Autoren der vorliegenden Arbeit zum Ziel gemacht, eine gezielte Analyse der wissenschaftlichen Literatur bezüglich der mit verschiedenen Methoden und Instrumenten erreichten Resultate bei der Desinfektion von Implantaten vorzulegen und ausserdem einen Blick in die Zukunft auf diesem Gebiet zu wagen.

III. Material und Methoden

Für diese Übersichtsarbeit haben wir in den Datenbanken von PubMed und Cochrane (Tab. I) eine Literaturrecherche durchgeführt. Diese ergab folgende Ergebnisse:

- 293 Artikel entsprachen den Schlüsselwörtern «peri implantitis» AND «treatment» OR «therapy», alle indexiert zwischen 1990 und 2010.
- 39 Artikel entsprachen den Schlüsselwörtern «periimplantitis» AND «treatment» OR «therapy», alle indexiert zwischen 1991 und 2010.

Die Durchsicht der Titel und der Abstracts erlaubte uns, drei verschiedene Arten von Artikeln zu identifizieren:

- Klinische Studien am Menschen
- Klinische Studien an Tieren
- In-vitro-Studien.

Da sich unsere Arbeit auf Untersuchungen am Menschen beschränkt, haben wir In-vitro-Studien und Tierexperimente aus unserer Literaturrecherche ausgeschlossen, ebenso diejenigen, welche ausschliesslich chemische Produkte zur Desinfektion der Implantatoberflächen verwendet hatten. Zudem haben wir die Suche noch weiter eingeschränkt, indem nur Studien mit einer Beobachtungszeit von mindestens 6 Monaten berücksichtigt wurden.

Nach dieser Vorauswahl haben wir 13 internationale Publikationen in englischer Sprache zu klinischen Humanstudien an mehr als 10 Patienten ausgewählt. Meistens handelte es sich um Untersuchungen mit einem schwachen Evidenzniveau, wie Fallserien, Fallstudien oder nicht randomisierte Studien. Eine aufsteigende Handrecherche erlaubte es uns, zwei zusätzliche Artikel einzuschliessen.

IV. Resultate

Nach eingehender Analyse dieser wissenschaftlichen Arbeiten und unabhängig von den Protokollen respektive den verwendeten Techniken ergeben sich folgende Resultate:

- Die nichtchirurgische Therapie führt zu einer kurzfristigen Reduktion der Entzündungssymptome bei Periimplantitis. Es wurden sowohl eine Verringerung der Taschentiefen wie des Blutens auf Sondieren beobachtet. Trotzdem kann diese Methode kein komplettes Verschwinden der Entzündung gewährleisten.
 - Die chirurgische Therapie erlaubt es, einen direkten Zugang zur periimplantären Läsion zu schaffen. Diese Technik kann in Kombination mit regenerativen Methoden oder mit Knochentransplantaten angewendet werden, mit Einbringen entweder von resorbierbaren oder nichtresorbierbaren Membranen. Je nach Autor waren die Methoden zur Dekontamination verschieden, und systematisch wurde eine Abschirmung mit oral verabreichten Antibiotika verschrieben.
- In der vorliegenden Arbeit beschäftigten wir uns im Weiteren mit fünf Studien zur nichtchirurgischen Therapie unter Anwendung von Küretten, Photodynamischer Therapie, Er:YAG-Laser und dem Vector®-System:
- 2 Fallserien
 - 3 parallele randomisierte Vergleichsstudien (Longitudinalstudien, welche die Resultate zweier parallel verwendeter Protokolle von Behandlung A und B an zweien durch das Los bestimmten Patientengruppen verglichen)
 - 1 Studie im Split Mouth Design.

Tab. I Übersicht der Methodologie der bibliographischen Suche.

Bibliografische Suche in PubMed: <i>Peri-implantitis & Treatment OR Therapy</i> 293	Bibliografische Suche in PubMed: <i>Peri-implantitis & Treatment OR Therapy</i> 39
Eingrenzung: Humanstudien, in englischer Sprache 206	Eingrenzung: Humanstudien, in englischer Sprache 24
Eingrenzung: Klinische Studien/ randomisierte Studien 32	Eingrenzung: Klinische Studien/ randomisierte Studien 4
Nach Durchsicht der Titel und der Abstracts 11	Nach Durchsicht der Titel und der Abstracts 2
Handsuche, aufsteigend 2	Handsuche, aufsteigend 0
Total: 13 eingeschlossene Artikel	Total: 2 eingeschlossene Artikel

Zudem wählten wir 7 Studien zur chirurgischen Therapie aus, welche mit Handküretten, Photodynamischer Therapie, Diodenlaser, CO₂-Laser und mit einem Airpolishing mit abrasivem Pulver durchgeführt worden waren:

- 4 Fallserien
- 3 parallele randomisierte Vergleichsstudien (Longitudinalstudien, welche die Resultate zweier parallel verwendeter Protokolle von Behandlung A und B an zweien durch das Los bestimmten Patientengruppen verglichen).

Die ausgewählten Studien befinden sich auf dem niedrigsten Evidenzniveau, nämlich Niveau 4 nach den Kriterien der ANAES (Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation de Santé en France [Französische Akkreditierungs- und Bewertungsbehörde im Gesundheitsbereich]). Bis anhin gibt es keine einzige Metaanalyse zur PI, weil das Evidenzniveau der klinischen Studien nicht ausreichend ist (KOTSOVILIS ET AL. 2008).

Keine der verschiedenen untersuchten Studien zur nichtchirurgischen Dekontamination von Implantatoberflächen konnte die Überlegenheit einer Methode gegenüber den anderen belegen. In allen eingeschlossenen Studien stellte sich jedoch heraus, dass die nichtchirurgische Dekontamination eine Reduktion der Entzündung und der klinischen Parameter herbeiführt, wodurch eine günstigere Ausgangslage für die regenerative Chirurgie geschaffen wird (Tab. II). Einzig die Studie von Persson (PERSSON ET AL. 2010) verwendete ein Protokoll ohne adjuvante Behandlung mit oralen Antiseptika, weder während noch nach der Operation, um die ausschliessliche Wirksamkeit der Instrumente (Küretten oder Ultraschall) zu messen. Die mikrobiologischen Proben 30 Minuten nach dem Debridement zeigten keinen signifikanten Unterschied zwischen den Hand- und den Ultraschallinstrumenten. Die Studie belegte auch die Ineffizienz der rein mechanischen Bearbeitung mit Küretten oder Ultraschallinstrumenten, insofern als beide nicht in der Lage waren, die Bakterien dauerhaft zu entfernen; so wurde ein kompletter Wiederbefall der Entnahmestellen nach nur 6 Monaten beobachtet.

Wie bekannt, ist die Dekontamination der Implantatoberflächen eine Voraussetzung für die Re-Osseointegration. Das ausschliesslich mechanische Debridement ist jedoch nicht genügend, um alle Bakterien zu entfernen (MOMBELLI 2002). Hingegen führt die zusätzlich zur Kürettage angewandte Therapie mit einem systemisch verabreichten Antibiotikum (Ornidazol [MOMBELLI & LANG 1998] oder Tetrazyklin [MOMBELLI ET AL. 2001]) zu einer Abnahme des Blutungsindex und Reduktion der Taschentiefen. Diese Resultate bleiben 12 Monate nach der mechanisch-antibiotischen Behandlung stabil.

Was die chirurgische Dekontamination betrifft (Tab. III), konnte eine Studie von Dörtbudak et al. zeigen, dass die Photodesinfektion (PDT) zwar eine signifikante ($p < 0.0001$) Reduktion des parodontopathogenen Bacterial Load (Aa, Pg und Pi) herbeiführt, jedoch nicht die komplette Elimination dieser Keime (DÖRTBUDAK ET AL. 2001). Eine andere Arbeit von Haas (HAAS ET AL. 2000) kombinierte die Photodesinfektion mit einer regenerativen Technik (GTR). Das Resultat war eine Knochenzunahme von 21,8% an den Defekten nach 9½ Monaten.

Die Studie von Deppe aus dem Jahr 2007 zeigte zwar eine Überlegenheit des CO₂-Lasers gegenüber dem Scaling, die Resultate waren jedoch nur von kurzer Dauer (DEPPE ET AL. 2007). Romanos & Nentwig untersuchten die Wirkung des CO₂-Lasers in Kombination mit regenerativen Techniken (ROMANOS & NENTWIG 2008). Nach Ansicht der Autoren legen die vorläufigen Resultate nahe, dass diese Kombinationstherapie ein hoffnungsvoller Ansatz für die Behandlung der PI sein könnte.

Bach et al. verwendeten einen Diodenlaser, womit sie eine Reduktion der gramnegativen Bakterien und Stäbchen erzielten. In der Lasergruppe betrug die Rezidivrate 11% gegenüber 34% in der Kontrollgruppe (BACH ET AL. 2000).

Behneke et al. beobachteten eine Abnahme der Taschentiefen und einen Knochengewinn von ca. 3 mm nach 3 Jahren sowie ein Verschwinden der periimplantären Läsionen nach der kombinierten Behandlung durch Scaling und Airpolishing mit dem Air Flow® S-I, mit zusätzlicher Anwendung einer Technik zum Auffüllen der Defekte mit autologem Knochen (BEHNEKE ET AL. 2000).

Schwarz et al. erreichten eine Abnahme der Taschentiefen, einen klinischen Attachmentgewinn und eine Abnahme der Radioluzenz des Knochendefekts um die behandelten Implantate, durch die Kombination von Scaling mit Küretten und Spülung mit Chlorhexidin in Verbindung mit einer gesteuerten Knochenregeneration GTR (SCHWARZ ET AL. 2006).

V. Diskussion

Die PI ist eine opportunistische Infektion. Wenn sie nicht rechtzeitig behandelt wird, dringt sie immer tiefer in die periimplantären Gewebe ein und kann zum Verlust des Implantats führen. Die Immunabwehr gegen Infektionen in diesen Geweben ist schwächer als jene in den parodontalen Geweben (LINDHE ET AL. 1992; SCHOU ET AL. 1993). Aus diesem Grund ist eine engmaschige Kontrolle und Überwachung der periimplantären Strukturen unabdingbar und die Nachsorge ist keine blosse Option (Torelli 2001). Zudem muss eine diagnostizierte PI unverzüglich behandelt werden (Heitz-Mayfield & Lang 2010). Ferner ist zu beachten, dass die neusten technologischen Fortschritte auf dem Gebiet der prothetischen Versorgung mit Implantaten die therapeutische Spannbreite auch für den Privatpraktiker wesentlich erweitert haben. Es ist davon auszugehen, dass wir in Zukunft eine zunehmende Anzahl von Patienten mit Periimplantitis zu behandeln haben werden, weil:

- Sich die Indikationen für Implantate erweitert haben, wodurch die Zahl der gesetzten Implantate stetig zunimmt
- Sich die chirurgischen Techniken für das Setzen von Implantaten «demokratisiert» haben und nicht mehr nur Spezialisten vorbehalten sind. Zudem werden längst nicht mehr alle Implantate unter idealen chirurgischen Bedingungen in einem Operationssaal gesetzt (PELTOLA ET AL. 1991).

Die Daten aus den in der vorliegenden Arbeit eingeschlossenen Studien zeigen, dass alle erwähnten Methoden und Techniken in der Lage sind, eine Dekontamination herbeizuführen. Die Resultate sind jedoch nicht voraussehbar, und nach aktuellem Wissensstand ist es unmöglich, die Auswahlkriterien näher zu präzisieren, um der einen oder anderen Dekontaminationstechnik den Vorzug zu geben. Die konkrete Wahl liegt grösstenteils im Ermessen des Behandlers und hängt im Wesentlichen von dessen Erfahrungen und Gewohnheiten ab. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, multizentrische, randomisierte Studien durchzuführen, um aussagekräftigere und evidenzbasierte Leitlinien zu formulieren.

Die in der vorliegenden Arbeit eingeschlossenen klinischen Studien zeigen – unabhängig von den verwendeten Instrumenten und Methoden – eine Abnahme der Entzündungszeichen nach vorgängiger Dekontamination der Implantatoberflächen. Die Wirksamkeit der Therapie hängt jedoch von folgenden Parametern ab:

- Chirurgische oder nichtchirurgische Verwendung des Instruments
- Taschentiefe beim Sondieren

Tab. II In nichtchirurgischen Therapieprotokollen eingesetzte Instrumente/Geräte

Artikel	SCHWARZ ET AL. 2005	SCHWARZ ET AL. 2006 (a)	SCHWARZ ET AL. 2006 (b)	KARRING ET AL. 2005	KHOURY & BUCHMANN 2001	PERSSON ET AL. 2010
Art der Studie	Vergleichsstudie, parallel und randomisiert	Fallserie	Vergleichsstudie, parallel und randomisiert	Split mouth	Fallserie	Vergleichsstudie, parallel und randomisiert
Diagnostische Kriterien		Beweglichkeitsgrad, Höhe der KG	Beweglichkeitsgrad, Höhe der KG		Sondiertes Knochenniveau, Beweglichkeit	
PI	X	X	X			
BOP	X	X	X	X		X
Pus	X	X	X			X
TT	X	>4 mm	7 mm >TT >4 mm	>5 mm	X	
Knochendefekt	X	X	X	1,5 mm Knochenverlust & freiliegende Gewindegänge	X	>2,5 mm
N Patienten	20	12	20	11	25	31
N Implantate	32	12	40	11	41	
Antiseptikum	X	X	X		X	
Antibiotikum					X	
Initialtherapie	2 Wochen vor, MH-Instruktion, SRP full mouth	2 Wochen vor, MH-Instruktion, SRP full mouth	2 Wochen vor, MH-Instruktion, SRP full mouth	Full mouth Plaqueentfernung	Motivation	Motivation
Kontrollgruppe	10 P und 16 I; Kunststoffkürette + Spülung CHX 0,2% + Gel CHX 0,2%		10 P und 20 I; Kunststoffkürette + Spülung CHX 0,2% + Gel CHX 0,2%	Kürette Carbonfaser		Titankürette (17 P)
Geräte	Er:YAG-Laser + MS CHX 0,2% post op während 2 Wochen	Er:YAG-Laser + MS CHX 0,2% post op während 2 Wochen	Er:YAG-Laser + MS CHX 0,2% post op während 2 Wochen	Vector-System® (abrasives Pulver Hydroxylapatit 10 µ)	Küretten + Spülung 0,2% CHX + Antibiotika per os	Ultraschallsystem mit speziellem Implantat-Insert
Nichtchirurgisch	X	X	X	X	X	X
Chirurgisch		Knochenauffüllung nach Abheilung			Desinfektion mit Zitronensäure, danach Defektaufüllung mit autologem Knochen	
Regenerative Techniken		X			X	
Evaluationskriterien	PI, BOP, TT, R, CAL	PI, BOP, TT, R, CAL	PI, BOP, TT, R, CAL	PI, BOP, TT		Bakt. Untersuchung
Beobachtungsdauer	6 Monate	24 Monate	12 Monate	6 Monate	6 Monate	6 Monate
Anmerkung					Prothesenkarenz	Häufigste Bakterien Aa, Fn, Helicobacter pylori, Staphylococci & Tf ↓ PI und BOP Keine signifikante Δ der TT, signifikante ↓ (30%) der Bakterienzahl 30 Min. nach Behandlung Keine signifikante Δ zwischen den 2 Gruppen. Keine signifikante Δ der bakt. Flora der Proben bei Baseline und nach 6 Monaten

KG: Keratinisierte Gingiva; PI: Plaque Index; BOP: bleeding on probing; TT: Taschentiefe; MH: Mundhygiene; SRP: Scaling & Root Planing; P: Patienten; I: Implantate; CHX: Chlorhexidin; MS: Mundspülung; R: Rezession; CAL: clinical attachment level

Tab. III In chirurgischen Therapieprotokollen eingesetzte Instrumente/Geräte

Artikel	DÖRTBUDAK ET AL. 2001	HAAS ET AL. 2000 Int	DEPPE ET AL. 2007	ROMANOS & NENTWIG 2008	BACH ET AL. 2000	BEHNEKE ET AL. 2000	SCHWARZ ET AL. 2006 (c)
Art der Studie	Fallserie	Fallserie	Vergleichsstudie, parallel	Fallserie	Vergleichsstudie 5 Jahre	Fallserie	Vergleichsstudie, parallel
Diagnostische Kriterien				Beweglichkeit, Höhe der KG		Beweglichkeit	Beweglichkeit, Höhe der KG, ≠ Okklusionstrauma
PI		X		X			
BOP		X	X	X	X		
Pus		X	X		X		
TT	> 5 mm	X	> 5 mm	X	> 5 mm	> 5 mm	> 6 mm
Knochendefekt	X	> 6 mm	X	Knochenverlust > 2/3 der Implantathöhe	X	X	> 3 mm
N Patienten	15	17	32	15	30	17	22
N Implantate	15	24	73	19	30	25	22
Antiseptikum			X		X		
Antibiotikum						Metronidazol 2×400 mg/d während 7 d	
Initialtherapie			3 Wochen CHX-Gel		Motivation + SRP + CHX 1,5%	1 Monat wöchentliche submarginale Spülung mit Jodlösung	Kunststoff-Kürette + Spülung CHX 0,2%+ CHX-Gel 0,2%
Kontrollgruppe			Prophy-Jet suprakrestal + konventionelle Therapie				Während Chir. Spülung physiol. NaCl + NHA
Geräte/ Instrumente	TBO + Diodenlaser λ = 690 nm	TBO + Softlaser, λ = 906 nm	Prophy-Jet suprakrestal + CO ₂ -Laser	Titanküretten + Granulationsgewebe + CO ₂ -Laser	Diodenlaser	Kürettage Granulationsgewebe + Air Flow® S-I (Natriumbikarbonat)	
Nicht-chirurgisch					X		X
Chirurgisch	X	X	X	X	Resektive Chir + apikaler Verschiebelappen	X	Spülung physiol. NaCl + BioOss + BioGide
Regenerative Techniken		Autologer Knochen + e-PTFE-Membran	TCP + autologer Knochen + GoreTex Membran	Autologer Knochen/BioOss + BioGide-Kollagenmembran		Defektauffüllung mit autologem Knochen (Schraube + Tissucol)	
Evaluationskriterien	Mikrob. Probe	TT, Rx	PI, PBI, TT, DIM, CAL, DIB	PI, PBI, TT, Höhe attached gingiva, Rx	BOP, TT	TT, CAL	PI, BOP, R, CAL, Rx
Beobachtungsdauer	Sofort	9,5 Monate	4 Monate und Mai 2004	27 Monate	5 Jahre	3 Jahre	6 Monate
Anmerkung		Behandeltes Implantat submerged	Anfang Behandlung? Konventionelle Behandlung?		Bakt. Test	Bakt. Test	

KG: Keratinisierte Gingiva; PI: Plaque Index; BOP: bleeding on probing; TT: Taschentiefe; PBI: Papillenblutungsindex; MH: Mundhygiene; SRP: Scaling & Root Planing; P: Patienten; I: Implantate; CHX: Chlorhexidin; MS: Mundspülung; R: Rezession; CAL: clinical attachment level; TBO: Toluidine Blue O; TCP: Tricalciumphosphat; DIM: Distanz Implantatschulter-Mukosa; DIB: Distanz Implantatschulter-Knochen

- Bluten auf Sondieren oder nicht
 - Höhe des Knochendefekts
 - Profil der Prothese
 - Plaquekontrolle durch den Patienten.
- Vergleiche zwischen den in der vorliegenden Arbeit eingeschlossenen Studien sind schwierig, wenn nicht gar unmöglich: Der Hauptgrund ist die grosse Heterogenität der untersuchten Arbeiten.
- Die Behandlungsprotokolle variieren von einer Studie zur anderen.
 - Unterschiede gibt es auch bei jedem Behandlungsschritt:
 - Einschlusskriterien der Patienten:
 - Nicht alle Studien präzisieren das Fehlen systemischer Erkrankungen.
 - Diagnosekriterien der PI:
 - Die minimale Taschentiefe der periimplantären Läsionen unterscheidet sich von einer Studie zur anderen oder wird in gewissen Arbeiten nicht einmal erwähnt.
 - Der Plaqueindex, das Bluten auf Sondieren, das Vorhandensein keratinisierter Gingiva, die Mobilität werden nicht überall angegeben.
 - Je nachdem wurde vor der PI-Behandlung eine Initialtherapie durchgeführt oder nicht, wobei diese ebenfalls von Studie zu Studie variieren kann (Motivation und Mundhygiene-Instruktion oder Sanierung der gesamten Mundhöhle oder blosser Anwendung antiseptischer Mundwässer).
 - Die zusätzliche Anwendung von Antiseptika kann die Qualität der Resultate positiv beeinflussen. Somit wird die Messung oder eine Aussage über die Wirksamkeit des Geräts oder des Instruments allein erschwert. Für zusätzliche Verwirrung sorgt der Zeitpunkt oder die Dauer der zusätzlichen Anwendung von Antiseptika: Je nach Studie erfolgt diese vor und/oder während und/oder nach dem Eingriff, und die Verschreibungsdauer beträgt zwischen zwei Wochen und einem Monat.
 - Die Dekontamination mit chirurgischem Zugang wird oft mit einer regenerativen Therapie kombiniert, wodurch die Interpretation der Resultate erschwert wird.
 - Evaluationskriterien: Die behandelten Implantate wurden nicht in identischen Abständen (6 Monate, 1 Jahr, ...) radiologisch nachkontrolliert. Der Behandlungserfolg wird nicht immer gemessen an der Veränderung der Taschentiefe und/oder des Blutens auf Sondieren.
 - Die Dauer der Beobachtungen in der Nachkontrolle ist sehr unterschiedlich (6 Monate bis 5 Jahre).
 - Einige Studien kombinieren verschiedene Geräte oder Instrumente. Es ist unmöglich, die Wirksamkeit der einzelnen Instrumente zu bestimmen, zum Beispiel beim Vector®-System, welches Airpolishing mit abrasivem Pulver kombiniert, mit Vibrationen mittels Ultraschall.
- Zudem arbeiten einige Forschergruppen vor allem mit einem einzigen Gerät, wie beispielsweise Schwarz et al., die auf den Er:YAG-Laser von Kavo® fokussiert sind. Man muss logischerweise davon ausgehen, dass solch monozentrische Studien zur

Behandlung der PI mit einem Er:YAG-Laser die Aussagekraft der erzielten Resultate einschränkt.

Das schwache Evidenzniveau der klinischen Studien erlaubt es uns derzeit nicht, einem bestimmten therapeutischen Gerät oder Instrument im Vergleich zu einem anderen den Vorzug zu geben. Bis anhin ist es weder möglich, die Indikation oder die Überlegenheit eines Instruments oder Geräts zu bemessen noch Auswahlkriterien dafür in gewissen klinischen Situationen zu formulieren.

Aus folgenden Gründen ist es schwierig, Studien mit einem aussagekräftigeren Protokoll durchzuführen:

- Die Schwierigkeit, genügend Probanden zu finden, um eine ausreichend grosse Kohorte zu bilden. Verschiedene Kriterien müssen berücksichtigt werden: Allgemeiner Gesundheitszustand (systemische, schlecht eingestellte Erkrankungen wie Diabetes, Schwangerschaft, Knochenkrankheiten), zahnmedizinischer Zustand (früher aufgetretene Parodontitis [MOMBELLI ET AL. 1995], bezahnter oder unbezahnter Patient [MOMBELLI ET AL. 1998], weil diese Parameter die Zusammensetzung der mikrobiellen Mundflora mitbestimmen).
- Die grosse Zahl verschiedener Implantatsysteme, der Oberflächenstrukturen (SLA, plasma flame sprayed usw.), welche die Zusammenstellung einer homogenen Untersuchungsgruppe erschwert.

Schlussfolgerungen

Die Osseointegration hat unsere Möglichkeiten zur oralen Rehabilitation unserer Patienten radikal verändert. Eine grosse Zahl von wissenschaftlichen Arbeiten befasst sich mit den Oberflächenstrukturen der Implantate, um die Kinetik der Osseointegration zu beschleunigen, was zu signifikanten Fortschritten geführt hat (LE GUEHENNEC ET AL. 2007). Zu den Herausforderungen, die zur Zeit anstehen, gehört auch die Suche nach einem kodifizierten Behandlungsschema der PI; speziell müssen weitere Fortschritte auf dem Gebiet des technischen Vorgehens und des Designs der Instrumente und Geräte für die Dekontamination der Implantatoberflächen erzielt werden.

Das Design der Implantate berücksichtigte von Anfang an das «Pflichtenheft» einer guten Knochen- und Weichteilintegration, indem für den Halsbereich und den Implantatkörper verschiedene Oberflächenstrukturen entwickelt wurden (glatt poliert am Hals und rau oder beschichtet für die Schraube im Knochen). Die Zunahme der Inzidenz von Mukositis und Periimplantitis ist ein Faktor, der in die Weiterentwicklung und das Design der Implantate von morgen einfließen muss. Die Forschung wird sich zunehmend mit der Prävention des Auftretens respektive des Fortschreitens dieser Erkrankungen zu befassen haben. Gewisse aktuelle Forschungen gehen in die Richtung, bestimmte chemische Gruppen an der Implantatoberfläche zu verankern, welche gleichzeitig die bakterielle Besiedelung hemmen und die Osseointegration fördern können.

Literatur siehe Text französisch, Seite 347.