

**原著 (研究)****インプラント周囲炎に対するインプラント表面清掃と  
骨移植の治療効果についての検討**

吉田 大地, 野尻 俊樹

岩手医科大学歯学部補綴・インプラント学講座

(主任: 近藤 尚知 教授)

(受付: 2022年12月24日)

(受理: 2022年12月29日)

**抄 録**

本研究の目的は、インプラント周囲炎に対してインプラント表面の機械的清掃と骨移植を適用した症例について、その治療効果に関する評価検討を行うことである。

岩手医科大学内丸メディカルセンターの口腔インプラント科に来院したインプラント周囲炎を発症した患者に対し、チタンワイヤーブラシによる機械的清掃と骨移植を行った症例を調査対象とした。術前、および術後にインプラント上部構造を再装着してから6か月以上経過時のデンタルエックス線写真を用い、2種類の方法で治療効果を評価した。

術前、および術後にインプラント上部構造を再装着してから6か月以上経過時のデンタルエックス線写真上で、インプラント体のスレッドの位置、およびインプラントの長径を指標として、周囲骨レベルを求め、それらを比較することでインプラント周囲骨の回復率を算出した。これらの評価方法において、術前および術後のインプラント周囲骨のレベルをMann-WhitneyのU検定を用いて比較した。

インプラントのスレッド部を指標とした評価方法において、すべてのインプラントの術前の周囲骨レベルの平均は $59.5 \pm 9.4\%$ であったのに対し、術後にインプラント上部構造を装着してから、6か月以上経過した時点の骨レベルの平均は $90.6 \pm 9.4\%$ 、また、インプラントの長径を指標とした評価において、インプラントの術前の骨レベルの平均は $54.2 \pm 10.9\%$ であったのに対し、術後にインプラント上部構造を装着してから、6か月以上経過した時点の骨レベルの平均は $83.7 \pm 9.0\%$ であり、術前の周囲骨レベルと比較して、術後の周囲骨レベルのほうが有意に高いことが示唆された。

**緒 言**

口腔インプラント治療はその高い成功率と確実な予知性から、補綴治療の第一選択肢とされている<sup>1,2)</sup>。一方、口腔インプラント治療の普及

とともに、合併症も多く認められるようになった<sup>3)</sup>。その中に、インプラント周囲疾患がある。インプラント周囲疾患では、天然歯における歯周疾患と同様に、インプラント周囲組織の炎症性の反応が惹起される。インプラント周囲疾患

---

Analysis of the therapeutic effectiveness of implant surface cleaning and bone grafting for Peri-implantitis

Daichi YOSHIDA, Toshiki NOJIRI

Department of Prosthodontics and Oral Implantology, School of Dentistry, Iwate Medical University, 19-1, Uchimaru, Morioka, Iwate 020-8505, Japan

岩手県盛岡市内丸 19-1 (〒020-8505)

*Dent. J. Iwate Med. Univ.* 48 : 21-28, 2023

にはインプラント周囲粘膜炎とインプラント周囲炎があり, 前者は炎症が粘膜部に限局された可逆性の病態変化であるのに対し<sup>4)</sup>, 後者は炎症が硬組織に波及した不可逆的な反応である<sup>5)</sup>. 日本歯周病学会が行った実態調査の結果, 本邦での患者単位の罹患率は, インプラント周囲粘膜炎が33.3%, インプラント周囲炎が9.7%と報告している<sup>6)</sup>. また, 第11回 European Workshop on Periodontology のレビューにおいて, インプラント周囲粘膜炎およびインプラント周囲炎の患者単位の罹患率はそれぞれ42.9%, 21.7%と報告されている<sup>7)</sup>. さらに, Lindheらは, インプラント周囲炎の罹患率をインプラント体単位と患者単位で導き, それらはインプラント体単位で12~43%, 患者単位で28~56%であったと報告している<sup>3)</sup>. 以上のことから, インプラント周囲炎が我々の臨床において非常に重要な問題であることは明らかである.

近年では, インプラント周囲炎に対して外科的および非外科的アプローチがなされているが, 治療法は確立されていない<sup>8-10)</sup>. しかし, インプラント周囲炎の主な原因はインプラント表面に形成されたバイオフィームであることは共通見解であり, その効果的な除去は, インプラント周囲炎の治療に必要な不可欠である. 我々はインプラント表面の汚染除去の観点から, インプラント体表面構造の細部まで入り込み, 汚染物質を効率的に除去し得るチタンワイヤーブラシに注目した. インプラント周囲炎に対して

チタンワイヤーブラシによる機械的清掃と骨移植を適用し, 良好な結果を得ることが出来た. 本研究の目的は, その治療効果についての評価検討を行うことであった.

## 対 象・方 法

### 1. 調査対象

2011年4月から2020年3月の間に, 岩手医科大学内丸メディカルセンターの口腔インプラント科において, インプラント周囲粘膜炎時の排膿およびデンタルエックス線写真でインプラント周囲の進行性の垂直的骨吸収像を認め, インプラント周囲炎と診断されたインプラントのうち, チタンワイヤーブラシによる機械的清掃と骨移植を行ったインプラント体11本を調査対象とした(表1).

### 2. チタンワイヤーブラシによる清掃と骨移植

治療の術式としては, インプラント周囲粘膜炎を全層弁で剥離, 翻転し, チタンワイヤーブラ

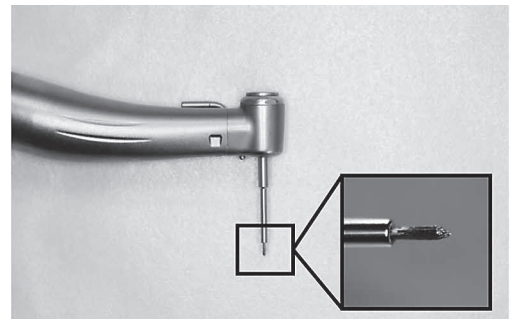


図1. チタンワイヤーブラシ (KM64 チタンブラシ, YDM, Japan)

表1. 調査対象症例の概要とインプラント埋入部位

対象症例		
	インプラント本数 (本)	割合 (%)
男性	4	36.4
女性	7	63.6
合計	11	100

埋入部位					
	上顎前歯	上顎臼歯	下顎前歯	下顎臼歯	合計
男性	3	1	0	0	4
女性	0	2	0	5	7

シ (KM64 チタンブラシ, YDM, Japan) (図1) を用いてインプラント体表面および周囲骨表面を徹底的に搔把することで不良肉芽組織を除去した。さらに、頬棚相当部および下顎枝よりトレフィンバー (トレフィンドリル, Nobel Biocare, Switzerland) (図2) を用いて自家骨を採取し、インプラント周囲骨欠損部に自家骨移植を行っ

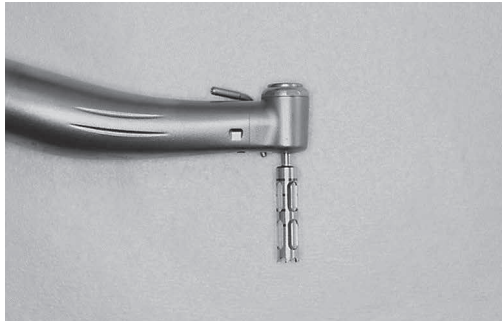


図2. トレフィンバー (トレフィンドリル, Nobel Biocare, Switzerland)

た (図3)。また、一部の症例においては、自家骨と人工骨 (Bio-Oss, Geistlich, Switzerland) を混和しインプラント体周囲の骨移植に使用した。

### 3. インプラント周囲骨の回復率の計測

術前、および術後にインプラント上部構造を再装着してから6か月以上経過時のデンタルエックス線写真を用い、2種類の方法で治療効果を評価した (図4)。

1つ目の評価方法では、インプラント周囲炎治療の術前と術後のデンタルエックス線写真上で、インプラントの第一スレッド部を便宜的に骨レベル100、インプラント先端部を骨レベル0と設定した。インプラントのスレッドの位置を指標として、術前と術後の周囲骨レベルを計測し、それらと比較することでインプラント周囲骨の回復率を算出した。

2つ目の評価方法では、インプラント周囲炎

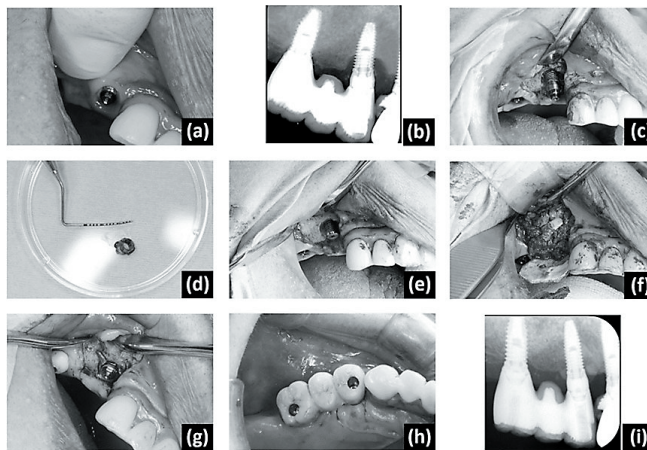


図3. インプラント周囲炎の診断, 治療および経過

- (a) インプラント周囲粘膜からの排膿
- (b) 術前の口内法エックス線写真
- (c) インプラント周囲炎の病態
- (d) インプラント体周囲の不良肉芽組織
- (e) 機械的清掃後のインプラント体
- (f) インプラント体周囲の骨欠損部への自家骨移植
- (g) 二次手術時のインプラント周囲骨の状態
- (h) 上部構造装着
- (i) 上部構造装着から1年経過時の口内法エックス線写真

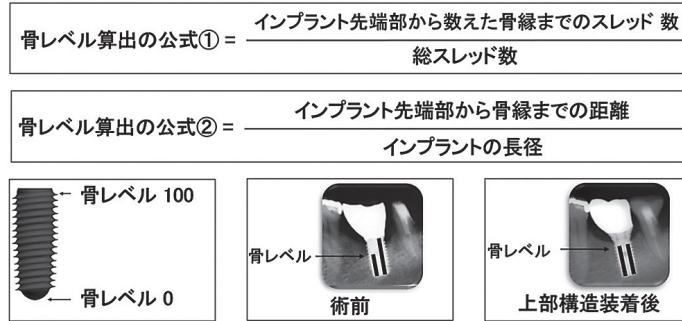


図4. インプラントのスレッド数, および長径を指標とした骨レベルの計測方法

治療の術前と術後のエックス線写真上で, インプラントショルダー部を便宜的に骨レベル 100, インプラント先端部を骨レベル 0 と設定した. デンタルエックス線写真上で計測したインプラントの長径を指標として, 術前と術後の周囲骨レベルを計測し, それらを比較することでインプラント周囲骨の回復率を算出した.

通常, 顎骨内に埋入されたインプラント体にアバットメントが装着されたのち, ソーサライゼーションと呼ばれる皿状の骨吸収が認められるが<sup>11)</sup>, この現象は生体における正常な防御反応とされており, その後の持続的な骨吸収がなく, 第一スレッドまたは 1.5 ~ 2mm 程度の骨吸収であればインプラント治療の成功の基準内とされる. しかし, それ以上の骨吸収が認められる場合は異常と判断されるが, デンタルエックス線写真撮影ではエックス線の入射角によっては, インプラント体のスレッド部が明瞭に観察できないことがある. そのため, より正確な骨吸収量と骨量の回復率を確認するために, インプラントの長径を基準とした指標も用いた.

#### 4. 統計解析

適切なサンプルサイズの検討のために, 検定力分析ソフト (G\*Power3, Heinrich-Heine University, Düsseldorf, Germany) を使用し, 事後検定を行った. サンプルサイズを  $n=11$ , 効果量を  $f=1.67$ , 有意水準を 0.05 として計算した結果, 検出力が 0.99 であったため, 本研究におけるサ

ンプルサイズは適切であると判断した.

統計学的解析には, 統計解析ソフトウェア (SPSS version24, IBM, Illinois, USA) を使用した. 2つの評価方法において, 術前および術後のインプラント周囲骨の回復率を Mann-Whitney の U 検定を用いて比較した. 本研究は岩手医科大学歯学部倫理委員会の承認を得て行った. (承認番号: 01381)

## 結 果

インプラントのスレッド部を指標とした1つ目の評価方法において, すべてのインプラントの術前の周囲骨レベルの平均は  $59.5 \pm 9.4\%$  であったのに対し, 術後にインプラント上部構造を装着してから, 6か月以上経過した時点の骨レベルの平均は  $90.6 \pm 9.4\%$  であった (図5).

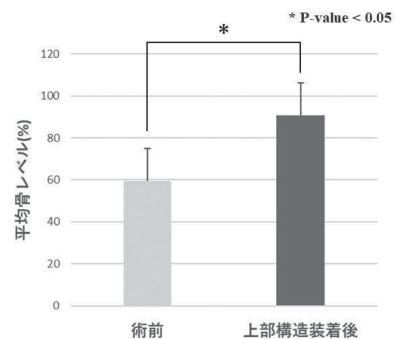


図5. インプラントのスレッド数による骨レベルの比較

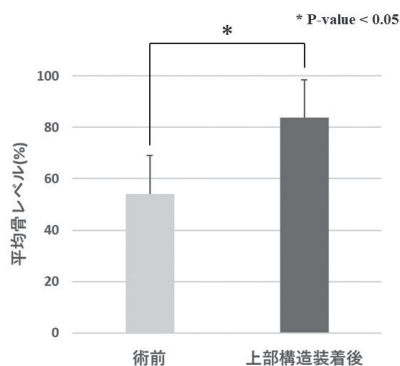


図6. インプラントの長径による骨レベルの比較

また、インプラントの長径を指標とした2つ目の評価において、すべてのインプラントの術前の骨レベルの平均は  $54.2 \pm 10.9\%$  であったのに対し、術後にインプラント上部構造を再装着してから、6か月以上経過した時点の骨レベルの平均は  $83.7 \pm 9.0\%$  であった (図6)。インプラント体のスレッド部および長径を指標とした両方法において、術後の周囲骨レベルは術前の周囲骨レベルと比較して、有意に高いことが示唆された。

## 考 察

インプラント周囲炎は、歯周病原細菌による細菌感染症であるため、歯周病に関する治療法が基本となっている。現在、インプラント周囲炎に対する治療指針のひとつとして使用されている CIST (Cumulative Interceptive Supportive Therapy: 累積的防御療法) は臨床的に広く応用されている<sup>12)</sup>。これらはプロービングポケットデプス (PPD)、プロービング時の出血 (BOP)、エックス線写真上での骨吸収量などを病態および治療の指標としている。しかし、CIST が提唱されて以降、インプラント体の形状や表面性状、補綴治療の術式は変化し続けており、CIST に当てはまらない病態や臨床的な状況が発生するようになり、全てのインプラント周囲炎の治療が CIST に準ずるとは言い難い状況にある。

これまで、インプラント周囲炎の治療として、

生理食塩水を含んだガーゼでの清掃、 $\beta$ -TCP ( $\beta$ -Tricalcium Phosphate) パウダーを用いたエア・アブレーション、Er:YAG レーザーによる治療などが行われてきた。生理食塩水を含んだガーゼでの清掃は、機械研磨された表面性状を有するインプラント体の清掃には有効であるが、表面処理されたインプラントに対しては効果が低いと報告されている<sup>13,14)</sup>。また、 $\beta$ -TCP パウダーによるエア・アブレーションは、インプラント表面の汚染組織除去だけでなく、除染後インプラント表面に残留した  $\beta$ -TCP は生体内に徐々に吸収されながら骨の伝導能も有し、術後の骨量の回復に有利に働くとの報告があるが<sup>15)</sup>、長期的な経過や明確な骨量の回復率を示しているものはない。さらに、Er:YAG レーザーによる治療は、イヌにおける実験的インプラント周囲炎モデルにおいては除染後に骨の回復率を向上させることが示されている<sup>16)</sup>。一方で、臨床的には Er:YAG レーザーの使用に有効性を見いだせなかったとする報告<sup>17)</sup> や、レーザーを照射するインプラントの部位や角度によっては操作が困難で、複雑な構造を有するインプラント体表面に存在する汚染組織に均等に照射できない可能性も考慮する必要がある。

本研究では、インプラント周囲炎の主な原因であるインプラント表面のバイオフィルムを効果的に除去するためにチタンワイヤーブラシによる機械的清掃を選択した。チタンディスク上のバイオフィルムに対する除去効果を比較した先行研究では、ステンレスキュレット、プラスチックキュレット、Er:YAG レーザー、およびチタンワイヤーブラシのうち、4種類の器具全てでバイオフィルムを完全に除去することはできなかったものの、チタンワイヤーブラシによる機械的清掃が最も有効であったと報告している<sup>18)</sup>。しかしながらこの研究では、チタンワイヤーブラシで機械的清掃を行ったものは、チタンディスク表面の形態変化も報告している。インプラント体、チタンワイヤーブラシともに様々なメーカーのものが発売されているが、一般的に、チタンワイヤーブラシのワイヤー径は、



インプラント体のスレッド幅よりも小さいため、チタンワイヤーブラシの先端はインプラント体のスレッド間の底部まで達することができると推測される。チタンワイヤーブラシによる擦過が、機械研磨およびサンドブラスト酸処理表面チタンディスクへ及ぼす影響を分析した研究では、チタンディスク表面への一定の形態変化が認められたものの、表面粗さの観点では機械研磨、サンドブラスト酸処理表面共に大きな変化はもたらさないと報告している<sup>19)</sup>。これらの報告は、本研究で用いた手技が、良好な結果をもたらした1つの要因であることを支持するものである。

インプラント周囲炎によって生じた垂直的骨吸収を十分に回復するために、骨移植術の併用は必須である。現在、骨造成術はインプラント手術時の骨欠損部に対する歯槽堤の増大、埋入時の骨裂開部、あるいは抜歯後即時埋入時に応用されており、いずれも優れた治療成績が報告されているが、インプラント周囲炎の治療として骨移植を応用し、再生された骨組織の予後に関する報告はない。本研究では、チタンワイヤーブラシによる機械的清掃に加え、インプラント周囲骨の回復を効率的に行うため、骨欠損部への生着率の高さ、および骨形成能を期待して自家骨移植を採用し、良好な結果を得た。本研究の治療法によるインプラント周囲骨の回復率は、どちらの評価方法においても50%を超えており、術後に細菌感染を疑う所見も認められず、短期的には優れた治療法であると考えられ、インプラント周囲炎の治療法確立に貢献しうることが示唆された。

## 結 論

インプラント周囲炎の主な原因であるバイオフィルムの除去に関して、感染源を完全に除去する方法は確立されていないが、チタンワイヤーブラシによる機械的清掃はインプラントのスレッド部のような細部の清掃が可能であるため、インプラント表面の感染源除去に有効であったと推測される。また、インプラント周囲

の垂直性骨吸収に対する自家骨移植は、インプラント周囲の骨再生のための有効な手段になることが示唆された。

## 謝 辞

稿を終えるにあたり、本研究の御指導、御協力いただいた岩手医科大学歯学部補綴・インプラント学講座の先生方に深甚なる謝意を表します。

## 利 益 相 反

公表すべき利益相反はない。

## 文 献

- 1) Ioannis K, Karoussis., Giovanni E, Salvi., Lisa J.A. Heitz-Mayfield., Urs Brägger., Christoph H.F. Hämmerle., Niklaus P, Lang.: Effect of implant design on survival and success rates of titanium oral implants: a 10-year prospective cohort study of the ITI Dental Implant System. *Clin Oral Implants Res* 15:8-17, 2004.
- 2) P.F. Manicone., P.C. Passarelli., S. Bigagnoli., R. Pastorino., A. Manni., G. Pasquantonio., A. D'addona.: Clinical and radiographic assessment of implant-supported rehabilitation of partial and complete edentulism: a 2 to 8 years clinical follow-up. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 22:4045-4052, 2018.
- 3) Lindhe J., Meyle J., Group DoEWoP.: Peri-implant diseases: Consensus Report of the Sixth European Workshop on Periodontology. *J Clin Periodontol* 35:282-285, 2008.
- 4) Zitzmann, NU., Berglundh, T., Marinello, CP., Lindhe, J.: Experimental peri-implant mucositis in man. *J Clin Periodontol* 28:517-523, 2001.
- 5) Stefan Renvert J-LG.: Periimplantitis. *Quintessence Pub*, 2014.
- 6) Yorimasa Ogata, Yohei Nakayama, Junichi Tatumi, Takehiko Kubota, Shuichi Sato, Tetsuya Nishida, Yasuo Takeuchi, Tokuya Onitsuka, Ryuji Sakagami, Takenori Nozaki, Shinya Murakami, Naritoshi Matsubara, Maki Tanaka, Toshiaki Yoshino, Junya Ota, Taneaki Nakagawa, Yuichi Ishihara, Taichi Ito, Atsushi Saito, Keiko Yamaki, Etsuko Matsuzaki, Toshirou Hidaka, Daisuke Sasaki, Takashi Yaegashi, Tadashi Yasuda, Toshiaki Shibutani, Kazuyuki Noguchi, Hisao Araki, Noriharu Ikumi, Yukihiko Aoyama, Hideki Kogai, Kenji Nemoto, Shinji Deguchi, Takashi Takiguchi, Matsuo Yamamoto, Keita Inokuchi, Takatoshi Ito, Takashi Kado, Yasushi Furuichi, Mikimoto Kanazashi, Kazuhiro Gomi, Yukie Takagi, Keita Kubokawa, Nobuo Yoshinari, Yoshiaki Hasegawa,

- Tetsushi Hirose, Toshinaga Sase, Hirokazu Arita, Toshiro Kodama, Kitetsu Shin, Yuichi Izumi, Hiromasa Yoshie.: Prevalence and risk factors for peri-implant diseases in Japanese adult dental patients. *Journal of Oral Science* 59:1-11, 2017.
- 7) Derks, J., Tomasi, C.: Peri-implant health and disease. A systematic review of current epidemiology. *J Clin Periodontol* 42 Suppl 16:S158-171, 2015.
  - 8) Renvert, S., Roos-Jansaker, AM., Claffey, N.: Non-surgical treatment of peri-implant mucositis and peri-implantitis: a literature review. *J Clin Periodontol* 35:305-315, 2008.
  - 9) Heitz-Mayfield, LJA., Salvi, GE., Mombelli, A., Faddy, M., Lang, N. P.: Anti-infective surgical therapy of peri-implantitis. A 12-month prospective clinical study. *Clin Oral Implants Res* 23:205-210, 2012.
  - 10) Claffey, N., Clarke, E., Polyzois, I., Renvert, S.: Surgical treatment of peri-implantitis. *J Clin Periodontol* 35:316-332, 2008.
  - 11) Hermann, JS., Schoolfield, JD., Schenk, RK., Robert, K., Schenk, Daniel Buser., David, L., Cochran.: Influence of the size of the microgap on crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol* 72:1372-1383, 2001.
  - 12) Mombelli, A., Lang, NP.: The diagnosis and treatment of peri-implantitis. *Periodontol* 2000 17:63-76, 1998.
  - 13) Schou S, Holmstrup P, Jorgensen T, Theil Skovgaard, L., Stoltze, K., Hjørting-Hansen, E., Wenzel A.: Implant surface preparation in the surgical treatment of experimental peri-implantitis with autogenous bone graft and ePTFE membrane in cynomolgus monkeys. *Clin Oral Implants Res* 14:412-422, 2003.
  - 14) Carcuac, O., Derks, J., Charalampakis, G., Abrahamsson, I., Wennström, J., Berglundh, T.: Adjunctive Systemic and Local Antimicrobial Therapy in the Surgical Treatment of Peri-implantitis: A Randomized Controlled Clinical Trial. *J Dent Res* 95:50-57, 2016.
  - 15) Matsui, T.: インプラント周囲炎治療について考察する. *日本臨床歯周病学会会誌* 36.1:19-27, 2018.
  - 16) Schwarz, F., Bieling, K., Nuesry, E., Sculean, A., Becker, J.: Clinical and histological healing pattern of peri-implantitis lesions following non-surgical treatment with an Er:YAG laser. *Lasers Surg Med* 38:663-671, 2006.
  - 17) Schwarz, F., Hegewald, A., John, G., Sahm, N., Becker, J.: Four-year follow-up of combined surgical therapy of advanced peri-implantitis evaluating two methods of surface decontamination. *J Clin Periodontol* 40:962-967, 2013.
  - 18) Al-Hashedi, AA., Laurenti, M., Benhamou, V., Tamimi, F.: Decontamination of titanium implants using physical methods. *Clin Oral Implants Res* 28:1013-1021, 2017.
  - 19) Park, JB., Jeon, Y., Ko, Y.: Effects of titanium brush on machined and sand-blasted/acid-etched titanium disc using confocal microscopy and contact profilometry. *Clin Oral Implants Res* 26:130-136, 2015.

# Analysis of the therapeutic effectiveness of implant surface cleaning and bone grafting for Peri-implantitis

Daichi YOSHIDA, Toshiki NOJIRI

Department of Prosthodontics and Oral Implantology, School of Dentistry, Iwate Medical University,  
Morioka, Iwate, Japan

(Chief: Prof. Hisatomo KONDO)

[Received : December 24 2022 : Accepted : December 29 2022]

## Abstract

The purpose of this study was to evaluate the efficacy of mechanical cleaning using a titanium brush and subsequent autogenous bone grafting for the treatment of peri-implantitis.

The peri-implant bone recovery rate was calculated using the thread or length of the implant as an index on pre- and postoperative dental radiographs. In these evaluation methods, the Mann-Whitney U test was used to compare the peri-implant bone recovery rates before and after surgery. In the evaluation method using the threaded portion of the implants as the index, the mean preoperative peri-implant bone level for all implants was  $59.5 \pm 9.4\%$ , whereas the mean bone level at six months or longer after the implant-supported dental prosthesis was placed postoperatively was  $90.6 \pm 9.4\%$ . In the evaluation using the implant length as the index, the mean preoperative bone level of the implants was  $54.2 \pm 10.9\%$ , whereas the mean bone level at six months or longer after the postoperative placement of the implant-supported dental prosthesis was  $83.7 \pm 9.0$ . These findings suggest that the postoperative bone level was significantly higher than the preoperative level. These results indicate that mechanical cleaning with a titanium brush and subsequent autogenous bone grafting are effective treatments for peri-implantitis.

**Key words:** peri-implantitis, titanium brush, bone graft, mechanical cleaning