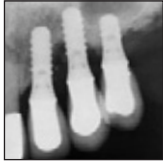


Vorschlag einer Periimplantitis-Klassifikation



Stuart J. Froum, DDS*
Paul S. Rosen, DMD, MS**

Die Interpretation von Studien zur Untersuchung der Prävalenz, Behandlung und von Therapieerfolgen der Periimplantitis ist schwierig, weil es keine standardisierte Klassifikation ihrer verschiedenen Stadien gibt. Der vorliegende Artikel stellt eine Klassifikation der Periimplantitis anhand der Erkrankungsschwere vor. Dabei wird die Erkrankung in eine frühe, eine mittelstarke und eine fortgeschrittene Form eingeteilt, die anhand einer Kombination aus Blutung und/oder Eiteraustritt beim Sondieren, der Sondierungstiefe und des radiologischen periimplantären Knochenverlusts um das Implantat bestimmt wird. In dieser Veröffentlichung werden die Grundlagen und die Erhebung der Parameter für die Klassifikation vorgestellt und besprochen. Mithilfe der Klassifikation kann die Kommunikation zwischen Wissenschaftlern und Ärzten erleichtert und das Verständnis der Periimplantitis verbessert werden. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2012;32:509–516.)

* Klinischer Professor und klinischer Forschungsleiter, Department of Periodontology and Implant Dentistry, New York College of Dentistry, New York, New York, USA; Privatpraxis, New York, New York, USA.

** Klinischer Assistenzprofessor für Parodontologie, Department of Periodontology, Baltimore College of Dental Surgery, University of Maryland, Baltimore, Maryland, USA; Privatpraxis, Yardley, Pennsylvania, USA.

Korrespondenz an: Dr. Stuart J. Froum, 17 W. 54th Street, Suite 1C/D, New York, NY 10019, USA. Fax: +1 212-246-7599. E-Mail: dr.froum@verizon.net

Der Begriff der Periimplantitis wurde in den 1980er-Jahren eingeführt und in den 1990er-Jahren modifiziert. Er bezeichnet eine entzündliche Erkrankung, die zum Verlust des stützenden Knochens um ein Implantat führt^{1, 2}. Dieses Krankheitsbild unterscheidet sich deutlich von der Mukositis, einer reversiblen Entzündung der periimplantären Schleimhaut ohne Knochenverlust². Wird an Implantaten eine Sondierungstiefe (PD) ≥ 4 mm gemessen oder kommt es dort zu einer Blutung und/oder Eiterabsonderung beim Sondieren, wird oft ganz allgemein von einer Periimplantitis gesprochen^{3, 4}. Wie jedoch Zitzmann und Berglundh⁵ in einem Literatur-Review herausgearbeitet haben, werden in vielen Studien unterschiedliche klinische Definitionen der Periimplantitis verwendet. So definierten Berglundh et al.⁶ die Periimplantitis durch eine PD > 6 mm oder einen Attachment- oder Knochenverlust von $\geq 2,5$ mm⁶. Während die Pathogenese der Periimplantitis von einer frühen über eine etablierte bis zur fortgeschrittenen Läsion verläuft, wurde die Stadieneinteilung der Periimplantitis histologisch und nicht klinisch vorgenommen⁷. Bislang gibt es keine standardisierten Parameter zur klinischen Stadien- und Schweregradeinteilung der Periimplantitis. Im Gegensatz dazu wird

Tabelle 1	Klassifikation der Periimplantitis
Früh	PD \geq 4 mm (Blutung und/oder Eiteraustritt beim Sondieren*) Knochenverlust < 25 % der Implantatlänge [†]
Mittelschwer	PD \geq 6 mm (Blutung und/oder Eiteraustritt beim Sondieren*) Knochenverlust 25 bis 50 % der Implantatlänge [†]
Fortgeschritten	PD \geq 8 mm (Blutung und/oder Eiteraustritt beim Sondieren*) Knochenverlust > 50 % der Implantatlänge [†]

* An mindestens zwei Messstellen um das Implantat.

[†] Als Differenz zwischen den Röntgenaufnahmen vom Zeitpunkt der Versorgung mit der definitiven Restauration und der aktuellen Röntgenaufnahme. Falls die Erstere nicht vorhanden ist, wird die früheste nach der Belastung angefertigte Röntgenaufnahme verwendet.

eine Schweregradeinteilung bei der chronischen Parodontitis verwendet⁸⁻¹². Sie basierte zunächst auf der Sondierungstiefe der Taschen, womit eine frühe (> 3 mm), eine mittelschwere (4 bis 6 mm) und eine fortgeschrittene Form (\geq 7 mm) der Parodontitis bestimmt wurden. Die radiologische Schwelle des Knochenverlusts lag bei der Parodontitis zwischen \geq 1 mm und \geq 3 mm¹³.

Obwohl in manchen Berichten die Klassifikationskriterien der Parodontitisstadien abweichen, erlaubt die anerkannte Schweregradeinteilung eine Kommunikation zwischen Ärzten und Wissenschaftlern und wurde zur Etablierung der Diagnose, der Prognose und der Behandlung herangezogen. Diese Klassifikation beschreibt vor allem das Krankheitsausmaß, wurde jedoch nie hinsichtlich der Behandlungsmaßnahmen validiert. Außerdem ermöglicht sie keine zuverlässige prognostische Beurteilung der Zähne¹⁴. Da eine ähnliche Klassifikation der Periimplantitis fehlt, entstanden oft Unsicherheiten bezüglich der Diagnose, der Prävalenz, der Behandlungseffektivität und der Evaluation der Behandlungsergebnisse. So ermittelten Koldland et al.¹⁵ abhängig von der Definition der Periimplantitis eine Prävalenz zwischen 11,3 % und 47,1 %. In einem Literatur-Review zum Effekt

der Oberflächenmerkmale von Implantaten und Periimplantitis stellten die Autoren je nach der verwendeten Definition für die Periimplantitis eine Inzidenz von 16 bis 58 % fest. Sie unterstrichen die Bedeutung einer „allgemein akzeptierten Definition der Periimplantitis, die zuverlässige Vergleiche von verschiedenen Studien ermöglicht“¹⁶.

In der vorliegenden Arbeit wird eine Klassifikation der Periimplantitis in eine frühe, eine mittelschwere und eine fortgeschrittene Form vorgestellt. Diese Klassifikation trägt zur Klärung und Bestimmung der Prävalenz, der Behandlungsoptionen und der Endpunkte sowie zum Vergleich der Behandlungsoptionen bei.

Erklärung und Grundlage der Klassifikation

In dieser Klassifikation wird die Periimplantitis in drei klar abgegrenzte klinische Stadien eingeteilt: früh, mittelschwer und fortgeschritten (Tabelle 1 und Abb. 1 bis 4).

Da die Periimplantitis eine entzündliche Erkrankung der Weich- und Hartgewebe in der Umgebung eines osseointegrierten Implantats ist, basiert die diagnostische Klassifikation auf der Entzündung und dem progressiven Knochenverlust¹⁷. Bei

Abb. 1a (links) Klinischer Befund einer frühen Periimplantitis an einem Implantat in Position des oberen linken lateralen Schneidezahns. Es sind entzündetes Gewebe und Exsudat erkennbar.



Abb. 1b (rechts) Röntgenaufnahme dieses Implantats mit einem Knochenverlust < 25 % der Implantatlänge im Sinne einer frühen Periimplantitis.

Abb. 2a (links) Klinischer Befund eines Implantats in der Position des unteren linken ersten Molaren. Beachte das Exsudat.

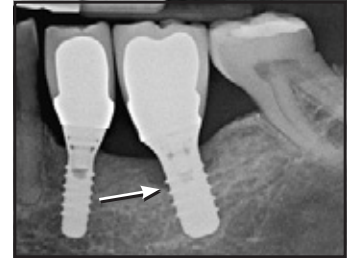


Abb. 2b (rechts) Röntgendarstellung einer mittelschweren Periimplantitis mit einem Knochenverlust von 25 bis 50 % der Implantatlänge mesial und distal des Implantats (Pfeil).

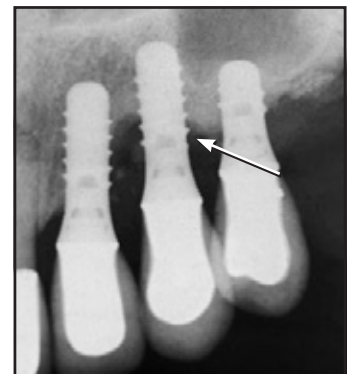
Abb. 3a Die klinische Sondierung distal des Implantats am oberen linken Eckzahn ergibt 8 mm.



Abb. 3b (links) Blutung nach dem Sondieren 15 Sekunden, nachdem die Sonde entfernt wurde (Pfeil).



Abb. 3c (rechts) Röntgendarstellung einer mittelschweren Periimplantitis mit einem Knochenverlust von < 50 % der Implantatlänge (Pfeil).



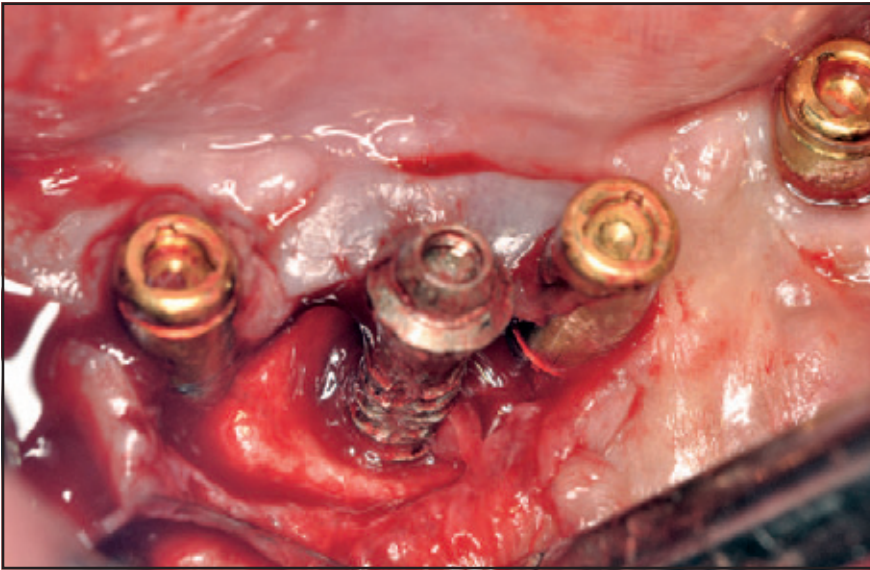


Abb. 4a Klinischer Befund eines Implantats mit fortgeschrittener Periimplantitis.

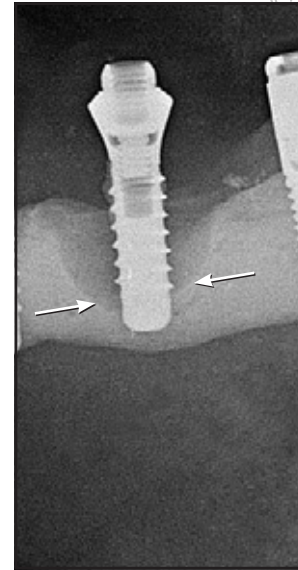


Abb. 4b Röntgendarstellung einer fortgeschrittenen Periimplantitis mit einem Knochenverlust $> 50\%$ der Implantatlänge (Pfeile).

der vorgeschlagenen Klassifikation wurden die Blutung (BoP) und/oder der Eiteraustritt beim Sondieren als beste klinische Indikatoren einer Entzündung gewählt. Die BoP lässt sich am einfachsten dichotom beurteilen, indem an sechs Bereichen um das Implantat das Vorhandensein oder Fehlen einer Blutung beim Sondieren überprüft wird. Dazu eignet sich am besten eine 15 mm lange UNC-Sonde (Hu-Friedy) oder eine PCP-11-Sonde mit einem Durchmesser von 0,4 mm an der Spitze (Hu-Friedy). Nach leichtem Sondieren wird 15 Sekunden gewartet, ob eine Blutung auftritt oder nicht¹⁸. Die PD variiert oft abhängig von der darüberliegenden Mukosa, der Menge oder dem Fehlen von keratinisierter

Gingiva, der Behinderung des Sondierens durch eine Restauration und dem Druck beim Sondieren¹⁹. Letzterer wurde ausführlich in einer früheren Veröffentlichung besprochen. Dort wurde festgestellt, dass Parodontalsonden bei entzündeten Geweben nahe dem Knochen penetrieren²⁰. Da das periimplantäre Sondieren zudem stärkeren Variationen unterliegt als das Sondieren von Zahnfleischtaschen, wurde empfohlen, den Sondierungsdruck auf 0,25 N festzulegen²¹. Anstatt eine Sonde mit Druckmesser zu verwenden, sollte periimplantär nur leicht klinisch sondiert werden. Die Sondierungstechnik zur Ermittlung der PD im Rahmen der hier besprochenen Klassifikation war in $> 95\%$ der Fäl-

le mit ± 1 mm reproduzierbar²². Ein übermäßiger Druck auf die Sonde kann selbst bei einem gesunden Weichgewebekomplex zur Ruptur der Fasern und einer falsch erhöhten Sondierungstiefe führen. Ein leichtes Sondieren von ≥ 4 mm ist eine klinisch angemessene Grundlage für die Statusbeurteilung der periimplantären Mukosa¹⁹, die wiederum durch eine Kombination von PD sowie Blutung und/oder Eiterabsonderung beim Sondieren an mindestens zwei Bereichen um das Implantat beurteilt werden kann. Sofern das Restorationsdesign den Zugang für ein zuverlässiges Sondieren behindert, sollte erwogen werden, die Versorgung herauszunehmen, speziell wenn sie nicht festsitzend ist. Fehlt

wegen einer nicht korrekten Position des Implantats die bukkale Knochenplatte, wobei aber die bukkale Mukosa beim Sondieren nicht blutet, kann der Knochenverlust die Folge einer physiologischen Resorption und einer gestörten Blutversorgung der bukkalen Knochenplatte sein. In diesen Fällen kann selbst bei einer erhöhten PD und Knochenverlust keine Periimplantitis vorliegen. Die meisten durch eine Periimplantitis ausgelösten Defekte betreffen mehr als eine Oberfläche. Daher müssen für die Schweregradbestimmung in der vorgeschlagenen Klassifikation eine PD ≥ 4 mm, BoP und ein Knochenverlust an mindestens zwei Stellen um das Implantat vorhanden sein.

Die korrekte Positionierung eines Implantats muss so gestaltet werden, dass an der bukkalen Knochenplatte kein Knochenverlust auftritt. Liegt die Position des Implantats zu weit bukkal, ist ein nicht bakteriell induzierter Knochen- und Weichgewebsverlust möglich, weswegen die Messungen an mindestens zwei Stellen um das Implantat erfolgen sollen. Bei BoP und PD ≥ 4 bis 8 mm mit einem Knochenverlust $> 25\%$ an zwei Stellen um das bukkal platzierte Implantat wird der Erkrankung der entsprechende Schweregrad zugewiesen. Die Klassifikation richtet sich nach dem schwersten Befall, der an einer Stelle um das Implantat beobachtet wurde.

Implantate besitzen eine unterschiedliche Form und Morphologie. In vielen Studien wird ein Knochenverlust $\geq 1,8$ mm entsprechend dem dritten Gewindengang des Implantats verwendet, um eine Periimplantitis zu diagnostizieren. Dies ist jedoch willkürlich. Standardisierte Röntgenaufnahmen helfen bei der genauen Bestimmung des Knochenverlusts bezogen auf einen fixen Bezugspunkt (d. h. Versorgung/Implantat-

Abutment-Verbindung). Diese Messung kann jedoch schwer durchführbar sein und sich nicht korrekt in Millimetern angeben und vergleichen lassen. Die vorgestellte Klassifikation basiert auf dem Vergleich des prozentualen Knochenverlusts bezogen auf die Implantatlänge. Für die drei Kategorien wird der Knochenverlust eingeteilt in $< 25\%$, 25 bis 50 % und $> 50\%$ der Implantatlänge.

Obwohl ein vertikaler Knochenverlust von jährlich $< 0,2$ mm nach einjähriger Belastung des Implantats ein allgemein anerkanntes Erfolgskriterium ist²³, lässt sich solch ein geringer Knochenverlust klinisch nur schwer genau erfassen. Deshalb können Studien, in denen eine Periimplantitis durch einen progressiven Knochenverlust von $\geq 1,8$ mm beim Vergleich der Einjahresdaten definiert wird, nur schwer vom Arzt nachvollzogen werden³. Der Knochenverlust wird daher bei der hier vorgestellten Klassifikation in Prozent der Implantatlänge angegeben. Dies ermöglicht eine einfache Beurteilung der Schweregradzunahme von der frühen über die mittelschwere zur fortgeschrittenen Periimplantitis. In Kombination mit Blutung/und oder Eiteraustritt beim Sondieren erlaubt diese Messung bereits die Diagnose der frühesten klinisch nachweisbaren Stadien der Erkrankung und umgeht das Problem einer unnötigen Strahlenbelastung des Patienten. Eine möglichst frühzeitige Diagnose und Behandlung sind umso wichtiger, weil der mit der Periimplantitis einhergehende Knochenverlust nicht linear abläuft, sondern über die Zeit zunimmt²⁴.

Ein Schlüsselfaktor bei der Diagnose und Differenzierung der drei Gruppen dieser Klassifikation ist der periimplantäre Knochenverlust. Um diesen präzise bestimmen zu können, sind nach Ansicht der Autoren unmittelbar nach dem Einsetzen der

definitiven Restauration periapikale Röntgenaufnahmen erforderlich. Eine Panoramaröntgenaufnahme ist kein Ersatz für eine periapikale Röntgenaufnahme, da die Verzerrungen einen akkuraten Vergleich unmöglich machen. Diese initiale Röntgenaufnahme stellt die Beziehung zwischen der Restauration-Abutment-Verbindung und dem ersten Knochen-Implantat-Kontakt her. Im Vergleich mit künftigen Röntgenaufnahmen kann später der Knochenverlust an der mesialen und distalen Seite des Implantats festgestellt werden. (Der Knochenverlust sollte an mindestens zwei Seiten des jeweiligen Implantats nachweisbar sein.)

Da die Versorgung eine präzise radiologische Beurteilung der Knochenhöhe unmöglich machen kann, sollte sie bei jeder Aufnahme entfernt werden. Hilfreich sind auch eine Knochensondierung der periimplantären Gewebe nach Lokalanästhesie sowie die Sondierung durch die Gewebe bis zum koronalen Ende des bukkalen (fazialen) und lingualen Knochens. So kann die Knochenhöhe an diesen Stellen ermittelt werden, was mit periapikalen Standard-Röntgenaufnahmen nicht möglich ist. Diese klinische Messung muss für eine zuverlässige Klassifikation nach dem hier vorgestellten System nur bezogen auf die Implantatlänge präzise sein. Sie macht millimetergenaue Knochenmessungen überflüssig, die wegen des Einfallswinkels der Röntgenstrahlen oft nicht vergleichbar oder ungenau sind. Außerdem muss der Knochenverlust auf diese Weise nicht mehr mit der Anzahl der Gewindegänge des Implantats angegeben werden, die sich je nach Implantatsystem unterscheiden.

Die Bedeutung einer allgemein anerkannten und leicht umsetzbaren Stadieneinteilung der Periimplantitis ist nirgends offensichtlicher

als bei der Wahl der Behandlung und der Evaluation der Ergebnisse. So stellten Serino und Turri²⁵ bei der Auswertung der Operationsergebnisse in einer zweijährigen prospektiven klinischen Studie am Menschen fest, dass 42 % der 86 Patienten mit initialer Periimplantitis trotz der Behandlung eine „periimplantäre Erkrankung“ aufwiesen. Allerdings war der Anteil der Implantate ohne Erkrankung nach der Behandlung höher (74 %), wenn nur ein geringerer initialer Knochenverlust (2 bis 4 mm) bestand, als bei einem periimplantären Knochenverlust ≥ 5 mm (40 %). Angesichts dieser Ergebnisse soll die vorgeschlagene Klassifikation bei der Wahl der optimalen Behandlung helfen²⁵. In drei weiteren Studien zur Evaluation der regenerativen Behandlung der Periimplantitis wurden verschiedene Einschlusskriterien der behandelten Läsionen verwendet^{22, 26, 27}. In diesen Studien variierte die Definition der Periimplantitis von „ > 50 % der Implantatlänge“ über „PD > 6 mm und Knochendefekt > 3 mm“ bis zu „ ≥ 4 mm vertikalem Knochenverlust“^{22, 26, 27}. Somit könnten die Ergebnisse von der unterschiedlich starken initialen Beteiligung beeinflusst worden sein, die in keiner dieser Studien deutlich dargelegt wurde. Die vorgeschlagene Klassifikation der Periimplantitis würde den Vergleich der initialen Erkrankung zwischen verschiedenen Studien mit ähnlicher Zielsetzung erleichtern und in Bezug zum Behandlungsergebnis setzen. Damit wäre auch ein Vergleich der Behandlungsverfahren möglich.

Eine standardisierte Klassifikation kann für Wissenschaftler und Ärzte als Grundlage für die Erweiterung ihres Wissens dienen. Die Autoren hoffen, dass die vorgeschlagene Klassifikation der Periimplantitis eine frühzeitige Diagnose und Behandlung erleichtern wird, was vermutlich

Tabelle 2 Prävalenz, abhängig von den Parametern zur Definition der Periimplantitis					
Studie	Studienart	Anzahl der Patienten/ Implantate	Parameter zur Definition der Periimplantitis	Mittlere Zeit (J.)	Prävalenz
Fransson et al. ²⁸	Querschnittstudie zur Ermittlung der Prävalenz der Periimplantitis	662/3413	Progressiver Knochenverlust von > 3 Gewindegängen des Implantats	Gruppe A: 9,1 Gruppe B: 8,4	27,8 % der Patienten 12,4 % der Implantate
Roos-Jansäker et al. ⁴	Querschnittstudie	218/1057	BoP, sondierte Knochenhöhe 3 bis 4 Gewindegänge (3,1 bis 3,7 mm)	10,8 (Bereich: 9 bis 14)	16 % der Patienten, 6,6 % der Implantate
Koldsland et al. ¹⁵	Evaluation der Prävalenz der Periimplantitis bei Patienten, die 1990 bis 2005 an der Universität Oslo behandelt wurden	49/104	PD ≥ 4 mm, Knochenverlust, radiologischer Knochenverlust > 2,0 mm, BoP	10,2	47,1 % der Patienten, 36,6 % der Implantate
		12/106	Deutliche Periimplantitis: Knochenverlust, radiologischer Knochenverlust ≥ 3,0 mm, BoP, Eiteraustritt bei PD ≥ 6 mm	9,5	11,3 % der Patienten

BoP = Blutung beim Sondieren; PD = Sondierungstiefe.

zu den besten Behandlungsergebnissen führt²⁴. Außerdem erlaubt sie die präzisere Bestimmung der Prävalenz (Tabelle 2). Wissenschaftler und Ärzte können mit dieser Standardisierung der Erkrankungsschwere leichter Informationen und Behandlungsergebnisse austauschen. Falls zukünftig neue Erkenntnisse zu dieser Erkrankung verfügbar sind, sollte die

Klassifikation entsprechend angepasst werden. Um eine Prognose für Implantate mit Periimplantitis in den drei Erkrankungsstadien geben und die relative Effektivität der Behandlungsalgorithmen prüfen zu können, sind weitere Studien erforderlich. Gleichzeitig kann die Validität der hier vorgeschlagenen Klassifikation weiter überprüft werden.



References

1. Mombelli A, van Oosten MA, Schurch E Jr, Lang NP. The microbiota associated with successful or failing osseointegration titanium implants. *Oral Microbiol Immunol* 1987;2:145–151.
2. Albrektsson T, Isidor F. Consensus report of session IV. In: Lang NP, Karring T (eds). *Proceedings of the First European Workshop on Periodontology*. London: Quintessence, 1994:365–369.
3. Roos-Jansåker AM, Lindahl C, Renvert H, Renvert S. Nine- to fourteen-year follow-up of implant treatment. Part I: Implant loss and associations to various factors. *J Clin Periodontol* 2006;33:283–289.
4. Roos-Jansåker AM, Lindahl C, Renvert H, Renvert S. Nine- to fourteen-year follow-up of implant treatment. Part II: Presence of peri-implant lesions. *J Clin Periodontol* 2006;33:290–295.
5. Zitzmann NU, Berglundh T. Definition and prevalence of peri-implant diseases. *J Clin Periodontol* 2008;35(suppl 8): 286–291.
6. Berglundh T, Persson L, Klinge B. A systematic review of the incidence of biological and technical complications in implant dentistry reported in prospective longitudinal studies of at least 5 years. *J Clin Periodontol* 2002;29(suppl 3): 197–212.
7. Schwartz F, Becker J. Histopathological phases of peri-implant inflammations. In: Schwartz F, Becker J. *Peri-implant Infection*. London: Quintessence, 2010:84.
8. Knowles JW, Burgett FG, Nissle RR, Shick RA, Morrison EC, Ramfjord SP. Results of periodontal treatment related to pocket depth and attachment level. Eight years. *J Periodontol* 1979;50:225–233.
9. Pihlstrom BL, McHugh RB, Oliphant TH, Ortiz-Campos C. Comparison of surgical and nonsurgical treatment of periodontal disease. A review of current studies and additional results after 6 ½ years. *J Clin Periodontol* 1983;10:524–541.
10. Haffajee AD, Socransky SS, Goodson JM. Clinical parameters as predictors of destructive periodontal disease activity. *J Clin Periodontol* 1983;10:257–265.
11. Halazonetis TD, Haffajee AD, Socransky SS. Relationship of clinical parameters to attachment loss in subsets of subjects with destructive periodontal diseases. *J Clin Periodontol* 1989;16:563–568.
12. Grbic JT, Lamster IB. Risk indicators for further clinical attachment loss in adult periodontitis. Tooth and site variables. *J Periodontol* 1992;63:262–269.
13. Armitage GC. Periodontal diseases: Diagnosis. *Ann Periodontol* 1996;1:37–215.
14. McGuire MK. Prognosis versus actual outcome: A long-term survey of 100 treated periodontal patients under maintenance care. *J Periodontol* 1991;62:51–58.
15. Koldstad OC, Scheie A, Aass AM. Prevalence of peri-implantitis related to severity of the disease with different degrees of bone loss. *J Periodontol* 2010;81: 231–238.
16. Renvert S, Polyzois I, Claffey N. How do implant surface characteristics influence peri-implant disease? *J Clin Periodontol* 2011;38(suppl 11):214–222.
17. Mombelli A, Lang NP. The diagnosis and treatment of peri-implantitis. *Periodontol* 2000 1998;17:63–76.
18. Ainamo K, Bay I. Problems and proposals for recording gingivitis and plaque. *Int Dent J* 1975;25:229–235.
19. Mombelli A, Graf H. Depth-force patterns in periodontal probing. *J Clin Periodontol* 1986;13:126–130.
20. Mombelli A, Mühle T, Brägger U, Lang NP, Bürgin WB. Comparison of periodontal and peri-implant probing by depth-force pattern analysis. *Clin Oral Implants Res* 1997;8:448–454.
21. Lang NP, Wetzel AC, Stich H, Caffesse RG. Histologic probe penetration in healthy and inflamed peri-implant tissues. *Clin Oral Implant Res* 1994;5:191–201.
22. Khoury F, Buchmann R. Surgical therapy of peri-implant disease: A 3-year follow-up study of cases treated with 3 different techniques of bone regeneration. *J Periodontol* 2001;72:1498–1508.
23. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: A review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1986;1:11–25.
24. Fransson C, Tomasi C, Pikner SS, et al. Severity and pattern of peri-implantitis-associated bone loss. *J Clin Periodontol* 2010;37:442–448.
25. Serino G, Turri A. Outcome of surgical treatment of peri-implantitis: Results from a 2-year prospective clinical study in humans. *Clin Oral Implants Res* 2011;22: 1214–1220.
26. Schwarz F, Sahm N, Bieling K, Becker J. Surgical regenerative treatment of peri-implantitis lesions using a nanocrystalline hydroxyapatite or a natural bone mineral in combination with a collagen membrane: A four-year clinical follow-up report. *J Clin Periodontol* 2009;36: 807–814.
27. Wilfang J, Zernial O, Behrens E, Schlegel A, Warnke PH, Becker ST. Regenerative treatment of peri-implantitis bone defects with combination of autologous bone and a demineralized xenogenic bone graft: A series of 36 defects. *Clin Implant Dent Relat Res* [epub ahead of print 3 Feb 2010].
28. Fransson C, Lekholm U, Jemt T, Berglundh T. Prevalence of subjects with progressive bone loss at implants. *Clin Oral Implants Res* 2005;16:440–446.