

原 著
-----

## 歯周病患者に対する骨接合型インプラントの治療成績に関する 臨床的研究

難波智美, 葛山賢司, 石井麻紀子, 三上晃一郎,  
谷田部一大, 小村尚徳, 大塚秀春, 林 丈一朗,  
辰巳順一, 申 基喆

明海大学歯学部口腔生物再生医工学講座歯周病学分野  
(受付日: 2009年1月28日 受理日: 2009年3月24日)

### Clinical Study of the Treatment Results for Osseointegrated Implants in Periodontitis Patients

Satomi Namba, Kenji Katsurayama, Makiko Ishii, Kouichiro Mikami,  
Kazuhiro Yatabe, Hisanori Omura, Hideharu Otsuka, Joichiro Hayashi,  
Junichi Tatsumi, and Kitetsu Shin

Division of Periodontology, Department of Oral Biology and Tissue Engineering, Meikai University School of  
Dentistry

(Received : January 28, 2009 Accepted : March 24, 2009)

**Abstract** : The aim of this study was to survey the outcome of implant therapy in periodontal patients visiting the Meikai University Hospital. One hundred five patients treated with a dental implant during December 1999 to December 2005 after periodontal treatments were included in the survey. Each patient was evaluated in terms of the number of residual tooth, probing pocket depth (PPD), and bleeding on probing (BOP). The survey items in relation to the implants were the type, length, presence/absence of adjacent dentition, region of implant, superstructure of the implants, and the amount of marginal bone loss (MBL) around the implants as seen on X-ray films. The implant 5-year survival rate and success rate were calculated by the Kaplan-Meier method and compared using the log rank test. Five-year success rates were determined for a MBL of  $\leq 1.5$ mm and  $\leq 3.0$ mm. Each different item and the amount of MBL were determined statistically using ANOVA and Tukey's test. Results: 1) The 5-year survival rate for all implants was 98.7%, and the 5-year success rates for a MBL of  $\leq 3.0$ mm and  $\leq 1.5$ mm were 90.0% and 63.6%, respectively. 2) There was no statistically significant difference between the amount of MBL and the initial PPD (mean, maximum, minimum). 3) A positive correlation was found between the amount of MBL and the maximum PPD during the maintenance phase

連絡先: 難波智美

〒350-0283 埼玉県坂戸市けやき台 1-1

明海大学歯学部口腔生物再生医工学講座歯周病学分野

Satomi Namba

Department of Oral Biology and Tissue Engineering, Division of Periodontology, Meikai University, School of Dentistry  
1-1 Keyakidai, Sakado-shi, Saitama 350-0283, Japan

E-mail: namba@dent.meikai.ac.jp

( $p=0.045$ ). 4) There was a negative correlation between the amount of MBL and improvement of the maximum PPD compared with initial phase ( $p=0.0094, 0.0022$ ). These results suggest that the survival rate obtained was almost the same as reported earlier. The amount of MBL was not correlated with the initial PPD, but was correlated with the maximum PPD during the maintenance phase, and with improvement of the maximum PPD during the initial phase. Thus appropriate periodontal treatment and stability of the periodontal tissues during the maintenance phase may affect the implant success rate in periodontal patients.

Nihon Shishubyo Gakkai Kaishi (J Jpn Soc Periodontol) 51(2) : 141-152, 2009.

**Key words** : bone loss; osseointegrated implant; peri-implantitis; survival rate; success rate.

**要旨** : 本研究の目的は、明海大学歯学部付属明海大学病院歯周病科においてこれまで実施された歯周病患者におけるインプラント治療の治療成績を分析することにある。歯周治療終了後、1999年12月から2005年12月の間にインプラント治療を行った患者105名を対象とした。各被験者の残存歯数、probing pocket depth (PPD)、プロービング時の出血の有無(bleeding on probing; BOP)について調査を行った。インプラント治療に関しては、インプラントの種類、長軸長、隣在歯の有無、埋入部位を調査項目とし、各インプラント周囲骨吸収量(MBL)をエックス線写真から測定した。5年生存率および5年成功率はKaplan-Meier法にて算出し、ログランク検定により比較した。成功率は $MBL \leq 1.5\text{mm}$ 、および $MBL \leq 3.0\text{mm}$ の2段階で定義した。各被験者の調査項目は、MBLとの相関関係をANOVAおよびTukey's検定法を用いて調査した。結果: 1) 5年生存率は98.7%であり、 $MBL \leq 1.5\text{mm}$ 成功率は63.6%、および $MBL \leq 3.0\text{mm}$ では90.0%であった。2) MBLと初診時のPPD(平均、最大値、最小値)とは相関関係が認められなかった。3) MBLとメンテナンス時のPPD最大値とは正の相関が( $p=0.045$ )が認められた。4) MBLとPPD最大値の改善量および初診時の残存歯数とは負の相関( $p=0.0094, 0.0022$ )が認められた。以上の研究結果から、歯周治療が行われた患者のインプラント生存率および成功率は、歯周治療の有無に関するこれまでの報告とほぼ同様な結果が得られた。MBLが初診時のPPDと相関せず、メンテナンス時のPPD最大値およびPPD改善量と相関することから、インプラント治療の成功率には、適切な歯周治療およびメンテナンスによる残存歯周囲組織の安定が重要であることが示唆された。

日本歯周病学会会誌(日歯周誌)51(2) : 141-152, 2009

**キーワード** : 骨吸収量, 骨接合型インプラント, インプラント周囲炎, 生存率, 成功率

## 緒 言

骨接合型インプラントによる機能回復法は、予知性が高く、永続性に優れていることがこれまでの臨床研究によって明らかにされている<sup>1)</sup>。当初は、無歯顎に対する機能回復法として開発された骨接合型インプラントも、現在では部分欠損や単独歯欠損など、あらゆる欠損形態に応用されるようになり<sup>1-3)</sup>、補綴治療計画立案の上でも信頼性の高い治療法のひとつとして考慮されるようになった。

これまでインプラント治療に関して、様々な患者群で生存率および成功率が報告され、インプラントの5年生存率は90~98%<sup>4,5)</sup>、10年生存率は89~95%<sup>6-8)</sup>と、非常に高い値を示しており、これに対して成功率は生存率と比較して低くなる傾向を示している。この成功率は、それぞれの研究で定義された成功の評価基準によって大きく異なってくる。インプラント治療の失敗には生物学的失敗、機械的失敗、医原性偶発症、

および患者の不十分なモチベーションによる失敗に分類される<sup>9)</sup>。その中で生物学的失敗は、インプラント・フィクスチャー埋入後の骨接合の獲得が出来ない早期失敗と、獲得された骨接合の維持が出来ない晩期失敗とに分類される。

骨接合獲得後に生じる偶発症には、インプラントの喪失、外科的偶発症、辺縁骨の吸収を含めたインプラント周囲組織に生じる偶発症、および補綴の偶発症が挙げられる。このうちインプラント周囲組織に生じる偶発症は、インプラント周囲粘膜炎およびインプラント周囲炎のような感染症や過大な咬合負担などが原因と考えられ、長期経過報告からその発症率は0~14.4%であるとされている<sup>10)</sup>。インプラント周囲炎は、歯の残存状態、つまり部分欠損か無歯顎かによって発症率が異なるとされており、関連する細菌叢は慢性歯周炎患者の残存歯の歯周ポケット内において認められるものと類似していると報告されている<sup>11)</sup>。そのため、歯周病は喫煙習慣や糖尿病などと並んで、インプラントの失敗における主要なリスク因子と考えら

れている。

歯周病は主要な歯の喪失原因であり、近年歯周病患者の歯の欠損補綴処置としてインプラント治療が選択されることも多くなっている。特に、臼歯部の喪失を認める歯周病患者に対して行われるインプラント治療は、臼歯部咬合支持の獲得に有効に働くと臨床的には考えられている。2007年のKlokkevoldらの報告によれば、歯周治療の既往のある患者に対して行われたインプラントの生存率は、36か月時の100%から、10年後の77.7%の範囲内であることが報告されている<sup>12)</sup>。これまで、歯周治療が行われた患者に対するインプラント治療の生存率および成功率は、歯周病に罹患していない患者と比較して低いと考えられてきた。Hardtら<sup>13)</sup>は、歯周病により歯槽骨支持を喪失した患者では、インプラント治療が失敗する確率がより高いことを報告している。しかし、一方で歯周疾患の有無によるインプラントの生存率には差がなかったという報告もある<sup>14)</sup>。Klokkevoldら<sup>12)</sup>によると、歯周治療を受けた患者のインプラント生存率および成功率は、口腔清掃指導を受けメンテナンスプログラムにより管理されている場合は、歯周病に罹患していない患者におけるインプラント生存率と同程度である一方、成功率はやや低くなると結論付けている。

これまで、歯周病の既往のある患者におけるインプラント治療成績に関する研究は、インプラントの生存率や成功率を評価したものやインプラント周囲組織の状態のみを評価しているが、患者の口腔内の残存歯の状態について調査、さらにインプラントの状態と比較検討したものはない。そこで我々は、歯周病によって咬合の支持を失った患者に対して行われたインプラントの治療成績、および欠損を有する歯周病患者に対してインプラントを用いた機能回復法の有効性を評価するために、メンテナンス時のインプラント周囲骨吸収量と残存歯の歯周組織診査を比較検討することを目的とした。

## 材料および方法

### 1. 被験者および用いた骨接合型インプラント

被験者は、明海大学歯学部付属明海大学病院歯周病科に来院した慢性歯周炎患者のうち、口腔清掃状態の改善、歯肉縁上および縁下の感染源の除去、抜歯、歯内療法を含んだ歯周基本治療および歯周外科処置を行った後に、1999年12月から2005年12月までの間にインプラント治療が終了し、メンテナンスに移行中の105名(男性32名、女性73名、平均年齢 $52.9 \pm 8.8$ 歳、range 18-76歳)を連続抽出し、本研究に理解

の得られたものを対象とした。総インプラント本数は344本であり、用いたインプラントはZimmer Dental社(Carlsbad, CA, USA)製のScrew-VentおよびTapered Screw-Ventインプラントとした。

### 2. 臨床的検査項目

残存歯の歯周組織検査ならびにインプラント周囲組織検査を臨床的検査項目とし、歯周組織検査は初診時およびメンテナンス移行時に行い、インプラント周囲組織検査は6か月ごとのリコールが少なくとも2年以上経過した者を対象とした。なお、エックス線検査は12か月ごとに行った。インプラント治療における術者は臨床歴10年以上の者とし、臨床的検査項目の検査者および評価者はそれぞれ別の歯科医師が行った。

#### 1) インプラント周囲組織検査

インプラントに関する調査項目としては、①埋入部位、②形態、③長軸長、④上部構造の種類、および⑤隣在歯の有無の5項目とした。

埋入部位は、すべてのインプラントを上顎前歯部(UA)、上顎小臼歯部(UPM)、上顎大臼歯部(UM)、下顎前歯部(LA)、下顎小臼歯部(LPM)、および下顎大臼歯部(LM)の6部位に分類した。

インプラントの形態は、ストレート型(Screw-Vent; SV)とテーパード型(Tapered Screw-Vent; TSV)の2形態とし、それぞれ最大直径3.5mmのスタンダードタイプ(SVおよびTSV)と4.5mmのワイドタイプ(SVWおよびTSVW)の4種類とした。

インプラントの長軸長は、それぞれのインプラントについて8、10、13、および16mmの4種類を使用した。

上部構造の種類については、インプラントの上部構造として用いた補綴装置の形態によって、連結冠(FPD)、単独冠(SC)、およびオーバーデンチャー(OD)の3種類とした。

インプラントの埋入状況から、対象となるインプラントに隣接する部位に天然歯もしくはインプラントが存在するか否かを隣在歯の有無として、両側隣在歯あり(隣在歯あり)、片側隣在歯あり(遊離端)、および両側隣在歯なし(点在)の3種類に分類した。

さらに、インプラント周囲組織検査として、インプラント周囲骨吸収量(marginal bone loss; MBL)を測定した。デンタルエックス線写真あるいはオルソパントモグラフィから、インプラントフィクスチャー頂部を基準点として、近遠心の骨接合部までの距離を計測し(MBLm, MBLd)、その平均値(MBLR)を求めた。また、同様にエックス線写真上のフィクスチャー長径を計測してエックス線上のインプラント長径(IR)を求

め、実際に用いたインプラント長径(I)との拡大比率から、実際の MBL を求めた。

MBL : MBLR = I : IR

さらにこの MBL 量を経過年数で割った値を年間平均 MBL 量(平均 MBL/年)とした(図 1)。

## 2) 歯周組織検査

歯周組織検査は、初診時およびメンテナンス時の歯周ポケット深さ(Probing pocket depth ; PPD)、プロービング時の出血(Bleeding on probing ; BOP)、および残存歯数について調査した。PPD はカラーコードプローブ(CP12UNC, Hu-Friedy, Chicago, IL, USA)を用い、各歯 6 点法(頬舌側中央部および近遠心部)とし、被験者ごとに平均値、最大値および最小値を算出した。また、歯周炎の重症度を客観的に把握するために PPD4mm 以上の歯数、および PPD4mm 以上の歯が残存歯に占める割合を歯率(PPD  $\geq$  4mm 歯数/総残存歯数)として算出した。PPD 改善量は、PPD 平均値、最大値および最小値についてメンテナンス時から初診時の値を引いた値とした。

## 3. 分析方法

インプラントの治療成績はインプラント治療の生存率および成功率を Kaplan-Meier 法で算出し、5 年目における生存率および成功率を評価基準とした。5 年生存率および 5 年成功率は、各インプラントの調査項目についてログランク検定を行った。さらに、1 年間で生じる MBL 量(平均 MBL/年)と各インプラント検査項目における差を一元配置分散分析によって評価し、Tukey's HSD 検定を用いて多重比較を行った。

インプラント生存率は、メンテナンス時において口腔内にインプラントが残存している場合と定義した。また、インプラント成功率に関しては、Screw Vent インプラント(図 2)の機械研磨面がショルダー部から 1.5mm までであること、スレッド開始部までが 3mm であることから、インプラント近遠心部の平均 MBL が 1.5mm 以下(MBL  $\leq$  1.5mm)、および 3.0mm 以下(MBL  $\leq$  3.0mm)の 2 段階で定義した。

慢性歯周炎患者に対して行われた歯周治療結果がインプラント治療へ及ぼす影響を評価するために、各被験者の歯周治療前後の歯周組織検査項目について、平均値、最大値および最小値と MBL の相関関係を二変量分散分析により検討した。

統計学的検討には統計ソフト JMP5.0.1J(SAS Institute Japan, 東京)を使用した。

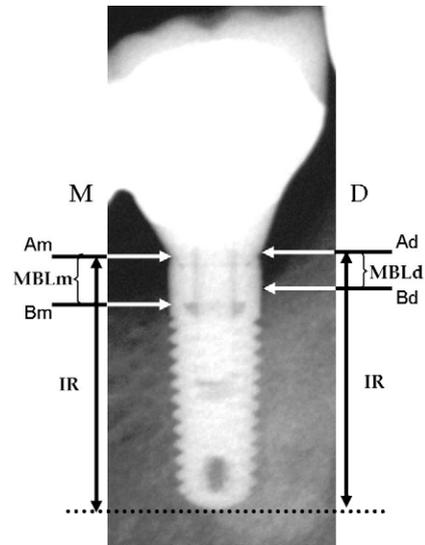


図 1 インプラント周囲骨吸収量 (MBL)

MBL : MBLR = I : IR

MBLR = (MBLm + MBLd)/2

MBL = インプラント骨吸収量, MBLR = エックス線写真上のインプラント骨吸収量, I = インプラントの実際の長軸長, IR = エックス線写真上のインプラント長径, MBLd = 遠心部のインプラント骨吸収量, MBLm = 近心部のインプラント骨吸収量, A = フィクスチャー頂部(近心・遠心 = Am・Ad), B = インプラント骨接合部(近心・遠心 = Bm・Bd)



図 2 Screw-Vent インプラント

ストレートタイプの Screw-Vent Implant (左) および、テーパードタイプの Tapered Screw-Vent Implant (右)。

## 結 果

### 1. インプラント治療成績(図3-5)

調査対象となった338本すべてのインプラントにおける5年生存率は98.7%(図3)であった。調査期間中、口腔内よりインプラントフィクスチャーの撤去を要したものは6本であり、そのうち3本は16mmのTSVで、上部構造はオーバードンチャーであった。また、3本は上部構造装着前に撤去されている。MBL $\leq$ 3.0mm以下の5年成功率は90.0%(図4)で、MBL $\leq$ 1.5mmの5年成功率はKaplan-Meier生存プロット上では35か月後から低下傾向を示し、63.6%であった(図5)。

#### 1)埋入部位別にみたインプラント治療成績(表1)

部位別にみたインプラント埋入本数は、下顎臼歯部が153本で最も多く、最も少ない下顎前歯部は17本と大きな差がみられた。その他の部位は30から50本台で分布していた。

インプラント5年生存率は、下顎小臼歯および大臼歯部で共に100%であり、下顎前歯部で94.4%と最も低い値を示した。また、その他の部位においても90%台後半を維持しており、各群間に有意な差は認められなかった( $p = 0.0955$ )。

5年成功率では、MBL $\leq$ 3.0mmの場合、下顎小臼歯部が97.6%、次いで下顎大臼歯が95.3%と高い成功率を示す一方、上顎前歯部は64.5%と最も低い成功率を示した。また、MBL $\leq$ 3.0mmにおける5年成功率においては群間に有意差が認められた(Tukey's HSD;  $p < 0.0001$ )。

MBL $\leq$ 1.5mmの場合では、上顎大臼歯部が最も高く72.2%を示し、次いで下顎臼歯部の70.0%であった。一方で、最も低い成功率を示したのは上顎前歯部(39.4%)であり、ログランク検定から有意差が認められた(Tukey's HSD;  $p < 0.0001$ )。

1年間で生じるMBL量(平均MBL/年)が最も高い値を示したのは上顎前歯部の平均 $0.72 \pm 0.39$ mmであり、その他の部位では最小の下顎臼歯部の $0.33 \pm 0.24$ mmから下顎前歯部の $0.43 \pm 0.28$ mmの範囲内であった。また、上顎前歯部は他の部位との間に有意差が認められた(Tukey's HSD;  $p < 0.0001$ )。

#### 2)インプラントの形態別にみたインプラントの治療成績(表2)

被験インプラントの形態別分布は、テーパード型のスタンダードタイプであるTSVが212本と最も多く、次いでストレート型のスタンダードタイプであるSVの91本であった。総インプラント本数343本の

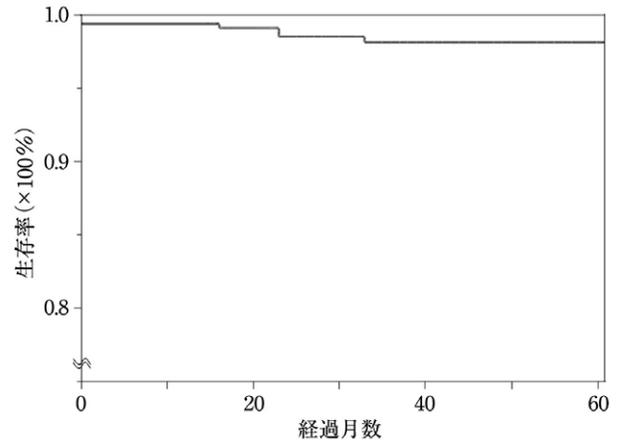


図3 Kaplan-Meier 5年生存率

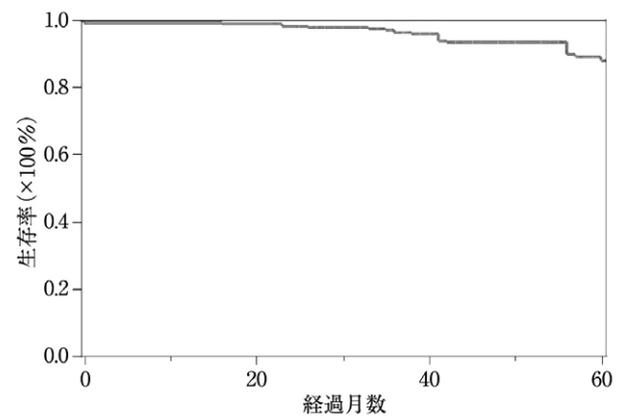


図4 Kaplan-Meier MBL $\leq$ 3.0 mm 5年成功率

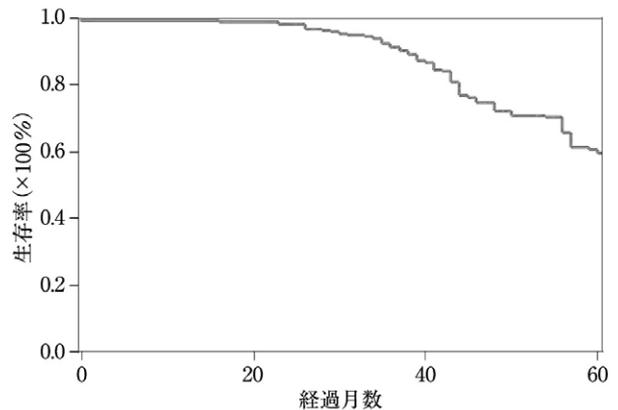


図5 Kaplan-Meier MBL $\leq$ 1.5 mm 5年成功率

うち、スタンダードタイプが308本と全体の89.8%を占めていた。一方で、ワイドタイプではテーパード型(TSVW)が29本、ストレート型(SVW)は6本と少なかった。

表1 埋入部位別にみたインプラント生存率, 成功率および平均年間 MBL 量

	UA	UPM	UM	LA	LPM	LM	<i>p</i> 値
n(本)	34	30	56	17	48	153	
5年生存率(%)	95.4	97.4	95.8	94.4	100	100	0.0955
MBL ≤ 3.0mm 5年成功率(%)	64.5	90.4	88.7	88.9	97.6	95.3	<.0001
MBL ≤ 1.5mm 5年成功率(%)	39.4	60.1	72.2	46.5	64.0	70.0	<.0001
平均 MBL/年(mm)	0.72 ± 0.39	0.38 ± 0.23	0.36 ± 0.23	0.43 ± 0.28	0.39 ± 0.22	0.33 ± 0.24	<.0001

UA = 上顎前歯部, UPM = 上顎小白歯部, UM = 上顎白歯部, LA = 下顎前歯部, LPM = 下顎小白歯部, LM = 下顎白歯部, MBL = marginal bone loss, *p* 値; ANOVA

表2 インプラントの形態別にみたインプラント生存率, 成功率および平均年間 MBL 量

	TSV	SV	TSVW	SVW	<i>p</i> 値
n(本)	212	91	29	6	
5年生存率(%)	97.7	97.8	100	100	0.9681
MBL ≤ 3.0mm 5年成功率(%)	74.6	96.6	92.9	100	0.0019
MBL ≤ 1.5mm 5年成功率(%)	35.7	88.5	47.9	83.3	<.0001
平均 MBL/年(mm)	0.43 ± 0.31	0.03 ± 0.18	0.43 ± 0.29	0.11 ± 0.16	0.006

TSV = Tapered Screw-Vent, SV = Screw-Vent, TSVW = Tapered-Screw Vent Wide, SVW = Screw-Vent Wide, MBL = marginal bone loss, *p* 値; ANOVA

インプラントの形態別にみたインプラント5年生存率はどの形態もそれぞれ高い値を示しており, TSVW および SVW が共に 100% を示し, 最も低い TSV で 97.7% を示し, 各形態間の5年生存率に有意な差は認められなかった( $p = 0.9881$ )。

MBL ≤ 3.0mm5年成功率は, SVW が100%, 次いで SV が96.6%, 次に TSVW の92.9%であった。一方, TSV は74.6%と最も低い値を示しログランク検定の結果から有意差が認められた( $p = 0.0019$ )。また, MBL ≤ 1.5mm5年成功率においても TSV が最も低い35.7%を示し, 次いで TSVW が47.9%と低い値を示し, ログランク検定から有意差が認められた( $p < 0.0001$ )。特に MBL1.5mm 以下の場合, ストレート型群と比較してテーパード型群では成功率が低くなる傾向が認められた。

年間 MBL 量では, MBL ≤ 1.5mm5年成功率と同様に, ストレート型がテーパード型と比較して, 年間 MBL 量が少なく, SV が  $0.03 \pm 0.18$ mm, SVW が  $0.11 \pm 0.16$ mm であった。一方テーパード型は, TSV で  $0.43 \pm 0.31$ mm, TSVW では  $0.43 \pm 0.29$ mm といずれも年間 MBL 量が大きく, 特に TSV は SV との間に有意差が認められた( $p = 0.006$ )。

3) インプラント長軸長別にみたインプラント治療成績(表3)

インプラントの長軸長は, 10mm および 13mm がそれぞれ 102 本および 208 本と多く用いられているのに対し, 8mm および 16mm は少なく, それぞれ 9 本と 19 本であった。

インプラントの長軸長によるインプラント5年生存率は, 最も短い 8mm の場合に最も低い 90.0% を示したが, 最も高い 10mm の場合でも 99.1% であり, 有意な差は認められなかった( $p = 0.3299$ )。

5年成功率においては, MBL ≤ 3.0mm の場合には, 16mm が 96.6% と最も高く, 13mm が 85.5% と最も低い値を示したが有意差は認められなかった( $p = 0.2335$ )。MBL ≤ 1.5mm の5年成功率は 16mm が 93.1% と最も高く, 次いで 8mm の 90.0% であった。一方, 10mm および 13mm がそれぞれ 65.0% および 53.6% と低い値を示し, ログランク検定から有意差が認められた( $p = 0.0002$ )。

年間 MBL 量の比較では, 長軸長 13mm が年間平均  $0.43 \pm 0.29$ mm と最も高い値を示し, 対して 8mm および 16mm はそれぞれ  $0.25 \pm 0.11$ mm および  $0.28 \pm 0.18$ mm であり, ANOVA では  $p = 0.008$  であっ

表3 インプラント長軸長別にみたインプラント生存率, 成功率および平均年間 MBL 量

	8	10	13	16	p 値
n(本)	9	102	208	19	
5年生存率(%)	90.0	99.1	98.2	96.6	0.3299
MBL ≤ 3.0mm 5年成功率(%)	90.0	92.9	85.5	96.6	0.2386
MBL ≤ 1.5mm 5年成功率(%)	90.0	65.5	54.6	93.1	0.0002
平均 MBL/年(mm)	0.25 ± 0.11	0.36 ± 0.27	0.43 ± 0.29	0.28 ± 0.18	0.008

MBL = marginal bone loss, p 値; ANOVA

表4 上部構造の種類別にみたインプラント生存率, 成功率および平均年間 MBL 量

	FPD	SC	OD	p 値
n(本)	273	43	22	
5年生存率(%)	100	95.0	90.3	<.0001
MBL ≤ 3.0mm, 5年成功率(%)	96.4	91.5	54.1	<.0001
MBL ≤ 1.5mm, 5年成功率(%)	67.9	61.1	41.9	0.0072
平均 MBL/年(mm)	0.36 ± 0.24	0.41 ± 0.26	0.73 ± 0.45	0.0004

FPD = 連結冠, SC = 単独冠, OD = オーバーデンチャー, MBL = marginal bone loss, p 値; ANOVA

たが Tukey's HSD 検定の結果から群間に有意差は認められなかった。

4) 上部構造の種類別にみたインプラント治療成績 (表4)

上部構造の種類は FPD 群が 273 本と最も多く、次いで SC 群が 43 本、OD 群は最も少なく 22 本であった。5 年生存率は FPD 群ではインプラントフィクスチャーの撤去に至ったものは無いため、100% であった。また、SC 群のインプラント 5 年生存率は 95.0% であり、一方で OD 群は 90.3% と有意に低い値を示した ( $p < 0.0001$ )。

また、MBL ≤ 3.0mm の 5 年成功率においても、OD 群が 5 年成功率が 54.1% と FPD 群の 96.4% および SC 群の 91.5% と比較して最も低い値を示し、有意差が認められた ( $p < 0.0001$ )。さらに、MBL ≤ 1.5mm の 5 年成功率でも、FPD 群および SC 群がそれぞれ 67.9%、61.1% であるのに対し、OD は 41.9% と有意に低い値を示した ( $p < 0.0072$ )。

年間 MBL 量の比較では、FPD 群が 0.36 ± 0.24mm、SC 群が 0.41 ± 0.26mm であったのに対し、OD 群では 0.73 ± 0.45mm と、有意な差が認められた ( $p = 0.0004$ )。

5) 隣在歯の有無によるインプラント治療成績 (表5) 対象としたインプラントの隣接部位に天然歯あるい

はインプラントが存在するか否かについて、調査した結果、両側に隣在歯があるものが 220 本と最も多く、次いで片側のみに存在し遊離端となっているものが 78 本、点在状態であるものが 40 本であった。

インプラント 5 年生存率は、隣在歯あり群 (98.7%) および遊離端群 (96.9%) に比較して、点在群が低く 93.8% を示し、有意差が認められた ( $p = 0.0447$ )。

5 年成功率においても点在群が明らかに低い傾向を示し、MBL ≤ 3.0mm の場合で隣在歯が両側 (95.4%) あるいは片側 (96.0%) に存在する場合と比較して、点在の場合では 63.9% ( $p < 0.0001$ ) と有意に低い値を示した。MBL ≤ 1.5mm のインプラント成功率についても、点在の場合に 41.5% ( $p = 0.0004$ ) と有意に低い値を示した。

年間 MBL 量の比較では隣在歯あり群 (0.38 ± 0.26mm) および遊離端群 (0.32 ± 0.21mm) と比較して、点在群で 0.65 ± 0.37mm と大きく有意差が認められた ( $p < 0.0001$ )。

## 2. 歯周組織検査結果と MBL の相関関係 (表6)

各被験者の平均 MBL 値が、初診時 PPD、メンテナンス時 PPD、PPD 改善量 (初診時-メンテナンス時; 平均値, 最大値, および最小値), および BOP との間に相関関係が認められるかについて二変量分散分析を行った。

表5 隣在歯の有無によるインプラント生存率, 成功率および平均年間 MBL 量

	隣在歯あり	遊離端	点在	<i>p</i> 値
n(本)	220	78	40	
5年生存率(%)	98.7	98.9	93.8	0.0447
MBL ≤ 3.0mm 5年成功率(%)	95.4	96.0	63.9	<.0001
MBL ≤ 1.5mm 5年成功率(%)	65.4	76.5	41.5	0.0004
平均 MBL/年(mm)	0.38 ± 0.26	0.32 ± 0.21	0.65 ± 0.37	<.0001

MBL = marginal bone loss, *p* 値; ANOVA

表6 歯周組織検査結果と MBL の相関関係

	全体			男女別( <i>p</i> 値)	
	平均	SD	<i>p</i> 値	男性	女性
初診時平均 PPD(mm)	2.56	0.58	0.756	0.5284	0.6938
初診時 PPD 最大値(mm)	6.02	2.00	0.4324	0.9737	0.1831
初診時 PPD 最小値(mm)	1.24	0.51	0.6035	0.3126	0.5758
初診時 PPD ≥ 4mm 歯数(本)	8.77	7.20	0.9260	0.5055	0.4011
初診時 PPD ≥ 4mm 歯率(%)	38.8	28.6	0.3753	0.2054	0.8138
初診時残存歯数(本)	22.3	5.77	0.0022*	0.3378	0.0008*
メンテナンス時平均 PPD(mm)	2.11	0.35	0.5038	0.3491	0.8645
メンテナンス時 PPD 最大値(mm)	3.77	1.84	0.0451 <sup>†</sup>	0.0845	0.6417
メンテナンス時 PPD 最小値(mm)	1.14	0.39	0.9922	0.6284	0.6069
平均 PPD 改善量(mm)	0.43	0.65	0.8000	0.6976	0.8297
PPD 最大値改善量(mm)	2.04	2.45	0.0094*	0.1390	0.0429*
PPD 最小値改善量(mm)	0.19	0.63	0.8112	0.4108	0.6929
初診時平均 BOP(%)	26.2	22.7	0.3675	0.6382	0.5731
メンテナンス時平均 BOP(mm)	10.1	12.2	0.4668	0.3994	0.4268
平均 BOP 改善量(%)	14.5	25.0	0.7153	0.9960	0.8767

FE = 初診時, MT = メンテナンス時, PPD = プロービングポケット深さ, BOP = プロービング時の出血,

\* = 負の相関, † = 正の相関, *p* 値; 二変量分散分析

#### 1) 初診時 PPD と MBL の相関関係

初診時平均 PPD  $2.56 \pm 0.58$ mm ( $p = 0.756$ ), 初診時 PPD 最大値  $6.02 \pm 2.00$ mm ( $p = 0.4324$ ), および初診時 PPD 最小値  $1.24 \pm 0.51$ mm ( $p = 0.6035$ )は, 各被験者の平均 MBL 値との間には相関は認められなかった。またこれは, 男女別で検討した場合でも同様であった(男性:  $p = 0.5284, 0.9737, 0.3126$ , 女性:  $p = 0.6938, 0.1831, 0.5758$ )。

PPD ≥ 4mm 歯数は  $8.77 \pm 7.20$  歯であり, 歯率は  $38.8 \pm 28.6\%$  であったが, MBL との間には相関関係

は認められなかった( $p = 0.9260, 0.3753$ )。

また, 残存歯数は, 初診時の平均が 22.3 本であり MBL との間に負の相関が認められた( $p = 0.0022$ )。男女別で見た場合, 女性の平均残存歯数は  $18.4 \pm 6.6$  本であるのに対し男性は  $18.8 \pm 5.7$  本であり, 残存歯数と MBL との相関関係では女性のみを負の相関が認められた( $p = 0.0008$ )。

#### 2) メンテナンス時 PPD と MBL の相関関係

メンテナンス時の平均 PPD ( $2.11 \pm 0.35$ mm), および最小値 ( $1.14 \pm 0.39$ mm) と, 初診時と比較して

改善が認められたが、MBL との間には相関関係は認められなかった( $p = 0.5038, 0.9922$ )。しかし、メンテナンス時のPPD 最大値は  $3.77 \pm 1.84\text{mm}$  を示し、MBL との間に正の相関を認めた( $p = 0.0451$ )。

### 3) PPD 改善量と MBL の相関関係

PPD 改善量は、平均値が  $0.43 \pm 0.65\text{mm}$  であり、最大値が  $2.04 \pm 2.45\text{mm}$ 、さらに最小値は  $0.19 \pm 0.63\text{mm}$  であった。平均値および最小値には MBL との相関関係は認められなかったが( $p = 0.8000, 0.8112$ )、PPD 最大値の改善量では MBL との間に負の相関を認めた( $p = 0.0094$ )。また、男女別にみた場合に、PPD 最大値の改善量は女性で  $2.2 \pm 2.4\text{mm}$ 、男性で  $2.0 \pm 2.7\text{mm}$  であり、MBL との相関関係分析では女性のみを負の相関が認められた( $p = 0.429$ )。

### 4) BOP と MBL の相関関係

BOP については、初診時( $26.2 \pm 22.7\%$ )、メンテナンス時( $10.1 \pm 12.2\%$ )、および BOP 改善量( $14.5 \pm 25.0\%$ )それぞれと、MBL との間には相関関係は認められなかった。

## 考 察

インプラント周囲炎は、歯の残存状態、つまり部分欠損か無歯顎かによって発症率が異なるとされており、関連する細菌叢は慢性歯周炎患者の残存歯の歯周ポケット内において認められるものと類似していると報告されている<sup>11)</sup>。そのため、歯周病は喫煙習慣や糖尿病などと並んで、インプラントの失敗における主要なリスク因子と考えられている。しかし、一方で近年報告されてきた歯周炎既往患者のインプラント治療成績は、インプラント周囲の軟組織および硬組織の破壊程度によってインプラント生存あるいは成功を論じているものがほとんどであり、隣在歯周組織の状態がインプラント治療にどの程度影響を及ぼしているのか、あるいはインプラント治療が隣在歯周組織の状態に影響を及ぼすかという点について報告されたものはない。

そこで本研究は、慢性歯周炎患者の歯周治療後に行われたインプラント治療について、それぞれインプラント5年生存率および5年成功率を算出し、インプラントの形状や上部構造の差異、さらには初診時と歯周治療終了後の歯周組織検査結果とインプラント治療成績の相関を調査することによって歯周病患者に対する骨接合型インプラントの治療成績に関与する因子を明らかにすることを目的に行なった。

本研究における調査結果からインプラント5年生存率は98.7%と高い値を示し、成功率も MBL 3.0mm

以下の場合に90.0%と高い値を示した。歯周炎患者の歯周治療後のインプラント治療結果については、2007年にKlokkevoldら<sup>12)</sup>が13論文についてのシステマティックレビューを報告しており、その中で歯周治療の既往のある患者におけるインプラント生存率の合併推定値は97.1%、成功率は89.2%であったと報告している。したがって、今回の調査から導き出された5年生存率と成功率はこのレビューで述べられている値と近似していることが分かった。しかし、このレビューで報告されている結果のうち、インプラント成功率についてはその成功の基準が一定ではなく、インプラントの周囲軟組織をプロービング深さによって評価しているものがほとんどである。このインプラント周囲溝のプロービング深さの測定は、インプラント周囲軟組織の状態を把握するうえで有用な指標である<sup>15)</sup>とされているが、プローブ挿入深度は、用いられるプローブの形態やプロービング圧が歯周ポケットにおいても大きく左右することが報告されている<sup>16,17)</sup>。さらにインプラント周囲溝のポケット測定は歯の周囲以上に鋭敏であると報告され<sup>18)</sup>、インプラント周囲溝のプロービング深さの測定結果の再現性には問題がある。そこで本研究では、硬組織の破壊状態を把握するため、インプラント周囲骨吸収量を基準とし成功率を算出した。

つぎに、埋入部位別による生存率の比較では、インプラント5年生存率は下顎小臼歯および大臼歯部で共に100%であり、下顎前歯部で94.4%と最も低い値を示した。しかし、Mundtら<sup>19)</sup>の報告では下顎前歯部が5年で99.1%、10年で97.6%と最も高く、上顎臼歯部では最も低かったと報告している(5年成功率96%、10年成功率88%)。また、Adellら<sup>20)</sup>も同様に上顎および下顎ともに前歯部と比較して臼歯部の成功率が低いことを報告している。しかし、Haasら<sup>21)</sup>は1920本のIMZインプラントについて長期経過を報告しており、上顎前歯部の失敗率が臼歯部よりも有意に高かったことを示している。したがって、埋入部位別の生存率の結果は、埋入部位による生存率の差よりもその他の要因が生存率に関与していることが考えられた。

さらに埋入部位別による成功率の比較では、MBL  $\leq 3.0\text{mm}$  の5年成功率は上顎前歯部において64.5%と、下顎小臼歯部の97.6%と比較して有意に差が認められ、埋入本数が153本と最も多い下顎大臼歯部のMBL  $\leq 1.5\text{mm}$  5年成功率が70.0%と高い成功率を示した。上顎前歯部が他部位と比較して低い成功率を示したことは、上顎前歯部の埋入状況に起因すると考えられる。歯を喪失した上顎前歯部では唇側の歯槽骨

吸収が著しい場合が多い。また審美性の回復のために3次元的に理想的な位置<sup>23)</sup>にインプラントを埋入した場合、残存歯槽骨からインプラントのショルダー部が露出することが多く、そのため上顎前歯部のインプラント埋入では骨移植を伴った Guided Bone Regeneration (GBR)<sup>22)</sup>などが行われるケースが多い。このGBRによって骨造成された歯槽骨は5年後に平均1.35~1.87mm吸収していると報告されており<sup>24)</sup>、その結果上顎前歯部での成功率が低くなる傾向がみられたと考えられる。

インプラントの形態による比較では、5年生存率では有意な差を認めなかったが、テーパード型と比較してストレート型の5年成功率が高かった。これは、テーパード型はその形態から、隣接歯との狭窄した歯列や頬舌的にアンダーカットのある歯槽骨に対しても広く用いられることから、ストレート型より適応が広く、多くの症例に埋入されていることも考慮に入れないならぬ。従来、テーパード型はストレート型の改良型として開発されており、根尖部に至るまで十分な骨質を保った症例にのみ用いられてきたストレート型と比較し、骨幅が薄く骨質が脆弱な場合やGBRの必要な症例に対しても、多く用いられている。本研究において、GBRを必要とした症例の85.0%はテーパード型で、そのうち77.0%はスタンダードタイプであったことから、歯周炎患者に対してテーパード型のスタンダードタイプが多く使用されていたことがわかった。

インプラント長軸長別にみた治療成績は、5年生存率およびMBL  $\leq$  3.0mmの5年成功率ともに差は認められず、MBL  $\leq$  1.5mmの5年成功率においてのみ、もっとも埋入本数の多い長径10および13mmの場合にそれぞれ65.0%および53.6%で長径別の群間に有意差が認められた。インプラントが臨床応用された初期の臨床報告<sup>25)</sup>では、インプラント長軸長が短い場合の成功率は低く、可及的に長い長軸長のインプラントが推奨されてきた。しかし近年の報告では、これは長軸長に依存した問題ではなく、インプラントの表面性状に起因すると考えられるようになってきている<sup>26)</sup>。Fugazzotto<sup>27)</sup>は、インプラント長軸長が6mmから9mmのインプラントについて治療成績を報告し、5年経過した198本の成功率が98.9%であったとしている。今回の結果からも、インプラントの長径はインプラントの予後に対して影響を与えないことが示唆された。今回の調査結果と前述の報告から、インプラント生存率や成功率に対しては、インプラント長径よりも他の因子が大きく影響していると考えられる。

さらに、インプラント上部構造の種類別では、埋入

本数が273本と最も多いFPD群の5年生存率が100%で、MBL  $\leq$  3.0mm 5年成功率が96.4%、MBL  $\leq$  1.5mm 5年成功率が67.9%とそれぞれ最も高い値を示し、それに対しOD群の生存率および成功率が最も低いという結果が得られた。OD群での低い生存率と成功率は、オーバーデンチャーの支台としてインプラントを埋入された部位には上顎前歯部が多かったことなど、埋入部位の特異性が影響している可能性が考えられた。このことは、すなわち、上部構造の種類は、臼歯部では固定性の補綴装置を用いることが多く、オーバーデンチャーなどの可撤性補綴装置は前歯部に限局して用いられることが多かったことに加え、本研究の調査結果から上下顎ともに大臼歯部の5年成功率が前歯部と比較して高い値を示したことが影響していると考えられた。これについては、Bryantら<sup>28)</sup>が同様の研究結果を報告している。すなわち、インプラント生存率は下顎の固定性補綴装置が上顎の固定性補綴装置よりも6.6%高く、上顎のみで検討した場合には可撤性補綴装置のインプラント失敗が多く、その原因として術前の残存骨量不足を指摘しており、上部構造の形態や種類よりも治療部位にその結果が左右されることを示唆している。

隣在歯の有無別によるインプラント生存率、成功率および平均MBL量の結果から、MBL  $\leq$  3.0mmの条件では、隣在歯あり(95.4%)あるいは遊離端(96.0%)に対して点在の場合では63.9%と有意( $p < 0.0001$ )に低い値を示した。この結果においても、点在群ではこの上部構造の多くがオーバーデンチャーを用いており、隣在歯の有無以外の因子が影響しているものと考えられた。

次に、今回調査対象となった患者の歯周治療前の歯周診査の結果において、初診時平均PPDが $2.56 \pm 0.58$ mmであったが、最も歯周ポケットが深い部位を示すPPD最大値は平均 $6.02 \pm 2.00$ mmであったことから本研究の被験者には、比較的重度の歯周病患者が含まれていたことが考えられる。

一方、メンテナンスに移行しインプラント埋入処置を行った患者の歯周組織検査では、平均PPDは $2.11 \pm 0.35$ mmで改善量は $0.43 \pm 0.65$ mmであった。また、PPD最大値は $3.77 \pm 1.84$ mmで、その改善量は $2.04 \pm 2.45$ mmとなり、PPD最小値も $1.14 \pm 0.39$ mmで改善量 $0.19 \pm 0.63$ mmとなり、歯周組織の改善傾向が認められた。また、BOPも治療前26.2%であったのに対して、メンテナンス移行期では10.1%に改善しており、口腔内の炎症症状も改善していることが分かった。

初診時の歯周組織検査結果とMBLの相関関係につ

いては、PPDの平均値、最大値、最小値、PPD4mm以上の歯数および歯率、さらにはBOPのすべての項目について、MBLとの間に相関関係は認められなかった。Klollefeldら<sup>12)</sup>は、インプラント生存率の合計推定値が、歯周組織の健康な患者では97.1%であり、成功率の合併推定値が89.2%であったとしている。この結果と今回の調査結果は類似しており、このことから初診時の歯周病の重症度は、歯周治療後に行われたインプラント治療の生存率や成功率に影響を及ぼさないことが示唆された。

次に、メンテナンス時の歯周組織検査項目とMBLとの相関関係について検討を行った。その結果、PPD最大値とMBLとの間には正の相関が認められたのに対し、PPD最大値の改善量とMBLの間には負の相関関係が認められた。このことは、メンテナンス時の歯周組織の状態が比較的悪い症例ではMBLが多く、初診時と比較してより歯周疾患の状態が改善した症例ではMBLが少ないことを示している。以上の結果から、インプラント成功率は残存歯の歯周治療前における歯周炎の重症度ではなく、インプラント治療前処置としての適切な歯周治療、およびメンテナンスによる歯周組織の健康状態の維持が影響すると考えられた。

これまで、骨接合が得られたインプラントは、荷重負担後1年後に平均1.5mm以下の骨頂喪失、さらにその後1年ごとに0.2mm以下の喪失が成功基準<sup>25,29)</sup>として提唱されてきた。しかしながら、この成功基準も近年では異なった見解が報告されており、メンテナンスを定期的を受けている患者では、骨頂喪失は微小であると示されるようになってきた<sup>30)</sup>。今回の調査結果から、すべてのインプラントでの平均MBLが1.7 ± 1.8mmであり、年間平均MBLも0.4 ± 0.4mmとわずかであり、近年の報告と一致している。

歯周病罹患患者に対し行われたインプラントの治療成績については、厳密な口腔清掃指導を受け適切なメンテナンスプログラムで管理されることにより、インプラント生存率は歯周治療の既往のない患者と同等レベルを保つことができ、成功率についても歯周病の既往のない患者と比較してわずかに低い程度に抑制することができるという報告がある<sup>12)</sup>。今回の調査対象となった患者群は、初診時には歯周炎に罹患していたが、その後に歯周治療を行い、インプラント治療終了後も定期的なメンテナンスに応じている患者が多かった。このように、インプラントの予後にはメンテナンス期間中の歯周組織の健康状態を維持することが、インプラント治療の生存率や成功率に最も影響をおよぼすことが示唆された。そのため、さらにメイン

テナンス期間中の詳細な調査を追加することによって、インプラント治療後の生存率や成功率が向上し、なおかつ効率のよいメンテナンスプログラムを確立することが可能となると考えられる。

今後、インプラント長期予後の経過を追うとともに、インプラントの予後に影響を及ぼすメンテナンスの条件を抽出し、インプラント周囲炎に対する発症リスクの低減および効果的な患者管理の方法について検討していく必要があると考える。

謝 辞

稿を終えるにあたり、本研究に御理解、また御指導を賜りました機能保存回復学講座歯科生体材料分野教授中嶋裕先生、ならびに機能保存回復講座歯科補綴学分野教授藤澤政紀先生に深甚なる謝意を表します。

尚、本論文の要旨は第51回春季日本歯周病学会学術大会(さいたま市)において発表した。

## 文 献

- 1) Jemt T, Lekholm U, Adell R : Osseointegrated implants in the treatment of partially edentulous patients : A preliminary study on 876 consecutively placed fixtures. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 4: 211-217, 1989.
- 2) van Steenberghe D, Lekholm U, Bolender C, Folmer T, Henry P, Herrmann I, Higuchi K, Laney W, Linden U, Astrand P: Applicability of osseointegrated oral implantss in the rehabilitation of partial edentulism: A prospective multicenter study on 588 fixtures. *Int Oral Maxillofac Implants*, 5: 272-281, 1990.
- 3) Lekholm U, Gunne J, Henry P, Higuchi K, Lindén U, Bergström C, van Steenberghe D: Survival of the Brånemark implant in partially edentulous jaws: a 10-year prospective multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 14: 639-645, 1999.
- 4) Hult M, Gustafsson A, Klinge B: Long-term evaluation of osseointegrated dental implants in the treatment of partly edentulous patients. *J Clin Periodontol*, 27: 128-133, 2000.
- 5) Brocard D, Barthet P, Baysee E, Duffort JF, Eller P, Justumus P, Marin P, Oscaby F, Simonet T, Benqué E, Brunel G: A multicenter report on 1,022 consecutively placed ITI implants: a 7-year longitudinal study. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 15: 691-700, 2000.
- 6) Weibrich G, Buch RS, Wegener J, Wagner W: Five-year prospective follow-up report of the Astra tech standard dental implant in clinical treatment. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 16: 557-562, 2001.

- 7) Ferrigno N, Laureti M, Fanali S, Grippaudo G: A long-term follow-up study of non-submerged ITI implants in the treatment of totally edentulous jaws. Part I: Ten-year life table analysis of a prospective multicenter study with 1286 implants. *Clin Oral Implants Res*, 13 : 260-273, 2002.
- 8) Leonhardt A, Gröndahl K, Bergström C, Lekholm U: Long-term follow-up of osseointegrated titanium implants using clinical, radiographic and microbiological parameters. *Clin Oral Implants Res*, 13 : 127-132, 2002.
- 9) Esposito M, Hirsch J, Lekholm U, Thomsen P : Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. ( I ). Success criteria and epidemiology. *Eur J Oral Sci*, 106 : 527-551, 1998.
- 10) 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*, 29(Suppl 3): 197-212, discussion: 232-233, 2002.
- 11) Mombelli A, Lang NP: Clinical parameters of the evaluation of dental implants. *Periodontol 2000*, 4: 81-86, 1994.
- 12) Klokkevold PR, Han TJ : How do smoking, diabetes, and periodontitis affect outcomes of implant treatment? *Int J Oral Maxillofac Implants*, 22(suppl) : 173-202, 2007.
- 13) Hardt CR, Gröndahl K, Lekholm U, Wennström JL : Outcome of implant therapy in relation to experienced loss of periodontal bone support: a retrospective 5-year study. *Clin Oral Implants Res*, 13 : 488-494, 2002.
- 14) Baelum V, Ellegaard B : Implant survival in periodontally compromised patients. *J Periodontol*, 75 : 1404-1412, 2004.
- 15) Karousis IK, Salvi GE, Heitz-Mayfield LJ, Bragger U, Hammerle CH, Lang NP : Long-term implant prognosis in patients with and without a history of chronic periodontitis: a 10-year prospective cohort study of the ITI® Dental Implant System. *Clin Oral Implants Res*, 14 : 329-339, 2003.
- 16) van der Velden U: Probing force and the relationship of the probe tip to the periodontal tissues. *J Clin Periodontol*, 6: 106-114, 1979.
- 17) Mombelli A, Graf H: Depth-force-patterns in periodontal probing. *J Clin Periodontol*, 13: 126-130, 1986.
- 18) Mombelli A, Mühle T, Bragger U, Lang NP, Bürgin WB: Comparison of periodontal and peri-implant probing by depth-force pattern analysis. *Clin Oral Implants Res*, 8: 448-454, 1997.
- 19) Mundt T, Mack F, Schwahn C, Biffar R: Private practice results of screw-type tapered implants: survival and evaluation of risk factors. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 21: 607-614, 2006.
- 20) Adell R, Eriksson B, Lekholm U, Brånemark P-I, Jemt T: Long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 5: 547-539, 1990.
- 21) Haas R, Mensdorff-Pouilly N, Mailath G, Watzek G: Survival of 1920 IMZ implants followed for up 100 months. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 11: 581-588, 1996.
- 22) Schmitt A, Zarb GA: The longitudinal clinical effectiveness of osseointegrated dental implants for dingle-tooth replacement. *Int J Prosthodont*, 6: 197-202, 1993
- 23) Grunder U, Gracis S, Capelli M: Influence of the 3-D bone-to-implant relationship on esthetics. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 25: 113-119, 2005.
- 24) Simion M, Jovanovic SA, Tinti C, Bendenati SP: Long-term evaluation of osseointegrated implants inserted at the time or after vertical ridge augmentation: A retrospective study on 123 implants with 1-5 year follow-up. *Clin Oral Implants Res*, 12: 35-45, 2001.
- 25) 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*, 1: 11-25, 1986.
- 26) Deporter D, Al-Sayyed A, Pilliar R, Valiquette N: "Biologic width" and crestal bone remodeling with sintered porous-surfaced dental implants: A study in dog. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 23: 544-550, 2008.
- 27) Fugazzotto PA: Shorter implants in clinical practice: rationale and treatment results. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 23: 487-496, 2008.
- 28) Bryant SR, Macdonald-Jankowski, Kim K: Does the type of implant prosthesis affect outcomes for the completely edentulous arch? *Int J Oral Maxillofac Implants*, 22(suppl): 117-139, 2007.
- 29) Smith DE, Zarb GA: Criteria for success of osseointegrated endosseous implants. *J Prosthet Dent*, 62: 567-572, 1989.
- 30) Naert IE, Koutsikakis G, Quirynen M, Duyck J, van Steenberghe D, Jacobs R: Biologic outcome of implant-supported restorations in the treatment of partial edentulism. Part II: A longitudinal radiographic study. *Clin Oral Implants Res*, 13: 390-395, 2002.